

# 商洛学院课程思政案例库

课程名称：《化工原理》

负责人：刘倩

编著时间：2025 年 6 月

教务处印制

# 前言

化工原理是应用化学专业的核心课程，也是连接基础理论与工程实践的关键纽带。近年来，随着教育部“新工科”建设与课程思政改革要求的深化，化工专业人才培养需突破传统模式，将工程伦理、社会责任、科学精神与创新能力的培养融入专业教学全过程。在此背景下，《化工原理案例库》的编写应运而生。

《化工原理》作为应用化学专业的一门专业主干课，在授课过程中，结合典型化工安全事故案例、绿色化工与可持续发展理念、工程伦理与职业道德以及国家重大成就等思政要素，激发学生的学习内驱力，使学生在深刻理解流体流动、传热、传质等核心原理的同时，将爱国情怀、科学精神、工匠精神、法治观念、生态意识等内化为自身的价值追求和行动自觉，有效助力立德树人根本任务的落实。

本案例库以普通高等教育“十四五”规划教材《化工原理》为基础，紧密结合化工行业发展趋势与“双碳”目标等国家战略需求，旨在构建课程思政与专业教学深度融合的载体。依据人才培养方案、教学大纲等，采用代表性案例提高学生对专业知识的接受度，案例既强化工程原理的推导与计算能力，又通过实际工程问题培养学生解决复杂问题的能力，同时融入思政要素，实现“润物无声”的育人效果。

尽管编者已尽最大努力，但案例库仍可能存在不足，期

待广大同仁提出宝贵意见，共同推动化工原理课程思政建设  
迈向新高度，助力培养具有家国情怀、国际视野与创新能力的  
化工人才。

## 目 录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1.核潜艇减阻里的科技密码与精神脊梁 .....           | 1   |
| 2.袭人传热：古诗中的化工哲思 .....              | 6   |
| 3.方程之翼：伯努利如何托起 C919 .....          | 11  |
| 4.吸收操作线方程中的育人密码 .....              | 15  |
| 5.依托时钧精神，强化吸收价值 .....              | 19  |
| 6.拉乌尔律，铸科学魂育家国情 .....              | 25  |
| 7.诗“化”石灰，道“化”人心 .....              | 30  |
| 8.公式里的烽火：湘江战役流体力学启示 .....          | 35  |
| 9.压强之下，匠心之上一奋斗者号的深蓝答卷 .....        | 40  |
| 10.蒸馏匠心，酒蕴自豪 .....                 | 44  |
| 11.“溶”解家国，“度”量担当 .....             | 49  |
| 12.灵渠：双流智慧与千年回响 .....              | 54  |
| 13.沙里淘“金”与釜中“沉”思 .....             | 59  |
| 14.q 线方程里的精神内核 .....               | 64  |
| 15.把万吨碳捕剂，“装进”思政课！ .....           | 69  |
| 16.蒸馏遇上《月下独酌·其一》 .....             | 74  |
| 17.塔尖匠心：精馏板数中的毫厘之道 .....           | 79  |
| 18.傅里叶的“热”情密码 .....                | 84  |
| 19.从“吸”荒到领航—中国技术的绿色征程 .....        | 88  |
| 20.陶文栓院士的“热”血科研路 .....             | 93  |
| 21.绿蚁红炉暖课堂：传热单元中的人文温度 .....        | 97  |
| 22.伯努利家族与科学传承 .....                | 102 |
| 23.晴空一鹤穿云过：当秋词邂逅干燥 .....           | 107 |
| 24.尼古拉兹的“砂粒”刻度：流体阻力中的匠心与担当 .....   | 112 |
| 25.风卷茅屋：一场流体力学与诗圣的跨时空对话 .....      | 116 |
| 26.185 米水深的“奠基”密码：流体静力学与大国脊梁 ..... | 120 |
| 27.范宁公式里的中国力量 .....                | 124 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 28. “7-11” 物理学家的光荣与梦想 .....   | 129 |
| 29.对流传热里的“热”与“德” .....        | 134 |
| 30.方程守护“一泓北上”：南水调水的育人源泉 ..... | 139 |
| 31.从流体阻力之“困”到钱学森精神之“光” .....  | 144 |
| 32.船吸、黄线与横舟：伯努利方程里的神奇世界 ..... | 148 |
| 33.热辐射之光映照材料强国路 .....         | 153 |
| 34.从层流到湍流，映射素养成长路 .....       | 158 |
| 35.从烟气余热到绿色责任 .....           | 163 |
| 36.粉尘雾霾治理中的育人“金钥匙” .....      | 168 |
| 37.创新驱动，提升精馏塔板效率 .....        | 173 |
| 38.离心泵历程育化工人科学爱国魂 .....       | 178 |
| 39.回流比：化工“天平”上的责任与创新砝码 .....  | 182 |
| 40.雷诺流影育科学魂 .....             | 187 |
| 41.热辐射“谜”解谁担 .....            | 192 |
| 42.从微观机理到宏观担当的育人之旅 .....      | 197 |
| 43.尾矿库溃坝事故中静压力失衡的生态灾难 .....   | 202 |
| 44.沉淀智慧升华品格 .....             | 206 |
| 45.设备里的“冷暖”抉择 .....           | 210 |
| 46.叶轮间的匠心守护：从汽蚀故障到职业担当 .....  | 214 |
| 47.血泪警示：流体之道解码化工管道安全 .....    | 219 |
| 48.“蒸”心报国：平衡蒸馏中的思政密码 .....    | 224 |
| 49.离心泵节能促化工绿色发展 .....         | 228 |
| 50.精馏塔里炼匠心 .....              | 236 |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例标题 | 核潜艇减阻里的科技密码与精神脊梁                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 内容简介 | 本文以流体流动阻力原理为切入点，探讨其在核潜艇设计与运行中的应用。同时，挖掘核潜艇发展历程中蕴含的思政元素，旨在为理工科课程思政教育提供新的思路和方法，培养具有社会责任感和创新能力的复合型人才。                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 关键词  | 流体流动阻力；核潜艇；科学精神；家国情怀；课程思政                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 编写时间 | 2025-4-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 育人主题 | 探索未知的执着追求、为国铸剑的无私奉献、突破封锁的自主之路、众志成城的强大合力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 素材长度 | 2846                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例正文 | <p>核潜艇作为现代海军的重要装备，具有强大的隐蔽性、续航能力和攻击力，在维护国家海洋权益和战略安全方面发挥着至关重要的作用。流体流动阻力是影响核潜艇航行性能的关键因素之一，深入研究流体流动阻力原理及其在核潜艇上的应用，对于提高核潜艇的航速、降低能耗、增强隐蔽性具有重要意义。此外，核潜艇的发展历程是一部充满挑战与创新的奋斗史，其中蕴含着丰富的思政元素，将这些元素融入课程思政教育，能够激发学生的学习兴趣 and 爱国热情，培养他们的科学精神和创新能力。</p> <p>一、流体流动阻力原理概述</p> <p>流体流动阻力是指流体在流动过程中，由于流体的粘性、惯性等因素，对与之产生相对运动的物体产生的阻碍作用力。根据阻力产生的原因和表现形式，流体流动阻力可分为摩擦阻力和压差阻力。摩擦阻力是由流体的粘性引起的，当流</p> |

体在物体表面流动时，流体层之间存在相对运动，从而产生内摩擦力，这种内摩擦力在物体运动方向上的投影即为摩擦阻力。压差阻力则是由于物体前后压力差引起的，当流体绕过物体流动时，物体前部的压力较高，后部的压力较低，这种压力差就会产生一个阻碍物体运动的力，即压差阻力。

## 二、流体流动阻力在核潜艇设计与运行中的应用

### （一）核潜艇航行阻力的组成

核潜艇在水中航行时，所受到的阻力主要包括摩擦阻力、形状阻力、附体阻力和兴波阻力。由于核潜艇通常在水下航行，航行深度超过三分之一艇长时，兴波阻力接近为零，因此其水下航行时的阻力主要由摩擦阻力、形状阻力和附体阻力组成。摩擦阻力是由水的粘性产生的，与潜艇艇体表面的光滑度有关；形状阻力是由水的压力产生的，与艇体形状有关；附体阻力则是由潜艇上的附属体（如指挥台围壳、方向舵、升降舵等）产生的。

### （二）降低核潜艇航行阻力的措施

为了提高核潜艇的航行性能，降低能耗，增强隐蔽性，需要采取一系列措施来降低航行阻力。



图 1 四代核潜艇外形的变化

1. 优化艇体外形设计：采用流线型艇体设计，减少艇体表面的突出物和棱角，使水流能够更加顺畅地绕过艇体，从而降低形状阻力和附体阻力。例如，采用圆形的横剖面可以使艇体的浸湿表面积最小，同时使潜艇成为流线型回转体，绕流均匀对称，有利于防止产生局部流体分离现象，使形状阻力最小。
2. 提高艇体表面光滑度：通过采用先进的制造工艺和表面处理技术，提高艇体表面的光滑度，减少边界层的厚度，从而降低摩擦阻力。例如，对艇体表面进行抛光处理，去除表面的粗糙度和焊缝等缺陷。
3. 采用减阻技术：研发和应用新型的减阻技术，如弹性表皮技术、微气泡减阻技术等。弹性表皮技术通过在艇体表面覆盖一层可变形的弹性材料，使水流能够更加稳定地贴合艇体表面，从而降低摩擦阻力。微气泡减阻技术则是通过向艇体表面注入微小的气泡，使气泡在艇体表面形成一层气膜，减少水与艇体表面的直接接触，从而降低摩擦阻力。

三、核潜艇发展历程中蕴含的思政元素

**思政元素：**学习“核潜艇之父”黄旭华身上探索未知的执着追求、为国铸剑的无私奉献、突破封锁的自主之路、众志成城的强大合力。

（一）探索未知的执着追求

核潜艇研制堪称人类科技领域的一座巍峨高峰，涉及流体力学、材料科学、核工程、电子技术等众多学科领域，是高度复杂的系统工程。在早期，我国科研人员面临着资料匮乏、技术封锁的重重困境，但凭借着对科学真理的执着追求，他们从最基础的理论研究入手，逐步建立起适合我国国情的核潜艇技术体系。

在流体动力学研究方面，为了精准掌握流体流动阻力对核潜艇航行性能的影响，科研人员开展了大量艰苦卓绝的实验。他们搭建风洞、水洞等实验设施，反复模拟核潜艇在不同航行状态下的水流情况，记录和分析海量数据。通过这些实验，他们不断优化艇体外形设计，探索降低阻力的有效方法。例如，在确定核潜艇指挥台围壳形状时，科研人员设计了多种不同方案，并逐一进行实验验证。他们不放过任何一个细微的参数变化，对每个方案的阻力系数、稳定性等指标进行精确测量和对比分析，最终找到了最优化的设计方案。这种严谨细致、精益求精的科学态度，以及对未知领域不断探索、勇于质疑和创新的科学精神，是推动核

潜艇技术不断进步的核心动力。

## （二）为国铸剑的无私奉献

核潜艇作为国家战略威慑力量的重要组成部分，其研制成功与否直接关系到国家的安全和尊严。在那个特殊的年代，无数科研人员和工人心怀对祖国和人民的无限忠诚，毅然投身到核潜艇研制这一伟大而艰巨的事业中。他们告别亲人，隐姓埋名，在偏远的科研基地和艰苦的生产车间默默耕耘，将自己的青春和热血奉献给了祖国的核潜艇事业。



图2 核潜艇之父

黄旭华院士是我国核潜艇事业的先驱者之一。为了核潜艇的研制，他隐姓埋名三十载，无法在父母身边尽孝，甚至连父亲去世都未能回家奔丧。他把对家人的思念和愧疚深埋心底，全身心地投入到工作中。在核潜艇研制的关键时期，他带领团队日夜奋战，攻克了一个又一个技术难题。正是有了像黄旭华院士这样无数科研人员的无私奉献，我国才能在短时间内实现核潜艇从无到有、从弱到强的历史性跨越。他们用实际行动诠释了什么是家国情怀，什么是将个人命运与国家命运紧密相连的高尚情操。

## （三）突破封锁的自主之路

在核潜艇研制初期，我国面临着西方国家的技术封锁和重重困难。但我国科研人员没有退缩，而是坚定地走上了自主创新的道路。他们坚信，只有依靠自己

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>的力量，才能掌握核心技术，打破国外的垄断。</p> <p>在核动力技术方面，科研人员从零开始，经过无数次的试验和失败，终于成功研制出了我国自己的核反应堆。他们大胆创新，采用了一系列先进的设计理念和技术手段，使核反应堆具有更高的安全性、可靠性和经济性。在减阻技术、隐身技术等领域，科研人员也积极开展自主研发，取得了一系列重大突破。例如，在减阻技术方面，他们通过深入研究流体流动规律，结合我国实际情况，创新性地提出了多种减阻方案，并成功应用于核潜艇的设计和制造中，有效降低了核潜艇的航行阻力，提高了航行性能。这种勇于突破传统观念和技术瓶颈，敢于走前人没有走过的路的创新精神，是我国核潜艇事业取得成功的关键因素，也为我国在其他领域的科技发展提供了宝贵的经验。</p> <p><b>（四）众志成城的强大合力</b></p> <p>核潜艇的研制是一个庞大的系统工程，涉及到众多单位和部门的协同合作。从科研院所的设计研发，到工厂的生产制造，再到部队的试验和使用，每一个环节都紧密相连，缺一不可。在研制过程中，科研人员、工人、军人等各个岗位的人员心往一处想，劲往一处使，形成了强大的合力。在核潜艇的建造过程中，工厂的工人们克服了重重困难，精心施工，确保每一个零部件都符合设计要求。他们与科研人员密切配合，及时反馈生产过程中出现的问题，共同研究解决方案。在试验阶段，部队的官兵们不畏艰险，积极参与各项试验任务，为核潜艇的性能评估和改进提供了宝贵的数据和经验。正是这种团结协作的精神，使我国能够在短时间内完成核潜艇的研制任务，并不断提高其性能和可靠性。</p> <p>流体流动阻力原理与核潜艇密切相关，深入研究流体流动阻力原理及其在核潜艇上的应用，对于提高核潜艇的性能具有重要意义。同时，核潜艇的发展历程蕴含着丰富的思政元素，如科学精神、家国情怀、创新精神等。将流体流动阻力与核潜艇案例融入课程思政教育，能够激发学生的学习兴趣 and 爱国热情，培养他们的科学精神和创新能力。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容行文规范、语言流畅、表述清晰，有明确的思政元素和育人目标。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例标题 | 袭人传热：古诗中的化工哲思                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 内容简介 | 本案例以南宋诗人陆游《村居山喜》中“花气袭人知骤暖，鹊声穿树喜新晴”为切入点，结合化工原理中对流传热的相关知识，剖析诗句背后蕴含的物理原理与思政哲理。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 关键词  | 花气袭人；对流传热；探索精神；责任担当；和谐发展                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编写时间 | 2025-4-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 育人主题 | 探索精神；责任担当；和谐发展                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 素材长度 | 2059                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例正文 | <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p style="text-align: center;"><b>《村居书喜》</b></p> <p style="text-align: center;">宋•陆游</p> <p>红桥梅市晓山横，白塔樊江春水生。</p> <p><b>花气袭人知骤暖，鹊声穿树喜新晴。</b></p> <p>坊场酒贱贫犹醉，原野泥深老亦耕。</p> <p>最喜先期官赋足，经年无吏叩柴荆。</p> </div> </div> <p style="color: blue; margin-top: 10px;">思考这首诗涉及到化工原理中<b>传热</b>的哪种方式。</p> <p>“花气袭人知骤暖，鹊声穿树喜新晴”，南宋诗人陆游的这句诗，以其生动的描写，将春日里花香四溢、鹊声欢快的景象展现得淋漓尽致。从表面看，它描</p> |

绘的是自然的美景与愉悦的心情；但从物理学的角度深入分析，却能发现其中蕴含着丰富的科学原理，尤其是与化工原理中对流传热的知识有着紧密的联系。在当今时代，科学探索与社会发展相互交融，从自然现象中挖掘科学原理与思政哲理，对于培养具有科学素养与社会责任感的人才具有重要意义。

一、“花气袭人”与对流传热的物理关联

1. 分子无规则运动与温度的关系

从物理学的角度来看，“花气袭人”这一现象可以用分子无规则运动来解释。一切物质的分子都在不停地做无规则运动，且温度越高，分子运动越剧烈。当气温升高时，花朵分泌的芳香油分子在空中做无规则运动的速度加快，分子的扩散也随之加快，从而使人可以闻到浓浓的花香。这就如同在化工生产中，温度的变化会对物质的分子运动产生影响，进而影响物质的物理和化学性质。

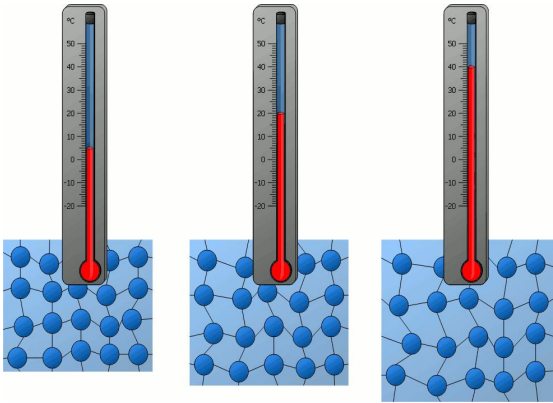


图 1 分子无规则运动与温度的关系图

2. 对流传热中温度与流体分子运动的关系

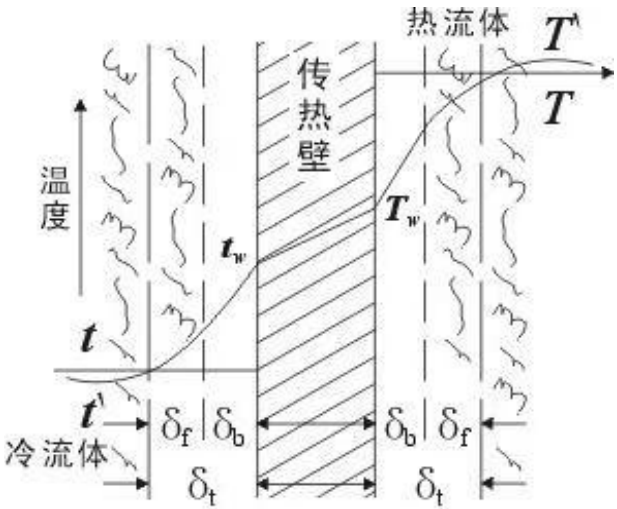


图 2 对流传热

对流传热是由流体内部各部分质点发生宏观运动而引起的热量传递过程，它只能发生在有流体流动的场所。在化工生产中，对流传热是常见的热量传递方式之一。温度的变化会引起空气等流体分子的运动变化，从而影响对流传热的效果。当温度升高时，空气对流可能会加剧，就像花香随着空气的流动更容易被人闻到一样，对流传热也会在这种条件下更明显。例如，在一些化工反应过程中，通过加热或冷却来控制反应温度，从而影响流体的对流状态和传热效率，进而影响反应的速率和产物的质量。

**思政元素：**以“花气袭人知骤暖，鹊声穿树喜新晴”结合化工原理中对流传热的相关知识，挖掘所体现的探索精神、责任担当以及对和谐发展的追求，旨在引导学生在科学探索与实践中共培育正确的价值观与社会责任。

## 二、“花气袭人”背后的探索精神思政启示

### 1. 对自然现象的好奇与探索

陆游在诗句中敏锐地捕捉到“花气袭人”这一自然现象，并将其与温度的变化联系起来，这体现了他对自然现象的好奇心和探索精神。在科学探索的道路上，好奇心是推动人们不断前进的动力。科学家们正是因为对自然现象的好奇，才会不断地去研究、去发现其中的科学原理。在化工领域，科研人员也需要保持这种好奇心，不断探索新的反应工艺、新的传热技术，以提高化工生产的效率和质量，推动化工行业的发展。

### 2. 勇于突破传统认知

在古代，人们对自然现象的认识往往停留在表面，而陆游却能从“花气袭人”这一现象中联想到温度的变化，这需要他突破传统的认知局限，具有创新的思维方式。在化工原理的学习和研究中，我们也应该勇于突破传统观念的束缚，敢于提出新的理论和方法。例如，在对流传热的研究中，传统的经验公式可能存在一定的局限性，科研人员需要通过不断地实验和理论研究，提出更准确、更通用的传热模型，以解决实际生产中的问题。

## 三、对流传热中的责任担当思政体现

### 1. 保障化工生产安全与效率的责任

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>在化工生产中，对流传热是一个至关重要的环节。合理的对流传热设计可以确保化工反应在适宜的温度下进行，提高反应的效率和产物的质量，同时也可以保障生产的安全。例如，在一些高温反应中，如果不能有效地进行传热，可能会导致反应器局部过热，引发爆炸等安全事故。化工工程师们肩负着保障化工生产安全与效率的责任，他们需要运用所学的对流传热知识，精心设计反应器和传热设备，确保生产过程的顺利进行。</p> <p>2. 推动化工行业可持续发展的责任</p> <p>随着社会的发展，化工行业面临着越来越严格的环保要求和资源约束。在对流传热的研究和应用中，化工科研人员也需要考虑如何提高能源利用效率，减少能源消耗和环境污染。例如，通过开发新型的传热材料和传热技术，提高化工生产中的传热效率，降低能源消耗；同时，研究如何利用工业废热进行回收和再利用，实现能源的梯级利用，推动化工行业的可持续发展。这体现了化工科研人员对社会责任的担当，他们不仅要关注化工生产的经济效益，还要关注其对环境和社会的影响。</p> <p>三、从“花气袭人”与对流传热看和谐发展的追求</p> <p>1. 自然与科学的和谐统一</p> <p>“花气袭人知骤暖”这句诗将自然现象与科学原理巧妙地结合在一起，体现了自然与科学的和谐统一。在化工生产中，我们也应该追求自然与科学的和谐发展。例如，在化工工艺的设计中，要充分考虑对环境的影响，采用环保型的原料和工艺，减少污染物的排放，实现化工生产与自然环境的和谐共生。</p> <p>2. 人与社会的和谐共进</p> <p>对流传热的研究和应用不仅关系到化工行业的发展，也关系到社会的进步和人们的生活质量。化工产品广泛应用于人们的日常生活中，从衣食住行到医疗卫生等各个方面都离不开化工产品。化工科研人员通过对流传热等科学原理的研究和应用，不断开发出更优质、更环保的化工产品，满足人们日益增长的物质和文化需求，促进人与社会的和谐共进。</p> <p>“花气袭人知骤暖，鹊声穿树喜新晴”，这句看似简单的诗句，却蕴含着深刻的物理原理和思政哲理。从对流传热的角度深入分析，我们可以看到其中所体现的探索精神、责任担当以及对和谐发展的追求。在当今时代，我们应该从自然</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|          |                                                                                                                                |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 现象和科学原理中汲取智慧和力量，在科学探索与实践中培育正确的价值观与<br>社会责任感。化工领域的科研人员和从业者更应该肩负起自己的责任，不断探索创<br>新，为化工行业的发展和社会的进步贡献自己的力量，实现自然、科学、人与社会<br>的和谐统一发展。 |
| 分析<br>评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                     |
| 评价<br>者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例标题 | 方程之翼：伯努利如何托起 C919                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 内容简介 | 伯努利方程在 C919 大飞机的设计过程中发挥了关键作用。本案例将从伯努利方程的原理、C919 的设计实践、科学探索精神的培养以及团队协作的重要性等方面展开讨论，为高等教育中的综合素质培养提供参考。                                                                                                                                                                                                                             |
| 关键词  | 伯努利方程；C919 大飞机；科学探索；团队协作；创新思维                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 编写时间 | 2025-4-17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 育人主题 | 科学探索、团队协作、创新思维、责任意识                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 素材长度 | 1270                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例正文 | <p>化工原理研究的流体流动不同于水利工程或者是灌溉工程的明渠流动，它研究的是流体在管内的流动，并且在管内做的是一维流动。流体动力学研究的是流体宏观的，外在的规律。通过流体流动过程中能量守恒得出伯努利方程。根据伯努利方程，解决化学工程的常用实际问题，比如，流体流经某处的速度，该处的流体受到周围流体的压强，泵的安装高度，流体在流动过程中损失多少能量需要对流体提供多少能量等等。</p> <p>一、伯努利方程的科学意义与航空应用</p> <p>伯努利方程是描述流体运动中能量守恒的基本原理，其表达式如图 1 所示。在航空领域，这一方程解释了机翼升力的产生机制：气流在机翼上表面的流速增加导致压力降低，而下表面压力较高，从而形成升力。</p> |

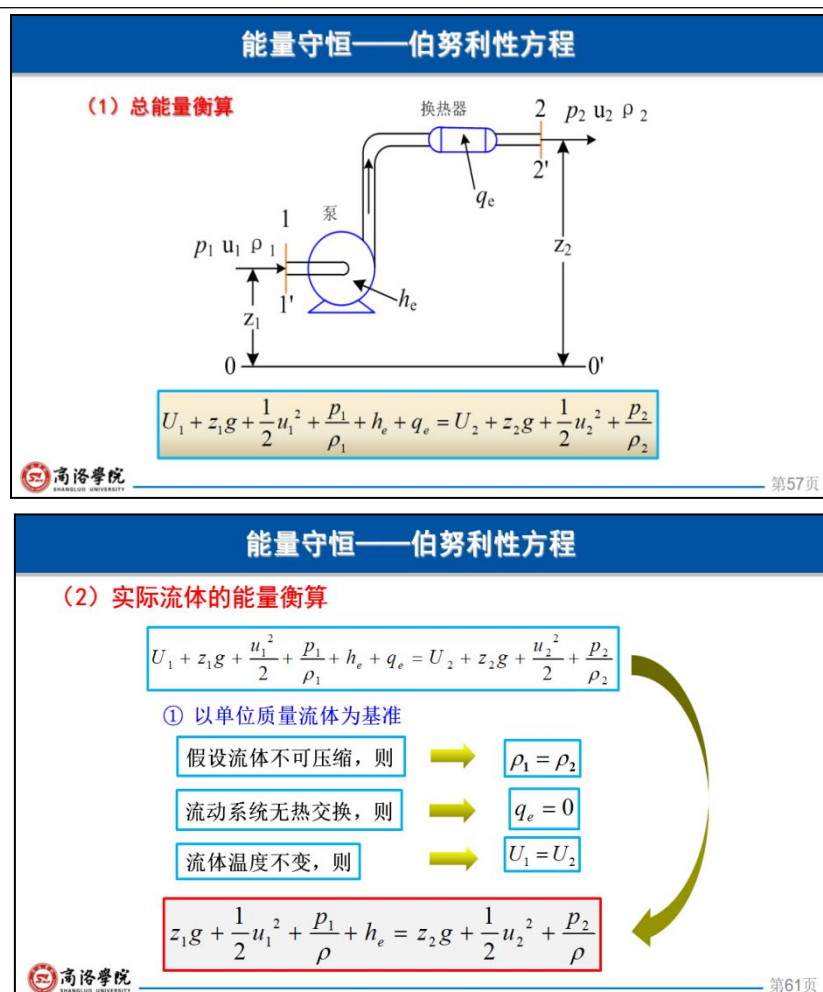


图 1 伯努利方程

C919 大飞机的设计充分利用了这一原理。通过优化机翼形状和襟翼布局，工程师显著提升了飞机的气动效率。这一过程不仅体现了科学理论的实践价值，更展现了科学探索的严谨性与创新性。

育人启示：

学习伯努利方程不仅是为了掌握知识，更是培养科学思维和解决问题的能力。

## 二、C919 设计中的科学探索与创新实践

### 1. 机翼设计的科学验证

C919 采用超临界翼型设计，通过风洞实验和计算机模拟反复验证伯努利方程的应用效果。这一过程需要工程师具备扎实的理论基础和实验能力。

### 2. 发动机与气动优化

发动机进气道的设计基于伯努利方程，确保气流稳定进入燃烧室。团队通过多次迭代优化，最终实现了高效与安全的平衡。

### 3. 飞行控制系统开发

飞行控制软件依赖于对气动力的精确计算，伯努利方程为飞控参数的设定提供了理论依据。

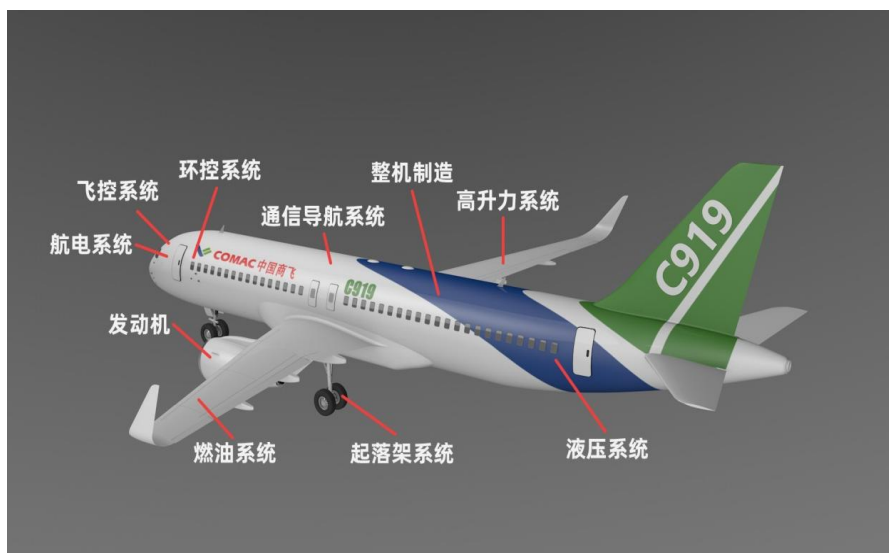


图 2 C919 飞机

**育人价值：**C919 的研发过程体现了科学探索的严谨性，激励学生在学习中注重理论与实践的结合。

### 三、科学探索精神的培养

科学探索精神包括好奇心、批判性思维和坚持不懈的态度。在 C919 的研发中，工程师面对气动设计、材料选择等复杂问题时，正是凭借这种精神逐一攻克难关。

**教学活动：**通过实验课程（小型风洞实验）让学生亲身体验科学探索的过程。

### 四、团队协作在 C919 研发中的核心作用

C919 的成功研制是数千名工程师、科学家和技术人员协作的成果。从气动设计到航电系统，每个环节都需要跨学科团队的紧密配合。

#### 1. 跨学科合作

流体力学、材料科学、计算机工程等领域的专家共同协作，确保飞机设计的整体性能。

#### 2. 沟通与协调

团队通过定期会议、共享数据库等方式保持信息同步，避免因沟通不畅导致的设计缺陷。



图 2 C919 飞机团队成员

**育人启示：**现代工程问题往往需要团队协作解决，沟通能力和团队意识至关重要。

#### 五、创新思维与责任意识

C919 的研发不仅需要科学理论和团队协作，还需要创新思维。例如，采用复合材料减轻机身重量、优化航电系统提升安全性等，均体现了创新驱动的设计理念。同时，航空工程关乎乘客生命安全，工程师必须具备高度的责任意识。在 C919 的试飞阶段，团队对每一项数据进行了严格核查，确保万无一失。

**育人价值：**创新思维和责任意识是学生未来职业发展中不可或缺的素质。

伯努利方程与 C919 的案例，展现了科学理论的实践价值，也为高等教育中的综合素质培养提供了丰富素材。通过科学探索、团队协作和创新思维的培养，学生能够更好地适应未来社会的挑战。让我们以科学精神为指引，以团队协作为支撑，为培养新时代的创新型人才贡献力量！

分析  
评价

本案例将伯努利方程与 C919 的案例，展现了科学理论的实践价值，也为高等教育中的综合素质培养提供了丰富素材。

评价  
者

陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例标题 | 吸收操作线方程中的育人密码                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本案例以吸收操作线方程为切入点，深入剖析其背后的工程原理与思政教育元素，探讨其与马克思主义哲学思想、环保意识、工匠精神等思政元素的内在联系。旨在培养学生的工程思维、创新能力与社会责任感。                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 关键词  | 吸收操作线方程；思政教育；工程实践；                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 编写时间 | 2025-4-17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 育人主题 | 工匠精神、创新能力、社会责任感                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 素材长度 | 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例正文 | <p>化工原理课程作为应化专业的基础理论课，在培养学生工程思维和实践能力方面起着至关重要的作用。吸收操作线方程作为化工原理中吸收章节的核心内容，不仅蕴含着丰富的工程知识，还蕴含着深刻的思政教育元素。本案例以吸收操作线方程为例，探索其中的思政元素与工程实践育人路径，为应化专业课程思政建设提供参考。</p> <p>一、吸收操作线方程的工程原理与思政元素分析</p> <p>（一）吸收操作线方程的工程原理</p> <p>吸收操作线方程是在稳定操作条件下，由气体入口处和出口处的气、液相组成所决定的直线方程。它反映了吸收塔内各截面上气、液组成的关系，是吸收塔设计和操作的重要依据。在吸收过程中，气相中的溶质通过气液界面传递到液相中，实现气体的净化或有用组分的回收。吸收操作线方程的斜率由液气相流量比决定，与系统的平衡关系、操作条件以及设备的结构型式等因素无关。通过绘制</p> |

吸收操作线与相平衡线，可以直观地分析吸收过程的推动力，为吸收塔的优化设计和操作提供指导。

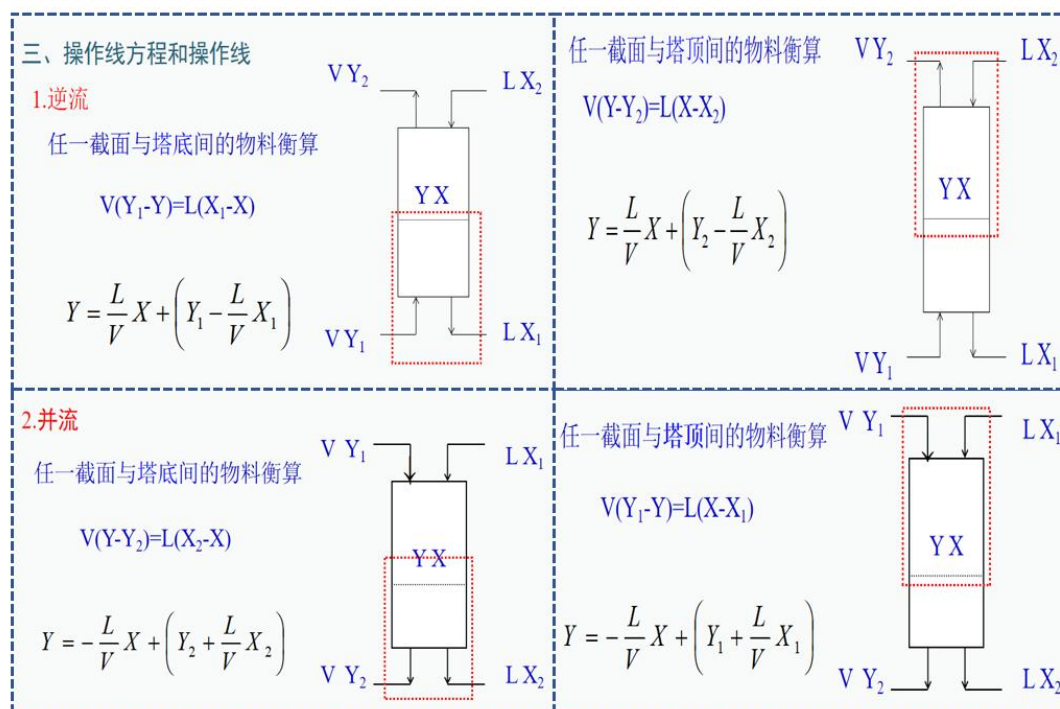


图 1 吸收操作线方程

## (二) 吸收操作线方程中的思政元素

**思政元素：**以吸收操作线方程为切入点，深入剖析其背后的工程原理与思政教育元素，探讨其与马克思主义哲学思想、环保意识、工匠精神等思政元素的内在联系。培养学生的工程思维、创新能力与社会责任感。

### 1. 吸收操作线方程体现了马克思主义哲学思想中矛盾的对立统一规律。

在吸收过程中，气相中的溶质浓度与液相中的溶质浓度之间存在着矛盾，气相中的溶质希望向液相中传递，而液相中的溶质则希望保持相对稳定。这种矛盾推动了吸收过程的进行，使得溶质从气相向液相转移。同时，吸收操作线方程也体现了量变与质变的规律。通过调整液气相流量比等操作条件，可以改变吸收操作线的斜率，从而影响吸收过程的推动力和吸收效果。当操作条件发生一定程度的量变时，可能会导致吸收效果的质变，如吸收率的显著提高或降低。

2. 吸收操作在化工生产中广泛应用于废气处理和气体净化等领域的应用体现了环保意识与可持续发展理念。通过采用吸收操作，可以有效地去除废气中

的有害物质，减少对环境的污染。例如，在化工生产过程中产生的酸性气体（如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$  等）可以通过吸收操作进行脱除，从而保护和改善环境。这体现了化工生产与环境保护的紧密联系，培养学生的环保意识和可持续发展理念，让学生认识到化工生产不仅要追求经济效益，还要承担起保护环境的社会责任。

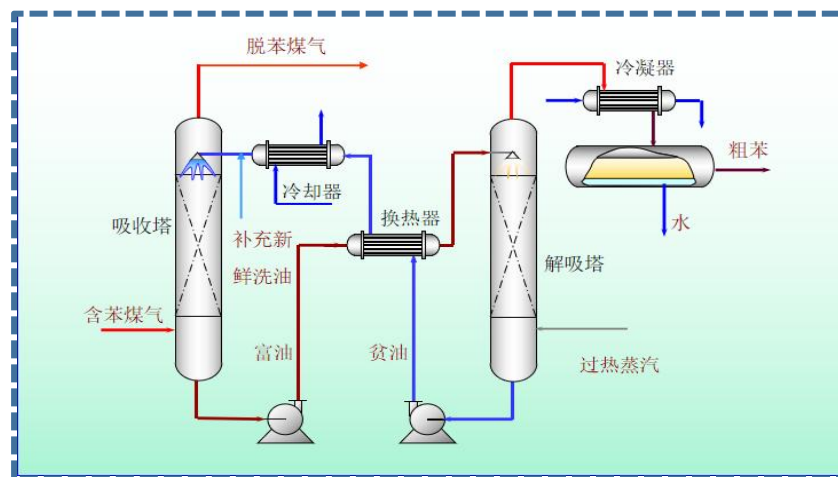


图 2 洗油吸收煤气中的粗苯

3. 吸收操作线方程的应用需要学生具备严谨的工程思维和精湛的操作技能的**工匠精神与创新意识**。在吸收塔的设计和操作过程中，需要考虑多种因素，如气液流量、吸收剂的选择、操作温度和压力等。任何一个因素的微小变化都可能影响吸收效果。因此，学生需要具备工匠精神，注重细节，精益求精，确保吸收塔的设计和操作达到最佳效果。同时，随着化工行业的发展和环保要求的不断提高，传统的吸收工艺面临着新的挑战。学生需要具备创新意识，不断探索新的吸收技术和方法，优化吸收工艺，提高吸收效率和降低能耗。

## 二、教学案例分析

### （一）案例背景

某化工企业生产过程中产生的废气中含有一定量的  $\text{SO}_2$ ，需要进行处理以达到环保排放标准。在教学过程中，将此案例引入吸收操作线方程的教学，让学生运用所学知识进行吸收塔的设计和优化。

### （二）教学过程

1. 理论讲解：首先，向学生介绍吸收操作线方程的基本原理和应用方法，以及  $\text{SO}_2$  吸收的相关知识，包括吸收剂的选择、吸收平衡关系等。通过理论讲解，让学生掌握吸收操作线方程的核心内容，为后续的案例分析打下基础。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>2. 案例分析：将企业废气处理案例呈现给学生，让学生分析案例中存在的问题和需求。引导学生运用吸收操作线方程进行吸收塔的初步设计，确定液气相流量比等操作条件。在分析过程中，强调环保意识和社会责任感的重要性，让学生认识到化工生产对环境的影响以及自己的责任。</p> <p>3. 小组讨论与方案设计：将学生分成小组，进行小组讨论。每个小组根据案例要求，设计出具体吸收塔方案，包括吸收塔的类型、尺寸、吸收剂的选择和用量等。在小组讨论过程中，培养学生的团队合作精神和沟通能力，鼓励学生提出创新性的设计方案。</p> <p>4. 方案评估与优化：各小组展示自己的设计方案，其他小组进行评估和提问。通过评估和讨论，让学生发现方案中存在的问题和不足之处，并进行优化。在方案评估过程中，注重培养学生的批判性思维和创新的能力，引导学生从不同角度思考问题，提出改进措施。</p> <p>5. 企业反馈与总结：将学生的设计方案反馈给企业技术人员，听取企业技术人员的意见和建议。根据企业反馈，让学生进一步优化设计方案，并总结本次案例教学的收获和体会。通过与企业合作，让学生了解实际生产中的需求和限制，培养学生的职业素养和实践能力。</p> <p>（三）教学效果</p> <p>通过本次案例教学，学生不仅掌握了吸收操作线方程的应用方法，还提高了自己的工程思维 and 实践能力。同时，学生的环保意识和社会责任感得到了增强，团队合作精神和沟通能力也得到了培养。企业反馈表明，学生的设计方案具有一定的可行性和创新性，为企业解决实际问题提供了参考。</p> <p>吸收操作线方程作为化工原理中吸收章节的核心内容，蕴含着丰富的思政教育元素。通过将思政教育融入吸收操作线方程的教学，可以培养学生的工程思维、创新能力与社会责任感，实现知识传授与价值引领的有机统一。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-005                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 案例标题 | 依托时钧精神，强化吸收价值                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 内容简介 | 本案例以吸收单元操作教学，深入挖掘时钧先生事迹中蕴含的思政元素，通过剖析时钧先生在科研与教育领域的奋斗历程，展现中国化工人艰苦奋斗、无私奉献的精神风貌。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 关键词  | 吸收单元操作；时钧精神；                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编写时间 | 2025-4-18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 育人主题 | 时钧精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 素材长度 | 2668                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 案例正文 | <p>化工原理作为应化专业的重要基础课程，其吸收单元操作在化工生产中占据关键地位。而时钧先生作为我国化工界的杰出代表，他的一生犹如一部波澜壮阔的奋斗史诗，为化工科研与教育事业奉献了毕生精力。将时钧先生的事迹融入化工原理吸收单元操作的教学，不仅能让专业知识更具温度和深度，更能通过时钧先生所代表的中国化工人精神，对学生进行全方位的思政教育，实现知识传授与价值引领的有机统一，为培养德才兼备的化工人才奠定坚实基础。</p> <p>一、吸收单元操作的基本原理与思政元素关联点</p> <p>1. 吸收单元操作的基本原理及内涵</p> <p>吸收单元操作是利用混合气体中各组分在溶剂中溶解度的差异，实现气体混合物的分离。这一过程看似简单，实则蕴含着深刻的科学原理和工程智慧。它需要精确控制温度、压力等条件，以达到最佳的吸收效果。这就如同我们在追求目标时，需要精准把握各种因素，付出持续的努力，才能实现理想的成果。</p> |

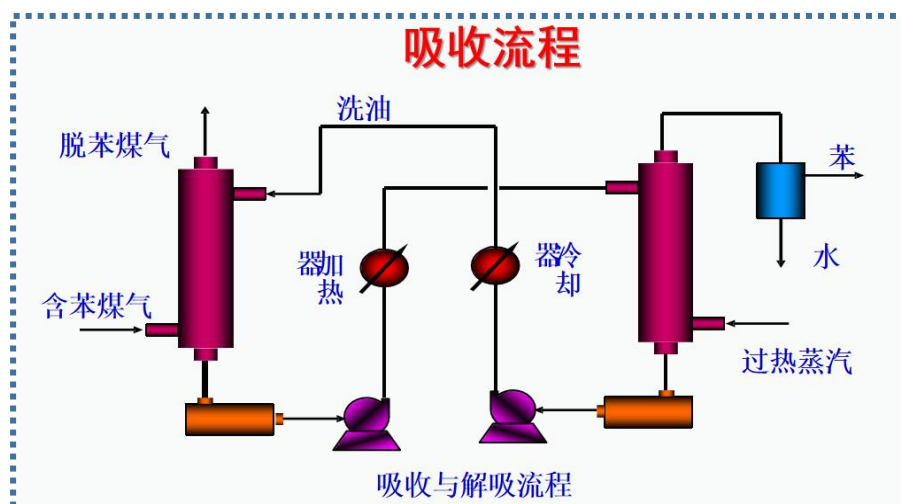


图 1 吸收与解吸流程图

## 2. 与艰苦奋斗精神的关联

在吸收单元操作的学习中，学生可能会遇到各种难题，如吸收剂的选择、吸收塔的设计等。这就如同时钧先生在科研道路上所面临的重重困难。时钧先生在艰苦的条件下，依然坚持科研与教学，克服了无数技术难题和生活困境。通过讲述时钧先生在科研中不畏艰难、勇于探索的事迹，引导学生认识到在吸收单元操作的学习中，也需要有艰苦奋斗的精神，不怕困难，勇于挑战，才能在专业领域取得进步。



图 2 传质设备

## 二、时钧先生的生平事迹与思政元素体现

### 1. 逆境中坚守科研与教育

时钧先生 1912 年出生于江苏省常熟县，1934 年毕业于清华大学化学系后赴美公派留学。1937 年，在祖国面临危难之际，他毅然放弃国外优越的条件回国，

投身于我国的化工教育事业与科研工作。回国后，他先后在重庆中央大学、重庆大学、南京大学等高校任教，即使在战火纷飞、物资匮乏的逆境中，也从未放弃科研与教学。他坚持进行湍流塔、填料塔及填料特性、干燥技术等方面的研究，为我国化工学科的发展奠定了基础。这种在逆境中坚守科研与教育的精神，正是中国化工人艰苦奋斗、无私奉献的生动写照。

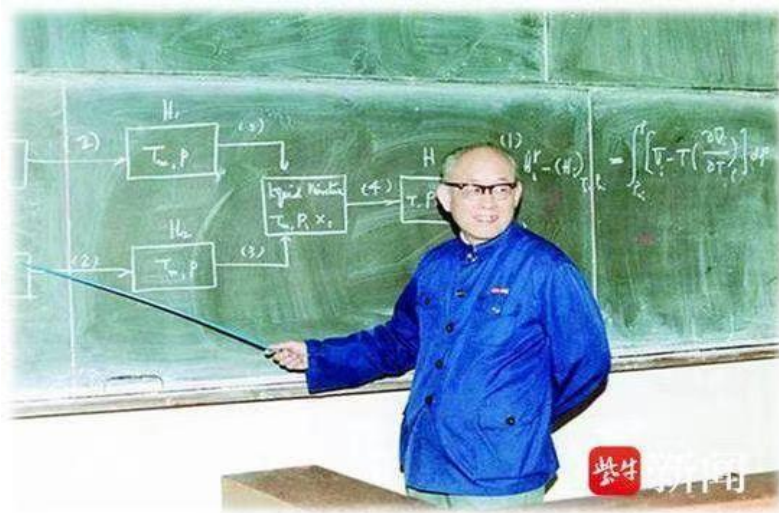


图 3 时钧先生授课

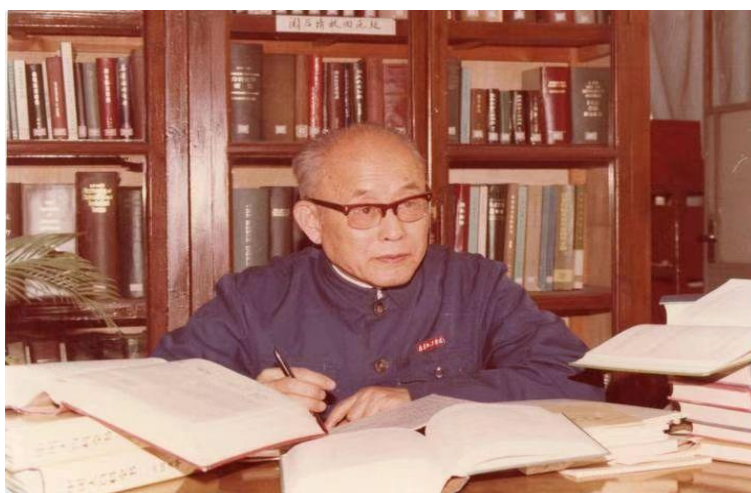


图 4 时钧先生

## 2. 科研创新推动行业发展

时钧先生是我国水泥专业、化学工程专业的倡导者和开拓者，在吸收、干燥技术，膜分离技术和化工热力学等方面的研究有重要贡献。20 世纪 50 年代，他创建了中国高等学校硅酸盐（水泥）专业，从事过低温煅烧矾土水泥研究；60 年代致力于湍流塔、填料塔及填料特性和干燥技术研究；80 年代后，以化工热力学及无机膜技术为主要研究领域，建立了气体在膜中溶解和渗透机理的通用热

力学模型,对国外提出的预测无限稀释活度系数的修正分离凝聚能密度模型进行了改进。他的科研成果不仅推动了我国化工学科的发展,也为化工行业的进步做出了重要贡献。这种勇于创新、追求卓越的精神,激励着学生在吸收单元操作的学习中,要敢于突破传统,积极探索新的方法和思路。

### 3. 培养人才助力国家建设

时钧先生一生为我国化工行业培养了大批优秀人才。他言传身教,用自己的行动诠释着化工人的责任与担当。他培养的学生遍布我国化工行业的各个领域,成为了推动我国化工事业发展的中坚力量。这种为国家培养人才、无私奉献的精神,让学生认识到个人的发展与国家的命运紧密相连,只有将个人的努力融入到国家的需求中,才能实现更大的价值。

**思政元素:** 剖析时钧先生在科研与教育领域的奋斗历程,展现中国化工人艰苦奋斗、无私奉献的精神风貌,阐述这一精神在增强学生民族自豪感与文化自信、培养家国情怀、树立自强自立信念以及引导个人发展与国家需求结合等方面的思政教育价值。

## 三、时钧精神在课程思政中的价值体现

### (一) 增强民族自豪感与文化自信

时钧先生等老一辈中国化工人,在艰苦的条件下,凭借着自己的智慧和努力,取得了举世瞩目的科研成果,为我国化工行业的发展赢得了国际声誉。通过讲述时钧先生的事迹,让学生了解到我国化工学科从无到有、从弱到强的发展历程,认识到中国化工人在世界化工领域所做出的重要贡献,从而增强学生的民族自豪感和文化自信,让学生明白我国在化工领域有着深厚的底蕴和强大的实力。

### (二) 培养家国情怀

时钧先生一生心系国家,将个人的科研与教育事业与国家的需求紧密结合。在国家面临困难时,他毅然回国,投身于国家的建设;在科研工作中,他始终关注着国家的化工行业发展,致力于解决行业中的关键问题。他的这种家国情怀,可以引导学生树立正确的价值观和人生观,让学生认识到个人的发展与国家的命运息息相关,培养学生的爱国情感和社会责任感,激励学生为国家的繁荣富强贡献自己的力量。

### （三）树立自强、自立的信念

时钧先生在科研与教育道路上，遇到了无数的困难和挫折，但他始终保持着自强、自立的精神，依靠自己的努力和智慧克服了一个又一个难关。他的事迹可以让学生明白，在面对困难时，不能依赖他人，要依靠自己的力量去解决问题，树立自强、自立的信念。在吸收单元操作的学习中，学生也会遇到各种难题，通过时钧先生的事迹激励，学生可以更加勇敢地面对困难，积极寻找解决问题的方法，不断提高自己的能力。

### （四）引导个人发展与国家需求相结合

时钧先生的科研与教育事业始终围绕着国家的需求展开。他根据国家的发展战略，调整自己的研究方向，为国家培养了大量急需的专业人才。他的这种行为可以引导学生认识到，在选择专业方向和职业规划时，要关注国家的需求，将个人的发展与国家的战略相结合。在化工原理吸收单元操作的学习中，学生可以思考如何将所学的知识应用到国家的化工生产中，为解决国家的实际问题贡献自己的智慧，实现个人价值与社会价值的统一。

## 四、将时钧精神融入吸收单元操作教学的路径与方法

### （一）课堂教学融入

在吸收单元操作的课堂教学中，可以通过案例教学、故事讲述等方式，将时钧先生的事迹融入教学内容。例如，在讲解吸收剂的选择时，可以引入时钧先生在吸收剂研发方面的研究成果，讲述他当时所面临的困难和挑战，以及他是如何通过艰苦的努力取得成功的。通过这种方式，让学生在学习专业知识的同时，感受到时钧先生艰苦奋斗、无私奉献的精神，培养学生的科学严谨和创新探索精神。

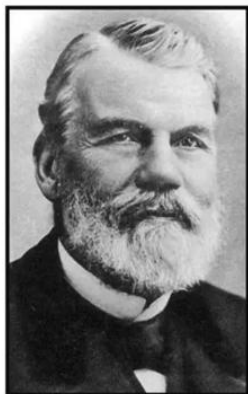
### （二）实践教学融入

在吸收单元操作的实践教学中，可以设计一些与时钧精神相关的实验项目和课程设计。例如，让学生开展新型吸收剂的研发实验，在实验过程中，引导学生以时钧先生为榜样，勇于面对困难和挑战，不断探索和创新。同时，在实验过程中强调团队合作的重要性，培养学生的团队协作精神和责任感，让学生明白在科研和生产中，只有大家齐心协力，才能实现共同的目标。

化工原理吸收单元操作教学与课程思政的深度融合，通过讲述时钧先生的事迹，将中国化工人艰苦奋斗、无私奉献的精神传递给学生，在增强学生民族自豪

|      |                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | 感和文化自信、培养家国情怀、树立自强自立信念以及引导个人发展与国家需求结合等方面发挥了重要作用。通过课堂教学融入、实践教学融入等多种路径与方法，将时钧精神有机地融入到吸收单元操作的教学过程中，不仅可以提高学生的学习兴趣和专业素养，更能培养学生的思政品质和社会责任感。 |
| 分析评价 | 案例具有在增强学生民族自豪感与文化自信、培养家国情怀、树立自强自立信念以及引导个人发展与国家需求结合等方面的思政教育价值。                                                                         |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例标题 | 拉乌尔律，铸科学魂育家国情                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 内容简介 | 本案例聚焦化工原理精馏章节中双组份溶液的汽—液平衡与拉乌尔定律，深入探讨其蕴含的科学精神与文化价值。旨在培养学生的科学素养、文化自信和民族自豪感，为理工科课程思政教学提供参考。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 关键词  | 精馏；双组份溶液汽—液平衡；拉乌尔定律；科学精神；文化自信                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 编写时间 | 2025-4-18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 育人主题 | 科学精神；文化自信                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材长度 | 2206                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 案例正文 | <p>化工原理作为应化专业的基础核心课程，具有较强的工程实践性。精馏章节中双组份溶液的汽—液平衡与拉乌尔定律蕴含着丰富的科学内涵和文化价值，为课程思政教学提供了良好的素材。</p> <p>一、双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律的科学内涵</p> <p>1. 拉乌尔定律的发现与科学精神</p> <p>拉乌尔定律是物理化学的基本定律之一，由法国物理学家拉乌尔在 1887 年研究含有非挥发性溶质的稀溶液的行为时发现。该定律指出，一定温度下，稀溶液溶剂的蒸气压等于纯溶剂的蒸气压乘以溶液中溶剂的摩尔分数。拉乌尔通过大量的实验研究，总结出了这一规律，体现了科学家严谨的实验态度、勇于探索的科学精神和追求真理的执着品质。在科学研究中，实验是验证理论的重要手段，拉乌尔定律的发现过程告诉我们，只有通过不断地实验和观察，才能揭示自然界的规律。</p> |



科学家拉乌尔

### 拉乌尔定律

由组分A, B, C, ... 组成的气、液两相平衡系统.

