

# Construction of Electronic Information Innovation Experiment Platform under the Background of Engineering Education Certification

Ruoxue Li

Tianjin University of Technology and Education, Tianjin, 300350, China

## Abstract

This study proposes a modular innovation experimental platform construction plan to address the problems of resource dispersion and insufficient innovation ability cultivation in experimental teaching of electronic information majors. By constructing a three-level experimental system of "foundation comprehensive innovation", integrating the three functional modules of virtual simulation, hardware development, and rapid prototyping, and implementing and verifying the platform. The verification results show that the platform has increased the participation rate of students in engineering practice to 41%, with an average annual growth rate of over 30% in the number of national awards, effectively improving student participation and competition awards. From this, it can be seen that the construction of experimental platforms based on certification standards needs to pay attention to the integration of school enterprise collaborative resources, continuously optimize platform functions through dynamic feedback mechanisms, and provide a scalable practical paradigm for the cultivation of electronic information talents.

## Keywords

Engineering Education Certification; Electronic information; Innovative experimental platform

# 工程教育认证背景下电子信息类创新实验平台的建设

李若雪

天津职业技术师范大学, 中国·天津 300350

## 摘要

本研究针对电子信息类专业实验教学存在的资源分散、创新能力培养不足等问题,提出一种模块化创新实验平台建设方案。通过构建"基础-综合-创新"三层次实验体系,整合虚拟仿真、硬件开发及快速原型三大功能模块,并对该平台进行实施与验证。验证结果表明,该平台使学生的工程实践参与率提升至41%,国家级奖项获奖数量年均增长率达30%以上,有效地提升学生参与度和竞赛获奖数量。由此可见,基于认证标准的实验平台建设需注重校企协同资源整合,通过动态反馈机制持续优化平台功能,为电子信息类人才培养提供可推广的实践范式。

## 关键词

工程教育认证; 电子信息类; 创新实验平台

## 1 引言

随着新工科建设和工程教育认证体系的深入推进,电子信息类专业人才培养面临实践创新能力不足与产业需求脱节的现实挑战<sup>[1]</sup>。传统实验教学存在平台功能单一、资源碎片化、评价维度缺失等问题,难以满足《华盛顿协议》对复杂工程问题解决能力的培养要求。本文以光电信息科学与工程专业为实证载体,构建"硬件电子-软件应用-外围加工"三维协同的创新实验平台体系。通过整合虚拟仿真、校企共建实验室等模块,形成支撑创新创业教育的全链条技术

保障。研究表明,该平台可显著提升学生在电子设计竞赛、专利转化等实践环节的参与度,为工程教育认证的"持续改进"机制提供可量化的支撑依据。

## 2 实验平台架构设计

### 2.1 硬件电子类平台

#### 2.1.1 基础实验设备

在工程教育认证的OBE理念指导下,电子信息类硬件电子类平台的基础实验设备需紧密围绕解决复杂工程问题能力培养目标进行系统性设计<sup>[2]</sup>。核心设备应包含FPGA开发套件、嵌入式系统实验箱及配套仪器,构建分层递进的实践教学体系。FPGA实验模块采用Xilinx Artix-7系列开发板作为主流教学载体,配备Vivado开发环境和Verilog/

【作者简介】李若雪(2003-),女,中国湖北襄阳人,本科,从事电子信息、应用电子研究。

VHDL 双语言支持套件。通过可编程数字系统设计实验,学生能掌握从组合逻辑电路到 SoC 系统的全流程开发,具体包含基本门电路验证、状态机设计、DDR3 控制器接口实验等典型项目。为满足工程认证的复杂问题解决要求,高阶实验模块集成 HLS (高层次综合) 工具链,支持将图像处理算法直接转换为硬件加速器设计,如实现实时边缘检测系统的 FPGA 部署。嵌入式系统实验区以 STM32H7 和树莓派 ComputeModule 为核心构建双平台架构。基础层配备 KeilMDK 和 STM32CubeMX 开发环境,开展 GPIO 控制、定时器中断、ADC 采集等基础外设实验;进阶层通过 RT-Thread 操作系统移植实验,培养学生实时系统开发能力,包括任务调度优化、内存管理及设备驱动开发。为强化产业衔接,实验平台引入工业级 PLC 控制模块(如西门子 S7-1200)与嵌入式系统联调实验,模拟智能制造场景下的设备协同控制。配套仪器方面采用模块化设计理念,基础测试区配置四通道 100MHz 数字示波器、逻辑分析仪和频谱分析仪,支持信号完整性分析与高速数字系统调试<sup>[9]</sup>。创新实验区配备物联网网关设备(如华为 AR 路由器)和 LoRa/Zigbee 无线组网套件,构建涵盖感知层、网络层与应用层的完整硬件生态。所有设备均通过实验室智能管理系统实现预约调度与状态监控,确保 OBE 理念下的资源高效利用。

