

面向计算机类特设专业能力培养的课程体系创新*

罗涵 何磊 黄艳艳 毕晓佳 刘斌**

成都信息工程大学软件工程学院, 成都 610225
四川省信息化应用支撑软件工程技术研究中心, 成都 610225

摘要 针对计算机类特设专业人才培养中学科融合壁垒、综合能力培养路径模糊、课程体系连贯性缺失及教学资源协同不足等问题, 构建以跨学科思维和实践创新能力为核心的培养体系, 将计算机技术融入多元应用场景, 突破传统学科边界; 通过理论与实践教学的交叉融合, 形成阶梯式进阶路径, 促进知识整合与学生素养提升; 建立课程内部及课程群的链式关联机制, 确保课程体系连贯流畅; 深化与科研院所、企业的协同合作, 构建协同育人机制, 保障课程体系落地。该研究为地方应用型高校相关专业建设提供了可复制、可推广的实践范式。

关键字 新工科范式, 跨学科集成, 多场景驱动, 双螺旋提升, 产学研协同

Innovation of Curriculum System for Competence Training in Specialized Computer Science Majors

Han Luo Lei He Yanyan Huang Xiaoja Bi Bin Liu**

School of Software Engineering,
Chengdu University of Information Technology,
Chengdu 610225, China
Sichuan Province Engineering Technology Research Centre of
Support Software of Informatization Application,
Chengdu 610225, China

Abstract—A training system focused on interdisciplinary thinking and practical innovation capabilities has been established in response to challenges such as disciplinary integration barriers, unclear pathways for comprehensive ability development, lack of curriculum coherence, and inadequate collaboration of teaching resources in the cultivation of talents of specialized computer science majors. This system transcends the limits of conventional disciplinary by integrating computer technology into a variety of application scenarios. A step-by-step progressive path is created by integrating theoretical and practical instruction, promoting knowledge integration and enhancing student competency. The curriculum system's coherence and seamless implementation are guaranteed by a chain-link mechanism both within and between courses. To guarantee the successful implementation of the curriculum, a collaborative education mechanism is being built through deep strengthened collaboration with research institutes and businesses. This study provides a replicable and scalable practical paradigm for the construction of related majors in local applied universities.

Keywords—New Engineering Paradigm, Interdisciplinary Integration, Multi-scenario-driven, Dual Spiral Enhancement, Industry-University-Research Collaboration

1 引言

《教育强国建设规划纲要（2024-2035年）》提出优化高等教育布局、强化交叉学科建设的战略方向。作为交叉学科在高等教育领域的典型实践载体, 大量计算机类特设专业因应新兴技术迭代与跨领域应用需求而设立。该类专业通过整合计算机科学与其他学科的知识和方法, 培养复合型专业人才。截至2024年, 计算机类(专业类代码: 0809)的本科专业数量已增至18个, 其中特设专业占总数的67%^[1], 这一数据充

分展示了计算机类专业在近年来的蓬勃发展态势及市场对其的热烈响应。近十年, 计算机类专业的高社会需求与发展潜力持续驱动着特设专业的增设, 总体呈现增长趋势^[2]。与此同时, 随着各领域对计算机技术需求的不断增长, 计算机类专业逐渐展现出跨学科融合的新特点。大量特设专业的涌现不仅为计算机类专业教学引入了更为多元化的研究方向, 也对教育体系提出了更高的要求, 促使专业教学模式的不断探索创新, 以培养出更多符合时代需求的高素质复合型人才。课程体系是人才培养的核心载体, 也是实现学科交叉、知识融合与能力提升的关键环节。因此, 课程体系构建与实践在该类专业的人才培养中显得尤为重要。

2 计算机类特设专业课程体系的现状

*基金资助: 成都信息工程大学本科教育教学研究与改革项目 (JYJG2024133)

**通讯作者: 刘斌 liubin@cuit.edu.cn

当前计算机类特设专业在课程体系构建和实践过程中,面临着诸多亟待解决的问题,这些问题直接影响到专业教育的质量和人才培养的效果。深入分析计算机类特设专业课程体系的现状,识别其中存在的问题,并提出针对性的解决方案,对于推动该类交叉背景专业的发展具有重要意义。

