

无机化学实验的课程思政探索与实践

尹霞*, 杨鹏, 许峰, 赵艳, 宦双燕*, 赵敬哲, 叶龚兰, 吴英鹏

湖南大学化学化工学院, 长沙 410082

摘要: 为了深化无机化学实验与课程思政的有机融合, 依托构建的实验课程信息化资源平台, 通过实验室安全知识教育、基础实验规范操作、湖南省地质博物馆情景教学、虚拟仿真实验等多种教学活动的实施, 以及实验全过程的多维考核评价, 不仅致力于提升学生在实验技能、安全环保意识、团结协作能力、科学思维和创新精神等方面的综合素养, 还着眼于培养学生的自主学习能力, 激发他们对科学研究的兴趣和探索未知的动力, 为学生的综合能力培养奠定坚实基础。

关键词: 课程思政; 无机化学实验; 安全教育; 虚拟仿真实验

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Ideological and Political Education in Inorganic Chemistry Experiment Course

Xia Yin*, Peng Yang, Feng Xu, Yan Zhao, Shuangyan Huan*, Jingzhe Zhao, Gonglan Ye, Yingpeng Wu

College of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China.

Abstract: To achieve deep integration of ideological and political education with inorganic chemistry experiments, this educational initiative leverages a self-developed information resource platform. Through diversified pedagogical approaches including laboratory safety training, standardized operational protocols, scenario-based teaching at the Hunan Geological Museum, and virtual simulation experiments, complemented by a multidimensional assessment system covering the entire experimental process, the program aims to enhance students' comprehensive competencies. It focuses on developing experimental skills, safety awareness, environmental responsibility, teamwork capabilities, scientific reasoning, and innovative thinking. Simultaneously, it cultivates self-directed learning abilities while stimulating their scientific curiosity and motivation for exploration, thereby establishing a robust foundation for holistic competence development.

Key Words: Curriculum ideology and politics; Inorganic chemistry experiment; Safety education; Virtual simulation experiments

无机化学实验作为无机化学理论课程必不可少的组成部分, 是我校化学及化工专业学生进入大学后的第一门专业实验课程, 主要目的是通过无机化学实验的整个教学过程, 使学生掌握无机化学实验的基本技能和方法, 明确实验室基本安全知识并加强实验安全意识, 培养学生的实验操作能力、观察能力、分析及解决问题的能力、创新与探究能力, 以及实事求是、科学严谨、认真细致的实验

收稿: 2024-08-24; 录用: 2024-10-16; 网络发表: 2025-04-15

*通讯作者, Emails: yinxia@hnu.edu.cn (尹霞); syhuan@hnu.edu.cn (宦双燕)

基金资助: 2022 年度基础学科拔尖学生培养计划 2.0 研究课题(重点课题: 20221031); 2024 年教育部实验教学和教学实验室建设研究项目“化学实验课程思政建设的系统研究与实践”(SYJX2024-068)

态度和责任心, 同时在实验教学过程中培养并强化学生的团队合作意识、环保意识以及社会责任意识, 使无机化学实验课程教学与思政育人有效融合^[1,2]。为此, 从教学方式及教学内容等方面进行不断的探索与改革。

