

基于 CDIO 工程教育模式的人工智能导论课程教学改革与实践 ——以火灾图像识别项目为例

陈泽宇¹, 于晟伟¹

(1. 中国消防救援学院, 北京 102202)

摘要: CDIO 工程教育模式以“构思—设计—实现—运作”为主线, 将产品、过程或系统的全生命周期引入教学过程, 在培养工程思维与复杂问题解决能力方面优势显著。为破解教学痛点、兼顾学生基础差异、满足课程建设“两性一度”核心要求, 《人工智能导论》课程引入 CDIO 工程教育模式, 构建“项目贯穿、四阶递进”的教学改革方案。以“火灾图像识别”项目为载体, 将课程知识分解到构思、设计、实现、运作四个阶段, 学生以小组形式完成需求分析、方案设计、模型训练与部署评价全过程。通过课程教学实践, 分析“项目任务链设计—四阶段实施—多元评价—反馈改进”闭环路径的具体实施过程, 探索课程思政融入与智能教学平台应用方法, 推动学生实现从“被动接受”向“主动实践”的转变, 学生学习效果评价证实了该模式的应用优势。

关键词: CDIO 工程教育模式; 人工智能导论; 项目驱动; 教学改革; 设计与实践

DOI: doi.org/10.70693/202609183768

引言

《人工智能导论》是人工智能及相关专业的基础课程, 兼具理论性、交叉性与实践性, 承担着衔接数学基础与专业方向课程、建立人工智能整体知识框架的双重任务, 肩负着传授智能理论与算法基础、培育工程实践与创新能力、渗透科技伦理与价值引领的核心使命^[1]。课程内容涵盖知识表示与推理、搜索求解、机器学习、神经网络与深度学习、计算机视觉、自然语言处理等模块, 概念抽象、数学推导密集、算法更新迅速、实践环境要求高^[2]。教学实践中长期存在三方面困境: 一是概念与数学门槛较高, 低年级学生易产生畏难情绪, 学习主动性不足; 二是课时有限而知识体系庞大, “概念讲授+工具演示”的教学方式难以支撑工程能力培养, 学生难以建立“数据—模型—训练—评价”的完整认知; 三是学生编程基础与数学基础差异明显, 统一进度的讲授难以兼顾个性化需求。CDIO 工程教育模式以构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement)、运作 (Operate) 为主线, 让学生在真实项目的完整生命周期中主动学习, 为解决上述问题提供了可行路径。本文依托“互联网+”技术, 将 CDIO 工程教育模式引入《人工智能导论》课程, 构建“项目贯穿、四阶递进”的教学改革方案, 形成“以项目为载体、以学生为主体、以评价为闭环”的教学范式。

1 CDIO 工程教育模式的内涵与课程适配性

1.1 CDIO 模式的核心内涵

CDIO 工程教育模式以产品、过程或系统的全生命周期为载体, 将工程实践过程引入课程教学, 让学生在“做中学”。其中, 构思阶段明确需求与目标, 形成初步方案; 设计阶段确定技术路线与结构方案; 实现阶段完成开发、编码与调试; 运作阶段投入运行、评价效果并迭代改进^[3]。该模式强调知识、能力与态度的统一, 注重团队协作与工程规范, 通过真实任务驱动学生主动学习, 在工程类专业课程改革中被广泛采用^[4,5]。

作者简介: 陈泽宇(1994—), 男, 助教, 研究方向为人工智能、高等教育;
于晟伟(1995—), 男, 讲师, 研究方向为人工智能、高等教育。

通讯作者: 于晟伟

1.2 CDIO 模式的教学组织特征

CDIO 模式具有四方面组织特征：一是以项目为载体，将分散的知识点整合到完整任务中，使学习内容具有明确的应用指向；二是以四阶段为流程，形成“需求—方案—实现—运行”的递进结构，各阶段任务与产出清晰可查；三是以小组为单元，学生在分工协作中完成方案论证、任务分解与成果汇报；四是以多元评价为反馈，兼顾过程与成果、个人与团队，并通过评价结果推动方案迭代改进^[6]。

