

“三维四合”进阶式分析化学全课堂教学改革与探索

侯娟, 周晨, 林咨含, 孙晶*

长春理工大学化学与环境工程学院, 长春 130022

摘要: 以培养创新型人才为目标, 分析化学课程构建了以学生为中心、问题为导向的“三维四合”进阶式全课堂创新模式。将“线下课堂、网络平台和课外活动”三个维度有机结合, 构建“整合教学内容、融合思政育人、联合教学模式、结合过程评价”的教学创新体系, 增强学生学习的独立性和自主性, 激活学生的创新能力和科研素养。

关键词: 分析化学; 创新; 改革; 教学设计

中图分类号: G64; O6

Reform and Exploration of a “Three-Dimensional and Four-in-One” Advanced Teaching Method in Analytical Chemistry

Juan Hou, Chen Zhou, Zihan Lin, Jing Sun *

College of Chemistry and Environmental Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China.

Abstract: Aiming at cultivating innovative talents, a “three-dimensional and four-in-one” advanced teaching method for analytical chemistry classroom was constructed based on the student-centered and problem-oriented model. Three dimensions of “classroom teaching implementation, Internet+ and extracurricular scientific research innovation activities” are organically combined. A “four-in-one” teaching innovation system were constructed including integrating teaching contents, combining ideological education, adjusting teaching modes and combining process evaluations. Such full-class reform could effectively enhance students’ independence and autonomy in learning, and help cultivate their innovation ability and scientific research accomplishment.

Key Words: Analytical chemistry; Innovation; Reform; Teaching design

课程建设是高等学校教育改革的基础, 构建具有高阶性、创新性、挑战度的“金课”是提供人才保障的重要途径^[1]。分析化学课程包括理论课和实验课两部分, 是以定量分析为重点, 研究物质组成、含量和结构等化学信息及相关理论的学科, 具有丰富的知识体系和严谨的逻辑关系, 注重应用且实践性较强, 是化学类专业重要的学科基础课程, 在我校应用化学专业的本科教学内容中占有重要的地位, 可以为后续专业课程的学习和学生毕业后从事相关的工作打下良好的理论基础和扎实的实验技能^[2-4]。为培养高素质、创新型复合人才, 该课程的教学目标已经由单纯的数据和信息获取上升到复杂实际问题解决的高度上。因此, 在课程改革的过程中, 不仅要结合课程特点, 更要体现“专业育人、特色育人和结合实践”的基本思想, 注重创新能力和科研素养的培养。课程组从教学内容、课程思政、教学模式、课程评价等方面出发探索了分析化学课程改革的新模式。

收稿: 2023-04-03; 录用: 2023-04-28; 网络发表: 2023-05-22

*通讯作者, Email: sj-cust@126.com

基金资助: 吉林省教育科学规划课题(GH180132)

1 分析化学课程目前存在的痛点问题

分析化学课程作为我校应用化学专业的重要基础课,开设于大一年级下学期,既是后续其他课程的必要基础,又负有训练逻辑创新思维,培养推理、分析、归纳、总结和相关实验技能的重任。课程主要面向大一年级本科生,学生一方面有较高的学习热情,乐于学习新知识,对网络和线上交流有浓厚的兴趣;同时又习惯于高中“刷题式”的学习模式,自学能力不强,不善于对知识进行比较、归纳和总结。此外,千军万马过独木桥的高考压力导致学生更在意分数的提升,重理论轻实践,导致能力培养不足。就目前的学情分析看,分析化学课程教学改革中主要面临以下痛点问题(图1)。



图1 分析化学课程学情及教学痛点分析

1.1 教学内容陈旧、育人功能不足

经典分析化学课程理论知识多,知识面广,实验课程中验证性实验占比高,高阶性综合实验占比低,缺乏专业指标的支撑,育人功能不足^[5,6]。同时,学生基础和能力的参差不齐以及课时的不增反降为课程实施和教学效果的提升带来更大的挑战。近年来,新技术、新方法不断涌现,基础教学内容已不能满足学生的学习需求,作为学科基础课程更应适应不同层次的学生需求,有针对性地与专业教育和实际工程问题相联系,发挥课程育人的主渠道作用。

