

## “AI赋能”高校教学改革与探索研究 ——以无机化学课程为例

程利平\*, 林琳, 肖秀珍

上海应用技术大学化学与环境工程学院, 上海 201418

**摘要:** 在日新月异的技术变革中, 人工智能(AI)正以前所未有的速度重塑教育教学的面貌, 极大丰富了高等教育的教学资源 and 教学方式。在“新工科”背景下, 本文以无机化学课程为例, 针对传统课程教学环节存在的问题, 积极探索改革路径。本课程充分利用信息化技术手段, 综合运用“AI赋能”的线上线下混合式教学, 营造全方位育人的智慧课堂教学体系, 增强学生学习的积极性和主动性; 同时在教学中深入有效地融入“AI赋能”的课程思政教育, 实现价值引领、知识传授和能力培养的有机融合。

**关键词:** 无机化学; AI赋能; 新工科; 课程思政; 课程目标达成评价

**中图分类号:** G64; O6

## “AI-Empowered” Teaching Reform and Exploration in Higher Education: A Case Study of Inorganic Chemistry Course

Liping Cheng\*, Lin Lin, Xiuzhen Xiao

School of Chemical and Environmental Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China.

**Abstract:** Amidst rapid technological advancements, artificial intelligence (AI) is transforming educational paradigms at an unprecedented pace, significantly enriching teaching resources and methodologies in higher education. Within the framework of China's "Emerging Engineering Education" initiative, this study examines the inorganic chemistry course as a representative case. Addressing limitations inherent in traditional teaching approaches, the course systematically incorporates information technologies to establish an AI-empowered blended learning model that combines online and offline instruction. This innovative approach fosters a comprehensive smart classroom ecosystem designed to enhance students' learning motivation and self-directed engagement. Furthermore, the curriculum effectively integrates AI-empowered ideological and political education components, achieving synergistic alignment among value cultivation, knowledge acquisition, and competency development.

**Key Words:** Inorganic chemistry; AI empowerment; Emerging engineering education; Curriculum-based ideological and political education; Learning outcome assessment

为积极应对新一轮产业变革与科技革命, 自2017年以来教育部积极推进新工科建设, 先后推出“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”等举措, 指明了高校的“新工科”建设和发展的方向<sup>[1]</sup>, 即以立德树人为引领, 以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径, 培养多元化、创新型的卓越工程人才。最近几年人工智能(AI)技术的飞速发展, 为“新工科”建设带来了新的机遇与挑战,

收稿: 2025-01-03; 录用: 2025-02-26; 网络发表: 2025-06-13

\*通讯作者, Email: chengliping@sit.edu.cn

基金资助: 上海应用技术大学2024年重点课程建设项目(10110M240007-A22); 2025年度上海高校市级重点课程建设项目

将AI技术应用于教育教学，可以起到助推“新工科”建设的作用。

人工智能根据用途可分为决策式AI和生成式AI，决策式AI专注于数据洞察并做出决策，而生成式AI技术是一种基于深度学习技术构建的生成式预训练模型，具有非常强大的语言理解能力，可以快速捕捉自然语言对话界面的提示信息，自动生成全新原创的文本、图像、音频、视频等<sup>[2]</sup>。生成式人工智能的发展历程可以分为以下几个主要阶段<sup>[2,3]</sup>：第一阶段为萌芽阶段(20世纪50–60年代)，这一时期的研究主要集中在理论基础的建立和基本算法的开发上；第二阶段为早期探索阶段(20世纪70年代–2000年初)，这个时期的研究者们开始尝试采用统计方法来生成新的数据，但在文本与图像的生成内容中缺乏连贯性与创造性；第三阶段为快速发展阶段(2010年–至今)，随着深度学习算法的发展，特别是生成式对抗网络(GAN)的提出和不断迭代，生成式人工智能进入了新的时代。以ChatGPT为代表的生成式人工智能技术开始逐渐影响高校专业基础类课程，如无机化学的教学，为该类课程的教学带来了新的机遇和挑战<sup>[4,5]</sup>。尤其是新冠疫情防控特殊时期线上教学的大规模开展进一步加速了教学与信息技术的深度融合，高校教师所开展的传统教学活动如授课、批改作业和实验报告、考试命题、试卷批阅等都在不知不觉中得到了“AI”的助力<sup>[6–8]</sup>。历经一次重大疫情，教师“教”和学生“学”的方式方法都发生了很大变化<sup>[8,9]</sup>，传统的教学方式受到了严重的冲击，看似回归到“常态”的教学实际上再也回不到“从前”，新形式下如何有效融入“AI技术”的优势，吐故纳新，是必须重视和考虑的问题。

