

新工科背景下有机电子学课程的教学改革研究

李馨蕊

西华大学 四川 成都 610039

[摘要]在新工科建设背景下,本工作针对电气工程方向的有机电子学课程进行教学内容研究与改革,主要采用“模块化教学+实验辅助”的教学模式。在优化课堂教学内容的基础上,创新性地开展了“有机光伏器件设计与制备”的实验教学。该实验教学结合了有机电子领域的三大核心技能模块:基板处理技术、功能材料选择以及器件制备工艺,形成递进式的实践能力培养路径,显著提升学生的工程应用能力和学科交叉创新能力。希望通过有机电子学的教学改革,为相关行业培养更多具备核心竞争力的技术人才。

[关键词]新工科;教学改革;课程建设;实践能力;电子器件

[中图分类号]G642 [文献标识码]A [文章编号]1687-9534(2025)-0022-96 [收稿日期]2025-04-14

一、引言

有机电子技术作为基于有机高分子材料的电子学科分支,通过材料创新为现代电子设备赋予了独特的优势特征,包括柔性可穿戴、轻量化设计、可降解特性、大规模低成本制造及多场景应用潜力等。目前有机电子技术已成功应用至能源、信息、医疗等众多领域,比如柔性太阳能电池、可折叠显示面板、物联网射频标签、生物传感器件等^[1, 2]。该领域的快速发展正引发全球性的技术革新浪潮,同时有机电子消费市场的迅速发展对专业技术人才的培养提出了迫切需求:既需要掌握材料工程、信息科学、电气工程的多学科知识体系,又必须具备面向产业需求的工程实践能力。在此背景下,教育部《新工科研究与实践项目指南》中明确提出要根据新技术和新产业发展趋势,促进学科交叉与跨界整合,推动工科专业之间、工科与其他

学科专业交叉融合,培育建设新兴工科专业;以及完善工科人才“创意-创新-创业”教育体系,提升工科人才创新创业能力,探索建立创新型工程人才培养模式^[3, 4]。而有机电子学作为典型的交叉学科领域,其课程改革是新工科建设的重要内容。

传统工程教育在有机电子学的教学过程中面临三重困境:其一,学科壁垒导致知识体系碎片化,材料合成、器件物理、制造工艺等教学内容分属不同课程模块,缺乏系统化整合;其二,学生接触的柔性基板处理、有机电子器件制备等关键技术多为视频验证,难以培养遇到实际问题的解决能力;其三,评价体系重理论轻实践,现有考核模式无法有效衡量学生在理论-材料-器件集成中的创新能力,导致部分企业认为理工科方向毕业生在跨学科协作和先进制造技能方面存在短板^[5, 6]。针对上述问题,本研究以新工科

建设目标为引领,针对有机电子学课程教学中存在的学科交叉不足、实践方面薄弱、评价机制滞后等核心问题,构建“四维驱动”的教学课程改革。通过激发学习内驱力、优化课程内容、构建特色实验、完善评价机制的系统性改革,实现从传统知识传授向工程创新能力培养的有效转型。

二、有机电子学课程的教学改革

(一) 激发学生兴趣

将科技前沿与课程思政有效融合,在课程内容讲解之前导入“科技使命”教育模块。采用技术原型-科学突破-产业应用的三阶段叙事结构,吸引学生的注意力。如在有机光伏模块,从1977年Heeger发现导电聚合物(诺贝尔奖案例),到体异质结结构创新,再到柔性光伏器件的商业应用,构建科技发展的时间轴线。通过前沿技术案例的列举,强化技术价值认知,引导学生理解有机电子学的重要意义,并且产生浓厚的学习兴趣,在后续研究内容中发挥主观能动性。

在教学过程中嵌入学科发展史教育,如播放有机发光二极管之父邓青云的研发纪录片。通过真实科学家的探索历程激发学生兴趣,增强课堂感染力,同时传递科研精神与创新思维。具体分为以下方面:突破常规思维的启示-学生在纪录片中看到科研人员从偶然现象中提炼科学问题的能力,可启发他们关注实验中的异常现象,培养敏锐的观察力。通过展示有机发光二极管从实验室发现到商业应用(如手机柔性屏)的完整历程,使学生直观感受基础研究对产业变革的推动

