

高级算法分析与设计研究生课程教学 改革与实践研究*

张剑** 马远哲

东莞理工学院计算机科学与技术学院, 东莞 523808

摘要 针对当前《高级算法分析与设计》课程存在的教学内容碎片化、转专业学生基础薄弱及创新能力培养不足等问题,本研究提出以经典问题为线索、多算法策略对比为核心的教学改革方案。通过构建“基础巩固—多策略对比—创新探索”三维知识体系,引入问题导向学习(PBL)、交互式仿真工具及分层教学策略,强化学生对算法本质的理解与跨策略组合能力。实践表明,该模式有效提升了学生的算法设计能力与创新思维,为计算机专业研究生的跨学科研究和产业应用奠定了坚实基础。

关键字 高级算法, 教学改革, 多策略对比, 研究生教育, 创新能力

Research on Teaching Reform and Practice of Advanced Algorithm Analysis and Design Graduate Course*

Jian Zhang** Yuanzhe Ma

Computer Science and Technology Dongguan University of Technology
Dongguan 523808, China

Abstract—To address the current problems in the "Advanced Algorithm Analysis and Design" course, such as fragmented teaching content, weak foundational knowledge among students changing majors, and insufficient cultivation of innovative abilities, this study proposes a teaching reform scheme centered on classic problems and employing multi-strategy comparison. This scheme constructs a three-dimensional knowledge system of "foundational consolidation—multi-strategy comparison—innovative exploration," and introduces problem-based learning (PBL), interactive simulation tools, and tiered teaching strategies to strengthen students' understanding of the essence of algorithms and their ability to integrate and apply different strategies. Practice shows that this model can effectively improve students' algorithm design capabilities and innovative thinking, laying a solid foundation for computer science graduate students to conduct interdisciplinary research and industrial applications.

Keywords—Advanced Algorithms, Teaching Reform, Multi-Strategy Comparison, Graduate Education, Innovative Ability

1 引言

算法作为计算机科学的核心驱动力,其设计与分析能力是衡量研究生科研水平的重要指标^[1]。随着人工智能^[2]、量子计算等前沿领域的快速发展,产业界对复杂问题的多策略求解需求日益增长,亟需高校培养具备“策略融合思维”和“创新实践能力”的高端算法人才^[3,4]。然而,传统课程教学往往以算法类型为单元孤立讲授,导致学生难以建立“问题特性—策略选择—性能优化”的完整认知链。特别是对于40%的转专业研究生而言,数据结构、算法复杂度等

基础知识的薄弱,进一步加剧了“理论学习困难”与“实践应用脱节”的矛盾^[5,6]。

国外高校如 MIT、斯坦福大学已尝试将“问题驱动学习”融入算法教学^[7],通过 ACM 竞赛案例引导学生进行多策略对比(如《算法导论》课程中的“最短路径问题”多解法实验)。国内高校如清华大学、北京大学则注重算法与前沿领域的交叉^[8,9],开设“算法与机器学习”融合课程。但现有研究对转专业研究生的分层教学策略、策略融合创新的系统性培养仍缺乏深入探讨。

本研究以构建“经典问题串联多策略、基础与创新分层培养”的教学模式为目标,重点解决以下问题:

(1) 如何通过经典问题的多策略对比,建立“问题—策略”映射思维?

(2) 怎样设计分层教学机制,满足转专业学生基

* **基金资助**: 本文得到 2021 年度东莞理工学院校级质量工程项目“人工智能”(202102064);2023 年度广东省研究生教育创新计划项目“《高级算法分析与设计》-高水平研究生课程及教材建设”(2023SFKC066)资助

** 通讯作者: 张剑 zhangjian@dgut.edu.cn.

础巩固与本专业学生创新提升的双重需求？（3）如何通过策略融合与前沿技术引入，激发研究生的算法创新潜能？

2 课程现状分析

2.1 教学内容缺陷

当前课程内容存在策略讲授碎片化的问题，分治、动态规划、贪心等常见算法策略被按章节孤立讲解，缺乏横向联系。例如在讲授“背包问题”时，动态规划解法与贪心近似解法被割裂呈现，使得学生难以形成“最优解”与“效率”之间权衡的整体认识。此外，课程与前沿算法领域的衔接不够紧密，对于近似算法、量子算法、神经符号算法等新兴技术涉猎较少，难以满足研究生探索交叉领域的学习需求。在实践方面，实验内容偏向于单一策略的实现，如使用回溯法解决八皇后问题，缺乏将多种策略融合进行优化求解的训练机会。