## 1 “AI赋能” 教学改革 的必要性

无机化学是化学化工及相关专业的大学生大学阶段所修的第一门专业基础课，在本科培养计划中占有重要的地位，是培养化学工程技术人才整体知识及能力结构的重要组成部分，同时也是后续化学及其他专业课程的学习基础。同时，无机化学作为化工、材料、制药、环境、香料等多个工科专业的专业基础课，是新工科建设背景下应当重点关注的课程<sup>[10]</sup>。为应对信息化教育的冲击，充分发挥“AI赋能”的技术优势，结合无机化学课程的特点，在“新工科”背景下进行“AI赋能”教育教学改革具有重要的现实意义。

传统的无机化学教学主要强调理论和公式的记忆和使用，教学内容理论性较强，学生感觉课程内容晦涩难懂且枯燥，缺乏学习的兴趣和热情。学生的注意力通常主要集中在对知识点的理解、记忆和解题方法上，而对能够激发学生内驱力的启发和引导，如为什么学、学了有什么用等，却往往被忽视，即忽略了对学生创新和实践能力的培养<sup>[11]</sup>。“AI+教学”是将先进的信息技术手段融入课堂教学过程中，使课堂教学趋于信息化、智能化。目前，我国的高校教师普遍运用多种智慧教学平台，如超星学习通、MOOC、雨课堂、智慧树等，将AI技术和智慧教育资源应用于课程教学，从而实现协作、交互的智慧教学模式<sup>[12]</sup>。因此，充分利用“AI赋能”给无机化学教学所带来的新机遇，将先进的信息技术手段融入课堂教学过程中，营造全新的智慧育人环境，以教学质量提升为目的，以教学模式创新为抓手，全面深化教育教学改革，落实立德树人的根本任务具有重要的现实意义<sup>[4]</sup>。

## 2 课程改革途径

针对无机化学教学中当下存在的一些问题，本文探索了“AI赋能”的线上线下相结合的混合式教学模式、“AI赋能”的课程思政教育、“新工科”背景下“AI赋能”如何改进教学内容和教学方式，同时对课程评价体系的多元化及课程目标的达成度评价方式也进行了深入探索。

### 2.1 智慧课堂教学

智慧教育是一种基于智能人机交互、信息通信与数字媒体、神经网络等现代信息技术的全新教育模式。其基本特征是开放、共享、交互、协作、泛在，技术特点是泛在化、情境化、智能化。泛在化即师生可以利用泛在化的无线网络，随时随地开展教学活动；情境化即利用人工智能技术对教学情境、教学方法和学习过程等进行合理组合，创造智慧的学习情境；智能化即借助智能技术全程

跟踪学生的学习内容和学习状态，为学生打造个性化的学习策略和学习资源<sup>[13,14]</sup>。在“AI赋能”的智慧教育环境下，本课程充分利用信息技术手段，综合运用线上线下混合式教学，营造全方位育人的智慧课堂教学体系。

本课程从2021年开始进行线上线下混合式教学方式探索。在教学实践过程中，依托超星学习通平台智慧课堂，开展了无机化学线上课程建设。目前已搭建了超星线上教学平台，录制了无机化学理论及实验课程视频，建立了线上测试题库等。利用该平台提供优质的线上学习资源，为学生课前预习、课中讨论、课后复习巩固和知识拓展提供了全面的学习资料。

