

基于“BOPPPS + 云微项目”的微机原理与接口技术课程教学研究

吴君鹏, 李 辉

东北电力大学电气工程学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2025年12月22日; 录用日期: 2026年1月19日; 发布日期: 2026年1月26日

摘 要

针对新工科背景下对复杂工程问题解决能力的培养要求, 本研究依托云端教学环境, 将BOPPPS的结构化优势与微项目深度融合, 构建了将抽象理论转化为具体实践任务的闭环教学流程。研究表明, 该模式对塑造学生的综合实践能力及复杂工程问题思维能力具有显著作用, 为同类课程在新工科背景下的深化改革提供了实证参考。

关键词

BOPPPS, 云微项目, 微机原理与接口技术课程

Course Teaching of Microcomputer and Interface Technology Based on “BOPPPS + Cloud Micro-Project”

Junpeng Wu, Hui Li

School of Electrical Engineering, Northeast Electric Power University, Jilin Jilin

Received: December 22, 2025; accepted: January 19, 2026; published: January 26, 2026

Abstract

In view of the requirements of complex engineering problem-solving ability under the background of new engineering, this paper is based on the cloud teaching environment, deeply integrating the structural advantages of BOPPPS and micro-projects, and constructing a closed-loop teaching process that transforms abstract theory into specific practical tasks. The results show that the mode

文章引用: 吴君鹏, 李辉. 基于“BOPPPS + 云微项目”的微机原理与接口技术课程教学研究[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 1827-1833. DOI: 10.12677/ae.2026.161248

has a significant effect on shaping students' comprehensive practical ability and thinking ability of complex engineering problems, providing an empirical reference for the in-depth reform of similar courses in the context of new engineering.

Keywords

BOPPPS, Cloud Micro-Projects, Course Teaching of Microcomputer and Interface Technology

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

随着电子信息、计算机科学与自动化等领域的快速发展,《微机原理与接口技术》课程不仅承担着基础知识的传授任务,更直接影响学生应对复杂工程问题的能力,已逐渐演化为相关专业实现从宏观理论到微观实践跨越的关键支点。然而,当前普遍采用的“讲授+验证性实验”模式,在引导学生将实验成果与真实工程实践深度结合方面仍存在不足,表现为实验环节缺乏情境化、任务驱动度低、实践能力培养断层等问题。针对这一问题,本研究以应用型与创新型的能力提升为目标,通过BOPPPS教学模式与微项目的深度融合,培养学生应对复杂工程问题应具备的综合能力,为高校相关课程改革与教学实践提供可操作的路径与实证依据。

2. 相关研究的文献综述

2.1. 微项目研究综述

微项目(Micro-Project)作为项目化学习(Project-Based Learning, PBL)的微缩化延伸,是一种以短周期、小团队、真实任务为核心,旨在强化学生创新与实践能力的教学范式。在学习科学与课程设计视角下,微项目被视为促进学生深度学习和自我调控能力的有效机制;相较于传统项目化教学,微项目在显著缩小研究范围与时间的同时,有效保持了探究特性及师生互动频率[1][2][3]。微项目核心优势在于“可控的复杂度”,既激发了学生的自主学习动力,又保障了教师对教学进度的有效管理。基于工科课程的实证调查证实,该模式在实际应用中显著提升了学生的学习投入度与设计思维能力。随着教育技术的融入,微项目与数字学习平台的结合构建了“线上任务驱动-课堂反思-混合评价”的闭环,实现了教学过程的可视化与数据化管理,以及拔尖创新人才的培养等问题[4][5][6]。部分研究基于“微项目学习生态模型”,指出个体知识建构、社会协同与技术中介三者共同作用,形成了多元反馈的学习生态。针对当前的教学应用现状,部分教学实践虽基于信息化平台进行了云项目设计,却仍沿用传统实验评价指标,忽视项目目标与教学目标之间的映射关系,导致了“形式创新但效果有限”的现象[7][8]。