2.2 学生学情特征

在学生构成上，约有 40% 为转专业学生，他们普遍基础较弱。调研数据显示，其中 53% 缺乏递归算法设计经验，42% 对时间复杂度分析理解不透彻。他们在学习中倾向于“公式套用”，难以自主构建算法逻辑。而本专业学生虽具有较强的基础，但也存在思维定式问题，高达 78% 的学生习惯使用单一策略解决问题，缺乏跨策略组合意识。同时，他们对前沿算法的自主学习意愿不足，仅有 21% 的学生选修了相关拓展课程。

2.3 现有模式痛点

当前的教学模式在理论与实践之间存在明显割裂。课堂讲授以算法推导为主，学生缺乏从“问题建模”到“代码实现”的完整训练流程，导致理论学习难以转化为实际应用能力。在评价体系方面，课程考核主要侧重于算法的正确性，而较少关注策略选择的合理性与解题方法的创新性，无法有效反映学生的综合能力发展状况。

3 “问题 - 策略 - 创新” 三维教改体系设计

3.1 课程内容重构：以问题为中心的知识网络

教学内容重构首先通过“基础巩固模块”建立学生对算法底层逻辑的理解。在这一模块中，课程围绕递归与分治、动态规划和贪心算法三个核心知识单元展开。通过汉诺塔问题讲解递归边界与子问题分解，并结合合并排序的代码实现强化分治策略；在讲授动态规划时，以斐波那契数列为例，对比递归暴力解法与动态规划优化方案，从而解释状态转移方程与重叠

子问题的本质；而活动选择问题则用于强调贪心算法中“局部最优推导全局最优”的逻辑思路，展示其贪心选择性质与最优子结构证明路径。辅助教学方面，引入交互式仿真工具如 Algorithm Visualizer，使学生能够动态观察递归调用栈变化，结合复杂度分析工具（如 timeit 模块）直观展示算法性能差异。

在“多策略对比模块”中，教学围绕经典问题横向展开策略组合与对比，以建立问题求解的策略库。例如在“最短路径问题”中，课程通过对比 Dijkstra（贪心策略）和 Floyd（动态规划策略）两种算法的适用场景、实现机制、时间与空间复杂度及工程应用，帮助学生理解不同策略间的权衡。在“背包问题”中，不仅涉及动态规划和贪心近似算法，还引入遗传算法等启发式搜索方法，展示了状态定义、转移逻辑、编码与进化过程等技术细节。这种多策略并列展示方式，不仅加强了学生的问题建模意识，还提升了解决复杂问题时的策略选择与组合能力。

“创新探索模块”则进一步引导学生开展策略融合与前沿技术实践。如在线段树优化动态规划的实例中，将动态规划与贪心算法结合，以提升大规模状态转移问题的求解效率；在解决旅行商问题（TSP）时，通过“精确算法 + 启发式算法”的策略融合，利用分支限界法生成初始解，再用模拟退火算法优化路径。在课程内容中还穿插量子算法与神经符号算法的引入，如 Grover 算法在组合优化中的应用，或结合深度学习与逻辑推理的神经符号方法用于视觉推理与路径规划问题。此外，还设置了面向研究型人才的开放课题，如基于强化学习的算法策略自动选择系统、量子-经典混合算法在密码学中的应用研究，鼓励学生参与前沿课题探索。

3.2 教学方法创新：立体化学习生态构建

课程改革在教学方法上构建了立体化学习生态。首先通过问题导向学习（PBL）方式，每周布置一个挑战性问题，组织学生分组完成从问题分析、策略选型、代码实现到结果验证的完整流程，并在课堂上进行方案答辩与策略对比展示。同时建设案例库，涵盖 ACM 竞赛、Kaggle 工业问题等跨领域挑战，提升学生实际问题建模与解决能力。

其次，借助交互式仿真工具链，课程实现了算法执行与性能分析的可视化。通过 Algorithm Visualizer 与 VisuAlgo 等平台，学生可观察排序交换过程与动态规划矩阵演变，甚至开发自定义 3D 演示插件展示贪心算法执行路径。此外，课程还引入 Jupyter Notebook 和 Docker 等工具，支持时间复杂度实测、跨策略对比分析与统一硬件环境下的性能评估。

