

融合计算思维与 AI 范式的 研究生培养模式的研究与实践^{*}

范娟 王丽芳 秦品乐 于一 柴锐

中北大学计算机科学与技术学院, 太原 030051

摘要 为应对人工智能时代对跨学科创新型人才的迫切需求, 本文针对当前计算机类研究生培养中存在的手段单一、计算思维与 AI 范式融合不足的问题, 提出了一种融合计算思维与 AI 范式的计算机类研究生培养模式, 并构建“筑基-协同-创新”三阶段递进式培养体系作为落地支撑。该体系通过多层次课程设计、多阶段教学划分、多元教学方法的创新, 依托跨学科合作、产学研协同及政产教融合的多平台培养路径, 系统提升研究生的科研创新与工程化能力。经三年实践验证, 该模式可显著提升研究生科研产出能力, 助力其在科创竞赛中取得优异成绩, 同时在就业质量、成果转化及社会服务等方面均展现出突出价值。

关键字 计算思维, AI 范式, 研究生培养模式, 三递进式培养体系

Research and Practice on Postgraduate Training Model with Integrated Computational Thinking and AI Paradigm

Juan Fan Lifang Wang Pinle Qin Yi Yu Rui Chai

School of Computer Science and Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China

Abstract—To address the urgent demand for interdisciplinary and innovative talents in the Artificial Intelligence(AI) era, this study targets the issues in current computer graduate education, including monotonous training methods and insufficient integration of computational thinking with AI paradigms. It proposes a training model for computer graduate students that integrates computational thinking and AI paradigms, and constructs a three-stage progressive training system of "Foundation-Building-Collaboration-Innovation" as the implementation support. This system systematically enhances graduate students' research innovation and engineering capabilities through multi-level curriculum design, multi-stage teaching division, and innovation in diversified teaching methods, relying on a multi-platform training path that integrates interdisciplinary cooperation, industry-university-research collaboration, and government-industry-education integration. Verified through three-year practice, this model can significantly improve graduate students' research output capacity, help them achieve excellent results in technology innovation competitions, and demonstrate prominent value in employment quality, achievement transformation, and social services.

Keywords—Computational Thinking, AI Paradigm, Graduate Training Mode, Three-stage Progressive Training System

1 引言

随着科技的快速发展, 人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 和大数据技术已经渗透到各行各业, 尤其在金融、医疗、制造、交通等领域, AI 的应用场景愈发广泛, 这推动了社会对高层次技术人才的需求。然而, 当前的计算机类研究生培养模式无法有效满足行业对跨学科、创新型人才的迫切需求, 影响了高层次技术人才的培养质量, 进而影响了国家在全

球科技竞争中的地位。

在此背景下, 2025 年中国学者团队在《人工智能: 范式革命与通用理论》一书中首次系统提出“AI 范式”作为独立科研方法论, 并将其定义为“信息学科范式对物质学科范式的替代”^[1]。这一新范式的提出标志着 AI 在科研方法中的引领作用逐步显现。同年, 国务院发布的《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》明确指出, 要加快探索 AI 驱动的新型科研范式, 加速“从 0 到 1”重大科学发现进程。强化 AI 跨学科牵引带动作用, 推动多学科融合发展^[2]。此外, 2025 年 11 月, 《学习时报》的“人工智能引领科研范式变革”专题访谈中指出, 当前人才培养模式应从“知识灌输”转向“问题驱动”, 培养学生发现与定义问题的能力; 强化 AI 教育的基础地位; 打破学科壁垒, 推

^{*} **基金资助:** 本文得到山西省高等学校一般性教学改革创新立项“成果导向贯穿信创技术与专业思政的物联网工程专业实践教学体系探索与实践”(J20230777); 中北大学教育教学改革课题校立培育项“‘AI+X’计算机类研究生创新型人才培养模式的研究与实践”(202407)。

^{*} **通讯作者:** 王丽芳 727690392@qq.com。

进“AI+X”交叉培养，塑造既懂科学原理又懂智能方法的双栖型创新人才^[8]。因此，推动 AI 与交叉学科的融合成为创新型计算机类研究生人才培养的必然需求。

融合计算思维与 AI 范式的培养模式是对这一需求的创新响应，其核心理念是通过跨学科融合，结合计算思维的系统性分析方法与 AI 范式的智能决策机制，培养学生创新性、智能解决问题的能力，使他们不仅掌握 AI 技术，还能在复杂的实际问题中运用智能思维进行创新决策。

