

doi: 10.16104/j.issn.1673-1891.2025.01.016

面向工程创新人才培养的单片机课程建设与改革探索 ——以皖江工学院为例

陶彬彬^a, 朱昌平^a, 张静^b

(皖江工学院 a. 创新与产业工程师学院; b. 电信工程学院, 安徽 马鞍山 243000)

摘要: 单片机课程是电类相关专业的核心课程, 在培养学生工程实践创新能力方面具有重要价值, 然而, 当前单片机课程教学存在诸多不足, 导致本科生的学习效果未能满足企业对工程创新人才的需求。为解决这一问题, 联合皖江工学院创新与产业工程师学院, 旨在培养学生的工程创新与实践能力, 提出了一种“全阶段-分批次-梯队式培养”的模式。该模式贯穿整个本科阶段, 注重跨专业交叉培养。历经 3 年多的探索与实践, 试点学生的就业率和研究生录取率显著提升。这一人才培养模式有效提升了学生的自主创新与工程实践能力, 为应用型人才的培养提供了有益参考。

关键词: 单片机课程; 全阶段-分批次-梯队式; 交叉培养

中图分类号: TP368.1-4 文献标志码: A 文章编号: 1673-1891(2025)01-0122-07

Exploration on the Construction and Reform of Single Chip Micro-computer Course for Cultivating Innovative Engineering Talents: Taking Wanjiang Institute of Technology as an Example

TAO Binbin^a, ZHU Changping^a, ZHANG Jing^b

(a. School of Innovation and Industrial Engineering; b. School of Telecommunication Engineering, Wanjiang Institute of Technology, Maanshan 243000, Anhui, China)

Abstract: Single Chip Microcomputer (SCM) course is the core course of electrical-related majors, which is of great value in cultivating students' innovative ability in engineering practice. However, there are many shortcomings in the current SCM teaching, which leads to the learning outcomes of undergraduates failing to meet the demands of enterprises for engineering innovative talents. In order to solve this problem, this study puts forward a training mode of "whole stage-batch-echelon training" in the School of Innovation and Industrial Engineering of Wanjiang Institute of Technology with the aim of cultivating students' engineering innovation and practical ability. This method runs through the whole undergraduate stage and pays attention to cross-professional training. After more than 3 years of continuous exploration and practice, the employment rate and postgraduate admission rate of students in pilot majors have been improved. This talent cultivation model has effectively enhanced students' independent innovation and engineering practice abilities, providing valuable reference for the training of application-oriented talents.

Keywords: single chip microcomputer course; whole stage-batch-echelon; cross training

收稿日期: 2024-08-15

基金项目: 2022 年安徽省质量工程项目 (2022XSKC102、2022xsxx241); 中国高校创新创业教育改革研究基金项目 (2017CCJG001)。

作者简介: 陶彬彬 (1984—), 男, 安徽马鞍山人, 副教授, 硕士, 研究方向: 机电一体化设计, e-mail: 282753853@qq.com。

0 引言

单片机课程作为电类专业的核心课程,对于培养学生的工程实践能力与创新精神具有重要意义^[1]。然而,当前的教学存在较多问题,致使学生在工程实践、项目训练以及创新能力的培养方面存在不足,难以与企业的实际需求紧密契合。为解决这一难题,众多学者纷纷进行了研究。例如帕孜来·马合木提^[2]提出了虚拟仿真平台与 Proteus 和 Keil uVision5 相结合的教学方法,增强了虚拟仿真实验教学的可视化;张鑫等^[3]提出了基于“能力导向、知行耦合、多维互动”的单片机课程教学新模式;高焕兵等^[4]提出了基于口袋实验箱的单片机课程教学,改善了理论与实验教学不同步的问题;王创等^[5]提出四位一体的单片机课程教学改革,将“理论学习、实践操作、项目实战、创新思维”4个方面有机地结合起来。此外,许多学者将项目与竞赛^[6-9]引入单片机课程教学中,有些学者则提出通过教学案例设计解决复杂工程问题^[10-11]。冯琤等^[12]围绕创新型应用人才的职业发展需求将项目引入教学,采用线上、线下混合的教学方式。严晓波等^[13]重构教学内容、搭建实践平台,采用项目巩固教学。唐伟杰等^[14]进行了基于校企协同育人,共同开发项目驱动式教学方式。赵鹏等^[15]以实物设计为依托构建单片机理论实践一体化教学模式。Gao 等^[16]提出了一种以项目和实践为中心的学习方法,作为培养工程师的系统方法论和策略。以上教学改革大多围绕虚拟仿真、项目、竞赛、教学案例等方式进行,均取得了一定的效果。但是由于课程限制,难以彻底克服课程开课时间晚、难度大、学时少带来的问题,无法充分发挥单片机技术在培养学生自主创新与实践能力中的优势。因此,本文借鉴相关研究成果、结合皖江工学院(以下简称我校)民办高校实际情况,提出了“全阶段-分批次-梯队式”培养的工程实践创新人才培养体系。经过实施,有效激发了学生学习兴