首先,传统学科体系中,各学科拥有独立的知识架构与教学模式,学科壁垒显著。多数的计算机类特设专业,涉及多学科知识的整合,若简单拼凑不同学科内容,易导致课程体系缺乏特色与系统性,削弱专业竞争力,因此打破学科隔阂、实现知识有机融合是该类专业课程体系构建的核心任务。其二,新工科范式强调教育从“知识传授”向“能力培养”转型,注重学生综合能力的塑造^[3,4],传统教育模式往往忽视跨学科思维培养。交叉学科虽为学生构建多元知识背景提供基础,但在实际教学中,实现知识融合与综合能力提升的有效转化仍存在较大难度。其三,交叉学科课程体系涵盖内容广泛、结构复杂,加之不同学科知识体系差异及教学目标的多元化,易造成课程内容脱节、知识衔接不畅,严重影响学生综合能力培养,保障课程体系连贯性成为亟待攻克的关键难题。最后,跨学科专业教学对教师能力提出更高要求,且需要丰富的教学资源支撑,新工科建设强调理论与实践结合、对接产业需求,但目前校内外教学资源整合不足,难以实现与产业需求的紧密对接,资源利用效率亟待提升。

空间信息与数字技术专业(以下简称“空信专业”),作为计算机类多学科交叉特设专业,在推动“数字中国”战略实施、培育新质生产力进程中发挥关键作用^[5]。与其他计算机特设专业类似,在内容的综合性、学科的交叉性以及技术的前沿性方面,该专业与“新工科”的学科要求高度契合^[6,7]。然而,由于这类专业差异化特色方向、庞杂专业内容以及多学科交叉等特点^[8,9],也使得该类专业的教学工作面临着巨大的挑战。本文以空信专业为例,从计算机类特设专业理论和实践课程体系的跨学科融合设计以及落实保障两个方面进行深入研究和详细阐述。

3 多学科融合共的课程体系设计

3.1 基于应用场景的三阶理论课程体系

为将计算机技术深度融入实际的数字化应用场景,全方位培养学生从基础认知到深度实践的能力,设计构建“基础层-交叉层-实践层”三阶课程体系(见图1)。基础层强化计算机大类专业学科基础知识。通过编程语言、操作系统原理、数据库应用原理等计算机基础课程,让学生扎实掌握基本的数字技术工具。同时,搭配工程导论、专业导论等课程,帮助学生初步了解专业和工程领域的基本概念、发展历程和应用前景,建立起对专业和工程领域的初步认知,为后续深入学习奠定坚实基础。

