基于 OBE-CDIO 的《数字电子技术实验》课程教学改革

郝昕 龙顺宇 钟鹏飞 陈美伊
海南热带海洋学院，海南 三亚 572022

摘要: 本章总结基于OBE-CDIO的《数字电子技术实验》课程教学改革的核心实践与成效。工程教育演进加速,传统实验在内容更新、系统性与评价上存在不足，弱化学生的实践与创新培养。为此，引入 OBE（Outcome-Based Education）与 CDIO（Conceive-Design-Implement-Operate），面向学习产出、以项目为主线，探索适配数字电子技术实验的改革方案，目标在于强化综合素质与工程实践能力。改革路径涵盖项目驱动教学、课程重构与多元评价，形成以能力达成为导向的设计—实施闭环。课程实施中，围绕能力指标细化达成证据，构建形成性—总结性结合的评价链条，以“问题—项目—反思”的循环推动学生从知识理解走向工程化应用。教学组织强调情境真实、任务可验与过程留痕，教师角色由“讲授者”转为“教练与合作者”，以评促学、以做促学更为突出。配套资源包括仿真平台、原型开发板与在线协同工具，形成“课内—课外—线上”的多维支持。持续实践表明，课程在促进系统思维、工程表达与团队协作方面呈现稳定改进，教学环节的对齐性与可追踪性显著增强。

关键词：OBE-CDIO；教学改革；数字电子技术；实验教学；课程设计

Teaching Reform of the "Digital Electronics Technology Experiment" Course Based on OBE-CDIO

Hao Xin, Long Shunyu, Zhong Pengfei, Chen Meiyi

Hainan Tropical Ocean University, Sanya, Hainan, 572022, China

Abstract: This chapter summarizes the core practices and outcomes of the teaching reform of the "Digital Electronics Technology Experiment" course based on OBE-CDIO. The evolution of engineering education has accelerated, yet traditional experiments face shortcomings in content updating, systematic design, and evaluation, which weaken the cultivation of students' practical and innovative abilities. To address this, Outcome-Based Education (OBE) and Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) are introduced, focusing on learning outcomes and project-driven approaches to explore reform solutions tailored to digital electronics technology experiments. The goal is to enhance comprehensive competencies and engineering practice capabilities. The reform pathway encompasses project-driven teaching, curriculum restructuring, and diversified evaluation, forming a design-implementation closed loop oriented toward competency achievement. During course implementation, capability indicators are refined to generate achievement evidence, and a combined formative-summarive evaluation chain is constructed. The "problem-project-reflection" cycle promotes students' transition from knowledge comprehension to engineering application. Teaching organization emphasizes authentic contexts, verifiable tasks, and traceable processes, with the teacher's role shifting from "lecturer" to "coach and collaborator," highlighting assessment-driven and practice-driven learning. Supporting resources include simulation platforms, prototype development boards, and online collaboration tools, forming a multidimensional support system spanning "in-class, extracurricular, and online" environments. Continuous practice indicates that the course demonstrates stable improvements in fostering systems thinking, engineering expression, and teamwork, with significantly enhanced alignment and traceability of teaching components.

Keywords: Obe-cdio; Teaching reform; Digital electronics technology; Experimental teaching; Course design

DOI: 10.62639/sspis02.20260301

引言

数字电子技术是电子信息领域的基础，面向通信、自动化与计算机等应用场景，对学生的系统设计、调试实现与综合集成能力提出更高要求。现实教学中，实验内容与产业前沿脱节、结构割裂与考核单一等问题突出，弱化了学习动机与迁移能力。引入 OBE，强调以学习产出为核心，反向牵引目标、内容与评价；CDIO 以项目全流程培养为主线，将“构思—设计—实现—运行”的工程过程前移至课堂。二者融合可对接真实情境、提升学习效能与创新能力，推动实验课程从“知识传授”走向“能力建构”，使学生更契合工程岗位所需。同时在设计阶段明确能力指标、评价场景与证据类型，保证教学、学习与评价同向度。通过对接行业任务（接口时序、状态机控制、信号完整性、故障定位等），学生在跨环节实践中形成稳健的认知结构与操作流程意识。

