

AI 赋能下计算机组成原理 混合式教学创新与实践*

刘立

南华大学计算机学院, 衡阳 421001

摘要 针对计算机组成原理课程传统教学中存在的概念抽象、实验门槛高、学生参与度不足等痛点, 提出基于 AI 技术赋能的混合式教学模式。该模式通过系统设计实践案例、模块化视频资源, 基于 AI 赋能提升视频与音频制作质量优化线上资源生态; 线下通过数据切片可视化、启发式问题教学模式与以及团队互动深化学生系统思维与创新能力; 构建以课堂互动为核心、弱化期末考试的多元评价体系, 强化过程性考核与高阶思维培养。实践结果表明, 该模式提升了学生的学习积极性与课程满意度 (达 93% 以上), 降低了学习难度, 增强了教学可操作性, 为同类专业基础课程的混合式教学改革提供了可复制的实施路径。

关键字 AI 赋能; 混合式教学; 思维培养

Research and Practice of a Hybrid Teaching Model Empowered by AI Technology—Taking the Computer Organization Principle Course as an Example

LIU Li

School of Computer Science, University of South China,
Hengyang 421001 China;

Abstract—In response to the challenges in traditional teaching of the Computer Organization Principles course, such as abstract concepts, high experimental barriers, and insufficient student engagement, an AI-enabled blended teaching model is proposed. This model optimizes the online resource ecosystem through systematically designed practical cases and modular video resources, with AI assistance enhancing the production quality of videos and audio materials. Offline sessions utilize data slice visualization, heuristic inquiry-based teaching, and collaborative group activities to deepen students' systemic thinking and foster innovative capabilities. A diversified evaluation system centered on classroom interaction is established, which reduces reliance on final exams while strengthening process-oriented assessment and the cultivation of higher-order thinking. Empirical results show that this model enhances students' learning motivation and course satisfaction (reaching over 93%), reduces learning difficulty, improves teaching operability, and provides a replicable implementation pathway for blended teaching reforms in similar foundational professional courses.

Keywords—AI empowerment; hybrid teaching; cultivation of thinking

1 引言

AI 赋能高校课程建设已经成为当前教育工作者研究的一个热点, 许多学者从不同层面给出指导建议。如, 在理论构建层面, 祝智庭教授系统地阐述了技术赋能教育的内在逻辑和推进路径^[1], 黄荣怀教授则从学习科学的“认知负荷”这一理论出发, 探讨如何利用技术进行调控^[2]。在框架设计层面, 邢丽丽等人则就如何将 AI 技术嵌入到混合式教学的课前、课中、课后各环节的设计给出建议^[3], 翟雪松则提出了“教学韧性”, 的概念并探讨了 AI 如何增强课堂教学的适应

性、弹性和可持续性^[4]。在实证研究具体实践方面, 于志强等人在工程教育中融入大数据和人工智能技术, 构建精准教学和持续改进体系^[5]。汤善江则结合人工智能技术的优势, 通过校企产教融合方式, 探索构建“人工智能赋能 + 线上线下混合”的教学模式^[6]。

计算机组成原理课程是计算机专业学生进入大二首次接触的计算机专业基础课程, 该课程对于学生树立正确的计算机系统观以及对后续课程的进一步引领起到至关重要的作用。同时, 该课程难度较大, 其挑战主要源于三个方面: 首先, 课程内容深入计算机底层硬件, 概念抽象、逻辑复杂, 学生普遍感到难以建立直观理解; 其次, 配套的硬件实验对实践条件与调试能力要求较高, 无形中设立了较高门槛, 容易引发

* **基金资助:** 本文得到湖南省教育厅教学改革项目重点项目“基于“人-机-物”三元系统融合的物联网工程专业创新人才培养研究与实践”(编号: HNJG-2022-0158) 资助

学生的畏难情绪；最后，传统的单向灌输式教学模式难以调动学习积极性，使得学生在面对学习瓶颈时容易因挫败感而丧失深入探索的动力。

针对这些痛点，课程组经过多年的摸索，总结了一套 AI 赋能下的线上线下混合式教学模式，突破时空限制，完成了向“学生为中心”的现代教学理念的过渡并为其他高校的教学提供参考。

