

基于 DeepSeek 的交通信号控制系统课程知识库构建

郑国荣, 刘小明, 张尊栋, 薛晴婉

北方工业大学 电气与控制工程学院 北京 100144

[摘要]随着智慧交通的快速发展,行业对具备实时数据处理与人工智能决策优化能力的新型人才需求迫切。针对传统《交通信号控制系统》课程中存在的知识碎片化、实践资源不足、教学内容更新滞后等痛点,本文提出构建一个基于大型语言模型 DeepSeek 的课程知识库。通过系统梳理与嵌入交通工程、控制理论、强化学习等核心理论,构建了结构化的课程知识体系。在此基础上,设计了“课前-课中-课后”三层级教学流程,探索了“知识库-智能体-学习者”的协同教学模式。教学实践表明,该模式能有效实现个性化学习资源推送、虚实融合的实践训练与动态教学评价,显著提升了课程的教学质量与效率,为新工科背景下的专业课程改革提供了可借鉴的路径。

[关键词] DeepSeek; LLM; 交通信号控制; 知识库; AI 学伴

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1893-9338(2026)-0066-36 **[收稿日期]** 2025-11-26

一、引言

当前,智慧交通系统正经历着由“自动化”向“智能化”和“网联化”的深刻变革。自适应信号控制、车路协同、区域协同优化等先进技术已成为行业发展趋势,这对高校

交通工程专业人才的培养提出了全新挑战。

未来的工程师不仅需要掌握经典的控制理论,更需具备运用大数据分析、人工智能(特别是深度强化学习 DRL)等技术解决复杂动态交通问题的能力。

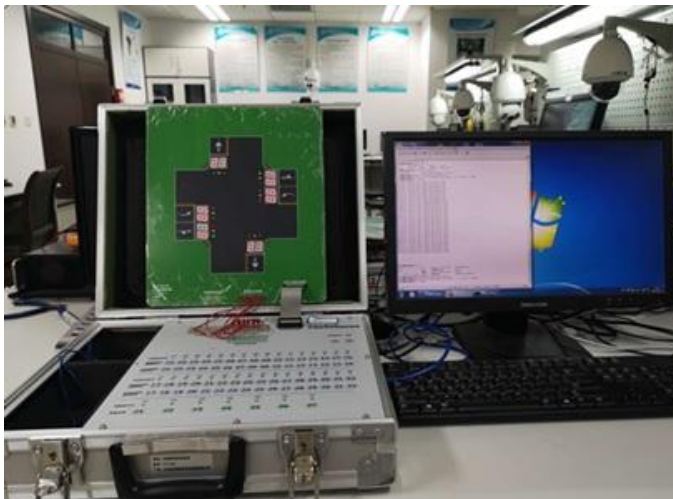


图 1 交通信号控制实验箱

如图 1 所示, 传统的《交通信号控制系统》课程采用实验箱模式, 面临三大突出痛点:

(1) 知识碎片化。课程内容横跨交通流理论、嵌入式开发、信号控制算法、数据库、网络与通信、仿真建模等多个技术交叉点, 知识点分散, 学生难以快速形成系统性的认知体系。

(2) 实践资源不足。真实的信号控制实验受限于物理场地、交通流量和安全性, 难以开展; 而商业仿真软件操作复杂、成本高昂, 且多为“黑箱”模式, 不利于学生理解算法内核。

(3) 动态更新滞后。教科书与教案的更新周期长, 难以跟上智慧交通领域日新月异的技术迭代速度, 导致教学内容与行业前沿脱节。

大型语言模型 (LLM) 如 DeepSeek 的出现, 为破解上述难题提供了新的技术赋能, 其强大的自然语言处理与知识推理能力, 在教育领域具有巨大潜力。DeepSeek 技术赋能的价值具体体现在: 精准知识检索, 可快速从海量课程资料中提取结构化答案, 替代低效的人工搜索; 虚实融合实践, 通过对接微观交通仿真软件 (如 SUMO、Vissim), 充当智能学伴, 解析仿真结果、生成控制策略, 实现“算法-仿真-评估”的闭环训练; 动态知识更新, 能够持续跟踪最新的研究论文、行业报告和技术博客, 保持知识库的时效性与前沿性。

