

产教融合视域下应用型本科《电气测量》课程教学改革方案设计

梁 宝, 于冬梅, 王 琪

江苏理工学院电气信息工程学院, 江苏 常州

收稿日期: 2026年8月5日; 录用日期: 2026年9月16日; 发布日期: 2026年9月29日

摘 要

《电气测量》是电气工程及其自动化专业的专业基础课。该课程的内容体系形成于以指针式电磁仪表为主导的年代, 与当前工业普遍采用的数字化仪器仪表之间, 衔接尚有进一步加强的空间。本文以某应用型本科院校该课程的现行教学大纲为分析对象, 梳理其内容结构、实践环节与考核方式, 并以仪器仪表制造企业和工业现场两条产业主线为牵引, 按成果导向教育理念反向设计, 建立岗位典型工作任务、核心能力要求、课程模块与毕业要求之间的对应矩阵。在此基础上, 提出按基础、核心、拓展三个层次递进的课程重构方案, 使数字化测量与校企协同项目实践的学时占总学时的50%, 并设计四个源自企业真实场景的渐进式项目载体。考核方面, 建立以过程性证据为主、企业导师参与评价的多元体系。

关键词

产教融合, 电气测量, 应用型本科, 课程重构, 多元考核体系

Design of a Teaching Reform Scheme for the “Electrical Measurement” Course in Application-Oriented Undergraduate Education from the Perspective of Industry-Education Integration

Bao Liang, Dongmei Yu, Qi Wang

School of Electrical and Information Engineering, Jiangsu University of Technology, Changzhou Jiangsu

Received: August 5, 2026; accepted: September 16, 2026; published: September 29, 2026

文章引用: 梁宝, 于冬梅, 王琪. 产教融合视域下应用型本科《电气测量》课程教学改革方案设计[J]. 职业教育发展, 2026, 15(10): 49-55. DOI: 10.12677/ve.2026.1510411

Abstract

Electrical Measurement is a core course for electrical engineering and automation majors. Its content took shape when pointer-type electromagnetic instruments dominated the field. Industry now relies mainly on digital instruments, so the course needs a closer link to current practice. This paper analyzes the current syllabus of the course at an application-oriented university. It reviews the content structure, the practical component, and the assessment scheme. Two industrial threads guide the redesign: instrument manufacturing and industrial field work. Following outcome-based education, the design works backward from workplace tasks. It builds a matrix that links typical tasks, core competencies, course modules, and graduation requirements. The paper then proposes a three-layer course structure of foundation, core, and extension. Digital measurement and school-enterprise project work take 50 percent of the total class hours. Four progressive projects are designed from real company scenarios. The paper also sets up a multi-source assessment scheme. It relies on process evidence and includes evaluation by company mentors.

Keywords

Industry-Education Integration, Electrical Measurement, Application-Oriented Undergraduate Education, Curriculum Restructuring, Multi-Source Assessment

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

产教融合是推动教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接的重要制度安排,《关于深化产教融合的若干意见》对此提出了明确要求[1]。对以工科为主、培养高级应用型人才为特色的地方本科高校而言[2],产教融合若能进入课程的内容结构、能力目标与评价机制之中,而不止于在既有课程之外附加实习环节,其育人作用有望更为充分。

《电气测量》是电气工程及其自动化专业的重要专业基础课,承担着培养学生电磁量测量、误差分析与仪器应用能力的任务。该课程的知识体系形成于以指针式电磁仪表为主导的年代,而当前仪器仪表制造与工业现场已较多采用数字化采样、智能传感与软件化计量。从理论脉络看,本文的改革设计主要有四条参照。其一是成果导向教育(OBE),它以学生的学习产出为起点反向设计课程内容与评价方式,是我国工程教育专业认证的基本理念[3],也是《工程教育认证标准》要求课程对毕业要求形成可测量支撑的依据[4]。其二是CDIO工程教育模式,它以产品从构思、设计、实现到运行的全生命周期为载体组织教学,强调在做中学[5]。其三是项目式学习,它以真实问题驱动学生完成结构化任务,在教学法层面为项目载体的设计提供了依据[6]。其四是组织层面的产教融合形态,如现代产业学院通过教育链、人才链与产业链的融合重构办学组织[7]。

