

## 分析化学课程重构研究——基于“三链”融合的赋能路径

王新铭 吴子剑 李雪姣

哈尔滨理工大学 材料科学与化学工程学院, 黑龙江 哈尔滨 100080

**[摘要]**本研究基于新工科建设背景, 针对分析化学课程教学中存在的现实问题, 从“三链融合”(教育链、产业链、创新链)视角出发, 构建以学生为中心、产教协同驱动的应用型创新人才培养模式。通过线上线下混合教学、思维导图及翻转课堂等多元化策略, 系统推进教学内容重构、教学模式创新与教学方法改进, 强化学生知识整合能力与实践创新能力的协同培养, 最终形成可持续、可推广的课程育人新范式, 为培养符合国家战略与产业升级需求的高素质应用型人才提供实施路径。

**[关键词]**新工科; 三链融合; 分析化学; 人才培养

DOI: 10.33142/fme.v6i8.17560

中图分类号: G712

文献标识码: A

### Research on the Reconstruction of Analytical Chemistry Curriculum — Empowering Path Based on the "Three Chain Integration"

WANG Xinming, WU Zijian, LI Xuejiao

School of Materials Science and Chemical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 100080, China

**Abstract:** Based on the background of the construction of new engineering disciplines, this study aims to address the practical problems in the teaching of analytical chemistry courses. From the perspective of "three chain integration" (education chain, industry chain, innovation chain), a student-centered and industry education collaborative driven application-oriented innovative talent training model is constructed. Through diversified strategies such as online and offline blended learning, mind mapping, and flipped classrooms, the system promotes the reconstruction of teaching content, innovation of teaching modes, and improvement of teaching methods, strengthens the collaborative cultivation of students' knowledge integration ability and practical innovation ability, and ultimately forms a sustainable and scalable new paradigm for curriculum education, providing an implementation path for cultivating high-quality applied talents that meet national strategies and industrial upgrading needs.

**Keywords:** new engineering; three chain integration; analytical chemistry; talent cultivation

#### 引言

随着我国信息化、工业化与国际化进程的深入推进, 经济结构转型步入关键阶段, 社会经济发展对应用型人才的数量与质量提出了更高要求, 从而对高等院校人才培养体系形成新的挑战。在这一背景下, 国家陆续出台多项政策, 高度重视应用型创新人才的培养, 强调通过深化产教融合, 切实缓解产业需求侧与人才供给侧在质量、结构和水平上的结构性矛盾, 着力破解长期存在的“两张皮”问题, 推动教育链、人才链与产业链、创新链实现有机衔接, 全面提升国家人力资源开发水平<sup>[1]</sup>。

当前, 新一轮科技革命与产业变革加速推进, 科教融合与产创融合逐渐成为学术界的研究热点<sup>[2-3]</sup>。已有研究指出, 科学研究作为创新链与教育链的核心环节, 应在应用型创新人才培养过程中突破体制机制壁垒, 推进学科交叉与跨界融合, 以契合区域经济与产业发展的现实需要, 服务国家创新驱动发展战略, 最终实现知识创新与科技创新的价值增值<sup>[4-5]</sup>。然而, 尽管“三链”融合在宏观层面已获得广泛关注, 其在课程建设与教学实践层面的系统研究仍显不足, 相关理论构建尚未成熟, 实践路径与成效也有待进一步深入探索。

分析化学是研究物质组成、结构与性质的分析方法、仪器及策略的一门科学, 在化学、材料科学、生命科学、环境科学、药学及医学等多个专业的高等教育中占据基础性地位。作为“科学技术的眼睛”, 该学科在国民经济、国防建设、资源开发以及日常生活等诸多领域发挥着不可替代的作用。尤其在 21 世纪以来, 随着生命科学、环境科学与能源科学等新兴领域的迅猛发展, 分析化学不断面临新的测量与表征需求, 亟需推动方法创新以应对复杂系统与跨学科问题。因此, 分析化学教学不仅承担传授基础理论与知识的功能, 更需着力培养学生理论联系实际的能力、综合素养与创新意识。在当前“新工科”建设背景下, “三链”融合理念的提出, 进一步赋予分析化学课程教学以新的使命与挑战。

