

数智化技术赋能电子材料实验教学的改革思路

吴文娟 李俊杰 郭 熠 张 星 罗 莉

成都信息工程大学光电工程学院 四川 成都 610225

【摘 要】：本文基于教育信息化 2.0 行动计划背景，针对电子科学与技术专业实验教学中存在的教学内容陈旧、教学方法单一、创新能力培养不足等问题，探索了数智化技术创新实验项目的改革与实践。通过整合科研团队在新型电子材料与器件领域的研究成果，构建了“科教融汇、产教融合”的创新实验教学体系，设计了从理论探索到系统应用的全流程训练。文章主要阐述了数智化技术赋能实验教学的现状与意义，提出了具体的设计思路与实施路径，并分析了预期效果，形成了工科专业实验教学改革的可性模式与方法。

【关键词】：实验教学改革；数智化技术；电子材料；科教融合

DOI:10.12417/3041-0630.25.21.015

1 引言

随着信息技术的快速发展，教育领域正经历着深刻的数字化转型。《教育信息化 2.0 行动计划》提出“教学应用覆盖全体教师、学习应用覆盖全体适龄学生、数字校园建设覆盖全体学校，信息化应用水平和师生信息素养普遍提高，建成‘互联网+教育’大平台”的发展目标，为高等教育改革提供了明确方向^[1]。电子科学与技术作为前沿交叉学科，其专业实验教学面临着新的挑战与机遇。目前，传统的实验教学存在内容固定、教学方法陈旧、教学方式单一等问题，难以满足新时代对创新型、复合型人才培养的需求^[2]。

数智化技术为实验教学改革提供了新的路径。通过智能化技术手段与教育教学的深度融合，能够创新实验教学模式，提升教学质量^[3,4]。本文以电子材料实验教学为例，探讨如何通过数智化技术创新实验项目，实现“科教融汇、产教融合”的教学理念，提升实验教学的“高阶性、创新性和挑战度”，培养学生的创新能力和解决复杂工程问题的能力。

2 数智化技术赋能实验教学的现状

数智化技术通过多种技术手段为实验教学改革提供了有力支撑。通过部署传感器和物联网设备，可实现实验室环境的实时监控，确保实验条件的精确控制；借助大数据分析和机器学习技术，能够从海量实验数据中提取有价值信息，优化实验设计和教学内容；人工智能算法和模型的引入，进一步提升了实验的智能化水平，实现实验流程的自动化和最优化；虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术的应用，为学生创造了沉浸式的学习环境，增强了学习的互动性和实践性^[5-8]。

近年来，国内多所高校在数智化实验教学方面开展了广泛而深入的探索，形成了诸多具有代表性的实践成果。在材料科学领域，有研究者提出了融合数据驱动、人工智能与专业知识的材料数智化设计方法，该方法可以显著提升材料设计的效率与教学质量。在课程建设方面，部分高校开设了涵盖材料制造数字化技术的专业课程，通过系统整合数字化基础知识、工控机控制技术、PLC 控制技术以及制造过程中的信号传感、数字化采集与处理等关键技术，全面展示数字化技术在材料制造中的实际应用。在虚拟实验教学方面，一些高校通过开发材料成型与加工虚拟仿真平台，构建了虚实结合的新型实验教学模式，有效提升了学生的实践能力和教学效果。此外，在化学实验教学领域，也有研究聚焦于数字化实验的特点与优势，强调其在促进学生深入探究、化解学习难点、激发学习兴趣方面的重要作用，并进一步提出了相应的数字化实验应用策略^[5-8]。

这些实践表明，数智化技术应用于信息材料领域的实验教学中，不仅能够提升教学的互动性和实践性，还能够为学生提供更加丰富和现代化的学习体验，有效促进学生的创新能力和实践技能的培养。

3 数智化技术赋能电子材料实验教学的意义

电子科学与技术专业所涉知识与技能覆盖系列专业课程，包括固体物理、薄膜物理与技术、电子材料与元器件、电子材料实验、微波技术及微波器件等。通过数智化实验项目不仅能够加深学生对专业知识的掌握，还能够培养创新能力和解决复杂问题的能力，为未来的科研或工程实践做好准备。具体而言，数智化技术赋能实验教学的重要意义体现在以下几个方面：

