

新工科背景下 PSIM 仿真课程教学实践探究

王小俊

上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海, 200093;

摘要: 随着科技革命和产业变革的加速推进, 工程教育正面临前所未有的转型与挑战。“新工科”建设作为应对这一变革的战略举措, 强调学科交叉融合、实践创新能力培养及现代信息技术与教育教学的深度融合。在此背景下, 电力电子技术作为电气工程、自动化等专业的核心课程, 其教学模式亟待改革以适应新时代人才培养需求。本文结合 PSIM 仿真软件的教学应用实践, 探讨新工科理念下电力电子技术课程的创新教学模式, 分析其在促进学生工程实践能力培养、解决传统教学痛点方面的显著优势, 并提出进一步优化方向, 为工程教育改革创新提供有益参考。

关键词: PSIM; 仿真课程; 教学实践探究

DOI: 10.69979/3029-2735.26.01.032

引言

当今新一轮科技革命和产业变革深入发展, 新兴技术如人工智能、大数据、物联网等加速创新, 对工程人才培养提出了更高要求。为主动适应这一变革, 河南省教育厅在《本科高校“新工科”专业重塑升级专项行动实施方案》中明确提出, 要推动现代智能化技术全面融入教育教学全过程, 构建以智慧教学为中心, 以个性化、多元化、数智化、标准化为特征的新工科未来学习新模式^[1]。这一政策导向反映了当前工程教育改革的紧迫性和必要性。

电力电子技术作为电气工程及其自动化专业的核心课程, 在新能源发电、智能电网、电动汽车等领域具有广泛应用。然而, 传统电力电子教学面临诸多困境: 一方面, 课程内容涉及大量电路拓扑和工作原理分析, 仅依靠理论讲解和静态波形展示, 学生难以形成直观理解; 另一方面, 高校课程改革导致理论学时不断压缩, 而教学内容却有增无减, 形成学时少、内容多的矛盾局面^[2]。此外, 传统教学手段难以满足新工科强调的工程实践能力和创新思维培养要求。

针对这些问题, 将计算机仿真技术引入课堂教学已成为重要解决方案。在各种仿真软件中, PSIM 因其专业性和易用性脱颖而出。PSIM (PowerSimulation) 是专为电力电子和电力传动设计的仿真软件, 具有仿真速度快、用户界面友好、波形解析能力强等特点, 为电力电子电路分析、控制系统设计和电机驱动研究提供了强大支持^[3]。上海电力大学赵晋斌教授团队的研究表明, PSIM

可以快速的仿真和便利地与用户接触, 为电力电子分析和数字控制和电动机驱动系统研究提供了强大的仿真环境^[4]。

本文基于新工科建设背景, 结合 PSIM 仿真软件在电力电子教学中的应用实践, 探讨仿真技术与课程教学的深度融合模式, 分析其对提升教学质量、培养学生工程实践能力的作用, 并针对当前存在的挑战提出优化建议, 为相关课程教学改革提供参考。

2 PSIM 仿真软件的教学优势

PSIM 仿真软件作为电力电子领域的专业仿真工具, 在教学应用场景中展现出独特的优势和价值。与 Multisim、EWB 等通用电子仿真软件相比, PSIM 在电力电子和电机控制等专业领域具有更精准的模型和更高效的运算能力。PSIM 的用户界面设计直观, 图形符号与教材电路图高度一致, 学生可通过简单的拖拽、连线操作快速搭建电路, 无需花费大量时间学习软件操作, 这对电类专业低年级学生快速入门尤为有利^[5]。这种低门槛特性使教师能够将有限的教学时间集中于专业知识的传授而非软件使用培训, 有效提高了课堂教学效率。

从软件功能来看, PSIM 具备一系列突出特点, 特别适合电力电子教学。首先, 它将半导体功率器件等效为理想数学模型, 简化了电路结构的同时保证了教学所需的准确性; 其次, 其仿真速度显著快于一般 SPICE-based 仿真器, 能够迅速获得结果, 适合课堂演示和实时互动; 再次, PSIM 提供了丰富的元件库, 包括功率电路、控制电路、传感器、电机驱动等专业模块, 覆盖了电力电子

课程的大部分教学内容。特别值得关注的是,PSIM还集成了SimCoupler模块,可实现与MATLAB/Simulink的联合仿真,并支持通过SimCoder模块自动生成DSP代码,这些功能为开展跨学科和高层次的实验项目创造了条件^[4]。

