

新工科背景下融合光电信息技术的机械类专业教学实践创新

张春友^{1,2,3} 单晓敏¹ 韩太平^{1*}

1. 内蒙古民族大学工学院, 内蒙古 通辽 028000
2. 内蒙古蒙东高寒经济特色作物智能农机装备内蒙古自治区工程研究中心, 内蒙古 通辽 028000
3. 内蒙古牧草智能装备创新中心, 内蒙古 通辽 028000

[摘要]随着信息技术的迅猛发展和新工科建设的不断推进,传统工科教育面临着转型和升级的需求。首先,概述了新工科的概述及其对机械类专业教学的影响;接着,介绍了光电信息技术的基础及其在机械类专业中的应用;随后,分析了现有教学模式的不足,针对新工科背景下如何有效融合光电信息技术于机械类专业的教育教学,并提出了一种基于混合式教学模式的创新解决方案,包括线上线下结合的教学方式、虚拟仿真技术的应用以及多元化的教学评价体系,以促进学生综合能力发展。最后,通过具体的教学案例展示了该模式的实际应用效果,该模式不仅推动了跨学科的融合与教育创新,还着重于培养多样化且具有创新能力的工科人才,以更好地适应行业对专业人才的需求。

[关键词]新工科;机械类专业;光电信息技术;混合式教学;教育创新

DOI: 10.33142/fme.v6i3.15882

中图分类号: G642.3

文献标识码: A

Innovation in Teaching Practice of Mechanical Majors Integrating Optoelectronic Information Technology under the Background of Emerging Engineering Education

ZHANG Chunyou^{1,2,3}, SHAN Xiaomin¹, HAN Taiping^{1*}

1. School of Engineering, Inner Mongolia Minzu University, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China
2. Inner Mongolia Mongolian East Cold Economic Characteristic Crop Intelligent Agricultural Machinery Equipment, Inner Mongolia Autonomous Region Engineering Research Center, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China
3. Inner Mongolia Grassland Intelligent Equipment Innovation Center, Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

Abstract: With the rapid development of information technology and the continuous promotion of emerging engineering education construction, traditional engineering education is facing the need for transformation and upgrading. Firstly, an overview of the emerging engineering education disciplines and their impact on the teaching of mechanical engineering majors was provided; Next, the foundation of optoelectronic information technology and its application in mechanical engineering were introduced; Subsequently, the shortcomings of the existing teaching mode were analyzed, and an innovative solution based on a hybrid teaching mode was proposed to effectively integrate optoelectronic information technology into the education and teaching of mechanical majors under the background of emerging engineering education disciplines. This solution includes a combination of online and offline teaching methods, the application of virtual simulation technology, and a diversified teaching evaluation system to promote the development of students' comprehensive abilities. Finally, the practical application effect of this model was demonstrated through specific teaching cases. This model not only promotes interdisciplinary integration and educational innovation, but also focuses on cultivating diverse and innovative engineering talents to better meet the industry's demand for professional talents.

Keywords: emerging engineering education; mechanical majors; optoelectronic information technology; blended learning; educational innovation

引言

近年来,全球范围内掀起了新一轮科技革命与产业升级浪潮,以大数据、云计算、物联网(Internet of Things, IoT)、人工智能(Artificial Intelligence, AI)等新兴信息技术不仅重塑了经济结构和社会运作模式,同时也深刻改变了传统产业的发展轨迹。特别是在制造业领域,智能制造、工业4.0等概念的提出标志着一个以数字化、网络化、智能化为核心特征的新工业时代的到来。这不仅为传统制造业注入了新的活力,也对其提出了更高的要求

——即必须通过技术创新来实现效率提升和服务优化^[1]。面对这一历史性的转折点,世界各国纷纷启动了一系列旨在推动教育体系转型的重大举措,力求通过教育改革培养出符合新时代需求的工程技术人才。在中国,“新工科”建设便是其中最具有代表性的尝试之一。“新工科”不仅意味着对传统工程学科体系的革新,更是对教育理念的一次深刻反思与重构。它强调通过跨学科融合、实践能力培养以及国际视野拓展等多种途径,打造一批能够引领未来科技创新潮流的高素质工程技术队伍^[2-4]。

