

# 强化工程意识培养的《化工原理》 课程教学改革研究

杜志辉, 夏文明, 龚军军

海军工程大学核科学技术学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年12月29日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月5日

---

## 摘要

为适应新时代高素质新型军事人才培养的需要, 在分析《化工原理》课程教学中存在的问题的基础上, 以强化工程意识培养为重要目标, 对《化工原理》课程教学改革进行了探讨, 从教学内容优化、教学方式优化、化工仿真软件运用、考核方法优化等多个角度进行了阐述。

---

## 关键词

化工原理, 工程意识, 教学改革

---

# Study on the Teaching Reform of “Unit Operations of Chemical Engineering” for Strengthening Engineering Consciousness Training

Zhihui Du, Wenming Xia, Junjun Gong

College of Nuclear Science and Technology, Naval University of Engineering, Wuhan Hubei

Received: December 29, 2025; accepted: January 26, 2026; published: February 5, 2026

---

## Abstract

In order to adapt to the new era of high quality new military personnel training needs, on the basis of the analyzing the problems existing in the course teaching of “Unit Operations of Chemical Engineering”, teaching reform of “Unit Operations of Chemical Engineering” are discussed in this paper,

**文章引用:** 杜志辉, 夏文明, 龚军军. 强化工程意识培养的《化工原理》课程教学改革研究[J]. 教育进展, 2026, 16(2): 436-440. DOI: [10.12677/ae.2026.162315](https://doi.org/10.12677/ae.2026.162315)

from the teaching content, optimizing teaching methods, chemical simulation software teaching using to strengthening engineering consciousness training as the important target.

## Keywords

Unit Operations of Chemical Engineering, Engineering Consciousness, Teaching Reform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

《化工原理》是核废物处置与退役管理专业的核心专业背景课，在该专业领域中发挥着承前启后的桥梁作用。这门课程不仅帮助学员从基础教育过渡到专业教育，还为后续学习《核动力水质工程》和《放射性废物管理》等专业课程奠定基础。通过本课程的学习，学员将掌握化工单元操作的基本原理、典型设备的结构与工作原理、运行性能以及设计计算方法，并能够运用这些基础知识解决实际问题。

为有效达成课程教学目标，需在教学过程中强化工程意识的培养。工程意识是工程人才在解决复杂工程问题时表现出的系统性思维、创新能力与社会责任感的综合素养，是连接工程知识、技能与实践应用的核心纽带。根据《华盛顿协议》对工程教育认证的通用标准(2025 版)，工程意识需体现“应用数学、科学和工程知识的能力”“设计和实施实验的能力”“识别、分析和解决复杂工程问题的能力”等核心要求，其本质是工程思维模式与职业价值观的统一。

《化工原理》课程的一个显著特点是涉及的单元操作较多、物理量和公式繁杂、计算过程繁琐，且各单元操作之间具有较强的独立性。按照传统的教学方式，通常只关注章节内容的讲解，很少提及各章之间的联系，导致学员难以将知识整合起来运用。这种教学模式容易使学员在面对完整生产过程中的复杂问题时感到无从下手<sup>[1][2]</sup>。此外，由于单元操作是对化工工艺中物理过程的抽象化表达，在教学过程中与基础课及后续专业课程之间的内容衔接和协调性仍需进一步增强。为了解决这些问题，需要对原有《化工原理》课程进行尝试性革新。以建构主义理论、情境认知理论为指导，重构了课程内容体系、优化了教学方式、融入了虚拟仿真实践、完善了立体评价体系等。

## 2. 精选教材，精心编排，优化重构课程体系

在教学实践中，选用天津大学柴诚敬、贾绍义主编的《化工原理》教材，该教材曾被教育部评为“全国普通高等学校优秀教材”。教材以单元操作为主线，重点论述了各单元操作的基本原理、计算方法和典型过程设备，并按流体流动、传热和传质三种传递过程的顺序编排章节。每章都配有相当数量的例题和习题，内容解析精炼透彻，深受学员欢迎。

