

# 技术迭代驱动下《微机原理与汇编语言》实训教学创新与实践评估体系

杜 库, 周云虎, 杨凌霄\*

安徽大学人工智能学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2025年12月26日; 录用日期: 2026年1月23日; 发布日期: 2026年1月30日

## 摘要

《微机原理与汇编语言》是计算机类、电子信息类专业人才培养体系中承上启下的核心实训课程, 其教学成效直接影响学生底层编程能力、硬件操控思维以及系统调试素养的形成。然而, 在当前数字经济与智能制造深度融合的背景下, 微处理器架构快速演进, ARM Cortex-M、RISC-V等主流平台广泛应用, USB 3.0/PCI-E等高速接口成为行业标配, 传统以8086为核心的实训内容已严重滞后于技术发展。与此同时, 教学模式仍停留在“教师演示 + 学生模仿”的被动学习阶段, 评估方式单一依赖实训报告, 缺乏有效的反馈优化机制, 导致教学改革难以持续深化。针对上述问题, 本研究构建了“三维创新 + 多元评估 + 闭环优化”的系统性改革框架: 在内容层面, 通过“传统核心巩固 + 前沿技术融入 + 工程案例驱动”实现知识更新; 在方法层面, 创新“项目牵引 - 虚拟仿真 - 实体实操”三位一体教学模式; 在评估层面, 建立涵盖过程性反馈、终结性考核与能力性评价的多维体系; 在优化层面, 依托真实教学数据构建“反馈 - 调整 - 验证”闭环机制。实践结果表明, 改革后学生平均实训成绩提升8.5分, 90分以上学生占比从8%增至18%, 88%的学生认可教学成效, 相关竞赛获奖数量增长200%, 实现了教学质量与学生综合实践能力的协同提升。该模式为新工科背景下技术类核心实训课程的教学优化提供了可复制、可持续的实践路径。

## 关键词

《微机原理与汇编语言》, 实训教学创新, 三维创新, 项目牵引, 多元评估, 闭环优化

# Innovation and Practical Evaluation System for Practical Teaching of “Microcomputer Principles and Assembly Language” Driven by Technological Iteration

\*通讯作者。

Ku Du, Yunhu Zhou, Lingxiao Yang\*

Artificial Intelligence College, Anhui University, Hefei Anhui

Received: December 26, 2025; accepted: January 23, 2026; published: January 30, 2026

## Abstract

“Microcomputer Principles and Assembly Language” is a core practical training course in the training system of computer and electronic information professionals, and its teaching effectiveness directly affects the formation of students’ underlying programming ability, hardware control thinking and system debugging literacy. However, in the context of the current deep integration of the digital economy and intelligent manufacturing, microprocessor architecture has evolved rapidly, mainstream platforms such as ARM Cortex-M and RISC-V are widely used, and high-speed interfaces such as USB 3.0/PCI-E have become industry standards. At the same time, the teaching mode is still stuck in the passive learning stage of “teacher demonstration and student imitation”, and the evaluation method relies solely on the training report, and there is a lack of an effective feedback optimization mechanism, which makes it difficult to continue to deepen the teaching reform. In view of the above problems, this study constructs a systematic reform framework of “three-dimensional innovation, multiple evaluation, and closed-loop optimization”: at the content level, knowledge update is realized through “consolidation of traditional core, integration of cutting-edge technology, and engineering case-driven”; At the method level, the trinity teaching mode of “project traction-virtual simulation-physical practice” is innovated. At the evaluation level, a multi-dimensional system covering process feedback, final assessment and competency evaluation should be established. At the optimization level, a closed-loop mechanism of “feedback-adjustment-verification” is built based on real teaching data. The practical results show that after the reform, the average practical training score of students has increased by 8.5 points, the proportion of students with more than 90 points has increased from 8% to 18%, 88% of students have recognized the teaching effectiveness, and the number of awards in related competitions has increased by 200%, realizing the synergistic improvement of teaching quality and students’ comprehensive practical ability. This model provides a replicable and sustainable practice path for the teaching optimization of technical core training courses in the context of new engineering.