上述模式为本文提供了方法论基础,但其适用条件与本课程所处的情境并不完全相同。本文改革发生在单门课程内部,实施成本与门槛相对较低,适合尚不具备深度校企合作条件的院校。与项目化课程学习相比,本文课程主体仍为理论讲授,以期在有限学时内兼顾知识体系完整性与工程能力训练。就电气类专业课的既有教改研究而言,已有研究多聚焦于教学方法与技术手段的更新[8][9],对课程内容结构的学时重构与项目载体设计,着墨相对较少。

本文以某应用型本科院校《电气测量》课程(2.5 学分、40 学时)的现行教学大纲为分析对象,先梳理课程内容结构、实践环节与考核方式的现状,再以仪器仪表制造企业和工业现场两条产业主线为牵引,按成果导向教育(OBE)理念反向设计能力目标,提出内容重构、项目载体与考核评价三位一体的改革方案。

2. 课程现状分析

2.1. 教学内容与产业技术应用情况的衔接有待加强

按现行教学大纲的学时分配(选用教材为陈立周等编《电气测量》第 6 版[10]),将十四项教学内容归并为六个模块,结果见表 1。

Table 1. Class-hour allocation of the current syllabus and its correspondence with technical forms in the field
表 1. 现行大纲的学时分配及其与现场技术形态的对应关系

内容模块	对应大纲内容	学时	对应技术形态	现场适配度
M1 测量基础与误差理论	内容 1	6	计量基础与误差理论,长期有效	较高
M2 模拟指示仪表	内容 2、3	8	磁电系、电磁系、电动系、感应系指示仪表	较低
M3 比较测量法与电桥	内容 4、5	8	电动系频率表与相位表,直流与交流电桥	中等偏低
M4 磁测量与电流传感	内容 7	2	磁场与磁性材料的测量	中等
M5 电子测量技术	内容 6	2	模拟示波器与波形测量	中等偏高
M6 数字化与智能测量技术	内容 8 至 14	14	数字仪表、智能仪器、虚拟仪器	较高
合计		40		

由表 1 可见三点。其一,以指针式测量机构和电桥、电位差计为核心的 M2 至 M4 合计 18 学时,占总学时的 45%,而 M6 数字化与智能测量技术为 14 学时,占 35%。其二,M6 虽已包含数字电压表、数字功率表、数字示波器与智能电能表等内容,但数字化采样原理、通信接口与测量数据处理等工程现场常用的环节未见单独安排。其三,大纲第六节的学时分配表中,课堂讲授 40 学时,线上讲授、实验、上机三项均为 0。

需要指出的是,调整学时并非否定传统内容的价值。磁电系测量机构、电桥平衡条件等原理是理解各类电测量的共同基础,值得斟酌之处在于其呈现方式较多停留于仪表结构说明层面,向现代数字仪表的原理迁移相对不足。

2.2. 实践环节尚未形成完整的计量业务链条

大纲未安排实验与上机学时,随堂演示环节以仪表接线与读数验证为主,学生更多完成的是获得一个测量值,而企业岗位还要求依据规程判定一台仪表是否合格。二者的差距在于后者需完整经历测量、校准、不确定度评定、合格判定与量值溯源这一业务链条。依据 JJF 1059.1 开展测量不确定度评定是计量岗位的核心技能[11],而现行课程中尚缺少对应的实践训练。

2.3. 教师工程经历与企业技术更新的同步有待加强

课程组教师普遍具备扎实的测量原理功底,但在仪表制造检定线的工程经历相对有限,将企业现行工艺、标准与故障案例转化为教学素材的渠道尚不通畅,这是内容更新相对滞后的一个原因。

2.4. 考核方式对毕业要求达成度评价的支撑有待加强

现行考核采用“N + 1”过程性考核,由线下测验 20%、线下作业 20%、课堂笔记 10%与期末考试

50%构成。工程教育认证要求对毕业要求作可测量的达成度评价[4]，而以书面材料与闭卷笔试为主的证据，对“使用现代工具”这类以操作为特征的能力，其支撑作用相对有限。