2 计算机类研究生培养存在的问题

2.1 培养手段单一

当前，计算思维的培养多依赖于编程学习。尽管编程是计算思维的核心组成部分，但如果仅仅依赖于编程课程，缺乏多样化的学习方式与实践形式，往往

会使学生感到枯燥乏味，在一定程度上削弱了他们的学习动力，导致很多学生无法持续深入地学习，不能有效地提升其计算思维能力。更为重要的是，尽管有科研的实践环节，但各环节的安排、时间的分配都是固定且独立的，没有体现出各环节之间的连续性和衔接性，且缺乏实际应用场景的结合，使得学生所学知识与实际应用脱节，缺乏将理论知识应用到实际的能力。

2.2 缺乏计算思维与 AI 范式的融合

目前，在计算思维与 AI 范式之间存在较大鸿沟，难以形成深度交叉和创新能力的培养体系。现有的计算机类研究生课程体系虽然逐渐融入了一些与 AI 相关的内容，但多数依旧把计算思维和 AI 技术视为独立的课程模块，侧重于理论学习和技术实现，缺乏将两者结合起来的系统性设计。在面对复杂的应用场景时，学生往往无法使用计算思维来创新性地解决问题。

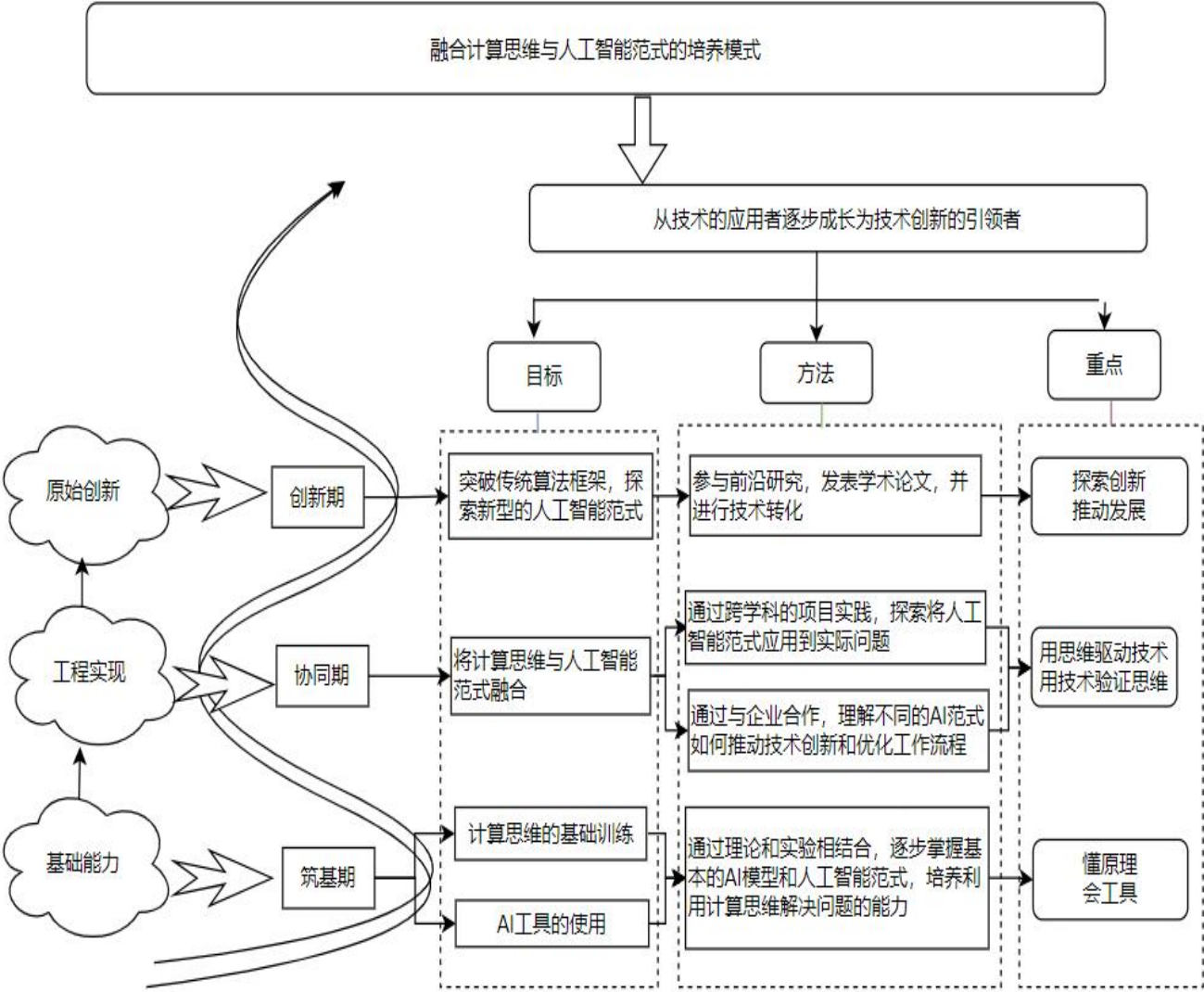


图 1 融合计算思维与 AI 范式的培养模式

3 融合计算思维与 AI 范式的培养模式

计算思维 (Computational Thinking) 由美国卡内基·梅隆大学的周以真 (J. M. Wing) 教授在 2006 年提出, 其定义为: 运用计算机科学的基础概念 (即思想和方法) 去求解问题, 设计系统和理解人类行为。计算思维的本质是抽象和自动化。典型的计算思维包括一系列广泛的计算机科学的思维方法: 递归、抽象和分解、保护、冗余、容错、纠错和恢复, 利用启发式推理来寻求解答, 在不确定情况下的规划、学习和调度等^[4]。

AI 范式是指 AI 领域中的一种理论框架或方法论, 它强调利用计算机和算法来模拟和复制人类智能的特征和功能。AI 范式包括多种方法和技术, 如机器学习、深度学习、知识表示与推理、自然语言处理等。这些技术可以用于解决复杂的问题, 如图像识别、自然语言理解、数据挖掘等^[5]。

