

计算机系统能力贯通培养的思政体系探索^{*}

陈秋莲 孙翠敏 陈燕 姚怡 孙宇

广西大学计算机与电子信息学院, 南宁 530004

摘 要 计算机系统作为驾驭复杂技术的核心力量, 其社会影响力在数字时代在急剧扩大。然而当前计算机系统系列课程的思政教育尚处于各自为政的状态, 难以形成协同育人的合力。本文突破单一课程思政建设的局限, 构建计算机能力贯通培养的四阶段思政体系: 按照“奠基-贯通-权衡-升华”四个阶段统筹计算机系统系列课程思政教学。以贯通的系统观为指引, 关联起计算机系统系列课程的知识传授、能力培养与价值塑造, 探索将思政教育融入系统能力培养课堂教学和实践训练的实施途径。

关键字 计算机系统, 贯通培养, 思政体系, 价值塑造

Exploration of Ideological and Political Education System for Integrated Training of Computer System Competence

Chen Qiulian Sun Cuimin Chen Yan Yao Yi Sun Yu

School of Computer, Electronics and Information
Guangxi University
Nanning 530004, China;

Abstract— As the core force driving complex technology, the social influence of computer systems has been rapidly expanding in the digital era. However, ideological and political education in current computer system courses remains fragmented, making it difficult to form a collaborative educational force. This study transcends the limitations of ideological and political construction in single courses and constructs a four-phase spiral progression framework for computer competency cultivation: "Foundation-Integration-Balancing-Sublimation." Guided by a holistic systems perspective methodology, the framework integrates knowledge transmission, skill development, and value formation across computer system courses. It explores practical pathways to incorporate ideological education into both classroom instruction and hands-on training for systematic competency development.

Keywords— Computer system, integrated training, ideological and political system, value shaping

1 引 言

计算机系统能力是指自觉运用系统观, 理解计算机系统, 软硬件协同工作, 解决复杂工程问题的能力^[1]。系统能力主要包括: 基本软件使用、软件系统、硬件系统、软件硬件系统性能等能力点^[2]。数字时代人工智能(AI)、大模型等技术的突破性发展, 带来高度的复杂性、不确定性和伦理敏感性挑战。在此背景下, 计算机系统因其蕴藏着驾驭复杂系统的技术权威, 社会影响力被急剧放大。系统能力已不仅是技术维度的软硬协同与全栈贯通, 更是兼具技术价值与社会意义的育人核心素养^[3]。计算机系统能力培养需突破单一技术维度, 将家国情怀、工程伦理与科技自立自强理念融入计算机系统人才培养全过程^[4]。在计算机系统系列课程中有机融入思政育人元素, 实现知识传授、

能力培养与价值塑造的深度融合, 已成为强化系统能力培养的一项重要课题^[5-7]。

支撑学生计算机系统能力形成的系列课程主要涵盖数字逻辑、计算机组成原理、操作系统、编译原理、计算机系统结构等核心课程, 各课程之间逻辑关联紧密、层层递进, 共同构成了计算机专业人才培养的技术核心体系。国际一流大学的计算机专业教学高度重视系统能力的培养^[8]。国内, 清华大学积极推进了计算机系统系列课程贯通式改革, 贯彻统一的系统能力培养教学理念^[1]。深圳大学提出“课程重构—项目贯通—能力进阶”, 整合跨领域知识^[9]。重庆邮电大学将计算机组成原理、操作系统和计算机网络整合在一起, 建立计算机系统课程群^[10]。南京大学专门开设计算机系统基础课程, 强调软硬件关联与协同^[11]。中国科学院大学推动“一生一芯”计划, 带领学生走从硬件到软件的完整路径^[12]。

各高校建立一体化的计算机系统系列课程体系, 明确各课程的教学内容、定位和课程思政教学设计

^{*} 基金资助: 教育部产学研合作协同育人项目(250201701240149); 广西大学课程思政教研室项目(2025KCSZJYS04); 广西高等教育本科教学改革工程项目(2025JGA102))。

[13-15]。但课程思政仍处于各自为政的状态，课程间的思政协同不足，未能构建起层次清晰的协同系统。本文突破单一课程思政建设的局限，聚焦数字时代计算机系统能力培养的顶层设计，探讨构建四阶段思政育人体系：按照“奠基-贯通-权衡-升华”四个阶段统筹计算机系统系列课程思政教学。依据计算机系统系列课程的内在关联，将价值塑造深度融入知识传授和能力培养中，探索将思政教育融入系统能力培养课堂教学和实践训练的实施途径，为各课程的思政育人路径探索提供思路和灵感，并为高校计算机类专业思政育人改革提供可借鉴的实践范式。