### 2.1.2 校企共建联合实验室

在硬件电子类平台建设中,为满足工程教育认证要求,校企共建联合实验室是提升学生工程实践能力的关键载体。以德州仪器(TI)设备捐赠为例,该模式通过整合企业资源与高校教学需求,构建了“技术导入-设备支撑-课程开发”三位一体的协同机制。企业不仅提供先进的嵌入式系统开发板(如 MSP430、C2000 系列)、FPGA 实验箱等核心设备,还配套捐赠了配套软件工具链和教学案例库,使实验设备与产业技术发展保持同步。该合作模式显著优化了实验教学内容:一方面,企业工程师参与实验课程设计,将工业级项目案例(如电机控制、物联网节点开发)转化为教学模块,帮助学生掌握解决复杂工程问题的能力;另一方面,高校依托捐赠设备开设“集成电路设计”“智能硬件开发”等前沿课程,形成“基础验证-综合设计-创新研究”的梯度化实验体系。

## 2.2 软件应用类平台

### 2.2.1 虚拟仿真实验系统

为保证软件应用类平台设计质量,在设计虚拟仿真实验系统时,需严格按照工程教育认证相关标准和要求,以 OBE 理念为导向,构建模块化、智能化的实践教学体系。该系统通常采用三层架构:底层为实验资源池,集成 FPGA 虚拟开发环境、通信协议仿真工具等专业软件;中间层为智能管理模块,通过微服务架构实现实验预约、数据采集、过程监控等功能,支持多终端并发访问;应用层则提供虚实结合的交互界面,学生可通过 Web 端或移动端完成电路设计、信号处理等实验,系统实时生成三维可视化结果与错误诊断

报告。该系统通过引入大模型技术(如 GLM4),可提供智能答疑、自动出题等扩展功能,有效解决传统实验受时空限制的问题。平台建设需注重与硬件平台的协同,例如将虚拟仿真结果导入实体设备验证,形成“设计-仿真-实现”的闭环训练体系。虚拟仿真实验系统架构结构图如图 1 所示。

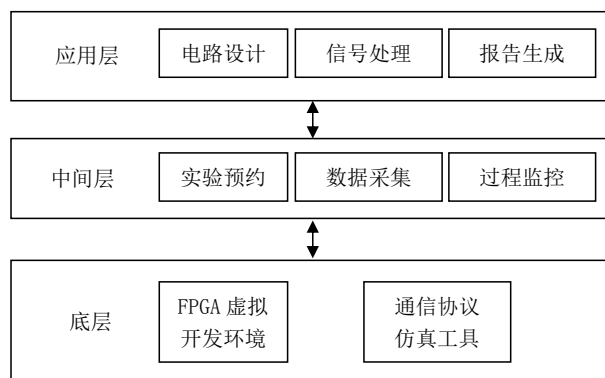


图 1 虚拟仿真实验系统架构结构图

### 2.2.2 开源工具链与云实验环境

平台软件应用类架构设计需以 OBE 理念为核心,通过开源工具链与云实验环境的深度融合,构建支撑复杂工程问题解决能力的实践教学体系。软件应用类平台采用模块化设计,包含开发工具链、虚拟仿真系统和云端协同环境三大功能层,其中开源工具链整合了 FPGA 开发套件、Python/JavaEE 全栈工具包及自动化测试框架(如 Selenium、JMeter),实现从代码编写到部署测试的全流程覆盖。云实验环境则基于容器化技术(如 Docker)和分布式存储架构,提供弹性算力调度与多终端访问能力,支持远程 AI 模型训练、边缘计算实验等场景。该架构通过“学践研创”一体化设计,既满足工程认证对学生自主学习和团队协作的要求,又通过开源生态持续引入产业级技术栈,如华为昇腾 AI 框架、OpenHarmony 物联网 OS 等,确保教学内容与行业技术演进同步。

## 2.3 外围加工类平台

### 2.3.1 3D 打印、PCB 制作等快速原型开发支持

在工程教育认证(OBE)理念指导下,电子信息类创新实验平台的外围加工类平台设计需聚焦快速原型开发能力培养,3D 打印与 PCB 制作作为核心模块,其架构设计体现以下特征:(1)功能集成化。平台整合工业级 FDM3D 打印机、光固化设备及四层 PCB 快速制板系统,支持从概念设计到物理原型的全流程验证。如陕西电子器件增材制造平台所示,通过选择性熔化设备与高温树脂成型技术的结合,可实现天线、传感器等电子器件的共形一体化制造。(2)教学适配性。针对工程认证中的复杂工程问题解决能力要求,设置梯度化实训项目:基础层训练三维建模与电路板设计软件(如 AltiumDesigner),进阶层开展智能硬件外壳打印与高频 PCB 阻抗匹配实验。(3)产学研协同。引入企业