2 线上优化资源生态

混合式教学成功的关键是能制作出能吸引学生的线上资源，否则，在一个相对自由的环境下谈自主学习就是一句空话，更何况是较难理解的专业课程。为了降低门槛，尝试用科普的形式讲述专业的知识，课程组进行了以下三个方面的尝试。论文题目、作者、摘要、关键词要有中文和英文。

2.1 精心设计系统实践案例

根据研究表明，对人类认知的影响，人类的实践往往会早于理论。从本质上来讲，人的大脑是一个反馈系统，而不是一个存储系统。因此，摆脱对孤立的知识点的记忆，释放大脑压力，就需要构建出一套能吸引学生的实验案例。并希望在理论教学之前，学生就能先完成这个环节。要达到这个目的，它需要同时满足三个方面的要求。一是门槛要低，极易理解，我们提出的要求是非计算机专业的学生或者计算机专业一年的学生也能按照视频轻松完成；二是要包括整个计算机组成原理的各个环节，并在案例的实践中自然覆盖，不要有刻意的痕迹；三是要有动态效果，让学生产生好奇心理的同时，还要有成就感。

计算机组成原理核心的内容包括指令集、运算器、存储器以及控制器，核心目标是设计一个覆盖全部知识点的科普级案例，经过 1 个月时间的研究与准备工作，设计出了一个简单的计算机系统案例，深入浅出，层层递进，并针对不同的要求实现差异化设计。

案例严格遵循芯片设计的流程。首先从指令集开始，精心设计了 4 条简单的 8 位指令，并在此基础上编写出加法程序。采用双通道存储器存储指令与数据，设计出最简单的数据通道，在此基础上实现控制器，构建出完整的计算机系统。案例中部分内容以及相应覆盖的知识点如表 1 所示。

这 8 个部分为入门级内容，后面根据微程序控制器设计的难度还有中级，与进阶级实验没有列出。按难度递增，每个视频时长不超过 15 分钟，适合利用时间碎片跟着实践。具体案例详见 B 站孟曾子视频。

学生针对该视频内容满意度很高，视频上线不到一年，观看次数超过 5 万。另外，课程结束后给学生

发放的匿名调查问卷表明，该实验大大吸引了学生学习兴趣。如图 1 所示。

表 1 线上案例部分实践教学内容

视频名称	主要内容	覆盖知识点
指令集与系统结构	1 设计指令集 2 根据指令集编写一段程序 3 设计计算机体系结构	1 指令集 2 体系结构
数据通路设计	1 类比法提出数据通路概念 2 站点（存储部件）的进出管理	1 寄存器进出 2 存储器读写
存储部件进出控制	1 寄存器进出控制 2 存储器进出控制	寄存器，存储器，三态门，总线
运算器相关的部件	加法器与通用寄存器搭建通路	运算器设计
控制器相关的部件	1 计数器的使用； 2 搭建相关寄存器	MAR, MDR, PC, IR
设计控制信号	针对存储器设计控制信号	1 控制器 2 控制信号 3 三级时序
组合逻辑控制器	根据指令集设计硬布线控制器	数据流与控制信号
构建计算机系统	搭建总线，连接器件，在存储器种存入指令，运行程	1 组合逻辑电路 2 时序逻辑设计 3 冯诺依曼体系结构

图 1 表明，学生对视频 2 刷以上的占比 50% 以上，对这种视频教学难度的统计，也呈现出正态分布，认为很容易与吃力的，各仅占 20% 左右，适中的占比 61%，说明实验的设计比较科学合理。另外，需要特别指出的是，本课程秉承实验先行，理论跟随，知行合一的原则，因此，在理论课的学习中，学生在有了感性认识之后带着疑问进入课堂，其效果明显优于理论与实践分开的传统教学模式。

