

实践分享活动促数据结构教学

李蓉蓉

武汉大学计算机学院, 武汉 430071

摘要 针对数据结构教学中实践环节效果不佳的现象,通过分析发现该课程的学习要求学生既具备编程技能,然而,实际情况是:他们的前导课程基础不扎实、编程和调试经验不足。因而提出了通过定期组织实践分享活动,以提升学生实践能力的方法。近3年该实践分享环节的实施,激发了学生的学习热情,提升了学生的实践能力,有助于培养创新思维能力,有效提高了数据结构理论教学的效果。

关键字 衔接, 实践分享, 数据结构, 创新思维

Practice Sharing Activities to Promote Data Structure Teaching

Rongrong Li

School of Computer Science of Wuhan University
Wuhan 430071, China
rrli@whu.edu.cn

Abstract—In response to the poor effect of practicing in teaching data structure, we analyzed and found that the course studying requires students to have programming skills, while they actually have problems such as poor foundation of the introductory course and lacking of experience in programming and debugging. Therefore, a method is proposed to improve students' practice ability by organizing practicing sharing activities regularly. The implementation of this practicing sharing session in the past three years has stimulated students' enthusiasm for learning, improved their practice ability, helped to cultivate innovative thinking ability, and effectively improved the effect of data structure theory teaching.

Keywords—Adaptation, Practicing Sharing, Data Structure, Innovative Thinking

1 引言

相对于传统工科人才,新工科教育对计算机专业学生的能力培养提出了更高的要求,实践能力、创新能力和竞争力的培养则是教学的重要目标^[1-2]。

国际工程教育学位互认协议《华盛顿协议》采用“以成果输出为导向(OBE)”的认证标准,强调以学生学习产出为教育导向,确保学生获得在未来工作中取得实质性成功的经验^[3]。而C/C++语言数据结构课程的学习作为专业的核心基础课程,对培养学生的计算机程序设计能力和计算思维能力至关重要。这一核心课程知识点的掌握情况也会影响学生后续专业核心课程的学习效果。

为了给学生提供良好的教育环境和有力的引导,促使学生产生恰当的方式和策略达到学习成果。本文对数据结构的教学现状进行了分析,指出了目前教学过程中面临的问题和挑战,提出了基于分享的实践教学模式,确保学生通过课程学习达到知识和技能的内化。

2 数据结构教学现状

数据结构课程对学生在理论学习和实践学习等方面都有较高要求^[4-5]。课程包含的理论知识点比较多,相应的算法也很多,理解、掌握算法设计思路和技巧需要花费大量时间和精力。为达到进一步所学算法思想解决应用问题,则需要进行算法练习,需要大量时间进行算法设计、编码及调试。教学计划设计的课时和实验学时持续减少至目前的理论课48学时+实验12学时,教学过程中师生双方都面临巨大压力。

2.1 存在的问题

数据结构的前导课程——程序语言课程教学偏重程序结构、语句及语法的讲解,而结构体、指针、文件等介绍一般很简略,学生对这部分尤其指针及链表的理解不清晰,势必会造成数据结构课程开始阶段的各种问题:学生难以理解概念及算法,练习难以按时完成;理论知识的教学效率不高,教师后期教学的进度也会受影响。

2.2 急需解决课程内容衔接

在编程语言中掌握得不扎实知识会成为学生短期内无法解决的知识短板，而随着课程推进，算法量一旦开始增加，学生极易出现畏难情绪。这种情况对课程后续章节的教学非常不利。如果不及时引导学生补足编程基本功，那么，学生的“混沌”状态会一直持续到课程中后期，部分学生才开始真正理解、掌握相关概念，领会到数据结构的学习内容和学习目标。

2.3 需在实践中内化理论知识

从建立逻辑结构和物理结构的概念到抽象数据类型定义，从线性表到树和图等的顺序结构和物理结构上算法的实现，知识点的难度不断加大，知识点之间还存在相关性。如：分别利用栈和队列求解迷宫问题的算法过程是理解图的深度和宽度优先搜索的直观样例，查找和排序两类经典运算更需要对线性表、树等存储结构有深入理解。如果前期知识点掌握得扎实即内化，后期知识才更容易理解，学习效果才会提升。因此，实践效果决定了理论知识的内化效果。

