

数智协助多课程联动“五步程序设计法” 教学实践

屈卫兰 吴帆 杨晓波 刘智明

湖南大学计算机学院, 长沙 410082

摘要 针对数智化对计算机专业人才培养影响,分析程序设计类课程教学中的痛点问题并剖析其潜在的原因,根据课程特征和教学目标,提出数智协助多课程联动的“五步程序设计法”,从“编程入门-问题分析-算法设计-编码实现-程序优化”五步进行教学改革:从“点-线-面”三个维度出发,利用AI协助,案例牵引,项目内化夯实学生专业基础,提升基础编程能力,让学生轻松入门,使用分析问题+案例剖析+归纳与类比等手段,培养学生问题分析与抽象的能力,使用多轮子问题分解法+计算思维训练法,提升学生计算思维能力,创建代码进阶模式“代码仿写→AI辅助编程→独立编码”,培养学生实践动手能力,构建了一个数智协助多课程联动的教学框架。经过两个学期的运行,期总评成绩均高于年级平均分,学生对数智协助多课程联动的“五步程序设计法”教学模式认可度高。

关键字 数智协助,多课联动,认知主义,五步程序设计法

Teaching Practice of "Five Step Programming Method" Assisted by Digital Intelligence for Multi Course Linkage

Weilan Qu Fan Wu Xiaobo Yang Zhiming Liu

School of Computer Science, Hunan University, Changsha 410082, China

Abstract—In response to the impact of digitalization and intelligence on the cultivation of computer professionals, this paper analyzes the pain points in the teaching of programming courses and explores their underlying causes. Based on the characteristics and teaching objectives of the courses, it proposes a "five-step programming method" that facilitates multi-course linkage with the assistance of digitalization and intelligence. The teaching reform is carried out in five steps: "programming introduction - problem analysis - algorithm design - coding implementation - program optimization". Starting from the three dimensions of "point-line-plane", AI assistance and case-based learning are utilized to internalize projects, solidifying students' professional foundation and enhancing their basic programming skills. This approach allows students to easily get started. By employing methods such as problem analysis, case analysis, induction, and analogy, students' abilities in problem analysis and abstraction are cultivated. Using a multi-wheel problem decomposition method combined with computational thinking training, students' computational thinking skills are improved. A code progression model, "code imitation → AI-assisted programming → independent coding", is created to cultivate students' practical abilities. A teaching framework that facilitates multi-course linkage with the assistance of digitalization and intelligence has been constructed. After two semesters of implementation, the overall grade point average exceeded the grade average of the class, and students showed high recognition for the "five-step programming method" teaching model that facilitates multi-course linkage with digitalization and intelligence assistance.

Keywords—Digital intelligence assistance, Multi course linkage, Cognitivism, Five step programming method

1 引言

在数字化与智能化浪潮的推动下,数智赋能给高等教育带来前所未有的变革,为贯彻落实《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》^[1],以教育数字化为重要突破口,开辟教育发展新赛道,为教学模式注入了新的活力。在当今数字化时代,程序为连接现实

与虚拟世界的桥梁,AI编程不仅是一个工具,更是信息行业发展的新引擎。本文讨论数智化技术协助学生从编程的基础概念出发,逐步探索编程的奥秘,直至迈向进阶之路。

如图1所示,程序设计、数据结构、软件能力实训是计算机相关专业大一的核心基础课程,旨在培养学生的程序设计能力。其中,程序设计培养学生的基础编程能力,数据结构是研究数据组织方式与算法,帮助学生写出高效优雅的代码。软件能力实训能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决计算机及相关领域的复杂工程问题,并以此对高年级的相

* **基金资助**: 本文得到湖南省教育教学改革项目(202401000443, 202401000444),湖南省学位与研究生教学改革研究2024JGYB077资助。