趣、提高学习成效。最后,从考试成绩、就业、研究生录取、学科竞赛、专利申请等多个维度对课程改革效果进行综合评价。

1 面向工程创新人才培养的单片机课程改革

1.1 以学生为中心,制定方案

在传统培养方案中,单片机课程通常安排在大三时开设,这限制了学生在较早阶段参与学科竞赛并取得好成绩的机会。鉴于民办本科院校普遍不提供保研名额,学生们往往需要在大三下学期开始准备研究生入学考试。为解决以上问题,本文提出了“全阶段-分批次-梯队式”的人才培养体系,旨在帮助学生在考研和实习面试中展现出出色的竞争力,培养符合企业需求的高素质工程创新人才。具体内容如表1所示。

表1 设计思路与方案

痛点问题	改进方法	改革成效
时间紧,要求高	全阶段培养	混合培养,提升工程素养
学生个体差异大	分批次教学	统筹兼顾,保证培养质量
师资紧张	梯队式发展	提升效率,先学带动后学

这种人才培养体系旨在打破传统的教学模式,提前培养学生的实践能力和创新能力,使他们能够在考研和实习面试中展现出更强的竞争力,满足企业对高素质工程创新人才的需求。

1.2 全阶段培养,因段施教

全阶段培养是整个人才培养体系的核心,贯穿整个培养过程。从大一开始引入单片机相关课程,有助于学生尽早接触并掌握相关知识和技能,使他们在足够的时间来逐步积累工程实践经验,为后续考研和就业打下坚实基础。为此,本课题组充分利用我校创新与产业工程师学院(以下简称“创新学院”)的软硬件资源,面向电类和机械类学生制定从大一到大四全阶段的学习计划和方案。

1.2.1 启蒙阶段,全覆盖广泛培养

为加深大一新生对专业方向的理解,提前发掘

他们在单片机方向的学习兴趣和天赋,本课题组面向电类和机械类专业全体新生开展“零基础”单片机系列培训活动。为培养学生的自学能力,C语言课程采用MOOC(massive open online courses,慕课)自学与线上答疑相结合的方式开展。在完成C语言学习之后,再通过网络直播和视频回放的形式开展单片机原理培训,以便让更多的学生参与并从中受益。单片机课程内容的设计充分考虑了学生在基础理论方面的不足,采用“现象—理论—实践”的教学方式,先通过实验现象引出相关知识点,再用理论知识指导实践来还原实验现象。本阶段培训内容安排如表2所示。

为便于学生在理论学习过程中同步开展实践活动,我校创新与产业工程师学院为参加培训的学生登记并免费租借STM32的口袋实验室。该口袋

表2 启蒙阶段单片机培训内容安排

现象	理论	实践
灯的亮灭	GPIO输出、LED原理	LED闪烁
按键控制	GPIO输入、按键原理	查询式按键控制
处理突发事件	外部中断原理	中断式按键控制
定时控制LED	定时器定时原理	LED定时闪烁
改变LED亮度	定时器PWM输出	LED呼吸灯
指令控制LED	串口通信原理	串口控制LED

实验室由本课题团队根据教学内容自行设计并生产。其板载硬件资源如图1所示,采用STM32F401RC作为主控MCU,板载STLink仿真器,包含虚拟串口、LED、按键、舵机接口、ADC电压监测等常用功能和资源。其尺寸小巧便于携带,可以随时随地为学生提供学习和实践的硬件平台,有助于学生对课程的理解,提升实际操作能力。