计算思维和 AI 范式两者相互关联, 是计算机学科人才培养中的重要环节。计算思维的核心是通过抽象化和系统化的思维方式来解决问题, 强调问题分解、模式识别和抽象等能力, 这些能力是 AI 进行高效数据处理和智能决策所依赖的关键, 这与 AI 范式中的数据建模和算法优化高度契合。AI 范式为计算思维提供了具体的应用场景, 尤其是在面对复杂问题时, AI 的自学能力和智能决策机制为计算思维提供了更加现实的实践案例。

在教育中, 融合计算思维与 AI 范式是一个多维度的过程, 涉及到理论、方法和应用层面的融合, 需要分阶段、递进式推进, 这样才能让学生从理论认知到实践创新形成完整闭环。这一融合可分为筑基期、协同期、创新期三个阶段, 每个阶段都有明确的能力培养重点和目标, 如图 1 所示。

筑基期: 主要聚焦计算思维的基础训练, 如抽象、模型构建和算法设计, 同时熟悉 AI 工具的使用, 如机器学习框架和数据处理工具以及基础的 AI 范式 (如监督学习和非监督学习)。学生通过理论和实验相结合, 逐步掌握基础的 AI 模型和 AI 范式, 培养能够有效运用计算思维解决问题的能力。

协同期: 着重将计算思维与 AI 范式融合, 采用如贝叶斯推理、蒙特卡洛方法等 AI 技术优化传统的计算框架。学生通过跨学科的项目实践, 探索将 AI 范式应用到实际问题。例如, 利用深度学习、强化学习等 AI 范式, 在行业案例分析和工程部署中解决实际问题, 提高其工程化能力和领域适配能力。学生通过与企业合作, 理解不同的 AI 范式如何推动技术创新和优化工作流程。

创新期: 突破传统算法框架, 探索新型的 AI 范式。学生参与前沿研究, 发表学术论文, 并进行技术转化。通过探索 AI 范式的创新, 学生从“技术应用者”向“范式定义者”转变, 推动 AI 领域的技术进步与创新。

