

“两维三段”线上线下混合式教学模式在化工原理课程中的构建与实践

朱正 侯静 王丽娜 何乐芹 孟晓彩*

河北工程大学材料科学与工程学院, 河北 邯郸 056038

[摘要] 本论文针对化工原理课程教学中存在的概念抽象、内容多学时少、理论与实践脱节等问题, 融合现代教育理念与信息技术, 构建了“两维三段”线上线下混合式教学模式。该模式将线上与线下教学有机结合, 并将教学过程系统划分为课前、课中、课后三个阶段: 课前通过平台推送视频与启发式问题引导学生自主学习; 课中综合运用案例教学、PBL 及课程思政等方式深化理解; 课后通过分层作业、考研专栏与“微课堂”等形式巩固拓展。经过教学实践验证, 该模式显著提升了学生成绩、学习参与度及综合能力, 有效促进了教学从“以教师为中心”向“以学生为中心”的转变, 为工程教育课程改革提供了可借鉴的路径。

[关键词] 两维三段; 线上线下混合式教学; 化工原理; 教学改革

DOI: 10.33142/fme.v7i1.18800

中图分类号: G642

文献标识码: A

Construction and Practice of the "Two-dimensional Three-stage" Blended Online and Offline Teaching Mode in the Course of Chemical Engineering Principles

ZHU Zheng, HOU Jing, WANG Lina, HE Leqin, MENG Xiaocai*

School of Materials Science and Engineering, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056038, China

Abstract: This paper addresses the problems of conceptual abstraction, excessive content and insufficient class hours, and a disconnect between theory and practice in the teaching of Chemical Engineering Principles course. By integrating modern educational concepts and information technology, a "two-dimensional and three-stage" blended online and offline teaching model is constructed. This mode combines online and offline teaching organically, and divides the teaching process into three stages: before class, in class, and after class. Before class, students are guided to learn independently through platform push videos and heuristic questions; Comprehensive use of case teaching, PBL, and ideological and political education in the course to deepen understanding; After class, consolidate and expand through forms such as layered assignments, postgraduate entrance examination columns, and "micro classrooms". Through teaching practice verification, this model significantly improves students' grades, learning participation, and comprehensive abilities, effectively promoting the transformation of teaching from "teacher centered" to "student-centered", and providing a reference path for engineering education curriculum reform.

Keywords: two-dimensional and three-stage; blended online and offline teaching; principles of chemical engineering; teaching reform

引言

化工原理作为化学工程与工艺专业的核心基础课程, 是研究化工单元操作共性的的重要学科, 在工程教育认证体系中占有举足轻重的地位。该课程兼具深厚的理论性与鲜明的实践性, 既要传授基础理论知识, 又要培养学生的工程思维和解决复杂工程问题的能力^[1]。传统的教学模式以教师讲授为主, 侧重于概念解释、模型建立、公式推导和设备计算等内容。然而, 由于该课程具有概念抽象、公式繁多、设备工作原理复杂等特点, 加之与工业实际结合不够紧密, 学生数理基础存在较大差异, 导致传统教学模式难以激发学生的学习兴趣, 教学效果不尽如人意^[2]。更为突出的是, 随着高等教育改革的深入推进和课时压缩的普遍趋势, 化工原理课程面临着内容多、学时少的矛盾。教师为完成教学任务往往疲于赶进度, 难以拓展相关知识背景与实际应用案例, 不利于学生工程视野的拓展和创新能力的培养^[3]。这一状况与当前工程教育强调的“解决复杂工程问题能力”的培养目标存在明显差距。随着信息技术

与教育的深度融合, “互联网+教育”为教学改革提供了新的契机。“雨课堂”“学习通”、“中国大学 MOOC”“智慧树”等在线教学平台的兴起, 极大地丰富了教学资源 and 教学手段^[4-7]。本研究基于化工原理课程的特点和教学痛点, 融合现代教育理念与信息技术, 构建了以“两维”(线上与线下)和“三段”(课前、课中、课后)为核心的线上线下混合式教学模式, 并通过系统的教学设计和实践验证, 探索了一条提升化工原理教学质量的有效路径。

