

基于天问Block的单片机渐进式教学实践

沈文波*, 曲 伟, 刘秀平, 陆伟艳, 秦用丰, Hamza Ahmad Madni

北部湾大学电子与信息工程学院, 广西 钦州

收稿日期: 2026年6月8日; 录用日期: 2026年7月9日; 发布日期: 2026年7月16日

摘 要

单片机课程教学存在“纯代码”与“纯图形化”编程的各自弊端。对此从认知负荷理论视角出发, 依托天问Block平台, 通过教学实践探索出一种“图形化到代码化”的渐进式教学模式。该模式通过重构教学内容、设计阶梯式项目, 并引入BOPPPS教学组织方法, 构建出一条“低门槛切入 - 代码对照解析 - 独立编程拓展”的渐进路径。实际教学反馈显示, 这一做法不仅减轻了学生的学习挫败感, 也明显增强了他们的学习兴趣与编程自信, 学生成绩亦有提升, 从而为单片机及相关课程的教学改革提供了一个可参照的系统化实践方案。

关键词

认知负荷理论, 渐进式教学, BOPPPS, 单片机课程, 教学改革

A Progressive Teaching Practice in Microcontroller Based on Tianwen Block

Wenbo Shen*, Wei Qu, Xiuping Liu, Weiyan Lu, Yongfeng Qin, Hamza Ahmad Madni

College of Electronics and Information Engineering, Beibu Gulf University, Qinzhou Guangxi

Received: June 8, 2026; accepted: July 9, 2026; published: July 16, 2026

Abstract

Both code-only and graphical-only programming have their respective shortcomings in the teaching of microcontroller courses. To address this, from the perspective of cognitive load theory and based on the Tianwen Block platform, this paper explores and proposes a “graphical-to-code” progressive teaching model through teaching practice. The model builds a structured learning pathway, beginning with accessible entry points, moving through comparative code analysis, and culminating in self-directed programming tasks. Approach of “from graphical programming to code-based programming”

*通讯作者。

文章引用: 沈文波, 曲伟, 刘秀平, 陆伟艳, 秦用丰, Hamza Ahmad Madni. 基于天问 Block 的单片机渐进式教学实践[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 637-644. DOI: 10.12677/ae.2026.1671415

needs the reorganization of course materials, the development of sequenced projects, and the adoption of the BOPPPS instructional framework. Feedback from actual classroom implementation shows that the model helps alleviate student frustration during the learning process, while also strengthening engagement and self-assurance in programming. Correspondingly, students' score has improved. Overall, this work offers a structured, practical reference for enhancing microcontroller and related engineering courses.

Keywords

Cognitive Load Theory, Progressive Teaching, BOPPPS, Microcontroller Courses, Teaching Reform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

单片机原理及应用是电子、物联网等相关专业的核心课程,其教学目标在于使学生初步掌握嵌入式系统的软硬件设计与调试能力。长期以来,以直接讲授代码为主的传统教学模式,因概念抽象、语法复杂,容易令初学者望而生畏、学习动力受挫[1]-[3]。而近年来兴起的图形化编程工具,虽在降低入门难度、激发初期兴趣方面效果显著[4]-[6],却也可能使学生停留在“模块调用”层面,对程序底层逻辑和硬件工作机制理解不深,进而限制其系统设计与调试能力的纵深发展。由此可见,单纯依赖图形化或代码化教学各有其局限,如何在直观的操作体验与抽象的代码思维之间搭建一条平滑、有效的过渡路径,成为课程改革的关键。

为此,本文以天问 Block 为支撑平台,提出了“图形化到代码化”的渐进式教学模式。该模式通过对教学内容的重新组织、阶梯式项目的精心设计以及贯穿过程的动态评价,力图构建一个“轻松入门-深度理解-系统提升”的学习闭环,在有效调动学生学习内驱力的同时,扎实培养其应对复杂工程问题的综合素养。

2. 单片机类课程教学核心问题分析

在应用型本科(包括专升本)的单片机原理与应用课程教学中,尽管不断的改革尝试一直在进行,一些深层次、普遍性的问题仍然制约着教学质量的提高与学生工程实践能力的培养。结合近年来的相关研究及实际教学反馈,可将这些核心问题归纳为以下几个方面。