1 实验教学内容与思政育人的融合

1.1 课程教学内容简介

无机化学实验是无机化学课程的重要组成部分, 教学内容主要涵盖基本技能训练、无机化合物的合成及元素性质的探究等方面, 具体实验及安排见表1。

表1 无机化学实验教学内容简介

类别	实验内容	学时	思政育人
实验室安全知识教育	1. Mools平台学习并考核 2. 实验室安全理论课程		掌握安全知识, 培养安全意识
基础操作	1. 容器的校准与正确使用 2. 玻璃容器的洗涤与干燥	4	规范操作技术, 培养的严谨科学态度和准确整洁的科研素养
化学原理实验	1. 化学反应速度、反应级数和活化能的测定 2. 弱电解质电离常数的测定 3. 解离平衡与沉淀溶解平衡 4. 磺基水杨酸铜配合物的组成及其稳定常数的测定 5. 碘酸铜溶度积的测定 6. 氧化还原与电化学	28	加强理论与实验的结合, 培养实验安全意识、节能环保意识、科学严谨态度、团结合作能力、敢于质疑和批判精神
无机化合物的合成	1. 硫酸亚铁铵的制备和性质 2. 三草酸合铁酸钾的制备和性质 3. 三氯化六氨合钴(III)的制备、组成及性质	20	培养学生严谨的科学态度、创新意识、绿色节能环保理念
元素性质实验	1. 水溶液中Na ⁺ 、K ⁺ 、NH ₄ ⁺ 、Mg ²⁺ 、Ca ²⁺ 、Ba ²⁺ 等离子的分离和检出 2. 各分区元素重要化合物的性质 3. 水溶液中Ag ⁺ 、Pb ²⁺ 、Hg ²⁺ 、Cu ²⁺ 、Bi ³⁺ 、Zn ²⁺ 等离子的分离和检出 4. 水溶液中Fe ³⁺ 、Co ²⁺ 、Ni ²⁺ 、Mn ²⁺ 、Al ³⁺ 、Cr ³⁺ 、Zn ²⁺ 等离子的分离和检出(考察实验) 5. 阴离子定性分析	28	加强对理论知识的理解, 培养学生严谨求实、勇于探索大胆质疑的科学精神, 通过废液处理, 加深学生的环保意识
基于博物馆的实验教学	1. 参观博物馆、设计实验方案、汇报讨论 2. 从矿石中提取无机物质的方法	12	加深理解课堂知识, 学以致用, 培养学生的团队合作精神、理论联系实际及创新设计能力
虚拟仿真实验	1. 羰基金属化合物的合成 2. 实验室安全操作训练		培养学生创新探索、安全责任意识, 传递严谨科学态度和环保观念
实验操作技能考核	考查学生对规范操作的掌握	4	培养学生严谨细致、求真务实的科学作风
期末笔试	考核实验涉及的原理、操作等, 扎实掌握实验原理和规范操作		严谨认真、求真务实的科学态度和敬业精神

(1) 每次实验前通过观看课程平台的操作视频并完成测试题进行预习, 师生在线答疑讨论; (2) 选取优秀实验报告在课程平台展示;

(3) 实验安全教育、虚拟仿真实验及笔试不占用课时, 均在课后完成。

1.2 实验室安全教育

近年来高校实验室安全问题频出，也间接暴露了很多高年级学生甚至研究生在安全意识和安全知识方面的欠缺^[3,4]。而无机化学实验相比于有机化学实验而言，危险系数较低，很容易让实验人员在操作过程中放松警惕从而酿成事故，更何况一年级新生在高中阶段大都没有进过实验室，缺乏对实验室安全知识的基本了解，导致学生在实验过程中或是畏首畏尾或是粗心大意。为了落实实验室安全教育，让学生明确实验室安全的重要性，在进行无机化学实验课程教学的同时，为学生提供了慕乐科技公司开发的moolsnet平台关于“实验室安全教育”的小程序，内容包括“个人安全防护、火灾预防与自救、危化品储存与转移、危化品意外应急处理、安全用电基础知识、高低温操作安全、气瓶使用安全、废弃物的安全处理与管控”等8个实验室安全教育模块，学生通过手机小游戏的方式学习上述安全知识寓教于乐，最后经平台统一考核并为考核分数达到90分以上的学生发放证书(见图1)。另外学院同步为新生开设了“化学实验室安全技术”的专业课程，内容以国际普遍采纳的化学实验室安全教育的RAMP为主，RAMP代表“Recognize hazards(识别危害)”“Assess risks(风险评估)”“Minimize risks(风险最小化)”“Prepare for emergencies/Protect environment(应急预案/环境保护)”，从安全知识和科学原理入手，结合大量实验室安全事故案例，进一步提高学生的实验室安全意识、筑牢预防安全事故的心理防线。



图1 实验室安全教育学习、考核内容及证书

除了安全知识的理论教育，我们还在课程中增加了基本操作的考核环节，强调实验规范操作不仅是科学研究的基石和保障，也是确保实验安全、实验效率和质量的关键因素，培养学生养成良好的操作习惯。同时针对有毒、有害或含有重金属离子的废液，以及破碎的玻璃容器，在实验室固定位置放置专用的废液桶和废渣桶，培养学生安全、环保意识和责任心。

