

新工科背景下机器学习课程的教学改革与实践*

石陆魁** 刘帅 何文颖 侯向丹

河北工业大学人工智能与数据科学学院, 天津 300401

摘要 针对研究生“机器学习”课程教学中存在的理论与实践脱节、教学模式单一、评价机制不完善等问题,从教学资源、教学方法、考核方式、课程思政等方面阐述了课程数智化建设思路。通过构建多层次课程知识图谱,整合视频、题库、案例、文献、思政资源等,形成了多元化教学资源体系;采用基于AI助教的混合式教学方法,探索融合“赛课结合”与“场景应用”的实践教学模式,建立了适合硕博贯通培养的多元化、层次化考核体系。实践表明,该方案有效提升了研究生的理论基础、实践和创新能力,实现了“知识传授、能力培养、价值塑造”的有机统一。

关键字 机器学习, 知识图谱, 数智化, 混合式教学, 赛课结合

Teaching Reform and Practice of Machine Learning Course in Emerging Engineering Education*

Lukui Shi Shuai Liu Wenying He Xiangdan Hou

School of Artificial Intelligence Hebei University of Technology
Tianjin 300401, China
shilukui@scse.hebut.edu.cn

Abstract—To address issues in the graduate-level "Machine Learning" course such as the disconnection between theory and practice, monotonous teaching models, and imperfect evaluation mechanisms, we elaborate on the ideas for digital-intelligent course construction from teaching resource development, teaching methods, assessment approaches, and ideological and political education. By constructing a multi-level course knowledge graph, and integrating diverse resources including videos, question banks, cases, literatures, and ideological and political materials, a diversified teaching resource system have been formed. An online and offline hybrid teaching method based on an AI teaching assistant is adopted. A practical teaching model that integrates "competition and course integration" with "scenario-based applications" is explored. And a diversified and tiered assessment system suitable for integrated master-doctoral cultivation has been established. Practice demonstrates that the construction scheme effectively enhances graduate students' theoretical foundations, practical and innovative competencies, achieving the organic unity of knowledge transmission, ability cultivation, and value shaping.

Keywords—Machine learning, knowledge graph, digital-intelligent, hybrid teaching, integration of competition and teaching

1 引言

随着全球数字化和智能化技术在各个领域的广泛应用,信息社会已全面迈入数智化时代^[1]。数智时代的来临正在深刻重塑教育生态,数智赋能已成为推动新时代教学改革的核心驱动力。2025年中共中央、国务院印发了《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》,纲要中明确提出要建设学习型社会,以教育数字化开辟发展新赛道、塑造发展新优势。为贯彻落实《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》,教育部等九部门印发《关于加快推进教育数字化的意见》,强调推动课程、教材、教学数字化变革,赋能教育评价改革,将人工智能技术融入教育教学全要素全过程。数智赋

能不仅能够显著提升教学效率,还能实现精准育人,促进教育治理模式从经验驱动向数据驱动转变,对教育现代化总体实现和建设教育强国具有深远的战略意义^[2]。

近年来,学术界对教育数智化转型给予了高度关注。文献[3]剖析了数智新时代下计算机教育面临的多重挑战,并从人才培养体系建设、专业建设的可持续发展路径等方面提出了系统性建议及应对措施。文献[4]从教学理念、教学内容、教学资源及实施策略等多个维度,系统阐述了如何进行数智赋能教学改革。文献[5]全面分析了AI技术在教育中的应用现状与面临的挑战,并通过AI学伴、代码助理、在线课堂和虚拟教研室4个典型案例,提供了一个融合智能技术与教育的系统性解决方案。文献[6]针对传统计算机网络课程存在的结构化和固定化知识问题,提出了数智化课程建设和实践教学模式,通过数智化课程建设,构建

