

《无机化学实验》课程的线上-线下混合教学模式探索

陈阳 邱江华 余高奇

武汉科技大学化学与化工学院

DOI:10.32629/er.v9i4.6970

[摘要] 本文以《无机化学实验》课程为对象,系统探讨并构建了课程的线上-线下混合式教学模式,该模式从固有实验项目优化、新实验项目研发、新型教学模式建立及评价方式优化四个方面展开建设探索,旨在提升教学质量、激发学生学习兴趣与创新能力,落实全方位育人育才目标。

[关键词] 无机化学实验;教学模式;线上-线下混合

中图分类号: G642.0 文献标识码: A

Exploration of the Online-Offline Blended Teaching Mode for Inorganic Chemistry Experiment Course

Yang Chen, Jianghua Qiu, Gaoqi Yu

College of Chemistry and Chemical Engineering, Wuhan University of Science and Technology

Abstract: Taking the Inorganic Chemistry Experiment course as the research object, this paper systematically discusses and constructs an online-offline blended teaching mode. The mode carries out systematic construction from four aspects: optimization of inherent experimental projects, development of new experimental projects, establishment of a new teaching mode and improvement of the evaluation method. It is aimed at improving teaching quality, stimulating students' interest and creativity, and fulfilling the goal of comprehensive education and talent cultivation.

Keywords: Inorganic Chemistry Experiment; teaching mode; online-offline blending

引言

实验课程教学是高校教学体系中不可或缺的重要环节,学生通过具体的实验操作将课堂上学到的抽象理论知识进行验证与应用,从而掌握问题解决的方法,实现知识与能力的双重提升^[1-2]。因此,它是引导学生初步感悟科研精神、加强知识应用能力、落实素质教育、培养创新型人才的关键课程体系之一^[3]。

《无机化学实验》课程是大学理工科基础化学实验教学的基本内容之一^[4],是化学化工、应用化学等化学类专业在大学的第二门独立的专业实验课程^[5],开设的学生对象为大一新生,开课时间与无机化学理论课程同步,因此无机化学实验课程的教学质量在相关专业的整个教学活动中占有举足轻重的地位。我校早在1958年武汉钢铁学院成立之初即开设《无机化学》理论课和实验课,经过教学团队几十年的传承和发展,授课专业从冶金、化工等少数几个专业发展到今天全校七个学院20多个专业,为适应时代发展,我们在《无机化学实验》课程的固有实验项目优化、新实验项目研发、新型教学模式建立及评价方式优化等方面不断改革创新,目前已建立起线上-线下混合式教学模式,以期提升实验教学的有效性和互动性,增强学生主动学习和积极探索的能力,

实现全方位的实验教学育人育才目标。

1 线上-线下混合式教学模式的教学探索

1.1 固有实验项目优化

“绪论及酸碱滴定”是《无机化学实验》课程的传统实验项目,在探寻教学内容优化方式时,教学团队将“绪论”教学中的安全培训和武汉科技大学国资处开展的安全培训融合,信息量叠加,学习完还有小测试可以加强学生印象,可以对未掌握部分反复观看以提升教学效果;“绪论”教学里的各类仪器使用方法教师在实验课时会讲授,学生也可以在“智慧树”平台里《无机化学实验》课程观看视频以预习和深化仪器使用方法;“绪论”教学里的有效数字知识在实验课堂和理论教学课堂里教师会反复讲解,促进学生加深记忆,有效避免了解决问题时的迷惑。“酸碱滴定”操作中需要用到的滴定管和移液管的用法学生课前预习时需在线上视频里学习,实验课时教师会演示操作并实时纠正学生的错误操作以强化印象,达到教学目的。后期在“离子交换法测定微溶强电解质硫酸钙的溶度积”实验中学生会再次用到滴定管和移液管及滴定操作,以确保对此知识点完全掌握,为《分析化学实验》和《有机化学实验》的顺利学习打下坚实的基础。

我国是世界上很早就使用青铜器的国家之一，中国古代铜器种类繁多、存量巨大，精品文物更是中华民族的智慧杰作。铜器表面锈蚀会生成绿色铜锈（主要成分为碱式碳酸铜）。另一方面，碱式碳酸铜作为一种化工产品^[6]，广泛应用于有机合成、电镀工业、颜料化工等领域，在农业生产中常用作防腐、防虫和杀菌剂等。“碱式碳酸铜的制备”是《无机化学实验》课程中一个重要的设计性实验。该实验要求学生在对产物有充分了解基础上探究反应条件来设计最佳方案开展碱式碳酸铜的制备。近年来，教学团队对碱式碳酸铜的制备条件做了许多探索和优化，包括反应原料的浓度和用量选择、加料顺序、反应时间及反应容器等条件对实验现象及产物的影响，将“碱式碳酸铜的制备”实验教学与社会生产实践相结合，创设目标导向、任务驱动的实验探究情景，突出化学类专业实验课程教学特色。在专业技能和理论知识学习基础上，融入文化自信、职业担当、团队合作和科研精神等思政育人元素。

