

无机及分析化学一流课程建设的探索与实践

余凡*, 李艾华, 刘芸, 朱天容, 王亮, 徐俊晖, 王亚珍

江汉大学, 光电化学材料与器件教育部重点实验室, 光电材料与科技学院, 武汉 430056

摘要: 一流课程是人才培养的核心载体, 是实现人才培养目标的关键。在“双一流”建设背景下, 以江汉大学无机及分析化学省级一流课程为例, 探讨了本课程建设的思路和实践。课程从“专业教育和思政教育融合、教学内容与资源整合、线上线下教学方式混合”的三个方面开展教学改革, 构建了“慕课+翻转课堂+问题导向学习(PBL)”的教学模式及“三段七步”教学法, 激发学生学习的积极性, 培养了学生自主学习能力。相关举措可为地方高校无机及分析化学课程建设提供参考。

关键词: 一流课程; 无机及分析化学; 混合式教学

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice in Developing a Premier Course in Inorganic and Analytical Chemistry

Fan Yu*, Aihua Li, Yun Liu, Tianrong Zhu, Liang Wang, Junhui Xu, Yazhen Wang

Key Laboratory of Optoelectronic Chemical Materials and Devices of Ministry of Education, College of Photoelectric Materials and Technology, Jianghan University, Wuhan 430056, China.

Abstract: A first-class curriculum stands at the heart of talent education, playing a pivotal role in achieving the educational objectives. Against the backdrop of the “Double First-Class” initiative, this paper examines the construction approach and practices of the provincial-level premier course in Inorganic and Analytical Chemistry at Jianghan University. Educational reforms have been implemented in three key areas: the integration of professional and ideological education, consolidation of teaching content and resources, and the blending of online and offline instructional methods. This has led to the development of a “MOOCs + Flipped Classroom + Problem-Based-Learning (PBL)” instructional model and a “Three-Phase, Seven-Step” teaching methodology, both aimed at enhancing students’ engagement and fostering their self-directed learning skills. These measures offer valuable insights for the development of Inorganic and Analytical Chemistry courses at local colleges and universities.

Key Words: First-class curriculum; Inorganic and analytical chemistry; Blended teaching

教育部发布《关于一流本科课程建设的实施意见》(教(2019)8号)提出要用三年时间建成万门左右国家级和万门左右省级一流本科课程, 简称一流本科课程“双万计划”。为贯彻落实教育部“双万计划”, 湖北省教育厅实施了一流本科课程建设计划。课程是人才培养的核心要素, 课程质量直接决定人才培养质量, 是实现人才培养目标的关键。无机及分析化学是我校国家级一流本科专业化学工程与技术、环境工程, 省级一流本科专业高分子材料与工程, 新能源材料与器件专业基础课程。

收稿: 2023-12-10; 录用: 2024-01-04; 网络发表: 2024-02-21

*通讯作者, Email: yufan0714@163.com

基金资助: 湖北高校省级教学研究项目(2022273, 2022269); 教育部产学研合作协同育人项目(220904382235949)

无机及分析化学融合无机化学的基础理论,通过四大化学平衡,渗透分析化学四大滴定方法,是一门理论性、综合性、应用性较强的课程。课程旨在培养学生能够运用无机化学基本原理和滴定分析知识,正确记录与处理化工、环境、材料生产过程中的相关数据与科学问题,判断、分析和验证相关结论,将理论知识运用于专业实践,做到学以致用。同时坚持化学基本知识与伦理教育相融合,厚植家国情怀,激发使命担当,培养德才兼备的卓越工科人才。

经过课程团队成员多年努力(建设历程如图1所示),课程先后上线超星及优课(UOOC)联盟平台,从融合专业教育和思政教育、整合优化教学内容与资源、混合教学方式、评定课程改革成效等方面进行教学改革与实践,于2022年获批省级一流线上线下混合式课程。