1.3 实验案例中的思政育人

在无机化学实验课程中不仅要培养学生的基础操作技能，加强实验安全教育，更希望借助多模态实验教学活动的帮助，帮助学生巩固并运用理论知识发现、分析并解决实验过程中遇到的问题，提升理论联系实验的能力，在实验过程中培养学生严谨的科学态度、环境保护、节能减排和绿色化学的意识，以及勇于创新探索的精神、团队协作的能力^[5,6]。基于此在实验教学环节中针对不同的实验内容采取相应的举措，实现课程教学与思政育人的有机融合。图2展示部分实验所采取的措施及育人目标。

例如在元素化学实验中，学生实验前通过预习了解相关化合物的性质，如毒性、腐蚀性、易燃性等，及其对环境可能造成的不良影响，这不仅有助于提升学生的实验安全意识，采取适当的安全措施，同时在实验过程中有意识地采用微量试剂进行验证实验，并对实验中产生的废液、废渣进行分类处理，潜移默化中培养节能环保意识。另外，对于大部分的验证实验及混合离子分离实验，则要求学生在实验前利用所学理论知识自行设计实验方案，并在实验课上加以验证。实验过程中通过全面细致地观察并如实记录实验现象，找出方案中的缺点、修正实验方案并进一步验证。实验过程

不仅培养学生综合运用知识解决问题的能力和探索创新能力，也加强了师生交流和生生交流讨论，激发了学生探究问题和解决问题的兴趣。而对于化学原理实验，通过课前、课中和课后的各教学环节实施，达成思政育人与课程育人的融合，表2给出具体实验案例在各环节的要求以及思政元素的融合情况。