2.2. BOPPPS 教学模式

BOPPPS 教学模式的结构包括导入(Bridge-In)、目标(Objective)、前测(Pre-Assessment)、参与学习(Participatory Learning)、后测(Post-Assessment)与总结(Summary)六个环节[9],形成一个目标明确、反馈及时、闭环联通的教学逻辑链条。BOPPPS 模型的优势在于能提供层层递进的教学逻辑,实现从教到学、从表现到反思的完整循环结构,尤其适合复杂工程背景下技术主题的分阶段学习。国内展开了大量相关的

教学实践，发现学生对学习目标的把握更加清晰，课堂参与度提升[10]。然而，多数研究仍局限在课堂实体教学环节，缺乏与云教学系统互联互通的实践，BOPPPS 模式在云教学中应用不足的核心障碍在于“环节割裂”和“反馈缺失”，即：传统 BOPPPS 依赖于面对面交互，而云课堂环境中互动方式、数据同步性及评价闭环均需技术匹配和设计[10][11]。基于云教学平台与虚拟实验技术，“云微项目教学体系”将课程目标拆解为可独立完成的云端任务单，实现云端“即学即测即用”，显著提升学习自主性与合作性[12]。

2.3. 微机原理与接口技术课程的教学现状

关于《微机原理与接口技术》课程的教学研究，近年来主要集中在教学内容改革、实验体系重构及智能化教学平台建设三个方向。2022 年至 2025 年，很多研究表明现行课程体系在教学设计与学习方式上存在明显断层：一是理论教学内容覆盖广、抽象度高，学生学习时缺乏实践支撑；二是实验环节多局限于步骤验证，无法延伸到系统性设计或创新应用[13]。针对虚拟平台与实体实验的教学比例分配问题，部分教师过度依赖实体实验平台，而忽视了虚拟仿真工具在结构可视化、数据记录与互动反馈方面的优势，影响学生的抽象逻辑概念学习[14][15]。通过对多所高校调查，40%以上的学生认为课程“知识点多而碎、关联度低”，而且近 50%教师存在“教学任务重、实验评价复杂”课程教学问题。

综合上述文献，针对《微机原理与接口技术》教学现状可总结为以下问题：一是课程问题已由“内容复杂”转变为“教学逻辑与技术支撑不足”的结构性问题；二是 BOPPPS 模式提供了可操作的教学逻辑框架，但在云平台的适配机制尚未完善；三是云教学与微项目化理念为课程提供了技术与方法支持，但缺乏有机整合的架构模型。

3. 融合“BOPPPS + 云微项目”教学模式的实证研究

基于以上教学理念与教学目标分析，本部分将深入探讨“BOPPPS + 云微项目”融合的教学模式，以微机原理与接口技术课程教学为例，并通过具体实施方案展示其逻辑架构、教学应用与成效。

3.1. 逻辑架构

本研究立足于“以学生为中心”的教育理念，设计“BOPPPS + 云微项目”的深度融合方案，本质上是用项目化学习的理念重构和激活 BOPPPS 教学环节，BOPPPS 为课堂提供稳定的“流程式控制”，云微项目则为课堂注入了“任务式驱动”，从而实现从知识传授到能力内化的范式转型。本逻辑架构遵循以 BOPPPS 的逻辑环节为主线，借助云平台引入微项目任务，将每个知识点转化为匹配学生执行能力的任务，形成一个结构清晰、灵活交互、且可持续改进的教学流程。

Table 1. Correspondence of logical architecture
表 1. 逻辑架构的对应关系

BOPPPS 环节	传统教学问题	云微项目融合策略	云技术支撑手段
导入	关联性弱	项目情境锚定：发布行业真实问题或案例	播放企业案例视频、VR 全景展示
目标	抽象、不可测	任务指标化：教学目标关联项目验收标准	任务书推送、达成度雷达图
前测	针对性不强	技能诊断：检测项目所需的前置知识储备	智能题库、知识点热力图