## Keywords

“Microcomputer Principles and Assembly Language”, Practical Training and Teaching Innovation, 3D Innovation, Project Traction, Multi-Assessment, Closed-Loop Optimization

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

《微机原理与汇编语言》实训课程作为计算机类、电子信息类专业的关键实践环节，承担着连接《计算机组成原理》理论基础与《嵌入式系统开发》《智能硬件设计》等后续课程的重要桥梁作用。其核心目标不仅在于使学生掌握汇编指令、寄存器配置、I/O 接口编程等基本技能，更在于培养一种从硬件底层视角理解程序运行机制的思维方式——即能够清晰把握指令与硬件之间的映射关系，理解程序执行的时序逻辑，并具备运用汇编语言解决实际工程问题的能力[1]。这种底层实践能力，是学生未来进入芯片设计、

嵌入式开发、工业控制等领域不可或缺的核心素养，也是新工科背景下高素质工程技术人才培养的关键支撑。然而，随着信息技术的迅猛发展，底层硬件技术正经历前所未有的迭代升级。微处理器已全面迈入 64 位时代，ARM Cortex-M 系列凭借其低功耗、高性能的优势广泛应用于智能终端、物联网设备和工业控制系统；RISC-V 架构也逐渐崭露头角，成为开放生态的重要力量<sup>[2]</sup>。与此同时，USB 3.0/3.2、PCI-E 4.0/5.0 等高速接口取代了传统的并行接口，数据传输速率从 Mbps 级跃升至 Gbps 级，成为现代电子系统的标准配置<sup>[3]</sup>。这一技术浪潮对《微机原理与汇编语言》实训课程提出了新的挑战：若仍沿用 8086 架构进行教学，学生所学知识将与产业实际严重脱节，毕业后难以适应企业岗位需求。

在此背景下，国内外高校已开始探索课程改革路径。美国麻省理工学院(MIT)在微机类实训课程中直接采用项目式学习(PBL)模式<sup>[4]</sup>，引导学生在智能小车、环境监测终端等真实项目中完成底层驱动开发与系统集成任务，显著提升了学生的系统构建能力；德国应用科学大学则强调产教融合，将企业真实的嵌入式底层开发任务经过教学化简化后纳入实训内容，让学生在解决实际工程问题的过程中掌握岗位所需的核心技能。国内部分高校虽尝试引入 32 位处理器知识和 Proteus、Multisim 等虚拟仿真工具以突破实体设备限制，但整体改革仍存在碎片化现象：有的仅更新了部分内容而未配套教学模式，有的尝试了新方法却缺乏科学评估体系，还有的建立了多元评估机制但未能形成有效的反馈闭环，导致改革效果难以持续深化。当前，国内多数高校的《微机原理与汇编语言》实训课程仍面临内容滞后、模式单一、评估片面、反馈缺失等共性难题。在内容层面，实训载体仍以 8086 微处理器为核心，聚焦于 16 位汇编指令和简单 I/O 接口编程，对 ARM、RISC-V 等主流 32 位架构的汇编系统、中断机制讲解不足，对 USB 3.0、PCI-E 等高速接口技术几乎未涉及<sup>[5]</sup>，造成学生所学技能与工程实际之间存在明显断层。在教学模式方面，普遍采用“教师演示 + 学生验证”的线性流程，实训任务多为孤立的指令练习或模块测试，如“MOV 指令练习”“中断控制器 8259 编程验证”，缺乏综合性、设计性项目，难以激发学生的主动性和系统思维。在评估体系方面，过度依赖实训报告和期末考试，报告占比常高达 60%，评价标准多以格式规范和结果正确为核心，无法反映学生的实际操作能力、调试水平与创新意识；期末考核则多为书面试题，缺乏对系统设计与工程实现能力的深度考察。更为关键的是，教学反馈机制缺失，教师虽能收集成绩与报告数据，但缺乏深入分析，难以精准定位教学问题，即使发现问题也往往采取零散调整，未能形成系统性的改进方案，致使教学改革流于形式，难以实现持续优化。当前，课程根据“项目牵引 - 问题驱动 - 能力导向”进行了教学改革取得了一些不错的教学进展<sup>[6]</sup>，本研究在这基础上，提出一套涵盖“内容重构 - 方法革新 - 评估升级 - 闭环优化”的系统性改革方案，旨在解决当前实训教学中存在的核心矛盾。具体目标包括：一是建立动态更新的实训内容体系，实现传统知识与前沿技术的有机融合；二是打造适配课程特性的多元化教学模式，通过“项目牵引 - 虚拟仿真 - 实体实操”三位一体路径，增强实训任务的设计性与综合性；三是构建覆盖知识掌握、能力表现与工程素养的多维评估体系，实现对学生学习成效的立体化诊断；四是通过具体案例完善“反馈 - 调整 - 验证”闭环机制，形成可持续优化的课程建设模式，全面提升新工科背景下的人才培养质量。

