

新工科视域下嵌入式系统课程混合教学模式的探索与实践

孙明炜* 李娟 胡子慧

景德镇陶瓷大学信息工程学院

摘要:针对新工科背景下嵌入式系统课程中知识点割裂、学用脱离等问题,构建“项目导向、AI 赋能、理实融合、课赛结合”的混合教学模式。以贴近真实工程的项目为主线,通过三阶段渐进式教学串联知识点,借助 AI 技术挖掘应用场景、推送个性化内容、优化教学反馈,结合线上线下混合模式与多元考核体系。实践表明,该模式显著提升学生知识掌握和实践能力,学科竞赛获奖实现零的突破,为新工科复合型人才培养提供可行路径。

关键词:新工科; AI 赋能; 混合教学模式; 课赛结合

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.11.167

引言

在新一轮科技革命和产业变革的浪潮中,人工智能、物联网、5G 等技术的突破正推动全球产业结构向智能化、融合化转型。在此背景下,“大科学”时代的特征愈发显著——单一学科的知识壁垒被打破,多学科交叉融合成为技术创新的核心驱动力^[1]。

嵌入式系统作为连接硬件与软件的核心载体,是电子信息、计算机、自动化等领域的基础支撑技术,广泛应用于智能家居^[2-3]、工业控制^[4]、智能汽车^[5]等场景。目前我国嵌入式人才缺口大,且呈现“技术复合型”需求特征——既需掌握硬件设计、软件开发,又需理解行业应用场景。但其教学现状与产业需求之间的矛盾愈发突出:学生掌握了分散的知识点,却难以形成系统开发能力;熟悉了课本案例,却对真实应用场景茫然无知^[6-7]。因此,探索适应新工科要求的嵌入式系统课程教学模式,成为高校工程教育改革的重要课题^[8-10]。

本文基于新工科视域,结合 AI 技术与项目式教学理念,构建“项目导向、AI 赋能、理实融合、课赛结合”的混合教学模式,旨在探索一条嵌入式教学新路径,力求解决传统教学模式中的痛点,提升学生的综合素养与创新能力。

一、嵌入式系统课程现状与痛点分析

计算机类专业开设嵌入式相关课程虽然一般偏向于嵌入式软件方向,但课程除了涵盖微处理器架构、嵌入式操作系统、C 语言编程等软件内容,也涉及基本的硬件电路和原理图等,具有“软硬结合、理论抽象、实践性强”的特点,所以在实际教学过程中易出现如下问题:

(一) 知识点庞杂,难成体系

嵌入式系统课程涉及“硬件—软件—接口”三大模块,知识点多达 200 余个,且各模块间关联紧密。传统教学

采用章节独立讲解模式,例如先单独讲解“GPIO 端口配置”,再讲解“中断系统”,最后讲解“UART 通信”,导致学生在学习初期难以建立知识体系。学生普遍认为“嵌入式课程知识点零散,学完一章就忘了上一章的内容”,甚至出现“知道如何配置 GPIO,却不知如何将其与实际场景结合”的现象,形成“学一章丢一章”的畏难情绪。

(二) 知识连贯性不足,学习链条断裂

嵌入式系统开发需遵循“需求分析—硬件选型—软件编程—调试优化”的完整流程,但传统教学按知识点线性排列推进,破坏了开发流程的连贯性。例如,在讲解“GPIO 引脚控制”时,仅停留在寄存器的高低电平配置,却未提及它在实际应用场景(如“智能门锁开关控制”中的按键控制和报警灯等);讲解“SPI 通信协议”时,仅阐述协议的时序图和数据传输原理,而不说明如何与外设芯片进行实际的引脚连接与数据交互。这种碎片化教学导致学生在课程结束后,仍无法独立完成一个完整项目开发。

(三) 学用脱离,兴趣驱动缺失

以往教学中,知识点讲解多以课本案例为主,如“用 LED 灯显示数字”、“通过按键控制蜂鸣器”,知识点较为陈旧,且与当前产业真实场景脱节,学生学习兴趣不高。而对“智能家居中的密码锁”、“工业控制中的身份验证”等真实场景好奇。这种“学用分离”导致学生被动接受知识,缺乏主动探索的动力。

(四) 个性化学习与创新能力培养不足

学生的知识基础、学习节奏存在显著差异,前导课程如 C 语言、数模电等掌握情况差别大,传统统一进度、统一内容的教学模式,难以兼顾个体差异。同时,教学中标准答案导向明显,例如要求学生严格按照课本步骤

完成实验，大部分学生实验方案完全复制课本案例，限制了创新思维。

（五）教学反馈滞后，考评方式单一

传统教学中，教师主要通过作业批改、课堂提问获取反馈，但嵌入式实验具有调试复杂、问题隐蔽的特点，教师难以实时发现学生的深层问题。例如，学生在密码校验项目中出现数据传输错误，可能是硬件接线问题，也可能是软件逻辑漏洞，但教师仅能通过最终结果判断，无法定位具体环节。考评方式上，以各阶段实验报告为主，且实验报告内容同质化严重，难以体现学生的项目开发能力、团队协作能力等综合素养。

