

工程教育新范式下“以学为中心”的《传感器与测试技术》课程教学改革与探索

孙先涛 陈文杰

安徽大学 电气工程与自动化学院，安徽 合肥 230601

[摘要]在新工科建设与工程教育专业认证推进的背景下，高等工程教育正经历从知识本位向能力本位的转型。《传感器与测试技术》作为工科专业的核心课程，目前教学模式在内容更新、教学方法、实践对接与评价体系等方面仍存在不足之处。为适应工程教育新范式的迫切需求，文中以“学生中心、产出导向、持续改进”为理念，开展以学为中心的《传感器与测试技术》课程教学改革与探索，建立“基础-前沿-思政”的模块化内容体系，提出问题驱动、线上线下混合及虚实相结合的多元化教学方法，并建立过程与成果并重、知识与能力兼顾的综合评价机制。文中系统阐述《传感器与测试技术》课程改革的思路与实施路径，旨在激发本科生的自主学习动力，培养其工程思维和实践能力，并为工程教育相关课程的改革与发展提供参考。

[关键词]工程教育新范式；以学为中心；传感器与测试技术；教学改革；问题驱动

DOI: 10.33142/fme.v6i11.18426

中图分类号: G42

文献标识码: A

Teaching Reform and Exploration on "Sensors and Testing Technology" under the New Paradigm of "Student-centered" Engineering Education

SUN Xiantao, CHEN Wenjie

School of Electrical Engineering and Automation, Anhui University, Hefei, Anhui, 230601, China

Abstract: Under the advancement of the construction of new disciplines and the professional certification of engineering education, higher engineering education is undergoing a transformation from a knowledge-based to a competency-based education. As a core course for engineering majors, the current teaching model of "Sensors and Testing Technology" still faces deficiencies in areas such as content updates, teaching methods, practical application, and evaluation systems. In response to the urgent needs of the new paradigm of engineering education, this paper focuses on the key concept of "student-centered, outcome-oriented, and continuous improvement" to carry out a student-centered reform and exploration of the "Sensor and Testing Technology". The reform aims to establish a modular content system of "foundation-frontier-ideology" and propose diverse teaching methods such as problem-driven, online and offline blended learning, and the integration of virtual and real-world contexts. Furthermore, a comprehensive evaluation mechanism that balances both process and outcomes, as well as knowledge and skills, will be established. This paper systematically elaborates on the ideas and implementation paths for the course "Sensors and Testing Technology", aiming to stimulate students' motivation for autonomous learning and cultivate their engineering thinking and practical abilities, and provide references for the reform and development of related courses in engineering education.

Keywords: new paradigm of engineering education; student-centered; sensors and testing technology; teaching reform; problem-driven

引言

随着科技革命与产业变革的快速发展，全球工程教育正处于深刻变革中。在我国，新工科建设战略的落地与工程教育专业认证的持续推进，促使高等工程教育发生重大转变，即从“以教为中心”的知识传授，逐步转向“以学为中心”的能力培养^[1]。这一转变要求所有课程教学必须与实际产业需求紧密连接，将学生综合能力的提升置于教学的核心，致力于培养具备创新思维、工程实践能力以及社会责任感的工程技术人才。这不仅是工程教育适应时代发展的必然需求，也是解决目前我国工科人才培养与产业实际需求之间脱节的关键途径。

《传感器与测试技术》为安徽大学电气工程与自动化学院测控技术与仪器专业的核心课程，课程内容围绕各类

传感器的工作原理，并介绍其在实际场景中的应用^[2,3]。这门课程的教学质量，直接决定着学生对传感技术的理解程度，也影响着他们未来将技术知识转化为实际应用的能力。然而，从目前多数高校来看，这门课程的教学仍存在不少与工程教育新要求不相适应的问题。教学内容主要偏重经典理论，对于人工智能、物联网等新兴技术与传感器的融合应用涉及较少，知识体系更新速度滞后于产业发展；教学方法仍以课堂讲解为主，对学生自主学习和探究式学习的引导不足，很难充分调动学生的学习积极性和创造性；实践环节往往以验证性实验为主，与实际工程场景的差距较大，不利于培养学生解决复杂工程问题的能力；此外，课程的评价体系主要依赖于对课本知识掌握情况的考核，而对学习过程、实践能力以及创新思维的评价不足。以上