## 2. 实训教学现存问题的深度剖析

### 2.1. 实训内容：滞后性与脱节性并存

实训内容的滞后与脱节是当前课程面临的最突出问题之一。一方面，教学内容更新速度远远落后于技术迭代步伐。尽管工业界早已普及 32/64 位微处理器，ARM、RISC-V 架构成为主流，USB 3.0、PCI-E 等高速接口成为标准配置，但大多数高校的实训课程仍以 8086 微处理器为核心载体，教学重点集中在 16 位汇编指令、简单 I/O 接口编程和中断控制器 8259 的应用验证上。这种“教材讲淘汰技术，企业用前沿技术”的现状，导致学生所学技能与实际岗位需求严重脱节，毕业后面临“学非所用”的尴尬局面。另

一方面，实训内容与工程实际脱节，缺乏综合性与设计性。现有实训任务多为孤立的模块验证，例如“LED灯闪烁”“键盘输入识别”等，学生只需按照指导书步骤操作即可完成，无需自主思考与设计。这种“照方抓药”式的实训模式，难以让学生体会汇编语言在复杂系统中的应用场景，也无法有效培养其系统思维与问题解决能力。此外，课程内容衔接不畅，与前导课程《计算机组成原理》存在重复，与后续课程《嵌入式系统开发》存在断层，形成了“知识孤岛”，阻碍了学生完整知识体系的构建。

## 2.2. 教学模式：单一化与被动性突出

传统实训教学模式的单一化与被动性严重制约了教学质量的提升。在教学组织上，仍以“教师演示+学生模仿”为主：教师先通过多媒体展示实训目的、原理和步骤，编写示例代码并演示运行效果；学生再按照指导书要求重复操作，验证预设结果。在这种模式下，学生处于被动接受状态，缺乏自主探索空间，难以激发学习主动性与创新意识。许多学生完成实训后仅知道“怎么做”，却不清楚“为什么这么做”，更不知道“还能怎么做”。在实训资源利用方面，也存在明显局限。实体实验设备数量有限且更新缓慢，多数高校仍以 8086 实验箱为主，难以满足学生个性化学习需求；虚拟仿真软件的应用不够充分，仅用于简单模块验证，未形成“虚拟仿真预习-实体实操强化-虚拟仿真优化”的完整流程，未能充分发挥其突破时空限制、降低实验成本、支持创新设计的优势。在实践指导方面，方式单一且缺乏针对性。教师通常采用“一刀切”的指导模式，难以兼顾不同基础学生的需求：基础薄弱的学生跟不上进度，问题堆积导致信心丧失；基础较好的学生则觉得任务简单，缺乏提升空间，学习积极性受挫。