1.2 教学活动空泛、缺乏个性化培养

传统分析化学教学主要采用“多媒体+板书”的课堂讲授模式,学生整体参与度不高,难以激发学生自主学习兴趣。尽管随着信息化时代的发展,慕课资源实现了线上-线下的同步学习,但由于教学活动设计不完美,方式不新颖,以学生为中心的教学理念依旧不能很好地体现,不能实现针对不同基础学生的精准个性化培养,降低学习资源的有效性。

1.3 教学评价单一、深陷“分数”怪圈

传统的教学评价手段单一,学生的成绩主要采取“平时成绩+期末成绩+实验报告”的方式进行,不少学生陷入“敷衍作业、考前刷题-不做实验、只写报告-考后清零、没有实践”的学习怪圈,不能全面体现课程目标的要求和学生能力达成的差异性^[5]。

2 分析化学课程创新改革

以学情分析为基础,针对教学过程中的痛点问题,为实现“专业育人、特色育人和结合实践”的培养目标,教学团队采用“三维四合”一体化教学模式对分析化学课程进行创新改革,如图2所示。

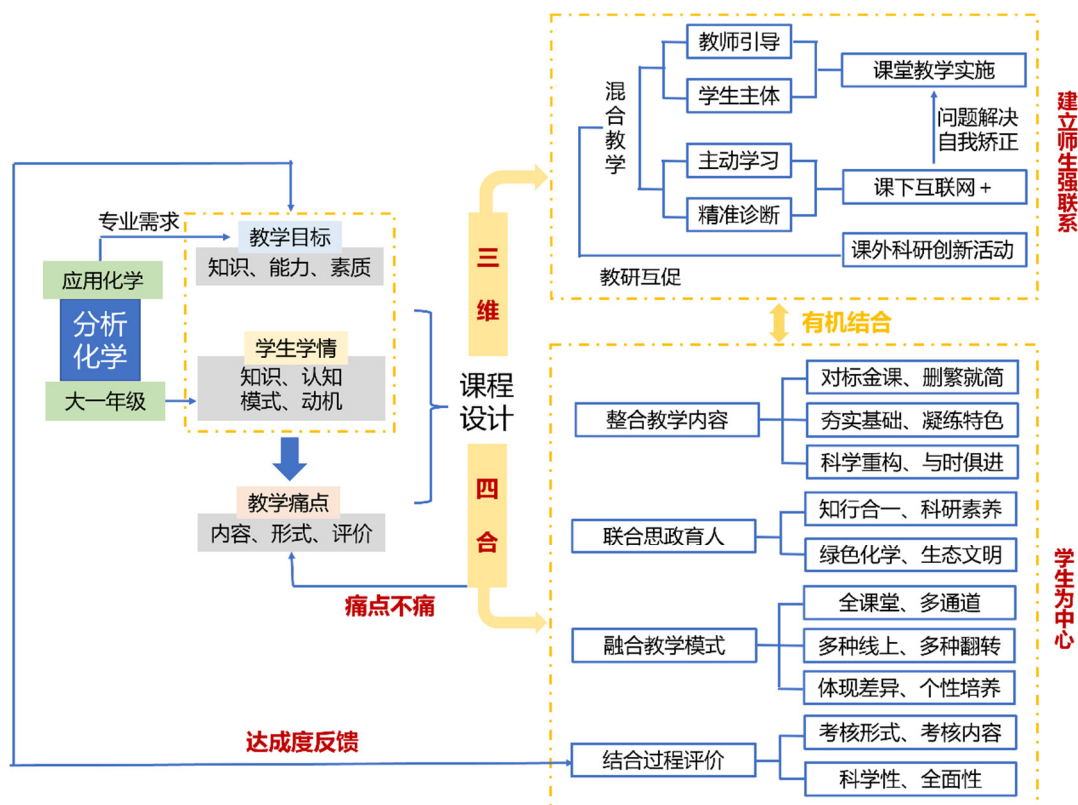


图2 分析化学课程改革创新思路

2.1 “三维”全课堂设计

本课程的教学设计以学生为中心，贯彻以产出和成果为导向的OBE教学理念，遵循“课前-课中-课后”的全课堂设计，将“线下课堂、网络平台和课外活动”三个维度有机结合起来，提供多通道的教学服务支持，使教学空间无限延展，充分提高学生学习兴趣，开展精准化教学，建立师生之间的强联系。