在“三草酸合铁(III)酸钾的制备及性质”实验中，传统实验方法是用氧化剂将Fe(II)氧化为Fe(III)，再加氨水生成Fe(OH)₃，后续与草酸氢钾反应得到目标产物，步骤较多，过程复杂；项目优化后以Fe(III)化合物[FeCl₃或Fe₂(SO₄)₃]为原料与草酸钾在水相中直接合成出产品，这种方法避免了Fe(II)到Fe(III)的转化环节和氧化剂的使用，具有反应机理简单、实验步骤简化、不易发生副反应等特点，因此可以充分利用原料，提高产品产率。此实验内容与理论知识联系极为紧密，综合应用了沉淀反应、解离平衡和配位反应等多个无机化学基本原理，实验过程具有丰富的现象和多变的色彩，对学生产生了极大的吸引力。

现代食盐制备和纯化工业飞速发展，主要采用膜分离、离子交换和蒸发结晶等技术，能够大规模地提纯食盐，使其符合国家食品安全标准。在“由粗食盐制备试剂级氯化钠”实验的基本实验内容讲解之余，教师延伸课堂涉及的相关知识，引导学生观看线上有关食盐提纯前沿技术的视频，培养学生的创新思维；同时远溯食盐发展史，介绍教学背景，使学生了解中国盐业发展史和先辈爱国创业史，增强学生民族自豪感，激发爱国主义精神。

1.2 新实验项目开发

工业废水中的Fe³⁺和Pb²⁺一旦进入水体，会对水生生物造成致命威胁。Fe³⁺会使水体呈现铁锈色，影响水体的透明度，减少阳光的穿透深度，从而影响水生植物的光合作用；Pb²⁺则会干扰水生生物的生理功能，损害它们的神经系统、免疫系统和生殖系统。降低水体中重金属的浓度可以保护水生生物的生存环境，维护水体生态系统的平衡和稳定，也是保障人类健康的关键举措。因此，教学团队开发和设计了设

计性实验“含有Fe³⁺和Pb²⁺酸性废水的可行性处理探索”，学生通过课前预习查阅资料和方案设计，了解我国冶金工业污水处理及资源再利用的现状，树立学好化学为社会服务的意识，增强专业自信，培养科学的态度、安全环保意识和资源综合利用的理念；通过课中实验的操作和结果记录，培养独立工作的能力和严谨作风，提升利用所学知识解决较为复杂化学问题的创新思维和能力，树立良好的团队协作精神；通过课后实验报告撰写，领会化学对工业生产和社会发展的重要贡献，树立安全环保意识、资源综合利用的理念、职业道德和专业自信，培养学生高尚的道德情操和对未来工作的热爱。

1.3 新型教学模式建立

线上-线下混合式教学模式充分结合了线上和线下教学的优势，调动各种教学资源以进行教学融合。我校无机化学教学团队从2023级应化专业学生开始采用线上-线下混合式教学模式，激发学生的积极性、主动性，进而提升其自主学习能力和创新意识，收获满意的教学效果后在2025级化学工程和工艺和应用化学专业共计9个班新生中全面采用线上-线下混合式教学。根据化学实验类课程的特点和现有资源的综合利用，教学团队在线上智慧树教学平台搭建、优化、完善无机化学实验安全培训及考试、无机化学实验基本操作演示视频和无机化学实验基本知识问答测试；无机化学实验安全培训及考试：学习无机化学实验的每位学生必须在武汉科技大学国资处主页(<http://59.68.176.173/>)的实验室安全培训系统完成学习和考试，获得合格证书后才能参加线下实验操作。

无机化学实验基本操作演示：无机化学实验基本操作中的难点和易错点包括移液管、滴定管、锥形瓶、量筒等玻璃仪器的使用；酸碱滴定操作；酸度计、紫外-可见分光光度计、电子天平的使用；减压过滤、水浴蒸发、离心分离操作等，过去单纯采用线下教学模式仅靠老

师上实验课时对涉及的操作进行演示，但是由于课堂演示时间和学生数量较多的限制，学生们掌握的效果并不理想。而在现有的线上-线下混合式教学模式下，学生们可以在网上反复学习基本操作视频，做到熟记于心，在后续的线下实验操作中就能得心应手。

无机化学实验基本知识问答测试：为了确保线上学习的效果，学生在完成线上所有学习内容后，还需要参加线上基本知识问答测试，该测试包括30道选择题，主要考察无机化学实验基本操作技能、现象和数据的规范记录和科学处理能力、化学实验安全素养等方面的掌握程度。为了确保测试的公平性和真实性，测试设置了限时和题目乱序，以防止抄袭，对于学生来说，测试是学习效果的试金石，也是认真自学的推动力；对于教师团队来说，可以更好地了解学生们对