随着大模型 AI 工具的普及，学生们解决算法设计和调试时遇到的问题变得便捷^[6]，很多同学使用 AI 工具帮助调试程序，如：解读程序编译或运行时的错误信息，从一定程度上提高了调试程序的效率，但面临复杂问题时，AI 提供的信息不够准确，仍需学生自己分析、确定并纠正原因。

综上所述，实践环节效果仍不尽人意，开课前两周如何引导前期编程基础薄弱的学生顺利适应算法学习，并在后期如何让学生循序渐进掌握各种非线性数据结构，都是数据结构课程的实践环节亟待解决的问题。

3 培养实践能力是解决问题的关键

“工欲善其事，必先利其器”。在数据结构课程开始之初，急需解决的首要问题就是补习欠缺的知识。

一般地，教学团队在讲授数据结构基本概念和算法特点及评价的同时，就会向学生强调数据结构算法中会使用结构体、指针、文件等数据类型，并强调通过实践夯实编程语言基础和程序调试技巧的重要性。然后，布置相应的算法设计练习，如：构建链表，在链表中插入和删除节点，强调结构体和指针的理解。

3.1 补习相关的关键知识点

以指针及链表为例，在系统级软件中大量链表组织内核中各类对象的管理，要研读内核源码就需要熟练掌握链表操作。但对于大多数学生的链表操作知识不好理解、实现编码操作难度大。教学实践中仅对算

法代码进行讲解，非常不直观，理解起来非常困难。结合动画演示算法的执行过程，如：在链表中指定节点前插与后插法、删除指定节点等操作时的指针指向的改变，相应代码的作用就很容易理解了。同样，对指针修改的各行代码在调换顺序后的执行效果也通过动画演示，提醒学生注意指针赋值操作语句的合理顺序，遵循“先处理外部对链表的关系，再调整链表内部的关系”，让学生掌握指针在链表存储结构实现中的作用及变化。

3.2 强化课程的实践环节

在补习了欠缺的编程知识后，理解线性表部分的算法就容易多了。此时，要加强相应的算法设计练习，强调实践的重要性，尤其需要关注学生实践的效率问题。

数据结构课程实践环节的 12 个学时，按教学计划集中安排 3-4 次在实验室进行。因此，学生需要投入时间，以顺利适应课程入门知识、“坡度”不断升级的后续知识点等的学习节奏。

尽管学习了指针及链表，学生算法实践练习时仍会非常焦虑。根据各学期的第一次实践练习的完成情况来看，约有一半同学都能及时理解相关知识点并能完成练习，另一半同学则认为涉及指针的算法难度大。因基础薄弱，编码熟练度不够，设计的代码错误频出，难以按时完成算法练习。教师和教辅每晚持续不断地收到学生们的线上求助，而这些所求助的问题基本覆盖了一些编程和调试技巧方面的共性问题，往往要花费大量时间和精力进行一对一回复。这一现象在课程开始之初尤为明显。针对这一情况，需要提出一种高效的办法来解决学生面临的困境，帮助他们建立课程学习的信心。

经过仔细思考和酝酿，提出了将分享引入实践教学环节：邀请编程经验较丰富的同学作为“领头羊”，请他们为大家分享编程调试的技巧和经验，也就是让“出发得早，跑得快”的学伴介绍编写、调试代码的经验或心得。在课程中后期教学过程中，这一方法主要的作用是通过分享解决同一问题的不同算法设计与实现的思路，帮助拓展学生的学科思维和创新思维。

4 分享式实践教学模式

各高校在实践教学中引入各种教学平台，使得教师布置和检查算法练习更加便利^[7]，系统自动评价学生算法也减轻了教师逐个检查学生算法练习的工作量，为学生随时自主练习提供了便利。但学生实践环节的效率不高的问题依旧存在，学生仍需要投入大量时间和精力去跨越由前导课程中未深入学习知识导致的技术“鸿沟”，跨越从“理论”到“实践”的鸿沟。

分享式课堂是一种新型的教学方式，它强调的学生之间、师生之间的共享。老师不再是唯一的知识传授者，而是课堂的主持者和引导者。对于老师而言，需要提前设计课堂的主题和目标，注重多样化、开放性和互动性^[8]，邀请学生分享自己的设计思路，引导他们思考、参与讨论，表达自己的观点和想法，激发学生的学习兴趣。

4.1 实践分享的目标

计算机专业大学生创新教育与创新思维能力培养要遵循以理论联系实际的原则^[9]。在教学过程中，应多鼓励学生勇于表达自己、敢于质疑。通过思想交流、碰撞，激发创新思维。

