

# Research on Intelligent Innovation Internship and Training Teaching Practice under the Wave of Domestic Substitution

Xiaofei Xu Huixiang Liu Miao Guo Xu Zhao

Beijing Information Science and Technology University, Beijing, 100192, China

## Abstract

In the context of the accelerated process of domestic chip substitution and the urgent need of the country for the cultivation of intelligent innovation practice and training talents, the practical teaching of the intelligent innovation practice and training system in universities is facing a historic opportunity and challenge of migrating from foreign platforms to domestic platforms. This paper analyzes the current situation and limitations of the practical teaching of intelligent innovation practice and training, which is dominated by foreign MCUs, and proposes an innovative practice and training system based on the new type of domestic MCU platform. This system is based on the core concept of “domestic platform as the foundation, project-driven as the guideline, and industry-academia integration as the direction”, and constructs an experimental content framework covering four levels: basic cognition, single experiments, comprehensive applications, and innovative design. It also develops a modular experimental platform. At the same time, the research process fairness and the construction of a thick practice-based learning process establish a diversified evaluation mechanism to achieve real-time feedback and closed-loop educational effects for the 10% selected students and the 10% struggling students, and provide reference for similar institutions.

## Keywords

Domestic MCU; Practice Enrichment; Practice and Training; Process Assessment; Industry-Academia Integration

## 国产替代浪潮下的智能创新实习实训教学实践研究

许晓飞 刘辉翔 郭淼 赵旭

北京信息科技大学, 中国·北京, 100192

## 摘要

在国产芯片替代进程加速和国家急需智能创新实习实训人才培养的双重背景下, 高校智能创新实习实训系统实践教学面临从国外平台向国产平台迁移的历史性机遇与挑战。本文分析了当前智能创新实习实训实践教学以国外MCU为主导的现状与局限, 提出了基于新型国产MCU平台的创新实习实训教学体系。该体系以“国产平台为基、项目驱动为纲、产教融合为径”为核心理念, 构建了涵盖基础认知、单元实验、综合应用、创新设计四个层次的实训内容架构, 并配套开发了模块化实验平台; 同时研究过程公平与实践厚植式学习过程构建多元化评价机制, 实现前面10%选拔和后面10%吃力学生帮扶的实时反馈闭环育人效果, 为同类院校提供参考。

## 关键词

国产MCU; 实践厚植; 实习实训; 过程考核; 产教融合

**【基金项目】**2026年北京信息科技大学教改项目(项目编号: 2026jgai10); 2025年北京市高等教育学会面上课题“室内人员异常状况监测的具身智能实践创新平台建设研究”(项目编号: MS2025161); 2025—2026北信高教课题(项目编号: 2025—2026GJZYB16); 北京市大学生科技创新项目(2026年北京市级)横向项目(项目编号: S2526011); 北京信息科技大学课程思政项目(项目编号: 2024JGSZ09); 教育部产学研合作协同育人项目(项目编号: 241004232164350)。

**【作者简介】**许晓飞(1980—), 女, 中国江西湖口人, 博士, 高级实验师, 副高六级, 从事智能科学与技术研究。

## 1 引言

随着科技竞争持续深化, 芯片供应链安全已成为国家战略关切。在智能创新实习实训微控制器领域, 国产MCU近年来在性能、可靠性和生态建设方面逐步缩小与国际巨头的差距, 部分领域已实现规模化替代。然而, 芯片的“可用”不等于“好用”, 从“可用”到“好用”的关键跨越, 不仅依赖芯片本身的技术突破, 更有赖于大量熟练掌握国产芯片开发技术的工程人才。高校作为工程技术人才培养的主阵地, 长期以来智能创新实习实训系统教学高度依赖国外平台——以ARM Cortex-M系列为核心的STM32几乎成为教学标配。这种局面带来了两方面问题: 一是人才培养与产业需求脱节, 学生毕业后面对国产芯片开发环境存在适应成

本；二是技术生态依附，不利于国家战略层面的自主可控。因此，将国产MCU引入高校实践教学，既是响应国家自主创新战略的必然要求，也是提升人才培养质量、服务产业发展的现实需要。

本文聚焦“新型国产替代MCU进行创新实习实训”这一主题，从校企共建教学体系、平台开发、案例设计、评价机制等维度展开系统研究，旨在探索一条符合新工科理念的智能创新实习实训实践教学改革路径。

## 2 智能创新实习实训实践教学的现状与挑战

### 2.1 国外平台主导的教学格局

长期以来，国内高校智能创新实习实训系统课程普遍采用国外厂商的MCU平台，其中以意法半导体的STM32系列最具代表性。这一格局的形成有其历史合理性：STM32生态成熟、资料丰富、开发工具链完善，降低了教学门槛。然而，随着国产芯片产业崛起和外部环境变化，这种“路径依赖”的弊端日益显现。从人才培养角度看，学生长期在STM32环境下学习，对国产芯片的开发环境、外设配置、调试工具缺乏了解，进入企业后面临二次学习成本。更关键的是，这种教学格局与产业实际需求形成错位——近年来国产MCU在消费电子、工业控制、汽车电子等领域市场份额快速提升，企业对熟悉国产平台的人才需求激增。