级云服务平台(如瑞特三维的电子器件增材制造系统),学生可通过远程提交设计文件获取专业级加工服务,同时配套国产EDA工具链降低技术依赖。(4)安全与扩展机制。建立材料回收、废气处理等绿色工艺单元,符合工程伦理教育要求;预留5G模块、AI加速器等新型器件接口,适应技术迭代需求。

### 2.3.2 跨学科协同创新空间设计

外中围加工类平台设计作为电子信息类创新实验平台架构设计的核心环节,需跨学科协同创新空间,以实现复杂工程问题解决能力培养。该空间以“智能+”为核心,整合机械加工、材料成型、3D打印等硬件资源,同时配备物联网控制节点与数字孪生系统,形成覆盖“设计-仿真-加工-测试”全链条的开放实验环境。其架构设计需重点关注以下三方面:首先,物理空间采用模块化布局,划分基础加工区(含数控机床、激光切割机)、快速成型区(3D打印机、PCB制板设备)、智能装配区(工业机器人协作单元)三大功能模块,各区域通过AGV物流系统与可视化管理系统实现资源智能调度。其次,建立跨学科数据中台,集成机械CAD模型库、电子EDA工具链、材料性能数据库等资源,支持建筑信息模型(BIM)与电子系统设计(ESD)的协同仿真。最后,引入校企协同机制,如德州仪器联合实验室的FPGA开发平台与华为云工业互联网平台的对接,使学生能实践从概念设计到产品落地的完整流程。该设计通过虚实融合的“远程+虚仿+实体”三态实验模式,有效支撑新工科要求的学科交叉能力培养。

## 3 平台实施与验证

### 3.1 平台架构设计

本文以哈尔滨工程大学“三模块”平台建设为案例,该校基于工程教育认证的OBE理念,构建了覆盖硬件电子、软件应用、外围加工的三大实验模块。硬件模块配备FPGA开发系统、嵌入式实验箱等设备,与德州仪器等企业共建联合实验室;软件模块集成MATLAB、Proteus等虚拟仿真工具链;加工模块则提供PCB制板机与3D打印机,形成从设计到成品的完整创新链条。

### 3.2 平台实施特色

该平台实施流程如下:(1)课程衔接:平台支撑《数字信号处理》等6门核心课程的实验环节,实现复杂工程问题能力培养的梯度化训练。(2)开放管理:国家级电工电子实验教学示范中心实行7×12小时开放制,年均服务学生超3000人次。(3)校企协同:通过工信部重点实验室承接

企业横向课题,近三年累计转化技术成果17项。

### 3.3 学生竞赛成果评估

2020-2024年电子信息类创新实验平台建设成效统计结果如表1所示,从表1中的数据可以看出以下几点:

(1)竞赛获奖增长显著。国家级奖项从2020年的8项增至2024年的28项,年均增长率达36.7%;省级奖项年均增长30.8%,2024年获奖数达67项,呈现加速上升趋势。(2)学生参与度持续提升。参与实验平台的学生比例从12%提升至41%,年均增长27.9%,表明平台吸引力逐年增强。

表1 2020-2024年电子信息类创新实验平台建设成效统计表

指标	2020	2021	2022	2023	2024	年均增长率
国家级竞赛获奖(项)	8	11	15	22	28	36.7%
省级竞赛获奖(项)	23	31	40	52	67	30.8%
参与学生占比+	12%	18%	25%	34%	41%	27.9%

## 结束语

在工程教育认证背景下,电子信息类创新实验平台建设通过“基础-综合-创新”三级模块化设计(如哈尔滨工程大学案例),有效支撑了学生复杂工程问题解决能力的培养。实践表明,融合虚拟仿真(如AI实验云平台)与实体设备的混合式教学模式,解决了传统实验时空限制问题,提升毕业要求达成度。平台建设的核心在于:第一,以OBE理念重构实验课程体系;第二,通过校企协同(如德州仪器联合实验室)引入产业前沿技术;第三,建立动态反馈机制保障持续改进。未来,相关研究者应从以下几个方面进行突破和创新:首先,智能化延伸:结合数字孪生技术构建虚实融合实验生态,开发自适应学习系统(如基于大模型的实验指导AI);其次,国际化拓展:对接《华盛顿协议》成员国高校,共建跨国远程实验资源共享平台;最后,评价体系革新:引入区块链技术实现实验过程数据存证,建立多维能力追踪模型。

## 参考文献

- [1] 李玉祥,孟怡晨,王冉,等.工程教育认证背景下电子信息类创新实验平台的建设[J].黑龙江科学,2020,11(1):32-33.
- [2] 于蕾,侯长波,王晓迪.工程教育背景下电子类实践课程教学模式的研究与实践[J].实验科学与技术,2020,18(1):58-62.
- [3] 张维维,李敏,许爽,等.工程教育专业认证背景下集群式信息处理课群建设[J].现代教育科学,2017(7):104-108,118.