基于此, 本文的研究目标是: 构建一个

深度集成 DeepSeek 的交通信号控制课程知识库, 并围绕该知识库, 设计并实践一套“知识库构建-智能 AI 伴学-低门槛学习”的协同教学模式, 以期提升教学成效, 培养学生的综合创新与实践能力。

二、知识库构建

知识库的构建并非简单的资料堆砌, 而是以交通信号控制的专业逻辑为骨架。其核心理论层包括: 经典 Webster 定时控制理论、感应控制逻辑、自适应控制原理 (如 SCATS、SCOOT 系统), 以及前沿的深度强化学习控制框架。这些理论被系统地解构为“概念-原理-算法流程-应用场景-优缺点”等多个维度, 形成机器可理解和处理的知识节点。

知识体系的构建采用“自上而下”与“自下而上”相结合的方法。自上而下, 由教师团队定义知识图谱的顶层架构, 包括“基础理论层”、“核心技术层”、“实践应用层”和“前沿拓展层”。自下而上, 则将课程教材、学术论文、实验指导书、SUMO 官方文档、真实城市交通数据集 (如城市交通的互联网浮动车数据)、优质网络课程等多元异构资料, 通过 DeepSeek 进行信息抽取、实体识别和关系链接, 填充至知识图谱中。最终形成一个层次分明、关联紧密的结构化知识网络。

将构建完成的知识图谱向量化后, 部署在私有云服务器。通过开发一个交互式 Web 界面, 学生可以随时随地以自然语言的方式访问该知识库。例如, 学生可以提问“请比较定时控制与感应控制的适用条件”, 或“为我解释 Q-learning 在单路口信号控制

中的状态、动作和奖励函数如何设计？”。

DeepSeek 作为后台引擎，负责理解问题并从知识库中检索、整合信息，生成准确、易懂的答案。

三、三层级教学流程设计

（一）课前个性化预习资源推送

在课前，教师设定学习目标（如“掌握单路口感应控制程序设计”）。知识库中的 DeepSeek 智能体可根据每位学生的历史学习数据与认知水平，动态生成并推送个性化的预习包。例如，为基础薄弱的学生推送信号控制基本概念的动画解析；为学有余力的学生直接提供相关研究论文的链接和核心思想摘要，实现“因材施教”的精准预习。

（二）课中核心算法讲解与实践

课中是知识内化与能力培养的关键环节。以“基于 DRL 的信号控制”实验课为例：

教师讲解：首先聚焦于核心算法原理的深度剖析，而非基础概念的重复。

DeepSeek 检索与案例分析：学生通过知识库，快速检索“城市交通的互联网浮动车数据”，作为本次实验的数据集，进一步询问 DeepSeek：“在该路口条件下，哪些 DRL 算法（如 DQN, A2C）表现更优？为什么？”

小组协作与方案设计：学生以小组形式，利用 SUMO 仿真平台，设计并实现自己的 DRL 控制算法。在此过程中，当遇到“奖励函数设计效果不佳”或“训练不收敛”等问题时，可随时咨询 DeepSeek 知识库，获取排查思路与优化建议。例如，学生可以询问：“根据我当前的仿真排队长度数据，分析我的奖励

函数权重设置是否合理，并提供修改方向。”

这种互动将传统的“教师主导”转变为“学生主体、智能体辅助”的探究式学习。

（三）课后动态评价生成

课后，学生提交实验报告和仿真结果。DeepSeek 智能体可以充当第一轮“自动评审”，对报告的完整性、逻辑性、算法复现的准确性进行初步审查，并生成个性化的评语与改进建议，如“你的报告在背景介绍部分很充分，但对实验失败的归因分析深度不足，建议参考知识库中‘DRL 训练常见问题’章节”。教师则能够从基础的格式审查中解放出来，更专注于评价学生解决方案的创新性与批判性思维，实现教学评价的增效减负。

