

基于创新创业能力培养的《无机化学实验》课程改革实践与探索

任花萍*, 张麟沣, 宋怡萱, 田少鹏, 丁思懿, 马强, 刘姣, 武欣泽

西京学院电子信息学院, 西安 710123

摘要: 提高大学生“创新创业”能力是目前我国各高等院校课程建设的重心, 也成为我国高等教育教学质量的一个重要标尺。《无机化学实验》作为化学相关专业的一门重要基础实践课程, 不仅担负验证化学理论知识和训练实验技能的重要职责, 更应该注重学生分析问题、解决问题能力, 特别是创新思维与创新创业能力的培养。本文从目前《无机化学实验》课程教学存在的问题角度出发, 提出了《无机化学实验》课程创新创业能力的培养的创新和改革几点举措, 包括优化教学设计、创新实验内容、完善资源建设和提高现代信息化以及评价方式多元化, 并逐一进行详细的阐述, 以达到提高无机化学教学效果和培养学生的实验技能和创新创业等综合素养, 促进全面发展。

关键词: 无机化学实验; 创新; 创业; 课程改革

中图分类号: G64; O6

Practice and Exploration of the Reform of Inorganic Chemistry Experiment Courses Based on Innovation and Entrepreneurship Abilities

Huaping Ren*, Linfeng Zhang, Yixuan Song, Shaopeng Tian, Siyi Ding, Qiang Ma, Jiao Liu, Xinze Wu

School of Electronic Information, Xijing University, Xi'an 710123, China.

Abstract: Improving the innovation and entrepreneurship abilities of college students has become a central focus of higher education institutions in China and an important criterion for evaluating the quality of higher education teaching. Inorganic chemistry experiments, as a fundamental practical course in chemistry and related fields, not only play a critical role in verifying theoretical chemical knowledge and developing experimental skills, but also emphasize the cultivation of problem-solving abilities, particularly fostering innovative thinking and entrepreneurial skills. This article examines the existing challenges in teaching inorganic chemistry experiments and proposes several innovative reform measures aimed at enhancing students' innovation and entrepreneurship abilities. These include optimizing teaching design, innovating experimental content, improving resource infrastructure, integrating modern technology, and diversifying evaluation methods. Detailed recommendations are provided, demonstrating how the teaching effectiveness of inorganic chemistry experiments can be improved while simultaneously fostering experimental skills, innovation, and entrepreneurship.

Key Words: Inorganic chemistry experiment; Innovation; Entrepreneurship; Curriculum reformation

实验教学作为连接理论知识与实际应用的桥梁, 相对于理论教学更具直观性、实践性、综合性和创新性等特点, 有助于加深学生对理论课知识的理解和应用, 同时对培养学生实验动手能力和创

收稿: 2024-12-20; 录用: 2025-02-19; 网络发表: 2025-02-24

*通讯作者, Email: hpren2034@163.com

基金资助: 陕西省“十四五”教育科学规划课题(SGH24Y3007, SGH24Y2974); 西京学院教学改革研究项目(JGYB2333); 大学生创新创业训练计划项目(202412715006, S202412715056X)

新能力、分析问题和解决问题的能力、养成良好实验习惯具有重要意义，也是是教育教学过程中不可或缺的一部分^[1,2]。

《无机化学实验》作为化学及相关专业学生所开设的一门专业基础实验课程，是学习和掌握无机化学知识和技能的重要环节，也是学好化学相关理论课程及实验课程的前提和基础，也为后续其他实验课程打下夯实的基础^[3]。通过该课程的学习，使学生掌握化学实验的基本操作技能；掌握元素及其化合物的重要性质和反应、掌握无机化合物的制备和分离方法，并巩固和加深化学基本理论和基本知识的同时，培养学生具有自我获取知识、提出问题、分析问题、分析数据、提出方案解决问题的独立工作能力，培养学生的创新思维与创新能力；培养学生独立准备和进行实验以及具有正确观察、记录、分析、总结实验现象、合理处理数据、撰写实验报告、查阅参考文献、设计和改进实验等综合能力^[4,5]。

随着科技的迅速发展和经济的全球化，社会对创新型人才的需求越来越高。化学及相关专业的学生不仅需要具备扎实的专业知识，还需要具备创新思维和创业能力，以适应社会的发展需求。同时，通过创新创业实践，锻炼自己的团队协作能力、沟通能力和解决问题的能力等综合素质。因此，《无机化学实验》在验证无机化学理论知识和原理以及训练实验技能的同时，更应注重学生分析问题、解决问题能力以及创新思维与创新能力等综合能力的提升。因此，各高校应该注重《无机化学实验》的教学和创新创业能力的培养，为学生提供更多的实践机会和创新创业平台，帮助他们更好地适应社会的发展需求并实现个人价值。