（1）加速材料发现和开发进程。传统的材料设计依赖于

作者简介：吴文娟（1985.11-），女，汉族，陕西西安人，博士，教授，研究方向：电介质材料与元器件。

基金项目：成都信息工程大学本科教学工程项目：面向电子科学与技术专业的多学科融合+数智化实验教学改革与探索（JYJG2024214）；成都信息工程大学本科教学工程项目：数智技术赋能的学科交叉创新人才培养实施路径研究——以光电工程学院为例（JYJG2025025）。

试错法,这个过程耗时且效率低下。通过数字化和智能化技术,可以显著加快新材料的发现和开发进程。例如,利用机器学习和大数据分析,可以从大量可能的材料组合中快速筛选出有潜力的候选材料,大大缩短研发周期。

(2) 提高实验效率和精确度。数智化技术可以优化实验设计,通过模拟和仿真减少实际实验的次数,提高实验的精确度和可靠性。这不仅节省了时间和成本,还有助于更深入地理解材料的性质和行为,为材料研究提供更加可靠的数据支持。

(3) 促进跨学科融合创新。材料科学是一个高度跨学科领域,数智化技术可以促进不同学科之间的信息共享和协作,如将化学、物理学、计算机科学和工程学等领域的知识和技术结合起来,共同推动新材料的开发,培养具备多学科背景的复合型人才。

(4) 实现个性化和定制化设计。随着智能制造和3D打印技术的发展,数智化技术使得根据特定应用需求定制材料成为可能,从而满足特定行业或市场的个性化需求,培养学生的工程实践能力和创新意识。

(5) 推动教育和研究创新。在教学和研究中融入数智化元素,可以改革传统的教学模式,提供更加互动和实践的教学体验,激发学生的创新思维和实践能力,促进教学与科研的深度融合。

基于此,贯彻科教融汇、产教融合理念,利用数智化技术路线,为学生提供前沿材料科学、电子技术和微电子等多学科融合数智化实验教学体验,使学生参与从理论探索-器件制作-系统应用的完整流程,能够培养学生关键的实验技能、创新思维及解决复杂问题的能力,同时加深对环保材料应用和智能电子系统的理解。

4 数智化技术赋能电子材料实验教学的设计思路

4.1 更新实验教学内容

针对电子科学与技术专业电子材料实验中存在的实验内容固定、技术方法陈旧等问题,进行全面的内容更新。探索以项目形式开展半导体、电介质、磁性、光电子等电子材料的制备及测试分析。通过引入数智化技术,更新实验项目,融入新材料、新方法和新技术,提升实验内容的先进性和前瞻性。

4.2 提升实验教学两性一度

创新实验所涉知识与技能覆盖《固体物理》《电子材料与元器件》等核心专业课程,针对电子材料与器件领域中复杂工程问题面临的挑战,围绕“知识-能力-素养”的培养与塑造,多维度多途径提升实验项目的高阶性、创新性和挑战度。

首先,在提升高阶性方面,注重理论与实践结合,通过将

新型电子材料与器件的科研成果融入实验教学,使学生能将理论知识应用于解决实际问题,加深对复杂工程原理的理解;强化跨学科学习,鼓励学生综合运用电子工程、材料科学和计算机科学等多学科的知识,以解决跨学科问题;加强研究技能培养,培养学生如何设计实验、分析数据、撰写实验报告,以及如何如何进行科学沟通和学术发表。

其次,在丰富创新性方面,引导原创性设计,如开发新型LTCC器件结构等;鼓励探索性学习,研究新型压电材料应用潜力等;加强创新思维训练,通过案例分析和头脑风暴,培养学生的创新思维和创造性解决问题的能力。

最后,在增强挑战度方面,设计复杂问题解决环节,要求学生解决多变量、多目标的复杂工程问题;设置技术难题攻关,如提高压电材料的稳定性、增强LTCC微波材料磁性能等,激发学生的探索精神和解决问题的决心;采用竞赛项目驱动,通过竞赛或基于项目的学习方法,为学生提供展示创新解决方案的平台。

4.3 培养学生综合能力

通过3-5人小组工作模式,培养学生的团队协作能力和领导力;教授学生项目管理技能,包括时间管理、资源协调和进度控制;激发学生好奇心和求知欲,培养终身学习习惯,为未来的职业生涯打下坚实的基础。

