

Research on the Integrated Teaching of AI-Enabled Circuit Principles and Power System Automation

Ying Wang

Harbin Far East Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

Abstract

To meet the demands of constructing modern power systems and cultivating electrical engineering professionals, while advancing the intelligent reform of curriculum instruction, this paper focuses on Circuit Principles and Power System Automation. It analyzes key aspects including integrating endogenous teaching needs, innovating teaching content and methods, developing teaching support systems, and strengthening faculty development, with practical teaching cases employed to evaluate outcomes. The study aims to address challenges in integrated teaching, enhance the integration of theory and practice in education, and provide actionable insights for intelligent teaching reforms and the cultivation of interdisciplinary talents in university electrical engineering programs.

Keywords

AI; circuit principles; power system automation; integrated teaching

AI 赋能电路原理与电力系统自动化融合教学研究

王莹

哈尔滨远东理工学院, 中国·黑龙江 哈尔滨 150001

摘要

为了适应新型电力系统建设和电气类人才的培养需要,促进课程教学智能化改革,本文以电路原理、电力系统自动化为研究对象,从课程教学融合教学内生需求、教学内容与方法革新、教学支持系统构建、师资队伍建设和等几个方面进行分析,并且结合教学实践案例来检验效果。研究目的在于解决融合教学的痛点,提高理实一体化育人的水平,给高校电气类专业智能教学改革和复合型人才的培养提供一定的参考。

关键词

AI; 电路原理; 电力系统自动化; 融合教学

1 引言

新型电力系统和能源互联网的发展使得电气专业人才的理论水平、工程实践能力和智能技术的应用能力都提出了更高的要求。电路原理和电力系统自动化属于核心课程,知识联系紧密,理论同实践紧密结合,推进两者融合教学是专业发展的一种必然趋向。目前两门课程的教学存在着体系独立、模式传统、实践性差、智能技术应用不深等问题,不能满足高质量育人的需要。在此情况下,本文就 AI 赋能两门课程融合教学价值、困境及路径进行研究,目的在于提高教学质量,培养出更多的应用型、复合型电力技术人才。

【课题项目】黑龙江省教育科学规划办年度课题,编号: GJC1526006, GJB1526020。

【作者简介】王莹(1986-),女,中国黑龙江哈尔滨人,教授,从事计算数学研究。

2 AI 赋能电路原理与电力系统自动化融合教学的价值逻辑

2.1 电路原理与电力系统自动化融合教学的内在需求

电路原理属于电气类专业的重要基础课程,主要研究电路分析、电磁特性、能量转换等基本理论和计算方法,是认识电力系统运行机理的基础。电力系统自动化主要是对电网调度、继电保护、智能监控、自动化装置等工程应用内容的研究,以电路原理为理论基础^[1]。两门课程知识链紧密耦合、理论和实践联系紧密,有天然的融合教学基础。新型电力系统建设背景下,行业对人才的理论功底、工程能力和智能技术应用能力提出复合要求,促使两门课程由原来的“独立授课”变为现在的“一体化融合”,既是课程体系优化的内在需求,又是提高教学连贯性和实用性的一种需要。

2.2 AI 技术对融合教学的赋能机制与核心价值

人工智能技术以数据分析、智能识别、仿真推演、交互反馈为主要能力,可以给电路原理和电力系统自动化融合教学提供全过程的支持。理论教学中 AI 可以实现知识点的

智能关联、重难点的可视化解析、电路模型的动态推演，在实践教学中 AI 仿真平台可以模拟电网故障、自动化装置响应、继电保护动作等高风险、高成本实验场景，在教学管理上 AI 可以实现学习行为监测、个性化学习路径推荐、过程数据实时反馈。AI 技术可以解决理论抽象、实践受限、反馈滞后等教学的难题，促使融合教学朝着精准化、可视化、智能化、沉浸式的方向发展，从而全面提高教学的知识传递效率和教学质量。

2.3 AI 赋能融合教学对复合型电力人才培养的支撑作用

新型电力系统以及能源互联网的迅猛发展，需要电气专业人才具备电路理论功底、自动化系统应用能力和智能技术素养。AI 赋能的融合教学模式，冲破课程壁垒，贯通知识体系，把电路分析、系统建模、自动化控制、智能算法应用有机融合起来，让学生在连贯的知识体系里提高综合应用能力。经过智能仿真、虚拟实验、工程案例推演等一系列的实践活动之后，学生就可以提前进入到工程环境中进行思考、创新，从而提高其系统思维以及创新能力。此种模式可以很好地提高人才培养同行业需求的契合度，给电力行业输送理论扎实、技能过硬、懂智能、会实践的复合型技术人才^[2]。

