融合人工智能的高校计算机专业课程体系化改革*

王哲** 梁新宇 张桂芬 葛丽娜

广西民族大学人工智能学院，南宁 530006

摘 要 人工智能(Artificial Intelligence, AI)的快速发展对各专业教学带来了革命性冲击，通过专业课程体系化改革实现与AI的融合是当前高校面临的迫切需要。本文以计算机科学与技术专业为例，提出面向AI的融合性课程体系与教学内容改革，旨在不改变专业属性前提下实现对AI的融合；同时强化教学内容的连贯性，构建了以云、边、端为结构的课程体系改革和内容建设方法，延长面向AI的专业生命周期以促进人才培养的终生学习目标达成。通过实施，专业培养的学生在研究、职业规范和终生学习等毕业要求方面分别实现了11.3%、8.0%、5.0%的增长，在专业实习企业导师评价方面提升了5.1%。

关键字 人工智能，计算机科学与技术，专业改革，课程体系，高等教育

Artificial Intelligence Integrated Curriculum System Reform in Computer Programs at Higher Education Institutions

Zhe Wang** Xinyu Liang Guifen Zhang Lina Ge

College of Artificial Intelligence
Guangxi Minzu University
Nanning 530006, China;

Abstract—The rapid development of Artificial Intelligence (AI) has brought a revolutionary impact on the teaching of various majors. It is an urgent necessity for colleges and universities to achieve integration with AI through systematic reform of professional curriculum systems. Taking the Computer Science and Technology program as an example, this paper proposes AI-oriented reform of integrated curriculum system and teaching content, aiming to achieve integration with AI without changing the professional attributes. At the same time, it strengthens the coherence of teaching content, constructs a curriculum system reform and content construction method structured by cloud-edge-end framework, and extends the professional life cycle oriented to AI to promote the achievement of the lifelong learning goal of talent training. Through implementation, the students trained by the major have achieved increases of 11.3%, 8.0% and 5.0% respectively in the graduation requirements such as research, professional norms and lifelong learning, and the evaluation by corporate mentors in professional internships has increased by 5.1%.

Keywords—Artificial intelligence, computer science and technology, professional reform, curriculum system, higher education

1 引 言

1956年7月,清华大学筹办我国首个计算机专业。此后，计算机专业纷纷在全国高校开设，培养的大量计算机人才推动着科学技术迈向电气化、信息化和自动化发展。而今，面对AI的快速崛起，以计算机科学与技术为代表的老牌计算机专业再次面临智能化的新冲击，如何通过人才培养的专业改革应对冲击成为现阶段的研究热点。

近年来，以Deepseek为代表的生成式AI进展迅速，AI已成为世界各国竞争角逐的科技制高点[1]。在经历计算智能、感知智能和认知智能的发展历程后，当前AI正处于专用智能向通用智能的过渡期,在各类场景中担任着“推理者”与“智能体”的重要角色，产生了大量的AI赋能型应用。根据麦肯锡全球研究院的预测，到2030年，美国各个行业30%的工时可能被自动化完成，其中生成式AI技术至少可贡献8%[2]。同样地，教育领域也同样被这位新的“推理者”与“智能体”加速改革步伐，重塑教育方式。

新的教育教学改革范式。AI赋能是高等教育改革发展的必然趋势,高校形成AI赋能高等教育教学改革的中国范式[3]。详细而言，现有专业进行智能化升级，

*基金资助：本文得到广西高等教育本科教学改革工程项目(2022JGA163, 2023JGA172)；广西新工科研究与实践项目(XGK202307)资助。

**通讯作者：王哲 designbyyili@163.com。

融合 AI 技术与专业知识，需对专业知识、能力和素养的全面体系化调整与优化；教育方式与教学方法升级革新，强化创新思维与批判意识，正确融合 AI 实现 AI 辅助；构建个性化学习方法与多样化学习途径，因材施教推动学生终生学习；完善和深化评价体系，提升过程评价的细粒度并延长跟踪评价的实施周期；部署专业智能体与 AI 教学资源，完成 AI 融合的基础建设。于是，在教育教学改革的新局面下，AI 融合的专业课程建设将作为新范式构建的重要起点。

新的专业课程建设标准。在 AI 时代，高校课程建设的首要任务是进一步加强突出能力培养主线的课程标准建设[4-5]。因材施教，以课程教学目标建立个性化学习目标，培养学生多元智慧及能力[6-7]；围绕学生重构教学过程，围绕课程标准建设混合式智能化教学改革，提升学业跟踪紧密度；构建实践性的成果评价机制，注重学生参与课程过程的成长性，丰富评价体系以实现多样化、多元化、个性化。

