

融合优势资源与聚焦多元培养的非化类大学化学一流课程建设

唐冬雁*, 姜艳秋, 郝素娥, 杜耘辰, 张立珠, 刘志刚

哈尔滨工业大学化工与化学学院, 哈尔滨 150001

摘要: 本文以哈尔滨工业大学的大学化学一流课程建设为例, 介绍了通过深化思政融合与科教融合、聚焦实践创新与多元培养目标, 所构建的涵盖理论-实践-创新的“三环节”非化类大学化学教学体系, 以及将教研与科研资源转化进课堂教学、实验项目和课程教材的“三转化”教学内容的实践探索, 力求为课程高水平运作和可持续建设提供参考和借鉴。

关键词: 大学化学; 一流课程; 教学资源建设; 教学改革

中图分类号: G64; O6

Developing a First-Class General Chemistry Course for Non-Chemistry Majors: Integrating Resources and Enhancing Diverse Training

Dongyan Tang*, Yanqiu Jiang, Su'e Hao, Yunchen Du, Lizhu Zhang, Zhigang Liu

School of Chemistry and Chemical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China.

Abstract: This paper presents the development of a first-class General Chemistry course for non-chemistry majors at Harbin Institute of Technology. The course construction is based on the deep integration of ideological and scientific education, with a focus on practical innovation and diverse talent cultivation. A structured three-tier teaching system—comprising theoretical instruction, practical application, and innovation—is implemented to enhance learning outcomes. Additionally, the “three transformations” approach integrates teaching and research resources into classroom instruction, laboratory projects, and course materials. This study provides insights and references for the high-level operation and sustainable development of first-class university courses.

Key Words: General chemistry; First-class course; Teaching resource construction; Teaching reform

1 建设背景

在国家大力倡导建设创新型国家的发展战略下, 协同高校优势教学与科研、师资与平台等多方资源, 深化思政融合与科教融合, 提升学生多元能力, 培养高素质创新人才, 已成为高等学校教育教学改革面临的重要课题之一。目前, 国内多数工科院校都开设不同类型的大学化学课。课程作为培养高素质工科人才知识结构和实践与创新能力的的重要组成部分, 在化学与工程之间起着桥梁作用。作为高等教育中培养化学、化工、生物、制药、环保、材料等专业拔尖创新人才的重要基础课程, 大学化学也有力支撑了航天、能源、信息、机械等学科和专业的人才培养^[1]。

收稿: 2024-06-17; 录用: 2024-08-23; 网络发表: 2025-03-17

*通讯作者, Email: dytang@hit.edu.cn

基金资助: 黑龙江省高等教育教学改革研究重点项目(本科教育)(SJGZB2024031); 黑龙江省高等教育教学改革研究一般项目(本科教育)(SJGYB2024079); 黑龙江省教育科学“十四五”规划重点课题(GJB1421035); 哈尔滨工业大学课程思政教育教学改革(本科课程)项目(XSZ2022078)

基础理论是创新的源泉，基础学科的知识体系是技术创新的先导与支撑。化学作为具有非凡创造力以及鲜明实践与应用特色的基础学科，如何发挥高等学校大学化学课程作为非化类专业本科生知识结构必要组成部分之作用，以及作为理工科院校学生综合素质和创新能力培养之必备课程的作用，从而体现出知识学习、能力培养和价值塑造的一流课程建设目标，是高等学校课程建设以及创新人才培养重要而紧迫的任务^[2,3]。

哈尔滨工业大学的大学化学(原普通化学、工科大学化学)有着较为久远的开课历史和好的教改传统。早在1952年就在全校开设此课程，为国内较早开设此课程并建有化学实验室的高校之一。学校立足航天、服务国防和面向国民经济主战场的办学定位，以及聚焦学术大师、工程巨匠、业界领袖和治国栋梁的四类新时代杰出人才培养目标，都明确反映了对化学基础学科支撑作用的迫切需求，以及对化学中心学科与其他多学科交叉融合作用的急切召唤。因此，面对非化类的大学化学课程在我校一直是受众面广、影响力大，年度选课学生1800余人，涵盖校内10余个院系。这也有力助推了课程在各个历史时期，都开展了相应的教改研究与实践探索，均取得积极的建设成效。课程于2004年获评国家精品课，2013年转型升级为国家精品资源共享课，2022年获批国家级一流本科课程。结合新的教育教学形势，依托课程建设积累的优势资源，突出化学学科创新性与创造力显现度高的特点，形成了“以课程思政为引领，以信息技术与数字资源为手段，以助力多学科创新人才培养为目标”的课程建设思路。通过深入挖掘科研与教学的协同育人功能，结合科学精神、协作攻关、家国情怀、学科规范与职业道德等化学学科丰富的思政育人元素，构建了助力非化类工科专业本科人才培养的大学化学课程教学体系与教学模式(图1)，并取得明显的教改成效。

