

数字化赋能电气工程“2 + 2”混合教学改革研究

黄瑜珈, 范偲偲

岭南师范学院电子与电气工程学院, 广东 湛江

收稿日期: 2026年6月5日; 录用日期: 2026年7月16日; 发布日期: 2026年7月28日

摘 要

在教育数字化转型与职业教育体系改革的背景下, 本科高职“2 + 2”衔接培养模式已成为工科专业应用型技术人才培养的重要形式。针对电气工程专业具有强实践、高风险、重设备等特点, 传统教学过程中普遍存在课程内容衔接不畅、实践教学条件受限、教学资源共享不足和评价机制不完善等问题。文章以电气工程专业为例, 基于“2 + 2”人才培养教改项目, 探索构建纵向贯通的阶梯式课程体系。在教学模式方面, 引入国家在线虚拟仿真实验平台, 提出“线上导学 - 虚拟实操 - 线下剖析 - 虚实验证”的混合式教学流程。同时, 结合《电力系统分析》等核心课程给出具体实施路径, 为数字化时代复合型工程人才的培养提供理论参考与实践路径。

关键词

数字化转型, “2 + 2”衔接, 混合式教学, 虚拟仿真

Research on Digitalization-Empowered Blended Teaching Reform for the “2 + 2” Electrical Engineering Program

Yujia Huang, Caicai Fan

School of Electronic and Electrical Engineering, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: June 5, 2026; accepted: July 16, 2026; published: July 28, 2026

Abstract

Against the backdrop of education digital transformation and the reform of the vocational education

system, the “2 + 2” articulated training model linking undergraduate and higher vocational education has become a key approach for cultivating application-oriented technical talents in engineering disciplines. Electrical engineering is characterized by strong practical orientation, high operational risk, and heavy reliance on equipment. In traditional teaching, problems such as poor continuity of course content, limited practical teaching conditions, insufficient sharing of teaching resources, and inadequate evaluation mechanisms are commonly encountered. Taking the electrical engineering major as a case and based on a “2 + 2” talent cultivation teaching reform project, this paper explores the construction of a vertically coherent and progressive curriculum system. In terms of teaching mode, the national online virtual simulation experiment platform is introduced, and a blended teaching process of “online guided learning-virtual hands-on practice-offline in-depth analysis-virtual verification” is proposed. Specific implementation pathways are further illustrated in combination with core courses such as Power System Analysis, providing a theoretical reference and practical route for cultivating compound engineering talents in the digital era.

Keywords

Digital Transformation, “2 + 2” Articulation, Blended Teaching, Virtual Simulation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着新一轮科技革命和产业变革的逐步推进, 数字技术与教育教学深度融合, 已成为高等教育与职业教育新的教学形态。国家相继出台多项政策, 明确提出要深入推进数字化教学改革, 创新教学模式与教学形态, 形成数字化、网络化、终身化的教育体系[1]。当虚拟仿真、智慧教学平台、数字孪生等技术逐渐融入课堂, 使日常传统的教学活动转向更加开放、交互和个性化的学习过程的体验。在这样的背景下, 促使教育数字化不再是教学工具的更新迭代, 而是涉及人才培养方案、课堂设计教案、教学场景重构和教学质量评价变革的系统工程。对电气工程、电子信息等相关专业人才的培养提出了更高维度、更具复合性的要求[2]。我国现代职业教育体系建设持续推进, 高职院校与应用型本科院校联合开展的“2 + 2”分段式培养模式成为职业教育改革的一项重要内容[3]。

但实践表明, “2 + 2”不是高职与本科学习阶段的简单叠加, 若只停留在联合培养的表层意思, 并不能达到高质量的目标[4]。纵观相关文献, 目前关于“2 + 2”衔接教育的研究多集中在课程体系和学分互认等宏观层面, 针对学生面临的学情差异以及认知困难, 微观课堂层面的深度衔接依然欠缺[5]。另一方面, 虽然虚拟仿真技术在丰富混合式教学手段、降低工科高危实验风险上的作用已被普遍认可[6], 却极少有学者把这种技术专门拿来解决“2 + 2”学生思维脱节的问题。特别是对实操要求很高的电气工程专业来说, 如果教学模式不加以创新, 很容易导致学生的高阶实践能力出现断层。

为破解上述难题, 本文引入 OBE (成果导向教育) 理念与 Kolb 经验学习圈理论。以 OBE 理念反向推导复合型电气工程师的核心能力, 打破学段壁垒重构教学目标[7]; 同时, 借用 Kolb 理论中“具体经验 - 反思观察 - 抽象概括 - 主动实践”的认知规律, 指导数字化教学流程的设计[8]。因此, 本文主要开展以下两项核心工作: 一是把 Kolb 理论用在“2 + 2”衔接教学中, 设计了一套“线上预习 - 虚拟仿真 - 线下实操 - 现场验证”的四步闭环教学法。二是构建多元一体化评价体系, 打破单一学校打分的局限, 建立了一套涵盖“高职、本科、企业”三方的全过程综合评价指标体系。