作为一门面向多专业开设的专业基础课,《分析化学》教学普遍面临容量大、生源背景多元等现实情况, 其教学实施中存在以下几方面突出问题: 其一, 教学课时普遍被压缩, 且不同专业在教学重点与学时分配方面存在明显差异; 其二, 课程涵盖大量复杂数值计算与公式推导, 如化学平衡计算、分布分数求解、滴定曲线绘制及终点误差分析等, 要求学生具备较强的数理基础和抽象思维能力, 记

忆与理解负担较重；其三，学生容易产生认知偏差与学习动力不足，知识掌握往往呈碎片化状态，难以构建系统应用能力，部分工科专业学生认为课程与自身领域关联较弱，仅以修读学分为目的，导致认同感低下；其四，该学科交叉属性突出，与实际应用紧密结合，教学中常涉及环境监测、药物分析、矿物成分测定等真实情境下的复杂案例<sup>[6-14]</sup>，对师生的跨学科整合与实践能力提出更高要求。

在当前高等教育背景下，《分析化学》课程普遍面临选课容量大、学生专业背景多元的现实挑战。传统教学模式以教师为中心，多依赖多媒体与板书进行单向知识传授，此类方式难以充分调动学生主动性，易导致课堂氛围沉闷、参与度不足，在有限学时内难以实现拓展知识视野、激发科研兴趣及培育创新思维等高阶教学目标。同时，该模式缺乏对学生预习情况的有效监测与引导，致使部分学生因前期知识缺漏积累而逐渐丧失信心与学习动力。师生互动亦多局限于课堂时空，不利于学生尤其是内向型学生的提问与反馈。尽管有研究提出可引入分组讨论等开放式教学策略<sup>[15]</sup>，但在国内长期应试教育背景下，学生适应性不足，加之课程人数众多，教师实施全面讨论管控存在显著困难。

当前，《分析化学》课程教学仍普遍沿用以教师为主导的传统讲授模式，学生多处于被动接受状态，导致一系列教学困境。具体而言，学生化学基础存在显著差异，教师难以在有限课时内兼顾多元学业背景与认知水平，致使部分学生因内容重复而产生倦怠，另一部分仍面临理解困难，整体教学效能受限；同时，单向灌输模式易造成学生注意力涣散、课堂互动缺失与思维能力培养不足，阻碍其批判性思维与问题解决能力的发展；此外，课程内容偏重经典理论与方法，受制于教学时数，难以系统融入学科前沿与真实应用情境，易引发学生对知识实用性与时代性的质疑，制约科研反哺教学及创新人才培养目标的实现。因此，推进该课程教学模式改革已成为提升教学质量、契合“新工科”内涵建设的紧迫任务。

在此背景下，本研究基于“三链”融合视角，依托教育链、产业链与创新链的协同机制，构建新型分析化学课程体系，旨在推动应用型创新人才培养提质增效。其一，通过教育链与产业链对接，明确行业对人才理论、技能与素养的需求，推动课程内容重构、教材开发、实训基地与师资队伍建设，系统提升人才培养质量，增强学生就业竞争力与岗位适应力；其二，借助教育链与创新链融合，强化材料、化学等特色领域的前沿渗透与跨学科整合，拓展学生创新创业能力与发展路径，助力复合型人才培育。企业深度参与协同育人，不仅延伸教学资源与实践平台，也有效缩减岗前培训成本，实现人才培养供给侧与产业需求侧的有效衔接。本研究从新时代岗位需求与“新工科”建设标准出发，探索分析化学课程建设的理论路径与实践方案，旨在构建符合专业特色、融合三链逻辑的高质量课程

新模式，为同类专业课程改革提供理论参照与实践支撑，切实响应“为党育人、为国育才”的战略导向。

## 1 教学内容优化

科学合理地安排教学内容对于提升学生专业知识学习效能具有至关重要的作用。结合当代社会对高等人才的核心素养要求及院校人才培养目标，对《分析化学》课程内容进行系统优化已势在必行。作为高中化学教育的自然延伸与大学化学专业课程体系的重要基石，分析化学不仅承担着为学生奠定坚实理论基础的职能，更需注重与后续专业课程的有效衔接。在教学设计中，应准确把握内容难度与知识梯度，着力帮助学生系统掌握基本理论、关键知识与核心技能，培养其将理论应用于实践的能力，为将来应对生产工艺及科学研究中的复杂问题做好充分准备。

