

虚拟现实技术在电动汽车电机及驱动控制课程教学中的应用

蔡云凯 张宝峰 吴浩然 王玉刚

湖北汽车工业学院汽车工程学院, 湖北 十堰 442000

摘要: 本文探讨了虚拟现实技术在《电动汽车电机及驱动控制》课程教学中的应用价值与实践路径。针对传统教学中抽象理论难以理解、实践机会有限等问题, 通过构建虚拟实验室、模拟真实场景及个性化学习方案, 实现了从原理认知到故障诊断的全方位教学改革。案例分析显示, 采用VR技术后, 学生成绩显著提升, 高分段人数增加, 尤其在电机控制原理理解和实践能力培养方面效果突出。研究表明, VR技术通过沉浸式、交互式学习环境, 有效解决了高压实训风险、资源浪费等痛点, 为新能源汽车领域“新工科”人才培养提供了创新方案。

关键词: 虚拟现实技术; 电机; 驱动控制; 教学改革; 人才培养

0 引言

电动汽车作为新能源汽车的代表, 对于我国汽车产业的发展具有重要意义。电动汽车电机及驱动控制技术是电动汽车领域的重要分支, 对学生的实践能力和创新思维提出了较高的要求。然而, 传统的教学方法往往难以提供足够的实践机会, 导致学生对抽象的理论知识理解不足^[1]。因此, 急需一种更加先进的教学方法来解决这一问题。虚拟现实(VR)技术作为近年来快速发展的新技术, 能够为学生提供一个沉浸式的学习环境, 有助于提高学生的学习兴趣和实践能力。

1 VR技术在《电动汽车电机及驱动控制》教学中的应用现状

基于国家“碳达峰、碳中和”战略布局, 新能源造车新势力以及传统汽车厂商纷纷布局新能源汽车的转型升级, 国内乃至全球新能源汽车行业产销占比持续快速增长, 未来5年内, 行业人才缺口将达到百万量级。培养新能源汽车“新工科”属性的高级应用型人才是“汽车强国”战略的重要保障。

驱动电机是新能源汽车的核心部件, 认知驱动电机基本结构和工作原理, 掌握其优化、匹配和控制是新能源汽车专业学生必备的能力。为更好地培养新能源汽车领域人才, 满足社会对车辆工程学科领域的科研、设计、教学和工程技术等各方面的人才需求。教育部明确提出重点支持新能源汽车领域虚拟实训项目建设, 清华大学车辆学院联合比亚迪等企业已建成国家级电机控制虚拟仿真实验教学中心^[2]。同济大学提出的“三维认知-虚拟实训-真机验证”阶梯式教学法(2025)已在23所应用型本科院校推广, 相关成果显示学生故障诊断能力提升37%^[3]。大众汽车集团与柏林工业大学合作的“Digital Twin Training”项目(2024年)通过数字孪生技术实现了电机控制参数的实时反

馈, 显著缩短了培训周期。该项目利用数字孪生技术创建虚拟培训环境, 使工程师能够实时监控和调整电机控制参数, 从而将传统培训周期缩短了30%。这一创新不仅提升了培训效率, 还降低了实际操作中的错误率。近年来, 随着科学技术的不断创新和完善, VR技术已成为新能源汽车专业实训、教学的重要手段^[4-5]。

2 VR技术在《电动汽车电机及驱动控制》教学中的应用框架

2.1 构建虚拟实验室

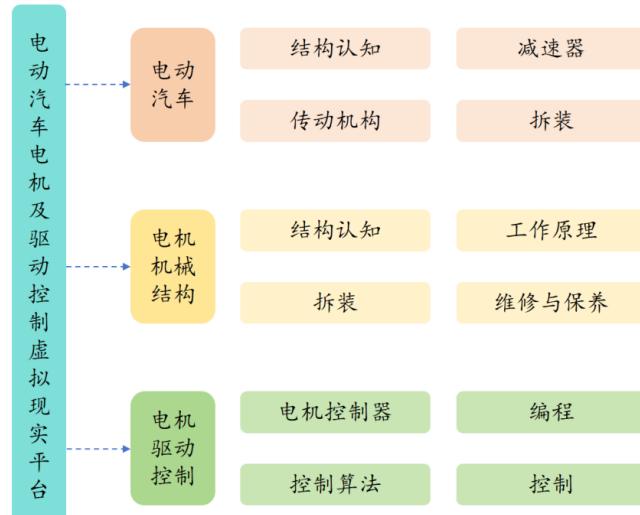


图1 电动汽车电机及驱动控制课程虚拟现实平台建设框架

利用VR技术, 可以构建一个与真实实验室相似的虚拟实验室。学生可以在虚拟实验室中进行电动汽车电机及驱动控制的实验操作, 从而提高实践能力。同时, 虚拟实验室还可以避免传统实验室中可能出现的安全问题, 保障学生的学习安全^[6]。