## 2.3. 评估体系：片面化与反馈缺失

传统评估体系的片面化与反馈缺失使其难以发挥对教学的导向与优化作用。在评估内容上，重心偏向结果性评价，忽视过程性表现。实训报告占比普遍超过 60%，评价标准多以格式规范、数据完整、结果正确为核心，难以反映学生在实训过程中的操作规范性、问题解决能力、团队协作精神与创新思维；期末考核占比约 40%，多为书面考试或简单编程题，聚焦于汇编指令、寄存器功能等理论知识的记忆，缺乏对系统设计、调试能力的深度考察，难以全面反映学生的综合素养。在评估指标上，模糊且缺乏量化标准。诸如“操作规范”“创新能力”“团队协作”等关键维度没有明确的评分细则，完全依赖教师主观判断，导致评分结果缺乏客观性与公正性，难以让学生信服。在评估反馈方面，滞后且流于形式。教师通常仅告知学生分数，未针对其在实训过程中出现的具体问题(如指令使用错误、时序逻辑混乱、调试方法不当等)提供个性化的改进建议；更重要的是，教学改进与评估结果脱节，教师未根据评估数据深入分析教学问题，也未针对性地调整实训内容与教学方法，导致评估仅成为“打分工具”，未能发挥对教学的优化作用。

## 2.4. 闭环机制：缺失性与形式化严重

当前实训教学最薄弱的环节是缺乏有效的“反馈-优化”闭环机制。多数高校的实训教学仍处于“教学实施-评估打分-课程结束”的线性模式，没有形成可持续优化的闭环。一方面，反馈数据收集不全面、分析不深入。教师仅收集学生的实训报告、期末考核成绩等有限数据，未对学生的实操过程、课堂互动、项目进展、问题反馈等过程性数据进行系统采集；对收集到的数据，也多停留在“平均分、通过率”等表面统计，未深入分析数据背后反映的教学问题——例如某一模块通过率低，是因为内容难度过高，还是教学方法不当？学生反馈某知识点难理解，是因为讲解不够透彻，还是缺乏实践载体？这些问题往往被忽视。另一方面，教学调整缺乏针对性与系统性。即使发现了一些教学问题，也多为零散的、临时性的调整，没有形成系统性的改进方案；且缺乏对调整效果的跟踪验证，不知道调整后问题是

否得到解决，学生的学习效果是否真正提升。例如，学生在高速接口相关知识学习中普遍存在理解困难，但教师未针对性调整教学深度与方法，导致后续学生仍面临同样问题，教学质量难以持续优化。这种“缺乏反馈、盲目教学、难以优化”的现状，严重制约了实训课程的持续发展。

### 3. 实训教学创新的实践路径

#### 实训内容优化：构建“传统 - 前沿 - 实用”三维体系

为应对技术迭代带来的挑战，本研究在实训内容上进行了系统性重构，构建了“传统核心巩固 + 前沿技术融入 + 工程案例驱动”的三维体系。首先，在保留 8086 微处理器基本原理的基础上，补充 32 位汇编语言相关内容，引入 ARM Cortex-M 系列微控制器(以 STM32F103 为实训载体)，涵盖 32 位汇编指令系统、寄存器组织、GPIO 配置、中断控制、ADC 接口编程等内容。通过对比 16 位与 32 位架构的差异，帮助学生理解技术演进的逻辑与优势，掌握主流平台的汇编编程方法。其次，针对 USB 3.0、PCI-E 等高速接口技术，我们经过多次教学实践与调研，明确其教学定位为“原理认知 + 简化应用”，避免不切实际地要求学生进行协议栈设计或接口电路开发。以 PCI-E 为例，教学目标设定为让学生了解其总线架构、通道特性与应用场景，掌握 PCI-E 设备的识别与简单配置方法，能够运用汇编语言读取配置空间寄存器，而不涉及复杂的协议实现。具体实施方案包括：① 原理认知(2 学时)：讲解分层架构、通道带宽(如 PCI-E 3.0 x16 可达 128 Gbps)；② 简化应用(3 学时)：使用汇编读取厂商 ID、设备 ID 等信息；③ 拓展认知(1 学时)：介绍其在显卡、SSD 中的应用。教学方法上结合实物拆解、CPU-Z 工具演示与 Proteus 虚拟仿真，简化协议流程，仅保留核心读取操作，降低学习门槛。