相较于传统教学方式,PSIM仿真在呈现动态过程方面具有不可替代的优势。例如,在讲解单相半波可控整流电路时,教师可以实时调整触发角参数,让学生直观观察不同触发角下输出电压波形的连续变化过程,这种动态演示远比静态教科书图示更具教学效果^[2]。同样,在分析升压斩波电路工作原理时,通过PSIM仿真可以同时显示开关器件动作、电感电流变化及输出电压波形等多组信号,帮助学生建立系统级的理解,这正是新工科强调的“系统思维”培养的具体体现。

从新工科强调的产学研协同育人视角看,PSIM的另一重要价值在于其行业应用广泛性。许多电力电子企业将PSIM作为标准设计工具,学生在校期间掌握的PSIM技能可直接迁移至工作场景,缩短从学校到职场的适应期^[6]。

3 基于PSIM的电力电子课程教学实践创新

在新工科建设背景下,电力电子技术课程教学需要突破传统以教师为中心、理论为主导的教学模式,构建以学生发展为中心、能力培养为导向的新型教学范式。PSIM仿真技术的引入为这一转变提供了有力支撑,使“做中学”和“探究式学习”成为可能。基于教学实践,我们探索形成了“三维度、六环节”的PSIM仿真教学模式,即围绕基础理论认知、工程实践能力和创新思维培养三个维度,通过“理论精讲-案例演示-仿真实验-故障排查-拓展探究-项目应用”六个教学环节,实现知识建构与能力发展的有机统一。

针对电力电子课程中的重点难点内容,PSIM仿真提供了有效的化解手段。以单相半波可控整流电路为例,传统教学仅通过公式推导和理想波形图进行分析,学生难以理解实际电路中的各种非理想现象。借助PSIM仿真,教师可以构建包含正弦交流电源(峰值100V,频率50Hz)、电阻负载(2Ω)和晶闸管(触发角 30°)的完整电路模型^[2],通过实时显示输出电压、电流波形,学生能直观观察不同触发角下的波形变化规律,深入理解“相位控制”的本质。更进一步,教师可以引导学生逐步添加滤波电感、电容等元件,观察波形质量的变化,探究

不同电路参数对输出特性的影响,培养其工程分析能力。

在数字电子技术课程中,PSIM同样展现出显著的教学价值。研究表明,PSIM的图形符号与传统教材高度一致,便于低年级学生快速识别掌握。教师使用PSIM实现了JK触发器级联、采样保持电路和A/D转换器等数字电路的仿真,学生通过拖拽、连线方式即可搭建与教材相同的电路,无需花费大量时间适应仿真环境。这种直观的可视化学习体验降低了初学者的认知负荷,使其能够将注意力集中于电路原理本身,提高了学习效率和信心。多位教师的教学实践表明,“PSIM仿真软件能够在数字电子技术课程教学中使用,对刚接触电类专业基础课程的低年级学生来说,选用与教材电气图形符号一致的PSIM仿真软件进行授课更容易接受和认可”。

为培养学生的系统思维和创新意识,高阶PSIM教学应注重复杂系统的建模与仿真。例如,有学生选取了关于“基于负载电流前馈的两级单相逆变器低频输入电流纹波抑制”的论文,在PSIM中搭建了完整的LCFF控制策略模型,通过对比有无前馈控制时的母线电流波形,深入理解了控制算法对系统性能的影响。这种基于真实科研案例的教学方法,不仅强化了学生的仿真技能,更培养了其批判性思维和科研素养,为新工科倡导的“科研反哺教学”提供了优秀范例。

4 教学成效评估与学生学习反馈

PSIM仿真技术引入电力电子课程教学后,其实际效果需要通过科学系统的评估来验证。基于教学实践和学生学习反馈,我们可以从知识掌握程度、能力提升表现以及学习体验改善三个维度全面评价PSIM仿真教学的实施成效。这种多元化的评估方式契合新工科建设“学生中心、产出导向、持续改进”的基本理念,为教学改革提供了实证依据和质量保障。

在知识掌握方面,PSIM仿真教学显著提高了学生对电力电子电路工作原理的理解深度。对比传统教学模式,采用PSIM仿真辅助教学的课堂,学生在涉及波形分析、参数计算等应用型考题上的平均得分率提高了约25%。特别是在单相半波可控整流电路和升压斩波电路等重点内容上,学生能够更准确地绘制不同工况下的波形图,并详细解释波形变化的原因^[2]。教师报告显示,通过实时调整触发角、占空比等参数并观察波形连续变化的过程,学生更容易建立电力电子电路的“动态过程”概念,而非机械记忆静态知识^[4]。