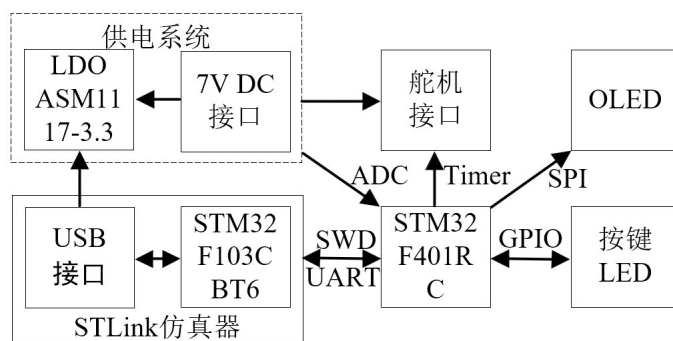


图1 口袋实验室的硬件资源

1.2.2 入门阶段,跨专业混合培养

传统单一的学科教学模式已难以满足市场对复合型、创新型人才的需求。为培养具有宽广知识面、创新精神和工程实践能力的高素质人才,本课题组借助创新学院的实践平台联合电信院和机械院对通过上一阶段学习并有兴趣进行下一阶段学习的电类、机械类专业学生开展跨专业混合式培养。本阶段培训内容如表3所示。

跨专业混合培养主要体现在以下几个方面。

1)学生跨专业组队。组建若干项目团队,成员必须分别来自于机械院和电信院的不同专业,共同完成本阶段培训内容。这种组队方式有助于不同

表3 暑期培训理论与实践课程

理论课内容	实践课内容
机械设计与3D打印	小车结构设计
电路设计基础	小车电路设计
巡线传感器原理	线路识别算法
步进电机控制原理	步进电机控制算法
舵机控制方法	舵机控制算法
有刷电机控制原理	有刷电机驱动算法

专业背景的学生相互学习、取长补短,提高团队合作能力和综合素质。

2)跨专业导师团队联合指导。由电类和机械类专业中具有丰富实践经验的“双能型”教师组成

导师团队,给学生提供多角度的专业知识和实践指导,帮助学生更好地理解和应用跨学科知识。

3)设计跨专业培训内容。培训涉及机械设计、电路设计和控制算法设计等多方面理论与实践内容,可以拓宽学生的知识面,培养他们的综合应用能力。

4)设置考核目标。培训结束后,每个项目团队都要需要从零开始自主设计并制作完成“智能巡线小车”。通过将培训知识应用于解决项目中的实际问题,有助于提高整个团队的跨专业协作能力。

1.2.3 提升阶段,师生同驻实践室

经过暑期集训的学生在大二开学后即可进驻创新学院工程创新实践室(以下简称“实践室”)。实践室内为学生和导师团队提供长期工位,并配备专业工具和器材,方便导师团队指导学生团队开展各类创新课题。为更好地指导学生,本课题组采用常驻实践室的方式与学生进行面对面指导。这种方式不仅拉近了师生之间的距离,消除了师生之间的隔阂,还能及时解决学生在项目实施过程中遇到的问题,提高指导效果。本阶段主要通过团队合作和导师的指导,将不同学科的知识和方法应用于实际问题的解决中,通过制作实物作品锻炼创新和工程实践水平,再申报专利培养知识产权意识,最后参加学科竞赛检验自己的综合素质和竞争力。

1.2.4 实战阶段,校政企协同培养

2023年皖江工学院经安徽省人力资源和社会保障厅批准设立工程师学院,在五个试点专业中开展工程技术人才培养,成为全国首批试点单位。以此为基础,人社部门牵头组建了校政企合作培养平台,目前已有60余家机电类企业参与合作。经过创新学院培养的试点专业学生在大三暑假期间到这些企业实习,由企业对他们进行考核评价,判断其能否达到职称对应的能力要求。对满足职称申报条件的学生,经人社部门认定可在毕业时提前授予

工程系列职称。以通信工程专业为例,2023年该专业有18名毕业生被授予工程系列职称,2024年共有30人满足申报条件。通过校政企联合的实习锻炼,进一步提升学生工程实践能力和就业竞争力,培养企业认可的工程创新人才。

1.3 分批次培养,因材施教

分批次培养是重点,在全阶段培养的基础上根据学生的学习进度和兴趣,将学生分为不同的批次进行教学,确保每个学生都能得到适合自己的指导和资源。这种个性化的教学方式能够更好地满足不同学生的需求,提高学习效果。

