

《算法设计与分析》课程思政元素的系统化融入路径研究

孙华^{1,*}, 钱育蓉², 张涛¹, 倪兆亮¹, 鲍淑梅¹

¹新疆大学软件学院, 新疆乌鲁木齐, 中国

²新疆大学计算机科学与技术学院, 新疆乌鲁木齐, 中国

*通讯作者

【摘要】在数字化转型加速渗透的当下, 算法技术的社会影响力与教育责任性矛盾日益凸显。本文针对《算法设计与分析》课程中的价值观教育问题, 提出基于价值敏感设计

(VSD) 理论的技术教育系统化框架。通过解构算法设计的认知逻辑与价值负载特性, 构建“三维协同”融合体系: 在知识维度实现算法原理的解码, 揭示分治策略与系统思维、动态规划与长期评估的认知同构性; 在能力维度开发双轨思维训练模型, 将审查机制嵌入算法设计全流程; 在价值维度建立评估标准, 使技术决策的价值取向可量化分析。研究突破传统“案例植入”式思政模式。该框架能提升学生在多目标优化、风险预见和技术问责等方面的决策能力, 为培养具有社会责任感的技术人才提供可复制的理论模型。

【关键词】课程思政; 算法设计与分析; 系统化融入路径; 价值敏感设计; 三维协同

【基金项目】新疆大学 2024 年研究生课程思政示范课程 (项目编号: XJDX2024YKCS Z07); 2025 年自治区研究生教育教学改革研究项目: 数智时代面向产业需求的新疆高校信息类研究生拔尖创新人才培养模式探索与实践

1. 引言

在全球数字化转型加速演进的当下, 算法技术已从单纯的计算工具演变为重塑社会运行的基础性力量, 通过优化算法课程可以在很大程度上促进创新型人才培养[1]。在此背景下, 教育部《高等学校课程思政建设指导纲要》明确提出“理工类课程要注重科学伦理和工程伦理教育”, 这为计算机学科人才培养提出了新的时代命题[2]。

作为计算机学科的核心课程, 《算法设计与分析》具有独特的思政教育潜能[3,4]。该课程不仅传授时间复杂度分析、动态规划等技术方法, 更蕴含着系统思维、全局优化等方法论要素。这种学科特性与课程思政强调的“知识传授与价值引领相统一”存在天然契合点, 当然, 合理教学方法的改进和教学实践活动的实施需要详细的思政案例设计[5]。例如, 在讲解贪心算法时, 其局部最优到全局最优的递进过程, 可与个人利益和集体利益的辩证关系形成价值映射; 回溯算法中的试错机制[6], 则可引申为技术创新中的风险防控意识培养。当前课程思政建设面临表层化困境。很多课程仍停留在“思政案例简单植入”阶段, 存在“两张皮”现象[7]。这种机械化操作模式导致两种异化倾向: 一是技术中立论者将算法视为纯粹数学

工具, 忽视其社会建构属性; 二是形式主义将思政简化为政治标签, 削弱专业教育的严谨性[8,9]。这种矛盾在 2022 年全国高等学校计算机教育研究会上, 与会专家普遍认为需要构建更深层的融合机制。

本研究试图突破传统“案例附加式”思政模式, 从系统科学视角重构算法课程的育人体系。通过建立“知识-能力-价值”三维映射模型, 探索算法原理与思政元素的内在逻辑关联, 旨在实现专业技术教育与价值观培育的深度耦合。这种理论建构不仅响应了新时代育人的根本要求, 更在技术哲学层面回应了海德格尔关于技术本质追问的经典命题——当算法日益成为“座架”支配人类认知时, 教育者有责任在工具理性中重建价值理性的坐标系[10]。

2. 课程思政映射模型构建

基于系统论与教育目标分类学理论[11], 本研究构建了“三维四阶”课程思政映射模型, 如图 1 所示。该模型突破传统“要素叠加”模式, 通过结构化映射机制实现算法原理与思政元素的内在耦合, 其理论依据可追溯至布鲁姆教育目标分类法, 同时融入关于技术社会性的辩证思考。

2.1 三维融合框架

2.1.1 知识维度: 算法原理的哲学解码

在算法抽象符号体系下潜藏着丰富的哲学思维范式。以分治算法为例，其“分解-解决-合并”的三阶段过程，完美诠释了“抓住主要矛盾”的方法论：当处理问题规模为 n 时，通过递归分解将复杂度从 $O(n^2)$ 降至 $O(n\log n)$ ，这恰似在社会治理中集中力量解决关键问题的策略智慧。这种映射关系在动态规划中表现得更为显著，这与中国“渐进式改革”的路径选择形成认识论共鸣，既需立足当前最优决策，又要保持战略定力预留改进空间。