2.1. 编程入门门槛高,学生学习挫折感强烈,兴趣易衰减

51 单片机作为入门级芯片也编程涉及硬件设计与 C51 语言结合,对于基础相对薄弱或初次接触嵌入式系统的学生而言,面临双重认知负荷。刘天旺等[4]明确指出,以 Keil 为代表的传统专业开发环境英文界面复杂、操作步骤繁琐,学生需在初期同时征服“硬件抽象概念”和“复杂编程语法”两座大山,极易产生畏难情绪和挫折感。笔者所教专业虽然学生已经学过 C 语言,C51 语言是 C 语言的拓展版本,但对于 C 语言基础较差的同学,学习显得尤为抽象和吃力。这种高门槛直接导致部分学生兴趣迅速衰减,课堂参与度下降,甚至放弃深入学习,影响了整体教学效果[4][6]。

2.2. 单纯依赖图形化或代码化教学均存在能力培养缺陷

为降低入门门槛,图形化编程工具(如 Mixly、天问 Block)被引入教学。这类工具通过模块拖拽和图

形化配置,显著提升了学生初期的学习兴趣和项目实现速度[5][6]。然而,若教学长期停留在图形化层面,学生易成为“模块的调用者”而非“程序的设计者”。他们对底层硬件工作原理、寄存器的设置、代码的执行效率等核心概念缺乏深刻理解,编程思维训练流于表面,达不到电子信息和物联网专业人才培养目标。反之,若直接采用传统的纯代码教学,又重蹈上述门槛高、兴趣低的覆辙。因此,如何在“直观易用的图形化”与“深入灵活的代码化”之间建立有效的衔接通道,避免学生能力停留在表面或中途受挫,成为教学改革的关键。

2.3. 学生基础差异大,传统教学模式难以实施个性化与进阶性培养

学生经过三四个学期分化,会拉开差距。传统的“一刀切、流水线”授课模式难以满足不同层次学生的需求:基础薄弱的学生跟不上进度,逐渐掉队;而学有余力的学生则感到“吃不饱”,探索欲望得不到满足,其创新潜力难以被激发[7]。吴双娥等[7]提出的“进阶式项目驱动”正是针对此问题,强调需要设计不同难度的项目来适应差异化需求。然而,如何在一个教学周期内,系统性地设计出既能保障基础达标又能引导能力跃迁的教学路径,对课程内容设计与教学组织提出了巨大挑战。

因此,当前单片机课程教学的核心矛盾在于:如何构建一条平滑且有效的学习路径,既能以低门槛、高兴趣的方式引导学生入门,又能确保其能力扎实地过渡到深层次的代码实现与系统设计层面,并在此过程中兼顾学生差异,培养其全面的工程素养与创新能力。解决这一矛盾,需要超越“图形化”或“代码化”的非此即彼选择,探索一种将二者有机融合、循序渐进的系统性教学模式改革。

3. 基于渐进式模式的教学实践设计

认知负荷理论由 John Sellar [8]提出,该理论基于人类认知结构中的工作记忆容量有限这一基本事实来设计教学程序。Sweller [8]指出,人类面对需要显性教学的生物次级知识时,工作记忆容量限制成为学习的关键瓶颈,教学设计的核心任务之一就是降低外在认知负荷,促进知识的有效迁移和长期记忆的建构。

从认知负荷的视角审视单片机教学可以发现:直接采用 C 语言编程,学生需同时应对硬件寄存器配置、程序逻辑组织等多重认知需求,这些要素交互产生的内在认知负荷极易超过初学者的工作记忆容量,导致认知过载和学习挫折。相比之下,图形化编程屏蔽了语法细节,将程序流程以视觉模块呈现,能够有效降低初学者面临的外在认知负荷。然而,若长期停留在图形层面,学生缺乏对抽象逻辑和底层机制的深度学习,也难以形成可迁移至真实工程开发的知识结构。由此可见,教学亟需一种既能发挥图形化入门优势、又能平滑引导至代码深度的工具平台,以支撑“降低负荷-逐步过渡-能力深化”的渐进路径。