1 教学模式的理论基础与特色

1.1 理论基础

“两维三段”线上线下混合式教学模式建立在坚实的教育理论基础之上。首先, 建构主义理论强调学习是学习者主动建构知识的过程, 教师应从知识的传授者转变为学习的引导者和促进者。其次, 成果导向教育(OBE)理念要求教学设计以学生的学习成果为中心, 注重能力培养和素质提升。此外, 人本主义学习理论关注学生的情感需求和个性发展, 混合学习理论则强调线上线下学习的优势互补。

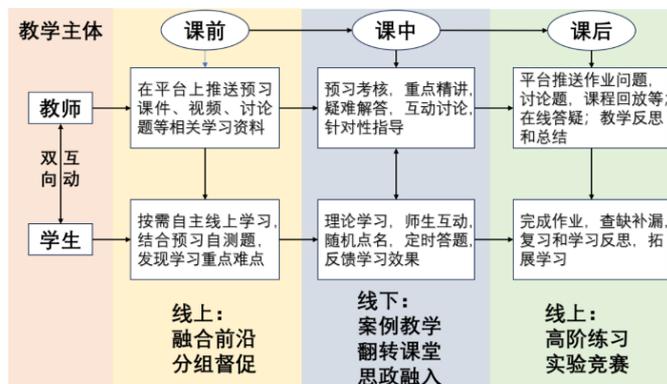


图1 “两维三段”线上线下混合式教学模式框架

1.2 模式内涵

“两维三段”线上线下混合式教学模式中，“两维”指线上与线下两个教学维度有机结合，“三段”指将教学过程科学划分为课前、课中与课后三个相互衔接的阶段。该模式依托“超星学习通”与“雨课堂”等智慧教学平台，辅以电话、QQ群、微信群等即时通讯工具，构建了“课前线上自主学习-课中线下深度互动-课后线上巩固拓展”的闭环教学流程，实现了师生、生生之间的无缝衔接与有效互动。

1.3 模式特色

本模式的特色主要体现在以下几个方面：首先，通过线上线下融合，突破了传统课堂的时空限制，拓展了教学边界；其次，通过过程性评价与终结性评价相结合的综合考核体系，实现了对学生学习全过程的有效监控和科学评价；再次，通过分层教学和个性化指导，实现了因材施教的教学理念；最后，通过课程思政与专业教育的有机融合，实现了知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。

2 教学过程的系统设计与实施

2.1 课前预习阶段：激发兴趣，引导探究

为提高课堂教学效率，我们重新设计了课前预习环节。传统的预习方式主要依赖教材文字材料，形式单调，难以激发学生的学习兴趣，且容易因理解困难而产生畏难情绪。为此，我们通过“学习通”平台精心筛选并推送优质的视频资源，包括课程核心知识点讲解、工程实际案例、设备工作原理动画演示等。这些直观生动的影像资料更具吸引力，学生可以利用碎片时间进行自主观看，大大提高了预习的效率和效果。

为了确保预习质量，我们针对每个知识模块设计了翻转课堂习题，用于检测学生的自学效果。这些习题既包括基础性的概念理解题，也包含具有一定挑战性的应用分析题，能够有效评估学生的预习效果。同时，我们围绕核心知识点设计了一系列富有启发性的讨论题目，引导学生开展线上讨论。这些讨论题既贴近生活实际，又与专业知识密切相关，能够有效激发学生的探究欲望。