3. 面向产业需求的能力目标重构

按 OBE 反向设计逻辑，改革的起点宜设在产业岗位的典型工作任务。课程组面向仪器仪表制造企业
与工业现场两条主线梳理岗位任务，逆向推导核心能力要求，并映射至课程模块与毕业要求，形成表 2 所示的对应矩阵。表中 M1 至 M6 为表 1 所列模块，M7 为本文新增的校企协同项目实践模块，见 4.2 节。

Table 2. Matrix linking industrial competence requirements, course modules and graduation requirements
表 2. 产业岗位能力需求与课程模块、毕业要求对应矩阵

产业主线	典型工作任务	核心能力要求	支撑模块	对应毕业要求
仪器仪表制造	数字仪表出厂检定与准确度等级判定	依据检定规程实施比对，评定测量不确定度	M1、M6、M7	使用现代工具
仪器仪表制造	互感器与霍尔电流传感器比差、角差测试	比较测量法应用，误差建模与曲线分析	M3、M4、M7	工程知识、问题分析
仪器仪表制造	校准数据处理、合格判定与报告出具	数据处理与合格判定，技术报告撰写	M1、M7	问题分析
工业现场	并网点电能质量参数监测与分析	谐波、三相电压不平衡度等参数的测量与评价	M5、M6、M7	问题分析、使用现代工具
工业现场	变流器电压电流传感通道调试与排查	霍尔传感原理应用，示波器调试与波形判读	M4、M5	使用现代工具
工业现场	计量装置异常诊断与量值溯源	量值溯源链理解，系统性故障排查	M1、M6、M7	工程知识、问题分析

表 2 的映射按三步推导。由岗位任务到核心能力，是把完成该任务所需的可观测行为拆解出来，例如出厂检定与准确度等级判定，包含依检定规程实施比对与评定测量不确定度两个动作。由核心能力到课程模块，是按该能力所依赖的知识单元确定归属，例如不确定度评定依赖 M1 的误差理论，等级判定依赖 M6 的数字仪表原理，现场实作则依托 M7 的项目环节。由核心能力到毕业要求，是按认证标准中各项毕业要求的行为特征匹配，涉及仪器操作与系统调试的归入使用现代工具，涉及数据分析与合格判定的归入问题分析，涉及测量原理推理的归入工程知识。

4. 产教融合课程改革方案设计

4.1. 按基础、核心、拓展三个层次递进的内容重构

依据表 2，将 40 学时重构为七个模块(M1 至 M7)，构成三个层次，改革前后各模块学时对比如图 1 所示。

基础层(M1，6 学时)为测量基础与误差理论，含误差性质、准确度等级、电学度量器与量值溯源体系，并按 JJF 1059.1 引入测量不确定度评定[11]。该模块学时与现行大纲持平，但内容由误差表示与估计扩展至不确定度评定。

核心层(M2 至 M6，共 26 学时)中：M2 模拟指示仪表(5 学时)保留各系测量机构的物理原理与万用表、兆欧表的工程应用，删减重复的表计结构细节；M3 比较测量法与电桥(4 学时)突出电桥法在应变、热电阻等传感器测量中的现代应用；M4 磁测量与电流传感(2 学时)聚焦霍尔效应法，衔接新能源变流器中的霍尔电流传感器；M5 电子测量技术(3 学时)面向调试场景讲授示波器与信号源；M6 数字化与智能测

量技术(12 学时)涵盖模数转换原理、数字电压表、数字功率与电能测量、数字万用表、智能电能表、虚拟仪器及测量数据接口。拓展层(M7, 8 学时)为校企协同项目实践。