在这样的宏观背景下,机械类专业作为一门历史悠久而又充满活力的经典工科专业,同样面临着前所未有的机遇与挑战。一方面,机械工业依然是国民经济的基础支柱之一,对于国家综合实力的提升发挥着不可替代的作用;另一方面,随着新材料、新能源、先进制造技术等领域的迅速崛起,单纯依靠传统机械设计与制造技术已难以满足现代社会多样化、个性化的需求。因此,如何将最新的科技成果,特别是像光电信息技术这样具有广阔应用前景的技术,有机地融入到机械类专业的教学实践中,成为了当前亟需解决的关键问题。

光电信息技术是一门集光学与电子学于一体的交叉学科,它在高速数据传输、精密测量、无损检测等多个方面展现出了巨大的发展潜力。将光电信息技术融入机械类专业教育体系,不仅可以拓宽学生的知识边界,增强其解决复杂工程问题的能力,还有助于推动机械行业向更加智能化、绿色化的方向转型,以适应科技进步和产业升级的需求。此外,通过结合光电信息技术,学生能够掌握诸如激光加工、光谱分析等先进技术,这些技术对于提高生产效率和产品质量至关重要。同时,该领域的学习还能激发学生的创新思维,鼓励他们在未来的职业生涯中探索更多可能性,比如开发新型传感器或是优化现有的自动化系统^[5]。随着工业4.0时代的到来,具备光电信息背景的工程技术人才将成为连接传统制造业与新兴科技之间的桥梁,促进跨领域合作和技术融合,进一步加速整个行业的技术革新步伐^[6]。

1 新工科概述及其对机械类专业教学的影响

1.1 新工科的概念与特点

新工科是指顺应新一轮科技革命和产业变革趋势,对现有工科专业进行升级改造或创建新兴工科形态的过程。它强调跨学科交叉融合、产教深度融合、国际交流合作以及创新创业教育等理念。新工科建设旨在培养具备创新精神和实践能力的高素质工程技术人才,以满足经济社会发展对多样化人才的需求^[7]。

1.2 新工科对机械类专业教学的要求

在新工科框架下,机械类专业不仅要保持原有核心知识体系的完整性,还需注重与其他学科领域的交叉渗透,尤其是在信息科学和技术方面。具体来说,新工科要求机械类专业课程设置更加灵活开放,鼓励学生参与到实际工程项目当中去;同时,还要加强与企业界的合作,共同开发符合市场需求的教学资源^[8-9]。

2 光电信息技术基础及其在机械工程中的应用

2.1 光电信息技术简介

光电信息技术是集光学、电子学、计算机科学于一体的高新技术领域,主要包括光电探测器、激光器、光纤通信系统等内容。近年来,随着微纳加工技术的进步,微型化、集成化的光电器件得到了广泛应用,极大地促进了信息处理速度和精度的提升。

2.2 光电信息技术在机械工程中的应用实例

光电信息技术在机械工程领域有着广泛的应用,具体体现在以下几个方面:首先,在精密测量中,采用如激光干涉仪这样的高精度光学传感器能够达到亚微米乃至纳米级别的尺寸检测;其次,通过融合机器视觉与图像识别技术实现了智能化控制,使得设备能够在复杂的作业环境中完成自动化的定位与追踪任务;再者,光电信息技术可以提供非接触式的检测控制功能,如紫外线(UV)消毒设备、孵化设备、隧道照明等方面;最后,随着机器人自动化生产线以及柔性制造系统的引入,整个制造业向着更加高效、高质量的方向发展。这些技术共同促进了机械工程领域的现代化进程^[10]。

