面向系统能力培养的计算机组成原理衔接式内容重构

柏婷婷 蒋园园* 徐鹏 宦蕾 戴宇庭 罗玲

陆军工程大学 指挥控制工程学院，南京市 210007

摘 要 计算机组成原理是操作系统的前序课程，两门课程的顺利衔接是培养计算机系统能力的关键。在 AI 时代背景下，传统课程教学模式面临新的挑战。本文针对计算机组成原理与操作系统课程衔接中存在的软硬件内容比重失衡、指令集选择不一致等问题进行了深入分析，探讨了 AI 技术发展对系统能力培养提出的新要求。本文提出了一套面向系统能力培养的课程内容重构方案，包括衔接点识别与内容映射、RISC-V 指令集全课程贯通设计、AI 时代特色内容融入以及递进式实验项目重构等措施。本文的研究旨在打破传统课程边界，构建贯通式的计算机系统知识体系，为培养适应 AI 时代的系统型人才提供参考。

关键词 计算机组成原理；操作系统；系统能力培养；课程衔接；RISC-V；AI 时代

Reconstruction of Coherent-connected Content for Computer Organization Principles Oriented to System-oriented Competency Cultivation

Tingting Bai Yuanyuan Jiang* Peng Xu Lei Huan Yuting Dai Ling Luo

College of Command and Control Engineering
Army Engineering University of PLA
Nanjing 210007, China

Abstract—Computer Organization Principles serves as the prerequisite course for Operating Systems. Smooth articulation between the two courses is critical for cultivating computer-system-oriented competence. Against the backdrop of the AI era, traditional teaching modes of these courses are confronted with new challenges. This paper conducts an in-depth analysis of existing problems in the articulation between Computer Organization Principles and Operating Systems, such as the unbalanced proportion of hardware-software content and inconsistent instruction-set selection. It further explores the new requirements for system-oriented competence cultivation brought by the advancement of AI technologies. This paper proposes a curriculum-content reconstruction scheme oriented toward system-oriented competence cultivation, including measures such as identification of articulation points and content mapping, curriculum-wide penetration design of the RISC-V instruction set, integration of AI-era featured contents, and reconstruction of progressive experimental projects. The research aims to break the boundaries of traditional courses, establish an integrated knowledge system for computer systems, and provide references for cultivating system-oriented talents adaptable to the AI era.

Keywords—computer organization principles, operating systems, system-oriented competence cultivation, course articulation, RISC-V, AI era

1 引 言

在计算机科学与技术相关专业的人才培养体系中，计算机组成原理与操作系统两门课程占据着举足轻重的地位。从课程知识结构来看，计算机组成原理是操作系统的前置课程，前者侧重于从硬件角度阐释计算机的工作原理，后者则聚焦于系统软件的管理与调度功能。学员完成计算机组成原理课程学习后能否顺利衔接操作系统课程，并实现知识与能力的顺利交接，是检验计算机组成原理课程是否取得预期效果的重要指标之一[1]。

目前，大多数高校将计算机组成原理和操作系统两门课程独立开设，这种模式在教学组织上相对灵活，但也在客观上造成了知识体系的割裂[2]。当两门课程分别由不同教学团队建设时，由于课程侧重点和教师个人偏好等方面的差异，容易出现内容重叠、知识断层等问题[3]。特别是在 AI 技术快速发展的当下，如何在计算机组成原理课程中体现系统能力的培养目标，使其与后续操作系统课程形成有机衔接，已成为亟待解决的问题[4]。本文基于 40 理论学时+16 实验学时的计算机组成原理教学计划，深入分析当前课程衔接中存在的主要问题，探讨 AI 时代对计算机系统能力培养的新要求，并在此基础上提出面向系统能力的课程内容重构方案，以期为相关课程改革提供参考。

*通讯作者：蒋园园 jyyfat@126.com 。

2 计算机组成原理与操作系统课程衔接现状分析

2.1 传统教学模式中的课程割裂问题

在传统教学模式中，计算机组成原理与操作系统往往被视为两门相互独立的课程分别开设[5]。这种课程设置模式虽然便于教学管理和师资配置，但也在客观上形成了“各自为政”的教学格局。由于缺乏系统性的顶层设计，两门课程在内容选择、知识衔接、学时分配等方面缺乏统筹考虑，导致学员在学习过程中难以形成完整的计算机系统知识链条[6]。