续表

参与	被动听课 浅层学习	云端协作: 做中学, 课堂即工场	在线仿真、多人协同文档、代码仓库
后测	形式单一	成果交付: 以项目作品部分代替 结果性评分	作品上传、自动化测试、生生互评
总结	简单回顾	迭代反思: 基于项目缺陷进行经 验总结	弹幕互动、思维导图、优秀作品库

3.2. 方案实施

基于前述架构, 本部分聚焦于将总体思路转化为实际操作路径, 重点展示如何具体阐述融合 BOPPPS 与微项目深度融合的实施。

导入环节, 云情境激发与问题引导。课程的开端采用云情境导入方式, 教师为激活学生的认知兴趣与学习动机, 在云平台发布基于真实场景的视频案例, 让学生带着问题进入学习, 并设置若干开放式问题, 并通过云平台的即时讨论区采集学生初步想法。系统记录参与情况并自动生成关键词云图, 供教师分析学生知识基础。

目标环节, 分层目标设定与任务匹配。在目标设定阶段, 教师将教学目标细化为认知层(理解)、操作层(应用)和迁移层(创新)三级, 每一层目标都对应一个或多个微项目任务。

前测环节, 智能诊断与路径分化。在正式学习前, 云平台提供自动化前测系统, 涵盖理论题、编程判断题及实验流程认知题。测试完成后, 系统即时生成学情分析报告。教师依据结果将学生划分为学习等级组, 提供差异化学习路径。教师借助数据分析, 对不同等级组提供针对薄弱知识点部署同步答疑或额外资源, 形成“精准教学”。

参与学习环节, 是整个教学架构的核心。依托云平台学生能够以个人或小组形式参与云端项目。学生通过在线代码编辑器编写汇编或 C 程序, 并实时观察系统响应。云端环境自动生成编译日志、调试数据和运行结果。与此同时, 平台的“协同投屏 + 即时注释”功能允许组员互评和教师在线指导, 促进反思与持续调整, 形成高度互动的学习生态。

后测环节, 形成性与总结性融合的评价机制。微项目完成后, 系统自动根据代码正确率、逻辑完整性、仿真精准度及文档提交情况生成初步评分。教师可在此基础上进行人工复核, 并依据知识掌握、任务完成度、创新性、团队合作与表达水平五个维度, 给以综合评分。另外, 还设置“学习成长评价”, 通过自评与同伴互评相结合, 反映学习态度与参与深度。

总结环节, 云档案反思与持续改进机制。在教学单元结束阶段, 教师组织学生利用云平台生成个人学习档案, 内容包括项目成果、日志反思及学习曲线图。平台自动汇总数据, 生成班级整体学习趋势分析报告, 并定位和改进低效率环节与高频错误, 同时要求学生撰写项目反思报告, 梳理知识结构、总结学习经验, 认知上形成“从学会到会学”的迁移。

4. 教学效果与讨论

本研究所提出教学架构在某工科高校电子信息工程专业的《微机原理与接口技术》课程 2024~2025 学年中实施。研究对象为两个平行班级共 82 名学生, 其中实验班(B 班)采用 BOPPPS 云微项目教学模式, 对照班(A 班)采用传统面授加普通线上辅助学习方式。研究周期为 14 周, 教学资源与教师团队保持一致, 以确保对比的科学性。具体评估包括以下方面。

4.1. 教学效果与学习成果评估

在教学效果评估方面，从学习行为指标点进行分析，见表 2，B 班学生在所有关键指标上均显著高于 A 班。

Table 2. Comparison of learning outcomes and behavior data
表 2. 学习成果与行为数据对比

学习行为指标	实验班 (B 班)	对照班 (A 班)	差异幅度
平均期末理论成绩(分)	80.6	71.8	↑ 11.8
云微项目完成率(%)	92.0	68.0	↑ 26.0
每周平均在线登录次数(次/人)	23.5	9.1	↑ 158.2%
在线互动留言数(条/人)	15.2	4.9	↑ 210%
编程代码提交次数(次/人)	32.6	10.8	↑ 202%
在线问答参与率(%)	81.3	28.4	↑ 52.9%
学习满意度(五级量表均值)	4.35	3.18	↑ 1.17
教师监测与反馈频率(次/周)	12.2	3.7	↑ 229%