线上线下混合式教学流程如图1所示。线上侧重理论知识内容的学习，线下侧重学生能力的训练，增加研讨、分享等师生交互环节。

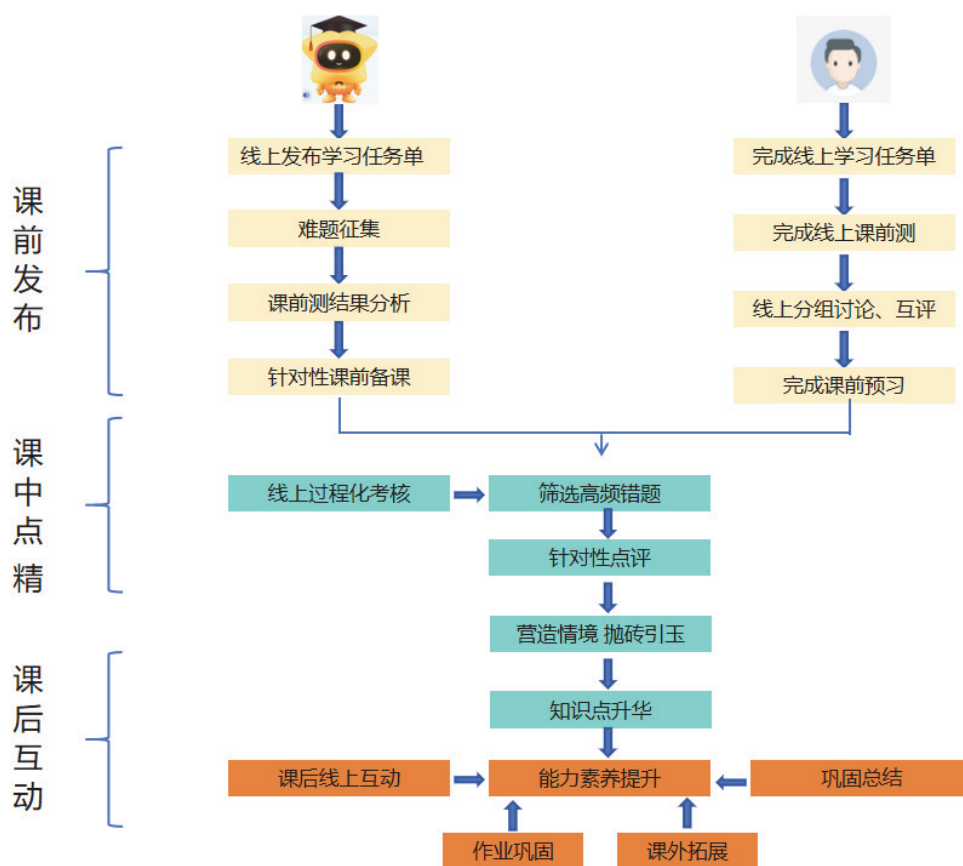


图1 无机化学线上线下混合式教学流程图

具体实施步骤为：

一是课前数字化资源准备，教师通过超星平台以学习任务单的形式提前发布教学课件PPT、知识点和课程视频、精选慕课推荐、课前测习题等各种数字学习资源，学生进行线上课前预习。

二是课上(线下课堂)通过对课前预习作业的学生互评、教师点评等环节，归纳整理知识点，提炼和强化重点、难点，深化学生对知识的理解和掌握。为了提高学生在课堂上听讲的专注度和参与度，教师在课堂上会随时插入过程化考核小环节，如离子-电子法配平氧化还原反应方程式。教师先以1-2个方程式为例讲解配平的方法和规则、技巧，然后在超星平台发布2个新的未配平的氧化还原反应方程式，要求学生在限定时间内完成配平，并将答案拍照发送至超星平台。通过学生的完成情况找出共性问题，可以实时精准反馈、调整课堂进度。

