

数字化教育背景下混合式课程群实验平台协同提升电气人才培养的实践研究

赵宇洋 梁永春 安琪 王春梅 王忠杰

河北科技大学电气工程学院, 中国·河北 石家庄 050018

摘要: 聚焦电气专业应用型人才工程实践能力培养核心诉求, 开展针对性创新探索。项目系统完善弱电类、软件仿真类、强电类等不同性质课程的实验体系, 再推动各类实验资源有机融合与协同优化, 着力突破传统实验教学中设备条件、安全风险、时空限制等多重瓶颈, 提升实验室资源利用效能。同时, 项目探索通过网络开展远程强电实验操作的可行路径, 研发构建集数据远程传输、系统自主检测、实验流程自动执行等功能于一体的综合实践平台, 最终实现半实物化实验操作模式。此举将为强化学生工程实践能力、创新能力及复杂问题解决能力提供有力支撑, 为电气专业应用型人才培养模式改革提供可借鉴的实践范式。

关键词: 应用型人才; 电气工程; 协同实验平台; 实践教学

Practical Research on Collaborative Improvement of Electrical Engineering Talent Training via Hybrid Curriculum Group Experimental Platform Under the Background of Digital Education

Zhao Yuyang, Liang Yongchun, An Qi, Wang Chunmei, Wang Zhongjie

School of Electrical Engineering, Hebei University of Science and Technology, China Hebei Shijiazhuang 050018

Abstract: Focusing on the core demand of cultivating engineering practice capabilities for applied talents in electrical engineering, this study conducts targeted innovative exploration. The project first systematically improves the experimental systems of different types of courses, including weak current, software simulation, and strong current courses, then promotes the organic integration and collaborative optimization of various experimental resources. It aims to break through multiple bottlenecks in traditional experimental teaching such as equipment constraints, safety risks, and time-space limitations, and enhance the utilization efficiency of laboratory resources. Meanwhile, the project explores feasible paths for students to conduct remote strong current experimental operations via the internet, and develops a comprehensive practical platform integrating functions such as remote data transmission, system self-inspection, and automatic experiment execution, ultimately realizing a semi-physical experimental operation mode. This initiative will provide strong support for enhancing students' engineering practice capabilities, innovative capabilities, and comprehensive abilities to solve complex engineering problems, and offer a referable practical paradigm for the reform of talent training modes in electrical engineering.

Keywords: Applied talents; Electrical engineering; Collaborative experimental platform; Practical teaching

0 引言

依据《教育部 2022 年工作要点》中关于实施教育数字化战略行动的部署要求, 教育数字化已成为破解教育公平难题、驱动教育教学高质量发展的核心引擎。高等教育数字化转型作为教育现代化进程的关键支撑, 对于推动高等教育向全民化、终身化、个性化方向演进, 以及促进教学模式迭代升级具有深远意义^[1]。近年来, 国内多所高校已将教育数字化转型纳入核心教学改革议程, 在理论课程教学中广泛整合数字化资源, 积极推行“线上线下”混合

式教学模式, 取得了显著成效。

然而, 相较于理论课程的数字化改革实践, 实践教学领域在数字化资源融合与教学模式创新方面的探索仍显不足。以电气工程及其自动化专业为例, 其实践教学涵盖电力系统发、输、变、配、用全链条, 面临着诸多现实瓶颈: 专业实训设备造价高昂且维护成本居高不下, 设备功能固化导致创新实践空间受限, 强电实验存在较高安全风险, 同时电网系统的规模化特性决定了破坏性实验无法开展。在此背景下, 构建基于数字化技术的虚拟仿真创新实

践平台与线上实验案例库,不仅能够有效破解上述实践教学难题,更能为培养适应新时代要求、具备扎实创新意识与核心创新能力的复合型电气专业人才提供重要支撑,具有鲜明的现实意义与长远价值。

1 应用型人才培养资源平台建设现状

我校定位于培养地方应用型人才,电气工程及其自动化专业依托河北省生产过程自动化工程技术研究中心、河北省生产过程自动化综合实验教学示范中心和河北省风电制氢及综合利用工程实验室,下设电力工程、电机、交直流调速、电力电子、自动控制理论、微机原理单片机、PLC 和专业实训 8 个专业实验室。