在课程内容编排上，注重将每章的主干内容进行整合，并坚持“兴趣是最好的老师”的理念，通过激发学习兴趣来调动学员积极性。针对化工原理课程中公式多、内容多的特点，很多学员难以将所学知识与实际装备联系起来，最终导致失去学习兴趣的问题，在课堂教学中，注重理论联系实际，激发学员学习兴趣。精心编排课程内容，将理论与实际装备紧密结合，根据教材章节顺序，为每章配置相关设备，并结合学员未来就业岗位所需的实际操作需求，合理分配学时，力求主次分明、重点突出。

### 3. 多元并举，创新呈现，教学方式灵活多样

在传统教学过程中，学员通常处于被动接受的地位，仅通过教员的讲解难以掌握复杂的工程知识，导致学习效果不理想并抑制了学习积极性。因此，需要合理优化和利用各种教学方法，以充分调动学员的主观能动性和积极性[3]。

#### 3.1. 问题教学法

教学实践中，如何增强学员学习的主动性，引导学员采用更有效的方法进行学习从而提高教学效果，是《化工原理》课程教员亟需解决的问题。问题型教学模式是一种有效的教学方法，在教学开始时通过情境设计将授课内容以问题的形式鲜明地展示出来，学员的学习过程就是围绕这些问题进行探究。问题提出的起点和问题情景的设置共同作用于学员的思维活动，从而形成稳定的学习结果[4]。

##### 1. 基于问题导向优化教学内容设计

问题教学法的关键在于如何设计与教学内容相关的核心问题，引导学员围绕问题展开学习。问题的设计需要遵循以下原则：以教学大纲为核心，综合教学目标和学员能力，按照由易到难、循序渐进的方式进行。同时要涵盖化工原理各章节单元操作的基本概念和主要知识点，并结合专业特点选择学员感兴趣的实际情况。例如，在介绍柏努利方程时，设计了以下问题：“两艘并排航行的船为何要间隔较远距离？柏努利方程建立时主要考察了哪些能量，该方程在流体输送中可以解决哪些问题？”通过由浅入深、从生活问题到工业问题的一系列关联性问题，引导学员思考：这些问题不能仅靠教材得出答案，必须查阅相关资料并拓展延伸所学知识。同时教员利用这些问题贯穿教学内容，形成具有特色的教学方法。

##### 2. 运用互动教学模式引导学员自主解决问题

在以问题为导向的教学中，互动教学模式强调以学员为中心、教师为引导的双向互动过程。这种模式将传统的“单边”讲授转变为“双边”互动，使学员成为学习的主体。

在把握互动点方面，每节课一般安排 1~2 个关键互动环节。互动内容应注重拓展性和应用性，例如在讲解流体输送机械时，可以设计如下问题：“为什么离心泵需要灌泵才能启动？”“离心泵和往复泵在结构上的差异是什么？”这些问题既与知识点密切相关，又能贴近实际工作场景。

在具体实施中，教员提问后应尽量多点名回答(3~4 人)，并引导学员进行评价。同时将课堂表现直接纳入成绩激励机制：每名学员有 1~2 次问题回答机会，并计入平时成绩。这种形式不仅提高了学习积极性，还培养了独立思考和实践能力。

这种互动教学模式通过控制互动频次、优化内容设计以及合理评价方式的结合，达到了调动学员参与热情的目的。

#### 3.2. 案例教学法

案例教学法是在教员精心组织和指导下，根据教学目标和教学内容的需要，运用精选的知识点案例，引导学员进行自主探究式学习，从而提高学员分析和解决实际问题的能力[5]。

##### 1. 开题案例法

在课程开始或每个单元操作讲解前，可以介绍化工生产的具体案例。通过案例教学，让学员了解所学内容的实际意义，增强对课程重要性的认识，并清晰地看到知识的应用场景。例如，在绪论课上，以氯乙烯的化工生产过程为例，向学员展示化工原理如何解决实际问题、反应工程如何处理相关问题。