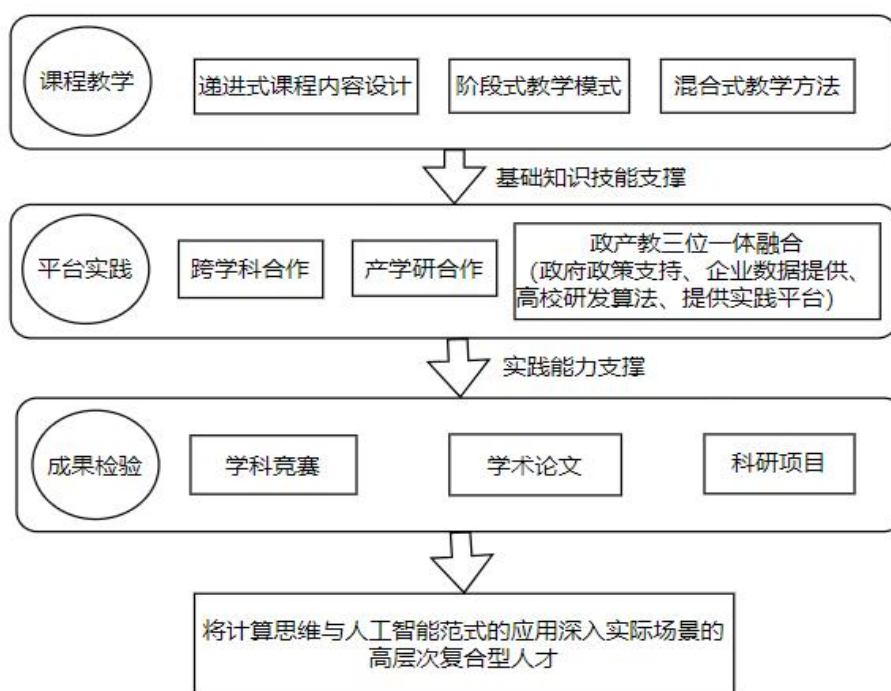


图 2 融合计算思维与 AI 范式培养模式的实施路径

总的来说,筑基期让学生“懂原理、会工具”,在掌握计算思维的基础上,逐步理解和应用AI范式的核心概念,避免陷入“调包侠”的困境;协同期强调“用思维驱动技术,用技术验证思维”,学生通过结合AI范式解决复杂问题,培养工程化能力,能够在实际应用中灵活运用不同的AI技术;创新期则通过攻克前沿课题,实现从“技术应用者”到“范式定义者”的跃升,学生将不再仅仅应用现有技术,而是推动新的AI范式的发展和创新。

计算机类研究生教育中计算思维与AI范式的融合,呈现出“基础能力→工程实践→原始创新”的螺旋上升过程。在“问题分解→模式识别→抽象设计”的计算思维框架下,学生不仅培养综合能力,还能够不断深耕的过程中,理解和运用多种AI范式,提升复杂问题的解决能力。这种跨学科的培养方式为学生进入AI领域打下了坚实的基础,帮助学生从技术的应用者逐步成长为技术创新的引领者。

融合计算思维与AI范式的培养模式的实施路径如图2所示,通过创新培养手段,以多层次进化课

程教学为重点,通过阶段式教学模式和混合式教学方法,激发学生学生兴趣;通过逐步递进的课程体系设计,从基础知识到专业能力,再到跨学科应用,帮助学生构建完整的知识体系,完善计算思维与AI范式的融合;借助多平台培养,通过跨学科、产学研、政产教多方合作等方式,引导学生自主学习,深度实践,从学习计算思维和AI范式到具备深度融合能力,能够推动范式创新,并将其应用到实际场景中,使其成长为具备跨学科思考、求解、设计、实现等实践能力的高层次复合型人才。

融合计算思维和AI范式,实际上是将计算机科学的思维方法(如抽象化、分解、模式识别)与AI的技术方法(如机器学习、深度学习)相融合,既为AI的实际应用提供了理论支持,也为学生的综合能力培养提供了实战经验。通过这样的结合,学生不仅能学会如何用技术解决问题,还能通过深入的思考方式理解技术背后的原理,最终成为具备创新思维,能够解决实际问题的复合型人才。这对于推动AI技术的发展和应用具有重要意义,也是研究生培养实践和探索的重点。

