

## “四位一体”的无机化学教学创新

叶龚兰\*, 尹霞, 许峰, 杨鹏, 吴英鹏, 费慧龙

湖南大学化学化工学院, 长沙 410082

**摘要:** “无机化学”的授课对象为大一新生, 学生的学业适应有待提高; 课程的理论性强, 理论与实验难以同步开展; 同时, 理论与实践不能有机融合。针对以上问题, 为了提高拔尖学生的学习能力, 教学团队进行了全面改革。依托信息化资源平台和人工智能知识图谱, 创新教学模式, 通过混合式教学模式, 解决部分学生学习与老师上课进度脱节的问题, 提高学生自主学习能力并满足个性化需求; 创新教学手段, 将虚拟仿真等新技术引入课堂, 解决理论与实验脱节的问题, 提高学生深度学习能力; 创新教学环境, 依托学校实验平台和当地地质博物馆沉浸式学习, 解决理论与实践脱节问题, 提高学生实践创新能力; 创新教学主导, 依托博物馆, 学生参与讲解员等志愿者活动, 提高学生社会服务意识。“无机化学”的创新改革让课程平台资源更丰富、成果更多、教学质量获得同行高度认可, 学生收益多、创新实践能力显著增强。

**关键词:** 无机化学; 四位一体; 拔尖学生; 教学改革

**中图分类号:** G64; O6

## Innovations in “Four-in-One” Inorganic Chemistry Education

Gonglan Ye\*, Xia Yin, Feng Xu, Peng Yang, Yingpeng Wu, Huilong Fei

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

**Abstract:** Inorganic Chemistry, typically taught to freshmen, is a foundational yet theoretically intense course that often challenges students' ability to synchronize theory with practical experiments. To address these issues and particularly to enhance the learning capabilities of top-performing students, reforms have been made thoroughly. Utilizing a blended learning model supported by an Information resource platform and artificial intelligence knowledge graph, we have managed to integrate learning processes effectively, enhancing individualized learning and self-study capabilities. Additionally, the introduction of virtual simulation experiment has bridged the gap between theoretical instruction and experimental application, enriching students' deep learning experiences. Immersive learning environment, facilitated by collaborations with local geological museums and our school's laboratory platforms, has been established to integrate theory with practical application effectively, boosting students' practical and innovative skills. Through these innovations, the course has been enriched resource availability, increased recognition from peers, and significant enhancement in students' practical and innovative capabilities.

**Key Words:** Inorganic chemistry; Four in one; Top-performing student; Teaching reform

### 1 课程教学改革的背景及存在的问题

#### 1.1 课程背景

无机化学是化学专业本科生的一门专业主干课和学士学位课程, 是研究无机物质的组成、性质、

结构和反应的科学, 研究对象涵盖了除有机化合物以外的所有元素及其化合物<sup>[1]</sup>。无机化学的学习为学生进一步学习相关专业课程奠定不可或缺的基础。学生通过本课程的学习初步掌握基本的化学理论知识, 在科学思维能力上得到初步的训练和培养, 为今后学习后续课程和新理论、新实验技术打下必要的基础<sup>[2]</sup>。无机化学课程的教学, 对学生学习方式的转变、学习环境的适应、化学学科的理解、化学思维的锻炼、基本的实验安全意识以及科学素养和创新能力的培养都至关重要。学生通过大一学年的无机化学理论课程学习及相关的实验操作学习所获取的知识、能力、素质以及安全意识等对学生在未来学习和科研都有直接影响<sup>[3]</sup>。基于此, 在无机化学的教学改革中, 我们通过创新教学方法与内容、培养学生的知识、能力、素质, 为新工科培养具有实践能力、创新能力和竞争力的复合型人才, 为社会输送“以德为先、能力为重、科学成才、全面发展”的时代新人<sup>[4,5]</sup>。

## 1.2 教学痛点问题

1) 大学的教学内容、教学方式、教学环境与学生高中的思维模式、学习方式不一致。

由于无机化学是学生进入大学的第一门课程, 而他们的思维模式和学习方法还没有发生转变, 虽然他们有一定的高中化学基础, 有较强的求知欲, 但是对于大学课堂的学习节奏、学习方式和环境的适应需要时间, 当高中的知识不够用时, 跟不上老师的节奏、与教师教学进度脱节, 部分学生有挫败感、学习兴趣降低, 最终导致学生学习效果不理想。

2) 教学理论与实验课无法同步配套, 无法体现理论知识的意义。

受到实验场地、实验设备等硬件设施不足, 或出于对学生化学实验安全的担心以及教学课时有限, 一些重要化学实验(如使用易燃易爆或剧毒物质以及极端反应条件实验)在现实条件下难以安全、有效地开展, 无法让理论与相应的实验进行同步, 导致学生无法很好地将理论知识应用于实验过程、解释实验现象、分析实验结果。