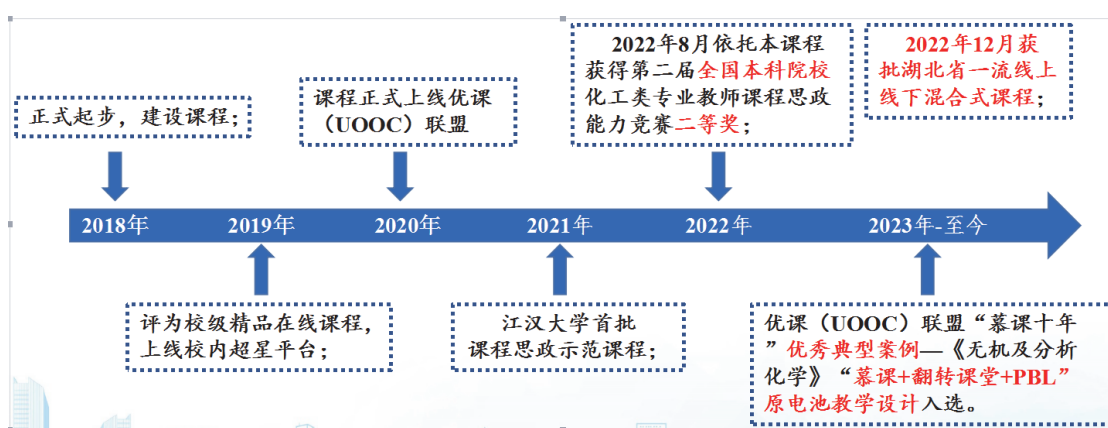


图1 无机及分析化学课程建设时间轴

1 无机及分析化学教学痛点

(1) 在通识教育和新工科的培养模式的导向下,我校无机及分析化学课程理论学时数调整为64个学时,学时少而教学内容多。该课程知识体系复杂,教学内容繁多,课程内容重基础,应用性、前沿性、挑战性内容较少,对学生解决复杂问题和高阶思维能力培养不足,而且学生无法将化学理论与后续专业课程有效联系起来,容易失去学习兴趣^[1-3]。

(2) 目前无机及分析化学课程教学中,多数还是沿用“老师讲、学生听,板书+PPT”的教学模式,学生仍然处于被动的记忆与书写,未真正将学生视为教学主体,课程教学过程中学生主动参与度不高,学习效率低。

(3) 学生不适应大学知识体系的学习方法和思维方式,多数学生获取知识主要以接受教师阐述的正向思维,极少自主地发现问题或提出问题,自主探索获取新知识的能力薄弱^[4-6],创新能力欠缺,难以提高分析、解决问题的能力。

2 无机及分析化学课程建设思路

2020年以来,国内多所重点高校,包括苏州大学、华中农业大学、中国矿业大学等多个教学团队将无机及分析化学建设成为国家级的一流本科课程,同时,也诞生了一批省级、校级无机及分析化学一流课程^[7,8]。对标一流课程两性一度要求,实现无机及分析化学一流本科课程的目标,本课程团队积极努力探索,秉持“立德树人,学生主体,教师主导,持续改进”教学理念,构建了“慕课+翻转课堂+PBL”的教学模式,从专业教育-思政融合、教学资源整合、线上线下教学方式混合、考核评价方式等方面开展无机及分析化学教学改革与实践。

针对“化学理论与专业课程脱节,学生失去学习兴趣”的教学痛点,首先融合专业教育与思政教育,坚持将思政融入专业知识的理念,从思想上强化学生学习意识,构建了以知识点为载体的课

程思政素材库, 让学生明白“为什么学”, 激发学生内动力。其次是整合教学内容与教学资源, 收集实际案例、学科前沿成果等视频、文档形成教学资源库, 满足不同专业学生的需求。针对“课程教学过程中学生主动参与度及学习效率低”的问题, 课程教学过程中, 紧扣“课前、课中、课后”, 提出了“慕课+翻转课堂+PBL”混合式教学模式及“三段七步”教学过程, 提升教学效果, 真正让学生学会“怎么学”, 提高学习效率。针对“解决问题及创新能力欠缺”的问题, 采用实验教学、学科竞赛、以科研为导向的创新实验与理论教学结合等途径开展教学, 真正实现“怎么用”。