（稿件编号：IS-26-1-1G001）

作者简介：郝昕（1982-），男，民族：汉，籍贯：河南省焦作市，学历：本科，职称：实验师，研究方向：电子技术应用，PLC与电气控制。
龙顺宇（1989-），男，民族：汉，籍贯：重庆市，学历：硕士，职称：实验师，研究方向：嵌入式系统应用。
钟鹏飞（1987-），男，民族：汉，籍贯：海南省三亚市，学历：硕士，职称：实验师，研究方向：电子信息科学与技术、软件工程。
陈美伊（1981-）， 女，民族：汉，籍贯：海南省琼海市，学历：硕士，职称：高级实验师，研究方向：电子技术应用。
基金项目：2024 年海南热带海洋学院校级教改项目：“基于 OBE-CDIO 的实验教学改革研究与实践——以数字电子技术实验课为例”（项目编号：Rhyjg2024-08）。

在改革思路上，课程围绕“成果导向 + 项目驱动”组织内容与进度，构建分层递进的实验—项目体系，并以过程性评价闭环促进持续改进。为增强真实度与综合性，引入工程案例，如面向智能家居的传感采集、逻辑控制与人机交互模块设计，按小组分工完成系统集成，训练协作与项目管理。借助 FPGA、Arduino 及主流 EDA/ 仿真平台，学生在建模、验证与实现之间迭代，形成“仿真—原型—优化”的工作流。配套开展阶段汇报与及时反馈，教师据此调整策略与资源，强化个性化指导与能力追踪。课程节奏设置“启动—里程碑—收尾”三个关键节点：前期聚焦需求澄清与方案论证，中期突出实现路径与测试策略，后期强调系统集成与运行维护。各节点嵌入同伴互评与自我反思，促使学生在证据比对中修正设计。资源方面，提供可复用的设计模板、测试脚本与版本管理规范，保障协作与结果复现。对学习困难学生增设“微任务”与“补强练习”，以确保不同基础的学习者均能在真实项目中达成既定成果。

一、OBE–CDIO 理念概述

（一）OBE–CDIO 的定义

OBE–CDIO 以学习成果为牵引、以工程项目为载体，通过明确能力指标统摄课程目标、内容与评价。OBE 强调学生在课程结束时应达到的可观测、可评价的知识与技能；CDIO 强调以工程全流程实践培育综合素养。耦合至数字电子技术实验，要求以“问题—项目—实证”为主路径重构教学：围绕真实任务组织知识点，推动学生在设计、实现与运行环节整合逻辑分析、时序设计、硬件调试与系统验证，兼顾团队协作与沟通表达。评价从单点结果扩展至全过程表现，以证据链验证知识掌握、技能应用与协同能力。为保证一致性，课程把预期学习产出细化为指标，与具体任务、量规和证据逐一对应，形成“目标—活动—评价”闭环。针对不同难度层级，设置基础达成、巩固提升与拓展创新的任务梯度，使路径既具可达性，又引导在更高层次迁移应用。

（二）OBE–CDIO 在工程教育中的重要性

在工程教育场域，OBE–CDIO 将“做中学、以用促学”落至教学环节，驱动课程从“内容中心”转向“能力中心”。以数字电子技术实验为例，围绕真实情境设计项目，可将分散知识整合进任务链，提升动手能力、问题求解与协作；面向学习产出的评价框架提供可操作反馈，帮助学生校正策略，教师据此优化教案与资源。此类改革在保障核心知识掌握的同时，培育创新与工程意识，为后续学习与就业奠定可迁移能力底座。进一步而言，OBE–CDIO 促使课程强调规范化文档、可重复试验与风险控制，培养质量与责任意识；在团队环境下，学生通过角色轮换理解系统工程的依赖与权衡，为复杂系统协作开发打底。

（三）与传统教学模式的对比

传统模式以教师讲授与知识覆盖为主，学生被动接受，能力培养与行业需求断裂。OBE–CDIO 以学生为中心、项目驱动学习，在《数字电子技术实验》中通过工程化任务贯通理论、设计与实现，引导学生在真实约束下完成需求分析、方案权衡与系统集成，明显提升实践、协作与沟通。评价也由“期末一考定输赢”转向以多元证据反映过程，鼓励自我反思与同伴互评，强化内生动力与责任意识。课堂组织从“统一演示”转为“分组推进、节点评审与滚动迭代”，资源从“通用讲义”拓展为“任务书、量规、样例库与工单系统”，教师重心由“讲解细节”转向“诊断问题与引导决策”，更契合工程能力养成。