针对这一需求,天问 Block 相较于 Mixly 在教学场景中具备显著优势:其原生深度融合 51/STM32 生态,提供从图形化到 C 代码的一键切换与对照视图,完美支撑“渐进式”教学核心环节。全中文界面及本土化教程降低了技术门槛,而其分层功能设计(图形/混合/代码模式)能精准适配学生差异,实现从入门到进阶的无缝过渡,更贴合国内单片机课程教学目标。

3.1. 阶梯式教学设计

本课程主要对实验进行模式改革,分为以下三个阶段,如图 1 所示。初始入门注重单片机内部结构,特别是 I/O 口电路原理及应用的教学。基础夯实阶段主要锻炼学生的编程思路,并过渡到代码编程,即在实现图形编程后要求代码编程。进阶提高要求完全代码编程,学会根据原理设置寄存器的值,比如给定工作方式和定时时间,如何设置 TMOD、TCON、TH0 和 TL0 之类。

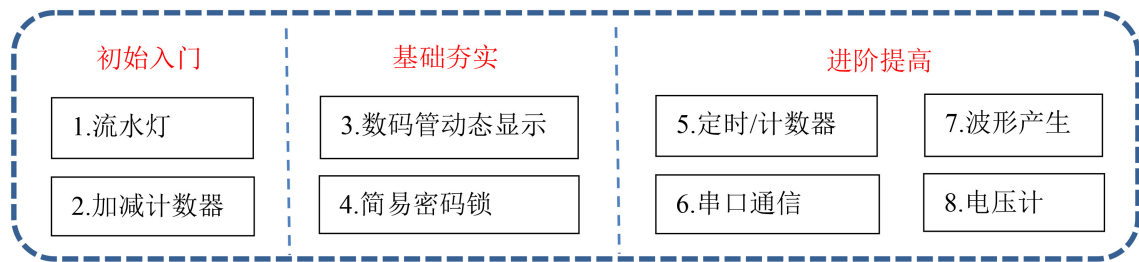


Figure 1. Three stages of step-by-step teaching
图 1. 阶梯式教学三阶段

阶梯式设计同样适用于具体实验设计中。例如流水灯实验，最开始让学生跟着操作点亮一盏灯，再教如何让灯闪烁，然后引导学生思考如何做 4 个流水灯，最后公布 4 个流水灯代码，让学生独自思考如何实现 8 个流水灯(同学们基本能完成)。课后让同学们对比左边图形编程，右边用代码是如何实现的，如图 2 所示。这对于学过 C 语言的学生都能完成，下次上课再进行讲解。而对于 C 语言基础好的同学，则鼓励其直接进行字符编程(写代码)。