从表 1 可以看出，首先，B 班的期末理论测试均值为 83.6 分，较 A 班提高 11.8%。在云微项目任务考核中，B 班学生的项目完成率达到 92%，而 A 班为 68%；其次，在学习行为指标方面，云平台记录、互动留言数、代码提交次数和在线问答参与度等指标均高于对照组，表明学生云端活跃度与其成绩呈显著正相关($r = 0.78, p < 0.01$)，说明高参与学习行为直接促进了学习效果。

4.2. 微项目质量与创新表现评估

本文围绕课程的知识点和实验内容选取三个知识点微项目，见表 3 (微项目的任务及阶段性任务设置)。

Table 3. Micro-project tasks and phased task settings
表 3. 微项目的任务及阶段性任务设置

BOPPPS 教学	基础实验	进阶实验	微项目
IO 口知识点	LED 驱动控制	LED 流水灯	点阵 LED 显示控制
定时器知识	数码管显示控制	数码管秒表	交通灯控制器
接口原理知识点	ADC0809 采样控制	带数码管显示的电压表	多路数据采集器

本研究在微机原理课程中选择了三个知识点作为微项目和 BOPPPS 实施的结合点。由 BOPPPS 引入的教学节点最终落实到微项目的设计和实施的，通过设计的渐进式实验环节，学生需在完成微项目之前具有相关的理论知识和实验知识储备。

为进一步比较学生的微项目成果质量，根据项目评分量表对学生成果进行五维度评估：功能完整性、逻辑合理性、代码优化度、创新性和团队协作。统计结果如表 4 所示。

Table 4. Comparison of cloud micro-project dimension scores (full score: 5 points)
表 4. 云微项目维度评分比较(满分为 5 分)

评价维度	实验班(B 班) 平均得分	对照班(A 班) 平均得分	差异
功能完整性	4.58	3.42	+1.16
逻辑合理性	4.47	3.50	+0.97
代码优化度	4.22	3.06	+1.16
创新性	4.31	3.15	+1.16
团队协作	3.23	4.51	-1.28

从结果可以看出,实验班学生在“协作与创新”维度提升最显著,这与 BOPPPS 模式中“参与学习”“后测与总结”的反馈机制密切相关:云平台的数据共享与即时评价支持了项目合作的良性循环,使学生在协作过程中实现了自主知识建构。但部分学生指出,云项目虽具有即时反馈特性,使得实验错误能够即时识别并修正,但协作与交流强度与时长明显降低。

4.3. BOPPPS 模式与云微项目结合的学习参与度评估

根据云平台的后台数据记录的学生学习路径与行为模式,部分关键行为数据与表现指标的相关分析结果,见表 5。

Table 5. Correlation coefficient between learning behavior and achievement (n = 85)
表 5. 学习行为与成绩的相关系数(n = 85)

学习行为指标	相关系数 r	显著性水平(p)	说明
每周登录次数 vs 项目成绩	0.78	<0.01	高正相关
提交代码次数 vs 理论成绩	0.65	<0.01	正向关联
在线问答参与率 vs 学习满意度	0.72	<0.01	互动促进满意度
项目团队协作评分 vs 综合成绩	0.68	<0.01	协作影响学习质量
平台活跃度 vs 自主学习指数	0.74	<0.01	活跃度提升自学效能

以上数据进一步说明,云教学框架有效激发了学习主动性与合作意识。学生在项目化学习中展现出更多自驱动力和探索行为,符合建构主义学习理论的预期特征。

从 BOPPPS 模式与云微项目结合情况分析,所形成的正效应主要体现在三方面:第一,结构化环节使课程主题更具层次性和连续性,BOPPPS 中导入与目标环节保证学生理解任务意义,而前测建立差异化学习起点,为参与学习提供精准支撑;第二,云微项目极大强化了参与度,学生掌握了具体技能,也体会到复杂工程任务的系统思维;第三,过程性数据实现了实时反馈和优化,教师能够借助平台分析教学有效性,实现动态教学管理。学生反馈中,83%的受访者认为微项目化学习帮助理解硬件工作机制,78%