受电气工程专业实验设备体型庞大、购置成本高昂、强电实验安全风险突出等固有特性影响,国内高校在该专业创新实践教学领域普遍面临现实瓶颈:实践教育资源供给形式相对单一,实验设备更新迭代速率滞后于行业技术发展节奏,实验内容的创新性与工程实践性不足,难以充分匹配新时代人才培养要求。在此背景下,作为实践教学核心模块的实验教学,其功能多局限于理论教学的辅助补充,未能充分发挥对学生实践操作能力、创新思维能力及复杂工程问题解决能力的培养效能,育人价值未得到充分释放^[3-5]。

此外,实验课程体系的设置往往与理论课程缺乏有效衔接,存在系统性不足、逻辑连贯性欠缺等问题,导致学生难以将课堂所学理论知识与实验操作实践有机融合,进而影响整体学习成效的提升。同时,实验课程的教学安排多呈现固定化模式,在教学内容与组织形式上缺乏足够的灵活性与创新性,难以有效激发学生的学习兴趣与主观能动性,制约了学生自主探究与创新实践能力的发展^[2]。

通过多年教学经验和学生反馈分析,电气专业课程对于理论难度和实践深度要求较高,虽然目前专业实验基础及开展情况能够满足教学基本需求,但是仍存在以下痛点问题。

痛点 1:专业课程理论性强、抽象概念和数学推导多。学生往往沿用数学等课程学习思维进行专业课程学习,难以形成形象化、具体化的认识,通过实践环节的操作理解理论知识背后的科学现象,是提高理论性较强课程教学效果需要解决的难点问题。

痛点 2:工程应用背景不清、学生难以理解课程内涵。大部分学生在学习过程中只注重专业知识基本原理和基本概念的理解记忆,难以将课程知识与工程应用有效结合,对于控制器、传感器及执行器等工作过程缺乏理解,更是

缺少独立操作进行调试的机会,不利于专业知识的应用和实践动手能力的提升。

痛点 3:实操实验局限性,相关课程间的实践环节彼此支撑不足。实践动手环节相对缺乏,对于基于理论的数学建模分析能力培养不足,不能为其他创新实践环节提供助力;相关课程间实验较为独立、缺乏明确联系和支撑,不利于学生综合实践能力的提升;电气专业实验对于用电安全等要求较高,除受时间、空间限制外,还会造成学生动手实际操作时有所顾虑,并对实验指导人员人数、参与及管理要求较高。

2 混合式课程群实验平台建设思路及措施

我校电气专业针对不同性质的专业课程已经进行了各类课程的实验环节探索,基本形成了独立实训环节,梳理了课程间关联度较高、支撑性强并具备前后贯穿培养特征的实践环节,优化了现有各门课程的实验实训平台,设计了串联不同课程的综合性实验内容,构建了支持线上线下混合式操作的实验平台,实现“强电弱电融合、软件硬件结合、远程在地配合”的混合式实验开展,并以课程群为对象进行综合实验设计。

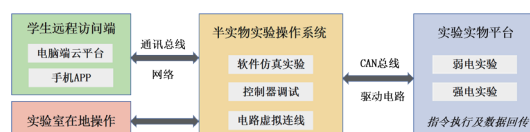


图1 本项目实践教学研究框架图

电气专业人才培养特色鲜明,课程实践基础较好,但实验开展受限且学生人数较多,本项目融合课程群实验内容,构建综合性专业操作实验平台,实现软件仿真、控制系统调试、电路连线、系统自检及远程操作等功能。

2.1 软件仿真、弱电实验与强电实验相融合

当前,弱电类实验与软件仿真类实验已具备一定的自主开展条件:学生无需受限于专业实验室的固定开放时段,可结合自身学习进度灵活安排实验时间,实现了实验操作的便捷性与自主性。此类实验在帮助学生理解课程核心知识点、巩固基础理论方面发挥了积极作用,但也存在显著局限:实验内容多以单一知识点验证为主,呈现出碎片化、简单化的特点,不仅对实验项目的工程应用背景阐释不足,且未充分建立与其他专业课程的关联性,导致学生难以形成系统的知识体系,不利于其工程实践能力、跨学科整合能力及综合问题解决能力的提升。