1 《无机化学实验》教学现状

目前普遍的实验教学组织形式主要采取“课前预习-课中实施-课后总结”3段式传统教学流程^[6]。课前，学生根据实验要求完成预习，并上交给教师进行初步检查并修改；课中，教师讲解+学生实验探索验证；课后，学生将实验数据和现象进行总结分析，书写实验报告并上交，教师进行评阅。此教学设计虽然与学生有一定互动和反馈，但仍然是“以教师为中心，学生被动学习”的教学方法，无法真正体现“以学生为中心，教师为主导”的教学理念，只注重实验结果和现象而轻视操作过程，最重要的是轻视学生创新思维和自主学习能力的培养，从而不利于学生的可持续性全面发展。在多年的教学实践过程中，我们发现我校应用化学专业学生在《无机化学实验》教学过程中存在以下主要问题。

1.1 学生参与度低，学习兴趣不够

由于大一学生来自不同地区，高中教学和高考对化学课程的要求不同，学生化学理论知识储备、实验基础参差不齐；以及传统的应试教育模式的影响和中学实验条件的差异，许多学生在进入大学前，可能导致部分学生不能充分进行实验或未进行过实验项目，对《无机化学实验》操作技能缺乏深入了解和练习^[7]。而进入大学后，考虑课程进度，教师只能统一授课，老师很难兼顾到每位同学，导致部分学生只是模仿完成实验，遇到问题不积极思考和提问，致使错误操作习惯养成后不易更改，验证实验学习效果不理想，从而使学生容易感到困惑和挫败，从而降低了他们对化学实验的学习兴趣和参与度。在综合性和设计性实验中，学生不去深入学习，只是简单搜索，拼凑，导致学生对实验原理、具体操作以及注意事项认识不到位，设计方案变成了通过抄袭而完成的疲于应付的形式方案。所以学生提交的设计方案基本雷同，缺乏创新性。

1.2 课堂缺乏新颖性，教学效果差

《无机化学实验》作为专业基础课程，其教学内容主要围绕无机化学基础理论、实验操作技能和科学研究方法展开，故教学内容存在案例陈旧、与生活实践联系不够紧密、各知识点分散且关联度不大等缺点^[8]。其主要原因有：① 教材更新稍显慢，对应的实验内容和案例较陈旧，无法反映当前无机化学领域的最新发展和研究成果；② 《无机化学实验》内容比较理论化且注重基础操作和验证性实验，实验内容与日常生活或兴趣爱好关联不大，缺乏与实践性、新颖性和挑战性，导致学生难

以将所学知识应用于实际,而对实验失去兴趣;③传统教学过分依赖教师讲授、学生是被动接受的教学模式,缺乏师生互动性,学生参与度较低,难以激发学生的学习兴趣。因此,实验课前预习学生大多照搬书本讲义或网络,并不深入思考实验将要做什么,过程中可能会存在什么问题,该如何解决等,导致预习效果较差。实验过程也只是按照课本讲义操作或完全模仿老师的操作去制备或验证一些实验现象,实验过程遇到现象有误的就询问老师解决,不动脑筋自己思考,知其然,不知其所以然。对于实验基本操作,学生听讲或观察不够仔细,很难养成正确的实验操作技能和良好的操作习惯,更谈不上创新性解决生产实际问题能力的培养。

1.3 教学资源共享及信息化程度不够,难以保证实验教学质量

《无机化学实验》由于实验内容涉面及较广,且每个实验内容要求的仪器设备等均不相同,且仪器设备往往分散在各个实验室或学校中,实验室资源的信息和共享机制不够透明,学生、教师和实验员往往不清楚其他实验室的资源和设备情况,或者只有在特定时间段或特定项目进行时才能使用某些仪器设备,其他时间则处于闲置状态,缺乏统一的共享平台和管理分配,从而导致资源浪费,难以有效整合和共享^[9]。或者虽然部分高校已有资源共享平台的建设,但可能由于平台的功能设计不全面、操作复杂、互动性和可监控性等方面的不足;或者教学模式的落后,教学过程中未能充分利用多媒体、互联网等现代教学手段,导致教师或学校尚未充分利用信息化教学手段来提高资源共享和利用率,影响了资源共享和信息化的有效配置和共享,最终没有办法完全保证课程的教学质量,更不必说学生创新能力以及解决实际问题等综合能力的培养。

1.4 评价标准单一、过于注重结果

实验课程考核是教育过程中的一个重要环节,旨在评估学生对实验原理、实验方法的理解和应用能力,以及在实验过程中的操作技能和仪器使用熟练程度,从而引导学生发现问题、分析问题、解决问题,以提高学生的科学思维 and 创新能力。但由于受学时的限制,实验课程开设项目相对有限,对应的考核次数也就有限,导致教师难以全面、持续地跟踪学生的实验表现和进步。且在课程评价过程中采用实验报告、期末考试等形式,难以全面反映学生的实验技能、实验态度、实验过程中的问题解决能力等多方面的能力^[4]。导致学生在实验中只注重实验结果,不重视实验过程、实验现象和数据记录等,从而失去了实验项目本身的意义。同时,评价体系中缺乏对学生创新能力、实践能力等综合素质的考核。因此,如何培养学生正确的实验操作技能,改变学生学而不思的实验学习态度是《无机化学实验》教学改革亟待解决的现实问题,激发学生实验兴趣、培养学生创新能力和解决实际问题等综合能力是教学模式迫切需要解决的问题。