2. 电气工程专业“2+2”衔接教学现存问题

2.1. “点-网”认知进阶断层

“2+2”培养模式的核心问题在于教学模式不同带来的认知转换矛盾。高职阶段的电气教学偏重岗位操作与设备维护,学生的知识图谱多呈现“点状”特征(如单一继电器的接线、PLC基础指令操作);而本科阶段侧重于系统设计、复杂工程问题的数理分析,要求学生具备“网状”系统思维(如《电力系统分析》中的全网潮流计算、系统的短路计算)。这种培养目标的天然差异,极易造成基础内容无效重复而高阶内容能力断层。因此,要充分利用好两类教育在培养目标上具有互补性,加强“2+2”贯通培养的实际效果。

2.2. 实践教学条件制约受限

电气工程专业课程如《高电压技术》《继电保护技术》《电力系统分析》等,在专业实验教学活动中实验设备复杂且具有危险性。针对具体实验项目如发电机并网运行、高压电网的倒闸操作、电力系统短路故障等,都需要较高电压等级的实验台和完善严格的安全保障措施。这对于大部分高校要建立完善且安全的实训室有一定难度。当实践教学条件在受限情况下,学生将会缺少面对复杂工程问题的判断能力和决策能力。

2.3. 混合式教学深度不够

混合式教学模式突破了传统教学模式对时间和空间的限制,使教学形态和教学方法得到了更新[9]。近年来,很多课程开始使用线上教学平台,如教师可以通过超星教学平台发布课件、上传视频、布置作业、展开讨论。超星平台具有“一平三端”,可以通过PC端、泛雅平台或移动端学习通进行访问[10]。然而,部分混合式教学仍停留在浅层应用阶段,表现为“课前看视频、课堂仍讲授、课后做作业”的简单组合。线上资源库的学习数据没有真正进入课堂教学决策,导致线上与线下相互割裂。对于“2+2”学生而言,本身学习知识结构存在差异,如果线上平台只是教学资料的堆放,不能根据学生基础差异提供前置学习和个性化补偿,就难以支撑本科阶段高阶课程的有效开展。

2.4. “校校企”协同机制不够完善

“2+2”衔接培养涉及高职院校、本科院校和行业企业多个主体。高职院校能培养学生熟练的操作能力,本科院校具有优质的教学设备和名师资源,企业能够提供真实项目案例、岗位标准和生产现场要求。“校校企”三方如果能够深度协同,将一定程度上提升人才培养质量。但在实践中,校际合作往往更多停留在招生、学籍和培养协议层面,对于联合教研、资源共享、企业导师参与评价等方面仍不够完善。

3. 数字化转型背景下混合式教学模式构建

结合电气工程及其自动化专业特色与“2+2”分段培养目标,依托超星学习通、虚拟仿真实验教学平台等数字化工具,构建线上自主研学、线下协同教学、资源共享的混合式教学模式。

3.1. 数字化教学资源共建共享

为打破高职院校与本科院校资源壁垒,联合共建教学团队。重点围绕电气工程专业核心课程(电路、电机学、电力系统分析、电力电子技术等),借助超星学习通平台共建共享数字化教学资源。

高职阶段主要承担基础认知和岗位训练任务,线上资源侧重基础理论微课、基础实操视频、习题题库,帮助学生巩固技能、铺垫理论。本科阶段主要承担系统分析和综合创新任务,线上资源侧重高阶理

论讲解、虚拟仿真实验案例、行业前沿技术讲座,帮助学生进行知识点的应用。同时利用共建共享超星学习通平台,实现两段教学习数据同步,为了使课程衔接真正落地,建立共同认可的学习成果认证机制。通过课程成绩、技能考核、线上测试、虚拟仿真实验记录等方式进行综合认定,真正实现两个阶段知识有效衔接、能力逐步提升的目标。

3.2. 虚实融合的混合式教学模式设计

充分利用数字技术重构教学流程,使课前、课中、课后形成连续闭环,实现从“点状”技能向“网状”思维的跨越,是电气工程专业混合式教学改革的关键。基于 OBE 理念的产出导向,结合 Kolb 经验学习圈理论,本文构建了“线上导学-虚拟实操-线下剖析-虚实验证”的四阶段循环教学模式(如图 1 所示)。



