

基于工程教育认证的《信号与系统》 教学方式改革与探索

石彩云, 文莎莎, 米贤武, 黄利军

怀化学院物电与智能制造学院, 湖南 怀化

收稿日期: 2025年10月23日; 录用日期: 2025年11月20日; 发布日期: 2025年11月28日

摘 要

《信号与系统》是电子信息类专业本科生必选的专业核心课程, 基于专业认证的基本要求和《信号与系统》课程传统教学存在的问题, 从重构课程目标体系, 优化教学内容设计, 创新教学方法、构建多元化评价体系四个方面对《信号与系统》课程教学改革进行了探讨, 旨在提高该课程的教学效果。

关键词

工程认证, 信号与系统, 教学改革

Exploration on Teaching Reform of “Signal and System” Course Based on Engineering Education Professional Certification

Caiyun Shi, Shasha Wen, Xianwu Mi, Lijun Huang

School of Physics, Electronics and Intelligent Manufacturing, Huaihua University, Huaihua Hunan

Received: October 23, 2025; accepted: November 20, 2025; published: November 28, 2025

Abstract

“Signals and Systems” is a core compulsory course for undergraduate students in electronic information-related majors. Based on the fundamental requirements of professional certification and the issues identified in the traditional teaching of the “Signals and Systems” course, this paper explores teaching reforms from four aspects: restructuring the curriculum objective system, optimizing the design of teaching content, innovating teaching methods, and establishing a diversified evaluation system. The aim is to enhance the teaching effectiveness of the course.

文章引用: 石彩云, 文莎莎, 米贤武, 黄利军. 基于工程教育认证的《信号与系统》教学方式改革与探索[J]. 教育进展, 2025, 15(11): 1724-1729. DOI: 10.12677/ae.2025.15112223

Keywords

Engineering Certification, Signals and Systems, Teaching Reform

Copyright © 2025 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

工程教育认证是国际通行的工程教育质量保证制度，也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。随着全球工程教育领域对人才培养质量要求的不断提升，以《华盛顿协议》为基准的工程教育认证体系已成为国际公认的质量保障标准[1]。

自 2016 年正式加入《华盛顿协议》以来，国内各高校积极开展及推进工程教育认证工作，其目标在于：推动中国工程教育的质量保障体系持续完善，推进中国工程教育改革，进一步提高工程教育质量；建立与工程师制度相衔接的工程教育认证体系，促进教育界与企业界的联系，增强工程教育人才培养对产业发展的适应性；促进中国工程教育的国际互认。

《信号与系统》作为电子信息类专业的核心基础课程，其教学内容涵盖连续与离散信号分析、时域与频域系统建模等关键理论，是通信工程、自动控制、人工智能等领域的重要基石[2]。本文将《信号与系统》为例，对工程基于认证背景下电子信息类专业课程的教学方式进行探索。

2. 工程教育认证对课程教学的要求

工程教育认证对电子信息类课程教学的要求以成果导向教育(OBE)为核心框架，强调从学生能力达成的最终目标出发，逆向设计课程体系，并通过系统性、动态化的教学实施与评价机制，确保毕业生具备解决复杂工程问题的综合素养[3]。其核心要求可概括为以下四方面：

(1) 课程目标需与专业毕业要求形成严格且可量化的支撑关系。根据《华盛顿协议》及国际主流认证标准，电子信息类课程需将宏观的毕业能力指标逐级分解至课程层面，形成“培养目标 - 毕业要求 - 课程目标”的垂直对齐结构。例如，针对“设计/开发解决方案”能力，课程需覆盖需求分析、方案设计、仿真验证、原型实现等完整环节，并通过课程矩阵明确其对能力指标的贡献权重[4]。这种设计需避免课程目标的模糊性与孤立性，确保每门课程在能力培养体系中承担清晰角色，最终形成课程群协同效应。

(2) 课程内容需深度融合理论与实践，构建层次化、系统化的工程训练体系。认证标准要求课程体系突破传统“理论先行、实践补充”的模式，强调知识传授与能力培养的同步性[5]。具体而言，需将基础理论与工程实践整合为连贯的学习单元，并通过“基础技能训练 - 综合项目开发 - 复杂问题创新”的递进式路径，逐步提升学生解决非结构化问题的能力。同时，课程需融入工程伦理、可持续发展等内容，引导学生从技术可行性、经济成本、社会影响等多维度权衡工程决策，培养其职业责任感[6]。