*基金资助: 本文得到 2025 年河北省省级研究生示范课项目(KCJSX2025010)资助

*讯作者: 石陆魁 shilukui@scse.hebut.edu.cn。

了基于知识图谱的课程体系。文献[7]以高校计算机类课程为研究对象,分析其在传统评价方法中存在的问题,通过将人工智能技术应用于过程性评价,建立了基于 AI 技术的过程性评价模型。文献[8]针对传统程序设计课程教学模式面临的挑战与问题,以《程序设计基础》课程为对象,探索了融合项目驱动与数智赋能的智慧教学体系改革,提升了教学效果。

上述研究中的课程数智化建设实践,主要是针对本科教育,都取得了很好的成效。然而,与本科教育不同,研究生教育更强调研究性、前沿性和创新性,对学生的自主学习能力、科研创新能力和解决复杂问题的能力提出了更高要求。因此,本文针对研究生教育和培养的特点,同时结合“机器学习”课程的特色,探讨如何开展研究生课程为数智化课程建设。

2 课程数智化建设基本思路

人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量,是引领未来国际科技竞争的战略性技术。在人工智能发展新阶段的国际竞争中,我国必须牢牢把握战略主动,打造竞争新优势、开拓发展新空间,有效保障国家安全。机器学习是人工智能的一个重要分支,对人工智能领域相关人才的培养具有重要的支撑作用。我校开设的“机器学习”课程是一门硕博贯通课,是人工智能领域的核心课程,面向控制科学与工程专业的博士生和计算机科学与技术及计算机技术等专业的硕士生,目的是培养学生扎实的机器学习理论基础、较强的实践和创新能力。

依据研究生的培养要求,结合“机器学习”课程的特色,本课程数智化课程建设的基本思路是:围绕学校“双一流”建设的总目标和专业人才培养的具体要求,依据 OBE 理念,坚持知识传授、能力培养、价值塑造三位一体的理念,构建系统化、智能化、个性化的课程教学体系。首先,以知识图谱为基础重塑教学内容,构建包括视频、习题、项目案例、知识图谱、思政案例等在内的多元化教学资源体系,实现课程内容的可视化组织与智能化关联;其次,采用线上线下混合式教学方法,利用 AI 助教全程赋能,实现“师-生-机”三元协同;第三,构建融合“赛课结合”和“场景应用”的实践教学模式,通过真实场景项目和学科竞赛驱动实践教学,强化学生的实践锻炼,进而提高学生的创新能力;第四,依据 OBE 理念,优化考核方式,建立全过程、全方位的课程考核评价机制;最后,有效融入课程思政元素,培养学生的探索精神与创新意识,勇攀科技高峰,以“兴工报国”作为使命担当。

3 课程数智化建设实践

3.1 构建课程知识图谱,建设多元化教学资源体系

我校面向研究生的“机器学习”课程共 32 学时的理论教学,主要内容包括基础理论、关键技术、核心方法和深度学习等,其中关键技术包括参数估计、模型优化、模型评估、误差分析等,核心方法包括无监督学习、监督学习、集成学习等。知识图谱以可视化的方式呈现了各个知识点之间的关系,有助于学生深入理解和掌握知识体系。学生可以通过知识图谱快速定位知识点,了解知识点之间的关联,从而提高学习效率。同时,通过知识图谱,教师能够实时了解学生对知识点的掌握情况,为调整教学策略并优化教学方法提供依据。

基于上述认识,本研究在超星教学平台上系统构建了“机器学习”课程的知识图谱,理顺了课程知识点的内在关系和逻辑脉络。课程整体知识图谱如图 1 所示,全面呈现了课程的知识架构和模块划分。

“机器学习”课程知识图谱采用四层结构设计,共包含 84 个知识点。第一层包括基础理论、核心方法、关键技术、深度学习、其他重要分支和应用扩展六大知识模块,每一知识模块又向下细分为若干子知识模块和具体知识点。以核心方法模块为例,其内部知识图谱如图 2 所示,系统呈现了监督学习、无监督学习、集成学习等各类方法之间的逻辑关系与知识关联。