二、嵌入式系统课程改革探索

针对上述问题，本文构建“项目导向、AI 赋能、理实融合、课赛结合”的混合教学模式，以“密码校验项目”为主线，结合 AI 技术优化教学全流程，实现“知识整合—

兴趣激发—能力提升”的递进式培养。

（一）项目导向，渐进讲解：构建知识体系

传统教学采用单一章节独立讲解模式，而改革后采用“先整体介绍—再局部细化—最后回归整体”的渐进式讲解，以贯穿全课程的“密码校验项目”为载体，实现知识点的有机串联。

1. 项目设计：密码校验系统的整体框架

凝练教学内容，创建真实工程场景，结合竞赛赛题，设计课程总体内容，最终打造了一个贯穿教学全过程的项目：密码校验系统。项目采用搭载了 STM32G431RBT6 微控制器的蓝桥杯嵌入式设计与开发竞赛官方开发板，软件上使用 Keil 集成环境编译器和 STM32CubeMX 图形化工具，项目包含“密码输入—加密验证—结果反馈”完整功能，具体包含三个阶段，如表 1 所示。

表 1 项目密码校验系统的三个阶段

项目阶段	核心功能	涉及知识点	教学目标
基础阶段	密码输入与显示：通过按键输入 4 位数字密码，在 LCD 屏显示输入内容	GPIO 配置、UART 通信、LCD 驱动	掌握硬件接口基本操作
进阶阶段	密码加密与校验：输入超时自动锁定、密码加密后与预设值比对	中断系统、定时器、AES 算法	理解软硬件协同设计
综合阶段	系统优化与扩展：密码本地存储、低功耗运行、错误次数超限报警，并支持通过手机 APP 远程重置密码	SPI 通信、低功耗模式、APP 交互	具备系统开发与创新能力

2. 渐进式讲解的实施路径

整体介绍：课程开篇先展示密码校验系统的最终效果（如输入正确密码后开发板解锁，错误 3 次触发报警），拆解系统的硬件组成（开发板、按键、LCD 屏、传感器）和软件流程（输入—加密—验证—反馈），让学生建立系统整体观。

局部细化：按项目阶段拆解知识点，例如讲解“GPIO 配置”时，直接结合“按键输入电路设计”，说明如何通过 GPIO 寄存器设置引脚为输入模式、如何处理按键抖动问题，并同步让学生在开发板上调试代码，观察按下按键后 LED 灯点亮的效果。

回归整体：课程结尾要求学生重构密码校验系统，从需求分析到代码优化完整复盘，撰写《系统开发报告》，并演示系统功能，进行答辩，实现从整体到局部再到整体的认知闭环。

（二）AI 赋能，优化教学：精准提升教学效率

将 AI 技术融入教学全流程，通过“场景挖掘—个性推送—反馈优化”三个维度，解决传统教学的兴趣缺失、差异忽视、反馈滞后问题。

1. 挖掘应用场景，激发学习兴趣

利用 AI 技术（如自然语言处理、知识图谱）分析知识点与产业场景的关联，生成知识点、场景匹配案例。例如：针对“中断系统”，通过在 DeepSeek 中输入“生成智能家居领域的中断应用案例”的提示词，生成“智能家居中，当密码输入超时后，中断触发门锁自动锁定”的案例。这些场景化案例通过课程平台（如“雨课堂”、“头歌”等）推送给学生，以提升学生的学习兴趣。

2. 个性化学习路线：精准适配个体差异

入学测试：学生完成包含 C 语言编程、数字电路、模拟电路的测试，AI 分析其知识短板。例如，对 C 语言指针掌握薄弱的学生，推荐“指针与内存地址”的在线微课；对电路元器件符号不熟悉的学生，推送“电路元器件符号大全”。

过程追踪：AI 实时记录学生的学习数据（如视频观看时长、错题类型、作业完成质量），动态调整学习路径。例如，若学生在“中断优先级”作业中多次出错，AI 自动推送“中断嵌套原理”的补充资料，并生成“优先级设置错误”的典型案例分析。

3. 教学反馈优化：数据驱动教学改进

AI 系统通过分析学生的实验报告等数据，生成多维度反馈：针对个体实验方案，指出设计缺陷；汇总班级高频错误，生成统计图表；分析知识点的“难度-掌握度”关联，优化教学设计。利用 AI 提供的教学反馈，增强教学针对性。