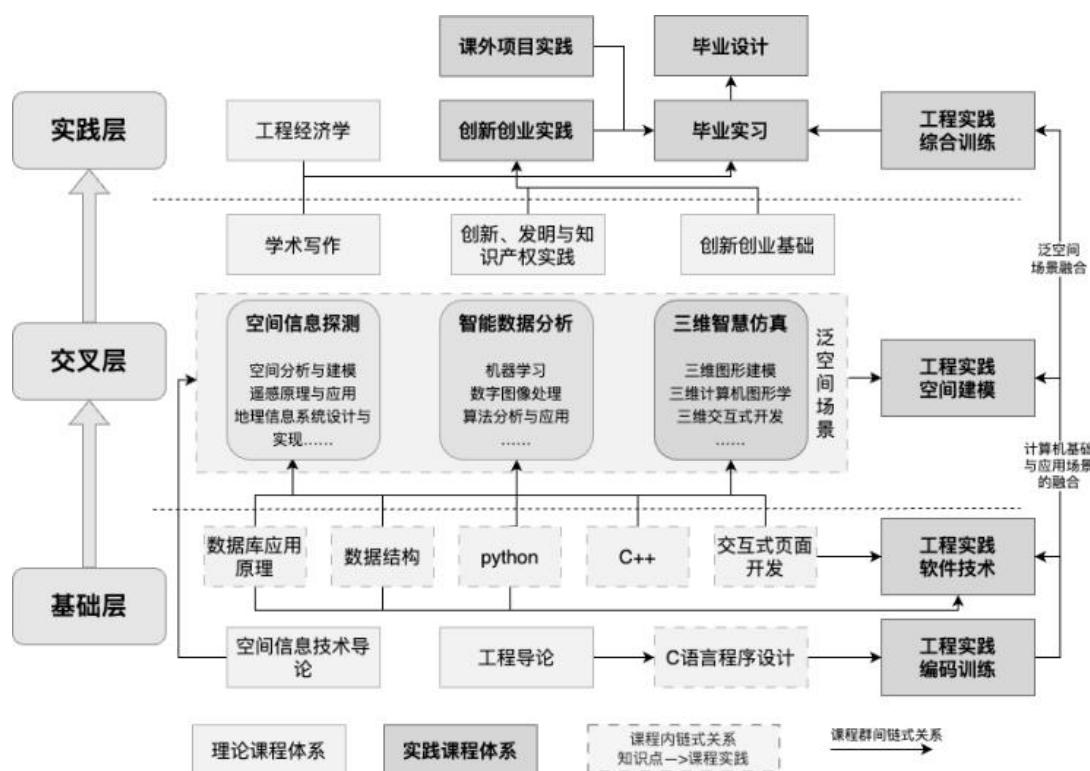


图 1 空信专业三阶螺旋双循环链式课程体系

交叉层是课程体系的核心，也是交叉学科的特色所在。因此，基于计算机技术的应用场景，设计以实际应用为导向的跨学科融合课程模块。以空信专业为例，课程体系以空间数据“采集-分析-展示”为主线，聚焦空间信息探测、数据智能分析、三维智慧仿真的泛空间场景，开设系列跨学科融合课程体系。例如，在空间信息探测场景，开设遥感原理与应用、空间分析与建模等课程，让学生掌握空间信息获取的前沿技术；在数据智能分析场景，安排机器学习、算法分析与应用等课程，培养学生对海量时空数据的分析处理能力；在三维智慧仿真场景，开展三维计算机图形学、三维图形建模、数字孪生等课程，提升学生空间场景模拟和仿真能力。

实践层是检验学生学习成果的关键环节。紧密结合技术知识在计算机技术的应用场景，设计不同程度的综合性实践课程。从项目的需求分析、方案设计、技术实现到最终的成果交付，让学生全程参与，实现从知识融合到能力进阶的质的飞跃，完成完整课程体系的闭环。

3.2 螺旋双循环实践教学体系

计算机类特设专业教育以实践能力、跨学科思维、创新能力为导向，理论课程体系与实践教学的融合，是专业课程体系设计中的核心。三阶理论课程体系作为螺旋的一环，以工程实践类项目为螺旋的另一环，二者相互交织、相互促进，贯穿整个教学流程，最终形成螺旋式双循环实践教学体系（见图2）。

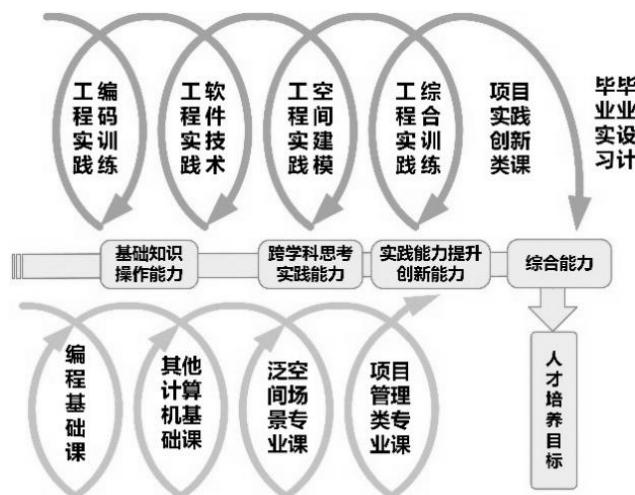


图 2 螺旋双循环实践教学体系概念

首先，以系列化的工程实践类课程实现实践能力的系统化培养。按照4门独立实践课程分为复杂度逐步加深的4个阶段，持续关注每门课程的能力培养构成课内关系、每个阶段的能力培养构成课程群内关系。同时，以多维度评价作为动力引导，结合多种教学方

