

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

李飞*, 卓欧, 杨朝霞

吉首大学化学国家级实验教学示范中心, 湖南 吉首 416000

摘要: 无机化学实验是本科阶段生物、化学、环境、食品、材料等专业学生的第一门实验课, 也是化学实验技能进阶的基础课程。对此, 作者首先对诸如吉首大学之类的普通地方高校的无机化学实验课程教学现状进行了深入分析, 然后剖析了实验教学过程中存在的问题和难点, 最后对无机化学实验课程教学改革方案进行了初步设计, 以期促进学生创新能力的培养, 综合素质的提高, 达到立德树人的根本目的。

关键词: 无机化学实验; 地方高校; 教学改革; 课程思政

中图分类号: G64

Exploration of Teaching Reform in Inorganic Chemistry Experimental Courses at Local Universities: Case of Jishou University

Fei Li*, Ou Zhuo, Zhaoxia Yang

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, Jishou University, Jishou 416000, Hunan Province, China.

Abstract: Inorganic chemistry experiments are foundational courses for undergraduate students majoring in fields such as biology, chemistry, environmental science, food science, and materials science. These courses are essential for developing students' practical skills in chemical experimentation. This study begins with a comprehensive analysis of the current state of inorganic chemistry experimental courses at local universities, with a particular focus on Jishou University. The study then identifies the challenges and difficulties encountered in the experimental teaching process. Finally, a preliminary plan for reforming the teaching of inorganic chemistry experimental courses is proposed. The aim is to foster students' innovative abilities and overall competencies, ultimately contributing to the core goal of cultivating both moral and intellectual development.

Key Words: Inorganic chemistry experiment; Local university; Teaching innovation; Course ideology and politics

1 引言

无机化学实验是化学专业学生进入大学后接触的第一门专业实验课, 通过教师讲授、实验操作、现象观察与结果思考相结合, 有助于学生更好的认识和理解一些化学概念和化学规律。一方面可为后续其它化学理论课和实验课程的学习打下基础, 另一方面通过实验教学过程培养学生的实验操作的能力、分析及解决问题的能力, 同时可加强培养学生理论与实践相结合意识和能力^[1,2]。因此, 无机化学实验课在化学教学中有着独特而不可替代的功能和作用^[3]。

收稿: 2024-12-23; 录用: 2025-01-25; 网络发表: 2025-02-11

*通讯作者, Email: lifei_123456789@163.com

基金资助: 湖南省普通高等学校教学改革研究拟立项重点项目(HNJG-2021-0122); 湖南省普通高等学校教学改革研究项目一般项目(HNJG-2021-0696)

为了最大化地提高无机化学实验课的教学效率,充分发挥该课程应起的作用,有效调动学生主动实验的积极性、培养学生的实验兴趣、提高学生分析问题解决问题的能力,培养他们的创造性思维 and 创新能力。需对现有的教学方式方法进行改革,去其落后低效部分,完善其积极部分。而无机化学实验的教学改革是一项需要多方面入手,长时间投入人力物力综合性的系统工程。因此,本研究以吉首大学这类处于边、少、穷地区的地方高校以改革为例,研究成果以期能为其他院校提供借鉴。

无机化学实验教学发展了几十年,获得了许多成功的经验。但随着科学的发展,社会对化学科研工作者和化学从业者的实验水平提出了越来越高的要求^[4],因此,对无机化学实验课程教学改革已势在必行。

2 学校无机化学实验教学现状

吉首大学作为湖南省属的一所综合性大学,武陵山片区唯一的综合性大学,这种教学改革的迫切性更为突出。

一、实验教师队伍是保障实验教学质量的關鍵。各学校学院在实验教学队伍建设方面已曾有过不少改革。数十前年,国家教育水平相对落后,化学专业的本科人才稀缺,教授无机化学实验的教师学历都比較低,出身专业也不尽是化学。2000年后,大部分学校无机化学实验的教师队伍的学历都达到了本科,且都为化学类专业毕业。吉首大学化学化工学院,无机化学实验课面向化学、化学师范、化工、食品科学与工程、制药工程及临床医学等专业开设。通过近年来的努力,授课教师达到了6人,学历都为本科及以上,一半以上为博士或教授。但由于面向的专业多,学生多,实验课师生比例悬殊,学生与实验课老师的交流和互动甚少,达不到一对一的指导。

二、教学内容是教学过程实施的介质,教学内容的改革已成为当今实验教学改革的重点。无机化学实验内容改革经历了几个阶段:

- (1) 全部为基础性操作和验证性实验^[5];
- (2) 部分验证性实验部分综合设计性实验;
- (3) 包含验证、综合设计、研究性三大类实验。

验证性实验是对已知理论和结果进行验证,更注重学生实验基本操作的正确性,按步操作完成即可,综合设计性实验内容涉及到多项基本操作和无机化学基本原理,要求学生过程对过程和结果进行分析、归纳,还要求学生依据实验原理自己设计实验方案,也可开拓学生的思路^[6];研究性实验需要老师给定科研前沿的主题并引导学生查阅文献,设计方案,逐步让学生进入到某个学科方向发展的前沿^[7],可提高学生的科研素养和创新能力。吉首大学采用本校化学实验教学中心自己编写的高等学校“十一五”规划教材,经过多次改编,单一性的验证实验逐步减少,综合设计性实验增多,但仍显不足。

三、教学方法和手段上,目前无机化学实验教学手段上,较多的学校仍是以教师灌输式为主,教师将实验目的、实验数据的处理、实验中应该注意的问题逐一讲清楚,之后学生开始自己的实验。其优势在于学生易于上手实验,速度快,不利之处为学生对所学知识可能理解不透,综合能力培养效果甚微。在“大众创业、万众创新”的时代背景下^[8],无机化学实验课教学方法和手段的创新,也是教育教学改革的必然。部分教师采用了计算机辅助教学,制作相应的视频课件(时长5-10 min)发给学生,让其课前观看预习,因为预习的效果直接影响着实验课的效率。除此之外,有学校将虚拟仿真实验作为实验预习的一部分^[9],规定实验课之前每个学生必须完成相应的线上虚拟仿真实验,老师查阅后台数据并给学生评分,学生达到规定分数后才能上实验课。如此既有利于老师了解学生的预习情况,又可提高学生自主学习的能力。让学生参与实验教学的准备工作,如玻璃仪器的分发、

试剂的准备等,也是使学生产生实验学习兴趣的方法之一。根据不同的实验内容,可采取启发式、互动式、探究式等教学方法,已成为无机化学实验课上常用的教学方法,在改善课堂教学效率上获得了较好的效果。

2016年,习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调,各类课程要与思想政治理论课同向同行,形成协同效应,思想政治工作应贯穿教育教学全过程^[10,11]。因此,充分发掘无机化学实验课程包含的思政元素,并巧妙地设计在教学过程中,实现知识传授、技能培养、价值引领,发挥该课程的“课程育人”作用已成为无机化学实验课程改革的重要内容^[12,13]。

四、实验考核评价是实验教学中重要环节,贯穿于整个实验的全过程,也是规范学生化学实验的基本操作和培养学生化学实验兴趣的重要手段^[14],改革落后的考评制度具有重要意义。目前部分学校的无机化学实验课程采用的是平时成绩(以实验报告为主,占比70%)+最后一次实验课的实验技能操作成绩(占比30%)考核,考核方式和评价体系较为单调^[15]。有的学校采用平时成绩+最后一次实验课的实验技能操作成绩+理论笔试成绩的考评模式,此种方式更能考查学生对相关实验知识点的掌握程度。有的学校(如吉首大学)的考评分得更细,比如平时成绩包括出勤、预习报告、实验操作、实验报告、实验后的卫生;期末实验成绩包括理论考试、实验操作。更多元(如包括安全准入考核,实验态度考核,实验过程考核,实验结果考核,创新性综合性设计考核在内)的考评制度还有待提出并完善。另外,一般实行的考评都是扣分制,这对学生学习积极性的调动不如奖分制,但目前未见奖分制考评模式的报导。

3 教学改革的初步探索

为了有效提高无机化学实验课的教学效率,充分发挥该教学改革应起的作用,有效调动学生主动实验的积极性、培养学生的实验兴趣、提高学生分析问题解决问题的能力,培养他们的创造性思维 and 创新能力。对此,我们应不断地对“教”和“学”两大方面,教师队伍、教学内容、教学方法与手段、考评制度四个层次进行有效的改革。尽管教学改革是一项需要多方面入手,长时间投入人力物力的综合性系统工程,但学校多年的运行与投入为改革的进行奠定了坚实的基础:

- (1) 学院招生生源良好,有充足的教学改革对象,具备较好的教学改革对象条件。
- (2) 目前在岗实验教师爱岗敬业,勇于改革创新,且已在逐步进行实验教学改革。
- (3) 学校和学院重视无机化学实验教学改革,政策上有所支持,且已投入较多经费予以支持。
- (4) 学院与湘西州内多个企业建立校外实习基地,多位实验教师与相关企业有项目合作,为教学改革的进行提供了良好的条件^[16]。
- (5) 学校大力倡导基础化学实验技能竞赛,大学生实验创新作品竞赛等,对无机化学实验教学改革的进行起到良好的辅助作用。

但是,我们还不能忽视一些现实的困难,比如无机化学实验教师队伍人数较为不够,改革的过程中教师工作量巨大,以及无机化学实验实验室相对不足,某些(应该一人一套的)设备无法做到一人一套等。

为做到有的放矢,无机化学实验教学改革应对各个流程进行设计。

(1) 实验教师队伍建设

建设一支具有丰富教学经验和实践经验、学术水平高、相对稳定的实验教师队伍,针对地方院校教师大多数来自于高校毕业生,少有生产一线实践经验的问题,拟通过如下措施进行改善:

一是加强产学研结合。湖南酒鬼酒股份有限公司、湖南三立集团股份有限公司、湖南湘泉药业股份有限公司、湖南湘纯农业科技有限公司、湖南奇异生物科技有限公司、湘西自治州丰达合金科

技有限公司、湘西州边城醋业科技有限责任公司、湘西州质量技术监督局、湘西州食品药品检验所、花垣县强桦矿业有限责任公司、保靖天瑞钒业有限公司等企业和我院有紧密合作，离学校较近，可安排实验教师进企业锻炼，了解生产一线的相关流程和技术，提升教师的实践经验；

二是通过学校学院派遣实验教师去化学强校进修。中南大学、湖南大学是湖南的化学强校，为吉首大学的发展提供过若干帮助，中山大学对口帮扶吉首大学。因此，可派遣实验教师去这些化学强校进修，提升无机化学实验教学能力；

三是聘请当地相关企业的技术骨干来指导学生的设计性研究性实验。

针对现有实验教师教学经验、实践经验、学术水平各有所长的特点，学院通过安排不同老师教授不同的实验项目，改变一个老师带一个班所有实验室项目的现状，如教学经验丰富的老师教授开学后的首次课以及验证性综合性实验，实践经验丰富的老师教授综合性实验，学术水平高的老师带较多的设计性研究性实验。授课教师围绕实验项目集体备课，讨论教案的撰写及教学过程的开展，定时开教研讨论会，分析实验过程中新出现的问题，发挥团队的智慧，让年轻教师获得较快的成长。

(2) 实验教学内容优化

目前所开的实验项目中，验证性实验的比例太高，不利于提升学生综合实验素质。拟通过研究调整验证性、综合设计性及研究性实验比例，适当增大综合设计性及研究性实验的比例^[17,18]。

吉首大学所在的湘西地区有色金属矿产资源(如锰、锌、钒等)丰富，中小型矿产加工、研发企业较多。未来无机化学实验课可结合这一地方特色，优选一些设计性研究性实验项目，如锌电解液制备实验、电解锰阳极渣制备高锰酸钾实验，综合了元素浸取，元素分析检测，产品开发制备，材料表征等内容，有效增加无机化学实验的科研性、实用性。另一方面，在不失去对学生基本技能锻炼的基础上，对已选的实验项目从安全性、经济性、绿色性、趣味性等方面进行改进。再一方面，将校内实验与校外见习结合，某些实验在实验室完成后再安排学生去企业见习，让学生深切理解实验室上课与企业应用之间的区别和联系。

(3) 教学方法和手段革新

安排教师主动学习建设虚拟仿真平台，课前学生必须进平台学习，其成绩作为预习效果的凭据，该系统还作为实验后学生巩固复习的一种方式。

课前实验材料准备阶段，分组轮流在老师的指导下准备实验，如玻璃仪器的分配，试剂的选取，溶液的配制，甚至简单的预实验，让学生知道老师准备实验的不易，提高学生的成就感及实验兴趣。课中，教师讲述的方式需灵活多样，根据不同的实验内容，可采取启发式、互动式、探究式，基于问题逐级转化等教学方法^[19]；实验过程中，挑选某个基本操作表现优秀的学生演示和教师进行讲评相结合，另外2人一组相互监督，指出对方确实存在的问题，自己可加分。将无机化学实验的各种基本实验操作做成一系列实验教学视频，时长5-10 min，每个视频重点演示一个基本操作，视频清晰且规范。