2.1 专业教育和思政教育融合

习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调, 要用好课堂教学这个主渠道, 各门课都要“守好一段渠、种好责任田”, 各类课程都要与思想政治理论课同向同行, 形成协同效应。

本课程以知识点为载体, 挖掘专业教育和思政教育融合的课程思政主题, 建立了完善的课程思政素材库(表1)。每一个教学章节渗入思政主题^[4], 包括科学改变生活, 尊重科学, 文化自信, 环境保护等主题内容。例如在讲授物质结构部分, 将科学理论发展的曲折史, 科研成果的前沿动态等案例巧妙地渗透到知识点教学中, 增强学生使命感, 锻炼科学思维能力。在讲授吸光光度法的应用时, 通过仪器分析技术与生活方面具体实例的融入, 培养学生的专业认同感、使命感, 提高专业素养, 思考科学技术创新意义。其次是课程思政贯穿线上线下教学的全过程。例如原电池章节讲授时, 课前线上推送原电池的发展历程及锂离子电池, 穿插化学科研小故事, 感受科学发展的曲折性与必然

表1 无机及分析化学课程思政主题库(部分)

序号	案例主题	章节目录	课程思政要素切入点(简述)
1	科学改变生活	稀溶液的依数性	采用案例教学, 如冷冻干燥技术、冻干疫苗与蒸气压下降的关系; 海水淡化, 污水处理, 净水机的反渗透原理与稀溶液的依数性紧密相连, 达到“学以致用”的目的
2	辩证思维	化学反应的速率	影响化学反应速率因素有外因和内因, 其中内因是活化能, 是根本。引导学生在综合考虑影响事物发展的各种因素中需要抓住问题的主要矛盾, 即是内因。事物的发展, 内因是根据, 外因是条件, 内因和外因同时具备才能使事物发生质的飞跃
3	民族自信	氢键	2013年中科院纳米科学中心刊登在《Science》上的成果, 利用原子力显微镜拍下了8-羟基喹啉分子中氢键照片, 实现了氢键的实空间成像, 为“氢键的本质”这一化学界争论了多年的问题提供了直观证据。对微观世界的认识向前推进了一大步。强调文化自信, 增强民族自豪感, 激励学生热爱化学, 努力学习实现中华民族的伟大复兴
		氧化还原反应与氧化还原滴定法	原电池是化学对人类的一项重大贡献。锂离子电池、燃料电池等是新能源汽车行业的核心技术。电化学的原理的应用正是科学与技术的互相促进, 也是科学技术是第一生产力的体现。工业与建筑业的钢铁腐蚀金属不可等闲视之, 是现代化建设需解决的基本问题, 金属防腐势在必行, 利用所学原电池知识, 提出金属防腐的方法, 促进行业发展满足国家需求
4	健康安全	酸碱平衡与酸碱滴定法	酸碱平衡与酸碱滴定广泛应用在社会生产、社会生活中。人体酸碱体质的谬论、蔬菜农药超标、肉类抗生素滥用等都是与酸碱反应相关问题。通过此类社会关注热点问题的引入, 让学生展开讨论, 用所学知识点来分析和解决问题, 能够培养学生正确的价值观, 良好的道德品质, 坚守道德底线
5	环境保护	沉淀溶解平衡和沉淀测定法	废水污染直接关系到我们的生命活动。化工生产提纯除杂, 工业废水中防治重金属污染, 防治土壤污染等都与沉淀生成溶解有关。学生运用所学知识点来分析和解决问题, 体会到学以致用, 尊重科学的重要性
6	学以致用	吸光光度法	以“甲醛检测”、“亚硝酸钠的测定”及药物分析等实际案例引入, 引导学生查阅文献, 理解紫外可见分光光度法定性定量分析, 完成从“原理-仪器-应用”的教学过程