1.3.1 带领部分学生提前学习

单片机技术是科技类竞赛中的核心,但课程学习难度大,开课时间晚,而我校学生从大三暑假开始就要全身心地投入到实习和考研复习中。这就导致他们没有足够的时间开展单片机相关的实践活动。为了培养学生的综合实践能力,让他们在实习面试和考研复试中具备更多优势,就必须充分利用有限时间进行提前学习。除此之外,提前学习也有助于提前找到学习的兴趣点,尽早明确学习目标和就业方向。通过前文中贯穿大学4a的全阶段培养能够起到提前学习的作用。

1.3.2 面向全体学生优化课程

单片机课程是面向电类专业开设的一门重要的专业课程。由于课程难度大、学生人数多、个体差异大,如何提升课程教学效果显得尤为关键。为此,单片机系列课程共安排7学分,分2个学期,如表4所示。

课程内容需要不断重复和逐步加深难度来提高教学效果,单片机系列课程之间的关联如图2所

表4 课程构成

授课学期	理论课	实践课
第5学期	1.5学分理论课程	1学分随堂实验
	0.5学分MOOC课程	2学分进阶实验课
第6学期		2学分综合实践

示。1.5学分理论课和1学分随堂实验采用同堂合并授课方式,在理论课知识点讲解完毕后立即使用口袋实验室开展随堂实验,用于验证和加强理论知识;0.5学分MOOC课程则用来辅助教学,帮助学生

预习和复习;2学分进阶实验课是在随堂实验的基础上借助实验室器材开展的应用型实验;2学分综合实践则是将机械结构、电路设计、控制算法相结合,进一步提升学生的综合应用和工程实践能力。

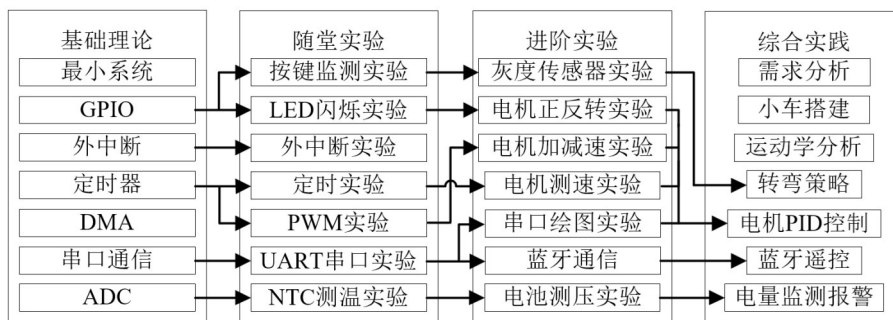


图2 课程内容递进图

单片机课程的考核旨在全面评价学生的学习效果,包括理论知识掌握、实践技能、创新思维和工程应用能力等。不同学习阶段考核的内容

和要求也存在差异,这需要设计一个评价体系用于客观地反映学生的学习效果和工程实践能力。

表5 课程评价

课程名称	成绩构成
理论课	MOOC(10%),随堂实验(30%),开卷考试(60%)
进阶实验	实验效果(60%),实验报告(20%),答辩验收(20%)
综合实践	成果展示(40%),实践论文(20%),答辩验收(30%),创新(10%)

如表5所示,理论课的平时成绩由MOOC成绩和随堂实验两部分组成,期末考试则采用开卷方式,主要考查学生对知识点的理解情况。进阶实验更加注重学生的实验过程,任课教师需要随堂验收学生的实验效果,再通过实验报告和答辩验收来督促学生对实验内容进行归纳总结。综合实践则采用成果展示和答辩的方式开展验收,并鼓励学生在设计中采用创新方案。

1.3.3 关注学习困难学生,重点帮扶

如何提升学习困难学生的学习效果是检验教师教学能力的试金石。单片机课程的前置课程众多、知识点繁杂、应用性强,对教与学都提出了极大挑战。因此,在教学过程中,教师必须时刻关注学生的学习状态用于反馈教学效果。只有通过不断

优化课程内容和教学方法,解决好教学中的问题,才能不断提升教师的教学水平。具体实施方法如下。

- 1)深入了解每个学生的具体情况,安排提前学习的学生与其组队进行帮扶,针对薄弱环节进行单独辅导。
- 2)总结共性问题,将其补充到课程中,并录制操作和讲解视频上传到公众视频平台方便学生遇到问题时反复查看。
- 3)安排他们加入竞赛小组承担部分工作,鼓励他们多动手、多实践,增强他们的自信心和成就感。