作用,从而增强学科认同感;科研价值观的塑造-科研人员在研究中坚持严谨的学术规范,实现学术诚信教育的目的,帮助学生理解“学术红线”的重要性。以及通过科研工作者的长时间研究历程,传递他们面对技术瓶颈时的坚持与协作精神,激励学生遇到问题不抛弃不放弃,能够以解决问题为导向开展后续深入的研究与学习。

(二) 优化课程内容

在课程内容优化方面,采用课堂讲座+微课的混合教学模式。课堂讲座聚焦系统性知识框架的搭建,以多学科交叉融合为核心理念,围绕有机半导体的物理基础,系统结合光电器件工作机制、材料能带结构及电荷动力学过程等知识模块,注重从分子设计到器件性能的关联性知识教学。采用“问题导向-理论推演-结果验证”的教学方法,以实际科研问题(如激子解离效率优化)为导向,串联能级匹配、形貌调节,界面工程等知识点,有效提升理论知识的应用转化能力,引导学生建立微观机制与宏观特性的辩证思维。并且增设专题研讨环节,针对有机光伏器件效率瓶颈、柔性传感材料稳定性较差等学科难点,鼓励学生通过文献研读提出创新性理论解决方案,有效提升学术思辨能力。

微课教学聚焦于学科核心理论中的抽象概念与复杂机理,针对重点难点进行精细化拆分,将较难理解的内容转化为可独立学习的视频单元。每个微课视频时长控制在8-12分钟。比如在分子轨道理论教学中,通过电子云模型阐述HOMO/LUMO能级的形成机制;在

激子动力学研究的教学中,利用幻灯片的动画效应分步推导扩散方程,计算典型有机材料的激子扩散长度,结合实验数据,对比理论值与实测值是否在合理的误差范围内。总的来说,微课的特征在于:理论可视-通过动态模型将抽象理论具象化(如电子云演变、载流子运动轨迹模拟以及利用颜色梯度呈现器件内部电场分布与电荷浓度变化);模拟计算-采用公式分步推导与数值验证相结合的方式,对于关键公式通过数学推导演示,并设置计算窗口(如输入相关参数自动生成迁移率变化曲线等)。通过微课视频教学,能够帮助学生更直观地理解有机电子学的核心理论,从而有效提升对课堂讲座内容及课程理论知识的掌握。

(三) 辅助实验教学

构建“有机光伏器件设计与制备”的教学实验平台,实验课程内容包含材料选择,器件制备以及性能研究等模块。学生在开始实验前需选好主体材料,并通过文献检索确定优化参数,这一步可有效降低实验材料的损耗。在器件制备过程强调科研实训,学生通过在实验室与专业科研团队协同合作,完成从材料表征到器件制备的完整操作流程,全程进行规范化操作。

通过实验辅助教学后,学生应能做到以下几点。1. 表征聚合物材料以及非富勒烯受体材料的光学及结构特性。2. 制备有机光伏器件。该目标要求学生完成以下步骤:首先将ITO玻璃基板进行专业化处理。然后进行主体材料的精准称量,通过溶液制备、抽吸

过滤、旋涂等过程成功构建空穴传输层、活性层以及电子传输层。最后在 5×10^{-4} Pa真空条件下,采用真空气相沉积法蒸镀银电极。3. 在制备过程中明确有机/柔性电子产品的优势,例如机械柔韧性、重量轻、制造时间短和制造成本低等,并思考如何通过基于有机/柔性电子的创新工程来满足社会需求。4. 表征有机光伏器件的光电特性,分析和解释数据,并编写报告。

(四) 课程评价体系

当前教育环境下,传统考核模式已难以适应创新型人才培养需求,需建立以能力发展为导向的新型评价体系。应将关注重点从“知识传授”向“能力建构”转型,不能仅仅通过考试成绩评估学生能力。因此,可从以下两方面重构课程评价体系:在教学内容方面,建立多维度评估方式。从文献检索