气相总压力  $p = p_A + p_B + p_C + \dots = \sum_B p_B$

若溶质B, C, ... 均不挥发, 则  $p = p_A$

**拉乌尔定律:** 稀溶液中溶剂A的蒸气分压等于同一温度下纯溶剂的饱和蒸气压  $p_A^*$  与溶液中溶剂的摩尔分数  $x_A$  的乘积.

$$p_A = p_A^* x_A$$

**适用条件:** 稀溶液(严格地说是理想稀溶液)中的溶剂.



图1 拉乌尔定律

**课程思政元素:** 介绍精馏原理时候, 点出著名科学家拉乌尔及其提出的拉乌尔定律, 对学生开展科学精神教育和价值观教育。

## 2. 双组份溶液汽—液平衡原理的科学性

双组份溶液的汽—液平衡是精馏过程的理论基础。在汽—液平衡状态下, 溶液上方组分的蒸汽分压与溶液中该组分的摩尔分率成正比, 同时气相组成与温度、液相组成之间存在着特定的关系。这种平衡关系可以通过相图和气液平衡方程来表示, 如  $t$ - $x$ - $y$  图和  $y$ - $x$  图等。双组份溶液汽—液平衡原理的科学性体现在它能够准确地描述物质在汽—液两相之间的传递和分配规律, 为精馏过程的设计和操作提供了理论依据。在实际的化工生产中, 工程师们可以根据汽—液平衡原理, 通过调整操作参数, 如温度、压力等, 来实现对混合物的有效分离。

## 第二节 双组分溶液的汽-液平衡

### 四、气液平衡相图

做  $t$ - $x$ - $y$  相图 (等压图):

| $t$   | $x$   | $y$   |
|-------|-------|-------|
| $t_1$ | $x_1$ | $y_1$ |
| $t_2$ | $x_2$ | $y_2$ |
| ...   | ...   | ...   |
| ...   | ...   | ...   |

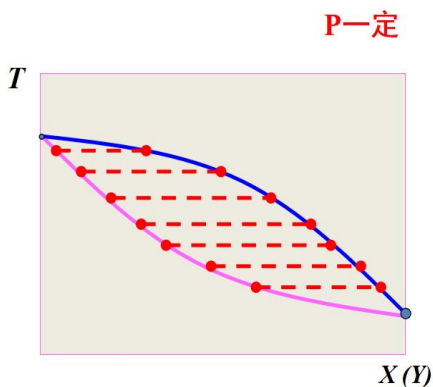


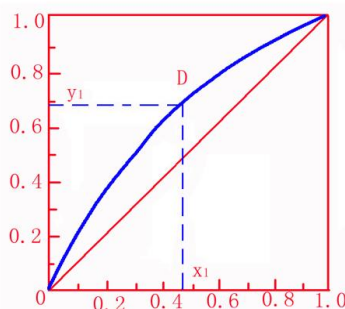
图2  $t$ - $x$ - $y$  图

## 第二节 双组分溶液的汽-液平衡

### 三、气液平衡相图

#### 2、 $y-x$ 图

- a. 对角线为辅助线，平衡线总是位于对角线上方
- b. 偏离越远，越易分离
- c. 各点具有不同的温度
- d. 加压对分离不利，但总压变化不大时，影响可忽略



由于总压对 $x-y$ 曲线影响不大，因此蒸馏中使用 $x-y$ 图较 $t-(x)y$ 图方便。



第33页

图3  $y-x$  图

## 二、将科学精神与文化自信融入课程教学

### 1. 培养科学精神

在讲解双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律时，可以引入拉乌尔发现定律的过程，让学生了解科学家是如何通过实验和观察来揭示自然规律的。引导学生学习拉乌尔严谨的实验态度和勇于探索的科学精神，培养学生在学习和科研中追求真理、严谨治学的品质。例如，在实验教学中，要求学生严格按照实验操作规程进行实验，认真记录实验数据，对实验结果进行分析和讨论，培养学生严谨的科学态度和实验能力。

### 2. 增强文化自信

拉乌尔定律虽然是西方科学家发现的，但我国在化工领域也有着悠久的历史 and 卓越的成就。在课程教学中，可以介绍我国古代在酿造、冶金等方面的化学工艺，这些工艺蕴含着丰富的化学知识和实践经验，体现了我国古代劳动人民的智慧和创造力。同时，介绍我国现代化工领域在精馏技术等方面的研究成果和应用案例，让学生了解到我国在化工领域的国际地位和影响力，增强学生的文化自信和民族自豪感。例如，我国在石油化工、精细化工等领域取得了许多世界领先的成果，这些成果的取得离不开对化工原理等基础理论的深入研究和应用。

### 3. 促进科学与文化的融合

在教学中，将双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律的科学原理与我国传统文化中的哲学思想、审美观念等相结合，促进科学与文化的融合。例如，我国传统文化中强调的“天人合一”“阴阳平衡”等思想，与汽—液平衡原理中物质在两

相之间的动态平衡有着相似之处。通过这种融合，让学生不仅理解科学原理，还能感受到科学与文化的相互联系，拓宽学生的视野，提高学生的综合素质。

### 三、教学实施策略与案例分析

#### 1. 教学实施策略

##### (1) 案例教学法

选取我国化工领域中与精馏技术相关的实际案例进行分析，如我国某大型石油化工企业的精馏装置设计和运行案例。通过案例分析，让学生了解精馏技术在工业生产中的应用，以及双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律在实际生产中的重要性。同时，引导学生思考在案例中如何运用科学原理解决实际问题，培养学生的实践能力和创新思维。

##### (2) 小组讨论法

组织学生进行小组讨论，围绕双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律的科学原理、应用案例以及科学精神与文化自信等主题展开讨论。在讨论过程中，鼓励学生发表自己的观点和看法，促进学生之间的思想交流和碰撞。通过小组讨论，培养学生的团队合作能力和表达能力，加深学生对课程内容的理解。

##### (3) 实验教学与理论教学相结合

加强实验教学，让学生在实验中亲身体验双组份溶液汽—液平衡的测定过程，观察实验现象，记录实验数据，并运用所学理论对实验结果进行分析和解释。通过实验教学与理论教学相结合，让学生更加深入地理解双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律的科学原理，提高学生的实践能力和科学素养。

#### 2. 案例分析

以商洛学院应化专业化工原理课程为例，教师在讲解双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律时，首先介绍了拉乌尔定律的发现过程和科学意义，让学生了解科学家严谨的实验态度和勇于探索的科学精神。然后，教师选取了我国某大型石油化工企业的精馏装置案例进行分析，介绍了该装置的设计原理、操作参数以及在生产中的应用效果。在案例分析过程中，教师引导学生思考如何运用双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律来优化装置的操作，提高分离效率。同时，教师还介绍了我国在精馏技术方面的研究成果和国际地位，让学生感受到我国化工领域的强大实力，增强了学生的文化自信和民族自豪感。在实验教学中，教师安排了双组

|      |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>份溶液汽—液平衡的测定实验，让学生亲自动手操作，观察实验现象，记录实验数据，并运用所学理论对实验结果进行分析和解释。通过实验教学，学生更加深入地理解了双组份溶液汽—液平衡与拉乌尔定律的科学原理，提高了实践能力和科学素养。</p> <p>化工原理精馏章节中双组份溶液的汽—液平衡与拉乌尔定律蕴含着丰富的科学内涵和文化价值。通过将科学精神与文化自信融入课程教学，采用案例教学法、小组讨论法和实验教学与理论教学相结合等教学实施策略，可以培养学生的科学素养、文化自信和民族自豪感。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例本文聚焦化工原理精馏章节中双组份溶液的汽—液平衡与拉乌尔定律，深入探讨其蕴含的科学精神与文化价值。通过分析拉乌尔定律的发现过程、双组份溶液汽—液平衡原理的科学性，阐述如何将科学精神与文化自信融入课程教学，旨在培养学生的科学素养、文化自信和民族自豪感，为理工科课程思政教学提供参考。</p>                                                                                              |
| 评价者  | <p>陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-007                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例标题 | 诗“化”石灰，道“化”人心                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 内容简介 | 本案例以于谦《石灰吟》为切入点，深入剖析诗中石灰石烧制石灰的过程与化工吸收原理的内在联系。挖掘其中蕴含的思政元素，包括坚韧不拔的精神、勇于奉献的品质、环境保护意识以及创新发展理念等。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 关键词  | 《石灰吟》；化工吸收原理；课程思政                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 编写时间 | 2025-4-19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 育人主题 | 坚韧不拔的精神、勇于奉献的品质、环境保护意识、创新发展理念                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 素材长度 | 2721                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例正文 | <p>引课：</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <h3 style="text-align: center;">《石灰吟》</h3> <p style="text-align: center;">明•于谦</p> <p>千锤万凿出深山，<br/>烈火焚烧若等闲。<br/>粉骨碎身浑不怕，<br/>要留清白在人间。</p> </div> </div> <p style="text-align: center; color: blue;">讨论这首诗化工原理中吸收单元操作的关系。</p> <p>于谦的《石灰吟》以生动的笔触描绘了石灰石烧制石灰的全过程，“千锤万凿出深山，烈火焚烧若等闲。粉骨碎身浑不怕，要留清白在人间。”不仅展现了</p> |

古代劳动人民的智慧和勇气，更蕴含着深刻的科学道理和人生哲理。吸收原理作为化工领域的重要知识，与这一烧制过程有着奇妙的联系。将二者相结合进行课程思政教学，能够为化工专业教学注入新的活力，挖掘出其中蕴含的思政价值，为学生的全面发展提供有益的启示。

### 一、《石灰吟》中石灰烧制过程与化工吸收原理的相似性

#### 1. 石灰石高温煅烧与原料预处理

诗中“千锤万凿出深山，烈火焚烧若等闲”描绘了石灰石从深山开采出来并经过高温煅烧的过程。石灰石主要成分为碳酸钙，经高温煅烧，分解为氧化钙（生石灰）和二氧化碳。这一过程与化工吸收中原料的预处理或反应类似，在化工吸收操作前，原料往往需要经过一定的预处理，如加热、粉碎等，以改变原料的物理或化学性质，为后续吸收操作做准备。例如，在吸收某些气体时，原料可能需要经过高温处理，使其发生化学变化，生成更易被吸收的物质。石灰石的高温煅烧就如同化工吸收中原料的预处理，通过高温使碳酸钙分解，为后续氧化钙与水的反应以及氢氧化钙与二氧化碳的反应奠定了基础。

#### 2. 氧化钙与水反应及氢氧化钙与二氧化碳反应与吸收剂与溶质反应

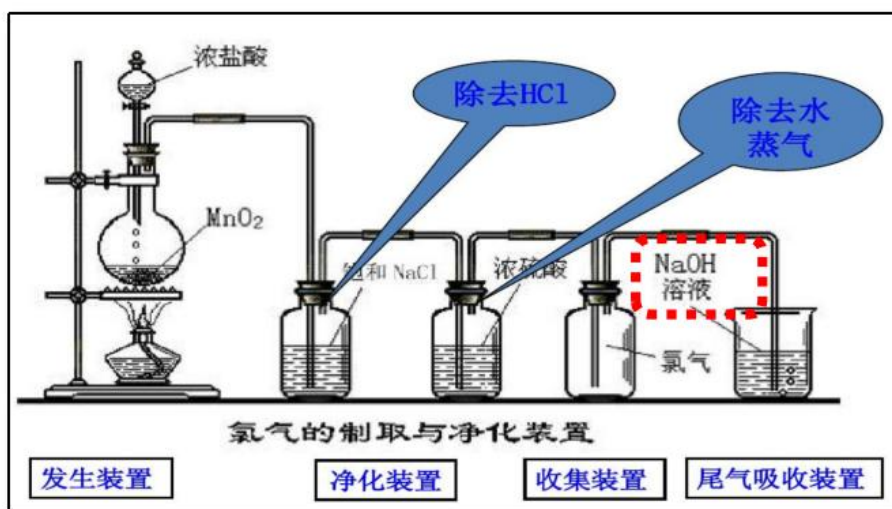


图 1 用 NaOH 吸收尾气

“粉骨碎身浑不怕，要留清白在人间”描述了氧化钙与水反应生成氢氧化钙（熟石灰），化学方程式为  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ ，氢氧化钙再与空气中的二氧化碳反应生成碳酸钙，化学方程式为  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow$  的过程。此过程可类比化工吸收中吸收剂与气体中溶质发生化学反应，将溶质从气相转移到液相的过程。在化工吸收中，吸收剂与气体中的溶质发生化学反应，生成新的物质，从而

实现溶质的分离和提纯。例如，用氢氧化钠溶液吸收二氧化碳，发生化学反应  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，将二氧化碳从气相转移到液相中。石灰烧制过程中氧化钙与水、氢氧化钙与二氧化碳的反应，就如同化工吸收中吸收剂与溶质的反应，通过化学反应实现了物质的转化和分离。

### 3. 相似性背后的科学逻辑

无论是石灰烧制过程还是化工吸收原理，其背后的科学逻辑都是基于化学反应和物质转化。在自然界和化工生产中，物质之间会发生各种各样的化学反应，通过控制反应条件，可以实现物质的转化和分离。这种基于化学反应和物质转化的思想，是科学研究和工程实践中的重要方法，也是连接古代智慧与现代科技的桥梁。

## 二、从《石灰吟》与化工吸收原理的联系中挖掘的思政元素

**思政元素：**以于谦《石灰吟》为切入点，深入剖析诗中石灰石烧制石灰的过程与化工吸收原理的内在联系。挖掘其中蕴含的思政元素，包括坚韧不拔的精神、勇于奉献的品质、环境保护意识以及创新发展理念等。

### 1. 坚韧不拔的精神

石灰石从深山开采出来，需要经过千锤万凿，这一过程充满了艰辛和困难。然而，石灰石并没有退缩，而是勇敢地面对这些挑战。在化工吸收操作中，同样会遇到各种各样的困难和挑战，如设备的故障、反应条件的难以控制等。化工人员需要具备坚韧不拔的精神，勇于面对困难，不断探索和解决问题。引导学生从石灰石的经历中汲取力量，培养他们在化工学习和工作中遇到困难时不退缩、不放弃的品质，对于他们未来的职业发展具有重要意义。

### 2. 勇于奉献的品质

石灰石经过高温煅烧、与水反应以及与二氧化碳反应等一系列过程，最终变成了碳酸钙，为人类的建设和发展做出了贡献。在化工领域，化工人员的工作同样是为了社会的进步和发展。他们通过研发新的化工技术、生产化工产品，满足社会的需求。化工人员应当具备勇于奉献的品质，将自己的知识和技能奉献给社会，为人类的发展做出贡献。引导学生从石灰石的奉献精神中受到启发，培养他们在化工学习和工作中勇于为社会奉献的意识，让他们明白化工工作不仅仅是为

了追求个人利益，更是为了社会的进步和发展。

### 3. 环境保护意识

石灰烧制过程中会产生二氧化碳等气体，对环境造成一定的影响。在化工吸收操作中，也需要考虑环境保护问题。例如，在吸收某些有害气体时，要确保吸收剂的选择和处理不会对环境造成二次污染。化工人员应当具备环境保护意识，认识到化工生产与环境保护的关系，在化工生产过程中采取有效的措施减少对环境的污染。引导学生从石灰烧制过程对环境的影响中思考化工生产中的环境保护问题，培养他们的环保意识和可持续发展观念，让他们明白在追求经济效益的同时，不能忽视对环境的保护，要实现经济发展与环境保护的良性互动。

### 4. 创新发展理念

石灰烧制技术从古代传承至今，不断发展和改进。在化工领域，化工技术也在不断创新和发展。化工人员应当具备创新发展理念，勇于探索新的化工技术和方法，提高化工生产的效率和质量，降低生产成本和对环境的影响。引导学生从石灰烧制技术的发展中学习创新的重要性，培养他们在化工学习和工作中勇于创新、敢于实践的精神，鼓励他们积极探索未知领域，为化工技术的发展贡献自己的力量。

## 三、将思政元素融入化工吸收原理教学的策略

### 1. 以文化为引，搭建知识思政融合桥梁

课程伊始，利用《石灰吟》这一文化瑰宝搭建起化工吸收原理知识与思政教育之间的桥梁。教师通过生动讲述于谦创作《石灰吟》的历史背景，展现诗中蕴含的坚韧意志与高尚气节，让学生沉浸在浓厚的文化氛围中。随后，自然过渡到石灰烧制过程的科学原理讲解，引导学生发现石灰从开采、煅烧到与水、二氧化碳反应等一系列变化，与化工吸收原理中原料预处理、吸收反应等环节存在相似性。

### 2. 借过程对比，渗透思政精神内核

在化工吸收原理的理论教学过程中，将石灰烧制过程的每个阶段与化工吸收原理的相应知识点进行细致对比，深入渗透思政精神内核。

在讲解石灰石高温煅烧环节时，强调石灰石在高温下依然坚定地发生分解反应，就像化工吸收中原料预处理阶段，原料需要克服重重困难进行改变。由此引

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>引导学生认识到，在化工学习和研究中，会遇到各种艰难险阻，但只有像石灰石一样具备坚韧不拔的精神，勇于直面挑战，才能突破困境，取得科研成果。当讲解氧化钙与水反应生成氢氧化钙，以及氢氧化钙与二氧化碳反应生成碳酸钙的过程时，将其与化工吸收中吸收剂与气体中溶质发生化学反应的过程进行类比。突出氢氧化钙与二氧化碳反应吸收二氧化碳这一过程，如同化工吸收中吸收剂对溶质的捕获和转化，体现了化工吸收操作对于资源循环利用和环境保护的重要意义。</p> <p>3. 依实践强化，铸就责任担当品质</p> <p>化工吸收原理的实验教学是融入思政元素的重要阵地。在实验前，教师通过讲述化工事故案例，强调实验操作的规范性和严谨性，让学生深刻认识到化工实验中的每一个细节都关系到自身安全和实验结果的准确性，如同化工生产中的每一个环节都关系到产品质量和人员生命安全。以此培养学生的安全意识和工匠精神，让他们明白化工工作容不得半点马虎。</p> <p>于谦的《石灰吟》中石灰烧制过程与化工吸收原理有着奇妙的联系，二者都体现了基于化学反应和物质转化的思想。从这一联系中，我们可以挖掘出丰富的思政元素，包括坚韧不拔的精神、勇于奉献的品质、环境保护意识以及创新发展理念等。将这些思政元素融入化工吸收原理教学中，引导学生树立正确的价值观和职业观。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-008                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例标题 | 公式里的烽火：湘江战役流体力学启示                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本案例以连续性方程为理论框架，结合红军长征湘江战役中凤凰嘴渡口与界首渡口的战略实践。连续性方程不仅解释了渡江行动中的资源调配规律，更彰显了中国共产党的战略智慧，提供了跨学科融合的思政教育范式。                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 关键词  | 连续性方程；科学思维；战略智慧；革命精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 编写时间 | 2025-4-19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 育人主题 | 科学思维；战略智慧；革命精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 素材长度 | 2372                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例正文 | <p>化工原理中的连续性方程是描述流体质量守恒的核心定律，其数学表达式如图 1 所示，揭示了流体在管道或开放通道中流量恒定的本质特征。</p> <div data-bbox="466 1429 1305 1933" data-label="Figure"> <p>质量守恒——连续性方程</p> <p>前提：① 定态流动系统；<br/>② 管路中流体无增加和漏损。</p> <p><math>q_{m1} = q_{m2}</math></p> <p><math>\rho_1 u_1 A_1 = \rho_2 u_2 A_2</math></p> <p>推广至任意截面</p> <p>(a) (b)</p> <p>连续性方程</p> <p>商洛学院</p> </div> <p>图 1 连续性方程</p> |

这一原理在工程领域广泛应用于管道设计、流量控制及能量转换系统优化。然而，若将视野拓展至历史与军事领域，红军长征中湘江战役的渡江行动恰似一场“流体运动”，其渡口选择、兵力部署与作战节奏均暗合连续性方程的内在逻辑。

凤凰嘴渡口与界首渡口作为湘江战役的关键节点，前者因水流平缓、河床宽阔成为红军主力抢渡的首选，后者因架设浮桥成为中央军委纵队的安全通道。本案例通过解析两渡口的战略抉择，揭示科学原理与革命实践的深层关联，为理工科课程思政提供历史维度与现实价值的双重启示。

### 1.3.1 质量守恒——连续性方程

若流体是**不可压缩性**的液体，则其密度不变， $\rho_1=\rho_2$  即 (b) 式可写成

$$u_1 A_1 = u_2 A_2$$
$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

↓



分析红军强渡湘江的两个渡口：“凤凰嘴渡口”  
“界首渡口”

图 2 连续性方程



图 3 湘江战役

连续性方程的军事隐喻：流量控制与战略决策

1. 渡口流量与兵力部署的耦合关系

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>连续性方程的核心在于“流量守恒”，即单位时间内通过某一截面的流体质量保持恒定。在湘江战役中，红军需在敌军围追堵截下实现“兵力流量”的最大化。凤凰嘴渡口因秋冬枯水期水流平缓、河床宽阔，其“通流截面”远大于其他险滩，客观上降低了红军抢渡的阻力。据史料记载，红八军团、红九军团及红五军团第十三师在此渡江时，选择董家堰、八字堰等堰坝作为涉渡点，正是利用了水流速度梯度较低的物理特性，确保兵力“流量”的连续性。</p> <p>界首渡口则通过架设浮桥构建了人工“通道”，其流量控制逻辑与化工中的文丘里流量计相似。中革军委在此部署红一军团第二师及军团直属队控制渡口，以“窄道加速”原理（<math>u_1A_1 = u_2A_2</math>）实现兵力快速输送。浮桥的架设不仅缩短了过江时间，更通过减少水流阻力（<math>\lambda</math>，摩擦系数）降低了非战斗减员风险，体现了科学思维对军事行动的指导作用。</p> <p>2. 压力梯度与作战节奏的动态平衡</p> <p>连续性方程中的压力梯度在军事领域可类比为敌我双方的力量对比。湘江战役中，国民党军在全州、兴安一线部署重兵，形成高压封锁区；红军则通过分散渡江点（如大坪渡口、凤凰嘴渡口）降低局部压力。凤凰嘴渡口虽为红军牺牲最多的渡口，但红八军团在此以“半渡而击”战术吸引敌军火力，为其他部队创造了压力释放窗口。这种“多点泄压”策略与化工中多管并联降低系统压力的原理高度一致。</p> <p>界首渡口的浮桥作战则体现了对压力梯度的主动调控。红一军团通过抢占渡口上游制高点，形成局部压力优势，迫使敌军分散兵力。浮桥的稳固性（<math>\sigma</math>，应力）与红军的工程能力直接相关，其设计需满足最大承载流量（<math>Q_{ma}</math>）与结构强度的双重约束，这一过程与化工管道设计中壁厚计算的力学逻辑如出一辙。</p> <p><b>凤凰嘴渡口与界首渡口的战略对比：科学思维与革命精神的辩证统一</b></p> <p>1. 凤凰嘴渡口：牺牲精神与科学代价的辩证</p> <p>凤凰嘴渡口是红军长征中牺牲最为惨烈的渡口。红八军团在此渡江时，因辎重拖累、敌机轰炸及江水刺骨，万余人的部队仅剩 1200 人。从连续性方程视角看，这一悲剧本质上是“流量守恒”的代价：为保障中央军委纵队从界首渡口安全过江，红八军团以自身高伤亡率维持了全局兵力流量的动态平衡。其牺牲精神与化工中为保障主系统稳定而牺牲局部支路的工程伦理高度契合。</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

然而，凤凰嘴渡口的惨烈亦暴露了早期红军在战略决策中的经验局限。渡江前未对敌军压力梯度进行充分评估，导致红八军团陷入“半渡而击”的绝境。这一教训与化工事故中因流量控制失当引发的管道破裂具有相似性，均凸显了科学预判的重要性。

## 2. 界首渡口：工程智慧与战略定力的典范

界首渡口作为“红军长征突破湘江第一渡”，其成功源于科学思维与战略定力的结合。中革军委在此架设浮桥时，充分考虑了水流速度（ $u$ ）、河床坡度（ $i$ ）及材料强度（ $\sigma$ ）等参数，通过优化浮桥结构（如增加锚点密度、采用分段拼接）降低了系统风险。红一军团第二师在控制渡口时，以“尖刀连”突破敌军防线，其战术动作与化工中通过调节阀门开度（ $k$ ）控制流量的原理异曲同工。

界首渡口的战略价值更在于其为遵义会议的召开赢得了时间。浮桥的稳固性象征着中国共产党在绝境中保持战略定力的能力，而红军通过渡口输送的不仅是兵力，更是革命火种的延续。这种“流量”与“质量”的双重守护，与化工中既要保证输送效率又要防止介质变质的理念高度一致。



图4 惨烈的湘江战役

## 课程思政启示：科学思维与革命精神的融合路径

### 1. 跨学科融合：从公式到信仰的认知跃迁

将连续性方程引入湘江战役教学，可实现理工科课程思政的“硬核”表达。例如，通过计算凤凰嘴渡口与界首渡口的“等效流量”（ $Q = Au$ ），引导学生理解红军在资源受限条件下的最优决策；通过分析浮桥的“压力-流量”曲线，揭

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>示工程伦理与革命伦理的共通性。这种融合不仅深化了专业认知，更强化了学生对“四个自信”的理论认同。</p> <p>2. 历史逻辑与科学逻辑的双重叙事</p> <p>教学中应避免将历史事件简单“公式化”，而需构建“科学原理-历史事实-价值引领”的三维叙事。例如，在讲解连续性方程时，可插入红八军团政委李雪山回忆录《紧急渡湘江》中的片段：“凉气袭人，冰凉入骨，但红军战士的脚步从未停歇。”通过科学数据与历史细节的交织，让学生感受到“流量守恒”背后的人性光辉。</p> <p>3. 实践导向：从理论到行动的能力转化</p> <p>设计“湘江渡口流量优化”模拟实验，要求学生运用连续性方程设计渡江方案，并在方案中融入“生命至上”的价值准则。通过角色扮演（如担任渡江指挥员、工程兵、卫生员），学生能在实践中体会科学思维与人文关怀的辩证统一。</p> <p>结论</p> <p>化工原理中的连续性方程不仅揭示了流体运动的客观规律，更折射出红军强渡湘江的<b>战略智慧与牺牲精神</b>。凤凰嘴渡口与界首渡口的对比研究表明，<b>科学思维与革命精神</b>从来不是割裂的：前者为后者提供了方法论支撑，后者为前者注入了价值灵魂。在化工原理课程思政中，应以连续性方程为纽带，构建“科学-历史-价值”的立体化教育模式，培养兼具专业素养与家国情怀的新时代人才。正如湘江之水终将汇入长江，科学真理与革命信仰也必将在历史长河中交融激荡，为中华民族伟大复兴提供不竭动力。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例以化工原理中的连续性方程为理论框架，结合红军长征湘江战役中凤凰嘴渡口与界首渡口的战略实践，揭示流体动力学原理与军事行动的内在关联。通过分析渡口流量控制、压力梯度与红军作战决策的耦合关系，论证科学思维与革命精神的辩证统一。连续性方程不仅解释了渡江行动中的资源调配规律，更彰显了中国共产党领导下的战略智慧与人民军队的牺牲精神，为新时代人才培养提供了跨学科融合的思政教育范式。案例教学内容有明确的思政元素和育人目标，体现全方位育人的教育理念。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 评价者  | <p>陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例标题 | 压强之下，匠心之上一奋斗者号的深蓝答卷                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例来源 | 百度、中国知网                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 内容简介 | 本案例探讨了在深海油气开采中静力学计算难题的攻克历程。通过分析流体静力学原理在深海装备中的应用，对比国外技术封锁背景下的自主创新突破，展现了我国科研人员的工匠精神和职业素养。                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 关键词  | 深海油气开采；超高压静力学；奋斗者号；流体静力学；技术突破                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 编写时间 | 2025-4-20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 育人主题 | “奋斗者”精神、细节决定成败、把论文写在祖国深海里                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材长度 | 1969                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 案例正文 | <p>深海作为人类尚未完全开发的战略资源宝库，其开发面临极端静压力挑战。在马里亚纳海沟 10909 米深度处，每平方米需承受 <math>1.03 \times 10^8 \text{Pa}</math> 的静压力，相当于手指上放置一吨重的汽车。这种极端环境对深海装备的静力学设计提出严苛要求。我国“奋斗者”号载人潜水器通过自主创新，成功突破超高压静力学计算难题，标志着我国在深海科技领域实现从跟跑到并跑的跨越。将这一案例融入化工原理教学，既能深化学生对流体静力学原理的理解，更能引导其感悟科学家“把论文写在祖国深海里”的家国情怀。</p> <p><b>思政元素：</b>挖掘“奋斗者”号载人潜水器背后的故事，引导其感悟科学家“把论文写在祖国深海里”的家国情怀及“奋斗者”精神。</p> <p>流体静力学作为研究静止流体中压力分布规律的学科，在深海装备设计中具</p> |

有决定性作用。深海环境下,每增加 10 米水深,压力增加约 1 个大气压(0.1MPa)。在万米级深度,装备承受的压力超过 100MPa,相当于 1 吨重量集中在 1 平方厘米的面积上。这种极端环境对装备的结构强度、密封性能和材料选择提出了前所未有的挑战。本案例将通过分析“奋斗者”号的设计与研发过程,探讨我国科研人员如何突破超高压静力学计算的技术壁垒,并从中提炼出新时代的工匠精神和职业素养内涵。



图 1 “奋斗者”号载人潜水艇



图 2 “奋斗者”号载人潜水艇团队

## 一、超高压静力学计算的理论基础与技术挑战

### (一) 流体静力学基本方程与应用

流体静力学的基本方程为:  $\Delta p = \rho gh$

其中,  $p$  为压力,  $\rho$  为流体密度,  $g$  为重力加速度。在深海环境中,这一方程需要考虑海水密度随深度和温度的变化,以及装备结构在高压下的变形响应。

“奋斗者”号的设计团队面临的首要挑战是准确预测潜水器在不同深度下的

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>压力分布和结构响应。传统计算方法往往基于简化假设，无法满足万米级深潜的精度要求。为此，团队开发了多物理场耦合计算方法，将流体静力学与结构力学、材料科学相结合，建立了更加精确的数值模型。</p> <p>（二）国外技术封锁与自主创新</p> <p>在“奋斗者”号研发初期，我国科研团队面临严峻的技术封锁。关键材料、密封技术和计算软件均被发达国家垄断。以钛合金耐压舱制造为例，国外企业不仅拒绝出售相关技术，甚至限制高性能钛合金的出口。面对封锁，我国科研人员选择了完全自主创新的道路，比如开发了具有自主知识产权的深海压力计算软件，精度达到国际领先水平；突破了高强钛合金的冶炼和成型技术，材料性能满足万米级深潜要求；创新性地设计了“灯笼”式耐压舱结构，优化了压力分布。</p> <p><b>二、关键技术突破与工程实践</b></p> <p>（一）多尺度压力计算方法</p> <p>传统静力学计算在极端高压环境下会出现显著误差。“奋斗者”号团队提出了“宏观-介观-微观”多尺度计算方法，这一方法将压力计算误差控制在 1% 以内，远优于国际同类技术。</p> <p>（二）材料与制造工艺创新</p> <p>深海装备的核心挑战在于材料。在 100MPa 压力下，普通钢材会发生塑性变形甚至破裂。“奋斗者”号采用自主研发的 Ti62A 钛合金，具有以下特点：抗拉强度<math>\geq 1100\text{MPa}</math>，断裂韧性<math>\geq 70\text{MPa} \cdot \text{m}^2</math>，耐腐蚀性能优异。制造工艺方面，突破了大型钛合金球壳的精密成型和焊接技术，实现了壁厚偏差小于 1mm 的加工精度。</p> <p>（三）安全监测与故障预警系统</p> <p>工匠精神不仅体现在技术创新，更在于对安全极致的追求。“奋斗者”号配备了多层级安全监测系统，这套系统在多次深潜任务中成功预警了微小结构异常，保障了潜航员安全。</p> <p><b>三、历史对照：从跟跑到领跑的跨越</b></p> <p>回顾我国深海技术发展历程，可以清晰看到自主创新的重要性。20 世纪 80 年代，我国只能购买国外淘汰的潜水器进行改造。2002 年，“蛟龙”号立项时，我国载人深潜记录仅为 600 米。通过对比国内外深海技术发展时间线，可以更直</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      | <p>观地看到这一跨越。</p> <p>这一对比表明,在流体静力学计算和深海装备领域,我国已经实现了从跟跑、并跑到部分领跑的跨越。这一成就的背后,是几代科研人员坚持不懈的工匠精神和创新意识。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 1 国内外深海技术发展对比</b></p> <table><tr><th>年份</th><th>国际水平</th><th>中国水平</th></tr><tr><td>1960</td><td>美国“的里雅斯特”号下潜至 10916 米</td><td>无深潜能力</td></tr><tr><td>1985</td><td>日本“深海 6500”下潜至 6527 米</td><td>研制 300 米级潜水器</td></tr><tr><td>2012</td><td>美国“深海挑战者”下潜至 10908 米</td><td>“蛟龙”号下潜 7062 米</td></tr><tr><td>2020</td><td>国际领先水平为全海深</td><td><b>“奋斗者”号下潜 10909 米</b></td></tr></table> <p><b>四、实践延伸：细节决定成败的职业态度</b></p> <p>深海装备的特殊性在于任何微小失误都可能导致灾难性后果。2014 年,某国深潜器因一个 O 型密封圈老化导致耐压舱进水,险些造成人员伤亡。这一教训深刻提醒我们细节的重要性。“奋斗者”号团队将“一次做好,零缺陷”的理念贯穿于设计、制造和测试全过程,每个焊缝都经过 X 射线和超声波检测,每颗螺栓都记录拧紧力矩和操作人员,每次下潜前进行 72 小时压力测试。</p> <p>“奋斗者”号的成功实践表明,我国已经掌握了超高压静力学计算的核心技术,具备了全海深装备的自主研发能力。这一成就的取得,是基础理论研究、工程技术突破和工匠精神传承的共同结果。未来,随着深海油气开发的深入,超高压静力学计算将面临新的挑战,面对挑战,我们需要培养更多具备扎实理论基础、精湛工程技能和崇高职业素养的新时代工程师。通过将“奋斗者”号等国家重大工程案例融入教学,可以激发学生的创新热情和使命担当,为我国的深海事业发展储备人才。</p> | 年份                      | 国际水平 | 中国水平 | 1960 | 美国“的里雅斯特”号下潜至 10916 米 | 无深潜能力 | 1985 | 日本“深海 6500”下潜至 6527 米 | 研制 300 米级潜水器 | 2012 | 美国“深海挑战者”下潜至 10908 米 | “蛟龙”号下潜 7062 米 | 2020 | 国际领先水平为全海深 | <b>“奋斗者”号下潜 10909 米</b> |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|-----------------------|-------|------|-----------------------|--------------|------|----------------------|----------------|------|------------|-------------------------|
| 年份   | 国际水平                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 中国水平                    |      |      |      |                       |       |      |                       |              |      |                      |                |      |            |                         |
| 1960 | 美国“的里雅斯特”号下潜至 10916 米                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 无深潜能力                   |      |      |      |                       |       |      |                       |              |      |                      |                |      |            |                         |
| 1985 | 日本“深海 6500”下潜至 6527 米                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 研制 300 米级潜水器            |      |      |      |                       |       |      |                       |              |      |                      |                |      |            |                         |
| 2012 | 美国“深海挑战者”下潜至 10908 米                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | “蛟龙”号下潜 7062 米          |      |      |      |                       |       |      |                       |              |      |                      |                |      |            |                         |
| 2020 | 国际领先水平为全海深                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>“奋斗者”号下潜 10909 米</b> |      |      |      |                       |       |      |                       |              |      |                      |                |      |            |                         |
| 分析评价 | <p>本案例系统梳理了我国深海装备超高压静力学计算的技术突破历程,理论与实践结合紧密,思政元素自然融入,具有很好的教学参考价值。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |      |      |      |                       |       |      |                       |              |      |                      |                |      |            |                         |
| 评价者  | <p>陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |      |      |      |                       |       |      |                       |              |      |                      |                |      |            |                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 案例标题 | 蒸馏匠心，酒蕴自豪                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 内容简介 | 本案例探讨了化工原理中蒸馏单元操作与蒸馏酒之间的紧密联系，通过分析蒸馏原理在蒸馏酒制作中的应用，阐述如何借助这一教学内容培养学生的文化自信和民族自豪感，旨在为理工科课程思政教学提供有益的参考。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 关键词  | 蒸馏单元操作；蒸馏酒；文化自信；民族自豪                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 编写时间 | 2025-4-20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 育人主题 | 文化自信、民族自豪                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 素材长度 | 2533                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 案例正文 | <p>在“双一流”建设背景下，课程思政成为高校教育教学改革的重要方向。化工原理作为化工类专业的基础核心课程，具有较强的工程实践性，与化工过程密切相关。如何在专业课程教学中融入思政元素，培养学生的文化自信和民族自豪感，是当前理工科课程思政教学面临的重要课题。蒸馏单元操作是化工原理课程的重要内容，而蒸馏酒作为我国传统文化的瑰宝，其制作过程与蒸馏单元操作有着紧密的联系。通过将蒸馏酒的文化内涵融入蒸馏单元操作的教学中，不仅可以加深学生对专业知识的理解，还能激发学生的文化自信和民族自豪感。</p> <p>一、蒸馏单元操作与蒸馏酒的原理联系</p> <p>1. 蒸馏单元操作的基本原理</p> <p>蒸馏是基于混合物中各组分的沸点不同，在加热过程中，沸点较低的组分会先汽化，然后通过冷凝器冷却后液化，从而实现混合物的分离。在化工生产中，蒸馏广泛应用于石油分馏、有机溶剂提纯、酒精精馏和化工产品分离等领域。其</p> |

操作流程包括加热使混合液达到沸腾温度，部分汽化；蒸汽与未汽化液体进行组分交换，提升分离效率；蒸汽通过冷凝器液化，收集不同沸点范围的馏分。

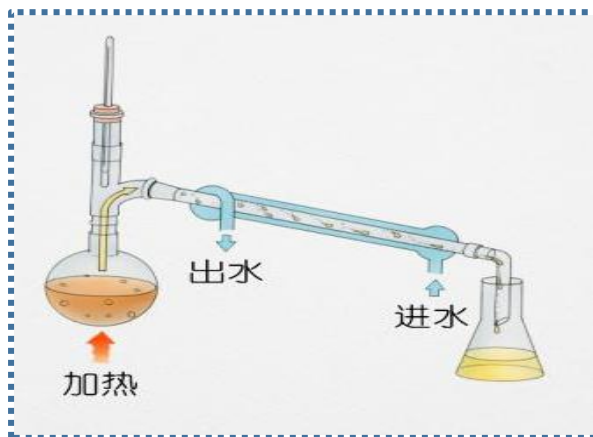


图 1 蒸馏的简单装置

## 2. 蒸馏酒制作中的蒸馏原理

蒸馏酒是利用发酵原料，经蒸馏器蒸馏后，冷却所得的含乙醇的液体。其制作过程同样基于蒸馏原理，通过加热发酵后的酒醅或酒醪，使酒精等低沸点组分汽化，再经过冷凝得到高浓度的蒸馏酒。例如，白酒的蒸馏通常采用甑桶蒸馏，甑桶是一个底部有孔的蒸馏器，酒醅在甑桶中加热，酒精蒸汽上升，经过冷凝器冷却后得到白酒。这种传统的蒸馏方式不仅体现了我国古代劳动人民的智慧，还蕴含着丰富的文化内涵。

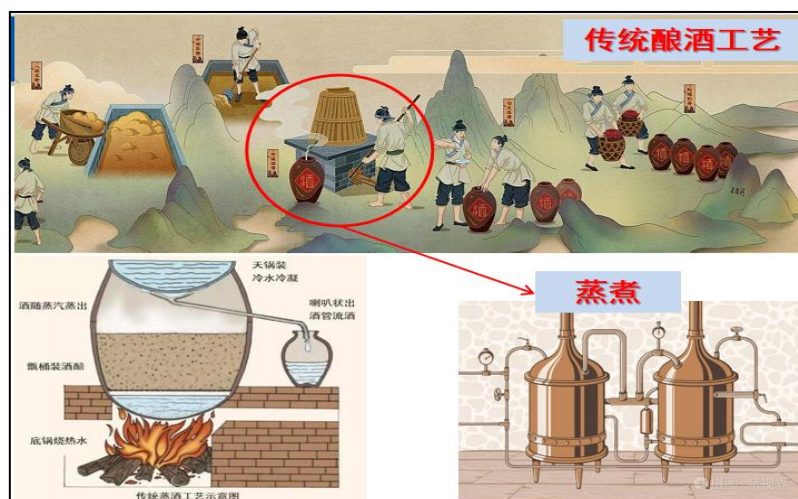


图 2 传统酿酒工艺

**课程思政元素：**由传统工艺酿酒法引入课程内容，激发学生的文化自信和民族自豪感，努力为中华民族之崛起而读书。

### 3. 两者原理的共通性

蒸馏单元操作与蒸馏酒制作在原理上具有高度的共通性，都是利用物质的沸点差异实现分离。在化工生产中，蒸馏是一种重要的分离技术，用于获得高纯度的产品；而在蒸馏酒制作中，蒸馏则是提高酒精浓度、改善酒质的关键环节。这种原理的共通性为将蒸馏酒文化融入蒸馏单元操作教学提供了理论基础，使学生能够在学习专业知识的同时，更好地理解我国传统酿造工艺的科学性。

## 二、我国蒸馏酒的历史文化与民族自豪

### 1. 我国蒸馏酒的悠久历史

中国关于酒的起源历史悠久，据考证《吕氏春秋》和《世本》等较早的文献都认为酒为仪狄所造。《战国策·魏二》“昔者帝女令仪狄作酒而美，进之禹”，指出了仪狄造酒的时代；《世本》认为这是造酒之始，“仪狄始作酒醪，变五味”。但在同一本《世本》里又有杜康造酒之说，《事物纪原》也说“少康作秫酒”。张华《博物志》也有“杜康作酒”，陶潜《述酒诗》序说：“仪狄造酒，杜康润色之。”仪狄，相传为夏禹时人；杜康，也叫少康，殷商时人。后来，仪狄造酒之说渐隐，杜康造酒之说益显，遂使杜康成为酒的代称。经过数千年的发展，我国蒸馏酒形成了白酒、黄酒、葡萄酒等多种品类，其中白酒更是我国蒸馏酒的代表，具有独特的酿造工艺和风味特点。

### 2. 我国蒸馏酒的独特工艺



图 2 蒸馏酒的酿造工艺

我国蒸馏酒的酿造工艺源远流长，具有独特的技艺和传统。以白酒为例，其酿造过程包括制曲、发酵、蒸馏、陈酿等多个环节。制曲是白酒酿造的关键，不同的曲种会影响白酒的风味和品质。发酵过程中，微生物的作用使原料中的淀粉

转化为酒精和香味物质。蒸馏环节则采用传统的甑桶蒸馏或现代的蒸馏设备，将发酵后的酒醅或酒醪中的酒精等低沸点组分提取出来。陈酿过程则让白酒在特定的环境中自然老熟，使酒质更加醇厚、口感更加丰富。这些独特的工艺体现了我国古代劳动人民的智慧和创造力，是中华民族传统文化的重要组成部分。

### 3. 我国蒸馏酒在国际上的影响力

我国蒸馏酒在国际上享有盛誉，具有广泛的市场和影响力。白酒作为中国特有的蒸馏酒，以其独特的风味和文化内涵吸引了众多国际消费者的关注。近年来，随着中国文化的国际传播，白酒在国际市场上的份额逐渐扩大。例如，茅台、五粮液等知名白酒品牌在国际上具有较高的知名度和美誉度，成为中国文化的代表之一。此外，我国的黄酒、葡萄酒等蒸馏酒也在国际市场上崭露头角，展示了我国蒸馏酒产业的实力和水平。我国蒸馏酒在国际上的影响力不仅体现了我国传统文化的魅力，也增强了民族自豪感和文化自信。

## 三、将蒸馏酒文化融入蒸馏单元操作教学的意义

### 1. 增强学生的文化自信

将蒸馏酒文化融入蒸馏单元操作教学，可以让学生了解我国蒸馏酒的悠久历史和独特工艺，感受到中华民族传统文化的博大精深。通过学习蒸馏酒制作中的蒸馏原理，学生能够认识到我国古代劳动人民在科学实践方面的智慧和创造力，从而增强对中华民族传统文化的认同感和自豪感，培养文化自信。例如，在讲解蒸馏原理时，引入我国传统白酒的甑桶蒸馏工艺，让学生了解这种古老蒸馏方式的历史渊源和科学价值，使学生深刻体会到我国传统文化的魅力。

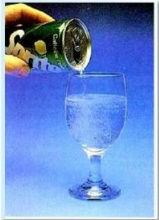
### 2. 激发学生的民族自豪感

我国蒸馏酒在国际上的影响力为学生提供了民族自豪感的源泉。通过介绍我国蒸馏酒在国际市场上的地位和成就，让学生了解到我国传统产业在国际竞争中的优势和实力，激发学生的民族自豪感和爱国情怀。例如，在课程中展示我国知名白酒品牌在国际上的销售情况和获得的荣誉，让学生感受到中国文化的国际影响力，从而培养学生的民族自豪感和责任感。

### 3. 促进专业知识与文化素养的融合

将蒸馏酒文化融入蒸馏单元操作教学，有助于促进专业知识与文化素养的融合。学生在学习蒸馏单元操作的专业知识时，同时了解蒸馏酒文化的内涵和价值，

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>能够拓宽学生的知识面和视野，提高学生的综合素质。例如，在讲解蒸馏设备的结构和工作原理时，结合我国传统蒸馏酒制作中使用的蒸馏器具，让学生了解不同蒸馏器具的特点和适用范围，使学生不仅能够掌握专业知识，还能对传统文化有更深入的了解。</p> <p>四、教学实施策略</p> <p>1. 课程内容重构</p> <p>在化工原理蒸馏单元操作的教学中，对课程内容进行重构，将蒸馏酒文化元素融入其中。例如，在讲解蒸馏原理时，增加我国传统蒸馏酒制作中蒸馏工艺的内容，让学生了解蒸馏原理在实际生产中的应用。同时，介绍我国蒸馏酒的发展历史、品类特点和酿造工艺，使学生对蒸馏酒文化有更全面的认识。</p> <p>2. 案例教学</p> <p>采用案例教学法，选取我国蒸馏酒企业的实际生产案例进行分析。例如，以茅台、五粮液等知名白酒企业为例，介绍其蒸馏工艺和生产流程，让学生了解蒸馏单元操作在白酒生产中的具体应用。通过案例分析，学生能够更好地理解专业知识，同时感受到我国蒸馏酒产业的实力和发展前景。</p> |
| 分析评价 | <p>这一案例探讨了蒸馏单元操作与蒸馏酒之间的紧密联系，通过分析蒸馏原理在蒸馏酒制作中的应用，阐述如何借助这一教学内容培养学生的文化自信和民族自豪感，为理工科课程思政教学提供有益的参考。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 评价者  | <p>陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例标题 | “溶”解家国，“度”量担当                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 内容简介 | 溶解度作这个基础概念，蕴含着深厚的家国情怀与人类命运担当思政内涵。剖析其中所体现的科学家对国家科技发展的推动、对社会民生的关怀以及对人类可持续发展的责任，培育学生的家国情怀，勇担人类命运的责任。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 关键词  | 溶解度；家国情怀；人类命运担当；思政教育                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 编写时间 | 2025-4-21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 育人主题 | 家国情怀、责任担当、全球视野                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材长度 | 2195                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例正文 | <div data-bbox="371 1303 1327 1888" data-label="Complex-Block"> <div>第二节 吸收中的气液相平衡</div> <div>1、溶解度</div> <p>在一定T下，气液两相长时间接触，趋于平衡，气液两相平衡时，溶质在液相中的浓度称<b>溶解度</b>。显然它与T、溶质在气相中的分压有关。</p> <div>  <p>开启易拉罐后，压力减小，<math>\text{CO}_2</math> 气体的溶解度随之减小，从液体中释放出来。</p> </div> <div>  <p>热玻璃棒插入碳酸饮料中，亨利常数随之增大，<math>\text{CO}_2</math> 气体从液体中释放出来</p> </div> <div>  <b>商洛学院</b><br/> <small>SHANGLU UNIVERSITY</small> </div> <div>第22页</div> </div> <p style="text-align: center;"><b>图 1 溶解度的定义</b></p> <p>在化学的浩瀚知识体系中，溶解度是一个基础且重要的概念，它描述了物质</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>在特定溶剂中溶解的能力。然而，当我们跳出单纯的科学知识框架，从思政的角度去审视溶解度时，会发现其中蕴含着丰富的家国情怀与人类命运担当思政元素。</p> <p>一、溶解度研究历程中的家国情怀</p> <p>1. 早期探索：为国家科技奠基</p> <p>在化学发展的早期，科学家们对溶解度的研究充满了热情和执着。他们不畏艰难，在简陋的实验条件下，通过大量的实验和观察，逐步揭示了物质溶解的规律。例如，19 世纪初，一些欧洲科学家致力于研究不同物质在水和其他溶剂中的溶解度，为化学工业的发展提供了基础数据。这些研究不仅推动了化学学科的进步，更为国家的科技发展奠定了坚实的基础。在那个时代，科学家们深知自己的研究对于国家工业化和科技进步的重要性，他们以国家利益为重，将个人的科学追求与国家的科技发展紧密结合，展现出了深厚的家国情怀。</p> <p>2. 现代突破：助力国家科技领先</p> <p>随着科学技术的不断发展，对溶解度的研究也进入了新的阶段。现代科学家们运用先进的仪器和技术，深入研究物质溶解的微观机制和影响因素，取得了一系列重大突破。这些突破不仅在理论上丰富了化学学科的内容，更在实际应用中为国家的科技领先做出了贡献。例如，在新能源材料的研究中，科学家们通过精确控制物质的溶解度，制备出了高性能的电池材料，推动了我国新能源产业的发展，提升了我国在全球新能源领域的竞争力。在这个过程中，科学家们始终将国家的科技需求放在首位，以科技创新服务国家发展，体现了强烈的家国情怀。</p> <p>二、溶解度应用场景里的社会民生关怀</p> <p>1. 医药领域：守护人民健康</p> <p>溶解度在医药领域有着广泛的应用。药物的溶解度直接影响其在人体内的吸收和疗效。科学家们通过研究药物的溶解度，优化药物的配方和制备工艺，提高药物的溶解度和生物利用度，从而更好地发挥药物的治疗作用。例如，一些难溶性药物通过制成纳米颗粒或采用固体分散技术等方法，提高了其溶解度，改善了药物的疗效。在这个过程中，科学家们始终将人民的健康放在首位，以解决患者的病痛为己任，体现了对社会民生的深切关怀。</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



图 2 溶解度在医药领域的应用

## 2. 农业领域：保障粮食安全

在农业领域，溶解度也发挥着重要作用。例如，肥料的溶解度影响其在土壤中的释放和吸收效率。科学家们通过研究肥料的溶解度，开发出了高效、缓释的肥料产品，提高了肥料的利用率，减少了肥料的浪费和对环境的污染。同时，在农药的研发和使用中，溶解度也是一个重要的考虑因素。合理的溶解度可以保证农药在植物表面的均匀分布和有效吸收，提高农药的防治效果，保障农作物的产量和质量。这些研究成果对于保障我国的粮食安全、促进农业可持续发展具有重要意义，体现了科学家们对国家农业发展和人民生活水平的关注。



图 3 溶解度在农业方面的应用

## 三、溶解度与人类可持续发展的责任担当

### 1. 环境保护：减少污染排放

溶解度在环境保护领域有着重要的应用价值。例如，在处理工业废水和生活

污水时，通过研究污染物的溶解度，可以采用合适的化学方法将污染物从水中分离出来，实现废水的净化处理。同时，在土壤污染修复中，溶解度也可以帮助我们了解污染物的迁移和转化规律，制定有效的修复方案。科学家们通过研究和应用溶解度知识，致力于减少污染物的排放，保护生态环境，为人类的可持续发展贡献力量。

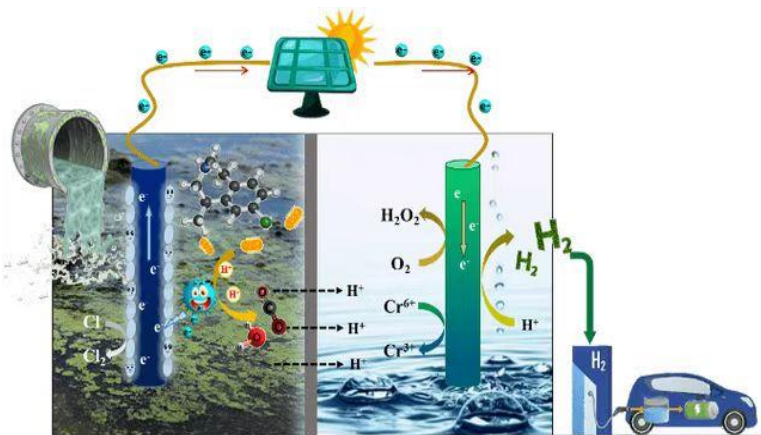


图4 溶解度在环境保护方面的应用

## 2. 资源利用：提高资源效率

在全球资源日益短缺的背景下，提高资源利用效率是可持续发展的关键。溶解度在资源利用方面也发挥着重要作用。例如，在矿产资源的开采和选矿过程中，通过研究矿石中各种成分的溶解度，可以采用合适的溶剂和工艺将有用成分从矿石中分离出来，提高资源的回收率。同时，在新能源的开发和利用中，溶解度也可以帮助我们优化材料的制备和性能，提高新能源的利用效率。科学家们以人类的可持续发展为使命，通过研究和应用溶解度知识，推动资源的合理利用和高效开发。

## 四、将溶解度思政元素融入教育与实践

**思政元素：**溶解度所体现的科学家对国家科技发展的推动、对社会民生的关怀以及对人类可持续发展的责任，引导学生在化学学习和实践中培育家国情怀，勇担人类命运的责任。

## 1. 教育融入：培养家国情怀与全球视野

在化学教育中，应将溶解度的思政元素融入教学内容。通过讲述科学家在溶解度研究中的故事，引导学生学习他们的家国情怀和科学精神。同时，结合溶解

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>度在社会民生和人类可持续发展中的应用案例，培养学生的社会责任感和全球视野。可以采用案例教学、小组讨论、实验探究等多种教学方法，激发学生的学习兴趣 and 主动性，让学生在理解和掌握溶解度知识的过程中，潜移默化地接受思政教育。</p> <p>2. 实践强化：践行责任担当</p> <p>在化学实践和科研活动中，应强化溶解度的思政元素。科研人员和工程师在开展项目研究和工程设计时，应秉持家国情怀和人类命运担当的责任意识，将溶解度知识应用于解决实际问题，为社会的发展和进步做出积极贡献。企业和社会应加强对科研人员和工程师的思政教育，通过培训、考核等方式，提高他们的责任意识和社会责任感。同时，鼓励学生在化学实验和社会实践中，积极参与环保活动、科技创新项目等，将所学的溶解度知识转化为实际行动，践行责任担当。</p> <p>溶解度这一微观的化学概念，蕴含着深厚的家国情怀与人类命运担当思政内涵。从早期科学家为国家科技奠基的探索，到现代科学家助力国家科技领先的突破；从在医药、农业领域对社会民生的关怀，到在环境保护、资源利用方面对人类可持续发展的责任担当，溶解度都见证了科学家们的奉献与担当。在当今时代，我们应深入挖掘和弘扬溶解度中的思政元素，将其融入化学教育和实践活动中，培养具有家国情怀和全球视野的新时代人才，让他们在化学学习和实践中，传承科学精神，担当人类命运责任，为国家的繁荣发展和人类的可持续发展贡献力量。</p> |
| 分析评价 | 案例引用正确，有明确的思政元素和育人目标，教学内容融入案例之中，能突出育人内涵。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|      |                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-012                                                                                                                                                                                                      |
| 案例标题 | 灵渠：双流智慧与千年回响                                                                                                                                                                                                      |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本文以分支管路原理为切入点，深入剖析世界古代水利建筑明珠——灵渠的水利工程。同时，挖掘灵渠所蕴含的思政元素，旨在为现代水利工程教育及思政教育提供有益的借鉴，培养具有社会责任感和创新能力的水利人才。                                                                                                                |
| 关键词  | 分支管路；灵渠；思政元素；水利工程                                                                                                                                                                                                 |
| 编写时间 | 2025-4-21                                                                                                                                                                                                         |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                        |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                             |
| 育人主题 | 科学创新精神、家国情怀、团结协作精神、坚韧不拔毅力                                                                                                                                                                                         |
| 素材长度 | 2397                                                                                                                                                                                                              |
| 案例正文 |  <p style="text-align: center;"><b>图 1 灵渠</b></p> <p>水利是农业的命脉，也是国家发展的重要基础。在人类历史的长河中，无数伟大的水利工程应运而生，它们不仅解决了当时的水资源利用问题，还推动了社</p> |

会的进步与发展。灵渠，作为世界古代水利建筑明珠，始建于秦代，历经两千多年的风雨洗礼，至今仍在发挥着灌溉、航运等重要作用。其巧妙的水利工程结构与先进的运行机制，体现了古代劳动人民的智慧与创造力。而分支管路原理作为现代水利工程中的重要理论，与灵渠的设计理念有着诸多相通之处。深入探究分支管路原理与灵渠的关系，挖掘其中蕴含的思政元素，对于传承和弘扬古代水利文化，培养具有高尚品德和专业素养的水利人才具有重要意义。

### 一、分支管路原理概述

#### （一）分支管路的定义与特点

分支管路是指流体由一根总管分流为几支，各支管出口处的情况并不相同的管路。其特点在于：总管中的质量流量等于各支管质量流量之和，对于不可压缩流体，存在图 2 所示的公式；在分支点处的单位质量流体的总机械能为一定值，这一原理为流体在分支管路中的合理分配提供了理论基础。

**分支管路流量特点**

4) 计算特点

① 连续性方程具有代数性质，即**总管的质量流量等于各分支管质量流量之和**。

$$q_{m,A} = q_{m,1} + q_{m,2} + q_{m,3} = q_{m,C} = q_{m,4} + q_{m,5}$$

若是不可压缩流体且是圆管，则上式可变换为：

$$q_{v,A} = q_{v,1} + q_{v,2} + q_{v,3} = q_{v,C} = q_{v,4} + q_{v,5}$$

$$u_A d_A^2 = u_1 d_1^2 + u_2 d_2^2 + u_3 d_3^2 = u_C d_C^2 = u_4 d_4^2 + u_5 d_5^2$$

② 并联管路中各支管由于具有相同的起终点，故**各支管的阻力相同且等于总阻力，能量损失也相等**。

$$W_{f,1} = W_{f,2} = W_{f,3} = W_{f,B-C}$$

$$\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{u_1^2}{2} = \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{u_2^2}{2} = \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} \frac{u_3^2}{2}$$

图 2 分支管路的计算特点

#### （二）分支管路在水利工程中的应用

在水利工程中，分支管路原理广泛应用于灌溉系统、供水系统等领域。例如，在灌溉系统中，通过分支管路将水源合理分配到不同的农田区域，以满足不同作物的用水需求；在供水系统中，分支管路将水输送到各个用户，确保水资源的均衡供应。合理运用分支管路原理，可以提高水利工程的运行效率，实现水资源的优化配置。

## 分支管路流量特点

### 复杂管路的计算

- 1) 定义：复杂管路就是存在流体的分流或合流的管路，包括**并联管路**与**分支管路**。
- 2) 计算依据：同样是流体静力学方程、动力学方程及范宁公式。
- 3) 常见复杂管路

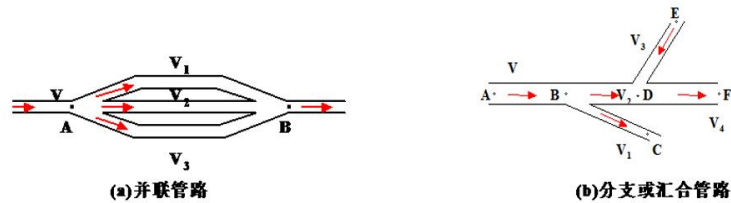


图3 分支管路

## 二、灵渠的水利工程结构与运行机制

### (一) 灵渠的整体布局与功能

灵渠位于广西兴安县境内，沟通了长江水系的湘江和珠江水系的漓江，是世界上最古老的运河之一。它由铧嘴、大小天平、南渠、北渠、秦堤、陡门等主要工程组成，整体布局巧妙，功能多样。灵渠的凿通，为秦王朝统一岭南提供了重要的保证，加强了南北政治、经济、文化的交流，密切了各族人民的往来。

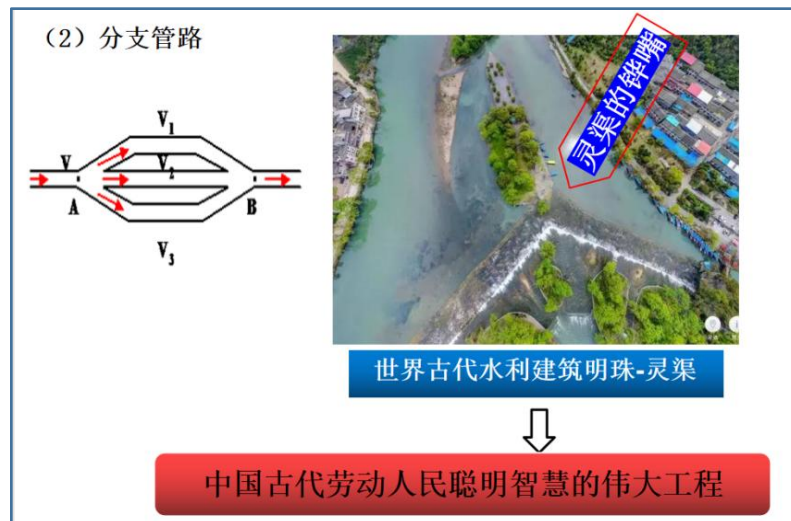


图4 灵渠的铧嘴

### (二) 灵渠关键组成部分与支管路原理的关联

1. 铧嘴与大小天平铧嘴是灵渠的枢纽工程，形似犁铧，前端直指湘江上游，将水流一劈为二。三分南流，被“小天平”导入南渠；七分北流，被“大天平”

导入北渠。大小天平与铎嘴相连，形成“人”字形分水堤，这种设计类似于分支管路中的分流装置，实现了湘江水的合理分配。通过铎嘴和大小天平的调节，保证了南北渠在不同季节、不同流量下的稳定供水，体现了分支管路原理中流量分配的思想。