3) 课本内容与实验操作脱节, 学生缺乏创新思维和解决复杂问题的能力。

由于无机化学的理论知识大多比较抽象, 且相关理论在实际中的应用基本来自课堂中的讲解。同时, 无机化学相关实验中实验的设计与实验步骤基本是固定的。教学过程中, 缺少实践环节, 学生缺乏主动查找资料以及运用所学的知识创新实验设计的意识和解决复杂问题的能力。

4) 思政育人模式单一, 育人效果有待提高。

目前的思政育人模式, 主要以教师为育人主导, 以课堂的课程讲授为载体, 在授课中融入思政点, 思政育人模式单一, 思政效果一般。

## 2 教学创新理念

在无机化学的教学改革中, 我们始终坚持以学生为中心的教学理念, 以知识、能力、素质三大目标为牵引, 围绕我校“基础扎实、视野开阔、德才兼备”的人才培养总目标<sup>[6]</sup>, 提出了以学生为中心, 培养学生自主学习能力、深度学习能力、创新实践能力、社会服务意识的“四位一体靶向教学”课程理念, 所采取的创新思路包含以下四个方面:

1) 创新教学模式, 采用混合式教学, 依托信息化资源平台和信息技术, 提高学生的自主学习能力, 满足个性化需求。

2) 创新教学手段, 建设无机化学虚拟仿真实验室, 实现课堂理论教学与实验相融合, 提高学生的深度学习能力。

3) 创新教学环境, 通过博物馆沉浸式教学提高学生的实践和创新能力, 提升课程的挑战度与高阶性。

4) 创新教学主导, 鼓励学生参加博物馆讲解员等志愿者活动服务社会, 学以致用, 学生通过社会实践活动加强价值观的建立, 完善和提高课程的思想性。

### 3 课程教学改革的措施与方法

#### 3.1 创新教学模式，结合混合式教学和信息化资源平台，提升学生自主学习能力，满足个性化需求

课程教学团队践行“以学生为中心”的教学理念。针对刚刚入校的大一新生，由于其从高中到大学的学习模式有较大的跨度，在课程难度的增加、学习方式的改变、老师教育方式的适应等都存在一定的困难。基于此，我们创新教学方式，采用混合式教学模式(如图1所示)，引导学生依托平台丰富的信息化教学资源<sup>[7]</sup>和知识图谱自适应学习，通过课前线上自主预习、课中线下协作学习、以及课后线上自主复习三个环节，以学定教，完成学生的学业适应、基础理论与实践学习以及团队合作实践三个阶段，实现学生的自主学习能力，深度学习能力，和个性化学习三个层次的提高。