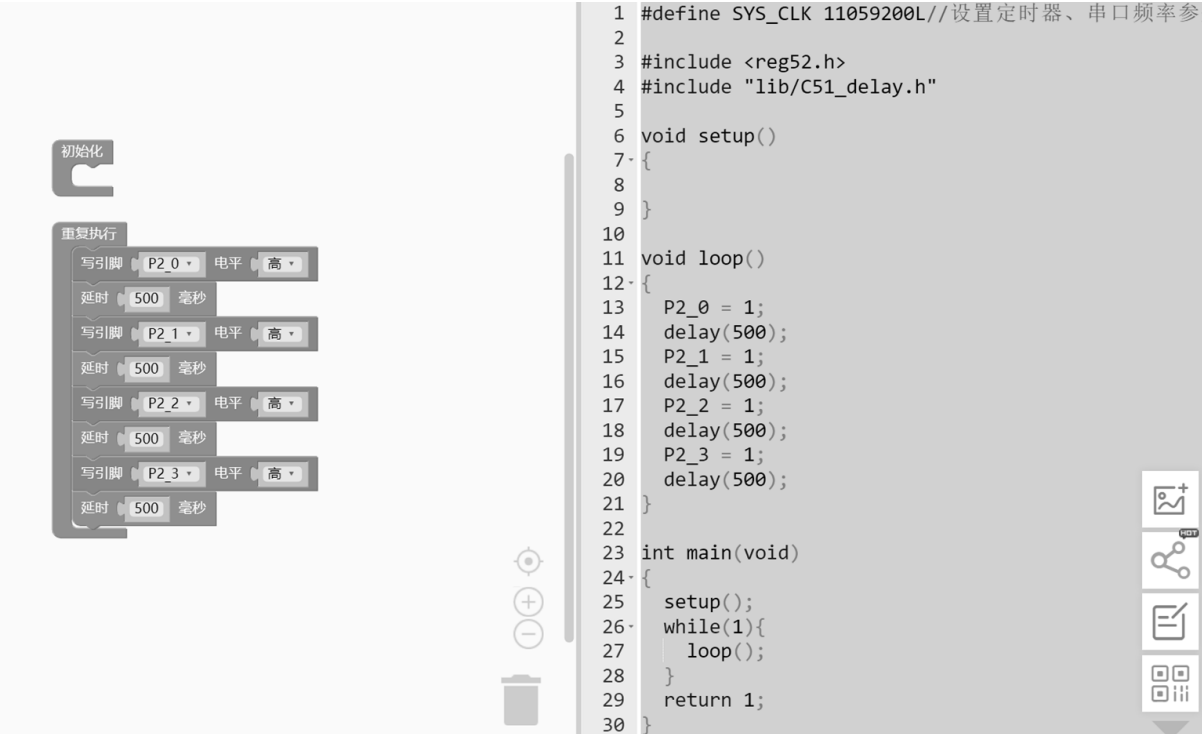


Figure 2. Tianwen block programming interface
图 2. 天问 block 编程界面

3.2. 课堂教学活动组织

BOPPPS 教学模式源于加拿大的教师技能培训，由导言(Bridge-in)、学习目标(Objective/Outcome)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary) 6 个教学环节构成[9]。BOPPPS 的名称就是由这 6 个教学环节的英文单词首字母所构成。这种教学模式以学生为本，注重学生的参与和互动，形成以学生自主学习、有效评价反馈、教学目标明确为特征的闭环教学设

计,并通过多样化的教学手段和形式激发学生的潜能,引导学生主动思考,从而实现有效教学[10]。

笔者实验基于 BOPPPS 教学模式进行教学设计,这里以“简易密码锁”实验项目为例说明。首先在理论课中已经讲解过矩阵键盘原理及相应代码,在实验课前发布实验要求和预习材料。导言环节,通过展示智能门锁的生活应用视频,引发学生对身份验证技术的兴趣,进而提出核心问题:“如何用我们手中的单片机实现一个简易密码锁?”学习目标明确设定为三级:1.能用天问 Block 图形模块完成按键输入与数码管显示的联动(图形化阶段);2.能解读生成的 C 代码中按键扫描与状态判断的逻辑结构(代码对照阶段);3.能独立编写代码,增加密码错误次数限制或修改密码功能(代码重构阶段)。前测通过快速提问或理论课作业,了解学生对矩阵键盘与数码管显示等前置知识的掌握情况。参与式学习为核心环节:学生首先分组用图形化模块“搭积木”实现基础密码验证功能;随后教师引导学生切换至代码视图,对比分析图形逻辑与 if-else 判断、for 循环等代码块的对应关系,并分组讨论关键语句;最后,发布进阶任务,在 keil 或天问 Block 的字符编程界面写代码实现前面功能,修改和增补 C51 代码以实现功能扩展。后测则通过检查各小组最终项目的功能完整性、代码质量及实验报告中的思考题,来对标评估三级目标的达成度。最后,总结环节师生共同梳理从图形交互到代码实现的知识映射,关联至更复杂的项目应用场景,完成学习闭环。此设计确保了教学在明确的阶梯式目标引领下,通过有效互动,逐步深化学生的工程实践能力。