以知识图谱为基础,本研究对课程教学内容进行了重塑,在超星平台构建了课程 SPOC,建设了多元化的课程教学资源,具体包括教学视频、题库、作业、测试、文献资源、项目案例库、课程思政案例库等。其中,项目案例库收录了各届学生在各类竞赛和项目实践中形成的优秀成果。

3.2 基于 AI 赋能的线上线下混合式教学

为实现教学过程的智能化支持,本研究在超星平台创建了 AI 助教,并采用了线上线下混合式教学方法。通过知识图谱和 AI 技术全程赋能,构建“师-生-机”学习共同体,形成学生主体、教师主导、AI 助教全程赋能的 AI 双师协同育人模式,如图 3 所示。

课前,教师利用 AI 助教进行学情分析、教案初步设计等,并根据知识图谱分析学生对相关知识点的掌握程度,结合学情分析结果进行教学重点设计。教师提前发布线上学习资源,通过问题引导学生开展有针对性的课前学习。学生则通过知识图谱了解本节课的知识脉络,借助 AI 助教完成相关基础知识的学习、课前测试、论文阅读等环节,为课堂学习做好充分准备。

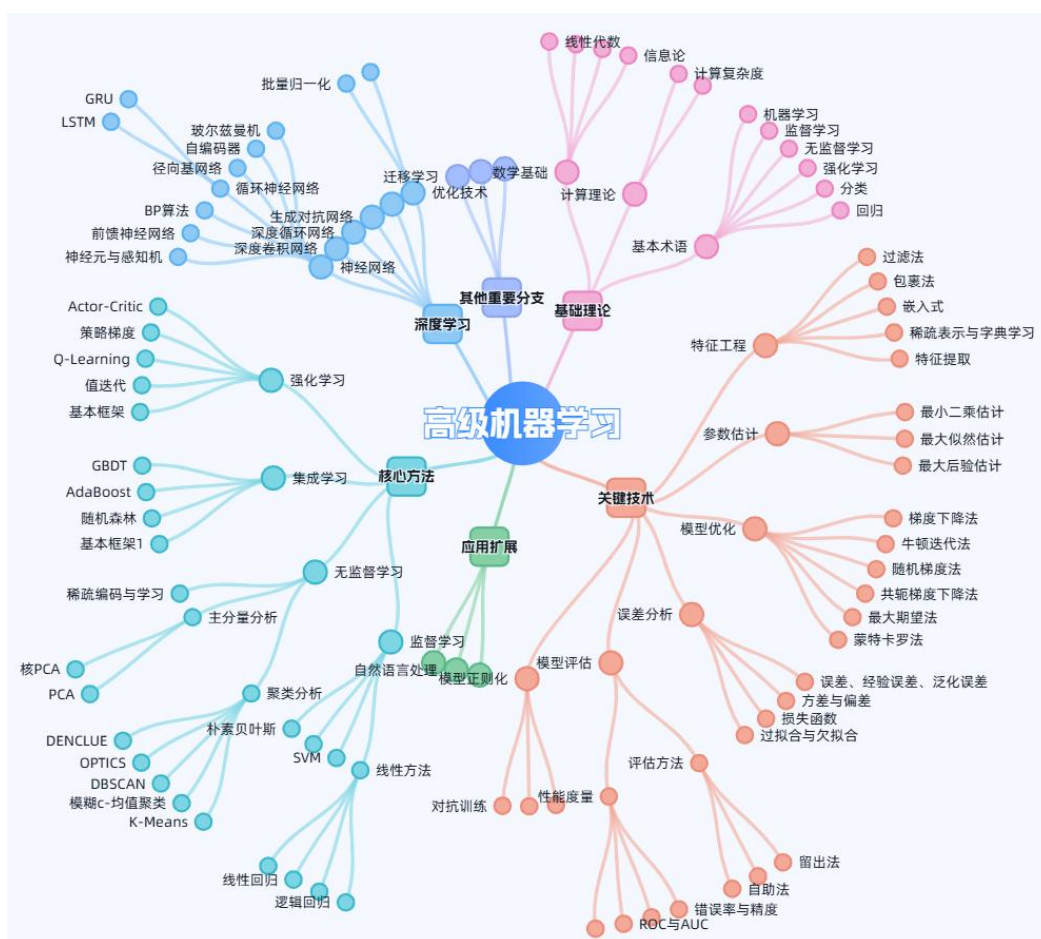


