

《制图基础》在电气工程专业中的教学实例应用

李芳, 刘旭辉, 徐彬, 成玫, 丁晓影
上海应用技术大学 智能技术学部, 上海 201418
DOI:10.61369/ETI.2025040014

摘 要 : 本文以电气工程专业《制图基础》课程教改实践为研究对象,通过引入“项目驱动+虚实结合”教学模式,整合 CAD 仿真图例、电气元件三维建模图等可视化资源,重构以工程实践为导向的教学体系。教学实践表明,采用电路拓扑图与机械制图融合案例可使知识点掌握效率提升,毕业设计图纸规范率提高。研究为工科专业基础课程改革提供“做中学”的典型模式。

关 键 词 : 《制图基础》; 电气工程; 教学改革; 工程图例

Teaching Example Application of "Fundamentals of Graphics" in Electrical Engineering

Li Fang, Liu Xuhui, Xu Bin, Cheng Mei, Ding Xiaoying
School of Intelligent Technology, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418

Abstract : This article takes the teaching reform practice of the "Fundamentals of Graphics" course in electrical engineering as the research object. By introducing the "project-driven + virtual-real combination" teaching mode, integrating visual resources such as CAD simulation legends and three-dimensional modeling diagrams of electrical components, the teaching system oriented to engineering practice is reconstructed. Teaching practice shows that the integration of circuit topology diagrams and mechanical drawings can improve the efficiency of mastering knowledge points and increase the standardization rate of graduation design drawings. The research provides a typical model of "learning by doing" for the reform of basic courses in engineering majors.

Keywords : "Fundamentals of Graphics"; electrical engineering; teaching reform; engineering legend

前言

当前电气工程人才培养存在“重理论轻实践”的突出问题,传统制图课程与专业需求脱节。本研究基于 OBE 教育理念,将典型电气图纸转化为教学案例,构建“三阶递进”教学体系:1.基础规范阶段;2.专业融合阶段;3.创新实践阶段。通过教学实践,验证图示化教学对空间思维能力培养的关键作用。

在基础规范阶段,学生主要学习制图的基本规范和标准,掌握电气图纸的基本元素和符号,为后续的专业学习打下坚实基础。进入专业融合阶段,学生将电气图纸与机械制图相结合,通过实际案例分析,深入理解电气图纸中的专业术语和技术要求,提升专业图纸的解读和绘制能力。最后,在创新实践阶段,鼓励学生参与智能配电系统等创新实践项目,运用所学知识解决实际问题,培养创新意识和实践能力。图示化教学在这一过程中发挥重要作用,通过直观的图形展示,帮助学生更好地理解和掌握抽象的空间概念,有效提升学生的空间思维能力。

一、基于 OBE 理念的教学模式重构

(一)“三阶递进”课程体系设计

基础规范阶段以夯实制图基本功为核心,系统梳理电气工程制图国家标准体系,重点强化 GB/T 18135《电气工程 CAD 制图规则》等规范的实践应用。

第一,在符号识别训练中嵌入继电器、接触器等典型电气元

件的标准符号库教学,通过课堂临摹、计算机复现与实物对照的三重训练法,使学生熟练掌握元件符号的规范化表达^[1]。针对电气图纸特有的接线端子排、电缆编号等专业标注方式,设计专项训练模块,结合变电站二次回路图等真实工程图纸进行标注规范解析,确保学生具备基础制图能力的同时建立专业认知框架。

第二,专业融合阶段打破传统制图课程与电路课程的界限,选取风机控制电路布局图作为典型融合案例,引导学生将电路拓

扑逻辑转化为空间布局设计。在项目实施过程中,要求学生首先完成主电路与控制电路的原理图设计,继而依据机械制图的投影规律与尺寸标注要求,将二维原理图转化为包含元器件定位尺寸、安装间距的三维装配图,最终形成兼具电气功能准确性与机械装配可行性的复合型图纸^[2]。这种训练模式有效培养学生跨学科的系统思维,使其能够同时关注电气连接的逻辑正确性与空间布局的工程合理性。