2 基于创新创业能力培养的教学改革措施及策略

《无机化学实验》是化学相关专业的重要基础实践课程,在化学相关专业的人才培养中具有重要地位,而创新创业能力的培养是高等教育教学的重要任务之一。因此,高校应重视《无机化学实验》创新能力的培养,传统的实验教学法忽略了对学生创新思维和自主学习能力的培养,不利于学生的可持续性发展。而《无机化学实验》的创新创业能力的培养可从优化教学设计、创新实验内容、方法和手段,不断激发学生的学习兴趣和创新思维,培养学生的实验技能和科学素养,促进全面发展。

2.1 创新和优化教学设计方案,提高学生参与度

传统的实验教学注重验证性实验,学生只需要按照实验步骤进行操作,缺乏主动性和探索性。通过创新实验教学设计(见图1),引入更具挑战性和趣味性的实验内容,激发学生的好奇心和求知欲,使他们更加积极地参与到实验中来,提高学习效果。例如在综合性和设计性实验项目中,鼓励学生自主设计实验方案、选择实验器材、进行实验操作和数据分析,从而培养他们的独立思考、解决问题的和团队合作的能力,为学生未来的学习和工作打下坚实的基础。并将最新的科研成果和技术方法引入到实验教学中来,使学生能够及时了解和掌握最新的科学知识和技术动态,为他们的未来发展打下坚实的基础,培养学生的观察能力、分析能力、实验技能、科研素养等多方面的能力,使他们

具备更强的综合素质和竞争力。通过优化实验内容、改进实验方法、引入现代科技手段等方式，可以使实验教学更加生动、有趣和高效，提高学生的学习体验和满意度。在实验教学设计中，教师要注重培养学生的科学精神和职业道德。通过实验操作和数据分析的过程，让学生理解科学研究的严谨性和客观性，培养他们的科学精神和实事求是的态度。同时，在实验过程中强调安全和环保的重要性，培养学生的职业道德和社会责任感。