从教学实践来看，这种课程割裂问题主要体现在三个层面：首先是内容重复，某些知识点（如中断机制、存储管理等）在两门课程中均有涉及，但讲解角度和深度各不相同；其次是知识断层，某些前序课程为后续课程铺垫的基础知识未能得到充分强调，导致学员在进入操作系统课程学习时出现“衔接真空”；第三是能力断层，计算机组成原理课程侧重于培养硬件设计与实现能力，而操作系统课程则强调系统软件管理能力的训练，两者之间缺乏有效的能力过渡桥梁[7]。

2.2 软硬件内容比重失衡问题

计算机组成原理课程的核心目标是帮助学员理解计算机硬件的工作原理，但这并不意味着课程内容仅限于硬件系统而刻意忽略软件系统[6]。实际上，一台能够正常运行的计算机必然离不开软件的支持，尤其是操作系统这样的系统软件。如果在教学过程中过度强调硬件设计细节而忽视软件层面的知识引入，将导致学员对计算机系统的理解停留在“机械”层面，难以形成整体认知。

以中断概念为例，中断机制是计算机系统中的核心概念，它既是硬件设计的重要组成部分，也是操作系统实现 CPU 调度的核心机制。如果在计算机组成原理课程中仅从硬件角度介绍中断的概念和响应机制，而不涉及操作系统对中断的处理流程，将导致知识体系的断裂，从而影响学员后续操作系统课程的学习[7]。

软硬件内容比重失衡导致的知识断层问题具体表现和影响见表 1。

表 1 软硬件内容比重失衡导致的知识断层问题

类型	具体表现	对知识体系的影响
硬件内容过度扩张	过多涉及硬件设计细节，忽视软件知识	学员难以形成整体认知
软件内容过度缺失	回避操作系统相关内容	知识体系断裂
内容重复	虚拟内存等知识点两门课都讲	学员认知混乱
知识断层	前置知识铺垫不足	后续课程学习困难

2.3 指令集选择不一致性问题

在开展理论和实践教学的过程中，计算机组成原理与操作系统课程都需要选择一种具体的指令集作为开展验证性和设计性实验的抓手[8]。然而，当两门课程分别由不同教学团队建设时，往往会因课程侧重点和教师个人偏好等原因选择不同的指令集。计算机组成原理课程更加倾向于展示硬件设计的简洁性，因此多选择 RISC-V 或 MIPS 等精简指令集；而操作系统课程因强调与主流系统的兼容性，则更倾向于选择 x86 指令集[9]。

指令集的不一致将显著加重学员的学习负担，对课程教学效果与知识体系构建形成多重不利影响。学员需同时掌握两套相互独立的指令系统及对应汇编语言，直接加重了学习过程中的认知负荷，分散了学习精力。两门课程依托不同指令集开展实验教学，易造成硬件设计内容与系统软件设计内容相互割裂，难以形成逻辑连贯、前后呼应的知识链条，不利于学员建立完整的计算机系统整体认知。而在开展跨课程综合实践与综合性设计项目时，不同指令集间的架构差异会形成明显技术壁垒，增加知识迁移与综合应用的难度，进而制约综合实践能力培养，降低整体教学成效。

计算机组成原理与操作系统两门课程指令集选择的差异性对比见表 2。

表 2 不同课程指令集选择的差异性对比

	计算机组成原理	操作系统
常用指令集	RISC-V / MIPS	x86
选择理由	指令集简洁，便于展示硬件设计	与Linux/Windows高度兼容
存在问题	与主流操作系统不兼容	指令集复杂，不便于硬件教学
影响	需要学习两套指令集；知识迁移困难；跨课程综合设计受阻	

3 AI 时代对计算机系统能力培养的新要求

3.1 人工智能技术对计算机系统理解的挑战

（1） AI 应用场景下的系统性能需求

人工智能技术的飞速发展与广泛落地，对现代计算机系统提出了前所未有的高性能计算需求[4]。当前深度学习模型的训练与推理任务，普遍依赖海量数据处理与大规模并行计算，直接推动了 GPU、TPU 等专用加速硬件的迭代升级，同时也对传统通用计算机系统架构带来了全新的设计挑战[10]。在相关教学中，学员只有清晰掌握 AI 应用的计算特征，深刻理解上层应用负载与底层硬件架构的协同交互机制，才能具备面向 AI 场景优化计算系统、开展高效设计实践的核心能力。