法与教学手段实施教学，引导学生从较低层次的工程能力实践平面螺旋上升地进入更高层次的工程能力实践平面。

其次，强调逐渐形成的综合能力和跨学科思维培养，4门独立实践课程循序渐进，每个阶段在通过“理论-实验，实验-实践”的双循环训练后，螺旋上升至下一阶段的能力培养平面，4个阶段的学习囊括了从基础知识、操作能力、实践能力、跨学科思考能力和创新能力的所有能力提升过程。第1阶段是编码训练工程实践，侧重提高学生的代码编写能力和代码编写规范。第2阶段是软件技术工程实践，在学生具备一定编码能力的基础上，侧重提高学生完成一个项目开发的能力，并要求采用框架使用数据库实现。第3阶段是专业领域的工程实践，在学生具备项目开发能力后，将开发技术应用于不同数字化或人工智能的场景下。第4阶段是综合训练工程实践，在学生经过前面3个阶段的能力训练后，经历一个从需求分析、概要设计、详细设计、程序编码、程序测试到集成运行的数字化或人工智能等场景应用项目全过程。最终，在完成所有工程实践课程后，进入到毕业实习、毕业设计等环节，进一步检验、打磨能力，实现从校园学习到社会应用的衔接。

最后，在实践教学体系中融入“课程启蒙-项目提升”两级创新培养环节，实现创新思想和能力的激发。通过开设创新创业相关的必修课，如《创新创业基础》

《创新、发明与知识产权实践》等，系统传授创新思维方法、创新工具使用，从课程层面激发学生的创新意识；设置创新创业实践环节学分，鼓励学生加入专业社团、教师科研团队，通过申报大创，参与“互联网+”等学科竞赛，学生自主开展创新性研究，培养独立思考能力和创新实践能力，营造全过程融入的创新教育氛围，助力学生在创新的道路上不断成长。

4 课程体系的保障与落实

4.1 式协同课程体系连贯性保障

针对计算机特设专业的课程体系涵盖内容广泛、结构复杂，难以保障课程体系连贯性的问题，通过构建课程内与课程群间的层层递进的知识-课程链，来保证微观层面课程内部知识的有机串联，以及宏观层面课程群之间的协同合作，为学生提供一条清晰、连贯的学习路径。

在课程内，以具体的项目或案例为线索，将不同的知识点有机串联起来，同时结合多个教学环节和考核环节支撑，让学生在学习和项目实践的过程中，深入理解理论知识间的内在逻辑关系，并实现从理论到实践的初步跨越。在课程群间，以实际应用场景为导向，促进不同课程群之间的协同作用。例如，工程实

践 3 中, 空间信息探测课程群与数据智能分析课程群在森林山火预警系统开发项目中紧密协作, 共同为解决实际问题提供技术支持, 有效打破学科界限, 培养学生的综合能力。

此外, 结合工程认证的课程目标达成情况评价机

制, 分别从不同阶段对课程链式关系进行审查评价, 确保其有效运行, 切实保障课程内容连贯性。课程群间的审查评价从课程教学大纲和课程 OBE 执行方案出发, 基于教学内容及安排、考核环节等内容展开 (见图 3)。

