

基于工程教育认证的数字电路课程建设研究

黄俊仕 李 红

江西农业大学, 中国·江西 南昌 330045

【摘要】在工程教育认证全球化与“中国制造2025”战略背景下,工科专业课程建设需以“成果导向、以学生为中心、持续改进”为核心,对标工程人才培养要求。数字电子技术作为信息类工科专业的核心基础课,其课程质量直接影响学生工程知识构建与实践能力的培养。本文针对当前数字电子技术课程存在的“理论与实践脱节、教学模式单一、课程思政融入生硬、评价体系不完善”等问题,结合工程教育认证标准,从课程体系重构、混合教学模式创新、课程思政有机融入、实践教学体系完善、评价与持续改进机制建立五个维度,系统探索课程建设路径。通过教学实践验证,该建设方案有效提升了学生的理论水平、工程实践能力与综合素养,实现了“知识—能力—素养”三维培养目标,为工科基础课程的工程教育认证改革提供了参考范式。

【关键词】工程教育认证;混合教学模式;课程建设;课程思政

【基金项目】2021年江西省高等学校教学改革研究课题:“工程教育认证背景下基于OBE理念的《数字电路》教学改革与实践”(编号JXJG-21-3-18)。

引言

随着《华盛顿协议》普及,我国工程教育认证进入规范化阶段,以“培养行业需求高素质工程人才”为核心,贯穿“以学生为中心、成果导向、持续改进”理念,要求课程对接专业毕业要求,构建“目标—教学—评价—改进”闭环^[1]。截至2024年5月,我国超500个工科专业通过认证,覆盖机械、电子等领域,毕业生实现全球学历互认^[2]。数字电子技术作为工科“桥梁性”课程,兼具理论与实践属性:核心知识是后续学习单片机、嵌入式系统的基础,实践环节是塑造工程思维与动手能力的关键。但传统课程存在诸多问题:内容偏重理论,对FPGA、Verilog等现代技术覆盖不足^[3];教学以“教师讲授+验证性实验”为主,弱化学生主体性;缺乏价值引领;评价聚焦期末笔试,忽视实践与创新考核。这些导致学生“懂理论不会实践、会操作缺创新”,难满足行业需求^[4]。在此背景下,开展相关课程建设研究意义重大:人才培养层面,可重构课程、创新教学,实现“理论知识”向“工程能力”转化,提升学生解决复杂工程问题能力;专业建设层面,能辐射后续课程,推动专业课程体系与认证标准对接;教育改革层面,探索的OBE导向课程重构等路径,可为其他工科基础课程认证改革提供经验,丰富工科教育改革理论与实践体系。

1 数字电路课程建设的现存问题

为精准识别课程建设的痛点,本研究对江西农业大学

2020-2022级电子信息工程专业的450名学生、4名课程组教师及15家合作企业进行了调研,结果显示,当前课程建设主要存在以下5类问题:

1.1 课程体系与工程实践脱节

传统数字电路课程体系存在显著短板,难以适配行业需求与学生能力培养。一方面,内容陈旧脱节,核心围绕“门电路、中小规模集成电路”,对FPGA、Verilog HDL等现代数字设计技术覆盖极少,而企业调研显示FPGA已广泛应用于产品开发,导致学生毕业需“二次学习”,大幅延长就业适应期^[5]。另一方面,知识体系碎片化,虽按“门电路→组合逻辑→时序逻辑→存储器”编排,但章节间缺乏工程场景串联;且课程衔接不足,未关联前置“模拟电子技术”,也缺失与后续“单片机原理”的衔接内容,严重影响学习效率。

1.2 教学模式单一且学生主体性不足

当前教学中,理论、实践、线上三环节均有短板,难以满足学生深度学习需求^[6]。理论教学“满堂灌”突出,学生被动接收;实践教学陷入“验证化”困境,实验内容多为“按步骤验证”,学生无需自主设计方案,多数反馈“实验课缺乏挑战性,难提升创新与设计能力”。线上教学虽引入学习通、MOOC等平台,但资源局限于课件、录播视频等静态内容,缺少线上仿真实验、小组讨论等互动模块,导致学生参与度低,且线上线下未有效融合,难发挥