依据知识目标构建在线课程，学生在课前通过线上资源进行前期知识回顾和课程预习，基于学情的在线学习任务和学习评价开展“先学后教”的新课堂模式，有助于学生进行诊断性评价，教师也可依据线上学习情况有效开展以问题为导向的教学活动。课堂教学实施结合雨课堂、学习通、智慧课堂开展，通过APP进行考勤、互动、练习、随机问答。将“低阶性”的学习内容转移至线上，以测试、作业和讨论的方式促进学生主体性的发挥，课堂主要开展过程性和策略性的“高阶”知识内容学习，以进一步吸引学生热情，培养学生独立获取知识和解决问题的能力。在授课过程中，教师应深刻理解教学内容间的逻辑关系，立足微观知识内容，展示宏观逻辑主线；构建情境，提出问题，依据学生层次构建学生团队，以强带弱，互相讨论、共同促进，让课程生动起来；结合科研问题、实际案例、社会热点问题，将课程重点放在分析方法的综合运用上，基于项目任务和课题讨论，提升课堂挑战度，有效帮助学生完成知识输出，培养进阶型思维和团队合作意识。课后，学生通过学习网站资源进行复习、在线测验、课后作业和小组讨论，继续参与学习。同时实行本科生导师制，增加课后线上答疑通道，以满足不同基础和层次学生对知识理解的差异性。最后，鼓励学生进入化学实验室，进行创新实验和科研训练，将理论和实践相结合，培养科研素养，做到知行合一。

2.2 “四合”创新改革举措

以学生为中心，构建“整合教学内容、融合思政育人、联合教学模式、结合过程评价”的创新举措，全面解决教学痛点问题，提高学生学习兴趣，引导学生自主学习，培养学生创新能力。

(1) 整合教学内容, 构建高效课堂。

课程组根据学科和专业特点, 依据知识目标、能力目标、素质目标三层逐级深入展开教学, 对标“金课”, 以问题为导向, 把握课程内容的“增”与“舍”, 具体优化如下:

首先, 把握课堂教学中的有效知识量, 区分学生不知道、不理解、不掌握和通过学习后需要理解、掌握的内容, 科学增加信息量。例如, 将基础信息量转移至线上资源, 弱化如pH计算、条件平衡常数等复杂公式的推导过程, 在四大滴定讲解过程中合理科学地与无机化学课程对接; 同时, 构建渐进式课程体系和模块化教学模式, 层层递进, 突出重点, 删繁就简(图3), 引导学生思考各章节之间的关联, 系统掌握化学定量分析方法的逻辑主线, 并渗透至实际应用案例中, 如有机N含量的测定, 化学需氧量COD的测定等, 以此提升学生综合运用知识的能力, 并提升专业自信心^[7]。