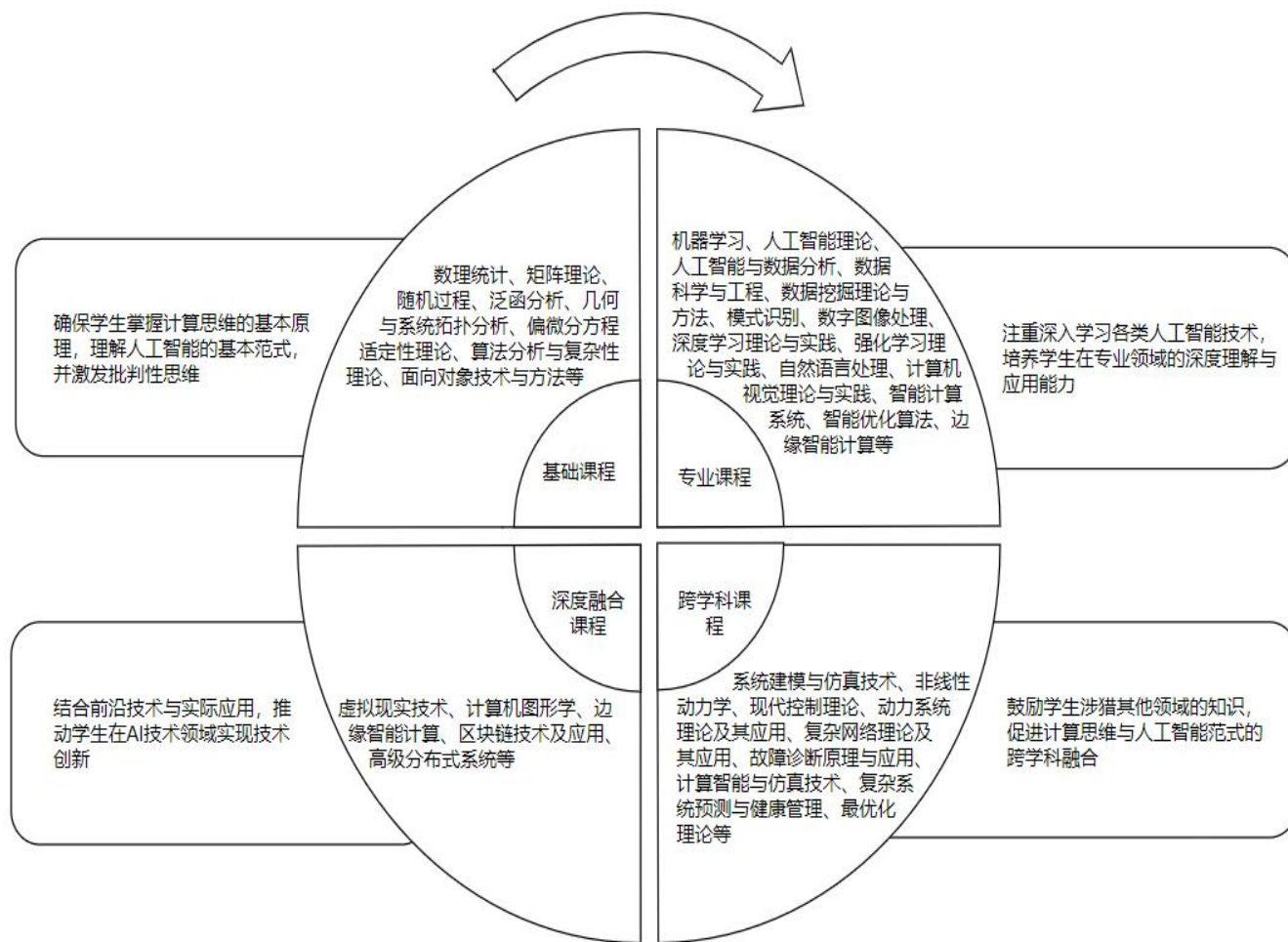


图3 课程分类及目的

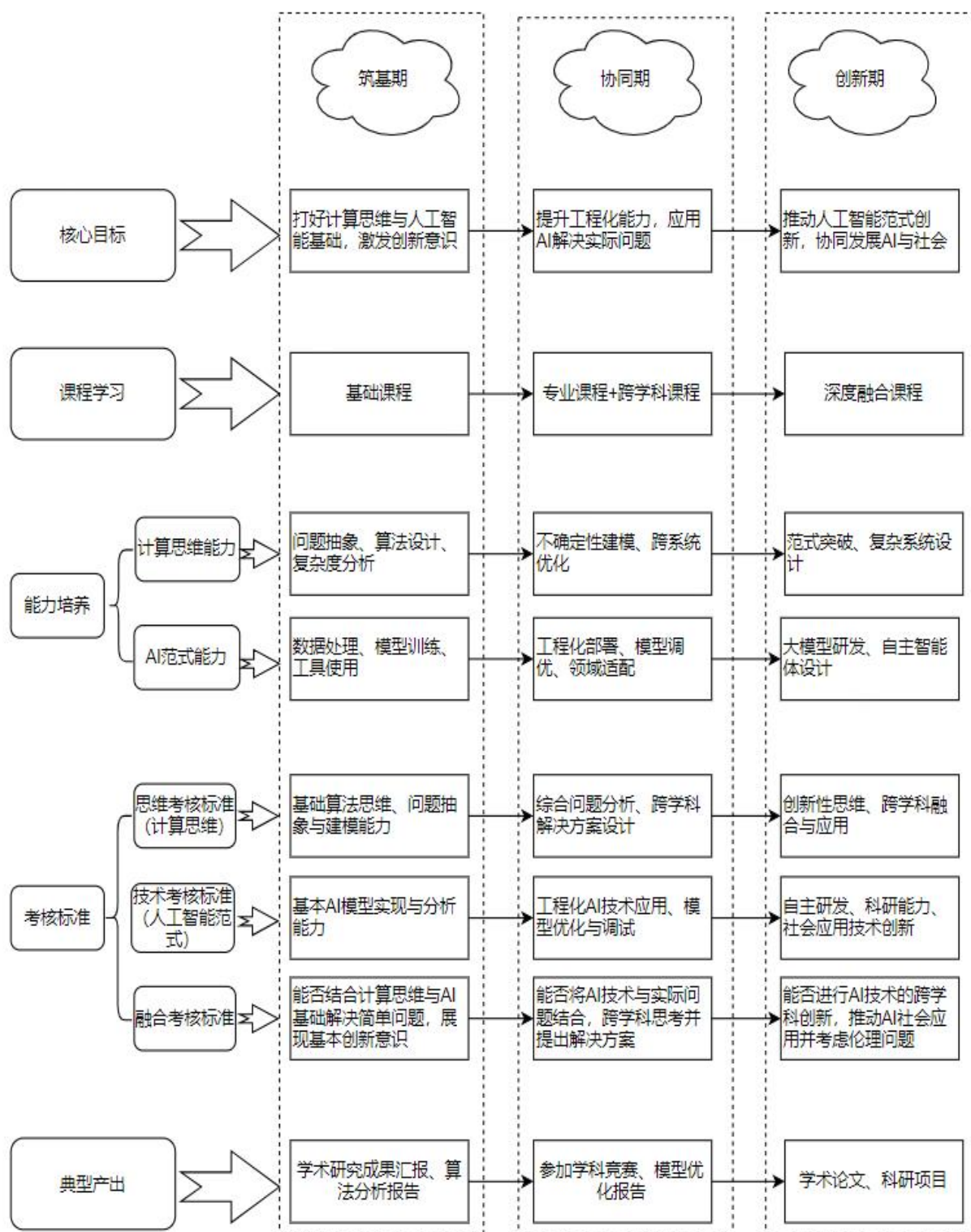


图 4 教学阶段划分及考核标准

4 融合计算思维与 AI 范式培养模式的实施

4.1 创新培养手段

为了解决现有的教学培养手段单一的问题，需要

设计更加多元化的教学方法和模式，力求在“计算思维”和“AI 范式”之间找到融合点，并结合跨学科的视野和创新的教学模式，以激发学生的学习兴趣，实现从“要我学”到“我要学”的转变^[6]。具体方法如下：

(1) 目标明确, 课程设计多层次

首先, 明确培养目标, 旨在结合计算思维和 AI 范式, 培养既具扎实计算思维基础又具创新能力的高层次计算机人才。针对目前计算机类研究生课程体系中存在的理论和应用脱节问题, 通过引入跨学科的课程和实践环节来解决。具体而言, 课程体系包括基础课程、专业课程、跨学科课程和深度融合课程, 通过这四个层面全面提升学生的理论基础与实践能力。课程内容按照从基础到专业、再到跨学科应用的递进设计, 帮助学生构建完整的知识体系。以我校(中北大学)计算机类研究生课程为例, 各类别所含课程及目的如图 3 所示。