2. 南北渠南渠向西延伸汇入漓江，北渠向北延伸重回湘江。南北渠就像分支管路中的各支管，分别承担着不同的运输和灌溉任务。南渠引湘江水约三分，最大引流量为 6 立方米每秒；北渠约七分水流入，最大引流量为 12 立方米每秒。这种流量分配的设计，充分考虑了漓江和湘江流域的水资源需求以及地形地势特点，与分支管路原理中根据各支管需求合理分配流量的原则相契合。

3. 陡门灵渠渠道以浅、狭、曲、急为特点，汛期水流迅疾，枯水期水流稀少。为确保船只顺利通行，渠道内设置了“陡门”，用以提高水位，集中比降，其功用与今天的水闸无异。陡门的设置类似于分支管路中的调节阀门，通过控制水位和流量，保证灵渠在不同水文条件下的通航能力，体现了对分支管路原理中流量调节和控制的灵活运用。

### 三、灵渠中蕴含的思政元素

#### （一）科技创新精神

灵渠的建造者们在两千多年前，面对复杂的自然条件和工程技术难题，敢于创新，勇于实践。他们巧妙地运用了分支管路原理等科学知识，设计了铎嘴、大小天平、陡门等一系列先进的水利工程结构，解决了湘江和漓江的水位落差、流量分配等问题，实现了南北水路的畅通。这种科技创新精神激励着现代水利工作者不断探索新技术、新方法，推动水利事业的进步。在当今时代，科技飞速发展，水利工程面临着更多的挑战和机遇，只有秉持科技创新精神，才能不断突破技术瓶颈，提高水利工程的效益和质量。

#### （二）家国情怀

灵渠的修建是为了实现秦王朝统一岭南的战略目标，加强国家的统一和稳定。它沟通了南北水路交通运输，促进了中原和岭南地区的经济文化交流，为国家的繁荣发展做出了重要贡献。灵渠的建造者们以国家利益为重，不畏艰难险阻，投身于这项伟大的水利工程中，体现了深厚的家国情怀。这种家国情怀教育着现代水利人要树立为国家和社会服务的意识，将个人的发展与国家的命运紧密结合

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>起来，为实现中华民族的伟大复兴贡献自己的力量。</p> <p><b>（三）团结协作精神</b></p> <p>灵渠的建造是一项庞大的系统工程，需要众多工匠、士兵和劳动人民的共同努力。从铎嘴、大小天平的修建，到南北渠的开凿，再到陡门的设置，每一个环节都离不开不同工种、不同地区人们的协作。他们相互配合、相互支持，克服了重重困难，最终完成了这项伟大的工程。这种团结协作精神是灵渠得以成功建造的重要保障，也是现代水利工程中不可或缺的品质。在水利工程建设中，需要各个部门、各个专业的人员密切配合，形成合力，才能确保工程的顺利进行。</p> <p><b>（四）坚韧不拔的毅力</b></p> <p>灵渠的建造过程充满了艰辛和挑战。在当时的条件下，没有先进的机械设备和技术手段，建造者们只能依靠人力和简单的工具进行施工。他们面临着恶劣的自然环境、复杂的地质条件和技术难题，但始终没有放弃，坚持不懈地进行着工程建设。这种坚韧不拔的毅力是灵渠得以留存至今的重要原因，也是我们应该学习的宝贵品质。在面对困难和挫折时，我们要保持坚定的信念和不屈不挠的精神，勇往直前，直至取得成功。</p> <p>灵渠作为世界古代水利建筑明珠，其水利工程结构与运行机制充分体现了分支管路原理的科学应用。同时，灵渠中蕴含着丰富的思政元素，如科学创新精神、家国情怀、团结协作精神和坚韧不拔的毅力等，这些思政元素对于培养现代水利人才具有重要的教育价值。通过将灵渠的思政元素融入现代水利工程教育，可以培养学生的社会责任感、创新精神和实践能力，为水利事业的发展提供有力的人才支持。在今后的教育教学中，应进一步深入挖掘古代水利工程中的思政元素，创新教学方法和手段，推动课程思政与专业教育的深度融合，实现立德树人的根本任务。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容行文规范、语言流畅、表述清晰，有明确的思政元素和育人目标。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例标题 | 沙里淘“金”与釜中“沉”思                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 内容简介 | 本案例聚焦刘禹锡《浪淘沙》中淘金场景，深入剖析其与沉降原理的内在联系。在此基础上，挖掘其中蕴含的思政元素，包括劳动精神、科学探索精神、社会公平意识以及可持续发展理念等。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 关键词  | 《浪淘沙》；沉降原理；思政元素                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 编写时间 | 2025-4-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 育人主题 | 劳动精神、科学探索精神、社会公平意识、可持续发展理念                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 素材长度 | 2824                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例正文 | <p>引课：</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><b>《浪淘沙》</b></p> <p>唐•刘禹锡</p> <p>日照澄州江雾开，<br/>淘金女伴满江隈，<br/>美人首饰侯王印，<br/>尽是沙中浪底来。</p> </div> </div> <p style="color: blue; text-align: center;">这首诗里面利用体现了化工原理中哪一种单元操作？</p> <p>刘禹锡的《浪淘沙》以生动的笔触描绘了淘金女伴在江边劳作的场景，“日照澄州江雾开，淘金女伴满江隈，美人首饰侯王印，尽是沙中浪底来。”不仅展</p> |

现了古代劳动人民的生活画面，更蕴含着丰富的科学智慧。化工沉降原理作为化工领域的重要知识，与这一淘金场景有着奇妙的联系。将二者相结合进行探讨，能够为化工专业教学注入新的活力，挖掘出其中蕴含的思政价值，为学生的全面发展提供有益的启示。

一、《浪淘沙》中淘金场景与化工沉降原理的相似性

1. 淘金场景中的沉降现象

在古代，淘沙取金是最为常见的采金方法。金化学性质稳定，在自然界中多与其他矿共生，经风化侵蚀、雨水冲刷后，形成沙金矿。在冲沙淘金过程中，由于金比重为 19.3，较石英沙比重 2.65 大得多，当水流携带泥沙流动时，金颗粒会因自身重力作用，较石英沙更易沉降，从而实现金沙分离。这一过程是利用了物质密度的差异，通过水的冲刷和筛选，将目标物质从混合物中分离出来。

2. 化工沉降原理中的物质分离

化工沉降是利用颗粒与流体之间的密度差，将固体颗粒从流体中分离出来的过程。在化工生产中，沉降操作广泛应用于固液分离、泥沙沉淀等问题。例如，在选矿过程中，通过沉降设备将矿石中的有用矿物与脉石分离；在污水处理中，利用沉降原理去除水中的悬浮颗粒。根据颗粒沉降条件的不同，可分为重力沉降和离心沉降。重力沉降是在重力场作用下，颗粒受到重力作用而自然下沉；离心沉降则是利用离心力将悬浮液中的固体颗粒从液体中分离出来，适用于处理大颗粒和重颗粒。

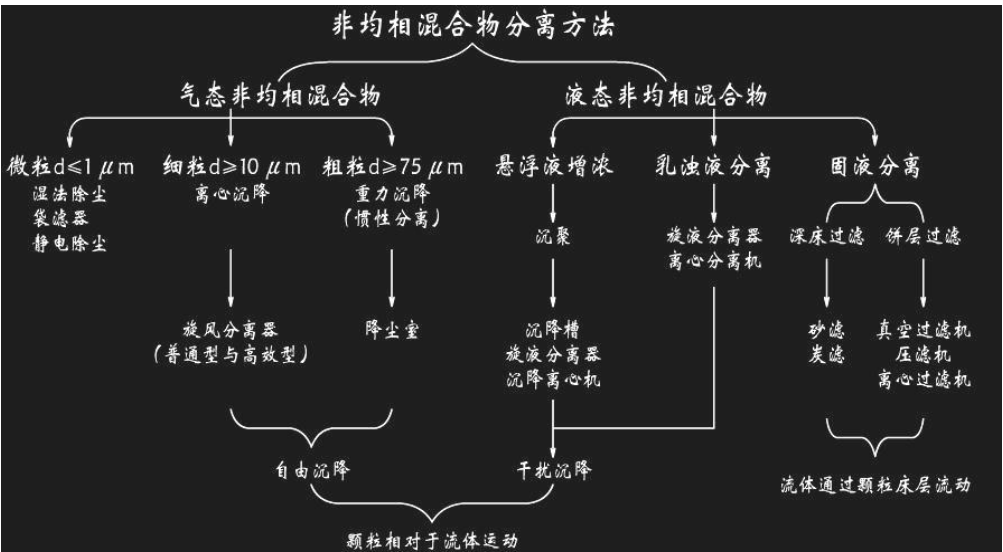


图 1 非均相混合物分离方法

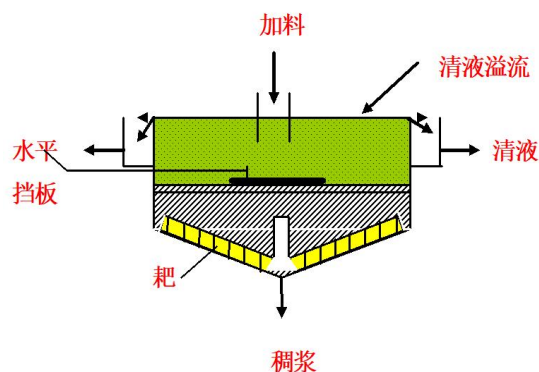


图2 沉降槽

### 3. 相似性背后的科学逻辑

无论是淘金过程中的沉降现象，还是化工沉降原理，其背后的科学逻辑都是基于物质性质的差异。在自然界中，物质具有各种各样的性质，利用这些性质的差异，人们可以设计出不同的分离方法，将目标物质从混合物中提取出来。这种基于物质性质差异进行分离的思想，是科学研究和工程实践中的重要方法，也是连接古代智慧与现代科技的桥梁。

**思政元素：**剖析刘禹锡《浪淘沙》与沉降原理的内在联系。挖掘其中蕴含的劳动精神、科学探索精神、社会公平意识以及可持续发展理念等思政元素。

## 二、从《浪淘沙》与化工沉降原理的联系中挖掘的思政元素

### 1. 劳动精神与工匠精神

淘金女伴们在江边日复一日地进行劳作，忍受着风吹日晒和水流的冲击，用勤劳的双手从泥沙中筛选出金子。这种不畏艰辛、勇于付出的劳动精神令人敬佩。在化工领域，化工人员同样需要具备严谨的工作态度和精湛的操作技能。从化工设备的调试、操作的监控到产品的检验，每一个环节都需要化工人员认真对待，精心操作。他们需要不断钻研技术，提高工艺水平，确保化工生产的安全和高效。这种对工作的执着和专注，正是工匠精神的体现。引导学生从淘金女伴的劳动精神中汲取力量，培养他们在化工学习中吃苦耐劳、精益求精的品质。

### 2. 科学探索精神与创新思维

在淘金过程中，人们通过长期的实践和观察，发现了金与石英沙密度的差异，从而发明了淘沙取金的方法。这一过程体现了人们对自然现象的观察和思考，以

及对科学方法的探索和应用。在沉降领域，科学家们不断研究新的沉降技术和设备，以提高沉降效率和分离效果。例如，研发新型的沉降剂、改进沉降设备的结构等。他们通过实验、理论分析和模拟计算等手段，探索物质沉降的规律，不断创新沉降技术。这种科学探索精神与创新思维是推动科技进步的重要动力。引导学生从淘金过程中学习科学探索的方法，培养他们在学习中勇于创新、敢于实践的精神。

### 3. 社会公平意识与责任担当

诗中“美人首饰侯王印，尽是沙中浪底来”揭示了社会财富的来源和分配问题。淘金女伴们辛苦劳作，却只能获得微薄的回报，而她们所淘出的金子却成为了美人首饰和侯王印玺，这反映了社会财富分配的不公平。在化工领域，化工产品的生产和应用涉及到社会的各个方面，化工人员的工作成果不仅影响着企业的经济效益，也关系到社会的可持续发展。化工人员应当具备社会公平意识，认识到自己的工作对社会的影响，承担起相应的社会责任。例如，在化工生产过程中，要注重环境保护，减少对环境的污染；要关注产品的质量和安全性，保障消费者的权益。通过引导学生思考诗中的社会现象，培养他们的社会公平意识和责任担当精神，让他们明白工作不仅仅是追求个人利益，更是为了社会的进步和发展。

### 4. 可持续发展理念

淘沙取金虽然是一种古老的采金方法，但过度开采会导致资源枯竭和环境破坏。在化工沉降操作中，也需要考虑资源的合理利用和环境保护。例如，在选择沉降剂时，要考虑沉降剂的再生和循环利用，减少对环境的污染；在设计沉降工艺时，要考虑能源的节约和效率的提高，实现可持续发展。将可持续发展理念融入化工沉降教学中，引导学生认识到化工生产与环境保护的关系，培养他们的环保意识和可持续发展观念。让他们明白，在追求经济效益的同时，不能忽视对环境的保护，要实现经济发展与环境保护的良性互动。

## 三、将思政元素融入化工沉降教学的策略

### 1. 案例教学

在化工沉降教学中，引入淘金场景的案例，详细讲解其过程和原理，并与化工沉降原理进行对比分析。通过案例教学，让学生直观地感受到古代智慧与现代科技的相似之处，引导学生思考其中蕴含的思政元素。例如，在讲解重力沉降时，

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>可以以淘金过程中金与石英沙因比重差异而沉降分离为例，类比化工沉降中利用物质密度差异进行分离的原理，让学生理解基于物质性质差异进行分离的思想。同时，结合案例引导学生讨论劳动精神、科学探索精神、社会公平意识和可持续发展理念等思政问题，鼓励学生发表自己的观点和看法，培养学生的批判性思维和沟通能力。</p> <p>2. 实践教学</p> <p>组织学生到化工企业进行参观实习，让学生亲身体验化工沉降操作的实际过程。在实践教学中，引导学生观察化工生产中的沉降设备、沉降工艺以及沉降效果，让学生了解化工沉降在实际生产中的应用。例如，在参观选矿厂时，让学生观察矿石的沉降分离过程，了解沉降设备的工作原理和操作要点。同时，通过实践操作，让学生体会化工人员工作的严谨性和重要性，培养他们的实践能力和工匠精神。在实践过程中，还可以引导学生思考化工沉降操作对环境的影响，以及如何采取措施实现可持续发展，培养学生的环保意识和可持续发展观念。</p> <p>3. 课堂讨论</p> <p>在化工沉降课堂上，组织学生进行课堂讨论，围绕淘金场景与化工沉降原理的联系以及其中蕴含的思政元素展开讨论。教师可以提出一些具有启发性的问题，如“在淘金过程中，淘金女伴们付出了辛勤的劳动，但却没有得到相应的回报，这反映了什么样的社会问题？在化工领域，我们应该如何避免类似的情况发生？”“在沉降操作中，如何实现资源的合理利用和环境保护，实现可持续发展？”等。鼓励学生积极发言，分享自己的观点和想法，引导学生从不同角度思考问题。通过课堂讨论，激发学生的思维活力，培养学生的团队合作意识和沟通能力。</p> <p>刘禹锡的《浪淘沙》中淘金场景与化工沉降原理有着奇妙的联系，二者都体现了基于物质性质差异进行分离的思想。从这一联系中，我们可以挖掘出丰富的思政元素，包括劳动精神、科学探索精神、社会公平意识和可持续发展理念等。将这些思政元素融入沉降教学中，通过案例教学、实践教学和课堂讨论等策略，可以引导学生树立正确的价值观和职业观，培养具有综合素质的化工人才。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

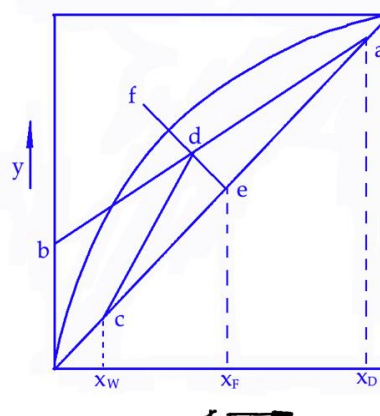
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例标题 | q 线方程里的精神内核                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 内容简介 | 本案例通过分析 q 线方程在精馏操作中的原理、作用及影响因素，挖掘其中蕴含的思政元素，如精益求精的工匠精神、辩证思维与问题解决能力、可持续发展意识以及职业伦理操守等，培养学生的综合素质和职业道德。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 关键词  | q 线方程；化工原理；课程思政                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编写时间 | 20254-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 育人主题 | 工匠精神、辩证思维与问题解决能力、可持续发展意识、职业伦理操守                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 素材长度 | 2687                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例正文 | <p>q 线方程作为精馏操作中的一个重要概念，在精馏塔的设计和操作优化中起着关键作用。将 q 线方程的教学与思政教育深度融合，能够使学生在掌握专业知识的同时，受到正确的价值观和道德观的熏陶，培养具有综合素质和创新能力的化工专业人才。</p> <p>一、q 线方程的原理、作用及影响因素</p> <p>1. q 线方程的原理</p> <p>q 线方程是精馏操作中用于描述进料板附近汽液两相组成关系的线性方程，其表达式为：<math>y = [q/(q - 1)]x - [1/(q - 1)]x_F</math>。其中，q 为进料热状态参数，定义为进料中液相分率与总进料量的比值；<math>x_F</math> 为进料组成；x 和 y 分别为塔板上液相和汽相的组成。该方程通过进料热状态参数 q 和进料组成 <math>x_F</math>，建立了塔板上液相组成 x 与汽相组成 y 之间的定量联系，为精馏塔的工艺设计及操作优化提供理论依据。</p> |

## 第四节 双组分连续精馏的计算与分析

### (1) q线做法

$$y = \frac{q}{q-1}x - \frac{x_F}{q-1}$$

**q 线:** 过点 $e(x_F, x_F)$ 做  
斜率为 $q/(q-1)$ 的  
直线, 过精馏段  
操作线与提馏段  
操作线的交点**d**!



第105页

图 1 q 线方程

### 2. q 线方程的作用

在精馏操作中, q 线方程是确定精馏段操作线和提馏段操作线交点位置的重要依据。精馏段操作线方程和提馏段操作线方程分别描述了精馏段和提馏段内汽液两相的组成关系, 而 q 线方程则是这两条操作线交点的轨迹方程。通过 q 线方程, 可以准确地确定加料板的位置, 进而优化精馏塔的操作参数, 提高精馏过程的分离效率和产品质量。

### 3. q 线方程的影响因素

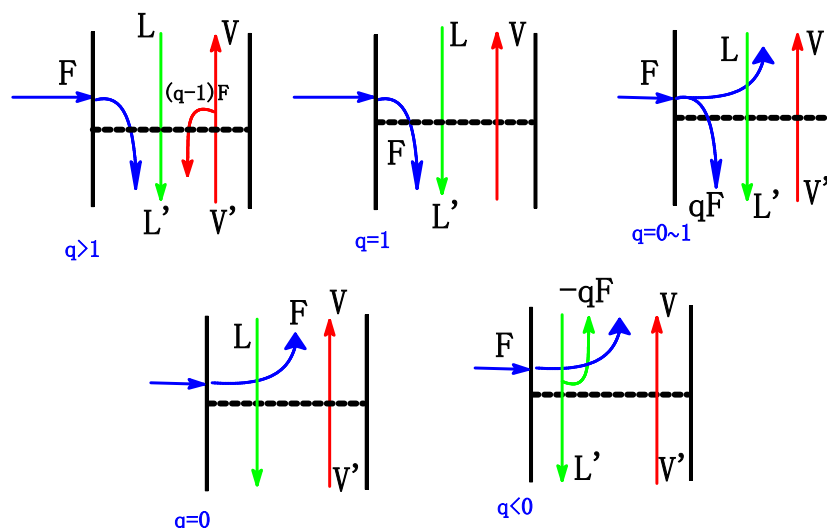


图 2 进料热状态参数  $q$  和进料组成  $x_F$

q 线方程的斜率和截距取决于进料热状态参数  $q$  和进料组成  $x_F$ 。进料热状态

参数  $q$  反映了进料的热状态,不同的进料热状态(如冷液进料  $q>1$ 、泡点进料  $q=1$ 、气液混合物进料  $0<q<1$ 、饱和蒸汽进料  $q=0$  和过热蒸汽进料  $q<0$ ) 对应着不同的  $q$  值,从而影响  $q$  线方程的斜率和截距。进料组成  $x_F$  也会对  $q$  线方程产生影响,不同的进料组成会导致  $q$  线方程在  $y-x$  图上的位置发生变化。

## 二、从 $q$ 线方程中挖掘的思政元素

### 1. 精益求精的工匠精神

$q$  线方程在精馏塔设计和操作优化中的精确应用,要求化工从业者具备精益求精的工匠精神。在确定进料热状态参数  $q$  和进料组成  $x_F$  时,任何微小的误差都可能导致精馏塔性能的显著变化。从  $q$  线方程的推导到实际工程应用,化工人需要反复计算、验证和优化,不断追求更高的精度和更好的效果。这种对细节的执着和对品质的追求,正是工匠精神的体现,它激励着学生在未来的工作中,以严谨的态度对待每一个环节,努力打造高质量的化工产品和工程。

### 2. 辩证思维与问题解决能力

$q$  线方程涉及多个变量之间的复杂关系,如进料热状态参数  $q$ 、进料组成  $x_F$  与汽液两相组成  $x$ 、 $y$  之间的相互影响。这要求学生运用辩证思维,全面、动态地看待问题。在实际生产中,精馏过程可能会受到各种因素的影响,如原料性质的变化、操作条件的波动等。学生需要运用所学的  $q$  线方程知识,结合辩证思维,分析问题的本质,找出解决问题的关键所在,并制定出合理的解决方案。这种辩证思维和问题解决能力,是化工从业者在复杂多变的工作环境中不可或缺的素质。

### 3. 可持续发展意识

化工生产与环境保护、资源利用等可持续发展问题密切相关。精馏过程作为化工生产中的一个重要环节,其能源消耗和污染物排放对环境有着重要影响。 $q$  线方程在优化精馏操作、提高能源利用效率方面具有重要作用。通过合理应用  $q$  线方程,可以降低精馏过程的能耗,减少废弃物的产生,实现化工生产的可持续发展。学生在学习  $q$  线方程时,要认识到自己的专业知识和技能在推动可持续发展方面的重要责任,培养可持续发展意识,为建设绿色化工产业贡献力量。

### 4. 职业伦理操守

化工行业涉及到公众的生命健康和安全,因此化工从业者必须具备高度的职

业伦理操守。在应用  $q$  线方程进行精馏塔设计和操作时，要确保所设计的工艺和操作参数符合安全标准和环保要求。不能为了追求经济效益而忽视安全 and 环境问题，要始终将公众利益放在首位。这种职业伦理操守是化工从业者的基本准则，它要求学生在未来的工作中，坚守道德底线，以诚信和负责的态度对待自己的工作。

**思政元素：**通过将  $q$  线方程的教学与课程思政深度融合，可以培养学生的精益求精的工匠精神、辩证思维与问题解决能力、可持续发展意识以及职业伦理操守等综合素质。

### 三、 $q$ 线方程与课程思政融合的教学实践策略

#### 1. 历史案例融入，传承工匠精神

在  $q$  线方程的教学中，引入化工领域历史上的经典案例，尤其是那些体现精益求精工匠精神的案例。例如，讲述某化工企业在建设大型精馏塔时，工程师们为了精确确定进料热状态参数  $q$  和优化  $q$  线方程的应用，进行了无数次的实验和计算。他们不放过任何一个细节，对每一个数据都反复核实，最终成功设计出高效节能的精馏塔，为企业带来了巨大的经济效益，也为化工行业树立了榜样。通过这些案例，让学生了解化工先辈们追求卓越的精神，激发学生对工匠精神的向往和追求，引导学生在学习  $q$  线方程的过程中，培养严谨、细致、专注的工作态度。

#### 2. 小组研讨辩论，培养辩证思维

组织学生进行小组研讨和辩论活动，围绕  $q$  线方程在实际应用中可能遇到的问题展开。例如，提出“在精馏过程中，当原料性质发生变化时，如何通过调整  $q$  线方程相关参数来保证产品质量和分离效率”的辩题。让学生分组进行讨论，每个小组从不同的角度分析问题，提出自己的观点和解决方案。在辩论过程中，学生需要运用辩证思维，分析各种方案的优缺点，反驳对方的观点，同时完善自己的方案。通过这种研讨和辩论活动，培养学生的辩证思维能力、逻辑表达能力和团队协作精神，使学生学会从多个角度看待问题，提高解决问题的能力。

#### 3. 模拟企业项目，强化可持续发展意识

设计模拟企业项目，让学生以团队的形式参与精馏塔的设计和优化项目。在

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>项目中，要求学生不仅要考虑 <math>q</math> 线方程在提高精馏效率方面的应用，还要关注能源消耗、环境保护等可持续发展因素。例如，设定项目目标为设计一座节能环保型的精馏塔，要求学生在满足产品质量和分离效率的前提下，尽可能降低能耗和减少污染物排放。学生需要运用所学的 <math>q</math> 线方程知识，结合可持续发展的理念，进行工艺设计、参数优化和设备选型。通过模拟企业项目，让学生亲身体验化工生产与可持续发展的紧密联系，强化学生的可持续发展意识，培养学生的工程实践能力和社会责任感。</p> <p>4. 角色扮演体验，树立职业伦理操守</p> <p>开展角色扮演活动，设定不同的化工行业角色，如化工工程师、安全监管员、环保专家等。让学生分别扮演这些角色，模拟化工生产中涉及 <math>q</math> 线方程应用的场景。例如，扮演化工工程师的学生需要根据 <math>q</math> 线方程进行精馏塔的设计和操作，同时要接受安全监管员和环保专家的检查和监督。在角色扮演过程中，学生要体验不同角色的职责和要求，了解化工生产中安全、环保和经济效益之间的平衡关系。通过这种角色扮演活动，让学生深刻认识到职业伦理操守在化工行业中的重要性，树立正确的职业价值观和道德观，使学生在未来的工作中能够自觉遵守职业规范，坚守道德底线。</p> <p><math>q</math> 线方程作为化工原理中的一个重要概念，蕴含着丰富的思政元素。在教学实践中，通过历史案例融入、小组研讨辩论、模拟企业项目、角色扮演体验多种教学策略，能够实现 <math>q</math> 线方程教学与思政教育的有机结合，为化工行业培养具有社会责任感和创新能力的人才。</p> |
| 分析评价 | <p>通过将 <math>q</math> 线方程的教学与课程思政深度融合，可以培养学生的精益求精的工匠精神、辩证思维与问题解决能力、可持续发展意识以及职业伦理操守等综合素质。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 评价者  | <p>陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

[illegible]

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>在全球气候变化的严峻挑战下，碳捕集利用与封存（CCUS）技术作为实现碳减排目标的关键手段之一，受到了广泛关注。碳捕集吸收剂作为 CCUS 技术中的核心材料，其性能的优劣直接影响着碳捕集的效率与成本。中国石油集团安全环保技术研究院（安环院）研发团队与中国矿业大学碳中和研究院陆诗建研究员团队在碳捕集吸收剂领域取得了显著的创新成果，这些成果不仅体现了科研人员的技术实力，更蕴含着丰富的思政教育元素。</p> <p>一、碳捕集吸收剂团队创新成果及思政元素分析</p> <p>（一）安环院研发团队成果与思政元素</p> <p>1. 创新成果安环院研发团队自主研发的 COSE-1 吸收剂在 2024 年初通过了 1.5 万吨级工业示范测试，关键指标表现卓越。其蒸汽能耗相比传统单乙醇胺（MEA）降低 41%，溶剂循环量降低 43%，运行过程中无明显刺激性气味，具备环境友好特性。这一成果标志着国内首次实现第三代高容量吸收剂的万吨级示范，对推动低成本碳捕集技术落地意义重大，尤其适合工业低浓度 CO<sub>2</sub> 排放源处理。</p> <p>2. 思政元素</p> <p>① <b>创新精神</b>：团队在研发过程中勇于突破传统，面对传统吸收剂存在的能耗高、溶剂循环量大等问题，积极探索新的材料和配方，最终成功研发出性能优异的 COSE-1 吸收剂。这种创新精神体现了科研人员敢于挑战、勇于探索的品质，激励着学生在学习和科研中要敢于突破常规，不满足于现有的知识和方法，积极探索新的领域和技术。</p> <p>② <b>环保责任</b>：研发团队致力于降低碳捕集过程中的能耗和减少对环境的影响，其研发的吸收剂具备环境友好特性。这体现了科研人员对环境保护的高度责任感，让学生认识到化工科研不仅要追求经济效益，更要关注对环境的影响，培养学生的环保意识和社会责任感。</p> <p>③ <b>团队协作</b>：一个成功的科研成果离不开团队成员的共同努力。在研发过程中，团队成员需要相互协作、相互支持，共同攻克技术难题。这种团队协作精神是科研工作取得成功的重要保障，也提醒学生在学习和未来的工作中要注重团队合作，发挥各自的优势，共同实现目标。</p> <p>（二）中国矿业大学碳中和研究院陆诗建研究员团队成果与思政元素</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



图 1 示范工程三维效果图

1. 创新成果陆诗建研究员团队主导了宁波钢铁万吨级/年 CCUS 科技示范项目，应用自主研发的相变吸收剂 + 解吸强化催化剂系统，取得了 CO<sub>2</sub> 捕集率 > 90%，捕集纯度 > 99.9%，再生能耗 ≤ 2.2 GJ/tCO<sub>2</sub> 的优异成绩，并实现钢渣矿化、微藻固碳、食品级干冰等多途径资源化利用。该项目计划 2025 年 6 月投产，总投资 5000 万元，是目前国内钢铁行业碳捕集集成技术的重要示范标杆。

## 2. 思政元素

① **系统思维与综合创新能力：**团队不仅研发了高效的吸收剂和催化剂系统，还实现了 CO<sub>2</sub> 的多途径资源化利用，体现了系统思维和综合创新能力。在科研工作中，不能仅仅局限于单一的技术突破，而要从整体上考虑问题，实现技术的集成和创新。这启发学生在学习和科研中要培养系统思维，注重知识的整合和应用，提高综合创新能力。

② **服务社会的意识：**该项目针对钢铁行业的碳捕集需求，具有重要的实际应用价值。团队通过科研成果为社会解决了实际问题，推动了钢铁行业的低碳发展。这让学生认识到科研工作不仅要追求学术上的进步，更要服务于社会，为解决问题贡献自己的力量，培养学生的社会责任感和服务意识。

③ **坚韧不拔的毅力：**从研发到项目投产，团队经历了多年的努力和付出，克服了无数的困难和挑战。这种坚韧不拔的毅力是科研工作取得成功的关键因素之一，也鼓励学生在面对困难和挫折时要保持积极乐观的态度，坚持不懈地追求自己的目标。

**思政元素：**中国石油集团安全环保技术研究院（安环院）研发团队与中国矿业大学碳中和研究院陆诗建研究员团队在碳捕集吸收剂领域的创新成果，有效地培养学生的创新思维、科研能力与社会责任感。

### 三、将碳捕集吸收剂团队创新案例融入课程思政教学的路径

#### （一）课程内容深度重构，思政元素有机渗透

1. 在《化工原理》课程教学中，以碳捕集吸收剂团队创新案例为切入点重构教学内容。在讲解气体吸收相关章节时，详细剖析安环院 COSE-1 吸收剂研发过程中涉及的化学平衡、传质速率等理论知识，引导学生思考如何通过调整反应条件、优化吸收剂结构来提高吸收效率。同时，强调团队在研发过程中对传统理论的突破与创新，如通过新材料和新配方的运用打破传统吸收剂的性能瓶颈，培养学生敢于质疑、勇于创新的科学精神。在《化工原理》课程中，结合陆诗建研究员团队主导的宁波钢铁 CCUS 科技示范项目，讲解反应器设计与操作原理。分析项目中相变吸收剂 + 解吸强化催化剂系统如何实现高效的 CO<sub>2</sub> 捕集与解吸，让学生理解反应动力学、热力学等理论知识在实际工程中的应用。同时，突出团队在系统集成与优化方面的创新思维，培养学生从整体工程角度思考问题的能力，以及将理论知识转化为实际生产力的意识。

2. 前沿专题课程思政拓展开设《碳捕集与封存技术前沿》等专题课程，系统介绍碳捕集吸收剂团队创新成果。课程中不仅详细讲解吸收剂的研发原理、性能特点和应用案例，还深入探讨团队在研发过程中面临的挑战与解决方案。例如，分析安环院团队在降低蒸汽能耗和溶剂循环量方面所采取的技术策略，以及陆诗建团队在实现 CO<sub>2</sub> 多途径资源化利用过程中的创新思路。通过这些内容，让学生了解行业最新动态和发展趋势，激发学生的科研兴趣和创新热情，同时培养学生的社会责任感和使命感，认识到化工科研在应对气候变化、推动可持续发展中的重要作用。

#### （二）实践教学模式创新，思政教育贯穿全程

化工原理课程设计与毕业设计思政引领在化工课程设计和毕业设计中，设置与碳捕集吸收剂相关的设计题目。例如，要求学生设计一个碳捕集系统，包括吸收塔、解吸塔、压缩机等设备的选型与计算，以及吸收剂的配方设计与优化。在

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>设计过程中，引导学生运用所学的专业知识和创新方法，解决实际工程问题。同时，强调设计过程中的团队协作、沟通协调和工程伦理意识，培养学生的综合素质和工程能力。在毕业设计答辩环节，设置思政评价环节，对学生的设计方案是否符合环保要求、是否具有创新性、是否考虑了社会经济效益等方面进行评价。通过这种方式，将思政教育融入毕业设计的全过程，引导学生树立正确的价值观和职业观，培养具有社会责任感 and 创新精神的高素质化工人才。</p> <p>中国石油集团安全环保技术研究院（安环院）研发团队与中国矿业大学碳中和研究院陆诗建研究员团队在碳捕集吸收剂领域的创新成果为课程思政教学提供了丰富的素材。通过这些案例融入专业课程教学，可以有效地培养学生的创新思维、科研能力与社会责任感，实现知识传授与价值引领的有机统一。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 评价者  | 陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 案例标题 | 蒸馏遇上《月下独酌·其一》                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 内容简介 | 本案例以李白《月下独酌四首·其一》与蒸馏、精馏原理的类比为切入点，深入探讨化工专业课程与思政教育的融合。并挖掘其中蕴含的思政元素，培养具有综合素质和创新能力的化工人才。                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 关键词  | 《月下独酌四首·其一》；蒸馏操作；精馏原理；课程思政                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 编写时间 | 2025-4-23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 育人主题 | 创新精神、严谨务实的科学态度、团结协作的职业素养、社会责任感                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材长度 | 2291                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 案例正文 | <p>引课：</p> <p style="text-align: center;"><b>《月下独酌四首·其一》</b><br/>唐·李白</p> <p style="text-align: center;">花间一壶酒，<br/>独酌无相亲。<br/>举杯邀明月，<br/>对影成三人。<br/>月既不解饮，<br/>影徒随我身。<br/>暂伴月将影，<br/>行乐须及春。</p> <p style="text-align: center;">尝试用<b>蒸馏的原理</b>重新谈谈对这首诗的新认识。</p>  |

化工原理作为一门重要的学科，其课程思政建设对于培养具有社会责任感、创新精神和实践能力的化工人才具有重要意义。古代诗歌作为中华文化的瑰宝，蕴含着丰富的情感、思想和哲理，为课程思政提供了丰富的素材。将古代诗歌与化工原理知识相结合，不仅能够激发学生的学习兴趣，还能在传授专业知识的同时，培养学生的价值观和道德观。本案例以李白《月下独酌四首·其一》与蒸馏、精馏原理的类比为例，探讨化工专业课程与思政教育的融合。

## 一、《月下独酌四首·其一》与蒸馏、精馏原理的类比分析

### 1. 蒸馏原理与诗中酒的汽化现象

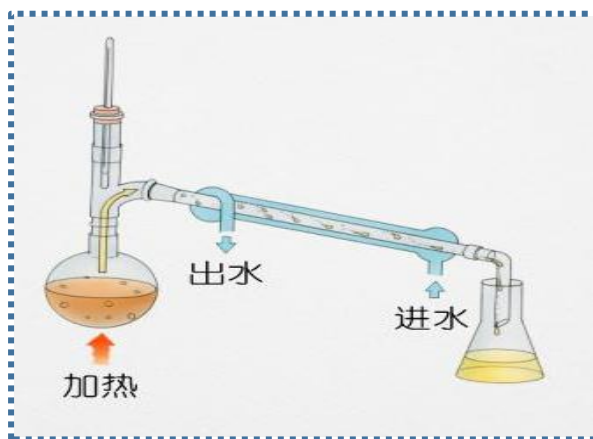


图1 整流装置图

蒸馏是利用混合物中各组分挥发度的差异，通过加热使液体混合物部分汽化，然后将汽相冷凝成液体，从而实现混合物分离的操作。在李白的《月下独酌四首·其一》中，“花间一壶酒，独酌无相亲”，当对酒壶进行加热时，酒中的酒精等易挥发成分会逐渐汽化，而水等不易挥发成分则留在壶中。这一过程与蒸馏操作中混合物各组分因挥发度不同而分离的原理极为相似。酒壶就如同一个简单的蒸馏装置，酒精等易挥发成分如同蒸馏塔中的轻组分，先汽化出来；水等不易挥发成分则如同重组分，留在壶中。通过这种类比，学生可以更形象地理解蒸馏操作的基本原理，以及挥发度差异在混合物分离中的关键作用。

### 2. 精馏原理与诗中酒分离过程的深化

精馏是蒸馏的一种高级形式，通过多次部分汽化和部分冷凝，使混合物得到更高效的分离。在诗中的情境下，若进一步考虑，酒的汽化过程可以类比为精馏塔中的多次汽化和冷凝过程。酒精等易挥发成分在不断加热和汽化的过程中，其纯度会逐渐提高，就如同精馏塔中轻组分在多次上升和冷凝后得到更纯净的产

品；而水等不易挥发成分则留在壶中，纯度也会相对增加，类似于重组分在精馏塔中的富集。这种类比有助于学生深入理解精馏操作中多次部分汽化和部分冷凝对于提高分离效率的重要性，以及精馏操作在化工生产中的广泛应用。

## 第四节 精馏原理

### 2、多次部分汽化和冷凝过程分析

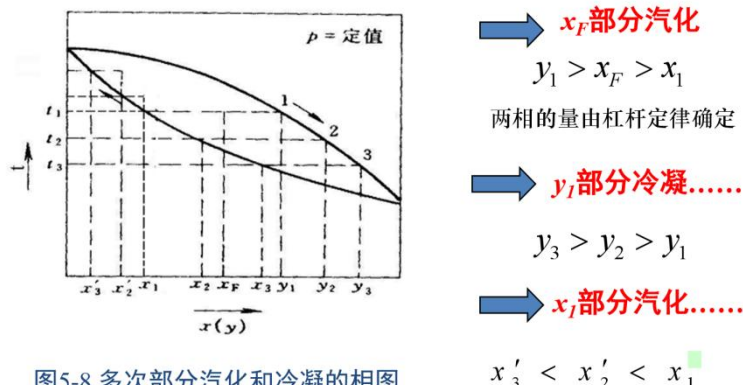


图5-8 多次部分汽化和冷凝的相图



第52页

图 2 精馏原理

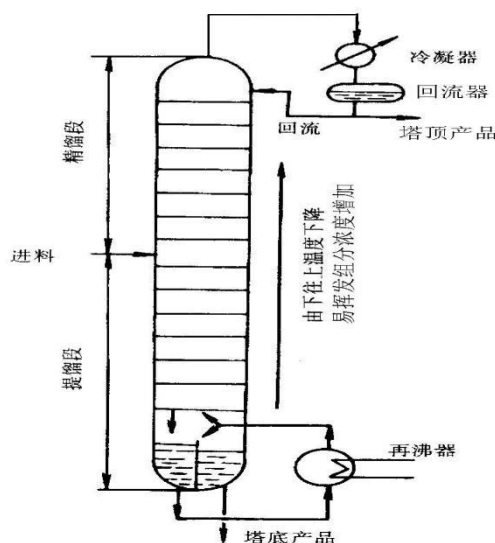


图 3 精馏塔

## 二、从类比中挖掘的思政元素

### 1. 追求卓越的创新精神

李白在诗歌创作中展现出了独特的想象力和创新精神，他不拘泥于传统的表达方式，以奇特的想象将孤独转化为一种诗意的美。在化工专业中，追求卓越的创新精神同样至关重要。蒸馏和精馏操作作为化工生产中的核心技术，其发展离不开不断的创新。例如，开发新型的塔内件、优化精馏塔的结构、采用新型的精

馏工艺等，都需要操作人员具备创新精神。通过将李白诗歌中的创新精神与蒸馏、精馏操作相结合，可以培养学生的创新意识和创新能力，鼓励学生在专业学习和未来的工作中勇于尝试、敢于创新，为化工行业的发展贡献新的智慧和力量。

## 2. 严谨务实的科学态度

蒸馏和精馏操作涉及到复杂的物理化学原理和操作过程，需要操作人员具备严谨的科学思维和务实的工作作风。在诗中，酒的汽化和分离过程看似简单，但实际上背后蕴含着科学的原理。在化工生产中，精馏操作的每一个参数，如温度、压力、回流比等，都需要精确控制，稍有偏差就可能导致产品质量不稳定或生产效率低下。通过将诗歌中的情境与精馏操作相结合，可以引导学生认识到在专业学习和未来的工作中，要尊重科学、尊重事实，严格按照操作规程进行操作，精确控制各种参数，培养学生的科学态度和严谨的工作作风。

# 三、课程思政融合的教学实践策略

## 1. 教学内容的优化整合

在化工原理教学中，将《月下独酌四首·其一》的相关内容巧妙地融入蒸馏和精馏操作的教学内容中。在讲解蒸馏和精馏原理时，引入诗歌中的意象和精神内涵，让学生理解在化工操作中面对复杂情况时需要保持积极乐观的心态，像李白一样在看似平凡的过程中寻求突破和创新。同时，结合诗歌中的团队精神和社会责任感，引导学生思考在化工生产团队中如何发挥自己的作用，以及如何关注化工操作对环境和社会的影响，培养学生的团队协作意识和社会责任感。通过这种教学内容的优化整合，使专业知识与思政元素有机结合，提高教学效果。

## 2. 教学方法的创新应用

采用多样化的教学方法，将《月下独酌四首·其一》与蒸馏和精馏操作的教学有机结合。例如，组织学生进行小组讨论，让学生分析诗歌中的精神内涵与化工操作的内在联系，并探讨如何在化工操作中体现这些精神。还可以开展案例教学，选取一些化工企业中由于操作人员具备创新精神、团队协作意识和科学态度而成功解决蒸馏和精馏操作难题的案例进行分析，同时介绍一些由于忽视环保和社会责任而导致环境污染和资源浪费的案例，让学生深刻认识到思政元素在化工操作中的重要性。通过这种教学方法的创新应用，激发学生的学习兴趣，提高学生的参与度和思考能力。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>3. 考核评价体系的完善构建</p> <p>建立多元化的考核评价体系，将学生在《月下独酌四首·其一》与蒸馏和精馏操作结合学习中的表现纳入考核范围。除了传统的专业知识考核外，增加对学生创新思维、团队协作能力、科学态度和社会责任感等方面的考核。例如，可以通过学生的课堂讨论表现、小组项目完成情况、实验操作中的表现等方面来评价学生的综合素质。通过这种完善的考核评价体系，引导学生注重自身综合素质的培养，实现专业知识与思政教育的有机融合。</p> <p>将李白《月下独酌四首·其一》与蒸馏、精馏原理进行类比，并挖掘其中蕴含的思政元素，融入化工专业课程教学中，具有重要的意义。通过这种类比，学生可以更形象地理解蒸馏和精馏的原理，以及挥发度差异在混合物分离中的作用。同时，从类比中挖掘出的创新精神、严谨务实的科学态度、团结协作的职业素养以及社会责任感等思政元素，能够为化工专业课程思政建设提供丰富的教育资源和思想启迪。在教学实践中，通过教学内容的优化整合、教学方法的创新应用和考核评价体系的完善构建，可以实现化工专业知识传授与思政教育的有机融合，培养具有综合素质和创新能力的化工人才。</p> |
| 分析评价 | <p>将诗歌与化工原理基础知识融合不仅有助于提高化工原理课程的教学质量，还能实现知识传授与价值引领的有机统一，为培养具有综合素质的新时代化工人才提供有益的参考。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 评价者  | <p>陈凤英 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 案例标题 | 塔尖匠心：精馏板数中的毫厘之道                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 内容简介 | 本案例以精馏塔理论塔板数计算为切入点，深入探讨化工工艺中工匠精神的核心内涵。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 关键词  | 理论塔板数；计算；工匠精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 编写时间 | 2025-4-24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 育人主题 | 工匠精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 素材长度 | 2081                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 案例正文 | <p>在化工领域，精馏塔作为实现物质分离的核心设备，其理论塔板数的计算直接关系到分离效率、能耗控制及产品质量。这一计算过程不仅需要严谨的科学方法，更蕴含着对细节的极致追求与对工艺的深刻理解，与<b>工匠精神</b>的核心内涵高度契合。</p> <p>一、理论塔板数计算的科学逻辑与工匠精神</p> <p>（一）理论塔板数计算的核心方法与科学逻辑</p> <p>1. 麦凯布-提列法：图解法的<b>科学严谨性</b></p> <p>麦凯布-提列法通过绘制相平衡曲线与操作线，以阶梯图形式直观确定理论塔板数。该方法要求对气液相平衡数据、回流比、进料状态等参数进行精确测定，任何细微偏差均可能导致计算结果失真。例如，在二元系统精馏中，若相平衡曲线绘制误差超过 0.5%，理论塔板数偏差可达 10%以上，直接影响设备选型与能耗控制。这种对数据精确性的执着追求，正是工匠精神中“严谨、一丝不苟”的</p> |

体现。

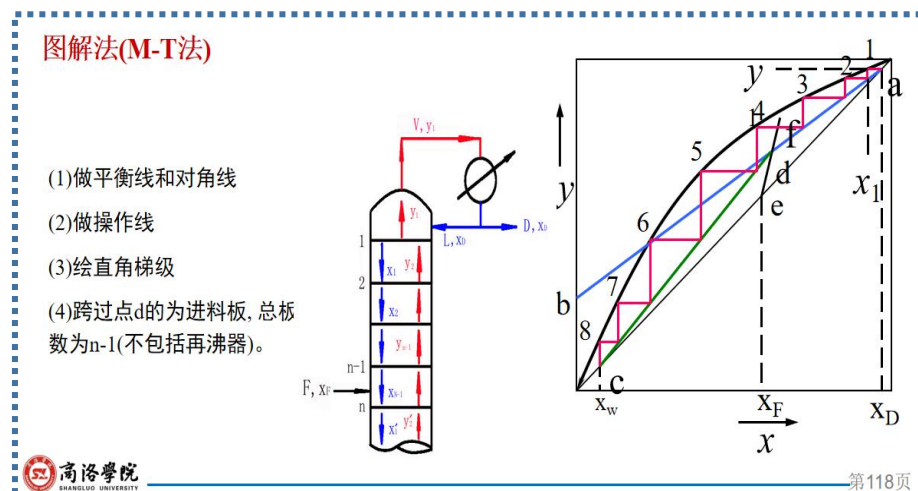


图1 麦凯布-提列法算理论塔板数

## 2. 逐板算法: 迭代推算的极致追求

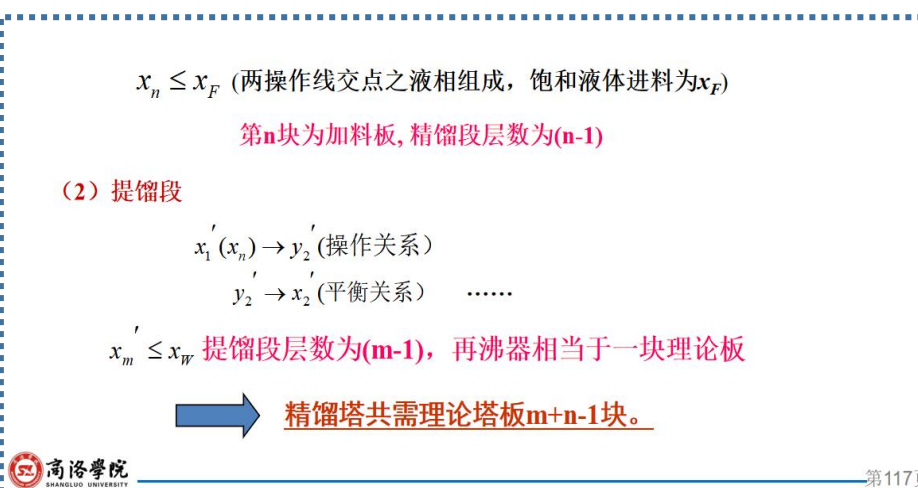
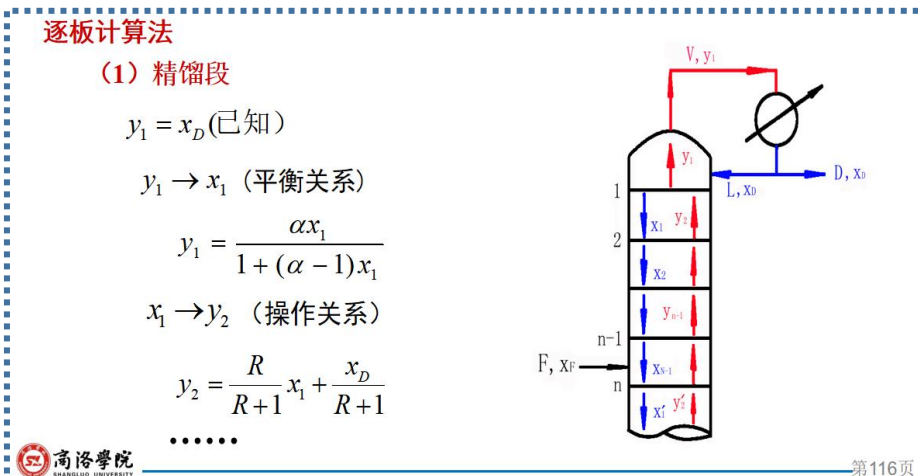


图2 逐板算法算理论塔板数

逐板算法基于气液平衡关系式与操作线方程, 通过逐级推算气液相组成确

定理论塔板数。该方法虽计算繁琐，但可精确计算多组分系统塔板数，为复杂工艺设计提供科学依据。例如，在石油炼制中，逐板算法可将轻组分回收率提高至 99.9% 以上，显著降低能耗与原料浪费。这种对工艺细节的极致把控，正是工匠精神中“精益求精、追求卓越”的生动实践。

3. 简捷算法：经验与科学的平衡

简捷算法通过 Fenske 方程、Underwood 方程及 Gilliland 相关式，结合经验数据快速估算理论塔板数。该方法虽牺牲部分精度，但可在初步设计阶段提供高效参考，体现科学计算与工程实践的平衡。例如，在化工装置扩能改造中，简捷算法可将设计周期缩短 30%，同时确保分离效率满足生产需求。这种对效率与质量的双重追求，彰显了工匠精神中“创新、务实”的特质。

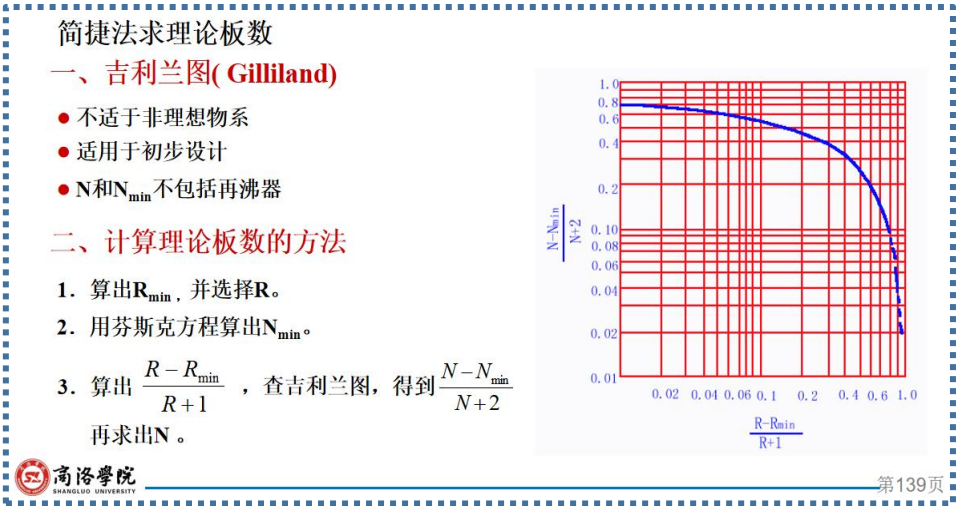


图 3 简捷法算理论塔板数

(二) 工匠精神在理论塔板数计算中的体现

1. 数据精确性：科学计算的基础

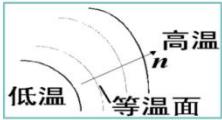
理论塔板数计算依赖精确的物性数据与操作参数，任何偏差均可能导致分离效率下降或能耗增加。例如，在乙醇-水体系精馏中，若相对挥发度测定误差超过 0.1，理论塔板数偏差可达 5% 以上，直接影响设备投资与运行成本。这种对数据精确性的执着追求，正是工匠精神中“严谨、专注”的核心体现。

2. 工艺细节把控：分离效率的保障

理论塔板数计算需综合考虑回流比、进料状态、塔板效率等因素，任何细节疏忽均可能导致分离失败。例如，在制药行业精馏中，若进料温度控制偏差超过 1℃，轻组分回收率可能下降 10%，严重影响产品质量。这种对工艺细节的极致

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>把控，正是工匠精神中“精益求精、追求完美”的生动实践。</p> <p>3. 创新与传承：科学计算的升华</p> <p>理论塔板数计算方法历经百年发展，从麦凯布-提列法到简捷算法，不断融合科学计算与工程经验。例如，现代化工模拟软件通过集成相平衡数据库与算法优化，可将计算效率提高百倍以上，同时确保精度满足工程需求。这种对传统方法的创新与传承，正是工匠精神中“创新、发展”的深刻体现。</p> <p>二、化工行业工匠精神的实践与启示</p> <p>（一）化工行业工匠精神的典型案例</p> <p>1. 焊接领域的“大国工匠”——孔建伟</p> <p>孔建伟在焊接行业摸爬滚打 32 年，以严谨态度与精湛技艺实现零次品记录。其参与的长征火箭发动机焊接项目，通过优化工艺参数与操作流程，将焊接缺陷率降低至 0.01% 以下，显著提升设备可靠性。这种对工艺细节的极致追求，正是工匠精神在化工装备制造中的生动实践。</p> <p>2. 航空“手艺人”的匠心——胡双钱</p> <p>胡双钱在 35 年职业生涯中加工数十万飞机零件，以“差之毫厘，谬以千里”的态度确保每一个零件的精度。其参与的 C919 大飞机项目，通过优化精馏塔设计参数与操作条件，将轻组分回收率提高至 99.99% 以上，显著降低能耗与原料浪费。这种对质量与效率的双重追求，彰显了工匠精神在化工工艺设计中的核心价值。</p> <p>3. 火箭发动机焊接的“国宝级”技师——高凤林</p> <p>高凤林在长征火箭发动机焊接中，通过创新工艺与严格质量控制，将焊接合格率提升至 99.99% 以上。其参与的航天器燃料精馏项目，通过优化理论塔板数计算与设备选型，将分离效率提高至 99.9% 以上，显著降低发射成本。这种对创新与质量的执着追求，正是工匠精神在化工行业高端制造中的深刻体现。</p> <p>（二）工匠精神对化工行业高质量发展的启示</p> <p>1. 技术创新：工匠精神的核心驱动力</p> <p>工匠精神强调对工艺细节的极致追求与创新，为化工行业技术升级提供动力。例如，在新型分离材料研发中，工匠精神推动科研人员通过优化理论塔板数计算与设备设计，将分离效率提高至 99.9% 以上，显著降低能耗与原料浪费。这</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>种对技术创新的执着追求，正是化工行业高质量发展的核心驱动力。</p> <p>2. 质量提升：工匠精神的根本目标</p> <p>工匠精神强调对产品质量的严格把控，为化工行业质量提升提供保障。例如，在制药行业精馏中，工匠精神推动操作人员通过精确控制回流比与进料状态，将轻组分纯度提高至 99.99% 以上，显著提升产品质量与市场竞争力。这种对质量提升的执着追求，正是化工行业高质量发展的根本目标。</p> <p>3. 人才培养：工匠精神的基础支撑</p> <p>工匠精神强调对技能传承与人才培养的重视，为化工行业可持续发展提供基础支撑。例如，在高职院校化工专业教育中，工匠精神推动教师通过实践教学与案例分析，培养学生的严谨态度与创新能力。这种对人才培养的执着追求，正是化工行业高质量发展的基础支撑。</p> <div> <p><b>思政元素：</b>通过以精馏塔理论塔板数计算为切入点，挖掘工匠精神在技术创新、质量提升中的关键作用。</p> </div> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 评价者  | 王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例标题 | 傅里叶的“热”情密码                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 内容简介 | 本案例通过探讨傅立叶在热传导领域的贡献，阐述其科学成就背后的思政元素。有助于培养学生的科学素养、社会责任感和家国情怀。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 关键词  | 傅立叶；热传导；科学精神；社会责任                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 编写时间 | 2025-4-24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 育人主题 | 坚持与毅力、创新精神、团队协作精神、社会责任与家国情怀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材长度 | 1776                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 案例正文 | <div data-bbox="419 1267 1276 1758" data-label="Complex-Block"> <div> <h2>第二节 热传导</h2> <h3>2.1 傅立叶定律</h3> <h4>(一) 温度场和等温面</h4> <p><b>温度场：</b>某时刻，物体或空间各点的温度分布。</p> <p><b>等温面：</b>在同一时刻，温度场中所有温度相同的点组成的面。</p>  <p>不同温度的等温面不相交。</p> </div> <div> <p><b>傅里叶生平</b><br/>( Fourier, 1768-1830)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1768年生于法国</li> <li>• 1807年提出“任何周期信号都可用正弦函数级数表示”</li> <li>• 1829年狄里赫利第一个给出收敛条件</li> <li>• 拉格朗日反对发表</li> <li>• 1822年首次发表在“热的分析理论”一书中</li> </ul>  </div> </div> <div>  商洛学院         <span style="float: right;">第17页</span> </div> |

**课程思政元素：**通过科学家傅里叶介绍，培养了学生的责任感和使命感，激发了学生的学习热情，使学生能在正确的理想与信念的引导下掌握科学知识，激发学生强烈的学习兴趣。

图 1 傅里叶背后的课程思政

在科学发展的长河中，许多科学家不仅为人类的知识宝库增添了璀璨的明珠，其科研历程和精神也蕴含着丰富的思政元素。傅立叶作为法国著名的数学家和物理学家，在热传导领域做出了开创性的贡献。深入研究傅立叶与热传导的关系，并将其思政元素融入课程教学中，对于培养学生的科学素养、社会责任感和家国情怀具有重要意义。