(5%)、综合运用(10%)、常规检测(10%)、期末测评(25%)四个方面进行理论知识的评估。首先增设文献综述报告,引导学生通过文献检索与文献总结对现有研究成果进行系统梳理和分析,为后续的学术研究提供知识储备;其次设置“创意答辩环节”,在课堂中借助深度探讨、分组辩论等多元形式,评估学生是否具有创新想法与辩证思维,以及综合运用知识的能力;并通过随堂测验,跟踪学生的学习进度和对教学内容的掌握程度;最后期末测评内容除常规知识检测外,设置跨学科综合应用题,通过开放性命题检验学生对于多学科交叉的知识整合运用能力,夯实专业基础。在实践方面,实现过程性评价

机制。从材料制备(15%)、工艺优化(10%)、创新设计(10%)、团队协作(15%)四个方面进行综合评估。并进行实验内容的数字存档,将过程视频、实验日志、测试数据等信息通过云盘留档保存,构建可追溯的学习证据链。

三、总结

本论文的创新价值体现在三个方面:理论层面,对于有机电子学这门多学科交叉课程的知识传授从碎片化走向系统化,并且在新工科的建设背景下,提出基于有机电子学课程“模块化教学+实验辅助”的教学模式,为类似课程的教学改革提供方法指导;实践层面,开展“有机光伏器件设计与制造”的辅助实验,着重培养学生的专业技能以及科学思维,在实验结果中分析内在机制,实现理论与实践的有效结合。教育评估方面,采用多维度评估方式,注重能力发展的过程性跟踪,有效提升学生的工程创新能力。总的来说,通过有机电子学课程的教学研究与改革,构建符合新工科建设背景下的人才培养模式,未来有望为有机电子领域培育更多创新型人才。

参考文献:

- [1] Abolhosen A M R, Lee S, Fukuda K, et al. Functional soft robotic composites based on organic photovoltaic and dielectric elastomer actuator[J]. Scientific Reports, 2024, 14(1): 9953.
- [2] Deng B, Li Y, Lu Z, et al. The art and science of translucent color organic solar cells[J]. NATURE COMMUNICATIONS, 2025, 16(1): 597.
- [3] 刘坤, 代玉, 张志金, 王贺欣. 首批新工科研究与实践项目指南达成度评价及未来发展研判[J]. 高等工程教育研究, 2021 (01).
- [4] 耿直. 新工科教育漫谈与展望[J]. 科教文汇, 2022 (01).
- [5] Bednar N, Stojanovic G M. An Organic Electronics Laboratory Course for Graduate Students in Electrical Engineering[J]. IEEE Transactions on Education, 2013, 56(3): 280-286.
- [6] 刘维芳, 杨季冬, 曾小莞, 毛丽秋, 尹笃林, 陈湘萍, 杨立山. 新工科背景下的本科生“电池材料”课程思政建设及工程实践育人探索[J]. 大学化学, 2025, 40. doi: 10.12461/PKU.DXHX202407036

Teaching Research and Reform of Organic Electronics under the Background of New Engineering

Li Xinrui

School of Electrical Engineering and Electronic Information, Xihua University, Chengdu 610039, China

Abstract: Under the background of new engineering construction, this study aims to research

and reform the teaching content of organic electronics courses in the direction of electrical engineering, and adopts the teaching mode of "modular teaching + experimental assistance". On the basis of optimizing the classroom teaching content, the experimental teaching of “ organic photovoltaic device design and fabricating” is constructed innovatively. This experimental assisted course systematically integrates three core skill modules in the field of organic electronics: substrate processing technology, functional material selection and device preparation process, forming a ladder-type practical ability cultivation path, significantly improving students' engineering application ability and cross-disciplinary innovation ability. It is hoped that through the teaching reform of organic electronics, more technical talents with core competitiveness will be cultivated for related industries.

Key words: New Engineering; Teaching Reform; Curriculum Construction; Practical Ability; Electronic Devices