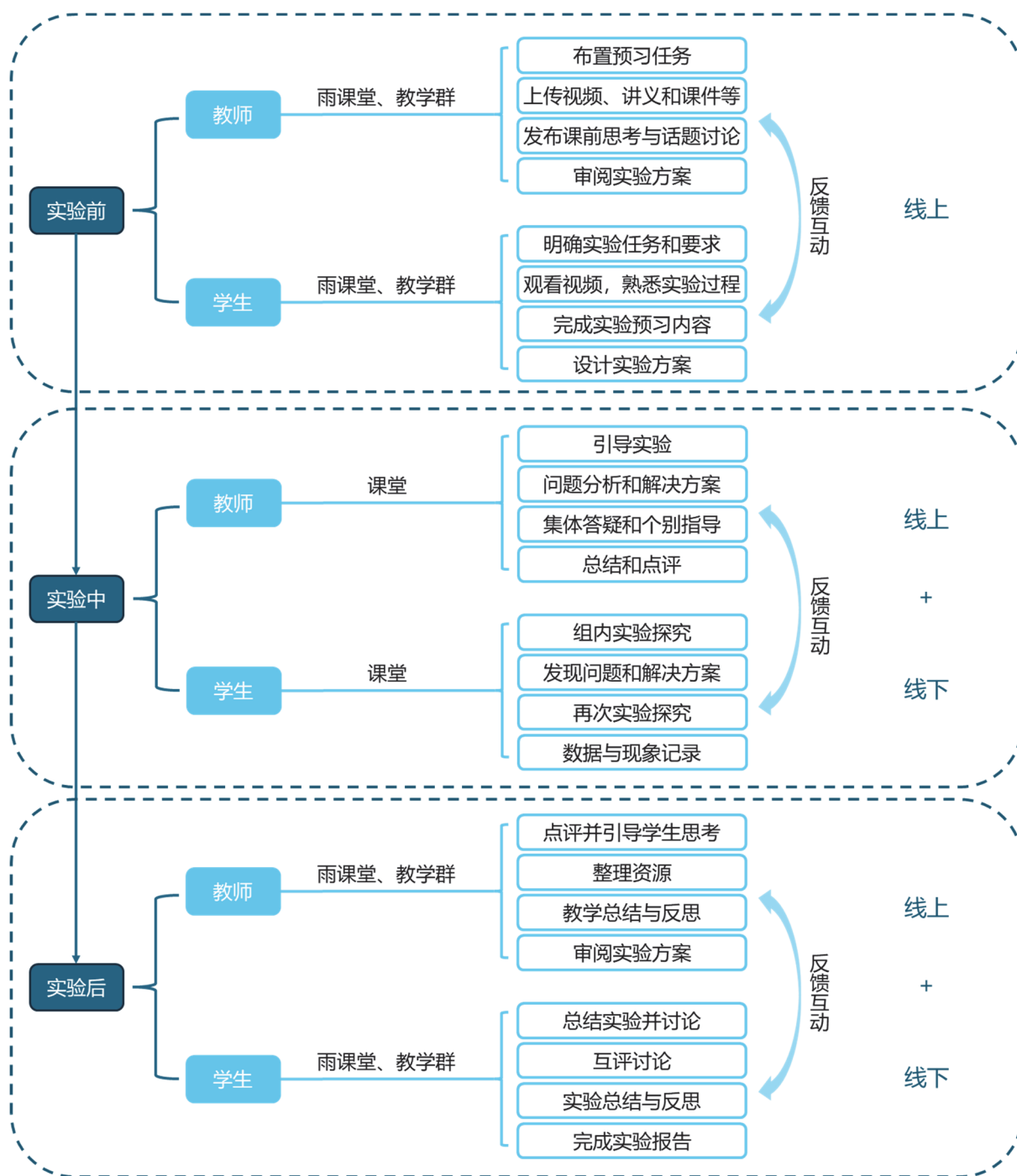


图1 本课程改革后教学流程

2.1.1 实验前：学生分组讨论设计实验方案，师生研讨

教师提前在实验前进行预实验，充分了解和掌握实验过程中可能的影响因素和学生实验过程中可能出现的问题，并确定出应对方案，以确保学生实验在实验过程中能得到正确的实验现象和结论。

学生对教师下发的预习内容进行预习，并设计实验方案后，师生讨论并确定最终方案。在实验教学开展至少2周前，要求学生以小组为单位，一般是4–6名学生作为1个学习小组，小组长进行分工查阅资料文献，经整理分析讨论后确立可行的实验方案、步骤以及实验注意事项，小组长将方案提前1周上传至线上学习平台，教师行查阅点评。这种方式打破了传统的受时间、地点的局限性，充分发挥线上教学的优势。通过线上讨论，师生点评、讨论等活动，学生对设计的实验方案进行优化，最终形成“设计方案–讨论–确定方案”的学习闭环。通过不断研讨的形式，充分挖掘学生的创新思维，促使学生自主查阅文献，了解目前相关领域的研究进展，以达到提升学生的综合能力和创新能力的目标。同时，教师学堂云上传与实验内容相关的思政案例，拓展学生专业知识的同时，加强思政教育。例如在粗盐提纯实验部分，上传我国最大的盐湖察尔汗盐湖相关知识，并借助微视频，明确盐湖钾资源是我国重要的紧缺矿产资源，对国家粮食安全具有非常重要的影响。但是在开采过程中会产生的污染、矿山地质灾害、生态破坏失衡等一系列问题，引导学生树立绿色发展理念。并借助中国盐湖化学奠基人-柳大纲先生的事迹传承科学家的高尚品格，传递正确的价值观和社会观，树立爱国主义思想，潜移默化帮助学生树立正确的做人、做事的态度和方法。

2.1.2 实验中：实验探究–课堂讨论–实验探究–总结点评

教师先对学生分组讨论的设计方案进行肯定，激发学生的学习兴趣。并利用多媒体技术等信息化手段，如视频、图片、文字、声音等，模拟整个实验过程，使学生更直观形象地掌握实验基本操作，并强调实验注意事项，确保学生对实验内容有深刻的理解。并给适当的时间让学生以小组为单位，按照设计的实验方案进行初步的实验探究。此时，学生则表现出很高的积极性，通过组内讨论再次解决实践中所遇到的较简单的问题。随着实验的进行，对于一些细节或者偶发现象学生很难自己解决，比如：碱式碳酸铜的制备实验中提及可以通过反应速率来判断最佳条件，学生一般均能够想到反应速率越快越好，但是并没有考虑如何进行测试。硫酸铜和碳酸钠的反应几乎是瞬间就能够表现出明显的实验现象，所以对判断反应速率快慢的方法的选择很重要，类似的实验细节还有很多。此教学环节教师要根据实验项目的具体情况控制好时间。通过初步的实验探索后，学生可发现自己方案的不足，教师再次组织课堂讨论，进行有针对性的讨论，起到事半功倍的效果。该过程中教师一定要充分发挥主导和引导作用，鼓励学生间的讨论，对于学生解决不了的问题，教师及时引导学生思考，防止过多的消耗课堂时间。引导学生结合已掌握的基本操作技能和理论知识，对实验内容进行改良和创新，再按照设计的实验步骤进行操作，并详细记录实验现象和数据。并对实验现象和数据进行简单的整理分析，以得出准确的实验结果。实验结束后，鼓励学生进行交流和讨论，分享自己的实验结果和经验，听取其他同学的意见和建议，进一步完善实验方案。经过有针对性地研究和讨论之后，学生已经清晰实验的细节，然后再次进行实验验证会大大提高教学效果。要求各小组进行合理分工，并记录探究过程作为探究报告的支撑材料。教师则进行巡视并给予及时指导。