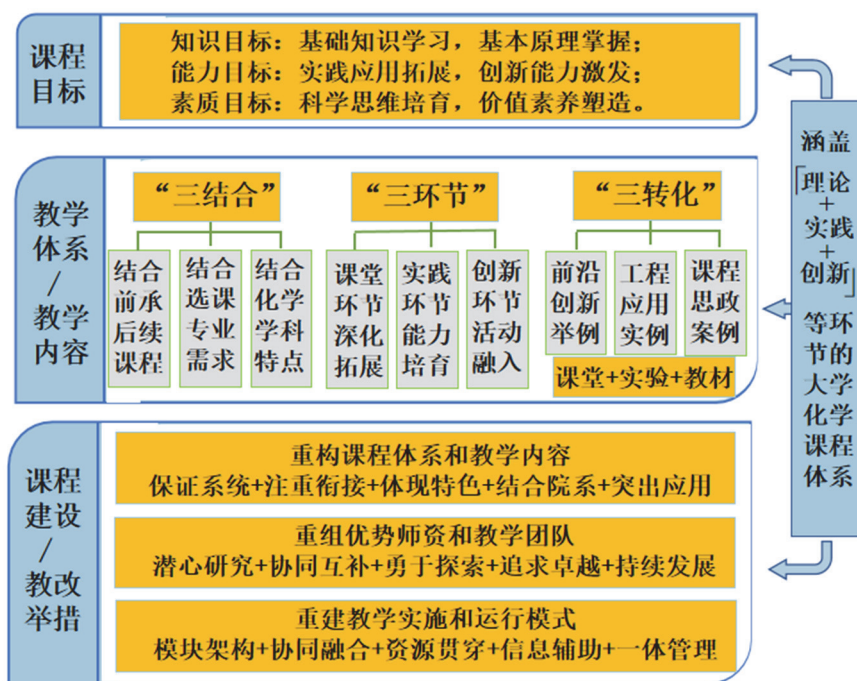


图1 助力工科专业本科人才培养的大学化学一流课程体系构建示意图

2 主要举措

2.1 重构课程体系和教学内容——保证系统、注重衔接、体现特色、结合院系、突出应用

(1) 思路: 基于学校立足航天、服务国防的办学特色, 以及作为研究型大学的本科人才培养目标, 结合课程面向不同学科和院系以及学生化学背景和化学需求差异性大的实际, 以结合前承后续课程、结合选课专业需求、结合化学学科特点的“三结合”构建课程体系; 在保证知识系统、理论

完整的基础上, 突出化学在各学科或专业中的应用, 体现出“学以致用”。以课堂讲授环节、实验操作环节、创新活动环节的“三环节”贯穿学习过程; 保证基础知识学习、科学思维培育、正确价值塑造和创新能力培养的达成, 体现多元培养。

(2) 做法: 通过课程内容的前置后移以及贯通和删减等举措, 与大学物理课程在热力学的基本概念以及物质结构的基础知识部分进行联合教改, 在压缩学时的背景下更利于突出化学特色和引入应用案例等^[4]。基于我校的大学化学课程设置有课内实验环节, 并已在教学大纲中以明确的学时与学分给出修学内容和具体要求的情况, 同步进行课堂内容和实验项目的建设与完善。

充分开展对修学课程所在院系和学科的成果调研, 挖掘其中蕴含的化学知识和原理及其所发挥作用, 将我校教师的多项前沿创新成果和工程转化实例引入课堂教学和实验项目, 用身边的实例加深对原理的理解, 感受到基础知识的实际应用。比如, 在针对材料学院和航天学院学生的课堂教学和实验教学中, 将化学系教师获国家技术发明奖的“稀土特殊共渗热处理新技术”成果, 引入原子结构部分的讲授, 有利于其准确理解核外电子的运动特点和元素原子半径的概念; 该内容还转化为大学化学实验项目“金属表面扩渗稀土元素”。再如, 在对交通学院学生的教学中, 针对“稀溶液依数性”“组分间相似相溶原理”以及“分子间力和分子结构”的教学内容, 将我校交通学院教师获国家技术发明奖并成功应用于北京大兴机场的科研成果“寒区抗冰防滑功能型沥青路面应用技术与原位检测装置”引入课堂教学。