(4) 实验考核评价机制改革

构建“以学生为中心”的课堂教学评价指标体系。课堂教学中，我们注重课堂讲解和操作演示相结合，强烈要求学生进行课前预习，并事先撰写实验预习报告，包括实验目的、实验原理、基本操作及注意事项^[20]。实验过程中，要求学生在实验记录本上如实记录实验现象、实验数据^[21]。基于此，我们计划引入实验产品质量作为该次实验成绩的评价考查因素，比如二草酸合铜(II)酸钾、硫酸亚铁铵、高锰酸钾的制备等实验中，要求学生把得到的晶体产物进行称量后留存、拍照、打印、上传，主讲教师根据实验报告和产物性状，最终对学生该次实验课的成绩进行评价打分；此外，我们利用超星泛雅，建立上课班级，利用练习、问卷、讨论等栏目，发布问题、随时讨论、答疑解惑，

教师通过答题成绩有效地考查学生的预习情况。我们还借助超星泛雅上的资源，如单元作业测试、期中测试、期末测试等，要求学生在实验之后完成相关的测试和作业，此分数也作为本次实验成绩的一部分。改革课程成绩考核评价方式后，实验课程成绩打分的构成由原先简单的实验报告和教师的主观判断，变成由实验报告分数、产物产品分数、信息化平台分数三部分组成(如图1所示)，显得更为科学合理。

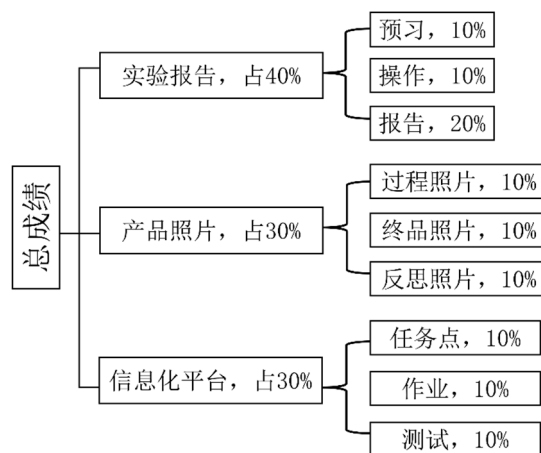


图1 实验考核评价分数分布

(5) 课程思政融入实验教学

课程思政指以构建全员、全程、全课程育人格局的形式将各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应，把“立德树人”作为教育的根本任务的一种综合教育理念。高校各专业课程的授课教师需要在专业课程教学中挖掘思政元素，发挥专业课程的育人功能，培养学生良好的职业道德和正确的价值取向^[22]。我校化工类专业、食品类专业的实验项目共有8个，可根据具体实验内容，将思政元素融入实验教学中(如表1所示)，引导学生树立安全意识和环保意识，强化诚实守信的职业规范，培养用于创新、敢于质疑、探索求真和科技强国的科学品质，弘扬文化自信。

表1 实验项目与思政元素

| 序号 | 实验项目 | 思政内容 | 思政元素融合点 | 学时 |
|----|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|
| 1. | 仪器的认领、洗涤与干燥 | 安全操作，三废处理 | 安全意识及环保意识 | 4 |
| 2. | 物质的分离与提纯 | 中国民族化学工业之父范旭东经过无数次实验试制出了氯化钠含量90%以上的精盐，创办中国第一家精盐工厂打破了国外的垄断 | 科技强国的科学家精神 | 4 |
| 3. | 硫酸锌电解液的制备 | 中国稀土之父徐光宪，在美国取得物理化学博士学位后，放弃即将到手的优渥工作，与妻子毅然回国建设祖国，回国后克服重重困难，前后改变5次研究方向，最终实现了我国稀土产量的飞跃，为中国稀土工业发展做出巨大贡献 | 科研热情和家国责任感 | 4 |

(待续)

(续表1)