第三,创新实践阶段依托智能配电系统设计等毕业设计课题,构建完整的工程项目实施流程。从前期需求分析、方案论证到中期图纸绘制、三维仿真验证,直至后期设计说明书撰写,全过程强调图纸规范的执行力与技术创新性^[3]。且在图纸评审环节引入企业工程师参与的答辩机制,对标行业实际工程标准,重点考核学生对于图纸版本管理、材料清单编制、工艺标注完备性等工程细节的掌握程度,最终实现从课程学习到工程实践的闭环培养。

(二) 虚实结合教学资源开发

数字化资源库建设以服务三阶教学需求为目标,整合多维度教学素材。在基础规范阶段开发电气元件符号动态图鉴,通过CAD图层分解技术展示不同标准体系下符号的绘制要点;针对专业融合阶段制作三维建模动画库,典型如变压器装配过程演示,采用剖视与爆炸视图相结合的方式动态呈现绕组排布、绝缘套管安装等关键工序的空间关系,辅助学生理解复杂电气设备的内部结构。

创新实践阶段则配备智能配电系统虚拟仿真平台,支持学生自主搭建系统架构并自动生成符合行业规范的图纸。AR/VR技术应用聚焦于教学难点突破,开发的虚拟图纸校对系统具备三维空间标注功能,可自动识别电气控制原理图中存在的线号遗漏、触点逻辑冲突等常见错误,并通过增强现实技术将错误点定位显示在实体教学模型上^[4]。在变压器保护回路图实训中,学生佩戴AR眼镜即可查看继电保护元件的动作时序仿真,直观理解保护逻辑与图纸表达的对应关系。此外,基于VR技术构建的沉浸式变电所巡检场景,允许学生通过手柄交互排查预设的图纸设计与现场安装不符问题,这种体验式学习显著提升学生对图纸工程应用价值的认知深度。

二、核心教学案例设计与实施

(一) 电气工程制图与机械制图融合案例

《制图基础》作为电气工程及其自动化专业的重要技术基础课程,旨在培养学生的工程制图与读图能力,使其能够理解和绘制电气工程图和机械图纸。在现代工程中,电气工程与机械工程往往紧密相连,因此将电气工程制图与机械制图融合在一起进行教学,能够更有效地培养学生的综合工程素养。本文将通过汽车充电桩设计这一具体案例,探讨制图基础在电气工程与机械工程

融合中的应用^[5]。

本次教学的核心案例选择为汽车充电桩的设计。通过这一案例,学生将学习如何结合电气工程知识与机械制图技能,完成从设计到绘图是整个流程。目标包括:理解汽车充电桩的基本工作原理及其主要结构;掌握充电桩电气系统的设计方法;学会使用三维建模软件SolidWorks(SW)进行充电桩的结构设计;能够绘制和阅读完整的电气工程图和机械图纸(如图1~图4)。