### 4. “反馈 - 优化”闭环机制的具体案例

为了确保教学改革能够持续适配技术发展与学生需求，本研究构建了“数据收集 - 问题定位 - 方案调整 - 效果验证 - 持续优化”的闭环机制，并通过一个真实案例加以验证。

在 2023 级计算机科学与技术专业(共 8 个班，240 名学生)的实训教学中，我们对“USB 3.0 简化应用”模块进行了过程性评估，发现该模块测试通过率仅为 65%，远低于其他模块的平均值 85%。进一步分析实训报告发现，35% 的学生对 USB 3.0 传输模式(如批量传输与中断传输的区别)、驱动函数调用逻辑理解错误；实操观察显示，40% 的学生在“汇编语言调用 USB 驱动函数实现数据传输”环节出现调试困难；问卷调查结果显示，62% 的学生认为该模块偏难，58% 表示驱动函数调用讲解不够细致，45% 反映课前缺乏虚拟仿真预习模块。通过座谈、录像回放与代码分析，我们定位出问题根源：教学内容深度把握不当、教学方法单一、虚拟仿真资源缺失、个性化指导不足。

针对上述问题，我们在后续 2023 级电子信息专业(共 6 个班，180 名学生)的教学中实施了系统性调整。首先，进一步简化教学内容，提供“标准化模板 + 参数填空”模式，学生仅需修改缓冲区地址、传输长度等参数；编写《USB 3.0 简化应用分步指导手册》，将流程分解为五个步骤，每个步骤明确操作要点与常见错误。其次，优化教学流程，增加“虚拟仿真预习 + 分步实操引导”环节：课前上线 Proteus “USB 3.0 分步练习”模块，学生通过仿真预习并获得即时反馈；课中采用“教师演示一步 - 学生操作一步 - 小组互查”模式，确保每位学生跟上节奏；提供“调试 checklist”辅助排查问题。再次，强化个性化指导，建立问题反馈群、设置一对一辅导时间、组建互助小组，并给予“小导师”加分奖励。最后，补充教学资源，制作专题视频、张贴流程图与错误对照表。调整后的效果显著：模块测试通过率从 65% 提升至 88%，理解错误率降至 10%，调试困难比例从 40% 降至 12%，平均完成时间从 5.5 学时缩短至 3.8 学时；学生问卷显示 82% 认为内容更易理解，78% 肯定虚拟预习的作用；终结性考核中，该知识点得分率从 68% 提升至 85%。这一闭环机制的成功经验已被推广至“中断系统编程”“Flash 存储器读写”

等多个模块，均取得了良好成效。

## 5. 实训教学创新的实践成效

### 5.1. 学生成绩显著提升

对比改革前后两届学生数据可见，2022 级学生平均实训成绩为 72.5 分，90 分以上占比 8%；2023 级学生平均成绩达 81 分，90 分以上占比增至 18%。整体成绩分布明显改善，高分段比例翻倍，低分段比例下降 15 个百分点，尤其基础薄弱学生平均提升 10.2 分，体现了分层教学与个性化指导的有效性。

### 5.2. 学生实践能力与创新意识增强

改革后，学生在综合性项目中的表现大幅提升。以“智能环境监测终端开发”项目为例，85% 的小组完成了数据采集、存储、传输与状态显示的全功能实现，30% 的小组实现了创新设计，如低功耗优化、多传感器扩展、远程控制等。部分作品具备初步工程应用潜力，被纳入学院实训成果展示平台。在学科竞赛中，学生团队共获省级以上奖项 12 项，较改革前增长 200%，奖项涵盖全国大学生电子设计竞赛、蓝桥杯、嵌入式系统邀请赛等，获奖项目多聚焦于底层开发与性能优化，反映出学生工程实践与创新能力的显著提升。