##### 2. 细节案例法

在授课过程中，教员可以结合工程实践中存在的具体问题，通过分析问题引出知识点。例如，在讲解“离心泵的气蚀现象和安装高度”时，教员可以从工厂在不同季节出现的离心泵运行异常现象入手，

分析气蚀现象的概念及安装高度的影响，帮助学员掌握影响离心泵工作的关键因素。

### 3. 综合案例法

在课程结束或某个单元操作结束后，可以设计一个综合性案例，要求学员利用所学知识提出解决方案。例如，在讲完蒸发器和干燥设备的内容后，教员可以布置一个综合案例：分析某工厂现有设备的改造需求，指导学员结合经济性进行方案设计，并对方案的技术可行性和经济合理性进行评估。这种学习过程能够帮助学员深入理解多知识点的综合运用及实践应用价值。

## 3.3. 类比教学法

### 1. 通过类比，识别各单元操作的相似性

化工原理的教学体系以传递过程作为横向主线，将单元操作按其物理规律进行归类，再按照研究方法展开教学内容。虽然不同单元操作涉及的物理过程复杂多样、相对独立，但它们之间存在一些相似的基本传递规律，可以归纳为三个基本过程：动量传递、热量传递和质量传递(简称“三传”过程)。例如，流体流动、离心分离和沉降等单元操作主要研究流体运动的基本规律；传热、蒸发、精馏等操作基于热量传递理论；吸收、干燥等操作则基于质量传递理论。在教学中，可以利用类比法深入理解“三传”过程的内在联系。例如，在吸收操作中，相际传质中的“双膜”理论与传热单元操作中的间壁传热过程，可以建立相似的物理模型，将传质阻力和传热阻力进行数学处理。这种类比方法在计算速率时尤为重要，尽管每个公式的表达形式不同，但其基本定义均为速率 = 推动力 × 阻力 = 系数 × 推动力。

在学习每个单元操作时，若能抓住推动力、阻力的形成原因，就可以掌握速率计算的基本逻辑。例如，在吸收操作中，推动力是相间浓度差，阻力则是双膜间的流动阻力；在传热操作中，推动力是温度差梯度，阻力是传热系数。这种通过类比进行记忆的方法，不仅能加深对概念的理解，简化公式的记忆过程，还能更好地分析影响速率的各种控制因素。

### 2. 通过类比，明确各单元操作的差异性

虽然不同单元操作之间存在一些相似的基本传递规律，但也存在显著的差异。通过类比，明确各单元操作的差异性，可将复杂的内容条理化，使得知识体系更加系统化、清晰可辨。例如，吸收、精馏的单元操作都是在塔内进行，但从物料流动模式来看，吸收塔遵循两股进料、两股出料的模式；而精馏塔则是单一进料且有两个出料端。在相平衡关系方面，吸收过程基于亨利定律的基本原理；而精馏则建立在拉乌尔定律的基础上。这种对比分析能够帮助学员更好地把握吸收与精馏之间的本质差异。

## 4. 发挥仿真优势，提升实践技能，全面提升综合能力

《化工原理》课程中讲授的单元操作与实际生产实践紧密相关。要使学员深入理解和掌握这些单元操作的基本原理和应用，单一的理论课堂教学难以达到预期效果。通过实验教学，能够验证理论知识，加深学员对基本原理的理解，帮助其了解典型过程设备的工作机制并提高计算分析能力。然而由于真实实验装置投入高，因此需要利用化工仿真系统进行辅助教学。这种方法既保留了实践教学的优势，又克服了硬件设施的限制[6]。