问题不仅会导致课程教学效果未能充分达到工程教育专业认证对学生毕业能力的要求,还在很大程度上影响学生工程素养与综合能力的有效提升。

在这样的背景下,进行《传感器与测试技术》课程的教学改革与探索^[4],推动符合工程教育新范式“以学为中心”的教学改革,具有重要的意义。本文以“学生中心、产出导向、持续改进”为关键理念,从《传感器与测试技术》课程内容体系优化、教学方法创新、实践教学完善以及综合评价机制建立这几个方面着手,系统开展教学改革与探索。最终目的是解决传统教学模式中存在的问题,激发学生自主学习的动力,强化其工程思维、创新意识与实践能力,实现从知识传授到能力培养的真正转变。

1 课程建设目标

《传感器与测试技术》围绕高校工程教育“以学为中心”的课程改革方向,通过优化内容体系与教学模式,帮助学生达成以下目标:系统掌握测试系统的基本概念、误差分析与数据处理方法;熟练掌握测试系统静态与动态特性的描述方法,明确系统不失真的测试条件;熟悉各种常见传感器的结构组成、工作原理、性能参数以及典型工程应用场景;主动关注新型传感器的技术发展趋势;最终能够将所学知识灵活运用于分析和解决工程领域中的实际问题,切实提升工程实践能力与创新思维。

2 模块化内容体系

为支撑“以学为中心”的能力培养目标,本课程对《传感器与测试技术》的教学内容进行了梳理和调整,不再采用传统的知识组织方式,而是建立层次清晰、内容衔接、能协同支撑学生能力培养的模块化内容体系(见图1)。这样既能保证知识的系统性,又能针对性地培养学生的能力。



图1 《传感器与测试技术》课程模块化内容体系

2.1 基础理论模块

该模块主要围绕传感器与测试技术的原理与方法展开,涵盖测试系统基本概念、误差分析与数据处理方法、信号分析基础知识;测试系统的静态和动态特性怎么描述,以及实现不失真测试的条件;基于应变、电感、电容、压电、磁电、光电及热电等原理的经典传感器结构组成、特性以及信号处理电路等;通过该模块的学习,主要帮助学生建立理论知识框架,夯实专业基础,并慢慢培养严谨的逻辑分析能力。

2.2 前沿拓展模块

考虑到要让学生紧跟技术发展、了解产业实际需求,该模块可重点融入传感器技术与物联网、人工智能、大数据、微纳制造等新兴领域的交叉融合成果。结合智能传感器、柔性/可穿戴传感设备、生物医学传感器、NEMS/MEMS 传感器等行业里的前沿案例,给学生介绍技术发展的趋势和实际应用场景,深入分析实际工程中遇到的技术难点以及对应的解决方案。通过前沿内容的渗透,引导学生了解产业最新发展趋势,激发他们的探索热情和创新意识。

2.3 思政融合模块

为了将价值塑造与知识传授、能力培养结合起来,该模块将思政元素有机融入教学的整个过程^[5]。例如在讲解应变式力传感器的时候,结合它在航天航空、深海装备、高端制造等国家重大工程里的应用,以及在智能制造、智慧医疗等战略新兴产业中的关键支撑作用,让学生真切感受到科技自立自强的重要性,树立投身攻克“卡脖子”技术的报国志向。此外,在知识点讲解与案例分析的过程中,融入精益求精的工匠精神、求真务实的科研诚信、协同高效的团队协作等要求,慢慢培养学生的专业素养和社会责任感。