（2） 硬件加速与软件优化的协同需求

在 AI 时代，硬件加速与软件优化共同构成提升计算系统性能的核心路径[11]。当前传统计算机组成原理相关课程，多采用硬件设计与软件优化分离讲授的模式，易导致学员对二者内在关联认知不足，难以形成一体化设计思维。现代高效计算系统的构建，离不开软硬件协同设计理念，需紧密结合硬件架构特性与上层算法实现方式，从系统全局出发开展联合优化。这一发展趋势对学员的系统级设计能力提出更高要求，也为课程教学改革指明了重要方向[11]。

3．2 系统能力培养目标的重新定位

（1） 从单一知识点掌握到系统性思维培养

AI 时代对计算机专业人才的能力需求已发生显著转变，不再局限于单一知识点的记忆与掌握，更加注重系统性思维与综合设计能力的养成[10]。传统以知识点讲授为主的平面式教学，难以适应新时代对复合型、系统型人才的培养要求[5]。计算机组成原理作为计算机类专业核心基础课程，在教学过程中不仅要扎实传授硬件结构与工作原理等基础知识，更应主动引导学员打破软硬件边界，逐步建立软硬件协同设计的立体思维，为后续专业学习与工程实践奠定坚实的能力基础。

（2） 面向 AI 应用的系统设计能力要求

面向人工智能时代的系统能力培养，更加注重学员面向应用场景的工程化设计能力[10]。在技术快速迭代的背景下，计算机组成原理课程需紧跟行业发展趋势，在保证核心基础理论体系完整严谨的前提下，合理融入 AI 应用相关的系统架构、资源调度与性能优化等内容，增强教学内容的前沿性与实用性。通过理论教学与实践训练相结合，帮助学员建立面向 AI 应用的系统设计思路，提升解决复杂工程问题的综合能力，使其能够更好地适应技术变革与产业发展需求，为后续从事相关研发工作奠定扎实基础[5]。

4 面向系统能力的课程内容重构

4.1 课程内容重构的设计思想

课程内容重构需以明确的设计思想为统领，确保各项改革措施方向一致。本文以“系统贯通、软硬协同、能力递进”为总体设计思想，从课程定位、内容组织和能力培养三个维度展开。

系统贯通是重构方案在课程定位层面的核心思想。计算机组成原理与操作系统是计算机系统知识体系中前后衔接的两个环节。重构方案将两门课程视为一个有机整体进行顶层设计，通过识别知识衔接点、建立内容映射关系、统一实验平台，打破传统课程之间的壁垒，使学员在学习过程中形成从硬件到软件的完整知识链条。这一思想呼应了当前计算机系统能力培养领域“贯通式培养”的改革方向。

软硬协同是重构方案在内容组织层面的核心思想。计算机系统的本质特征是硬件与软件的协同工作。重构方案在计算机组成原理课程中系统性地引入软件视角，在讲授硬件原理的同时，注重揭示硬件设计对上层软件的支撑关系，使学员理解每一硬件机制在系统软件层面的作用和意义。这种从硬件出发、兼顾软件的设计思路，旨在帮助学员建立“硬件为软件提供基础、软件为硬件赋予灵魂”的系统观。

能力递进是重构方案在能力培养层面的核心思想。系统能力的形成并非一蹴而就，而是需要在知识积累与实践训练中逐步养成。重构方案通过设计“基础验证—综合设计—创新探索”三个层次的递进式实验体系，使学员在逐层深入的过程中完成从知识点理解到系统设计能力的跃升。这一思想借鉴了成果导向教育理念中“以终为始”的设计逻辑，即先明确学员应达成的系统能力目标，再反向设计教学内容和实践环节。

上述三维设计思想共同构成了重构方案的总体框架，后续各项具体措施均在这一框架指导下展开。

4．2 衔接点识别与内容映射

（1） 关键知识节点的识别与分析

课程内容重构的首要任务是识别计算机组成原理与操作系统两门课程之间的知识衔接点，并建立系统性的内容映射关系。通过对两门课程知识体系的深入分析，本文梳理出以下关键衔接知识点。