3 基于混合式教学模式的创新解决方案

3.1 现有教学模式存在的问题

尽管近年来国内高校在机械类专业的教育资源上加大了投入力度,但在某些关键领域仍然存在明显的不足。首先,传统的课堂教学模式往往过度强调理论知识的传授,而相对忽视了对学生动手能力以及创新思维的培养,导致理论与实践之间出现脱节现象。其次,一些学校的实验设施较为陈旧且功能有限,难以跟上现代工程技术快速发展的步伐。此外,高水平师资队伍缺乏也是一个不容忽视的问题,尤其是在寻找那些既精通专业技术又能有效运用教育方法进行教学的专业教师方面显得尤为困难^[11]。最后,当前的学生评价机制倾向于以期末考试的成绩为主要依据来评估学生的学习成效,这种做法忽视了通过过程性评价来全面了解学生综合能力发展的重要性。这些因素共同作用下,限制了机械类专业人才培养的质量与效率。

3.2 基于混合式教学模式的创新解决方案

针对上述问题,内蒙古民族大学工学院正在探索一种集线上与线下教学、虚拟仿真技术应用及多元化教学评价为一体的混合式教学模式,如图1所示。这种模式下的三个部分相互支持、联系紧密,有助于推动科研成果的实际转化,力求从根本上改善机械类专业教学质量。此外,工学院积极引入了与人工智能、光电显示技术、物联网等领域相关联的研究课题,采用任务驱动的方式,鼓励师生共同参与这些研究中来,持续拓展新的研究领域和创新思路。基于实际项目的实施,学院还为学生创造了参与信息技术竞赛的条件,将学生的竞赛经历与教师的科研工作相结合,旨在为学生提供将理论知识转化为实践技能的机会。通过参与竞赛,不仅能发现研究过程中的不足,还有助于进一步拓宽研究视野。

3.2.1 线上线下结合的教学方式

(1) 线上资源建设:利用互联网平台搭建丰富的在线课程资料库,包括视频讲座、电子图书、案例分析等,方便学生随时随地查阅学习。

(2) 线下互动交流:定期组织面对面研讨会、专题讲座等活动,增进师生之间以及同学之间的沟通与协作。

3.2.2 虚拟仿真技术的应用

(1) 虚拟实验室：构建三维可视化虚拟实验室，模拟真实实验环境，使学生能够在没有物理限制的情况下反复练习操作技能。

(2) 模拟软件工具：引入诸如 Silvaco TCAD、ANSYS、TracePro 等专业设计与分析软件，帮助学生更好地理解复杂工程问题的本质。

3.2.3 多元化的教学评价体系

(1) 过程性评价：增加平时成绩比重，关注学生在整个学期内的表现而非仅仅依靠期末考试结果。

(2) 同伴互评：鼓励同学之间相互评价对方的作品或报告，以此促进相互学习和进步。

(3) 实践能力考核：除了理论知识测试之外，还应当加强对学生实际操作能力的考察，比如通过举办或参加创新大赛、学术研讨会、实习实训等形式来检验他们的综合素养。

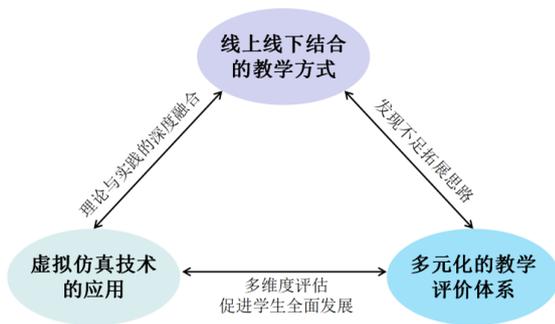


图1 混合式教学模式

4 教学案例分析

4.1 研究性仿真实验——量子阱宽度对 GaN 基 UV-LED 光电性能的影响

以多量子阱 (Multiple Quantum Wells, MQWs) GaN 基 UV-LED 的结构设计分析为例。GaN 基 UV-LED 的结构主要包括衬底 (如蓝宝石、SiC)、缓冲层 (如 GaN 或 AlN, 用于改善晶体质量)、n 型 GaN 层 (通过掺杂硅等元素增加导电性)、MQWs 结构、p 型 GaN 层和电极 (在 n 型和 p 型 GaN 层上分别制作金属电极, 便于电流注入), 如图 2 所示。工作原理是在给 GaN 基 UV-LED 施加正向偏置电压时, 电子从 n 型层流向 p 型层, 空穴则相反方向移动, 两者在 MQWs 区域相遇并复合, 释放能量以光子的形式发出, 由于材料带隙的特性, 所发射的光为紫外线。