2.2 同步课堂录制线上视频

有研究表明，成年人能持续集中注意力的时间大约为 20 分钟，要求学生在课堂 45 分钟的时间里做到全程全神贯注是不大可能的。而对于计算机组成原理这一类难度较大的专业课程而言，漏掉一个内容，后面可能会衔接不上而增加学生的沮丧心理。需要给学生提供容错的机制；另外，学生可以选择性地学习自己薄弱的环节。因此，录制线上课程就显得非常必要。

与课堂教学内容相比，线上视频有以下特色：

视频内容模块化：将课程体系按内容模块进行切分，前后关联，时间基本上限制在 15 分钟以内，有利于学生集中注意力并降低学习的难度；

视频视觉效果强化：线上课程录制过程中，可采

用辅助工具，如手写板、屏幕特写、转场以及表情包等强化视觉效果，提升学生学习兴趣；

字幕提示趣味化：增加特色字幕，提升沉浸感。



图 1 学生对线上实验视频效果的匿名调查结果

线上课程可以为学生提供灵活的学习方式，包括自由的时间、自在的环境以及愉悦的心情，同时还可以选择合适的内容进行针对性的查漏补缺。另外，线上的互动也为老师提供了更多真实可靠的数据，为进一步的教学改革提供依据。

2.3 AI 赋能教师，优化线上资源



图 3 语音合成环节基本路线图

二是采用半自动的方式，首先导出字幕，检查并修改字幕，再通过免费的 AI 工具，选择不同的角色进行朗读，最后合成视频。也可以使用原声进行训练，

线上视频开发周期较长，对于传统的工科专业教师而言，虽然有后期制作，但是在质量与效率方面还是存在许多的困难，包括：内容大纲、方言、口头禅等。借助于 AI 工具，效率与质量会得到同步提升。

内容指导：通过 DeepSeek 等大模型提问，可以得到独具特色的内容建议，以三级存储系统概述这一节为例，对 DeepSeek 提问：想在 25 分钟内完成对存储器三级存储系统的介绍，请给出视频大纲并希望内容丰富有趣。大模型会给出详细的大纲与建议并引入了许多生动有趣的故事，给视频的制作节约时间并提供了很好的参考。

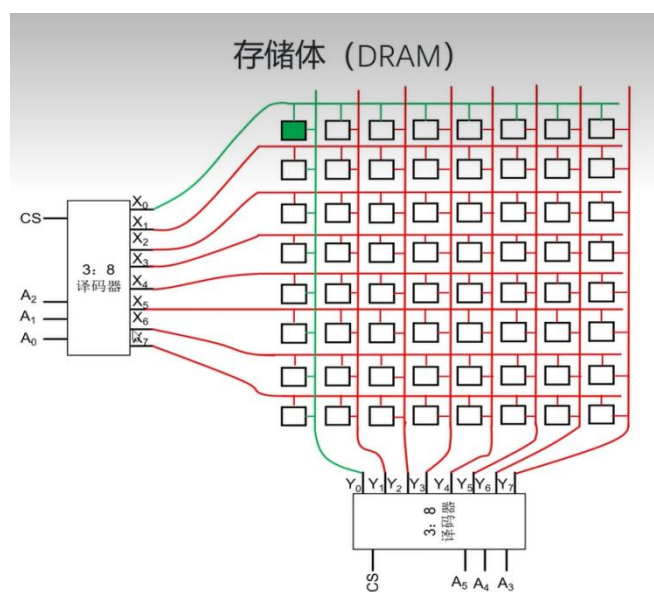


图 2 线上教学视频截图示例

AI 合成语音：大部分专业教师或多或少带有地方方言，以本人为例，湖南口音比较重，学生在观看视频时，思考问题的同时还要努力听懂老师的语音，无疑体验感不好，进一步导致播放率不高。借助于 AI 的语音合成技术能成功解决这类问题，这有两种路线，可供老师同行参考。一是采用 AI 工具软件直接将视频中的语音转换为标准发音，这种方式最大的优点是方便，但是带来的问题也很多，一方面 AI 识别与转换会耗费较大算力，因此一般都是收费服务，费用不低；另一方面，效果也并不理想，部分口头禅也无法彻底消除，这可能有导致质量反而降低的风险。

