

做中学式双尺度案例驱动的 程序设计基础课程改革与实践^{*}

梁志剑 马国帅^{**} 郭磊 于一 李玲

中北大学计算机科学与技术学院, 太原 030051

摘要 针对学生难以建立计算思维、难以形成高阶设计思维、难以获得主动学习内驱力的问题, 分析程序设计类课程的特点, 提出了重构双尺度案例的教学内容、建设多维立体化的教学资源、实践全程做中学的教学方法、实施多元多阶化的教学评价、践行多维全过程的思政育人模式的观点。以中北大学“程序设计基础课程”为载体, 结合定量数据与定性反馈, 实践结果表明, “内容-资源-方法-评价-思政”五维协同的改革模式, 能够系统性破解程序设计类课程的核心教学困境, 为理工科程序设计类课程的思维培养与育人融合提供了可复制的实践范式。

关键字 程序设计, 做中学, 双尺度案例驱动, 思政育人

Learning-by-Doing-Oriented Dual-Scale Case-Driven Reform and Practice of the Fundamental Programming Course

Liang Zhijian Ma Guoshuai Guo Lei Yu Yi Li Ling

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

Abstract—Aiming at the problems that students struggle to develop computational thinking, have difficulty forming higher-order design thinking, and lack intrinsic motivation for active learning, this paper analyzes the characteristics of programming courses and proposes key reform ideas: restructuring teaching content with dual-scale cases, constructing

multi-dimensional and integrated teaching resources, practicing a whole-process "learning by doing" pedagogy, implementing multi-dimensional and multi-level teaching evaluation, and carrying out a multi-dimensional whole-process ideological and political education model. Taking the "Fundamental Programming Course" of North University of China as a case study and integrating quantitative data with qualitative feedback, the results show that the five-dimensional collaborative reform model ("Content-Resources-Methods-Evaluation-Ideological and Political Education") can systematically address the core teaching challenges of programming courses. This model provides a replicable practical paradigm for integrating thinking cultivation with talent development in programming courses for science and engineering disciplines.

Keywords—Programming, learning by doing, dual-scale case-driven, ideological and political talent development

1 引言

新工科强调培养具有创新能力、实践能力和跨学科素养的工程技术人才^[1-2]。因此, 程序设计类课程应将传统的以掌握编程语言和算法为主的目标, 转变为培养学生运用程序设计解决复杂工程问题的能力, 以及在实践中不断创新的能力^[3-5]。

程序设计基础作为一门重要的学科基础课程, 面向计算机科学与技术相关专业大一学生开设, 主要培养学生运用结构化程序设计方法解决实际问题的计算

思维能力和软件设计能力, 为从事硬件驱动开发、大型软件系统设计提供编程理论基础^[6-8]。通过学习, 使学生具备简单数据的表示与应用、结构化和模块化的程序设计方法、复杂数据的表示与应用、经典算法四部分基本知识; 能够合理运用计算思维形式化表示实际问题, 建立可自动执行的算法模型, 设计出具有一定复杂度的软件, 同时, 也能够熟练运用开发工具编写程序、调试程序, 分析不同开发工具的优缺点; 通过开展合作学习、成果分享等教学活动, 提升创新意识和团队协作能力, 使学生具有不断挑战自我的意志和民族自豪感^[9-10]。

2 教学问题分析

课程通过问卷调查、座谈等方式, 了解到学生学完本课程之后, 存在“程序不会写、错了不会调、学

***基金资助:** 本文得到山西省高等学校教学改革创新项目 (J20240839, J20240919), 山西省 2024 年度研究生教育创新计划项目 (2024SZ23) 支持。

****通讯作者:** 马国帅 maguoshuaixy@126.com。

习兴趣不大”等突出问题，学完后续课程之后再看本课程，稍大型程序没有设计思路，用到的本课程知识，学的不扎实。通过对历年试卷分析，发现学生编写完整程序的能力很差。另外，课程本身具有知识点多、语法细节繁杂等特点，算法设计时，需要学生具有较强的逻辑思维，软件实现时，需要考虑更多的细节。课程立足以上学情、教情、课情等数据，分析得出以下教学问题。