1.4 梯队培养,可持续发展

梯队培养是关键,本课题创新地将研究生培养过程中常用的梯队式培养模式应用在单片机课程

教学中,通过先学带动后学的方式,充分发挥实践室学生的“传帮带”示范作用,减轻师资压力,提高整体培养效率。

1.4.1 在班级构建课程学习梯队

在班级中,那些已经提前学习的学生发挥着重要的引领作用。他们不仅可以提高班级的整体学习氛围,还能激励同学们共同进步。在课堂上,他们以助教的身份活跃气氛,展示实验操作步骤,组织小组讨论,协助老师开展教学工作。下课后,他们运用自己扎实的知识和清晰的思路,为同学们答疑解惑。这样的学习梯队不仅带领整个班级更具学习动力,也显著提升了学习效果。

1.4.2 在实践室构建实践创新梯队

在实践室中,高年级学长们发挥着至关重要的作用。他们不仅协助导师管理实践室的日常运行,还通过“传帮带”的方式,帮助新成员快速融入团队。这种互助合作的氛围极大地促进了成员间的交流与合作,增强了团队的凝聚力。同时,这也让实践室的导师能够将更多的精力投入到项目指导和创新研究中,从而进一步提升实践室的培养质量和效果。创新梯队的建设不仅有助于提高学生的实践能力和创新能力,还为实践室的长远发展奠定了坚实的基础。

以上是本文提出的全阶段培养、分批次培养与梯队培养,这3种培养模式彼此相辅相成、各有侧重,共同助力教学改革,达成“多管齐下”的效果。三者有机结合,全方位赋能教学革新。

2 改革成果

2.1 在线课程建设成果

自2021年教学改革启动以来,我校单片机课程建设取得明显的成效。一方面,单片机MOOC课程持续迭代、日臻完善;另一方面,内容多元、形式新颖的第二课堂有序且定期开展,双管齐下,极大扩充了课程的学习资料“资源库”。如今,种类齐全、

讲解透彻的课件,实操性强的案例集,还有实践内容丰富的教学视频,为学生搭建起稳固、多元的学习平台,提供了源源不断的知识养分。扎实的课程建设成效显著,成功吸引我校电类、机械类等多个专业的学生投身课程学习。线上教学视频备受青睐,播放量一路稳步上升,学习热度持续升温。具体效果见图3。

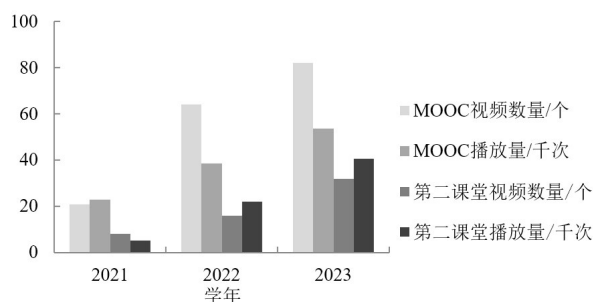


图3 视频课程建设效果

2.2 教学成果

自课程改革实施以来,本课题组的学生数量逐年增加,学生的工程实践能力和创新能力都得到全面培养。在单片机课程的平均分数、竞赛获奖以及专利申请数量方面均取得显著的提升,如图4所示。并且在过去的3 a中,本课题组指导的学生在国家级A类赛事中多次斩获一、二等奖。特别是在2024年,本课题组指导的实践室学生成功授权7项国家发明专利。

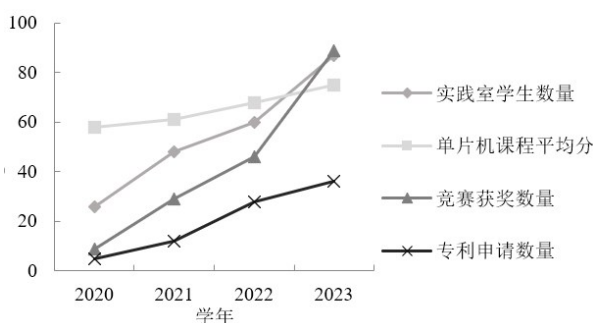


图4 课程有益效果

2.3 就业与升学成果

经过4年精心培养,本课题组学生在毕业时普遍具备较强的工程实践和创新能力,并拥有较多的学科竞赛获奖和专利,为他们在就业和考研面试时

提供了强有力的支撑。如图 5 所示,经过 2 a 的改革,2023 年开始实践室学生的就业率和考研率具有显著提升。尽管受经济环境的影响,全校整体就业率呈现下滑趋势,但经过创新学院创新实践室培养的学生就业率受影响相对较小,与未加入实践室学习的普通毕业生相比具有明显优势。