协同育人作用。

1.3 课程思政融入生硬且缺乏系统性

课程思政存在深度不足、融合生硬、反馈缺失三重问题^[7]。教师对“数字电子技术中的思政元素”认知有限，引发学生“思政内容无关、影响专注度”的反馈；且未建立思政效果评价机制，无法判断学生价值素养提升情况，也难以优化融入方式，陷入“重形式、轻效果”困境。

1.4 评价体系不完善且忽视能力导向

课程评价存在三方面问题：一是主体单一，仅由教师评价，未引入学生自评、互评及企业导师评价，难全面反映学生团队协作、工程实践等综合能力^[8]；二是内容片面，过度侧重理论知识考核，实践能力、创新意识考核权重低，导致学生“重理论、轻实践”，部分学生笔试优异却无法独立完成简单电路设计；三是方式静态化，评价集中在期中、期末，缺乏学习过程动态跟踪与过程性评价，无法及时指导，违背“持续改进”理念。

1.5 持续改进机制不健全且反馈滞后

课程质量保障体系有三方面短板：一是反馈渠道单一滞后，仅依赖课程结束后学生满意度调查，未建立覆盖期中教学效果、实验操作体验、项目实践过程的多阶段反馈机制，难以及时调整教学方案；二是数据分析深度不足，仅统计成绩平均分、及格率等基础信息，未挖掘“成绩分布与课程目标匹配度”“满意度偏低根源”等关键关联，改进措施缺乏数据支撑；三是改进闭环未形成，课程质量难实现持续提升。

2 基于工程教育认证的数字电子技术课程建设路径

2.1 重构 OBE 导向的课程体系

以OBE“以毕业要求反向设计课程”理念为核心，数字电子技术课程体系重构分三步推进。首先，明确课程目标与毕业要求映射关系，结合工程教育认证12条毕业要求及课程定位，将课程目标分解为4条可衡量、可评估的具体目标，每条目标明确对应毕业要求及权重，匹配线上测验、实验考核、项目答辩等多元评估方式，确保与专业人才培养目标一致。例如课程目标为“系统掌握数字电子技术的基本理论（含逻辑代数、门电路、时序逻辑电路等），并能运用数学工具精准分析典型数字电路的功能与性能”，

对应毕业要求中“1.1掌握工程基础与专业知识”，权重占比30%，评估方式采用线上预习测验与期末笔试。

其次，优化课程内容与模块划分，打破传统章节式编排，按工程任务重构为基础、核心、拓展三层模块：基础模块聚焦数字电路基础与仿真工具应用，核心模块围绕逻辑设计及综合系统设计展开，拓展模块设FPGA与技术前沿选修方向，兼顾基础性与个性化需求，各模块对应课程目标实现精准培养。

最后，强化课程衔接，建立衔接矩阵避免内容重复或断层：与前置“模拟电子技术”在DAC章节回顾运放知识并设计结合实验；与后续“单片机原理”在综合系统设计模块引入接口设计内容；拓展模块还衔接全国电子设计大赛等赛事，将竞赛真题简化为实验项目，培养创新意识，形成完整育人链条。

2.2 构建“线上—线下”融合的混合教学模式

以“以学生为中心”为理念，设计“预习-研讨-实践-复盘”四阶段混合教学模式，整合MOOC、学习通等线上资源与线下翻转课堂、项目式学习，形成互补协同。

2.2.1 构建多元化线上教学资源体系

线上资源以“支持自主学习”为核心，包括微课、课件PPT及知识点手册，上传至学习通，满足预习复习需求；互动实践类依托学习通搭建“虚拟仿真实验库”，助力在线电路仿真，还按章节设讨论区，发布“解决组合逻辑电路竞争冒险”等话题促交流；拓展提升类推荐长江存储、华为海思等企业技术讲座，助学生接轨行业前沿。