* * 通讯作者: 屈卫兰 qwlan@hnu.edu.cn。

关专业课程奠定坚实基础。

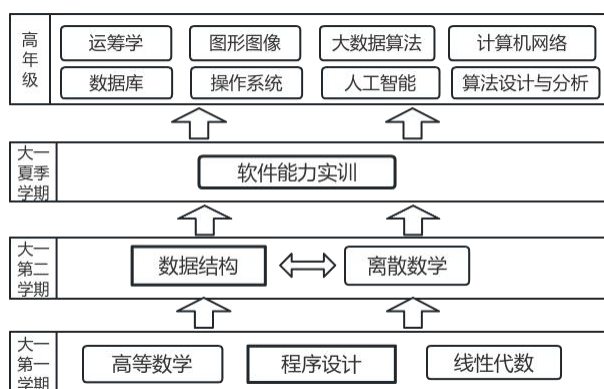


图 1 程序设计类课程体系

2 程序设计类课程教学现状分析

对大部分本科新生而言，高中阶段极少接触编程基础课程，相关专业知识几乎为“零”，虽然少量学生有信息奥赛基础，但仍然缺少科学的思维方式和专业能力训练。突然面对从未接触的程序设计类课程时，不知如何应对。当初学者尝试独立设计一段程序时，零基础学习编程的真正难点和痛点便浮现出来，学过的知识已经模糊或完全忘记，编写程序时变得步履维艰，而迟迟无法动手又会影响后续知识的学习。如不及时纠正将会影响学生的学习心态，慢慢对课程甚至专业失去信心。

零基础学习编程面临二大难点和痛点。一是编程题缺乏应用场景和专业基础，变得枯燥且难以理解，尤其是尝试理解每一个细节的学生来说，这可能会成为第一个难以逾越的障碍。二是仅仅掌握计算机编程语言的基础语法是远远不够的，要想开发项目或在各类程序竞赛中脱颖而出，还需要深入学习各种数据结构与算法，这意味着短短一年的时间之内，学生不仅仅包括基础的语法知识，还需要深入学习各种算法及优化技巧，甚至具备把握时间权衡等复杂领域，让学生感觉每天都有学不完的新知识。

随着“101计划”的实施和“新工科”的深入推进，数字化与人工智能这些前沿理念和政策将融入到大学教学中，高校顺应这一时代变革，积极探索教学范式的创新^[2]。本文在大一的三门程序设计类相关课程教学实践中采用数智协助多课程联动“五步程序设计法”教学模式。从教学理念，教学内容，教学实施和教学方法等多个角度出发，进行全方位的教学改革。着重夯实基础、提升专业能力和素养，提高教学质量。

3 数智协助多课程联动“五步程序设计法”

课程教学目标涵盖三个维度：知识传授、能力培养、专业素养。不管是素养还是能力，其核心都是思维，所以在课程教学中，自始至终要将思维的训练和能力培养放在首位。如何在有限的课时内完成上述目标，对教学模式设计和教学内容组织提出了挑战。

数智协助多课程联动“五步程序设计法”教学思路是旨在构建一个综合的教学框架：①针对学生入门难的问题，从“点-线-面”三个维度出发，利用AI协助，案例牵引，项目内化夯实学生专业基础，提升基础编程能力，让学生轻松入门；②针对学生分析难的问题，使用分析问题+案例剖析+归纳与类比等手段，培养学生问题分析与抽象的能力；③针对学生动手难的问题，使用多轮子问题分解法+计算思维训练法，提升学生计算思维能力；④针对学生实现难的问题，构建学生代码进阶模式：代码仿写→AI辅助编程→独立编码，培养学生实践动手能力；⑤针对学生优化难的问题，对多门课程进行多个角度优化训练，鼓励参与课外拓展和程序竞赛。

3.1 第一步：轻松入门

程序设计，以特定的编程语言编写，一组让计算机执行特定功能的系列指令，初学者难于理解编程背后的逻辑思维，所以感觉入门难。学习编程的第一步，是掌握基本语法和概念，如变量、数据类型、控制结构（分支与循环）以及函数。这些基础知识如同编程大厦的基石，为后续学习打下坚实的基础^[3]。

掌握了基础语法后，算法与数据结构的学习将成为提升编程能力的关键。算法是解决特定问题的一系列步骤，而数据结构则是存储和组织数据的方式，决定了程序的效率和性能。理解并熟练掌握常用的数据结构（如数组、链表、栈、队列、树、图）和算法（如查找、排序）对于解决复杂问题至关重要。

程序设计类课程的教学设计遵循由浅入深的学习规律，还考虑到生源的差异和学生的个性差异。由知识“点”+基础训练“点”嵌入，多个知识点串联而成的案例^[4]形成“线”，最后把课程知识综合运用^[5]而成“面”。