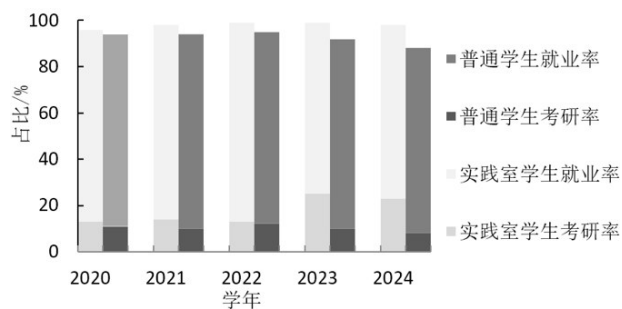


图 5 就业与考研录取情况对比

3 结束语

本文提出了“全阶段-分批次-梯队式”的面向

工程创新人才培养的单片机课程建设与改革方案。该方案通过整合多方资源,将单片机课程从一门普通的专业课程打造为一个贯穿本科全阶段的课程体系。通过提前学习、混合培养和校企合作实习,在毕业时学生不仅极大提升了工程创新与实践能力,而且具备提前参评工程系列职称的基本条件,从而有效助力学生的考研和就业。然而此改革方案目前仍存在不足,虽然每年 1 000 人左右大一学生加入实践室学习,但仅有百名左右的学生能够坚持到最后。课题组将进一步加强梯队建设以提升留存率,使更多学生从中获益。此外,本项改革对教师团队的要求较高,如何高效培养跨专业教师团队是亟待解决的问题,后期拟尝试采用“全阶段-分批次-梯队式”的培养方式提高教师团队的数量和综合能力。

参考文献:

- [1] 张徐,赵丽.“三耦四融”一体化工程创新人才培养体系研究[J].中国大学教学,2022(7):22-30.
- [2] 帕孜来·马合木提.虚拟仿真平台在单片机教学改革中的应用[J].中国现代教育装备,2023(13):25-27.
- [3] 张鑫,张岩,隋金雪,等.基于“能力导向知行耦合多维互动”的单片机教学新模式[J].中国现代教育装备,2023(9):139-141,148.
- [4] 高焕兵,张运楚,侯振华.基于口袋实验箱的单片机课程教学改革[J].电气电子教学学报,2023(1):50-53.
- [5] 王创,林宏伟,贾奇才,等.四位一体单片机教学改革实践探究[J].电脑知识与技术,2024,20(4),163-166.
- [6] 乔凌霄,蒋卫东,卫芃毅,等.基于“项目+竞赛”的单片机教学创新与实践[J].电子质量,2023(10):69-71.
- [7] 付根平,朱立学,张世昂,等.基于项目任务驱动的单片机课程教学改革探索[J].科教导刊,2023(14):98-101.
- [8] 王晓薇.基于项目与竞赛驱动式模块化单片机教学的研究[J].办公自动化,2024(2):48-51.
- [9] 郭亮,刘敏豪,朱样敏,等.“教赛创”融合的单片机课程教学改革探索[J].科技资讯,2023(3):139-142.
- [10] 石飞,周燕云,陈娟,等.面向解决复杂工程问题能力培养的单片机实践教学案例设计[J].实验科学与技术,2022,20(5):66-70.
- [11] 席景科,王志晓,卞建玲,等.面向解决复杂工程问题能力培养的实践教学案例设计与实施[J].大学教育,2020(4):56-58.
- [12] 冯琤,郭丽红,包永强,等.面向创新型应用人才培养的单片机课程教学改革探索[J].创新创业理论与实践,2023(18):32-34.
- [13] 严晓波,梁毅,夏大文,等.基于新工科的高校单片机教学模式改革与实践[J].创新创业理论与实践,2021,4(19):63-65.
- [14] 唐伟杰,曹少泳.校企协同育人促单片机课程实践教学改革与实践[J].创新创业理论与实践,2024(9):46-48.
- [15] 赵鹏,钱美,李帅波.实物设计为依托的单片机课程体系改革[J].电气电子教学学报,2023,45(6):50-53.
- [16] GAO Z, WANYAMA T, SINGH I. Project and practice centered learning: a systematic methodology and strategy to cultivate future full stack artificial intelligence engineers[J]. International Journal of Engineering Education, 2020, 36(6):1760-1772.