2 计算机系统系列课程的内在关联

计算机系统系列课程依据学生的认知发展规律有序设置：程序设计基础→数字逻辑→计算机组成原理→编译原理/操作系统→计算机系统结构^[4]。最先开设的课程是程序设计基础，帮助学生建立起对计算机系统的基本认知。然后是数字逻辑与计算机组成原理，帮助学生建立起完整的硬件知识体系。在此基础上，才能理解编译原理中源程序的编译过程与操作系统对系统资源的管理机制；最终通过计算机系统结构，实现对计算机系统性能的分析、评价和优化。

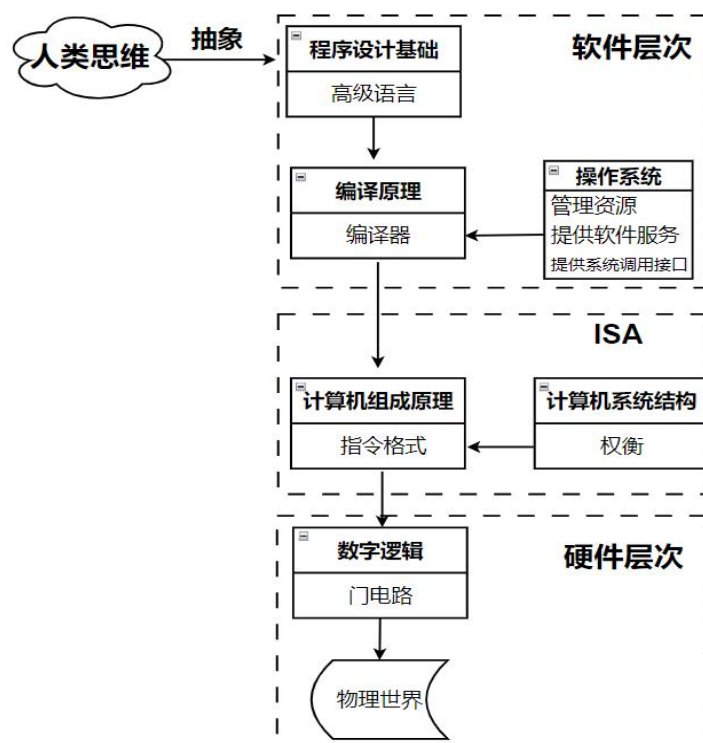


图 1 计算机系统系列课程的关联

如图 1 所示，典型的计算机系统由软件层次、ISA 和硬件层次构成。程序设计基础、编译原理和操作系统可以归到软件层次，承担着从人类思维到源程序，指令翻译，资源管理与运行环境支撑等功能。计算机系统结构和计算机组成原理可以归为 ISA 层，作为软硬件之间的核心纽带与抽象契约，起到承上启下的作用。数字逻辑属于硬件层次，负责实现最基本的电路功能。软件层次和硬件层次通过 ISA 有效关联与协同工作——ISA 作为软硬件之间的接口与契约，向上为上层软件提供统一的抽象视图，向下屏蔽具体的硬件实现细节，确保整个计算机系统的兼容性与可演进性。这些课程环环相扣，协同完成从人类思维抽象到底层物理实现的完整过程。

纵向自底向上看是计算机系统的构造链：门电路→功能部件→完整机器→系统软件→应用服务。下层

是上层的基石，每一层都得到下面各层的支持。横向来看是协同设计，操作系统和编译原理“软软协同”完成源程序到进程的转变；计算机系统结构和计算机组成原理是“硬硬协同”，定义硬件边界，规范硬件与软件协同的 ISA 契约。融会贯通，从全局视角理解课程之间的关联，依据计算机系统的层次结构，把握各层面的实现机制，并全面考量与其他层次的相互关联，形成计算机系统思维。

(1) 数字逻辑

定义数字世界的物理基石。利用晶体管（物理世界）构成门电路（与门、或门、非门、与非门等），门电路通过组合逻辑和时序逻辑构造加法器、计数器，触发器、寄存器等基本部件。

(2) 计算机组成原理

定义计算机的结构骨架。用门电路及其构成的基础部件搭建出运算器、存储器、CPU、IO 设备等功能部件，并通过总线将各个部件连接起来，形成计算机硬件系统。确定计算机能够理解的指令集架构（ISA），作为硬件与软件之间协同的契约，操作系统和编译器均基于 ISA 架构运行。