教师结合科研方向自主开发创新类实验项目, 项目涵盖从产品制备到结构表征与性能检测的“全链条”, 体现出实验教学的基础、综合到创新的三个层次化构建, 同步完善课程的实践环节。比如, 在我校的院士“特色班”和未来技术学院的本科学生实验教学中, 引入了“发光二极管(LED)荧光粉合成及多色器件组装与性能测试”“生物相容形状记忆聚氨酯(SMPU)(智能花瓣)制备与表征”创新实验项目, 学生预约积极、反响热烈, 收效明显。在此基础上, 进一步结合课程团队教师的丰富科研经历以及产出有显示度成果的优势和实际, 鼓励其开设多门创新实验课程, 并将其开设于课堂教学与实验环节之后, 供学有余力的优质学生继续修学。“三环节”的构建既体现知识学习和实践训练的互补和延伸, 又可体现科研素养、创新精神和创新能力的多方面培养, 还可满足学生的个性化需求。

(3) 成效: 深化多元融合与聚焦创新能力的课程体系和教学内容, 既可有效缓解大学化学课程在修订本科培养方案过程中, 所普遍面临的学时压缩以及弃选或少选实验等导致的教学体系连贯性和联系实际较难以兼顾等问题^[5]; 还可体现多元培养目标。学生对从理论到实验, 再到创新的环节设置方式也非常认可, 参与热情高、教学效果及反馈评价好, 所设置创新类项目和创新类课程的学生评教均为优秀。学生提到: “创新实验项目和创新实验课程, 让我们更加了解课本内容, 而且在参与实验过程中学习到很多书本上没有的知识, 提高了专业素养和各方面能力”“创新实验课程引发了我们对化学与专业交叉互补的思考; 希望我们能够将化学知识和本专业知识融会贯通和运用”等等。通过重构课程体系和教学内容, 实现了公共基础课在强调知识和理论系统与完整的同时, 体现出能力培养和价值塑造的“金课”功能, 助力于多学科一流本科人才培养目标的达成。

2.2 重组优势师资和教学团队——潜心研究、协同互补、勇于探索、追求卓越、持续发展

(1) 思路: 师资队伍是高水平课程建设的重要抓手, 一流的师资是一流课程的保证。为打造结构合理、素质过硬、能力卓越和可持续发展的公共基础课教师队伍, 基于思政融合和科教融合理念, 按特长、优势、发展潜质、团队需求等吸纳人员, 引入竞争与流动, 重新整合与组建了教师队伍。通过外引内培、择优上岗和岗位流动, 以及青年教师导师制和导师岗位责任制等做法, 在保证公共基础课教学中心地位的同时, 着重于教学、教研和科研的协同发展, 打造了优势教学-教研-科研“三方资源”协同育人的高水平公共基础课教学团队。

(2) 做法: 团队构建中, 着重吸纳教学水平高、科研能力强、师德师风优、具有团队意识和协作精神的优质教师, 以及具有突出培养潜质的青年教师。教学方面由教学名师、教指委委员、“宝钢”

优秀教师奖获得者、校教学带头人、教学拔尖型教授以及各类型的省级和校级教学竞赛奖励获得者等人员所组成；科研方面由国家级高层次人才、部委领域专家、计划专项等首席科学家、教育部新世纪人才、省部级学者、校各层次的引进人才以及科研拔尖型教授等人员所组成；教师中还有多人获省级教育系统劳动模范、省高校师德先进个人等荣誉称号。通过团队教师中“各有所长”的引领作用，以及团队化运作下的定期研讨、集体备课等活动，尤其是通过研讨活动中的“主题引路”和“典型打样”等做法，以体现教学对科研的支撑作用和科研对教学的丰富作用。

