

基于 OBE-CDIO 模式的“数据结构与算法” 课程实践导向教学改革探索

李飞江 王婕婷 钱宇华

山西大学计算机与信息技术学院, 太原 030006

摘要: 本文针对“数据结构与算法”课程实践环节薄弱、学生应用能力不足的问题, 基于 OBE-CDIO 模式开展教学改革。研究以项目制实践为核心, 通过重构模块化教学内容、推行任务驱动与翻转课堂教学方法、建立“基础-综合-创新”三级项目训练体系, 并构建全过程多维度评价机制。教学实践表明, 改革有效提升了学生的编程实现、问题解决和团队协作能力, 学生参与度与满意度显著增强。结论认为, OBE-CDIO 模式是实现课程从知识传授向能力培养转型的有效路径, 对提升计算机类专业的教学质量具有重要价值。

关键词: 数据结构与算法, OBE-CDIO 模式, 教学改革, 项目制实践

Exploration of Practice-Oriented Teaching Reform for the “Data Structures and Algorithms” Course Based on the OBE-CDIO Model

Li Feijiang Wang Jieting Qian Yuhua

School of Computer and Information Technology, Shanxi University
Taiyuan 030006, China

Abstract—This paper addresses the issues of weak practical components and insufficient student application skills in the "Data Structures and Algorithms" course by implementing teaching reforms based on the OBE-CDIO model. The study centers on project-based practice, involving the restructuring of modular teaching content, the adoption of task-driven and flipped classroom methods, the establishment of a "basic-comprehensive-innovative" three-tier project training system, and the creation of a comprehensive multi-dimensional evaluation mechanism. Teaching practice demonstrates that the reforms have effectively enhanced students' programming implementation, problem-solving, and teamwork abilities, while significantly increasing student engagement and satisfaction. It is concluded that the OBE-CDIO model serves as an effective pathway for shifting the course from knowledge delivery to competency development, offering significant value for improving the quality of education in computer-related disciplines.

Keywords—Data Structures and Algorithms, OBE-CDIO Model, Teaching Reform, Project-Based Practice

1 引言

“数据结构与算法”课程作为计算机类专业的核心基础课程^[1], 在高校计算机科学与技术、软件工程、人工智能、大数据技术等专业教学体系中占据着举足轻重的地位。它不仅是程序设计能力培养的重要延伸, 更是后续学习操作系统、数据库、编译原理、人工智能等课程的基础依托, 其教学质量直接关系到学生算法思维的形成与工程素养的积累。

随着信息技术的高速发展, 社会对计算机人才的综合素质和工程实践能力提出了更高要求。单一强调知识传授的传统教学模式已逐渐无法满足“新工科”^[2]背景下应用型、复合型、创新型人才的培养需求。尤其在“数据结构与算法”课程中, 尽管知识体系较为稳定, 但教学方式和评价机制亟需与时俱进。

许多学生在学习过程中普遍存在“理解难、应用难、缺乏成就感”的问题, 反映出课程设计与教学手段仍未充分贴合学生成长的实际需求。

当前, 我国高等教育正加速向“以学生为中心、以能力为导向”的转型。教育部明确提出要推动高等教育质量提升工程, 构建“OBE(Outcome-Based Education)导向的课程体系”, 倡导将CDIO(Conceive-Design-Implement-Operate)工程教育理念融入课程全过程。这一背景为课程教学改革提供了良好的政策环境与理论支撑。OBE^[3]强调以学习成果为出发点, 倒推课程目标、教学内容与考核方式; CDIO^[4]则通过完整的工程实践流程, 着力培养学生的工程综合能力、协作意识与创新思维。二者融合不仅能够解决当前教学中“知识孤立”“能力脱节”的问题, 也为数据结构课程的实践性教学提供了方法论。