最后，课程内容的设计遵循“两性一度”的设计原则，同时为了提升趣味性和专业认同感，在教学内容中有机植入科创前沿、学科竞赛、交叉学科、企业面试、思政案例等案例。

3.2 第二步：深度分析

在编码前，需要先对题目进行分析，明确已知条件和要求解决的问题，找到解题的切入点。对于需要采用计算机编码解决的问题，从具体问题到抽象为数据模型，又分为三步：问题分析→问题抽象→数据建

模，提取运算对象、找出运算对象之间的关系，用抽象数据类型 ADT 进行描述。

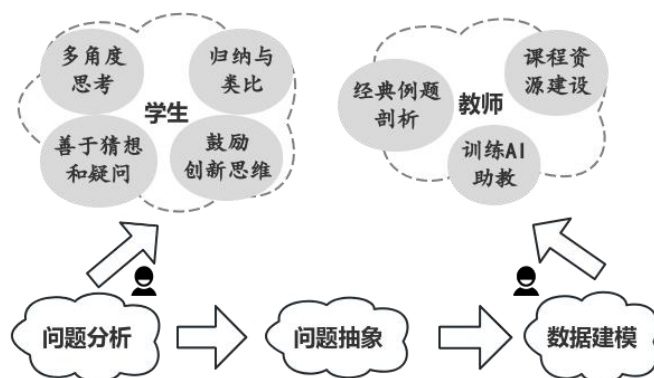


图2 问题分析、抽象与建模

①问题分析 问题分析是从复杂性中提取重要信息的过程，把关注点集中在主要方面，而忽略细节。

②问题抽象 通过问题分析，从问题中抽象出数据模型(逻辑结构)，还包括定义在数据模型上的一组抽象运算(相关操作)。

③数据建模 定义抽象数据类型，即数据模型以及定义在此数据模型上的一组运算，不考虑计算机内部的具体存储结构与运算相关的具体实现算法。

问题分析对初学者来说需要师生通力协助，共同破解，如图2。学生可以从以下几个方面入手：

①多角度思考 学会从不同角度思考问题，寻找不同的解题方法，多角度思考可以开阔思路，提升解题

的灵活性。

②归纳与类比 通过归纳总结不同题型的求解方法，找到共性；使用类比法这种高效的问题求解策略，将已知的方法运用到新问题中。

③善于猜想和疑问 鼓励学生提出自己的问题和猜想，引导其通过编码检验或AI 查阅相关资料来寻找答案。这不仅能提高学生的探究能力，还能激发其对计算机领域问题的好奇心。

④鼓励创新思维 培养学生的创新思维也是提高计算思维能力的重要途径。鼓励学生敢于质疑权威，挑战传统观念，提出新颖的求解方案，培养其独立思考能力和创新能力。

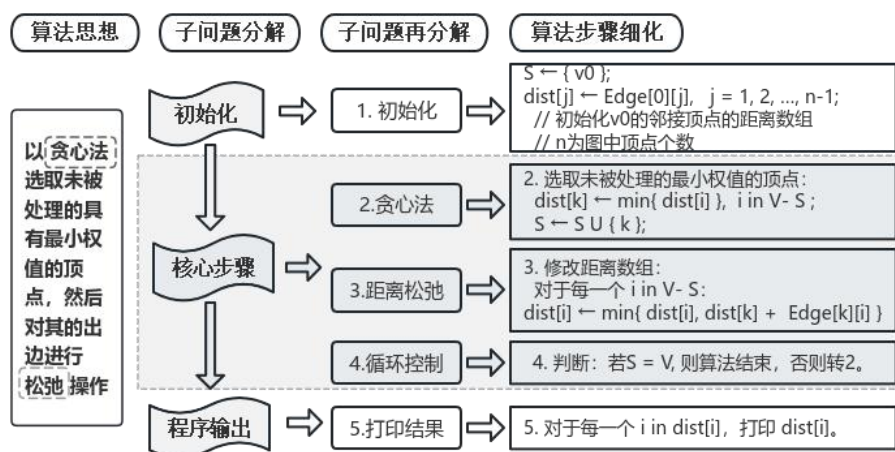


图3 多轮子问题分解法求解“最短路径问题”