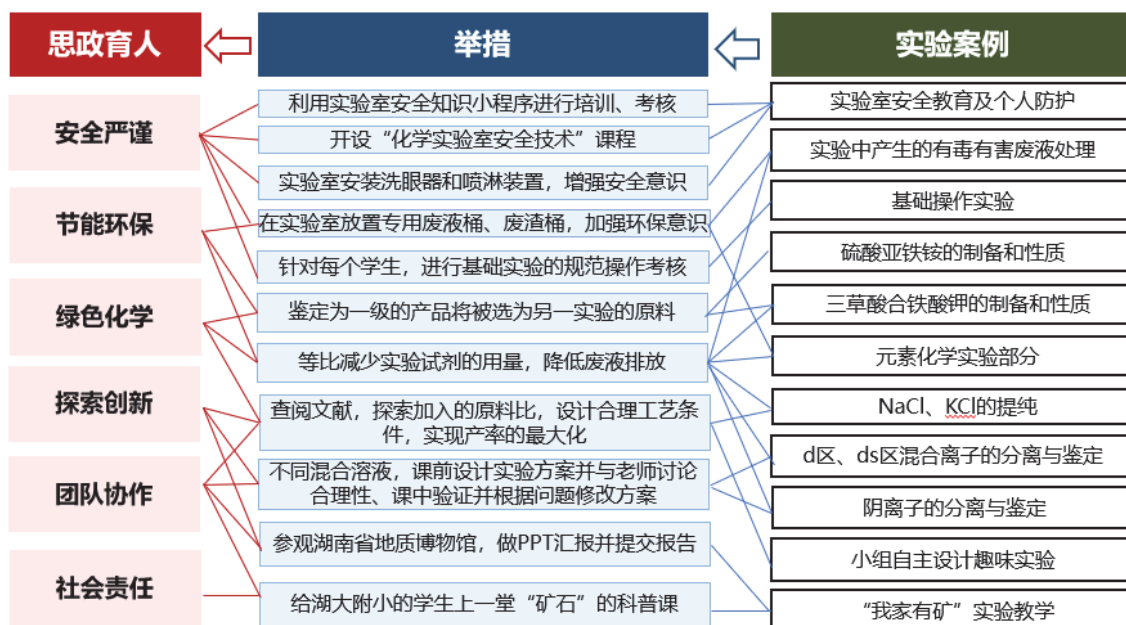


图2 部分实验采取的举措及育人目标

表2 “磺基水杨酸合铜配合物的组成及其稳定常数的测定”实验教学简介

阶段	流程	具体要求	思政育人的融入
课前	预习	明确实验原理、仪器操作、容器的规范使用	自主学习能力、交流沟通能力和责任意识
	线上交流	学生完成平台测试题以检测预习情况，教师通过查看测试结果，发现学生对朗伯-比尔定律不熟悉，线上提供学习资料，督促学生学生	意识
课中	教师讲解	以提问方式让学生明确实验原理、仪器操作要点、步骤、注意事项等	激发求知欲，重视实验操作过程
	小组分工	两人一组，合理分工，相互协作	合作交流、团结协作的能力
	实验操作	学习准确使用分光光度计和酸度计、容量瓶和滴定管等玻璃容器的规范操作、多种溶液的准确配制、实验台面的合理摆放	精确细致的科学精神，责任意识，规范操作意识，合作与沟通
	数据记录	规范、准确、清晰、如实地记录实验数据	科学严谨的态度和诚实守信的品德
	废液处理	实验过程中产生的废液倒入专用废液桶	环保意识和社会责任感
课后	数据处理	根据原理准确计算并作图、合理分析结果、正确取舍有效数字，并以规范形式呈现结果	严谨的科学态度、实事求是的精神
	实验报告	准确记录实验过程与结果，客观分析实验结果与误差来源，撰写格式规范、内容完整、表达清晰	严谨求实的科学素养、责任意识和规范意识
	问题反馈	在线交流实验中的问题，例如实验测定的稳定常数与理论稳定常数相差很大，促使学生理解二者差异的原因，并在平台提供学习文献	质疑精神和批判性思维
	师生交流	在课程平台展示优秀的实验报告	激发进取精神、追求卓越、严谨治学的科学态度
	作品展示	在课程平台展示优秀的实验报告	激发进取精神、追求卓越、严谨治学的科学态度

在实验内容中增加与生产实践相关的综合性设计实验，提升学生的创新性思维能力，丰富思政育人元素。例如针对如何在盐湖中高效提取KCl，从而实现资源的绿色利用的问题，参考目前研究报道的思路和数据^[7]，让学生通过模拟盐湖成分设计一种高效利用原料、减少能源消耗的方法，在实验中切实体会节能减排、绿色化学的概念。

2 授课方式与思政育人的融合

在无机化学实验课程中，通过系统设计，根据每个实验项目的特点，结合多场景模式开展多种形式的教学活动，旨在增强学生的自主学习能力，使其能积极主动参与到各教学环节中，达到在提升学生分析问题解决问题实践能力的同时，还培养学生严谨、求真、规整、定量、精确、存疑等基本研究素养，树立合作意识和团队精神，具备安全环保意识和绿色化学理念，增强社会责任感，具体实施过程如下。

2.1 学生为主体教学实验过程的实施

在传统的实验教学中，指导教师对于学生完成预习任务的具体情况，大都在学生进入实验室后才能发现，这不利于实验的安全有效进行。为了提升无机化学实验课程的教学效果，实现无机化学理论课程与实验课程的深度融合，依托超星泛雅建立了无机化学理论及实验课程的信息化资源平台，提供丰富的教学资源，如电子教材、教学PPT、实验原理讲解及实验操作的视频、参考文献、优秀学生作品、习题库等。课程平台的建立不仅便于教师通过平台发布实验预习要求及相关测试题，并根据数据统计结果及时了解学生的预习效果和问题集中点，针对未达到预习要求的学生进行有效干预和个性化指导，提升了教学效率，也便于师生在平台就学生自行设计的实验方案的合理性进行交流讨论。同时学生通过课程平台的学习与交流讨论，也有利于其实验前充分了解和掌握实验原理、操作流程、实验目的要求，以及可能遇到的问题，真正做到对实验的各步骤及原理心中有数。而课程平台不断更新的资源满足不同程度的学生个性化学习需求，有利于培养学生自主学习的能力和对问题的深入探究精神。