图1 “机器学习”课程整体知识图谱

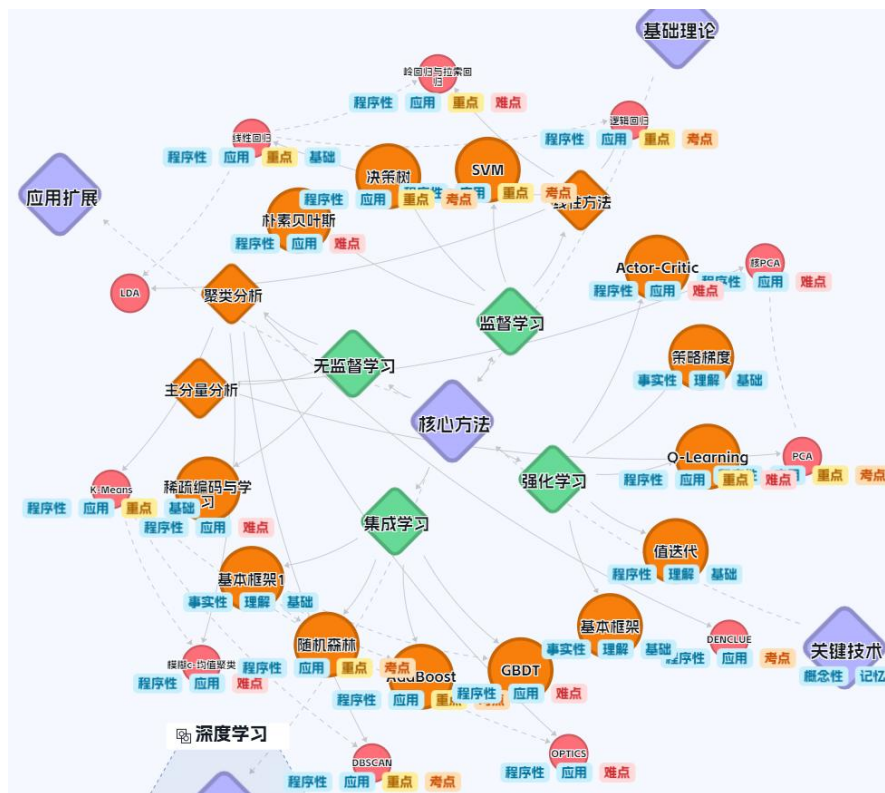


图2 核心方法模块知识图谱



图3 AI 赋能的混合式教学

课中，教师根据课前学情分析结果进行重点内容讲解，并组织开展小组讨论、翻转式教学，引导学生深入思考和分析。同时，分析和讨论课前论文阅读中存在的问题。为了保证翻转教学效果并提高学生参与度，在实际课堂教学中，采用随机抽取的方式让学生进行课题翻转，随后组织学生点评展示内容，同时展开深入讨论。通过翻转教学，一方面让学生了解机器学习的前沿进展，另一方面培养学生的探索精神和批判性思维。

课后，学生完成线上作业和拓展任务，借助AI助教和知识图谱生成个性化的学习路径，进行拓展阅读和项目研究。教师可以利用AI助教和知识图谱进行学情分析，发现教学中存在的主要问题和不足，为调整教学策略和方法提供依据。通过混合式教学，一方面将机器学习最新的研究成果引入课堂，另一方面根据教学要求融入思政元素和案例，实现知识传授与价值引领的有机统一。