4. 教学效果评价与分析

本文基于上课学生的 57 份有效问卷,系统评估了“图形化到代码化”渐进式单片机教学模式的教学效果。其中图 3 和图 4 的数据显示,该模式显著降低了学习门槛,超过 96%的学生认为其对课程入门有帮助,且衔接顺畅度达 90%以上。学生在逻辑理解、代码能力、调试与系统设计等多维能力上均有显著提升,其中 94%的学生认为图形化编程有效促进了程序逻辑的理解。此外,学习兴趣和编程信心明显增强,形成“兴趣-能力-信心”良性循环。

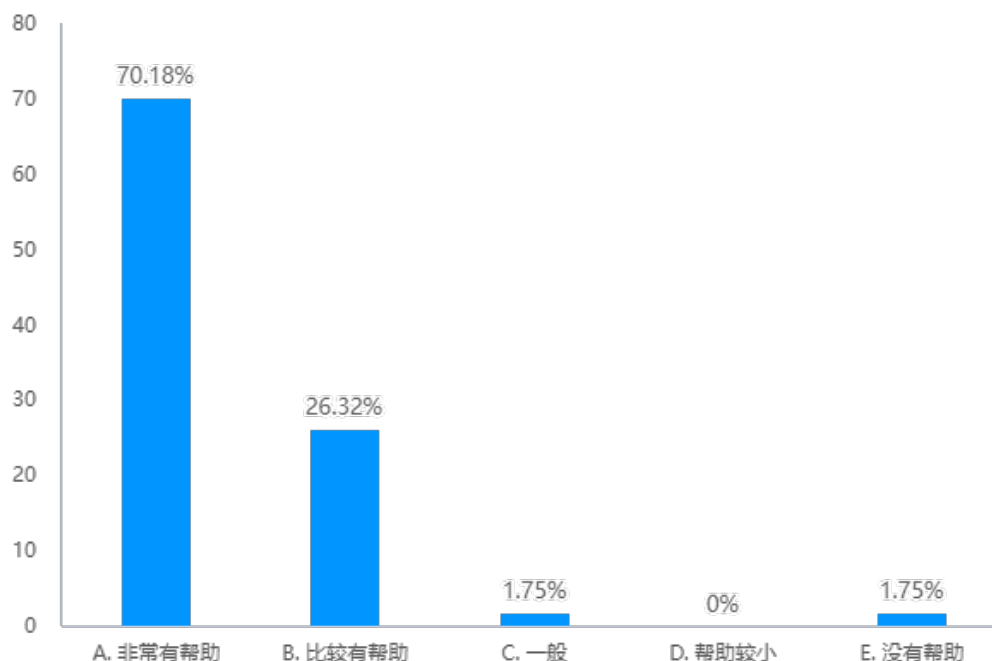


Figure 3. The assistance of graphical programming in learning microcontroller basics

