

单片机课程线上线下混合式教学探讨

李高丰, 王松林, 翟艳磊

洛阳师范学院物理与电子信息学院, 河南 洛阳

收稿日期: 2026年5月15日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月25日

摘要

随着教育现代化技术的高速发展, 越来越多的信息技术融入到高校课程的教学, 为教学过程提供了便利。在线学习逐渐成为课堂学习之外的另一种选择。“线上” + “线下”的混合式教学与当前移动互联网时代的发展相适应, 也是新工科专业课教学改革的方向之一。本文结合教学实践, 以问题为导向, 立足新工科发展和工程认证, 进行线上和线下混合式教学进行探究, 提出适合新时期的混合式单片机课程改革与评价方法。

关键词

单片机, 混合式教学, 工程认证

Research on Hybrid Online and Offline Teaching of Microcontroller Course

Gaofeng Li, Songlin Wang, Yanlei Zhai

College of Physics & Electronic Information, Luoyang Normal University, Luoyang Henan

Received: May 15, 2026; accepted: June 18, 2026; published: June 25, 2026

Abstract

With the rapid development of modern educational technology, more and more information technologies are being integrated into university course teaching, providing convenience for the teaching process. Online learning is gradually becoming an alternative to classroom learning. The hybrid online and offline teaching mode is adapted to the development of the current mobile Internet era and one of the directions for reforming engineering specialty courses. Based on teaching practice, the paper explores hybrid online and offline teaching problem-oriented, in the context of the development of new engineering disciplines and engineering certification, and proposes reform and evaluation methods for microcontroller course.

Keywords

MCU, Hybrid Teaching, Engineering Certification

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

在国家全面推进高校一流课程建设、着力推进新时期面向新工科和工程认证的培养体系构建背景下,提升工科专业本科教育质量,促进专业课程改革与创新成为当前的关键点。混合式教学是一种将传统教学和在线教学的优势结合起来的“线上”+“线下”教学新范式[1]。对于传统工科专业课程而言,一方面理论难度大,推导证明复杂,不能脱离课堂教学。另一方面应用实践要求高,在有限的课时里混合式教学不失为一种最佳方案。

目前,新工科建设立足新兴产业,推动现有工科专业人才培养模式改革和创新[2]。教育部重点布局了人工智能、机器人工程、智能科学与技术等方向。对于传统工科专业应用课程单片机原理及应用,迫切需要更新教学模式,以适应产业升级和新时代的发展。近些年,人工智能迎来了突飞猛进的发展,正在从实验室走向新兴产业和人们的身边。编程技术和机器人技术的智能化在不远的未来将成为现实,合理掌握并应用这些技术,对于传统单片机的教学具有一定意义。通过线下基本理论的学习打下基础后,再通过大量编程实验来巩固。线上自主学习加上人工智能技术的辅助,可以加快开发实践的进程,把学生的注意力凝聚到单片机内在工作机制和系统级应用上。单片机课程的培养目标不仅能运用一种硬件设备的工作原理实现一个应用问题的解决,还要有能力学习开发新平台、新技术去解决未来发展出现的新问题。

为了应对全球化人才的竞争,我国积极推进工程教育专业认证,其核心理念是以学生为中心、成果导向和持续改进,提升工程人才培养质量并促进全球工程师互认。以工程教育认证标准为导向,以产教融合为外部驱动,持续改进人才培养体系中电子信息类实践教学改革[3]。混合式教学就是以现代信息技术为依托,推进专业教学模式改革的尝试。单片机传统教学中以理论讲授为主,不能适应新产业中工程开发为导向的趋势。理论学习具有抽象性,对单片机而言就是一个黑盒工具,工程实践反而会强化理论知识的消化和吸收。单片机课程具有软硬件相结合的特点,可以把重点放在高级程序设计与单片机的结合上[4]。针对应用实践课程考核困难的问题,利用数据散点图分析进行直接评价,采用调查问卷分析进行间接评价,可以从评价结果中得到反馈信息[5]。PBL (Problem-based Learning)是一种以问题为导向的教学方法,最早起源于20世纪50年代的医学教育。PBL提倡以学生为中心,通过设计学习情境来调动学生学习的主动性[6]。在本文进行的混合式教学改革中,以单片机在工程中的问题为基础,以学生为主体,以教师为导向进行启发式教育,以培养学生的工程应用与开发能力为教学目标。在教学过程中,通过迁移学习和比较学习方法,提取一个简化的工程问题,交由学生思考解决方案。打破传统讲授法,线下在学生掌握一定的基础知识下,然后进行工程问题分析与讨论,把任务以线上和课后分组形式布置。PBL的精髓在于发挥问题对学习过程的指导作用,调动学生的主动性和积极性。问题驱动(Problem driven)的方式进行线上线下混合式学习,是一种新的尝试。建立工程实践问题的应用场景,在探究过程中学习和应用单片机原理解决问题。建立项目小组,就所要处理的工程问题进行研究讨论,交流并分享线上学习的成果。教师作为项目小组的引导者和评价者。小组汇报利用演示报告来巩固对工程问题的分析与理解。