3.3 融合“赛课结合”和“场景应用”的实践教学

“机器学习”课程既具有较强的理论性，又具有突出的实践性，学生必须通过实际动手实践才能真正理解算法的精髓，并将所学方法应用于解决实际问题。然而在实际教学中，经常存在理论与实践相脱节的问题，学生虽然掌握了算法原理，却缺乏将理论应用于实际问题的能力和经验。为了解决这一问题，在教学中从“赛课结合”和“场景应用”两个方面着手。为了培养学生的实践和创新能力，要求学生用所学习的机器学习算法完成一个完整的实践项目。

实践项目的选题主要有两个来源：一是从国内外机器学习算法相关竞赛中选题，如阿里的天池大赛、Kaggle 竞赛等，这些题目均来自某一场景应用，具有明确的实际问题背景和评价标准；二是结合学生所在科研团队的科研方向进行选题，这些实践项目都是实际应用项目，解决实际场景中的科学问题或工程任务。为了高质量完成实践项目，学生需要在利用已有机器学习算法的基础上，进行改进创新。通过学科竞赛和

项目实践，既培养学生的实践能力和团队精神，又培养学生的探索与创新能力。同时，通过将优秀项目成果纳入案例库，形成可传承、可借鉴的学习资源，促进不同届次学生之间的经验交流和知识传承。

3.4 建立多元化、层次化的考核方式

在课程考核设计中，为了加强过程性考核和能力考核，本课程建立了多元化的考核方式。课程考核包括单元测试、文献阅读与翻译、文献综述、数据集分析、分组报告、项目实践等，既考核学生掌握理论知识的程度和运用能力，也评价学生的实践水平和创新能力，同时融入思政元素的考核。

本课程为我校硕博贯通课，依据二者的不同考核要求和能力目标，以多元化考核为基础，进一步建立了分层考核机制。硕士生和博士生在考核内容、考核要求和评价标准上均有明确区分，体现研究生培养的层次化特点。

硕士生考核包括单元测试、文献阅读与翻译、分组报告和项目竞赛实践四个模块，考核占比分别为40%、20%、20%和20%。单元测试主要考核学生对机器学习基础理论的掌握和运用程度；文献阅读与翻译主要评价学生对机器学习领域前沿技术的熟悉情况和对新成果新技术的运用情况；分组报告主要是培养学生自学能力，评价学生对机器学习基础理论的学习、分析和总结能力；项目竞赛实践占要求学生完成一个机器学习相关的竞赛项目或实践项目，主要考核学生综合应用所学理论和方法解决实际问题的能力。博士生考核包括单元测试、数据集整理分析、文献综述、分组报告、项目竞赛实践五个模块，各占20%。分组报告和项目竞赛实践对硕士和博士的要求不同。

总之，通过这种多元化、层次化的考核设计，既考核学生对机器学习理论的掌握程度和运用能力，也评价学生的实践水平、探索与创新能力。

3.5 建设多元化的课程思政资源

在实际教学中，为了有机融入课程思政元素，面向人工智能行业和领域需求，结合本课程具有理论性

强、应用领域广、技术发展快的特点，兼顾理论和实践能力培养要求，深入挖掘课程思政元素，研究“探索与创新能力”培养和思政教育的契合点，达到创新能力培养和思政教育有机统一的目标。课程思政元素设计如表 1 所示。

表 1 “机器学习”课程思政元素设计

序号	知识点	思政元素
1	机器学习基础	通过近年来我国在人工智能领域取得的巨大成就，激发学生的爱国热情，增强民族自豪感，引导学生认识科技强国战略重要性。
2	模型正则化策略	通过分析模型过拟合与欠拟合，引导学生在工作学习中要掌握好度，培养辩证思维和适度原则。
3	模型优化方法	通过学习梯度下降法和牛顿迭代法等优化算法，引导学生做事情要做到精益求精，理解持续改进和追求卓越的价值。
4	线性回归与分类	通过线性回归和分类中每个属性都对最终结果有贡献的特点，引导学生认识到每个人的努力都会对社会产生价值，培养自信乐观的人生态度和“国家兴亡，匹夫有责”的家国情怀。
5	聚类分析	通过聚类分析揭示“物以群分，人以类聚”的现象，引导学生树立正确的交友观，谨慎交友，聚志同道合之友，干创新创业之事。
6	集成学习	通过 GBDT 等集成学习方法逐步提升的原理，引导学生理解只要坚持努力就可以一点一点的提升自己，久久为功，集小成为大成的道理。
7	神经网络	通过神经网络利用多个简单函数拟合复杂函数的思想，引导学生在日常生活中要善于把复杂的问题分解为简单的问题，培养系统思维和问题拆解能力。

