

竞赛驱动的 PBL 模式在算法课程中的探索与分析*

邵香玲 时小芳*

广东理工学院 广东省肇庆市 526000

摘要: 面对“算法设计与分析”课程存在“理论抽象难落地、实践训练碎片化、能力培养单一化”的教学现状问题, 本文采用竞赛驱动的 PBL 模式, 并对其协同机理进行分析, 以“基础铺垫—项目探究—成果迭代—竞赛迁移”四个阶段的教学模型为例, 设计具体的实施路径; 最后通过以“动态规划”作为重点开展的实施过程为例, 对教学模式进行论述, 以期计算机专业课程“理论—实践—创新”一体化育人提供一套可推广的设计方案和可行的实践路径。

关键词: PBL 模式; 算法竞赛; 算法设计与分析; 教学改革

引言

“算法设计与分析”作为计算机类专业重要的核心课程之一, 对于学习“数据结构”和“软件工程”起着非常重要的桥梁作用, 其教学效果的好坏直接影响到学生能否养成良好的计算思维和解决问题的习惯^[1]。但传统的教学存在着三大矛盾: 一是存在理论与实践相脱离的矛盾, 大多数同学掌握的是算法的数学推导的过程, 但是在实际中却不会将问题建模并编程实现; 二是存在训练载体单一且缺乏工业场景特点的矛盾, 课后习题都是书本上的一些“伪问题”, 难以满足企业对算法工程师能力的要求; 三是缺乏学习动力的矛盾, 在算法的复杂度分析、代码调试等较为枯燥的学习过程中, 很难形成长期坚持的“算法优化”思维。

随着工程教育认证“成果导向(OBE)”理念的普及, 以及 ACM-ICPC、蓝桥杯等算法竞赛的常态化, “以赛促学”成为破解上述矛盾的重要思路。而基于问题的学习(PBL)模式以“真实问题为起点、学生为中心、协作探究为核心”, 其能力培养目标与算法课程需求高度契合[2,3]。但现有研究多停留在“PBL 单一应用”或“竞赛辅助教学”层面, 缺乏二者深度融合的系统设计, 例如竞赛题目如何转化为符合课程进度的 PBL 项目、如何通过 PBL 流程实现“知识建构—能力迁移—竞赛突破”的闭环, 仍需进一步探索。

1 PBL 与算法竞赛的协同机理

1.1 PBL 模式的核心内涵与工程教育适配性

PBL 目前已进入了基于“真实情境—自主探究—反思迭代—能力迁移”的 4 维框架中。工程教育中高质量 PBL

应具备如下特征: ①“结构不良性”: 例如, 算法优化时需要在时间、空间复杂度中权衡取舍, 并没有唯一正确的答案; ②“知识检索—方案设计—验证优化”过程完整: 比如算法学习过程中包括了对理论知识的查找、对算法设计及实现的过程、对设计出的算法的验证及改进等一系列过程, 符合“从数学推导到工程落地”的全过程; ③成果包括“技术可行性和工程规范性”: 既要有能正确运行的代码也要有严格的算法分析报告。这同“算法设计与分析”中“从数学推导到工程落地”的特点相吻合。

1.2 算法竞赛作为 PBL 驱动因子的天然优势

不同于以往的 PBL 项目中没有好的问题载体的问题, 算法竞赛中的题目的特点正好补充了传统 PBL“优质问题载体缺乏”的不足^[4]。

情境真实性: 大多数题目来源于实际的工科场景或者最新研究前沿, 而非人为杜撰的一些数学抽象习题。

难度层次性: 按基本题、高阶题分层, 精准对接“基础理论—综合应用—创新拓展”三个层级的教学目标。

反馈即时性: 在线评测系统(OJ)会及时回传代码正确与否以及时间/空间复杂度的信息, 弥补了传统 PBL“评价滞后、反馈模糊”的缺点。

能力综合性: 竞赛题要考察“问题建模、代码实现、调试优化”等知识技能, 并且与 PBL 的“综合素养培养”目标是一致的。

2 算法竞赛驱动的 PBL 教学模式框架设计

在建构主义学习理论的基础上, 算法竞赛是 PBL 实现“有意义学习情境”的一种有效途径^[5]。学生需要积极联结

自身已有算法知识，在解决算法竞赛题目的过程中，将关联已学的算法知识并进行合理选择应用，例如运用“最短路径问题”分析出动态规划算法与贪心算法之间的差异与适用界限，最终使学习者实现知识的主动构建；在工程教育认证“能力导向”的基本要求下，PBL 过程所形成的竞赛项目可以作为完成 PBL 过程中的“能力达成证据”，构建“教学目标—学习过程—评价结果”之间的闭合回路^[6]，二者结合便可以冲破传统“知识灌输”模式带来的束缚，本文构建了“四维联动”模型，即目标维度、流程维度、支撑维度、评价维度（见图 1.1 四维联动模型结构图），四者环环相扣，缺一不可，是一个具有整体性和可操作性的模式。通过此模式解决算法设计与分析课程理论抽象难落地、实践训练碎片化、能力培养单一化的问题。“四维联动”模型的具体内容如下所示。