实验教学以线下形式进行，主要完成基础理论的验证和单片机开发流程的掌握。线上由学生课后自主完成，结合网上资源和项目任务，以小组为单位进行电路设计、程序编译、下载及测试。经过教学实践表明，混合式教学课程改革后的课程目标更合理，达成情况成效更显著，课程建设质量稳步提升。

2. 以线下教学为基础，面向学生为中心

传统的教学模式往往以教师为中心，侧重于知识的传授，而忽视了学生在学习过程中的主体地位和个性化的学习需求[7]。面向新工科的要求，在工程认证目标导向指引下，进行混合式单片机课程教学实践与探索。传统工科应用型课程存在重理论教学，以掌握知识为主要目标的问题。实践课时有限，且以验证性实验为主。因此，导致学生缺乏学习主动性，综合应用能力和工程实践能力较弱。“线上”+“线下”混合式课程设计，建立以线下教学为基础，面向学生为中心；同时，以线上学习为辅助，面向小组项目成果为导向。在混合式单片机课程设计中，进行了课程内容优化、线上线下融合、分组项目实践、综合素质评价体系建立。根据工程认证毕业要求，制定了符合混合式单片机课程的目标，如表 1 所示。在此过程中，有机融合了基本理论知识的讲授式学习和自主团队项目式学习，围绕学生为中心，依据工程认证理念，培养学生应用单片机解决电子电路等工程问题的能力。单片机教学设计方案融合线上和线下教学活动，合理优化内容分配，突出小组项目合作特色，如图 1 所示。

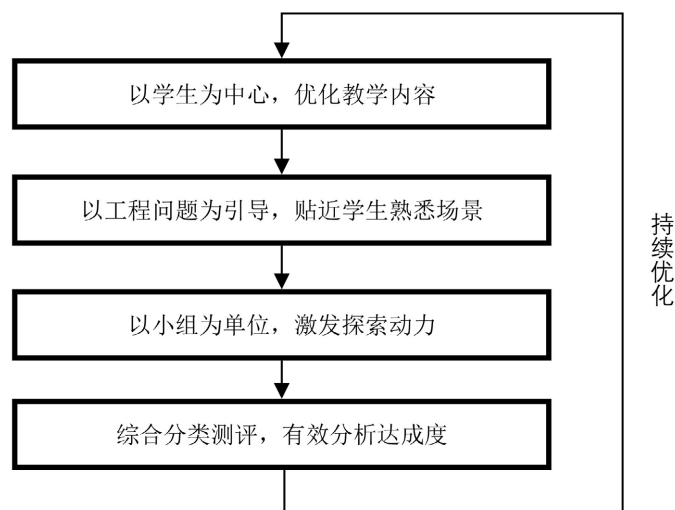


Figure 1. Diagram of the teaching design of microcontroller
图 1. 单片机教学设计方案

Table 1. Objective of microcontroller course

表 1. 单片机课程目标

数量	质量
课程目标 1	能运用电子线路的原理和分析方法，理解单片机内部系统的工作原理，针对工程问题的解决方案选用适合的单片机。
课程目标 2	能够在单片机最小系统基础上，根据工程问题和解决方案正确搭建接口电路，并能确定接口电路元器件及参数。
课程目标 3	掌握单片机编程的方法，能够运用汇编语言或 C 语言进行算法设计，确定研究方法，对要解决的工程问题进行程序设计。
课程目标 4	掌握单片机开发流程与步骤，正确使用单片机开发工具进行工程项目建立、程序编译、调试、仿真及下载，并能够对其中遇到的工程问题进行分析 and 解决。