在数据结构实践教学过程中，采用分享式教学将

达成以下目标：首先，要求每位分享同学在准备分享内容时，对所学习的相关知识点有更深入、全面的理解；其次，分享式课堂将为有强烈学习意愿的同学提供很好的交流、学习的机会，有助拓展知识结构，拓宽思维，培养创新素质，如：发现自己的设计思路和编程习惯方面与他人的差异，从而学习并掌握更多解决问题的能力；最后，通过分享后的问答或讨论，建立起师生、生生之间的互动和信任，有助于形成互动、开放的学习共同体。

4.2 实践分享模式设计

分享活动较适合教学小班开展，优势在于组织这类互动课堂的工作量适中，授课老师本人完全可以承担指导及与学生互动的相关事务。

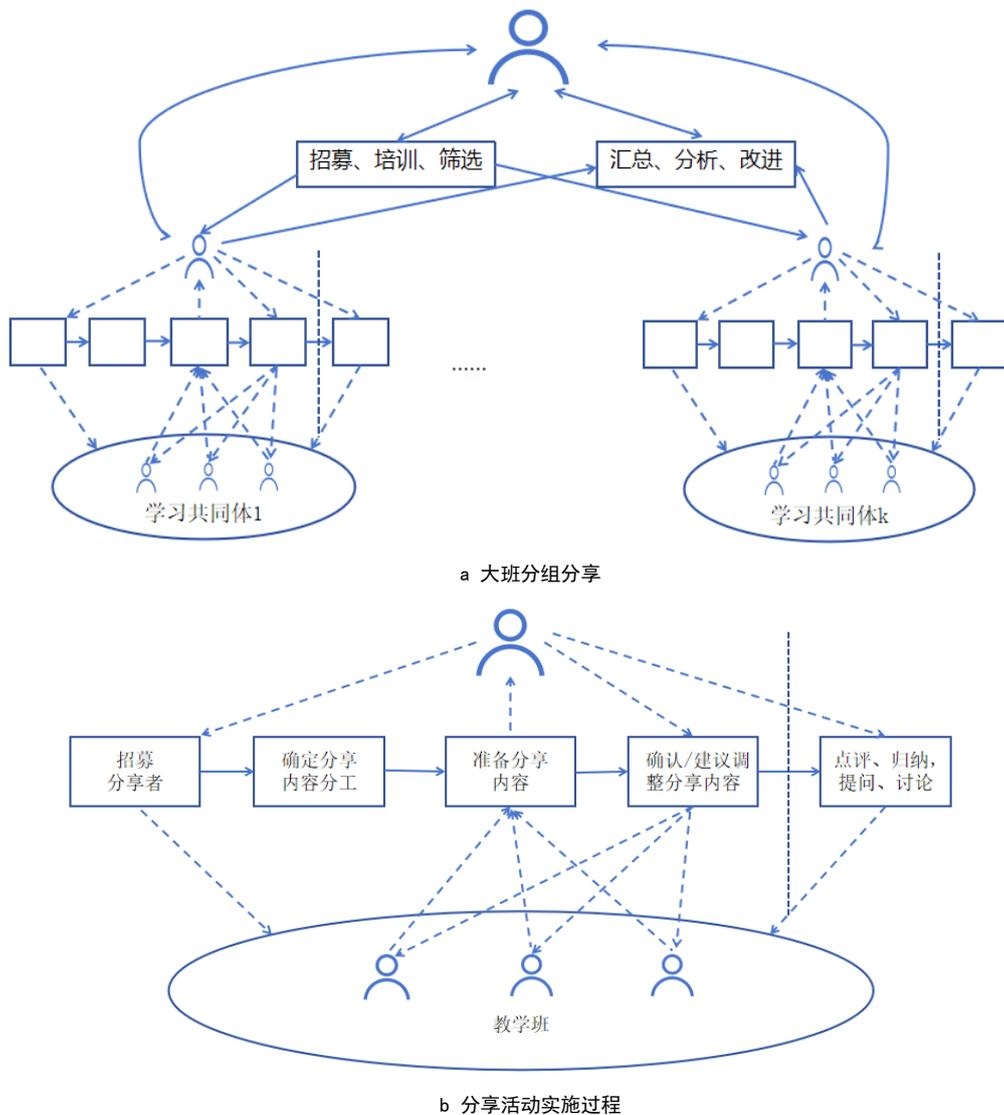


图 1 基于分享的实践教学模式

针对数据结构教学大班，则可以分成先多组，需要提前了解并统计学生信息竞赛方面的经历和程序设计

课程的能力评价，按经历和能力进行均衡划分，每组即为有个学习共同体。分享活动的指导工作可由教

师主导教辅完成，教辅需要经过必要的培训和筛选，要求熟悉数据结构的课程知识点、调试经验丰富、有一定的算法参赛经验。由教师提前招募各组分享者，明确各位分享者的分享内容和目标。教辅可收集每组要分享内容的PPT，并与分享者确认分享过程，由教师和教辅共同讨论分享内容的PPT，并提出调整分享内容的建议，由教辅与小组成员具体对接，确认组内分享内容的调整。后期则由教辅负责组织和引导组内的分享活动，教师则到各小组轮流进行指导。教师、教辅和学生之间互动关系如图1-a所示。

4.3 实践分享课堂的落实

在每周进行线下实验的同时，教学班全体成员在约定的课程答疑时间约定腾讯会议进行实践分享，时长约为3学时（2.5小时）。分享活动具体准备与实施的过程如图1-b所示。

(1) 确定分享内容：在希冀平台上布置相应的算法练习，要求学生在一周内完成，在班级群开始着手准备实践环节的线上分享课程，在学习群中招募本周练习的分享者，一般遵循自愿原则，加以邀请有信息竞赛经验的同学参与，每位同学可以选择一个练习分享自己设计的思路。同时，也鼓励学生对同一算法的不同设计思路或相似算法进行对比分析、讨论。