为实现培养创新型、应用型人才的目标，课程内容需在经典知识体系中有机融入学科前沿进展，尤其应体现学校学科发展特色与行业创新趋势。当前，环境保护与可持续发展已成为全球关注的焦点，水污染、土壤修复、垃圾资源化及碳中和等现实问题，为分析化学教学提供了丰富的应用情境。例如，引导学生探索四大滴定法在重金属离子检测中的适用边界，或运用化学平衡与热力学原理思考污染物降解路径，从而将抽象理论落地于实际问题的解决。这种融合传统理论与前沿热点、紧扣现实需求的教学内容设计，不仅有助于学生突破认知局限、提升综合素养，更体现了“传道、授业、解惑”的教育本质，真正实现在知识传授中赋能学生成长，服务于国家战略与产业发展需求。

## 2 教学方式多样化

### 2.1 线上线下混合式教学

线上线下混合式教学模式有机融合了传统课堂与数字化教学的优势，实现了以教师为主导、学生为主体的教学结构转型，有效激发了学生的学习主动性、积极性与目的性，从而全面提升教学效能。以超星学习通平台为依托，通过精心录制时长适中、聚焦重难点的微课视频，突破时空限制，优化碎片时间利用，增强知识传递的可视化与接受度。该平台支持作业发布、成绩统计、预警提醒等多元化管理功能，教师可借助微课视频设置学习任务点，实时监测学生课前预习与自主学习进度，并及时进行学情干预。此外，课堂练习题库的建立实现了随堂测试、即时反馈与过程性数据记录，推动考核方式向全过程、多元化发展。分析化学课程依托该模式，将微课资源与平台功能深度融合，构建“以学生为中心、以教师为指导”的教学新形态，显著提升了学生自主学习、分析与解决问题的综合能力。

针对分析化学的课程特点，本研究从三个环节系统推进混合式教学实践（图 1）：课前阶段，教师整合核心知识点与框架，制作 PPT 及微课视频等预习材料并推送至平台，引导学生结合教材开展自主预习；课中阶段，通过平台发布预习检测试题，即时获取学生预习情况，并采用

随机提问、弹幕互动和集体作答等方式增强课堂参与，破除学生沉默现象；课后阶段，教师及时共享授课资料，助力学生整理复习，依托课程群搭建师生答疑与反馈通道，推动教与学的持续改进。同时，课后作业通过平台发布便于学生灵活完成，教师随机抽查笔记与听课情况，以保障学习质量。这一基于互联网技术的辅助教学方式，显著优化了教学手段，加强了师生互动，提升了学生的学习动力与课程教学实效。

## 2.2 构建科学思维导图

思维导图作为一种有效的认知工具，其主要价值在于促进知识的系统化整合、激发多角度思考、强化主题概括与重点提炼。在分析化学课程教学中，教师需依据教学内容的难度与学生既有认知水平，有针对性地设计思维导图，尤其应注重引导知识的系统建构与多维关联。在本课程的教学设计中，我们以强化知识点间的整体性联系为核心导向，一方面注重新旧知识的衔接与延展，另一方面突出知识网络的归纳与整合。在表现形式上力求清晰简练，避免冗余繁杂，实现化繁为简、突出要义，从而提升学生的结构性思维与综合理解能力。

在当前以多媒体讲授为主的教学模式下，教师常因课时限制难以在课堂中预留时间帮助学生进行知识梳理，导致学生所学内容往往呈现碎片化状态，课后复习与系统整合负担较重。引入学科思维导图，可有效辅助学生将零散知识点重新组织为有逻辑关联的知识框架，明确内在联系，促进深度学习。以“配位滴定法”一章为例，该部分内容体系庞杂、逻辑严密、公式繁多，借助思维导图进行提纲挈领的梳理，并结合“水硬度测定”等实验实例贯通理论与实践，能够帮助学生构建完整清晰的知识体系。在具体实施中，教师可引导学生自主绘制个性化思维导图，如在讲授四大滴定分析方法时，以“滴定分析”为中心主题，逐级拓展分支涵盖酸碱滴定、配位滴定、氧化还原滴定和

沉淀滴定的核心概念、典型实例及异同比较；在讲解配合物时，则可围绕“配合物”这一中心，延伸出中心原子、配体、配位键等关键结构要素。通过系统运用思维导图优化教学组织与知识呈现，不仅有助于理清教学主线，也更有效地提升了学生的知识整合与自主建构能力。