性, 培养正确的化学观和科学态度。课中通过氧化与还原的讲授, 引导学生认识矛盾的对立与统一的辩证思维, 学会唯物辩证法的基本规律看待问题, 培养勇于探索, 勇于创新的能力。课后引导学生认识原电池是化学对人类的一项重大贡献, 思考电池未来的发展方向, 关心社会问题和国家发展。课后利用思政思维, 进行思政实践, 从而形成线上线下闭环的思政教学模式, 实现显性教育与隐性教育相统一, 激发学生内在学习动力, 让学生明白“为什么学”。

2.2 教学内容与资源整合

(1) 无机及分析化学课程教学内容宽泛而庞杂, 学生很难构建系统的课程框架。在此基础上我们依据课程总体教学目标, 对所有教学内容进行全面梳理, 设计出三大教学内容模块(见图2), 分别是“物质结构”、“化学原理”及“分析应用”, 形成一条“结构-性质-应用”循序渐进的课程主线。模块间环环相扣, 层层递进, 每个章节设计了相应的习题, 对应每一模块学生每阶段需达成的相应能力。

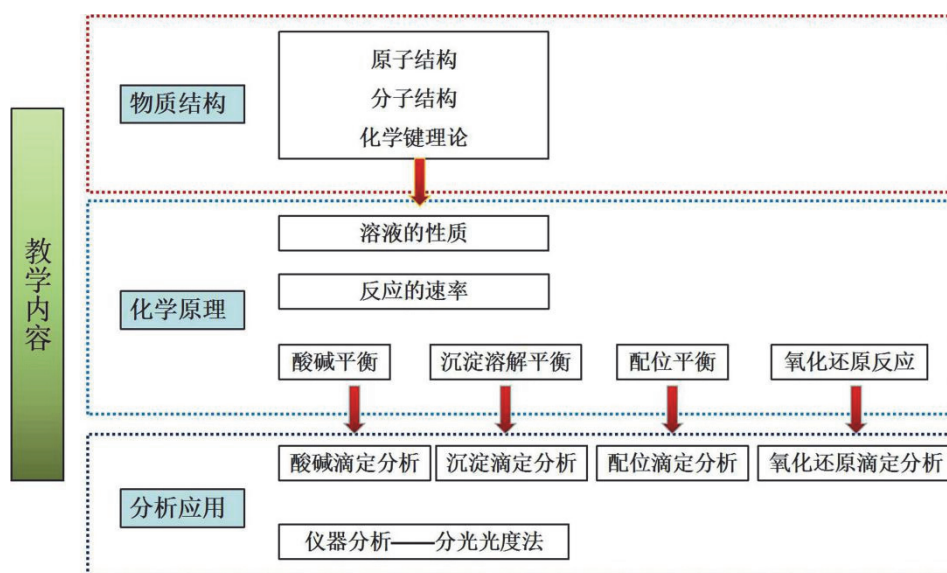


图2 无机及分析化学课程教学内容模块分布

(2) 学科交叉融合教学内容, 以聚焦问题、实际案例、学科前沿等案例引入, 强化理论知识与专业实际应用之间的联系, 激发学生学习兴趣。除此之外, 依托大学生科研创新训练项目、实验技能培训竞赛等环节, 培养学生的解决实际科研问题能力以及精益求精工匠精神。本课程组针对不同专业, 重新整合化学与材料科学、环境科学融合的教学内容, 特别是加强了课前导入及课后延伸知识(部分见表2)。课前导入一般是以聚焦问题、实际案例、化学发展史等有趣的案例引入, 强化学生建立化学服务社会的情怀。课后延伸则一般是以学科前沿、解决问题等案例拓展, 注重培养学生的高阶认知, 通过高阶问题提出, 实现学生创新能力的培养。