图 1.1 四维联动模型结构图

2.1 目标维度

目标维度包括知识目标、能力目标和素养目标三个部分，其本质就是让学生学会，先通过理论学习知道经典算法和分析方法是如何工作的，基于此对不同的算法有应用场景上的基本判断；能够达到运用“问题抽象 → 模型构建 → 算法设计 → 代码实现 → 优化迭代”等方式解决 $\leq O(n^2 \log n)$ 的工程问题；养成工程规范意识、培育团队协作精神和大赛抗压能力、形成“持续优化”的算法思维。

2.2 流程维度

基础铺垫阶段：本阶段主要包括理论授课和技能储备两个部分内容，本阶段的理论授课采取“竞赛案例导入法”以“蓝桥杯真题——小明的背包问题”导入，采用“问题拆解、状态定义、转移方程推导”的逻辑链，将抽象的理论知识点，与实际问题结合起来；技能储备中为每个知识点准备了一个基础题，学生需要提交“代码 + 复杂度分析报告”，并利用 Git 来跟踪每一个学生的代码迭代情况，实现每一个基础算法都必须掌握，并且把握牢固，在遍历每一个基础算法时都要存在此种制度，若是学生第一次未通过，则进行“一

对一代码复盘”指导，不允许有出现走过场现象。

项目探究阶段：项目探究阶段包括项目生成、团队组建和探究实施。依照“竞赛高频考点 - 课程核心模块 - 工业场景”的三维匹配原则确定项目，并制作“竞赛项目清单”，明确题目来源、知识缺陷、能力目标与交付物等；依照“异质分组”原则安排学生加入小组，通过考察学生以往参加的各类编程比赛水平、对某种编程语言的掌握程度、文档撰写能力等综合考量安排学生角色并设定为固定角色，以算法设计师（负责建模）、编码手（负责实现）、测试员（负责优化）分工模拟竞赛团队；探究实施中小组根据“问题拆解 → 知识检索 → 方案论证 → 代码调试 → 文档撰写”的流程开展工作，老师则根据完成节点按时对相关章节疑难重点提出启发性指导，对于“超时问题”，可以结合案例引导学生从循环嵌套层数、数据结构选择、剪枝策略这三个方面进行分析排除可能。

成果迭代阶段：此阶段分为成果展示、多向评价、反思优化三个环节。其中，在成果展示环节由各小组利用“答辩 + 代码演示”的方式来展示本组的成果，并重点阐述该算法的创新点；而多向评价环节主要是“教师评分 + 小组互评 + OJ 评测”的形式来对同学们的作业打分，从复杂度合理性、代码规范性、创新度、答辩逻辑等方面给同学们的作业给出综合打分；最后，在反思优化环节，小组会根据老师的评价意见修改自己的作品并产生一份“算法优化备忘录”，记录“调试过程中遇到的关键问题、解决方案及经验总结”等内容。

竞赛迁移阶段：竞赛迁移阶段包括竞赛适配、成果转化和持续学习三部分，在竞赛适配中，从所有真题中选取与项目主题类似的竞赛真题，组织学生“班级模拟赛”并模拟竞赛时间以及评分规则；在成果转化部分，小组把项目里面一些优化方法应用到以往的某些经典的或较难的竞赛题目中；在持续学习部分依托“算法竞赛兴趣社群”开展“”难题攻坚会”，邀请竞赛教练来进行分享实践经验。

2.3 支撑维度

采取三位一体支撑维度，即资源体系、师资团队、社群生态：在资源体系上建立题目库、文献库、工具库；在师资团队组建“双导师组”即课程教师 + 竞赛教练，定时定点举办“教学复盘会”，同步学情；在社群生态建立算法兴趣群，定时约请大赛季军获奖同学现身说法，并纳入“传

帮带”梯队培养体系。

2.4 评价维度

打破“一考定乾坤”的传统评价模式,设计“过程-成果-竞赛”三位一体评价体系,突出对“学习过程”与“能力成长”的关注^[7]。具体的课程评价体系如表 1 所示。

表 1 课程评价体系构成

评价类型	权重	具体指标	评价工具
过程性评价	50%	基础练习 (20%)、项目进度日志 (15%)、小组协作表现 (15%)	Git 提交记录、Moodle 学习日志、小组互评表
成果性评价	30%	项目成果 (25%)、期末理论考试 (5%)	技术报告、答辩表现、笔试
竞赛性评价	20%	班级模拟赛表现 (10%)、竞赛参与度 (10%)	模拟赛成绩单、竞赛报名证明、赛后反思报告