三是课后信息化反馈与资源共享,学生通过超星平台讨论区进行交流互动,实现师生互动、生生互动、答疑交流。如原子结构部分,原子价电子分布式的书写是重点和难点内容。为了让学生更好地掌握,课下教师在超星讨论区发布讨论小课题“价电子分布式的书写方法是否就是先用原子实表示出原子核外电子分布式,然后去掉原子实部分,剩余的就是价电子分布式?”经过教师和学生的热烈讨论得出结论,答案是否定的。如Pb的原子核外电子排布式为 $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$ ,其中“Xe”为原子实,价电子排布式为 $6s^26p^2$ ,而不是去掉[Xe]后的 $4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$ 。通过此讨论环节,加深了学生对价电子分布式的理解和巩固,教学效果得到了明显提升。此外,教师还可以使用超星的作业、考试及题库模块来考查学生对知识的掌握情况;利用自动化成绩管理系统对各项成绩进行统计、分析和管理的,实时了解每个学生对各知识点的掌握情况,及时跟进并给予学生反馈,进而进行个性化的指导,实现教与学的协同促进。

## 2.2 “AI助力”打造智慧教学

如图2所示,课前1-3分钟学生通过超星学习通平台进行线上签到,教师可以随机设置不同的签到手势,签到码、或位置签到,让学生感觉上课签到都颇有趣味性,不仅保证了课堂的出勤率,而且节约了点名考勤的时间。课堂教学过程中,通过随机点名、抢答、主题讨论、在线随堂练习等手段及时获取学生全面的学习数据,快速把握学生整体学习状态,调整讲课进度,活跃课堂气氛,从而解决了“教”与“学”相分离的问题,提升了学生的学习参与度与积极性,实现有效师生互动。课后,教师线上发布作业,学生完成作业后拍照上传,教师可以随时随地线上批阅作业。作业情况也可以与学生进行线上有效互动。此外,智慧教学平台还具有发布考试、试卷客观题自动批阅和强大的监考以及防作弊功能。借助智慧教学平台,章节测验以过程化核的形式在线上进行。教师将无机化学教学内容分为四个知识模块,即化学热力学基础、四大化学平衡、物质结构和元素化学。测试题以客观题(选择题、判断题)为主,以ti格式导入超星平台。建立试题库时,常涉及到化学反应方



图2 “AI助力”打造智慧教学1

程式、结构式、特殊符号、上下标等内容的输入问题，通过学习通系统不便精准输入，为了保证显示效果，我们将化学反应方程式、结构式、特殊符合等先用其他软件如Word、WPS、ChemDraw等先编辑好，然后作为图片插入(参见图3A)。在预定的时间发布试题，电脑、手机界面均能操作，图3B是发布考试题的设置界面。学生在图书馆、自习室、宿舍等只要有互联网覆盖的场所均可以参与答题，且用手机或电脑端都可以答题。超星平台具有强大的防作弊功能，如发布试题时可以设置题目乱序、选项乱序、考试过程中抓拍监控、考试过程中切屏控制、学生离开作答页面几次系统强制收卷等。考试时间结束，系统自动收卷，客观题系统自动批阅，学生提交答卷后即可第一时间查看成绩和标准答案，方便灵活。一方面使教师得以从繁重的例行工作中解脱，将更多精力投入到他们最擅长的领域——引导和启发学生；另一方面也保证了考试成绩的公平和公正性，同时提高了学生的在线学习效率，教学质量得到了有效提升。此外，AI助力打造的智慧教学平台还能够提供有力的教学辅助工具。通过平台提供的虚拟助手——AI智能导师，能够辅助完成教学，同时学生也能享受到个性化的服务体验。如“AI导师”能逐步引导学生解决难度较高的题目，能够通过分析学生的历史学习数据，智能推荐或生成适合学生的练习题。AI导师还能在学生需要帮助时，提供即时解答，减少了等待反馈的时间。学生有问题只需要在学生端输入要询问的问题，AI导师就能自动识别并进行即时解答。如学生端发送问题“高锰酸根和亚硫酸根在酸性条件下反应的物质的量之比是多少”，AI导师可以准确进行即时回答，具体如图3C所示。虚拟助手有效提升了教学效率，使学生的学习过程更加专注且富有趣味性。