一、傅立叶与热传导的贡献

（一）傅立叶定律的提出

傅立叶在 1822 年出版的专著《热的解析理论》中，提出了著名的傅立叶定律。该定律表明，在导热过程中，单位时间内通过给定截面的热量，正比例于垂直于该截面方向上的温度变化率和截面面积，而热量传递的方向则与温度升高的方向相反。这一定律以数学形式定量描述了热传导现象，为热传导的研究提供了坚实的理论基础。它不仅适用于固体，在液体和气体中也具有一定的适用性，是传热学中的一个基本定律。

## 第二节 热传导

### （三）傅立叶定律

单位时间内,物体或物体内部不同两点之间因导热所传递的热量 $Q$ 与其温度梯度 $\partial t/\partial n$ 及垂直于热流方向的传热面积 $A$ 成正比。

即:  $Q = -\lambda A \frac{\partial t}{\partial n}$  或  $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$

热流密度与温度梯度成正比

$\lambda$ :  $W/m \cdot ^\circ C = W/m \cdot K$

高济学院

第19页

图 2 傅里叶定律

（二）对热传导研究的推动

傅立叶的研究不仅提出了傅立叶定律，还为热传导的数学分析方法奠定了基础。他引入了傅里叶级数和傅里叶变换等数学工具，使得人们能够更深入地理解和分析热传导现象。通过这些数学工具，可以将复杂的热传导问题转化为数学方程进行求解，从而大大推动了热传导理论的发展。例如，在研究非稳态热传导问题时，傅立叶变换可以将时间域的问题转化为频率域的问题，简化求解过程。

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>二、傅立叶与热传导关系中的思政元素</p> <p><b>（一）坚持与毅力</b></p> <p>傅立叶在研究热传导的过程中，面临着诸多困难和挑战。当时，热传导现象的研究还处于起步阶段，缺乏系统的理论和方法。然而，傅立叶并没有被这些困难所吓倒，他坚持不懈地进行研究，通过大量的实验和数学推导，最终提出了傅立叶定律。这种坚持和毅力的精神，对于学生在学习和科研中具有重要的启示作用。在面对困难和挫折时，学生应该学习傅立叶的精神，不轻易放弃，持之以恒地追求自己的目标。</p> <p><b>（二）创新精神</b></p> <p>傅立叶的研究具有创新性，他引入了傅里叶级数和傅里叶变换等数学工具来解决热传导问题，这种跨学科的研究方法为后来的科学研究提供了新的思路。在当今科技飞速发展的时代，创新精神尤为重要。学生应该学习傅立叶的创新精神，敢于突破传统思维的束缚，勇于尝试新的方法和思路，为解决实际问题提供新的途径。</p> <p><b>（三）团队协作精神</b></p> <p>虽然傅立叶在热传导领域取得了卓越的个人成就，但科学研究往往离不开团队协作。在他的研究过程中，可能也与其他学者进行了交流和合作。在课程教学中，可以引导学生认识到团队协作的重要性。例如，在科研项目中，学生需要与团队成员分工合作，共同完成研究任务。通过团队协作，可以充分发挥每个人的优势，提高研究效率和质量。</p> <p><b>（四）社会责任与家国情怀</b></p> <p>傅立叶的研究成果不仅在学术领域具有重要意义，还对工业生产和社会发展产生了深远的影响。他的热传导理论为工程设计和生产提供了科学依据，推动了工业技术的进步。这体现了科学家对社会的责任和贡献。在课程思政教学中，应该引导学生认识到作为科技工作者的社会责任，培养学生的家国情怀。学生应该将个人的发展与国家的需要相结合，为国家的科技进步和社会发展贡献自己的力量。</p> <p>三、课程思政教学的实施策略</p> <p><b>（一）教学内容融入思政元素</b></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>在讲解热传导知识时，可以结合傅立叶的研究历程和成就，引入相关的思政元素。例如，在介绍傅立叶定律时，讲述傅立叶提出该定律的背景和过程，强调他坚持和毅力的精神；在讲解傅里叶级数和傅里叶变换的应用时，引导学生认识到创新精神和团队协作精神的重要性。</p> <p>（二）教学方法多样化</p> <p>采用多样化的教学方法，如案例分析、小组讨论、角色扮演等，将思政元素融入到教学过程中。例如，可以组织学生进行小组讨论，让他们分析傅立叶的研究成果对社会的影响，以及作为科技工作者应该承担的社会责任；通过角色扮演，让学生模拟傅立叶的研究过程，体验他面临的困难和挑战，培养学生的坚持和毅力精神。</p> <p>（三）实践教学结合思政教育</p> <p>在实践教学中，引导学生将所学的热传导知识与实际工程问题相结合，培养学生的社会责任感和解决实际问题的能力。例如，可以安排学生参与一些与热传导相关的工程项目，让他们在实践中认识到自己的工作对社会的重要性，从而增强他们的社会责任感和家国情怀。</p> <p>傅立叶在热传导领域的贡献不仅为科学研究提供了重要的理论基础，其科研历程和精神也蕴含着丰富的思政元素。将傅立叶与热传导关系中的思政元素融入课程教学中，有助于培养学生的科学素养、社会责任感和家国情怀。</p> |
| 分析评价 | <p>本文通过探讨傅立叶在热传导领域的贡献，阐述其科学成就背后的思政元素。傅立叶定律的提出为热传导研究奠定了基础，其科研历程体现了坚持、创新与团队协作精神。将这些思政元素融入课程教学中，有助于培养学生的科学素养、社会责任感和家国情怀。案例具有渗透性、感染力、说服力，能够用学生喜闻乐见、润物细无声的方式开展思政教育。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例标题 | 从“吸”荒到领航—中国技术的绿色征程                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例来源 | 百度文库                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 内容简介 | 本案例聚焦吸收技术在化工、环保等行业的发展历程，着重阐述我国在该领域从跟跑到并跑、领跑的转变。引导学生认识科技创新对国家发展的关键意义，激发学生的爱国热情与创新精神，培养学生勇于探索、追求卓越的科学精神。                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 关键词  | 吸收技术；发展历程；科技创新；爱国精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 编写时间 | 2025-4-25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 育人主题 | 科技创新、爱国精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材长度 | 2602                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例正文 | <p>吸收技术作为化工、环保等领域的关键技术之一，在工业生产、环境保护等方面发挥着不可替代的作用。它的发展历程不仅是一部技术进步史，更是我国科技从落后走向先进、从跟跑到并跑乃至领跑的生动写照。通过深入研究吸收技术的发展历程，挖掘其中蕴含的思政元素，将其融入教育教学，能够让学生深刻理解科技创新对国家发展的重要性，激发学生的爱国热情和创新精神，培养具有家国情怀和社会责任感的高素质人才。</p> <p>一、吸收技术在化工行业的发展历程</p> <p>1. 早期跟跑阶段</p> <p>在吸收技术发展的早期，我国化工行业基础薄弱，技术主要依赖引进国外。当时的吸收设备简单，吸收效率低，无法满足大规模化工生产的需求。例如，在一些传统的化工分离过程中，由于吸收技术的不成熟，导致产品纯度不高，资源浪费严重。这一时期，我国化工企业面临着技术瓶颈和市场竞争的双重压力，只</p> |

能跟在发达国家的后面，学习他们的技术和经验。

## 2. 中期并跑阶段

随着我国化工行业的不断发展，对吸收技术的需求也日益增长。国家加大了对科研的投入，科研人员开始积极探索适合我国国情的吸收技术。在吸收剂的选择和研发方面取得了一定的进展，开发出了一些具有自主知识产权的吸收剂。同时，吸收设备的性能也得到了显著提升，吸收效率有了大幅提高。例如，在一些大型化工项目中，采用了新型的吸收塔和吸收工艺，使得产品的纯度和质量得到了明显改善，我国化工行业开始与国际先进水平并跑。

## 3. 现阶段领跑阶段

近年来，我国在吸收技术领域取得了一系列重大突破，实现了从并跑到领跑的转变。在化工新材料、精细化工等领域，我国自主研发的吸收技术达到了国际领先水平。例如，在一些高端化工产品的生产过程中，采用了先进的吸收分离技术，实现了高效、节能、环保的生产目标。同时，我国还积极推动吸收技术的产业化应用，将科研成果转化为实际生产力，为我国化工行业的转型升级和高质量发展提供了有力支撑。



图 1 目前新型吸收塔

## 二、吸收技术在环保行业的发展历程

### 1. 早期探索阶段

在环保行业，吸收技术最初主要用于废气处理中的一些简单污染物去除。早期的吸收设备和技术相对落后，处理效果有限。例如，在一些小型工厂的废气排放处理中，采用的吸收塔结构简单，吸收剂的选择也不够合理，导致废气中的有

害物质无法得到有效去除，对环境造成了一定的污染。这一时期，我国环保行业处于起步阶段，对吸收技术的认识和应用还处于探索阶段。

2. 中期发展阶段

随着环保意识的不断提高和环保法规的日益严格，我国对废气处理吸收技术的需求越来越迫切。科研人员加大了对吸收技术的研究力度，开发出了一系列适用于不同污染物处理的吸收技术和设备。例如，针对工业废气中的挥发性有机物（VOCs），研发出了高效的吸收剂和吸收工艺，使得 VOCs 的去除率大幅提高。同时，吸收设备的自动化程度和运行稳定性也得到了显著提升，为我国环保行业的发展提供了有力保障。

3. 现阶段创新引领阶段

在废气处理吸收技术方面，我国不断创新，取得了一系列国际领先的成果。例如，我国研发的基于新型吸收材料的废气处理技术，具有吸收效率高、再生性能好、运行成本低等优点，在国内外得到了广泛应用。在一些大型化工园区和工业集中区，采用了先进的吸收技术集成系统，实现了对多种污染物的协同处理，大大改善了环境质量。我国在废气处理吸收技术领域的创新成果，不仅为国内环保行业提供了技术支持，也为全球环境保护做出了重要贡献。

三、我国吸收技术发展案例分析——废气处理吸收技术

1. 技术创新成果

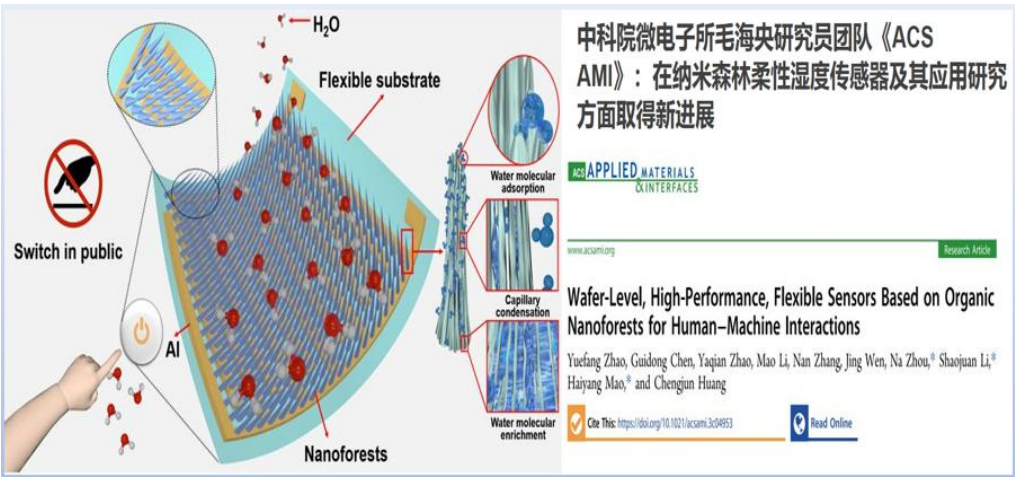


图 2 纳米森林柔性湿度传感器进行人机交互的示意图

我国在废气处理吸收技术方面的创新成果显著。一方面，研发出了多种新型吸收材料，如纳米吸附材料、离子液体吸收剂等。这些新型吸收材料具有高比表

面积、高吸附容量、良好的选择性和再生性能等优点，能够高效地去除废气中的有害物质。另一方面，开发出了先进的吸收工艺和设备，如膜吸收技术、超重力吸收技术等。膜吸收技术结合了膜分离和吸收的优点，具有分离效率高、能耗低、操作简便等优点；超重力吸收技术则通过增加重力加速度，强化了气液两相的传质过程，提高了吸收效率。

## 2. 对环境质量改善的贡献

我国在废气处理吸收技术方面的创新成果，为改善环境质量做出了重要贡献。在一些重点行业和领域，如化工、制药、印刷等，采用了先进的吸收技术进行废气处理，使得废气中的污染物排放浓度大幅降低，达到了国家和地方的环保标准。例如，在一些化工园区，通过建设废气处理吸收装置，实现了对挥发性有机物的有效控制，减少了大气污染物的排放，改善了周边地区的空气质量。同时，吸收技术的应用还促进了资源的回收利用，如将吸收后的有机溶剂进行再生和回用，降低了生产成本，实现了经济效益和环境效益的双赢。



图3 新型废气吸收装置

## 四、吸收技术发展历史的思政教育价值

**思政元素：**聚焦吸收技术在化工、环保等行业的发展历程，着重阐述我国在该领域从跟跑到并跑、领跑的转变。引导学生认识科技创新对国家发展的关键意义，激发学生的爱国热情与创新精神，培养学生勇于探索、追求卓越的科学精神

### 1. 增强民族自豪感和文化自信

我国在吸收技术领域从跟跑到并跑、领跑的转变，充分展示了我国科技人员

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>的智慧和创新能力，以及我国在科技创新方面的强大实力。通过介绍我国吸收技术的发展历程和取得的成果，让学生了解到我国在科技领域的进步和成就，增强学生的民族自豪感和文化自信，让学生明白我国在科技领域有着广阔的发展前景和巨大的潜力。</p> <p><b>2. 培养学生的爱国情怀和社会责任感</b></p> <p>吸收技术的发展与国家的经济发展、环境保护等密切相关。我国在吸收技术领域的创新成果，为国家的经济建设和环境保护做出了重要贡献。通过让学生了解吸收技术在国家发展中的重要作用，引导学生认识到个人的发展与国家的命运紧密相连，培养学生的爱国情怀和社会责任感，激励学生为国家的繁荣富强贡献自己的力量。</p> <p><b>3. 激发学生的创新精神和勇于探索的科学精神</b></p> <p>吸收技术的发展历程是一个不断创新、不断探索的过程。我国科研人员在吸收技术领域的研究中，遇到了无数的困难和挑战，但他们始终保持着勇于探索、敢于创新的精神，最终取得了一系列重大突破。通过介绍科研人员的创新事迹和探索精神，激发学生的创新精神和勇于探索的科学精神，让学生在学习和生活中敢于挑战传统、突破自我，培养创新思维和实践能力。</p> <p>吸收技术在化工、环保等行业的发展历程，是我国科技从落后走向先进、从跟跑到并跑乃至领跑的一个缩影。我国在吸收技术领域取得的系列成果，不仅为相关行业的发展提供了有力支撑，也为改善环境质量、推动国家经济发展做出了重要贡献。通过深入研究吸收技术的发展历程，挖掘其中蕴含的思政元素，将其融入教育教学，能够让学生深刻认识科技创新对国家发展的重要性，激发学生的爱国热情和创新精神，培养学生勇于探索、追求卓越的科学精神。</p> |
| 分析评价 | 案例引导学生认识科技创新对国家发展的关键意义，激发学生的爱国热情与创新精神，培养学生勇于探索、追求卓越的科学精神。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 评价者  | <div> <div>王建芳</div> <div>教授、商洛学院化学工程与现代材料学院、</div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|      |                                                                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-020                                                                                                                                                                      |
| 案例标题 | 陶文铨院士的“热”血科研路                                                                                                                                                                     |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本案例以陶文铨院士的科研报国之路为切入点，结合化工原理中传热这一单元操作，探讨如何在教学中融入思政元素，实现知识传授与价值引领的深度融合。旨在培养具有家国情怀、创新精神和社会责任感的新时代化工人才。                                                                               |
| 关键词  | 陶文铨院士；科研报国；传热单元操作；课程思政                                                                                                                                                            |
| 编写时间 | 2025-4-25                                                                                                                                                                         |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                        |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                             |
| 育人主题 | 爱国情怀与家国担当；创新精神与科学追求；奉献精神与育人情怀                                                                                                                                                     |
| 素材长度 | 1813                                                                                                                                                                              |
| 案例正文 |  <p style="text-align: center;"><b>图 1 陶文铨院士</b></p> <p>课程思政是新时代高等教育的重要任务，旨在将思想政治教育贯穿于人才培</p> |

养的全过程，实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。化工原理作为化工类专业的重要基础课程，其传热单元操作不仅涉及复杂的物理原理和工程计算，还蕴含着丰富的思政教育资源。陶文铨院士作为我国传热学界的领航者，其科研报国之路为课程思政提供了生动的案例和深刻的启示。

### 一、陶文铨院士科研报国之路的精神内涵



图2 陶院士讲授“西迁精神”

#### （一）爱国情怀与家国担当

陶文铨院士深受交大西迁精神的影响，将个人理想融入国家发展，长期致力于传热学及其数值模拟方法与工程应用的教学与研究。他怀揣科研报国的热情，本科毕业后选择继续深造，并赴国外进修，努力汲取新知识，回国后致力于传热学科的研究与教学，为国家的科技进步和人才培养作出了杰出贡献。这种爱国情怀和家国担当，是课程思政中不可或缺的重要内容。

#### （二）创新精神与科学追求

陶文铨院士在传热学领域不断开拓创新，推动了我国数值传热学科的发展。他根据国际上数值模拟研究的发展动向，及时提出了流动与传热的多尺度模拟的新方向，经过多年的努力，使我国在流动与传热的多尺度模拟领域的研究已经处于国际前沿。这种创新精神和科学追求，是激励学生勇于探索、敢于创新的重要动力。

#### （三）奉献精神与育人情怀

陶文铨院士几十年如一日地坚守在教学和科研一线，为培养传热学人才付出

了巨大努力。他坚持教学一线，累计为 1 万余名学生传道解惑，是首届国家级教学名师、“党和人民满意的好老师”称号获得者。他的奉献精神和育人情怀，为学生树立了榜样，也体现了教育者的崇高使命。



图 3 陶院士为学生授课

## 二、传热单元操作教学中的思政元素挖掘

### （一）传热原理与国家需求相结合

传热单元操作是化工生产中不可或缺的重要环节，涉及能源利用、环境保护等多个方面。在教学过程中，可以引导学生思考传热原理在国家重大工程中的应用，如航空航天、能源化工等领域，从而培养学生的家国情怀和使命感。例如，在讲解换热器设计时，可以引入陶文铨院士团队在换热器优化方面的研究成果，让学生了解传热技术在节能减排、提高能源利用效率方面的重要作用。

### （二）传热实验与科学精神培养

传热实验是传热单元操作教学的重要组成部分，通过实验可以加深学生对传热原理的理解，培养学生的动手能力和科学精神。在实验过程中，可以强调严谨求实的科学态度，如实验数据的准确记录、实验误差的分析等。同时，可以引入陶文铨院士在科研过程中坚持严谨求实、勇于探索的故事，激励学生追求真理、勇于创新。

### （三）传热计算与工程伦理教育

传热计算是传热单元操作中的重要环节，涉及复杂的数学模型和工程计算。在教学过程中，可以引导学生思考计算结果的准确性和可靠性对工程安全的影响，从而培养学生的工程伦理意识。例如，在讲解传热系数计算时，可以强调计

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>算结果的微小误差可能导致工程设计的重大偏差，甚至引发安全事故。通过这种案例分析，让学生认识到工程伦理的重要性，培养学生的责任感和使命感。</p> <p>三、课程思政的实施路径与方法</p> <p>（一）案例教学法</p> <p>通过引入陶文铨院士的科研案例，将思政元素融入专业教学内容中。例如，在讲解传热原理时，可以引入陶文铨院士在数值传热学方面的研究成果，让学生了解传热技术在国家重大工程中的应用和价值。通过案例分析，引导学生思考传热原理与国家需求的关系，培养学生的家国情怀和使命感。</p> <p>（二）讨论式教学法</p> <p>组织学生进行小组讨论，围绕传热单元操作中的思政元素展开讨论。例如，在讲解传热实验时，可以引导学生讨论实验过程中可能遇到的伦理问题，如实验数据的真实性、实验安全等。通过讨论，让学生认识到工程伦理的重要性，培养学生的责任感和使命感。</p> <p>（三）实践教学法</p> <p>通过实践活动，让学生亲身体验传热单元操作的过程和重要性。例如，可以组织学生参观化工企业，了解传热技术在企业生产中的应用和价值。同时，可以引导学生思考传热技术在节能减排、环境保护方面的作用，从而培养学生的环保意识和社会责任感。</p> <p>陶文铨院士的科研报国之路为课程思政提供了生动的案例和深刻的启示。通过将陶文铨院士的科研经历、精神品质与传热单元操作的教学内容相结合，可以挖掘出丰富的思政元素，实现知识传授与价值引领的深度融合。在实施过程中，可以采用案例教学法、讨论式教学法和实践教学法等多种方法，激发学生的学习兴趣 and 主动性，培养学生的家国情怀、创新精神和社会责任感。未来，应进一步探索课程思政的实施路径和方法，为培养具有综合素质的新时代化工人才作出更大贡献。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 评价者  | 王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 案例标题 | 绿蚁红炉暖课堂：传热单元中的人文温度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 内容简介 | 本案例旨在探讨白居易《问刘十九》与传热单元操作的课程思政融合。通过分析诗歌中的意象与传热原理的相似性，挖掘其中蕴含的思政元素，如友情文化、科学精神、环保意识等，并将其融入化工原理传热单元操作的教学中。                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 关键词  | 《问刘十九》；化工原理；传热单元操作；课程思政                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 编写时间 | 2025-4-26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 育人主题 | 文化素养、创新思维、环保意识                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材长度 | 2894                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 案例正文 | <p>引课：</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <h3>《问刘十九》</h3> <p>—唐•白居易</p> <p>绿蚁新醅酒，<br/>红泥小火炉。<br/>晚来天欲雪，<br/>能饮一杯无？</p> <p>这首诗里涉及到的<b>传热方式</b>有哪些？</p> <p>化工原理作为化工类专业的重要基础课程，具有鲜明的工程性和实践性，但</p> </div> </div> |

往往容易忽视对学生价值观和人文素养的培养。而古代诗歌作为中华文化的瑰宝，蕴含着丰富的情感、思想和哲理，能够为课程思政提供丰富的素材。

白居易的《问刘十九》以简洁的语言描绘了冬日邀友饮酒的温馨场景，体现了深厚的友情文化。将这首诗与化工原理传热单元操作相结合，不仅可以在教学中增加文化氛围，还能挖掘出其中与传热原理相关的思政元素，实现专业教学与思想政治教育的有机融合，培养学生的综合素质和社会责任感。

根据传热机理的不同，热量传递的基本方式有三种：即热传导、热对流和热辐射。

1. 热传导：又称传导传热，简称导热，即在同一物体内部或连接紧密的不同物体间，热量会自动地从高温向低温传递的方式。本质上它是依靠物体内部分子的热振动和自由电子的运动而进行热能的传递。在热传导中物体中的分子不发生相对位移，如铁棒的传热等。

2. 热对流：又称对流传热，是指流体中质点发生相对位移而引起的热量传递过程。热对流可分为自然对流和强制对流，强制对流传热状况比自然对流好。热对流这种传热方式仅发生在液体和气体中。

3. 热辐射：又称辐射传热，是物质由于本身温度的原因激发产生电磁波而被另一低温物体吸收后，又重新全部或部分地转变为热能的过程。因此辐射传热，不仅是能量的传递，还同时伴随有能量形式的转化。另外，辐射传热不需要任何介质作媒介，它可以在真空中传播。这是热辐射与热传导及热对流的根本区别。



图 1 三种传热方式

## 一、《问刘十九》与传热单元操作的相关性分析

### 1. 诗歌意象与传热原理的对应

《问刘十九》中“绿蚁新醅酒，红泥小火炉”描绘了一幅温馨的画面。新酿的米酒还未过滤，酒面上泛起一层绿色的泡沫，而红泥小火炉则烧得殷红。从传热单元操作的角度来看，可以将红泥小火炉看作是一个传热设备。小火炉中的炭火燃烧产生热量，通过**热传导**的方式将热量传递给火炉的外壁，使火炉外壁温度升高。这就如同传热中的热传导过程，热量从高温的炭火传递到低温的火炉外壁。

同时，火炉周围的空气被加热后上升，形成对流，将热量传递给更远处的环境，这就是**对流传热**的过程。就像在化工生产中，对流传热是依靠流体的宏观位移，将热量由一处带到另一处的传递现象，在传热单元操作中，流体与固体壁面直接接触时的热量传递就常常涉及对流传热。

### 2. 诗歌意境与传热过程的情感关联

诗歌营造了一种温暖、亲切的氛围，体现了诗人对友人的深厚情谊。在传热过程中，热量的传递也带来了一种“温暖”的感觉。从物理层面来说，热量的传递使得物体或环境的温度升高，给人以温暖；从情感层面来说，这种传热过程也可以象征着人与人之间的情感传递和温暖交流。

就像诗人通过邀请友人来共饮，传递出对友人的关心和牵挂，化工生产中的传热过程也可以看作是一种能量的传递和共享，它为生产过程提供了必要的条件，保障了生产的顺利进行，就如同人与人之间的情感交流为生活增添了温暖和意义。这种情感关联可以让学生在学学习传热单元操作时，不仅仅关注理论知识和计算方法，还能体会到其中蕴含的人文情感，培养学生的情感认知和人文素养。

## 二、《问刘十九》中蕴含的思政元素挖掘

**思政元素：**通过分析诗歌中的意象与传热原理的相似性，挖掘其中蕴含的思政元素，如友情文化、科学精神、环保意识等，并将其融入化工原理传热单元操作的教学中。

### 1. 友情文化与团队协作精神

《问刘十九》体现了古代文人之间真挚的友情。在化工生产中，团队协作精神同样至关重要。传热单元操作涉及到设备的运行、参数的调整等多个环节，需

要不同岗位的人员相互配合、共同协作。例如，在设计传热设备时，工程师需要考虑设备的结构、材料、传热效率等多个因素，而操作人员则需要严格按照操作规程进行设备的运行和维护，两者密切配合才能保证传热过程的顺利进行。

通过将诗歌中的友情文化与化工生产中的团队协作精神相结合，可以引导学生认识到在专业学习和未来的工作中，要尊重他人、善于沟通、积极合作，培养学生的团队协作意识和集体荣誉感，提高学生的综合素质和职业能力。

## **2. 科学精神与创新思维**

白居易在创作《问刘十九》时，运用简洁的语言和生动的意象，展现了高超的艺术技巧。这种对艺术的追求和创新精神与化工原理中的科学精神相呼应。在传热单元操作的学习和研究中，需要学生具备严谨的科学态度和创新思维。

例如，在研究传热设备的优化和改进时，学生需要运用所学的传热原理知识，结合实际情况进行分析和计算，提出创新的解决方案。同时，要敢于质疑传统的方法和观念，勇于探索新的传热技术和工艺。通过将诗歌中的创新精神与化工原理中的科学精神相结合，可以培养学生的科学思维和创新能力，激发学生的求知欲和探索精神。

## **3. 环保意识与可持续发展**

虽然《问刘十九》没有直接涉及环保内容，但从现代的角度来看，我们可以从中挖掘出环保意识与可持续发展的理念。在化工生产中，传热过程往往伴随着能源的消耗和排放。如果传热设备效率低下，会导致能源的浪费和环境污染。

例如，在一些化工企业中，由于传热设备老化或设计不合理，使得大量的热量散失到环境中，不仅增加了企业的生产成本，还对环境造成了负面影响。因此，在学习传热单元操作时，要引导学生树立环保意识和可持续发展的理念，注重传热设备的节能和环保设计，提高能源利用效率，减少对环境的污染。通过将环保意识与诗歌所蕴含的文化内涵相结合，可以培养学生的社会责任感和环保意识，使学生认识到在专业学习和未来的工作中，要关注环境保护和可持续发展，为建设美丽中国贡献自己的力量。

### **三、课程思政在化工原理传热单元操作教学中的实施策略**

#### **1. 教学内容融合**

在化工原理传热单元操作的教学中，可以将《问刘十九》的相关内容巧妙地

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>融入其中。例如，在讲解热传导和对流传热的基本原理时，引入诗歌中的红泥小火炉意象，分析小火炉中的传热过程，让学生更加直观地理解传热原理。同时，结合诗歌中的友情文化，引导学生思考在化工生产中团队协作的重要性，以及如何在团队中发挥自己的作用，培养学生的团队协作精神和沟通能力。</p> <p>此外，在介绍传热设备的节能和环保设计时，可以结合现代化工生产中的实际案例，分析能源浪费和环境污染对环境和社会的影响，引导学生树立环保意识和可持续发展的理念。通过将诗歌内容与专业知识相结合，使教学内容更加丰富、生动，激发学生的学习兴趣 and 积极性。</p> <h2>2. 教学方法创新</h2> <p>采用多样化的教学方法，将课程思政融入化工原理传热单元操作的教学中。例如，组织学生进行小组讨论，让学生分析《问刘十九》中蕴含的思政元素，并结合传热单元操作的知识，探讨如何在专业学习和未来的工作中体现这些思政元素。通过小组讨论，培养学生的思维能力和表达能力，促进学生之间的交流和合作。</p> <p>还可以开展案例教学，选取一些化工生产中与传热相关的成功案例和失败案例进行分析。在分析成功案例时，强调其中体现的科学精神、团队协作精神和环保意识；在分析失败案例时，引导学生思考其中存在的问题和教训，培养学生的问题解决能力和批判性思维。</p> <p>将白居易《问刘十九》与化工原理传热单元操作进行课程思政融合，是一种具有创新性和实践意义的教学探索。通过分析诗歌中的意象与传热原理的相似性，挖掘其中蕴含的友情文化、科学精神、环保意识等思政元素，并将其融入化工原理传热单元操作的教学中，采用多样化的教学方法和改革考核评价方式，可以激发学生的学习兴趣，培养学生的文化素养、科学思维和社会责任感。</p> |
| 分析评价 | <p>将诗歌与化工原理基础知识融合不仅有助于提高化工原理课程的教学质量，还能实现知识传授与价值引领的有机统一，为培养具有综合素质的新时代化工人才提供有益的参考。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 案例标题 | 伯努利家族与科学传承                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 内容简介 | 本案例以伯努利家族科学家为研究对象，深入剖析其在流体力学、数学等领域的突破性贡献，探讨科学精神在家族中的代际传承。结合我国科技发展历程，阐述科学精神与科技报国的紧密联系，旨在激发学生科学报国认同感。                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 关键词  | 伯努利家族；科学传承；伯努利方程；科学精神；科技报国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 编写时间 | 2025-4-27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 育人主题 | 科学传承、科技报国、科学精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材长度 | 2546                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 案例正文 | <p>在科学发展的历史长河中，家族传承科学精神并取得卓越成就的案例并不多见，而伯努利家族无疑是其中的璀璨明珠。该家族在 17-18 世纪的三代人中涌现出八位科学家，他们在数学、流体力学等多个领域做出了开创性的贡献，其科学精神代际传承，对后世产生了深远影响。在我国科技发展的征程中，无数科学家秉持着追求真理、勇于探索的精神，为国家的繁荣富强贡献力量。研究伯努利家族的科学传承，结合我国科技发展历程，对于引导学生树立正确价值观，激发科学报国认同感具有重要意义。</p> <h3>一、伯努利家族的科学贡献</h3> <p>（一）雅各布·伯努利：数学领域的开拓者</p> <p>雅各布·伯努利是伯努利家族的杰出代表之一，他在概率论、微分方程、无穷级数求和、变分方法、解析几何等多个数学领域均有卓越建树。他提出的“伯</p> |

努利双纽线”“伯努利微分方程”等数学成果，为数学的发展奠定了坚实基础。在概率论方面，他的巨著《猜度术》是概率论发展史上的重要里程碑，书中提出的“伯努利数”和“伯努利大数定理”等理论，对概率论的后续发展产生了深远影响。雅各布对数学的贡献不仅在于具体成果的提出，更在于他开拓了新的研究领域，为后来的数学家提供了研究方向和思路。

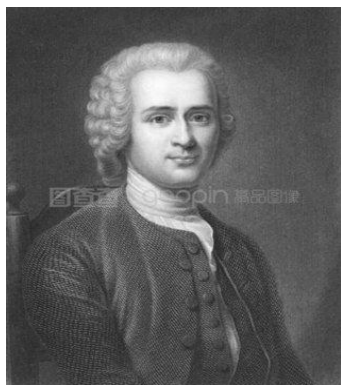


图 1 雅各布·伯努利

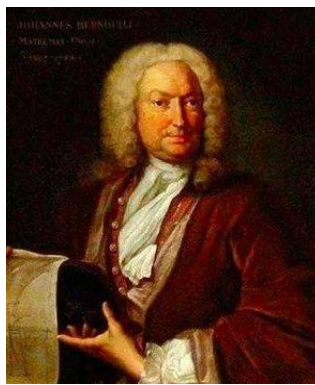


图 2 雅各布·伯努利



图 3 丹尼尔·伯努利

## （二）约翰·伯努利：微积分与变分法的奠基人

约翰·伯努利在数学领域的成就同样斐然。他在微积分和与其相关的许多数学分支方面做出了重要贡献，是 18 世纪分析学的重要奠基者之一。他解决了悬链线问题，提出了洛必塔法则、最速降线问题和测地线问题等，为微积分学的发展做出了重要贡献。特别是他在最速降线问题上的研究，催生了变分法这一新的数学分支，成为变分法的创立者之一。约翰还培养了一大批著名的学者，如欧拉、克莱姆、洛必塔等，为数学的发展输送了大量优秀人才。

## （三）丹尼尔·伯努利：流体力学的开创者

丹尼尔·伯努利是伯努利家族在流体力学领域的集大成者。他提出的伯努利原理和伯努利方程，是描述理想流体运动的基本规律，对于解释并优化很多流体力学问题至关重要。伯努利原理指出，在水流或气流里，如果速度小，压强就大；如果速度大，压强就小。伯努利方程则描述了流体的压强、动能和势能之间的关系，被广泛应用于飞机和船只的设计、水力发电等领域。例如，在飞机设计中，根据伯努利方程，飞机在高速前进时，机翼上表面空气流速快、压力小，下表面空气流速慢、压力大，从而产生向上的升力，使飞机能够起飞、飞行和降落。

能量守恒——伯努利性方程

能量种类

机械能、内能  
电能、核能等

特点

相互转变

在流动体系中  
主要表现

机械能

内能

动能  
位能  
静压能  
(功)

特点

遵循能量守恒定律

相互转变

不能直接转变成  
输送流体的机械能

要寻求一个过程中所发  
生各种形式能量之间的转化  
关系需要进行能量衡算

伯努利方程



丹尼尔·伯努利

机械能、内能  
电能、核能等

特点

相互转变

在流动体系中  
主要表现

机械能

内能

动能  
位能  
静压能  
(功)

特点

遵循能量守恒定律

相互转变

不能直接转变成  
输送流体的机械能

要寻求一个过程中所发  
生各种形式能量之间的转化  
关系需要进行能量衡算

伯努利方程



丹尼尔·伯努利

图 4 丹尼尔·伯努利-伯努利方程

伯努利方程:

$$U_1 + z_1 g + \frac{1}{2} u_1^2 + \frac{p_1}{\rho_1} + h_e + q_e = U_2 + z_2 g + \frac{1}{2} u_2^2 + \frac{p_2}{\rho_2}$$

二、科学精神的代际传承

(一) 对真理的不懈追求

伯努利家族的成员们对科学真理有着执着的追求。他们不满足于现有的知识和理论，勇于挑战权威，不断探索未知领域。雅各布·伯努利在研究概率论时，面对当时概率论研究的不完善，他深入研究赌博游戏中输赢次数等问题，经过多年的努力，完成了巨著《猜度术》，为概率论的发展奠定了坚实基础。丹尼尔·伯努利在流体力学领域，通过对流体运动的观察和研究，提出了伯努利原理和伯努利方程，揭示了流体运动的内在规律。他们对真理的不懈追求，为科学的发展做出了重要贡献。

(二) 勇于探索的创新精神

伯努利家族的成员们具有勇于探索的创新精神。他们敢于提出新的观点和方法，不拘泥于传统的思维模式。约翰·伯努利提出的最速降线问题，打破了当时人们对曲线研究的传统观念，引发了欧洲数学界的一场论战，促进了变分法这一新数学分支的产生。丹尼尔·伯努利在研究流体力学时，将数学方法与流体力学

- 104 -

问题相结合，开创了流体力学研究的新局面。他们的创新精神为科学的发展注入了新的活力。

### （三）严谨治学的科学态度

伯努利家族的成员们在科学研究中秉持着严谨治学的态度。他们对每一个研究问题都进行深入的思考和详细的论证，不放过任何一个细节。雅各布·伯努利在研究悬链线问题时，不仅提出了问题，还对不同条件下的悬链线问题进行了深入研究，得到了更加完善的解决方案。丹尼尔·伯努利在提出伯努利方程时，经过了大量的实验和理论推导，确保了方程的准确性和可靠性。他们的严谨治学态度为科学研究的可靠性提供了保障。

## 三、结合我国科技发展历程，激发科学报国认同感

### （一）我国科技发展中的科学精神体现

在我国科技发展的历程中，无数科学家秉持着追求真理、勇于探索的精神，为国家的科技进步做出了巨大贡献。“两弹一星”元勋们为了国家的核武器和航天事业，隐姓埋名、艰苦奋斗，克服了重重困难，成功研制出原子弹、氢弹和人造卫星，提升了我国的国际地位。钱学森放弃国外优厚的待遇，冲破重重阻力回国效力，为我国航天事业的发展奠定了坚实基础。他们在科研过程中展现出的爱国精神、创新精神、求实精神等，与伯努利家族的科学精神一脉相承。

### （二）科学报国的重要性

科学报国是科学家的神圣使命。在当今时代，科技竞争日益激烈，国家的综合实力很大程度上取决于科技水平。我国正处于实现中华民族伟大复兴的关键时期，需要大量的科技人才投身到国家的科技事业中。科学家们通过自己的科研成果，推动国家科技进步，提高国家的核心竞争力，为人民谋幸福、为民族谋复兴。例如，我国在 5G 通信技术、高铁技术、航天技术等领域取得的重大突破，不仅提升了我国在国际上的地位，也为人们的生活带来了便利。

### （三）引导学生树立科学报国价值观

教育是培养科技人才的重要途径。在高校教育中，应将科学精神与科技报国教育融入教学过程中。通过介绍伯努利家族的科学贡献和我国科学家的先进事迹，引导学生树立追求真理、勇于探索的价值观，激发他们的科学报国认同感。鼓励学生积极参与科研实践活动，培养他们的创新能力和实践能力。同时，加强

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>思想政治教育，培养学生的爱国情怀和社会责任感，使他们认识到自己肩负着推动国家科技进步和民族复兴的使命。</p> <p>伯努利家族三代八位科学家在数学、流体力学等领域的突破性贡献，以及他们所传承的科学精神，为科学的发展做出了重要贡献。他们对真理的不懈追求、勇于探索的创新精神和严谨治学的科学态度，值得我们学习和传承。结合我国科技发展历程，我们可以看到科学精神与科技报国的紧密联系。在我国科技发展的征程中，无数科学家秉持着科学精神，为国家的繁荣富强贡献力量。作为新时代的学生，应树立追求真理、勇于探索的价值观，激发科学报国认同感，努力学习科学知识，提高自身素质，为我国科技事业的发展贡献自己的力量，让科学精神在新时代绽放更加耀眼的光芒。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例以伯努利家族三代八位科学家为研究对象，深入剖析其在流体力学、数学等领域的突破性贡献，探讨科学精神在家族中的代际传承。为高等教育中的综合素质培养提供了丰富素材。</p>                                                                                                                                                                                                                                           |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院、</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 案例标题 | 晴空一鹤穿云过：当秋词邂逅干燥                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 内容简介 | 本案例以刘禹锡《秋词二首·其一》与干燥过程的关联为切入点，探讨化工原理课程与诗歌的融合。挖掘其中蕴含的思政元素，如积极乐观的创新思维、严谨细致的科学态度、坚韧不拔的奋斗精神以及社会责任与担当意识等。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 关键词  | 《秋词二首·其一》；干燥过程；课程思政                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 编写时间 | 2025-4-27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 育人主题 | 创新精神、严谨务实的科学态度、坚韧不拔的奋斗精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 素材长度 | 2554                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 案例正文 | <p>引课：</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>《秋词二首·其一》</p> <p>唐·刘禹锡</p> <p>自古逢秋悲寂寥，<br/>我言秋日胜春朝。<br/>晴空一鹤排云上，<br/>便引诗情到碧霄。</p> </div> </div> <p style="color: red; text-align: center;">尝试用干燥单元操作重新谈谈对这首诗的新认识。</p> <p>古代诗歌作为中华文化的瑰宝，蕴含着丰富的情感、思想和哲理，为课程思政提供了丰富的素材。将古代诗歌与化工原理知识相结合，不仅能够激发学生的</p> |

学习兴趣，还能在传授专业知识的同时，培养学生的价值观和道德观。本案例将刘禹锡《秋词二首·其一》与化工原理干燥过程的类比为例，达到专业课程与思政教育融合的目的。

## 一、《秋词二首·其一》与干燥过程的类比分析

### 1. 干燥原理与诗中秋天的干燥气候

干燥是利用热能将湿物料中的水分或其他溶剂汽化并除去的过程，以达到降低物料水分含量、便于储存和加工的目的。干燥过程涉及传热和传质两个基本过程，即热量从干燥介质传递给湿物料，使水分汽化，同时水分从湿物料内部扩散到表面，再进入干燥介质中。刘禹锡的《秋词二首·其一》“自古逢秋悲寂寥，我言秋日胜春朝。晴空一鹤排云上，便引诗情到碧霄。”描绘了秋天天高气爽、晴空万里的景象，秋天的干燥气候使得空气中的水分含量降低。可以把秋天的空气看作是干燥介质，湿物料（如农作物）在秋天的空气中逐渐失去水分，实现干燥过程。空气就像干燥设备中的热空气，将热量传递给湿物料，使物料中的水分汽化并扩散到空气中。通过这种类比，学生可以更直观地理解干燥过程中传热和传质的原理，以及干燥条件对干燥效果的影响。

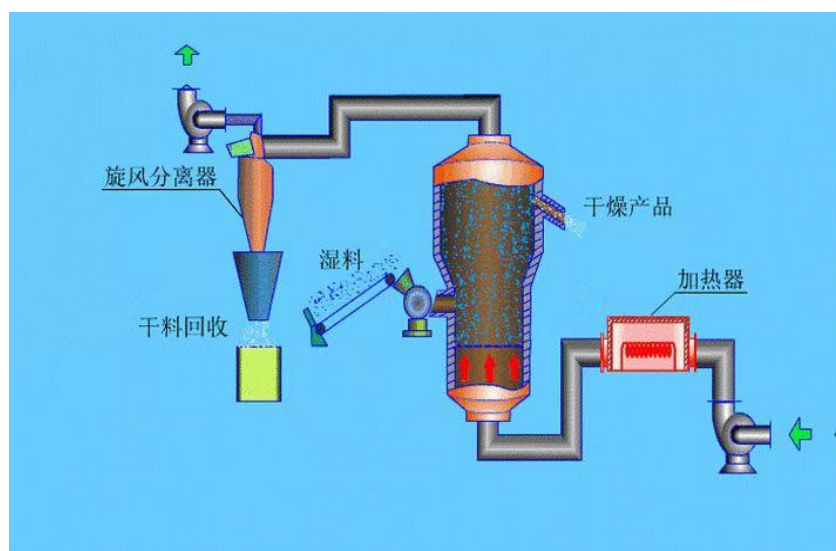


图 1 干燥流程图

### 2. 不同干燥条件与诗中景象的关联

在化工干燥过程中，干燥温度、湿度、空气流速等因素都会影响干燥效果。秋天的不同景象也可以与这些干燥条件相类比。例如，秋高气爽时，空气湿度低，就如同干燥操作中较低的环境湿度，有利于水分从湿物料中汽化并扩散到空气

中，加速干燥过程。而当秋天有微风时，空气流速增加，就如同干燥设备中增大空气流速，可以加快热量和质量的传递，提高干燥效率。通过这种类比，学生可以深入理解干燥条件对干燥过程的影响，从而更好地掌握干燥操作的优化方法。

## 二、从类比中挖掘的思政元素

### 1. 积极乐观的创新思维

刘禹锡在《秋词二首·其一》中，一反传统悲秋的观念，提出“我言秋日胜春朝”，展现出了积极乐观的创新思维。在化工干燥过程中，同样需要这种创新思维。传统的干燥方法可能存在能耗高、效率低等问题，化工专业人员需要不断探索新的干燥技术和工艺。例如，开发新型的干燥设备、采用节能的干燥方法、优化干燥工艺参数等，都需要具备创新思维。通过将诗歌中的创新思维与干燥过程相结合，可以培养学生的创新意识和创新能力，鼓励学生在专业学习和未来的工作中勇于突破传统，敢于尝试新的方法和技术，为化工干燥技术的发展贡献新的智慧和力量。

### 2. 严谨细致的科学态度

干燥过程涉及到复杂的物理化学原理和操作过程，需要操作人员具备严谨的科学思维和细致的工作作风。在诗中，秋天的干燥气候看似自然现象，但实际上背后蕴含着科学的规律。在化工干燥操作中，每一个参数，如干燥温度、湿度、空气流速等，都需要精确控制，稍有偏差就可能导致干燥效果不理想或产品质量不稳定。例如，干燥温度过高可能会导致物料烧焦或变质，干燥温度过低则会使干燥时间延长，增加能耗。通过将诗歌中的科学现象与干燥操作相结合，可以引导学生认识到在专业学习和未来的工作中，要尊重科学、尊重事实，严格按照操作规程进行操作，精确控制各种参数，培养学生的科学态度和严谨的工作作风。

### 3. 坚韧不拔的奋斗精神

秋天是收获的季节，农作物在经历了春天的播种、夏天的生长后，在秋天迎来了干燥和收获。这一过程充满了艰辛和挑战，需要农作物坚韧不拔地生长。在化工干燥过程中，也会遇到各种困难和挑战，如干燥设备的故障、干燥工艺的优化难题等。化工专业人员需要具备坚韧不拔的奋斗精神，勇于面对困难，不断探索解决问题的方法。例如，在开发新型干燥技术时，可能会经历多次失败，但只要坚持不懈，就有可能取得成功。通过将诗歌中农作物坚韧生长的精神与干燥过

程中的奋斗精神相结合，可以培养学生的坚韧意志和奋斗精神，鼓励学生在专业学习和未来的工作中遇到困难时不退缩、不放弃，努力克服困难，实现自己的目标。

### 三、课程思政融合的教学实践策略

#### 1. 情境创设，搭建知识与思政的桥梁

在化工原理干燥过程的教学中，精心创设与《秋词二首·其一》相关的教学情境，将诗歌中的意境与干燥原理、操作等知识巧妙融合。教师可以通过多媒体展示秋天的美丽景象，如晴空万里、一鹤排云的画面，同时讲解秋天干燥气候对农作物干燥的影响，引出干燥过程的原理。在情境创设中，强调刘禹锡突破传统悲秋观念，积极看待秋天的乐观态度，引导学生思考在面对干燥操作中复杂的工艺参数和可能出现的困难时，也要保持积极乐观的心态，勇于尝试新的方法和思路。

#### 2. 角色扮演，强化责任与担当意识

组织学生进行角色扮演活动，将《秋词二首·其一》中蕴含的责任与担当意识融入干燥过程的教学。设定不同的角色，如化工企业的干燥操作工人、技术工程师、质量检测员以及环保监督员等。让学生分别扮演这些角色，模拟干燥操作的全过程。在模拟过程中，学生需要按照干燥工艺要求进行操作，同时要考虑产品质量、能源消耗以及环境保护等因素。例如，扮演干燥操作工人的学生要精确控制干燥温度、湿度和空气流速等参数，确保物料干燥质量；通过角色扮演，学生能够亲身体验不同角色在干燥操作中的责任和担当，深刻认识到干燥操作不仅关系到企业的经济效益，还与环境保护、资源利用等社会问题密切相关，从而培养学生的社会责任感和环保意识。

#### 3. 案例研讨，深化科学态度与严谨作风

收集干燥领域中正反两方面的案例，结合《秋词二首·其一》所体现的科学态度和严谨作风，开展案例研讨活动。正面案例可以选择一些化工企业由于采用科学的干燥方法、精确控制干燥参数而取得良好经济效益和社会效益的案例；反面案例则可以选择一些由于操作人员不严谨、忽视干燥过程中的科学规律而导致产品质量问题、能源浪费甚至环境污染的案例。在案例研讨过程中，引导学生分析案例中成功或失败的原因，讨论在干燥操作中如何遵循科学规律、精确控制参

|      |                                                                                                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>数以及如何培养严谨细致的工作作风。</p> <p>将刘禹锡《秋词二首·其一》与干燥过程进行类比，并挖掘其中蕴含的思政元素，融入化工专业课程教学中，具有重要的意义。通过这种类比，学生可以更形象地理解干燥过程的原理和影响因素，同时，从类比中挖掘出的创新思维、严谨细致的科学态度、坚韧不拔的奋斗精神以及社会责任与担当意识等思政元素，能够为化工原理课程思政建设提供丰富的教育资源和思想启迪。</p> |
| 分析评价 | <p>将诗歌与化工原理基础知识融合能实现知识传授与价值引领的有机统一，提高学生的文化素养，为培养具有综合素质的新时代化工人才提供有益的参考。</p>                                                                                                                             |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例标题 | 尼古拉兹的“砂粒”刻度：流体阻力中的匠心与担当                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 内容简介 | 本案例以化工原理中的尼古拉兹实验为切入点，深入剖析实验背后所蕴含的科研精神。通过阐述尼古拉兹对流体力学研究的贡献，揭示科研工作者在探索真理过程中所展现出的严谨、执着、创新等精神品质。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 关键词  | 尼古拉兹实验；科研精神；家国担当；化工原理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编写时间 | 2025-4-28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 育人主题 | 严谨的科学态度、执着的探索精神、创新的思维方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 素材长度 | 2278                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例正文 | <p>化工原理作为化工及相关专业的核心基础课程，涵盖了流体流动、传热、传质等基本原理和工程应用。其中，流体流动阻力研究是化工原理的重要组成部分，而尼古拉兹实验在流体流动阻力研究领域具有里程碑式的意义。尼古拉兹通过大量艰苦的实验，揭示了流动阻力与雷诺数、相对粗糙度之间的关系，为后续的流体力学研究和工程应用提供了坚实的理论基础。这一实验不仅体现了科研工作者对科学真理的不懈追求，更蕴含着丰富的科研精神和家国担当。在当前我国科技飞速发展、面临诸多挑战的背景下，深入挖掘尼古拉兹实验背后的思政元素，对于培养具有科研精神和家国情怀的新时代人才具有重要的现实意义。</p> <p>一、尼古拉兹实验的内容与意义</p> <p>（一）实验内容</p> <p>1932—1933 年期间，尼古拉兹为了研究粗糙管流中阻力系数随流态的变化</p> |

规律，精心制作了粗糙度（k/d）分别为 1/1014、1/512、1/252、1/120、1/61.2、1/30 的六种人工粗糙圆管。他系统开展了不同粗糙度人工粗糙圆管水流阻力实验，共进行了 101 次实验。在实验过程中，尼古拉兹精确测量了不同粗糙度圆管中水流在不同流速下的阻力系数，并绘制了不同粗糙度圆管中水流阻力系数（λ）与雷诺数（Re）的变化曲线。

尼古拉兹将沿程阻力系数的变化归纳为五个区：层流区， $\lambda=f_1(Re)$ ；临界过渡区， $\lambda=f_2(Re)$ ；光滑管区， $\lambda=f_3(Re)$ ；湍流过渡区， $\lambda=f(Re, k/d)$ ；湍流粗糙区， $\lambda=f(k/d)$ 。在层流区，流体流动平稳，阻力系数主要与雷诺数有关；在临界过渡区，流体流动状态逐渐从层流向湍流转变，阻力系数受雷诺数和相对粗糙度的影响；在光滑管区，管壁相对光滑，阻力系数主要由雷诺数决定；在湍流过渡区，管壁粗糙度开始对阻力系数产生显著影响，阻力系数与雷诺数和相对粗糙度都有关；在湍流粗糙区，管壁粗糙度起主导作用，阻力系数几乎只与相对粗糙度有关。

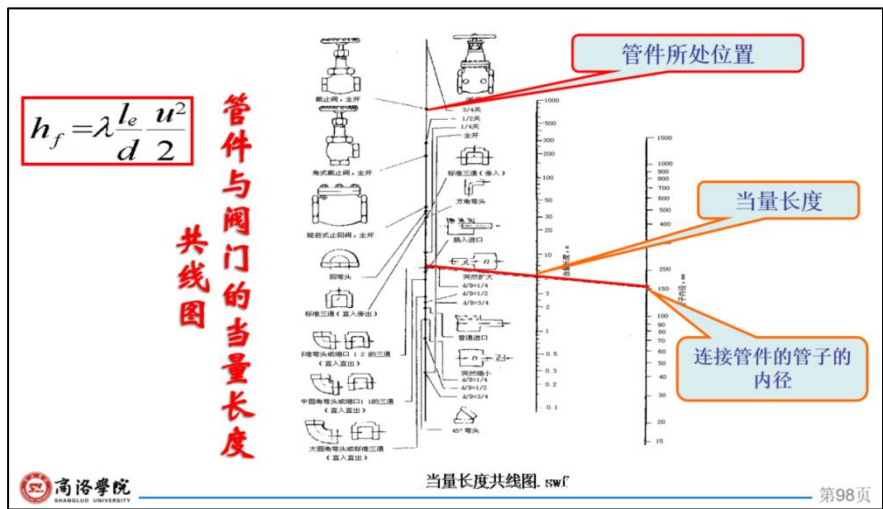
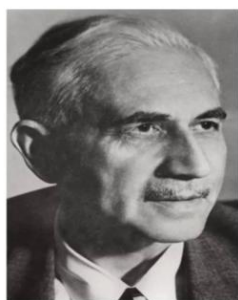


图 1 管件与阀门的当量长度共线图

## （二）实验意义

尼古拉兹实验比较完整地反映了沿程阻力系数λ的变化规律，揭露了影响 λ 变化的主要因素。它为 λ 和断面流速分布的测定，以及推导湍流的半经验公式提供了可靠的依据。在工程流体力学中，尼古拉兹的“人工粗糙”被作为度量粗糙的基本标准，把工业管道的不均匀粗糙折合成“尼古拉兹粗糙”并引入“当量糙粒高度”的概念。当量糙粒高度是指和工业管道粗糙区 k 值相等的同直径尼古拉兹粗糙管的糙粒高度，它反映了沿程损失的综合影响。引入当量糙粒高度后，

工业管道沿程阻力系数就可以用相应的公式进行计算，这对于工业管道的设计、优化和运行具有重要的指导意义。



尼古拉兹

德国著名的水利科学家尼古拉兹在1932—1933年通过人工粗糙管流的大量实验，确定沿程阻力系数与雷诺数、相对粗糙度之间的关系，比较完整地反映了沿程阻力系数的变化规律，揭示了影响沿程阻力系数变化的主要因素，对沿程阻力系数和断面流速分布的测定，推导湍流的半经验公式提供了可靠的依据。

**课程思政元素：**科学思维——促使学生在掌握基本概念的同时，学习了科学家的探索与奋斗精神。

## 二、尼古拉兹实验所体现的科研精神

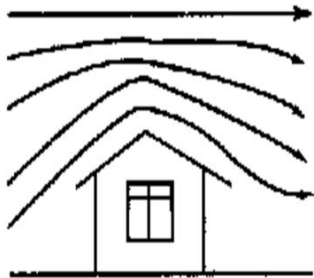
### （一）严谨的科学态度

尼古拉兹在实验过程中展现出了极高的严谨性。他精心制作了六种不同粗糙度的人工粗糙圆管，对粗糙度的控制精确到极小的比例，以确保实验结果的准确性和可靠性。在实验测量中，他精确记录了不同粗糙度圆管中水流在不同流速下的阻力系数，对每一个数据都进行了反复验证和校对。这种严谨的科学态度是科研工作的基石，只有确保数据的准确性和可靠性，才能得出科学可靠的结论。在当今的科研工作中，严谨的科学态度同样至关重要。无论是实验设计、数据采集还是结果分析，都需要科研人员保持高度的严谨性，避免因疏忽或错误导致实验结果的偏差，从而影响科研的进展和成果的质量。

### （二）执着的探索精神

尼古拉兹为了研究粗糙管流中阻力系数随流态的变化规律，进行了大量的实验。他面对实验过程中可能出现的各种困难和挫折，没有退缩，而是坚持不懈地追求真理。这种执着的探索精神驱使他不断深入探索流体流动阻力的奥秘，为流体力学研究做出了重要贡献。在科研的道路上，往往会遇到各种难题和挑战，如实验设备故障、实验结果不理想等。但正是这种执着的探索精神，激励着科研人员不断尝试新的方法和技术，克服困难，最终取得突破。例如，在我国的航天、核能等领域，科研人员面对无数次的技术难题和失败，始终保持着执着的探索精

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>神，不断努力，最终实现了从无到有、从弱到强的跨越。</p> <p><b>（三）创新的思维方法</b></p> <p>尼古拉兹通过制作不同粗糙度的人工粗糙圆管进行实验，开创了一种新的研究方法。他突破了传统研究的局限，以独特的视角和创新的思维，揭示了流动阻力与雷诺数、相对粗糙度之间的关系。这种创新的思维方法是科研工作不断进步的动力源泉。在当今科技飞速发展的时代，创新显得尤为重要。只有不断创新，才能在激烈的国际竞争中立于不败之地。</p> <p>三、尼古拉兹实验与我国化工及相关领域发展的家国担当</p> <p><b>（一）我国化工及相关领域发展历程中的家国情怀</b></p> <p>回顾我国化工及相关领域的发展历程，无数科研人员和产业工人怀着对祖国的无限热爱和忠诚，投身到国家的建设和发展中。在新中国成立初期，面对国外技术封锁和国内工业基础薄弱的困境，他们自力更生、艰苦奋斗，为我国的化工事业奠定了初步基础。例如，在石油化工领域，科研人员通过自主研发和技术创新，逐步建立了我国自己的石油化工工业体系，打破了国外对石油化工技术的垄断，为国家的能源安全和经济发展做出了重要贡献。他们将个人的命运与国家的命运紧密相连，把对祖国的热爱转化为实际行动，这种家国情怀激励着一代又一代的化工人为国家的繁荣富强而不懈奋斗。</p> <p><b>（二）尼古拉兹实验精神对我国化工及相关领域发展的启示</b></p> <p>尼古拉兹实验所体现的科研精神对我国化工及相关领域的发展具有重要的启示作用。在化工生产中，流体流动阻力研究对于优化管道设计、降低能耗、提高生产效率具有重要意义。科研人员可以借鉴尼古拉兹的实验方法和精神，深入研究化工生产过程中的流体流动问题，开发出更加高效、节能的生产工艺和设备。同时，在面对化工领域的各种挑战和难题时，科研人员需要保持严谨的科学态度、执着的探索精神和创新的思维方法，勇于承担家国使命，为解决实际问题贡献自己的智慧和力量。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容行文规范，能够有效融入家国情怀，体现全方位育人的教育理念。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 评价者  | 王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例标题 | 风卷茅屋：一场流体力学与诗圣的跨时空对话                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 内容简介 | 本案例从流体力学角度分析《茅屋为秋风所破歌》中自然现象的科学本质，结合杜甫的诗歌创作，探讨科技与人文的内在联系。这种跨学科融合有助于培养学生的科学素养、人文情怀和社会责任感。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 关键词  | 流体力学；《茅屋为秋风所破歌》；科技与人文；社会责任                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 编写时间 | 2025-4-29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 育人主题 | 科学素养、人文情怀、社会责任感                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 素材长度 | 1776                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例正文 | <div style="text-align: center;">  <p>《茅屋为秋风所破歌》<br/>杜甫</p> <p>八月秋高风怒号<br/>卷我屋上三重茅</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p style="color: red;">1. 你能解释“风抬屋顶”的现象吗？</p> <p style="font-size: 2em;">↓</p> <p style="background-color: yellow; padding: 5px;">为什么流速大，压强小，流速小，压强大呢？</p> <p style="font-size: 2em;">↑</p> <p style="color: red;">2. 怎样才能预防和减少灾难的发生呢？</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">图1《茅屋为秋风所破歌》与流体力学</p> |

