

基于模块化实验系统的电力电子技术实验教学改革

格桑曲珍, 张涛, 袁超

西藏农牧学院, 西藏 林芝 860000

摘 要 : 高校针对电力电子技术实验教学中存在的实验设备陈旧、验证性实验过多、考核方式单一等问题, 提出了基础性实验模块、综合性实验模块、设计性实验模块等实验教学模块课程设计以及电力电子技术实验模块化的教学策略, 旨在更好地降低实验的成本, 提高实验项目的理论水平和实践能力, 从而更好地促进学生全面地成长。

关 键 词 : 模块化实验系统; 电力电子技术; 实验教学

Reform of Power Electronics Technology Experimental Teaching Based on Modular Experimental System

Gesang Quzhen, Zhang Tao, Yuan Chao

Xizang Agricultural and Animal Husbandry University, Linzhi, Xizang 860000

Abstract : In response to the problems of outdated experimental equipment, excessive verification experiments, and single assessment methods in power electronics technology experimental teaching, universities have proposed course designs for basic experimental modules, comprehensive experimental modules, and design experimental modules, as well as modular teaching strategies for power electronics technology experiments. The aim is to better reduce the cost of experiments, improve the theoretical level and practical ability of experimental projects, and promote students' comprehensive growth.

Keywords : modular experimental system; power electronics technology; experimental teaching

引言

《关于推动能源电子产业发展的指导意见》明确指出能源电子产业是电子信息技术和新能源需求融合创新产生并快速发展的新兴产业, 是生产能源、服务能源、应用能源的电子信息技术及产品的总称, 主要包括太阳能光伏、新型储能电池、重点终端应用、关键信息技术及产品(以下统称光储端信)等领域。随着全球加快应对气候变化, “能源消费电力化、电力生产低碳化、生产消费信息化”正加速演进。能源电子既是实施制造强国和网络强国战略的重要内容, 也是新能源生产、存储和利用的物质基础, 更是实现碳达峰碳中和的中坚力量。为推动能源电子产业发展, 从供给侧入手、在制造端发力、以硬科技为导向、以产业化为目标, 助力实现碳达峰碳中和。工业和信息化部等六部门关于推动能源电子产业发展的指导意见也明确指出以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 深入贯彻落实党的二十大精神, 立足新发展阶段, 完整、准确、全面贯彻新发展理念, 构建新发展格局, 以深化供给侧结构性改革为主线, 以改革创新为根本动力, 以构建产业生态体系为目标, 以做优做强产业基础和稳固产业链供应链为根本保障。^[1]高校应该根据国家的政策性文件走适合国家发展的道路, 这样才能够更好地促进学生的发展。

一、电力电子技术实验教学的问题

随着电力电子技术的快速发展, 新型器件、先进控制策略和高效能变换技术的不断变化, 已经对许多高校的电力电子实验室产生了一定的冲击, 因为在许多高校当中还使用着过时或即将淘汰的设备, 从而使学生学习效率下降, 没有办法满足现代电力电子技术实验教学对高精度、高可靠性和高效率的需求。^[2]验证性实验通常是让学生按照课本上固定的实验步骤和电路图进行操作, 以此来验证课本上的理论知识, 这种实验方式虽然能够帮助学生巩固理论知识, 但缺乏创新性和探索性, 难以激发学生的学习兴趣 and 求知欲, 使学生丧失了创新能力, 影响在职业环境当中思考

问题的方向。^[3]

二、电力电子技术实验模块化课程设计

高校为了更好地锻炼学生的实践能力和促进人才的不断成

长, 可以通过增加电力电子技术实验模块化课程的方式进行教学, 具体的实验教

模块	包含内容
基础性实验模块	单相半波可控整流电路实验
	三相桥式半控整流电路实验
	直流/直流变换电路实验
	单相交流调压电路实验
综合性实验模块	单相交直交变频电路性能研究
设计性实验模块	单相桥式全控有源逆变电路性能研究等实验
	电压模式 Buck 降压变换器设计与控制
	单相并网逆变器设计与控制等实验