2.1.3 实验后：讨论+反思

课堂教学结束后，学生需要整理实验数据、课堂拍摄的图片或视频等素材，结合实验实际情况写出实验探究分析报告，并以小组为单位上传至学习平台，供师生进行线上点评讨论。通过线上设置“讨论话题”专栏，供学生自由发帖、互问互答，针对本实验中遇到的问题或学习心得均可在线上进一步地解决及分享。除此之外，每位学生需要对实验方案进行分析说明并进行改进优化，并结合教师要求书写实验报告，进行实验反思，按时上交，供教师评阅。教师则需要将上交至学习平台的实验报告上传，教师对学生的实验报告和实验表现进行评价，并给予及时的反馈和建议，再将其再次在学习平台公开分享，供学生学习交流，以激励学生根据反馈进行改进和创新，以提高他们的实验技能和科研能力。

2.2 教学内容模块整合和优化, 提高教学效果

由于《无机化学》及《无机化学实验》内容教学内容存在案例陈旧、与生活实践联系不够紧密、各知识点分散且关联度不大等缺点。根据《无机化学实验》课程培养目标, 以教学质量提升为目的, 将原本孤立的实验内容或项目进行梳理与整合, 最终细化为四大模块。具体包括基本知识及操作模块、验证性实验模块、综合性实验模块和设计性实验模块, 并根据模块的特征进行有针对性的设计教学(见图2所示)。

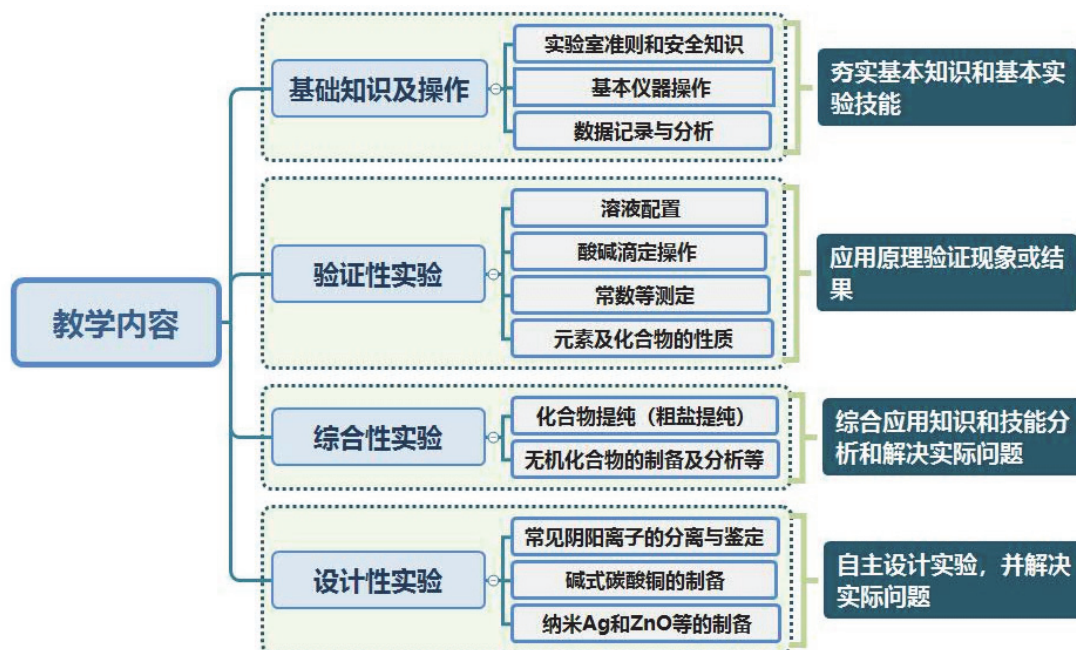


图2 实验教学内容模块

2.2.1 基本知识及操作模块

要求学生熟记实验室规则和安全注意事项; 熟练掌握玻璃仪器的洗涤、干燥及使用、酒精灯的使用、加热操作、试剂的取用与称量、溶液的配制、溶解、加热、重结晶、过滤以及酸碱滴定等基本操作; 学会仪器设备的使用, 如滴定管、移液管以及酸度计等; 了解常用试剂的分类与保管、安全防火知识、常见意外事故中的急救和处理方法。通过基本操作和基本原理模块夯实学生的理论基础和基本实验技能, 训练实验记录和数据处理的规范性, 为后续其它实验课的开展以及将来从事化学化工行业的工作打下坚实的基础。例如, 在“酸碱滴定实验”中, 学生通过实验数据的处理和结果的分析, 不断反思实验操作, 寻找误差原因, 提高实验结果的准确性和实验技能的同时, 培养分析问题和解决问题的能力。

2.2.2 验证性实验模块

通过离子反应、氧化还原反应、化合物的形成与性质等实验操作和以及实验现象的分析, 验证无机化学的基本理论和概念, 加深学生对无机化学知识的理解和记忆, 培养观察实验过程和现象, 并能分析其原因等综合的能力。通过称量、溶解、滴定、过滤、蒸发等基本操作的练习, 熟练掌握《无机化学实验》基本技能和操作。并通过对实验现象和数据的记录、整理分析, 做出合理的分析和解释, 并培养学生独立思考和解决实际问题的能力, 学会运用无机化学知识解释实际问题和现象。同时培养学生的实验技能、科学素质、实践能力、创新能力、团队协作能力和安全意识等方面的能力。