(3) 教学方法需以学生能力生成为导向，推动教学模式从被动输入向主动建构转型。认证标准强调学生需通过主动探究、协作实践等方式内化知识与技能，将学习过程转化为“发现问题 - 分析需求 - 设计方案 - 验证优化”的工程实践循环。此外，需充分利用虚拟仿真工具突破实验条件限制，结合真实硬件平台强化实操能力，形成“虚实互补”的学习环境。此类方法不仅提升技术能力，更通过团队协作、项目管理等环节培养非技术素养，契合认证对沟通能力、终身学习能力的要求。

(4) 评价机制需以能力达成度为核心,建立覆盖全流程的动态反馈与持续改进体系。工程教育认证要求摒弃单一考试评价模式,转而采用多元化考核综合评估学生能力。更为关键的是,需构建“评价-分析-改进”的闭环机制,确保课程始终处于动态优化状态,形成以证据为基础的质量保障体系。如通过学生反馈、教师反思、行业需求调研等多源数据,定期诊断课程目标与毕业要求的匹配度、教学内容与技术发展的同步性,并据此迭代优化课程设计[7]。

总结来说,工程教育认证通过目标精准化、内容系统化、方法主动化、评价科学化四重逻辑,重塑电子信息类课程的教学范式。其本质是以学生能力达成度为中心,构建“目标设定-实施路径-效果验证-持续改进”的教育生态系统,推动工程教育从“知识本位”向“能力本位”转型。在此框架下,教师角色从知识传授者转变为学习引导者,课程设计从静态大纲演化为动态能力培养框架,最终实现人才培养质量与国际工程教育标准的实质等效,为产业升级与技术革新提供高素质人才支撑。

3. 传统教学存在的问题

基于工程教育认证“以学生能力达成度为核心”的视角,传统《信号与系统》课程教学存在以下四类问题,制约了学生解决复杂工程问题能力的培养:

(1) 教学内容与工程实践脱节,理论主导,应用缺位[8]。课程过度聚焦数学推导(如傅里叶变换的积分运算),但未结合通信系统、生物医学信号处理等实际场景解释理论价值。例如,学生在学习频域分析时,仅能完成公式计算,却无法将其应用于音频降噪或图像压缩等工程问题。案例陈旧,技术滞后,教材案例多基于传统模拟系统(如RLC电路分析),缺乏对现代数字信号处理技术(如5G通信中的OFDM调制、人工智能中的语音识别)的衔接,导致教学内容与行业发展脱节。

(2) 教学方法单向灌输,学生参与不足。“教师讲、学生听”模式固化,课堂以板书推导和PPT讲解为主,缺乏互动讨论、案例分析等主动学习环节。调查显示,大部分的学生认为“课程难度大且枯燥”,课后自主探究意愿低。教学停留在记忆和理解层面(如背诵系统分类定义),缺乏分析(如比较时域与频域方法的优劣)、综合(如设计信号处理系统)等高阶能力培养环节。如在讲授傅里叶变换时,大部分学生反映概念抽象难懂,课程往往直接从数学公式切入,致使学生因缺乏“频谱”等物理直觉而难以理解。核心概念模糊,复指数、内积(相关性)及负频率的几何意义被忽视,使学习沦为枯燥的符号运算。

(3) 实践环节薄弱,能力转化受限。实验多为验证性任务,缺乏开放性设计项目,导致学生工程实践能力不足。学生对MATLAB等仿真工具仅停留在基础操作(如绘制频谱图),未掌握其在工程中的系统级应用(如结合Simulink搭建通信链路模型)。

(4) 评价体系片面,反馈机制缺失。考核方式单一化,成绩评定以期末闭卷考试为主,试题侧重理论计算(如求解微分方程),缺乏对工程设计、团队协作等非技术能力的考察。课程目标达成度评价仅依赖考试分数简单加权,未建立分项能力量化表(如“系统建模能力”“方案创新性”独立评分),难以精准定位教学短板。

4. 教学改革实施方案

4.1. 重构课程目标体系

在工程教育认证的成果导向教育(OBE)框架下,课程目标体系的重构需以专业毕业要求为逻辑起点,通过逆向设计将抽象的毕业能力指标转化为可观测、可评价的课程目标。通过解构毕业要求中的能力要素,可将课程目标划分为知识、能力与素养三个维度,共同支撑学生综合能力的培养。以下是《信号与系统》课程目标的示例设计:

目标维度	课程目标	可支撑毕业要求
知识维度	目标 1: 掌握信号与系统的核心理论, 理解傅里叶变换、拉普拉斯变换等数学工具的物理意义及其在信号分析与系统设计中的应用。	数学与工程知识应用
	目标 2: 熟悉采样定理、滤波器设计原理、调制/解调技术等核心理论, 并能解释其在通信、控制等工程领域的实际意义。	
能力维度	目标 3: 能够综合运用时域/频域方法分析系统响应, 并通过 MATLAB 仿真验证理论结果。	复杂工程问题分析、现代工具应用
	目标 4: 能针对实际工程问题设计系统及给出解决方案, 并评估其可行性。	
素养维度	目标 5: 在信号处理中体现工程伦理意识, 撰写实验报告时保证数据真实性。	职业规范与社会责任、团队合作
	目标 6: 通过团队项目提升协作能力, 合理分工并完成方案汇报答辩。	

通过以上设计,《信号与系统》课程既可夯实学生的理论基础,又能培养其解决实际工程问题的综合能力,同时融入职业素养教育,满足工程教育认证对“知识-能力-素养”三位一体的培养要求。

4.2. 优化教学内容设计

在工程教育认证的 OBE 框架下,教学内容的设计需以“理论支撑实践、实践反哺理论”为核心逻辑,通过结构化解析与分层任务链的深度融合,构建知识传授与能力培养的闭环。

理论教学层面,可采用“数学工具-物理意义-工程价值理论支撑实践、实践反哺理论”的三层递进式解析框架,将抽象的数学公式转化为可操作的工程语义。以傅里叶变换为例,数学工具层通过可以通过“棱镜分光”或“耳朵听和弦”等生动类比,为抽象的“时域-频域”变换思想奠定直观基础。在此基础上,必须深入揭示数学本质,利用动态可视化技术阐释欧拉公式与负频率,将傅里叶变换的核心定义为“信号与基函数的相关性投影”,从而彻底化解其公式的神秘性;物理意义层结合声波频谱特征(如基频与谐波)诠释频域分量的物理内涵,通过交互式仿真和典型应用案例,让理论在解决音频、图像等实际问题的过程中得以巩固和深化;工程价值层则引入 5G 通信中的 OFDM 技术案例,剖析其在子载波调制与抗干扰中的核心作用。为降低认知负荷, MATLAB 等工具可嵌入教学环节,动态可视化展示信号时频变换过程,通过交互界面调整滤波器参数并实时观测频谱变化,使学生直观理解理论对系统性能的影响。

实践教学层面,设计“基础-系统-创新”三级任务链,覆盖从工具操作到技术攻关的全流程能力训练。基础层聚焦工具链的熟练运用,例如利用 Python 实现音频信号的 FFT 分析与陷波滤波,要求学生严格遵循工程文档规范;系统层强调多约束条件下的综合设计,以“无人机图传抗干扰系统”为例,需在带宽、功耗与硬件资源限制下完成调制方案选择、滤波器优化及 FPGA 部署;创新层则面向产业前沿挑战,如“毫米波雷达手势识别系统”需融合信号处理(多普勒特征提取)与深度学习算法(LSTM 分类),并评估技术方案的伦理合规性。工具链的整合至关重要,通过定义标准化接口(如 SPI 通信协议)与数据格式,实现 MATLAB 仿真、Multisim 电路设计与 FPGA 硬件落地的无缝衔接,从而缩短从算法设计到工程实现的周期。以“OFDM 通信系统的 MATLAB 仿真”为例,具体的课程设计如下:

实验主题	OFDM 通信系统的 MATLAB 仿真
实验目标	1、掌握 OFDM 系统收发机各模块的原理与 MATLAB 实现方法。 2、理解多径衰落信道对 OFDM 系统的影响以及循环前缀的作用。 3、实现 OFDM 接收机的关键算法:符号定时同步与信道估计。 4、探索并评估一种用于抑制 OFDM 系统高峰均功率比的技术。