(2) 教学阶段划分明确

为了落实培养目标, 教学模式分为三个阶段, 每个阶段设置“思维+技术”双重考核标准。各阶段具体内容及考核标准如图 4 所示。

筑基期: 通过基础课程和实验, 打好计算思维和 AI 范式的理论基础, 激发学生的创新意识。

协同期: 通过专业课程和跨学科案例, 提升学生的工程化能力, 将计算思维与 AI 范式结合, 解决实际问题。

创新期: 在这一阶段, 学生深入科研与应用, 运用跨学科思维推动 AI 范式的创新, 助力 AI 与社会协同发展。

(3) 教学方法创新

教学方法的创新是提升教学效果的核心。我们结合传统教学、互动式教学和案例教学的优势, 激发学生对计算思维和 AI 范式深度融合的兴趣和参与度。传统教学为学生提供坚实的理论基础, 确保他们理解和掌握核心概念。互动式教学通过小组讨论、课堂互动等方式, 促进学生的批判性思维和创意思维的碰撞。案例教学通过实际案例的引入, 帮助学生更好地理解 AI 在各行各业中的应用, 进而加深计算思维与 AI 范式的融合。

4.2 多平台融合培养

为了更好地应对计算思维与 AI 范式之间的鸿沟, 采用创新性的多平台融合培养模式, 包括跨学科合作、产教融合及实际项目驱动, 形成全方位的教学支持。具体包括:

(1) 跨学科合作

通过开设跨学科选修课程, 学生可以根据个人兴趣和发展方向选择与计算思维和 AI 范式相关的课程, 深入了解并研究计算机与其他学科的交叉点, 培养跨

学科视野, 参与学术研究、科技竞赛。这种方式不仅能够扩展学生的思维方式, 还能促进创新思维的生成, 推动计算思维与 AI 范式的融合。

(2) 产学研合作

通过加强与产业界的合作, 让学生参与到真实的 AI 项目中, 将学术成果转化为实际应用。在项目驱动学习的过程中, 学生不仅能够运用计算思维去分析和解决行业中的实际问题, 还能直接接触到 AI 范式的应用, 学习如何将自动化推理、机器学习、深度学习等技术应用于不同的行业场景, 提升对 AI 技术应用和 AI 范式的理解, 学习如何基于行业需求设计技术解决方案。产学研合作不仅帮助学生深入理解前沿 AI 技术的实际应用场景, 还能让他们了解技术的研发与产业化过程, 培养他们的创新与实践能力。

(3) 政产教三位一体

为了更好地解决行业需求与技术创新之间的矛盾, 推动政府、企业和高校的深度融合。在这个模式下, 各方协作, 共同推动人工智能范式的发展和应用。比如, 政府主导制定 AI 的伦理规范, 企业提供真实的行业数据, 高校则研发新的 AI 算法框架, 提供实验室、工程中心等平台。这种多方合作能够帮助 AI 范式和 AI 技术在实际场景中更好地应用, 推动行业创新。

通过上述多平台融合培养模式, 学生不仅能够掌握深厚的专业知识, 还能将计算思维与 AI 范式的应用深入实际应用场景, 成为具备跨学科能力、创新思维 and 实际问题解决能力的高层次复合型人才。这种模式不仅增强了学生对 AI 技术的实践能力, 还推动了他们在跨学科合作中应用计算思维解决复杂的社会和行业问题, 从而为社会培养出真正符合未来需求的创新型人才。

5 实施成效

新的培养模式经过 3 年的建设、实践, 在团队的实施下取得了显著成效, 主要体现在以下几个方面。

(1) 研究生的科研水平和科研成果显著提高。过去 5 年, 我校计算机学院研究生参与国防科技项目 8 项, 并承担山西省重点研发计划项目 5 项, 项目成果已被落地应用。依托“新动力梦工厂”等科研平台, 团队设计“项目选题-中期评审-成果转化”全流程对接机制, 推动 80% 以上的研究生毕业论文与实际项目结合, 近三年获山西省优秀博士论文 6 人, 获山西省优秀硕士论文 3 人, 校优秀博士论文 9 人, 校优秀硕士论文 10 人, 所有论文均通过了合格评审, 未出现抽检不合格的情况。

(2) 研究生积极参加各类科创竞赛, 获得优异成绩。团队构建了“院级选拔-校级集训-国赛冲刺”三

级竞赛培养体系，并配套专项科研经费与导师指导团队，推动竞赛成绩实现突破。主要奖项有全国大学生信息安全与对抗技术竞赛国家级一等奖1项，中国研究生电子设计竞赛获国家二等奖3项，中国研究生数