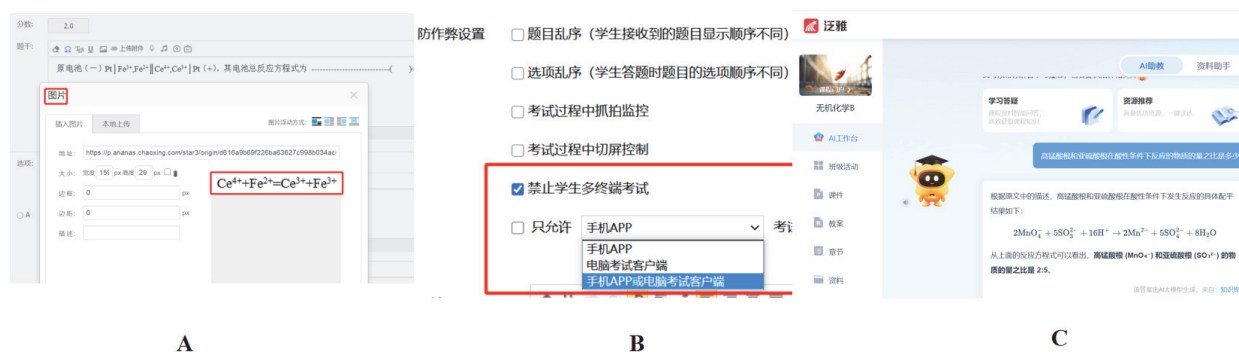


图3 “AI助力”打造智慧教学2

### 2.3 “新工科”背景下“AI助力”改进教学内容和教学方式

无机化学作为一门基础理论课程，对于传统的理科类专业和“新工科”专业都是必修课程。在“新工科”建设背景下，AI技术可以辅助教师进行知识的多重表征，如虚拟仿真实验和数字化实验等。相较于传统的理科类专业(化学、生物科学、药学等)，新工科背景下无机化学课程教学的深度和侧重点都会发生变化。如针对传统的理科类专业教学，无机化学是以知识习得为目标导向，“新工科”背景下教学素材更需要体现科学前沿性和应用创新性<sup>[15]</sup>。如在讲解晶体的结构与性质章节时，借助于AI技术进行无机化学研究领域的前沿介绍：在能源领域，介绍新型太阳能电池和燃料电池材料；在医学领域，介绍新型药物和医疗器械材料等，并利用课余时间引导学生如何进行AI辅助新材料和药物分子的简单设计。为了更深入地了解晶体结构方面的知识，可以利用AI技术进行晶体结构虚拟仿真实验。“AI助力”教学素材中融入前沿领域可以提高课堂教学效果，激发学生的学习兴趣 and 拓展他们的知识视野。

### 2.4 “AI赋能”价值引领融入思政元素

无机化学是大一新生大学阶段所修的第一门专业基础课，而大一的本科生是价值观形成和确立的关键时期，扣好“人生第一粒扣子”至关重要。教学中在“AI赋能”下通过价值引领恰当融入思

政元素,从聚焦关键领域核心技术、融入科技前沿动态、介绍科学家模范事迹、树立绿色化学理念等四个方面开展系列思政教育工作(参见图4)。生成式人工智能软件(ChatGPT等)可为教师提供丰富的无机化学教学素材以及创作有趣的视频、动画等教育资源,一方面可以增强课程的生动性和吸引力,另一方面也可作为教学素材开展课程思政教育,激发学生的内驱力。如在讲授氧化还原反应及原电池章节时,借助于AI技术创作的生动、有趣的Cu-Zn原电池动画(如图5所示),直观地向学生展示原电池的组成、结构和工作原理,普及电化学知识的重要性。介绍陈军院士在无机固体功能材料、固体电极的制备及新型电池电极材料研发方面所做出的创新性贡献,以及其在提高电池的安全性、降低电池电极材料成本,和解决电池燃烧爆炸等方面提供的新思路,培养学生的社会责任感,提升学生的专业认同感,激发学生的求知欲望和探索精神。鼓励学生利用课余时间开展创新性研究,开发绿色燃料电池,绿色电池回收工艺等,树立可持续发展和变废为宝的理念。