表1 第一章 讨论题目举例

知识点	讨论问题
速度分布	为什么不能进入不熟悉的水域游泳，尤其不能轻易的进入河中央？
连续性方程	为什么大禹父亲治水失败而大禹获得成功？
伯努利方程	为什么将纸钱放在烟囱下面的炉口，纸钱就能一张张的被吸入火炉？
边界层的形成	一些精密的仪表是否可以安装在管子的入口处？
边界层的分离	如果只从外形减小阻力的角度考虑，大家买车是买方盒子外形的车，还是流线型的车？
阻力损失	工人为了物尽其用，把所有不必要的管件阀门都装在管路中，这种方式是否可取？

为培养学生的团队协作能力，我们推行“小组抱团学习”模式，将学生分为4~6人的学习小组，每组设组长一名，负责组织本组的预习活动和作业完成，并及时向教师反馈学习中的问题与建议。教师通过学习平台的数据统计功能，实时掌握各组的预习进度和效果，针对普遍存在的难点问题集中讲解，同时对个别预习效果不佳的学生进行单独辅导。通过持续的训练和引导，学生逐渐从依赖外部督促转变为自我管理，形成了良好的学习习惯和团队协作意识。

2.2 课堂教学阶段：深化理解，提升素养

课堂教学是线上线下混合式教学模式的核心环节。针对化工原理课程中部分理论内容抽象难懂的特点，我们在传统讲授的基础上，综合运用案例教学法、问题导向学习（PBL）、课程思政、校外拓展等多种教学方式，全面提升课堂教学的广度、深度和参与度。

我们深入挖掘与课程内容密切相关的工程案例和生活实例，通过“理论联系实际”的方式让抽象的教材内容“活”起来。这些案例既包括经典的工程问题，也涵盖最新的技术进展和行业动态，既丰富了学生的专业积累，又培养了其工程思维和问题解决能力。在教学方法上，我们注重师生互动和生生互动，通过小组讨论、专题研讨、课

堂辩论等形式，引导学生主动思考和积极参与。

表 2 第一章 教学案例举例

知识点	教学案例
黏度	中国进口俄罗斯的石油在管道输送过程中需要加热，管道路途设有专用的加热站
流体静力学	徐州天安化工有限公司“12 31”较大中毒事故，盲目排放脱硫液造成液封失效
伯努利方程	“豪克号”偏离航道冲向“奥林匹克号”的船吸现象
功和功率	南水北调工程实现了古往今来人们试图从南方向北方借水，水往高处走的设想
边界层分离	飞机起飞不能仰角过大——某飞机试飞时坠毁
流体流动	西气东输工程优化了能源结构，有效缓解我国资源分布不协调的问题

课程思政是课堂教学的重要维度。我们针对课程教学目标，对思政元素与专业教学的融合点进行了系统设计，形成了完整的课程思政教学体系。在“学习通”平台上专门设置了“佳片有约”栏目，将那些因学时限制无法在课堂充分展开的思政内容，如化工发展历程、科学家故事、绿色化工理念、化工企业社会责任等制作成专题视频，供学生课后观看。这些资源与教学内容紧密配合，既拓展了学生的专业视野，又增强了其社会责任感和职业使命感，实现了全程育人的目标。

为确保工程案例与生产实际的有效衔接，我们在教学团队中引入了企业导师，聘请具有丰富实践经验的工程技术人员参与课堂教学。例如，我们曾邀请某叶轮科技节能有限公司的技术专家为学生讲解离心泵的节能原理和应用实践。离心泵作为化工生产中的关键设备，在我国的需求量和能耗都十分巨大，但其运行效率与国外先进水平相比仍有较大差距。技术专家通过具体案例介绍了基于 CFD 的离心泵节能优化技术，并分析了我国泵行业的发展现状和面临的挑战，使学生对理论知识在实际工程中的应用有了更深刻的理解。

此外，我们还组织教师深入化工企业拍摄实际生产场景，制作了一系列教学视频。这些视频将抽象的理论知识与具体的工程实践相结合，以图文并茂的形式呈现给学生，极大地激发了学生的学习兴趣和专业热情。通过这些真实场景的展示，学生能够更直观地理解化工设备的工作原理和操作要求，为后续的实践教学打下了良好基础。