课程以 C 语言作为核心教学内容，包括 4 类数据类型、13 类运算符、9 类控制语句等 72 个知识点，学生难以摆脱繁杂语法细节的束缚，而开展程序设计实践，计算思维难以建立；从提出问题到系统实现需要综合运用结构化和模块化程序设计思想，包括划分模块、建立模块间逻辑关系、恰当选择数据类型、设计算法、优化性能等知识，学生难以从编写“小程序”提升到设计“大软件”，高阶设计思维难以形成；从理论知识到工程实践，需要生产实际需求支撑，大一学生还未具备程序设计在工程领域中的实际需求探索能力，主动学习意愿薄弱，缺乏探索新知和挑战难点的动力，难以获得主动学习内驱力，亟需提升学生对专业的认同感和成就感，激发持续学习热情和创新意识。

3 教学改革理念及思路

课程以学生发展为中心，围绕知识、能力和素质三维目标，从问题出发，依托智慧工具、实验室、项目库等教学资源，构建集“旧知识”、扩展知识、跨学科领域知识于一体的“新知识”体系，设计小规模案例，帮助学生建立计算思维。以“贪吃蛇”游戏大案例为主线，依托创新实践平台，在“新知识”体系中，通过讲练融合、自主探究、帮扶指导、成果分享等教学活动，开展项目拓展和思维创新训练，帮助学生形成高阶设计思维。多阶化评价体系鼓励学生不断取得进步，依托思政库，在“三爱”育人体系中，帮助学生养成主动学习习惯。根据评价结果，持续改进教学方法、优化课程资源、完善知识体系，逐渐形成更为完善的“做中学式双尺度案例驱动”的教学模式。

4 教学改革举措

课程总体教学设计如图 1 所示。以大型游戏案例贯穿课程始终，按实现过程将其分解不同功能模块，再映射出知识点，通过多个跨学科领域的小型案例加深学生对知识点的理解，在此基础上，实现各子模块，最后完成大型案例。按照课内大型案例的实现方法，利用三周课外时间进行拓展项目创新设计。

4.1 重构“双尺度案例”教学内容

围绕三维课程目标，依托“贪吃蛇”游戏大案例，

按照开发流程,自顶向下逐层分解任务,映射得到4大模块12个章节教学内容,创新了“旧知识”体系,如表1和表2所示;结合各章节知识点,优化传统案例,设计了贴近大学生活和跨学科领域的54个小案例,如表3所示;通过大量案例,提升学生问题分析、问题抽象、符号表示、算法实现的计算思维能力。

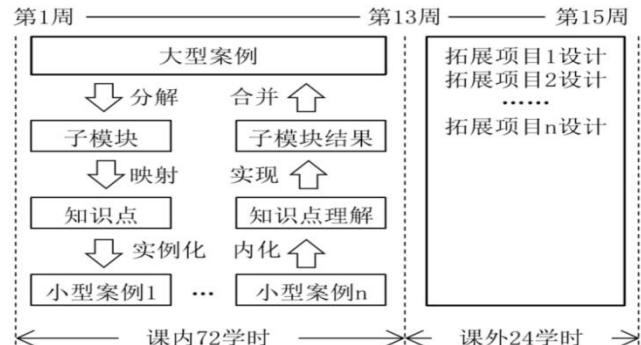


图 1 总体教学设计

表 1 “旧知识”体系与“新知识”体系的关系

模块	旧知识体系	新知识体系
知识内容	①简单数据的表示与应用 ②复杂数据的表示与应用 ③经典算法设计 ④结构化设计模块化思想	优化: ①简单数据的表示与应用 ②复杂数据的表示与应用 ③经典算法设计 ④结构化设计模块化思想 新增: ⑤声音图片控制技术 ⑥键盘鼠标协同控制技术 ⑦图形化软件编程技术 ⑧多线程技术
案例内容	①简单数值问题 57 例	优化: ①简单数值问题 26 例 新增: ②跨学科领域案例 29 例, 包括: 国防、测试、环保、艺术、体育、教育、音乐、游戏等 ③大学生活案例 25 例
实践内容	①实验项目	优化: ①实验项目 新增: ②项目设计(微课程设计)