2.2.3 综合性实验模块

综合性实验通常涉及多个知识点和实验技能，如配合物的合成与表征、无机材料的制备与性能测试等。如粗盐提纯实验中，需要综合掌握溶解、蒸发、结晶的原理和方法，掌握减压过滤、重结晶的基本操作，掌握结晶过程的影响因素和条件分析，以掌握化学产品结晶制备和分离提纯操作；训练学生综合应用所学知识和技能来分析和解决一些实际问题的能力，与基本操作实验和单纯的验证型实验相比有一定的难度；完成此类实验项目时，通过实验条件的优化、实验数据的整理和分析等，综合应用所学基本知识、方法或技术，培养学生综合运用《无机化学》知识和实验技能的能力，解决复杂问题的能力以及培养学生的安全和环保意识。

2.2.4 设计性实验模块

在设计性实验中，教师会给出适当的实验题目和设计要​​求，确保实验的难易程度适中，符合学生的知识水平和实验技能。学生自主运用已学过的实验知识和技能，有创造性的进行实验方案设计，包括确定实验原理、选择实验器材和药品、编写实验步骤，以及预测实验可能出现的现象等。如常见的阳离子的分离与鉴定实验中，将常见25种阳离子分为4-6组，学生进行随机抽签。课前学生能够根据抽签结果确定具体的分离方法，从而达到锻炼学生自主设计阳离子的分离与鉴定方案设计能力。同时，结合前言和热点学科，教师设计探索性纳米材料的实验作为创新设计实验。如石墨烯、纳米氧化锌、二氧化钛和纳米银等的制备实验。通过实验的设计，学生对材料的结构与性质关系更为明确，熟悉不同材料的制备方法，从而拓展其在生产生活中的应用。学生在分组合作或单独进行实验设计过程中，教师会与学生随时进行沟通交流，并提供必要的指导和帮助，确保实验的顺利进行。通过创新设计性实验的训练，显著提高学生查阅科技文献或专利的能力，并能运用相关理论知识和加工整理后的文献资料设计实验方案，可以提高学生的学习兴趣，培养独立思考的能力、分析和解决问题的能力，创新意识和创新精神。更重要的是通过实验过程中的失败和突发实验现象的处理，培养学生发现问题、分析问题、解决问题的科学素养。在一定程度上锻炼了学生的抗挫折能力，体会失败的沮丧和经过努力之后又获得成功的幸福和喜悦，最终体验科学研究的魅力，树立投身科研的远大志向。此外，提倡微型化实验，减少实验室记得用量和废液、废渣的生成，注重环境保护意识。如在阴阳离子的分离与鉴定实验中，为了缩短完成反应的时间和更清晰直观地观察实验现象，实验时往往会采用高浓度大剂量溶液进行反应，因而产生大量的废液和废渣，污染环境。因此，在进行具体实验操作时，提倡改用微型实验仪器，部分性质实验用黑白点滴板代替试管，精确控制试剂的浓度和用量，减少实验试剂的用量。

2.3 完善网络资源的建设和提高现代信息，实现资源共享和信息共享

《无机化学实验》由于实验项目注重基础理论知识和实验技能，实践起来稍显枯燥乏味，很难激发学生学习兴趣，无法保证教学质量。近年来，随着现代信息化的快速发展，网络资源建设提供了更丰富、更生动的实验内容，使学生能够在理论学习的同时，更好地理解和掌握实验原理、方法及操作。结合在线学习平台、虚拟实验室等教学工具，从而打破传统教学受时间和空间的限制的缺点，从而实现师生随时随地的学习和交流的便利，可大幅度提高教学效果。同时，利用现代信息技术，将实验室纳入网络化、智能化、数据化的过程中。通过实时监测实验过程，数字化处理实验结果，提高实验数据的准确性和可靠性。此外，智慧实验室中的智能设备，如自动取样控制器、色谱仪、质谱仪等，可以增强实验的精准性和可控性。通过这些措施的实施，可以提高学生的学习效果和实验技能，促进《无机化学实验》教学的创新和发展。

此外，改变传统的四大化学实验室单独设置导致的资源浪费，建立基础化学实验教学平台，实现实验室开放和资源共享，减少人为因素导致的资源匮乏问题。并利用实验技能和创新竞赛促实验教学，鼓励学生利用课余时间参与各类竞赛和开放性实验，学生在实验过程中自主学习，从项目选题、设计实验工艺条件、实验操作、记录和处理实验结果所有过程学生都亲自参与，启发了学生创新思维，培养了创新精神。