仿真实习软件具有形象性、安全性和便捷性的特点。其一，形象性体现在能模拟实际生产中的工艺流程，为学员提供接近真实的实践环境。该软件基于成熟的工艺设计，涵盖了工艺参数控制、开停车程序和异常情况处理等标准流程，为初学者提供了宝贵的学习机会。其二，安全性突出体现在对事故的模拟处理上。软件可以演示操作失误、设备故障和泄漏等极端情况，以及由此引发的安全事故，帮助学员增强安全意识并提升事故应对能力。通过这种方式学习，不仅强化了安全观念，还培养了解决突发问题的能力，为未来工作打下基础。其三，便捷性和经济性体现在无需实际消耗原料和能源，学员可以随时

进行操作练习，不受外部条件限制。这种基于计算机模拟的训练方式，既节省资源，又确保了学习效果。

## 5. 立体评价，多元考核，构建科学的评定体系

考核不仅是评估教员教学水平和学员学习效果的手段，还具有引导学员积极学习的潜在激励作用。由于不同学员适应不同的考核方法，因此有必要对学员的学习效果进行多方位评估[7]。《化工原理》课程采用形成性考核(占 40%)和终结性考核(占 60%)相结合的方式。具体考核方法包括：平时作业、课堂互动和实验考核作为形成性考核的一部分，占比分别为 10%、10% 和 20%，终结性考核则通过闭卷笔试进行。计分标准为：平时作业(10%)、课堂互动(10%)、实验考核(20%)和终结性考核(60%)，其中平时作业依据完成情况；课堂互动依据参与程度；实验考核依据操作及报告情况；终结性考核依据笔试成绩。

## 6. 构建知识结构，塑造专业形象，打造全能教员

教员在教学中起主导作用。为提升教学质量，教员需不断拓展自身的知识体系，在具备核废物处置与退役管理的扎实基础前提下，持续追踪本专业最新科研成果和发展前沿，深入理解与《化工原理》课程相关的专业知识，尤其是《工程热力学与传热学》和《流体力学》等前导课程的基本理论。同时，关注新兴学科知识的发展及其在专业领域中的应用，实现多元化知识结构的构建。

此外，教员还需创新教学手段，充分利用现代计算机技术激发学员学习兴趣。针对刚接触工程领域的学员，《化工原理》课程涉及大量复杂设备和操作原理，传统的静态板书难以生动展现其内部结构与工作原理。通过运用动画、视频等软件制作设备组装演示视频，直观呈现其结构、原理及操作流程，使课堂内容更加形象生动。

综上所述，《化工原理》是一门兼具高度复杂性和工程性的学科，在核废物处置与退役管理专业中占据重要地位。为了帮助学员深入理解和掌握这门课程，需要持续改进教学内容和方法。通过将新技术、新知识引入课堂，并转变传统观念，能够有效提升教学质量，为学员未来的职业发展奠定基础。

## 参考文献

- [1] 赵海红, 李同川, 李裕, 等. 化工原理课程改革的研究与实践[J]. 化工高等教育, 2008(5): 56-59.
- [2] 李璐, 解新安, 李雁. 《化工原理》启发式教学的研究与实践[J]. 广东化工, 2011, 38(9): 189.
- [3] 张明珏, 姚刚, 李成胜, 等. 基于应用型人才培养的化工原理教学改革初探[J]. 化工时刊, 2014, 28(9): 52-54.
- [4] 田小宁, 张亚静, 沈剑. 化工原理课程“问题型教学模式”的探索与实践[J]. 高等教育, 2015(12): 96.
- [5] 李臻. 化工原理课程存在的问题及对策[J]. 河南化工, 2016, 33(9): 62-63.
- [6] 易聪华, 伍钦. 高校“化工原理”教学改革与实践[J]. 中国电力教育, 2011(2): 89-90.
- [7] 文建军, 徐向阳, 冯庆华, 等. 化工原理实验教学模式的改革与探索[J]. 大学化学, 2016, 31(5): 23-26.