

基于多学科融合的本科生实验能力培养 体系建设研究

丁正峰

江苏第二师范学院生命科学与化学化工学院, 江苏 南京 211200

摘要: 随着科技革命与产业变革的加速演进, 跨学科复合型创新人才成为推动国家战略与产业升级的核心力量。本文以培养本科生科技创新能力为主线, 探讨了多学科融合、多层次交叉的实验教学内容体系构建, 分析了目标导向和项目驱动的实验教学模式创新, 研究了基于全面质量管理的实验室开放与安全管理体系建设, 补充了跨学科师资队伍建设与多元评价机制优化的关键内容。通过借鉴国内高校的实践案例, 提出了一套系统化的实验教学改革方案, 为新时代高等教育实验教学体系改革提供理论参考与实践范式。

关键词: 多学科融合; 实验能力; 培养体系; 项目驱动; 实验室管理

0 引言

在全球经济格局深度调整、科技革命与产业变革加速演进的时代背景下, 跨学科复合型创新人才成为适应未来产业需求的关键力量^[1]。传统实验教学体系存在验证型项目偏多、综合创新不足、与工程实际脱节等关键问题, 难以满足新工科建设对人才创新能力的要求。当前, 人工智能、大数据、新能源等新兴技术的跨界融合趋势日益凸显, 产业界对人才的知识结构和实践能力提出了更为多元的要求, 单一学科背景的学生已难以应对复杂的工程技术挑战, 这进一步凸显了多学科融合实验教学改革紧迫性。

多学科融合的实验教学体系通过整合不同学科的知识与方法, 打破了传统专业壁垒, 为学生提供了解决复杂工程问题的系统思维与实践能力。实践表明, 让本科生真正走进实验室, 在科研实践中培养创新精神, 是架起知识传授与科学思维培养之间桥梁的有效途径。这种全方位、多层次的实验教学体系重构, 正是当前高等教育改革的核心议题^[2]。值得注意的是, 多学科融合并非简单的知识叠加, 而是强调学科间的有机渗透与协同创新, 需要在教学理念、课程设计、资源配置等方面进行系统性变革。

本文基于多学科融合理念, 围绕本科生实验能力培养, 从教学内容体系、教学模式创新、实验室管理机制三个核心维度, 结合跨学科师资建设、多元评价优化等延伸内容进行系统研究, 旨在构建一套符合新时代创新人才培养需求的实验教学体系, 为高校实验教学改革提供可复制、可推广的实践方案。

1 多学科融合的实验教学内容体系构建

构建多学科融合的实验教学内容体系, 需要遵循“分层递进、交叉融合”的原则^[3], 将

分散的专业知识整合为系统化的能力图谱, 使学生经历从基础到前沿、从单一到综合的渐进式成长过程。

1.1 分层递进的课程体系设计

国内多所高校通过三阶段进阶模式实现了实验能力的渐进培养。如设计了“初阶激发—中阶拓展—高阶实战”的逐层递进式育人体系。在该体系中, 低年级阶段通过数智化实验平台筑基, 激活学生创新基因, 整合国家级别工程训练中心、省级大学物理实验中心等优质实验教学资源, 构建覆盖“无人驾驶小车””识别机器人“等前沿领域的综合实验平台。此阶段重点开设跨学科基础实验, 如”传感器技术与数据可视化“融合电子信息与计算机知识,”环境监测与数据分析“整合化学、生态学与统计学内容, 帮助学生建立跨学科思维雏形。

中年级阶段侧重学科边界拓展, 通过“微专业与产业学院联动”推动学生从单一学科能力向复合能力跃升。如聚焦产业前沿领域, 开设智能风电、可持续发展与碳中和、工业软件、氢能等14个微专业, 每个微专业均涵盖3个及以上学科的知识体系。同时, 联合行业龙头企业共建产业学院, 将产业技术标准、工程案例融入教学环节。例如在智能风电微专业中, 学生需同时掌握机械设计、电气工程、控制工程等多学科知识, 通过“风力发电机组模拟设计”等综合实验, 提升跨学科问题解决能力。

高年级阶段强调校企协同实战赋能, 通过真实产业场景锤炼学生跨学科解决复杂问题的能力。与企业共建产教融合实践班, 组织不同学科专业的学生进入企业开展实战训练, 直面企业真实课题。某高校与新能源企业合作开展“光伏电站智能运维”项目, 组建由电气自动化、计算机科学、环境工程专业学生构成的团队,