而老师则从以下几个角度出发：

①经典例题剖析 整理具有代表性、典型性、综合性的案例，能够覆盖所有知识点，教师在课堂深度进行问题分析和抽象，引导学生获得解题思路和方法。学生课后通过举一反三，解决一系列类似题型。

②训练AI助教 教师根据教学经验和学生答疑情况，对难点和重点进行归纳和总结，持续训练AI助教。当学生遇到困难时，可以向AI智能体提问，获取解释和示例。

③课程资源建设 遵循知行合一标准，构建“知识

点视频库”、“经典例题视频库”、“强国思政案例库”、“科创前沿案例库”、“学科交叉案例库”、“竞赛+面试题库”六库为支撑的教学资源库^[6]。

3.3 第三步：动手无碍

当面对一个复杂的问题时，学生往往会感到无从下手。此时，可以引导学生尝试将这个问题分解为若干个更小、更简单的子问题。每一个子问题都是朝着解决整个问题的方向前进。通过逐一解决这些子问题，可以逐步接近最终答案。多轮子问题分解法可以逐步简化问题，降低解题难度，符合初学者认知规律，让学生更容易理解和掌握。

计算思维根据计算机解决实际问题时思绪活动的三个阶段：对问题的抽象、设计算法的步骤、算法的编码实现。在设计算法的步骤这一阶段，要从计算机的视角给出解决问题的步骤。以案例“无人机路径”规划为例来进行说明，经过问题分析抽象出来的数据结构为图结构，可以采用单源最短路径算法 Dijkstra 进行求解，其算法思想如图 3 所示。采用多轮子问题分解法设计算法的步骤：首先，进行简单的子问题分解，分成“初始化、核心算法步骤、程序输出”三步，然后再对其中的核心算法进行子问题分解，分成“贪心法、距离松弛、循环控制”三个步骤。

3.4 第四步：快速实现

代码实现对初学者来说是非常难的一步，虽然编程语言的基础语法理解也许并不困难，但独立完成编码作业和项目时，往往会感到思维混乱，从而产生挫败感，最终导致失去学习兴趣。虽然程序类课程教学中初期，老师可以采用代码演示等教学手段，让学生通过仿写代码来学习编程技巧和思路，但离完全独立编程还存在差距。

程序设计是一门实践要求高的学科。根据认知结构理论（如图 4），学习过程以意识为中介环节，人受意识支配，主动地、有选择地获取刺激并进行加工，通过学习形成或发展人的认知结构。因此，大量的代码训练必不可少，通过不断实践，编写代码、调试错误，从中积累经验、培养计算思维。

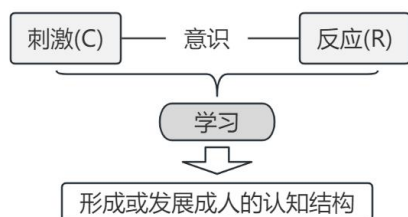


图 4 认知结构理论

为保证程序设计实践能顺利有效开展，在人工智

能大模型背景下，可以借助 AI 大模型来提升教学效果^[7]。其代码自动补全功能，让学生在输入完注释后，AI 大模型即可完成代码补全。当学生调试代码遇到困难时，可以让学生选取一段问题代码，输入对应的操作指令（例如增加注释、代码调优等），AI 大模型便会对选中的代码进行对应的调整。最后，AI 大模型还可以根据需求生成一些基础代码。因此，在这一阶段，AI 大模型协助学生完成大量的代码实践，并通过解决实际问题来加深理解。

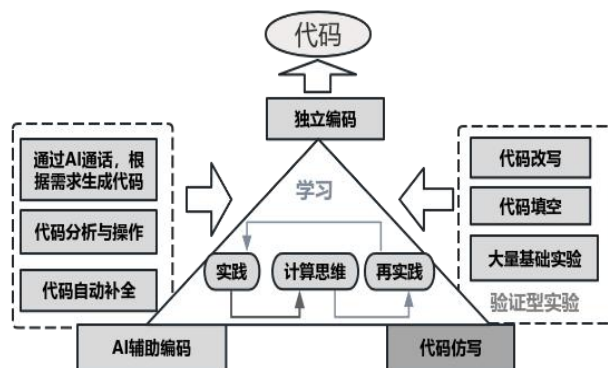


图 5 基于认知结构理论的程序设计实践

基于认知结构理论的程序设计实践教学让学生获得知识与经验，养成高超的编程技能与技巧，培养实践编程能力。同时，鼓励学生参与课外自主训练和各类程序设计竞赛，这也是锻炼算法思维和提升编程技巧的有效途径，可以让学生逐步感受到编程的乐趣和成就感。