2.3.1 网络资源平台建设

基于现代网络教学平台,设计清晰明了、使用便捷、交互性强的《无机化学实验》网络资源建设,为方便学生在学习平台随时随地进行学习,平台对应设置课程管理、教学资源 and 教学活动三大模块。课程管理模块主要提供课程的基本信息、通知、日程安排和教师信息等内容。学生可以随时了解课程基础信息、通知、规划以及教师信息,确保教学信息准确传达,助力师生高效规划教学与学习,提升教学质量与管理效率;教学资源模块涵盖包括电子教材、电子教案、电子课件、视频、参考文献,师生互动、实验预约、实验考评等部分。学生可以随时随地访问和学习电子教学资源,根据自身兴趣和课堂掌握情况自主学习,达到扩展知识面或者查漏补缺的目的。结合师生实时互动与交流,随时解答学生的疑问,激发学生的学习兴趣 and 主动性。辅助实验预约与考评功能,学生根据自己的时间和课程安排,提前预约实验,并结合实验过程和结果的评价与反馈,随时沟通实验操作过程中的问题,有针对性的提升和巩固实验技能和基本知识;教学活动模块包含了答疑讨论、在线测试、作业提交等功能。可以促进学生间和师生间的互动与合作,及时评估学生的学习成果,巩固知识,培养自主学习能力,并通过反馈机制提升学习效果,共同构成了一个高效的学习生态系统。

2.3.2 现代信息技术辅助

通过计算机程序建立虚拟实验室,使学生能够在没有现实实验条件的情况下进行线上模拟实验,以达到实验教学的目的。这不仅可以节省成本,还可以帮助学生更好地理解实验操作流程。并利用现代信息技术,将实验室纳入网络化、智能化、数据化的过程中。通过实时监测实验过程,数字化处理实验结果,提高实验数据的准确性和可靠性。

2.3.3 资源共享和信息共享

建立一个与《无机化学实验》紧密相关的资源共享平台,提供与实验相关的各种资源,如实验方法、数据、论文等。建立有效的信息共享机制,确保实验数据的准确性和可靠性。通过数字化处理和存储实验数据,可以方便地进行数据分析和挖掘,为科学研究提供有力支持。利用网络平台的功能,教师可以实时监控学生的学习进度和效果,及时给予反馈和指导。同时,学生也可以设定自己的学习目标,每天对自己的学习进度进行自查。

2.4 考核评价方式多元化,促进学生全面发展

公平合理的考核方案不仅能够全面、准确地评价学生的学习效果,促进学生全面发展,还能激发学生的学习积极性。《无机化学实验》课程考核采用了多元化的考核方式和可量化的评价手段,重视过程性评价及对学生创新能力和解决实际问题等综合能力的培养。主要包括过程性评价、结果性评价和综合性评价等多种评价手段,以达到对学生进行全面评价的效果。同时,鼓励学生进行自我评价和反思,提高学生的自主学习能力和终身学习的意识。

2.4.1 过程性评价

过程性评价主要关注学生在学习过程中的表现,包括实验态度、实验操作、实验报告等,满分100分,其中实验态度和课堂操作各占30分,实验报告占40分,具体见图3。由图可知,实验态度包括出勤(5分)、纪律(5分)、工作态度(10分)和组员间的协作精神(10分);实验操作包括实验操作技能(10分)、创新素质(10分)和实验习惯(10分);实验报告包括数据处理及现象分析能力(20分)、实验报告的书写规范性(10分)和实验结果分析以及改进意见等(10分)。

2.4.2 结果性评价

结果性评价主要关注学生的学习成果,主要是笔试成绩和实验成果等,具体见图4。笔试考核(满分为60分)包括选择题(15分)、填空题(20分)和简答题(25分),全面检验学生对知识掌握情况。实验成果包括学生制作的实验展板或视频和创新素质两部分,满分40分。实验展板或视频主要展示实验的目的、原理、步骤和结果等,占20分,主要考察学生对实验项目的理解程度以及完成情况;创新素质主要包括实验方案设计的依据以及试验异常情况处置能力,20分,主要评估学生的创新能力和表达能力。