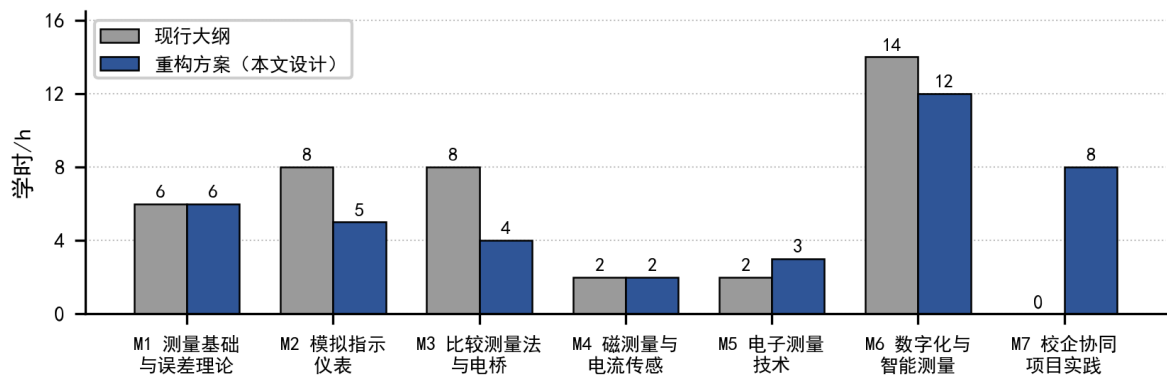


Figure 1. Class hours of each module before and after the reform
图 1. 改革前后各模块学时对比

课程重构后,以指针式仪表为核心的模拟测量内容由 18 学时降至 11 学时,数字化测量与项目实践合计由 14 学时增至 20 学时,占总学时的 50%,课程重心相应向数字化与工程化方向作了倾斜。

4.2. 校企双主体的项目化教学载体设计

M7 的 8 学时由校企共同开发四个渐进式项目,见表 3。

Table 3. Design of the school-enterprise collaborative project modules
表 3. 校企协同项目化教学模块设计

项目	企业场景来源	主要任务	学时	交付物	评价主体
P1 数字万用表准确度等级验证与不确定度评定	仪表制造企业出厂检定线	按检定规程搭建比对回路并测试,按 JJF 1059.1 评定测量不确定度	2	检定原始记录、不确定度评定报告	校内教师为主,企业导师参与
P2 电流传感器比差与角差测试	仪表制造企业与变流器配套	用比较法测试互感器与霍尔电流传感器误差,绘制误差曲线并判定等级	2	测试报告、误差特性曲线	企业导师为主
P3 光伏并网电能质量参数测量与分析	新能源场站运维	测量谐波、三相电压不平衡度与电压偏差,对照 GB/T 14549、GB/T 15543 评价	2	电能质量分析报告	校企共同评价
P4 电能计量装置综合校验与误差溯源	制造与现场综合	完成计量装置综合校验,诊断预设异常并追溯误差来源	2	综合技术方案、答辩材料	校企共评与答辩

四个项目在能力上呈递进关系: P1 建立依规程作业的规范意识, P2 训练误差建模与等级判定, P3 将测量置于真实工程约束之下, P4 要求综合运用并作出工程判断。企业导师以线上授课与集中指导相结合的方式参与,以降低校企协同的时间成本。

4.3. 以过程性证据为主的多元考核评价体系

将考核重心由书面材料与终结性笔试转向过程性工程证据。重构后的权重构成与现行方式的对比如图 2 所示: 线下测验 10%, 线下作业 10%, 项目实践报告 20%, 企业导师工程评价 10%, 期末综合考核 50%。

该体系的要点有三：一是项目实践报告与企业导师工程评价合计占 30%，使实践能力获得实质性权重，并取代原课堂笔记环节；二是每项考核均绑定表 2 中的核心能力要求，检定记录、误差曲线、分析报告等成为可归档、可追溯的达成度评价证据；三是企业导师依据职业标准而非学业标准评分，引入产业侧的质量尺度。