表 2 “贪吃蛇”游戏大案例与教学内容对应关系

序号	游戏大案例模块名称	教学内容	教学模块名称
1	需求分析	程序软件	简单数据的表示与应用
2	总体设计	算法	
3	欢迎界面	数据类型	
4	窗口设计	顺序结构	结构化程序设计方法
5	蛇与食物的产生	选择结构	
6	直线移动	循环结构	
7	移动控制	模块化设计	复杂数据的表示与应用
8	蛇与食物控制	数组	
9	蛇的成长	指针及链表	
10	排行榜	文件	图形化软件开发技术
11	性能优化	多线程	
12	图形化设计	图形库	
13	创新设计	前沿算法	

表 3 “贪吃蛇”游戏大案例驱动下的小案例（部分）设计

章节序号	知识点	案例名称	案例来源
C2	流程图绘制	奖学金申请	大学生活
C4	顺序结构程序设计	信息加密	安全领域
C5	if 语句的使用	航空语音识别	航空领域
C6	for 语句的使用	水仙花数	优化传统案例
C7	静态变量	投票系统	大学生活
C8	字符串处理	探索蛟龙号	国防领域
C10	内存动态申请与动态释放	蛇的成长	游戏功能分解
C11	磁盘文件读写操作	变换采样率	测试领域

4.2 建设“多元立体化”教学资源

课程围绕教学内容，建设了“四融合”的多元立体化教学资源空间。

（1）优选规划教材，自编特色教材

课程以谭浩强老师编写的《C 程序设计》作为主要参考书，同时以自编的《程序设计实训理论教程》和《C 语言学习指导与应试指导》作为辅助参考书，帮助学生探究知识细节，内化知识体系。

（2）搭建资源空间，引用优质慕课

课程基于超星学习通平台构建了学习资源空间，内容包括自制视频 262 个，总时长近 3000 分钟，优选项目案例、源码文件等电子文档 400 余个；此外，还向学生推送《中国大学：程序设计与算法》、《浙江大学：计算机和编程语言》两门公开课，以此强化学生活知新能力，提升自学能力。

（3）研发智慧工具，自建编程试题

老师带领学生共同研发了 4 款辅助教学工具，程序算法类虚拟仿真实验平台可人机交互，帮助学生掌握 27 种经典算法的设计思想；基于传统流程图的算法检测平台可对编程者写代码前的逻辑思维和算法思想进行验证，使学生先跳出严格的语法规范，理清自己的算法设计思路；有了正确的思路，再选择合适的终端，利用在线编译平台编程实现，不断满足学生平时随时随地练习的需要；基于自编的 700 余道编程题和优选的 521 道等级考试模拟试题，利用阶段测试平台阶段性地监测学生 37 种算法的设计能力，及时发现问题，查漏补缺。“多维立体化”的教学资源空间，满足了学生随时随地学，有想法就能创新的愿望。

（4）营造创新环境，助力实战创新

为了强化学生活的实践动手编程能力、提升创新能力，课程借助学校学院资源，创设了 4 个创新实践环境，分别是魔方机器人、水中机器人、关节机器鱼、人形机器人等，学生利用课余时间，在创新平台中开展电子类、控制类、机械类多学科知识交叉融合的项目设计教学活动，以及创新创业项目、学科竞赛活动。

4.3 实践“全程做中学”教学方法

（1）创设“讲学练交融”的互动课堂

依托计算机及应用国家级虚拟仿真实验教学中心，将传统课堂搬入实验室。每节课完成 2 到 3 个知识点，采用“程序填空-程序改错-编写程序”边讲边练模式内化知识点；采用“问题导引-案例驱动-边讲边练-分组讨论-成果分享”合作学习模式破解重难点；上机编程中实施帮扶机制，辅导团队成员来自上一届优秀的学生，他们协助老师解决学习实践过程中的问题。课程最后一个环节是项目设计，依托“贪吃蛇游戏”大案例举一反三，实施过程中采用“经典案例导引→关键技术突破→创新元素融入→同伴经验分享”的递

进式教学模式,构筑的“老师-助教-同伴-同学”的实践共同体助力学生形成高阶设计思维。

(2) 开展“多方式答疑”的帮扶活动

课程搭建了千人技术交流群,已毕业的校友为在校生提供了学习经验和问题解决方案;线下实施“1位教师-5位助教-10位学生”的帮扶责任制,有效解决了学生疑问不能得到及时解答的问题。