利用VR技术, 结合新能源汽车专业知识, 建设电动汽车虚拟现实平台。以新能源汽车数

数字化设计与仿真、汽车电控技术、新能源汽车动力开发为核心,突出新能源汽车专业特色,建设电动汽车电机及驱动控制课程虚拟现实平台。创新人才培养模式,以新理念、新形态、新方法促进专业建设。借助VR实验室,将平面的原理结构转换为3D立体、可交互操作的直观模型,利用VR技术打造沉浸式的虚拟现实课堂,加强直观性和互动性,激发学生的学习兴趣,以便学生快速理解和掌握。电动汽车电机及驱动控制课程虚拟现实平台建设框架,如图一。

2.2 模拟真实场景

电机控制课程涉及众多复杂的概念和工作流程,这些知识点对于学生来说往往难以理解和掌握。VR技术通过构建高度仿真的电动汽车数字孪生环境,为新能源汽车专业教学提供了革命性的实践平台,将这些抽象的概念和复杂的流程以直观、生动的三维模型形式展示在学生面前,极大增强了教学的直观性和形象性^[7]。

学生可以在虚拟环境中观察电机控制系统是如何根据驾驶需求调节电机输出功率的,进而了解电机驱动系统的工作原理。在三维可视化交互场景中,学生可实时观测永磁同步电机的转子磁场分布、IGBT模块的开关过程等微观现象,并通过力反馈设备感知扭矩输出的动态变化。这种多模态交互设计实现了从理论认知到具身学习的跨越,特别是在故障模拟环节,系统能精确再现绕组短路、传感器失效等典型故障的连锁反应,使学生在安全环境中培养诊断思维能力。该方式有效提升了关键知识点的理解效率,将抽象的电机控制算法转化为可感知的物理现象,有效解决了传统教学中看不见、摸不着的教学痛点。因此,VR技术在电动汽车电机及驱动控制的教学中,能够帮助学生突破复杂知识的理解障碍,提高他们对专业知识的掌握水平。

2.3 个性化学习

虚拟仿真技术通过动态评估学习者的知识基础、认知风格和能力水平,构建出适配个体特征的智能学习环境。系统能够实时追踪学生的操作轨迹、响应速度和错误模式,据此自动调整实验难度系数和知识呈现方式。例如,在电机控制虚拟实验中,基础薄弱的学生会获得

分步引导的模块化训练,而进阶学习者则可解锁参数自由调节的高级模式。这种差异化的资源供给机制,使虚拟仿真平台能够同时满足不同层次学习者的需求。

在虚拟仿真平台中,学生可以自主选择符合个人兴趣的研究方向,通过模块化实验方案实现个性化探索。系统提供从基础认知到创新实践的多层次学习路径,例如对电机控制感兴趣的学生可以选择深入分析永磁同步电机的矢量控制算法,而偏好动力电池的学生则能开展充放电特性的虚拟仿真研究。这种开放式的学

习框架允许学生自主规划学习进度,在三维交互环境中反复验证假设,组合不同实验模块构建个性化知识体系。通过数字孪生技术模拟极端工况下的系统响应,平台内置的智能推荐系统会根据学生的操作记录,动态推送相关领域的扩展资源,如前沿论文、典型故障案例库等,支持其开展更深入的专项研究。这种定制化的学习体验,使学生在掌握核心知识的同时,能够针对特定领域进行针对性强化。

虚拟现实技术还可以根据学生不同的需求和学习进度,提供个性化的学习方案。学生可以根据自己的实际情况,选择适合自己的学习内容和难度,从而提高学习效果。依托电动汽车虚拟现实平台,搭建安全可控的虚拟环境,给学生提供丰富、灵活的实践机会,提高学习效率,加深对新能源汽车电机原理和控制的理解。根据学生个体差异,自主发展学生特长及兴趣。

3 案例分析

以湖北汽车工业学院新能源汽车专业为例,在《电动汽车电机及驱动控制》课程中引入了虚拟现实技术。图2显示了不同教学方式的成绩分布,引入虚拟技术教学,有效提升了学生对抽象的电机控制原理的理解,特别是高分段(90~100分)人数显著增加。通过构建虚拟实验室和模拟真实场景,学生们能够更加直观地理解电动汽车电机及驱动控制技术的基本原理和操作方法。同时,学生们还可以在虚拟环境中进行实验操作,提高了他们的实践能力。通过对传统教学方法与基于虚拟现实技术的教学方法,可知引入虚拟现实技术后学生的学习成绩明显提高,加深了学生对电机及控制原理的理解。