学内容如表1所示。

（一）基础性实验模块

电力电子技术实验旨在通过实验操作，使学生深入理解电力电子技术的原理、装置及应用，从而更好地掌握相关实验技能，为今后的工程实践和研究工作打下坚实的基础。^[4]学生在基础模块中需要了解晶闸管等电力电子器件的基本工作原理，掌握整流电路的基本构成和输出电压的波形特点；还需要搭建三相桥式半控整流电路，观察不同负载和控制角下输出电压和电流的变化情况，并分析其对整流效果的影响；更需要搭建直流/直流变换电路来观察电压和负载的不断变化对于波形变化的影响。这样才能够更好地培养他们的实验技能和数据分析能力。^[5]

（二）综合性实验模块

在综合性实验模块当中，单相交直交变频电路是电力电子技术当中用于实现交流电频率变换的重要学习内容。学生应该通过实验的方式掌握不同变频方法的实现方式和调节效果，以此来更好地促进学生思维能力的发展。^[6]学生在单相桥式全控有源逆变电路性能的研究当中需要通过对不同逆变方法来实现最终的调节效果，以此来更好地理解逆变电路的优化设计和性能提升的方式。^[7]

（三）设计性实验模块

设计性实验模块旨在培养学生的实验设计能力和创新思维，帮助他们掌握电力电子技术的实际应用。该模块包括电压模式Buck降压变换器设计与控制、单相高网逆变器设计与控制等实验。^[8]例如，电压模式Buck降压变换器设计与控制、单相离网逆变器设计与控制等设计性实验项目。此设计性实验模块教学真正实现了以学生为主体的多课程知识融合训练，学生语言以及团体合作能力得到有效锻炼，对学生解决实际复杂问题的能力、实践操作能力和开拓创新能力有重要的促进作用。^[9]

三、电力电子技术实验模块化教学策略

（一）提升教师综合能力

高校可通过“引进来”和“走出去”的方式来提高教师的综合素质。^[10]在“引进来”方面，高校可以出台相关的政策性文件邀请电力电子技术实验方面的专家学者，参与到学生的实验指导当中，以此来更好地促进学生发展的同时，还能够与同校的教师进行沟通和交流，从而为教师带来更多的实践案例，让教师可以将其应用到学生的教学当中。高校还可通过外聘的方式，邀请企业人员来到学校当中作为外聘教师，每学期对学生进行实践方面进行部分的指导，以此来提升学生的新鲜感，让学生觉得这是一个放松的课程，从而更好地投入到课堂当中；在“走出去”方面，高校可以派遣在学校表现较好的教师深入到企业当中进行学习的同时将企业当中的真实案例带入学生的教学策略和教学方法当中，教师也会将研究成果带入企业当中，使企业能够更好地进行研究。高校还可以让教师参与到国内外的专家学者的论坛讲座当中，以此来更好地接触到最新最前沿的知识，甚至是与国外的专家学者沟通的过程当中，来借鉴国外的经验，并将其与国内的

教学方法融合，这不仅会促进自身教学方法的发展，还会更好地为学生带来一些新的教学内容。高校通过“引进来”和“走出去”的方式不仅能够丰富教师的教学内容，还能够更好地促进学生对于知识的理解程度。^[11]

（二）提高实验室建设水平

高校为进一步加强电力电子技术模块化教学可以通过招商引资的方式，让更多的企业参与到实验室的建设当中，以此来更好地促进学生的学习。^[12]例如：高校可通过校友会这一平台，发起“回馈母校，共建实验室”的主题，鼓励在电力电子技术等领域取得杰出成就的校友，以捐赠或技术支持的方式，帮助提升实验室的基础实验工具，以此来引入最新的技术趋势和行业标准，使学生学习和操作的内容更贴近于实际的应用，从而提升学生的实践能力和就业竞争力；还可通过国家政策引导的方式来用国家的资金来更好地完善实验室；高校还可通过国家政策当中的专项基金、提供税收优惠等相关政策来用于购买先进的实验设备、改善实验室环境，以及支持教师培训和科研活动；高校更可与企业建立良好的实践关系，并通过“订单式”的人才培养模式，让企业参与到实验室的建设中来，这能够让企业根据自身的人才需求与高校共同制定人才培养方案，并投入一定的资金用于实验室的修缮和实验设备的购置，从而让学生能够在真实的工作环境中学习和实践，从而更好地理解理论知识，提升实践技能的同时也能够了解企业的最新技术需求和发展方向，从而为科研和教学提供更为精准的定位。这样才能够让学生更好地进行学习，从而促进学生全面地发展，让学生使用的是最新的器具，不会因为不符合社会的需求而出现找不到工作的现象。^[13]