续表

任务设计	基础任务	1、构建一个理想信道下的基带 OFDM 链路。 2、发射机：随机比特流→QAM 调制→串并转换→IFFT→加循环前缀。 3、接收机：去循环前缀→FFT→QAM 解调→误码率计算。 4、在 AWGN 信道下，绘制系统误码率曲线，并分析循环前缀的作用
	系统任务	1、引入多径衰落信道 2、在接收机中实现符号定时同步 3、实现基于导频的信道估计与均衡 4、综合测试
	创新任务	OFDM 系统的高 PAPR 是其主要缺点之一，请调研并对比分析不同的 PAPR 抑制技术(如 SLM、PTS、压扩变换等)，论述它们的工作原理、优缺点(如性能、复杂度、带外泄漏)。
团队分工	项目经理	全局规划、文档报告、进度协调、最终答辩
	发射机与信道工程师	负责信号生成、调制、信道建模
	接收机算法工程师 A	负责同步、解调与性能评估
	接收机算法工程师 B	负责信道估计、均衡及文献调研
评价方法	基础与系统任务(50%)	1、模型正确性与功能 2、代码规范与数据分析
	创新思考任务(30%)	1、分析的深度与广度 2、论证的逻辑性与创新性
	团队合作与报告(20%)	1、分工与协作 2、报告与答辩

理论与实践的协同通过“双向反哺机制”实现动态优化。正向路径中，理论教学预设工程问题引导学生实践探索，例如在讲解系统稳定性判据时，以“工业伺服电机共振抑制”为背景，驱动学生应用劳斯判据设计补偿器并验证效果；反向路径中，实践结果暴露的理论盲区(如硬件实现中的滤波器相位失真)则倒逼教学内容更新，例如增加群延迟特性与因果系统限制的专题解析。通过“目标-评价-反馈”闭环，每学期初结合行业技术演进更新 15%~20%的工程案例，学期中依据学生能力诊断数据动态调整教学重点，学期末基于目标达成度分析优化下一轮教学设计。

4.3. 创新教学方法

在工程教育认证“以学生为中心、能力导向”的核心理念下，教学方法的创新需突破传统课堂的线性知识传递模式，转而构建“混合式学习为基、项目实践为核、多元互动为链”的立体化教学体系。这一体系的本质是通过技术赋能与任务驱动深度融合，将知识建构、能力训练与反馈迭代无缝衔接，从而激发学生的主动性与创造性。

4.4. 构建多元化评价体系

工程教育认证强调“评价应服务于能力达成与持续改进”，传统以考试为核心的单一评价模式难以全面反映学生的工程素养与复杂问题解决能力。本研究以成果导向教育(OBE)为理论基础，构建“过程-结果-素养-反馈”四维评价体系，通过量化评价、质性反馈与动态修正的协同，实现从“知识考核”向“能力诊断”的转型。

5. 结束语

工程教育认证所倡导的“成果导向”理念，本质上推动了一场从知识传授向能力生成的教育范式变革。本研究以《信号与系统》课程为实践载体，通过系统性重构教学目标、内容与方法，探索了一条以学生能力发展为核心、以产业需求为锚点的教学改革路径。这一探索不仅回应了工程教育认证的规范性要求，更揭示了理论与实践深度融合的内在逻辑，为电子信息类课程的改革提供了可迁移的框架与启示。

基金项目

本研究得到了怀化学院教学改革研究项目(项目编号: 2021103)的资助, 在此深表感谢。

参考文献

- [1] 中国工程教育专业认证协会. 工程教育认证标准(2020 版) [S]. 北京: 中国工程教育专业认证协会, 2020.
- [2] 吴大正, 杨林耀, 张永瑞. 信号与线性系统分析[M]. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [3] 李志义. 成果导向教育(OBE)的理念与实践路径[J]. 高等工程教育研究, 2018, 36(4): 12-17.
- [4] 王立华, 李明哲, 张涛. 工程教育认证驱动下的电子信息类课程改革路径研究[J]. 高等工程教育研究, 2022, 40(2): 78-85.
- [5] Wang, H.F., Liu, Z. and Zhang, W. (2020) Integrating Emerging Technologies into Electrical Engineering Curriculum: Challenges and Strategies. *Journal of Engineering Education*, **109**, 456-478.
- [6] ABET (2023) Criteria for Accrediting Engineering Programs. ABET Engineering Accreditation Commission.
- [7] 张伟, 刘芳, 陈晓东. OBE 理念下电子信息类专业课程体系重构与实践[J]. 高等工程教育研究, 2021, 39(4): 112-120.
- [8] 张华, 王磊, 李晓彤. 新工科背景下《信号与系统》课程教学痛点分析与对策[J]. 高等工程教育研究, 2022, 40(3): 112-117.