1.3 CDIO 与《人工智能导论》课程的适配性分析

CDIO 与《人工智能导论》课程教学具有较好的适配性。从知识链条看，课程“概念理解—算法推导—编程实现—效果评价”的学习过程，与 CDIO “构思—设计—实现—运作”的实践流程高度契合。从项目实施看，人工智能应用的开发通常包括需求定义、数据准备、模型设计、训练调优与部署评价等环节，与 CDIO 四阶段基本一致，神经网络与计算机视觉等内容适合以图像识别类项目组织教学^[7,8]。从教学组织看，CDIO 以小组为单位开展学习，可以通过任务分层与角色分工兼顾不同基础的学生，缓解统一进度讲授带来的个性化不足。此外，在线编程环境与智能教学平台为四阶段的落地提供了技术支撑。

2 基于 CDIO 的教学模型设计

基于 CDIO 的教学改革核心思路是：以“金课”建设“两性一度”要求为导向，以真实项目为载体，以 CDIO 四阶段为主线，构建“项目任务链设计—四阶段实施—多元评价—反馈改进”闭环机制，实现“做中学、学中创”，推动教学从“知识讲授”向“项目实践”转变。

为实现上述思路，教学模型分为三个层面：一是载体层面，选取真实、边界清晰、可拆解、可评价的工程项目，形成贯穿课程的项目任务链；二是实施层面，明确各阶段的教师活动、学生活动与阶段产出，使教学过程可操作、可检查；三是保障层面，依托智能教学平台与在线编程环境，建立覆盖过程与成果的多元评价机制，并将评价结果反馈到下一轮教学。

设计过程中遵循四项原则：项目源于真实应用场景且适合课程知识覆盖；任务由易到难分层递进，让不同基础的学生都能找到合适的参与入口；每个阶段形成明确的交付物，使学习成果可积累、可评价；评价兼顾知识掌握、实践能力与团队协作，并将课程思政元素自然融入项目全过程。教学模型结构如图 1 所示。

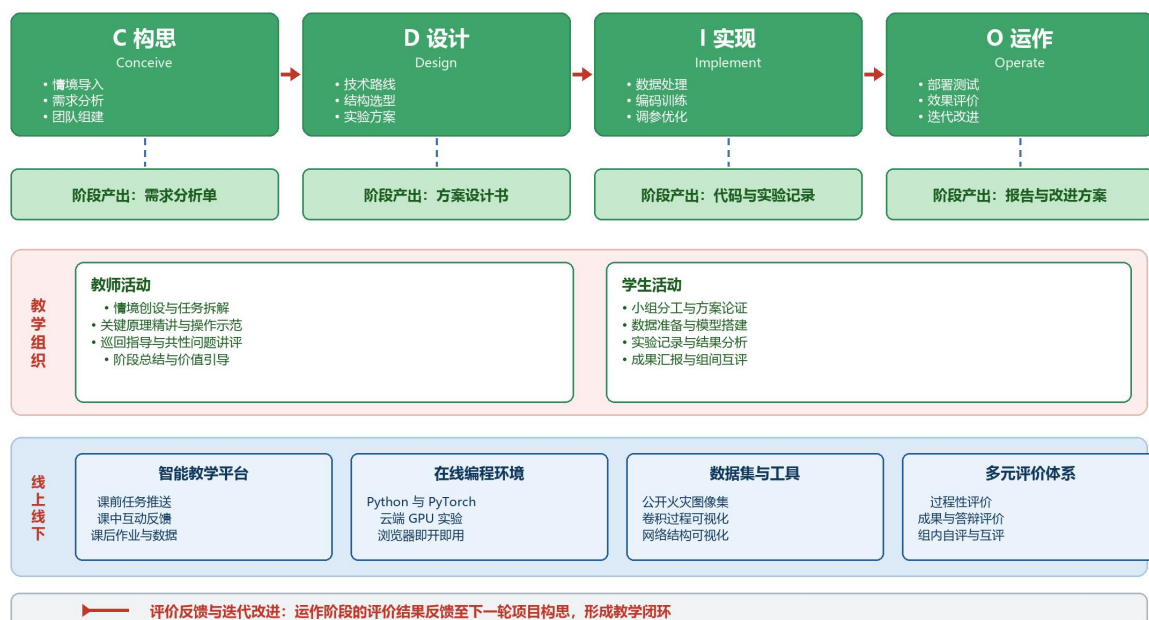


图 1 CDIO 教学模式结构图

3 基于 CDIO 的教学实施设计——以“火灾图像识别”项目为例

结合《人工智能导论》课程知识模块特点与应用场景，将课程内容组织为若干教学单元，每个单元围绕一个可完整实施的项目开展教学。以“火灾图像识别”项目为例，具体设计如下。