四、教学评价与效果验证

为验证本教学改革的效果，我们在连续两个学期的课程中进行了对比实践。对照组采用传统教学模式，实验组采用基于 DeepSeek 知识库的协同教学模式。通过问卷调查、期末成绩、项目报告质量等多维度评估发现：实验组学生在复杂问题分析能力（如分析不同控制策略的优劣）和创新方案设计能力上的平均得分显著高于对照组。超过 85% 的学生认为，DeepSeek 知识库“极大地提升了学习效率和解决问题的自主性”。特别是在课程设计环节，实验组学生提出的方案，如“基于多智能体 DRL 的区域协调控制”和“考虑公交优先的感应控制策略”，其前沿性和完整性均远超往届。

五、结论与展望

本文的研究与实践证明，基于 DeepSeek

构建的交通信号控制课程知识库，能够有效整合碎片化知识，提供虚实结合的实践环境，并实现教学内容的动态更新。其所支撑的“知识库构建-智能 AI 伴学-低门槛学习”协同教学模式，成功激发了学生的学习主动性，培养了其在高阶思维和复杂工程问题解决上的核心竞争力。

未来，我们将从两方面进行深化：一是增强知识库的交互能力，探索将其升级为能

够主动提问、引导探究的“苏格拉底式”智能导师。二是拓展跨学科应用，将这一模式推广至《智能网联交通系统》、《交通大数据分析》等相关课程，为培养面向未来的智慧交通顶尖人才构建更强大的数字化教学基础设施。

作者简介：郑国荣（1986-），男，山西运城人，博士，北方工业大学高级实验师，主要研究方向：智能交通。

参考文献：

- [1] 钟启泉. (2016). 核心素养与教学改革[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 34(3): 34-38.
- [2] 王陆, 李瑶. (2019). 基于智慧课堂的混合式教学模式构建与实践[J]. 电化教育研究, 40(7): 85-91.
- [3] 教育部. (2020). 《中国教育现代化 2035》[Z].

北京: 人民出版社.

- [4] Thomas, J.W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. Autodesk Foundation.
- [5] Hwang, G.J., et al. (2020). Vision, Challenges, Roles and Research Issues of Artificial Intelligence in Education. Computers & Education, 146: 103791.

Construction of a Course Knowledge Base for Traffic Signal Control Systems Based on DeepSeek

Zheng Guorong, Liu Xiaoming, Zhang Zundong, Xue Qingwan

School of Electrical and Control Engineering, North China University of Technology, Beijing 100144, China

Abstract: With the rapid development of intelligent transportation, there is an urgent industry demand for new talents equipped with real-time data processing and AI-driven decision-making optimization capabilities. Addressing the pain points in the traditional "Traffic Signal Control Systems" course, such as fragmented knowledge, insufficient practical resources, and outdated teaching content, this paper proposes the construction of a course knowledge base based on the large language model DeepSeek. By systematically organizing and embedding core theories including traffic engineering, control theory, and reinforcement learning, a structured course knowledge system was developed. On this basis, a three-level teaching process encompassing "pre-class, in-class, and post-class" stages was designed, exploring a collaborative teaching model of "Knowledge Base - Intelligent Agent - Learner". Teaching practice demonstrates that this model can effectively achieve personalized learning resource delivery, practice training integrating virtual

and real elements, and dynamic teaching evaluation, significantly enhancing the teaching quality and efficiency of the course. It provides a referential path for the reform of specialized courses under the background of emerging engineering education.

Keywords: DeepSeek; LLM; Traffic Signal Control; Knowledge Base; AI Learning
Companion