Figure 1. Virtual-real integrated blended teaching mode

图 1. 虚实融合混合式教学模式

3.2.1. 线上探究与虚拟实操: 打破时空与安全界限

如图 1 所示,教师首先通过学习通智慧教学平台发布工程任务指南、微课视频、工程案例等资源。发布的任务指南应尽量贴近真实工程工况,而不是简单知识点的罗列。以发电机并网实验为例,教师可以通过学习通智慧平台发布以下具体任务:某发电厂有一台同步发电机现已检修成功准备重新并网,请你查阅《电机学》等相关教材获取同步发电机并网的条件,并及时完成线上知识问答题。这样,学生在收到教学平台发布的消息之后,需要及时查阅相关书籍,学习线上相关微课视频之后才可进行下一步。

当学生进入核心的虚拟实操环节,将利用国家虚拟仿真实验教学平台进行虚拟仿真实验。该平台可在线上操作高危实验,且可无限次重复进行实验,为学生提供了多次试错成本。国家虚拟仿真实验教学平台实验教学资源丰富,例如在《电气设备及主系统》课程中,可开展变电站倒闸操作的模拟实验;在《电力系统分析》课程中,可在平台开展潮流计算、短路故障分析等实验。学生通过线上的虚拟仿真实验一方面可以巩固知识要点,另一方面通过无限次试错强化实操技能。

3.2.2. 线下剖析与虚实验证: 完成从感知到逻辑的跨越

虚拟实操之后,线下课堂的主要任务不是重复讲授操作步骤,而是围绕学生操作数据开展问题剖析、理论提升和思维训练。教师可从平台导出典型错误日志,组织学生进行小组讨论和案例复盘。学生以小

组形式开展头脑风暴，追溯物理现象背后的数理本源。例如，在倒闸操作仿真中，有学生遗漏验电环节，平台提示存在安全风险。教师可引导学生结合电路理论、电机学原理和电力安全规程进行分析。学生在讨论中经历“发现问题－解释原因－修正方案－形成规范”的过程，实现从经验操作到理论理解的转化。

虚拟仿真不能完全替代实体实验。学生在数字平台中建立初步经验后，还需要在实体设备上完成接线、调试、测量和验证。与传统实体实验相比，经过虚拟仿真训练的学生进入实验室前已熟悉操作流程和风险点，实验操作更加规范，设备损坏率和安全隐患明显降低。

3.3. “校校企”协同共建与评价新机制

混合式教学改革持续推进，需要稳定的资源供给和组织保障。电气工程专业“2+2”衔接培养应突破单一学校独立建设资源的局限，形成高职院校、本科院校和行业企业共同参与的协同育人机制。

3.3.1. 共建数字化课程资源库

打破传统以单个学校为单位，建立由本科院校牵头、高职积极参与、企业响应的“校校企”协同育人资源联盟。“校校企”三方围绕电气工程专业核心能力，共同建设数字化课程资源库。本科教师可重点建设系统理论、工程计算和复杂问题分析类资源；高职教师可重点建设设备操作、岗位流程和技能训练类资源；企业工程师可提供真实工程图纸、现场照片、运维案例和行业标准。三类资源按照能力层级和课程模块进行组织，使学生在高职阶段能够提前了解本科阶段的专业视野，在本科阶段也能够随时回顾岗位技能资源。

3.3.2. 多元一体化评价体系

评价机制是教学改革能否真正落地的重要保障。传统课程评价多以期末考试为主，难以全面反映学生在线学习投入、虚拟仿真操作、团队协作能力和企业岗位适应能力。

为了满足能客观反映“2+2”混合式教学的过程质量，评价体系应从单一结果性评价转向过程性、综合性和发展性评价，形成平台、教师、企业共同参与的多元评价体系。具体指标如表 1 所示。

Table 1. Multi-dimensional evaluation indicator system for blended teaching
表 1. 混合式教学多元评价指标体系

评价维度	权重	评价主体	主要评价内容
在线学习与基础诊断	20%	智慧教学平台、任课教师	微课学习、在线测试、讨论参与、前置知识掌握情况、学习任务完成度
虚拟仿真实验表现	30%	虚拟仿真平台、任课教师	操作规范、接线正确率、参数设置、故障排查过程、误操作次数、实验报告质量
线下课堂与实体实践	30%	本科教师/高职教师	案例研讨、团队协作、实体平台调试、项目方案设计、汇报答辩
企业岗位与工程评价	20%	企业导师、校内指导教师	安全规程执行、岗位适应能力、职业素养、现场沟通、突发问题处理能力