分别负责设备调试、数据分析、环境影响评估等工作,实现了多学科知识的实战化融合应用。

1.2 数智化平台与跨学科机制建设

数智化实验平台是多学科融合实验教学的基础支撑。可以打造 AI 驱动模块化、虚实一体实验平台,整合跨学科虚拟仿真资源与高精度实体仪器,构建“课内—课外、现实—虚拟”双轨并行的开放式实验环境,支持学生开展自主设计和时空协作探究,彻底打破传统实验教学的时空和资源限制。例如某高校开发的“跨学科虚拟仿真实验平台”,涵盖机械制造、电子信息、人工智能等多个学科领域的实验项目,学生可在线上完成“智能生产线搭建与调试”等复杂实验的前期模拟,再通过实体平台进行实操验证,有效降低了实验成本与安全风险。

同时,建立跨学科实验项目申报与孵化机制,鼓励学生结合兴趣与产业需求,自主组建多学科团队申报创新实验项目。高校可设立专项基金,对优质跨学科实验项目给予经费支持,推动学生从“被动接受实验任务”向“主动设计实验方案”转变。某高校通过该机制孵化的“基于 AI 的农产品质量溯源系统”项目,融合了物联网、计算机视觉、食品科学等多学科技术,已成功应用于地方农业企业,实现了教学成果与产业需求的精准对接。

2 目标导向与项目驱动的实验教学模式创新

目标导向与项目驱动的实验教学模式以学生创新能力生成为核心^[4],通过重构教学流程与评价机制,实现从知识传授向能力生成的转变。

2.1 目标导向的模块化课程设置

目标导向的实验教学强调以能力产出为核心,反向设计课程体系与教学内容。如按照培养学生三大能力(设计应用能力、实践操作能力、创新应用能力)来设计三个不同层次的实验教学,通过三个阶段完成整体实验教学安排。这种以能力为导向的课程设计确保了实验教学与人才培养目标的契合度。在模块化设计中,每个模块均明确跨学科能力培养目标,如“智能检测技术模块”以培养“传感器选型—信号处理—数据建模”的全链条能力为目标,整合电子技术、信号与系统、机器学习等多学科知识,设置基础验证、综合设计、创新拓展三个层次的实验内容。

2.2 项目驱动的实战化教学实施

项目驱动教学通过真实情境中的问题求解,促进学生将理论知识转化为解决实际问题的能力。可以以“项目”为学习资源载体,依据学

习规律和认知规律,设计出从简单到复杂、从低级到高级的层级化、体系化课程。该体系具备实践性(模拟真实场景)、开放性(面向企业需求)、职业性(内容与岗位融通)和系统性(完整一体,逻辑自洽),将“教学做创”理念贯穿始终。在项目设计中,注重引入具有跨学科特性的真实问题,如“城市社区智慧垃圾分类系统设计”项目,要求学生综合运用机械设计、自动化控制、软件开发、环境管理等多学科知识,完成从方案设计、原型制作到系统调试的全流程实践。

2.3 数字化赋能的教学方法改革

AI 赋能的教学方法为实验教学带来了精准化与个性化的可能。推行“教师作为引导者、AI 作为赋能工具、学生作为探究主体”的新型教学模式。通过翻转课堂实现理论前置、课堂聚焦真实问题发现与解决,形成让学生从“被动执行”转向“主动建模、实验验证、迭代优化”的完整科研训练流程。利用 AI 教学平台对学生的实验数据进行实时分析,精准定位学生在跨学科知识融合应用中的薄弱环节,为其推送个性化的补充学习资源与实验指导。例如在“机器学习辅助材料性能预测”实验中,AI 平台可根据学生的建模效果,自动推送材料科学基础、算法原理等相关知识点,帮助学生补齐能力短板。

3 实验室开放与安全管理体系建设

多学科融合实验教学要求实验室管理既要开放共享,又要安全可控^[5]。基于全面质量管理的理念,构建开放、安全、高效的实验室管理体系是实验能力培养的基础保障。

3.1 全面质量管理在实验室管理中的应用

全面质量管理强调过程控制与持续改进,通过规范化、制度化的管理流程确保实验室高效运行。可以制定详细的开放实验室管理规定,明确了“安全优先、开放共享、责任明晰”的管理原则。通过严格准入制度、强化过程监管,确保实验室安全、有序地开放。还可以通过规范开放流程,落实安全责任,建立开放实验室安全负责人总负责制,同时执行导师负责制。导师在学生进行实验前,必须对其开展实验室安全知识、安全技能及操作规范的培训,并落实好实验安全风险评估和应急预案。这种双重责任机制有效地将安全管理贯穿于实验教学全过程。针对跨学科实验涉及多领域仪器设备的特点,建立仪器设备跨学科共享台账,明确不同学科实验的安全操作规范,避免因学科差异导致的安全隐患。