3.1 项目任务链设计

本项目面向建筑火灾监测场景，目标是构建能够从监控图像中识别火焰与烟雾的模型，并完成效果评价与部署方案设计。项目按 CDIO 四阶段分解为若干任务：构思阶段完成火情识别需求调研、识别对象与场景界定、性能指标确定；设计阶段完成数据采集与标注方案、网络结构与迁移学习选型、实验方案与评价指标设计；实现阶段完成数据预处理与增强、卷积神经网络搭建与训练、超参数调整与过拟合抑制；运作阶段完成模型测试与指标计算、误报漏报案例的可视化分析、轻量化部署与改进方案设计。

任务链遵循由易到难的原则：初始任务聚焦单一场景下的火焰识别，进阶任务引入烟雾识别与背景干扰，拓展任务考虑夜间低照度、小样本与边缘设备部署等约束，使不同基础的学生都能在任务链中找到适合的入口。项目实施流程如图 2 所示。

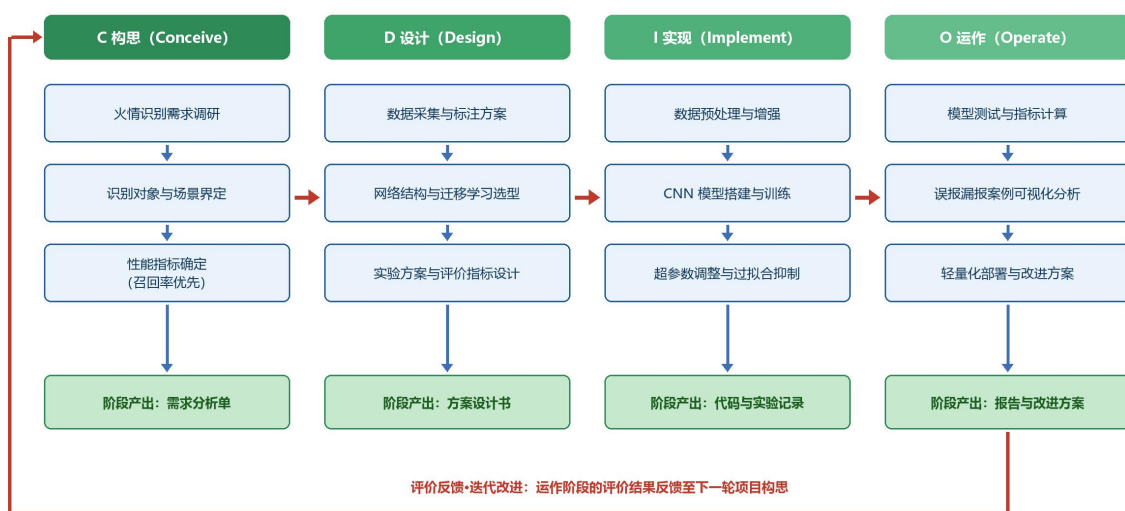


图 2 火灾图像识别项目 CDIO 实施流程图

3.2 CDIO 四阶段的教学实施

1. 构思阶段 (Conceive) —— 情境导入与需求分析

本阶段以建筑火灾监测场景导入，播放仓储场所监控视频与感烟探测器的报警过程，展示“烟雾弥漫后探测器才报警”与“监控画面中已出现明火”之间的时间差，并组织学生讨论：摄像头已经“看见”了火情，为什么系统不能自动报警？现有火灾探测方式有哪些局限？

在教师的引导下，学生分组完成需求分析：明确识别对象是火焰还是烟雾、适用场景是室内还是室外、性能指标更看重准确率还是召回率。讨论中学生会发现，火灾识别中漏报的代价远高于误报，因此召回率应作为首要指标。教师在此基础上讲解人工智能应用系统的基本构成，帮助学生把安全问题转化为技术需求，形成需求分析单，并渗透“安全第一、责任为本”的课程思政元素^[9]。

2. 设计阶段 (Design) —— 技术路线与方案设计

本阶段需要回答“用什么方法实现”的问题。教师围绕三个知识点组织教学：一是图像在计算机中的表示方式，说明像素矩阵与通道的含义；二是传统人工特征方法的局限，通过对比说明其在背景干扰与光照变化下泛化能力不足；三是卷积运算与权值共享原理，解释卷积核如何从像素中自动提取边缘与纹理特征。