## 《茅屋为秋风所破歌》

——唐 杜甫

八月秋高风怒号，卷我屋上三重茅。  
茅飞渡江洒江郊，高者挂罥长林梢，下者飘转沉塘坳。  
南村群童欺我老无力，忍能对面为盗贼。  
公然抱茅入竹去，唇焦口燥呼不得，归来倚杖自叹息。  
俄顷风定云墨色，秋天漠漠向昏黑。  
布衾多年冷似铁，娇儿恶卧踏里裂。  
床头屋漏无干处，雨脚如麻未断绝。  
自经丧乱少睡眠，长夜沾湿何由彻！  
安得广厦千万间，大庇天下寒士俱欢颜！风雨不动安如山。  
呜呼！何时眼前突兀见此屋，吾庐独破受冻死亦足！

流体力学作为一门研究流体运动规律的科学，具有严谨的逻辑性和科学性；而《茅屋为秋风所破歌》则是唐代诗人杜甫的经典诗作，蕴含着深厚的人文情怀和社会责任感。从流体力学和《茅屋为秋风所破歌》入手，开展课程思政教学，不仅可以拓宽学生的知识视野，还能培养学生的科学精神、人文素养和社会责任感。

### 一、流体力学与《茅屋为秋风所破歌》中的自然现象

#### （一）流体力学基本原理

流体力学是研究流体（液体和气体）的力学运动规律及其应用的学科。它主要研究流体在静止和运动状态下的力学性质，包括流体的压力、流速、流量等参数之间的关系。流体力学的基本方程包括连续性方程、动量方程和能量方程，这些方程描述了流体在流动过程中的质量守恒、动量守恒和能量守恒。

#### （二）《茅屋为秋风所破歌》中的流体力学现象

在《茅屋为秋风所破歌》中，杜甫描绘了“八月秋高风怒号，卷我屋上三重茅”的景象。从流体力学的角度来看，这里涉及到了风对茅屋的作用力以及茅草在风力作用下的运动。风作为一种流体，当它以一定的速度吹过茅屋时，会对茅屋产生压力，这个压力就是风压。根据流体力学的伯努利原理，流体的流速越大，压力越小；流速越小，压力越大。在茅屋周围，由于茅屋的阻挡，空气流速会发

生变化，从而在茅屋表面产生压力差，这个压力差就是导致茅草被卷起的原因。

此外，“茅飞渡江洒江郊，高者挂胃长林梢，下者飘转沉塘坳”描述了茅草在风力作用下的运动轨迹。茅草在风中受到风力的作用，同时还会受到重力和空气阻力的影响。根据流体力学的运动学原理，物体在流体中的运动可以通过牛顿第二定律来描述，即物体的加速度与作用在物体上的合力成正比，与物体的质量成反比。在这个过程中，茅草的运动状态不断发生变化，其运动轨迹受到多种因素的共同影响。

## 二、流体力学与人文精神的思政内涵

### （一）科学精神

流体力学作为一门科学，具有严谨的逻辑性和实证性。它的研究过程需要科学家们进行大量的实验、观察和理论推导，以揭示流体运动的规律。这种科学精神体现在对真理的追求、对客观事实的尊重和对科学方法的运用上。在课程思政教学中，引导学生学习流体力学，可以培养他们的科学思维和实证精神，让他们明白在面对问题时，要通过科学的方法去分析和解决，而不是盲目猜测或主观臆断。

### （二）人文情怀

《茅屋为秋风所破歌》不仅描绘了自然现象，更表达了诗人对民生疾苦的深切关怀。杜甫在诗中写道“安得广厦千万间，大庇天下寒士俱欢颜，风雨不动安如山！呜呼！何时眼前突兀见此屋，吾庐独破受冻死亦足！”这种推己及人、舍己为人的精神，体现了深厚的人文情怀。在课程思政教学中，结合这首诗，可以引导学生关注社会、关爱他人，培养他们的社会责任感和同情心，让他们明白个人的发展离不开社会的支持，应该为社会的发展贡献自己的力量。

### （三）科技与人文的融合

流体力学和《茅屋为秋风所破歌》分别代表了科技和人文的不同领域，但它们之间存在着内在的联系。科技的发展可以为人文精神的表达提供新的手段和方式，而人文精神则可以为科技的发展提供价值导向和伦理约束。在课程思政教学中，通过这种跨学科的融合，可以让学生认识到科技与人文是相辅相成的，不能片面强调某一方面而忽视另一方面。只有将科技与人文有机结合起来，才能培养出具有全面素质和创新能力的人才。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>三、课程思政教学的实施策略</p> <p>（一）教学内容的融合</p> <p>在讲解流体力学知识时，可以引入《茅屋为秋风所破歌》中的相关内容，分析其中涉及的流体力学现象。例如，在讲解风压和流体运动原理时，结合诗歌中茅草被风卷起的情景，让学生更直观地理解这些科学概念。同时，在讲解诗歌时，引导学生从流体力学的角度去思考其中自然现象的科学本质，培养他们的科学思维。</p> <p>（二）教学方法的创新</p> <p>采用多样化的教学方法，如案例分析、小组讨论、角色扮演等，将思政元素融入到教学过程中。例如，可以组织学生进行小组讨论，让他们分析流体力学在社会发展中的应用以及《茅屋为秋风所破歌》中体现的人文精神对当代社会的启示。通过角色扮演，让学生模拟杜甫在茅屋被风吹破时的情景，体验他的心境，从而更好地理解诗歌中的人文情怀。</p> <p>（三）实践教学的拓展</p> <p>安排学生参与一些与流体力学相关的实践活动，如制作简易的风力发电机模型、进行流体流动实验等。在实践过程中，引导学生思考科技发展对社会的影响，以及作为科技工作者应该承担的社会责任。同时，鼓励学生开展社会调查，了解社会民生问题，结合《茅屋为秋风所破歌》中的人文精神，提出自己的解决方案，培养他们的社会责任感和实践能力。</p> <p>从流体力学和《茅屋为秋风所破歌》入手开展课程思政教学，具有丰富的思政内涵和教育价值。通过分析流体力学与诗歌中的自然现象，揭示科技与人文的内在联系，可以培养学生的科学精神、人文情怀和社会责任感。这种跨学科的课程思政教学模式也可以为其他课程的教学提供借鉴，推动课程思政教育的全面开展。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例揭示科技与人文的内在联系，可以培养学生的科学精神、人文情怀和社会责任感。这种跨学科的课程思政教学模式也可以为其他课程的教学提供借鉴，推动课程思政教育的全面开展。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-026                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 案例标题 | 185 米水深的“奠基”密码：流体静力学与大国脊梁                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例来源 | 百度、中国知网                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 内容简介 | 本案例以三峡大坝工程为对象，从流体静力学原理出发，剖析了这一大国重器背后蕴含的科学密码。揭示了化工原理对国家重大工程的支撑作用。培养学生运用知识解决复杂工程问题的能力，并引导其树立科技报国的理想追求。                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 关键词  | 三峡大坝；流体静力学；家国情怀；职业素养                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编写时间 | 2025-5-6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 育人主题 | 工程与自然和谐共生、科技报国、造福人类                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 素材长度 | 2040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 案例正文 | <p>流体静力学作为流体力学的重要分支，研究静止流体的力学规律及其应用。其核心理论深刻影响着水利工程的设计与建造。三峡大坝这一当今世界规模最大的水利枢纽工程（坝高 185 米，长 2335 米，正常蓄水位 175 米），正是流体静力学理论的卓越实践载体。</p> <p><b>静压强的方向特性</b>是流体静力学的第一基本原理：“静止流体中的应力方向永远沿作用面内法线方向”。这一特性表明静止流体不承受剪切力，仅存在垂直于接触面的压应力。在三峡大坝的设计中，工程师精确计算了水体对坝体表面的垂直压强分布，确保坝体结构能够完全抵抗这一巨大压力。根据静压强方向特性，三峡大坝迎水面承受的水压力始终垂直指向坝体内部，这一力学特征决定了大坝基础必须具有极强的抗压能力。</p> <p><b>静压强的分布规律</b>由流体平衡微分方程推导得出，在重力场中表现为著名的</p> |

静力学基本方程： $p = p_0 + \rho gh$ （其中  $p$  为某点压强， $p_0$  为表面压强， $\rho$  为流体密度， $g$  为重力加速度， $h$  为该点淹没深度）。这一方程揭示了三峡库区内压强分布的规律——随水深线性增加，在坝底达到最大值。例如，当三峡蓄水至 175 米正常水位时，坝踵处承受的静水压强高达 1.725 MPa（约相当于 172.5 米水柱压力）。如此巨大的压强分布对大坝结构的稳定性提出了严苛要求。

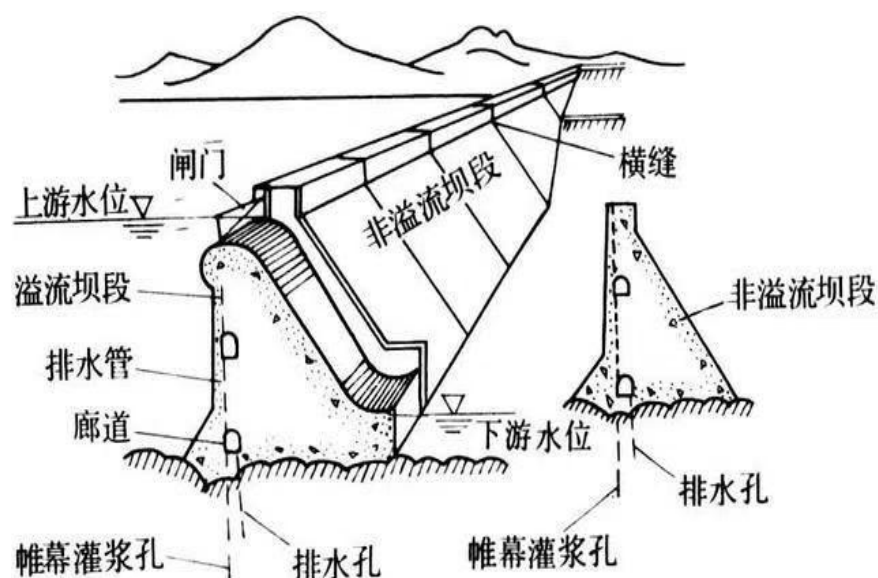


图 1 三峡大坝结构图



图 2 三峡大坝图

大坝结构的科学依据正是基于上述静水压力分布特性。三峡大坝采用了上窄下宽的梯形截面，底部宽度达 126 米，而顶部宽度仅 40 米。这一设计完美契合

了流体静压强的三角形分布规律——水压力随深度增加而线性增大，因此坝体下部需要更大的断面面积来抵抗更大的水压力。同时，宽阔的坝基有效延长了渗流路径，增强了抗渗性能；增加了坝体自重，提高了抗滑稳定性。这种符合自然规律的设计理念，体现了“道法自然”的工程哲学。

### 育人视角下的工程启示

三峡工程的建设历程与科技成就为高等工程教育提供了多维育人价值。从流体静力学基础理论到工程创新实践，这一大国重器的案例启示我们重新思考工程教育的本质与方向。

#### （1）基础理论与工程实践的辩证统一

三峡工程的成功深刻诠释了基础科学对国家重大工程的支撑作用。流体静力学的基本方程（ $p = p_0 + \rho gh$ ）看似简单，却是大坝结构设计的核心依据；曲面总压力计算理论虽已百年历史，却能在船闸设计中焕发新生。在讲授流体静压强特性时，应引入大坝断面设计案例，使学生理解抽象公式的现实意义；通过设计“计算大坝不同高程承受静水压力”等课题，训练学生运用理论解决实际问题的能力；引导学生思考密度 $\rho$ 、水深 $h$ 等参数变化对大坝受力的影响（如泥沙淤积增加 $\rho$ ，洪水位升高 $h$ 等）培养学生的参数敏感性思维。正如邓华锋教授团队在三峡库岸研究中发现，库水位在 145-175 米间周期性升降形成的“消落带”，改变了岸坡岩体原有的静水压力分布与渗流场，导致岩体劣化加速。这一现象为流体静力学教学提供了鲜活的动态案例——静水压力并非一成不变，而是随环境条件变化的动态过程。

#### （2）多学科交叉的系统工程思维

三峡工程突破的诸多技术难题证明，现代工程创新依赖于多学科深度交叉。从混凝土材料科学（“三掺一低”技术）到智能监测系统（10 万只传感器实时监控），从生态保护到灾害防治，三峡工程融合了力学、材料、机械、电子、生态等多领域知识。李洋波团队将 3D 打印技术与水利工程结合，开发出建筑结构一体化打印技术；鲍刚教授将无人机智能控制技术应用于电力巡检。这些前沿探索展示出学科交叉的强大生命力，为工程教育提供了创新范式。

#### （3）科技伦理与工程责任的思政融入

三峡工程蕴含的科技伦理与工程责任意识，是课程思政的宝贵资源。在教学

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>中应引导学生思考：三峡工程从规划设计阶段就将鱼类洄游通道、生态调度纳入考量，体现了<b>工程与自然和谐共生</b>的理念；近五年我国实施 1.8 万座水库除险加固，2022-2024 年连续三年水库无一垮坝，<b>彰显了“生命至上”的工程伦理观</b>；三峡工程作为清洁能源基地，在我国<b>碳达峰、碳中和</b>战略中的关键作用。</p> <p>大国重器之“重”，在于惠及民生的底气。许多国之重器，在日常生活中或许不易被感知，却润物无声地滋养着安居乐业的美好，我们正是在日用而不觉的氛围中，享受着大国重器奠基下的便利生活。</p> <p>这一深刻论述应融入工程伦理教育，引导学生理解工程技术最终服务于人民福祉的本质目标。同时，郑守仁院士“一生最大的挑战，也是最大的荣耀”的奉献精神，以及数万建设者的集体奋斗。</p> <p><b>结语</b></p> <p>三峡大坝作为中国水利工程的巅峰之作，完美诠释了从化工原理（流体静力学）到工程创新（材料、结构、工艺突破）再到综合效益（防洪、发电、生态）的完整链条。其建设历程启示我们，基础理论是工程创新的源泉，多学科交叉是突破技术瓶颈的路径，而科技伦理则是工程可持续发展的保障。</p> <p>在建设新工科的背景下，作为一名高校老师应深入挖掘“大国重器”中的科学密码与精神内涵。通过将三峡工程等典型案例融入教学，我们不仅要培养学生扎实的理论功底和创新能力，更要塑造其科技报国的理想追求与造福人类的工程伦理观。唯有如此，才能培育出担当民族复兴大任的新时代工程师，使一座座象征人类智慧的“工程丰碑”继续在中华大地上崛起，为世界贡献更多中国智慧与中国方案。</p> |
| 分析评价 | 案例内容有明确的思政元素和育人目标，教学内容融入案例之中，能突出育人内涵。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 评价者  | <div>            王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院         </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|      |                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-027                                                                               |
| 案例标题 | 范宁公式里的中国力量                                                                                 |
| 案例来源 | 原创                                                                                         |
| 内容简介 | 本案例以范宁公式的诞生与发展为切入点，深入剖析其中蕴含的科学探索精神、工程伦理以及团队协作等思政元素。探讨如何将这些思政元素融入教育，培养学生的科学素养、社会责任感和工程伦理意识。 |
| 关键词  | 范宁公式；科学探索精神；工程伦理；团队协作                                                                      |
| 编写时间 | 2025-5-7                                                                                   |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                 |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                      |
| 育人主题 | 科学探索精神；工程伦理；团队协作                                                                           |
| 素材长度 | 1952                                                                                       |
| 案例正文 | <div data-bbox="434 1310 1265 1863" data-label="Image"> </div> <p>图 1 范宁公式与直管阻力</p>        |

范宁公式

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2g}$$

$$\Delta p_f = \rho g h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho u^2}{2}$$

$$W_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2}$$

图 2 范宁公式

范宁公式作为流体力学领域的重要公式，用于计算管道流体的阻力，在工程设计和流体流动分析中具有不可替代的作用。其诞生与发展不仅体现了科学家们对科学真理的不懈追求，也蕴含着丰富的工程伦理和团队协作精神。在当今科技飞速发展的时代，深入挖掘范宁公式背后的思政元素，并将其融入教育，对于培养学生的科学素养、社会责任感和工程伦理意识具有重要意义。

**思政元素：**以范宁公式的诞生与发展为切入点，挖掘其中蕴含的科学探索精神、工程伦理以及团队协作等思政元素。培养学生的科学素养、社会责任感和工程伦理意识。

## 一、范宁公式的诞生背景与科学探索精神

### （一）诞生背景

19 世纪末，随着工业革命的推进，管道输送在化工、能源等领域得到广泛应用。然而，如何准确计算流体在管道中的阻力成为当时工程领域亟待解决的问题。在此背景下，英国工程师罗伯特·范宁通过大量的实验和理论研究，提出了范宁公式，为解决流体阻力计算问题提供了重要的理论依据。

### （二）科学探索精神

范宁公式的提出过程充分体现了科学探索精神。范宁在面对复杂的流体流动问题时，没有局限于已有的知识和方法，而是勇于开展实验研究，通过不断尝试和改进，最终总结出了范宁公式。这种不畏艰难、勇于探索未知的精神，是推动科学进步的重要动力。在当今科技发展中，我们同样需要这种科学探索精神，鼓

励学生敢于质疑传统理论，勇于提出新的观点和方法，培养他们的创新意识和实践能力。

## 二、范宁公式的研究历程与团队协作精神

### （一）研究历程

范宁公式提出后，并没有立即得到广泛认可和应用。随着研究的深入，科学家们发现沿程阻力系数  $\lambda$  与流体流动状态（层流、湍流）、管道粗糙度等因素有关。为了更准确地计算流体阻力，后续的科学家用不断对范宁公式进行改进和完善，提出了各种计算沿程阻力系数的方法和模型。这一研究历程是众多科学家共同努力的结果，体现了团队协作精神的重要性。

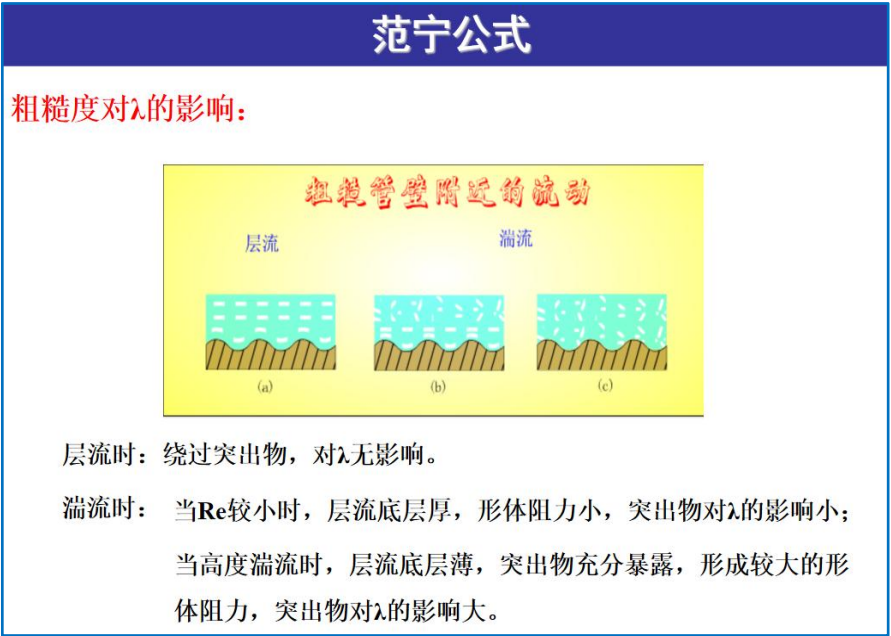


图 3 粗糙度对  $\lambda$  的影响

### （二）团队协作精神

在范宁公式的研究过程中，不同学科的科学家用们相互合作、相互交流。流体力学专家、材料科学家、实验工程师等各领域的专业人才共同参与，从不同的角度对流体阻力问题进行研究。他们通过分享实验数据、交流研究成果，不断完善范宁公式的应用。这种团队协作精神不仅促进了范宁公式的发展，也为解决复杂的工程问题提供了有效的方法。在工程教育和实践中，应注重培养学生的团队协作能力，让他们学会与不同专业背景的人合作，共同攻克技术难题。

## 三、范宁公式的应用影响与工程伦理意识

### （一）应用影响

范宁公式广泛应用于化工、能源、机械等多个领域，对工程设计和流体流动分析产生了深远影响。在化工生产中，合理运用范宁公式可以优化管道设计，降低流体输送阻力，提高生产效率，减少能源消耗。在能源领域，如石油、天然气的输送管道设计中，准确计算流体阻力对于保障输送安全、降低运营成本至关重要。范宁公式的应用为工程领域的发展提供了有力支持，推动了相关产业的技术进步。

### （二）工程伦理意识

范宁公式的应用也涉及到工程伦理问题。例如，在管道设计中，如果为了降低成本而选择不合适的管道直径或忽视管道粗糙度的影响，可能会导致流体阻力增大，能源消耗增加，甚至引发安全事故。这就要求工程师在设计过程中充分考虑社会效益和环境效益，不仅要追求经济效益，还要确保工程的安全性和可靠性。通过范宁公式的应用案例，可以培养学生的工程伦理意识，让他们明白作为工程师，肩负着对社会和公众的责任，必须遵循职业道德和规范，做出符合伦理要求的决策。

## 三、将范宁公式思政元素融入教育的途径

### （一）课堂教学

在讲授范宁公式时，教师可以通过介绍其诞生背景、研究历程和应用案例，将科学探索精神、团队协作精神和工程伦理意识等思政元素融入教学内容。例如，讲述范宁在提出公式过程中的艰辛和坚持，引导学生学习他的科学探索精神；通过分析团队合作解决流体阻力问题的案例，培养学生的团队协作能力；讨论工程设计中因忽视伦理而导致的后果，增强学生的工程伦理意识。

### （二）实践教学

组织学生进行与范宁公式相关的实验或项目设计，让学生在实践中亲身体验科学探索的过程和团队协作的重要性。在实验或项目设计中，设置一些需要学生考虑工程伦理因素的环节，如如何优化管道设计以降低能源消耗和环境污染，让学生在实践中培养工程伦理意识。

### （三）案例讨论

选取一些与范宁公式应用相关的实际工程案例，组织学生进行讨论。让学生

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>分析案例中工程师的决策过程和行为是否符合工程伦理要求，探讨如何在工程设计中平衡经济效益、社会效益和环境效益。通过案例讨论，提高学生的批判性思维能力和工程伦理判断能力。</p> <p>范宁公式的诞生与发展蕴含着丰富的科学探索精神、工程伦理和团队协作等思政元素。将这些思政元素融入教育，对于培养学生的科学素养、社会责任感和工程伦理意识具有重要意义。通过课堂教学、实践教学和案例讨论等多种途径，让学生在掌握范宁公式专业知识的同时，树立正确的价值观和人生观，成为具有创新精神和工程伦理素养的高素质人才，为推动工程领域的发展和社会的进步贡献力量。</p> |
| 分析评价 | <p>案例以范宁公式的诞生与发展为切入点，深入剖析其中蕴含的科学探索精神、工程伦理以及团队协作等思政元素。通过回顾范宁公式的提出背景、研究历程及应用影响，阐述其在工程领域及社会发展中的重要作用，并探讨如何将这些思政元素融入教育，培养学生的科学素养、社会责任感和工程伦理意识。案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。</p>                                                                                                             |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-028                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例标题 | “7-11”物理学家的光荣与梦想                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 案例来源 | 神州学人网                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 内容简介 | 从沂蒙山区的放牛娃到人民大会堂的领奖台，薛其坤用三十年诠释了“奋斗即幸福”的科学家人生。他的故事不仅是个人传奇，更激励着新一代科研人以“揭晓自然谜题”为志趣，在破解高温超导等“世纪难题”中续写华章。                                                                                                                                                                |
| 关键词  | 敢为人先；感恩国家；艰苦磨砺；享受科学                                                                                                                                                                                                                                                |
| 编写时间 | 2025-5-8                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 育人主题 | 敢为人先、感恩国家、艰苦磨砺、享受科学                                                                                                                                                                                                                                                |
| 素材长度 | 2565                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例正文 | <div data-bbox="331 1326 1377 1733" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;"><b>图 1 热辐射</b></p> <p>根据传热机理的不同，热量传递的基本方式有三种：即热传导、热对流和热辐射。热辐射，又称辐射传热，是物质由于本身温度的原因激发产生电磁波而被另一低温物体吸收后，又重新全部或部分地转变为热能的过程。因此辐射传热，不仅是能量的传递，还同时伴随有能量形式的转化。另外，辐射传热不需要任何</p> |

介质作媒介，它可以在真空中传播。

在当代物理学研究的宏大版图中，**热辐射**作为经典物理与现代量子物理交织的关键领域，始终是科学探索的前沿阵地。薛其坤教授作为该领域的杰出学者，凭借深厚的理论功底与卓越的实验技艺，成为热辐射研究的重要推动者。他长期致力于热辐射能量传递机制、量子效应调控等核心问题的攻关，通过创新实验设计与精密数据分析，揭示了热辐射在微观尺度下的非经典行为，为热辐射理论体系的完善提供了关键证据。其研究成果不仅深化了人们对热辐射本质的理解，更为热辐射在能源转换、信息传输等领域的工程应用开辟了新路径。

“管它什么内卷、外卷、上卷、下卷，希望青年人能够有定力，保持‘不管风吹浪打，胜似闲庭信步’的状态。”近期，中国科学院院士、南方科技大学校长薛其坤在科学网“院士与科学基金”系列直播访谈中回答网友提问“如何看待内卷”时这样说，“相信你们都是有智慧的青年，一定可以找到解决办法。”同时，他也在直播间求助网友：“同事们过去都喊我‘7-11 教授’，但现在作为导师、研究团队负责人、校长，如何分配好时间和精力，是我面临的一个难题。希望网友给我出出主意！”



图 2 薛其坤

早 7 点到实验室、晚 11 点离开的奋斗精神让薛其坤得名“7-11 教授”，而这也正是他从“山里娃”成长为世界知名物理学家的法宝之一。

### **敢为人先，建造电子“高速公路”**

“量子反常霍尔效应”是描述电子在微观世界运动规律的全新科学效应，也

是薛其坤最广为人知的一项科学发现。要理解量子反常霍尔效应，需要从量子霍尔效应开始。后者指的是在外加的强磁场作用下，电子运动像高速公路上行驶的汽车一样分道行驶，互相不干扰，从而降低电子产品能耗。而前者中“反常”二字则意味着在没有外加磁场条件下，只靠材料本身的性质就可以实现电子的“高速公路”。显然，找到一种合适的材料成为实现量子反常霍尔效应的关键。

2006 年前后，一种被称为“拓扑绝缘体”的全新材料在物理学理论中横空出世，这引起了薛其坤的注意。“形象地说，这是一类‘两不像’材料，介于导电材料和绝缘材料之间，相当于往陶瓷或玻璃上镀了一层导电薄膜。”薛其坤告诉《中国科学报》。当时，选择拓扑绝缘体作为实现量子反常霍尔效应的突破口需要很大的勇气。薛其坤回忆：“拓扑绝缘体刚刚在理论上被提出来，现实中、实验中会怎么样，谁也不知道，都是不确定的。”

2008 年开始，薛其坤带领团队开始制备拓扑绝缘体，勇闯量子反常霍尔效应的“无人区”，努力开拓人类知识的新疆域。经过 4 年努力，2012 年底，他们终于在实验室观测到不需要外加磁场的量子反常霍尔效应。几个月后，这项研究成果正式在国际学术期刊《科学》上发表。

因为这项重要的科学发现，薛其坤迎来人生的高光时刻，他和团队站上人民大会堂的领奖台，获得 2018 年度国家自然科学奖一等奖。



图 3 薛其坤院士获得最高国家科学技术奖

感恩国家，“山里娃”迎来春天

为什么团队能够获得这项重要突破？薛其坤认为，除了敢于挑战最新科技前

沿的勇气以及尖端实验技术和方法的长期积累，还离不开团队几十年如一日坐“冷板凳”，克服诸多困难。“要知道，人的一生不总是一帆风顺，在完全未知的领域探索，可能两三年都在重复做一件事，没有任何进展的时候，会感到非常沮丧。”薛其坤说，所幸青少年时期的生活为自己形成吃苦耐劳的品质奠定了基础。

薛其坤出生在山东沂蒙山区的一个农村家庭。“我的家乡在革命老区，民风淳朴，我小时候生活条件比较艰苦，每年青黄不接的时候，饭都吃不饱。”回忆过去，薛其坤说，经历过生活的艰难，感到其他的艰苦都算不了什么。“改革开放后，国家恢复了高考，给我们这些山里的孩子提供了一个走出大山、走向城市、走向更广阔天地的绝佳机会，给了我们极大的精神鼓励。”他表示。在改革开放的春风里，作为一名有志青年，薛其坤怀揣梦想努力备考，最终考进山东大学，成为第四批上大学的幸运儿。从此，这个“山里娃”的逐梦之旅，踏上了时代的每一个步点。20世纪90年代，薛其坤出国深造，先后在日美留学、工作8年。他坦承：“在国外工作期间，我看到我们国家的方方面面和世界发达国家相比，存在比较大的差距。我希望能够为国家建设贡献自己的一份力量。”

机会总是留给有准备的人。1994年，国家自然科学基金开始设立人才基金，也就是今天科研人都熟悉的“国家杰出青年科学基金项目”（以下简称杰青）。正在美国留学的薛其坤得知这个消息后提交申请书，不久后获得通过，坚定了他回国创业的信心。

“当时杰青项目的及时设立，为海外工作的年轻人回国创业创造了非常好的机会，既是精神上的鼓励，也是经费上的支持。”薛其坤表示。

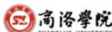
回首奋斗历程，薛其坤发自内心地感恩国家发展给个人提供实现理想、追逐梦想的机遇。他寄语青年科研人抓住每一个机遇，与时代一起成长。

### **享受科学，做幸福的奋斗者**

在许多和薛其坤一起学习、工作过的人看来，他的奋斗历程充满了正能量，“7-11教授”名副其实。

“我1992年加入日本东北大学樱井利夫教授实验室，他的实验室要求严格是出了名的，作息上要求大家早7点之前到，晚11点以后才能离开。”经过一段时间的努力，薛其坤适应了这工作节奏，回国之后也很自然地坚持了下来。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>“1999 年我刚回国没多久，加上国内早 7 点开门、晚 11 点关门的便利店刚刚兴起，同事们就给我取了‘7-11 教授’这个外号，我理解这是称赞我工作比较努力。”薛其坤告诉《中国科学报》。</p>  <p>图 4 薛其坤院士认真工作的状态</p> <p>按照他的理解，其他很多职业也需要从业者花费很长时间在工作上，有的甚至是重复劳动，没有一样工作不辛苦。“但是，我们探索的是未知，但凡取得了一点小小的进展，就会感到兴奋、快乐，这种感觉其他职业是感受不到的哦！”薛其坤带点“凡尔赛”地说，“我们做基础科学研究，有一种只可意会、不可言传的幸福。”如今，在量子反常霍尔效应之后，薛其坤还在继续享受着为科学奋斗带来的快乐。他带领团队瞄准了下一个难题，即在更高的温度下甚至室温下尝试观测量子反常霍尔效应。</p> <p>高温超导机理则是薛其坤团队想要攻克的另一个难题。自从 1986 年高温超导现象被首次发现以来，众多凝聚态物理学家都在苦心钻研其形成机理。如今，薛其坤正带领清华大学、南方科技大学的团队开展研究。</p> <p>他充满期待地说：“如果我们把谜底揭开了，就有可能设计出高温超导材料，在室温下甚至更高温度下实现超导，从而实现超级电导现象，这将对全人类的重要贡献。”</p> |
| 分析评价 | 这一案例深刻诠释了爱国、创新、求实、奉献的科学家精神内核，是开展理想信念教育的鲜活教材。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 评价者  | 王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-029                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 案例标题 | 对流传热里的“热”与“德”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 内容简介 | 本案例以化工原理“对流传热”章节为切入点，深入挖掘该章节蕴含的思政元素，包括科学精神、工程伦理、可持续发展理念等，旨在培养学生的科学素养、社会责任感和职业道德，实现知识传授与价值引领的有机统一。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 关键词  | 对流传热；科学精神；工程伦理；可持续发展                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 编写时间 | 2025-5-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 育人主题 | 科学精神、工程伦理、可持续发展                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 素材长度 | 2180                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例正文 | <div data-bbox="421 1326 1279 1821" data-label="Image"> <p style="text-align: center;"><b>第三节 对流传热</b></p> <p><b>一 基本概念</b></p> <p><b>对流传热：</b>运动流体与固体壁面之间的热量传递过程，依靠流体质点的移动进行热量传递，与流体流动状况密切相关。</p> <p><b>载热体：</b>运载热量的流体。</p> <p style="margin-left: 40px;"> <span style="color: red;">{</span> <b>加热剂：</b>起加热作用的流体<br/> <span style="color: red;">{</span> <b>冷却剂：</b>起冷却作用的流体 </p> <p><b>热交换：</b>冷、热流体通过壁面进行热量传递的过程。</p> <p><b>并、逆流：</b>两股流体流向相同（相反）的流动。</p> <p style="text-align: left;">  商洛学院 <span style="float: right;">第38页</span> </p> </div> <p style="text-align: center;"><b>图 1 对流传热</b></p> <p>化工原理作为化工及相关专业的重要基础课程，承担着传授专业知识和培养学生工程能力的重要任务。“对流传热”作为化工原理中的核心章节之一，不仅</p> |

涉及复杂的物理原理和数学计算，更蕴含着丰富的思政教育资源。在新时代背景下，将思政教育融入专业课程教学，是落实立德树人根本任务、培养德才兼备的高素质化工人才的关键举措。因此，深入挖掘“对流传热”章节的思政元素，探索课程思政的实施路径，具有重要的现实意义。

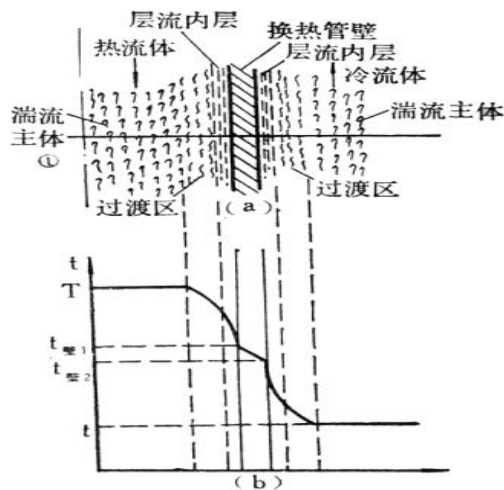


图 3 换热管壁两侧流体流动状况及温度分布

### 一、“对流传热”章节中的思政元素剖析

#### （一）科学精神：探索真理的执着追求

对流传热现象的研究历史悠久，众多科学家通过不懈努力，逐步揭示了对流传热的规律和机理。从牛顿提出冷却定律，到努塞尔特、普朗特等科学家建立对流传热的理论体系，每一步进展都凝聚着科学家们对真理的执着追求和勇于探索的精神。在教学过程中，通过介绍这些科学家的研究历程和贡献，引导学生学习他们严谨的治学态度、敢于质疑的创新精神和锲而不舍的钻研精神，培养学生树立科学的世界观和方法论，鼓励学生在专业学习和研究中勇于探索未知领域，追求真理。

表 1 各特征准数的名称、符号和含义

| 准数名称    | 符号                                           | 含义                |
|---------|----------------------------------------------|-------------------|
| 努塞尔特准数  | $Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$              | 表示对流传热的准数         |
| 雷诺准数    | $Re = \frac{lu\rho}{\mu}$                    | 反映流体的流动型态和湍动程度    |
| 普兰德准数   | $Pr = \frac{c\mu}{\lambda}$                  | 反映与传热有关的流体物性      |
| 格拉塞霍夫准数 | $Gr = \frac{l^3\rho^2g\beta\Delta t}{\mu^2}$ | 反应由于温度差而引起的自然对流强度 |

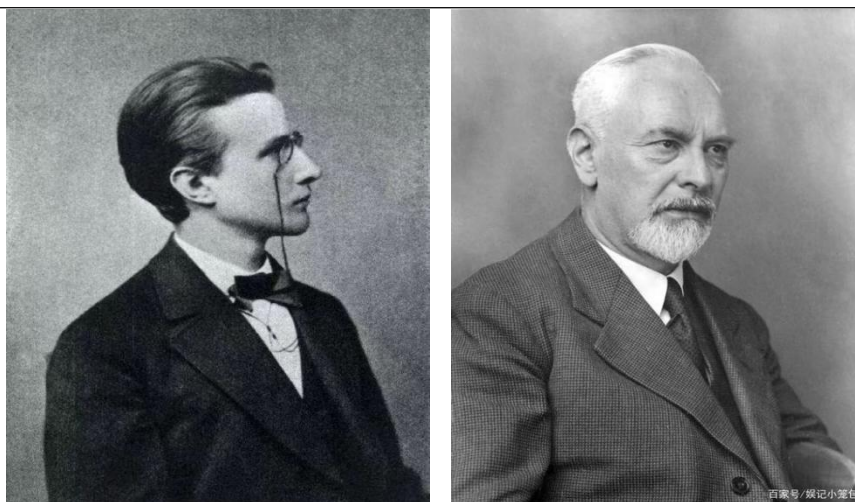


图 3 (a) 努塞尔特

(b) 普朗特

### (二) 工程伦理：责任与担当的深刻体现

在对流传热设备的设计、选型和操作过程中，工程伦理贯穿始终。工程师需要综合考虑设备的安全性、经济性、环保性等多方面因素，确保设备在满足生产需求的同时，不对人员、环境和社会造成危害。例如，在设计换热器时，若仅追求提高传热效率而忽视设备的结构强度和耐压能力，可能导致设备在运行过程中发生破裂，引发安全事故；若在操作过程中为了降低成本而违规排放热量，可能造成能源浪费和环境污染。通过分析这些实际案例，引导学生认识到工程伦理的重要性，培养学生的社会责任感和职业道德，使学生在未来的工程实践中能够坚守伦理底线，做出正确的决策。

### (三) 可持续发展理念：绿色化工的必然要求

随着全球对环境保护和可持续发展的关注度不断提高，化工行业面临着转型升级的巨大压力。对流传热作为化工生产过程中的关键环节，其能源利用效率和环保性能直接影响着化工行业的可持续发展。在教学过程中，引入节能减排、绿色化工等理念，引导学生思考如何通过对流传热技术的优化和创新，降低能源消耗，减少污染物排放，实现化工生产的高效、清洁和可持续发展。例如，介绍新型高效换热器的研发和应用，以及利用余热回收技术提高能源利用率等案例，培养学生的环保意识和可持续发展观念，使学生认识到化工行业在推动经济社会发展中的重要作用，同时也肩负着保护环境、实现可持续发展的重大责任。

## 二、课程思政融入“对流传热”教学的实践路径

### (一) 案例教学法：以真实案例引发思考

在教学过程中，结合对流传热的知识点，引入相关的工程案例和科研故事，引导学生分析案例中涉及的工程伦理问题、科学精神体现以及可持续发展理念的应用。例如，在讲解换热器设计时，引入某化工厂因换热器设计不合理导致泄漏事故的案例，让学生分析事故原因，探讨在设计过程中应如何遵循工程伦理原则，确保设备的安全性和可靠性；在介绍对流传热强化技术时，讲述科研人员为了提高传热效率，不断尝试新方法、新材料的创新历程，激发学生的探索精神和创新意识。通过案例分析，使学生深刻理解专业知识与思政元素的内在联系，将思政教育融入专业学习的全过程。

#### （二）问题导向教学法：在思考中深化认知

以问题为导向，设计一系列与对流传热相关的思政问题，引导学生进行深入思考和讨论。例如，在讲解对流传热系数的影响因素时，提出问题：“在实际工程中，如何平衡提高传热效率与降低能源消耗之间的关系？”让学生结合所学知识，从科学、经济、环保等多个角度进行分析和讨论，培养学生的综合思维能力和解决实际问题的能力，同时引导学生树立正确的价值观和发展观。在讨论过程中，鼓励学生发表不同观点，通过思想碰撞，深化对思政元素的理解和认识。

#### （三）实践教学法：在实践中强化责任意识

安排对流传热相关的实验课程和课程设计，让学生在实践中亲身体验对流传热技术的应用和工程决策的过程。在实验课程中，要求学生严格按照操作规程进行实验，培养学生的严谨态度和科学作风；在课程设计中，设置实际工程问题，让学生以小组为单位进行对流传热设备的设计和选型，引导学生综合考虑技术、经济、环保等因素，做出合理的决策。通过实践教学，使学生将所学的思政理念转化为实际行动，强化学生的工程伦理意识和社会责任感。

#### （四）教师言传身教：以榜样力量感染学生

教师作为课程思政的实施者，其自身的言行举止对学生具有重要的示范作用。在教学过程中，教师要注重自身品德修养和职业素养的提升，以严谨的治学态度、高尚的道德情操和强烈的社会责任感感染学生。教师要积极关注行业动态和社会热点问题，将最新的科研成果和行业信息融入教学内容，引导学生树立正确的专业理想和职业目标。同时，教师要尊重学生的个性差异，关心学生的学习和生活，建立良好的师生关系，为课程思政的有效实施创造良好的氛围。

|      |                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>“对流传热”章节作为化工原理课程的重要组成部分，蕴含着丰富的思政教育资源。通过深入挖掘该章节中的科学精神、工程伦理和可持续发展理念等思政元素，并采用案例教学、问题导向教学、实践教学等多种教学方法，将思政教育有机融入专业课程教学，能够培养学生的科学素养、社会责任感和职业道德，实现知识传授与价值引领的有机结合。</p> |
| 分析评价 | <p>以化工原理“对流传热”章节为切入点，深入挖掘该章节蕴含的思政元素，包括科学精神、工程伦理、可持续发展理念等。通过分析对流传热知识体系与思政教育的内在联系，结合实际教学案例，探讨在专业课程教学中融入思政教育的有效途径，旨在培养学生的科学素养、社会责任感和职业道德，实现知识传授与价值引领的有机统一。</p>       |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                     |

|      |                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-030                                                                                                                                                                       |
| 案例标题 | 方程守护“一泓北上”：南水调水的育人源泉                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                 |
| 内容简介 | 本案例以南水北调工程中的流量分配为切入点，结合连续性方程，探讨其中的育人价值。通过分析南水北调工程流量分配的科学依据，阐述连续性方程在工程中的作用，并挖掘所体现的家国情怀、科学精神、责任担当思政元素。                                                                               |
| 关键词  | 南水北调；流量分配；连续性方程；育人价值                                                                                                                                                               |
| 编写时间 | 2025-5-10                                                                                                                                                                          |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                         |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                              |
| 育人主题 | 家国情怀、科学精神、责任担当                                                                                                                                                                     |
| 素材长度 | 2269                                                                                                                                                                               |
| 案例正文 |  <p style="text-align: center;"><b>图1 一江清水供京津</b></p> <p>水是生命之源，是人类社会生存与发展的重要基础。然而，我国水资源分布</p> |

极不均衡，南方水多、北方水少，这种时空分布不均的状况严重制约了北方地区的经济社会发展。为解决这一问题，国家实施了南水北调这一跨世纪的宏伟工程。南水北调工程通过东、中、西三条调水线路，将长江流域丰富的水资源调配到缺水的华北和西北地区，实现了水资源的优化配置。在这一过程中，流量分配是确保工程顺利运行、实现水资源高效利用的关键环节，而连续性方程则为流量分配提供了坚实的理论基础。



图2 丹江水

商洛与南水北调工程关系紧密，它是南水北调中线工程重要水源汇集区与供给地，调水量占中线工程调水总量超 20%。商洛地处秦岭腹地，丹江等河流发源于此，为中线工程提供源源不断的优质水源。为保障“一泓清水永续北上”，商洛承担起重大政治责任，关闭高污染企业、推进水污染防治项目、加强生态修复，全力守护水源地生态环境。同时，商洛积极践行“两山”理念，依托良好生态发展生态旅游、冷水鱼养殖等产业，让生态保护与经济发展形成良性循环，为南水北调工程贡献力量。

一、南水北调工程流量分配的科学依据——连续性方程

（一）连续性方程的基本原理

连续性方程是流体力学中的基本方程之一，它基于质量守恒定律，描述了流体在流动过程中质量的变化规律。在一维流动情况下，连续性方程可表示为：

$q_m = \rho_1 u_1 A_1 = \rho_2 u_2 A_2 = \cdots = \rho u A = Const$ 。该方程表明，在稳定流动状态下，单位时间内通过某一断面的流体质量等于该时段内从上游断面流入和下游断面流出的流体质量之差，即流体的输入与输出在任意时刻都保持平衡。

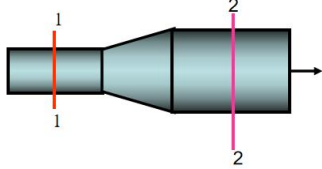
**质量守恒——连续性方程**

**前提:** ① 定态流动系统;  
② 管路中流体无增加和漏损。

$$q_{m1} = q_{m2}$$

$$\rho_1 u_1 A_1 = \rho_2 u_2 A_2$$

推广至任意截面



(a) (b)

—— 连续性方程


 南航学院

图 3 连续性方程

**质量守恒——连续性方程**

若流体是**不可压缩性**的液体，则其密度不变， $\rho_1 = \rho_2$  即 (b)

式可写成

$$u_1 A_1 = u_2 A_2 \quad (c)$$

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad (d)$$

即**流速与截面积成反比**。对于圆形截面的管子  $A = \pi d^2/4$ ，

式

$$\frac{u_1}{u_2} = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 \quad (e)$$

即**流速与管径的平方成反比**。


 南航学院

图 4 连续性方程

## （二）连续性方程在南水北调流量分配中的应用

南水北调工程涉及众多渠道、泵站、水闸等水利设施，水流在这些设施中的流动过程复杂多变。为确保工程各部分的流量分配合理，满足不同地区的用水需求，必须运用连续性方程进行精确计算和分析。例如，在渠道输水过程中，通过测量渠道不同断面的水位和流速，结合渠道的几何形状，可以计算出过水断面面积  $A$  和流量  $Q$ 。根据连续性方程，当渠道水流为稳定流动时，各断面的流量应保持相等。如果某一断面流量发生变化，必然会引起上下游断面流量的相应调整，通过实时监测和调控，保证整个渠道系统的流量平衡。

在泵站提水过程中，连续性方程同样发挥着重要作用。泵站的提水能力决定了其出口的流量，而出口流量又与下游渠道的流量分配密切相关。通过合理设计

泵站的运行参数，确保泵站提水量与下游渠道的输水能力相匹配，避免出现水流拥堵或断流现象，从而实现流量的合理分配。

## 二、南水北调流量分配中蕴含的育人价值

**思政元素：**以南水北调工程中的流量分配为切入点，结合连续性方程原理，深入探讨其中蕴含的育人价值。并挖掘其中所体现的家国情怀、科学精神、责任担当等思政元素。

### （一）家国情怀的培养

南水北调工程是一项功在当代、利在千秋的伟大工程，它体现了国家对人民福祉的高度关注和对经济社会可持续发展的长远谋划。在流量分配过程中，需要统筹考虑全国水资源格局和各地区的发展需求，这背后是国家利益与人民利益的紧密结合。通过学习南水北调流量分配的知识，学生能够深刻认识到国家实施这一工程的重大意义，增强对国家的认同感和归属感，培养为国家繁荣富强贡献力量的家国情怀。

### （二）科学精神的塑造

连续性方程作为南水北调流量分配的科学依据，体现了科学研究的严谨性和精确性。在工程实践中，科研人员和工程师们运用这一方程，结合实际情况进行大量的计算和分析，不断优化流量分配方案。这一过程要求学生具备扎实的专业知识、严谨的逻辑思维和创新精神。通过学习南水北调流量分配案例，学生能够感受到科学的力量和魅力，培养追求真理、勇于探索的科学精神。

### （三）责任担当意识的强化

南水北调工程的流量分配关系到数亿人的生活用水和经济社会的发展，责任重大。每一个参与工程的人员都深知自己肩负的使命，他们以高度的责任感和敬业精神，认真对待每一个环节，确保流量分配的准确性和合理性。这种责任担当意识对于学生的成长成才至关重要。通过学习这一案例，学生能够明白个人在社会中的责任和义务，培养勇于担当、积极作为的品质。

### （四）团队协作精神的培育

南水北调工程是一个庞大的系统工程，流量分配工作涉及多个部门和专业的协同合作。从科研人员的研究论证，到工程师的设计施工，再到运行管理人员的

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>日常调度，每一个环节都离不开团队的共同努力。在这个过程中，团队成员需要相互沟通、相互支持、相互配合，共同攻克各种难题。通过学习这一案例，学生能够认识到团队协作的重要性，培养良好的沟通能力和团队协作精神。</p> <p><b>三、将南水北调流量分配案例融入课程思政教育的途径</b></p> <p>（一）课堂教学渗透</p> <p>在流体力学、水利工程等相关课程的教学中，将南水北调流量分配案例与连续性方程等专业知识有机结合。在讲解连续性方程原理时，引入南水北调工程流量分配的实际数据和应用场景，让学生更加直观地理解方程的含义和应用价值。同时，深入挖掘案例中蕴含的思政元素，通过课堂讨论、案例分析等方式，引导学生思考其中所体现的家国情怀、科学精神等价值观。</p> <p>（二）科研项目参与</p> <p>教师将南水北调流量分配相关的科研问题引入教学，引导学生参与科研项目。在科研过程中，学生需要运用所学知识解决实际问题，这不仅有助于提高他们的专业水平，还能培养他们的科研素养和团队协作精神。同时，通过参与科研项目，学生能够更加深入地了解南水北调工程的重要意义和面临的挑战，进一步增强他们的家国情怀和社会责任感。</p> <p>南水北调工程中的流量分配是一项复杂而重要的工作，连续性方程为其提供了坚实的理论基础。在这一过程中，不仅体现了科学的力量和智慧，更蕴含着丰富的育人价值。通过将南水北调流量分配案例融入课程思政教育，能够培养学生的家国情怀、科学精神、责任担当意识和团队协作精神，为培养具有社会责任感 and 创新精神的高素质人才提供有力支撑。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例以南水北调工程中的流量分配为切入点，结合连续性方程原理，深入探讨其中蕴含的育人价值。并挖掘其中所体现的家国情怀、科学精神、责任担当等思政元素。旨在通过该案例，为理工科课程思政教育提供新的思路和方法，培养具有家国情怀和社会责任感的高素质人才。案例教学内容有明确的思政元素和育人目标，体现全方位育人的教育理念。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-031                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例标题 | 从流体阻力之“困”到钱学森精神之“光”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 内容简介 | 本案例从流体阻力相关知识出发，深入挖掘钱学森精神内涵，探讨其在个人成长、科学探索以及国家发展等方面的思政价值。通过分析流体阻力与钱学森在科学研究、爱国奉献等方面的关联，为当代青年提供精神指引。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 关键词  | 流体阻力；钱学森精神；思政价值                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 编写时间 | 2025-5-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 育人主题 | 钱学森精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 素材长度 | 1772                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例正文 | <p>流体阻力是流体力学中的重要概念，它影响着物体在流体中的运动。在航空、航天、航海等众多领域，流体阻力都是需要深入研究的关键因素。钱学森作为我国杰出的科学家，在空气动力学、工程控制论等多个领域取得了卓越成就，他的精神更是激励着一代又一代的中国人。将流体阻力与钱学森精神相结合进行思政研究，有助于从独特的视角挖掘钱学森精神的内涵，为当代青年提供精神滋养。</p> <p><b>一、流体阻力与科学探索中的钱学森精神</b></p> <p>（一）流体阻力研究中的科学精神</p> <p>在研究飞机飞行时，流体阻力是影响飞行性能的重要因素。钱学森在空气动力学领域的研究中，面临着诸多复杂的流体阻力问题。例如，在高速飞行中，空气可压缩性对表面摩擦具有重要影响，摩擦阻力大于激波阻力，且当飞行马赫数增大到一定数值时，飞行体表面的空气薄层中所产生的热量不仅不能被忽略，相反地将对飞行体起加热的作用，即“热障”问题。钱学森没有退缩，而是通过深</p> |

入的理论研究和大量的实验，得出了新的结论，为解决高速飞行中的流体阻力问题提供了理论基础。这体现了他在科学研究中追求真理、勇于探索的精神，不满足于现有的知识和结论，敢于挑战传统观念，为推动科学进步贡献力量。

（二）克服流体阻力般的科研困难

在流体阻力的研究中，会遇到各种技术难题和理论瓶颈。钱学森在科研过程中，也面临着诸多类似流体阻力带来的困难。当时，对于亚声速流动，已有的方法只能计算机翼很薄或飞行速度较低的情况。钱学森在冯·卡门的建议下，采用来流状态点处的切线代替等熵关系曲线，得到了更为精确的结果，适用范围还可扩大到高亚声速的流动。他这种面对科研困难时，不畏艰难、勇于创新的精神，就像在流体中不断克服阻力前进一样，为解决科研难题开辟了新的道路。当代青年在科学探索中，也应学习钱学森这种精神，在面对困难时保持坚定的信念，不断探索和创新。

二、流体阻力与爱国奉献中的钱学森精神

（一）突破“阻力”回国效力



图 1 钱学森的回国之旅

在钱学森留学期间，美国提供了优越的科研条件和生活待遇。然而，当他得知新中国成立后，急需科技人才时，毅然决定回国。当时，美国政府设置了重重“阻力”，对他进行无理的监视和迫害，甚至将他拘留。但钱学森冲破这些“阻力”，于 1955 年回到祖国。这种为了国家利益，不惜放弃个人优越条件，克服重重困难的精神，就像物体在流体中克服阻力前进一样，体现了他的爱国情怀和奉献精神。当代青年应学习钱学森这种以国家利益为重的精神，在国家需要的时

候，挺身而出，为国家的繁荣富强贡献自己的力量。

## （二）为国家发展克服“阻力”

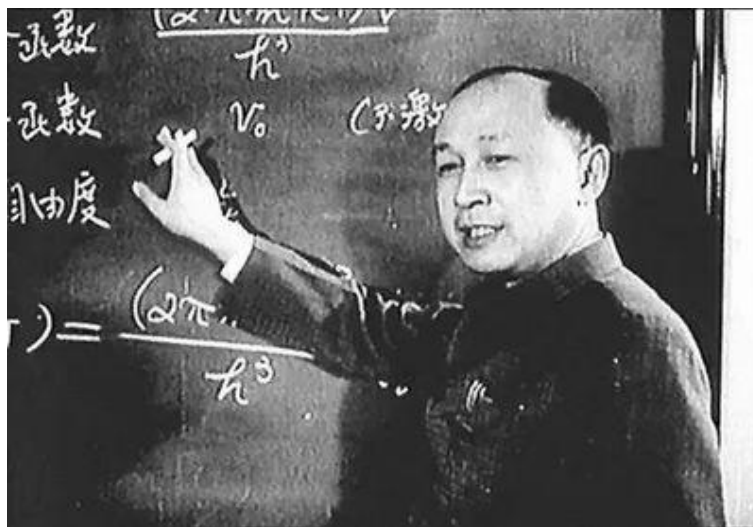


图2 钱学森为团队成员授课

回国后，钱学森投身于我国的国防科技事业，带领团队攻克一个又一个难关，为我国的导弹、航天事业奠定了坚实的基础。在当时艰苦的条件下，他面临着技术落后、设备简陋等诸多“阻力”，但他没有抱怨，而是夜以继日地工作，为了祖国尽快强大起来而不懈努力。他这种为了国家发展，克服一切“阻力”的精神，激励着当代青年在实现国家梦想的道路上，勇往直前，不畏艰难。



图3 钱学森精神

## 三、流体阻力视角下钱学森精神对当代青年的启示

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>（一）在个人成长中培养科学精神</p> <p>当代青年在个人成长过程中，会遇到各种类似于流体阻力的困难和挑战。在学习和科研中，应学习钱学森追求真理、勇于探索的科学精神，不满足于表面的知识，深入钻研，勇于提出自己的见解和想法。面对困难时，要保持坚定的信念，不断尝试和创新，就像在流体中克服阻力前进一样，不断提升自己的能力和素质。</p> <p>（二）在国家发展中践行爱国奉献精神</p> <p>当代青年是国家的未来和希望，应像钱学森一样，将个人的命运与国家的命运紧密相连。在国家发展过程中，会遇到各种“阻力”，如国际竞争、技术封锁等。青年应学习钱学森的爱国奉献精神，在国家需要的时候，挺身而出，为解决国家面临的问题贡献自己的智慧和力量。无论从事什么职业，都应应以国家利益为重，为实现国家的繁荣富强而努力奋斗。</p> <p>流体阻力不仅是流体力学中的一个重要概念，在钱学森的研究和人生经历中，也体现出了丰富的思政价值。钱学森在科学探索和爱国奉献中展现出的精神，就像在流体中克服阻力前进的力量一样，激励着当代青年。当代青年应从流体阻力视角下深入理解钱学森精神，在个人成长和国家发展中传承和弘扬这种精神，为实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献自己的力量。同时，教育工作者也应将钱学森精神融入思政教育中，培养更多具有科学精神和爱国情怀的优秀人才。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容行文规范，能够有效融入家国情怀，体现全方位育人的教育理念。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 评价者  | 王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-032                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例标题 | 船吸、黄线与横舟：伯努利方程里的神奇世界                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 内容简介 | 伯努利方程不仅是流体力学的基础理论，更是多起公共安全事故的科学依据。本案例揭示伯努利方程在安全领域的作用。同时，从科学认知、规则意识、社会责任等角度，探讨这些案例对公民素质教育、安全文化建设的启示。                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 关键词  | 伯努利方程；撞船事件；列车安全线；科学精神；安全意识                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 编写时间 | 2025-5-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 育人主题 | 安全观念、探索和创新的科学精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 素材长度 | 2726                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例正文 | <p>在化工原理中，伯努利方程是流体力学的核心定律之一，占据着关键地位。伯努利方程本质上是能量守恒定律在流体流动中的具体表达，它清晰地揭示了理想流体在稳定流动时，动能、位势能与压强势能之间的定量转化关系。在化工生产过程中，流体输送是极为常见的操作，无论是液体还是气体的管道传输，伯努利方程都能为工程师提供关键的理论支持。通过它，可以准确计算流体在不同位置的压力、流速等参数，从而合理设计管道尺寸和布局，优化流体输送系统，降低能量消耗和成本。同时，在化工设备的选型和设计中，如泵、换热器等，伯努利方程也发挥着重要作用，帮助确定设备的工作条件和性能参数。可以说，伯努利方程贯穿于化工流体力学的各个环节，是分析和解决流体流动问题不可或缺的重要工具，为化工行业的稳定运行和发展提供了坚实的理论基础。因此，伯努利方程属于流体力学与应用这一章节中的重中之重。</p> |