2.3 课后巩固阶段：拓展提升，个性发展

课后巩固是线上线下混合式教学不可或缺的环节。我们通过“雨课堂”平台布置分层作业，既包括基础性的概念题和计算题，也包含综合性的应用题和创新题，满足不同层次学生的学习需求。为促进生生互动和朋辈学习，我们鼓励学生将作业的解题过程录制成讲解视频，并上传至“学习通”平台，供其他同学参考和讨论。这种做法不仅提高了学生的参与度，也培养了其表达能力和逻辑思维能力。

针对化工原理是考研热门科目的特点，为帮助有志于深造的学生提高应试能力，我们在“学习通”平台上专门设置了“考研专栏”，将历年考研真题中的典型题目和难点题目录制成解析视频，并提供详细的解题思路和方法技巧。这种按需供给的学习资源分配方式，在一定程度上实现了个性化教学，使不同需求、不同基础的学生都能获得适合自己的学习内容，充分体现了因材施教的原则。

每章教学结束后，我们要求学生对本学期的重点难点进行系统梳理，并以“微课堂”的形式录制成总结视频。这一过程要求学生不仅要对所学内容进行深入理解和综合整理，还要能够清晰准确地表达出来。通过这种“输出式学习”，学生对知识的理解和掌握程度得到了显著提升，同时也锻炼了其归纳总结和语言表达能力。

教师通过批改作业和观看学生视频，能够及时了解学生的学习情况和存在的问题，进而反思教学中的不足，持续改进教学设计。此外，我们还积极组织学生参加各类学科竞赛，如全国大学生化工实验大赛、化工设计竞赛等，通过“以赛促学、以赛促练”的方式，培养学生的实践能力和创新精神。

3 教学效果的实证分

经过两轮的教学实践，“两维三段”线上线下混合式教学模式取得了显著成效。通过对学生的学习成绩、学习行为和态度等方面进行系统评估，我们可以从多个维度验证该模式的有效性。

3.1 学习成绩的提升

对比实施线上线下混合式教学模式前后的学生成绩发现，学生的期末考试成绩平均提高了 12.5%，不及格率从原来的 15.3% 下降至 6.8%。特别是在综合应用题和创新题方面，学生的得分率有显著提高，表明其分析问题和解决问题的能力得到了有效提升。此外，化工专业学生的考研报考率和考研成绩也有明显提升，其中《化工原理》科目的平均分较以往提高了近 10 个百分点。

3.2 学习行为的改善

通过学习平台的数据分析可以看出，学生的参与度和活跃度显著提高。课前预习完成率从原来的 45% 提升至 88%，作业提交率从 78% 提高至 95%，线上讨论的参与度和质量也有明显改善。学生的学习方式逐步从“被动接受”转变为“主动探究”，自主学习能力和团队协作意识得到显著增强。

3.3 综合能力的发展

通过问卷调查和深度访谈发现，大多数学生认为线上线下混合式教学模式有效提升了其多方面的能力。86.7% 的学生认为自己的自主学习能力和团队协作能力有所增强，78.9% 的学生表示工程思维和解决实际问题的能力得到了发展。此外，学生在各类竞赛中也取得了优异成绩，近五年来，共有 15 位学生在

全国大学生化工实验大赛中获奖，在 2025 年第八届比赛中闯进全国总决赛并获得全国二等奖，创下了最好成绩。

3.4 学习态度的转变

学生对化工原理课程的学习态度发生了明显转变。课程满意度调查显示，学生对教学模式的满意度达到 92.4%，较传统教学模式提高了近 30 个百分点。学生普遍反映，线上线下混合式教学模式使学习变得更有兴趣、更有效，学习压力得到缓解，学习信心显著增强。