4.4 实施“多元多阶化”教学评价

课程采用“上机作业+阶段测试+项目设计”模式设计了“三结合”多元多阶的评价体系,即过程性与终结性评价相结合、标准答案与非标准答案评价相结

合、互评与终评相结合,为学生从编写“小程序”到开发“大软件”,再到“自主创新拓展研究”提供动力,评价体系如表4所示。阶段测试实施“阶段再考”机制,课程设置了三次阶段性测试,每个阶段再设置两次测试,分别采用必测和选择性测试的模式,如果学生参加了某阶段的第二次测试,则该阶段成绩以第二次测试成绩为准,不但给学生继续努力提高分数的机会,更是要培养学生不断挑战自我、勇攀高峰的精神。课程的终结性评价依据是开放式、非标准答案的项目设计,评价内容从软件到说明书,再到验收和答辩,全面评价学生针对复杂工程问题的解决能力,参与评价的人员包括教师、辅导团队和同年级同学。

表4 评价实施方案

评价内容	知识点运用能力		计算思维能力			高阶设计思维能力					素质能力						
总评成绩构成及比例	上机作业20%		阶段测试40%			项目设计40%					—						
二级指标及比例	阅读程序分析结果30%	编写程序实现算法70%	阶段一30%	阶段二40%	阶段三30%	项目创新性8%	软件功能16%	调试方法20%	说明书内容16%	说明书格式8%	项目答辩32%						
评价工具评价方法	学习通统计结果	实验报告源代码+运行截图	阶段测试平台测试用例正确率统计结果			互评(50%)+终评(50%)					活动参与度问卷调查等						
评价类型	标准答案	非标准答案	非标准答案			非标准答案					定性评价						
	形成性评价			终结性评价													
	定量评价																

4.5 践行“多维全过程”思政育人

(1) 构建了“三爱”育人体系

课程本着落实“立德树人”的根本任务,构建了“点-线-面-体”的“三爱”育人体系,从“专业精神→课程精神”、“培养目标→课程目标→思政目标”两条主线出发进行了课程思政体系化设计,深挖出20个思政元素(点),勾勒出“爱己-爱家-爱国”的思政线(线),依托课程内容、教学活动、评价活动设计了27个思政案例(面),通过“悟行”育人模式(体)全面塑造了新时代大学生的优良品德。

(2) 实施了“悟行”育人模式

“听政”悟道,即实施显性思政育人方法。基于“发展史”、“时政热点”、“人物志”、“人生哲

理”、“行业应用”和“学科竞赛”6维思政背景创新传统教学案例21个,升华知识;专业知识学习过程中,引导学生感悟人生价值。

“践政”行德,即实施隐性思政育人方法。基于“帮扶指导”、“做中学”、“阶段测试”、“阶段再考”、“项目答辩”、“总结表彰”6类教学与评价活动,践行思政课堂,塑造学生高尚品德。

部分思政案例如表5和表6所示。

(3) 营造了“持久”学习氛围

课程坚持“学生说说”反馈机制,每一章节学习结束后及时了解并解决学生痛点;课程通过举办“总结表彰”大会,肯定学生的学业成绩,树立学生榜样,为学生开启新一阶段的学习鼓足干劲,增强自信心。

表 5 基于活动的部分“隐性”思政案例

活动名称	思政元素	“隐性”育人方法
阶段再考	挑战自我	阶段性考试中通过引入“中国女子体操队队员桑兰”案例，鼓励学生像桑兰一样，勇于参加阶段再考，不断挑战自我，只有不断努力并具有永不言败的意志，才能取得更为优异的成绩。
项目答辩	明辩思维	项目答辩过程中，鼓励学生回答老师学生等评委所提出的问题，学生应在指定的时间内思考问题并做出合理的回答。

