

# Collaborative School-Enterprise Practice Teaching Reform of Motor Science in New Energy

Xudong Wang Yan Li Jiao Chi Haiqiang Bai

College of New Energy, Yulin University, Yulin, Shaanxi, 719000, China

## Abstract

With the rapid development of the new energy industry, the insufficient practical skills of motor technology professionals have become increasingly prominent. Traditional motor science practical teaching suffers from limitations such as disconnection from industrial demands and monotonous teaching models. This study aims to advance the reform of practical teaching in new energy motor science through a school-enterprise collaboration model, thereby enhancing students' engineering application and innovation capabilities. Specifically, the teaching content and methods are restructured by jointly building a practical teaching system, introducing real-world projects and technical resources from enterprises, implementing project-driven approaches and dual-mentor systems. Practical results demonstrate that this reform effectively enhances students' ability to solve complex engineering problems, promotes deep integration of industry, education, and research, and provides reference for similar course reforms.

## Keywords

school-enterprise collaboration; new energy; motor science; practical teaching; teaching reform

## 校企协同下新能源《电机学》实践教学改革

王旭东 李岩 池娇 白海强

榆林学院新能源学院, 中国·陕西 榆林 719000

## 摘要

随着新能源产业快速发展而日益凸显的电机技术人才实践能力不足问题,以及传统电机学实践教学存在的与产业需求脱节、教学模式单一等局限,本研究旨在通过校企协同模式推进新能源电机学实践教学改革以提升学生工程应用与创新能力,具体通过共建实践教学体系、引入企业真实项目与技术资源、实施项目驱动与双导师制等方式重构教学内容与方法,实践表明此改革有效增强学生解决复杂工程问题的能力、促进产学研深度融合并为同类课程教学改革提供参考。

## 关键词

校企协同; 新能源; 电机学; 实践教学; 教学改革

## 1 引言

新能源产业迅猛发展对电机技术人才提出更高要求的情况下,传统《电机学》实践教学面临严峻挑战,表现为现有实验内容多以直流电机、异步电机等传统类型为主而与新能源领域广泛应用的永磁同步电机、开关磁阻电机等新型电机脱节,教学方式仍以验证性、演示性实验为主从而缺乏对学生工程设计能力和创新思维的培养,且实践资源更新缓

慢、实验设备落后致使未能与企业先进技术接轨,校企合作大多停留在组织参观或举办讲座等表面层次而未能形成深度协同育人机制,这种滞后性造成学生实践能力与行业需求存在显著差距进而难以满足新能源汽车、风电等领域对高素质技术技能人才的实际需要,使得实践教学体系的改革成为培养符合新能源产业发展需求的电机专业技术人才的迫切任务。

## 2 新能源电机学实践教学现状与问题分析

### 2.1 当前实践教学内容与方式分析

当前新能源《电机学》实践教学的内容与方式存在明显的滞后性与脱节问题,实验项目仍以传统的直流电机机械特性测试、异步电动机工作特性分析等基础性验证实验为主,这些实验虽然能够帮助学生理解电机的基本原理,但无法覆盖新能源领域广泛应用的永磁同步电机、开关磁阻电机等新型电机的核心技术。例如,新能源电动汽车驱动系统普遍采用永磁同步电机,其控制策略涉及复杂的矢量控制、弱

【基金项目】榆林学院本科教育教学改革研究项目“实践能力培养导向下《电机学》课程教学改革路径探究”(项目编号: JG2555)。

【作者简介】王旭东(1986-),男,中国陕西榆林人,博士,副教授,从事金属材料设计与镁合金开发研究,非标自动化设计。

磁控制等技术,而现有实验却很少涉及这些实际应用场景<sup>[1]</sup>。教学方式上,演示性和验证性实验占比过高,学生按照既定步骤操作即可完成,缺乏对电机设计、系统集成和控制算法等综合性、设计性能力的训练。这种教学内容与产业需求的脱节,导致学生难以将理论知识与工程实践相结合,无法满足新能源汽车、风力发电等行业对创新人才的需求。为了更清晰地展现这种脱节现象,表1对现有实验项目与新能源应用需求进行了详细对比。

表1 现有实验项目与新能源应用需求对比表

实验名称	实验类型	实验内容简述	与新能源需求匹配度
直流电机机械特性测试	验证性	测量转速-转矩特性曲线	低
异步电动机工作特性分析	验证性	测定效率、功率因数与负载关系	低
变压器空载与短路实验	验证性	测定参数与电压变化率	中
永磁同步电机基础控制	演示性	观察简单开环运行现象	中
新能源电机驱动系统设计	无相应实验	无	高(缺失)