在系统梳理课程思政元素的基础上，进一步整合相关思政素材形成思政案例。如以思政元素“通过优化算法迭代的思想引导学生做事情要精益求精”为基础，结合与“中国制造 2025”密切相关的工业焊接缺陷智能识别项目，形成了培养“探索精神”为主题的思政教学案例。又如，通过推荐学生阅读人工智能领域最新研究成果，引导学生在项目实践中应用前沿技术并进行创新研究，形成了培养“创新能力”为主题的思政教学案例。这些思政案例资源与课程知识内容有机结合，使价值引领贯穿教学全过程，实现了知识传授与价值塑造的有机统一。

4 课程数智化建设成效

通过对“机器学习”课程进行数智化建设和教学改革实践，取得了较好的效果。

4.1 形成了多元教学资源体系

通过数智化课程建设，构建了包含 84 个知识点的课程知识图谱，实现了课程知识的可视化组织与智能化关联。并以知识图谱为依托重塑教学内容，构建了包括知识图谱、视频、题库、作业、测试、文献资源、项目案例库、思政元素及案例资源等在内的多元化教学资源，形成了一个系统、全面的机器学习知识体系和实践教学内容，能够同时覆盖机器学习基础和前沿领域，满足不同层次学生的学习需求。通过“场景应用”实践教学，结合实践项目考核，逐步积累学生完成的优秀项目案例，形成了优秀项目案例库，如图 4 所示。