(3) 无机及分析化学在线课程教学资源丰富, 将所有教学内容分解成64个知识点, 每个知识点制作成3-5分钟MOOC视频, 本团队教师亲自录制视频知识点。在线课程已经上线超星及优课联盟学习平台, 参与选课学生来自包括校内外十余个院校。建立自测题库、作业库, 依托学习通发布随堂练习、阶段测验、章节测验、课后作业, 以便教师随时检验学习效果, 学生查漏补缺, 巩固学习内容。在线上平台创建话题讨论及答疑, 每次课程结束后发布对应的学习任务和话题讨论, 诸如材料的防腐原理、反渗透原理的应用等问题, 提高师生、生生之间的互动性。并且持续关注与教学内容相关的案例, 及时更新教学资料。

表2 教学内容课前导入与课后延伸

章节	教学内容	课前导入	课后延伸(高阶认知)
物质结构基础	原子结构、分子结构、化学键理论	金属、半导体导电本质	原子力显微镜与共价键、氢键成像
溶液的依数性	蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低、渗透压	钟罩实验	冷冻干燥法、反渗透原理
酸碱平衡	酸碱质子理论、共轭酸碱对、缓冲溶液性质	酸碱发展史、血液缓冲体系	人体酸碱体质谬论
氧化还原反应	氧化还原反应的本质、原电池	水果电池	材料的防腐蚀原理、锂离子电池
沉淀溶解平衡	溶度积规则、分步沉淀、盐效应与同离子效应	龋齿的产生	液相沉淀合成法、化工生产除杂、分离原理

2.3 “慕课+翻转课堂+PBL”教学模式混合与实施

为落实以“学生为主体，教师为主导，持续改进”教学理念，实现学生知识、能力和素质三方面的综合培养，依托学习通平台，构建“慕课+翻转课堂+PBL”混合式教学模式。这种线上教学与线下教学有机融合，既能增强教学灵活性，又能有效提高课堂教学效果，具体过程详见图3。

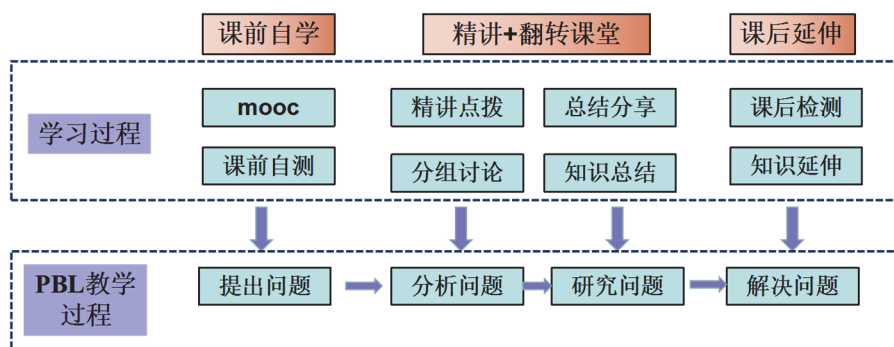


图3 “慕课+翻转课堂+PBL”混合式教学模式

课前依托优课联盟、超星平台等慕课平台发布知识点，教师提出问题，学生完成知识点的线上学习与自测。课中线下开展多种教学形式，教师引导学生通过精讲点拨，分组讨论，总结分享等翻转课堂形式分析、研究问题，实现知识的“学与用”融合。课后延伸则是检验学习成效，包括课后自测，运用知识解决问题，比如开展实验教学，或者第二课堂科研创新设计实验，提升学生的创新能力。

将“慕课+翻转课堂+PBL”混合式教学模式运用于具体知识点的讲授过程中可采用“三段七步”法实施教学过程，具体过程见下图4。“三段”分为线上课前学习、线下课中强化、线上线下课后延伸三个阶段；“七步”分为自主学习、课前检测、分析问题、翻转课堂、知识总结、学以致用、知识延伸。教学过程环环相扣，立体覆盖式地促进学生课程目标的达成。