再根据字幕发音。这里获得字幕主要目的是为了获得发音的时间戳。可以将字幕文件导入 AI 进行预处理，去除口头禅等语气助词。基本路线如图 3 所示。

如果想使用自己的原声发出标准的普通话，则需要使用 AI 软件进行训练，有许多选择，笔者使用的是开源软件 GPT-SoVITS，它只需要几十秒的录音，就能克隆声音，并用标准普通话（或其他语言）说出新内容。

制作的示例视频在 B 站中可以观看效果。链接地址为：

https://www.bilibili.com/video/BV1GWC9BUER/?vd_source=164fe4006b782b30cf4051919590856c

这里采用的就是标准普通话发音。

2.4 利用多种新媒体平台，上传资源以及互动答疑

课后的互动以及在线课堂是提升学生思维的一个关键环节，可以针对班级、团队以及个人进行个性化互动，实现以学生为中心的闭环。其中，资源共享与互动可以利用 QQ、学习通等平台，而在线课堂可以利用 QQ 群课堂以及腾讯会议等平台。

3 线下课堂深化思维

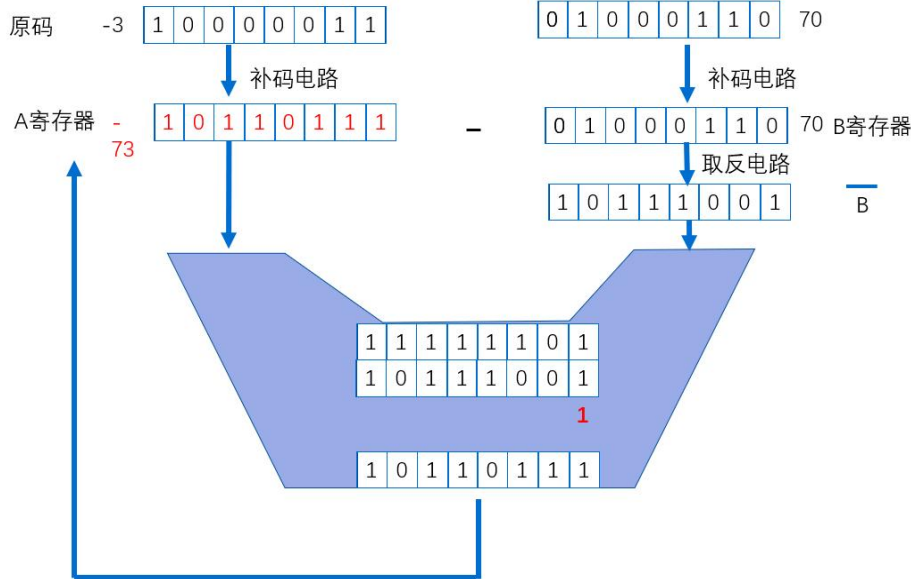


图 4 数据切片图示例

最后，为活跃课堂学习氛围，课件的制作还需要考虑到趣味性。一是课件理论与现实生活类比，如数据通路的讲解就采用了铁路交通控制的生活案例；二是课件内容要设置悬念，如在浮点表示的时候出现一个 C 语言程序，演示三个数相加，一个是 1，另外两个是绝对值很大的一个值，但是符号相反，结果显示与想象中完全不一样。在学生充满困惑中课堂教学戛然而止。课后部分同学会通过 AI 查询答案，无

论如何，给学生留下了深刻的印象，等下次课讲到浮点数的运算的时候，此程序再次出现，学生恍然大悟，都会心一笑，发出原来如此的感叹。

3.1 细化课件制作，突出系统性、数据切片性以及趣味性三性合一

首先淡化教材概念，强化参考书概念。避免教师根据教材提供的 PPT 进行课堂教授。需要站在学生的角度，重新构建出新的课堂教学课件。如课程组以精心设计的案例为中心，站在系统的角度，将整个案例分拆成一个个功能独立的小系统，如计算机系统被分解为指令集设计、运算器设计、存储器连接、控制器设计等四个环节，针对这四个环节去设计教学课件。在课中插入做中学环节，将枯燥的理论具象化，所想即所见，培养学生的系统思维与创新意识，而不是禁锢于某本教材的某个概念。