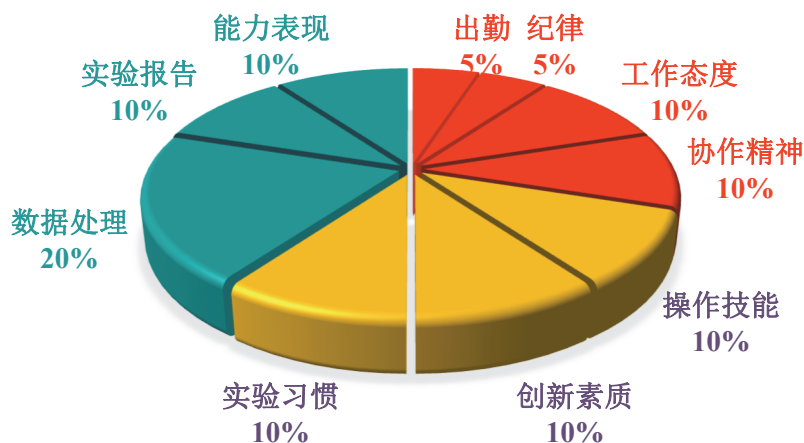


图3 过程性考核项目成绩占比

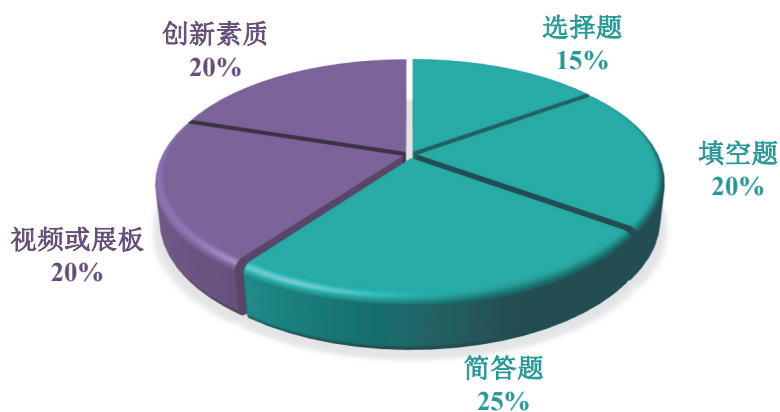


图4 结果性考核项目成绩占比

2.4.3 综合性评价

综合性评价结合过程性评价和结果性评价，对学生整体情况进行全面的评价，详见图5。可以采用权重分配的方式，如过程性评价占60%，结果性评价占40%，确保评价的公正性和准确性。此评价过程基于线上学习平台进行，充分发挥线上教学的优势，促进师生不断进步。

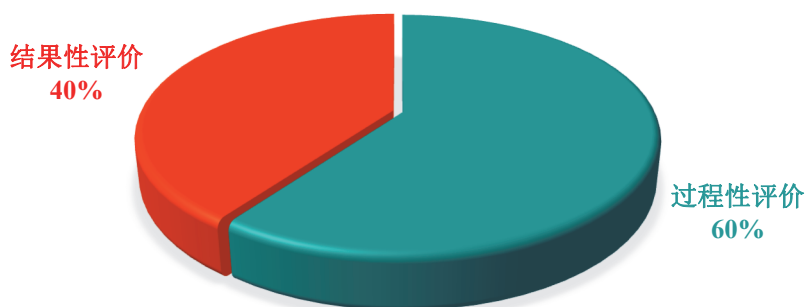


图5 综合性考核项目成绩占比

3 结语

《无机化学实验》作为化学相关专业本科实验教学的第一站，是一门操作性很强的实践性课程，对提高学生实践技能、理论知识与实践结合能力、安全意识和实验习惯、团队合作和沟通能力、数据分析和实验报告撰写能力以及创新思维和探索精神等方面都具有重要作用。近年来，针对社会发展对人才需求的变化，我校《无机化学实验》针对本科教育要求也进行了一系列的改革，并取得了一定的成效。通过不断优化和创新教学设计、梳理知识体系并整合细分教学内容、网络资源建设和信息化水平的提高以及多元化考核形式等多举措对《无机化学实验》课程的创新与改革进行了探索和实践，克服了传统实验教学模式的被动学习的不足，使得实验过程更具有探究性和挑战性，有助于学生对基础知识的深层理解和基本技能的深度掌握，并将理论与实践进行了融合，在实验过程中可以提升学生的化学专业知识，培养学生在实验过程中积极探索，用创新思维去形成新思路，以新思路来谋求新发展，再以新发展去推动新方法，最后以新方法来解决实际问题，增强了学生的创新意识，培养了学生良好的科学素养，提高学生的综合分析能力，为进一步探索与学校办学特色和学科特点相适应的实验教学体系建设提供可行的参考。但是如何充分利用理论与实验课进行有效的整合，促进理论联系实践，并提高学生的主动性、养成严谨的科学态度、协作精神以及分析和解决问题等综合能力，实现人才培养目标，还需要在以后的教学实践中不断思考、探索和实践，服务学生的全面成长成才，培养能够引领未来的高水平复合型创新人才，为我国的化学教育事业贡献力量。

参 考 文 献

- [1] 吕智慧, 党力. 广东化工, **2021**, 48 (12), 217.
- [2] 王金玉, 孙鑫婷, 高雅琴, 王俊林, 周海斌. 广州化工, **2023**, 51 (14), 201.
- [3] 聂菲, 刘雪茹, 惠壮, 李延, 崔斌. 大学化学, **2024**, 39 (2), 121.
- [4] 朱伟钢, 田昀, 张志成, 高洪苓. 大学化学, **2024**, 39 (10), 203.
- [5] 刘洋, 侯磊, 张小娟, 李怀珠, 徐维霞, 高丰琴, 张引莉. 大学化学, **2023**, 38 (9), 60.
- [6] 董瑞婷, 罗涛朋, 史超. 实验室研究与探索, **2023**, 42 (5), 234.
- [7] 周万鹏, 马妙莲, 倪刚, 张茂峰. 化工高等教育, **2024**, 41 (1), 129.
- [8] 王万慧, 尹国杰, 胡骥. 甘肃教育研究, **2024**, 3 (35), 73.
- [9] 陈强强, 郭宇, 吴红梅, 张震斌, 王欢, 朱博. 实验科学与技术, **2022**, 20 (6), 103.