新的专业评价与持续改进。AI 赋能推动了专业教育评价过程的智慧化、增值评价的标准化、结果评价的全面化及综合评价的立体化[8]。实施长周期全方面的跟踪评价，数据融合第一课堂和第二课堂，打通专业内部与外部的综合评价；以 AI 推动评价科学性、客观性和个体性的强化，实时实现全域数据的采集、分析和执行反馈，做到动态优化和持续改进；优化全主体全情景的评价过程监测，以 AI 推动评价平权，促进师生互信、互助、共进。

综上，针对 AI 推动的教育教学改革，以计算机科学与技术专业为例，提出硬件类课程面向 AI 的融合性课程体系与教学内容改革，强化教学内容的连贯性，延伸面向 AI 的专业生命周期以促进人才培养的终生学习目标达成。

2 核心思路

改革的核心思路是融合 AI 算法与策略的全局驱动，面向产出围绕以学生为中心，建立专业硬件课程体系改革的行动思路和实践要求。课程体系的改革跨越单纯技术革新，从教育理念和策略上全面实施，推动硬件教学朝向前沿、创新和协同脱变。与此同时，以终身学习为目标牵引，改革在实践层面应从 AI 的工具主义逻辑升级为立德树人根本任务，摒弃技术依赖以真正追求个体的长久发展。

有机融合，深化融合途径。融合 AI 的课程体系改革不是单纯加入 AI 课程，而应基于 AI 的基础型技术和应用型场景，实现现有课程体系的深化和教学内容的改革。详细而言，AI 的基础型技术包含了大数据、智能算法、图像识别等，其中大数据催生了新型的数据结构与关系表达形式，应融合于现行的数据结构及数据库等课程改革中，智能算法提出了新的模型范式和软硬结合的分布式计算方法，应融合于算法设计及机器语言等课程改革中，图像识别引入新的传感器和嵌入式结构，应融合于单片机与嵌入式原理等课程改革中。以此类推，解构 AI 的基础型技术以实现与现有课程体系的有机融合。另一方面，在专业实践型的项目式教学场景中，不妨引入基于 AI 的解决方案，以将基于计算机的信息化、网络化、自动化能力拓展至智能化，丰富学生的 AI 创新思维。

重构主线，强化体系衔接。融合 AI 并不颠覆原有专业内涵和人才培养特色，但专业课程体系的技术主线应与时俱进，重构为吻合行业应用需求的大型技术框架，以此引导课程教学内容改革和能力培养的体系化衔接。以计算机科学与技术专业为例，传统专业课程体系以逐步构建学生实施和运维计算机系统为能力主线，该主线面对现行技术变革，应考虑重构以融合物联网情景，即计算机系统扩展接入大量无人设备的接入，整合机器数据以实现系统的自动化，继而为 AI 融合提供基座。进一步地，AI 大模型的发展也在改变着人与计算机系统的交互方式，进一步推动了以传统计算机系统为能力主线的专业体系重构需求。

引导创新，驱动终身学习。融合 AI 不应产生工具依赖，而更应意识到学业挑战度的提升。学生在课程教学中融合 AI 掌握先进知识与能力，在体系化改革中适应新的技术框架，继而面向产出，以复杂工程问题为对象，融合 AI 提出创新性问题解决方案并开展实践。此时，课程教学目标应更加注重学生在方案可实现性之外的设计、改进和优化能力评价，改变唯结果的评价方式，从思维创新、实践创新、评价创新等多维度推动学生正确认识 AI、合理使用 AI、有效融合 AI，驱动学生形成独立思考、赋予实践和优化改进的终生学习意识。

3 课程体系

以我校计算机科学与技术专业为例，现行专业课程体系以软件为主、硬件为辅。其中软件类课程包括机器语言基础、数据结构与数据库、算法设计等，时间集中在大二及大三阶段，旨在学生熟练程序设计语言并能够建立基本的计算机系统，第二课堂中主要引导学生参加程序设计类与算法设计类竞赛；而硬件类课程主要包括计算机组成原理、单片机原理、嵌入式系统等，实践集中在大三阶段，旨在学生学生具备基本的硬件知识，能够在分布式环境下正确部署操作系统、配置数据传输网络和基本电路检修，第二课堂中主要引导学生参加计算机作品赛与创新创业项目等。不难看出，软硬兼修的课程体系部署虽拓宽了学生的就业范围，但专业能力的培养深度不足，且硬件类课程与电子信息专业存在重叠现象无法完整突出专业特