从表 1 可以看出，在新的评价体系下，评价主体从单一教师变成多元主体评价体系。通过多元评价，可以更准确地呈现学生能力成长过程。

4. 现实挑战与应对策略

尽管数字化赋能的混合式教学改革成效初显，但在“2+2”跨界协同推行过程中仍面临现实挑战，需辅以相应的应对策略：

(1) 企业参与不够深入的挑战与对策。目前多数企业只是提供实习场地, 较少真正参与教学指导, 缺乏深入教学设计的动力。对策: 建立校企互利机制, 可聘请企业专家走进课堂。将企业实际工作中的项目难题, 变成学生的实训项目或毕业设计, 让学校的人才培养与企业的技术研发相互促进, 实现校企双赢。

(2) 跨校企评价标准存在差异的挑战与对策。高职、本科与企业对学生能力的侧重点不同, 导致评价标准难以统一。对策: 联合建立三方互认的综合评价体系。将高职侧重的“操作熟练度”、本科侧重的“理论逻辑”和企业侧重的“现场执行力”结合起来, 给出一个全面、客观的综合评价结果。

(3) 传统工科教师数字化能力不足的挑战与对策。部分教师习惯于“粉笔 + PPT”, 面对数字孪生、虚拟平台的数据挖掘显得力不从心。对策: 组建跨学段的“虚拟教研室”, 通过以老带新、校企互聘等形式, 定期开展数字化教学工具的实操培训与联合备课, 重塑教师的数字化胜任力。

5. 结语

电气工程专业“2 + 2”衔接培养的改革, 本质上是职业教育与应用型本科教育在培养目标、课程结构、教学场景和评价机制上的系统重构。数字化转型为这一重构提供了重要支撑, 但技术本身并不会自动带来教学质量提升。只有将数字平台、虚拟仿真、实体实训、企业场景与课程体系深度融合, 才能真正破解跨学段培养中的内容割裂、实践不足和评价单一等问题。

本文基于教改项目实践, 以虚实融合为路径创新混合式教学, 以“校校企”协同为支撑建设资源共享机制, 以多元过程评价为导向提升培养质量。该模式既回应了电气工程专业高危复杂实践教学的现实需求, 也契合现代职业教育体系建设和应用型本科人才培养改革方向。未来, 随着人工智能、数字孪生和学习分析技术进一步发展, 电气工程专业混合式教学还可在个性化学习路径推荐、智能实验指导、虚拟岗位训练和工程能力画像等方面继续深化, 为高素质复合型工程技术人才培养提供更加有力的支撑。

基金项目

岭南师范学院教育教学改革项目“本科高职衔接‘2 + 2’人才培养模式及课程体系构建研究”(岭师教务[2024] 113 号文件)。

参考文献

- [1] 滕莉莉, 陈乙仪, 邓炜彬. 培养金融专业“五有”领军型人才的混合式教学改革探索——以广西大学金融类专业核心课程金融市场学为例[J]. 高教学刊, 2026, 12(8): 156-159.
- [2] 金秀飞, 董贺. 新工科背景下 ICT 课程实践能力提升途径探索——以电子信息工程专业高职-本科衔接“3 + 2”学生为例[J]. 通化师范学院学报, 2023, 44(10): 140-144.
- [3] 李欣. 数智化时代下高职本科三二分段式人才培养模式的研究与实践——以技术应用型会计人才培养为例[J]. 中国多媒体与网络教学学报, 2025(5): 185-188.
- [4] 刘笑涵, 赵秀臣. 高等教育数字化转型背景下线上线下混合式教学模式改革探究[J]. 知识文库, 2024, 40(17): 111-114.
- [5] 赵志信, 王冬, 刘远义, 等. 高职与本科“三二分段”培养课程衔接研究[J]. 职业教育, 2024, 23(1): 62-65.
- [6] 陈虹. 教育数字化转型背景下高职院校混合式教学改革与实践[J]. 湖北开放职业学院学报, 2026, 39(3): 156-158.
- [7] 杜小娟. 教育数字化转型背景下宏观经济学课程教学改革研究——基于“OBE + BOPPPS”的混合式教学模式[J]. 中国现代教育装备, 2025(17): 111-113.
- [8] 刘红娜, 丁波, 杨具田. 根据 KOLB 学习风格模式制定参与式学习策略——以《乳品工艺学》为例[J]. 西北民族大学学报(自然科学版), 2025, 46(4): 84-89.
- [9] 胡礼, 王世练, 张伟, 赖鹏辉. 教育数字化背景下的混合式教学研究——以数据链技术与应用课程为例[J]. 大学

教育, 2025(z1): 1-5, 32.

- [10] 钟源, 李志海, 孙文晓. 双体系人才培养模式下高职院校和本科院校协同育人考核机制构建——以广东石油化工学院为例[J]. 西部素质教育, 2024, 10(1): 37-40.