（3） 计算机系统结构

确定硬件和软件的交界面。研究计算机的逻辑结构和功能特征，设计和评估计算机系统。根据不同应用场景的性能要求在功耗、成本、性能等多目标之间权衡，制定指令集架构（ISA）规则。计算机系统结构需要有底层逻辑（数字逻辑）、功能部件（组成原理）的基础，并理解软件需求（编译原理、操作系统），及软硬件之间的相互影响。其具体逻辑实现由计算机组成原理完成，同时也要求编译器和操作系统做出相应改变和支持。

（4） 编译原理

确定编译器，是高级语言到机器语言的翻译官与优化器。将高级语言程序，翻译成遵循 ISA 规则的机器指令序列，并通过优化（如循环展开、向量化、内联等），挖掘硬件潜力，将计算机系统的瓶颈反馈给架构体系，驱动 ISA 演进。

（5） 操作系统

是资源管理者与服务提供者。直接操作和控制计算机资源（如处理器、内存、外设，以及各种应用程序），方便用户使用计算机。提供系统调用接口，为编译器、汇编器、链接器、加载器的运行提供支持。为程序提供运行环境：分配 CPU、内存，创建进程控制块和虚拟地址空间，让程序跑起来。编译器生成的可执行文件，必须符合操作系统规定的格式，才能加载和运行。

（6） 程序设计基础

作为连接人类思维与计算机世界的桥梁。将人们用自然语言表达的想法经过分析和抽象，依照高级编程语言（如 C、Python）的语法规则，转化为源程序代码。随后通过编译器编译、翻译成中间语言（如汇编语言）程序，再经汇编器翻译成机器级指令序列并由操作系统加载执行，实现程序设计的初衷，帮助人类解决问题。

3 思政体系及内容设计

3.1 四阶段思政体系

如图 2 所示，以贯通的系统观为指引，按照“奠基-贯通-权衡-升华”四个阶段展开思政育人，将数字逻辑、计算机组成原理、操作系统、编译原理、计算机系统结构课程，以及后期的计算机系统工程训练、毕业设计等的价值引领点进行贯通式融合，形成完整体系。将各课程思政内容有机地衔接，逐渐深入，从专业基础的工匠精神开始，到软硬协同的系统思维，再到科技报国的使命感，最终升华为造福人类的责任担当。