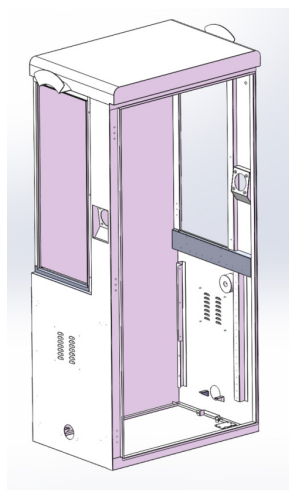


图1

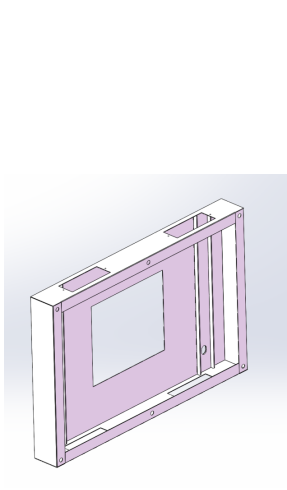


图2

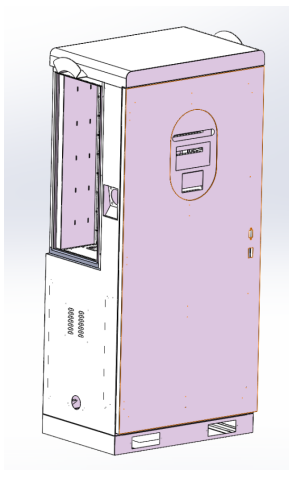


图3

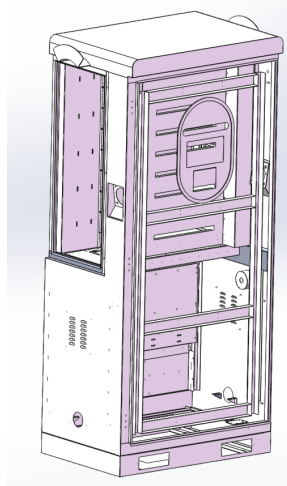


图4

(二) 案例实施步骤

1. 前期准备

在案例开始之前,学生需具备基本的电气工程知识和机械制图基础。同时,需准备好相关软件,主要是SolidWorks三维建模软件。

2. 理论学习

首先,学生需学习汽车充电桩的基本原理及其组成部分。了解充电桩的分类、工作过程和相关的电气标准。同时,学习机械制图的基本规范和国家标准,重点掌握三视图、剖面图等基本概念。

3. 电气设计

学生分组进行,每组4~5人,根据功能需求进行电气设计。

此阶段,教师需引导学生完成以下任务:确定充电桩的输入电压、输出电流及保护功能;设计电气原理图,包括主电路和控制电路;进行电气负荷计算,选择适合的电气元件;绘制电气原理图、接线图和面板布置图。

4.结构设计

在电气设计完成后,学生使用 SolidWorks 软件进行结构设计。此阶段需完成以下任务:根据电气原理图,设计充电桩的机箱,确保所有电气元件安装合理;进行三维建模,绘制正等轴测图、俯视图和剖面图;标注尺寸和公差,添加技术要求;输出工程图,包括零件图和装配图。

5.仿真与验证

为了验证设计的合理性和可行性,学生需进行以下工作:使用 SolidWorks 的仿真模块进行结构强度和安全性的仿真分析;进行电气系统的仿真,确保电气设计的正确性和可靠性;根据仿真结果,优化设计和工程图纸。

案例结束后,各小组需进行总结,并制作 PPT 进行汇报。汇报内容包括:设计方案介绍,含电气设计和结构设计;设计和仿真过程中遇到的问题及其解决方法;对充电桩的性能特点和市场前景进行分析;制图过程中使用的规范标准和心得体会。

6.教学效果与评估

通过该教学案例,学生不仅能够巩固所学的电气工程和机械制图知识,还能培养实际动手能力和团队合作精神。评估方式包括:

平时表现:根据学生参与度、团队合作情况进行评价;

设计方案:对电气设计和结构设计的创新性、合理性进行评估;

图纸质量:根据工程图纸的规范性、完整性和准确性进行评价;

仿真结果:根据仿真分析的准确性和优化效果进行评价;

汇报表现:根据汇报内容、语言表达和答辩情况进行综合评价。

(三) 总结

通过汽车充电桩设计这一具体案例,将电气工程制图与机械制图有机结合,不仅提升了学生的专业技能,还培养了其综合工程素养。在整个教学过程中,学生不仅学会了如何设计电气系统和结构,还掌握了使用三维建模软件进行绘图和仿真分析的方法。未来,随着技术的发展和工程需求的不断变化,需不断更新教学内容和案例,确保教学质量与时俱进,培养更多优秀的电气工程人才。此外,该案例的成功实施也充分证明了基于 OBE 理念的教学模式的有效性。通过“三阶递进”课程体系设计和虚实结合教学资源开发,学生能够更好地理解和掌握电气工程和机械制图的核心知识和技能。同时,案例实施过程中的团队合作和汇报环节也锻炼了学生的沟通协调能力和表达能力,为其未来的职业发展奠定了坚实的基础。总之,该案例的成功实施为电气工程

教育提供了新的思路和方法,值得进一步推广和应用。

三、挑战与对策

(一) 技术工具适配难题及解决对策

电气工程制图教学面临的首要挑战是专业软件工具与教学场景的适配性问题,当前主流智能制图软件如 AutoCAD Electrical 虽功能强大,但其复杂的操作界面与电气工程专业教学需求存在明显断层。