2.1. 优化教学内容

在单片机原理方面, 由于学时有限, 适当压缩了并行总线扩展、矩阵键盘、数模转换和串行总线接口等内容。重点学时放大单片机内部组成原理、输入输出接口、中断控制、定时/计数器和串行通信接口。教学模块如图 2 所示, 以学生熟悉的微型计算机系统原理作为导入, 精细优化单片机内部的组成与原理学习。同时, 结合汇编指令系统加深底层运行机制理解。在应用方面以 C51 程序设计为主, 了解编译的过程和工具使用。围绕单片机内部主要资源模块, 建立起软件与硬件的关联, 突出单片机系统学习的核心要点。

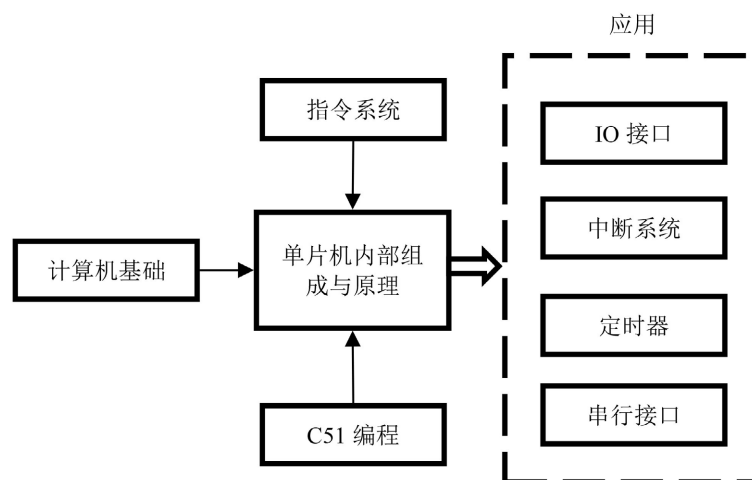


Figure 2. Diagram of optimized teaching content
图 2. 教学内容优化

2.2. 迁移比较学习

在线下的理论学习中, 为了克服硬件系统枯燥的学习, 通过从微型计算机的工作原理比较并迁移到单片机系统的学习, 包括日常使用的笔记本电脑和手机系统。从 CPU 工作原理、系统总线、存储模块和外部接口技术等方面展开。比较 8086 与 8051 的 CPU 工作原理。需要的额外知识, 如模拟电路和数字电路也迁移进来, 让学生课前线上预习准备。系统总线分析片外扩展地址和数据总线的情况, 比较 8086 与 8051 的区别。在存储结构方面, 引入冯诺依曼架构和哈佛架构的线上学习资料, 由学生分析单片机系统的特性, 如体积小、成本低、可靠性强。

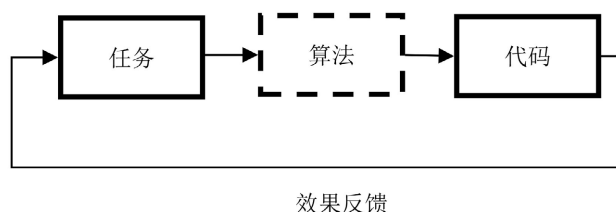


Figure 3. Diagram of teaching process of microcontroller programming
图 3. 单片机程序教学过程

在程序设计方面, 通过比较汇编指令程序与 C51 程序, 建立任务到算法, 再到代码实现的编程思维。结合硬件原理中 CPU 执行, 建立伪代码概念, 把执行的思路, 把人脑完成任务的步骤分解、细化为 CPU

可执行的代码实现。对于简单任务，采用汇编与 C51 程序并行举出实例，把编译原理以简单的方式讲述出来。这种迁移比较，对于学生建立程序编写思路，形成基本的算法框架概念，也能把软件与硬件有机结合起来。单片机程序设计教学过程如图 3 所示。

3. 融入线上学习为载体，以小组成果为导向

利用互联网 + 在学习上的优势，把线上学习融入到单片机课程教学中。使用超星泛雅网络教学平台和学习通，搭建网上学习课程和资源库。为学生提供课前预习、课程复习和知识拓展的线上学习条件。

3.1. 自建线上资源，分阶段考核

线上学习有讨论、练习、疑难解答等环节。自建线上资源，拍摄专题视频，提供讲课讲义，实验和项目电子资料等。分阶段进行考核，使用线上答题和实验结果提交方式，由学生在课堂和实验时完成。教学视频不是满堂灌形式，只是以专题微视频进行，每个视频 10~20 分钟，教师出现在屏幕右下角，见图 4 所示。针对单片机学习中重难点知识进行讲解，通过动画、多媒体加深学生的理解。其中包括计算机系统架构比较，单片机存储结构，单片机 IO 接口原理，中断系统原理，定时器原理等。