3.5 第五步：多元优化

能编写出正确的代码固为重要，但是能编写出高性能和效率的代码更为重要。因此，在教学生编程同时也需教会学生代码优化方法。代码优化是学生从“完成功能”到“打造高质量程序”的必经之路。它不仅需要扎实的算法基础和设计思维，还需结合具体场景权衡取舍（时空性能的平衡），当程序运行速度慢（如响应超时），需性能优化，当代码混乱且晦涩难懂（如复杂逻辑嵌套），需可读性优化。

高质量的程序宛如优雅的文学作品，既保证运行时的高效，也具备逻辑清晰可读性强的特征。在多门课程学习过程中，通过持续实践和工具辅助之后逐渐掌握优化技巧，让代码兼具性能与美感。

程序设计优化可以从多个角度进行。

首先，从代码角度进行优化。循环是程序中经常使用的结构之一，大量循环会消耗大量的 CPU 周期。优化循环结构则必须消除无用的空循环，同时，通过分析程序的逻辑，找到可以减少循环次数的方法。对

学生作业中常见的变量释放不及时、乱用全局变量、冗余的分支循环结构等，都需要优化。代码优化在程序设计课中穿插教学，让学生逐渐养成习惯。

其次，从数据结构的角度进行优化。选择合适的数据结构可以减少内存占用和提高数据访问效率。代

码效率的瓶颈可能发生在时间或者空间两个方面，需要从时间复杂度和空间复杂度两个维度来考虑，对于实时性要求高的应用，大量的数据结构和算法都是将“昂贵”的时间复杂度转换成“廉价”的空间复杂度。降低空间复杂度的核心思路：尽可能用低复杂度的数据结构取代高复杂度的数据结构解决问题。

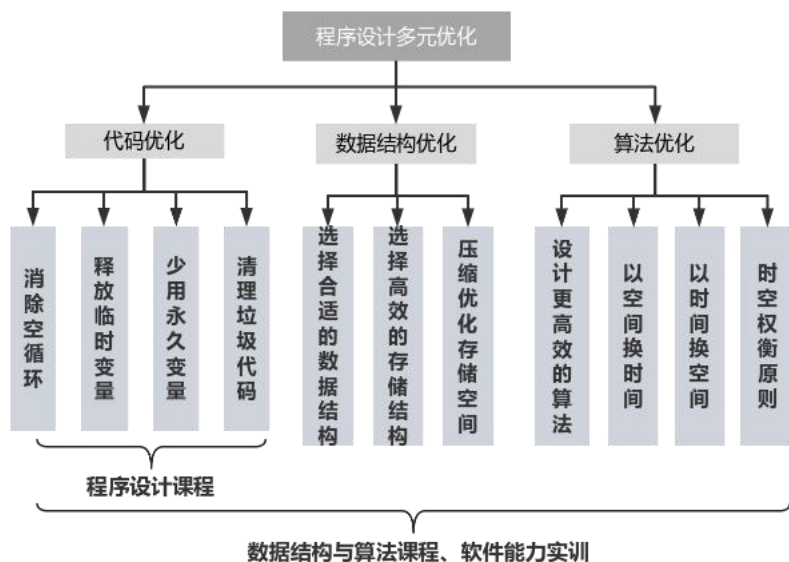


图 6 程序设计多元优化

最后，从算法的角度进行优化。常用的方法有：设计更高效的算法、以空间换时间、以时间换空间等。例如，归并排序的时间复杂度为 $O(n\log n)$ ，但是可以通过互换当前数组和临时数组的技巧来减少一半的拷贝时间。

4 改革成效与评价

从 2015 年起，程序设计类课程开始在超星平台建设慕课，并基于慕课平台开展线上线下混合式教学^[8]，在 CG 一体化实践平台上进行实践教学。从 2023 年开始，利用大模型、AI 助教等数智技术辅助教学，训练 AI 智能助教。在持续改革中，取得了明显成效^[9]。