(2) 指导准备工作：要求参与分享的同学将自己的算法设计思路制作成PPT，以流程图、伪码描述算法逻辑，结合数据实例以动画方式演示说明设计的关键步骤，并录制5分钟左右的讲解视频。教师针对学生的PPT内容提出修改建议，或指出讲解内容的主次之分。

(3) 引导思考与讨论：教师对每个分享的设计思路进行点评、指出设计的巧妙之处，结合知识点进行归纳总结，也会设计问题，引导学生思考与讨论。进而引导学生进行思维拓展，即对原算法的题设或要求进行修改后，分析算法设计的关键点及可行的实现细节。

基于实践分享环节的学习模型如图2所示。

分享活动调动了学生学习的积极性，学会多角度分析、评价或改进算法，做到举一反三。课堂学习之后理解所学知识点，运用掌握的知识完成算法练习，在此过程中通过自主学习解决遇到的部分问题，再通过参与分享回顾并深入理解所学知识点，汲取学伴的技能和知识，然后再通过自主探索学习拓展知识结构，学习能力提升后可以以分享者的角色给其他同学分享思路或方法。

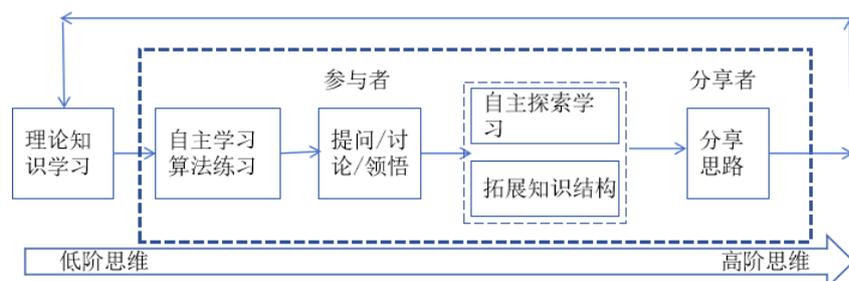


图2 基于实践分享环节的学习模型

5 分享式实践课堂效果分析

引入实践分享之后，理论教学效果与实践教学效果形成相互正向影响，学生的学习兴趣被激发，愿意花时间和精力自主实践、探索，编写和调试代码等实践能力得到了很大提升。经事后调查问询，学生们普遍反应分享活动让他们受益颇多。

5.1 兴趣激发到能力提升

分享活动内容由前期的编程、调试技巧，到后期的算法设计思路、设计技巧和性能分析。从针对同一算法不同的分享者分享各自的思路，到一位分享者分享同一问题逐步算法优化时间和空间复杂度的过程。分享活动的开展吸引了越来越多的参与者，主动分享的学生越来越多。最初，概述和线性表部分的算法需要指派或邀请分享者；课程推进到栈和队列部分时，