## 2.3 混合式教学实施

在当前的分析化学教学中，传统讲授模式仍占主导地位，师生角色固化、互动匮乏，制约了教学效果的提升。为突破这一瓶颈，融合“翻转课堂”理念的混合式教学模式逐渐受到重视，它通过重构师生角色、突出学生主体地位，有效激发了课堂活力与学习主动性。该模式强调教师应在引导、启发和过程监控中发挥主导作用，同时充分体现学生的中心地位，契合核心素养培育与深度学习的要求，从而实现参与度、互动性与教学效能的整体优化。在教学结构上，将单元教学系统划分为课前、课中和课后三个阶段，依托超星学习通等平台实现线上线下有机融合，并将形成性评价贯穿全程，推动教学从“知识传递”向“能力建构”转型。

在具体实施中，课前阶段通过平台发布预习任务与测验，引导学生借助线上资源完成自主学习，教师依据平台反馈精准把握学情，动态调整教学重难点（表1）；课中环节综合运用任务驱动、实验模拟、专题研讨和课程思政等多种策略，并设置预习汇报与思维导图展示活动，随机选取学生进行分享，既深化其对知识结构的梳理，也帮助教师实现以学定教、有的放矢；课后则依托线上平台开展复习巩固、作业答疑与拓展学习，支持学生通过试题库自主提升，实现分层教学和个性化发展。通过上述闭环设计，混合式教学不仅显著提升了课堂的高阶性、创新性与挑战度，也真正构建起贯穿“课前-课中-课后”的全链条育人路径，为分析化学课程改革提供了可操作的实践框架。

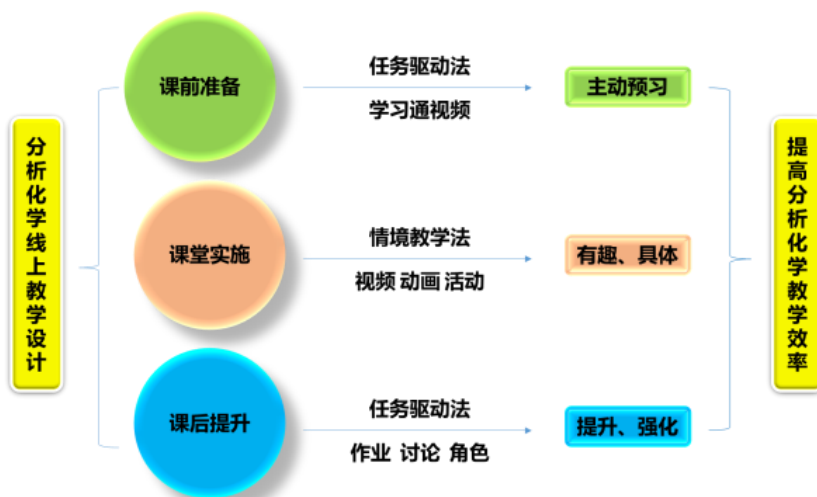


图1 分析化学线上教学设计流程

表 1 教学活动设计部分内容

| 知识领域  | 具体目标                | 教学内容及过程                                                                  | 效果与评价          | 学生学法                                            | 教师教法                                                                                       |
|-------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 化学分析法 | 掌握分析化学的分类与定量分析过程    | (1) 分析化学的定义、任务和作用。(自主学习)<br>(2) 分析方法的分类。(课堂讲授)<br>(3) 分析过程及分析结果表示。(课堂讲授) | 课堂讨论: 积极主动参与讨论 | 自主学习: 查阅教学资料并归纳总结不同的分析方法                        | 自学作业: 设计“分析方法分类表”, 辅助学生完成归纳总结<br>作业点评: 针对学生提交作业中存在的问题进行点评, 及时反馈存在的问题<br>课堂讲授: 定量分析过程进行详细描述 |
|       | 理解滴定分析方式和计算的一般方法    | (1) 滴定分析方法的分类(问题讨论+反馈)<br>(2) 各种分析方法的应用条件和范围(课堂讲授)                       | 课堂讨论: 积极主动参与讨论 | 头脑风暴: 每组分配针对不同的分析目标, 成员独立思考后经小组讨论提出可行的滴定分析方式/方法 | 课堂讲授(启发式教学): 对各种分析方式的应用条件和范围进行归纳总结                                                         |
|       | 明确分析化学中误差与数据处理方法    | (1) 定量分析中的误差和偏差的概念、区别及衡量方法?(自主学习+反馈)<br>(2) 在分析过程中, 如何进行可疑值的取舍(课堂讲授)     | 课堂讨论: 积极主动参与讨论 | 查阅资料: 提高分析结果准确度的方法<br>课堂讨论: 针对应用实例进行讨论          | 课堂讲授: 通过应用实例, 解读随机误差的正态分布及显著性检验方法, 强化学生对药物制备分析过程中的相关问题进行识别、表达及分析                           |
|       | 理解分布分数及氢离子浓度的近似计算方法 | (1) 根据酸碱平衡和质子平衡方程, 推导分布分数的计算公式;(自主学习+反馈)<br>(2) 不同弱酸溶液氢离子浓度的计算。(课堂讲授)    | 课堂讨论: 积极主动参与讨论 | 小组讨论: 根据弱酸/弱碱溶液氢离子浓度的计算, 分析推导弱碱溶液氢离子/氢氧根浓度的计算公式 | 小组点评: 参与各小组讨论, 对于推导过程进行点评和总结                                                               |