以“原电池”教学内容为例，阐述教学组织实施具体过程(见图5)。原电池是无机及分析化学课程中重点、难点内容，对夯实氧化还原反应知识起着重要作用。课前在平台(线上学习)布置学生自学活动(内容导学)，比如原电池的发展历程，诺贝尔奖与锂电池，从电池的发展史感受科学发展的曲折性与必然性。同时认识化学材料的重要性，科学创新的意义。在线上还可以进行课前测验，便于教师及时掌握学生的基础知识储备。

基于课前推送的课前预习测试反馈获知，学生对于原电池组成的了解情况。因此，在实际教学过程中(线下教学)，以问题导入开始、通过新旧知识联系，采用动画、图解等直观方法和互动式教学，促进学生对理解原电池的工作原理知识点的融会贯通。通过课堂教学实施强化学生对于原电池组成、原理的理解，探究水果电池的原理(翻转课堂)，学会唯物辩证法的基本规律看待问题；最后交

流原电池的发展(翻转课堂), 引导学生认识原电池是化学对人类的一项重大贡献, 思考电池未来的发展方向(高阶创新), 关心社会问题和国家发展。课后进行知识巩固, 夯实知识脉络、拓展外延知识, 从而形成一个“闭环”的教学过程。很显然在同一个课程中会用到不同的教学方法, 这些教学方法分别适用于不同的教学内容和教学要求, 避免在教学实践中的单一性, 择善而从, 融会贯通。