表 6 基于课程内容的部分“显性”思政案例

课程内容	思政元素	思政案例与融入方法
课程概述	学习强国 创新强国	在讲授课程素质目标“培养学生的创新设计能力”时，引入《中国制造 2025》，说明中国要走创新驱动的发展道路。通过“华为芯片”案例，分析实力悬殊根本原因，增强学生的使命感与责任感。
算法分析	职业素养 敬业精神	在讲授“算法效率分析”时，引入“铁人精神”和“振超效率”案例，通过同一个问题的不同解决方案，分析 IT 工程师的职业素养，培养学生在程序设计和软件开发中的“精益求精”敬业精神。
数据类型分析	科学严谨 求真务实	在讲授“如何选择数据类型时”，引入“阿丽亚娜-5 运载火箭发射失败事件”案例，说明程序设计时，哪怕是一个小小的疏忽，都有可能导致灾难性后果。培养学生脚踏实地、科学严谨和求真务实的工作作风。
switch 语句	诚实守信	在讲授“switch 语句”时，设计“根据信用分数输出信用等级”的教学案例，引入“芝麻信用”案例，加强学生的诚信意识，诚信是一个人的立足之本，尽己所能，不要轻易失信于人！
判别闰年案例	挫折观 辩证法思想	在讲授“判别闰年”问题时，引出闰年产生的原因，它是公历年与回归年之间的一种平衡。世界上没有完美的人，生活中，我们应该允许自己有暂时做不到的地方，并用积极的心态去转化不好的东西，以此来提升自己的正能量。
求圆周率案例	民主自信 文化自信	在讲授“递推算法求解圆周率”时，引入“中国故事-古代科学家刘徽和祖冲之最早提出计算圆周率的方法”，彰显古人的聪明才智，是中华民族的骄傲，是我们民族和文化自信的源泉。
数据加密案例	安全观教育	在讲授“数据加密”案例时，引入美国“棱镜事件”，分析数据泄密原因，阐明没有网络安全就没有国家安全，普及 4.15 是国家安全日，以此针对网络传输数据设计一种“加密算法”。
杨辉三角案例	传统文化教育	在讲授“循环结构程序设计方法”时，引入“杨辉三角”教学案例，介绍“我国南宋数学家杨辉”的伟大成就，加深学生对我国传统文化的认识。
斐波那契数列案例	环保意识 社会责任	在讲授 for 语句时，以“输出斐波那契数列前 40 项”为例。利用斐波那契数列作为半径绘制出的“黄金螺旋”图案，一旦环境被破环，自然美将不复存在，环保意识不可少，保护环境也是当代青年应当履行的社会责任。
无条件转向语句	自律意识 法制观念	在讲授“无条件转向语句”时，引出“社会中人的自由度”，goto 语句的随意使用，会破坏程序结构，导致程序无章可循，从而引出社会中自由与法制的关系，以“香港修例风波”为例，分析民主、自由与法制的关系。
数组概念	平等和谐	在讲授“数组”时，分析数组数据类型产生的原因及优势，即同质数据的组合，通过批量处理数据，提升程序设计的效率。引入“一带一路”，分析我国携手友好国家组建“命运共同体”的优势，共创美好世界。
软件开发流程	全局观念 大局意识	在讲授“软件开发流程”时，先总体设计再详细设计，总体设计就是全局设计，要求有全局观念；以自主操作系统“中标麒麟”为例，阐述自主软件与国外软件的差距，项目中的任何一个成员，都应有大局意识。

5 教学改革效果

课程经过多年实践“做中学式双尺度案例驱动”的教学模式，取得了良好的改革效果。

问卷调查结果显示，学生的学习结果满意度和学习兴趣持久度得到提升，如图 2 所示。阶段测试成绩对比发现，采用做中学教学模式的教学班明显高于传统教学班，如图 3 所示。

学生完成的项目设计作品涵盖动画演示类、算法

设计类、游戏开发类等，从功能丰富性到创新创意性都有显著提升。

较传统教学模式，学生在程序代码量、拓展技术应用、“大软件”开发能力方面得到显著提升。如图 4 所示。

团队教师在改革实践中付出了巨大努力，同时也受益匪浅。近五年来，团队教师共主持国家级金课 1 门、省级金课 3 门、省级教改 5 项，被评为省级教学名师、省级高校师德楷模、省级青年优秀人才、校级

师德标兵各1人次,获省级教学成果一等奖2项,省级课程思政创新设计大赛一等奖、全国优秀实验教学案例一等奖、二等奖、优秀论文各1项,获校级奖教金、课件大赛奖、教学基本功竞赛奖、教案设计奖等11项。