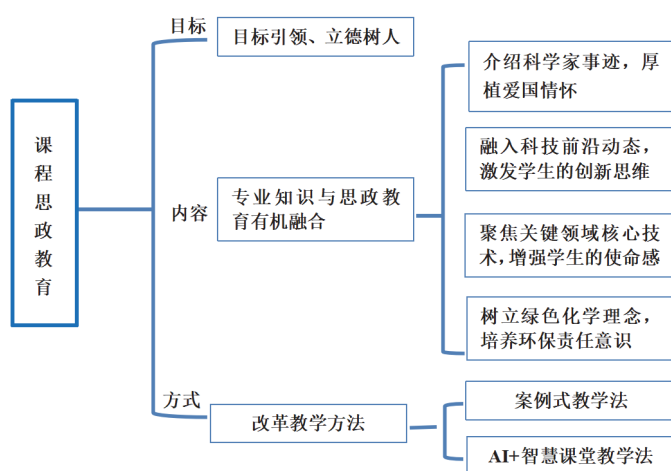


图4 课程思政教育方式方法

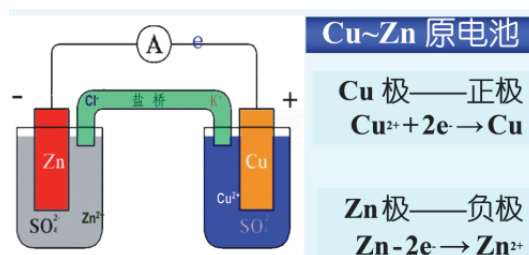


图5 原电池演示图

### 3 评价方式及课程目标达成度分析探索

本课程学时48,修读本课程的学生主要为本校大一的学生,人数约为400人,所修专业包括化学工程与工艺、材料科学与工程、制药工程(含生物制药)等,所有专业均属于“新工科”专业改革类项目19个项目群之一的“材料、化工与制药类”。对于不同专业,教学内容深度和侧重点会有所不同,如材料类专业晶体结构部分是重点讲解内容,制药类专业在讲解缓冲溶液时会适当拓展药用缓冲溶液的配制及要求,配合物的应用内容会拓展至金属配合物药物以及抗癌金属配合物的研究。

根据“新工科”背景下工科专业人才的培养要求,智慧教学模式中,课程考核评价着眼于学生学习的全过程。本课程成绩采用平时成绩和期末考试成绩相结合的评价方式。平时成绩由线上课前预习、课堂表现及作业、线上过程化考核组成,占总评成绩的30%;期末考试为闭卷考试,占总评成绩的70%。线上线下相结合的评价体系从“考知识”向“考能力”转变,注重考查学生分析和解决问题的能力,以培养具有社会竞争力的优秀人才。考核方式如表1、表2所示。

与课程评价体系的多元化相呼应,本课程共设置两个课程目标1和2。课程目标1主要考查学生是否全面了解无机化学基础理论知识,对应毕业要求指标点1.2;课程目标2主要考查学生能否在文献调研的基础上综合运用无机化学知识来提高分析、解决实际问题的能力,对应毕业要求指标点2.4。不同的课程目标所对应的考核方式及占比不同,如表3所示,课程目标2所对应的考核方式主要是平时成绩。而平时成绩由线上课前预习、课堂表现及作业、线上过程化考核成绩组成。线上课前预习、过程化考核环节以及部分作业会涉及到文献调研。例如在讲授第5章原子结构章节时,教师通过学习通平台发布课前预习任务,要求学生查阅关于原子结构理论发展历程的文献。在讲解元素周期表时,

布置作业,要求学生查阅文献资料,了解科学家门捷列夫、梅耶的生平事迹;查找元素周期律(表)对新元素发现、新材料开发的指导作用方面的资料,从而了解元素周期律(表)对化学学科和人类社会发展的重要价值,实现借助于文献调研获得分析问题的能力。课堂表现可以体现课堂的参与度和专注度,课堂参与互动的具体方式主要包括课堂上和老师的面对面交流,如提问环节、抢答环节,完成学习通平台的主题讨论环节、分组任务完成环节等。