色，一定程度上损失了产出的专业特殊性。

基于此现状，专业启动融合 AI 的课程体系化改革，经由内外部调研最终确定以计算机网络与通信技术为核心关节，构建“云-边-端”为核心技术层次的课程体系架构。如表 1 所示。其中，云层与边层的联系基于计算机网络课程，边层与端层的联系基于无线网络与通信技术课程。该三层体系能够兼容传统专业的计算机系统模式，优化体系课程教学内容实现云层服务器部署管理、边层区域服务器部署管理与网络运维、端层移动应用开发和前端设计等；同时兼容物联网系统，即云层服务器部署与云应用、边层边缘网络与分布式计算、端层嵌入式设备与传感器终端等。

就专业核心课程而言，云层包括了面向对象程序设计、数据结构、数据库系统原理、网络编程、操作系统原理等及其实践环节；边层包括了计算机组成原理与体系解构、编译原理、计算机网络、嵌入式系统、物联网技术等及其实践教学；端层包括单片机原理、移动软件开发、算法设计与分析等及其实践教学。

表 1 “云-边-端”多层次课程体系架构

层次	含义	主要技术	层间联系	依托课程
云层	集合前后端技术，通过物联网、边缘智能、大数据、AI、网络通信等技术将系统应用延伸至物联场景	分布式、虚拟化、高并发、大数据、机器学习、安全等	向上：云端应用 向下：虚拟化技术实现对边缘设备的映射、验证、收集、联邦等	数据结构、数据库、网页设计、大数据、机器学习等
边层	围绕嵌入式技术，构建边缘场景，融合分布式存储、计算、AI 等，并以物联网、传感网等项目驱动实践	边缘计算平台、数据预处理、嵌入式原理、移动应用开发、边缘智能、图像识别处理、联邦学习等	向上：有线/无线数据传输、分布式计算、存储等 向下：数据汇聚、无线通信、远程控制等	嵌入式原理、计算机网络、无线网络、计算机操作系统等
端层	围绕单片机技术，构建终端数据采集与执行单元，核心学习底层硬件原理、传感器原理、电路设计与分析原理等	电路设计与分析、传感器、通信芯片、轻量级操作系统、硬件设计语言、能源管理等	向上：无线数据传输、物联网组网、远程控制等	单片机原理、传感器原理、物联网技术等

4 内容建设

基于以上课程体系优化，专业聚焦在有机融合 AI，契合课程体系的技术主线，以创新驱动终身学习三方面，对各核心课程的教学内容进行建设。一下以课程体系的硬件类分支为例，分别阐述课程内容建设在三方面的改进设计。

硬件类分支中主要课程包括电路与电子技术、面向对象程序设计、数字电路、软件综合实训、单片机原理、单片机课程设计、移动软件开发、嵌入式原理、物联网技术实践、计算机操作系统、嵌入式原理、硬件综合实训。需要注意的是，不同分支中的课程存在重叠，尤其是专业基础课，如面向对象程序设计同时存在与硬件类分支和软件类分支中，这就需要以产出导向将后期课程的内容建设需要映射在该课程的教学与学习目标中。硬件类分支课程的学期分布及衔接关系如表 2 所示。

在表 2 中，该分支包含两条路线，为兼修关系。其中，路线一的课程聚焦在底层硬件原理，旨在让学生熟练分析电路原理，能够通过元件、芯片、器件等的电路连接形式进行基本的流程设计，同时对于常用的数字芯片熟练其用法，并对 80C51、STM32、Cortex-M/A 等典型芯片的寄存器原理、使用方法、典型电路设计、应用案例等熟练掌握。各课程融合 AI 的内容改革建设详细如下。

表 2 课程内容建设整体调整规划

学年	大一、大二	大三上学年	大三下学年
路线一：以底层硬件为学习对象。	电路与电子技术、数字电路、组成原理与接口技术等	单片机原理 单片机课程设计	嵌入式原理 物联网技术实践 软硬件综合实训
路线二：以硬件上的系统、软件为学习对象。	面向对象程序设计、软件综合实训、数据结构、数据库系统原理等	移动软件开发	计算机操作系统 操作系统课程设计

电路与电子技术与数字电路：在基本教学内容基础上，重点支撑单片机原理中外围电路，如典型集成芯片、继电器、放大器、AD/DA 等电路与电子知识，同时重点明确电路分析、原理图绘制、PCB 绘制等基本方法。融合 AI 部分主要以激发学生使用 AI 辅助为主，如进行核心知识的凝练、对原理图的 AI 识别分析、复杂原理的多维度理解等，同时也应立定规则，杜绝对 AI 工具的非理性依赖。在教学过程中也应降低知识型题目考核，从设计型、分析型、测试型题目和项目中强调学生的自主能力。