在存储系统领域，计算机组成原理课程涉及的存储层次结构、Cache 工作原理、虚拟存储器等知识点，与操作系统课程的内存管理、页面置换算法、文件系统等知识紧密相关。具体而言，局部性原理是理解两门课程存储系统的共同基础，Cache 的映射方式与进程地址空间管理存在逻辑对应关系，而虚拟存储器机制则是两门课程内容重叠最多的部分。

在处理器领域，计算机组成原理课程的指令执行过程、流水线技术、中断机制等知识点，为操作系统课程的进程上下文切换、CPU 调度、异常处理等内容奠定基础。尤其是中断机制，它是软硬件连接的关键桥梁，在计算机组成原理课程中需要从硬件角度建立完整概念，为操作系统课程中的中断处理学习做好铺垫。

在指令系统领域，两门课程都需要使用指令集进行实验，但不同的指令集选择会影响知识的有效传递。因此，选择统一的指令集并在两门课程中贯穿使用，是实现知识衔接的重要措施[8][9]。

通过上述分析，可以建立表 3 所示的知识节点映射关系，为课程内容重组提供依据。

表 3 计算机组成原理与操作系统知识节点映射表

计算机组成原理知识节点	对应操作系统知识节点	对知识体系的影响
存储层次结构	内存管理	局部性原理贯穿
Cache 地址映射	进程地址空间	地址映射类比
虚拟存储器	页面置换算法	原理扩展
指令执行过程	进程上下文切换	状态保存类比
中断机制	中断处理/系统调用/异常处理	软硬件协同
流水线冒险	线程资源竞争	并发机制类比

在识别衔接点的基础上，需要对计算机组成原理课程内容进行系统性重组，使之与后续操作系统课程形成有机衔接。重组的核心原则是“承上启下”：既要为操作系统课程做好知识铺垫，又不能越俎代庖替代操作系统课程的内容。

具体而言，重组方案包括以下几个层面。首先是内容边界的重新划定：明确计算机组成原理课程应该讲授哪些知识点，这些知识点应该讲授到何种深度，为操作系统课程留出哪些空间。以虚拟存储器为例，计算机组成原理课程应重点讲授虚拟地址到物理地址的转换机制、页表结构、TLB 工作原理等硬件相关知识，而将页面置换算法、内存分配策略等软件管理内容留给操作系统课程。其次是教学顺序的优化调整：将中断机制等内容提前讲授，使之与存储系统、处理器等内容形成逻辑衔接。第三是引入贯通性概念：在计算机组成原理课程中系统性地引入系统视角，让学员从一开始就建立软硬件协同的观念。