表1 平时成绩考核方式及评价标准

考核内容	成绩占比	总占比	评价标准			
			优秀(100-90)	良好(89-80)	合格(79-60)	不合格( $\leq 59$ )
线上预习	10%	30%	课前触发自学效果好	课前触发自学效果较好	课前触发自学效果合格	课前触发自学效果不合格
课堂表现及作业情况	30%		课堂参与度、专注度高、作业书写整洁、准确;思辨能力强	课堂参与度、专注度较高、作业书写较整洁、准确;思辨能力较强	课堂参与度、专注度一般、作业基本准确;思辨能力一般	课堂参与度、专注度低、不能按时交作业;思辨能力弱
线上过程化考核	60%		过程化考核答题准确率高,对考核知识点的领悟能力强	过程化考核答题准确率高,对考核知识点的领悟能力较强	过程化考核答题准确率一般,对考核知识点的领悟能力一般	过程化考核答题准确率低,对考核知识点的领悟能力弱

表2 期末考核方式及评价标准

考核内容	成绩占比	总占比	评价标准			
			优秀(100-90)	良好(89-80)	合格(79-60)	不合格( $\leq 59$ )
期末考试	100%	70%	答题非常完整、准确	答题较为完整、准确	答题基本完整、准确	答题不完整、不准确

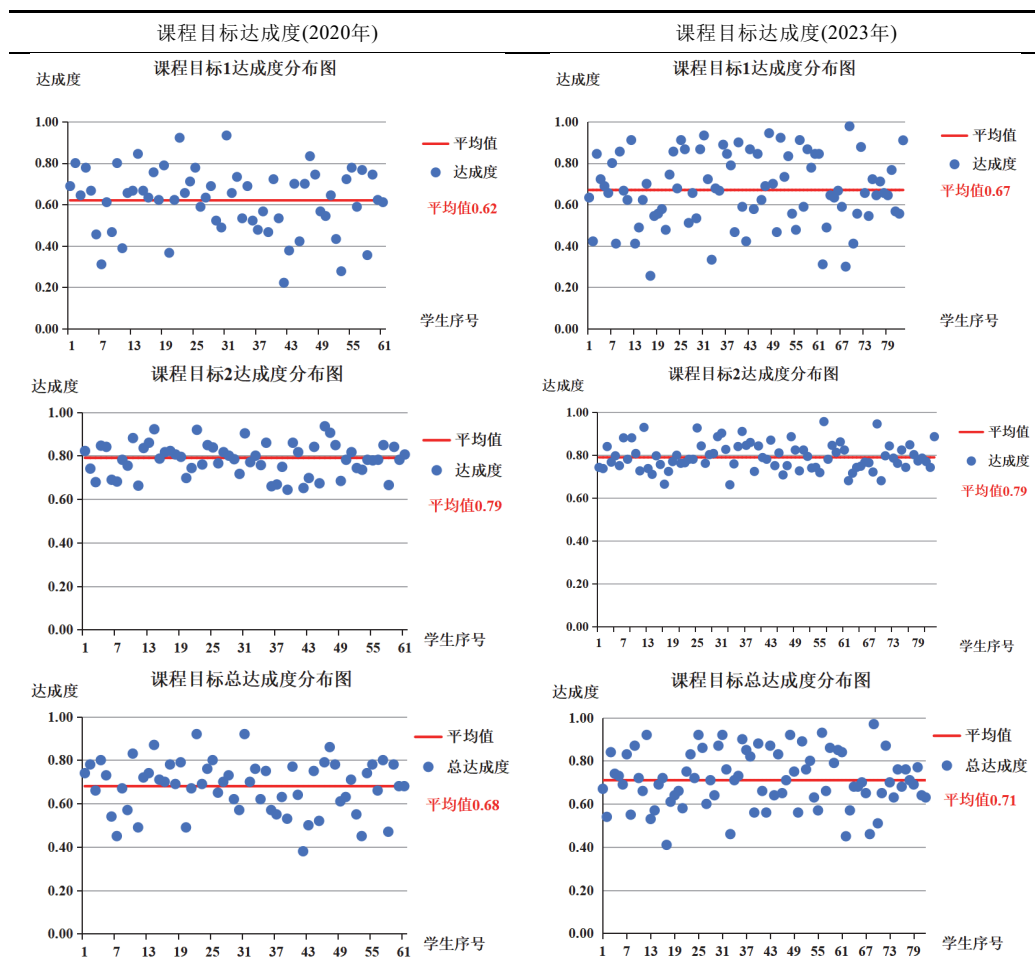
表3 课程考核方式及对应课程目标

课程目标	对应毕业要求	考核方式及占比		成绩比例
		平时成绩(30%)*	期末考试成绩(70%)	
课程目标1	1.2 能运用无机化学知识,对复杂工程问题中的化学问题进行分析与表述	0%	63%	63%
课程目标2	2.4能运用无机化学基本原理,借助文献研究,分析过程的影响因素,获得有效结论	30%	7%	37%