3.2 开放式实验平台的管理机制

开放式实验平台通过资源统筹调配,避免重复建设,实现资源共享。建议实验室由相关院校的实验中心根据学生选题统一安排,未经批准,任何人无权收纳中心以外其他人员在本实验室进行各种活动。这种集中管理与统筹安排的方式,既保证了实验室的有序使用,又提高了资源利用效率。

3.3 实验室安全管理体系建设

实验室安全管理是实验教学顺利开展的基本保障。建立定期安全检查制度,假期期间,各实验室安全负责人(教师)对开放实验室每周至少组织进行一次安全检查;实验室安全检查员(学生),负责实验室每天的安全检查,并及时向安全责任人汇报实验室安全情况。安全检查的重点是水、电、气、管制类危化品(易燃易爆危化品、危险气体)等重点危险源。涉及易制毒、易制爆、各种危化品及气瓶的本科生,必须由指导教师同意,严格执行危险物品的采购、领用、保管制度,使用者必须通过实验室安全培训且需佩戴防护用具。同时,对实验产生的废弃物根据实验室相关管理规定进行分类收集和存放,做好无害化处理、包装和标识。

4 实施成效与反思

多学科融合的本科生实验能力培养体系在实践应用中取得了显著成效,同时也面临一些挑战,需要持续改进与优化。

4.1 学生创新能力与综合素质提升

经过多年的实践探索,各高校构建的多学科融合实验教学体系在人才培养质量方面均取得突出成果。如“三段进阶”跨学科育人体系、“六维协同”项目工作室制都取得了丰硕成果。

4.2 跨学科思维与团队协作能力增强

多学科融合的实验教学体系有效促进了学生跨学科思维与团队协作能力的发展。走访调

查中发现,企业一致认可:“这些学生既能‘跨界思考’,又能‘扎根落地’,是行业紧缺的实战型人才。”这种跨界思考能力正是多学科融合实验教学的核心培养目标。

4.3 社会评价与持续改进方向

多学科融合实验教学体系的建设成果获得了社会各界的广泛认可。然而,体系运行过程中仍面临一些挑战。例如,多学科融合实验教学对师资队伍跨学科素养提出了更高要求,需要组建具备多学科背景的教学团队;实验室开放共享与安全管理之间存在张力,需要进一步优化管理机制;跨学科实验项目的评价体系仍需完善,特别是对过程性评价与团队贡献度的评估需要更加科学的方法。未来,各高校将继续深化改革,完善体系建设,探索建立更加完善的本科生创新创业体系,包括设立专项资金、建立学分认定机制、完善激励政策等。

5 结论与展望

本文系统研究了基于多学科融合的本科生实验能力培养体系建设,从教学内容体系、教学模式创新、实验室管理机制三个核心方面,结合跨学科师资队伍建设和多元评价机制优化等延伸内容进行了深入探讨。研究表明,多学科融合的实验教学体系通过分层递进的课程设计、项目驱动的教学方法和全面质量管理的实验室机制,能够有效提升学生的创新能力、跨学科思维和实践能力,是培养适应未来科技革命与产业变革的复合型创新人才的重要路径。

未来,多学科融合的实验能力培养体系将向着更加智能化、开放化和产学研一体化的方向发展。AI技术将在实验教学过程中发挥更大作用,实现个性化学习路径规划和精准化能力评估^[6];虚拟仿真与实体实验的深度融合将进一步打破时空限制,拓展实验教学的广度和深度;产学研协同机制将持续深化,推动教育链、人才链与产业链、创新链的有机衔接。

参考文献:

- [1] 王明瑞,李加州.人才强国战略下复合型创新人才培养的价值意蕴与路径选择[J].高教探索,2025,(S1):125-127.
- [2] 连沁怡,林清强.浅议生物化学实验的课程体系重构与教改实践[J].生物化工,2025,11(01):184-187.DOI:10.20284/j.cnki.swhg.2025.01.038.
- [3] 缪明星,胡庆华,季晖.基于多学科融合的药理学课程群实验教学体系构建[J].教育现代化,2016,3(28):74-76.DOI:10.16541/j.cnki.2095-8420.2016.28.028.

作者简介:丁正峰(1981.7—),男,汉,江苏盐城,博士研究生,教授,研究方向:高等教育。

项目信息:江苏省教育科学规划课题 TY/2024/01;江苏第二师范学院教学改革研究课题 JSSNUJXGG 2023ZD08。