3 结论

本研究拟通过构建“三链融合”的课程体系, 系统引入线上线下混合式教学、思维导图与翻转课堂等策略, 有效实现从“教师中心”向“学生中心”的教学转型, 显著提升学生的知识整合能力、自主学习能力与合作创新素养。本研究明确了“三链”融合及产教融合的内涵, 厘清了教育链、产业链与创新链之间的逻辑关系, 为分析化学课程建设提供了新的理论视角和实施依据, 丰富了协同育人理论体系, 为培养符合时代发展的高素质应用型创新人才奠定基础。

基金项目: 黑龙江省高等教育教学改革研究项目(一般研究项目), SJGY20220313, SJGY20220312, SJGY20220314。

[参考文献]

[1]姜光铭,张继河.技术·教育·产业三维协同驱动:欧盟职业教育数字化转型的生态化路径探析与启示[J].中国职业技术教育,2025(15):71-81.  
[2]刘文莲,胡丽娜,周燕,等.新工科视域下机械类专业应用型人才模式构建路径及实践策略[J].造纸装备及材料,2025(54):174-176.  
[3]魏先杰,张胜利.新时代高等农业院校创新创业教育体系构建与实践研究[J].中国大学生就业,2025(3):88-96.  
[4]徐新洲.“三链融合”培养创新型和应用型人才研究[J].学校党建与思想教育,2021(24):79-80.  
[5]朱为鸿,丁佳.“三链融合”的应用型高校“新工科”人才培

养机制[J].成都师范学院学报,2021,37(4):13-21.  
[6]王霞.OBE 理念下的分析化学实验考核方法[J].科技风,2025(22):186-188.  
[7]A.W.Chickering,Z.F.Gamson[J].Washington Center News,1987(5):17-26.  
[8]吴蓉,李群,陈金金,等.化妆品中重金属化学分析的数据处理与误差分析[J].上海轻工业,2025(4):99-101.  
[9]B.Hannan,O.Jonnathan[J].Science Education,2004,88(5):655-682.  
[10]卢海峰,张群林.基于纳米级色谱填料合成的前沿科技成果反哺分析化学实验教学[J].广州化工,2025(53):183-185.  
[11]赵明蕊,李玉.分析化学课程评价改革探讨[J].河南化工,2025(42):64-67.  
[12]郭慧敏,吴硕.面向拔尖创新人才培养,革新分析化学课程教学[J].大学化学,2021,36(9):21-22.  
[13]郭思奇,赵丽,佟艳斌,等.分析化学实验课程思政案例库建设与实践[J].内蒙古石油化工,2025,5(6):70-73.  
[14]唐力,夏静芬,李青.课程思政融入无机及分析化学一流课程建设的实践探索[J].科教文汇,2025(9):108-113.  
[15]韦月英.化学分析技术在工程项目检测中的应用研究[J].中国轮胎资源综合利用,2025(4):174-176.  
作者简介: 王新铭(1986.1—), 毕业院校: 哈尔滨工业大学, 所学专业: 化学工程与技术, 当前就业单位: 哈尔滨理工大学, 职务: 教师, 职称级别: 副教授。