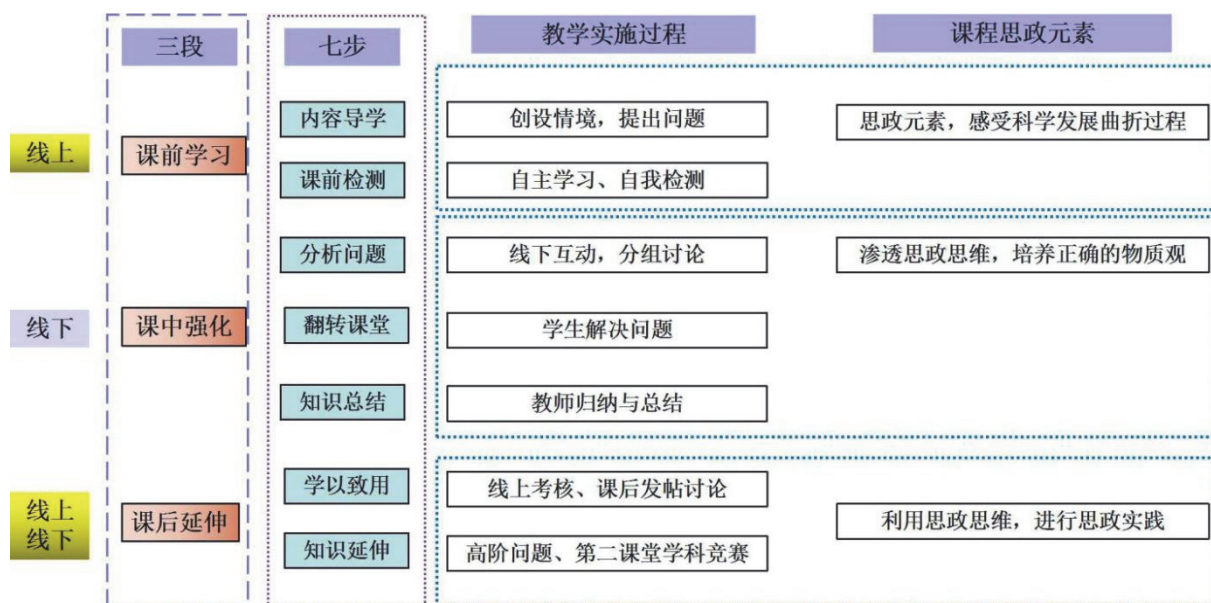


图4 “三段七步”教学过程图示

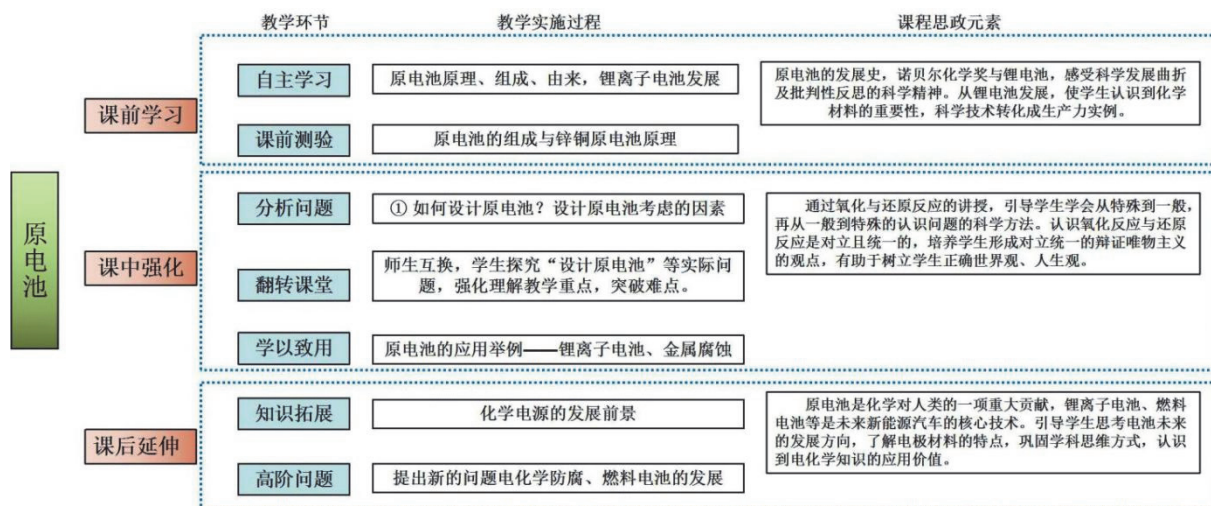


图5 原电池的“三段七步”教学实施过程

2.4 课程成绩评定方式

针对三维教学目标, 重新制定课程考核评价规则与标准。逐步完善过程性考核评价, 即平时成绩(占总评成绩的40%)和结果性考核评价, 即期末考试(占总评成绩的60%)相结合的综合成绩评价体系(表3)。平时成绩的评价包括线上学习和线下表现两部分。依托学习通APP数据, 掌握学生学习的全过程, 包括线上视频知识点学习, 线上单元测验、线上章节浏览学习次数或讨论互动, 占总成绩比例为15%。线下课堂包括讨论, 随堂测验, 课堂互动、作业等形式, 占总成绩比例为25%。

表3 成绩考核评价表

环节	测评点	权重	评价方式
平时成绩(40%)	线上(15%)	学习微课	5%
		单元测验	5%
		讨论互动	5%
	线下(25%)	作业与中期测验	15%
		课堂表现	10%
期末考试(60%)	线下(60%)	期末考试	60%
			师评

3 无机及分析化学课程评价及改革成效

课程改革深受学生及督导好评，学生教学评价均分达到98.5分。以本教学团队所授不同专业的班级为例，经过六个学期(2016级-2021级)实施并持续改进，课程成绩分布反映出末考成绩与综合成绩均呈现逐年递增的趋势(图6)，课程综合成绩平均值从68.67上升至78.37，课程目标达成值从0.68上升至0.78。课程成绩优秀及良好占比也呈现逐年递增趋势(图7)，已从2016级占比18.00%上升至2021级的52%，增幅为188%。同时对照采用线下教学的其他专业(高分子材料专业)，混合式教学的专业(新能源材料专业)中，课程综合成绩平均值明显提高(图8)。线上线下混合式教学为学生构建了教材、慕课平台、学习通等立体多维度的学习体系，有效地激发学生积极性，促成实现高阶学习目标，提升教学质量。