与此同时,在高校信息化建设快速推进的背景下,课程教学也面临从“数字资源建设”走向“教学范式变革”的历史契机。如何借助在线资源、教学平台、大模型等手段,构建线上线下混合式教学模式,实现教学内容的模块化、互动化、个性化,已成为课程改革的重要方向。特别是在“数据结构与算法”这类既强调逻辑严谨性,又要求实践操作性的课程中,如何整合教学资源、优化学习路径、提升课堂效率,是教学团队必须回答的现实命题。

本文以我校“数据结构与算法”课程为研究对象,结合 OBE-CDIO^[5]理念,探索教学改革的具体路径与成效,构建“讲授课+实践课”的教学体系,突出以实践课为核心的项目式教学设计,着力培养学生的实践能力和工程素养。

2 课程教学现状分析

2.1 课程定位与目标

“数据结构与算法”课程主要讲授线性表、栈与队列、串、树、图、查找与排序等核心内容,目标在于使学生掌握常用数据结构及其操作,具备分析问题、设计数据模型和实现算法的能力。

从课程本身来看,“数据结构与算法”具有高度抽象性与动态性^[6],概念如链表、树、图、堆等不仅逻辑复杂,而且实现细节丰富,学生常常在学习过程中陷入“知其然不知其所以然”的困境。因此,仅靠传统的板书推导与教材讲解,往往难以让学生真正掌握其应用场景与工程价值。而通过引入项目驱动、案例教学、工程导向等教学策略,不仅可以提升学生的学习兴趣,更能够在真实任务中锻炼其将知识转化为能力的全过程。

2.2 存在的问题

(1) 教学内容重理论、轻应用

当前多数课程内容仍以教材为主线、章节式讲授为主,形成了“理论讲授-习题练习-考试测评”的闭环。由于缺乏工程实践背景和实际问题驱动,学生在学习过程中容易产生“学习动机不足”和“学用脱节”的现象。

例如,查找与排序算法在课程中占据大量篇幅,但学生往往只是理解算法的步骤与代码的逻辑,并不能真正体会到其在系统资源监控、科学计算、大数据处理等真实应用场景中的作用。这种“纸上谈兵”式的学习方式严重制约了学生能力的转化和提升。

(2) 教学方法传统单一

目前,“数据结构与算法”课程在多数高校仍以

教师为中心的“满堂灌”式教学为主^[7],辅以板书推理与 PPT 展示,缺乏交互性和创新性。课堂结构呈现“教师讲解-学生记录-考前背诵”的固定流程,教学手段单一,课堂气氛相对沉闷,尤其在讲授复杂数据结构(如图的遍历、红黑树、哈希冲突处理等)时,学生容易出现知识吸收困难、兴趣下降等问题。

(3) 实践教学滞后

“数据结构与算法”课程应该注重实践与理论并重^[8],但实际教学中实践环节常被弱化。许多高校存在课程实践环节弱化、实验内容碎片化、实践任务难度不合理等问题。有的课程实践仍停留在基础算法验证和代码补全层面,缺乏完整的应用背景与综合任务,导致学生缺乏系统性认知。学生普遍反映“能听懂概念但无法落地实现”。实践任务的碎片化和脱离实际背景,直接影响了能力培养的效果。

(4) 考核评价方式单一

当前“数据结构与算法”课程普遍采用以期末笔试为主的终结性评价机制^[9],侧重考查学生对概念、定义、算法的记忆与推理能力,而对编程实现能力、项目协作能力和过程性成长关注不足。这种单一的评价方式不仅限制了教学目标的多维度达成,也削弱了学生在学习过程中主动探索与自我提升的动力。