表示教学过程增加学习效能感。

5. 结论与展望

本研究构建并验证了以云微项目的任务驱动引擎, 将抽象的知识点转化为具体的实践任务。实证研究表明, 此模型不仅强化了教学的结构性与目标感, 更通过任务驱动激发了学生的自主性与高阶思维, 形成了一个数据可追踪、过程可评价、成效可迭代的闭环教学系统。然而, 本研究在实践层面仍存在问题: 首先, 微项目设计难度与 BOPPPS 各环节的精准匹配; 其次, 数据利用不足, 云平台虽积累了大量交互数据, 但目前的分析多停留在浅层统计, 缺乏对不同学习水平学生思维过程的深度画像、即时精准干预和差异化深度分析。未来研究将聚焦于“智能化”与“生态化”两个维度, 一方面引入人工智能技术深度挖掘云端行为数据, 实现微项目的个性化推送与智能辅助评价, 另一方面是开发标准化的微项目资源库与评价量表, 形成一套普适性程度高、数据驱动、持续迭代的参考资源。

基金项目

吉林省教育科学规划项目 GH22352。

参考文献

- [1] 杜明, 夏劲伟. 以培养创新能力为导向的微机原理课程教学研究[J]. 实验室科学, 2022, 25(6): 147-150.
- [2] 孙波, 刘传健, 黄至恺, 杨航, 刘广军, 陈力. 培养复杂工程问题解决能力的同步施工技术虚拟实验[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(8): 61-66.
- [3] 余玲, 彭必友. 地方工科院校教学引导式项目设计与评价方法创新实践[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 91-96.
- [4] 孙玉丽, 陈芹. 项目式学习赋能拔尖创新人才早期培养的逻辑与策略[J]. 教学与管理, 2025(34): 7-12.
- [5] 金鑫, 李良军, 杜静, 岳勇. 基于 BOPPPS 模型的教学创新设计——以“机械设计”课程为例[J]. 高等工程教育研究, 2022(6): 19-24.
- [6] 邱燕燕, 范嘉盈, 夏青, 陈荪红. 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.
- [7] 钟国辉. 以设计性实验为牵引的微机原理课程教学[J]. 高等工程教育研究, 2013(3): 154-158.
- [8] 王志军, 杨延军, 王道宪. 微机原理实验课程内容的层次化设计[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(1): 105-107.
- [9] 胡嘉康, 庞立场, 田莉. 教师项目式教学胜任力发展双螺旋模型: 应然建构与实践转化[J]. 教育科学研究, 2025(11): 67-74.
- [10] 李乃良, 陈敬炜, 张一帆. 基于微项目的传热学实验课程教学模式探索[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(3): 113-117+123.
- [11] 吴珏, 陈昕, 成锦强, 庄智鹏, 王显赫. 新工科背景下微项目式新能源专业实验教学——锂离子电池实验案例[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(4): 121-124.
- [12] 董桂伟, 赵国群, 管延锦, 王娟. 基于雨课堂和 BOPPPS 模型的有效教学模式探索——以“材料物理化学”课程为例[J]. 高等工程教育研究, 2020(5): 176-182.
- [13] 余宇峰, 张云飞, 邓劲柏, 刘颜君, 余霖. “云平台 + 服务”的实践教学体系研究与应用[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(1): 209-213+226.
- [14] 南辉, 薛彩红, 王刚, 林红, 陈慧媛, 韦浩民. 基于云平台的材料类综合实验教学模式改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(5): 222-225.
- [15] 郑燕林, 马芸. 基于 BOPPPS 模型的在线参与式教学实践[J]. 高教探索, 2021(10): 5-9.