另外，计算机组成原理等硬件课程，由于内部运行的中间状态无法观察而导致理解困难，需要将每个环节的内容进行细化提炼，将数据切片化，一个环节一个环节去展示数据的动态变化，降低了学习门槛。课程组根据 CPU 运行规律设计了近 300 副数据切片图，部分效果如图 4 所示。

3.2 多样化的教学方式，突出学生互动

传统课堂教学中，教师以教材内容为核心，完成教学任务，很难顾及到学生感受。另外，在学生人数激增的情况下，因材施教也是一件不容易实现的事情。

首先,可以充分利用线上资源鼓励学生自学,带着问题在课堂上和老师进行讨论,这就是翻转课堂。上好一堂翻转课堂比传统的课堂教学难度更大,但效果会非常好。但是,在实践中发现,翻转课堂不宜常用,一门课程最多两次,否则会有适得其反的效果。究其原因,一方面,长期的翻转课堂会给学生带来巨大的认知负荷与时间压力,另外,也会导致老师极高的课程设计与准备成本。

其次,要采用启发式教学模式,以微程序控制器一节内容为例,针对教学知识点设计出层层递进的问题,如下所示。

- 组合逻辑控制器存在的问题? (引出微程序控制器的概念)
- 微指令的设计中如何压缩微指令中操作控制字段长度?
- 微指令的设计中如何压缩微指令中顺序控制字段长度?
- 如何设计相应的控存?
- 微程序控制器设计
- 思考(能否设计出具有自主知识产权的控制器(思政))

最后,为解决学生人数过多难以因材施教的问题,要求学生以4人为单位组织团队,在课堂上与老师互动,每次抢答出老师提出的思考题,整个团队可获得平时成绩5分,团队中同一人多次回答问题获得的分数递减。互动占整个考核成绩的25%。由专人在课堂中负责记录学生回答问题的情况,记录员可获得这25分。这样,课堂的活跃度高出不少。

4 科学合理的评价措施

如何科学评价学生的学习效果一直是教学过程中的一大难题。传统方式是上课点名+期末考试为主要手段。然而,因为点名而被动到场也仅仅是身体到场,而非思维活跃。容易流入形式并让学生产生抵触情绪。而一考定乾坤的期末考核模式,也具有滞后性与偶然性,另外,这种评价体系也很难衡量学生在团队合作能力、实践能力,创新能力、终身学习能力等高阶思维能力,有必要构建一套科学合理的评价措施。

能力、实践能力,创新能力、终身学习能力等高阶思维能力,有必要构建一套科学合理的评价措施。

4.1 降低期末考试的比重,增加课堂互动的比重

课程考核成绩由四部分组成,其中期末考试占50%,作业占15%,期中考试占10%,课堂互动占25%。

这里突出了课堂互动环节,与7次作业1次期中考试的成绩占比一样,取代课堂点名环节,实践证明,学生到课率更高,课堂活跃度更好,抬头率也接近100%。



图5 翻转课堂现场照片

4.2 优化试卷设计,减少客观题

众所周知,客观题的考核主要以知识点记忆为主,因此有可能导致学生上课不专注思维,而幻想期末突击背诵关键知识就能过关。既不利于培养学生的系统思维与创新思维,同时也会给后续的教学带来不利因素。尝试增加创新大题,没有标准答案,鼓励学生开动脑筋,基于课程所学给出自己的思路,合理即给分。

4.3 实践环节给出多种激励措施,鼓励学生使用AI工具辅助完成任务

如在实验环节,让学生自由选择仿真工具,通过AI提供的选项列举不同工具的优缺点并给出自己选择的理由,通过AI培养学生选型能力。另外,鼓励学生完成优秀的实验并制作视频,可上传B站平台供师弟师妹们参考学习并尝试超越。

5 教学改革成效综合分析

为了检验改革成效,课程组在平时成绩、及格率、优秀率、课程满意度以及学习积极性自评等多个维度进行了数据统计,并针对改革前后的数据进行了收集、对比与分析,如表2与图6所示。