在讲授本节课时我们采用以下案例进行引课：



“奥林匹克号”与“豪克号”  
撞船事件



列车等候站在黄线之外



《滁州西涧》

韦应物

独怜幽草涧边生，  
上有黄鹂深树鸣。  
春潮带雨晚来急，  
**野渡无人舟自横。**

自然状态下的小舟为何是“横”（垂直于堤岸）而  
不是“纵”（平行于堤岸）呢？

图1 引课案例

1912 年秋天，“奥林匹克”号正在大海上航行，在距离这艘当时世界上最大远洋轮的 100 米处，有一艘比它小得多的铁甲巡洋舰“豪克”号正在向前疾驶，两艘轮船似乎在比赛，彼此靠得较拢，平行着驶向前方。忽然，正在疾驶中的“豪克”号好像被大船吸引似地，一点也不服从舵手的操作，竟一头向“奥林匹克”号闯去，结果，“豪克”号的船头撞在了奥林匹克的船舷上，酿成一件重大的海上事故。据说当时的海上法庭在处理这件船祸时，找不出真正的原因，糊里糊涂的判断为是“豪克”号的船长操作不当。那么，**到底船祸的真正凶手是谁呢？**。

人们在等待列车（地铁）时，需要站在黄色线外，**具体原因是什么？**

《滁州西涧》是唐代诗人韦应物的一首写景七绝。作者任滁州刺史时，游览

至滁州西涧，写下了这首诗情浓郁的小诗。自然状态下的小舟为何是“横”（垂直于堤岸）而不是“纵”（平行于堤岸）呢？

### 一、伯努利方程概述

#### （一）伯努利方程的提出

伯努利方程是由瑞士数学家和物理学家丹尼尔·伯努利在 1738 年提出的，首次出现在他的著作《流体动力学》中。这一方程揭示了流体在流动过程中，压力、速度和高度之间的关系，其实质是能量转换与守恒定律在流体力学中的应用。它描述了密度为  $\rho$  的理想流体在稳定流动时的流速  $v$ 、当地重力加速度  $g$ 、竖直高度  $h$  和压强  $p$  之间的定量关系，为流体力学的研究提供了重要的理论基础。

#### （二）伯努利方程的物理意义

从物理意义上来说，不可压缩理想流体在重力场中作一维定常流动时，沿任意流线或微元流束，单位质量流体的动能、位势能和压强势能之和等于常数。简单来讲，就是流体的速度与其产生的压力成反比，流速越快，压力越小。这一原理在日常生活和工程实践中有着诸多体现，为我们解释和理解各种流体现象提供了科学依据。

### 二、“奥林匹克号和豪克号”撞船事件中的伯努利方程应用

#### （一）伯努利方程在事件中的作用分析

根据伯努利方程，当两艘船平行向前航行时，由于中间流道比较狭窄，水流要比两船的外侧快些。因此，两船内侧受到的水的压力就比两船外侧受到的水的压力小，两船就被水向中间推去。在这次撞船事件中，“奥林匹克”号船大不容易推动，而“豪克”号巡洋舰船小，重量轻，在它外侧的水的压力作用下，向着“奥林匹克”号驶去，从而发生了碰撞。后来，人们将这种航海上因两船并行而产生的相撞现象称为“船吸现象”。这一事件充分展示了伯努利方程在解释实际流体现象中的重要作用，也让我们认识到科学原理在航海安全中的关键意义。

#### （二）事件背后的科学精神反思

从科学精神的角度来看，这次撞船事件提醒我们，在航海实践中，必须充分认识到科学原理的重要性，并严格按照科学规律进行操作。当时的航海人员可能对伯努利方程所描述的“船吸现象”了解不足，导致在两船并行时没有采取足够的预防措施。这启示我们，在科学研究和工程实践中，要不断探索和学习科学知

识，将科学原理应用于实际，以避免类似事故的发生。同时，也要求我们在面对复杂的情况时，要保持严谨的科学态度，不盲目自信，充分考虑各种可能的影响因素。

### 三、列车等候站在黄线外与伯努利方程的关联

#### （一）伯努利方程在列车安全中的体现

从伯努利方程的角度分析，列车高速驶来时，靠近列车车厢的空气被带动而快速运动起来，压强减小；而站台上的旅客若离列车过近，旅客身体前后会出现明显的压强差，身体后面较大的压力将把旅客推向列车而受到伤害。因此，设置黄色安全线是为了确保乘客处于压强变化影响范围之外，避免因气压差引发意外。这一案例再次证明了伯努利方程在保障公共安全方面的重要性，也让我们看到科学原理在日常生活中的广泛应用。

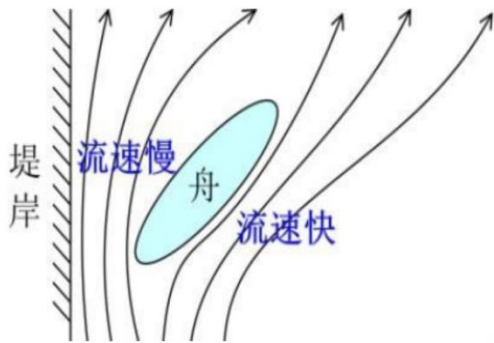
#### （二）安全意识培养的重要性

列车安全线的设置不仅体现了科学原理的应用，更强调了安全意识的重要性。对于乘客来说，遵守安全线的规定是保障自身安全的基本要求。这一案例提醒我们，在日常生活中，要时刻保持安全意识，了解并遵循相关的安全规定。同时，也要求相关部门加强对公众的安全教育，提高公众对科学原理和安全规定的认识，从而减少因安全意识淡薄而导致事故的发生。

### 四、《滁州西涧》与伯努利方程

当小舟“纵”（平行于堤岸）放置时，水流会直接冲击小舟的侧面。在自然水流状态下，水流并非均匀稳定流动，存在湍流、漩涡等复杂情况。靠近堤岸处，由于堤岸的摩擦阻力作用，水流速度相对较慢；而河道中间水流速度相对较快。根据伯努利方程，水流速度不同会导致压强不同。小舟侧面不同位置受到的水流速度不同，进而产生压强差。例如，小舟靠近河道中间的一侧水流速度快，压强小；靠近堤岸的一侧水流速度慢，压强大。这种压强差会使小舟受到一个向河道中间方向的力，导致小舟难以保持“纵”的状态。

当小舟“横”（垂直于堤岸）放置时，小舟的前后（垂直于水流方向）受到的水流冲击面积相对较小，且水流在小舟前后方向上的流速差异相对不明显，产生的压强差也较小。同时，小舟的左右（平行于水流方向）受到的水流作用力相对较为均匀。在自然水流状态下，小舟左右两侧受到的水流阻力、浮力等力相互

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>平衡，使得小舟能够相对稳定地横在水面上。而且，小舟“横”放置时，其重心位置相对较低，更有利于保持稳定状态，不容易被水流冲走或发生大幅度晃动。</p>  <p style="text-align: center;">图 2 舟的受力分析</p> <p><b>五、结合案例引导学生树立科学精神与安全意识</b></p> <p>奥林匹克号和豪克号撞船事件以及列车等候站在黄线外这两个案例，生动地展示了伯努利方程在现实场景中的应用，也让学生深刻认识到科学精神和安全意识在实践中的重要性。通过对这些案例的分析，学生不仅能够更好地理解伯努利方程的科学内涵，还能培养学生的科学素养和安全观念。在未来的学习和工作中，学生应树立科学精神，勇于探索和创新，同时增强安全意识，遵守相关规定，保障自身和他人的安全。只有这样，我们才能在科学发展的道路上不断前进，为国家的繁荣富强和社会的和谐稳定做出更大的贡献。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例告诉学生伯努利方程不仅是流体力学的基础理论，更是解释多起公共安全事故的关键科学依据。本案例通过分析 1912 年奥林匹克号与豪克号撞船事件、现代地铁站台设置安全黄线等典型案例，揭示伯努利方程在公共安全领域的重要作用。同时还告诉学生在未来的学习和工作中，学生应树立科学精神，勇于探索和创新，同时增强安全意识，遵守相关规定，保障自身和他人的安全。案例教学内容有明确的思政元素和育人目标，体现全方位育人的教育理念。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-033                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例标题 | 热辐射之光映照材料强国路                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 百度文库、中国知网                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 内容简介 | 本案例以热辐射原理为切入点，结合我国在航空航天材料研发等材料科学领域的重大成就，探讨个人发展与国家支持之间的紧密联系。引导学生树立正确的人生观和价值观，激发学生为社会发展贡献力量的责任感和使命感。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 关键词  | 热辐射； 航空航天材料； 个人发展； 国家支持； 社会责任                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 编写时间 | 2025-5-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 育人主题 | 个人发展、国家支持、社会责任                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 素材长度 | 2320                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例正文 | <p>热辐射作为传热的一种基本方式，在众多领域发挥着关键作用。从日常生活中的红外加热到航空航天领域的热管理，热辐射的研究和应用不断推动着科技的进步。与此同时，我国在材料科学领域取得了举世瞩目的成就，特别是在航空航天材料的研发方面，为国家的国防安全和科技进步提供了坚实的支撑。</p> <p>对于当代大学生而言，了解热辐射与材料科学的发展，不仅能够拓宽他们的知识面，更能引导他们认识到个人发展与国家支持之间的紧密联系。通过将热辐射知识与我国材料科学成就相结合开展思政教育，<b>有助于培养学生的家国情怀、社会责任感和创新精神，使他们成为有理想、有本领、有担当的时代新人。</b></p> <p>一、热辐射：科技发展的基础力量</p> <p>（一）热辐射的基本原理与应用</p> <p>热辐射是物体由于具有温度而辐射电磁波的现象，一切温度高于绝对零度的</p> |

物体都能产生热辐射。热辐射的能量与物体的温度、表面性质等因素有关，其波长范围涵盖了红外线、可见光和紫外线等。

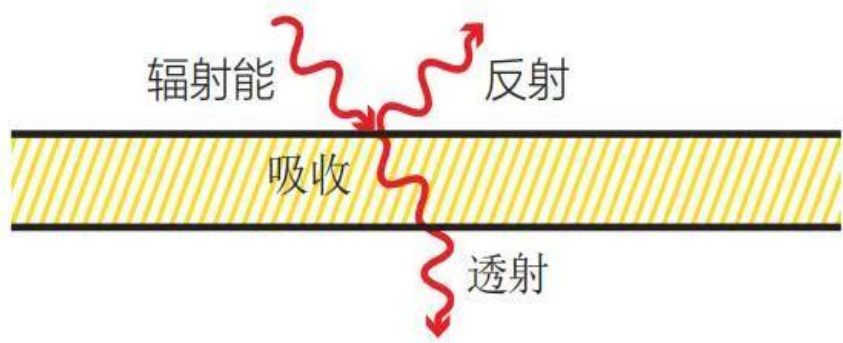


图 1 热辐射的基本原理

在工业领域，热辐射技术广泛应用于加热、干燥、焊接等工艺中。例如，红外加热技术利用热辐射的原理，能够快速、均匀地对物体进行加热，提高生产效率和质量。在太阳能领域，热辐射是太阳能收集和利用的重要方式之一，太阳能电池板通过吸收太阳辐射的热能并将其转化为电能，为人类提供清洁能源。



图 2 热辐射的应用

（二）热辐射研究推动科技突破

热辐射的研究不仅促进了相关技术的发展，还为其他领域的创新提供了基础。在隐身技术中，通过对物体热辐射特性的调控，可以降低物体在红外探测下的可见度，提高军事装备的生存能力。在热管理领域，热辐射的研究有助于优化电子设备、航空航天器等的散热系统，提高其性能和可靠性。

## 二、我国材料科学领域的辉煌成就：以航空航天材料为例

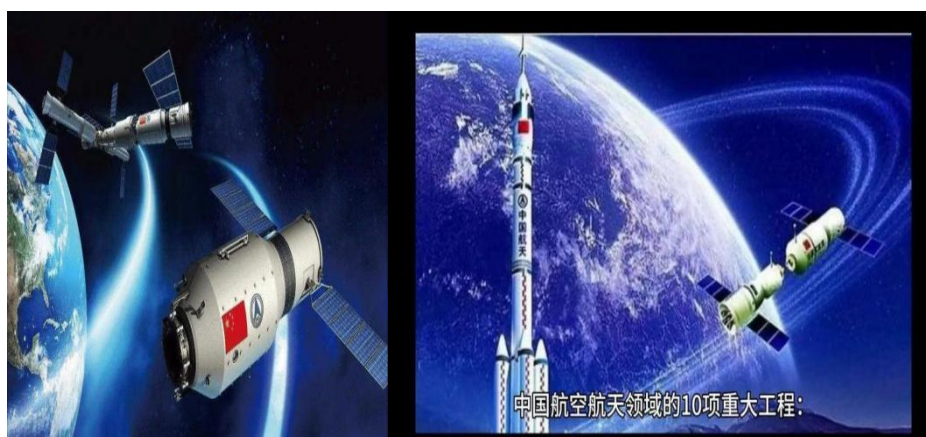


图3 航空航天

### （一）航空航天材料的重要性

航空航天材料是航空器和航天器制造的基础，其性能直接关系到飞行器的安全性、可靠性和性能指标。航空航天材料需要具备轻质高强、耐高温、耐腐蚀、抗疲劳等特性，以满足航空航天领域对材料的严格要求。

### （二）我国航空航天材料的研发成果

近年来，我国在航空航天材料研发方面取得了众多重大突破。在高温合金领域，我国研制发展了四代单晶高温合金和粉末高温合金，单晶高温合金的承温能力从第二代单晶的 1050℃提高到第四代单晶的 1100℃，国产粉末高温合金涡轮盘、挡板等关键部件也用于多个在研在役军民航空发动机。这些高温合金的研发和应用，为我国航空发动机的性能提升提供了关键支撑。

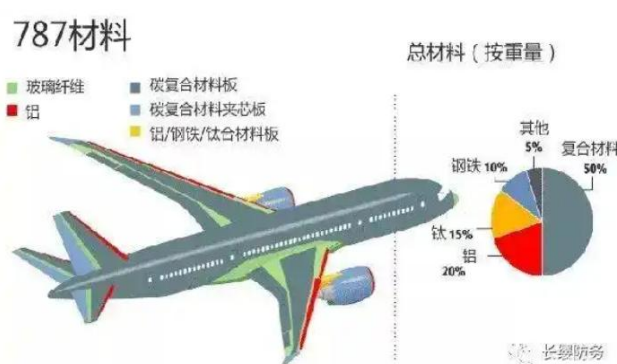


图4 787 材料

在碳纤维复合材料方面，我国实现了 T300 级~T800 级的国产碳纤维产业化规模生产，有力支撑了重大航空航天装备的研制和批产。碳纤维复合材料具有密度低、强度高、耐腐蚀等优点，在航空航天领域得到了广泛应用，如飞机的机翼、

机身等部件采用碳纤维复合材料可以减轻重量，提高飞行性能。



图 5 我国首条 T800 级碳纤维生产线稳定投产

此外，我国还自主研发了抗氧化 Cf/C、SiCf/SiC 高温结构陶瓷及其复合材料，有力保障了若干重大装备的研制和生产。这些高温结构陶瓷材料具有优异的耐高温、抗氧化性能，在航空航天发动机的热端部件等领域具有重要的应用价值。

### （三）国家支持在材料研发中的关键作用

我国航空航天材料研发取得的辉煌成就，离不开国家的大力支持。国家通过制定一系列科技政策和计划，加大对材料科学领域的投入，为科研人员提供了良好的研究条件和创新环境。例如，“两机专项”等重大科技项目的实施，推动了我国航空发动机和燃气轮机关键材料的研发和应用，加速了我国航空航天材料技术的发展。

同时，国家还加强了材料科学领域的人才培养和引进，建立了完善的科研体系和产业创新链。高校和科研机构在材料科学基础研究方面发挥着重要作用，为企业提供了技术支持和创新源泉；企业则通过将科研成果转化为实际产品，推动了航空航天材料产业的发展。这种产学研用相结合的模式，为我国材料科学领域的快速发展提供了有力保障。

## 三、个人发展与国家支持的紧密联系

### （一）国家支持为个人发展提供机遇

个人的成长和发展离不开国家的支持。在教育方面，国家通过普及九年义务教育、发展高等教育等措施，为每个人提供了接受教育的机会，培养了大量的专业人才。对于材料科学领域的学生而言，国家投入大量资源建设高校和科研机构的实验室、购置先进的科研设备，为他们提供了良好的学习和研究条件。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>在科研资助方面，国家设立了各类科研项目和基金，如国家自然科学基金、863 计划、973 计划等，为科研人员提供了资金支持，鼓励他们开展前沿性的研究工作。许多材料科学领域的青年科研人员通过获得这些资助，得以在相关领域深入探索，取得了一系列重要的科研成果。</p> <p>（二）个人发展应服务国家需求</p> <p>个人的发展只有与国家的需求相结合，才能实现更大的价值。我国在航空航天材料等领域的研发面临着许多挑战和机遇，需要大量的专业人才投身其中。学生作为未来科技创新的主力军，应该树立为国家科技进步和社会发展贡献力量的意识，将个人的兴趣和专长与国家的战略需求相结合。例如，一些材料科学专业的学生可以选择从事航空航天材料的研发工作，为提高我国航空航天器的性能和可靠性贡献自己的智慧和力量。他们的研究成果不仅可以推动我国航空航天事业的发展，还可以带动相关产业的升级，促进国家经济的增长。</p> <p>热辐射作为科技发展的基础力量，在我国材料科学领域，特别是航空航天材料的研发中发挥着重要作用。我国在航空航天材料研发方面取得的辉煌成就，彰显了国家的科技实力和战略眼光，也体现了国家支持在科技创新中的关键作用。</p> <p>对于当代学生而言，个人发展与国家支持紧密相连。国家的支持为个人发展提供了机遇和平台，而个人的发展也应该服务于国家的战略需求。通过将热辐射知识与我国材料科学成就相结合开展思政教育，引导学生树立正确的价值观和人生观，培养他们的家国情怀、社会责任感和创新精神，使他们成为有理想、有本领、有担当的时代新人，为国家的科技进步和社会发展贡献自己的力量。</p> |
| 分析评价 | <p>这一案例通过将热辐射知识与我国材料科学成就相结合开展思政教育，引导学生树立正确的价值观和人生观，培养他们的家国情怀、社会责任感和创新精神，是开展理想信念教育的鲜活教材。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-034                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例标题 | 从层流到湍流，映射素养成长路                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 内容简介 | 本案例聚焦流体不同流型的特性，深入剖析其与个人素养培育之间的内在联系。通过阐述各流型在专业应用场景中的表现，挖掘其对个人素养培育的启示，为培养兼具专业能力与优秀素养的复合型人才提供新的素材。                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 关键词  | 流体流型；素养培育；复合型人才                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 编写时间 | 2025-5-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 育人主题 | 责任意识、创新精神、团队协作、社会责任                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 素材长度 | 2568                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例正文 | <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">流体流动的类型</div><br/> <p>(1) 雷诺实验</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-top: 10px;">雷诺实验装置图</div> </div> <p style="text-align: center;"><b>图 1 流体流动的类型</b></p> <p>雷诺实验揭示了流体流动的重要机理，即流体有两种截然不同的流动类型。当流速较小时，流体质点沿管轴做规则的平行直线运动，与其周围的流体质点间</p> |

互不干扰及相混，即分层流动。这种流动型态称作**层流或滞流**。流体流速增大到某一值时，流体质点除流动方向上的运动之外，还向其他方向做随机运动，即存在流体质点的不规则脉动，彼此混合。这种流动型态称作**湍流或紊流**。其中间流动状态划为**过渡流**。

在当今社会，对人才的要求不再局限于专业知识的掌握，更注重其综合素质和优秀素养的具备。流体流型作为流体力学中的关键概念，在化工、能源、环境等多个领域有着广泛应用。不同流型具有独特的特性和表现，这些特性不仅在专业实践中发挥着重要作用，还蕴含着丰富的素养培育价值。通过研究流体流型特性与个人素养培育之间的关系，能够为人才培养提供新的思路和方法，促进学生在专业学习和个人成长方面实现全面发展。

一、层流：责任与精细的素养映射

（一）层流特性与专业应用

层流中流体分层流动，各层之间互不干扰，呈现出有序的流动状态。在微电子芯片制造领域，清洗液在芯片表面管道内的流动需保持层流状态。芯片制造过程极其精密，微小的杂质都可能影响芯片的性能和可靠性，层流的有序性能够确保杂质被有效带走且不损伤芯片表面，为芯片制造提供了理想的清洗环境。

（二）层流特性映射的素养培育

1. 责任意识的强化

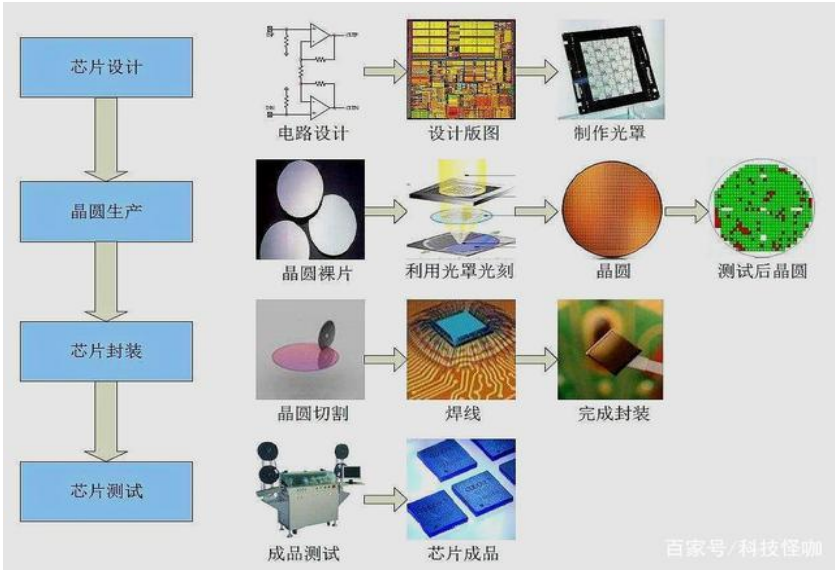


图 2 芯片制作过程

芯片制造是一个高度复杂且高精度的过程，涉及多个环节和众多工序。每一

道工序都关乎最终产品的质量，而清洗液流动状态的不稳定，如出现湍流，可能会导致杂质残留或芯片表面损伤。这种后果不仅会造成巨大的经济损失，还可能影响整个电子产业的发展。因此，学生在学习过程中应深刻认识到，在各自的岗位上，都要像维护层流状态一样，认真履行自己的职责。无论是在学习还是未来的工作中，都要对自己的行为负责，确保每一个环节都不出差错，因为自己的一个小失误可能会对整个项目或团队产生严重的影响。

2. 精细作风的养成

层流流动对流速、管道直径等参数有着严格的要求。微小的参数变化都可能影响层流状态，进而影响芯片的清洗效果。在芯片制造过程中，工程师们需要精确控制这些参数，以确保清洗液始终保持层流状态。这要求学生养成注重细节、严谨认真的工作作风。在学习中，对待每一个知识点都要认真钻研，不放过任何一个细微的问题；在工作中，对待每一项任务都要一丝不苟，确保工作的准确性和高质量。只有具备精细作风，才能在专业领域取得优异的成绩，为社会做出更大的贡献。

二、湍流：创新与突破的素养映射

（一）湍流特性与专业应用

在航空航天领域，飞机在飞行过程中，机翼周围的气流会形成湍流。传统的机翼设计在应对湍流时，可能会产生较大的阻力和不稳定的气动特性，这不仅会影响飞机的飞行性能，还可能危及飞行安全。因此，科学家们一直在努力探索如何改善机翼在湍流环境下的性能。

（二）湍流特性映射的素养培育

1. 创新精神的激发

面对湍流带来的挑战，传统的机翼设计方法已经无法满足需求。这就需要科学家们敢于突破传统思维的束缚，勇于创新，寻找解决问题的新方法。例如，一些新型机翼采用了仿生学原理，模仿鸟类翅膀的形状和结构，以更好地适应湍流。这种创新设计不仅提高了飞机在湍流环境下的飞行性能，还为航空航天领域的发展开辟了新的道路。通过这个案例，鼓励学生在学习和生活中遇到困难时，要敢于创新，勇于尝试新的方法和思路。不要被传统的观念和模式所限制，要充分发挥自己的想象力和创造力，积极寻找解决问题的新途径。

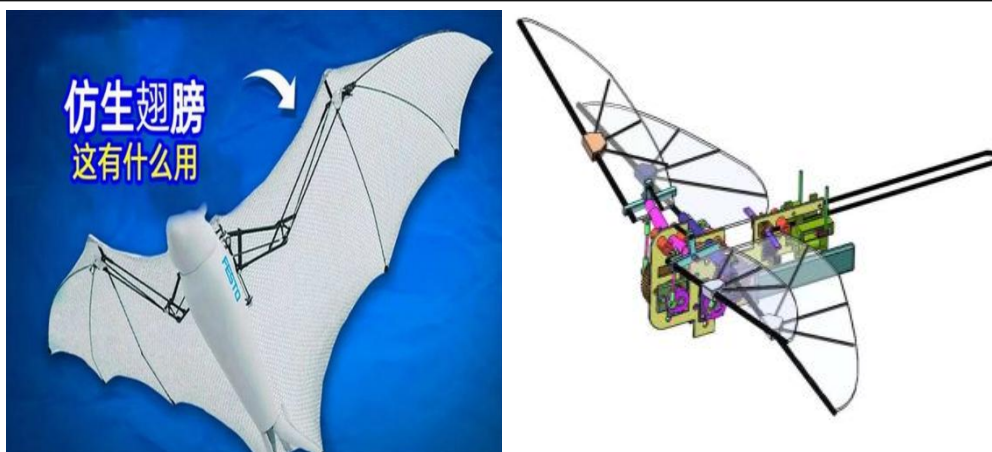


图3 仿生机翼

## 2. 突破困境能力的培养

在湍流研究过程中，科学家们遇到了诸多困难和挑战。湍流的复杂性使得其研究难度极大，需要大量的实验和计算。然而，科学家们没有放弃，而是不断探索和尝试，最终取得了突破。这激励学生在面对学习和生活中的困难时，要保持积极乐观的心态，勇于挑战自我，突破困境。困难并不可怕，只要我们有坚定的信念和不懈的努力，就一定能够克服困难，实现自己的目标。在遇到困难时，要冷静分析问题的本质，寻找解决问题的方法，不断调整自己的状态和方法，直到取得成功。

## 三、过渡流：协作与适应的素养映射

### （一）过渡流特性与专业应用

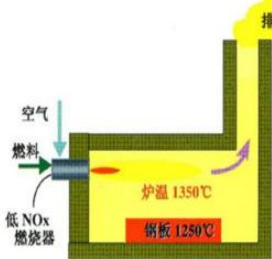
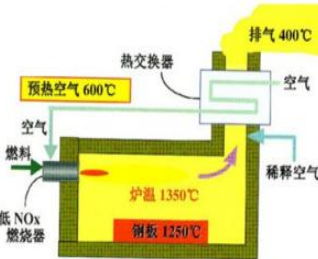
在石油开采过程中，原油从地下储层流向井筒，再通过管道输送到地面处理站。在这个过程中，原油的流动状态可能会从层流逐渐过渡到湍流，或者在不同条件下出现过渡流状态。过渡流具有不稳定性和复杂性，需要不同专业领域的人员协作，共同应对变化。

### （二）过渡流特性映射的素养培育

#### 1. 团队协作的强化

石油开采涉及地质、钻井、采油、管道运输等多个专业领域。在处理过渡流问题时，需要地质学家准确判断储层特性，钻井工程师合理设计井筒结构，采油工程师选择合适的开采工艺，管道工程师确保管道输送的稳定性。各专业人员要密切协作，共同解决过渡流带来的问题。通过这个案例，让学生认识到在团队工作中，要发挥自己的专业优势，同时与他人相互配合，形成强大的合力。团队中

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>的每个成员都有自己的长处和短处，只有相互协作，才能实现优势互补，提高团队的整体效率。在团队中，要学会倾听他人的意见和建议，尊重他人的想法和感受，共同为实现团队的目标而努力。</p> <p>2. 适应变化能力的提升</p> <p>过渡流状态的不稳定性要求相关人员能够及时适应变化，调整工作方案。例如，当原油流动状态发生变化时，需要及时调整采油参数和管道输送压力。这培养学生具备适应变化的能力，在面对学习和生活中的不确定性时，能够灵活应对，不断调整自己的状态和方法。在当今快速发展的社会中，变化是常态，只有具备适应变化的能力，才能在激烈的竞争中立于不败之地。学生要学会主动适应变化，积极学习新的知识和技能，不断提高自己的综合素质，以应对未来可能出现的各种挑战。</p> <p>流体流型特性映射下的素养培育为人才培养提供了新的视角和方法。通过层流、湍流、过渡流等特性与个人素养培育之间的内在联系，能够使学生在专业学习的过程中，潜移默化地培养责任意识、创新精神、团队协作能力、环保意识和社会责任感等优秀素养。在未来的教学和人才培养实践中，应进一步深入挖掘流体流型特性与素养培育之间的关联，创新教育教学模式，将素养培育贯穿于专业教学的全过程，实现专业能力与优秀素养的协同发展，为培养德才兼备的复合型人才奠定坚实的基础。同时，学生也应积极主动地将所学知识与素养培育相结合，不断提高自己的综合素质，为实现个人价值和社会发展贡献力量。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例聚焦流体不同流型（层流、湍流、过渡流）的特性，深入剖析其与个人素养培育之间的内在联系。通过阐述各流型在专业应用场景中的表现，挖掘其在责任意识、创新精神、团队协作等方面对个人素养培育的启示，为培养兼具专业能力与优秀素养的复合型人才提供新的思考方向。案例教学内容行文规范、语言流畅、表述清晰，有明确的思政元素和育人目标。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 评价者  | <p>王建芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例标题 | 从烟气余热到绿色责任                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 内容简介 | 钢铁行业作为高耗能产业，其高温烟气余热回收是实现“双碳”目标的关键环节。本案例结合传热单元操作技术，挖掘其中蕴含的思政教育元素，引导学生树立节能减排意识，认识资源循环利用对国家可持续发展战略的重要性。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 关键词  | 烟气余热回收；传热单元操作；节能减排；可持续发展                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 编写时间 | 2025-5-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 育人主题 | 节能减排意识、资源循环利用观念                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 素材长度 | 2146                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 案例正文 | <div data-bbox="335 1299 1372 1971"> <h2 style="text-align: center;">第一节 概 述</h2> <p><b>能量回收：节能减排、资源回用！</b></p> <p><b>同时，是化工厂提高经济效益的一个重要措施！</b></p> <p><b>余热资源</b>被认为是继煤、石油、天然气和水力之后的又一常规能源。</p> <p><b>例如：钢铁行业烟气余热回收对比</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>余热没有回收</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>热交换器进行余热回收</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">第3页</p> </div> |

**课程思政元素：**以钢铁行业烟气余热回收对比为例，说明余热利用的好处，让学生树立节能减排的意识，认识资源重新利用的重要性。

在全球能源危机和环境问题日益凸显的当下，节能减排与资源循环利用已成为社会发展的关键议题。钢铁行业作为能源消耗和污染物排放的大户，其烟气余热回收对于实现可持续发展目标意义重大。化工原理中的传热单元操作知识为烟气余热回收提供了坚实的理论基础和技术支撑。将思政教育与专业教学深度融合，引导学生认识烟气余热回收的重要性，培养他们的**节能减排意识和资源循环利用观念**，对于推动钢铁行业绿色发展、培养高素质人才具有深远意义。

## 一、钢铁行业烟气余热回收技术与化工原理传热单元操作

### 1. 烟气余热回收技术原理

钢铁行业在生产过程中会产生大量高温烟气，这些烟气中含有丰富的余热。烟气余热回收的基本原理是利用传热单元操作知识，通过热交换器将烟气中的余热传递给其他流体（如空气、水等），从而实现余热的回收和再利用。在传热过程中，对流传热、辐射传热和导热三种方式共同发挥作用。例如，在转炉炼钢过程中，碳-氧反应产生的高温烟气（1550 - 1700℃）通过汽化冷却烟道进行冷却，高温烟气与换热管内的水进行热交换，将烟气中的余热传递给水，使水变成蒸汽，完成余热的回收。

### 2. 烟气余热回收主要技术

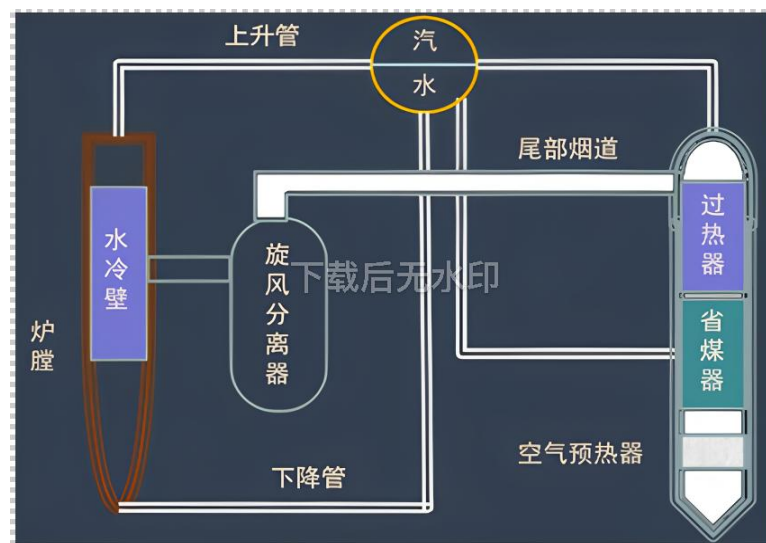


图2 水冷烟道流程图

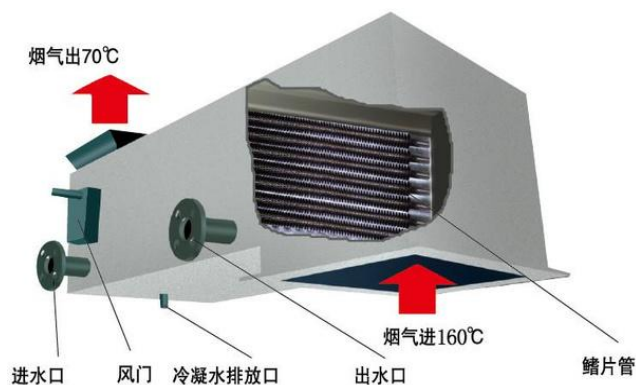


图 3 水冷烟道设备

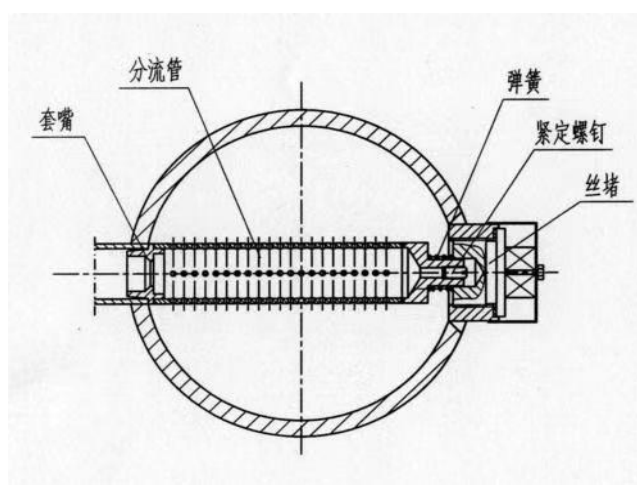


图 4 汽化冷却烟道结构图

目前，钢铁行业烟气余热回收的主要技术包括水冷烟道和汽化冷却烟道等。汽化冷却烟道技术因其高效、节能的特点，在国内外得到广泛推广和应用。例如，京唐钢铁 5 座 300t 转炉和鞍钢集团 6 座 260t 转炉均采用了汽化冷却烟道技术，不仅节省了成本和开支，还改善了周边环境质量。此外，根据烟气的不同温度和成分，还可以采用余热锅炉、热管换热器等设备进行余热回收。余热锅炉可以将烟气中的余热转化为蒸汽，用于发电或供生产用户使用；热管换热器则具有高效传热、结构紧凑等优点，适用于低温烟气的余热回收。

## 二、烟气余热回收在节能减排、资源循环利用及经济效益提升方面的作用

### 1. 节能减排成效显著

钢铁行业烟气余热回收对于节能减排具有显著的成效。通过回收烟气中的余热，可以减少对一次能源的消耗，降低企业的能源成本。同时，减少了烟气直接排放到大气中，降低了污染物（如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  等）的排放量，有助于改善环境质量。例如，某转炉炼钢厂通过汽化烟道烟气余热回收方案，在连续运行中可产

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>蒸汽量约 20 吨/小时，大大提高了能源利用效率，减少了能源浪费和环境污染。</p> <p>2. 资源循环利用价值凸显</p> <p>烟气余热回收实现了资源的重新利用，将原本被浪费的热量转化为有用的能源。回收的余热可以用于供暖、空调系统、生产过程中的加热和冷却、电力发电以及热水供应等多个领域。例如，在冬季，烟气余热可以用于提高供暖系统的水温，节约供暖成本；在工业生产过程中，烟气余热可以用于预热原料、熔化金属、干燥产品等，降低了生产过程中的能耗，提高了资源利用效率。</p> <p>3. 经济效益提升明显</p> <p>烟气余热回收不仅能带来节能减排和资源循环利用的效益，还能为企业带来明显的经济效益。通过回收余热发电或供热，企业可以降低能源采购成本，提高能源自给率。同时，减少了对环境的污染，避免了可能面临的环境罚款，提升了企业的社会形象和市场竞争力。例如，一些钢铁企业通过实施烟气余热回收项目，实现了能源成本的降低和生产效率的提高，为企业带来了可观的经济收益。</p> <p>三、在化工原理教学中融入思政教育，培养学生节能减排意识</p> <p>1. 历史与现实交织，唤醒责任担当</p> <p>在化工理论教学中，通过讲述钢铁行业烟气余热回收技术的发展历程，让学生了解这一领域从最初简单的余热利用尝试，到如今高效、多元化回收技术的突破，是无数科研人员和企业不断探索、创新的结果。同时，结合当下全球能源危机和环境问题的严峻形势，展示钢铁行业作为能源消耗和污染排放大户的现状，以及烟气余热回收对于缓解这些问题的重要意义。引导学生思考，在历史的长河中，每一代人都有其肩负的责任，而如今面对环境与能源挑战，他们作为未来的化工从业者，更应主动承担起节能减排、推动资源循环利用的重任，将个人的发展与社会可持续发展紧密相连。</p> <p>2. 案例对比剖析，强化环保认知</p> <p>选取不同钢铁企业在烟气余热回收方面的成功与失败案例进行对比剖析。成功案例中，企业通过先进的回收技术和科学的管理，实现了能源的高效利用和污染的大幅减少，不仅降低了成本，还提升了企业的社会形象和市场竞争力；而失败案例则往往因忽视余热回收、技术落后或管理不善，导致能源浪费严重、环境污染加剧，最终面临高昂的环境治理成本和经营困境。通过这些案例的对比，让</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>学生直观地认识到节能减排和资源循环利用对于企业生存和社会发展的重要性，强化他们的环保认知，明白在化工生产中，每一个决策和技术选择都可能对环境和社会产生深远影响。</p> <p>3. 小组研讨辩论，激发创新思维</p> <p>组织学生进行小组研讨和辩论活动，围绕钢铁行业烟气余热回收的技术创新、政策支持、社会推广等话题展开讨论。在研讨过程中，鼓励学生从不同角度思考问题，提出自己的见解和创新方案。例如，探讨如何进一步提高烟气余热回收效率、如何降低回收成本、如何推动烟气余热回收技术在更多企业中的应用等。通过小组研讨和辩论，激发学生的创新思维，培养他们独立思考、团队协作和解决问题的能力。同时，让学生明白在面对复杂的环境和能源问题时，需要不断探索和创新，以找到更加有效的解决方案，为推动钢铁行业的可持续发展贡献自己的智慧和力量。</p> <p>钢铁行业烟气余热回收结合化工原理传热单元操作知识，具有重要的理论和实践意义。通过烟气余热回收，可以实现节能减排、资源循环利用和经济效益提升的目标，推动钢铁行业的可持续发展。在化工教学中融入思政教育，将专业教学与思政教育有机结合，引导学生树立节能减排意识，认识资源循环利用的重要性，培养他们的社会责任感和创新精神。</p> |
| 分析评价 | 该案例有助于引导学生树立节能减排意识，认识资源循环利用的重要性，培养他们的社会责任感和创新精神，为理工科课程思政教学提供参考。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 评价者  | 王连芳 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|      |                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-036                                                                                                                      |
| 案例标题 | 粉尘雾霾治理中的育人“金钥匙”                                                                                                                   |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本案例聚焦化工原理中的过滤单元操作，探讨其在粉尘污染治理和雾霾防控中的应用。阐述过滤技术对环境保护的重要性，旨在培养具有环保意识和社会责任感的化工专业人才，为解决粉尘污染和雾霾问题贡献力量。                                   |
| 关键词  | 过滤单元操作；粉尘污染；雾霾治理；思政教育                                                                                                             |
| 编写时间 | 2025-5-16                                                                                                                         |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                        |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                             |
| 育人主题 | 环保意识、社会责任感、工匠精神                                                                                                                   |
| 素材长度 | 2472                                                                                                                              |
| 案例正文 | <div data-bbox="414 1337 1291 1832" data-label="Image"> </div> <p>课程思政元素：以粉尘污染和雾霾对人们的危害，说明过滤除尘的必要性。让学生关注生活中的化工原理，提高他们的绿色环保意识。</p> |

工业粉尘，主要来源于固体物料的机械粉碎和研磨，粉状物料的混合、筛分、包装及运输，物质燃烧产生的烟尘，物质被加热时产生的蒸气在空气中的氧化和凝结。

工业粉尘严重危害人体健康，有毒的金属粉尘和非金属粉尘（铬、锰、镉、铅、汞、砷等）进入人体后，会引起中毒以至死亡。

**雾霾：**是雾和霾的统称。雾和霾两种不同的天气现象，通常混合在一起出现，尽管在定义上有明确的区别界定，但在实际观测和研究中却并不容易区分，所以经常统称为“雾霾天气”。雾的组成比较简单，主要由大量悬浮在近地面空气中的微小水滴或冰晶雾滴组成，而霾的组成成分则非常复杂，有害物质通常大部分富集在细颗粒物（PM2.5）上，目前已知的主要成分包括：硫酸盐、硝酸盐、铵盐、重金属、地壳物质、含碳颗粒等。

用企业生产中粉尘污染的危害，以及空气中雾霾对人们的危害，说明过滤除尘的必要性。这样，学生不仅可以关注周围的化工原理，还可以提高他们的绿色环保意识。例如讲解非均相物系的分离时，课堂讨论式结合隐性渗透式的教学方法，让同学们讨论区分雾与霾的概念，并且结合典型的环保案例以及一些相应的法律法规，引入环保、安全健康以及法律规范等德育元素，对学生实施相关理念教育，达到培养和提高学生相关知识及意识的目的。

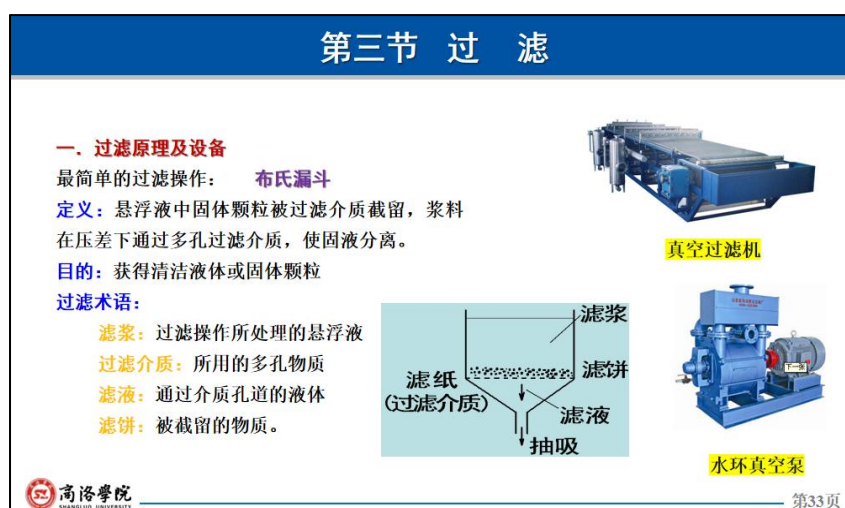


图2 过滤

### 一、过滤单元操作的基本原理与设备

#### （一）过滤原理

过滤是利用多孔介质将固体颗粒从流体中分离出来的一种单元操作。在化工

生产中，过滤操作常用于固体物料的回收、液体的净化和产品的分离。根据过滤方式的不同，可分为饼层过滤和深床过滤。饼层过滤时，悬浮液置于过滤介质的一侧，随着滤渣的逐步堆积，在介质上形成一个滤渣层，即滤饼，滤饼才是真正有效的过滤介质；深床过滤时，固体颗粒不形成滤饼而是被截留在较厚的过滤介质空隙内，常用于处理量大而悬浮液中颗粒小、固体含量低的情况。

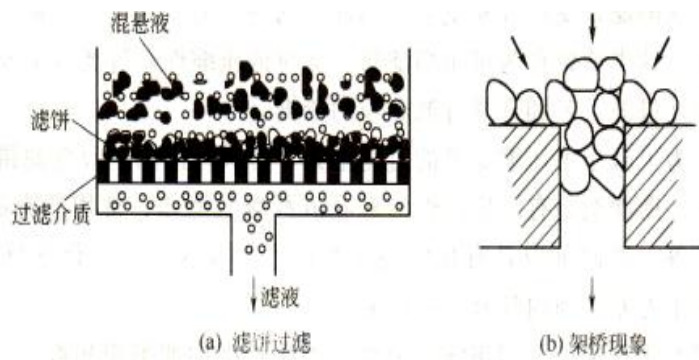


图 3 饼层过滤示意图

(二) 过滤设备

常见的过滤设备有板框过滤机、叶滤机、转筒真空过滤机等。板框过滤机由多块带凸凹纹路的滤板和滤框交替排列组成，具有结构简单、过滤面积大而占地省、过滤压力高、便于用耐腐蚀材料制造、操作灵活等优点，但也存在间歇操作、劳动强度大、生产效率低等缺点；叶滤机单位地面所容纳的过滤面积大，洗涤充分，生产能力比压滤机大，机械化程度高，劳动力省，密闭过滤，操作环境较好，但构造复杂，造价高；转筒真空过滤机操作连续、自动，但设备体积庞大，过滤面积相对较小，过滤、洗涤推动力小，洗涤不充分，适用于处理量大而容易过滤的悬浮液分离。

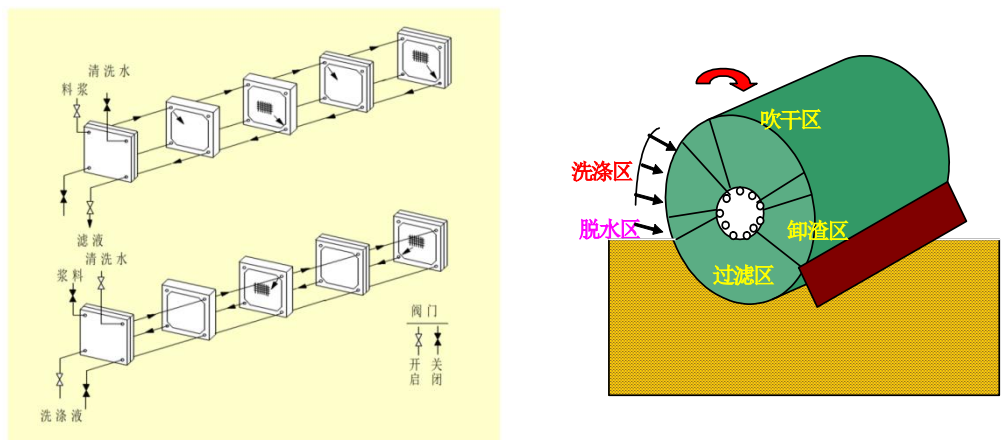


图 4 (a)板框过滤机

(b)转鼓真空过滤机

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>二、过滤单元操作在粉尘污染治理中的应用</p> <p>（一）工业粉尘治理</p> <p>在化工、冶金、建材等工业生产过程中，会产生大量的粉尘。这些粉尘不仅会对环境造成污染，还会危害工人的身体健康。通过采用过滤设备，如袋式除尘器、旋风分离器等，可以有效地捕集工业粉尘。袋式除尘器利用滤袋对含尘气体进行过滤，粉尘被截留在滤袋表面，清洁气体则通过滤袋排出。其过滤效率高，可达到 99%以上，能够有效地降低工业粉尘的排放浓度。旋风分离器则是利用离心力将粉尘从气体中分离出来，适用于处理粒径较大、浓度较高的粉尘。</p> <p>（二）建筑工地粉尘控制</p> <p>建筑工地在施工过程中会产生大量的扬尘，对周边环境造成严重影响。通过在工地设置喷雾降尘装置、覆盖防尘网等措施，并结合过滤技术，如安装空气过滤器对施工车辆和设备的尾气进行净化处理，可以减少建筑工地粉尘的排放。此外，在建筑材料的运输和堆放过程中，采用封闭式运输和覆盖措施，也能有效降低粉尘的产生和扩散。</p> <p>三、过滤单元操作在雾霾治理中的作用</p> <p>（一）大气颗粒物捕集</p> <p>雾霾主要由大气中的颗粒物组成，包括 PM2.5 和 PM10 等。过滤技术可以用于大气颗粒物的捕集，减少大气中颗粒物的浓度。例如，在一些工业集中区和城市周边，可以设置大型的空气过滤装置，对排放的废气进行净化处理，去除其中的颗粒物。同时，在汽车尾气处理系统中，采用颗粒过滤器可以有效地捕集尾气中的颗粒物，降低汽车尾气对大气环境的污染。</p> <p>（二）室内空气净化</p> <p>随着人们生活水平的提高，对室内空气质量的要求也越来越高。过滤技术可以用于室内空气净化，去除空气中的灰尘、花粉、烟雾等颗粒物，改善室内空气质量。例如，空气净化器中通常采用高效过滤网，对空气进行过滤净化，为人们提供健康的室内环境。</p> <p>三、过滤单元操作结合粉尘污染与雾霾治理的思政意义</p> <p>（一）培养环保意识</p> <p>通过学习化工原理中的过滤单元操作，并将其应用于粉尘污染和雾霾治理</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>中，化工专业人员可以深刻认识到环境保护的重要性。过滤技术作为一种有效的污染治理手段，能够减少粉尘和颗粒物的排放，改善环境质量。这有助于培养化工专业人员的环保意识，使他们从思想上重视环境保护，将环保理念贯穿于化工生产和生活的各个方面。</p> <p><b>（二）增强社会责任感</b></p> <p>粉尘污染和雾霾问题关系到广大人民群众的身体和生活质量，解决这些问题需要全社会的共同努力。化工专业人员作为化工行业的主力军，肩负着重要的社会责任。通过参与粉尘污染和雾霾治理工作，化工专业人员可以增强自己的社会责任感，认识到自己的工作不仅关系到企业的经济效益，还关系到社会的可持续发展。他们应该积极投身于环保事业，为解决环境问题贡献自己的力量。</p> <p><b>（三）弘扬工匠精神</b></p> <p>在过滤设备的研发、设计和制造过程中，需要化工专业人员具备严谨的工作态度和精湛的技艺。他们要不断优化过滤设备的性能，提高过滤效率，降低能耗和成本。这要求化工专业人员弘扬工匠精神，追求卓越，精益求精，为提高过滤技术在粉尘污染和雾霾治理中的应用水平而努力。</p> <p>化工原理中的过滤单元操作在粉尘污染治理和雾霾防控中具有重要作用。通过采用各种过滤设备和技术，可以有效地捕集工业粉尘和大气颗粒物，减少粉尘和颗粒物的排放，改善环境质量。同时，从思政角度出发，将过滤单元操作与粉尘污染、雾霾治理相结合，能够培养化工专业人员的环保意识、社会责任感和工匠精神，使他们成为具有社会责任感和环保意识的化工专业人才。未来，化工行业应进一步加强过滤技术的研发和应用，化工教育应不断完善相关课程体系和教学方法，共同推动化工行业的绿色发展和环境保护事业，为解决粉尘污染和雾霾问题贡献更大的力量。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。为化工原理课程思政提供丰富的素材和深刻的启示。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 评价者  | 樊军 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-037                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例标题 | 创新驱动，提升精馏塔板效率                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 内容简介 | 本案例聚焦化工领域关键设备——精馏塔的塔板效率，深入剖析其影响因素及提升策略，挖掘其中蕴含的创新精神，旨在为化工行业培养兼具专业技能与创新思维的人才，推动我国化工产业迈向创新驱动的新阶段。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 关键词  | 精馏塔板效率；创新精神；                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 编写时间 | 2025-5-17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 育人主题 | 创新精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 素材长度 | 2146                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 案例正文 | <p>精馏塔作为化工生产中实现物质分离与提纯的核心设备，其塔板效率直接影响着产品的质量和生产效率。塔板效率不仅体现了化工设备的技术水平，更蕴含着丰富的<b>创新精神</b>内涵。</p> <div data-bbox="459 1471 1238 2007" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;"><b>塔板效率</b></p> <p><b>单板效率<math>E_M</math> (Murphree)</b></p> <math display="block">E_{mv} = \frac{y_n - y_{n+1}}{y_n^* - y_{n+1}}</math> <math display="block">E_{ml} = \frac{x_{n-1} - x_n}{x_{n-1} - x_n^*}</math> <p>通过实验测定</p> </div> |

## 塔板效率

### 全塔效率 $E_T$

理论塔板数 $N_T$ 与实际塔板数 $N_P$ 之比称为塔板效率。

$$E_T = \frac{N_T}{N_P} \times 100\%$$

影响全塔效率的因素：传质系数、传质推动力、传质面积、接触时间、物料特性等。一般用经验公式估算，或采用生产经验数据。

### 一、精馏塔板效率的影响因素与创新需求

#### 1. 系统物性的创新考量

系统物性，如流体的粘度、密度、导热系数、扩散系数等，是影响精馏塔板效率的重要因素。在化工生产中，不同的物料具有不同的物性，这就要求在精馏塔的设计和操作过程中，充分考虑物性的影响，进行创新性的调整。例如，在丙烯精馏过程中，丙烯 - 丙烷体系为特殊的近沸体系，相对挥发度趋近于 1，分离难度大，能耗高。为了提高塔板效率，研究人员需要对相平衡展开深入研究，对比不同文献中相平衡预测方法的计算结果，选用预测偏差较小的方法来获得相平衡数据，并修正静电力参数来提高预测精度。这种对系统物性的创新考量，有助于突破传统分离方法的限制，实现更高效的精馏操作。

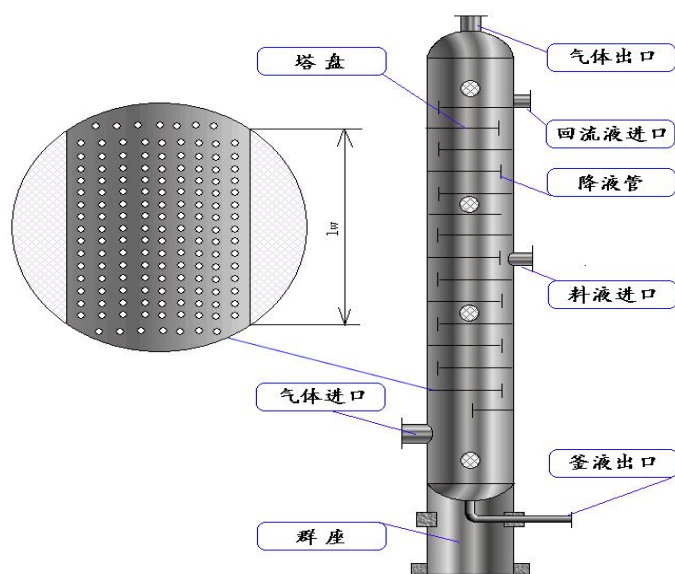
#### 2. 流体力学与操作条件的创新优化

流体力学因素，如气体和液体的流速、温度、浓度等，以及操作条件，如回流比、进料位置等，对精馏塔板效率有着重要影响。在实际操作中，需要根据物料的特性和生产要求，对流体力学和操作条件进行创新优化。例如，在精馏塔的操作过程中，合理调整回流比可以提高分离效果，但回流比过大或过小都会影响塔板效率。因此，需要通过模拟计算和实验验证，找到最佳的回流比。同时，优化进料位置也可以提高分离效率，减少塔板数，降低能耗。这种对流体力学和操作条件的创新优化，有助于提高精馏塔的运行效率和产品质量。

#### 3. 塔板结构参数的创新设计

塔板结构参数，如塔板的材质、尺寸、形状、降液管和溢流堰的设计等，直接影响着精馏塔板效率。随着化工技术的不断发展，塔板结构也在不断创新。例

如，传统的泡罩塔板在处理易聚合或含有悬浮物的物料时表现良好，但随着化工生产对分离效率和能耗要求的提高，新型塔板如浮阀塔板、筛板等不断涌现。浮阀塔板具有灵活性较强、操作弹性大等优点，可以使精馏塔精馏操作更加简单灵活，提高设备的工作效率，降低能源消耗。此外，研究人员还研制了 FGS - VT 这种塔板，进一步提升了塔的工作效率和操作性能。这种对塔板结构参数的创新设计，有助于突破传统塔板的限制，实现更高效的分馏分离。



筛板精馏塔

**课程思政元素：**通过塔板结构的变化可解决实际生产中出现的问題，培养学生的探索精神，进一步利用课后实践作业的联系，培养学生的创新能力。

## 二、提升精馏塔板效率的创新策略

### 1. 理论创新：构建科学预测模型

理论创新是提升精馏塔板效率的基础。通过深入研究精馏过程中的传质和传热机理，构建科学的预测模型，可以更准确地预测塔板效率，为精馏塔的设计和操作提供理论依据。例如，在丙烯精馏塔的模拟优化及塔板效率研究中，研究人员通过对比不同文献中相平衡预测方法的计算结果，选用了预测偏差较小，且可以准确描述该体系相平衡变化趋势的 COSMO - RS + PR 来获得相平衡数据，并修正静电力参数来提高预测精度。这种理论创新有助于提高精馏塔的设计精度和操作稳定性，减少实际生产中的偏差。