图 1. “三维四阶”课程思政映射模型

2.1.2 能力维度：计算思维的价值淬炼
 在计算思维培养不仅提升问题解决效率，也是价值判断的能力载体。在讲授回溯算法时，通过八皇后问题的多解探索，引导学生理解“可行解空间”的构建，本质上是价值约束条件下的搜索过程。当学生尝试在算法中设置剪枝函数时，实则在技术层面实践着“有所为有所不为”的价值抉择。更进一步，近似算法的性能比分析（如旅行商问题的 1.5 倍近似解），为理解效率与公平的辩证关系提供了量化训练场景。

2.1.3 价值维度：技术创新的责任锚定
 在 NP 完全问题的教学中，通过对比暴力破解与启发式策略的选择逻辑，揭示技术路线的价值负载特性。以背包问题为例，当设定价值密度优先策略时，算法实质上作出了“物质效益最大化”的价值预设。这种技术中立性为学生建立“负责任的创新”意识提供了认知。值得强调的是，该维度建设需规避简单说教，而是通过算法复杂度分析中的资源约束（如时间-空间权衡），自然引申至可持续发展理念的技术实现路径。

2.2 四重转化机制

2.2.1 国家战略的算法具象化

将“科技自立自强”战略转化为可感知的技术实践，在红黑树教学中引入华为鸿蒙系统调度算法案例。通过分析其 $O(\log n)$ 查

询效率如何突破安卓 Binder 机制的性能瓶颈，使学生直观理解数据结构创新对国家信息安全的基础支撑作用。这种转化遵循杜威“做中学”的教育哲学，在技术细节中渗透战略意识。

2.2.2 社会问题的算法响应

针对人口老龄化背景下的医疗资源分配难题，设计基于贪心算法的疫苗接种点选址模型。要求学生在追求覆盖率最大化的同时，必须考虑交通可达性等公平性指标，促使学生认识到算法设计本质上是价值排序的数学表达。

2.2.3 传统智慧的算法重生

在讲授二进制搜索时，追溯《周易》“太极生两仪”的二分思想，对比莱布尼茨受易经启发创立二进制的历史事实。这种文化解码并非简单的民族主义叙事，而是通过揭示古代智慧与现代算法的思维同构性，如《九章算术》约分术与欧几里得算法的共通逻辑，构建技术认知的文化主体性。

2.2.4 科技史的创新启迪

在图灵机理论教学中，对比分析 1943 年 COLOSSUS 计算机破解恩尼格玛密码的史实。通过计算德军密码机周期函数的数学弱点，引导学生认识原始创新往往源于对技术本质的深刻洞察。这种历史情境的还原，有效规避了技术决定论陷阱，彰显集体智慧在关键算法突破中的决定性作用。

3. 思政元素系统化设计

基于建构主义学习理论与技术社会性理论，构建“三维协同”思政元素融合体系，如图 2，通过知识结构重组与教学情境再造，实现价值观培育与算法教育的有机统一。

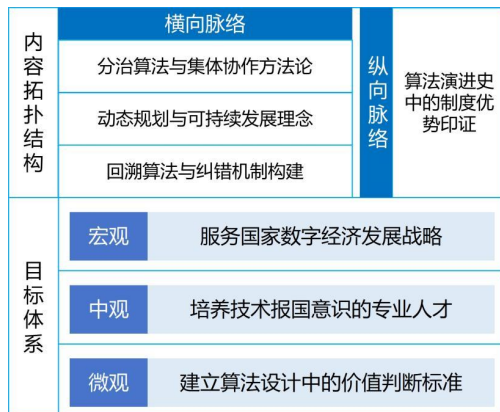


图 2. “三维协同”思政元素融合体系

3.1 目标体系分层

3.1.1 宏观认知层：技术的社会责任

算法教育中的宏观认知培养需突破传统技术中立论框架，将可持续发展理念深度融入计算思维训练。通过建立算法碳足迹分析模型，将时间复杂度理论拓展至环境影响评估维度。例如，在排序算法教学中，对比快速排序（平均 $O(n\log n)$ ）与冒泡排序（ $O(n^2)$ ）的能耗差异。这种量化分析使学生直观理解算法选择与碳减排的关联性。进一步引入生命周期评价（LCA）方法，构建包含硬件损耗、散热能耗的全链条评估体系，要求学生在算法优化报告中同时提交能效改进方案。该模式遵循联合国可持续发展教育（ESD）目标，将技术决策的环境外部性内部化，培养工程师的生态责任意识。

3.1.2 中观能力层：伦理决策能力

为动态规划教学中的伦理决策训练聚焦多目标约束下的价值平衡艺术。以跨境物流路径优化为例，构建包含运输成本、时效性、社区噪声影响的三维状态空间：定义噪声污染系数为分贝值对居民健康影响的函数，通过动态规划递推公式 $dp[i][j] = \min(dp[i-1][k] + C(k,j) + \alpha \cdot N(j))$