基于重组原则，形成图 1 所示的课程内容体系重构图。

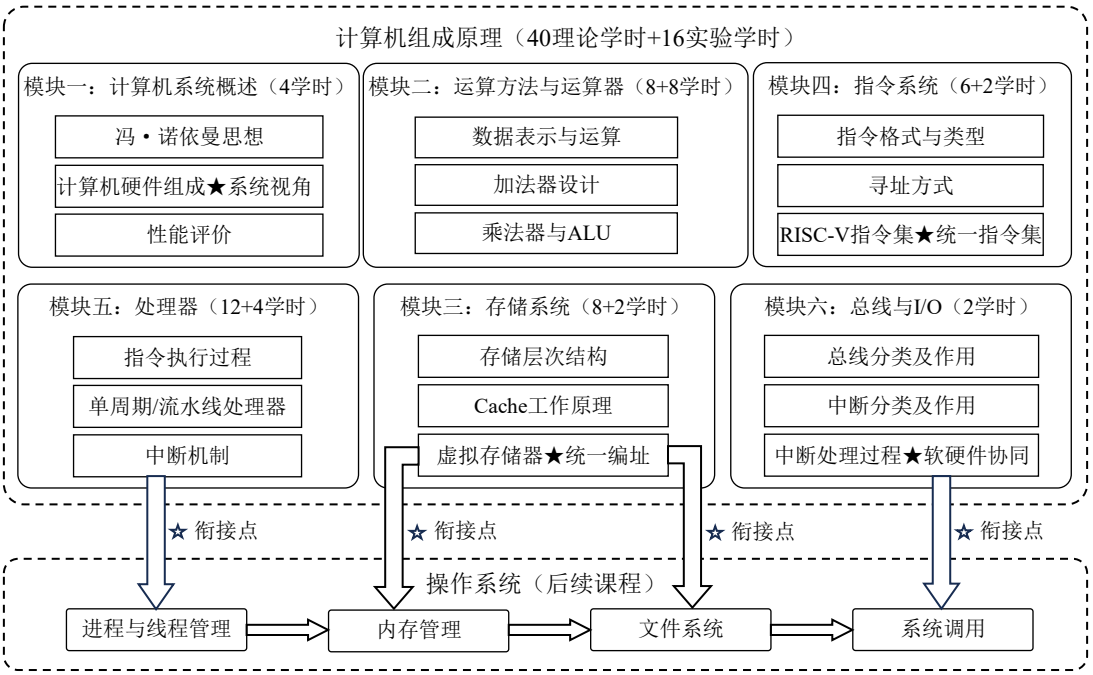


图 1 计算机系统知识体系重构图

4．3 统一指令集架构的选择与应用

（1） RISC-V 指令集的全课程贯通设计

针对指令集选择不一致问题，本文提出采用 RISC-V 指令集实现两门课程贯通的方案[8][9]。RISC-V 指令集具有以下优势：指令集简洁规范，易于学员理解和掌握；同时它是开源指令集，便于教学实验的开展；它采用模块化设计，可以根据教学需要灵活选择指令集规模；此外，RISC-V 指令集已成为国内外高校计算机系统教学的主流选择，积累了丰富的教学资源。

在计算机组成原理课程中，RISC-V 指令集可以贯穿整个教学过程。在指令系统模块，学员学习 RISC-V 指令格式、寻址方式和指令类型；处理器模块，学员基于 RISC-V 指令集设计单周期处理器和流水线处理器；实验环节，学员使用 RISC-V 汇编工具编写程序，过在 RISC-V 处理器上的运行验证硬件设计的正确性。

在后续操作系统课程中，继续使用 RISC-V 指令集可以开展系统调用实验、内核模块设计实验等。这种贯通设计使学员能够在两门课程中使用同一套指令集进行硬件设计和系统软件开发，有效避免了指令集不

一致带来的知识割裂问题。基于 RISC-V 指令集的贯通设计可形成表 4 所示的课程对应表。

表 4 基于 RISC-V 指令集的课程实验对应表

教学模块	计算机组成原理实验	操作系统实验
指令系统	RISC-V 汇编程序设计	系统调用接口实验
处理器	单周期/流水线 CPU 设计	上下文切换实验
存储系统	Cache 控制器设计	页面管理实验
I/O 系统	中断控制器设计	设备驱动实验

（2） 从硬件实现到系统调用的完整链条构建

基于统一的 RISC-V 指令集，还需要构建从硬件实现到系统调用的完整知识链条。这一链条起点是计算机组成原理课程中的指令执行与处理器设计，终点是操作系统课程中的系统调用与内核实现，中间通过中断机制、异常处理等知识点实现过渡。

具体而言，在计算机组成原理课程中，学员学习指令的取指、译码、执行、写回过程，理解处理器如何执行每一条 RISC-V 指令；学习中断的硬件响应过程，理解处理器如何在硬件层面响应中断信号；通过实验实现简化的处理器，掌握硬件设计的基本方法。

在操作系统课程中，学员学习如何利用指令执行机制实现系统调用，理解用户态与内核态的转换过程；学习如何在操作系统层面实现中断处理程序；学习如何利用硬件特性实现进程调度和内存管理等系统功能。