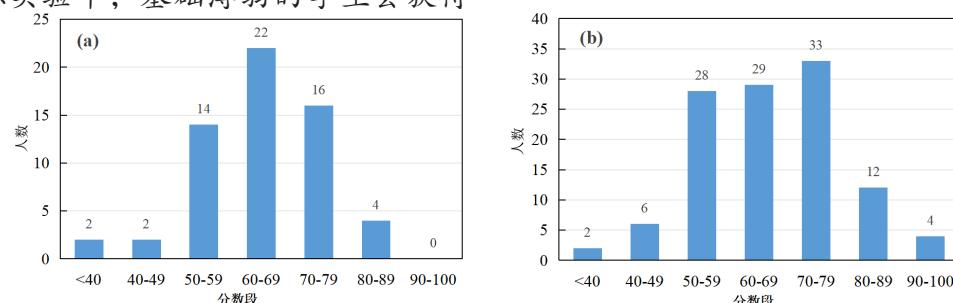


图2 不同教学方式的成绩分布: (a) 传统教学 (b) 引入虚拟技术教学

4 虚拟现实教学模式的优势与挑战

4.1 教学模式的优势

电动汽车电机及驱动控制教学实践环节通常涉及高压电、高转速、高危等，存在一定的安全风险。虚拟仿真技术可以提供一个安全的虚拟环境，在没有实际设备的情况下进行实践操作，避免了潜在的危险。传统的车用驱动电机实践教学通常需要大量的设备、材料和实践教学场地等资源，会带来巨大的经济成本和资源浪费。而虚拟仿真技术可以极大地减少对实际设备和实践教学场地的依赖，极大的节省成本和资源。

此外，传统实训课程往往受到时间和设备的限制，学生的实践机会有限。而虚拟仿真技术不受时间和空间的限制，学生可以根据自己的安排和需要随时进行实践操作，提高了实践机会的灵活性和高效性。

虚拟仿真技术可以模拟各种设备和场景，提供了多样化的实践情境。学生可以通过虚拟环境进行多次实践，观察和分析实践操作结果，加深对新能源汽车电机原理和控制的理解。虚拟仿真技术可以根据学生的个体差异和学习进度提供个性化的学习环境和学习资源。学生可以根据自己的需求和兴趣选择不同的虚拟实践操作，自主发展特长和深入研究感兴趣的领域。

4.2 面临的挑战与对策

虚拟现实技术在新能源汽车专业教学中已展现出革命性的潜力，特别是在解决高压安全实训和复杂系统认知方面效果显著，应用案例不断涌现。然而，它仍处于快速发展的早期阶段，面临成本、内容质量、技术成熟度、教师能力、教学设计融合等多方面的挑战^[8]。

此外，虚拟现实技术在新能源汽车专业教学的普及度有待提高，深度应用仍需探索。未来发展方向明确：成本降低、内容深化、虚实融合、AI 赋能、云平台化、标准化和校企协同。VR 技术正逐渐成为新能源汽车专业教育中不可或缺的重要辅助手段和未来发展方向，但短期内仍难以完全替代传统的实物教学和实操训练，“虚实结合”是最优路径^[9]。

5 结论

虚拟现实技术在《电动汽车电机及驱动控制》教学中展现出革命性潜力：其一，通过三维可视化与数字孪生技术，将抽象理论转化为直观体验，提升学习效率；其二，个性化学习路径和模块化实验设计满足了不同层次学生的需求；其三，虚拟实训克服了高压操作的安全隐患与资源限制。尽管面临成本高、技术融合度不足等挑战，但“虚实结合”模式已成为未来教学发展方向。建议进一步推广 VR 技术应用，深化校企合作，优化内容开发，以推动新能源汽车专业教育的全面升级。

参考文献：

- [1] 朱孟伟. 虚拟现实技术在汽车类专业教学中的应用研究 [J]. 电脑知识与技术: 学术版, 2020.
- [2] 张健, 包丕利. 新能源汽车专业虚拟现实项目开发与教学应用 [J]. 时代汽车, 2024(10):94-96.
- [3] 郑庆华. 系统探索工程智能驱动学科转型发展的创新路径 [J]. 中国高等教育, 2025, 11.
- [4] 李未, 滕菲, 李庆华. 虚拟现实技术在汽车构造实验教学中的应用 [J]. 长春大学学报, 2016, 26(6):5.
- [5] 李超, 张宏, 齐连生. 虚拟现实技术在汽车构造实验教学中的应用 [J]. 时代汽车, 2024(22):56-58.
- [6] 石伟刚. 虚拟现实技术在新能源汽车技术专业实训教学中的应用与研究 [J]. 时代汽车, 2024(10):88-90.
- [7] 褚乐阳, 陈卫东, 谭悦, 等. 重塑体验: 扩展现实(XR)技术及其教育应用展望——兼论“教育与新技术融合”的走向 [J]. 远程教育杂志, 2019, 37(1):15.
- [8] 李垚, 罗梅, 李宁, 等. 虚拟现实技术在新能源汽车专业教学中的应用 [J]. 汽车测试报告, 2024, (11):128-130.
- [9] 雷长友. 虚拟仿真技术在新能源汽车专业教学中的应用研究 [J]. 大众汽车, 2025, (06):163-166.

作者简介：蔡云凯（1993.02—），男，汉族，安徽滁州，博士，讲师，研究方向：新能源汽车动力系统关键技术。

项目信息：本文湖北汽车工业学院校级教研项目“基于虚拟现实技术的《电动汽车电机及驱动控制》教学模式改革”（JY2024024）的研究成果。