2.2.2 设计以能力培养为核心的交互式线下教学环节

线下教学聚焦“解问题、育能力”，设三大环节：翻转课堂实施闭环，课前学生线上学微课、做测验，课中教师针对共性问题讲解，组织小组研讨工程案例并发言点评，课后学生提交“学习反思日志”；实验教学分三级进阶，基础实验要求虚拟仿真后用真实设备复现，综合实验由2-3人小组完成“交通灯控制”等项目全流程，创新实验鼓励设计FPGA相关项目并获企业工程师指导；课程末设“创新项目答辩会”，评委由教师、实验员、企业导师组成，答辩成绩纳入最终评价。

2.3 融入价值引领的课程思政体系

遵循“思政元素与专业知识有机融合”的原则，从“知识、能力、素养”三个维度挖掘数字电子技术课程中的思政元素，构建“分层融入、多维评价”的课程思政体系。课程组通过“文献梳理、企业调研、教师研讨”，建立数字电子技术课程思政元素库，涵盖“家国情怀、工程伦理、创新精神、团队协作”四个维度，具体如表1所示。

思政维度	思政元素	对应知识点	融入场景
家国情怀	我国电子技术发展历程（如华为海思的技术突破）；芯片“卡脖子”问题与自主创新	数字技术前沿	理论课案例讲解、企业讲座视频
工程伦理	电路设计中的可靠性要求；知识产权保护（如避免抄袭设计方案）	综合系统设计、创新项目	实验课操作规范；项目答辩评审
创新精神	信息论的历程；FPGA 技术的迭代升级	逻辑代数、可编程逻辑器件	微课导入；拓展模块文献阅读
团队协作	数字系统设计中的分工合作（如需求分析、电路设计、调试测试）	综合实验、创新项目	小组讨论；项目互评

2.4 构建“多元-过程-反馈”课程评价与持续改进体系

为契合工程教育认证“持续改进”核心理念，课程构建“多元-过程-反馈”一体化评价与改进体系，通过“评价-反馈-改进-验证”闭环保障质量。评价主体采用“教师、学生自评互评、企业导师、学校督导”五位一体模式；教师依托测验、实验评分、答辩评知识与项目表现；学生借反思日志、自评报告及小组互评评学习情况；企业导师通

过项目点评估工程实用性与职业素养；学校督导随堂听课查教学合理性与思政融入。评价贯穿“预习、课堂、实验、项目、期末”全流程，打破“一考定终身”。持续改进含四环节：聚焦期中（问卷、访谈）、实验后（反馈表）、期末（满意度调查+毕业1-2年跟踪）多渠道反馈；关联课程目标达成度与反馈数据排查问题；通过短期（下次课程反馈、专项测验）与长期（成绩、竞赛、就业）验证调整效果，确保课程契合认证标准与行业需求。

3 结语

本文围绕工程教育认证背景下的数字电路课程体系建设展开研究，构建了多维度、分层次的课程体系，并在本校电子信息工程专业中持续优化调整。在数字电路教学过程中，及时收集反馈问题、探索解决方法并不断改进；结合课堂教学效果与专业特色，根据人才培养策略及学生毕业要求及时调整培养方案、大纲、教学方法等。该课程体系可为电子信息工程专业学生奠定良好就业基础，培养适应未来职业发展需求的可持续发展的工科人才。

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(2022版) [Z]. 2022
- [2] 李志义, 赵卫兵. 我国工程教育认证的最新进展[J]. 高等工程教育研究, 2021, (05): 39-43.
- [3] 孟慧, 陈春梅. 中俄“数字电路与逻辑设计”课程教学对比研究[J]. 工业和信息化教育, 2025, (06): 9-13.

作者简介：

黄俊仕（1983.11-），男，江西抚州人，江西农业大学工学院，讲师，硕士，主要从事教学理论创新。