此外，改革针对学生背景差异实施分层教学。转专业学生可通过“数据结构与算法基础”线上课程和交互式练习平台进行基础补强，课程作业则按“单一策略实现—策略对比分析”阶梯推进；而本专业学生则参与“算法黑客松”工作坊、教师科研项目等高阶实践，撰写高水平算法优化论文，进一步提升创新能力。

3.3 考核评价体系：多元化能力导向

创新能力评价细则：策略融合度：是否提出两种及以上策略的组合方案（如“动态规划预处理+贪心在线优化”）。前沿应用度：是否引入量子计算、机器学习^[10]等前沿技术改进传统算法。实际效益度：方案在测试数据集上的性能提升幅度（如运行时间缩短率、解的质量优化率）。

表 1 考核评价体系

考核维度	形式	占比	核心评价指标	案例说明
基础理论	多策略对比笔试	30%	策略适用场景分析、复杂度推导	分析“为何 Kruskal 算法适合稀疏图”
算法实现	多策略编程作业	40%	代码规范性、运行效率、可扩展性	用 Python 实现 Dijkstra 与 Floyd 算法，对比代码复杂度
创新思维	混合策略设计报告+答辩	30%	问题建模创新性、策略融合深度	设计“贪心+遗传算法”求解 VRP 问题

4 教学实施保障

4.1 师资队伍建设

为保障教学改革的深入推进，首先必须加强校内教师队伍的能力建设。通过组织教师参加算法领域的顶级学术会议，如 SODA 和 ICALP，不仅能够帮助教师及时了解国际算法研究的最新动态，也促进了教学内容与前沿研究的融合。定期开展“教师算法创新工作坊”，邀请工业界专家分享实际算法优化案例，例如字节跳动的推荐算法架构，从而增强教师对产业应用场景的理解与教学中的实践引导能力。

4.2 教学资源开发

在教学资源方面，重点放在教材、案例库与线上平台的建设上。编写配套教材《高级算法分析与设计：经典问题多策略求解》，该教材涵盖超过 100 个典型算法对比案例、500 多个 Python 示例代码，并配有扫码查看的交互式案例手册，帮助学生实现“边学边演练”。建设结构清晰的在线案例库，按照“问题类型—策略标签”进行分类管理，例如“图论—最短路径—贪心/动态规划”，支持关键词检索与源代码下载，便于学生自助探索与实践。

在线学习平台方面，依托优学院构建课程专属的教学平台，提供短时长的微视频讲解（每节 5-10 分钟），解析如动态规划状态转移方程等核心内容，并嵌入交互式习题，例如状态转移矩阵填空、拖拽匹配题等，加深学生的理解与参与。开发“算法答疑机器人”，学生可通过知识库实时获得关于算法概念、性质证明等方面的解答，如“贪心算法正确性的证明步骤”等典型问题。

4.3 跨学科协作机制

为了打通学科壁垒，构建更具前沿性与开放性的教学生态，课程改革加强了跨学科的协作机制。通过与应用数学专业联合开设“算法与优化理论”交叉课程，学生能够学习凸优化、随机过程等数学工具在算法设计中的应用原理。同时组织“算法+生物信息学”专题研讨活动，探讨序列比对等算法在基因编辑中的实际应用场景。

此外，建立研究生学术共同体，成立“算法创新俱乐部”，定期举办“每周一算法”学术沙龙，借助 Miro 等在线白板工具，师生可实时协作推导算法过程，分享思路与灵感。鼓励学生积极参与 ACM 国际大学生程序设计竞赛、Kaggle 等算法类工业大赛，强化实战能力和工程素养。

5 改革成效与评估

5.1 阶段性成果

此外，建立研究生学术共同体，成立“算法创新俱乐部”，定期举办“每周一算法”学术沙龙，借助 Miro 等在线白板工具，师生可实时协作推导算法过程，分享思路与灵感。鼓励学生积极参与 ACM 国际大学生程序设计竞赛、Kaggle 等算法类工业大赛，强化实战能力和工程素养。