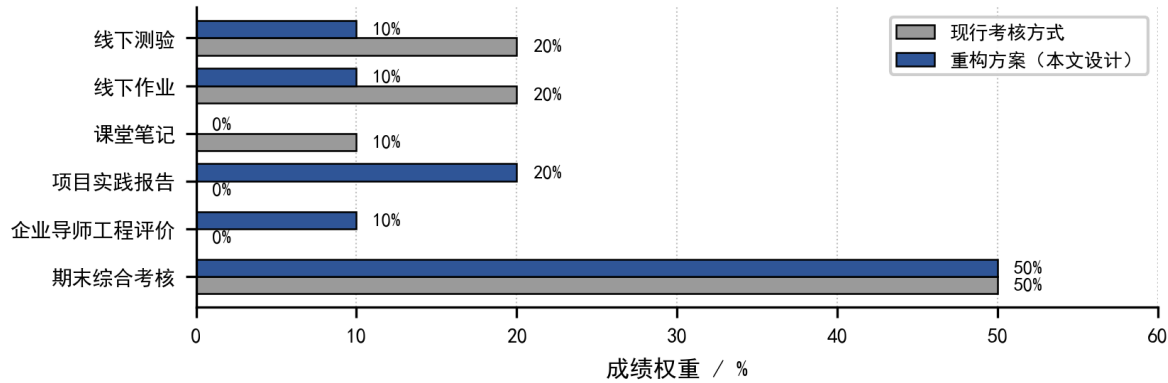


Figure 2. Composition of assessment weights before and after the reform
图 2. 改革前后考核评价权重构成对比

5. 预期成效与实施保障

方案实施后，预期在三个层面产生作用。学生层面，预期使数字化测量相关知识与技能的覆盖面有所扩大；课程层面，预期形成一套可随企业技术更新迭代的活页式教学资源与项目案例库；校企层面，预期通过共同开发项目、共同评价学生，逐步形成协同育人机制。

实施保障需关注三点：一是制度保障，将教师企业实践计入工作量并纳入考核，以解决教师参与动力问题；二是利益共识，企业的持续投入需以人才优先输送、技术服务与联合开发等回报为基础，避免合作流于形式；三是安全与教学秩序，涉及带电测量的项目须制定操作规程与应急预案，坚持虚拟仿真先行、实操后置。

6. 结语

本文以现行教学大纲为分析对象，梳理了《电气测量》课程在内容结构、实践环节与考核方式等方面的现状，并据此提出产教融合导向的改革方案：以岗位能力矩阵为依据重构 40 学时内容，以四个源自企业真实场景的项目为实践载体，以过程性证据为主建立多元评价体系。方案的着眼点在于把产业需求落实到课程的内容结构与评价机制之中，而非仅在实习实训等教学环节中有所体现。

基金项目

本工作感谢以下项目的支持：江苏理工学院教学改革与研究项目“《电气测量》课程思政教学研究与探索”（项目编号：11610212506）；2024 年江苏理工学院课程思政示范专业（电气工程及其自动化）建设项目。

参考文献

- [1] 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2017-12/19/content_5248564.htm, 2017-12-09.
- [2] 曲殿彬, 赵玉石. 地方本科高校转型发展的问题与应对[J]. 中国高等教育, 2014(12): 25-28.

-
- [3] 李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念[J]. 中国高等教育, 2014(17): 7-10.
- [4] 中国工程教育专业认证协会. T/CEEAA 001-2022 工程教育认证标准[S]. 北京: 中国工程教育专业认证协会, 2022.
- [5] 顾佩华, 沈民奋, 李升平, 等. 从 CDIO 到 EIP-CDIO: 汕头大学工程教育与人才培养模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2008(1): 12-20.
- [6] 刘广平, 陈立文, 李娜. 国外基于项目式学习的教学模式研究述评[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(4): 44-50.
- [7] 胡文龙. 论产业学院组织制度创新的逻辑: 三链融合的视角[J]. 高等工程教育研究, 2018(3): 13-17.
- [8] 马俊超, 刘丽华. 面向物联网专业新生的无线传感器网络课程教改实践[J]. 职业教育发展, 2025, 14(8): 147-150.
- [9] 丁营营, 俞洋, 崔渊, 等. 循理探微, 智驭电路[J]. 职业教育发展, 2025, 14(8): 321-329.
- [10] 陈立周, 陈岚岚. 电气测量[M]. 第 6 版. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- [11] 全国法制计量管理计量技术委员会. JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示[S]. 北京: 中国质检出版社, 2012.