3 实践实施路径设计

以“算法设计与分析”课程中“动态规划”核心单元为主要实施载体,对“动态规划”单元实施路径进行设计,具体分为以下四个阶段:

第 1 阶段-基础铺垫阶段:首先以“蓝桥杯真题-小明的背包问题”为案例,通过“问题描述→暴力解法缺陷→动态规划思路引入”的逻辑,拆解“状态定义-转移方程-初始化-结果提取”四步核心流程,结合可视化工具进行理论导入,然后布置 LeetCode “打家劫舍”、“爬楼梯”等基础题,要求学生提交“代码+复杂度分析报告”,明确报告需包含“暴力解法→优化思路→动态规划实现”三部分;教师通过 Git 平台审阅,对“转移方程推导错误”的学生,通过线上会议进行指导。

第 2 阶段-项目探究阶段:发布 ACM-ICPC 真题,明晰项目周期,确定小组成员分工,并说明输出交付物。项目任务分三级:基础任务、进阶任务、拓展任务。定时开展讨论会进行指导,比如学生小组讨论将 DNA 序列转换为字符数组、确定比对目标,启发学生小组思考“递归二维数组滚动数组”的三种方案时间/空间复杂度的区别,分发账号及时督促学生成员完成并提交 OJ 中的练习题目,对于 OJ 提交中“超时”与“内存溢出”等情况,则给予一些“循环优化”“数据类型选择”的技巧建议。

第 3 阶段-成果迭代阶段:老师把小组初稿发给小组,发了“技术报告评审表”,用“逻辑完整性、方案创新性、代码规范性、反思深度”四项给每一个小组提出修改意见和建议,并且要求小组去完成修改。小组之间进行班级答辩,

各组上台讲 15 分钟,在老师打分、组内打分、网上考试检测进行互评时互评表格要注明“优点+建议”的方式来评价自己小组的表现。

第 4 阶段-竞赛迁移阶段:根据蓝桥杯、睿抗编程技能赛中真题来组织线下的模拟比赛,以仿真化的模拟竞赛规则作为比赛现场规则,按照赛题环节要求学生进行“读题建模实现调试”的节奏要求,比赛之后组织学生进行解题思路汇报与分享,再由对应的教练进行“题目考点,最优解法,常见错误”讲解,并把相关内容引导至 PBL 项目中去。

4 结论

本文结合“算法设计与分析”课程的教学难点问题,在课程原有教学方式的基础上,提出并探讨基于“算法竞赛驱动”的 PBL 教学模式,即“基础铺垫-项目探究-成果迭代-竞赛迁移”4 个阶段的流程,实现“理论知识-实践能力-竞赛素养”的分层递进培养;以“资源-师资-平台”三维支撑保障模式可操作、可落地,并具有良好的适配性。

参考文献:

- [1] 王晓东. 计算机算法设计与分析(第 5 版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2023: 1-15.
- [2] 周辉奎, 顾牡丹. 基于 OBE 理念的 PBL 教学模式在 Java 程序设计课程中的应用研究[J]. 信息与电脑, 2025, 37(19): 218-220.
- [3] 贺帅, 周蕾, 陈英格. PBL 联合混合式教学模式促进学生科研思维及创新能力的培养[J]. 解剖学杂志, 2025, 48(04): 362-365.
- [4] 郝庚文, 杨年炯. 以学科竞赛为载体提升研究生创新实践能力的研究[J]. 科技风, 2025, (07): 86-88.
- [5] 高琪娟, 范庆春, 苏瑜, 等. 算法设计与分析以项目带动课程教学改革与探索[J]. 滁州职业技术学院学报, 2024, 23(03): 70-74.
- [6] 陈娴. 基于课程标准的课堂“教·学·评”一体化教学实践探索[J]. 新课程研究, 2023, (24): 30-32.
- [7] 陈计冰. OBE 理念下高等院校思政课程改革的探索与实践——以学生为中心的多维度成效评价[J]. 经济与社会发展研究, 2024, (22): 0248-0250.

基金项目: 2025 年广东理工学院线上线下混合式

一流课程建设 -- 算法设计与分析 (YLKC202504);
2025 年广东理工学院课堂教学改革 -- 算法设计与分析
(KTJXGG202514)

作者简介: 邵香玲 (1993—), 女, 河南安阳人, 硕士,

助教, 主要研究方向: 概率模型检测、计算机视觉

通讯简介: 时小芳 (1991—), 女, 河南濮阳人, 硕士,
讲师, 主要研究方向: 教学改革、深度学习、计算机视觉