（三）多元化的教学方法

教师在电力电子技术实验模块化教学的过程当中，可以先采用问题导向性的教学方法，向学生提问“什么是晶闸管？它在单相半波可控整流电路中的作用是什么？”“在单相半波可控整流电路中，控制角 α 的变化如何影响输出电压的波形和平均值？”以此来更好地激发学生的学习兴趣，当学生有一定的兴趣之后，教师可以通过展示实际工业应用中的利用晶闸管控制的电动机调速系统、电力传输系统中的整流装置等电力电子系统或电路实例将抽象的理论知识与具体的应用场景相结合，帮助学生更好地理解理论与实践的相互融合。除此之外，教师为让学生能够更深层次的理解电力电子技术原理，可让学生动手搭建单相半波可控整流电路，通过调节控制角 α ，观察并记录输出电压的波形变化，计算平均值，验证理论分析的正确性。^[14]教师通过这种“做中学”的方式，不仅能够让学生亲身体验到理论知识在实践中的应用，还能通过实际操作中遇到的问题和挑战，培养他们的创新思维。

（四）构建完善的评价体系

电力电子技术作为一门理论与实践紧密结合的学科，鼓励学生间的思想碰撞与创意交流至关重要。在小组讨论中，学生需要围绕实验现象、理论应用或技术改进等问题展开深入探讨，这一过程不仅考验着学生的专业知识掌握程度，更考察其能否在团队中发挥积极作用，提出独到见解。教师会对学生在小组讨论当中提出的创新性的观点和在小组当中的活跃度进行评价，还会对学

生在这个过程中运用技能的方式、方法进行综合的点评，更会对最后学生所撰写的综合实践报告给予不同的分数，最后在三种评价方式的结合当中，能够更好地评价学生的综合能力，让学生知道不是只能够用单一的知识来衡量一个学生的发展，而是需要通过综合的实践能力以及沟通能力来衡量一个人的发展，只有这样才能形成一个比较准确的分数。同时，它也鼓励学生不断挑战自我，勇于探索未知，成为具备创新精神和责任感电力电子技术人才。^[15]

（五）课前、课中、课后三位一体的教学模式

教师在课前环节当中可充分利用线上平台的便捷性，精心发布实验预习任务和相关的资料，让学生能够对即将要学的实验的基本目的和原理以及实验步骤和注意事项有一个全面而深入的了解。学生通过预习可以初步掌握实验所需的理论知识，明确实验的难点和终点，从而为课堂上的学习奠定坚实的基础。该平台还设置了讨论区，教师可让学生针对不会的问题进行讨论，以此来交流彼此的看法，甚至有一些问题会被线上解答。在课中环节，教师可先对学生不理解的问题进行重点的讲解，讲解完毕之后，可利用模块化实验系统进行直观的演示，随后，教师将学生分成不同的小组，每组针对实验步骤进行实验，针对学生不理解的步骤可及时的纠正，以此来更好地提高学生的动手能力，培养他们的团队协作精神和解决问题的能力。在课后环节，学生需要将课堂上所实验的步骤，撰写为实验报告的形式，以此来更好地得出相应的结论。教师则认真批改学生的实验报告，给予针对性的反馈和建议，这不仅能够进一步梳理和巩固学生所学习的知识，还