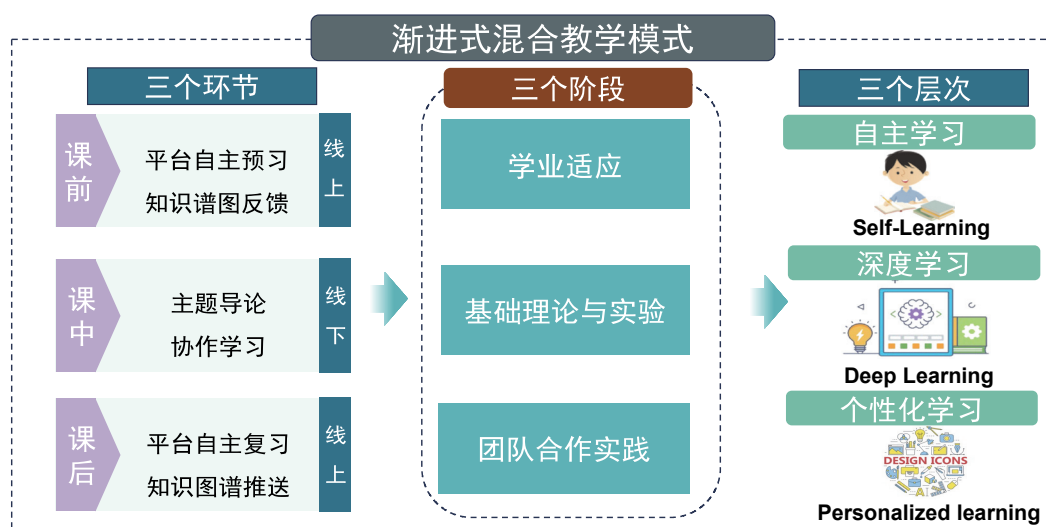


图1 混合式教学模式

我们教学团队依托超星泛雅学习通平台，将平台中的所有资源(包括教学课件、教学视频、重难点微视频、各章超链接立体思维导图、习题、习题解说、文献、拓展资源等)进行知识点关联，创建无机化学课程知识图谱(如图2所示)。以碳族元素教学为例：课前，教师发布相关学习资源，学生线上自主学习，并需完成自主预习任务和习题。在教师端，学习通平台统计学生的习题完成情况，获得班级知识图谱。根据知识图谱中知识点掌握率显示的不同颜色，分析学生知识点掌握情况，从而获得学生的共性重难点问题，并制定相应教学策略。在课中，老师对共性的重难点问题进行教学精讲；同时，学生通过同伴协作教学，小组讨论，提升参与度和深度思考能力，提高课堂的教学效果。在课后，学生在学习通平台完成相关作业任务，根据作业完成情况和知识图谱的数据分析，学习通系统自动推送所需相关学习资源，实现知识的自主深度学习与拓展(如图3所示)。

#### 3.2 创新教学手段，强化“虚实结合”，提高学生的深度学习能力

针对抽象的理论及有毒有害实验，课程教学团队立足“虚拟与现实相结合”，自主建立了新工科背景下满足化学教学改革和创新要求的沉浸式无机化学虚拟仿真实验平台，致力于课堂教学中将抽象的理论与实验更好的结合。不同于传统的虚拟仿真实验，其使用者主要依靠虚拟现实眼镜/头盔进入虚拟世界，通过操作手柄与虚拟环境中的模拟物体进行交互，我们课程团队则是将先进的动作捕捉技术<sup>[8]</sup>应用于虚拟仿真实验。利用数据手套，实现在虚拟现实场景中真实手部运动的重现，并进行精细的手部运动还原与交互(如图4所示)。作捕捉数据手套的使用，有助于学生摆脱虚拟现实眼镜、头盔以及手柄的限制，沉浸式体验实验过程，观察实验现象，自主探索和分析实验结果，实现虚拟与现实的融合。同时，在实验操作过程中，通过创设问题情境引导学生大胆探索(如图5)，深度锻炼学生的创新思维，引导学生深度分析复杂问题的解决策略。



图2 知识图谱的创建



图3 课后线上自主复习及资源推送



图4 虚拟仿真实验动作捕捉技术操作界面

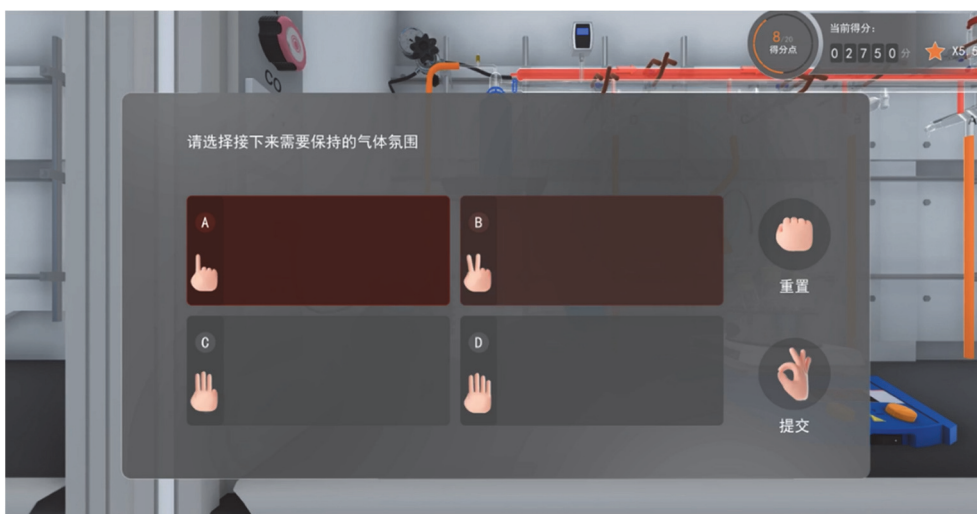


图5 虚拟仿真实验问题情境创设界面

### 3.3 创新教学环境，通过博物馆沉浸式教学提高学生的实践和创新能力，提升课程高阶性

为提高学生的实践能力，培养学生的创新思维和团队精神，在无机化学下册元素化学的教学中，教学团队借助湖南省地质博物馆和本院实验室提供的重要平台，围绕“矿石”开展课程理论教学与实践教学相结合的活动，主要对矿物的结构、形貌、开采、提纯与加工进行现场教学讲解。在博物馆沉浸式学习过程中，学生了解本地矿藏资源，产生“我家有矿”的自豪感，同时通过强调资源合理开采及拥有绿色开采技术的重要性，将思政教育有机融入。通过充分利用城市资源和地域特色，博物馆沉浸式教学打破了传统教学中理论与实践脱离实际生产生活的瓶颈，实现了理论与实践的有机结合。此外，学生以团队合作的形式，自主选择感兴趣的矿物，通过博物馆参观与文献调研，将矿物的结构、提取、性能等相关信息进行总结汇报；最后，同样以小组为单位，对选择的矿石进行处理加工与利用等活动，通过所学的理论知识和已获得的实验技能，自主设计并完成矿物中相关元素的提取和成品展示，提升课程的挑战度和高阶性。