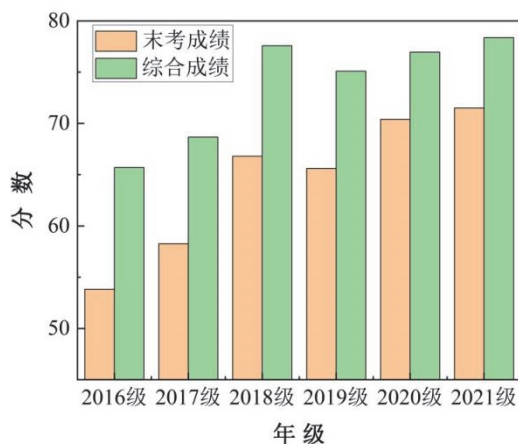


图6 2016级-2021级无机及分析化学课程末考成绩与综合成绩平均值对比

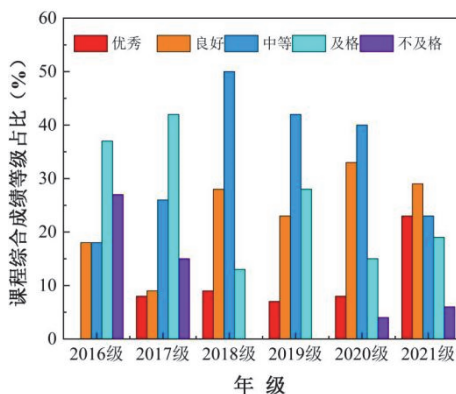


图7 2016级-2021级无机及分析化学课程综合成绩分布



图8 2016级–2021级无机及分析化学课程综合成绩对照

课程教学模式与思路推广到其他班级的教学及其他课程教学,均取得不错成绩。课程组成员老师应用于有机化学、分析化学实验、医用化学课程中,教学效果良好。近年来指导学生参加省级大学生化学(化工)学术创新成果竞赛、大学生科研创新实验竞赛、大学生实验技能竞赛获得各项奖励累计20项。承担国家级、省级、校级大学生科研训练项目累计18项。教学相长,团队教师参加教学竞赛,先后获省级教学竞赛奖,线上线下混合教学案例“缓冲溶液”“渗透压”“原电池”多次在省市级青年教师教学竞赛中示范交流。

4 结语

本文以地方普通本科高校的无机及分析化学一流课程建设为例,课程教学改革以来,根据无机化学课程特点及人才培养目标需要,通过专业教育-思政融合,教学内容与教学资源整合,学生明确了无机及分析化学课程的重要性。构建“慕课+翻转课堂+PBL”的教学模式及“三段七步”教学法,激发了学生的主动性和学习兴趣,极大提高学习效率。通过教学实践,学生普遍反映课程教学效果较好,提高了“无机及分析化学”教学质量和人才培养质量,促进了学生综合素质的全面提升。

课程建设永远在路上,无机及分析化学一流课程的建设仍然要不断学习和借鉴其他院校的先进经验。本课程今后会持续建设,基于现代科技与信息化发展,运用智慧教室,持续开展翻转课堂教学。加强化学和“新工科”专业课程的联系,引进优质精品课程资源,保持课程内容高阶性与先进性。持续挖掘课程的思政元素,构建特色课程育人体系。

参 考 文 献

- [1] 王莉,张丽荣,范勇,徐家宁,宋天佑. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (14), 78.
- [2] 王晓丽. 大学化学, **2022**, 37 (7), 2204080.
- [3] 陈嘉勤,岳文博. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (16), 11.
- [4] 李玲,王娟,王凯. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (12), 34.
- [5] 鲁厚芳,赖雪飞,周加贝,龙沁,谭光群,赵强,何菁萍,章洁,张涛. 化学教育(中英文), **2023**, 44 (12), 7.
- [6] 李莎,陈琳,吴纯正,郭明. 大学化学, **2023**, 38 (12), 157.
- [7] 吴一诺,叶建涛,周颢,钱宇,郭磊. 大学化学, **2024**, 39 (3), 149.
- [8] 侯娟,周晨,林咨含,孙晶. 大学化学, **2023**, 38 (11), 37.