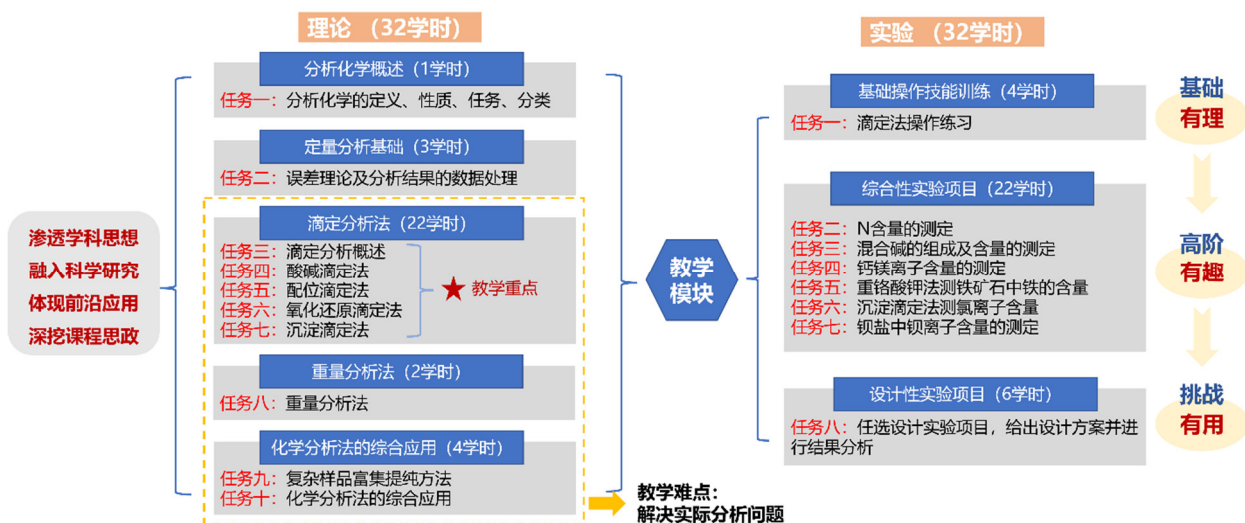


图3 课程教学内容模块

其次, 对接理论课时开展同步实验内容, 做到“基础有理、高阶有趣、挑战有用”。结合线上慕课资源和虚拟仿真实验等形式, 将验证性实验内容转移至线上完成, 增设综合性和设计性实验, 在夯实基础知识的前提下, 注重学生能力的培养和科学思维的形成。同时, 兼顾个性, 提供多阶、多向的设计实验项目, 体现难度和深度的差异, 如: 熏制品中亚硝酸盐含量的测定; 水泥防冻剂组分分析; 化学去毛刺剂中硫酸、盐酸、硝酸浓度的测定; 水果中维生素C含量的测定等, 以激发学生自主探究的兴趣, 加强理论和实践的结合, 践行知识、能力、素质协调发展的人才培养模式。

第三, 在模块化教学的基础上, 依据应用化学专业的发展要求, 不断优化和更新教学内容, 融入现代科学研究、体现前沿应用, 做到有的放矢。如: 将样品前处理的新技术、分析检测的前沿热点、食品及环境安全问题等最新科研成果等介绍给学生, 使学生对分析化学有深刻的领悟, 充分理解“量”的概念, 培养科学思维^[8,9]。同时, 不断补充线上资源、完善案例库, 呈现形式有效的网络学习模式, 服务学生学习, 与时俱进, 实现科研反哺教学, 培养学生解决复杂化问题的高级思维。

(2) 融合思政育人, 提升价值引领。

随着社会多元思想的发展和冲击, 大学不但需要知识型人才, 更需要具有良好思想道德和创新能力的综合性人才。因此, 在授课过程中, 应挖掘社会热点、绿色化学、碳达峰、大国工匠等事件, 并以此作为契机和问题驱动, 引发学生思考, 强化专业知识的育人性, 实现课程教学目标和学科育人的有机统一、同向而行。例如, 在绪论讲解分析化学发展过程的内容时, 引入我国是最早出现制陶冶炼工艺的国家之一, 并积累了大量的识别和鉴定手段, 从而增强学生的文化自信; 讲解有机物中N含量测定的过程中, 引入三聚氰胺事件, 从而引发学生对食品安全问题的深刻思考, 并让学生了

解技术发展和革新的过程,培养学生的科研探索精神^[10];在重量分析讲解过程中,引入居里夫人发现镭、明矾净水、纳米技术等相关领域的科研成果,培养学生的创新思维以及全面辩证看待问题的科学态度;在分析化学实验过程中,重视操作和数据处理的规范性,培养学生严谨的科学态度和工作作风,并提高学生分析处理实际问题的能力,做到举一反三。

(3) 联合教学模式,多通道教学服务支持。

开展“三维”全课堂教学设计,提供多通道教学服务支持,将教学空间延展的同时,激发学生学习自主学习的兴趣,有利于创新型人才的培养,具体如下。

首先,融合多种线上资源,开展混合教学模式的构建和多种翻转课堂的尝试。将优质网络资源引入教学中,并设计不同层次的问题对学生进行引导和督促,将线上学习的结果作为教学难点的诊断,开展核心问题的针对性学习^[11,12]。