## 2. 技术创新：研发新型塔板与填料

技术创新是提升精馏塔板效率的关键。研发新型塔板和填料，可以提高传质面积和传质效率，降低能耗。例如，网孔波纹填料代替早期的竹片和石块，使精馏填料的有效程度逐渐增加。后期新型填料在应用时，塔的压力会保持在稳定状态，即使发生压力变化，降低的数值也会被有效控制有限范围内，且这种填料塔的通量也较大，可以同时处理大数量的石油产品，提高精馏塔的工作效率。此外，研究人员还在不断探索新型塔板结构，如组合导向浮阀等，进一步提高塔板效率。这种技术创新有助于推动化工设备的技术升级，提高化工生产的竞争力。

## 3. 管理创新：优化操作参数与控制策略

管理创新是提升精馏塔板效率的保障。通过优化操作参数和控制策略，可以实现精馏塔的稳定运行和高效分离。例如，采用 PID 控制策略，并结合先进的自适应控制算法，以应对塔内工况的变化。同时，设计在线分析仪和反馈控制系统，实时监测塔顶和塔釜产品的组成，确保产品品质的稳定。此外，合理调整进料原料的配比和预处理，减少因原料不纯导致的损失，也是管理创新的重要内容。这种管理创新有助于提高化工生产的自动化水平和生产效率，降低生产成本。

## 三、在化工教学中培育学生创新精神

### 1. 理论教学融入创新案例

在化工原理理论教学中，引入精馏塔板效率研究中的创新案例，让学生了解创新在化工领域的重要性和应用价值。例如，介绍研究人员在丙烯精馏塔相平衡预测方面的创新方法，以及新型塔板和填料的研发过程。通过这些案例，激发学生的创新思维，培养他们对化工科学的兴趣和热情。

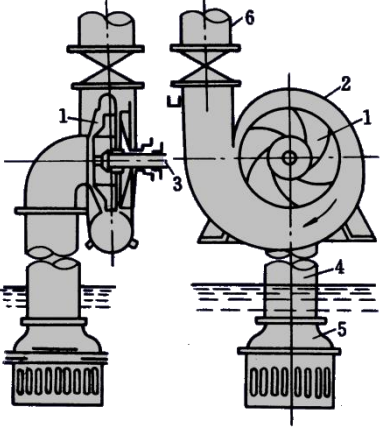
### 2. 实验教学培养创新能力

实验教学是培养学生创新能力的重要环节。在精馏实验中，鼓励学生自主设计实验方案，尝试不同的操作参数和控制策略，观察对塔板效率的影响。让学生在实践中体验创新的乐趣和挑战，提高他们的动手能力和解决实际问题的能力。例如，学生可以尝试改变回流比、进料位置等参数，观察精馏塔的分离效果和塔板效率的变化，总结经验教训，提出改进方案。

### 3. 化工大赛激发创新潜能

鼓励学生参与化工大赛，在大赛中，学生可以接触到前沿的科研技术和方法，

|      |                                                                                                                                                                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>与科研人员合作交流，拓宽自己的视野。通过大赛，学生可以深入理解化工原理的知识，培养他们的创新意识和团队协作精神。</p> <div data-bbox="499 327 1209 795" data-label="Image"> </div> <p>精馏塔板效率作为化工生产中的关键指标，蕴含着丰富的创新精神内涵。在精馏塔板效率的研究过程中，通过理论创新、技术创新和管理创新，可以突破传统限制，实现化工生产的高效与可持续发展。</p> |
| 分析评价 | <p>在化工原理教学中，将创新精神融入理论教学、实验教学和科研项目，有助于培养学生的创新思维和实践能力，为理工科课程思政教学提供参考。</p>                                                                                                                                                      |
| 评价者  | <p>樊宏伟 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-038                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 案例标题 | 离心泵历程育化工人科学爱国魂                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 内容简介 | 本案例以离心泵的发展历程为切入点，详细阐述了达·芬奇提出离心泵概念、巴本制造试验模型及改进、马萨诸塞泵的出现等关键节点。深入挖掘其中蕴含的思政元素，为化工原理课程思政提供丰富的素材。                                                                                                                                                                                           |
| 关键词  | 离心泵；化工原理；科学精神；家国情怀                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 编写时间 | 2025-5-18                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 育人主题 | 勇于探索、追求真理、不断创新、家国情怀                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 素材长度 | 1700                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 案例正文 |  <p style="text-align: center;">图 1 离心泵装置示意图</p> <p style="text-align: center;">(1-叶轮；2-泵壳，3-泵轴；4-吸入管；5-底阀；6-压出管)</p> <p>化工原理是应化及相关专业的重要基础课程，离心泵作为其中流体输送的关键设备，其发展历程不仅体现了科学技术的进步，更蕴含着丰富的科学精神和家</p> |

国情怀。从 15 世纪末达·芬奇提出离心泵概念，到 1689 年巴本制造出试验模型，再到 1818 年马萨诸塞泵的出现，这一系列的发展见证了人类对离心泵认识的不断深化和技术的不断创新。将这些历史融入化工原理课程思政中，有助于培养学生的科学素养和家国情怀，使他们更好地理解化工原理知识，并将其应用于实际，为国家的化工事业发展贡献力量。

### 一、离心泵发展历程中的科学精神



**课程思政元素：**价值引领——让学生铭记著名科学家的贡献精神，并学习他们对科学研究严谨的态度和持之以恒的精神。

#### （一）达·芬奇提出离心泵概念——勇于探索的精神

15 世纪末，意大利学者达·芬奇提出了离心泵的概念。在当时，人们对流体输送的认识还处于较为初级的阶段，达·芬奇敢于突破传统思维的束缚，大胆设想利用离心力来实现流体的输送，这种勇于探索未知领域的精神为离心泵的发展奠定了基础。在化工原理的学习中，学生需要面对各种复杂的流体现象和问题，达·芬奇的精神激励着他们不满足于现有的知识，勇于尝试新的方法和思路，积极探索化工领域的未知。

#### （二）巴本制造试验模型及改进——追求真理的精神

1689 年，法国物理学家坦尼斯·巴本制造出了离心泵的试验模型，1705 年又在试验泵的基础上进行改进，制造出一台多叶片的泵。巴本在制造和改进过程中，面临着诸多技术难题和理论挑战，但他没有放弃，而是通过不断地实验和研究，追求离心泵性能的优化和真理的揭示。这种追求真理的精神在化工原理中尤为重

要，化工过程涉及到各种物理和化学变化，学生需要像巴本一样，严谨对待实验数据，深入分析实验结果，追求化工原理背后的科学真理。

### （三）马萨诸塞泵的出现——不断创新的精神

1818 年，在美国出现的具有径向直叶片和半开式双吸叶轮以及蜗壳的马萨诸塞泵更加接近现代离心泵。这标志着离心泵在设计和结构上取得了重大突破，是不断创新的结果。在化工领域，随着技术的不断发展和市场需求的不断变化，化工原理的应用也需要不断创新。马萨诸塞泵的创新精神激励着学生在学习化工原理时，敢于突破传统的设计和方法，提出新的理念和技术，以满足化工生产的实际需求。

## 三、离心泵在现代化工等领域应用中的家国情怀



图 3 各种类型离心泵

### （一）为国家工业发展贡献力量

离心泵在现代化工、石油、能源等众多领域有着广泛的应用。在化工生产中，离心泵用于输送各种化工原料和产品，保障了化工生产的连续性和稳定性；在石油开采和输送过程中，离心泵能够克服管道阻力，将石油从地下输送到地面处理站，为国家的能源供应提供了重要支持。这些应用体现了离心泵对国家工业发展的重要性，也反映了相关科研人员和企业为国家工业发展贡献力量的家国情怀。在化工原理课程中，引导学生了解离心泵在国家工业中的重要作用，能够培养他们的责任感和使命感，使他们认识到学习化工原理知识对于国家工业发展的重要性。

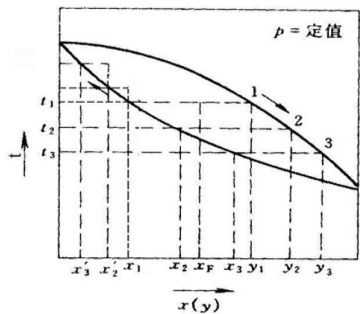
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>（二）保障民生需求</p> <p>离心泵在给排水、农业灌溉等民生领域也发挥着关键作用。在给排水系统中，离心泵用于提升和输送生活用水和污水，保障了城市居民的正常生活和环境卫生；在农业灌溉中，离心泵能够将水源输送到农田，提高农业生产的效率和质量，保障了国家的粮食安全。这些应用体现了离心泵对保障民生需求的重要意义，相关人员通过研发和应用离心泵技术，为改善人民的生活条件做出了贡献。在课程思政中，强调离心泵在民生领域的应用，能够培养学生的社会责任感和为人民服务的意识，使他们明白化工原理知识不仅与工业发展相关，也与人民的日常生活息息相关。</p> <p>离心泵的发展历程是化工原理中一个宝贵的案例，它蕴含着丰富的科学精神和家国情怀。从达·芬奇提出离心泵概念到马萨诸塞泵的出现，这一系列的发展见证了人类对离心泵认识的不断深化和技术的不断创新，体现了勇于探索、追求真理、不断创新等科学精神。离心泵在现代化工等领域的应用，为国家工业发展和民生需求保障做出了重要贡献，反映了相关人员为国家发展贡献力量的家国情怀。在化工原理课程思政中，充分利用离心泵这一案例，能够丰富课程思政素材，培养学生的科学素养和家国情怀，促进学生的全面发展。未来，化工原理课程应进一步加强课程思政建设，深入挖掘化工领域中的思政元素，为培养更多具有科学精神和家国情怀的化工人才做出贡献。</p> |
| 分析评价 | <p>案例以化工原理中离心泵的发展历程为切入点，详细阐述了达·芬奇提出离心泵概念、巴本制造试验模型及改进、马萨诸塞泵的出现等关键节点。深入挖掘其中蕴含的科学精神，如勇于探索、追求真理、不断创新等，同时结合离心泵在现代化工等领域的重要应用，探讨其体现的家国情怀，如为国家工业发展贡献力量、保障民生需求等。为化工原理课程思政提供丰富的素材和深刻的启示，培养学生的科学素养和家国情怀。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 评价者  | 樊宏伟 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-039                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例标题 | 回流比：化工“天平”上的责任与创新砝码                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本案例以精馏过程中的回流比为切入点，深入剖析其在化工生产中的关键作用。通过对回流比原理、影响因素及应用场景的研究，挖掘其中蕴含的丰富思政元素，培养学生成为兼具专业技能与高尚品德的化工人才。                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 关键词  | 精馏过程；回流比；课程思政；                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 编写时间 | 2025-5-19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 育人主题 | 责任担当、创新意识、人文关怀、职业伦理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 素材长度 | 2346                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例正文 | <p>化工行业的精馏过程犹如精密的乐章，而回流比则是其中不可或缺的关键音符，它深刻影响着分离效果、能耗与成本。在追求高效生产与技术创新的同时，回流比背后所承载的思政价值不容忽视。将回流比相关知识与思政教育深度融合，不仅能提升学生的专业素养，更能塑造其正确的价值观与职业道德，为化工行业培养有担当、有创新、有温度的新时代人才。</p> <p>一、精馏过程与回流比基础</p> <p>1. 精馏过程原理简述</p> <p>精馏基于混合物中各组分挥发度的差异，通过塔内多次部分汽化与部分冷凝，实现组分分离。上升蒸汽与下降液体在塔板上充分接触传质传热，轻组分富集于塔顶，重组分富集于塔釜，最终达到理想的分离状态。</p> <p>2. 回流比的定义与关键作用</p> <p>回流比定义为塔顶回流量与塔顶产品采出量之比（<math>R = L/D</math>），是精馏操作</p> |

的核心参数之一。它为精馏塔提供了气液两相接触的推动力，维持传质过程的进行。合适的回流比可确保分离效果与经济效益的平衡，过大或过小都会对生产产生不利影响。

#### 第四节 精馏原理

##### 2、多次部分汽化和冷凝过程分析



→  $x_F$  部分汽化

$$y_1 > x_F > x_1$$

两相的量由杠杆定律确定

→  $y_1$  部分冷凝.....

$$y_3 > y_2 > y_1$$

→  $x_1$  部分汽化.....

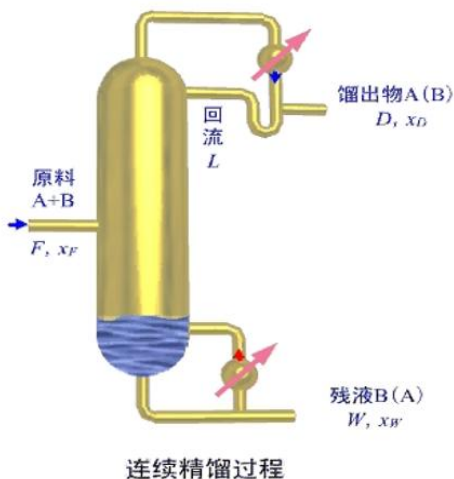
$$x'_3 < x'_2 < x_1$$

图5-8 多次部分汽化和冷凝的相图



第52页

图 1 精馏原理



$$R = \frac{L}{D}$$

图 2 回流比

##### 3. 影响回流比的因素剖析

影响回流比的因素众多，包括分离要求、塔板效率、设备投资与操作费用等。分离要求越高，所需理论板数越多，回流比的选择范围越窄；塔板效率越高，实际板数越少，回流比的选择更具灵活性；设备投资与操作费用则限制了回流比的取值范围，需在两者间寻求最佳平衡点。

##### 二、从回流比中挖掘的多元思政元素

##### 1. 责任担当：守护化工生产的安全防线

回流比的精确调控直接关系到化工生产的安全与稳定。过小的回流比可能导致分离不彻底，产品不合格，影响后续生产环节；过大的回流比则可能引发设备超负荷运行，增加能耗与安全隐患。化工从业者肩负着保障生产安全、确保产品质量的重要责任，必须以高度的责任感对待回流比的调控，每一个参数的调整都关乎着企业的生产效益与社会责任。这种责任担当意识激励着学生在未来的工作中，严谨对待每一个操作环节，为化工行业的安全发展贡献力量。

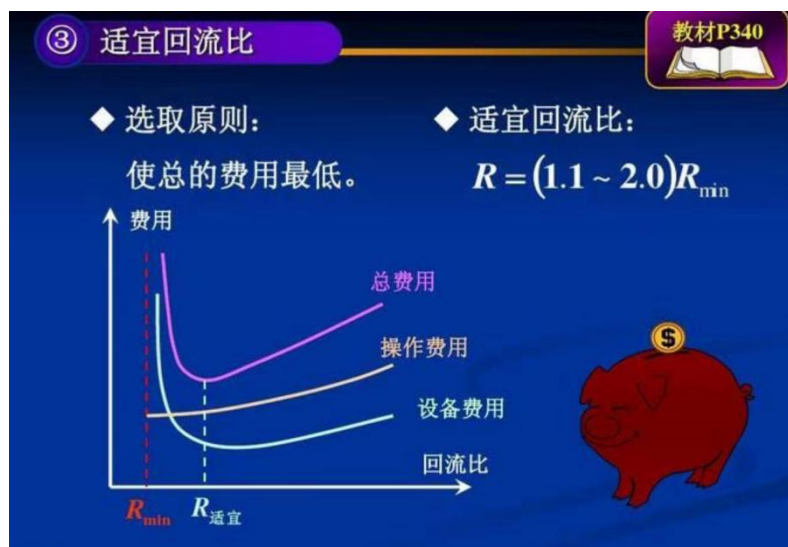


图3 适宜回流比

## 2. 创新意识：探索回流比优化的无限可能

在化工生产中，回流比的优化是一个不断追求卓越与创新的过程。随着技术的进步与市场需求的变化，传统的回流比控制方法可能已无法满足高效、节能、环保的要求。化工工程师需要具备创新意识，积极探索新的工艺与控制策略，如采用智能控制系统实现回流比的实时优化、开发新型塔板提高分离效率以降低回流比需求等。这种创新意识鼓励学生勇于突破传统思维的束缚，在专业学习中积极思考、敢于实践，为化工行业的技术创新注入新的活力。

## 3. 人文关怀：关注化工生产对人与环境的影响

回流比的选择不仅影响着化工生产的经济效益，还与人类健康和环境保护密切相关。过大的回流比会增加能源消耗与污染物排放，对环境造成负面影响；同时，化工生产过程中可能产生的有害物质，若因回流比调控不当而泄漏，将对操作人员的身体健康构成威胁。因此，化工从业者需要具备人文关怀精神，在追求生产效益的同时，充分考虑化工生产对人与环境的影响，积极采取节能减排措施，

保障操作人员的职业健康，实现化工生产与环境保护、人类健康的和谐共生。这种人文关怀意识引导学生树立正确的价值观，将化工行业的发展与社会责任紧密相连。

4. 职业伦理：坚守化工行业的道德底线

在化工生产中，回流比的调控涉及到产品质量、安全、环保等多个方面，化工从业者必须遵守严格的职业伦理规范。例如，不能为了降低成本而擅自调整回流比，导致产品质量下降或安全隐患增加；不能隐瞒生产过程中的环保问题，损害公众利益。职业伦理要求化工从业者在面对利益诱惑与道德抉择时，坚守道德底线，以诚信、公正、负责的态度对待工作。这种职业伦理教育有助于培养学生的道德品质，使其在未来的职业生涯中成为有道德、有良知的化工专业人才。

**思政元素：**通过对回流比原理、影响因素及应用场景的研究，挖掘其中蕴含的丰富思政元素，如责任担当、创新意识、人文关怀及职业伦理等。

三、回流比与课程思政融合的教学实践路径

1. 案例教学，强化责任担当教育

引入化工生产中因回流比调控不当导致的安全事故、质量事故等案例，如某化工厂因回流比设置过小，导致塔顶产品纯度不达标，影响了下游企业的生产，造成了巨大的经济损失。通过分析这些案例，让学生深刻认识到回流比调控的重要性以及不负责任行为可能带来的严重后果，引导学生树立强烈的责任意识，培养他们在未来工作中严谨负责的工作态度。

2. 创新实验，激发创新意识培养

设计以回流比优化为主题的创新实验项目，鼓励学生运用所学知识，结合现代技术手段，探索新的回流比控制方法与工艺。例如，让学生利用计算机模拟软件，对不同回流比下的精馏过程进行模拟分析，寻找最优的回流比方案；或者让学生尝试设计新型塔板结构，提高分离效率，降低回流比需求。通过创新实验，激发学生的创新思维与实践能力，培养他们在化工领域勇于探索、敢于创新的精神。

3. 小组研讨，培育人文关怀精神

组织学生进行小组研讨活动，围绕回流比与化工生产对人与环境的影响展开

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>讨论。让学生查阅相关资料，分析不同回流比下能源消耗、污染物排放以及操作人员职业健康风险的变化情况，提出节能减排、保障操作人员健康的具体措施。通过小组研讨，培养学生的团队协作能力与社会责任感，引导他们关注化工生产中的人文问题，树立以人为本的发展理念。</p> <p>4. 角色扮演，深化职业伦理认知</p> <p>开展角色扮演活动，设定化工生产中的不同角色，如工程师、操作工、质检员、环保专员等，模拟回流比调控过程中的决策与沟通场景。让学生分别扮演这些角色，按照各自的职业伦理规范进行操作与决策，体验不同角色在面对利益冲突与道德抉择时的责任与担当。通过角色扮演，加深学生对职业伦理的理解，培养他们在未来工作中坚守道德底线、维护行业声誉的职业素养。</p> <p>回流比作为精馏过程中的核心参数，蕴含着丰富的思政元素。通过将回流比相关知识与思政教育深度融合，在教学实践中采用案例教学、创新实验、小组研讨、角色扮演等多种教学方法，能够培养学生的责任担当、创新意识、人文关怀与职业伦理等品质，塑造具有高尚品德与专业技能的化工人才。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 评价者  | 樊勇刚 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例标题 | 雷诺流影育科学魂                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 内容简介 | 本案例以雷诺实验为核心载体，结合流体力学基本原理与雷诺的科学贡献，构建理工科课程思政的创新范式。以雷诺在流体力学领域突破性成果为切入点，探讨科学家精神对当代青年价值观塑造的启示。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 关键词  | 雷诺实验；流体力学；课程思政；科学家精神；家国情怀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编写时间 | 2025-5-20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 育人主题 | 科学家精神、自主创新                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材长度 | 2280                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例正文 | <p>1883 年，英国物理学家雷诺通过滴管注入有色颜料的经典实验，首次揭示了流体流动的层流与湍流两种形态及其转化条件。这一实验不仅奠定了流体力学中雷诺数（<math>Re</math>）的理论基础，更成为科学研究中“观察-假设-验证”方法的典范。在当代理工科课程思政建设中，雷诺实验的科学价值与雷诺本人的学术品格为价值观引领提供了鲜活素材。本案例拟通过解析雷诺实验的物理本质、雷诺的科研历程及中国流体力学领域的突破性成果，构建“科学原理-科学家精神-国家需求”三位一体的课程思政模式，为专业教育与思政教育协同育人提供理论支撑与实践参考。</p> <p><b>雷诺实验的物理本质与科学方法论启示：</b></p> <p>1. 层流与湍流的转化规律：从现象到本质的认知跃迁</p> <p>雷诺实验通过在玻璃管中注入有色液体，直观展示了流体流态的两种极端形态：当流速较低时，有色液体呈直线运动，各流层互不干扰，此为层流；当流速</p> |

超过临界值（下临界雷诺数约 2300）时，有色液体迅速扩散并与主流混掺，形成湍流。这一现象揭示了流体内部惯性力与粘滞力的动态博弈：层流状态下粘滞力主导，流体分子沿流线有序运动；湍流状态下惯性力突破粘滞力束缚，引发流体质点的三维随机脉动。

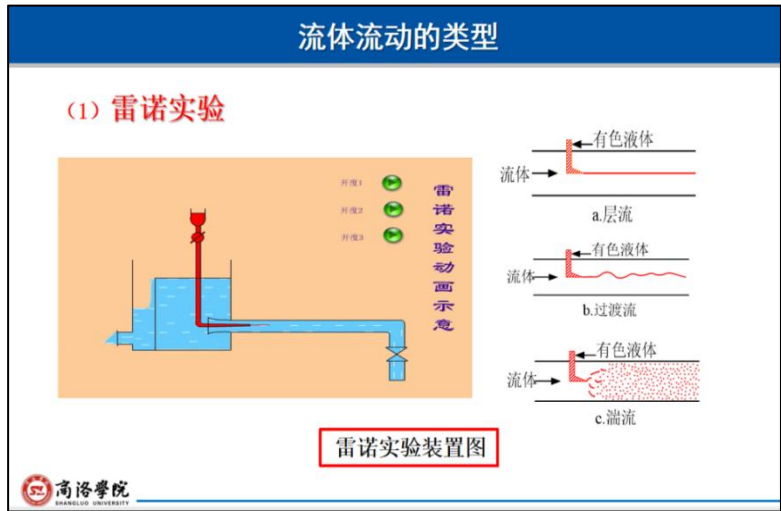


图 1 雷诺实验

从科学方法论视角看，雷诺实验的突破性在于将定性观察转化为定量判据。雷诺通过引入无量纲数  $Re$ ，将流速（ $u$ ）、管径（ $d$ ）、流体密度（ $\rho$ ）与粘度（ $\mu$ ）等变量整合为统一框架，实现了不同尺度、不同流体流动状态的普适性描述。这一过程体现了科学研究中“降维简化”的智慧，为后续流体力学问题的求解提供了标准化工具。

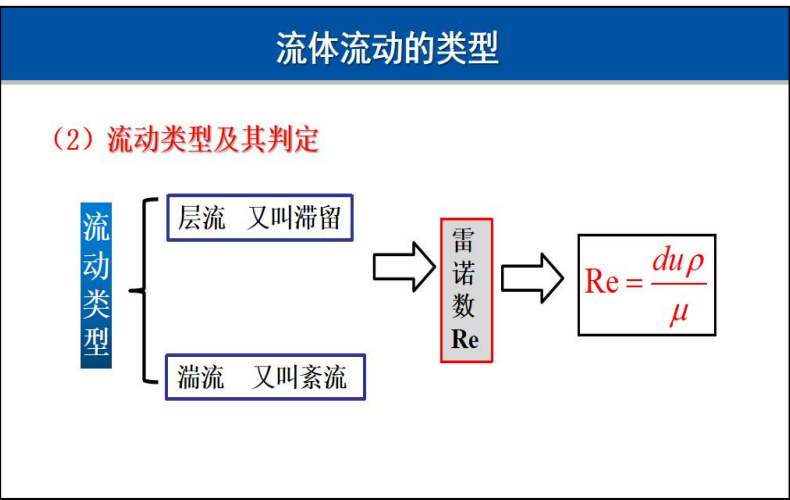
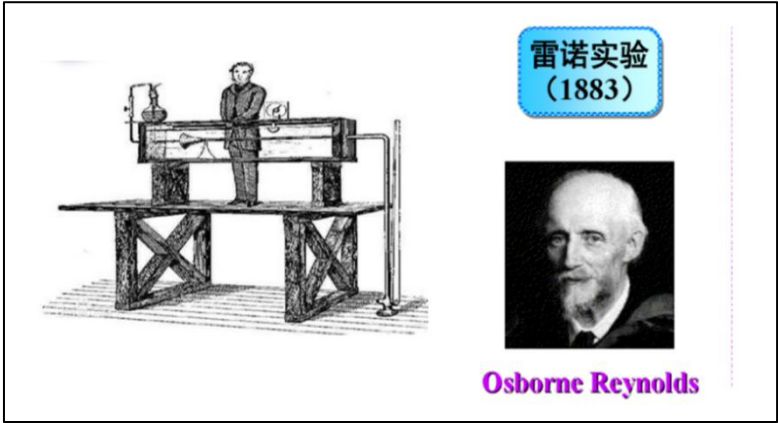


图 2 雷诺数

2. 实验验证与理论突破的辩证统一

雷诺实验的价值不仅在于现象揭示，更在于其对流体力学理论的颠覆性修正。19 世纪前，流体力学研究多基于理想流体假设，忽视粘性效应。雷诺通过实验证明，实际流体流动中粘性力与惯性力的耦合作用是流态转化的根本原因，从而修正了纳维-斯托克斯方程的适用边界。这一案例启示学生：科学理论的完善需经历“实践-理论-再实践”的螺旋上升，任何脱离实验验证的理论创新均可能陷入形而上学。

雷诺的学术品格与科学家精神的时代价值



1. 淡泊名利与追求真理的学术坚守

雷诺一生致力于流体力学基础研究，其成果虽未直接转化为商业应用，却为航空航天、能源动力等领域提供了理论基石。例如，雷诺平均方程至今仍是湍流数值模拟的核心方法。这种“为真理而研究”的纯粹动机，与当下学术界存在的功利主义倾向形成鲜明对比。在课程思政中，可通过对比雷诺与部分学者“重论文轻应用”的现象，引导学生树立“以科学服务社会”的价值观。

2. 跨学科思维与工程伦理的融合

雷诺实验的另一启示在于其对工程实践的指导意义。例如，在管道设计中，通过控制  $Re$  值可优化流体输送效率（层流区减少摩擦阻力，湍流区强化混合效果）；在航空航天领域，机翼表面湍流边界层的控制直接关乎飞行性能。这一案例揭示了基础研究与工程应用的共生关系：科学家不仅需探索自然规律，更需关注其社会价值。在课程中可引入雷诺对英国皇家海军舰船减阻设计的贡献，引导学生理解“科学无国界，但科学家有祖国”的深刻内涵。

中国流体力学发展史中的家国情怀教育

1. 从跟跑到并跑：自主创新的集体突围

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>新中国成立后，以钱学森、郭永怀、周培源为代表的老一辈科学家将流体力学理论与中国工业需求结合，实现了从“卡门涡街”理论到“两弹一星”工程的跨越。例如，郭永怀在飞机失事时仍紧抱绝密资料，以生命捍卫科研成果；吴仲华创立的叶轮机械三元流动理论，使中国航空发动机设计跻身世界前列。这些案例可与雷诺实验的“理论突破”形成呼应，彰显科学家精神在不同时空维度中的传承。</p> <p>2. 当代挑战与青年使命</p> <p>当前，中国在流体力学领域仍面临“卡脖子”问题，如高端 CFD 软件、深海工程湍流模拟等。在课程中可引入“奋斗者”号全海深载人潜水器、C919 大飞机等案例，引导学生思考：如何将雷诺实验中的科学思维转化为解决实际问题的能力？如何以流体力学研究服务国家重大战略？通过设计“基于雷诺数的管道优化设计”等实践项目，培养学生“把论文写在祖国大地上”的担当精神。</p> <p><b>流体类型中课程思政的实施路径：从知识传授到价值引领</b></p> <p>1. 理论教学中的思政元素嵌入</p> <p>在讲解雷诺实验时，可插入以下思政素材：</p> <p>①科学伦理：对比雷诺实验与“汉森风洞骗局”，强调学术诚信的重要性；</p> <p>②工程伦理：分析塔科马海峡吊桥坍塌事故中卡门涡街的危害，讨论“安全第一”的设计原则；</p> <p>③家国情怀：结合钱学森归国经历，解读“科学无国界，科学家有祖国”的深意。</p> <p>2. 实验教学中的价值观塑造</p> <p>在雷诺实验操作环节，设计以下思政任务：</p> <p>①团队协作：分组完成不同管径、流速下的流态观测，培养工程实践中“分工-协作-共享”的意识；</p> <p>②数据严谨性：要求重复实验三次以减小误差，强化“差之毫厘，谬以千里”的质量意识；</p> <p>③成果转化：引导学生思考实验结论在石油输送、城市供水等工程中的应用，树立“学以致用”的导向。</p> <p>3. 考核评价中的多维导向</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>改革传统“重理论轻实践”的考核方式，增设以下指标：</p> <p>①工程思维：设计基于雷诺数的“校园管网优化方案”；</p> <p>②社会责任感：调研本地水利工程中的流体力学问题并提出改进建议。</p> <p>雷诺实验不仅是流体力学史上的里程碑，更是课程思政的优质载体。通过解析其物理本质、挖掘雷诺的学术品格、结合中国流体力学发展史，可构建“科学原理-科学家精神-国家需求”的育人链条。在这一过程中，学生不仅能掌握流体力学核心知识，更能领悟科学探索的伦理边界、工程实践的价值取向与家国情怀的时代内涵。正如雷诺通过实验揭示了流体流动的深层规律，课程思政亦需通过科学史实与现实案例的融合，揭示“为谁培养人、培养什么人、怎样培养人”的根本命题，为新时代创新人才培养提供精神动力与价值坐标。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例以雷诺实验为核心载体，结合流体力学基本原理与雷诺的科学贡献，构建理工科课程思政的创新范式。通过解析雷诺实验中层流与湍流的转化规律，揭示科学探索中“实验验证-理论突破-工程应用”的完整链条；以雷诺在流体力学领域突破性成果为切入点，探讨科学家精神对当代青年价值观塑造的启示；结合中国流体力学发展史中的典型案例，论证科学教育与思政教育的辩证统一。研究表明，将雷诺实验融入流体力学教学，不仅能深化专业认知，更能培育学生的科学伦理意识、工程伦理素养与家国情怀，为新时代创新人才培养提供跨学科融合的实践路径。案例具有清晰的逻辑结构，知识传授与立德树人契合度高。</p>                                                                 |
| 评价者  | <p>樊雪松 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-041                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 案例标题 | 热辐射“谜”解谁担                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例来源 | 百度文库                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 内容简介 | 本案例以热辐射与普朗克提出量子假设的过程为切入点,探讨其中蕴含的科学探索精神、创新勇气与批判思维等思政元素。同时,结合我国在材料科学领域取得的重大成就,阐述科技发展与国家进步、社会责任的紧密联系。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 关键词  | 热辐射; 量子假设; 材料科学; 科学精神; 社会责任                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 编写时间 | 2025-5-21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 育人主题 | 科学探索精神、创新勇气与批判思维、严谨的科研态度、社会责任感                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 素材长度 | 1776                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 案例正文 | <div data-bbox="541 1308 1243 1738" data-label="Image"> <p>The diagram shows a hand holding a red handle of a pot. Inside the pot, blue arrows indicate convection currents in the water. The pot sits on a fire, with red wavy arrows pointing upwards from the flames, labeled '热辐射' (Thermal Radiation). Labels '热对流' (Thermal Convection) and '热传导' (Thermal Conduction) point to the water and the handle respectively.</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>图 1 传热的三种方式</b></p> <p>根据传热机理的不同,热量传递的基本方式有三种:即热传导、热对流和热辐射。热辐射,又称辐射传热,是物质由于本身温度的原因激发产生电磁波而被另一低温物体吸收后,又重新全部或部分地转变为热能的过程。因此辐射传热,</p> |

不仅是能量的传递，还同时伴随有能量形式的转化。另外，辐射传热不需要任何介质作媒介，它可以在真空中传播。这是热辐射与热传导及热对流的根本区别。一般只有物体温度大于 400℃时，才有明显的热辐射。

热辐射作为物理学中的重要概念，与普朗克提出能量子假设这一科学史上的重大事件紧密相关，其中蕴含着丰富的思政元素。而我国在材料科学领域取得的辉煌成就，不仅是科技实力的体现，更与国家发展、社会责任息息相关。将这两者相结合开展课程思政教学，有助于培养学生的科学精神、家国情怀和社会责任感，实现知识传授与价值引领的有机统一。

### 一、热辐射与能量子假设中的思政元素

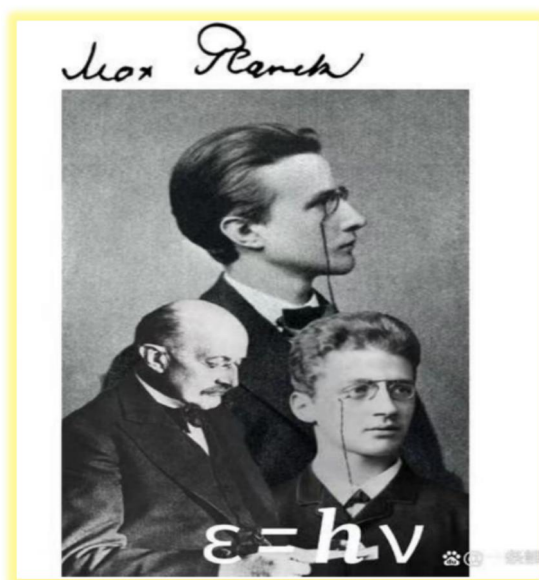


图 2 普朗克

#### （一）科学探索精神

热辐射现象早在古代就已被人们观察到，但对其本质的深入研究却经历了漫长的过程。在 19 世纪末，经典物理学理论在解释黑体辐射规律时遇到了严重困难，维恩公式和瑞利—金斯公式都无法与实验结果完全吻合。普朗克在面对这一难题时，没有局限于经典理论的框架，而是大胆地提出了能量子假设，认为辐射黑体是由大量带电的谐振子组成，这些谐振子的能量不是连续的，而是分立的，最小能量为能量子，即  $\epsilon = h\nu$ （ $h$  为普朗克常量， $\nu$  为谐振子频率）。这一假设打破了经典物理学中能量连续变化的观念，开启了量子力学的新纪元。普朗克的探索精神体现了科学家们对真理的不懈追求，不畏艰难，勇于挑战传统理论，为学

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>生树立了榜样，激励他们在学习和科研中保持好奇心和求知欲，不断探索未知领域。</p> <p><b>（二）创新勇气与批判思维</b></p> <p>普朗克提出能量子假设的过程，充分展现了创新勇气和批判思维。在当时，经典物理学理论占据主导地位，大多数科学家都试图在经典理论的框架内解决黑体辐射问题。普朗克却敢于突破常规，提出能量量子化的概念，这一观点与人们的日常经验和经典理论相悖，在当时很难被接受。但普朗克凭借对科学的敏锐洞察力和坚定信念，坚持自己的假设，并通过理论推导得出了与实验结果高度吻合的公式。这启示学生在学习和生活中，要敢于质疑传统观念，培养批判性思维，不盲目跟从权威，要有独立思考和创新能力，勇于提出新的观点和方法。</p> <p><b>（三）严谨的科研态度</b></p> <p>普朗克在提出能量子假设后，并没有急于将其推广，而是经过反复的思考和验证，确保其理论的可靠性。他深入研究能量子假设的物理意义和影响，为后来量子力学的发展奠定了基础。这种严谨的科研态度是科学研究中不可或缺的品质，它要求学生在进行实验、研究和分析问题时，要认真细致，尊重事实，不弄虚作假，以严谨的态度对待每一个数据和结论，确保研究成果的科学性和可靠性。</p> <p><b>二、我国材料科学领域的成绩与思政启示</b></p> <p><b>（一）重大科研成果彰显国家实力</b></p> <p>近年来，我国在材料科学领域取得了众多重大成果。例如，在石墨烯超导材料方面，中科院团队 2018 年发现石墨烯/氧化铜异质结在 1.7K 温度下呈现超导特性，被《Nature》评选为年度十大进展；在量子反常霍尔效应研究上，薛其坤团队 2013 年首次观测到量子反常霍尔效应，攻克拓扑绝缘体材料制备难题，成果发表于《Science》；国产高性能碳纤维于 2017 年实现量产，中复神鹰突破干喷湿纺技术，建成国内首条千吨级 T1000 碳纤维生产线；柔性电子材料在 2020 年实现产业化，华星光电建成全球首条印刷 OLED 产线，柔性 AMOLED 材料国产化率达 70%；高温超导材料研究保持国际领先，中科院物理所 2021 年在氢化镧体系中发现 250K 高温超导迹象；钙钛矿太阳能电池效率在 2023 年创世界纪录，南京理工大学谭海仁团队认证 35.2% 的钙钛矿叠层电池效率。这些成果不仅体现了我国在材料科学领域的科研实力，也彰显了国家在科技创新方面的投入和</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

支持，让学生认识到国家的发展离不开科技的进步，激发他们的爱国热情和为国家科技进步贡献力量的决心。

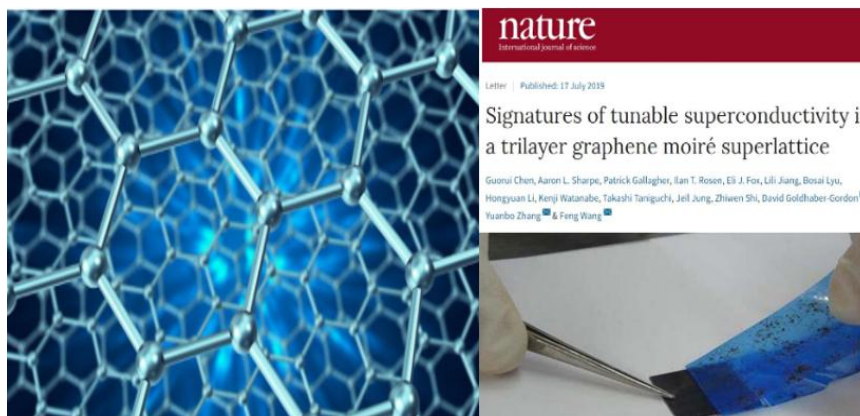


图3 石墨烯超导再获得突破

## （二）科技发展与社会责任的紧密相连

我国材料科学领域的成就不仅推动了科技的发展，也对社会产生了深远的影响。例如，高性能碳纤维的量产促进了航空航天、汽车等产业的发展，提高了产品的性能和质量；柔性电子材料的产业化为智能穿戴设备、显示技术等领域带来了新的机遇，改善了人们的生活质量；钙钛矿太阳能电池效率的提高，有助于推动可再生能源的发展，减少对传统化石能源的依赖，缓解能源危机和环境污染问题。这些成果让学生明白，科技工作者不仅要追求科研的创新和突破，还要关注科技发展对社会的影响，承担起相应的社会责任，将个人的科研成果与国家的需要、社会的利益相结合，为解决社会问题、推动社会进步贡献力量。



图4 热辐射的应用

热辐射与普朗克提出能量子假设的过程蕴含着丰富的思政元素，我国在材料科学领域取得的重大成就也为学生提供了生动的思政教育素材。通过将这两者融

|          |                                                                                                                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 入课程思政教学，可以培养学生的科学素养、家国情怀和社会责任感。                                                                                                                                  |
| 分析<br>评价 | 本案例以热辐射与普朗克提出能量子假设的过程为切入点，探讨其中蕴含的科学探索精神、创新勇气与批判思维等思政元素。同时，结合我国在材料科学领域取得的重大成就，阐述科技发展与国家进步、社会责任的紧密联系。通过将科学史与当代科技成就融入课程思政教学，培养学生的科学素养、家国情怀和社会责任感。该案例可作为化工原理课程的思政素材。 |
| 评价<br>者  | 樊勇刚 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                           |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-042                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 案例标题 | 从微观机理到宏观担当的育人之旅                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 内容简介 | 本案例聚焦热传导这一基础物理现象，从其微观分子运动机理出发，深入挖掘其中蕴含的思政元素，旨在培养学生全面的科学素养、强烈的社会责任感以及全球视野，实现专业教育与思政教育的深度融合。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 关键词  | 热传导；团队协作；工匠精神；人类命运共同体                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 编写时间 | 2025-5-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 育人主题 | 团队协作、工匠精神、人类命运共同体                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 素材长度 | 2353                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 案例正文 | <div data-bbox="572 1330 1270 1767" data-label="Image"> <p>The diagram shows a hand holding a red rod, labeled '热传导' (Conduction), which is touching a pot of water. Inside the pot, arrows indicate '热对流' (Convection). Below the pot, a fire is shown with wavy red lines representing '热辐射' (Radiation) emanating from it.</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>图 1 传热的三种方式</b></p> <p>根据传热机理的不同，热量传递的基本方式有三种：即热传导、<b>热对流</b>和热辐射。热传导，又称传导传热，简称导热，即在同一物体或连接紧密的不同物体间，热量会自动地从高温向低温传递的方式。本质上它是依靠物体内部分子的热</p> |

振动和自由电子的运动而进行热能的传递。在热传导中物体中的分子不发生相对位移，如铁棒的传热等。固体、液体和气体都能以这种方式传热。

热传导作为物理学和工程学领域的基础知识，广泛应用于能源、材料、电子等多个行业。在传统的专业课程教学中，往往侧重于热传导的物理原理、数学模型和计算方法，而忽视了其中蕴含的丰富思政资源。在新时代背景下，将思政教育融入专业课程教学，是培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的必然要求。因此，从新的角度挖掘热传导中的思政元素，探索课程思政的实施路径，具有重要的理论和实践意义。

一、热传导知识体系中的思政元素挖掘

（一）微观分子运动：团队协作的微观启示

热传导的本质是微观分子或原子的热运动和相互作用。在固体中，分子通过振动和碰撞将能量从高温区域传递到低温区域；在液体和气体中，分子的无规则运动和相互碰撞也实现了热量的传递。这种微观层面的能量传递过程，与团队协作有着惊人的相似之处。每个分子就像团队中的成员，虽然各自的运动方向和速度不同，但通过相互碰撞和协同作用，共同完成了热量传递的任务。在教学过程中，通过类比分分子运动与团队协作，引导学生认识到在团队中，每个成员都有自己的特点和优势，只有相互配合、相互支持，才能实现团队的目标，培养学生的团队协作意识和沟通能力。

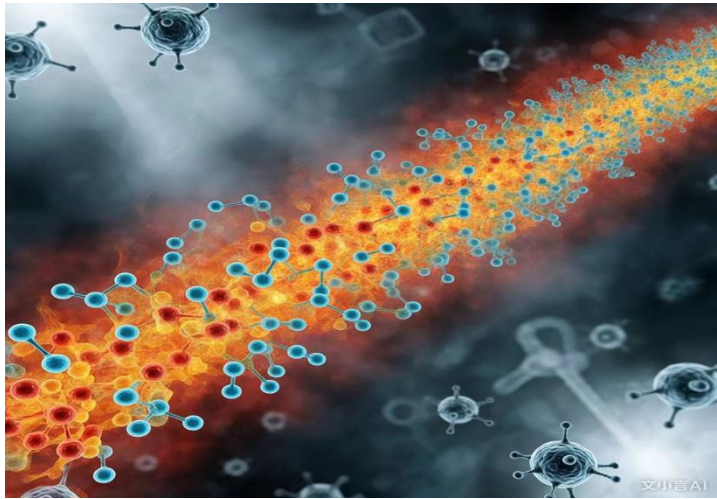


图 2 热传导的微观分子图

（二）热传导计算：精益求精的工匠精神体现

热传导的计算涉及复杂的数学模型和边界条件，需要精确的参数和严谨的计

算过程。一个小小的计算错误或参数偏差，都可能导致计算结果与实际情况相差甚远，从而影响工程设计和决策。这就要求工程师在进行热传导计算时，必须具备精益求精的工匠精神，注重细节，追求卓越。在教学过程中，通过展示实际工程中因热传导计算不准确而导致的失败案例，以及科学家和工程师们为了获得精确计算结果而付出的努力，引导学生认识到工匠精神的重要性，培养学生严谨的治学态度和精益求精的工作作风，使学生明白在专业学习和未来的工作中，要追求极致，做到尽善尽美。

**（三）热传导应用：人类命运共同体意识的现实映照**

热传导技术在能源利用、环境保护、医疗健康等领域有着广泛的应用。例如，在能源领域，高效的热传导材料和技术可以提高能源利用效率，减少能源浪费和环境污染；在医疗健康领域，热传导原理可以应用于肿瘤热疗等治疗方法，为人类健康做出贡献。这些应用都体现了热传导技术对人类社会发展的积极影响，也反映了人类在面对共同挑战时的合作与担当。通过介绍这些应用案例，引导学生认识到在全球化的今天，各个国家和地区的命运紧密相连，人类面临着许多共同的挑战，如能源危机、环境污染、疾病传播等。解决这些问题需要全球各国和各行业的共同努力，培养学生的全球视野和人类命运共同体意识，使学生明白在专业发展中要关注人类社会的整体利益，为推动全球可持续发展贡献自己的力量。



图3 人类命运共同体

## 二、课程思政融入热传导教学的实践策略

### （一）故事化教学：以历史故事激发情感共鸣

在热传导理论教学过程中，穿插讲述相关科学家的研究故事和历史事件。例如，讲述傅里叶在研究热传导过程中，面对当时科学界的质疑和困难，坚持自己的研究，最终建立了傅里叶定律的故事。通过这些故事，让学生了解科学家们在追求真理的道路上所经历的挫折和坚持，激发学生的科学探索热情和对真理的追求精神。同时，故事中科学家们的严谨态度和创新精神也能潜移默化地影响学生，培养学生的科学素养和人文精神。

### 第二节 热传导

#### 2.1 傅立叶定律

##### （一）温度场和等温面

**温度场：**某时刻，物体或空间各点的温度分布。

**等温面：**在同一时刻，温度场中所有温度相同的点组成的面。



不同温度的等温面不相交。

**傅里叶生平**  
( Fourier, 1768-1830)

- 1768年生于法国
- 1807年提出“任何周期信号都可用正弦函数级数表示”
- 1829年狄利赫利第一个给出收敛条件
- 拉格朗日反对发表
- 1822年首次发表在“热的分析理论”一书中





第17页

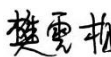
**课程思政元素：**通过科学家傅里叶介绍，培养了学生的责任感和使命感，激发了学生的学习热情，使学生能在正确的理想与信念的引导下掌握科学知识，激发学生强烈的学习兴趣。

### （二）项目驱动教学：在实践项目中培养责任担当

设计以热传导为主题的项目式学习任务，如让学生分组设计并制作一个高效的热传导装置，用于解决实际生活中的热传递问题。在项目实施过程中，学生需要综合考虑装置的性能、成本、环保等因素，并进行团队协作和沟通。通过项目驱动教学，学生不仅能够将所学的热传导理论知识应用到实际中，提高实践能力和创新能力，还能在实践中体会到作为工程师的社会责任和担当。例如，在设计热传导装置时，学生需要考虑如何减少能源消耗和环境污染，培养学生的可持续发展意识和环保责任感。

### （三）跨学科融合教学：拓展全球视野与综合思维

将热传导知识与历史、地理、经济等其他学科知识进行融合教学。例如，在

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>讲解热传导在能源领域的应用时，结合全球能源分布和能源危机问题，分析不同地区在能源利用和热传导技术发展方面的差异和合作需求。通过跨学科融合教学，学生能够从更宏观的角度理解热传导技术的应用和影响，拓宽全球视野，培养综合思维能力和解决复杂问题的能力。同时，也能让学生认识到在全球化的背景下，各个学科之间相互关联、相互影响，培养学生的跨学科学习和研究能力。</p> <p>（四）线上资源辅助教学：以多元形式强化思政效果</p> <p>利用互联网平台，收集和整理与热传导相关的科普视频、纪录片、新闻报道等线上资源。在教学过程中，适时引入这些资源，丰富教学内容和形式。例如，播放关于热传导技术在航天领域应用的纪录片，让学生了解我国在航天事业中取得的成就以及背后科学家们的奉献精神，激发学生的爱国情怀和民族自豪感。同时，线上资源还可以提供更多的实际案例和前沿动态，帮助学生及时了解行业发展趋势，培养学生的创新意识和前瞻性思维。</p> <p>热传导这一基础物理现象中蕴含着丰富的思政元素，通过故事化教学、项目驱动教学、跨学科融合教学以及线上资源辅助教学等多种实践策略，可以将思政教育有机融入热传导课程教学中。这不仅有助于学生深入理解和掌握热传导的专业知识，还能培养学生的团队协作精神、精益求精的工匠态度、人类命运共同体意识等重要品质，实现专业教育与思政教育的协同发展。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例聚焦热传导这一基础物理现象，从其微观分子运动机理出发，深入挖掘其中蕴含的思政元素，包括团队协作精神、精益求精的工匠态度、人类命运共同体意识等。结合热传导理论教学与实践应用，探索将思政教育融入专业课程的有效方法，旨在培养学生全面的科学素养、强烈的社会责任感以及全球视野，实现专业教育与思政教育的深度融合。案例知识点清楚，具有清晰的逻辑结构。体现全方位育人的教育理念。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 评价者  | <p> 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-043                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例标题 | 尾矿库溃坝事故中静压力失衡的生态灾难                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例来源 | 百度文库                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 内容简介 | 本案例结合尾矿库溃坝事故案例，分析静压力失衡导致的生态灾难，揭示尾矿库工程中静力学的重要性。提出绿色工程理念在尾矿库设计、施工及运行维护中的实践路径，实现资源开发与生态保护的协同发展。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 关键词  | 尾矿库溃坝；流体静力学；静压力失衡；生态灾难；绿色工程理念                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编写时间 | 2025-5-23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 育人主题 | 绿色工程理念                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 素材长度 | 2401                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例正文 | <p>流体静力学在化工原理的流体力学与应用中占据基础且关键的位置，<b>流体静力学</b>作为<b>流体力学</b>的一个重要分支，研究静止流体（液体或气体）的压力、密度、温度分布以及流体对器壁或物体的作用力。在化工原理中，流体静力学为后续的流体动力学研究提供了理论基础，是理解和掌握化工过程中流体行为的基础。</p> <p>尾矿库作为矿山生产中堆存尾矿的重要设施，其安全性直接关系到下游居民的生命财产安全和生态环境质量。然而，近年来全球范围内尾矿库溃坝事故频发，造成了严重的人员伤亡、财产损失和生态灾难。从<b>流体静力学</b>角度来看，尾矿库溃坝事故往往与静压力失衡密切相关。当尾矿库内静压力超过坝体承载能力时，就会导致坝体失稳、溃坝，进而引发一系列连锁反应。因此，深入研究尾矿库溃坝事故中静压力失衡的生态灾难，并倡导<b>绿色工程理念</b>，对于提高尾矿库安全管理水平、保护生态环境具有重要意义。</p> |

商洛作为矿产资源富集区，尾矿库数量众多，溃坝事故风险不容忽视。尾矿库溃坝不仅会造成严重的环境污染，还会威胁下游居民的生命财产安全。深入研究尾矿库溃坝事故，有助于精准识别风险源，优化安全管理体系，降低事故发生率。倡导绿色工程理念，则强调在尾矿库设计、施工及运行维护中融入环保理念，采用环保材料和技术，减少对环境的负面影响。在商洛推广绿色工程理念，有助于推动尾矿资源综合利用，实现资源开发与生态保护的协同发展，提升区域生态环境质量，促进经济可持续发展，是保障区域生态安全与经济发展的重要举措。

一、尾矿库溃坝事故中静压力失衡的生态灾难分析

1.1 流体静力学原理与尾矿库静压力计算

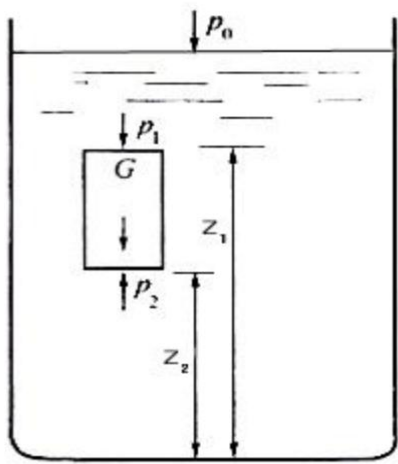


图 1 流体静力学推导图

流体静力学是研究流体处于静止状态时，其内部压力分布规律的科学。在尾矿库中，尾矿浆体作为流体介质，其静压力随着深度的增加而增大。根据流体静力学基本方程  $p=p_0+\rho gh$ （其中  $p$  为深度  $h$  处的静压力， $p_0$  为表面压力， $\rho$  为尾矿浆体密度， $g$  为重力加速度），尾矿库内静压力的大小与尾矿浆体密度、深度以及重力加速度密切相关。在尾矿库设计、施工及运行维护过程中，必须准确计算尾矿库内静压力分布，确保坝体能够承受最大静压力而不发生失稳。

1.2 尾矿库溃坝事故案例分析

以巴西丰当尾矿库溃坝事故为例，该事故发生于 2015 年 11 月 5 日，导致大量有毒尾矿泥浆涌入下游村庄和河流中，造成了严重的人员伤亡和生态灾难。事故调查认为，大量堆放的细砂状尾矿与水作用产生液化现象后造成的压力过高，是导致坝体坍塌的直接原因。从流体静力学角度来看，尾矿液化导致尾矿浆体密

度增大，进而使得尾矿库内静压力急剧增加。当静压力超过坝体承载能力时，坝体便发生失稳、溃坝。此外，丰当尾矿库在结构设计上存在坡面过陡、排水不畅等缺陷，这些缺陷也加剧了静压力失衡的风险。



图 2 巴西丰当尾矿库溃坝事故

1.3 静压力失衡导致的生态灾难

尾矿库溃坝后，大量尾矿泥浆携带重金属、选矿药剂等毒害成分涌入下游环境，对土壤、水体和生物造成了严重污染。在土壤方面，尾矿泥浆中的重金属和有毒物质会渗透到土壤中，改变土壤理化性质，破坏土壤结构，导致土壤肥力下降，影响农作物生长。在水体方面，尾矿泥浆会污染河流、湖泊等水体，导致水质恶化，影响水生生物的生存和繁殖。在生物方面，尾矿污染会破坏生态平衡，导致生物多样性减少，甚至引发物种灭绝。此外，尾矿库溃坝还会对下游居民的生命财产安全构成严重威胁，造成大量人员伤亡和财产损失。

二、绿色工程理念在尾矿库工程中的实践

2.1 绿色工程理念概述

绿色工程理念是指在工程设计和实施过程中，充分考虑环境保护和可持续发展的要求，采用环保材料和技术，减少工程对环境的负面影响，实现资源开发与生态保护的协同发展。在尾矿库工程中，绿色工程理念强调从源头上控制静压力失衡风险，提高尾矿库的安全性和环保性。

2.2 绿色工程理念在尾矿库设计中的应用

在尾矿库设计中，应充分考虑地形、地质、水文等自然条件，选择合理的坝址和坝型。同时，应优化尾矿库结构设计，提高坝体的稳定性和抗渗性。例如，可以采用分级筑坝、设置排水系统等措施，降低尾矿库内静压力，减少溃坝风险。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>此外，还应注重尾矿库的生态修复和绿化工作，提高尾矿库的生态环境质量。</p> <p><b>2.3 绿色工程理念在尾矿库施工中的应用</b></p> <p>在尾矿库施工中，应严格遵守施工规范和安全标准，确保施工质量。同时，应采用环保材料和技术，减少施工过程中的环境污染。例如，可以使用低噪音、低振动的施工设备，减少对周边居民的影响；可以采用防尘、防污等措施，减少施工扬尘和废水排放。此外，还应加强施工现场的安全管理，确保施工人员的生命安全。</p> <p><b>2.4 绿色工程理念在尾矿库运行维护中的应用</b></p> <p>在尾矿库运行维护中，应建立完善的监测和预警系统，实时监测尾矿库内水位、位移、渗流等参数。一旦发现异常情况，应立即采取措施进行处理，防止事故扩大。同时，应定期对尾矿库进行安全评估和检查，及时发现并处理安全隐患。此外，还应加强尾矿库的环保管理，确保尾矿浆体达标排放，减少对周边环境的影响。</p> <p>本案例基于流体静力学原理，结合尾矿库溃坝事故案例，深入分析了静压力失衡导致的生态灾难，并提出了绿色工程理念在尾矿库工程中的实践路径。尾矿库溃坝事故不仅会造成严重的人员伤亡和财产损失，还会对生态环境造成长期影响。因此，必须高度重视尾矿库的安全管理，从源头上控制静压力失衡风险。未来，应进一步加强尾矿库安全法规和标准体系建设，完善尾矿库安全监测和预警系统，提高尾矿库安全管理水平。同时，应积极推广绿色工程理念，实现资源开发与生态保护的协同发展。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例案例将流体静力学原理与工程实践紧密结合，创新性地引入生态伦理视角，教学素材丰富多元，具有显著的专业教育和价值引领双重功效。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 评价者  | <p><b>樊勇</b> 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-044                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 案例标题 | 沉淀智慧升华品格                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 内容简介 | 本案例聚焦化工原理中沉降原理这一核心知识点,深入剖析其与课程思政的内在联系。旨在实现专业知识传授与思政价值引领的有机统一,培养具有家国情怀、科学精神和社会责任感的化工专业人才。                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 关键词  | 沉降; 家国情怀; 科学精神; 社会责任感                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 编写时间 | 2025-5-24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 育人主题 | 家国情怀、科学精神和社会责任感                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材长度 | 2176                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 案例正文 | <p>在新时代高等教育背景下,课程思政已成为落实立德树人根本任务的重要举措。化工原理作为化工及相关专业的关键基础课程,其沉降原理知识点不仅涉及复杂的物理化学过程和工程应用,还蕴含着丰富的思政教育资源。将课程思政融入沉降原理教学,能够使学生在掌握专业知识和技能的同时,树立正确的世界观、人生观和价值观,增强民族自豪感和责任感,为化工行业的可持续发展和国家建设培养高素质人才。</p> <p>一、沉降原理的理论内涵与实际应用</p> <p>(一) 理论内涵</p> <p>沉降原理是基于颗粒与流体之间的密度差异,使颗粒在重力或离心力作用下从流体中分离出来的过程。重力沉降中,颗粒在静止流体中受到重力、浮力和阻力的共同作用,当达到平衡时,颗粒以恒定速度沉降,此速度即为沉降速度,其</p> |