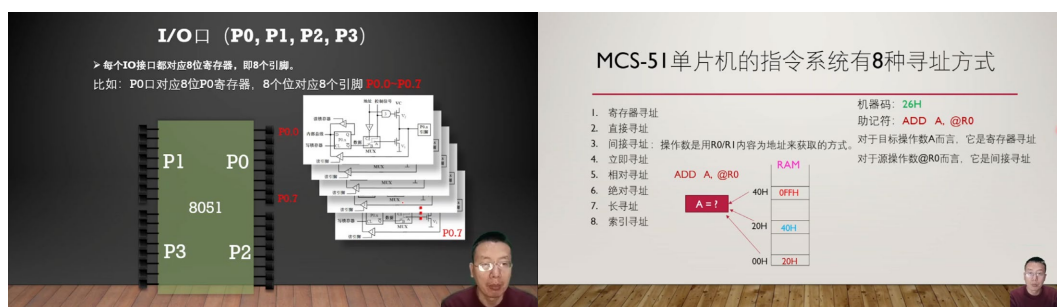


Figure 4. Micro-videos of online teaching for MCU
图 4. 单片机在线教学微视频

一个学期的课程，分阶段进行考核，及时对学习效果进行评价和反馈。依据工程认证标准，分别针对线上和线下环节制定合理的考核评价机制，并贯穿小组项目的全过程。评价主体由教师、学生小组和线上 AI 组成，注重学习过程的评价和小组互评。评价标准主要是章节考核，课堂练习完成情况，线上资源参与程度，课后项目报告和演示情况。章节考核按知识模块进行划分，单片机组成原理和指令是一个考核，C51 程序设计与基础实验是一个考核，中断和定时器是一个考核。章节考核主要针对学生对基础理论的掌握情况，分阶段进行，不再重复考核相关内容。编程任务以解决任务为导向，强调算法思路的考核，可采用汇编指令和 C 语言两种形式。小组项目考核结合团队考核和小组自评成绩。考核对小组成员的参与度、贡献度和各自分工。在评价过程中，注重学生工程实践能力的评价，运用知识进行工程设计与解决问题的能力、以及现代工具使用的能力，注重形成性多维度评价。

3.2. 自主线上项目，组队分工完成

为了调动学生动手积极性，并充分利用学生自主时间，设计 LED 显示项目，自行组队完成单片机系统设计测试。小组按团队方式组建，小组成员负责项目任务分配、硬件、软件等。项目设计资料在线上提供，由各小组准备元器件，搭建单片机最小系统，设定基本显示任务和拓展任务。在线上系统提交设计报告，演示视频等支撑材料。

课后提供每一组 STC89S52 芯片、LED 点阵、晶振、电阻、电容、电源模块等元器件，采用面包板和杜邦线方式连接硬件电路。之所以没有直接用印刷电路板，是考虑学生初学，降低焊接和制板门槛，

也可以锻炼学生熟悉单片机最小系统，加强工程实践能力的培养。基本任务是搭建电路，编写 LED 点阵图案显示程序，掌握对 IO 接口静态与动态控制方法。拓展任务是从显示简单静态画面，尝试实现动态画面，如移动的箭头、行人动画等。任务实例如图 5 所示。

项目结果是开放式的，完成基本任务后，给出开放式的想法，并借助线上资源实现。考核以小组演示，分组验收，成员打分方式进行。这样可以给学生更多自由度，相互协调进度，合理分工。锻炼学生团队意识，可以在实验室之外，利用业余时间进行项目实践和探索。