二、当前《数字电子技术实验》课程存在的问题

（一）教学内容与实际应用脱节

现有课程在知识更新与产业对接上反应不足，难以支撑学习迁移。研究指出，电子类实验普遍存在内容与应用脱节，弱化学习动机与实践效能[1]。不少实验仍停留在理论验证与经典电路复现，缺少面向系统级问题的综合任务与跨平台实现链条。基于 OBE–CDIO，应以行业需求反向设计项目，围绕真实问题组织内容与实验，促使学生在解决任务中整合所学并形成可评价的能力证据。执行层面，将接口协议、抗干扰、可测性与可维护性等要点嵌入任务，使学生理解“从器件到系统”的约束传导；并通过跨平台实现与对比（如逻辑器件与可编程平台的方案迁移）加深对设计取舍的体会，避免碎片化学习。

（二）学生参与度低

参与度与内容吸引力、情境真实性和组织方式相关。单向讲授与条目式实验难以激发探究，学生主动性与责任感不足。宜以项目为抓手，将任务情境化、目标可视化，通过小组协作、案例剖析与现场调试提高在场感与投入度；同时建立反馈渠道，持续收集意见以迭代教学。以 OBE–CDIO 为框架，引入真实项目，可在“做—评—改”的循环中提升动手能力与学习热情，形成正向激励。为降低门槛，设计若干“快速获胜”的微项目，使学生在短周期内看到成果；在组内明确角色（需求分析、硬件实现、验证与文档），让成员“有事可做、有责可担”，保障学习持续与协作有效。

（三）评价体系不完善

评价单一、重结果轻过程，学生的主动性、创造性与协作贡献难以被看见；与 OBE–CDIO 的“能力导向、项目驱动”不匹配，导致达成度证据不足。宜构建覆盖“计划—实施—交付—反思”的多维评价，综合过程记录、阶段汇报、同伴互评与成果展示，兼顾个人与团队绩效。评价指标须与课程目标逐一对应，明确知识、技能与素养维度要求，以客观、可操作的方式刻画真实水平。为增强可解释性，可在量规中纳入需求澄清、设计合理性、调试策略、测试覆盖与风险应对，并要求以实验记录、版本管理与测试报告作为证据，确保分数与能力的可追溯对应。

三、基于 OBE–CDIO 的教学改革策略

（一）课程内容重构

围绕“可测的学习成果”重塑结构与层次，聚

焦核心能力场景化呈现。将分散知识点嵌入项目主线，构建从基本单元到系统集成的递进式模块，促成“学—练—用”的闭环。通过问题导向的任务设计，推动学生在需求理解、方案比较、时序与逻辑协同、硬件实现与调试中深化方法把握，兼顾成本、功耗与可靠性等约束。结合在线平台与虚拟实验室，提供可重复、可追踪的练习环境，满足差异化需求。评价从“结果评分”拓展至“过程 + 结果”，以质性与量化证据支撑指导与纠偏。为增强体系性，引入“概念先行—验证实验—综合项目—运行维护”的链式结构：前段以可视化仿真构建直观模型，中段用标准化验证实验夯实方法论，综合项目整合各模块并形成可演示工件，运行维护环节要求完成故障注入、边界条件测试与改进日志，体现工程闭环。

（二）项目驱动教学法的应用

以真实工程问题或技术挑战为载体设置项目主题，如数字电路设计、信号处理与接口时序优化，强调任务清晰、角色明确与交付可验。小组协作推动分工与协同，训练计划管理、进度控制与风险应对；教师以教练式指导提供设计评审、关键节点把关与技术支持，使学生在迭代中解决问题、积累经验。过程数据（需求文档、原理图 / 时序图、仿真 / 测试报告、版本记录）作为学习证据沉淀，支撑形成性评价与阶段复盘，呈现从思路到实现、从原型到优化的链条。针对不确定性，设置“设计评审—技术里程碑—系统演示”三级门槛，每一门槛需提交可核验的证据包并接受口头答辩，确保质量基线；对共性难点如时序闭合、功耗控制、信号完整性，提供“微讲座 + 现场诊断”支持，提高问题解决效率与质量。项目结束后开展复盘，鼓励基于数据对比方案有效性，提炼可迁移经验。