计算涉及颗粒的物理性质、流体的粘度等因素。离心沉降则利用旋转产生的离心力，加速颗粒的沉降，适用于分离细小颗粒或高浓度悬浮液。

（二）实际应用

沉降原理在化工生产、环境保护等领域有着广泛的应用。在化工生产中，沉降技术用于固液分离，如矿石的浸出液中固体颗粒的分离、化工原料的提纯等，确保产品的质量和纯度。在环境保护方面，沉降原理可用于粉尘污染治理和雾霾防控，通过沉降设备如降尘室、旋风分离器等，去除工业废气和大气中的颗粒物，减少对环境的污染。此外，沉降原理还在污水处理、食品加工等行业发挥着重要作用。

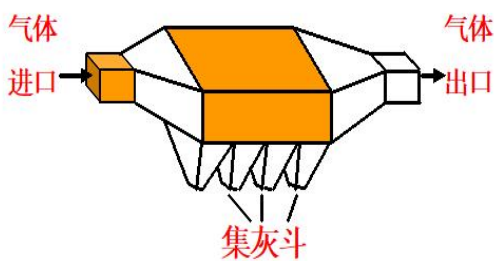


图 1 降尘室

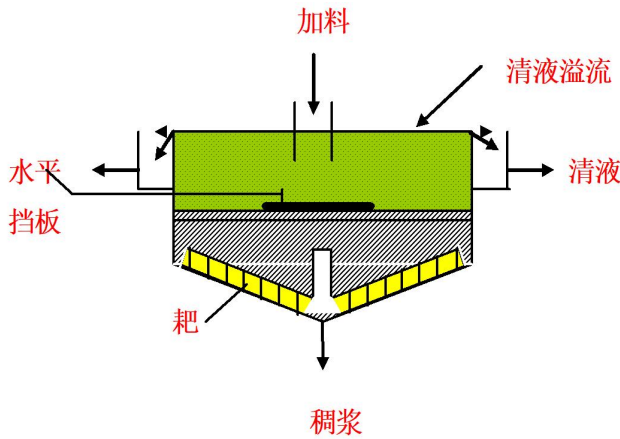


图 2 连续式沉降槽

二、沉降原理中的思政元素挖掘

（一）科学探索精神与创新意识

沉降原理的发展经历了从简单的重力沉降到高效的离心沉降的漫长过程，每一次的进步都离不开科学家们的不断探索和创新。例如，离心沉降技术的发明和应用，极大地提高了颗粒分离的效率和精度。在教学中，通过介绍这些科学家的研究历程和创新成果，激发学生的科学探索精神和创新意识，鼓励学生敢于质疑

传统理论，勇于尝试新的方法和思路，培养他们在科研和工程实践中不断追求卓越的品质。

**（二）严谨的治学态度与工匠精神**

沉降速度的计算和沉降设备的设计需要精确的数据和严谨的计算。任何微小的误差都可能导致分离效果的不理想或设备的运行故障。这要求学生具备严谨的治学态度，认真对待每一个实验数据和计算过程，注重细节，精益求精。在实验和课程设计中，教师应引导学生像工匠一样，追求卓越的品质和完美的效果，培养学生的工匠精神，让他们明白只有严谨认真、一丝不苟，才能在未来的工作中取得成功。

**（三）社会责任感与环保意识**

化工生产中的粉尘和颗粒物排放是造成大气污染和雾霾的重要原因之一。沉降技术作为有效的污染治理手段，在保护环境和人类健康方面发挥着重要作用。通过学习沉降原理，学生应认识到化工行业对环境的影响，增强社会责任感和环保意识。在教学中，结合实际案例，让学生了解化工污染的危害和沉降技术在环境保护中的应用，引导学生思考如何将沉降原理应用于实际污染治理中，为改善环境质量贡献自己的力量。

**（四）团结协作精神与集体意识**

在沉降原理的研究和应用过程中，往往需要多个学科和专业的人员共同参与。例如，沉降设备的设计需要机械工程师、化工工程师和材料工程师等的合作；沉降过程的优化需要科研人员、生产人员和管理人员的共同努力。在教学中，通过小组实验、课程设计等环节，培养学生的团结协作精神和集体意识，让学生明白只有相互配合、共同努力，才能完成复杂的任务，实现共同的目标。

**三、课程思政在化工沉降原理教学中的融入策略**

**（一）教学内容的思政化重构**

对沉降原理的教学内容进行全面梳理和整合，将思政元素有机地融入其中。例如，在讲解沉降原理的发展历史时，介绍我国科学家在沉降领域的研究成果和贡献，增强学生的民族自豪感和爱国情怀；在介绍沉降设备的应用时，结合国家环保政策和实际案例，强调沉降技术在环境保护和社会发展中的重要作用，培养学生的社会责任感和环保意识。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>（二）教学方法的多元化创新</p> <p>采用案例教学、讨论式教学、项目式学习等多样化的教学方法，激发学生的学习兴趣 and 主动性。例如，通过展示化工生产中因沉降设备故障导致的环境污染和安全事故案例，组织学生进行讨论，分析原因，总结教训，让学生深刻认识到严谨的科学态度和安全意识的重要性；开展项目式学习，让学生分组设计和优化沉降设备，培养学生的团队合作精神和创新能力和实践能力。</p> <p>（三）教学过程的思政化引导</p> <p>在教学过程中，教师应注重思政化引导，及时关注学生的思想动态和学习情况。例如，在实验教学中，当学生遇到困难和挫折时，教师应鼓励学生保持积极乐观的心态，勇于面对挑战，培养学生的坚韧不拔的意志品质；在课程设计中，当学生提出不同的设计方案时，教师应引导学生进行客观分析和评价，培养学生的批判性思维和科学决策能力。</p> <p>（四）教学评价的思政化考量</p> <p>在教学评价中，增加思政元素的考核内容，将学生的思想表现、团队合作精神、社会责任感等纳入评价指标体系。例如，在实验报告和课程设计报告中，不仅评价学生的专业知识和技能，还评价学生在实验和设计过程中的严谨态度、创新精神和环保意识；在课堂讨论和小组活动中，评价学生的参与度、沟通能力和团队协作能力。</p> <p>沉降原理课程蕴含着丰富的思政元素，将课程思政融入沉降原理教学，是实现知识传授与价值引领有机统一的重要途径。通过挖掘沉降原理中的思政元素，采用多元化的教学方法和策略，将思政教育贯穿于教学的全过程，能够培养学生的科学探索精神、严谨的治学态度、社会责任感和团结协作精神，为化工行业培养德才兼备的高素质专业人才。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。为化工原理课程思政提供丰富的素材和深刻的启示。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 评价者  | 樊霞 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-045                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例标题 | 设备里的“冷暖”抉择                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 内容简介 | 本案例聚焦传热设备设计与操作环节，挖掘其中蕴含的工程伦理要素。通过分析工程伦理在传热设备全生命周期中的关键作用，旨在培养具有高度社会责任感和职业道德的化工专业人才，实现知识传授与价值引领的有机统一。                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 关键词  | 传热设备；设计与操作；工程伦理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 编写时间 | 2025-5-25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 育人主题 | 安全伦理、环保伦理、诚信伦理、公平伦理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 素材长度 | 2158                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例正文 | <p>在化工生产领域，传热设备作为核心装置之一，其设计与操作的合理性直接关系到生产安全、环境保护以及经济效益。然而，随着技术的快速发展和市场竞争的加剧，部分工程师在追求效率与利润的过程中，忽视了工程伦理的基本原则，导致了一系列<b>安全事故和环境污染事件</b>。因此，在传热设备设计与操作的专业课程中融入工程伦理教育，培养学生的社会责任感和职业道德，成为当前课程思政建设的重要任务。</p> <p>一、传热设备设计与操作中的工程伦理要素分析</p> <p>（一）安全伦理</p> <p>安全是传热设备设计与操作的首要原则。工程师在设计阶段需充分考虑设备的结构强度、耐压能力、热稳定性等因素，确保设备在正常运行和异常工况下都能保障人员和财产安全。例如，在换热器设计中，若未合理计算管壳程压力差，</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>可能导致设备破裂，引发泄漏甚至爆炸事故。操作阶段，工程师需严格遵守安全规程，定期检查设备运行状态，及时发现并排除安全隐患。安全伦理要求工程师将人的生命安全置于首位，摒弃因追求短期利益而忽视安全的行为。</p> <p>（二）环保伦理</p> <p>传热设备在运行过程中往往涉及能源消耗和污染物排放。从环保伦理角度看，工程师有责任优化设备设计，提高能源利用效率，减少污染物排放。例如，采用高效换热技术可降低能源消耗，使用环保型传热介质可减少对环境的污染。在设备更新改造时，应优先选择环保性能良好的新技术、新材料。环保伦理要求工程师树立可持续发展观念，将环境保护纳入设备设计与操作的全过程，实现经济效益与环境效益的双赢。</p> <p>（三）诚信伦理</p> <p>诚信是工程师的基本职业道德。在传热设备设计与操作中，诚信伦理体现在多个方面。设计阶段，工程师需如实提供设备性能参数，不夸大其功能，不隐瞒潜在风险。操作阶段，需严格按照设计要求进行操作，不得擅自更改工艺参数，不伪造实验数据。在设备验收、维护等环节，也应保持诚信，如实记录设备运行情况，为后续管理提供可靠依据。</p> <p>（四）公平伦理</p> <p>公平伦理在传热设备设计与操作中同样重要。工程师在设计时应考虑不同用户群体的需求，确保设备设计公平合理，不歧视任何一方。例如，在化工园区传热设备集中布局时，需平衡各企业之间的利益关系，避免因设备设计不合理导致部分企业生产受限或成本增加。在操作过程中，应公平对待所有参与人员，不因个人关系或利益因素而偏袒某一方。公平伦理要求工程师秉持公正态度，维护各方合法权益，促进化工行业的和谐发展。</p> <p>二、工程伦理缺失导致的案例分析</p> <p>（一）某化工厂换热器爆炸事故</p> <p>某化工厂在换热器设计过程中，工程师为降低成本，选用了质量不达标的管材，且在设计计算时未充分考虑实际工况下的压力变化。在设备投入运行后，由于管材强度不足，在高压下发生破裂，导致换热器内介质泄漏并引发爆炸。此次事故造成多人伤亡，周边环境受到严重污染，企业也遭受了巨大的经济损失。该</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

案例充分暴露了安全伦理和诚信伦理的缺失，工程师为追求短期经济利益，忽视了设备的安全性和可靠性，最终酿成了惨痛后果。



图 1 化工厂换热器引发的爆炸

#### （二）某企业传热设备违规排放事件

某企业为降低生产成本，在传热设备操作过程中，未按照环保要求对排放的废气、废水进行处理，直接将污染物排放到环境中。当地环保部门在检查中发现该企业存在严重违规行为，对其进行了严厉处罚，并责令企业停产整顿。这一事件反映出企业在环保伦理方面的缺失，工程师在操作过程中未能履行环保责任，导致企业行为与可持续发展理念背道而驰，不仅损害了社会公共利益，也对企业自身的长期发展造成了负面影响。



图 2 工厂废水乱排放

### 三、在专业课程中融入工程伦理教育的路径

#### （一）案例教学法

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>在传热设备设计与操作的专业课程教学中，引入上述实际案例以及其他国内外相关案例，组织学生进行深入分析讨论。通过案例分析，让学生直观感受工程伦理缺失的严重后果，引导学生思考如何在设计与操作过程中遵循工程伦理原则。例如，在讲解换热器设计时，引入换热器爆炸事故案例，让学生分析事故原因，探讨在设计阶段应如何从安全伦理角度进行改进，从而培养学生的安全意识和伦理观念。</p> <p>（二）项目驱动法</p> <p>设计以传热设备设计与操作为主题的项目，让学生在完成项目的过程中，亲身体验工程伦理决策的重要性。例如，将学生分成小组，每个小组负责一个传热设备的设计项目，要求在设计过程中充分考虑安全、环保、诚信、公平等伦理要素。在项目实施过程中，设置伦理决策环节，让学生面对实际的设计问题，如如何在保证设备性能的前提下降低成本、如何平衡企业利益与环境保护等，通过小组讨论和教师指导，做出符合工程伦理的决策。这种方法可有效提升学生的工程伦理实践能力和问题解决能力。</p> <p>（三）专家讲座法</p> <p>邀请化工行业具有丰富工程伦理实践经验的专家到学校举办讲座，分享他们在传热设备设计与操作过程中的伦理决策经验和教训。专家讲座可为学生提供真实的工作场景和伦理挑战案例，让学生了解行业对工程师工程伦理素养的要求。同时，通过与专家的互动交流，学生可进一步明确工程伦理在职业发展中的重要性，激发学生对工程伦理学习的积极性和主动性。</p> <p>传热设备设计与操作中的工程伦理教育是课程思政建设的重要组成部分。通过深入分析传热设备设计与操作中的工程伦理要素，结合实际案例揭示工程伦理缺失的危害，并探索在专业课程中融入工程伦理教育的有效路径，可培养学生的社会责任感和职业道德，使学生在掌握专业知识和技能的同时，树立正确的价值观和职业观。</p> |
| 分析评价 | 案例专业课程中融入工程伦理教育的有效路径，旨在培养具有高度社会责任感和职业道德的化工专业人才，实现知识传授与价值引领的有机统一。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 评价者  | 樊勇柏 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-046                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 案例标题 | 叶轮间的匠心守护：从汽蚀故障到职业担当                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本案例深入讨论汽蚀机理的预防措施，可以更好地应对化工生产中的挑战和问题。同时，通过历史对照和实践延伸，可以进一步探讨工匠精神的时代内涵和职业素养的重要性，为学生的未来职业发展打下坚实的基础。                                                                                                                                                                                                                                   |
| 关键词  | 汽蚀现象；故障处理；工匠精神；职业素养                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 编写时间 | 2025-5-26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 育人主题 | 工匠精神、职业素养塑造                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材长度 | 2288                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 案例正文 | <p>在化工原理的学习中，汽蚀现象及其故障处理是不可或缺的一部分。汽蚀不仅影响泵的性能，还可能引发严重的安全事故。因此，深入理解汽蚀机理、掌握NPSH（净正吸头）的计算方法以及采取有效的预防措施，对于应化专业的学生来说至关重要。同时，通过汽蚀现象与故障处理的学习，我们可以进一步探讨工匠精神与职业素养的塑造，以历史为镜，以实践为鉴，培养学生的责任感和使命感。</p> <p><b>一、汽蚀现象的机理与影响</b></p> <p>汽蚀是指当泵入口处的液体压力降低到该温度下的饱和蒸汽压以下时，液体开始汽化，形成气泡。这些气泡随液体进入泵腔，在高压区迅速破裂，产生强烈的冲击和振动，导致泵的性能下降，甚至损坏泵体。汽蚀不仅影响泵的效率，还</p> |

可能引发噪音、振动、腐蚀等问题，严重时甚至导致泵的失效和安全事故。

汽蚀的发生与多种因素有关，包括泵的设计、操作条件、液体性质等。因此，预防汽蚀需要从多个方面入手，如提高泵的吸入压力、降低液体温度、优化泵的设计等。



图 1 离心泵的叶轮汽蚀

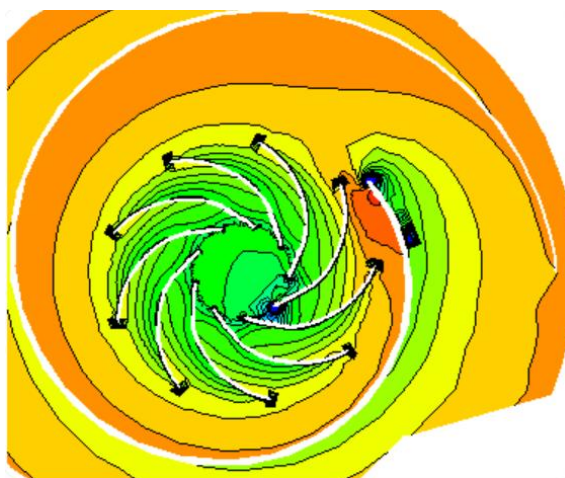


图 2 离心泵的叶轮汽蚀动画图

## 二、NPSH 的计算与重要性

NPSH（净正吸头）是衡量泵抗汽蚀能力的重要指标。它表示泵入口处液体所具有的能量超过该液体在该温度下饱和蒸汽压所需的能量。NPSH 的计算涉及多个参数，包括液体的密度、粘度、温度、泵的安装高度、吸入管道的阻力等。

在泵的设计和操作过程中，NPSH 的计算至关重要。如果泵的 NPSH<sub>r</sub>（必需汽蚀余量）大于系统的 NPSH<sub>a</sub>（可用汽蚀余量），则泵能够正常工作，不易发

生汽蚀。反之，如果  $NPSH_r$  大于  $NPSH_a$ ，则泵可能发生汽蚀，导致性能下降甚至损坏。

因此，在泵的选择、安装和调试过程中，必须准确计算  $NPSH$ ，确保泵具有足够的抗汽蚀能力。

### 三、预防措施与工匠精神

预防汽蚀需要从多个方面入手，包括优化泵的设计、提高操作水平、加强维护保养等。这些措施的实施不仅依赖于专业知识，更离不开工匠精神和职业素养的支撑。

#### （一）优化泵的设计

优化泵的设计是预防汽蚀的重要手段。这包括选择合适的泵型、提高泵的吸入性能、优化泵的内部结构等。在设计过程中，需要充分考虑液体的性质、操作条件以及系统的需求，确保泵具有足够的抗汽蚀能力。

#### （二）提高操作水平

提高操作水平也是预防汽蚀的关键。操作人员需要熟练掌握泵的操作规程，了解泵的性能特点和运行状况。在操作过程中，要密切关注泵的压力、流量、振动等参数的变化，及时发现并处理异常情况。同时，操作人员还需要具备高度的责任心和敬业精神，确保泵的安全稳定运行。

#### （三）加强维护保养

加强维护保养是预防汽蚀的重要保障。定期对泵进行检查、清洗和维修，及时发现并处理潜在问题。对于易损件如叶轮、密封件等，要定期更换，确保泵的性能稳定。同时，还需要加强泵的润滑和冷却，降低泵的运行温度和摩擦阻力，提高泵的抗汽蚀能力。

### 四、历史对照：工匠精神的时代内涵

在探讨汽蚀现象与故障处理的过程中，我们可以从历史中汲取智慧和力量。以 20 世纪 60 年代大庆油田会战为例，工人蔡升在零下  $30^{\circ}\text{C}$  的严寒中，用身体融化冻结的泵体，确保了生产的顺利进行。这种无私奉献、勇于担当的精神，正是工匠精神的生动体现。

与蔡升相比，现代化工生产中，我们拥有了更加先进的监测系统和智能化设备。然而，这并不意味着我们可以忽视工匠精神的培养。相反，随着技术的不断

进步和生产的日益复杂，工匠精神的重要性更加凸显。

现代工匠精神不仅要求我们具备扎实的专业知识和操作技能，更要求我们具备高度的责任心和敬业精神。在面对汽蚀等复杂问题时，我们需要像蔡升那样，勇于担当、敢于创新，不断探索解决问题的新方法和新途径。



图3 大庆油田会战

#### 五、实践延伸：细节决定安全的职业态度

在化工生产中，一个小小的疏忽都可能引发严重的安全事故。因此，我们需要时刻保持警惕，注重细节，确保生产的安全稳定。

以某化工厂因未及时更换磨损叶轮引发爆炸的调查报告为例，这起事故再次提醒我们，细节决定安全。在泵的运行过程中，叶轮是关键部件之一。如果叶轮磨损严重，不仅会影响泵的性能，还可能引发安全事故。因此，我们需要定期对叶轮进行检查和更换，确保泵的安全稳定运行。

为了培养学生的细节意识和安全意识，我们可以组织学生编写《泵操作员安全守则》。通过编写守则的过程，学生可以深入了解泵的操作规程和安全要求，增强安全意识和责任意识。同时，守则的编写还可以培养学生的团队协作能力和创新思维，为他们未来的职业发展打下坚实的基础。

#### 六、工匠精神与职业素养的塑造

通过汽蚀现象与故障处理的学习，我们可以进一步探讨工匠精神与职业素养的塑造。工匠精神不仅要求我们具备扎实的专业知识和操作技能，更要求我们具备高度的责任心和敬业精神。在化工生产中，我们需要时刻保持警惕，注重细节，确保生产的安全稳定。

职业素养则是指我们在职业活动中所表现出的综合素质和能力。它包括专

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>业知识、操作技能、沟通能力、团队协作能力等多个方面。在化工行业中，职业素养的高低直接关系到生产的安全稳定和企业的发展壮大。</p> <p>因此，我们需要注重工匠精神与职业素养的培养。通过理论学习、实践操作、案例分析等多种方式，不断提高学生的专业知识和操作技能；通过团队合作、项目实践等方式，培养学生的沟通能力和团队协作能力；通过安全教育、职业道德教育等方式，增强学生的安全意识和责任意识。</p> <p>汽蚀现象与故障处理是化工原理中的重要内容，也是培养学生工匠精神与职业素养的重要途径。通过深入学习汽蚀机理、掌握 NPSH 的计算方法以及采取有效的预防措施，我们可以更好地应对化工生产中的挑战和问题。同时，通过历史对照和实践延伸，我们可以进一步探讨工匠精神的时代内涵和职业素养的重要性，为学生的未来职业发展打下坚实的基础。</p> <p>让我们携手共进，以工匠精神为引领，以职业素养为支撑，为化工行业的繁荣和发展贡献我们的智慧和力量！</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容有明确的思政元素和育人目标，体现全方位育人的教育理念。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 评价者  | 樊勇刚 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-047                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 案例标题 | 血泪警示：流体之道解码化工管道安全                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 案例来源 | 百度文库                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 内容简介 | 本案例以化工管道泄漏事故为切入点，结合流体力学知识，深入剖析事故背后的原因，并挖掘其中蕴含的安全责任、家国担当、科学精神等思政元素，为化工专业人才培养提供新的思路和方法。                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 关键词  | 化工管道泄漏事故；流体力学知识；安全责任；家国担当；科学精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 编写时间 | 2025-5-27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 育人主题 | 安全责任、家国担当、科学精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材长度 | 2576                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例正文 | <p>化工行业作为国民经济的重要支柱产业，在推动社会经济发展中发挥着关键作用。然而，化工生产过程复杂且危险，化工管道泄漏事故时有发生，这类事故不仅会造成人员伤亡、财产损失，还会对环境造成严重污染。流体力学作为研究流体运动规律和流体与固体相互作用的一门学科，在化工管道的设计、运行和维护中具有重要的应用价值。将流体力学知识与化工管道泄漏事故相结合，融入安全责任、家国担当、科学精神等思政教育内容，对于培养兼具专业素养与高尚品德的化工专业人才具有重要意义。</p> <p>一、化工管道泄漏事故的危害与原因分析</p> <p>（一）化工管道泄漏事故的危害</p> <p>化工管道泄漏事故的危害是多方面的。首先，泄漏的化工物料往往具有易燃、易爆、有毒等特性，一旦泄漏，极易引发火灾、爆炸和中毒事故，对现场人员的</p> |

生命安全构成严重威胁。例如，2013 年山东青岛“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故，造成 62 人死亡、136 人受伤，直接经济损失 7.5 亿元。其次，泄漏的化工物料会对环境造成严重污染，破坏生态平衡。一些化工物料进入土壤、水体和大气后，难以降解，会对土壤质量、水质和空气质量产生长期影响。此外，化工管道泄漏事故还会导致企业生产中断，造成巨大的经济损失，影响企业的正常运营和社会形象。



图 1 山东青岛“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸

（二）化工管道泄漏事故的原因分析

从流体力学的角度来看，化工管道泄漏事故的原因主要包括以下几个方面：

①管道腐蚀：化工管道在长期运行过程中，会受到介质的腐蚀作用，导致管道壁厚减薄、强度降低，从而引发泄漏。根据流体力学原理，管道内介质的流速、压力和温度等因素会影响介质的腐蚀速率。例如，在高温、高压和高速流动的条件下，介质的腐蚀性会增强，加速管道的腐蚀过程。

②密封失效：管道连接处的密封是防止泄漏的关键环节。密封失效的原因主要包括密封设计不合理、密封材料老化、密封安装不当等。从流体力学的角度来看，密封处的压力分布和流体泄漏量密切相关。当密封处的压力超过密封材料的承受能力时，就会导致密封失效，引发泄漏。

③外力破坏：化工管道在运行过程中，可能会受到外力的破坏，如地震、洪水、施工挖掘等。外力破坏会导致管道变形、破裂，从而引发泄漏。流体力学中的应力分析和结构力学原理可以用于分析外力对管道的影响，评估管道的抗破坏能力。

④操作不当：操作人员在化工管道的运行和维护过程中，如果违反操作规程，

如超压、超温、超负荷运行等，也会导致管道泄漏事故的发生。操作不当会改变管道内介质的流动状态和压力分布，增加管道的泄漏风险。

## 二、流体力学知识在化工管道泄漏事故分析中的应用

### （一）泄漏量计算

流体力学中的伯努利方程和连续性方程可以用于计算化工管道泄漏时的泄漏量。伯努利方程描述了流体在流动过程中能量守恒的关系，连续性方程则表明流体在管道中流动时质量守恒。通过测量泄漏口处的压力、流速和管道直径等参数，结合伯努利方程和连续性方程，可以计算出泄漏量。准确的泄漏量计算对于评估事故的危害程度、制定应急救援措施和进行事故调查具有重要意义。

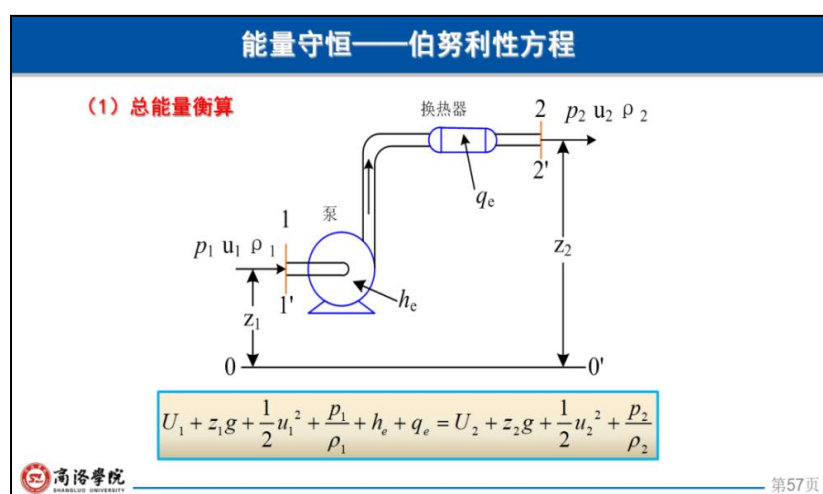


图2 伯努利方程

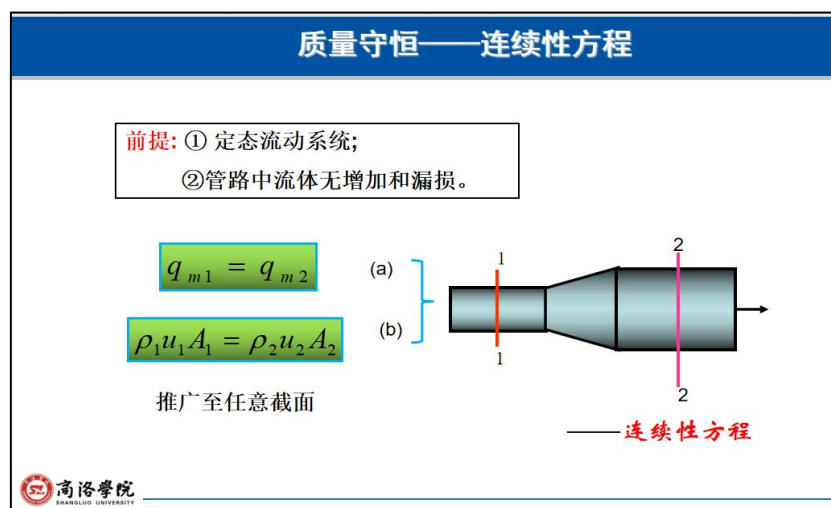


图3 连续性方程

### （二）泄漏扩散模拟

利用计算流体力学（CFD）技术，可以对化工管道泄漏后的介质扩散过程进

行模拟。CFD 技术通过求解流体力学中的控制方程，如纳维-斯托克斯方程，来预测介质在空间中的分布和运动规律。通过泄漏扩散模拟，可以了解泄漏介质在不同环境条件下的扩散范围、浓度分布和影响区域，为应急救援和环境监测提供科学依据。

### （三）管道应力分析

流体力学中的结构力学原理可以用于分析化工管道在运行过程中的应力分布。管道在受到内压、外力和温度变化等因素的作用下，会产生应力。当应力超过管道材料的强度极限时，就会导致管道破裂和泄漏。通过管道应力分析，可以评估管道的安全性和可靠性，及时发现管道存在的安全隐患，采取相应的措施进行加固和维护。

## 三、化工管道泄漏事故中的思政元素挖掘与融合

### （一）安全教育

化工管道泄漏事故的惨痛教训提醒我们，安全是化工生产的生命线。在课程教学中，可通过分析化工管道泄漏事故案例，让学生深刻认识到安全的重要性，培养学生的安全责任意识。

1. 结合事故案例讲安全要求，在讲解流体力学知识时，结合事故案例，强调管道设计、运行和维护过程中的安全要求。例如，在介绍管道压力计算时，以因超压导致管道破裂泄漏的事故为例，让学生明白准确计算压力、合理设置安全阀等安全装置的重要性，使学生明白任何一个小小的疏忽都可能导致严重的后果。

2. 培养安全习惯，教育学生要严格遵守操作规程，养成良好的安全习惯。通过模拟化工管道操作场景，让学生在实践中体会遵守规程的必要性，将安全意识贯穿到学习和工作的每一个环节。同时，引导学生思考如何从自身做起，预防类似事故的发生，培养学生的安全责任感。

### （二）家国担当教育

化工管道泄漏事故不仅会给企业带来经济损失，还会对社会和环境造成严重影响。作为化工专业的学生，将来要从事化工生产和管理工作，肩负着保障化工生产安全、保护环境和人民生命财产安全的重任，应具备家国担当精神。

1. 分析事故社会影响，在课程教学中，引导学生分析化工管道泄漏事故对

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>社会和环境的影响。例如，讨论泄漏事故导致的环境污染如何影响周边居民的生活和健康，以及对企业所在地区经济发展的冲击。让学生明白化工行业的发展与国家和社会的利益紧密相连，从而增强学生的社会责任感。</p> <p>2. 探讨行业使命，组织学生讨论化工行业在国民经济中的地位和作用，以及化工专业人员在保障行业安全发展中的使命。鼓励学生思考如何运用所学流体力学知识，为解决化工管道安全问题、推动行业可持续发展贡献力量，培养学生的家国情怀和担当精神。</p> <p><b>（三）科学精神教育</b></p> <p>化工管道泄漏事故的分析和处理需要运用流体力学等专业知识和科学方法。在课程教学中，要注重培养学生的科学精神，让学生学会用科学的思维方式和方法去解决问题。</p> <p>1. 理解科学原理应用，在讲解泄漏量计算和泄漏扩散模拟时，引导学生深入理解科学原理和方法的应用。通过详细推导伯努利方程、连续性方程和纳维 - 斯托克斯方程等在事故分析中的运用过程，培养学生的逻辑思维能力和对科学知识的敬畏之心。</p> <p>2. 鼓励探索创新，鼓励学生勇于探索未知领域，不断追求科学真理。例如，提出一些与化工管道泄漏防治相关的前沿问题，如新型密封材料的研发、高效泄漏检测技术的探索等，激发学生的创新思维，培养学生的科学探索精神，为化工行业的发展贡献自己的智慧和力量。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容行文规范、语言流畅、表述清晰，有明确的思政元素和育人目标。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 评价者  | 樊军哲 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-048                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例标题 | “蒸”心报国：平衡蒸馏中的思政密码                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 内容简介 | 本案例聚焦化工原理中的平衡蒸馏过程，深入剖析其原理、特点及应用场景。从平衡蒸馏的操作流程与参数计算中挖掘思政元素，如工匠精神、可持续发展意识以及家国情怀。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 关键词  | 平衡蒸馏；课程思政；                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 编写时间 | 2025-5-28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 育人主题 | 工匠精神、可持续发展意识以及家国情怀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 素材长度 | 2398                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 案例正文 | <p>平衡蒸馏作为化工原理中重要的蒸馏方式之一，具有连续稳定、生产能力大的特点，广泛应用于石油炼制、石油裂解分离等工业场景。然而，平衡蒸馏不仅仅是一个技术过程，其中蕴含着丰富的思政元素。将平衡蒸馏知识与思政教育深度融合，有助于培养学生的综合素质和职业道德，使其成为有知识、有能力、有情怀的优秀工程人才，为化工行业的发展注入新的活力。</p> <p>一、平衡蒸馏概述</p> <p>1. 平衡蒸馏原理</p> <p>平衡蒸馏是通过单级操作实现气液两相平衡分离的蒸馏方法。其核心原理是将原料液加热升温后经节流阀减压，使过热液体在分离器中部分汽化，最终获得平衡的气液两相产物。在分离器内，维持恒定压力，气液相组成遵循气液平衡关系，且两相温度相同。当在单级釜内进行平衡蒸馏时，釜内液体混合物被部分汽化，并使气体与液相处于平衡状态，然后将气液两相分开。这种操作既可以间歇</p> |

进行，也可以以连续方式进行，化工生产中多采用连续操作的平衡蒸馏装置。

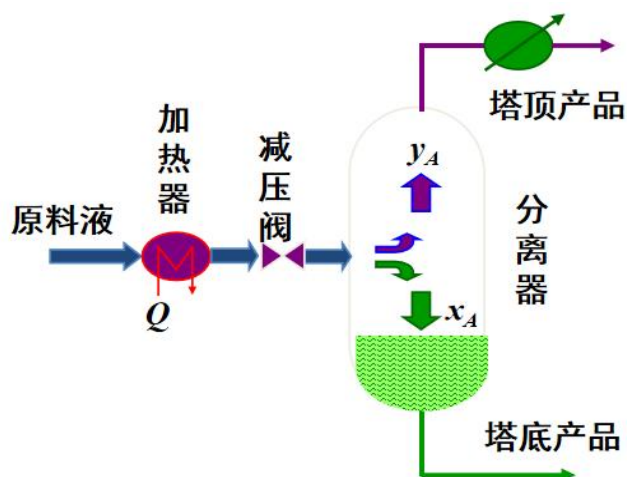


图 1 平衡蒸馏的流程

## 2. 平衡蒸馏操作流程与参数计算

混合液先经加热器升温，使液体温度高于分离器压强下液体的沸点，然后通过减压阀使其降压后进入分离器中，此时的过热液体混合物即被部分气化，平衡的气液两相在分离器中得到分离。通常分离器又称为闪蒸罐。在操作过程中，需要运用物料衡算、热量衡算及气液平衡关系进行参数计算。

## 3. 平衡蒸馏的优缺点与应用场景

平衡蒸馏具有连续稳定、生产能力大的优点，但无法得到高纯度产物。其常用于石油炼制、石油裂解分离等只需粗略分离的工业场景。在实际运行中，汽化率一般控制在 20 - 40%，过高会导致雾沫夹带影响分离效果。同时，过热度控制不当会导致闪蒸塔超压，因此工业装置需设置进料温度集中显示及联锁报警系统，操作压力通常维持在 0.3 - 0.5MPa 范围内，过热温度与操作压力的匹配需通过严格的热力学计算确定。

## 二、从平衡蒸馏中挖掘的思政元素

**思政元素：**通过对平衡蒸馏原理、影响因素及应用场景的研究，挖掘其中蕴含的创新探索精神、工匠精神、家国情怀、可持续发展意识。

### 1. 突破传统，追求卓越的创新探索精神

虽然平衡蒸馏已有成熟的理论和应用，但在实际生产中，仍面临着如何进一步提高分离效率、降低能耗等挑战。这就需要化工从业者具备创新探索精神，勇

于突破传统思维的束缚，尝试新的操作方法、改进设备结构或开发新型工艺。例如，研究新的催化剂或添加剂来改善气液平衡关系，从而提高分离效果；或者探索更高效、节能的加热和冷却方式，降低平衡蒸馏过程中的能耗。这种创新探索精神鼓励学生在学习过程中积极思考、敢于质疑，培养他们解决实际问题的能力和创新思维。

### 2. 精益求精、追求极致的工匠精神

平衡蒸馏的参数计算和操作过程需要极高的精确度。从进料量的控制、温度和压力的调节，到气液两相分离效果的检测，每一个环节都需要化工从业者以工匠精神去对待。他们需要不断优化操作参数，追求分离效果和经济效益的最佳平衡。即使是一个微小的参数变化，也可能对产品质量和生产效率产生重大影响。因此，化工从业者必须具备精益求精的态度，对每一个数据、每一次操作都认真负责，力求做到极致。这种工匠精神有助于培养学生严谨细致的工作作风，提高他们的专业素养和实践能力。

### 3. 关注化工生产对环境的影响

平衡蒸馏作为化工生产中的一种分离方式，其能耗和污染物排放对环境有着一定的影响。在追求生产效益的同时，化工从业者需要具备可持续发展的环保意识。例如，可以通过优化操作参数，降低能耗，减少对能源的消耗；同时，采取有效的污染防治措施，减少污染物的排放，保护周边环境和居民的健康。此外，还可以探索利用可再生能源来驱动平衡蒸馏过程，或者开发新型的绿色分离技术，实现化工生产的可持续发展。这种可持续发展的环保意识是化工从业者必须具备的重要素质，它要求学生在学习和工作中，关注环境保护问题，积极采用节能减排技术和措施，为建设绿色化工产业贡献力量。

### 4. 投身化工，服务国家的家国情怀

化工行业是国家经济发展的重要支柱产业，在能源、材料、医药、农业等众多领域都发挥着关键作用。平衡蒸馏作为化工生产中的基础操作单元，其技术水平和应用效果直接关系到国家的化工产业竞争力。化工从业者需要具备家国情怀，将个人的发展与国家的需要紧密结合起来，积极投身到化工行业的建设中，为国家的科技进步和经济发展贡献自己的力量。例如，在石油化工领域，通过优化平衡蒸馏工艺，提高石油产品的质量和产量，保障国家的能源安全；在化工新

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>材料领域，利用平衡蒸馏技术开发新型材料，推动国家的产业升级。这种家国情怀激励着学生树立远大的理想和抱负，为国家的繁荣富强而努力学习、工作。</p> <p>三、平衡蒸馏与课程思政融合的教学实践策略</p> <p>1. 引入行业榜样，强化创新意识教育</p> <p>邀请化工行业中的优秀工程师、分享他们在创新探索方面的经验和故事，例如如何通过改进平衡蒸馏工艺或开发新型设备来提高生产效率和降低成本。通过与榜样的近距离接触，让学生深刻感受到创新探索精神在化工行业中的重要性，激发他们向榜样学习的热情，培养他们在未来工作中勇于担当、敢于创新的精神。</p> <p>2. 开展项目式学习，培养工匠精神</p> <p>设计以平衡蒸馏为主题的项目式学习任务，让学生分组进行项目研究。在项目实施过程中，学生需要完成从平衡蒸馏工艺的设计、参数计算、模拟仿真到实际操作的整个流程。每个小组成员都有明确的分工，如有的负责工艺设计，有的负责参数计算，有的负责模拟仿真，有的负责实际操作等。在项目推进过程中，学生需要不断优化工艺参数，追求分离效果和经济效益的最佳平衡，这有助于培养他们的工匠精神。</p> <p>3. 组织实地调研，深化可持续发展与家国情怀教育</p> <p>学生到陕西锌业有限公司进行实地调研，重点了解平衡蒸馏在实际生产中的应用情况以及企业在可持续发展方面所采取的措施。学生可以与企业技术人员交流，了解企业在平衡蒸馏过程中如何通过优化操作参数、采用节能设备等方式来降低能耗和减少污染物排放；同时，了解企业如何将化工生产与国家的发展战略相结合，为国家的经济发展做出贡献。通过实地调研，让学生亲身感受化工行业在可持续发展和家国情怀方面的实际体现，深化他们对这两个思政元素的理解，激发他们为国家的化工事业贡献力量的决心。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 评价者  | 樊军松 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-49                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 案例标题 | 离心泵节能促化工绿色发展                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 内容简介 | 本案例聚焦离心泵在化工领域中的节能减排作用，深入探讨其性能参数、特性曲线等知识如何与绿色发展理念紧密结合。旨在培养具有绿色发展意识和节能实践能力的化工专业人才，为化工行业绿色转型提供人才支撑。                                                                                                                                                                                                |
| 关键词  | 离心泵；节能减排；绿色发展理念；                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 编写时间 | 2025-6-3                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 育人主题 | 节能减排；绿色发展理念；                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 素材长度 | 1508                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 案例正文 |  <p style="text-align: center;"><b>图 1 绿水青山就是金山银山</b></p> <p>绿水青山就是金山银山，在全球资源日益紧张、环境问题愈发突出的当下，绿色发展已成为各行业发展的必然趋势。化工行业作为能源消耗和环境污染的大户，其绿色转型迫在眉睫。离心泵作为化工生产中流体输送的关键设备，其节能性能对化工产业的能源消耗和碳排放有着重要影响。将离心泵节能知识与绿色发</p> |

展理念融入化工教育思政，对于培养符合时代需求的化工专业人才具有重要意义。

一、离心泵节能与绿色发展理念的内在联系

（一）离心泵性能参数与节能的关联

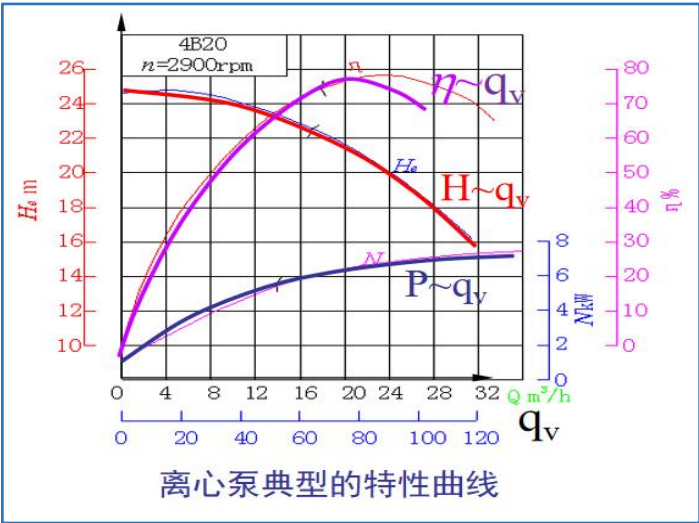


图 2 离心泵典型的特性曲线

离心泵的性能参数，如流量、扬程、功率和效率等，是其运行状态的重要体现。从特性曲线来看，离心泵存在一个高效运行区间，在这个区间内，泵的效率最高，能源消耗相对较低。当泵的运行参数偏离高效区时，如流量过小或过大，泵的效率会下降，导致能源浪费。例如，某化工企业在生产过程中，离心泵长期在低流量下运行，轴功率虽不为零，但实际输送的流量远低于设计值，造成了大量的能源损耗。这充分说明，通过合理调节离心泵的运行参数，使其处于高效运行区间，是实现节能减排的重要途径，与绿色发展理念中节约资源、降低能耗的要求高度契合。

（二）离心泵节能对化工产业绿色发展的意义

化工产业是能源消耗和污染物排放的重点领域。离心泵在化工生产中广泛应用于原料输送、产品循环等环节，其能耗占化工企业总能耗的相当比例。通过优化离心泵的设计、选型和运行管理，提高泵的效率，降低能源消耗，不仅可以减少化工企业的生产成本，还能显著降低碳排放，减轻对环境的压力。例如，采用高效节能的离心泵替代传统高能耗泵，或通过变频调速技术根据实际需求调节泵的转速，实现按需供能，都是化工产业绿色发展的重要举措。这有助于化工行业实现可持续发展，符合绿色发展理念中对经济、社会和环境协调发展的要求。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>三、离心泵节能案例体现的绿色发展实践</p> <p>（一）某化工企业离心泵系统节能改造案例</p> <p>某大型化工企业原有离心泵系统存在能耗高、效率低的问题。经过详细调研和分析，发现部分泵选型不当，导致运行在低效区；同时，泵的运行控制方式落后，无法根据实际需求调节流量和扬程。针对这些问题，企业采取了以下节能改造措施：首先，对泵进行重新选型，根据实际工况选择高效节能的离心泵；其次，安装变频调速装置，实现泵的转速根据流量需求自动调节；最后，优化泵的运行管理，定期进行维护和保养，确保泵处于最佳运行状态。改造后，离心泵系统的效率提高了 20%以上，年节能电量达到数百万千瓦时，同时减少了二氧化碳等污染物的排放。这一案例充分展示了离心泵节能改造在化工企业绿色发展中的显著成效，为其他企业提供了可借鉴的经验。</p> <p>（二）离心泵节能技术创新推动绿色发展案例</p> <p>在离心泵节能技术创新方面，我国科研人员和企业不断努力，取得了一系列重要成果。例如，某企业研发的新型高效离心泵，通过优化叶轮设计、改进流道结构等方式，提高了泵的水力效率，降低了能耗。同时，结合智能控制技术，实现了泵的远程监控和自动化运行，进一步提高了能源利用效率。这种新型离心泵在化工、石油等行业得到广泛应用，不仅为企业带来了经济效益，还推动了整个行业的绿色发展。这些技术创新案例表明，通过不断研发和应用节能技术，离心泵可以在化工产业绿色发展中发挥更大的作用。</p> <p>离心泵节能与绿色发展理念紧密相连，在化工产业绿色转型中发挥着重要作用。通过分析离心泵性能参数与节能的关系、分享节能案例，我们可以看到离心泵节能在降低化工企业能耗、减少环境污染方面的显著成效。在化工教育中融入离心泵节能与绿色发展理念思政教育，是培养具有绿色发展意识和节能实践能力的化工专业人才的重要途径。为我国化工行业的可持续发展贡献智慧和力量，以离心泵节能之笔，绘就绿色发展的化工蓝图。</p> |
| 分析评价 | 案例教学内容符合主旋律，知识传授与立德树人契合度高。为化工原理课程思政提供丰富的素材和深刻的启示。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 评价者  | 樊卫华 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 案例编号 | 20052127-050                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 案例标题 | 精馏塔里炼匠心                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 案例来源 | 原创                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 内容简介 | 本案例深入剖析精馏原理与流程，探讨在精馏教学中如何通过理论讲解、实践操作、案例分析等多种方式，培养学生的严谨细致、追求卓越、勇于创新、爱岗敬业的工匠精神。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 关键词  | 精馏原理；精馏流程；工匠精神；                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 编写时间 | 2025-6-3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 编著者  | 刘倩、讲师、商洛学院                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 素材形式 | 文字、图片                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 育人主题 | 工匠精神                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 素材长度 | 2953                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 案例正文 | <p>精馏作为化工原理中一个重要的单元操作，是实现物质分离与提纯的核心技术，广泛应用于石油化工、精细化工、制药等诸多领域。在精馏过程中，每一个操作步骤、每一个参数的调整都直接关系到产品的质量和生产效率，这为培养学生的工匠精神提供了绝佳的载体。在化工原理教学中，以精馏为切入点，深入挖掘其中蕴含的工匠精神要素，并将其融入教学的全过程，对于提升学生的职业素养、推动化工行业的发展具有重要意义。</p> <p>一、精馏原理与流程中的工匠精神要素</p> <p><b>1. 原理剖析彰显严谨细致</b></p> <p>精馏是基于混合物中各组分挥发度的差异，通过多次部分汽化和部分冷凝，实现组分分离的过程。在精馏过程中，涉及到复杂的热力学、传质学知识，如相平衡关系、物料衡算、能量衡算等。每一个公式的推导、每一个参数的含义和影响都需要学生深入理解和精确掌握。例如，在计算理论塔板数时，学生需要运用</p> |

麦凯勃 - 蒂利图解法，这一方法假定流经精馏段的汽相摩尔流量和液相摩尔流量以及提馏段中的汽液两相流量都保持恒定，即恒摩尔流假定。这一假定适用于料液中两组分的摩尔汽化潜热大致相等、混合时热效应不大、而且两组分沸点相近的系统。学生必须严谨地对待这些假定条件，确保计算结果的准确性。这种对原理的深入剖析和精确计算，正是严谨细致工匠精神的体现。就像工匠在制作工艺品时，对每一个尺寸、每一个角度都精确测量，不容许有丝毫的偏差，化工学生在学习精馏原理时，也需要以严谨的态度对待每一个知识点，为后续的实践操作打下坚实的基础。

#### 第四节 精馏原理

##### 2、多次部分汽化和冷凝过程分析

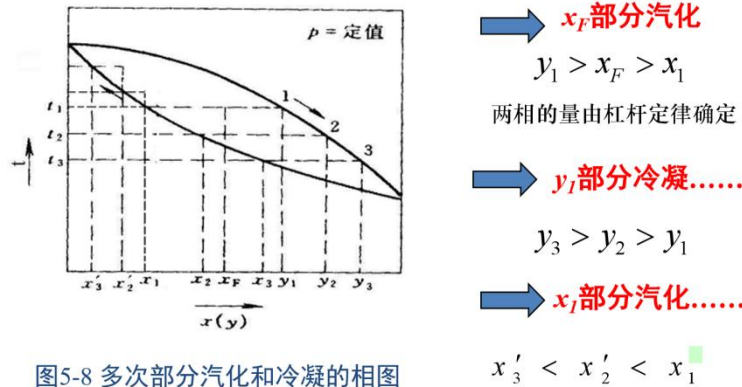


图5-8 多次部分汽化和冷凝的相图



图 1 精馏原理

##### 2. 流程设计体现追求卓越

精馏流程包括进料、加热、汽化、冷凝、回流等多个环节，各环节之间相互关联、相互影响。一个合理的精馏流程设计需要考虑物料性质、产品要求、能耗、设备投资等多方面因素，以达到最佳的分离效果和经济效益。在流程设计中，需要不断优化参数、改进结构，追求更高的分离效率和更低的能耗。例如，在单离香料的生产中，天然精油中经常有同分异构体并存的情况，这些同分异构体的沸点差比较小，用一般的精馏过程很难实现有效分离。因此，需要采用精密精馏技术，使用高效精密填料如 Q 网环 (Dixon) 填料、网鞍 (McMahon) 填料等散装填料和以丝网波纹填料 (Sulzer 填料) 为代表的规整填料。这些填料的比表面大，润湿性好，持液量和流体阻力都小，能够提高精馏的分离效率。化工工程师在设计精馏流程时，不满足于现有的方案，而是不断探索更优的设计，这种对卓

越的不懈追求，正是工匠精神的体现。学生在学习精馏流程设计时，要学习这种追求卓越的精神，勇于突破传统，尝试新的方法和思路，以提高精馏流程的性能和效率。

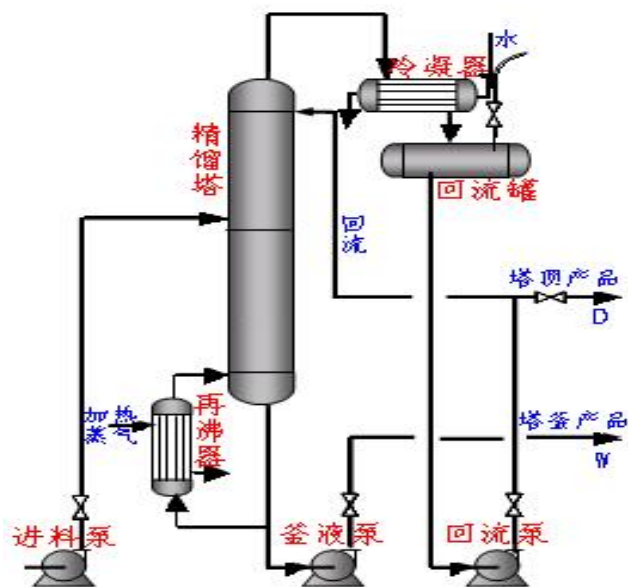


图2 精馏流程图

### 3. 操作控制强调勇于创新

精馏塔的操作是一个动态的过程，需要实时监测和调整温度、压力、流量等参数，以保证塔的稳定运行和产品质量。在实际操作中，会遇到各种突发情况和问题，如塔板堵塞、液泛、漏液等。这就需要操作人员具备丰富的经验和创新能力，及时采取有效的措施解决问题。例如，四川永祥多晶硅有限公司的精馏技术员罗轩，在工作中发现工段精馏塔蒸汽流量波动大、疏水阀漏气量大、疏水相互干扰，不仅有安全隐患，也影响生产效率。他通过不断尝试和创新，解决了这些问题，提高了生产效率。同时，随着化工技术的不断发展，新的精馏工艺和设备不断涌现，操作人员也需要不断学习和创新，以适应行业的发展需求。在精馏教学中，要培养学生的创新意识和解决实际问题的能力，让他们敢于突破传统，勇于尝试新的方法和思路，以应对不断变化的化工生产环境。

### 4. 岗位坚守诠释爱岗敬业

精馏操作在化工生产中起着至关重要的作用，操作人员需要长时间坚守岗位，密切关注塔的运行状态，确保生产的顺利进行。他们要对每一个参数的变化都保持高度的敏感性，及时调整操作，以保证产品的质量和产量。这种对岗位的

坚守和负责，正是爱岗敬业工匠精神的体现。例如，在一些大型化工企业的精馏车间，操作人员需要严格按照操作规程进行操作，认真记录每一个参数的变化，分析操作结果。他们不畏辛苦，不怕繁琐，始终以高度的责任感对待自己的工作。在精馏教学中，要引导学生认识到化工岗位的重要性，培养他们对化工行业的热爱和责任感，让他们在未来的工作中能够爱岗敬业，为化工行业的发展贡献自己的力量。

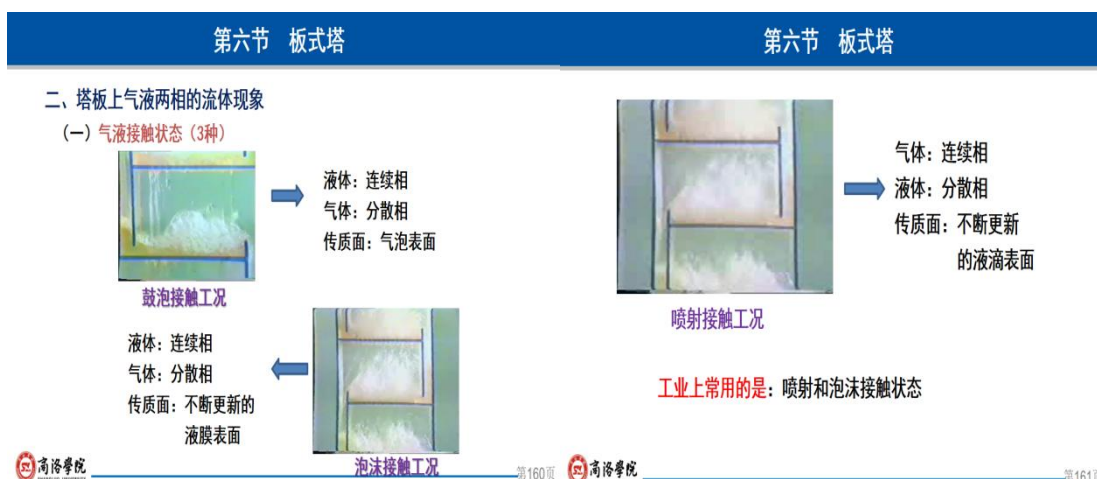


图3 板式塔塔板上气液接触状态

## 二、在精馏教学中培育学生工匠精神的策略

### 1. 理论教学融入工匠精神案例

在精馏原理的理论教学中，引入化工领域中因严谨细致、追求卓越而取得成功的案例。例如，介绍某化工企业在精馏塔设计过程中，工程师们通过精确的计算和反复的模拟，优化了塔板结构和操作参数，使产品的纯度和收率大幅提高，降低了生产成本。通过这些案例，让学生深刻认识到工匠精神在化工生产中的重要性，激发他们学习精馏原理的热情和积极性。同时，在讲解精馏原理时，教师要注重引导学生思考原理背后的科学逻辑和严谨性，培养学生严谨的科学态度。例如，在讲解相平衡关系时，通过  $t-x-y$  相图进行说明，让学生理解挥发度、部分汽化和部分冷凝等概念，强调这些概念在精馏过程中的关键作用，培养学生严谨细致的思维方式。

### 2. 模拟教学培养严谨操作习惯

利用化工模拟软件进行精馏流程的模拟教学，让学生在虚拟环境中进行操作和控制。在模拟过程中，要求学生严格按照操作规程进行操作，认真记录每一个

参数的变化，分析操作结果。通过模拟教学，让学生体验到精馏操作的严谨性和复杂性，培养他们严谨细致的操作习惯。例如，学生在模拟精馏塔操作时，需要调整回流比、进料位置等参数，观察这些参数对产品纯度和收率的影响。如果操作不当，可能会导致产品质量不达标或能耗过高。通过模拟教学，学生可以反复尝试不同的操作方案，总结经验教训，提高操作技能。同时，模拟教学还可以为学生提供更多的实践机会，让他们在不断的尝试和错误中积累经验，为今后的实际操作打下坚实的基础。

### 3. 实验教学强化实践创新能力

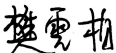
实验教学是培养学生工匠精神的重要环节。在精馏实验中，学生要亲自动手搭建实验装置、调试仪器、进行实验操作和数据处理。教师要引导学生认真对待每一个实验步骤，注重实验细节，确保实验数据的准确性和可靠性。例如，在搭建精馏塔装置时，学生要确保塔板安装正确、连接紧密，避免出现漏气等问题。在实验过程中，学生要密切观察塔的运行状态，及时记录温度、压力、流量等参数的变化。同时，鼓励学生提出自己的实验方案和创新思路，对实验装置和操作方法进行改进和优化。

### 4. 校企合作传承工匠文化



图4 同学们深入陕西锌业有限公司学习

加强与化工企业的合作，建立校外实习基地，让学生深入企业生产一线，了解精馏技术的实际应用和化工企业的工匠文化。邀请企业的技术骨干和工匠大师到学校举办讲座和指导实验，分享他们的工作经验和职业精神。例如，企业工匠可以讲述他们在精馏操作中遇到的困难和解决方法，以及如何通过不断学习和创

|      |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>新提高操作技能和生产效率。通过校企合作，让学生感受到化工企业对工匠精神的重视和传承，激发他们对化工行业的热爱和职业认同感。同时，学生在企业实习期间，可以参与企业的实际生产项目，将所学的理论知识与实践相结合，提高自己的职业素养和综合能力。</p> <p>精馏作为化工专业的核心知识，其原理与流程蕴含着丰富的工匠精神要素。在精馏教学中，通过理论教学、模拟教学、实验教学和校企合作等多种方式，将工匠精神融入教学的全过程，可以有效培养学生的严谨细致、追求卓越、勇于创新、爱岗敬业的工匠精神。</p> |
| 分析评价 | <p>本案例深入剖析精馏原理与流程，探讨在精馏教学中如何通过理论讲解、实践操作、案例分析等多种方式，培养学生的严谨细致、追求卓越、勇于创新、爱岗敬业的工匠精神，为理工科课程思政教学提供参考。</p>                                                                                                                                                      |
| 评价者  | <p> 教授、商洛学院化学工程与现代材料学院</p>                                                                                                                                              |