图 3. 图形化编程对单片机入门的帮助

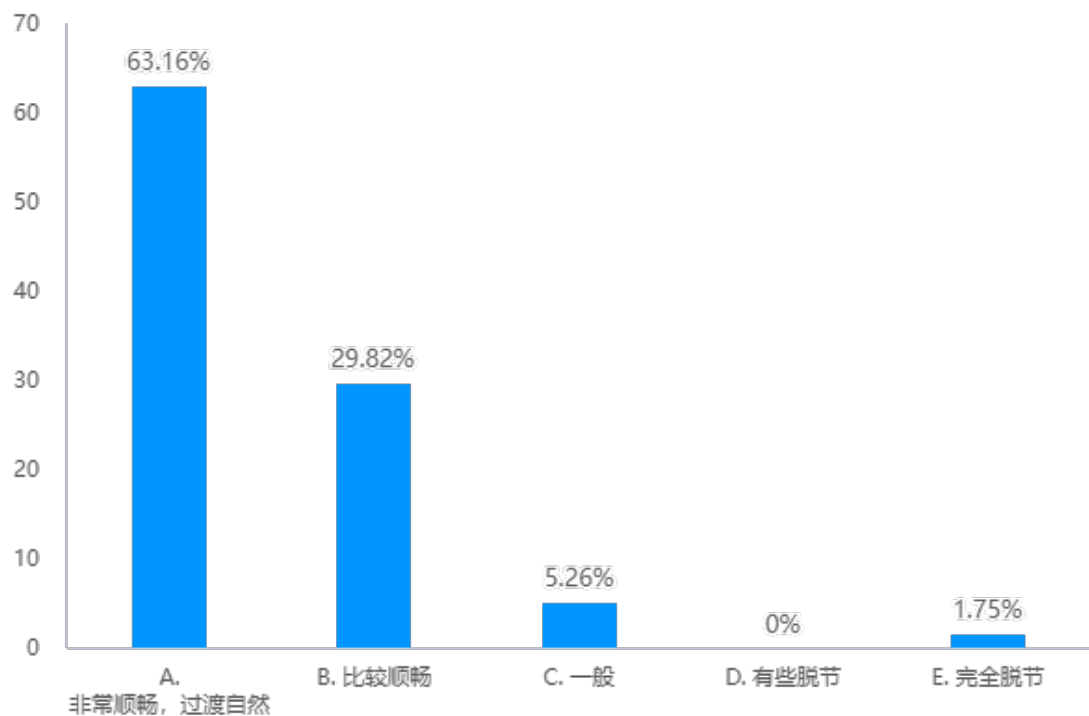


Figure 4. The integration of graphical programming and code programming
图 4. 图形化与代码编程的衔接

笔者所授物联网与电子信息(图中简称物联和电信)两个专业的学生入学高考成绩接近, 且均在修读单片机课程前已具备 C 语言与数字电子技术基础, 试题考点和难度一样, 平时分构成也一样。自 2024 年起, 课程采用“图形化到代码化”渐进式教学模式进行改革。由图 5 可见, 教改前各班级平均成绩在 60.5~63.5 分区间内小幅波动; 教改实施首年(2024 年), 成绩出现显著提升, 2025 年仍保持在 65 分, 明显高于教改前水平。结果表明, 该渐进式教学模式对学生成绩具有积极的促进作用。

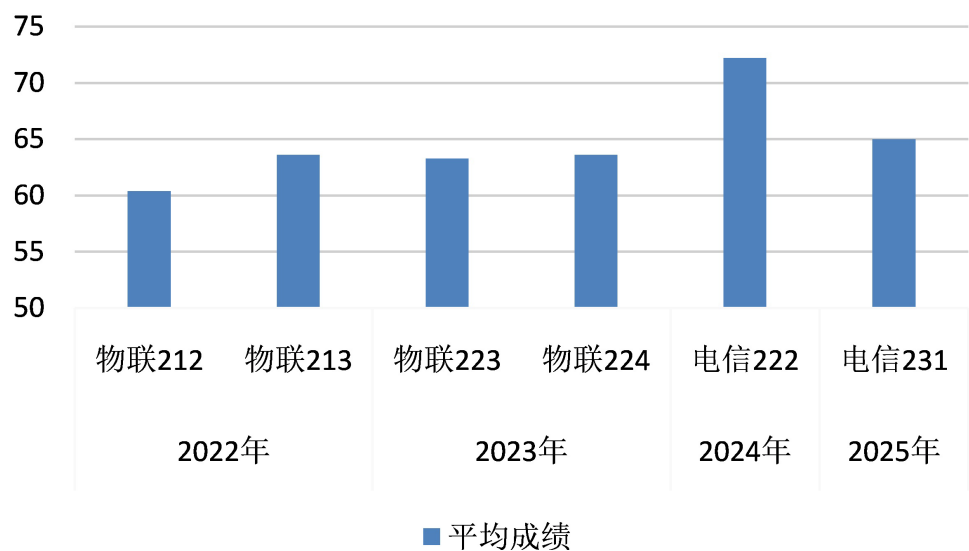


Figure 5. Average grade of the microcontroller course class in the past 4 years
图 5. 近 4 年单片机课班级平均成绩