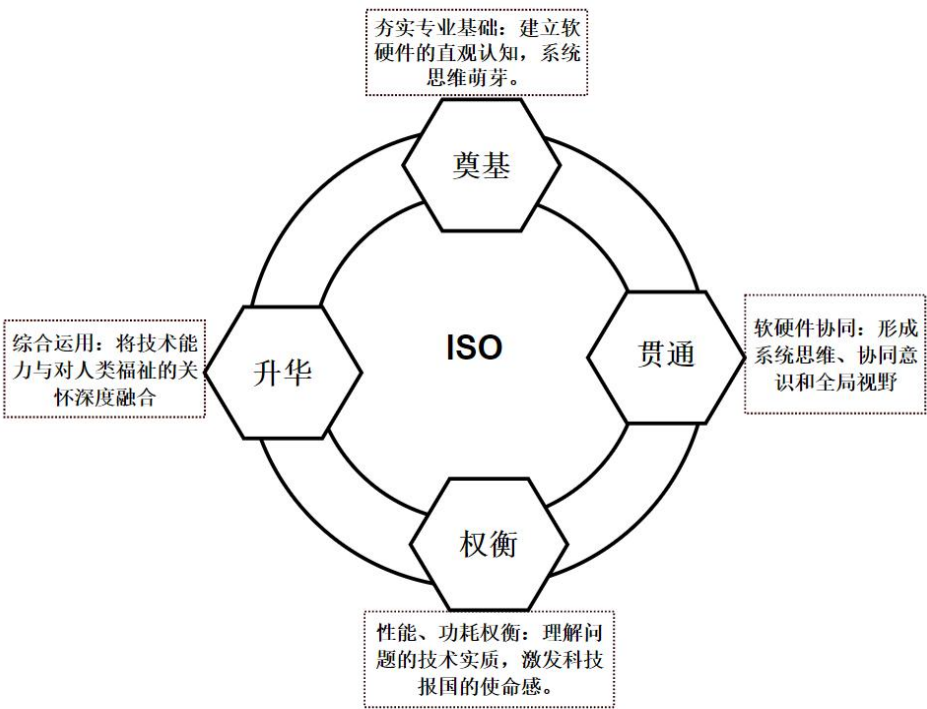


图 2 四阶段思政育人体系

以系统设计能力为统一视图，逐步递进设计实现简单但完整的计算机系统：从基础逻辑开始，到设计指令集、实现 CPU、编写编译器、开发小型操作系统，并在系统上运行自己编写的应用程序。以 ISA 作为贯穿计算机系统能力体系的契约，各课程的有独立的目标和实验内容，完成后抽象成模块，隐藏具体的实现过程，提供接口给后继课程调用。最后通过计算机系统工程训练项目最终集成一个完整的计算机系统。

3.2 各阶段思政内容

(1) 奠基阶段（求真务实，工匠精神）

主要针对低年级的课程：程序设计基础、数字逻辑和计算机组成原理，破除计算机的神秘感。由数据表示、高级语言与低级语言之间的联系、指令集和数据通路等，建立软件生于硬件的直观认知，培养硬件思维。通过简单的高级语言代码（如： $a = b + c$ ），引导学生思考：加法运算，在物理世界如何实现？引出晶体管、门电路等基础逻辑，计算机各个组成部件的结构和工作原理。分析 X86、ARM、RISC-V 及国产龙芯/LoongArch、申威/SW64 指令集架构（ISA）。认识到 ISA 是计算机系统的核心，是 CPU 芯片自主可控的关键。帮助学生建立科学思维，找到问题的关键因素进行重点突破。

数字逻辑和计算机组成原理课程实验采用 Dream Logic 图形化仿真工具，让学生用门电路搭建加法器、锁存器等基本部件，再用基本部件构造运算器、存储器、控制器等功能部件，最终拼出一个简单的 CPU（MIPS 或 RISC-V 的子集），并定义清晰的 ISA。让学生看到时钟信号如何驱动数据流动，观察数据通路。比较用不同方案（如串行进位加法器 vs 先行进位加法器）实现同一功能时的成本差异，思考：性能优化是否以牺牲能耗为代价？初识系统设计中的权衡和价值判断。在连线中，微小门电路的错误也可能导致全局失败，培养求真务实、追求严谨的工匠精神，实现系统思维的萌芽。

(2) 贯通阶段（系统思维，协同意识）

主要针对中年级的课程：操作系统和编译原理，实现软硬件协同。操作系统的处理器管理、存储管理、文件管理、通信和死锁等均与计算机硬件资源关联。编译原理将高级语言，通过词法分析、语法分析、语义分析，转换为底层硬件（CPU）能够直接执行的机器指令序列，而指令格式和设计正是 ISA 所定义。

设立超级项目，要求学生基于自定义的 ISA 或主流架构，实现一个可在自行设计的处理器上运行的完整软件栈，并运用权衡原则阐述其实施方案。编译原理课程所编写的编译器，将 C 语言子集编译到指定的

CPU 指令集；操作系统课程为该 CPU 编写微内核，实现进程管理、内存管理和系统调用。当程序在自制 CPU 上运行出错时，能够穿越整个软件栈进行调试，理解计算机系统各层级之间的复杂依赖关系，进而理解 ISA 是软件优化的关键。ISA 决定编译器所能生成的最优指令序列，限制操作系统内核进行进程切换、内存管理、中断处理等核心操作的成本。融入大国竞争（如中美贸易战）、操作系统生态、芯片研发等热点问题，培养学生的系统思维、协同意识，确立技术背后的全局视野。

(3) 权衡阶段（家国情怀，战略视野）

主要针对中年级的课程：计算机系统结构等。从识别计算机系统瓶颈，到通过软硬件协同优化，在性能、功耗、成本与安全等多重目标间取得平衡，从而满足特定应用场景的核心需求。系统结构以 ISA 为根本约束规范，进行多目标权衡和取舍，确定具体的微构架。权衡阶段超越具体实现（奠基）和局部协同（贯通），站在系统架构师高度进行全局价值判断与资源分配。