单片机原理：聚焦“云-边-端”中端层功能。课程核心改革为 STM32 型单片机，除原理学习外，重点实现对典型外围传感模块的学习，如摄像、温度、距离等，同时掌握 ESP8266 和 NRF24L01 无线芯片的使用，

为后期与边层通讯做准备。融合 AI 部分主要引导学生对模块化代码的生成与分析，以此正确掌握项目管理方法。

单片机课程设计：以项目式实践方式，主要完成单机传感与控制、端层间数据通讯、无线组网与控制等简单项目，以此引导学生将模块化代码、流程化设计思路和项目管理方法应用在实践中，并通过实践结果逐一优化自身的学习成果。融合 AI 部分主要引导学生进行代码的流程可视化分析与设计，同时利用图像传感器将初期的基于图像识别的 AI 方法应用在以上项目设计中。

嵌入式原理：聚焦“云-边-端”中边层功能。课程核心改革为 Cortex-M/A 典型 ARM 处理器，在常规理论教学基础上，重点学习操作系统的内核、基于 shell 的应用开发、边缘数据处理与 AI 等，目标在于令学生掌握典型的能够运行操作系统的嵌入式芯片用法，并初步在有限资源调度下部署边缘 AI，实现端层数据的无线收集和处理。

物联网技术实践：实现“边-端”的联合实践。以物联网项目开发为载体，实现单片机原理与课程设计和嵌入式原理课程中“边-端”的联合，其中端侧负责数据采集、传输和执行单元，边侧负责数据收集与处理、AI 计算与决策、存储。

路线二的课程聚焦在硬件上的操作系统、软件和数据，旨在让学生掌握典型的开发框架和分布式计算逻辑。面向对象程序设计、软件综合实训、数据结构、数据库系统原理等基础课程为学生提供基本的云层技术学习，同时在基础课程的教学和实践中应与主流大数据、分布式计算与存储等先进技术进行对接；移动软件开发则基于嵌入式原理的硬件平台，主要学习 Linux 和安卓系统下的移动软件开发，同时与嵌入式原理课程中的内核、shell 进行对接；计算机操作系统主要聚焦于操作系统的原理讲解，其课程实验部分聚焦于服务器的部署与管理，操作系统课程设计则改革为在 Linux、安卓等移动操作系统平台下，实现相应系统资源的管理。不难看出，路线二的目的是构建云层，以便与路线一进行对接。

路线一和路线二均在软硬件综合实训中进行技术整合，以实现“云-边-端”的联合实践。搭建服务器（物联网服务器 ithings board、数据库服务器等）作为云，嵌入式平台通过有线、无线、5G 等方式将收集到的端层数据打包发送给服务器，以在云平台上实现虚拟节点的监控、数据驱动的云端应用、大数据与 AI 应用等。至此，以计算机网络和无线网络为层间技术，以“云-边-端”为主要技术框架的计算机科学与技术融合 AI 的专业课程体系化改革形成。