5. 总结与展望

5.1. 总结

本研究围绕单片机课程教学中传统代码教学与单纯图形化教学各自的局限性,系统构建并实施了“图形化到代码化”渐进式教学模式。通过深入分析教学核心矛盾,依托天问 Block 平台的功能优势,设计了“入门-夯实-进阶”三阶段教学路径,并以 BOPPPS 模型组织课堂,实现了从直观操作到代码思维的平滑过渡。

实践效果通过问卷调查与成绩对比得以验证:超过 96%的学生认可该模式对入门的帮助,90%以上认为图形化与代码衔接顺畅;学生在程序逻辑理解、代码能力、调试与系统设计等方面均表现出显著提升,并形成了“兴趣-能力-信心”的良性循环。成绩数据进一步显示,教改实施后班级平均分明显著高于改革前水平。证实了“渐进式”教学在激发学习动力、扎实培养工程实践能力方面的有效性,为应对学生基础差异、实现从“会用”到“懂原理”的能力跃迁提供了可行路径,对同类工科课程教学改革具有参考价值。

5.2. 研究的局限性与展望

样本代表性有限。本次教学实践仅在笔者所在院校的电子信息工程专业两个班级(两届)中开展,有效参与学生约一百人,样本量相对较小。受限于单校、单专业的研究范围,该模式在不同生源背景(如专升本)、不同层次院校(如“双一流”高校、中职学校)中的适配性与推广效果尚需进一步验证。

教学学时压力与内容容量的矛盾。加入图形化编程环节(约 4~6 学时),客观上挤占了原 C 语言教学与项目实践的时间。若压缩代码训练,则可能削弱高阶能力培养;若保持原有时长,则总学时不足。

为此,以后可以联合多所应用型本科及高职院校开展协同实验,纳入不同专业背景学生,检验模式的普适性。并采用“翻转课堂”与“线上预习”相结合的方式。将图形化工具的基本操作、软件安装等低阶内容制作成微视频,发布于学习通平台,要求学生在课前自主观看并完成基础模块搭建的作业。课堂时间则聚焦于“图形-代码对照分析”、“调试策略”等高阶认知活动,从而保障教学深度。

基金项目

广西高等教育本科教学改革工程校级项目“理实一体化的《单片机原理及应用》渐进式教学研究”(2024JGA004)的研究成果。广西高等教育本科教学改革工程区级项目“‘互联网+’创新创业竞赛背景下电子类实验教学实践教学模式的研究”(2024JGA271)。广西区级线上线下混合式一流本科课程“数字信号处理”。钦州市科学研究与技术开发计划“智能坭兴陶茶具设计关键技术研究与应用”。

参考文献

- [1] 胡瑞强,叶东,申立群,等.基于 OBE 理念的单片机原理及应用实验教学设计和实践[J].中国现代教育装备,2023(21): 75-77.
- [2] 刘天旺.浅析高职单片机技术课程教学策略[J].科技与教育,2023(48): 28-30.
- [3] 安宪军,董克俭.应用型本科院校理实一体化教学实践探索——以单片机原理与应用课程为例[J].高教学刊,2024,10(S1): 132-135.
- [4] 龙祖连.基于 STM32CubeMX 图形化编程教学改革的研究[J].电子制作,2021(10): 47-49.
- [5] 彭莉.基于图形化编程的单片机教学实践研究[J].现代职业教育,2020(3): 22-23.
- [6] 蔡云飞.基于图形化编程的单片机教学案例研究[D]:[硕士学位论文].南宁:南宁师范大学,2021.
- [7] 吴双娥,王锦荣,邱炎儿.基于进阶式项目驱动的单片机课程教学实践[J].山西电子技术,2023(6): 53-56, 67.
- [8] Sweller, J. (2016) Cognitive Load Theory and Computer Science Education. *Proceedings of the 47th ACM Technical*

Symposium on Computing Science Education, Memphis, 2-5 March 2016, 1. <https://doi.org/10.1145/2839509.2844549>

- [9] 曹丹平, 印兴耀. 加拿大 BOPPPS 教学模式及其对高等教育改革的启示[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(2): 196-200, 249.
- [10] 邱燕燕, 范嘉盈, 夏青, 等. 融入 BOPPPS 的混合式形态学实验教学探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(1): 136-140.