3 多元化教学方法

为推动《传感器与测试技术》课程“以学为中心”的教学转型,需要建立多元化的教学方法,通过形式多样的教学活动(见图2),有效激发学生主动性,切实提升能力培养成效。

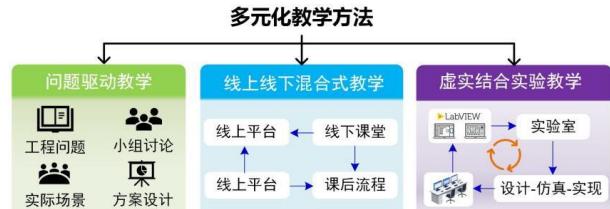


图2 《传感器与测试技术》课程多元化教学方法

3.1 问题驱动教学

在工程类课程教学中,应以工程场景中的实际问题为引领,促使学生主动建构知识、探索解决方案。例如,在讲解压电式传感器时,可以引入一个典型矛盾:压电式传感器刚度大、量程高,但其产生的电荷易通过外部电路泄漏,导致静态测量精度下降;而传统的应变式传感器虽然检测精度较高,却因量程有限难以用于重载检测。针对这一矛盾,授课教师可引导学生思考:如何合理设计传感器信号采集电路,以延长压电式传感器在静态力测量中的稳定时间?教学中可组织学生分组研讨,引导学生综合运用压电原理、模拟电路及误差分析等知识,分析电荷泄漏路径、计算电路关键参数,并完成电路方案设计。在此过程中,学生不仅加深了对相关理论的理解,也锻炼了知识整

合与工程实践的能力。

3.2 线上线下混合式教学

在教学中,应充分发挥线上平台与线下课堂的互补优势,提升学习的深度与广度^[6]。课前,学生通过课程平台观看微视频进行预习,结合配套资料自主梳理核心内容,并完成在线测试;教师根据测试结果,准确了解学生的知识短板。课中,教师不再重复基础知识,而是围绕重点难点与应用展开教学,组织学生分组研讨、展示方案并开展互评,促进互动交流与思维碰撞。课后,学生完成综合项目作业,形成“预习-探究-巩固”的闭环学习模式。

3.3 虚实结合实验教学

为了让实践教学的效果达到最好,课程可以把虚拟仿真和实际操作结合起来开展实验教学。学生可以先借助LabVIEW、Multisim等专业仿真软件,在电脑的虚拟环境里完成电路设计、性能模拟和参数调整。通过在虚拟场景中验证自己的设计思路,能大大减少后续实际操作时出错的机会。之后,学生再到实验室里动手搭建硬件、调试系统、测试性能,把虚拟仿真阶段的设计方案付诸实践。同时,还能把实际操作中遇到的问题反馈给仿真环境,从而进一步改进设计。这种虚实结合的教学方式,既能减少实验耗材的浪费,又能让学生亲身经历“设计-仿真-实现-改进”的流程,切实提升解决实际工程问题的能力。

4 综合评价机制

为推动“产出导向”与“持续改进”在教学中的落地,课程可建立阶段性评价与最终评价相结合、多主体参与的综合性评价体系(见图3)。该体系可突破传统单一评价的局限,既全面衡量学生知识掌握、能力提升与素养培育的达成情况,又能通过闭环反馈推动教与学的双向优化。



图3 《传感器与测试技术》课程综合评价体系

4.1 全方位覆盖评价

课程评价体系不应局限于理论知识的考察,而是转向知识、能力与素养并重的全方位评估。其一是传感器基础知识的理解与应用能力,通过随堂测验、阶段性考核等常规方式进行检验;其二是实际操作与问题解决能力,可通过实验报告的完整性与规范性、项目的完成质量、仿真设计方案的科学性与合理性等多个方面进行评判;其三是自主学习与团队协作表现,可参照学生线上学习数据、课堂

互动参与程度、小组讨论情况、以及方案答辩中的表现等进行考量;其四是创新意识与工程伦理素养,从项目方案的亮点、设计报告的创新价值,以及案例分析中体现的工程伦理判断能力等开展评估。

4.2 全流程跟踪评价

为实现对学习过程的动态跟踪与精准评估,课程可采用“N+1”考核模式。其中“N”代表多环节过程性考核,包括课前预习成效、课堂参与表现、实验操作、项目阶段成果提交等多个环节,该部分权重应占总评成绩的60%以上,以此加强对学生日常学习的过程性管理;“1”则为最终考核,通常以考试+项目答辩的形式开展,重点考查学生对知识的融会贯通能力及复杂工程问题的解决能力。这种评价方式能有效引导学生重视日常知识积累,从而主动投身各类过程环节,从根本上避免了期末突击复习的学习方式。