\*平时成绩由线上预习、课堂表现及线上过程化考核组成

课程目标达成评价是对课程目标的完成度及实际教学效果进行综合分析和评价,根据达成评价结果,分析达成度偏高、偏低或分散的原因,尤其是对达成度偏低的学生,将进行个别交流和单独辅导,及时发现问题,改进教学内容和方式,提高后续课程目标的达成效果。例如,对我校2020级和2023级制药工程专业无机化学进行课程目标达成评价分析,课程目标达成度分布图及分析如表4所示,其中2020级、2023级达成度数据分别为“AI”技术引入前、后的数据。从表4可以看出,“AI赋能”后的课程目标1和课程目标总达成度均有明显上升,课程目标1的达成度从0.62增加到0.67,总达成度从0.68增加到0.71。总体上“AI”技术可以明显促进课程教学质量的提升。

表4 2020级和2023级无机化学课程目标达成度分析对比



#### 4 结语

在智慧教育环境下,本课程充分利用信息技术手段,综合运用线上线下混合式教学,营造全方位育人的智慧课堂教学体系。“AI赋能”的智慧教学提供了灵活多元的“教”与“学”的方式和途径,明显提升了课程教学质量,更有利于激发学生学习的积极性和主动性,培养学生的创新和实践能力,实现“新工科”背景下的人才培养目标。同时,作为教师,课程教学实践中在充分发挥人工智能技术巨大潜力的同时,还应认清其局限性。生成式人工智能工具在生成语言的深度和准确性方面仍存在局限性,只能作为一种教学辅助,不能完全代替人类的学习与思考,教师仍然是课程教学的核心,起主导作用。

#### 参 考 文 献

- [1] 周立亚, 张树永, 朱亚先. 大学化学, 2023, 38 (3), 9.
- [2] 王芳, 朱学坤, 刘清民, 岳之楠, 王美权. 图书与情报, 2024, No. 4, 45.
- [3] 车璐, 张志强, 周金佳, 李磊. 科技导报, 2024, 42 (12), 35.
- [4] 李阳, 常富杰, 吴雪梅, 高立国. 化工高等教育, 2024, 41 (2), 2.
- [5] 何张旭, 杨静, 杨菲菲, 张京玉. 信息技术, 2024, No. 19, 39.
- [6] 章建东, 吴莹, 严吉林, 姚英明, 赵蓓, 姚建林. 大学化学, 2022, 37 (2), 2107050.

- [7] 胡文远, 钟国清, 杨定明, 蒋琪英, 张欢. 大学化学, **2021**, *36* (12), 2105064.
- [8] 闫长斌, 李明宇, 张景伟, 李瑞鑫, 王含. 华北理工大学学报(社会科学版), **2021**, *21* (2), 86.
- [9] 刘一志, 郭淼, 姚树桐, 杨瑞瑞, 李卫红. 中国高等医学教育, **2021**, No. 7, 37.
- [10] 刘婧靖, 王晓娟, 肖锡林, 侯三英, 龙双双. 高教学刊, **2021**, No. 8, 148.
- [11] 孙长艳, 范慧俐, 弓爱君, 王明文. 大学化学, **2023**, *38* (3), 53.
- [12] 仲会娟, 达新宇, 刘文武. 工业和信息化教育, **2022**, No. 11, 29.
- [13] 徐岸峰, 李斌, 李玥. 教育理论与实践. **2024**, *44* (15), 57.
- [14] 郑超. 大学化学, **2020**, *35* (3), 21.
- [15] 刘志强, 崔凯, 张嘉伟. 安庆师范大学学报(自然科学版), **2024**, *30* (3), 112.