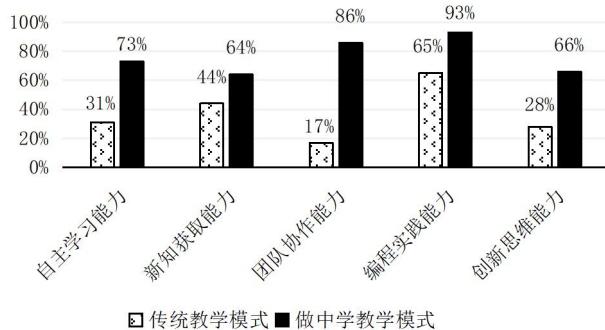


图2 两种教学模式下的学生素质能力对比

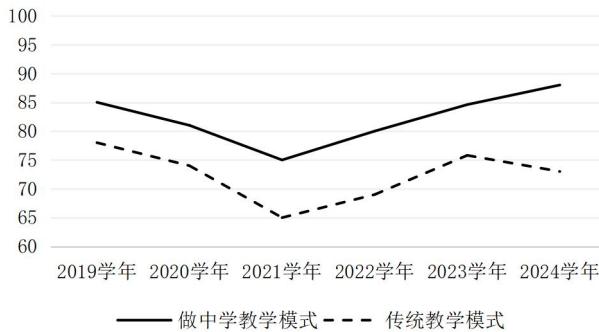


图3 两种教学模式下的学生阶段测试成绩对比

6 结束语

课程正在推进基于大模型的知识库建设和数字化教材建设工作,针对目前存在的对学生课堂参与度评价不足等问题,将在教育理念、知识体系、教学方法、评价机制、课程思政、传承机制等方面持续推进智慧课程创建工作,为学生更好地提供优质教学服务继续改革创新。

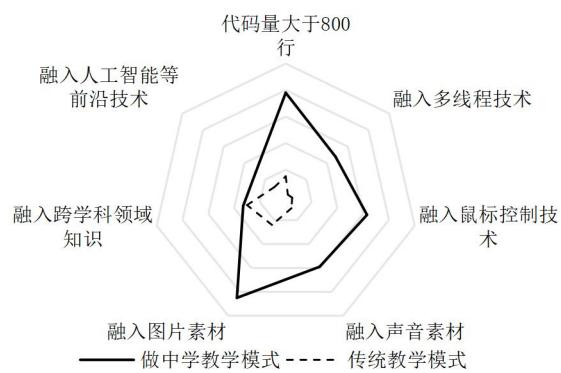


图4 两种教学模式下的学生创新实践能力对比

参 考 文 献

- [1] 罗珣,胡学钢,方宝富,李建华.基于兴趣度-持久度的程序设计课程教学改革探讨[J].计算机技术与教育学报,2022,10(1): 61-65
- [2] 谢晓艳,谢晓巍,曹伟.面向能力培养的程序设计基础课程改革实践[J].计算机技术与教育学报,2022,10(3): 90-93
- [3] 李国和,董丹丹.面向胜任力培养的程序设计综合实践教学探索[J].计算机技术与教育学报,2023,11(4): 127-132
- [4] 张明明,周新锁,范裕,等.“面向对象程序设计”课程混合式教学模式探索[J].西部素质教育,2025,11(03): 150-153.
- [5] 钱诚,徐则中,游庆祥,等.工程教育认证背景下面向对象程序设计课程建设探索[J].高教学刊,2025,11(02): 83-86.
- [6] 厉旭杰,顾雨辰,姚持恩.集成AI大语言模型的在线编程实验平台设计与实现[J].实验技术与管理,2024,41(08): 215-221
- [7] 刘艳,胡文心.混合式教学中的在线学习活动效果分析[J].计算机技术与教育学报,2021,10(9):58-62
- [8] 王明华,周国辉,崔婉淑.高校计算机专业实践教学体系的构建[J].计算机技术与教育学报,2021,9(2): 49-53
- [9] 陈劲,吕文晶.人工智能与新工科人才培养:重大转向[J].高等工程教育研究,2017,7(6): 18-23.
- [10] 谭爽.指向深度学习的高校“混合式教学”模式构建[J].中国高等教育,2019,12(6): 51-53