数据显示,成绩分布的明显改善,特别是优秀率与及格率的大幅提升,表明新模式的改革成效惠及整个学生群体,同时,在匿名问卷调查中,学生的满意度以及学习积极性显著提升,表明新模式获得了学生的高度认可。课程改革也促进了教师发展。课程组基

于改革实践申报的教改项目获省级重点立项，相关教学资源被3所兄弟院校借鉴采用。

改革形成的“低门槛案例先行、AI赋能资源建设、数据切片深化理解、多元互动活跃课堂、过程评价导向能力”的实施路径，已初步具备在同类工科专业基础课程中复制推广的潜力。

表2 课程改革前后对比数据

对比维度	改革前 (2021年)	改革后 (2025年)
平均成绩	62.5	81.3
及格率 (%)	75	89
优秀率 (%)	5	12
课程总体满意度 (%)	70	93
学习积极性自评 (%)	60	86

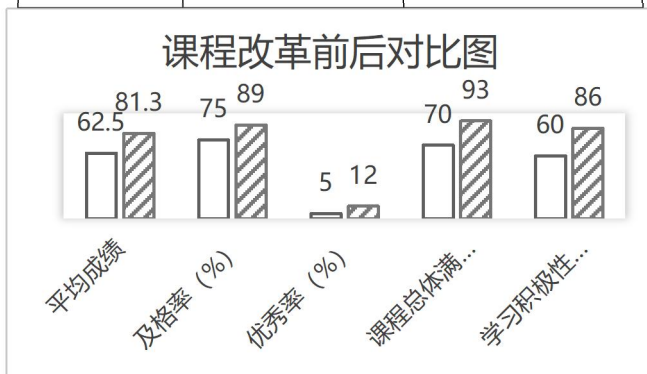


图6 课程改革前后对比图

6 结束语

在AI与信息化深度融合的时代背景下，如何高质量地讲授计算机专业基础课程，成为了教学领域面

临的重大挑战。课程组经过近10年的摸索，构建了一套行之有效的线上线下混合式教学模式，并取得了很好的效果。这一模式也在其他课程中同步推广。匿名调查问卷中统计表明，对课程满意度总体达到93%以上。这一结果的背后，是因为本模式四大特色：

一是丰富的线上生态为学生提供个性化、趣味化以及形象化的途径。课堂上没有解决的困惑还可以在不同的时间、不同的方式针对性地弥补，给了学生更大的选择空间与自由度，并将有限的课堂教室拓展到无限的虚拟空间；二是精心布局线下课堂教学，设计数据切片并开发启发式教学模式，降低学习难度，增加课堂互动环节，活跃课堂气氛；三是构建科学合理的评价体系，引导学生建立高阶思维；四是借助AI赋能，在教师层面提供更优秀的教学资源，在学生层面提供合理的学习建议，增加学习的趣味性。

总之，课程建设没有终点，随着AI技术的进一步发展，改进也会持续进行。

参考文献

- [1] 祝智庭,彭红超. 技术赋能智慧教育之实践路径[J].中国教育学报,2020,(10),1-8.
- [2] 黄荣怀. 数字技术赋能当前教育变革的内在逻辑—从环境、资源到数字教学法[J]. 中国基础教育,2024,(01),10-17.
- [3] 邢丽丽.基于精准教学的混合式教学模式构建与实证研究[J].中国电化教育,2020,(09),135-141.
- [4] 翟雪松,许家奇,童兆平等. 人工智能赋能高校韧性教学生态的路径研究[J].中国远程教育,2023,43(01),49-58.
- [5] 于志强,蒋作,谭学文.融合大数据与人工智能的工程教育精准教学与改进机制研究[J].计算机技术与教育学报,2025,11(06), 1-8.
- [6] 汤善江,于策,毕重科,肖健,孙超,杨斌. 人工智能赋能并行计算课程线上线下混合教学建设与探索研究 [J].计算机技术与教育学报,2025,10(05), 28-33.