针对上述问题,本项目立足电气工程及其自动化专业的人才培养目标与工程教育需求,提出“多类型实验融合、多课程知识贯通”的实践教学改革思路。通过三大维度的

融合创新构建实践教学体系。

将软件仿真实验、弱电实操实验与强电综合实验有机融合,打破不同类型实验之间的壁垒,实现从理论仿真到弱电验证再到强电应用的全链条实践训练。

将智能控制器调试实验与后续电机控制系列实验深度衔接,形成从器件调试到系统搭建进而实现控制优化的连贯实践流程,强化实验内容的逻辑性与递进性。

实验设计中融入明确的工程应用场景,以实际工程问题为导向,构建通用型专业课程实践平台。通过这一系列改革,引导学生在综合实践中明晰知识的应用价值、建立跨课程的知识关联,进而全面提升其工程实践能力、系统思维能力与创新应用能力,为培养适应行业发展需求的复合型人才奠定坚实基础。

2.2 课程群教学内容优化与实践环节串联

在电气工程及其自动化专业课程体系中,《单片机原理及应用》《信号与系统》《电机学》《电力电子技术》及《电机与电力拖动基础》等课程同属核心课程群。各门课程的知识点存在紧密的内在逻辑关联,在学生能力培养维度形成了相互支撑、协同发力的育人格局,且各课程对应的实践环节在功能上互为补充,共同构成了专业实践能力培养的完整链条。然而,当前教学实践中,各课程的实验环节多以独立模块形式开展,缺乏系统性的整合设计:实验内容仅围绕单门课程知识点展开,未能充分体现课程间的知识关联性,导致学生所掌握的知识多呈现“碎片化”状态,难以构建起网络化、体系化的知识框架;同时,分散化的实验模式使得不同课程所培养的实践动手能力彼此割裂,学生难以形成跨课程的综合应用能力,与应用型、复合型人才培养目标存在一定差距,制约了人才培养质量的进一步提升。

针对上述课程群实验教学中存在的关联不足等问题,本项目立足课程群知识体系的内在关联性与工程实践的综合性需求,提出实验教学内容整合优化方案,拟设计一系列“基于单片机控制的变压器参数及直流电动机调速综合实验”。该系列实验以工程实际应用为导向,将五门课程的核心实验内容进行有机融合与系统重构,构建多课程知识贯通、多环节能力递进的综合实践体系:首先,依托《单片机原理及应用》课程实验,完成单片机最小系统搭建与调试、电机控制算法编程及控制逻辑实现,为整个综合实验提供核心控制单元;其次,借助《信号与系统》课程的仿真实验平台,实现控制信号在时域、频域等不同域间的变换与分析,优化控制信号的传输特性与响应效率;后续,

通过《电力电子技术》课程实验,完成交-直-交变频电路的设计、搭建与调试,为电机运行提供稳定、可调的电源支撑;最终,结合《电机学》与《电机与电力拖动基础》课程的实验要求,开展变压器参数测试、直流电动机特性验证及调速系统性能优化等实践操作,实现从控制指令生成、信号处理、电源转换到电机运行控制的全流程闭环实践。

通过这一综合实验设计,不仅能够打破单门课程实验的局限,让学生在实践中明晰不同课程知识点的内在关联,构建起系统完整的知识网络,更能有效锻炼学生的跨课程知识整合能力、复杂工程系统搭建能力与综合问题解决能力,充分发挥课程群的协同育人效能,为培养适应电力行业发展需求的应用型、复合型技术人才提供有力支撑。

3 数字化教育背景下的课程群实验平台协同建设成果

本项目深度融合现代计算机技术、互联网通信技术等数字化手段,积极探索线上与线下联动与课程间互补的混合式教学新模式。在教学实施过程中,教师转变传统教学中的主导角色,以学习组织者、思维引导者的身份赋能教学全过程,着力构建以学生为中心的自主探究式学习环境,通过多元教学场景设计与个性化学习支持,充分激发学生作为学习主体的主观能动性自主学习潜能。