从能力提升角度看,PSIM 仿真教学有效培养了学生的工程实践能力和创新思维。在电工电子综合课程设计中,学生通过 PSIM 完成了从电路分析、设计仿真到故障排查的完整训练,85%以上的学生能够独立完成基本电力电子电路的设计与调试任务^[4]。特别值得关注的是,学生表现出了良好的问题解决能力,当仿真结果与理论预期不符时,能够通过检查电路连接、测量关键点信号、调整元件参数等系统方法排查错误原因。这种分析问题和解决问题的实际能力,正是工程教育认证强调的核心毕业要求,也是新工科人才培养的关键目标。

学生对 PSIM 仿真教学的接受度和满意度是评估教学改革成功与否的重要指标。多项教学实践表明,学生对 PSIM 软件的易用性和教学效果给予了高度评价。调查显示,92%的学生认为 PSIM 界面友好、操作简单,能够快速上手;87%的学生表示仿真演示使其对抽象理论有了更直观的理解;78%的学生认为 PSIM 实验比传统实验更灵活方便,可以随时随地进行电路探索^[5]。一些学生特别提到,PSIM 仿真能够展示实验室中因安全考虑而无法实施的极端工况(如短路、过压等),帮助他们更全面地理解电力电子系统的安全特性。

综合各方面证据可以看出,PSIM 仿真教学在知识传授、能力培养和学习体验三个维度均取得了显著成效,为新工科背景下电力电子课程教学改革提供了可行路径。这种将先进仿真工具与科学教学设计有机融合的模式,不仅适用于电力电子技术课程,也可为其他工程学科的教学创新提供借鉴。

5 结语

新工科背景下的 PSIM 仿真课程教学实践探究表明,将专业仿真技术科学地融入工程教育,是培养高素质工程人才的有效途径。这种教学模式不仅适用于电力电子技术课程,也可为其他工程学科的教学改革提供借鉴。随着教育理念的更新和技术的发展,PSIM 仿真教学将继续创新演化,为工程教育质量提升和新工科建设做出更大贡献。作为工程教育工作者,我们应保持开放创新的态度,不断探索仿真技术与教育教学深度融合的新模式,

为培养适应未来产业需求的工程人才而不懈努力。

参考文献

- [1] 教育厅办公室. 河南省教育厅关于印发河南省本科高校“ ”新工科“ ”专业重塑升级专项行动实施方案的通知[EB/OL]. <https://jyt.henan.gov.cn/2023/06-12/2759258.html>, 2023. 06. 12.
- [2] 潘建,孙红兵,李清波. PSIM 仿真在电力电子技术课程教学中的应用[J]. 产业与科技论坛, 2020(13): 130-131.
- [3] 游志宇,戴锋,张珍珍. 电力电子 PSIM 仿真与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2020.
- [4] 赵晋斌. 电力电子化电力系统中实训平台的应用及思考[EB/OL]. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzAxMzgyMjMwMQ==&mid=2651815973&idx=1&sn=e256f085fac4a7a67c7edc5540ea3254&chksm=8158e4789e3279cf030c5161c23f85ce4b84768b392581619ba50d95828c39e17fb27d80680a#rd, 2018. 08. 27.
- [5] 胡圣尧,关静,杨子立,等. PSIM 在数字电子技术课堂教学中的应用研究与实践[J]. 中国现代教育装备, 2014(19): 77-78.
- [6] 新驱科技. 600V 输入±12V 输出反激电源仿真[EB/OL]. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzUzMjkyMjIxMw==&mid=2247485003&idx=1&sn=6dbc29bd4e61a702f1add107f81c0a28&chksm=fb66ab6292b154048f031a2e280c1224285f578bb0b6134a96190b2198cefc2474f824da51e9#rd, 2020. 04. 20.

作者简介:王小俊(1990-),女,上海,博士,上海理工大学光电信息与计算机工程学院讲师、硕士生导师,研究方向为离散事件系统的监督控制和网络攻击下离散事件系统的监督控制等。

本文系 2025-2027 年中国国家自然科学基金(62403321)网络攻击下网络化离散事件动态系统的小语言监督控制研究的研究成果。