3 教学改革目标与实践导向设计思路

为解决当前“数据结构与算法”课程中存在的教学目标模糊、教学方法单一、实践体系薄弱、评价机制落后等问题,全面提升课程的育人功能与教学质量,本文拟以 OBE 理念为指导思想,以 CDIO 工程教育模式为实施路径,构建以“学生为中心、能力为导向、产出为目标”的教学改革体系,如图 1 所示。图 1 展示了教学改革的总体框架。左侧为改革目标,包括目标引领、内容重构、方法创新、能力训练和多元评价,右侧为设计思路,依次对应成果导向、任务重构、多元教学、项目驱动和立体评价。该体系通过“目标引领—成果导向”强化学习结果导向意识,通过“内容重构—任务重构”实现教学内容与工程实践的衔接,通过“方法创新—多元教学”促进教学手段多样化,通过“能力训练—项目驱动”突出学生综合能力培养,并以“多元评价—立体评价”完善全过程评价机制,形成目标、路径与结果一致的改革闭环。

3.1 教学改革目标

(1) 明确课程目标,支撑毕业要求达成

依据 OBE 理念,课程目标需明确服务于专业人才培养目标,并能够与毕业要求的具体指标点进行精准映射,要确保教学内容与预期产出一致,增强课程的

目标导向性与过程可控性。

(2) 重构课程内容, 强化知识应用能力

对传统“理论-习题”式的内容结构进行系统优化, 聚焦基础数据结构的实际应用场景, 强化知识间的内在逻辑联系, 设计多层次的知识模块, 逐步引导学生实现从知识理解到问题解决的迁移过程。

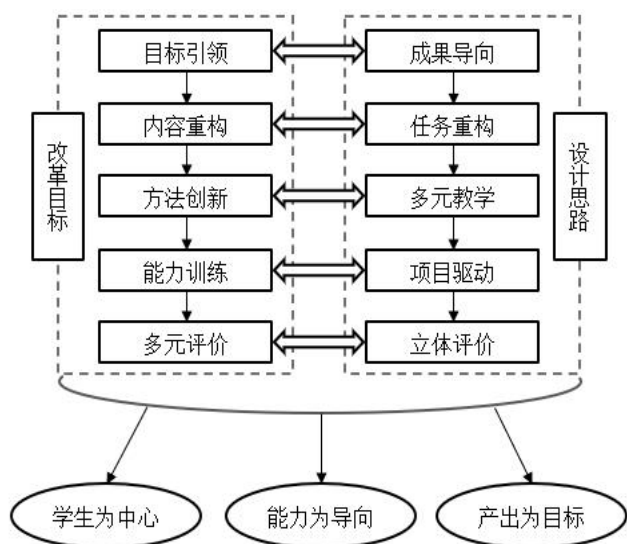


图1 基于OBE-CDIO理念的实践驱动教学改革体系图

(3) 创新教学方法, 激发学习兴趣与参与度

推行“任务驱动+项目导向”的教学策略, 结合案例教学、翻转课堂、小组合作学习等手段, 提升课堂互动性与学生参与感, 逐步由“教为主导”转向“学为中心”, 构建自主、合作、探究式学习环境。

(4) 完善实践体系, 打造项目式核心实践课

以CDIO理念为指导, 围绕核心数据结构知识模块, 设计分层递进的项目任务。通过项目构思、设计、实现与优化的完整流程, 全面锤炼学生从问题抽象到代码落地的能力, 建设成为贯穿课程全过程的核心实践教学体系。

(5) 构建多元评价机制, 突出过程性与能力导向

打破“一考定成绩”的终结性评价模式, 构建以“课堂参与+过程考核+项目评估+能力测评”为核心的综合性评价体系, 确保评价方式与教学目标一致, 能够真实反映学生的知识掌握情况和能力成长轨迹。

3.2 设计思路

为确保教学改革系统推进与目标达成, 从五个维度系统设计教学改革方案, 构建“目标引领-内容重构-方法创新-能力训练-多元评价”一体化教学改革路径。

(1) 以OBE理念为引领, 构建成果导向的课程体系

教学改革的首要任务是从“教师教了什么”转变为“学生学到了什么”。以OBE理念为引导, 依据专业认证标准, 将课程目标细化为若干可度量的学习产出, 并与毕业要求指标点建立一一对应关系。