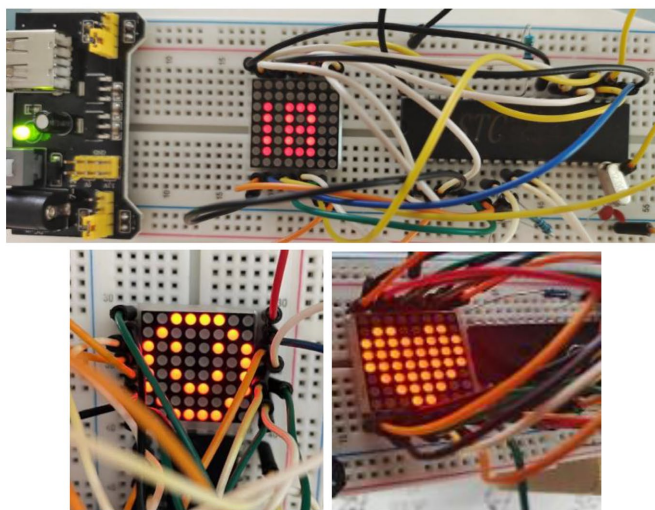


Figure 5. Examples of group project for MCU
图 5. 单片机分组项目实例

4. 达成度分析与评价

实施过程中，主要针对 20 级和 21 级通信工程专业学生进行了两个学期的单片机课程教学记录和调查。单片机混合式课程改革从 20 级刚开始探索，到 21 级逐步成熟完善。20 级主要进行了教材更换和内容更新，开始引入学习通等在线平台进行探索试验。大量的线上资源是从 21 级开始构建和应用，获得了学生的好评。特别是迁移学习和线上分组项目的实施，在学生调查和反馈中，受到学生的较好评价。表 2 是 21 级通信工程专业 50 多名学生的课程目标达成度分析情况。课程目标达成评价价值 0.83，高于 20 级的 0.79。通过优化教学内容，增加线上自主学习和小组项目实践机会，增强了学生对理论学习的巩固和反馈，打通了理论与实践之间的通道。阶段性考核对知识点进行测验，不再强调知识的记忆。增加了实验和课外项目作为综合分析能力的考核比重。小组项目进行综合应用设计和演示汇报，根据分工进行考核，培养学生团队协作意识。

Table 2. Evaluation of achievement of MCU course objectives
表 2. 单片机课程目标达成情况评价

课程目标	评价方式	权重(%)	目标分值	实际平均分	目标达成评价价值
课程目标 1 (20%)	作业	15.0%	20	17.6	0.83
	课堂练习	10.0%	20	16.5	
	实验	25.0%	20	17.0	
	阶段考核	50.0%	20	16.3	

续表

课程目标 2 (30%)	作业	16.4%	30	21.5	0.82
	课堂练习	10.9%	30	22.9	
	实验	18.2%	20	18.1	
	阶段考核	54.5%	30	24.8	
课程目标 3 (30%)	作业	15.0%	30	25.3	0.81
	课堂练习	10.0%	30	24.2	
	实验	25.0%	30	28.1	
课程目标 4 (20%)	阶段考核	50.0%	30	22.1	0.86
	作业	13.3%	20	16.6	
	课堂练习	8.9%	20	16.2	
	实验	33.3%	30	25.8	0.83
	阶段考核	44.4%	20	17.4	
课程目标达成评价					0.83

5. 总结

传统的单片机课程教学往往以教师为中心，侧重于理论知识的讲授和汇编指令的学习。针对单片机课程改革的要求，成立了单片机混合式教学改革团队，共进行了 4 个学期的教学探讨与尝试，涉及专业有电子信息工程和通信工程。“线上” + “线下”混合式课程教学打破了传统教学模式，强调了以学生为中心，重视学生在学习过程中的主体地位和自主学习的需求。在教学改革中，也注重融入课程思政，启发学生工匠思维和工程师精神。本次教学改革具有实际的教学意义，也为新工科建设背景下专业课程的教学改革提供了有价值的参考。

基金项目

洛阳师范学院校级一流课程建设项目：“单片机原理及应用”线上线下混合式一流课程。

参考文献

- [1] 安欣, 徐硕, 李欣遥, 等. 国内外混合式教学研究的热点及发展趋势[J]. 中国林业教育, 2024, 42(5): 7-16.
- [2] 陈祥. 新工科背景下基于创新人才培养的教学生态构建[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(10): 159-161.
- [3] 王军芬, 李明亮, 宗佳泰. 工程教育专业认证下电子信息类综合实践教学改革[J]. 河北地质大学学报, 2024, 47(1): 137-140.
- [4] 张晓海, 李宏伟, 郭天圣, 等. 工程教育专业认证背景下单片机原理与应用课程整合优化实践[J]. 中国教育技术装备, 2025, 32(10): 90-92, 97.
- [5] 李峰, 俞洋, 王永星. 工程教育认证下单片机实践课程教学改革[J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(6): 224-229.
- [6] 尹裴, 朱悦, 权冠霆. 基于 OBE-PBL 混合教学模式的人工智能本研一体化教学改革研究[J]. 科教文汇, 2025(22): 151-154.
- [7] 于丰华, 李证明, 姚萍. 基于 OBE 理念的《单片机原理及接口技术》线上线下混合式教学模式实践[J]. 农业科技与装备, 2024(2): 134-136, 140.