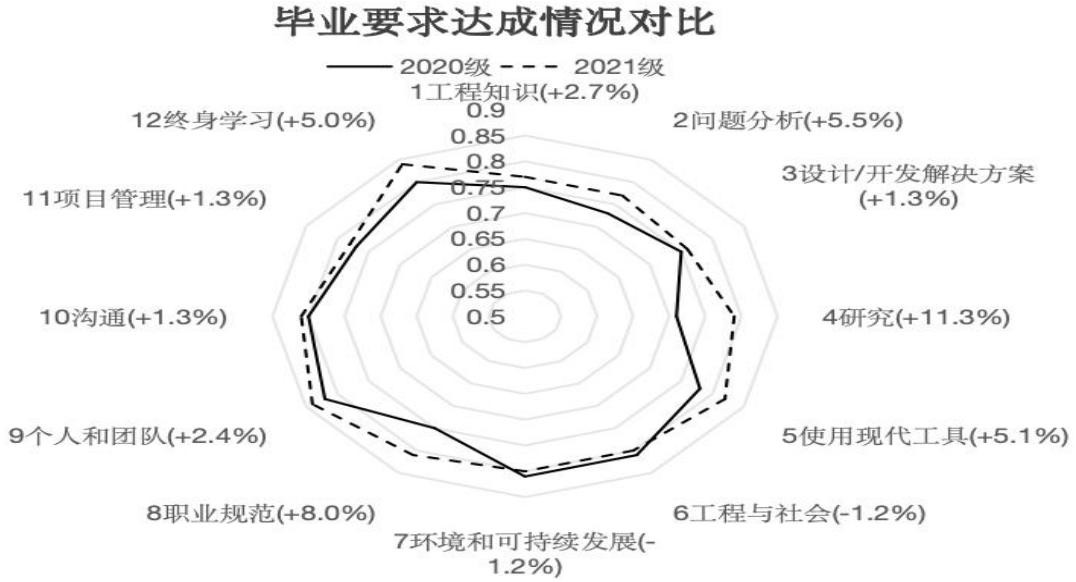

图 1　毕业要求达成情况对比图

5　实施成效

融合人工智能的高校计算机专业课程体系化改革于 2023 年 9 月开始在计算机科学与技术专业 2021 级专业课程中实施，此时 2021 级学生进入大三学年。以下将通过毕业要求达成情况与专业实习达成情况两个角度，对比实施改革的 2021 级与未实施改革的 2020 级所产生的效果差异。

如图 1 所示，在毕业要求达成情况方面，相较于 2020 级学生，2021 级达成情况在问题分析、研究、使用现代工具、职业规范和终生学习方面分别实现了 5.5%、11.3%、5.1%、8.0%、5.0%的增长，一定程度上说明了改革后的课程体系通过课程目标的达成实现了

毕业目标达成度的提升。人工智能的课程辅助有效提升了学生对问题的分析能力，能够初步帮助学生对复杂工程问题进行解构，并产生解决途径的建议供学生进一步分析思考；这也极大程度上提升了学生的研究能力，集中体现在专业核心课程和实践类课程中学生对不同的设计方案进行对比研究、不同的实施途径进行测试研究、不同测试结果的分析研究，以及逐步建立个性化的研究工具和规范化的开发流程，促使在使用现代工具和职业规范方面的达成度提升；终身学习的达成度提升来自于学生对创新意识的重视，人工智能一定程度上降低了技术门槛，引导学生强调自主性、持续性与适应性的学习能力培养和学习方法论的探索。

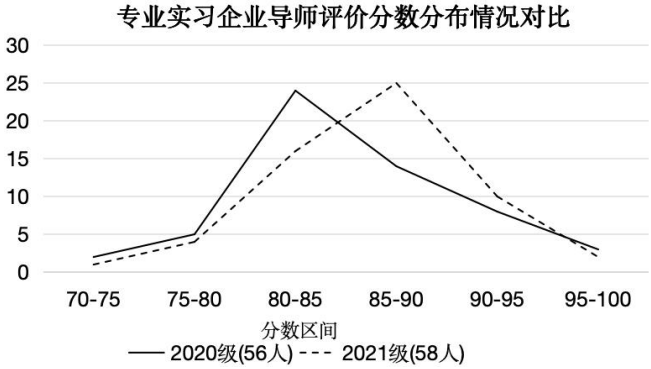

图 2 专业实习评价对比

在专业实习方面，企业导师评价反映了学生在面对岗位能力变化时的与时俱进能力，如图 2 所示，实施课程体系改革后的 2021 级所获得评价分数的中位值（86.3 分）优于 2020 级（82.1 分），提升了 5.1%。

6 结束语

面对 AI 对各专业教学的冲击，以计算机科学与技术为例改革专业课程体系，实现与 AI 的深度融合，实现对 AI 的无损融合，强化教学内容的连贯性，延伸了面向 AI 的专业生命周期以促进人才培养的终生学习目标达成。在未来改革中，融合 AI 的专业改革与工程教育改革融合，更好地实现人才培养体系持续改进。

参 考 文 献

[1] 郑庆华. 人工智能赋能创建未来教育新格局[J]. 中国高教研究, 2024, (03): 1-7.

[2] ELLINGRUD K, SANGHVI S. Generative AI and the future of work in America[R]. Mckinsey Global Institute, 2023.

[3] 张立群. 人工智能赋能高等教育教学改革的中国范式构建[J]. 中国高等教育, 2024, (24): 9-13.

[4] 叶静,郑梦泽,黄春芳. 人工智能时代计算机类专业课程标准建设探索[J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2023, (4): 88-95+187.

[5] 王冠军, 李向群, 许新征. 数智时代人工智能专业工程实践教育体系构建与思考[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 7(01): 67-72.

[6] 眭依凡,幸泰杞. 挑战与应对:人工智能时代的高等教育创新发展逻辑[J]. 科教发展研究, 2023, 3(1): 76-95.

[7] 姜宏旭, 赵梅娟, 李辉勇, 等. 产教融合背景下嵌入式人工智能课程建设的探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(06): 1-7.

[8] 宋兆祥,司林波. 人工智能赋能新时代教育评价改革的逻辑、边界与路径——构筑智慧教育评价生态的变革之路[J]. 教育科学研究, 2024, (11): 59-65.