这种完整链条的设计使学员能够理解从硬件到软件、从底层到上层的完整系统架构，形成系统性思维能力。完整知识链条可描述如图 2 所示。

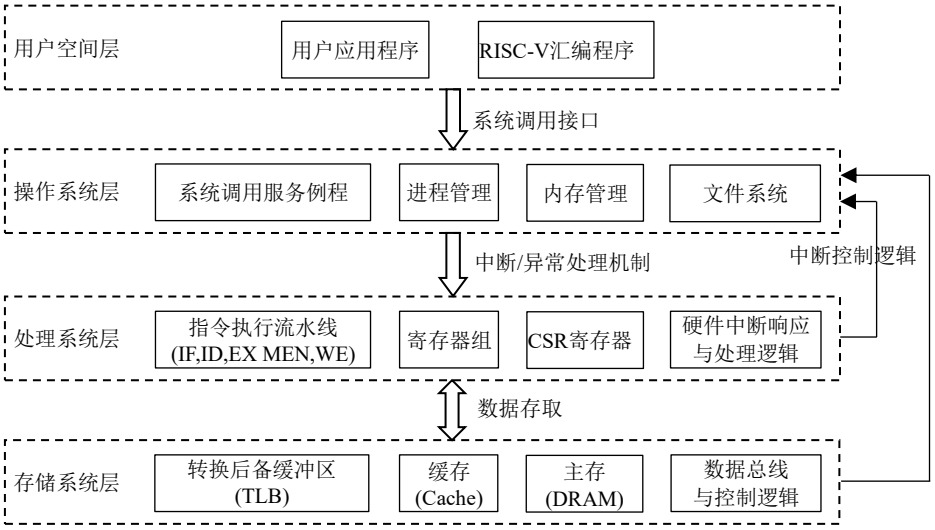


图 2 从硬件到软件的完整系统知识链条

4．4 AI 时代特色内容的融入

（1） 并行计算与加速器架构的引入

在 AI 时代背景下，计算机组成原理课程需要适当融入与 AI 相关的系统知识。然而，考虑到课程学时有限（40 理论+16 实验），不能因为新增内容而影响原有知识体系的完整性。因此，本文建议采用“嵌入而非替代”的融入策略，即在不破坏原有知识体系的前提下，在适当模块嵌入 AI 相关知识点。

在处理器模块，可以在流水线技术之后嵌入并行计算与 GPU 架构的基础知识。具体而言，介绍并行计算的基本概念，解释 SIMD（单指令多数据）架构的特点，说明 GPU 作为并行计算加速器的工作原理，分析 AI 应用中深度学习推理的并行计算特征。这些内容可以作为选讲或自学内容，引导学有余力的学员进行深入学习。

在存储系统模块，可以在 Cache 原理之后嵌入 AI 计算模式与存储层次优化的关系。介绍 AI 推理中的数据局部性特征，解释如何根据 AI 应用特点优化 Cache 策略，讨论存储层次结构对 AI 计算性能的影响。这些内容可以帮助学员理解存储系统设计中的应用导向思维。

（2） 存储层次优化与 AI 计算模式的结合

在存储层次优化方面，需要引导学员理解 AI 计算模式对存储系统的新要求。传统计算机组成原理课程讲授存储层次结构的目的是帮助学员理解局部性原理和 Cache 工作机制，这些基础概念在任何应用中都是通用的。但在 AI 场景下，数据访问模式呈现出新的特征：大规模矩阵运算要求高带宽的内存访问，模型参数需要高效的缓存策略，推理过程中的中间结果需要快速存取等。

针对这些特点，在教学中可以引入以下内容：分析典型 AI 模型的内存访问模式，讨论如何根据 AI 应用特点优化存储层次配置，介绍当前 AI 加速器（如 NPU）的存储系统设计特点。这些内容以概念介绍和案例分析为主，不涉及复杂的工程实现，适合作为扩展知识引导学员思考。

需要强调的是，由于学时限制，这些 AI 相关内容的融入必须遵循“适度”原则。课程的核心仍然是计算机组成原理的基础知识，AI 内容只能作为点缀，帮助学员建立 AI 时代系统能力培养的意识，而不能喧宾夺主影响核心内容的教学。

4．5 实验体系的重构与实施

（1） 递进式实验项目的设计

计算机组成原理课程的 16 实验学时需要精心设计，确保实验内容与理论教学形成有效配合[12]。根据课程教学计划，实验内容涵盖运算器设计（8 学时）、存储器读写控制（2 学时）、汇编程序设计（2 学时）、处理器设计（4 学时）等模块。在课程内容重构的背景下，这些实验需要体现知识的递进性和系统性。

递进式实验设计的核心思想是：从基础验证实验到综合设计实验，形成由浅入深的实验体系。具体而言，基础实验（如运算器功能验证、存储器读写控制）帮助学员理解基本工作原理；进阶实验（如简单处理器设计）培养学员的综合设计能力；拓展实验（如流水线处理器优化）引导学员进行创新探索[13]。

在实验项目中，还需要体现与操作系统的衔接。例如，在处理器设计实验中，可以设计操作系统上下文切换的硬件支持实验，帮助学员理解硬件设计如何为操作系统提供支撑；在存储系统实验中，可以设计 TLB 缺失处理实验，为后续操作系统课程中的页表管理学习做好铺垫。