(2) 以CDIO理念为抓手, 构建真实任务驱动的教学流程

将CDIO工程教育理念引入课程之中, 不再仅停留在“算法实现”层面, 而是将每一个数据结构模块与实际的工程场景相结合, 组织学生从项目构思开始, 经历方案设计、编码实现、功能测试、用户反馈与优化的完整过程。在教学设计中, 引导学生运用数据结构解决生活或工业中的实际问题, 如“社交网络中的最短路径”、“电商推荐系统中的哈希表优化”等。

(3) 以学生为中心, 设计多样化的教学策略

摒弃传统填鸭式教学, 探索“讲练结合”“以练促学”“翻转课堂”“小组合作”“课堂竞赛”等多样化教学方式。部分难点模块如图结构、平衡树、堆排序等, 通过设计问题导向任务, 结合可视化工具引导学生主动探索; 通过线上讨论区、代码平台、即时答疑机制等手段增强课外衍生; 鼓励学生自主查阅资料、设计解决方案, 逐步培养学生自己解决问题的能力。

(4) 以项目制为核心, 重构实践教学体系

本课程创新构建了“基础能力-工程应用-创新拓展”三阶段递进式项目化实践教学体系, 着力培养学生的数据结构应用能力与工程素养。在基础能力层, 通过精心设计的单元化实验(如B+树索引优化等)夯实算法实现基础, 采用代码评审与单元测试双验证机制确保编程质量; 工程应用层则聚焦真实行业场景, 引导学生完成分布式缓存系统、实时路径规划等典型项目, 经历从需求分析到性能调优的完整开发流程; 创新挑战则提供开放性问题, 鼓励学生跨专业组队解决实际问题, 通过协作开发提升其实践能力与团队合作精神。

(5) 以全过程、多主体、多维度为原则, 优化课程评价体系

课程评价体系改革以“促进学习、导向能力”为核心理念, 打破以期末闭卷考试为唯一标准的评价方式, 构建“形成性评价+终结性评价”融合机制。形成性评价包括课堂表现、小测验、代码作业、项目进展汇报等, 终结性评价除传统笔试外, 还加入项目答辩、同伴互评、教师综合评价等模块, 真正实现“学、教、评”三位一体的协同育人机制。

4 教学实施路径与措施

4.1 教学组织模式优化

为优化“数据结构与算法”课程的教学组织模式，构建模块化教学体系，将课程内容划分为“基础结构模块-应用结构模块-综合结构模块”三个层级，分别覆盖线性表、栈与队列、串、树、图、查找与排序等核心知识点。每个模块内均设置“知识点讲解-代码演示-任务驱动项目”的三位一体教学单元，推动教学节奏由浅入深、由点及面，实现知识结构化与应用场景化融合。

同时，积极实施“任务驱动+项目导向”的课堂教学机制，注重以现实问题为导向，引导学生围绕项目任务开展主动学习，教师则从传统知识传授者转型为学习引导者与项目顾问。以图结构模块为例，设计“智慧图书馆路径规划系统”项目任务，模拟图书馆多楼层、多书库的实际环境，引导学生通过构建图结构模型，掌握图的基本存储方式与遍历方法，进而实现基于 Dijkstra 或 Floyd 算法的最短路径推荐功能。项目分阶段推进，实现了学生从算法掌握到实际功能实现的迁移与提升。

此外，课程推行“翻转课堂+课堂演练”相结合的混合式教学模式，借助教学视频、可视化动画与算法模拟工具等资源布置课前学习任务，课堂时间则用于难点解析、核心算法推理、小组协作编程等高阶环节，增强师生互动与即时反馈。

4.2 课程资源建设与平台支撑

建设可视化教材与知识图谱系统，依托配套教学网站(山西大学大数据实验平台)，开发涵盖各知识模块的交互式知识图谱，系统整合知识点梳理、结构关系图、核心代码实现与典型应用场景，提升课程内容的可视性、结构性与理解深度。