### 5.3. 学生满意度大幅提高

面向 2023 级 420 名学生的问卷调查显示，88% 的学生认可实训内容与技术前沿的衔接性，认为所学技能具有实际应用价值；85% 的学生认为“虚拟 - 实体”双轨模式提升了动手能力；82% 的学生认为多元评估体系更能反映自身综合能力；79% 的学生对“反馈 - 优化”闭环机制表示认可。总体满意度达到 92%，较改革前提升 30 个百分点。

### 5.4. 教学质量持续优化

通过闭环机制，我们精准定位并解决了多个教学问题。例如，针对“32 位汇编指令过多难以记忆”的问题，整理“核心指令清单”并结合项目案例讲解应用场景；针对“中断系统编程时序复杂”的问题，增加虚拟仿真中的时序可视化功能，使学生直观观察中断响应全过程。这些调整均使相关模块测试通过率提升 10 个百分点以上。同时，改革经验已在《嵌入式系统开发》《智能硬件设计》等课程中推广应用，带动了专业实践教学质量的整体提升。

## 6. 结论与展望

本研究围绕《微机原理与汇编语言》实训课程存在的内容滞后、模式单一、评估片面、闭环缺失等问题，构建了“三维创新 + 多元评估 + 闭环优化”的系统性改革框架。通过重构实训内容，明确高速接口“原理认知 + 简化应用”的教学定位，实现了传统与前沿的有机融合；通过创新“项目牵引 - 虚拟仿真 - 实体实操”三位一体教学模式，增强了实训的综合性与设计性；通过建立多维评估体系，实现了对学生能力的立体化诊断；通过具体案例完善“反馈 - 调整 - 验证”闭环机制，确保了教学改革的持续优化。

实践表明，该模式显著提升了学生的实训成绩、实践能力与创新意识，学生满意度大幅提升，为新工科背景下技术类核心实训课程的教学优化提供了可复制的实践路径。未来，我们将重点推进以下工作：一是扩充虚拟仿真资源库，联合企业开发 RISC-V、USB 3.2、PCI-E 5.0 等新技术仿真模块；二是深化分层教学改革，基于大数据分析学生行为，提供定制化学习路径；三是加强校企协同育人，引入企业真实

项目，邀请工程师参与教学；四是优化评估体系，借助数字化工具量化“课堂参与度”“项目贡献度”等指标，实现数据驱动的精准教学优化，最终培养更多具备扎实底层实践能力的新工科人才。

## 基金项目

2025 年度国家自然科学基金项目“非完备信任环境下智能网联车群拓扑可信重构及协同控制”(62503004)；2025 年度国家自然科学基金项目“灾后稠密障碍物场景多蛇形机器人自主协同有生体探测”(62503003)；2024 年度国家自然科学基金项目“能量传输受限下的远洋海岛群自适应时间颗粒度分布式优化策略”(62303006)。

## 参考文献

- [1] 王颖锋, 焦锐丽, 胡慧敏, 等. “微机原理与汇编语言”课程教学范式改革的思考[J]. 教书育人(高教论坛), 2021(36): 100-101.
- [2] 窦蓉蓉, 胡严, 方元, 等. 基于 RISC-V 架构的数字系统教学课程实验设计[J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(S1): 120-124.
- [3] 缪少军, 黄金刚, 张晴, 等. USB3.0 信号链路仿真分析及优化策略[J]. 数字技术与应用, 2025, 43(6): 134-136.
- [4] 朱红超, 邱相彬, 吴冰倩. PBL 教学法的应用效果研究[J]. 西部素质教育, 2025, 11(23): 39-42.
- [5] 肖洁, 曹清国, 洪连环. “微机原理及应用”教学改革探索与实践[J]. 电气电子教学学报, 2020, 42(5): 72-75.
- [6] 么鸣涛, 张莉彦, 胡明辉. 机械原理系列课程“三位一体”教学模式研究[J]. 教育教学论, 2025(39): 125-128.