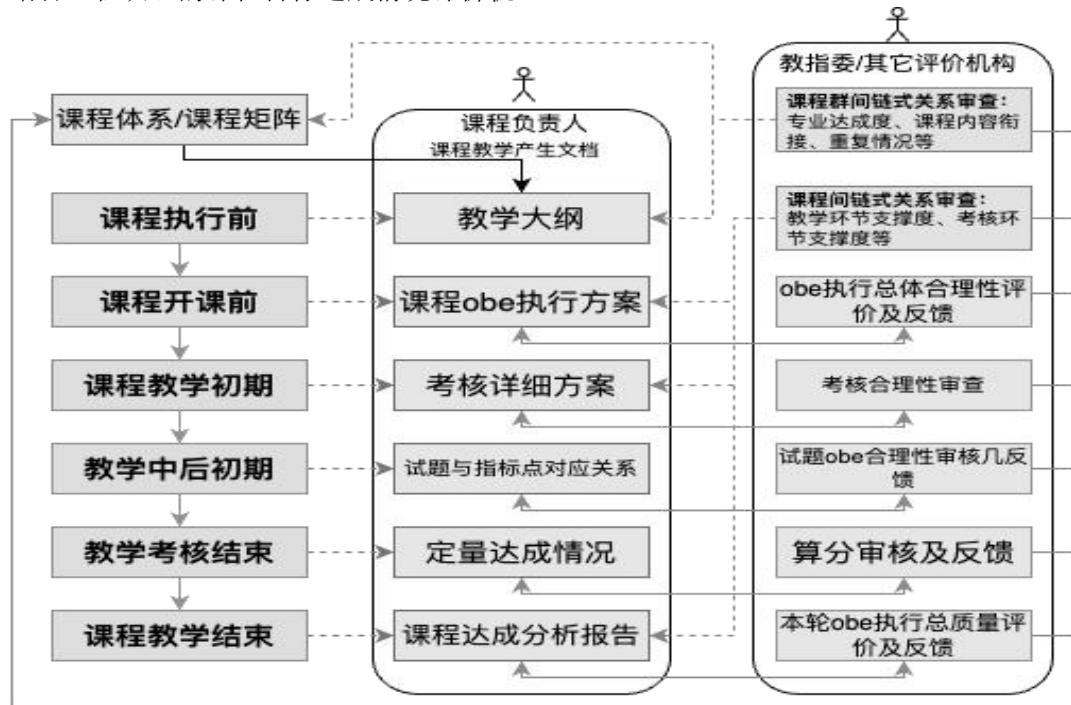


图 3 基于课程目标达成评价的链式关系审核评价流程

对课程群间的协同教学内容是否围绕实际应用场景展开, 是否涵盖多课程群关键知识点融合, 以及考核环节能否全面考查学生在跨课程群知识运用与实践能力等方面进行详细审查评价。例如, 工程实践 3 中, 森林山火预警系统开发项目, 在空间信息技术导论、空间分析与建模等前序课程中, 空间信息探测与数据智能分析课程群的知识点融合是否合理, 考核环节是否设置了针对跨课程群知识综合运用的题目, 如阐述如何利用空间信息探测数据进行数据智能分析, 提升火灾预警准确性等。

课程间的审查评价从考核详细方案和 OBE 达成情况分析报告入手, 基于课程目标支撑设计、考核支撑、达成情况分析等内容展开。对课程内各知识点的串联是否紧密, 教学环节是否有效支撑课程目标实现, 考核方式是否能精准检测学生对知识链条的掌握与运用能力等进行严格审查评价。

4.2 产学研融合推动课程实践

面向计算机特色专业教学对教师能力、教学资源的高要求, 通过强化与产业、科研的深度融合, 挖掘产业热点方向, 结合课程体系交叉层的设计, 分别从应用场景, 组建产学研教学团队, 充分整合各方资源。

在教学资源上, 高校教师负责搭建理论框架, 科研院所专家带来前沿技术思路, 企业导师引入实际案例教学, 确保课程内容贴合行业最新的实际需求和技术应用。在教学方式上, 共同开发“项目驱动式”实践课程, 各教学团队依据不同方向特点制定个性化教学方案, 采用“双导师”制, 对接产业需求, 为学生综合能力培养提供有力支撑。通过系列合作, 实现了资源共享、优势互补和协同创新, 进一步推动三阶螺旋式双循环链式课程体系的实践落地。

组建专业社团, 提供学习空间, 定期开展学术交流活动、技术研讨沙龙等, 为学生提供一个自由交流创新想法的平台, 促进学生之间的思想碰撞和经验分享。依托学院科研团队资源, 积极引导学生参与科研团队项目, 结合项目开展指导学生实践创新能力的培养。通过教学团队、科研团队、专业社团三个平台的协同发力, 全方位推进实践教学体系的实践, 促进学生创新能力的培养, 为学生未来在相关领域的发展奠定坚实基础。

5 教学效果

本文提出的课程体系创新设计, 自 2018 年实施以

来,为空信专业的成长注入了强大动力,成效斐然。专业特色日益鲜明,优势不断凸显,使学生对泛空间、人工智能等应用场景专业知识的认知度从2020级的8%上升至52% (见图4),毕业设计中空间信息技术相关选题比例也从17%跃升至44% (见图5)。学生的专业素养实现质的飞跃,在程序设计竞赛与创新创业大赛中摘得国家级奖项1项、省级奖项3项,还在科研领域崭露头角,收获多项软件著作权和专利。实践教学活动全方位提升了学生解决复杂问题、团队协作、技术实现等综合能力,激发了学生学习的热情与成就感。