同时，开发高质量课程视频资源与案例库，汇聚优秀教学视频、经典应用案例。通过“雨课堂”等在线平台支持学生课前预习、课后复习与拓展实践，形成全过程、多渠道的教学支持系统，全面提升课程的数字化建设水平与学生的自主学习能力。

4.3 实践项目体系构建

构建“基础-综合-创新”三级项目训练体系，通过循序渐进的实践任务培养学生的编程能力与工程思维。基础训练阶段围绕核心知识点设计模块化编程任务，如实现哈希表冲突处理机制、利用堆结构构建优先级队列等，着重训练学生对基础数据结构的编码实现能力；综合阶段通过开发完整的应用系统(如基于

图结构的社交网络分析系统、结合树与哈希的快速检索系统等)，培养学生综合运用多种数据结构解决复杂问题的能力；创新研究阶段则引入前沿技术问题(如分布式环境下的排序算法优化、基于机器学习的数据结构参数自适应调整等)，通过组建跨专业项目团队，提升学生的技术创新能力和协作开发水平。在实施过程中，将每个项目划分为需求分析、架构设计、编码实现、性能测试、文档编写五个关键环节，设置量化评价指标，通过教师指导、阶段性评审、团队答辩等多种形式，确保项目实施的规范性和有效性。

以“电商评论系统关键词提取优化项目”为例，该项目以实际电商平台中的评论管理需求为背景，要求学生基于散列表与堆结构实现一个评论关键词统计与热度排序模块。项目分阶段推进：前期完成评论数据清洗与预处理，中期设计关键词提取与去重机制，后期实现按热度实时更新排序功能，并优化内存管理与查找效率。项目中引导学生评估哈希函数选择对性能的影响，结合图形化界面展示关键词动态排序效果，实现算法可视化。该项目兼具实用性与挑战性，既锻炼了数据结构综合应用能力，又贴近真实业务需求。

4.4 评价机制建设

基于 OBE 教育理念，构建全过程、多维度的评价机制，实现从单一考核向多元评估的范式转型。课程引入过程性评价机制，将学生的出勤情况、课堂参与度、阶段任务完成情况与代码质量等因素纳入平时成绩，通过量化手段全面记录和反映学生的学习过程与成长轨迹。同时，实施项目成果评估与答辩机制，项目完成后由教师组织小组答辩，学生需进行功能演示、设计汇报与现场问答，培养学生的表达能力、逻辑思维与团队合作意识。此外，课程还积极推动同伴互评与自我评价制度建设，借助在线平台引导学生对同组成员在项目中的贡献进行评分；同时鼓励学生形成项目日志、进行自我反思，提升其自我认知水平。最终，课程构建了以学习产出为核心的综合评分体系，基础作业占比 30%、阶段测试 20%、项目成果 40%、课堂表现 10%，实现知识掌握与能力发展并重的立体化评价模式，促进学生多方面素质的协调发展。

5 教学成效分析与反馈

为全面评估本次基于 OBE-CDIO 模式的“数据结构与算法”课程教学改革的实际效果，笔者通过多维度的数据收集与分析，从学生实践课效果和教学数据指标两个角度进行了系统总结与归纳，改革实施初见成效，整体呈现出积极的发展趋势。项目成果展示环节中，学生不仅能够清晰阐述实现过程，还能结合工程背景进行性能优化和设计改进，实践课程成为学生能力提升的重要抓手。

5.1 实践成效显著

改革后的课程更注重以学生为中心、以能力培养为导向，显著提升了学生的综合学习效果。在算法分析与实现能力方面，课程从以往侧重记忆与标准算法复现，转变为强调问题建模与算法灵活应用，学生在任务驱动与真实场景中学会自主选择并优化数据结构，整体编程水平与工程思维显著增强。在团队协作与沟通能力方面，通过多阶段团队项目实践，学生在角色分工、代码协同、功能集成与文档撰写中锻炼了合作意识与沟通能力，项目答辩与展示环节也有效提升了其表达能力与应变能力。与此同时，课程由“讲授+作业”向“案例+项目实践”转型，大幅增强了互动性与实践性，激发了学生的学习兴趣与参与热情。如图 2 所示，课程改革后，学生实践参与度和学生满意度都有显著增加。