能够让学生发现自己的不足，从而进行改进。

（六）计算机仿真技术的引入

教师在电力电子技术实验模块化教学的当中，可通过引入实验教学的方式，来提升自己的教学效率和教学质量。学生在虚拟仿真实验当中可借助 MATLAB/SIMULINK 强大的仿真能力来模拟电力电子电路在各种工况下的运行状态，观察电路参数变化对系统性能的影响，从而深入理解电力电子技术的基本原理和运行机制。除此之外，学生在虚拟仿真的环境当中可通过自由调整实验参数的方式，来观察不同参数变化下系统的行为变化，从而加深理解实验背后的物理机制和数学模型。计算机仿真技术的引入提高了实验教学的效率和质量，还为学生提供了一个更加安全、高效且富有探索性的学习环境，让学生能够在虚拟的仿真场景当中来进行实践的操作，即使有一定的危险，也能够及时的规避，这不仅能够增强学生的学习度，还能够让学生在不断操作的过程中了解到自己的不足，以及优化相应的步骤，从而更好地促进自身的成长。

四、结束语

本文通过引入模块化实验系统的方式不仅打破了传统实验教学的局限性，实现了实验内容的灵活组合与拓展，还为学生的发展提供了更加开放和多元化的实践平台，使学生能够在这其中更好地创新自己所学习的知识，从而为未来职业的发展奠定坚实的基础。

参考文献

[1] 陈宇, 陈汉文, 祝之森, 等. 基于智能插件和大语言模型的电力电子实验教学辅助设计方法 [J/OL]. 实验技术与管理, 1-9.
[2] 张刚, 谢川, 王裕鑫, 等. 可重构功率电路的电力电子实验教学平台设计 [J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(10): 1-4.
[3] 邹梦丽, 俞彬, 张治娟. 基于 MATLAB 的“电力电子技术”仿真实验教学系统 [J]. 教育教学论坛, 2024, (24): 39-42.
[4] 曹珍贵. 工程教育专业认证背景下电力电子课程实验教学研究 [J]. 遵义师范学院学报, 2024, 26(02): 102-106.
[5] 陈宇, 郑启瑞, 邓啸宇, 等. 基于“模块标准化、设计自动化”理念的新型电力电子教学实验平台设计 [J]. 实验技术与管理, 2023, 40(11): 175-182.
[6] 王萍, 朱敏. 基于 MATLAB 仿真的电力电子技术实验教学改革 [J]. 石家庄学院学报, 2023, 25(06): 56-60+85.
[7] 王晓刚, 黄俊滨, 谢鹏俊, 等. 基于模块化实验系统的电力电子技术实验教学改革 [J]. 高教学刊, 2023, 9(16): 122-125.
[8] 甘学涛, 王雷, 谭亲跃, 等. “双碳”背景下“电力电子技术”课程实验教学改革探讨 [J]. 科教导刊, 2023, (11): 88-90.
[9] 严慧敏, 杨天烨. 专业认证背景下电力电子技术实验教学改革探索 [J]. 中国教育技术装备, 2022, (24): 135-138+141.
[10] 侯艳, 田思庆, 黄金侠, 等. 基于 Matlab 仿真技术的电力电子技术实验教学研究 [J]. 电子质量, 2022, (12): 50-54.
[11] 石荣亮, 陆东平, 张烈平, 等. 翻转课堂教学法在《电力电子技术》课程教学设计中的应用与探索 [J]. 大众科技, 2022, 24(09): 166-168+150.
[12] 李振伟, 乔峰, 杜春燕, 等. 《电力电子技术》虚实融合实验教学模式探索 [J]. 中国电力教育, 2022, (09): 69-70.
[13] 于希辰, 张晓萍, 邢青青. 电力电子教学的管理方案分析 [J]. 电子技术, 2022, 51(07): 238-239.
[14] 李慧, 白雪峰. 基于 BOPPPS 模式的电力电子技术实验教学设计与实践 [J]. 大学, 2022, (14): 70-73.
[15] 钟宁帆, 曹峻虎, 王玉良. 电力电子技术仿真实验教学系统设计 [J]. 中国现代教育装备, 2022, (07): 36-39.