例如对于混合离子分离鉴定实验，实验前两周指导教师为每组布置各不相同的混合溶液，让各组讨论给出分离鉴定方案，且规定不能使用硫化氢系统分析法。师生通过平台随时交流讨论方案的合理性以便学生修改完善，同时教师根据学生方案中所暴露出的知识漏洞和思维偏差等问题，在平台习题库中选择推送相关习题及知识点学习资料，帮助学生巩固所学知识的同时，提升其灵活运用知识解决问题的能力 and 自主实践能力，培养学生严谨认真的科学态度。教学思路及目的如图3所示。

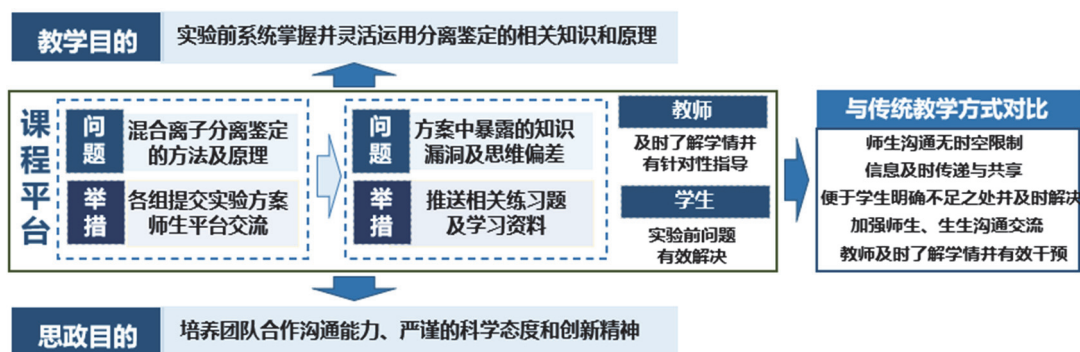


图3 信息化课程平台在混合离子分离鉴定实验中的运用

2.2 情感价值提升的场景构建

在元素化学理论与实验的学习中，对矿石的了解有助于学生更深入、全面地掌握元素化学的理论知识 and 实验技能。为此我们开展博物馆情景教学活动(如图4所示)，首先安排学生参观湖南省地质

博物馆——一座展示地质科学和矿产资源的专题性博物馆，要求学生通过文献查阅了解馆藏的两种无机矿物(1) 矿石的主要成分、杂质；(2) 矿石中主要成分所含各个元素的化学价态；(3) 矿石的英文名、硬度、熔点、密度、地理分布范围。(4) 主要功能用途及提炼方法，并就其中一种矿石的工业提炼方法提出改进意见，最后撰写报告。

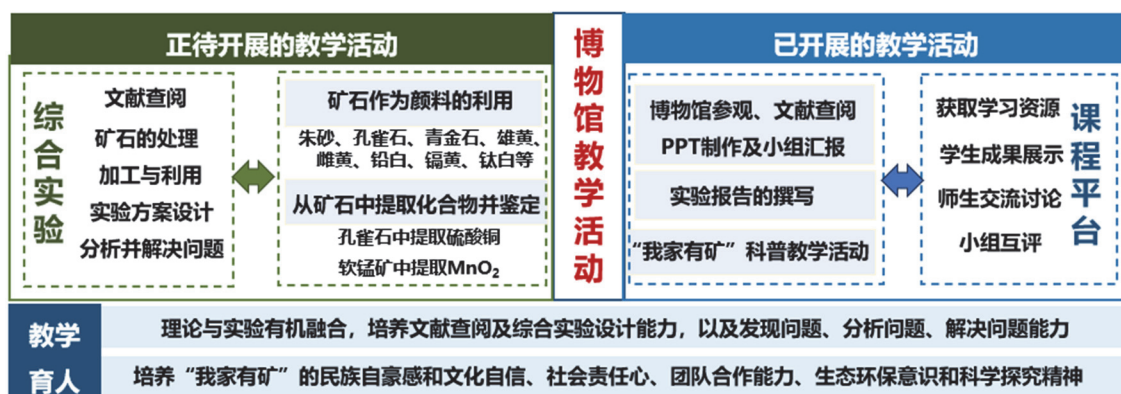


图4 地质博物馆情景教学活动

学生在教学活动中通过直观地认识元素在自然界中的存在形式，不仅有利于强化理论概念与实际观察的结合、提高实验设计的综合思维能力，也让学生了解湖南省丰富的矿藏、中国古代对矿石的认识与利用以及现代在矿产研发方面取得的重大成就，激发“我家有矿”的民族自豪感和爱国情怀。并通过文献查阅了解资源有序合理开采的必要性以及拥有先进、绿色开采技术的重要性，培养其科学的探究精神，增强学生的生态环保意识和社会责任心。