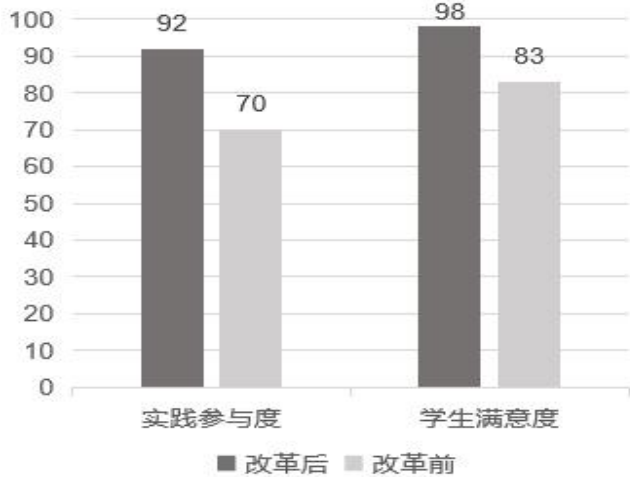


图 2 课程改革效果图

同时，最新一学期的课程期末调研显示，86%的学生认为自己“能独立分析实际问题并选择合适的数据结构进行实现”，比改革前提升了 32 个百分点；95%的学生表示“比传统授课方式更愿意参与项目实践”；75%的学生在课外主动参与算法类拓展学习，这些数字均显著高于同类课程的平均水平。

5.2 教学质量数据提升

笔者对比了改革前后连续两个学期的教学数据，结果如表 1 所示，课程的平均成绩较改革前提升了 6

分，期末成绩在 90 分以上的学生比例由 18%上升至 25%。同时，“数据结构与算法”课程因其知识结构复杂、抽象性强，一直被视为计算机类专业中的“高挂科率”课程，改革前课程通过率为 93%，改革后提升至 96%，可以看出改革后教学的适应性与包容性有了很大的提升。

表 1 教学改革前后学生成绩表

指标	平均成绩	90 分以上比率	通过率
改革前	79	18%	93%
改革后	85	25%	96%

6 结束语

“数据结构与算法”课程教学改革是对传统教学体系的深度重塑，融合 OBE-CDIO 教育理念，有助于实现从“教会知识”到“培养能力”的转变。实践表明，该模式能有效提升学生学习效果、工程实践能力与综合素养，是高校计算机类课程改革的重要方向。未来，需持续深化改革路径，推动更多课程融入该模式，实现高质量人才培养目标。

参考文献

[1] 朱允刚, 杨博, 虞强源, 黄晶, 李妮妮. “厚基础、强实践、个性化”的数据结构课程教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报. 2024,12(02):61-65.

[2] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017,(03):1-6.

[3] 周淑一, 方炜炜, 徐英慧, 等. 基于OBE理念的C语言程序设计教学创新与实践[J]. 计算机教育, 2021,(09):113-118.

[4] 周立章. 基于CDIO工程教学模式的C++程序设计教学改革探索[J]. 大众科技, 2011,(10):208-210.

[5] 白茹意, 郭小英, 贾春花. 基于OBE-CDIO模式的C++程序设计课程教学改革研究[J]. 中国轻工教育, 2022, 25(04):90-96.

[6] 胡霖. 数据结构课程中反馈式教学的探究[J]. 西部素质教育, 2017,3(10):254.

[7] 温创新, 胡舟, 何雅婷. “五位一体”项目制教学模式下的数据结构课程教学改革[J]. 西部素质教育, 2024, 10(13):145-148.

[8] 李蓉蓉. 实践分享活动促数据结构教学[J]. 计算机技术与教育学报. 2024,12(04):34-39.

[9] 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(01):42-46.