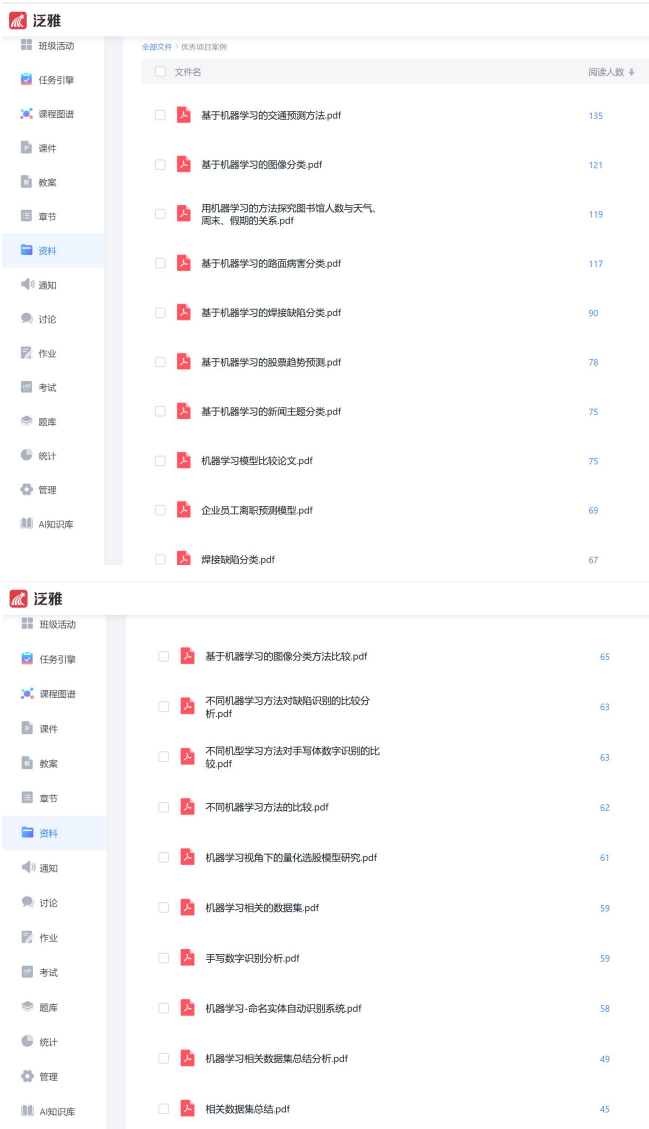


图 4 优秀项目案例库

4.2 学习学习成绩不断提高

通过数智化课程建设和教学改革，近三年学生学习成绩稳步提高，近三年学生学习成绩统计如表 2 所

示。从统计结果看，近三年平均分逐步提高，尤其是成绩优秀率大幅提高。

表2 近三年学习成绩统计

年份	平均分	90-100	80-89	80分以下
2025	85.84	21.05	71.49	7.46
2024	85.10	12.80	81.71	5.49
2023	84.69	4.84	83.87	11.29

4.3 学生实践和科研创新能力明显提升

机器学习课程是本学科研究生重要的理论基础课程，通过在教学改革中采用融合“赛课结合”和“场景应用”的实践教学模式，学生的实践水平和科研创新能力明显提高，对其后续课题的开展和研究起到了重要的支撑作用。近两届学生发表高质量成果比例也说明了这一点，2025 级学生发表高质量成果比例为 63.97%，2026 级提高到 69.75%。其中高质量成果包括 A 类情况论文、发明专利和重要学术会议论文。同时学生参加相关学科竞赛的成绩明显提高，相比 2023 年，2024 年研究生参加相关学科竞赛获奖人次提高了 12.5%，2025 年获奖人次比 2024 年提高了 70.4%。

5 结束语

本文结合研究生的培养特点和“机器学习”课程的特色，对本课程进行了数智化建设探索与实践。通过构建以知识图谱为核心的多元化教学资源、采用基于 AI 助教的混合式教学、融合“赛课结合”与“场景应用”的实践教学、建立多元化层次化考核评价体系、

有效融入课程思政元素，形成了涵盖教学内容与资源、教学模式、实践教学、评价机制和课程思政的数智化课程建设方案。实践表明，该建设方案有效提高了学生的学习成绩，明显提高了研究生的理论基础、实践水平和科研创新能力，实现了“知识传授—能力培养—价值塑造”的有机统一。未来，将持续深化本课程的数智化建设，包括知识图谱的完善与更新、“赛课结合”与“场景应用”融合优化、评价机制进一步优化、基于 AI 助教的双师协同育人、个性化学习路径推荐等，以适应数智时代高层次创新人才培养的需求。

参考文献

[1] 俞智慧, 黄时祥, 俞韵汐, 等. 数智时代计算机专业高素质创新人才培育构想[J]. 计算机教育, 2025(06): 77-83.

[2] 于霞. 数智赋能推动新时代教学改革的路径探索[C]//中国智慧工程研究会. 2025 素质教育创新发展交流会议论文集(上册). 青岛恒星科技学院, 2025:300-301.

[3] 何钦铭. 数智新时代下计算机教育的挑战与应对[J]. 计算机教育, 2025(02): 9-11.

[4] 林婧华. 数智赋能背景下高校计算机课程教学转型的路径研究[J]. 中国宽带, 2024, 20(07): 91-93.

[5] 黄河燕, 高扬, 毛先领, 等. AI 赋能教育的探索与实践[J]. 计算机教育, 2025(10): 75-79.

[6] 尚凤军. 知识图谱驱动的计算机网络数智化课程建设探索[C]//全国高等学校计算机教育研究会. 第 32 届计算机新科技与教育学术会议论文集. 重庆邮电大学计算机科学与技术学院, 2025:383-389.

[7] 唐满, 郭东恩, 詹英. “AI+”背景下计算机类课程过程性评价改革[J]. 计算机教育, 2025(10): 133-138.

[8] 戴晓东, 韦小平, 李跃飞等. 智赋能下程序设计基础课程项目驱动智慧教学创新实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(03): 152-156.