同时组织2023级拔尖班的学生为湖南大学附属小学四年级的小学生上了一堂生动的矿石实验科普课，在历时一个多月的科普课准备过程中，学生们广泛查阅文献，精心设计教学内容和适合小学生的趣味实验，反复修改完善PPT，仔细斟酌并不断优化解说词。教学活动的准备与开展，不仅让学生巩固了专业知识、提升语言表达及团队协作能力、增强责任心和服务意识、体会知识传播的价值和意义，也充分意识到自身知识水平和实验水平的局限性，激发学生对理论及实验的内在学习动力。

后续将在博物馆情景教学中增加实验操作环节，包括矿石的处理加工与利用，如提炼颜料并完成画作、用作净水剂、清除废水中的有毒元素和重金属元素、用于合成植物所需的肥料等，以及自主设计并在实验室完成从矿石中提取目标物的实验，并要求学生进行文献查阅，在信息化资源平台不断更新矿石领域的研究热点和前沿资讯，提高学生文献查阅能力和对科学问题的兴趣。

博物馆情景教学活动充分借助城市资源和地域特色，实现了理论与实验教学的有机结合。此举打破了传统教学中理论与实验教学同实际生产生活相脱节的瓶颈，有利于助推新工科背景下的实验教学改革，切实达成理论与实践教学以及教学与思政育人的深度融合。

2.3 实验规范的加强

为了突破无机化学实验在时间、空间以及实验教学设备方面的限制，打造更安全、高效且可重复的实验学习环境，秉持“能实不虚”的原则，针对既涵盖理论知识又涉及有毒有害等危险操作的实验——羰基金属化合物的合成，构建了虚拟仿真实验。为学生提供反复试错机会，达到规范操作的精准掌握。该实验的技术内容涵盖了无水无氧实验操作环境、可精确控制CO等气体流量和压力的双排管、可精确控温的反应釜、用于固液分离的减压过滤装置以及真空干燥等。相较于传统依赖虚拟现实眼镜或头盔并配合手柄的交互方式，开创性地引入了动作捕捉技术，通过运用数据手套这一新型交互设备，能够在虚拟环境中精准地实现真实的手部运动，从而极大地提升了学生在虚拟实验中的沉浸感和参与度。图5中展示部分虚拟实验的操作过程。



图5 无机化学虚拟仿真实验的展示

后续将在已建设的虚拟仿真实验基础上, 进一步进行模块整合, 包括安全教育、实验操作、实验项目等模块, 从而搭建一个功能全面的虚拟实验平台, 为不同层次的学生提供个性化、有针对性的安全教育和实验教学服务。同时为提升数智化赋能教学的效果, 将整合AI教学助手作为实验人员知识库的重要补充, 通过整合多样化的教学资源, 如慕课、教材、PPT、教案以及最新文献等显著提升AI问答在课程领域的专业性和精准度, 以实现人工智能与教学活动的深度融合。

2.4 教学评价

通过无机化学实验教学的实施, 与传统教学方法对比, 学生在多方面得到显著提升。经过实验室安全教育和基本操作的考核, 学生自觉穿戴实验服和手套, 安全意识明显增强, 玻璃容器破损率显著降低。教师利用课程平台加强预习的监管, 不仅有效提高了实验效率和成功率, 减少了不必要的错误、节约了实验时间和实验成本, 也让学生在完成实验任务的同时, 投入更多精力关注实验中出现的问题和异常现象, 并积极与老师进行深入讨论交流, 培养了学生对科学问题的探索精神和批判性思维能力。而实验中对垃圾进行分类处理的要求, 促使学生自觉地对废液进行分类放置, 如今乱扔乱倒实验垃圾和废液的现象极为少见, 学生的绿色环保意识得到了显著增强。明确实验报告的撰写要求并在课程平台展示优秀实验报告, 不仅有效提升实验报告的整体水平, 也有助于激发学生的学习动力, 培养严谨的科学态度和良好的学术规范。总体而言, 实验教学的全过程教学有效实现了课程育人与思政育人的融合。