在课程群实验平台的实践环节,本项目充分依托专业化案例资源库的支撑作用,打破传统课堂在空间、时间与内容上的局限,通过引入真实工程案例、典型应用场景及个性化实践任务,引导学生将理论知识与工程实践深度融合,在自主探究、协作交流与实践创新中提升综合应用能力与工程素养。

目前,面向“新工科”应用型人才培养目标,融合数字化教育资源建设思路,项目针对电气专业不同类型专业课程开展了各具特色的实践教学平台搭建:针对单片机智能控制器类课程完成了便捷式实践教学探索,为本科生随时练习编程能力提高可能;针对信号与系统通识教育类理论课程,自主设计基于Matlab的仿真实验平台;针对电力电子、电机控制等特色专业课,在实验室基础上搭建完成适用于变压器、电机特性等一系列半实物实验平台。

3.1 课程群中控制器相关实践平台建设

《单片机原理及应用》课程为典型代表的控制器课程,在实践环节分解实验室功能,构建移动式自主学习平台利用Keil μ Vision 和 Proteus 仿真软件构建开放型教学实验平台,并使用便携式单片机开发套件建设“口袋实验室”,

通过自主实践的方式将实验室功能进行无边化扩展,有助于学生随时进行仿真实验,突破了实训的时空限制,提高了学生的有效实验、实践时间。

采用“基于多元信息化+线上线下混合”的教学模式,遵循“任务驱动-案例引导-在学中做-在做中学”循序渐进的学习过程。单片机课程利用超星学习通建设线上学习管理平台,使用便携式单片机开发套件建设“口袋实验室”,以微信公众号“巧学单片机”推送行业动态,编程技巧等,辅助学习平台;手机电脑终端互通,师生管理角色互通,课前课中课后环节互通,形成教学闭环。

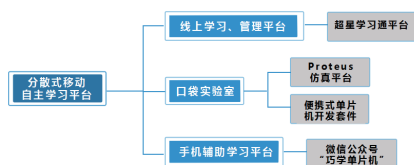


图2 《单片机原理与应用》分散式自主学习平台



图3 《单片机原理与应用》口袋实验室-便携式单片机开发套件

3.2 课程群中理论课程相关仿真实践平台建设

《信号与系统》课程教学内容包含严谨的理论推导和数学推演过程,单纯依靠多媒体课件教学很难让学生完全理解其理论及应用背景,进而缺乏课程学习的自信,针对信号与系统中很多系统属性及信号特征抽象、变换意义不明确的特点,利用 Matlab 设计 GUI 界面在课堂进行仿真演示和实验练习。

《信号与系统》课程对基础理论要求较高,在教学设计过程中,注重课程内容系统性的同时,加入实践教学环节,以提高学生的实际动手和创新能力为课程改革的出发点。在本环节中以设计报告形式考察学生专业技术文字表达能力、系统设计能力及经济性分析能力,学生可通过仿真验证性实验例如信号傅里叶分解的 Matlab 仿真实验验证基础理论。

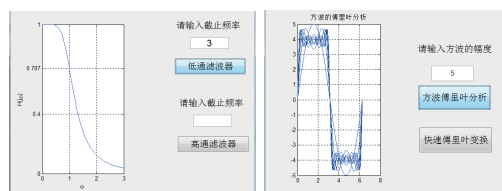
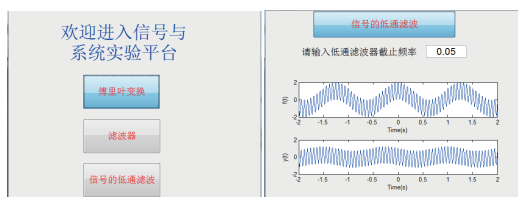


图4 《信号与系统》课程Matlab仿真实验平台

3.3 课程群中专业特色核心课程的综合实践平台建设

《电机学》《电力系统》等专业核心课程利用实验平台开展“实物+实验”模式的实验环节,并通过集中生产实习进行电机拆解及电机绕组设计、下线装配及故障分析等实践环节,通过跨学期的连续培训增强学生动手能力。通过不同课程实验的串联,有目的地引导学生实践动手,真正把知识转化为能力,形成良好的理论知识与实践环节互动、实现不同课程间的联动。