（三）理论实践，齐头并进：打破学习壁垒

传统教学中先理论后实践的模式导致理论抽象难懂、实践盲目操作，改革后采用理论讲解与实践操作同步推进的模式，实现“学中做、做中学”。具体实施中，包含以下三个环节，理论导入：结合项目需求讲解核心概念；实践验证：学生立即在开发板上实现功能；原理深化：回归理论细节，如学生在实践中发现“波特率不匹配导致乱码”，教师再讲解“波特率误差对通信的影响”，引导学生通过实验对比不同波特率的传输效果，加深对理论的理解。每个知识点的教学通过“理论导入—实践验证—原理深化”这三个环节，降低实验操作的盲目性。

（四）线上线下，相辅相成：拓展学习时空

构建“线上预习—线下互动—线上巩固”的混合学习模式，打破传统课堂的时空限制。线上预习中，录制 15 分钟以内的微视频，聚焦“重难点+操作步骤”。线下互动即课堂，以“问题解决+协作开发”为主。线上巩固中，学生上传实验报告至课程平台，AI 针对报告中的缺陷，推送相关知识点，学生进行自学或者向教师提问。

（五）课赛结合，多元考核：全面评价素养

以蓝桥杯嵌入式设计与开发竞赛为目标，将竞赛中的赛题（如“智能密码锁”）拆解为课程项目的拓展任务，鼓励学生参赛，并将竞赛成绩纳入课程考核成绩中，按获奖等级加分。加入期末答辩环节，学生演示项目并回答评委提问，重点考察系统设计思路、问题解决能力，以期体现学生的综合素养。

三、改革实践效果分析

本模式在计算机科学与技术 2022 级（32 人）嵌入式系统课程中实施，课程结束后，独立完成密码校验项目的学生比例从 30% 提升至 75%，能在项目中实现创新拓展功能（如指纹、APP 联动）的学生占比达 22%。学科竞赛方面，2025 年蓝桥杯嵌入式设计与开发竞赛中，该专业共获国家二等奖 1 项，省级一等奖 1 项，省级三等奖 1 项，实现该赛类奖项零的突破。学生反馈知识点更连贯，不再觉得零散，多元考核方式，更能体现真实能力，AI 推荐的个性化学习内容弥补了知识短板，学习体验显著优化。但也存在 AI 对实验报告的缺陷检测能力有限等短板仍需改进和优化。

结语

新工科背景下，嵌入式系统课程的改革需突破传统教学的知识传授框架，转向能力培养导向。本文构建的“项目导向、AI 赋能、理实融合、课赛结合”混合教学模式，通过贯穿全课程的密码校验项目整合知识点，借助 AI 技术实现个性化教学与精准反馈，结合线上线下融合与多元考核，有效解决了传统教学中的知识割裂、兴趣不足、能力薄弱等问题。

实践表明，该模式能显著提升学生的系统开发能力、创新思维和学科竞赛参与度，为新工科复合人才培养提供了可行路径。未来，将进一步优化 AI 模型的场景挖掘精度，引入企业真实项目（如智能家电密码系统）作为拓展任务，深化“产学研用”协同，培养更贴合产业需求的嵌入式技术人才。

参考文献

- [1] 别敦荣, 崔延强, 马晓强, 等. 推进教育强国建设的多维思考(笔谈)[J]. 现代教育管理, 2025, (06): 1-19.
- [2] 闻玉玺. 嵌入式系统在智能家居中的应用研究[J]. 仪器仪表用户, 2024, 31(09): 50-52+55
- [3] 徐承鑫, 徐西汉, 韩光昌, 等. 嵌入式系统在智能家居控制中的应用与创新[J]. 信息记录材料, 2025, (06): 83-85+144.
- [4] 李国晓. 嵌入式系统在工业控制中的应用及发展趋势[J]. 中国西部科技, 2011, 10(13): 40-41+20
- [5] 李菁. 嵌入式锂离子电池管理系统在智能汽车的应用[J]. 集成电路应用, 2020, 37(07): 120-121.
- [6] 周涛, 张锐敏, 张永才, 等. 基于 OBE 理念的嵌入式系统设计课程研究与实践[J]. 中国现代教育装备, 2025, (03): 74-77.
- [7] 雷敬婕. 基于 OBE 理念的计算机专业嵌入式课程群教学改革与实践[J]. 科技视界, 2024, 14(29): 31-33
- [8] 吕为工, 张策, 李剑雄. 思政引领·目标导向·多元融合——面向新工科专业的嵌入式系统系列课程教学探索[J]. 计算机教育, 2025, (04): 43-47.
- [9] 漆强, 周建华, 刘子骥, 等. 基于新工科理念的“嵌入式系统设计”课程改革和创新[J]. 实验室研究与探索, 2025, (06): 162-166.

通讯作者：孙明炜，男，1995.8，安徽安庆，硕士，助教，研究方向为嵌入式系统、生物信息学。

基金项目：江西省高等学校教学改革研究课题：新工科视域下鸿蒙系统应用开发微专业的建设与应用研究（JXJG-24-11-5）；面向新工科的人工智能专业赋能特色行业人才培养体系改革（JXJG-24-11-3）。