为了客观全面评价学生在无机化学实验课程中的学习效果和能力水平, 采用多维度的综合考核方式, 包括实验室安全教育考核、线上预习情况、基础实验的基本操作考核、实验报告的撰写、实验笔试考核等, 具体考核内容见表3。重视实验过程的考核方式对于教师而言, 不仅有利于及时了解学生在实验中遇到的各种问题, 从而给予有针对性的指导以保障实验的顺利进行, 也便于教师发现在实验教学内容与教学方法中的不足之处, 为今后的教学改进与创新提供有力的依据, 使教学目标更加清晰明确。而实验全过程的评价机制对于学生而言, 促使他们以认真的态度对待实验的每一个环节, 有利于培养学生严谨的科学态度和规范操作的习惯, 同时也促进学生综合能力的提升。

3 未来的改进方向

随着科学技术的飞速发展, 传统的无机化学实验教学手段和教学内容已无法满足学生个性化学习需求和创新性能力的培养, 教师与学生课程的要求也在不断提高, 因此为了进一步提升课程的综合教学质量, 更好地将课程教学与思政育人相融合, 在今后的实验教学过程中, 将在教学方法和教学内容方面不断探索与改进, 包括课程信息化平台的持续建设与完善, 并以数智赋能教学, 在课

表3 无机化学实验教学考核

考核内容	成绩占比(%)	考核标准	考核目的
实验室安全教育考核	10	是否按要求学习并掌握实验室安全知识	巩固实验室安全知识, 培养安全责任感和严谨科学态度
线上预习情况	20	预习测试题、实验方案设计审核	培养自主学习的习惯、科学探索精神和自律意识
基础实验的规范操作考核	10	是否达到溶液配制、称量、各种玻璃容器使用等规范操作要求	熟练掌握实验技能, 培养规范严谨的态度
实验过程操作考核	30	每个实验操作的规范性、实验过程的严谨性、废液废渣处理、试剂取用及回收等	提升实验技能, 强化科学态度、责任心、合作探索精神和环保等意识
实验报告的撰写	20	内容的完整性、实验数据记录与处理的科学性、严谨性、结果讨论的合理性、撰写的规范性等	培养实验数据处理、结果及误差分析的能力和科学表达及总结的能力, 并培养严谨求实的精神和认真负责的态度
笔试(包括实验原理、规律、关键操作等)	10	是否掌握对实验原理、操作规范、安全知识等	强化对实验知识的理解, 明确理论与实践结合的意义
总计	100		

程平台中引入AI助教, 同时加强以问题驱动的探究式教学^[8], 培养学生对课程学习的内在驱动力和自主学习能力, 切实有效地助力无机化学实验课程教学质量的提升。

参 考 文 献

- [1] 王银锋, 黄俭根, 罗志刚, 叶慧贤, 李佳. 大学化学, **2022**, *37* (11), 2201057.
- [2] 蒋欣亚, 王会军. 化工教育, **2021**, *47* (3), 82.
- [3] 丁静, 关明云. 化工管理, **2022**, No. 9, 110.
- [4] 张晓华. 事故分析与预防, **2022**, *22* (8), 1672.
- [5] 张玉荣, 袁耀锋. 大学化学, **2021**, *36* (3), 2007057.
- [6] 姚奇志, 李玲玲, 金谷, 刘红瑜, 李娇. 大学化学, **2022**, *37* (1), 2103040.
- [7] Li, D. D.; Zeng, D. W.; Yin, X.; Gao, D. D.; Fan, Y. F. *CALPJAD*, **2020**, *71*, 101806.
- [8] 周祖新, 王爱民, 肖秀珍, 黄莎华, 程利平. 大学化学, **2016**, *31* (6), 40.