其次,将情境理论和探究式的问题学习法融入课堂教学。如:在“化学分析法的综合应用”等教学难点问题上,将教师教授、问题导向、团队项目、案例分析、生问生答、研讨辩论等教学方法有机融合,为学生搭建思维导图,创设情景、分组讨论、共同总结,在生动灵活的课堂氛围中,让学生爱上课堂,爱上分析化学;在混合碱组分测定的研究项目中,我们通过侯氏制碱法的相关视频引发学生思考纯碱纯度测定以及混合碱各组分测定的意义,并通过小组讨论,形成混合碱组分定性和定量的方法,并形成进阶思维总结出酸碱滴定法的一般思路。

最后,开展同步实验和设计创新实验,融合课外科研活动,鼓励学生走入实验室,进行科学研究,做到理论和实践相结合。学生依据个人基础和个性化需求的差异实现精准教学的同时,还能培养其信息整合和科技创新的能力。

(4) 结合过程评价,全面诊断目标达成度。

课程采取以“形成性评价”为主体的多维评价体系,强化过程考核,激发学生学习动力,鼓励学生将努力放在平时,积极消化所学知识。基于线上和线下双通道教学开展学习评价,紧扣学习活动,诊断学习目标达成度。结合多种考核方式,如作业、测试、讨论、小组任务、实验、期末考试等,综合评价教学效果,全面诊断学习目标达成度。在课程结束后,布置4-6个设计实验项目,学生通过课上知识积累和查阅文献,自选题目,分组完成实验项目设计和研究报告,将单纯的学习知识变为探究和创新型学习模式,提升学生独立思考能力和团队合作意识。期末考试采取闭卷考试模式,在考核题目中设计知识考核点、能力考核点和素质考核点,优化试题结构,减少客观性试题的比例,提高综合性考题、论述题、学科探索题目的比例,侧重知识点的理解和掌握以及分析解决问题的能力。

2.3 课程教学创新效果

相较于传统分析化学教学,本课程改革将具有专业特色的绿色化学、生态问题的理念贯穿至课程中,强调教学和科研的相互融合和促进,培养学生知行合一的精神,在实践中培养学生辩证思维能力;融合教学模式,将教学空间无限延展,教学环节实施更加多样化,为学生提供形式多样的参与方式,并基于课前诊断实现问题为导向的精准化教学。教学过程中注重能力的培养,解决了利用有限学时完成教学任务的难题;在考核方式方面更加立体多元,有助于客观评价教学目标要求和学生能力达成的差异性,能够调动学生学习主动性。

课程改革实施以来,受到学生的广泛好评。学生成绩呈上升趋势,尤其是能力目标达成度呈上升趋势(图4a)。约有80%的学生认为课程内容联系实践和应用,并提升了解决化学分析相关问题的能力(图4b),有近90%的学生认为分析化学内容对以后的课程和科研活动有很大帮助(图4c)。通过课程学习,学生可以针对复杂的实际问题提出合理的实验方案和结果评价方法,且乐于参与到线上的问题交流和讨论中,学习的积极性和主动性都明显提升。此外,近两年,已实现全员进入实验室进行大学生创新训练项目(图4d),近五年,教学团队指导分析化学方向的大学生创新项目共7项,学生也参与了科研学术论文的发表。