### 2.2 现有教学模式的主要局限

深入审视当前智能创新实习实训实践教学，还存在以下深层问题：

实验内容的验证化倾向。多数实验课程仍以验证性实验为主，学生按照实验指导书完成连线、编译、下载、观察现象等步骤，缺乏对系统设计和工程问题的深度思考。这种模式难以培养学生解决复杂工程问题的能力。

项目驱动的表面化执行。尽管项目驱动教学理念已被广泛接受，但实践中往往表现为“小作业叠加”，缺乏真正的工程化项目管理和团队协作训练。

产教融合的浅层化状态。校企合作多停留在设备捐赠、讲座交流层面，在课程共建、师资共享、项目共研等深度合作方面有待加强。

评价体系的单一化倾向。以实验报告和功能实现为主要评价依据，对学生过程表现、创新思维、团队协作等维度关注不足。

### 2.3 国产替代带来的教学机遇

国产MCU的崛起为破解上述困境提供了新契机。一方面，国产芯片厂商高度重视高校生态建设，如兆易创新推出“大学计划”、龙芯中科实施“百芯计划”、江苏国芯与多所高校共建联合实验室等，为教学改革提供了资源支持。另一方面，国产平台具有自主可控、本土服务响应快、与产业需求紧密对接等优势，为教学内容更新和产教深度融合创造了条件。更重要的是，国产MCU教学具有独特的育人价

值——学生在学习过程中能够亲身体会到“中国芯”的技术进步，增强科技报国的使命感。正如贵州大学的教学实践所表明，采用“国产MCU+行业应用+AI算法+国产操作系统”的综合实验设计，能够有效培养学生的创新精神和工程素养。2025年10月，内蒙古民族大学物理与电子信息学院与江苏国芯科技有限公司共建“AiC高性能单片机联合实验室”；贵州大学大数据与信息工程学院开展的智能创新实习实训课程综合实验教学改革，探索了“国产微控制器+行业应用+AI算法+国产操作系统”的多学科融合模式。本文作者课程引入国产芯片公司、国产软件公司合作，项目平台融合了智能创新实习实训系统、数字信号处理、人工智能算法等多个学科知识，有效拓展了学生的知识视野和综合能力。

## 3 基于国产MCU的创新实训体系设计

### 3.1 总体理念与架构

本教学改革以“国产平台为基、项目驱动为纲、产教融合为径”为核心理念，构建了如图1所示的“三位一体”实训体系。

国产平台为基：选择具有代表性、生态相对完善的国产MCU作为教学主平台，包括基于ARM Cortex-M内核的GD32/CKS32系列、基于自主指令集的龙芯系列等，形成“主流架构+自主架构”的互补布局。

项目驱动为纲：以工程项目为主线组织教学内容，将知识点融入项目开发全过程，使学生在“做中学、学中做”中建构知识体系。

产教融合为径：与企业共建实验室、共编教材、共设课程、共研项目，将产业前沿技术和工程规范引入教学，打通人才培养“最后一公里”。

### 3.2 四层次实训内容体系

基于认知规律和能力进阶逻辑，本文设计了四个层次的实训内容体系：

第一层：基础认知实训。旨在帮助学生建立对国产MCU平台的整体认知，包括开发环境搭建、工程模板创建、基本外设配置等。例如，在GD32F10x平台上完成GPIO控制LED、定时器中断、串口通信等基础实验。该层次强调“上手快、门槛低”，帮助学生快速建立信心。

第二层：单元模块实训。围绕MCU典型外设模块开展专项训练，包括ADC采集、PWM输出、I2C/SPI通信、CAN总线等。该层次注重原理与实践的深度融合，要求学生理解硬件原理的基础上完成功能实现和性能优化。

第三层：综合应用实训。以典型智能创新实习实训应用场景为牵引，整合多个功能模块完成系统级设计。例如，设计智能小车控制系统（融合电机控制、传感器采集、无线通信）、环境监测终端（融合多传感器、数据显示、远程传输）等。该层次强调系统思维和工程能力培养。

第四层：创新设计实训。面向开放性问题，鼓励学生自主选题、自主设计、自主实现，完成具有一定创新性的智能创新实习实训系统开发。该层次可结合大学生创新创业项目、学科竞赛、企业课题等，将“真问题、真需求、真解决”贯穿始终。

### 3.3 项目驱动的教学实施

项目驱动是实训教学的核心方法论。本研究将实训项目分为三类：

**入门级项目：**与单元实验配套的小型项目，周期1-2周，旨在巩固基础技能。例如“基于PWM的呼吸灯设计”“串口指令控制LED亮灭”等。

**进阶级项目：**整合3-5个功能模块的中型项目，周期3-4周，强调系统设计和团队协作。例如“智能环境监测系统”项目，需完成传感器数据采集、LCD显示、无线传输、上位机监控等功能。

**挑战级项目：**面向竞赛或真实需求的综合项目，周期8周以上，鼓励技术创新和成果转化。例如基于国产MCU深度学习数据采集训练终端等。教学实施中采用“敏捷迭代”方式，每个项目经历需求分析、方案设计、硬件搭建、软件调试、测试验收、项目答辩等完整流程，培养学生的工程素养。