5.2 长效评估机制

为实现持续优化，课程建立了多维度的长效评估机制。在形成性评估方面，教学团队通过每周在线测验（如 Quizizz）实时掌握学生对策略对比知识的理解情况，如表 2 所示，正确率从改革前的 65% 提升至 88%。课堂讨论的活跃度也明显增强，转专业学生的主动发言率从 5% 提高到 35%，体现出其参与感与学习信心的同步提升。同时如表 3 所示，课程改革的成效也

反映在学生成绩上。

在总结性评估层面，毕业生跟踪调查显示，参与课改课程的学生在科研论文中“算法设计”章节的创新性评分平均提升了 2.3 分（满分 5 分）。企业用人反馈也印证了教学成果：这些学生在从事算法优化、复杂问题建模等岗位时表现突出，试用期绩效平均高出同期毕业生 20%，显示出较强的算法实践能力与问题解决能力。

5.3 问题与改进方向

尽管课程改革已取得积极成果，但在推广与深化过程中仍面临一些问题与挑战。首先，前沿算法领域，尤其是量子算法的系统教学仍受限于校内师资力量和计算资源的制约，影响了相关内容的深度拓展。其次，对于转专业学生而言，其“策略创新”的能力提升仍不如本专业学生，反映出跨学科思维能力仍需进一步培养。

表 2 课程评估

	实施前	实施后
测验正确率	65%	88%
发言率	5%	35%

针对上述问题，后续改革计划将从两个方面着手改进。

表 3 课改实施后学生成绩变化

	2023 年 第一学期	2024 年 第一学期	2025 年 第一学期
及格率	90%	96.49%	100%
平均分	68.82	70.28	72.43

一是加强产学合作，与量子计算企业共建实验平台，并引入如 IBM Quantum Cloud 等云端计算资源，为学生提供真实可用的量子算法实验环境。二是开发“算法思维成熟度评估模型”，对转专业学生进行个性化能力画像，提供定制化的创新能力培养路径，从而更好地弥合基础差异，激发其算法思维潜力。

6 结束语

《高级算法分析与设计》课程改革通过“经典问题串联多策略、分层教学破解基础断层、创新实践驱动能力提升”的立体化设计，有效解决了研究生算法教学中“理论实践割裂、跨专业适应不足”的核心问题。未来研究将聚焦以下方向：

(1) 深化产教融合：与头部科技企业共建“算法创新联合实验室”，将真实工业问题转化为教学案例。

(2) 拓展交叉领域：探索“算法 + 人工智能”“算法 + 区块链”等新兴方向的融合教学模式^[11, 12]。

(3) 完善智能评估：利用学习分析技术 (LAT) 构建学生能力成长画像，实现动态化、个性化教学推荐。

本研究为计算机专业研究生课程改革提供了可复制的“问题驱动 — 策略融合 — 创新实践”范式，对培养适应科技革命与产业变革的高端算法人才具有重要的理论与实践意义。

参考文献

- [1] Cormen T H, Leiserson C E, Rivest R L, et al. Introduction to Algorithms[M]. MIT Press, 2022.
- [2] 王超, 刘鸿福. “人工智能原理与实践”课程体系与教学模式探索 [J]. 教育教学论坛, 2023 (49):79-82.
- [3] 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(6):18-23.
- [4] 教育部关于改进和加强研究生课程建设的意见 [Z]. 教技 (2014) 5 号.
- [5] 谢弗, 张铭. 数据结构与算法分析 (C++ 版) [M]. 电子工业出版社, 2002.
- [6] 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构: C 语言版 [M]. 清华大学出版社, 1997.
- [7] Brown T, et al. Language Models are General-Purpose Algorithms [J]. arXiv preprint arXiv:2302.07845, 2023.
- [8] 李航. 统计学习方法 [M]. 清华大学出版社, 2019.
- [9] 王小云, 李建中. 高级算法设计与分析 [M]. 清华大学出版社, 2020.
- [10] 周志华. 机器学习 [M]. 北京. 清华大学出版社. 2016.01.
- [11] 徐礼金, 林显宁, 蔡深帆, 等. 人工智能类专业教学设计创新策略与教学能力综合提升路径 [J]. 南方农机, 2025, 56 (09):154-157
- [12] 曹海艳, 孙跃东. 人工智能时代高校教师专业发展新内涵 [J]. 高等工程教育研究, 2025, 3: 115-119.