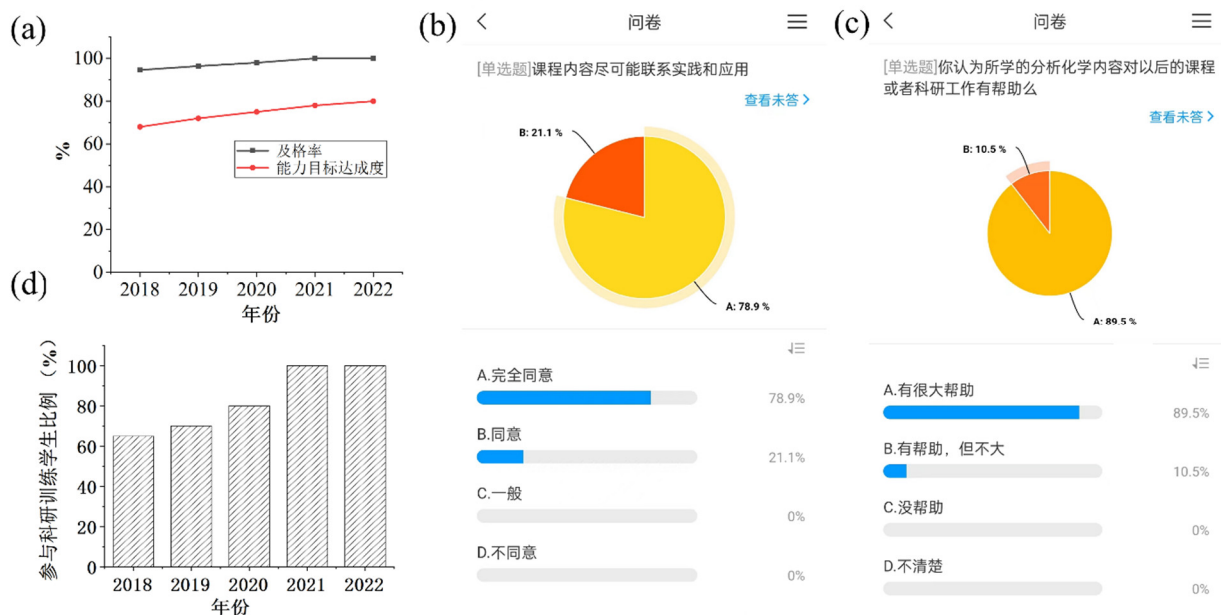


图4 (a) 近五年课程及格率和能力目标达成度分析; (b, c) 课程调查问卷; (d) 近五年学生参与科研训练比例

3 结语

从培养创新应用型人才角度出发, 将“三维四合”一体化课程改革模式应用于我校分析化学课程教学中, 学生充分发挥课堂主体地位, 对分析化学产生浓厚的兴趣, 并乐于探索分析化学的新理论、新技术、新应用, 实践和创新能力有较大提升, 为后续课程学习和科学研究工作奠定了坚实的基础。在未来的教学中, 我们将持续推进教学改革, 积极探索智慧教学手段, 探讨教学资源的完整性和时效性, 组建更有活力的教学团队, 与时俱进, 不断更新知识体系, 提升教学成效。

参 考 文 献

- [1] 牛娜, 陈立钢, 侯娟, 纪伟. 大学化学, **2022**, 37 (8), 2111052.
- [2] 陈芳, 王宏, 刘敏, 王楠, 朱丽华. 大学化学, **2023**, 38 (5), 26.
- [3] 刘琳, 宋如. 化工管理, **2022**, No. 24, 7.
- [4] 金文英, 聂瑾芳, 海洪. 教学教学论坛, **2019**, No. 44, 213.
- [5] 章平平, 甘莉, 田丽, 丁宗庆, 唐传球. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (6), 9.
- [6] 聂瑾芳, 金文英, 袁亚利. 大学化学, **2021**, 36 (9), 2101044.
- [7] 陈永雷, 吕文娟, 陈宏丽, 陈兴国. 大学化学, **2021**, 36 (7), 2010028.
- [8] 谭亮, 陈超, 魏琳, 谭月明, 马铭. 大学化学, **2021**, 36 (9), 2104002.
- [9] 庄欠粉, 王勇. 实验室研究与探索, **2021**, 40 (9), 162.
- [10] 徐凯佳, 金盈, 吴友吉, 钱银银. 广东化工, **2021**, 48 (10), 330.
- [11] 赵桦萍, 赵立杰, 汪建新, 曹艳珍, 崔凤娟, 马凤延. 化工时刊, **2022**, 36 (7), 36.
- [12] 林兴桃, 赵靖强, 客慧明. 中国现代教育装备, **2019**, 313 (9), 8.