针对这一困境,采取校企协同开发轻量化 AR 图纸校对平台的解决方案具有多重优势:该平台将传统二维图纸与三维实体模型通过增强现实技术叠加显示,学生通过移动终端即可实现图纸与实物的实时比对,显著降低空间想象能力的门槛。在具体实施中,平台特别优化电气工程专属功能模块,例如母线槽连接点的自动高亮提示、绝缘距离的 AR 标尺测量等,使抽象的制图规范转化为可视化的交互操作;同时开发教学专用简化指令集,保留 GB/T 4728 标准符号库等核心功能,过滤掉工业生产中冗余的高级功能,使学习曲线更为平缓;平台内置的智能纠错系统能即时捕捉常见错误,如断路器符号方向颠倒、接地标识缺失等,并给出规范条文提示,形成“绘图-校验-修正”的闭环训练模式^[6]。这种技术工具的改良不仅解决软件操作难度问题,更重塑制图教学流程,使课堂重点从软件操作培训回归到工程规范理解与空间设计能力培养这一本质目标。

(二) 师资能力瓶颈及解决对策

电气工程制图教学的另一个突出矛盾是教师队伍的工程实践经验不足,许多教师从高校毕业后直接任教,缺乏参与实际工程项目的机会,导致教学内容与行业需求脱节。

建立“双师型”教师培养机制是破解这一困局的有效途径:通过校企共建教师实践基地,安排专业教师每学期参与真实电气工程设计项目,如变电所布局规划或配电系统改造,在实践中积累包括设备选型、空间优化、施工图深化等核心技能;实施“工程师进课堂”计划,聘请企业技术骨干担任兼职教师,与校内教师组成教学团队,共同开发基于真实工程案例的教学资源;建立教师工程能力认证体系,将参与实际项目的时长、承担的工程技术角色等量化指标纳入职称评审标准,形成激励机制;定期组织教师参加行业新技术培训,如智能变电站三维设计、BIM 电气系统建模等前沿技术,确保教学内容与行业发展同步^[7]。这种“教学-实践-认证”三位一体的培养模式,能有效打通理论教学与工程应用的壁垒,使教师既掌握教育规律又精通工程技术,最终实现“用工程师的思维教制图”的教学转型。

为了进一步提升教师的工程实践能力,还可以建立教师之间的互助学习机制。鼓励教师之间组建学习小组,共同分享参与工程项目的心得体会,通过集体讨论和案例分析,相互学习,相互

启发，共同提升。同时，可以定期组织教学经验交流会，邀请具有丰富工程实践经验的教师分享他们的教学心得和成功案例，为其他教师提供借鉴和学习的机会。此外，还可以加强与行业企业的合作，建立产学研合作平台。通过与企业共同开展科研项目、技术攻关等活动，使教师能够深入了解行业的发展动态和技术前沿，将最新的科技成果和技术创新引入课堂教学，丰富教学内容，提升教学质量。

四、结束语

综上所述，本教改项目证实，将电气专业特征深度融入制图教学，能有效弥合理论与实践的鸿沟。后续需重点突破智能制图工具的教学适配问题，建议开发 AR 图纸校对系统促进教学成果落地，同时本研究为工程教育认证背景下课程改革提供可复制的实施路径。

参考文献

- [1] 张世鹏, 田虎楠, 王慧, 等. 基于智慧树平台的应用型本科“工程制图”课程的教学模式探索 [J]. 科学咨询, 2024(12): 134–137.
- [2] 李亮, 冯利军. 工程实例在机械制图课程教学中的应用 [J]. 创新教育研究, 2024, 12(4): 130–136.
- [3] 安淑女, 张恬. 逻辑思维在工程制图组合体识图中的应用 [J]. 江苏建筑职业技术学院学报, 2024, 24(1): 47–51.
- [4] 高金金. 高职室内设计专业《工程制图》课程思政的建设与实施 [J]. 时代人物, 2023(25).
- [5] 杨万理, 王宁, 赵莉香, 等. 新工科背景下土木工程制图教学改革探索与实践 [J]. 大学教育, 2022(003): 000.
- [6] 李朋, 郭洋, 李瑞. 基于典型任务的技工院校机械制图课程改革研究及应用 [J]. 中国教育技术装备, 2022(13): 115–117.
- [7] 刘文华, 刘彤晏. 以“学生为中心”的制图课程教与学模式改革和实践 [J]. 科研成果与传播, 2023(1): 1952–1955.