实验团队规模为 2~3 人, 旨在使学生掌握 GaN 基 UV-LED 的基本构造、工作机理以及设计基础, 同时研究结构参数对器件光电性能的影响。实验内容聚焦于 GaN 基 UV-LED 的 MQWs 宽度的研究, 利用 Silvaco TCAD 半导体仿真分析软件, 基于实际案例构建模型, 包括载流子复合模型、迁移率模型、网格划分及泊松方程计算。实验首先设计了量子阱宽度为 2nm 且量子垒宽度均为 7nm 的 MQWs 的 UV-LED, 然后对期间进行仿真计算, 得到器件的

I-V 特性曲线以及 EL 光谱等。教师安排每个小组随后再进行两次实验, 且量子垒宽度仍保持为 7nm。两次实验的量子阱宽度为 3nm 和 4nm 的 MQWs 的 UV-LED, 分别对这两种结构的 LED 进行仿真计算。

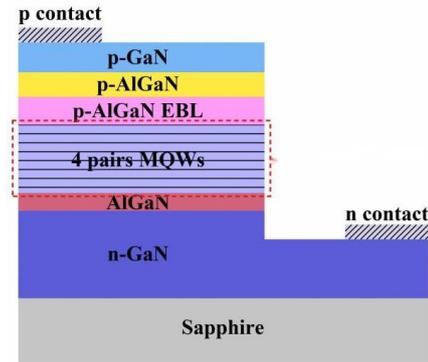


图2 GaN基UV-LED结构图

经过三次实验, 对比分析三种结构 LED 的能带图、I-V 特性曲线以及 EL 光谱等。最终, 根据所有小组的实验结果综合得出 GaN 基 UV-LED 结构的优化方案, 即当阱垒比为 3:7 时, 器件具有最优的光电性能。图 3、图 4 分别为实验得到的不同量子阱宽度的 UV-LED 的 I-V 特性曲线和 EL 光谱。此外, 实验期间每位学生需独立完成一次不同量子垒宽度的实验, 之后小组成员共同讨论并分析量子垒宽度对 GaN 基 UV-LED 光电性能的影响。