递进式实验项目设计见表 5。

表 5 递进式实验项目设计表

实验层次	实验项目	对应知识模块	与操作系统衔接点
基础层	加法器/乘法器设计	运算器	—
基础层	存储器读写控制	存储系统	—
基础层	RISC-V 汇编程序	指令系统	系统调用基础
进阶层	单周期处理器设计	处理器	上下文切换硬件支持
进阶层	流水线处理器设计	处理器	中断响应硬件
进阶层	Cache 控制器设计	存储系统	内存管理基础
拓展层	乱序执行处理器	高级处理器	线程同步基础
拓展层	多核处理器基础	并行处理	并发编程基础

（2） 跨课程综合实验的组织实施

跨课程综合实验是检验课程衔接效果的重要手段。这类实验需要计算机组成原理与操作系统两门课程协同设计，让学员在综合实验中体会软硬件协同设计的思想。

跨课程综合实验的设计原则是：实验任务跨越两门课程的知识范围，需要综合运用两门课程的知识和技能才能完成；实验内容体现系统设计的整体性，让学员理解硬件设计与软件实现的相互依赖关系；实验难度适中，在现有学时条件下能够完成[14]。

具体实验项目可以包括：基于 RISC-V 处理器的简单操作系统内核设计实验，要求学员实现处理器与操作系统的协同设计；基于简易内核的应用程序调试实验，让学员理解系统调用与硬件特性的关系；存储管理系统设计实验，让学员从硬件和软件两个层面理解存储管理机制。

实验的组织实施需要两门课程教学团队的协同配合。建议建立跨课程教研组织，定期研讨实验教学内容，共同制定实验考核标准，确保两门课程的实验形成有机整体[15]。

5 实施情况与教学成效

5．1 实施情况

本文提出的课程内容重构方案于 2025 年秋季学期在大三的一个计算机组成原理教学班开展局部试点实施，班级执行 40 理论学时+16 实验学时的统一教学计划。为保障全年级平行班次教学内容、实验平台与考核标准的一致性，本次试点仍沿用原 MIPS 指令集体系，暂未落地 RISC-V 指令集的贯通。

本轮试点已落地实施的改革内容包括三项：一是完成课程衔接点识别与内容映射，基于梳理的计组与操作系统知识节点对应关系，重新划定知识点讲授边界与深度，调整中断机制、存储层次等高关联内容的授课逻辑，在硬件原理讲解中适度铺垫操作系统的应用视角；二是融入部分 AI 时代特色内容，以课堂选讲、课后拓展阅读的形式，嵌入并行计算、AI 加速器等相关知识点；三是启用递进式实验项目体系，按基础层、进阶层、拓展层三级结构重构实验教学内容。整套方案的完整落地仍需后续依托教学平台升级逐步推进。

从实际执行效果看，实验教学呈现清晰的分层完成特征：基础层实验全体学员均可顺利完成；流水线处理器等进阶层核心实验，大部分学员能够独立完成设计与验证；部分学有余力的学员自主尝试 Cache 控制器设计等拓展实验，但受课内学时与综合能力限制，未能完成完整功能验证；更高阶的拓展内容仅作为兴趣引导，未纳入硬性考核。为检验改革对课程衔接的

实际作用，课题组在 2026 年春季该班级修读操作系统课程期间，通过对接授课教员、调研学员学习反馈等方式，对知识迁移效果开展了持续跟踪检验。

5．2 教学成效

从试点运行与后续课程跟踪结果来看，本次局部改革在缓解课程知识割裂、强化学员系统认知方面取得了初步成效。操作系统课程的跟踪反馈显示，试点班学员对中断机制、虚拟地址映射、存储层次等前置知识点的熟悉程度明显优于往届同层次班级，能够更快建立硬件底层逻辑与操作系统软件机制的关联，课堂理解效率有所提升。多数学员反馈，计组课程的衔接设计有效降低了操作系统的入门学习难度，缓解了以往两门课程知识脱节的问题。但受限于指令集未能与操作系统课程统一，学员仍需适配不同指令体系，指令层面的知识迁移壁垒尚未根本消除，课程衔接的深化效果存在上限。