通过问题引导，培养架构的全局平衡思维和评估能力。如引入问题（1）：增加缓存容量，性能提升多大？同时需要付出多大的代价（面积、功耗）？问题（2）：提高分支预测的准确率，带来性能收益的同时付出多大代价？值得去做吗？引导学生思考性能与代价的权衡。将技术决策与成本、功耗联系起来，针对特定场景进行权衡。分析背后的 ISA 原因，理解“卡脖子”问题的技术实质。理解龙芯从 MIPS 授权到自主 LoongArch 的艰辛探索，不仅为技术突破，更是为国家构建安全可控的计算基座。从而在更高的战略视野层面上，认识到技术的社会影响和责任，激发学生的家国情怀和科技报国的使命感。

(4) 升华阶段（知行合一，生态培育）

主要针对高年级的课程：计算机系统工程训练和毕业设计。工程训练课程以“一生一芯”项目为载体，引导学生贯通本科阶段计算机系统系列课程的知识。围绕指令集架构，将前序能力应用于处理器芯片设计，最终在实践中理解并融入由软硬件、开发者、用户和标准共同构成的有机系统。理解龙芯推广 LoongArch 生态、华为构建“鸿蒙+欧拉”生态，不仅是商业行为，也是保障国家安全的战略行动。思考项目成果若将来形成生态，可能带来的积极社会影响与潜在风险。

毕业设计通过来源于真实世界的项目制训练，综合应用所学知识解决实际问题。通过跟企业或行业专家合作，培养学生的工程意识和协作精神。引导学生思考技术发展潜在的科技伦理风险，理解技术应用所承载的社会责任，有意识地防范技术被滥用。最终将

技术能力与对人类福祉的关怀深度融合，形成科技向善的价值观。

升华阶段将思政教育从个人品德，提升到塑造未来数字世界的规则和伦理高度，让学生主动思考自身工作在社会生态系统中的责任和影响。“奠基-贯通-权衡-升华”四阶段思政育人体系，每个阶段都从知识探索开始，通过体验和验证计算机系统软硬件的协同，提升计算机系统能力，再过渡到素质培养，最后升华到价值引领。

4 思政体系实施的关键措施

4.1 组织协同机制

组建了由6名核心课程教师构成的“计算机系统课程思政教研室”。通过课程群，有序组织计算机系统系列课程的教学和实践，实现对系统能力系列课程的协同思政和教学质量监控。确立了“课程群负责人—课程负责人—任课教师”三级联动机制：课程群负责人统筹整体思政布局；各门课程负责人负责修订教学大纲，并在学期末提交教学质量分析报告；任课教师则依据教学大纲，在课程教学中融入思政，实现知识传授、能力培养与价值塑造。

通过课程群组织教师定期围绕某个思政主题如何在多门课中递进呈现进行研讨。建立思政案例库，各课程教师跨课引用同一案例，进行不同侧面的思政融入。每学期组织课程思政示范课堂观摩教学，并通过课程群和互联网教学平台，实现教师间的互动和交流。

4.2 过程性多元考核

借助学习通、雨课堂等实时记录学生课堂发言频次、课堂讨论、课堂练习积分、到课次数、分组汇报及在线学习情况等数据，教师结合人工评价（如观点深度、批判性思维）课后作业形成综合反馈。根据这些有迹可循的过程数据，在公平、透明的评价框架中，内嵌价值塑造。在系统能力培养全周期中部署多个多元考核节点，将课程阶段的产出嵌入学习档案中。每个考核节点的产出和评价通过教学平台及时反馈给学生、任课教师和课程负责人，以调整学习计划或攻关策略。

4.3 持续改进机制

通过学期末的匿名问卷，量化测评学生在“工匠精神”、“系统思维”、“家国情怀”、“知行合一”等思政维度的价值目标，并与知识目标、能力目标一起，由课程负责人写入《教学质量分析报告》。结合三个目标的量化数据，分析教学过程中存在的具体问题，提出下一轮教学的持续改进措施。目前，该制度已运行五年，覆盖课程群全部8门课程。课程群负责人根据

教学质量分析报告，在新学期初召开教学质量分析及改进研讨会，明确下一轮在教学内容、实验设计或考核方式上的具体调整 and 责任人。

5 育人成效

四阶段思政育人体系自2021年开始起在计算机科学与技术专业逐步实施。从学生上课的积极性、课堂讨论、分组汇报、课堂互动和平时交流的情况来看，采用四阶段思政体系，学生的知识、能力、素质都得到提升。学生普遍反映，四阶段思政育人体系使计算机系统全栈能力的学习变得生动有趣，有效消除了学习过程中的枯燥感与畏惧心理，激发了学生学习和探索未知领域的积极性。四阶段思政体系也为计算机系统系列课程的任课教师提供了系统的思政教学理念、方法和路径。