## 2.2 校企合作在实践教学中的现有问题

校企合作在当前的实践教学未能发挥应有的支撑作用,其问题主要体现在合作形式表象化与协同机制缺失两个层面。多数院校与企业的合作局限于组织学生参观企业生产线、邀请企业专家举办零星技术讲座等浅层次活动,这些活动虽能拓宽学生视野,但未能形成持续、深入的教学融合。企业由于担心技术泄露、增加运营成本、缺乏有效的利益回报机制等因素,普遍参与积极性不高,不愿开放核心技术和真实项目用于教学。更深层次的问题在于缺乏稳定的深度协同机制,校企双方未能共同组建课程开发团队,实践教学大纲的制定往往由学校单方面完成,企业并未真正参与其中。在共建实验室方面,通常仅限于企业捐赠少量过时设备,未能建立紧跟技术发展的联合实验平台<sup>[2]</sup>。此外,“双导师制”流于形式,企业工程师未能深度参与学生实践项目的全过程指导。

## 3 校企协同的实践教学模式构建

### 3.1 校企协同设计实践教学体系

校企协同设计实践教学体系的核心在于建立产业需求导向的动态调整机制,学校应当与新能源汽车电机供应商、风力发电设备制造商及电驱动系统研发企业建立常设性的专业建设委员会,每学期定期研讨,根据新能源行业技术迭代速度快的特性,共同确定学生必须掌握的三大核心能力维度,电机本体设计与优化能力、电机控制算法开发与实现能力、电机系统集成与测试能力。基于这些能力要求,校企专家共同构建“基础认知-综合应用-创新研发”三层递进的

实践项目体系。基础层在保留传统电机实验基础上,增设新能源电机特色实验,如永磁同步电机d-q轴参数辨识、内置式永磁电机磁阻转矩测量等实验。综合应用层引入企业当前面临的真实工程问题作为项目任务,例如某型电动汽车用永磁同步电机的最大转矩电流比控制策略实现,要求学生分组完成控制算法仿真、代码生成、控制器烧录、台架测试全流程。创新研发层则面向优秀学生,直接参与企业预研项目,如高速电主轴的无位置传感器控制算法开发,或基于碳化硅器件的高频驱动系统设计,企业提供实际技术需求、测试标准和性能指标,校内教师与企业工程师组成联合指导团队,按照企业项目管理制度进行过程管理和成果验收<sup>[3]</sup>。这种深度融合的实践体系确保了教学内容与产业技术发展保持同步,学生能力培养与企业需求实现无缝对接。

### 3.2 校企共建实践平台与资源

校企共建实践平台需要建立资源互补、互利共赢的可持续发展机制,学校提供场地基础设施和常规设备,企业投入代表行业先进水平的核心设备,共同建设具有产业化特征的新能源电机实验室。具体合作模式包括,企业捐赠当前生产线使用的典型测试设备,如电机对拖测试台架、动态性能测试系统。企业提供正在研发的新一代电机原型机作为教学样机。校企联合开发专用实验平台,如新能源车驱动电机故障诊断实验台。这些设备不仅用于实验教学,还成为企业员工培训和技术研发的共享平台。跨越硬件投入,企业需开放部分技术资源库,包括电机设计规范、控制器源代码范例、测试案例集、典型故障数据库等核心资源,这些资源经过教学化改造后成为实践教学的重要素材。针对高端设备成本高、台套数少的问题,校企合作开发虚拟仿真实验平台变得尤为重要。基于MATLAB/Simulink构建高精度电机控制算法仿真模型,覆盖永磁同步电机、开关磁阻电机等新能源常用电机类型。利用PLECS、Speed等专业软件搭建电机热管理、电磁设计等专项仿真平台<sup>[4]</sup>。引入VR技术开发电机拆装与结构认知虚拟实验,使学生可以直观了解内部磁场分布和零部件结构。这些虚拟资源与物理平台形成互补,构成“虚实结合、软硬兼备”的实践教学资源体系,有效拓展了实践教学的广度和深度。

## 4 改革实施方案与效果评估

### 4.1 具体教学改革实施措施

教学改革的实施采用项目驱动教学法作为核心抓手,将企业真实项目完整嵌入实践教学环节。具体实施过程为,与合作企业共同筛选适合教学化的工程项目,如新能源物流车驱动电机的效率优化、家用储能设备用无刷直流电机的振动抑制等,将这些项目分解为若干教学任务。学生以3-5人小组形式组建项目团队,按照企业项目开发流程,经历需求分析、方案设计、实施调试、测试验证的全过程。在项目执行中实施“双导师制”,校内教师负责理论指导和过程管理,