4.1 教学效果强

为了对比数智辅助教学效果，选取本人所教的通信工程专业学生（采用数智辅助教学）和整个学院的信息专业学生进行对比。C++程序设计课程期末考试满分为 100 分，考试形式为闭卷机试，考查学生的程序设计水平，以柱状图的形式对数智辅助教学专业与所有信息专业的期末测验成绩进行展示（如图 7 所示）。可以看到，在连续 2 年的期末测验中，AI 辅助教学的学生成绩平均分要高于年级平均分，2023 年秋的通信工程专业平均分比年级平均分高 2.35 分，2024 年秋的通信工程专业比年级平均分高 4.88 分，从整体上看，数智辅助教学的学生期末成绩更为理想。



图 7 2023—2024 年学生成绩对比

4.2 程序设计竞赛成绩优异

数智协助的课堂教学重探究，多讨论，凸显以学生为主体的教学思想，仅一个学期的课程活动数就高达 37 万次，涵盖思政案例、学科前沿案例、程序竞赛案例、交叉学科案例、企业面试题等探究型案例教学模式激发学生专业兴趣和认同感，提高学习内驱力。总之，该教学法在 AI 协作下从多个层面调动学生学习动力，激发学习兴趣，海量题库让学生忙起来。

学生在 ACM/ICPC 等国际大学生程序设计竞赛成绩突出。近三年获奖共计 200 余项，其中获国家级金奖 30 余次；在国际并行算法大赛中战绩斐然，多次获得国际级并行算法大赛一等奖。2023 年我校“金色传

说队”取得 ACM 国际级竞赛金奖，成绩全国排名第三，2022、2023、2024 连续三年闯入了全球总决赛。

4.3 教学评价反馈优秀

学生对数智协助多课程联动的“五步程序设计法”教学模式认可度高，2023 学年秋季学期的程序设计课程，主讲教师学生评教得分为 98.79 分，2024 年数据结构与算法课程，主讲教师学生评教得分为 99.51 分，且学生评价、督导评价、同行评价、教学资源规范评价四维评教排名全院第一名（如表 1）。

表 1 2024 年数据结构与算法四维评教

学生评价	督导评价	同行评价	教学资源	综合评价	开课单位排名
99.51	94	98	98	98.46	1

5 结束语

教学实践结果表明，构建的数智协助多课程联动的“五步程序设计法”能有效提升教学效果，大学一年级的学生通过三门课程的联动教学，完成从能写出入门级代码到高精优质代码的转变。所以这是一个培养学生实践创新能力为核心的教学新模式，尤其通过“学练结合”让学生的程序设计能力得以提升。后续将逐步完善从高年级的相关专业课程，以教学案例形成融入低年级课程中，并激励本科生参与师生共建数字

资源，加强与学生共同探讨与实践数智赋能教育，以期形成更加科学、规范、可推广的数智协助课程联动教学模式。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国教育部.教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见[EB/OL].(2025-04-15) [2025-05-18].https://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/202504/t20250416_1187476.html

[2] 廖兴宇,刘海龙.新工科背景下《数据结构》课程重构与实践研究[J].计算机技术与教育学报, 2025,13(1): 42-46.

[3] 张策,张小东.新工科背景下“计算机程序设计基础”课程教学改革探索[J].计算机技术与教育报,2024,12(1): 85-90.

[4] 胡淼, 吴迪.大学计算机基础课程实践教学模式探索[J].计算机技术与教育学报, 2022,10(3):77-80.

[5] 傅佑铭,梁超,何政等.程序设计课程教学双轮驱动新模式探索[J].计算机技术与教育报,2025,13(3):62-68.

[6] 屈卫兰,骆嘉伟,杨晓波,等.新工科背景下“赋能”+“思政”双驱动教学实践[J].计算机教育,2024(4):65-69.

[7] 戴晓东,韦小平,李跃飞等.数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(3):152-156.

[8] 屈卫兰,李晓鸿,杨晓波,等.基于“六维融合创新教学闭环”的数据结构试验教学改革与实践[J].计算机教育, 2021(4):77-81.

[9] 刘佳琪,刘海龙.新工科背景下的数据结构课程实践[J].计算机技术与教育学报, 2025,13(1):136-142.