实验基础知识的掌握情况，以便于相对应线下实验教学进行探究型设计改进。

线下课堂中，教师不断丰富教学形式和内容，也将一些课堂讲述难以企及的内容安排给学生在线上学习。教学过程中强化了学生的主体地位，构建形成更科学、高效且契合学生学习需求与教育发展规律的线上-线下混合式教学模式，为学生构建一个具有分工合作、调研探究、自主创新的全方位的学习环境，进而实现教与学的协同共进。

以化工卓越特色班（30人）为例，采用传统教学方法的2024级和采用线上-线下混合式教学模式的2025级在“离子交换法测定CaSO₄的溶度积”实验平均得分为84.2和88.7；在“三草酸合铁(III)酸钾的制备及性质”实验平均得分为80.8和87.5，可以看出线上-线下混合式教学达成了师生共同进步的愿景。

1.4 评价方式优化

线上-线下混合式教学模式中对学生的评价贯穿整个《无机化学实验》课程学习过程。在多年来的教学探索中，教学团队建立起一种可以反映学生课程的过程性学习的多元化、多维度考核评价体系，以保证对学生学业水平的客观评价^[7-9]。该评价体系由多个部分按比例组成，包括从线上安全培训参与度、线上基本操作视频学习完成度、线上基本操作知识问答得分、线下实验预习情况、线下实验操作熟练和正确程度及实验报告和总结体会等全过程，每部分按照一定比例计入组成该门课程成绩。总成绩（100%）由六个模块构成，比例依次为线上安全培训参与度6%，线上基本操作视频学习完成度8%，线上基本操作知识问答得分6%，线下实验预习情况16%，线下实验操作熟练和正确程度24%，及实验报告和总结体会40%。

除了教师对学生的成绩做出多元化的评价，学生也可以对教师团队的授课内容和授课方式进行评价。教师定期分发评价问卷收集学生反馈意见，及时完善教学不足之处以提高教学效率。通过这种“双向评价”实现师生的良性互动，既能保证教师团队授课水平，又提高了学生上实验课的积极性，有效促进了无机化学实验课程的教学改革。

2 结语

“无机化学”教学团队近年来在线上-线下混合式教学模式构建中的教学探索主要体现在固有实验项目优化、新实验项目研发、新型教学模式建立及评价方式优化方面，混合式教学结合了线上线下教学的优势，既融合了线上教学的灵活

性与资源丰富性，又保留了线下教学的互动性与现场感，为学生提供了更加优质、多元的学习体验。当然，教学工作中存在着教学资源分配不均、教师信息技术能力不足、学生自主学习能力差异等诸多挑战。但我们不能因这些困难而停滞不前，反而应该将其作为进一步研究和改进的动力。我们将继续以学生为中心，以课堂效率为导向，潜心探究课程教学内容与方法的改革创新，构建更加高效的教学模式，推动教学质量的不断提升。

[参考文献]

- [1]李飞,卓欧,杨朝霞.普通地方高校无机化学实验课程教学改革初探-以吉首大学为例[J].大学化学,2025,40(11):52-58.
- [2]秦聪,张光辉,孙俊俊,等.“新工科”背景下“无机化学实验”教学改革与探索[J].化工时刊,2025,39(5):91-93.
- [3]温志慧,冯占恒,祁雪,等.大类招生背景下无机化学实验室管理的探索与实践[J].大学化学,2024,39(6):181-189.
- [4]李文艺,许志锋,孙俊彬,等.地方师范院校国家级一流本科课程“无机化学实验”的改革和实践[J].大学化学,2024,39(10):389-395.
- [5]何雪梅,金玉红.新工科背景下无机化学实验教改实践[J].上海化工,2024,49(3):64-66.
- [6]赵彤莹.碱式碳酸铜制备实验条件探讨[J].广东化工,2017,44(23):7-10.
- [7]李玲,王娟,张弛,等.无机化学多元信息化教学模式的构建与实践研究[J].大学化学,2019,34(4):34-38.
- [8]杨春雨,魏白光.建立过程性评价与终结性评价相结合的课程考核改革的探索与实践[J].吉林化工学院学报,2013(10):72-73.
- [9]夏云青.基于雨课堂的过程性评价与终结性评价相结合的学习评价探索与实践-以大学数学混合式教学为例[J].河南农业,2021(30):28-29.

作者简介:

陈阳（1976-），女，湖北武汉人，讲师，硕士，研究方向：无机化学教学；清洁能源制备。

基金项目:

武汉科技大学教学研究项目（2020X038）；2022年武汉科技大学一流线下课程：无机化学、武汉科技大学教学研究重点项目（2023Z022）；2023年湖北本科高校省级教学改革研究项目（229）。