该教学活动有助于在新工科背景下改变传统理论与实践的授课思路，不再局限于固定的课堂或实验室，落地实现理论与实践的有机融合，培养学生的团队合作意识、锻炼学生的综合实验设计及操作技能，引导学生通过实践发现问题，激发创新思维，培养新工科背景下具有解决实际问题能力、自主获取知识能力的创新人才。

### 3.4 创新教学主导，鼓励学生承担博物馆讲解员服务社会，完善课程的思想性

立德树人，德育为先。无机化学作为化学化工专业的新生步入大学的第一门专业基础课，课程内容具有承前启后的作用。通过教与学的有效融合，让学生掌握课程的理论知识、提高学习成效的同时，以课程的教学活动为载体，引导学生树立科学的人生观、世界观和价值观。为提高课程的育人功能，除了以教师为育人主导，在课堂中引入思政元素，本课程还借助地质博物馆矿物厅的参观了解与学习，鼓励学生以博物馆讲解员等志愿者身份服务社会，学以致用。由学生向社会传递“我家有矿”的自豪感，绿色开采和保护环境的意识，以及先进科技发展的重要性等，充分发挥学生的育人主导作用，提高学生的社会服务意识，完善课程的思想性。

## 4 课程教学改革的成效

无机化学课程于2009年获评校级精品课程，2011年在湖南大学课程中心建课，2017年依托超星泛雅平台进行课程资源的建设与完善，2018年在中国大学慕课上线。无机化学的课程创新是基于“以学生为中心”的教学理念。多年来，我们的教学团队一直在不断努力改进和提升教学内容、教学模

式, 与时俱进, 获得以下成效:

1) 课程平台建设成果丰富。

目前, 团队依托超星泛雅平台进行无机化学课程资源的持续建设与完善, 形成了师生共建的资源特色和不断更新迭代的优化机制。网站资源主要包括: 教学大纲、教学日历、教学课件、教学视频、重难点微视频、各章超链接立体思维导图、知识图谱、习题库、动画库、学生优秀作品库(习题解说、优秀微课、主题讨论、趣味实验等)、拓展资源(科学小视频、优秀网站链接、知识点拓展文献等)。访问量累计69万余次。

2) 同行认可度高。

无机化学教学团队成员积极参加各类教学竞赛, 主持教改项目, 发表教改论文。近3年来, 本课程团队成员主持国家级、省级、校级教改项目共计7项, 发表教改论文3篇, 出版教材1本, 多次获得省级、校级教学比赛奖项, 以及各类化学学科竞赛优秀指导教师, 教学质量得到同行专家的一致认可

3) 学生的实践能力得到明显提升。

在课程团队教师指导下, 我校学生积极参加各类科研活动和学科竞赛, 发表了系列论文, 并在国家级、省级的多项化学竞赛中取得优异的成绩。在无机化学教师团队的指导下, 指导的学生先后获得第十二届全国大学生化学实验邀请赛全国一等奖(2021年)、第十二届湖南省大学生化学实验技能竞赛二等奖(2022年)。

## 5 总结与反思

无机化学的课程建设始终坚持围绕“以学生为中心”的理念开展改革和创新, 并初具成效。团队之后也将继续在创新性、高阶性以及思想性上, 不断建设完善无机化学课程平台, 持续坚持立德树人, 为培养具有实践能力、创新能力和竞争力的复合型人才奠定扎实的基础。

### 参 考 文 献

- [1] 王莉, 张丽荣, 范勇, 徐家宁, 宋天佑. 大学化学, **2023**, 38 (6), 52.
- [2] 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.
- [3] 张霞, 桑晓光, 王锦霞, 孟皓. 大学化学, **2021**, 36 (11), 2107081.
- [4] 耿会玲, 高锦明, 尹霞, 周文明. 大学化学, **2021**, 36 (11), 2109041.
- [5] 张元馨. 化工设计通讯, **2020**, 46 (12), 114.
- [6] 尹霞, 赵艳, 许峰, 赵敬哲. 大学化学, **2022**, 37 (11), 2202033.
- [7] 尹霞, 赵艳, 赵敬哲. 大学化学, **2021**, 36 (7), 2010032.
- [8] 林育华, 詹婧或, 黎瑞, 施敏, 李金. 口腔材料器械杂志, **2023**, 32 (2), 134.