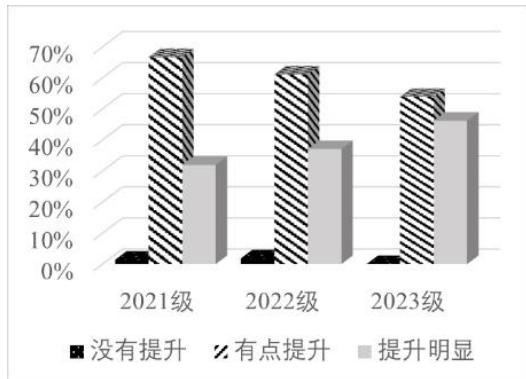


图4 课程体系实施前后学生对专业不同认知情况占比

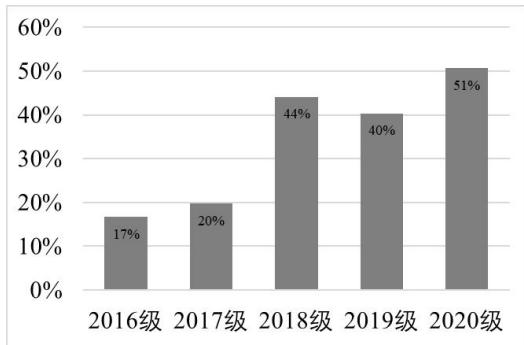


图5 2016-2020级毕业设计选题中泛空间场景相关占比

此外,教师团队的教学能力也显著提高,获批省级一流本科线下课程1项,专业荣获省级一流专业建设点称号。整体而言,专业课程建设与教学实践形成良性循环,实现学生综合能力与教师教学水平同步提升,为培养高素质计算机特设专业人才提供了有力保

障。该课程体系创新设计展现出强大生命力和适应性,能够有效推动计算机特设专业的人才培养迈向新高度。

6 结束语

围绕计算机类特设专业人才培养中的核心挑战,以空间信息与数字技术专业为例,本文系统地探讨了面向综合能力培养的课程体系创新与实践。研究直面当前课程体系中存在的学科壁垒森严、知识融合生硬、能力转化困难以及教学资源整合不足等现实困境,构建并实施了“基于应用场景的三阶理论课程体系”与“螺旋双循环实践教学体系”相互支撑的“三阶螺旋双循环链式”课程体系模型。该课程体系为计算机类特设专业,乃至其他跨学科新工科专业,提供了一套行之有效的课程体系重构方案与可操作的实践路径。它有力地证明了,以能力产出为导向、以场景应用为纽带、以机制创新为保障的课程体系,是打破学科壁垒、培养高素质复合型创新人才的关键。未来,我们将在现有基础上,持续优化课程内容与产业需求的动态对接机制,进一步探索人工智能等新兴技术在教学全过程中的深度融合,以期为教育强国战略下的卓越工程人才培养贡献更多力量。

参 考 文 献

- [1] Luo H, He L, Liu B, Huang Y, Bi X. Exploration of the Flipped Classroom Educational Model for Cognitive Education of Specialized Computer Majors[J]. Journal of Higher Education Teaching, 2024, 1 (6): 209-214
- [2] 钟闻啸,肖晟,唐亦珊.基于专业调整数据的本科计算机类专业设置分析[J].计算机教育,2024 (04): 59-64
- [3] 岳希,魏维,唐聃,何磊,高燕.能力导向的软件工程实践教学课程体系探索[J].计算机教育,2022, 5
- [4] 范协裕,陈瀚阅,马丹.空间信息与数字技术专业实践型交叉课程建设研究——以空间信息与移动服务为例[J].计算机教育,2016 (11): 83-87
- [5] 柳秀梅,薛丽芳,李凤云,张添森.计算机硬件技术基础”课程教学改革与实验改革的研究与实践[J].计算机技术与教育学报, 2024, 12(2): 27-30
- [6] 傅继彬.构建计算机网络课程中的思政教育协议栈[J].计算机技术与教育学报, 2022, 10(05), 23-26.
- [7] 杨慧,闫兆进,慈慧,王冉.OBE驱动的工程教育课程教学创新设计[J].高等工程教育研究,2022 (2): 150-154
- [8] 孟小亮,徐超,边馥苓,崔晓晖,朱国宾.一种利用空间信息与数字技术专业知识的“互联网+”创新创业方法[J].测绘通报,2017 (12): 138-141