队伍建设中，要求从事课堂教学的团队教师须完成必要的实验学时，承担其授课班级的部分小班化的实验教学任务，还要求其参与实验项目的开发和建设；团队的实验教师依托于化学实验教学中心进行实验准备和实验管理，要求其逐步完成从准备实验到主导或参与实验教学资源建设的过渡，并能够作为实验的指导教师承担部分小班化的实验教学任务。教学团队的建设尤其注重以青年教师和科研优势教师活跃的科研思维和其创新的思维模式，助力课堂教学内容的扩展，以及创新实验项目开发和内容转化。比如，已开设三轮的创新实验项目“生物相容形状记忆聚氨酯(SMPU) (智能花瓣)制备与表征”即源于团队青年教师的科研成果。基于SMPU在航空航天、智能机械、生物医药等领域的广泛应用前景，突出的学科交叉特性使其适合多学科背景学生，经团队教师指导和学生团队参加“全国大学生化学实验创新赛”并分获东北赛区一等奖和全国一等奖，继续进行了精心打磨并改造为适合本科教学的化学实验项目(6学时)，以开放形式向未来技术学院和航天自动化、智能装备集群以及生物医学等专业学生按需开设。受到同学欢迎，预约踊跃，反响积极。受此影响，团队继续鼓励和支持青年教师结合科研方向和竞赛项目等进行了其他创新实验和虚拟仿真实验的开发，已陆续开设出“LED荧光粉合成及多色器件组装与性能测试(6学时)”创新实验以及“阿司匹林合成及定量分析(6学时)”虚拟仿真实验，既提升了实验的综合性和创新性，填补课程教学中原子结构部分实验项目的空白；也在经典实验中融入了现代信息技术，体现了与时俱进；青年教师的优势科研在基础教学中的良好体现，也有效激发了其参与教学的积极性和活跃度。

(3) 成效：师资与团队建设同步提升了课程质量和本科人才培养成效，为公共基础课程的高阶性和挑战度达成提供保障。教师的优势教学、教研及科研成果体现课程内容的先进性、教学形式的先进性，解决了研究型大学的优势资源如何落实于量大面广的公共基础课教学，为其一直难以吸引高水平师资和队伍稳定以及可持续发展提供参考和借鉴。尤其，青年教师和科研优势教师的教学能力提升迅速，青年教师多人获得省高校微课教学竞赛奖、校教学突出贡献奖以及校优秀教师奖等奖励；团队教师还多人入选有显示度的国家级和省部级人才称号以及领域专家称号，多人获得省部级及以上科研奖励，实现了团队建设中各成员的取长补短，达成了教学与科研的互促双丰。形成的基础课师资队伍建设模式，在着力于将教师从知识的传授者转变为品格培育及能力培养的引领者的同时，课程建设和团队建设也得到提升：课程入选校级课程思政示范课，团队入选校级课程思政示范团队。队伍建设成效既保证教学团队在新教学形势下的可持续发展；也保证了课程的高水平运作和优质学生的多元培养。

2.3 重建教学实施和运行模式——模块架构、协同融合、资源贯穿、信息辅助、一体管理

(1) 思路：采取课堂教学与实验教学及创新活动的一体化协同与融合、教学团队的整体管理与运行，以及实验教学与创新项目/创新课程的双层次平台构建，以形成科教融合有效运行、学生个性需求有效呈现、多元培养目标有效对应，覆盖课堂教学、实验环节及创新与竞赛活动的“全过程”运行和保障机制。围绕课程内容设置课内实验项目和内容，形成理论与实验间的互为延伸和补充，实现理论知识与实践环节不脱节；而依托化学实验教学示范中心的实践平台，结合团队教师的科研研究室(所)搭建双层次的实践平台，可衔接课程一体化建设中的实践环节及创新与竞赛活动(图2)。

(2) 做法：将课堂教学与实验教学、创新项目与竞赛活动贯穿为有序整体，通过教学团队的一体化管理提供有效的运行保障。其中，课堂教学侧重于概念-知识-原理的讲授及应用案例的展开；实验