学建模竞赛国家二等奖2项，中国研究生智慧城市技术与创意设计大赛全国一等奖2项、全国二等奖1项、全国三等奖6项。

2022-2023年研究生创新立项申报与获批情况对比

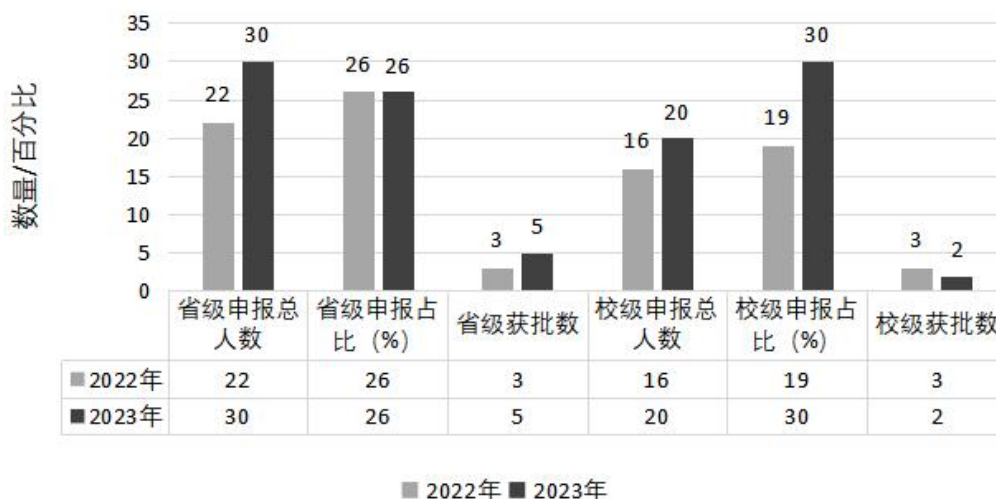


图 5 2022-2023 年研究生创新立项申报与获批情况对比

(3) 研究生就业、升学情况良好，获得用人单位高度认可，就业质量逐年提升。团队推动实施“拔尖创新人才计划”，建立“学术潜力+科研成果”双维度选拔标准，为优秀研究生提供提前攻读博士学位的通道。2022年，计算机学科共毕业43人，就业率达98%，就业单位涵盖科研院所、国网、移动、医院、银行、小米等，其中1人进一步升学读博，就读于华东师范大学；2023年，计算机学科共毕业64人，就业率达100%，就业单位在原有基础上进一步拓展至高新技术企业、科研机构等领域，其中7人进一步升学读博，分别就读于北京交通大学、中国矿业大学、东南大学等高校。2024年，学院“拔尖创新人才计划”再结硕果，5名研究生通过“申请-考核制”进入北京理工大学“网络空间安全”专业直博，同时学院与美国加州大学河滨分校联合培养博士生2名，形成了“国内顶尖高校深造+国际名校联合培养”的多元化升学格局。追踪回访结果表明，大部分毕业生均热爱本行工作，扎根基层，得到了用人单位的高度认可。(4) 研究生创新能力培养机制日趋完善，创新成果产出持续增长。2022年度学科共有22名同学申报省研究生创新科技立项，占有资格申报学生数26%，获批3项，含1项重点项目；16名同学申报校第十八届研究生创新科技立项，占有资格申报学生数19%，获批3项，含1项重点项目。而2023年度学科共有30名同学申报省研究生创新科技立项，占有资格申报学生数26%，获批5项，较上一年度增长67%；20名同学申报校第十九届研究生创新科技立项，占有资格申报学生数

30%，获批2项，含1项重点项目，申报占比较上一年度提升11个百分点，展现出研究生参与科研创新的热情持续高涨，创新能力培养成效显著，如图5所示。

(5) 研究生在成果转化与社会服务方面也发挥了重要作用。教改团队牵头校企合作项目，推动研究生成果落地。研究生团队为山西云时代技术有限公司开发的政务大数据分析平台，实现了全省11个地市政务数据互联互通，获2024年山西省科技进步二等奖。参与了“数字山西”建设，研发的智慧矿山安全监测系统在同煤集团推广应用。此外，还参与了华为“昇腾AI开发者计划”，于2024年完成智能视频分析系统开发，获华为技术认证并应用于太原地铁安防项目。

6 结束语

计算思维与AI范式融合的模式旨在推动思维方式的AI转型，使学生能够掌握分解、抽象、算法和评估等的思维框架，以有效地拆解现实问题，并进行跨学科的思考，探索解决复杂应用场景问题的新途径。学院通过多样化的教学方法和模式，激发学生兴趣的同时，逐步培养他们的计算思维和AI范式。通过提供丰富的跨学科选修课和实践项目，帮助学生形成跨学科的思维模式，推动AI应用创新。同时，学院积极与行业和产业合作，为学生提供充足的实践平台，促进技术的创新和落地。

随着AI和计算技术的飞速发展，未来的科技创新将更加依赖跨学科的人才培养。这种新型的教育模式

通过与前沿科研和产业的深度融合，为学生提供了更广阔的职业发展空间。学生不仅能够接触到最新的技术领域，还能参与行业的前沿问题，提升应对快速变化科技领域的能力，使学生在日新月异的科技发展中保持竞争力，为 AI 的发展做出积极贡献。

参 考 文 献

[1] 钟义信. 人工智能：范式革命与通用理论[M]. 北京：科学出版社, 2025.
[2] 国务院. 国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见

[Z]. 国发〔2025〕11号. 2025-09-02.
[3] 曾大军. 人工智能引领科研范式变革[N]. 学习时报, 2025-11-11 (3) .
[4] Wing J M. Computational thinking[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(3): 33-35.
[5] 江颖,吴维刚,郑伟诗,等. “计算·AI+X”创新型计算机研究生人才培养模式探索 [J]. 计算机教育,2024,(01):51-55.DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2024.01.021.
[6] 刘明华,杨丽娟,尹宾礼,等.面向计算思维培养的程序设计课程案例教学改革 [J]. 计算机教育,2025,(01):66-70.DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2025.01.029.