| 序号 | 实验项目 | 思政内容 | 思政元素融合点 | 学时 |
|----|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----|
| 4. | 离子交换法纯化水及水质检测 | 何炳林成功合成出当时世界上已有的全部离子交换树脂品种,建立了我国第一家专门生产离子交换树脂的化工厂,其主要产品用于国防工业提取国家急需的核燃料——铀,为我国原子能事业发展和第一颗原子弹成功爆炸做出了重大贡献,被誉为“离子交换树脂之父”。 | 学术视野和家国情怀 | 4 |
| 5. | 醋酸电离度和电离常数的测定 | 电解定律的发现和电离理论的产生,任何科学真理的发现,都需要很长的实践,不是一帆风顺的,可能遇到很多挫折与坎坷 | 拼搏精神,严谨细致、勇于创新的态度 | 4 |
| 6. | 胆矾结晶水的测定 | 中国古代,人们将胆矾矿石加热蒸发5个结晶水获得硫酸铜。胆矾最早记载于《神农本草经》,《淮南万毕术》记载“曾青得铁即为铜”,后用于湿法炼铜;《黄帝九鼎神丹经决》是干馏法制取硫酸的世界最早记录 | 文化自信,弘扬传统文化,传承民族精神 | 4 |
| 7. | 电解锰阳极渣制备高锰酸钾 | “变废为宝”的环保理念,酸性环境不行改碱性环境 | 保护环境的社会责任,开阔思路,勇于创新 | 4 |
| 8. | 硫酸亚铁铵的制备与表征 | “变废为宝”的环保理念;单盐与复盐的变化规律,复盐蒸发过头的补救措施 | 保护环境的社会责任,对立统一的辩证思想 | 4 |

4 结语

(1) 以吉首大学为例,通过对无机化学实验教学 and 人才培养模式的改革和创新,研究建立一套符合地方院校实际的无机化学实验教学体系。

(2) 开展信息化教学,推进优质教学资源建设。

(3) 开展课程思政教学研究,更有效地将各类思政元素巧妙地设计在教学过程中,更易被学生接受、更好地发挥该课程的育人作用。

(4) 新时代背景下系统的无机化学实验教学改革,能够应用于吉首大学化学化工类相关专业(化学、化学师范、化工、食品科学与工程、制药工程及临床医学)所有学生,每年学生受益人数约600人。

通过从实验教师队伍、教学内容、教学方法和手段及实验考核评价等四个方面进行的全流程改革,打通“教”“学”“考”“用”各个环节,着力培养学生的创新能力和提高学生的综合素质。我们教学改革的研究成果以期能为其它普通院校提供一些借鉴。

参 考 文 献

- [1] 刘莹, 刘晓燕, 周笑犁. 教育教学论坛, 2019, 405 (11), 114.
- [2] 李玲, 张驰, 王娟, 田丽红, 朱文华. 化学教育(中英文), 2022, 43 (4), 65.
- [3] 陈铭祥, 何树华, 解玉玲, 陈御珍, 郑明彬. 广州化工, 2019, 47 (8), 161.
- [4] 张伟英, 彭绍琴, 李越湘, 何芳, 王振兴. 江西化工, 2021, 2 (1), 65.

- [5] 奚雪, 蔡克迪, 郎笑石. 广州化工, **2021**, *49* (8), 186.
- [6] 景志红, 孙敏, 凌宝萍, 王停. 实验室研究与探索, **2016**, *35* (2), 152.
- [7] 兰青, 靳素娟, 孙瑞雪, 党元林. 广州化工, **2021**, *49* (5), 148.
- [8] 叶水送. 世界科学, **2018**, No. 11, 32.
- [9] 李文艺, 高颖, 陈满生, 卢伟红, 孙俊彬. 广东化工, **2021**, *48* (7), 202.
- [10] 吴晶, 胡浩. 北京: 新华社, 2016.
- [11] 习近平. 中国共产党第十九次全国代表大会, 北京, 2017.
- [12] 张玉荣, 袁耀锋. 大学化学, **2021**, *36* (3), 72.
- [13] 黄微, 李婉, 李光水, 方思敏, 田红军. 实验室研究与探索, **2022**, *41* (2), 184.
- [14] 张敏, 李敏晶, 陈涛, 李刚, 吴爽. 广东化工, **2018**, *45* (8), 257.
- [15] 俞晓玉, 郭秀芝, 孔令艳. 大学化学, **2017**, *32* (2), 30.
- [16] 李飞, 王磊, 戴圣亲, 蒋博扬, 唐蕾艺. 现代职业教育, **2020**, No. 6, 70.
- [17] 刘鑫, 王月荣, 王燕. 化学教育(中英文), **2020**, *41* (2), 57.
- [18] 李佑稷, 刘建本, 石爱华. 实验科学与技术, **2011**, *9* (3), 118.
- [19] 李飞, 李佑稷, 张华. 广州化工, **2021**, *49* (18), 125.
- [20] 吴竹青, 石爱华, 刘建本. 黑龙江科技信息, **2015**, No. 28, 124.
- [21] 吴竹青, 石爱华, 李飞. 内江科技, **2022**, *43* (10), 39.
- [22] 李玲, 王娟, 王飞翼. 大学化学, **2025**, *40* (1), 40.