（其中 α 为伦理权重参数， $N(j)$ 为节点 j 的噪声影响值），量化技术方案的社会成本。教学中引入伦理冲突情境：当最低成本路径需穿越居民区时，引导学生调节 α 参数观察帕累托前沿变化，理解功利主义（总体效益最大化）与义务论（个体权利保障）的哲学张力。这种将伦理框架转化为数学约束的教学策略，使抽象价值观具象为可操作的工程参数。

3.1.3 微观操作层：价值敏感设计

在贪心算法实践中，通过可解释的公平性约束函数实现价值观的技术嵌入。以急诊医疗资源调度为例，设计双目标优化模型：最大化： Σ (救治成功率)，约束：基尼系数 ≤ 0.3 。将区域人口密度、交通可达性等公平指标编码为优先级权重，通过调节贪心策略中的选择函数： $priority = \lambda \cdot success_rate + (1 - \lambda) \cdot equity_score$ 。可视化展示 λ 参数变化对资源分配结果的影响。教学中采用平行坐标系工具，动态呈现效率-公平的权衡曲面，使学生掌握价值敏感设计（VSD）的核心方法——将道德原则转化为可调节的技术参数。

3.2 内容拓扑结构

3.2.1 知识域重构

建立算法原理与普适价值观的映射网

络，如表 1 所示。

表 1.算法原理与普适价值观映射网络

算法模块	技术特征	价值观映射	教学载体
分治算法	问题分解策略	系统思维与合作意识	开源社区协作开发模拟
回溯算法	试错机制	风险认知与容错能力	自动驾驶决策树调试案例
近似算法	次优解接受度	理想与现实的平衡智慧	能源网络优化设计任务
随机算法	概率收敛性	不确定性管理能力	金融风险控制模拟系统
并行算法	任务分配机制	资源分配公平性原则	云计算负载均衡项目

3.2.2 认知维度拓展

在技术教育领域，算法思维的迁移训练模型开创了跨学科能力培养的新路径。横向迁移维度聚焦于方法论转化，动态规划的状态转移方程可重构为项目管理中的阶段决策工具：通过定义项目里程碑为“状态”、资源分配策略为“转移方程”、收益最大化为“目标函数”，将矩阵链乘优化转化为多阶段任务调度方案，使管理者能够运用时间复杂度分析工具评估决策路径的可行性。纵向迁移则深化系统认知层次，递归思维为解析复杂组织结构提供形式化工具。以企业层级管理为例，通过递归定义“部门-团队-成员”的树状结构，运用深度优先遍历识别执行链路冗余，其基线条件设置对应于末梢员工的操作规范，实现管理效率的指数级提升。批判迁移层面，P 与 NP 问题的理论界限为技术可行性划定哲学边界。在智慧城市建设中，面对交通流优化的 NP 难问题，引导学生区分精确解追求与近似解实践的辩证关系，这种复杂性认知训练促使技术决策者建立“有限理性”思维，在可计算性理论与现实约束间寻求平衡点。三级迁移模型共同构成从技术思维到社会认知的转化桥梁，为数字时代的复合型人才提供方法论支撑。

4.教学要素重构方法

基于价值敏感设计（VSD）理论框架，本研究提出“双循环重构模型”如图 3 所示，通过知识载体重塑与认知流程再造，实现技术要素与伦理要素的协同进化。该模型包含知识解构-价值识别-要素重组-效果反馈四个阶段，形成闭环迭代机制。

4.1 知识模块重构策略

在算法课程的知识体系重构中，本研究

提出基于价值敏感设计的分层改造框架，将伦理维度深度融入技术原理教学。知识杨重构策略如表 2 所示。实施层面，在时间复杂度分析中增设伦理成本维度（如偏见检测耗时占比），构建 E3 评估体系（效率/效果/伦理），其中伦理指标权重占 30%，涵盖社会公平性、风险可控性等 6 个子维度，形成技术价值双轨评价范式。

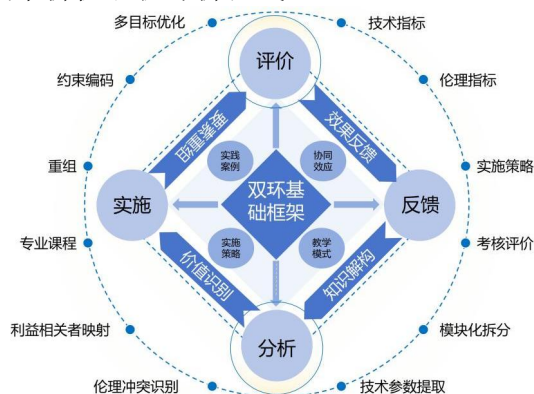


图 3. 双循环重构模型示意图

表 2. 知识杨重构策略

原知识模块	重构维度	伦理融合点	教学工具
分治算法	问题分解原则	系统边界的伦理考量	模块化开发中的权限划分沙盘
动态规划	状态转移方程	长期影响评估机制	环境影响预测仿真系统
贪心算法	局部最优选择	即时收益与长期风险的权衡	金融投资模拟实验平台
回溯算法	剪枝函数设计	容错阈值的人本设定	自动驾驶决策回滚测试案例库
随机算法	概率分布选择	弱势群体保护机制	医疗资源随机分配验证模型