教学侧重于理论的延伸和应用的拓展；创新类课程与创新类项目以及学科竞赛等活动则侧重于前沿知识的引入与创新能力的培养。



图2 大学化学一流课程的一体化教学实施和运行模式构建示意图

课堂教学以涵盖授课章节的课上演示实验增加问题引领，活跃课堂参与度、增加趣味性；以结合应用的典型范例和工程实例等进行章节贯穿，提升内容综合性、延伸知识理解和理论运用，体现学习结果的探究性；以课程教材、课堂教学以及实验讲义与讲解中的思政素材融入，实现知识传授中贯穿有价值塑造、科学素养、安全意识、工程伦理等内容。实验教学同步于课堂并以开放形式进行，其内容除涉及“四大化学”基础中的部分典型操作、溶液化学和电化学知识和原理的综合应用外，还增设部分教师科研成果的转化项目。创新课程全部来源于团队教师的科研方向和科研成果，开设有“绿色催化剂设计合成”“新颖结构纳米功能材料的设计合成与性能表征”“新型功能材料设计制备与表征”“稀土改性导电陶瓷材料”“表面增强拉曼光谱原理及应用”等。创新实验课程设置于课堂教学及实验操作环节之后，供已修学大学化学且学有余力的学生继续选学，满足其个性化学习需求和学科的分层次培养需要。

以教学资源和技术助力课程的教学模式和实施方法改革。将自主开发并已上线的中国大学MOOC平台教学资源同步开设于校内课程设置期间，以提供教学内容的视频资源和数字课程出版物信息；实验教学中提供对应的单元操作课件、实验数字视频和讲解PPT课件等，实现课堂教学和实验环节前、中、后的自主学习和灵活使用。通过建立班级微信群、QQ群，以及设立课程在线平台、实验开放网站、教学资源微信公众号等方式，实现信息技术助力下的师生互动和生生互动；将教师的行为和价值引领贯穿于课前-课堂-课后，以及线上/线下的教学环节，既可实现优良师德师风的点滴示范和潜移默化，也体现出学生为中心和全过程管理。

以明确的教学团队建设规划与实施方案，保证学院对团队的考核方式与指标对应。通过教学团队的统一协调和集体研讨，将教研活动和教学任务进行目标分解、责任分工和具体落实，严格执行教师的岗前培训制度和试讲制度，采取个人打样、集体讨论的形式明晰集体备课的内容和形式。通过确定研讨主题和形式、明晰研讨要求和分工，保证研讨过程和产出效果。

(3) 成效：课程建设与运行和管理模式的环节一体化、师资团队化以及平台层次化，实现了科教融合和多元目标贯穿于课程的理论、实践和创新，解决了基于科教融合转化的丰富教学资源，如何通过助力于一流学科创新人才培养的保障机制，落实于以学生为中心的教学全过程。构建的创新人

人才培养渠道和教学模式,体现知识、能力、素质的有机融合。既使得基础知识和基本理论体现应用的落脚点,学以致用;又通过学科前沿与热点、典型发明与重大发现、领域瓶颈和应用案例等突出问题引领和思维训练、启发主动思考和深入研讨,实现课程思政、科研育人的同时,突出化学学科的实践与应用特色和优势。

围绕队伍建设和团队化管理以及课程教改的举措均有效提升了课程质量和授课效果,受到学生的认可,其对课程优秀和优异的评教屡创历史新高。教学资源的引入调动了学生的学习热情,科研成果的转化则使得知识的运用立竿见影。学生化学思维活跃,知识运用能力和创新参与的热情得到激发,创新人才培养的成效得以显现。课程学习期间,有学生小组完成化学类科技创新项目和竞赛活动并多人获奖;有学生参与发表高水平的研究论文;有学生参加全国节能减排大赛等学科竞赛并多人获得奖项……都良好体现了化学知识学习与专业实际应用的结合。

3 结语

涵盖理论教学、实验操作和创新活动三环节的大学化学课程设置方式,实现了课程体系的横向拓展,缓解公共基础课的高要求和少学时的矛盾,且可实现学以致用和多元培养;以思政引领下的教学资源建设以及信息技术助力的课程教学,实现了课程内容的纵向延伸,且可支持多模式下的教学实施。上述对非化类大学化学公共基础课程体系和模式的创新性构建与实践探索,均是围绕国内普化类教学中较为普遍面临的问题而展开,可为一流课程建设以及创新人才培养提供借鉴和参考。

参 考 文 献

- [1] 郭今心,张树永,王立祥,邹永新. 大学化学, **2023**, *38* (3), 191.
- [2] 高迪,印桂生,孙建国. 黑龙江高教研究, **2018**, No. 12, 144.
- [3] 张凤宝. 中国大学教学, **2015**, No. 4, 8.
- [4] 郭袁俊,于景侠,霍中生,姚列明,杨宏春. 实验室研究与探索, **2019**, *38* (7), 188.
- [5] 衡利萍,王祖彬. 大学化学, **2017**, *32* (2), 29.