学生跃跃欲试，自愿报名要求分享，再到后来树、图部分的实践，越来越多的学生振刚分享者。

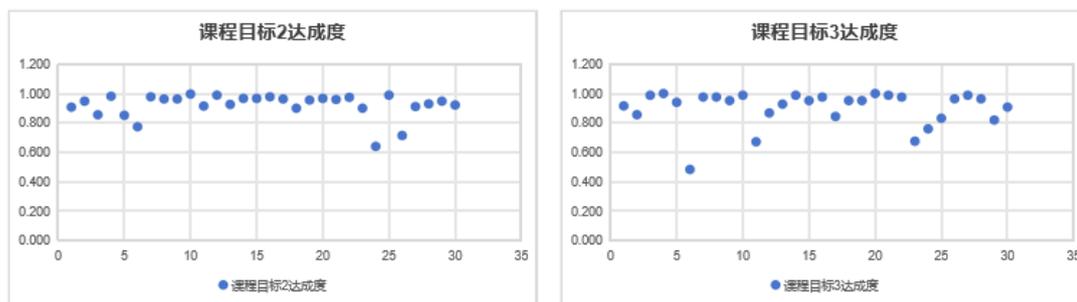
(1) 最初，分享者是班上参加过信息竞赛的同学或高年级担任教辅工作的同学，其他同学会踊跃提问、讨论。分享式课堂的气氛由最初的矜持变得活跃，分享的内容从最初的学习资源和调试技巧，到后来的算法设计思路或算法设计的关键技巧。学期末在授课班级收集了学生的学习体会小报告，结果表明：86%以上的班级成员对实践分享方式非常认可，普遍认为分享对于提升课程学习效率和效果非常关键，从最初帮助他们消除学习焦虑，到之后明确不同阶段的学习重点和方向提供了有力的引导。约80%的同学认为聆听或参与分享，使他们能大胆地质疑，更自信地表达自己的思路。

(2) 通过线上分享设计思路促进线下理论教学

与实践,引导学生逐渐克服畏难情绪,加强自主学习,重视实践环节,在课程的开始阶段主动投入更多时间和精力,及时理解所学知识点,尽快进入良性循环。完成练习所需时间较之前大大缩短,完成质量也有了很大提升。同时,理论课堂上,学生由课程之初的茫然变得愈发笃定,互动反应也越发积极,课堂互动也更活跃,学生之间的课间课后讨论也开始愈发频繁。

5.2 教学成果与竞赛成果

目前已连续3年坚持针对数据结构教学小班(35人左右)进行分享实践教学,已取得了一些效果。数据结构期末试卷命题有一定难度,笔者授课的教学班考试平均在年级名列前茅,均分比排名第二的教学班高出4.3,理论知识部分平均高出2.1,算法设计部分平均高出2.2分。图3为2022-2023学年第一学期数据结构期末成绩分析报告的部分图表和文字,选取了课程目标2和3(各课程目标详见图4)的达成度,说明该分享活动对学生实践能力的提升有明显效果。



课程目标2达成度为92.2%,说明学生编写调试程序的能力较强,对算法理解透彻,并能灵活运用所学数据结构及算法解决问题。

课程目标3达成度为90.8%,说明学生基本上具备自我学习和知识更新能力,科学思维能力较强。

图3 数据结构期末成绩分析报告局部截图

2023年春季学期笔者承担了大数据专业和计算机专业共三个班级的数据结构教学,在正常学时以外组织以外均组织了三个班同学开展实践分享活动。

其中,大数据专业为数学学院开设专业,人数为42人(1班);另外两个班级为计科专业,人数分别为28人(2班)和25人(3班)。

	分解指标点描述
课程目标1	掌握数学、自然科学与工程基础、计算机专业知识的基本概念、基本理论和基本方法,建立完善的逻辑思维和逻辑推理能力,并能够综合运用知识对计算机系统及工程技术问题进行表述;
课程目标2	能够综合数学、物理建模方法以及计算机领域知识,对计算机复杂工程问题进行分解和推演,针对具体问题建立数学模型,并进行计算机算法设计与实现;
课程目标3	具备科学思维,能够应用数学、自然科学、工程科学的基本原理,识别和判断计算机复杂工程问题的关键环节和影响因素;
课程目标4	能够应用科学原理和数学模型方法,结合计算机专业知识,正确抽象化表达计算机复杂工程问题,多途径构建模型,并依据需求分析对模型进行推理、求解和验证。