4.2 认知流程再造路径

4.2.1 双轨思维训练法

双轨思维训练法通过并行技术逻辑与伦理审查流程，重构算法设计的认知范式。在技术轨保持传统算法设计流程（问题建模→算法设计→复杂度分析）的基础上，增设伦理轨的三阶段审查机制：于问题建模阶段预判技术方案的社会影响，如社交网络聚类算法可能加剧群体极化效应；在算法设计阶段植入公平性约束，如图像识别模型中加入肤色平衡损失函数；最终通过对抗测试验证伦理目标的达成度。两者的耦合点体现在状态空间树的节点扩展逻辑中，以背包问题动态规划为例，每个状态节点 $dp[i][j]$ 除记录最

大价值外，同步存储碳足迹增量与劳工权益影响评分，形成多维决策矩阵。

4.2.2 反事实推演机制

反事实推演机制通过构建算法决策的平行宇宙，揭示伦理约束的技术价值。在医疗资源分配案例中，无约束贪心算法使高收入区覆盖率达 83%，而加入基尼系数 ≤ 0.3 约束后降至 67%。

5. 结论与展望

本研究通过跨学科的理论探索与方法创新，为算法课程中技术伦理教育的系统化实施提供了新的理论框架与实践路径。研究揭示，算法教育本质上是一种价值负载的技术实践，其教学过程的每个技术决策点都蕴含着伦理判断的可能性。通过构建“技术-伦理双轨认知模型”，将伦理审查机制深度嵌入算法设计的全生命周期，能够有效突破传统工程教育中工具理性与价值理性的割裂状态。这种教学范式的革新不仅体现在课堂案例改造的显性层面，更通过算法思维的重构影响着学生的技术认知模式，使其在追求计算效率的同时，自然形成对社会影响的敏感性。

面向未来，算法伦理教育的研究需在技术迭代与教育创新的互动中持续深化。随着数字孪生技术的发展，构建虚拟教学环境以模拟算法决策的长周期社会效应成为可能，这将为伦理教育的预见性培养提供新的实验场域。在全球化语境下，算法伦理教育的文化适应性研究亟待加强，特别是在跨文化价值观冲突的算法实现层面（如隐私保护与公共安全的平衡逻辑差异），需要建立更具包容性的教学框架。

参考文献

- [1] 胡晨曼, 张媛, 李洋. 以培养创新型人才为导向的算法设计与分析课程改革探索[J]. 信息与电脑, 2025, 37 (06): 245-247.
- [2] 中国教育部高等学校教学指导委员会. 高等学校课程思政建设指导纲要[Z]. 教高〔2020〕3 号, 2020-05-28.
- [3] 徐琳琳. 算法设计与分析课程教学改革探索[J]. 计算机教育, 2022, (05): 161-165.
- [4] 何震宇, 朱国庆, 张征, 等. “三层次”“算法设计与分析”课程思政探索与实践——具有哈工大特色的课程思政育人

- 之路[J].教育教学论坛, 2025, (04): 94-98.
- [5] 王伟静, 石念峰, 王国强.基于教学过程最优化理论的课程思政建设策略——以算法设计与分析课程为例[J].计算机教育, 2024, (10): 94-98+104.
- [6] 陈霖.深度强化学习中的值函数研究[D].中国矿业大学, 2021.
- [7] 郭柏林, 史国华, 杨连生.结构化理论视阈下“课程思政”课堂结构的生成逻辑、现实困囿与实践路径——基于12所一流大学的考察[J].高教探索, 2024, (02): 45-55+80.
- [8] 赵琪.高校专业课教师课程思政资源运用研究[D].杭州电子科技大学, 2022.
- [9] 徐宏岩.高校课程思政文化传播效应的符号学研究[D].中南大学, 2023.
- [10] 袁利平, 林琳.高等教育数字治理: 内在机理、逻辑构架与实现路径[J].江淮论坛, 2022, (04): 183-192.
- [11] 韩超, 吴金花, 姜畔, 等.基于教育目标分类学的工学专业课程思政教学[J].黄河科技学院学报, 2023, 25 (08): 86-91.