作为电气专业特色课程,对于本科生专业素质提升和应用型人才培养至关重要,在现有变压器、直流电机及异步电动机实验平台中进行了半实物实验平台设计。该系统基于 VB 框架综合实验系统原理演示、电路连线检查和指令下发等功能,学生在系统中进行虚拟连线,系统自动检查电路逻辑,并将驱动信号下发到实验平台,最终实现被控对象的上电及驱动,既清晰展示了实验原理,又有效避免了电气专业实验的用电风险和安全隐患。目前电气专业实验平台可支持学生在系统中进行虚拟连线,并实现电路逻辑及连线正确性的基本检测,可以减少实验管理人员的检查时间,较好地提高实验效率。实验台及操作界面可见下图。



图5 电气专业特色实验台

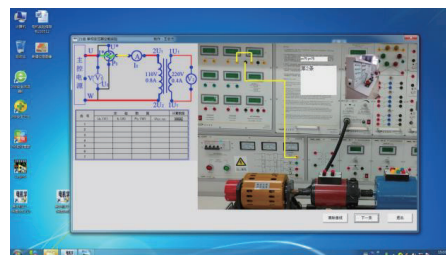


图6 变压器相关实验系统界面

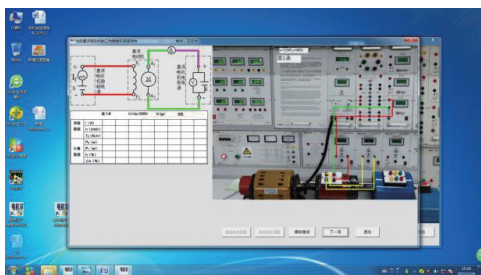


图7 电动机相关实验系统界面

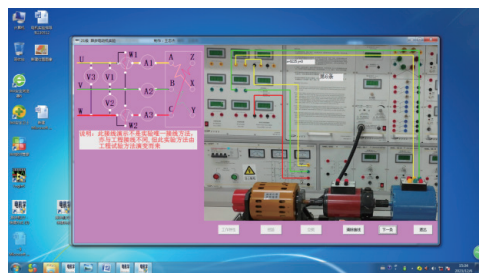


图8 电机相关实验系统界面

4 结语

电气专业人才培养需要操作性实验的系统训练,除了通用性理论课和实践课外,特别是针对电气特色鲜明的专业课程也需要提高学生实践效率和效果,本项目在现有三类实验系统的基础上,进行不同课程间的综合实验内容优化和实验过程梳理,既实现人才培养过程中支撑融合,又满足不同层次人才培养的实践需求。

本项目探索了适合电气应用型人才培养的综合操作实践平台的搭建方法,融合软件仿真实验、弱电控制类实验及强电相关变压器、电机机理实验,将不同特点的专业

课程进行串联,形成彼此支撑并强化专业特色的系统性实验;优化现有自主性实验和实验室在地实验,实现强电实验部分的远传和控制功能升级,形成“虚拟连线+系统检查+自动执行+数据回传”的操作流程;构建在地实验配合远程操作的混合式实验平台,增强实验随时开展的可能性。

参考文献:

- [1] 王伟炳,刘薇,邓馨晨. 软件仿真和硬件实验平台协同提升电气工程基础课程教学效果[J]. 中国现代教育装备, 2025,467(10):58-61.
 - [2] 于赫洋,白瑞峰,刘丽萍等. 电气信息类虚拟仿真实验教学平台建设[J]. 电气电子教学学报, 2024,46(2):211-215.
 - [3] 赵延明,吴亮红,曾照福等. 能力导向的电气信息类专业大学生创新创业平台建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(10):215-219.
 - [4] 郭景蝶,王硕. 教育数字化背景下创新线上实验案例资源平台建设与管理的路径研究——以电气工程专业为例[J]. 科技资讯, 2025(15):222-225.
 - [5] 武珂超,金星龙,王晓艳. 高校实验室安全研究的可视化分析[J]. 天津理工大学学报, 2021,37(4):58-64.
- 基金项目:河北科技大学教育教学改革研究项目,“面向电气应用型人才培养的混合式课程群实验平台构建”,编号 2023-ZD03;河北省研究生示范课程项目,编号 KCJSX2024084。