4.3 多主体参与评价

课程评价可采用教师评价、学生自评、同伴互评与企业导师评价相结合的方式。在项目推进过程中,学生通过自评梳理自己在任务完成、技术攻关和团队协作中的进展与不足;同伴互评能客观反映每位成员在团队中的实际贡献;同时邀请企业导师参与评价,从工程实践落地和方案可行性角度,对学生的设计方案提出具体改进意见。这种多主体评价不仅让考核更全面、客观,还能引导学生主动反思自身表现,强化团队协作意识,在互评互鉴中锻炼批判性思维。

4.4 闭环反馈改进

我们构建“评价-反馈-改进”的闭环模式,让评价结果真正发挥作用。对学生来说,所有评价结果都会及时同步,不仅明确指出他们学习中的优势和短板,还会给出具体的改进建议,帮学生有针对性地补弱提强;对课程教学而言,教师团队会定期汇总分析评价数据,梳理出学生普遍存在的知识薄弱点、能力达成度不高的环节等关键问题,再以此为依据优化教学内容、调整教学方法、完善实践环节,真正落到“以评促学、以评促教”的实际效果上。

5 挑战与应对

推进《传感器与测试技术》“以学为中心”的教学改革过程中可能会遇到许多问题。首先是教师角色的转变,之前上课主要是把知识点讲清楚,现在不仅要重新设计教学流程,还要寻找贴合工程实际的案例、规划可落地的项目,并全程对学生进行指导答疑。学生也需要时间来适应新的教学模式,之前习惯了“老师讲、自己记”的被动学习模式,突然转变为以问题为导向、注重项目实践的教学方式,学生难免会感到迷茫和不适应。此外,教学资源和配套条件是改革落地的基础。无论是虚实结合的实验教学,还是推进项目式学习,都离不开仿真软件、开放实验室,还有足够的硬件设备支撑。最后,多元评价体系的实施也

会带来不小的挑战。虽然多元评价能更全面地反映学生的学习成效，但会增加老师的工作量，还要制定清晰、统一的评分标准，避免评价结果不公平。这就需要我们在实践中不断细化评分规则，找到高效又公正的评价方式，让多元评价真正发挥作用。

6 结论与展望

本文围绕《传感器与测试技术》，以“学生中心、产出导向、持续改进”为理念，提出课程教学改革方案。该方案通过构建“基础-前沿-思政”相结合的模块化内容体系，采用问题驱动与虚实融合等多样化教学方法，并建立过程性与综合性并重的评价机制，旨在突破传统教学模式的局限，激发学生的学习主动性与内在动力，培养其工程思维、实践能力和创新素养。本方案希望为同类工科课程的教学改革提供借鉴。无论如何，方案从设计到落地并取得预期效果，仍需在后续教学实践中不断探索、调整与完善。

[参考文献]

[1] 罗大海,王波.人工智能赋能高校工程教育新范式探索

- [J].高教学刊,2025(29):16-19.
 - [2]李晓莹,张新荣,任海果.传感器与测试技术[M].北京:高等教育出版社,2019.
 - [3]吴建平,彭颖.传感器原理及应用[M].北京:机械工业出版社,2021.
 - [4]姚永刚,陈新亚.《检测技术》课程教学改革实践[J].河南机电高等专科学校学报,2004,12(1):77-78.
 - [5]刘冰,庞阔,王怀文.课程思政与教学创新融合研究——以“传感器原理与应用”课程为例[J].工业和信息化教育,2025(1):6-9.
 - [6]许大明,苏万庆,邹志翀,等.基于线上线下相结合的混合式定量研究方法课程改革教学探索[J].高等建筑教育,2025,34(6):146-151.
- 作者简介：孙先涛（1985—），男，山东人，博士，副教授，主要从事机器人抓取与柔性装配研究方向；陈文杰（1964—），男，广西人，博士，教授，主要从事智能机器人研究方向。