**产教融合的深度化。**校企合作应超越设备捐赠层面，向课程共建、师资共享、项目共研、成果共享深度发展。首届全国单片机与智能创新实习实训课程教学研讨会等平台，为校际交流和产教对接提供了有效载体。同时，改革中也面临一些挑战：一是部分国产平台开发工具链仍不够完善，影响教学体验；二是教师需要重新学习和备课，增加了教学负担；三是国产芯片迭代速度快，教材和案例需要持续更新。

### 3.4 过程考核

为验证改革成效，本研究采用多元化评价机制，从知识掌握、能力提升、态度转变三个维度进行评估，具体实施教学过程如图1所示。

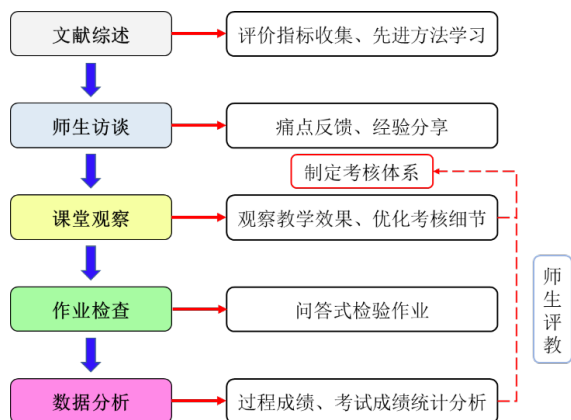


图1 教学实施过程考核

**知识掌握维度。**采用项目答辩与笔试相结合的方式。改革后，学生在系统设计、模块选型、故障排查等方面的

表现明显优于改革前。以2024-2025学年智能创新实习实训课程为例，实验班项目完成度达100%，其中优秀项目占比35%，较对照班（使用STM32平台）高出12个百分点。

**能力提升维度。**通过学生自评、互评和教师评价综合衡量。问卷调查显示，92%的学生认为国产MCU实训“提升了工程实践能力”，88%的学生认为“增强了解决复杂问题的信心”。在学科竞赛中，使用国产MCU平台的学生团队获奖率较往年提升20%以上。

**态度转变维度。**这是国产MCU教学特有的育人成效。学期初调查显示，仅35%的学生“对国产芯片有信心”；学期末，这一比例升至82%。学生在项目报告中多次提及“没想到国产芯片也能做得这么好”“为‘中国芯’感到自豪”等表述。

## 4 结语

国产芯片替代进程为高校智能创新实习实训系统教学改革提供了历史性机遇。本文以新型国产MCU平台为切入点，构建了“国产平台为基、项目驱动为纲、产教融合为径”的创新实习实训体系，通过四层次内容设计、模块化平台开发、项目驱动教学实施以及产教深度融合实践，实现了实践教学质量和人才培养效果的双重提升。教学实践表明，国产MCU平台的应用不仅能够有效培养学生的工程实践能力和创新意识，更在技术自信培育、国产生态认知等方面产生独特的育人价值。这启示我们，在推进教学改革的过程中，既要关注知识与能力的培养，也要重视价值引领和使命教育。

未来，随着国产芯片性能持续提升和生态日益完善，高校实践教学应进一步深化与产业的对接，探索“芯片设计—系统开发—行业应用”全链条的人才培养模式，为国家集成电路产业发展输送更多高素质工程技术人才。

### 参考文献

- [1] 刘雪冬, 李政颖, 郭志强等. 大学生学业过程评价改革建议[J]. 中国电力教育, 2024, (03): 71-72.
- [2] 王平, 杨展春, 韩璐霞, 等. 基于国产龙芯的智能创新实习实训系统设计实践教学改革[J]. 教育理论与实践研究, 2025.
- [3] 郭晶, 朱珂玮. 基于CKS32微控制器的智能创新实习实训教学平台设计[J]. 科技创新与应用, 2024(11): 45-48.
- [4] 陈艳, 斯松华, 侯靖宇. 课程平时成绩“五位一体”评价模式的构建[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2015, 32(03): 113-114.
- [5] 高延增, 魏辉, 侯跃恩. ARM智能创新实习实训系统原理与开发——基于国产GD32F10x处理器[M]. 北京: 清华大学出版社, 2024.
- [6] 中科芯集成电路有限公司. 基于CKS32微控制器的智能创新实习实训教学平台设计[J]. 科技创新与应用, 2024(11).
- [7] 冯玉龙. 学号差异化教学过程考核方法研究与实践[J]. 教育教学论坛, 2024, (10): 123-128.
- [8] 贾伟, 等. 国产芯片驱动下的智能创新实习实训课程综合实验教学设计[J]. 中国信息技术教育, 2024(18): 105-109.