实验能力与认知拓展维度，递进式实验体系有效降低了硬件设计的上手门槛，学员从模块验证到系统设计的能力提升路径更加清晰，核心进阶层实验的整体完成情况好于往届同难度实验，学员逐步建立起从单元模块到完整处理器的系统设计思维。尽管高阶拓展实验未能在课内落地，但学员在自主尝试过程中已开始主动关联存储系统理论与操作系统内存管理知识，软硬件协同的系统思维得到初步引导。AI 特色内容的轻量化融入未冲击核心基础知识教学，课程核心内容的掌握质量与往届基本持平，同时帮助学员建立起 AI 应用与底层硬件紧密关联的认知，拓宽了系统设计视野。整体来看，本次试点验证了部分改革措施的可行性，但整套方案的完整成效仍有待后续全范围落地后进一步检验。

6 结束语

本文针对计算机组成原理与操作系统课程衔接中存在的问题，提出了面向系统能力培养的课程内容重构方案。通过识别两门课程之间的知识衔接点，建立内容映射关系，明确了课程内容的边界和深度；通过采用统一的 RISC-V 指令集，实现了全课程贯通的实验体系；通过嵌入 AI 时代相关知识点，使课程内容与时俱进；通过递进式实验项目设计，提升学员的系统能力培养效果。

本文提出的重构方案具有一定的普适性，可为同类高校的课程改革提供参考。然而，由于各高校教学条件和学生水平的差异，具体实施时需要因地制宜地进行调整。未来研究将重点关注三个方面：一是持续优化课程内容，追踪技术发展动态，及时更新 AI 相关知识点；二是在计算机组成原理和操作系统课程中推动 RISC-V 实验平台使用，实现指令集的贯通；三是完善评价体系，建立跨课程知识掌握程度的量化评估方法，为课程改革效果提供数据支撑。

参 考 文 献

[1] 陈峰，黄俊．计算机组成原理课程教学改革探索[J]．安徽工业大学学报(社会科学版)，2024，41(04)：51-52.

[2] 张策，吕为工，李剑雄．面向系统能力培养的计算机组成原理课程教学内容改革[J]．软件导刊，2023，22(07)：164-168.

[3] 肖宁，罗翠线，周志刚，等．OBE 教育理念下的计算机组成原理教学研究[J]．计算机技术与教育学报，2024，12(03)：129-134.

[4] 柯海萍．大模型背景下《计算机组成原理》课程教学改革研究[J]．计算机技术与教育学报，2025，13(05)：133-137.

[5] 李旎，刘德峰，周立波．工程教育转型背景下的计算机组成原理教学改革与实践[J]．电脑知识与技术，2025，21(29)：141-144.

[6] 陈文宇，余盛季．轻量级进阶式计算机系统能力培养探索与实践[J]．计算机技术与教育学报，2025，13(05)：77-81.

[7] 刘芹，涂国庆，吴黎兵．融合系统安全能力培养的计算机组成原理教学改革探索[J]．计算机教育，2024，(05)：144-147+153.

[8] 陈涵，罗健欣，张文宇，等．基于自主指令集 CPU 设计的“计算机组成原理”课程实验[J]．计算机技术与教育学报，2025，13(05):1-7.

[9] 于斌，闵玉新，张自豪，等．基于 RISC-V 指令扩展的双线性对协处理器设计[J]．电子与信息学报，2025，47(09)：3137-3145.

[10] 杨宗凯，王俊，吴砥，等．ChatGPT/生成式人工智能对教育的影响探析及应对策略[J]．华东师范大学学报(教育科学版)，2023，41(07)：26-35.

[11] 徐悦，黄子文，宋雨轩，等．从 AI 大模型看高校计算机教育面临的机遇与挑战[J]．计算机技术与教育学报，2024，12(03)：99-106.

[12] 万寒，高小鹏．面向系统能力培养的计算机组成实践教学体系建设[J]．计算机教育，2025，(05)：15-18.

[13] 杨宇宽．面向 MIPS 汇编指令的智慧在线仿真实验系统设计[D]．华中科技大学，2022.

[14] 梅灿．计算机类本科课程学生评教指标体系研究[D]．湖北师范大学，2025.

[15] 梁晶，吴银琴，陈锟．面向解决复杂工程问题能力培养的嵌入式系统教学改革探索[J]．计算机教育，2024，(09)：146-149.