图4 数据结构的课程目标

从开课后在希冀平台上完成第一次实践作业的情况看,这三个班级对指针及链表掌握得不好,但相较于大数据专业,计科专业的编程基础更扎实。

数据结构的四个课程目标(如图4)对应的满分值分别为29、27、25、19。

对三个班学期的成绩采用多独立样本的中位数检验方法进行统计分析,得到的结果如表1、2所示。

设显著性水平为0.05,则表1结果说明:三个班的学生在课程目标1、2、3上得分对应的各总体的中位数及总分各总体的中位数都存在显著差异,但三

个班在课程目标 4 上对应的三个总体中位数无显著差异。

表 2 为各班在四个课程目标上的频数。1 班各课程目标高于中位数的人数占比相对 2、3 班较低，主要因为：计算机的学科思维相对薄弱，故将新课程衔接部分的实践分享环节延长至第四周末；教辅人手不足，未能将 42 人班进行分组，而且 1 班同学的分享参与率低于两个小班。

表 1 2023 年春季学期三个教学班成绩分析结果

		班号		
		1	2	3
课程目标1	> 中位数	15	14	18
	<=中位数	27	14	7
课程目标2	> 中位数	11	18	17
	<=中位数	31	10	8
课程目标3	>中位数	10	19	18
	<=中位数	32	9	7
课程目标4	> 中位数	16	14	15
	<=中位数	26	14	10
得分	> 中位数	12	16	19
	<=中位数	30	12	6

表 2 三个教学班的频数统计结果

	课程目标1	课程目标2	课程目标3	课程目标4	总分
中位数	23.20	25.00	23.00	15.80	86.80
卡方	8.26	14.97	19.93	3.13	15.04
渐近显著性	.016	.001	.000	.209	.001

表 2 为各班在四个课程目标上的频数。1 班各课程目标高于中位数的人数占比相对 2、3 班较低，主要因为：计算机的学科思维相对薄弱，故将新课程衔接部分的实践分享环节延长至第四周末；教辅人手不足，未能将 42 人班进行分组，而且 1 班同学的分享参与率低于两个小班。

5.3 在其它实践性课程教学中的尝试

操作系统内核设计、数据库系统实现等实践性课程涉及了大量数据结构及其算法，也需要算法设计及系统实现。类似地，笔者尝试在操作系统设计这一实践课（24 学时）中引入了系统内核代码设计及其实现关键思路的解析分享、提问环节，使得学生在有限的学时内更高效、准确、清晰地理解现有内核实现的思路，使得学生更高效地投入经理在内核功能设计方面。这一尝试也证明了实践分享活动可迁移到类似的实践教学中的。

6 结束语

将分享活动引入到数据结构实践环节中，帮助学生平稳地度过学习焦虑期，迅速掌握欠缺的知识点，快速提升实践技能，有效提高学生学习的积极性和自主性，创造了良好的学习氛围，形成了学习过程的良性循环。这一举措达到了数据结构课程的理论环节和实践环节相助相长的教学效果。

参考文献

- [1] 韩锐, 李爽, 刘驰. 计算机专业拔尖人才培养中的实践教学模式研究[J]. 计算机教育, 2023 (4): 128-135.
- [2] 王玉. OBE 背景下的师生学习共同体人才培养方式研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(1): 100 -104.
- [3] 孟文龙, 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]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(1): 85-90.
- [4] 徐英慧, 刘梅彦, 周淑一. 计算机基础课程实验教学过程化管理策略研究[J]. 计算机教育, 2020 (4): 163-166.
- [5] 刘忠民, 陈英, 段喜龙, 郑巍. 促进自主学习的数据结构“四位一体”实验教学改革[J]. 高教学刊. 2024(6): 144 -147.
- [6] 李清勇, 耿阳李敖, 彭文娟, 王繁, 竺超今. “私教”还是“枪手”: 基于大模型的计算机实践教学探索[J/OL]. 实验技术与管理, 2024 (5).
- [7] 基于互联网+的数据结构实验教学研究[J]. 实验教学, 2021(16): 119-121.
- [8] 顾虹, 王释云, 朱鹏举. 大学生经验分享式教学方法的研究与实践. 河北大学成人教育学院学报, 2017 (19): 107-110.
- [9] 曾志高, 易胜秋, 刘强, 文志强, 彭召意. 计算机专业的创新教育及创新思维能力培养. 计算机教育, 2015(14): 90 -92.