5 数智化技术赋能电子材料实验教学的实施路径

5.1 构建知识图谱,整合教学资源

基于材料知识图谱基本结构,构建包含课本知识与科研成果的知识图谱,使科研成果与课本知识建立连接,实现科研资源向教学资源的有效转化。依据布鲁姆认知目标分类理论,对项目涉及课程与科研成果的知识技术进行分层,设置基础、应用、综合、研究、创新、实践及交叉共7层次的能力层级,形成循序渐进的能力培养体系。

5.2 实施四阶段转化路线

针对复杂工程问题所涉及的四大挑战,将团队在新型电子材料与器件方面的科研成果进行系统梳理,总结提炼成果中涉及的方法/技术、材料/器件、系统/应用等要素,形成一套完整的数智化创新实验项目技术方案。通过科研成果向教学资源的转化,实现科研与教学的良性互动。

5.3 采用数据驱动的实验方法

采用特征工程、机器学习算法和多模态实验数据相结合的数据驱动策略,优化材料设计流程;设计优化材料合成、加工的实验方案,提高实验效率和成功率;开发需求导向的压电、磁性器件设计与制作的新技术,提升学生的工程实践能力;建

立基于案例优化的测试方法与可靠性分析体系,培养学生的问题解决能力;实现面向应用的系统集成与应用开发,培养学生的系统思维和创新能力。

6 预期效果

通过实验项目改革与创新,将帮助学生在实验中学习知识、培养技能、塑造素养,推动教学方法和课程内容的持续改进,提高实验教学质量 and 学生的满意度,同时提升实验教师队伍建设水平。

通过编写涵盖实验目标、理论基础、操作流程、数据分析、案例应用及设备维护等内容的《数智化实验教学项目指导书》,可为学生提供全面且实用的学习支持。同时,通过构建电子材料与器件领域的知识图谱,探索“知识+数据驱动”的研究路径,实现教学科研资源的有效整合与高效利用。

预期学生的理论知识掌握程度将显著提高,在理论知识测试中的平均分数提高至少 15%;实验技能得到明显提升,在实验技能评估中的表现平均提升 20%;创新能力得到有效培养,学生能够提出创新的实验设计或应用方案;实验报告质量显著提高。

参考文献:

- [1] 教育部.教育信息化 2.0 行动计划[Z].2018.
- [2] 郑庆庆,吴谨,朱磊,等.美国布里奇波特大学电子信息工程专业的实验教学研究[J].实验技术与管理,2018,35(12):4.
- [3] 朱莉,高向军,王亚伟,等.基于“互联+定制”的电子科学与技术专业基础实验室数智化建设研究[J].Creative Education Studies,2024,12.
- [4] 任婷,孙国辉,赵丽娇,等.数智化革新:化学生物学综合设计实验教学模式重构[J].教育进展,2025,15(5):6.
- [5] 周佳,钟华英.与机器学习相结合的计算材料学实验设计[J].大学化学,2025(3).
- [6] 余砚,庄启昕,张浩然,等.数智化时代生成式 AI 助力材料专业实验课程探索研究[J].高分子通报,2025(6).
- [7] 王同聚.虚拟和增强现实(VR/AR)技术在教学中的应用与前景展望[J].数字教育,2017,3(1):10.
- [8] 高圆,席生岐,孙巧艳,等.虚拟仿真技术在材料实验教学中的应用探讨[J].中国现代教育装备,2016(5):5.

此外,项目还将推动相关学术与技术成果的产出,包括发表高水平论文、申请技术专利、组织学生参与科技竞赛等,增强项目的学术影响力与社会应用价值。通过建立有效的反馈与推广机制,项目可实现持续改进,并为其他实验教学改革提供有益借鉴,形成良性发展的教学生态。

7 总结与展望

通过数智化技术创新实验项目的改革与实践,构建“科教融汇、产教融合”的实验教学体系,能够有效解决传统实验教学中存在的教学内容陈旧、教学方法单一、创新能力培养不足等问题。通过将科研成果转化为教学资源,可以实现科研与教学的良性互动,促进双向赋能;通过引入数智化技术,可以提升实验教学的智能化水平和教学效果,提高人才培养质量;通过多层次、多模块的实验项目设计,能够培养学生的创新能力和解决复杂工程问题的能力,满足社会发展对创新人才的需求。

未来,还需进一步拓展数智化技术在实验教学中的应用范围,深化产教融合,完善评价体系,加强师资队伍建设和推动实验教学改革向更深层次发展,为培养新时代创新型工程人才做出更大贡献。