3 电路原理与电力系统自动化融合教学的现实困境

3.1 课程体系相对割裂，跨课程协同融合机制缺失

两门课程属于基础课和专业课，一般是由不同的教师团队分别进行授课，教学大纲、进度安排以及考核标准没有统一的设计。电路原理教学偏重理论推导，与电力系统自动化工程应用相脱离；电力系统自动化教学侧重系统运行，对于电路基础知识的回顾和衔接不够。课程之间缺乏贯通式知识点的设计、递进式实践项目和协同教学机制，知识的传递是零散的，不能形成一个完整的教学体系。

3.2 教学模式较为传统，智能化教学手段应用不足

目前的教学仍以课堂讲授、PPT 演示、板书推导为主，互动性和沉浸感都比较低。电路原理抽象概念多、公式繁杂，学生理解困难；电力系统自动化结构庞大、现场实验成本高，传统的教学方式很难直观地展示出来^[3]。人工智能、虚拟仿真、数字孪生等智能化工具的应用程度不高，大多只是停留在视频播放和简单的演示上，并没有进行智能分析、个性化推送、实时交互等深层次的应用，教学效率和吸引力有待提高。

3.3 实践教学支撑薄弱，理论与实践融合深度不够

实践教学受场地、设备、安全、经费的限制，现场实验不能大面积开展。传统的实验以验证性为主，缺少综合性、设计性、工程性的项目，与真实的电力系统场景相差较大。电路原理实验大多为基础电路的测量，缺少与自动化装置的联动；电力系统自动化实验很难模拟复杂的故障、动态调度

等场景。理论教学和实践环节出现两张皮现象，使学生不能建立起从电路理论到系统应用的完整能力闭环。

3.4 师资能力结构单一，智能化融合教学素养不足

教师具有扎实的专业基础，但是缺乏跨课程协同教学的经验，掌握电路原理、电力系统自动化和人工智能技术的复合型教师较少。部分教师对于智能教学平台、仿真工具、算法应用不熟悉，不能设计出以 AI 为基础的融合教学案例和实践项目。教师培训体系缺少智能化教学能力模块，造成融合教学只停留在课程拼接上，不能达到知识融合、技术融合、方法融合的深层次创新。

4 AI 赋能电路原理与电力系统自动化融合教学的实践路径

4.1 优化课程体系架构，健全跨课程协同融合机制

统筹制定融合教学大纲，创建起“基础—递进—综合”的三层知识贯通体系，即以电路原理为基础层、以电力系统自动化为进阶层、以智能综合应用为提升层^[4]。确定知识点衔接节点、协同实践项目、联合考核标准，组建跨课程教学团队，统一备课、统一进度、统一评价。两门课程核心知识融合对应关系如下表 1 所示：

表 1 电路原理与电力系统自动化融合知识点对应框架

电路原理核心知识点	电力系统自动化融合应用点
直流 / 交流电路分析	电网潮流计算、阻抗匹配分析
三相电路理论	三相输电、配电自动化装置
电路暂态分析	继电保护动作、电网故障诊断
模拟 / 数字电路	测控模块、自动化控制单元

4.2 创新课堂教学模式，深化智能化教学手段应用

创建起“AI 加线上加线下”的混合式教学模式。课前用 AI 平台推送预习资源、知识点关联图谱，课中用 AI 可视化工具动态展示电路模型、电网结构、故障过程，课后用 AI 进行习题批改、错题分析、个性化学习推荐。采用虚拟仿真平台以及数字孪生系统把抽象的理论转化成可以被看见、操作、调整的动态场景，从而加强课堂互动以及学生的参与程度。为了使教学运行逻辑更加清楚，可以使用 AI 混合式教学模式架构图。

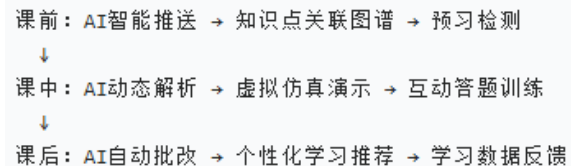


图 1 AI 赋能混合式教学模式架构

4.3 强化实践教学支撑，提升理论与实践融合深度

搭建 AI 驱动的虚实融合实践教学平台，设置基础验证、综合设计、工程创新三个递进式的实验。采用人工智能仿真模拟电网运行、继电保护动作、自动化装置响应等情景来削

减安全危险及设备本钱。创建跨课程综合实训项目,在完成电路设计、参数计算、系统搭建、自动化控制等全部过程的过程中,把理论知识迅速转化为工程实践能力。实践平台功能结构如下图2所示:

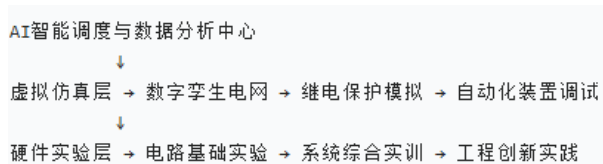


图2 AI驱动虚实融合实践教学平台结构

4.4 完善师资能力结构,增强智能化融合教学素养

创建起“专业+课程+AI技术”的三维师资培训体系,组织跨课程教研、智能教学工具的运用和仿真平台的应用等专题培训。促进教师到电力企业进行工程实践,提高教师对电力行业的认识以及工程水平。组建跨课程教学团队,推进基础课教师和专业课教师共同备课、合作上课,培养出懂理论、懂工程、懂AI、会融合的高水平教学队伍。

4.5 AI赋能融合教学的实践案例与应用成效

本案例选取了某应用型本科高校电气自动化技术专业2023级、2024级本科班作为教学实施对象,把电路原理和电力系统自动化这两门主要课程当作载体,借助AI电力虚拟仿真平台、智能教学管理系统、数字孪生电网实验平台展开为期一年的融合教学改革实践,始终秉持着“知识贯通、AI赋能、理实融合”的改革理念,塑造出可以复制、可以推广的教学执行模式。

在课程实施方面,组建由电路原理、电力系统自动化专任教师组成的跨课程教学团队,统一制定融合教学大纲和进度计划,把三相电路、暂态分析、模拟与数字电路等主要知识点同电网潮流计算、继电保护动作、配电自动化装置调试等内容紧密联系起来。课前用AI系统推送知识点的关联,并做前置测试,课中用AI可视化推演、虚拟仿真互动开展协同教学,课后用智能批改、个性化的习题推送来完成巩固提升。

从实践教学角度出发,依靠AI虚实融合实践平台做分层训练,基础层完成电路参数测量和典型单元实验,进阶层完成电力系统监控、继电保护动作仿真实验,综合层开展

电路设计、系统建模、自动化调试一体化实训项目。学生以小组形式开展低压配电电路设计和自动化控制综合课题,把电路理论计算、仿真建模、装置调试、系统运行全过程贯通起来。

在评价方面使用AI支撑的过程性综合评价体系,把预习数据、课堂互动、实验操作、仿真成果、课程设计等都纳入到量化评分当中去,从而达成全程可追溯、可量化、可反馈的效果。

经过一年的教学实践,学生的课程平均成绩明显提高,知识点的掌握牢固度、工程实践动手能力、自主探究的意愿都有了明显的提高,课程满意度也得到了提高。学生对于电路建模、电力仿真、自动化装置调试等操作的规范性有了明显的提高,对于新型电力系统、智能电网的认识也更加清楚。

实践结果表明,以AI为基础的电路原理和电力系统自动化融合教学,可以很好地解决课程割裂、实践缺乏、模式陈旧等现实问题,明显提高教学质量与育人效果,可以为同类院校电气类专业课程改革和智能化教学转型提供直接的参照和借鉴。

结语,AI技术给电路原理和电力系统自动化融合教学赋予了新途径,可以很好地解决课程割裂、实践受限、模式固化等难题,达成知识贯通、理实融合、智能赋能的目的。经过研究发现,改善课程体系、革新教学方式、加强实践支持、充实师资力量,可明显提高教学质量及学生各方面能力。可以进一步加强AI算法同教学场景的融合,创建出更多的本土化、工程化的教学资源,不断改进评价体系,推进电气类专业教学朝着数字化、智能化、实践化方向深入发展。

参考文献

- [1] 魏进财.电力系统中电气自动化与继电保护的融合研究[C]//《中国招标》期刊有限公司.新质生产力驱动第二产业发展与招标采购创新论坛——实践路径探索与案例分享专题论文集(第二册).杭州崇恒电力技术有限公司,2026:1408-1412.
- [2] 王舒园,史皓天,郭姗姗.探析电力系统自动化技术的安全管理[J].科技风,2026,(10):78-80.
- [3] 杨晨红,杨元,郭倩倩.AI赋能的电路原理混合式教学模式构建与实践研究[J].科教文汇,2026,(06):100-104.
- [4] 何必涛.基于人工智能的电力系统保护与自动化控制系统设计[J].电气时代,2026,(02):131-134.