（三）多元化评价体系的建立

构建“目标对齐—证据采集—达成判定—反馈改进”的评价机制。过程性评价覆盖参与度、任务推进、问题解决与协作；结果性评价面向报告质量、系统性能与演示表现。评价内容兼顾知识、技能与创新，任务形态包括小组项目、个人实验与口头汇报，提升迁移与表达。同伴与自我评价嵌入关键节点，培养反思与质量意识；量规以课程目标为准绳，保证口径一致与可比性。为提升透明度，课程开篇公示成果标准与达成阈值，示例化优秀作品与常见问题；实施阶段采用“即时评分 + 延迟评分”并行，对快速反馈和系统判定分工；收尾阶段以综合展示与技术问答检验系统理解。所有评价结果纳入学习档案，用于持续改进与个性化指导。

四、未来教学改革的发展趋势

（一）技术进步对教学的影响

新技术为实验教学提供更高可达性与可视化。虚拟仿真与在线平台拓展时空边界，在低风险环境中实现复杂实验的反复推演与优化；数据采集与分析工具使过程可测、问题可追，提升交互与决策效率。OBE-CDIO 与数字资源深度融合，有助于构建以证据为基础的学习生态，支撑个性化路径与即时纠偏，强化“做中学、证据驱动”的培养范式。远程协作工具与版本控制的嵌入，使团队项目实现跨时空协作与可复现实验，减少因设备占用与排期造成的效率损失。随着软硬件平台进一步融合，实验场景更贴近工程现场，教学的“可观察—可评估—可改进”闭环更为稳固。

（二）跨学科融合的必要性

工程问题呈综合化，要求课程打破壁垒。以数字电子技术为底座，融合计算机科学、工程设计与数据分析等要素，设计跨学科项目，促使学生在软硬件协同、算法与电路耦合、系统级权衡中形成整体观与创新思维。此举既提升复杂问题解决能力，也强化团队协作、沟通表达与项目治理等通用素养，拓宽专业学习边界。实施层面，可引入联合题设与跨课程共评，推动成果在更大范围复用与验证；并通过多角色协作（产品、设计、验证、运维）模拟工程组织流程，使学生在真实约束中理解权衡逻辑与质量控制。

（三）持续改进与反馈机制

高质量课程建设依赖持续改进。应常态化收集学习体验与数据证据（问卷、访谈、学习轨迹等），据以修订目标、内容与评价；研究显示，多元评估模型有助于识别实验学习难点并实施针对性调整[2]。同时加强同行评议与共同体建设，共享案例与量规，提升教师在项目化教学与证据化评价方面的专业发展，形成良性迭代。结合教学数据建立问题库与案例库，定位高频错误与薄弱环节，迭代任务设计与资源；在课程层面实施周期性达成度分析与改进方案跟踪，确保“问题识别—措施落实—效果验证”的闭环，并将有效做法固化为操作指引与模板，提升课程的可复制与可推广性。

五、结语

围绕 OBE-CDIO 的《数字电子技术实验》教学改革，通过项目驱动、内容重构与多元评价，针对性回应了传统模式在内容脱节、实践不足与考核单一等问题，强化了学生的实践能力与创新思维。研究与实践表明，OBE-CDIO 能有效提升学习成效，使学生在真实任务中掌握数字电子技术的关键知识与方法，为后续工程实践提供支撑。课程的组织方式、评价机制与资源配置形成互相支撑的体系，过程透明度与可追踪性提高，学生的自我调节与协作能力得到持续训练。与此同时，教师在教案迭代与专业发展方面也获得稳定收益，课堂生态更为开放与高效。

未来可进一步探索将 OBE-CDIO 与跨学科教学深度耦合，完善与课程目标同频的形成性—总结性评价链条，构建以数据与证据为基础的持续改进机制[1][2]。在此框架下，教师可及时优化教学设计，学生获得清晰、可操作的反馈路径，学习自主性与专业胜任力将持续增强。结合教学共建与资源共享，推动经验沉淀与方法传播，使课程改革从点上突破走向系统升级，形成可推广、可落地、可验证的实践范式。

参考文献：

[1] 王靖．数字电子技术实验教学改革探索 [J]．教育科学发展，2020.
[2] 李中伟．《数字电子技术实验》课程的教学改革探索 [J]．Creative Education Studies，2017.