4 讨论与反思

在实施“两维三段”线上线下混合式教学模式的过程中，我们也遇到了一些挑战并积累了宝贵经验。首先，线上线下混合式教学对教师的信息化教学能力提出了更高要求，需要教师熟练掌握各种教学平台和工具的使用，并能够有效整合线上线下教学资源。为此，我们定期组织教师培训和教学研讨，不断提升教师的教学设计能力和信息技术应用能力。其次，线上线下混合式教学对学生的自主学习性和时间管理能力要求较高。部分学生在初期表现出不适应，需要教师给予更多的指导和督促。我们通过建立学习小组、设置明确的学习任务和考核标准等方式，帮助学生逐步过渡到自主学习的轨道。此外，线上线下混合式教学的有效实施需要完善的技术支持和服务保障。我们与学校信息化部门密切合作，确保教学平台的稳定运行，同时建立了快速响应机制，及时解决师生在使用过程中遇到的技术问题。值得注意的是，线上线下混合式教学不是线上学习与线下教学的简单叠加，而是要通过精心的教学设计实现二者的有机融合。我们需要根据教学目标、教学内容和学生特点，科学安排线上线下教学的比例和形式，确保各个教学环节的有效衔接和相互促进。

5 结语

本研究基于化工原理课程的特点和教学需求，构建了“两维三段”线上线下混合式教学模式，并通过系统的教学实践验证了其有效性。该模式通过课前线上自主学习激发学习兴趣、引导探究思考；通过课中线下深度互动深化知识理解、提升工程素养；通过课后线上巩固拓展促进知识内化、实现个性发展，真正发挥了学生在学习过程中的主体作用。这种创新教学模式从时间和空间维度重构了课

堂教学，拓展了专业知识的深度与广度，实现了知识传授、能力培养与价值塑造的深度融合，推动了教学过程从“以教师为中心”向“以学生为中心”的根本转变。教师角色从知识的传授者转变为学习的引导者、组织者和促进者，学生角色从被动的接受者转变为主动的建构者和积极的参与者。

实践证明，“两维三段”线上线下混合式教学模式能够有效激发学生的学习动机，提升其在整个教学过程中的参与度，显著改善教学质量与效果。该模式为工程教育课程改革提供了有益参考，具有一定的推广价值。未来，我们将进一步完善该模式的理论体系和操作规范，扩大实践范围，深化效果评估，为推动工程教育高质量发展贡献力量。

基金项目：河北省高等教育教学改革研究与实践项目：“一体两翼，学做并行”——化工设计课程体系的建设和实施（2023GJJG265）。

[参考文献]

- [1]柴诚敬,贾绍义.化工原理(上下册)[M].第四版.北京:高等教育出版社,2023.
- [2]陶海燕,王玉州,赵丽凤.以学生为中心的“化工原理”线上线下分层教学改革探索[J].化工时刊,2025,39(5):98-101.
- [3]肖文龙,唐茜雅,刘四化,等.“课创赛”三位一体下的化工原理教学改革探析[J].化学工程与装备,2025(9):135-137.
- [4]黄锦浩,郑大锋.化工原理实验课程教学网站建设及线上线下混合式教学实践[J].化工高等教育,2025,42(4):118-124.
- [5]张晚艳,王晟,王芳,等.新工科背景下化工原理课程“五场景,四维度”教学模式创新与实践[J].化工高等教育,2025,42(2):48-53.
- [6]薛峰,王晟,居沈贵.“化工原理”课程思政多维度教学的探索与实践[J].教育教学论坛,2023(50):85-88.
- [7]尚琼,徐大乾,马明广,等.以“新工科”为导向的线上线下混合式《化工原理》课程教学改革与探索[J].当代化工研究,2023(20):144-146.

作者简介：朱正（1988.3—），男，毕业于中国海洋大学，所学专业：海洋化学工程与技术，当前就职单位：河北工程大学，职称级别：副教授。