教师在思政体系的指引下，积极投身于教学改革和思政研究。获得教育部、广西高等教育本科教学改革工程项目、智慧课程、思政教研室等立项，相关研究成果获得课程思政教学优秀案例、省级一流课程、教学成果奖、示范课堂等荣誉。学生积极参加各类学科竞赛，多次获得计算机设计大赛、蓝桥杯、天梯赛等国家级和省级奖励。部分学生具备较强的科研能力，获得多项发明专利，发表多篇SCI、EI和核心期刊论文。2023-2025年，计算机系统课程思政教研室教师和计算机专业本科学生具体的思政育人成果统计数据如表1所示。从表1展示的数据来看，课程群思政育人体系的实施取得了较好的教学实践效果。

表1 课程群思政育人成果统计表

成果类型	具体内容	数量/单位
课程思政案例库	覆盖8门课程	24个
教师思政教学论文/获奖	国家级思政教学优秀案例、省级一流课程、校级教学成果奖和示范课堂	10篇/项
课程思政示范课/建设项目	国家级/省级/校级立项改革工程项目、智慧课程、思政教研室	8门
学生竞赛	计算机设计大赛、蓝桥杯、天梯赛等国家级和省级奖励	63项（其中国家级以上49项）
学生论文	发明专利、SCI、EI和核心期刊论文	6项/篇

6 结束语

本文构建与数字时代计算机系统能力培养相适配的四阶段思政育人体系，通过顶层设计将计算机系统系列课程的价值塑造有机衔接。以问题驱动，引导学生建立全局的系统观和正确的价值观，实现知识传授、能力培养和价值塑造三位一体的深度融合，有效提升

计算机系统人才培养的质量。下一步我们将继续在 IT 类专业实施思政育人体系, 根据教学发展的实际不断改进, 为培养思想过硬、专业能力强的专业人才做出贡献。

参 考 文 献

- [1] 郑纬民. 计算机专业大学生的系统能力培养[J]. 中国大学教学, 2021, (5): 19-23.
- [2] 蒋宗礼. 计算机类专业人才专业能力构成与培养[J]. 中国大学教学, 2011, (10): 11-14.
- [3] 教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会. 计算机类专业教学质量国家标准 (2023 版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2023.
- [4] 教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会智能时代计算机专业系统能力培养研究组. 智能时代计算机专业系统能力培养纲要[M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- [5] 桂小林, 吴福英, 易玉根, 等. 课程思政背景下的混合式教学模式实践——以Linux基础课程为例[J]. 计算机教育, 2021, (09): 1-5.
- [6] 毛艳艳, 李晋江, 范辉. 面向新工科的计算机类专业系统能力培养研究与实践 [J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(04): 37-42.
- [7] 边金鸾, 蔡朝晖, 贺莲, 等. 融合 “知识 + 能力 + 素养 + 信念” 的课程思政教育模式探究——以计算机组成与设计课程为例 [J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(04): 105-109.
- [8] Noam Nisan, Shimon Schocken. The Elements of Computing Systems-Build a Modern Computer from first Principles(second edition)[M]. Cambridge: MIT press Ltd, 2021.
- [9] 刘刚, 罗秋明, 何文锋. 面向系统能力培养的计算机系统类课程改革[J]. 计算机教育, 2025, (06): 163-167.
- [10] 黄颖, 黄海辉, 马竹琳, 等. 软件工程专业计算机系统课程群建设[J]. 计算机教育, 2025, (03): 281-285.
- [11] 袁春风, 余子濠, 陈璐. 计算机系统[M]. 北京: 高等教育出版社, 2025.
- [12] 徐艳茹, 刘继安. 胜任力视角下关键核心技术人才培养——OOICCI模式的作用机理研究[J]. 高等工程教育研究, 2023, (03): 67-73.
- [13] 冯灵清, 刘宇晶. 基于系统能力培养的计算机专业课程思政建设探索——以“计算机组成原理”课程为例[J]. 工业和信息化教育, 2025, (01): 27-31+36.
- [14] 夏文, 仇洁婷, 陈俊杰, 等. 基于“自主可控”导向的操作系统课程思政教学设计[J]. 计算机教育, 2025, (06): 51-54+60.
- [15] 邓倩妮, 林新华, 孔令和. 智能时代下计算机系统结构课程的重构与教学设计[J]. 高教学刊, 2024, 10(35): 42-45.