企业工程师提供技术规范、工艺标准和实践经验指导,双方每周举行联合例会,协调解决项目进展中的问题。同时建立企业实训环节,安排学生分批次进入合作企业的研发部门或测试中心进行为期2-4周的实训,亲身参与实际产品开发流程,在真实工作环境中深化对理论知识的理解,培养职业素养<sup>[5]</sup>。这种实施方式彻底改变了传统实践教学中学生被动接受的状态,使其在解决实际工程问题的过程中主动构建知识体系,大幅提升工程实践能力。

#### 4.2 教学效果评估与反馈机制

建立科学多元的教学效果评估体系是检验改革成效的关键,该体系采用过程性评价与终结性评价相结合的方式,涵盖实验报告质量、项目成果验收、企业导师评价、团队协作表现等多个维度。项目成果验收由校企双方共同组织,按照企业技术标准对各项性能指标进行测试,如电机效率、控制精度、响应速度等。企业导师评价着重考察学生在项目中的工程思维、解决问题的能力及职业素养表现。同时通过详细的问卷调查和深度访谈,收集学生对企业项目难度、导师指导质量、能力提升效果等方面的反馈,以及企业对学生的专业技能、创新能力、团队合作等方面的评价<sup>[6]</sup>。为客观衡量改革效果,对连续两届学生的实践能力进行对比评估,下表2展示了改革前后在关键能力指标上的显著变化。

表2 实践能力评估指标对比表

评估指标	改革前平均分 (满分10)	改革后平均分 (满分10)	提升幅度
知识应用能力	6.2	8.5	37.1%
创新思维能力	5.8	8.3	43.1%
工程实践能力	5.5	8.6	56.4%
团队协作能力	6.5	8.7	33.8%
解决问题能力	5.9	8.4	42.4%

#### 4.3 核心理论与技术支撑

新能源电机学的实践教学改革必须建立在扎实的理论基础之上,特别是要重点强化永磁同步电机这一新能源汽车核心动力装置的控制原理与实践应用。永磁同步电机的矢量控制技术包含坐标变换、磁场定向控制、空间矢量调制等关键理论,这些内容在传统教学中往往停留在公式推导和仿真验证层面。在校企协同的实践教学改革中,我们通过企业提供的先进电机控制开发平台,让学生亲手搭建控制算法模

型,调试电流环、速度环参数,观察不同控制参数下电机的动态响应特性,从而深入理解Clark变换、Park变换的物理意义以及磁场定向控制的本质。在最大转矩电流比控制实践环节,学生需要根据永磁同步电机的电压方程和转矩公式,推导出最优电流分配策略,并通过实验验证理论计算的正确性。在弱磁控制实践中,学生要分析电机在高速运行时的电压极限椭圆和电流极限圆特性,制定合理的弱磁控制策略。这种将抽象数学方程转化为具体控制算法的训练方式,使学生能够真正掌握永磁同步电机的控制精髓,理解理论公式背后的物理本质和工程意义<sup>[7]</sup>。

## 5 结语

本文通过构建校企协同的新能源《电机学》实践教学体系以及校企共同开发分层递进的实践项目、共建虚实结合的教学平台、实施项目驱动与双导师制等具体措施,有效解决传统教学中理论与实践脱节、教学内容滞后于产业发展、学生工程实践能力不足等突出问题,显著提升学生在新能源电机设计与控制方面的实践能力和创新思维,促进产学研深度融合,为新能源行业培养具备扎实工程素养的专业人才,为同类院校工科专业实践教学改革提供可借鉴的实施路径和成功经验,具有重要推广价值。

## 参考文献

- [1] 雷人. 中职新能源汽车专业“二元三融四进”师资培养模式探索[J]. 汽车维修技师, 2025, (18): 84-85.
- [2] 李茜, 李钰. 新质生产力背景下高职新能源汽车专业群校企协同育人模式研究[J]. 内燃机与配件, 2025, (14): 146-148.
- [3] 尹泉, 廖振兴. 新能源汽车专业“校企乡三位一体”协同育人培养模式的创新与实践[J]. 汽车与驾驶维修(维修版), 2025, (07): 142-144.
- [4] 本刊综合. 浙江科技大学与林东新能源有限公司探索高层次人才“校企双聘”流动共享模式[J]. 今日科技, 2025, (05): 42-43.
- [5] 赵恒利, 自兴发, 孙坤. 新能源科学与工程专业“451”应用型人才培养模式创新与实践研究[J]. 楚雄师范学院学报, 2025, 40(03): 29-34.
- [6] 宋伟萍, 甘代伟, 张俊勇. “校企二元”协同育人新能源汽车现场工程师的培养路径研究[J]. 汽车维护与修理, 2025, (08): 65-66.
- [7] 王莉. 新质生产力下产教融合人才培养研究——以新能源汽车检测与维修技术专业为例[J]. 汽车测试报告, 2025, (06): 97-99.