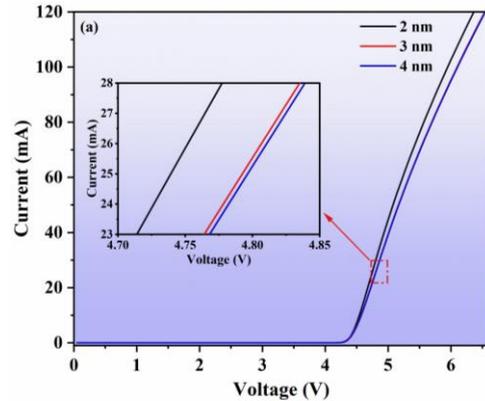


图3 不同量子阱宽度的UV-LED的I-V特性曲线

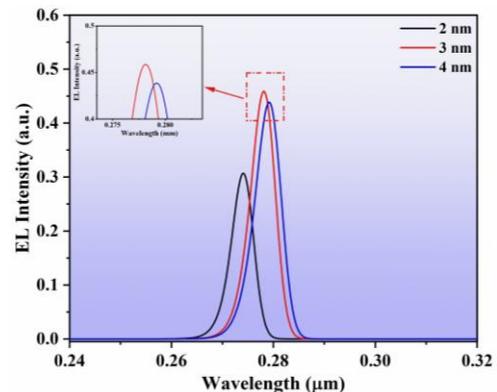


图4 不同量子阱宽度的UV-LED的EL光谱图

4.2 案例效果

为了探讨光电子器件结构设计及仿真分析的案例实训效果,本文选取了以 GaN 基 UV-LED 的结构设计分析为实例。作为研究性实验,要求实验团队依据每位成员的实验成果汇总分析,得出最终结论。参与研究性实验的学生需独立操作,以此熟练运用 Silvaco TCAD 专业软件,提升自身的技术水平。在与同伴交流的过程中,学生能够深化对课程理论的认识,并在小组讨论阶段发现并解决问题。对于此次实验,学生在项目启动时需先了解相关器件,这不仅有助于掌握行业的最新动态,还能激发学生的主动性和创造力,从而增强其专业能力。

5 结语

在新工科背景下,将光电子信息技术与传统机械类专业教学相融合不仅是顺应时代潮流之举,更是提升人才培养质量的关键所在。本文深入探讨了新工科理念指导下的机械类专业教学改革方向,特别强调了光电信息技术在这一领域的关键作用与广阔的应用前景。文章指出,随着科技环境的迅速变化,传统教学方法已无法充分满足现代工程教育的要求。针对这一挑战,文中提出了一种“线上线下结合的教学方式——虚拟仿真技术的应用——多元化的评价体系”创新的混合式教学模式。通过详细的教学案例分析,本文证实了所提倡的混合式教学模式不仅有助于促进跨学科的知识整合,而且在培养学生的多方面技能和创新能力上表现出色。此模式的实施对于提升机械类专业毕业生的综合能力,使其更好地适应行业需求至关重要。本文不仅为新工科背景下机械类专业的教学改革提供了实用的参考框架,同时也对促进中国高等教育体系的进步及高素质人才培养具有深远的意义。

基金项目:内蒙古自治区教育科学研究“十四五”规划课题,编号 NGJGH2022254。

[参考文献]

[1]张灿,袁振龙,李继霞.新质生产力赋能产业链供应链

韧性提升:机理、困境与路径[J].重庆理工大学学报(社会科学),2024,38(11):1-15.

[2]尚妍,王璐,刘宏升,等.能源动力类校企协同实践机制研究与实践[J].实验科学与技术,2024,22(5):116-128.

[3]李渊,黄竞雄,梁嘉祺.道器相融:从技能到思维到融通——厦门大学“国土空间规划信息技术”课程教学创新与实践[J].中国建筑教育,2023(1):167-172.

[4]周鼎,吕冠儒,郭鹏翔,等.新工科教育语境中跨学科课程项目的设计教学法[J].高等工程教育研究,2023(6):16-26.

[5]郭善龙,王静,李晋红.“大思政课”背景下光电信息类专业课一体化建设问题和对策研究[J].黑龙江教育(理论与实践),2024(11):52-55.

[6]王志社,彭英,杜晓芬,等.光电类研究生实践创新能力培养的探索与实践[J].山西青年,2024(19):66-68.

[7]周聃,魏艳,薛芳秀,等.新工科背景下国际“双创”育人模式改革[J].高教学刊,2024,10(32):82-91.

[8]牛士超,李秀娟,韩志武,等.新工科背景下仿生机械设计课程的“四跨”教学探索[J].高等工程教育研究,2024(4):82-87.

[9]刘占省,李安修,杜修力,等.新工科背景下融合信息技术的土木工程教学实践创新[J].高等建筑教育,2023,32(1):15-23.

[10]钟年丙,汤斌,贺媛媛,等.光电信息科学与工程专业应用型高级专门人才培养体系建设[J].中国现代教育装备,2023(21):136-138.

[11]刘东静,周福,刘利孙.项目导向型教学在电子封装技术专业课程教学中的应用[J].学园,2022,15(18):12-14.

作者简介:张春友(1980—),男,教授,博士,研究方向:新能源。