在此基础上，学生分组完成技术方案设计：确定数据来源与标注方案，选择卷积神经网络或迁移学习模型，划分训练集、验证集与测试集，明确准确率、召回率与 F1 值等评价指标。教师通过方案答辩与组间互评帮助学生发现方案中的漏洞，形成方案设计书，培养学生的系统思维与工程规范意识。

3. 实现阶段 (Implement) —— 模型搭建与训练调优

本阶段以动手实践为主。学生依托在线编程环境与深度学习框架搭建卷积神经网络，完成数据预处理、模型训练与结果分析；教师在关键操作上作示范，并巡回指导学生排查环境配置、数据读取与参数设置等问题。

训练过程中，学生普遍会遇到训练集准确率高而验证集准确率偏低的现象。教师引导其分析过拟合的成因，明确“模型复杂度过高、训练样本不足”是主要原因，并组织学生采用数据增强、Dropout、权重衰减与学习率调整等方法改进；针对火灾图像样本类别不平衡的问题，引入类别加权与召回率指标。各小组在对比实验的基础上形成可运行代码与实验记录，教师汇总共性问题、解决个性问题。

4. 运作阶段 (Operate) ——部署评价与迭代改进

本阶段完成模型的运行、评价与改进。学生使用测试集计算准确率、召回率与 F1 值，统计误报与漏报情况，并通过可视化方法分析误判案例；针对边缘设备算力受限的约束，讨论模型压缩与轻量化部署思路，比较识别速度与准确率之间的权衡。

各小组进行成果汇报与答辩，展示项目方案、实验结果与改进思路，开展组内自评与组间互评。教师引导学生讨论数据隐私、算法偏见与误报责任等伦理议题，明确人工智能应用应当服务于公共安全并承担责任^[10]。在此基础上，学生提出下一步改进方案，形成实验报告，并将评价意见反馈到下一轮项目构思，形成教学闭环。

四个阶段的学习让学生完整经历“需求—方案—实现—运行”的工程过程，在真实任务中理解算法原理、掌握工程方法、养成规范意识。

3.3 教学平台与资源支持

为提升课堂效率，适配学生个性化学习需求与碎片化学习特点，教学全过程需依托智能教学平台与在线资源提供支撑。教学过程中，整理形成与知识点对应的资源库，涵盖真实应用案例、课程思政元素、习题及解答、课件与代码等，依托智能教学平台贯穿教学全过程。

以智能教学平台为核心载体，课前发布项目任务与预习资料并辅以简易测试完成预习反馈；课中通过弹幕、投票、成果提交记录课堂参与情况，丰富课堂应答形式以强化师生互动；课后发布课件、代码与作业，辅助学生完成巩固和总结。平台后台数据也为分析学习效果提供重要依据。

为实现抽象算法具象化，构建在线编程与实验环境，依托 Python、PyTorch 等开源框架与云端 GPU 资源开展实验教学，学生可在浏览器中完成代码编写、模型训练与结果分析，降低环境配置门槛；同时引入卷积过程可视化、神经网络交互演示等在线工具，直观呈现网络运行机理，并整理公开火灾图像数据集供学生使用，提升学生的工程实践能力。

4 教学效果与教学反思

4.1 学生学习效果

采用 CDIO 教学模式后，通过课堂参与度统计、课堂观察、项目成果评价、学习满意度问卷等方式开展调研。结果显示，学生课堂参与积极性显著提升，在项目任务牵引下主动查阅资料、分析算法、动手实践，提升了自主学习能力；多数学生能够把分散的知识点串联为完整的项目方案，在模型调试中可以分析误差来源、评估方案优劣，批判性思维与工程思维得到锻炼；小组分工与成果答辩有效提升了学生的沟通表达与团队协作能力。

4.2 教师收获

该模式下的教学设计需要教师打破原有知识框架，围绕真实项目重组知识链条，使教学设计更具结构性与针对性，促进教师对专业知识的深度挖掘与理解。授课中，教师实现从“知识讲授者”到“项目组织者与引导者”的角色转变，课堂驾驭能力得到提升。通过观察学生方案论证与模型调试过程，教师可以更加精准地把握学生的思维路径、知识盲点与兴趣点，实现个性化指导，优化教学设计的实效性。

4.3 教学反思

教学实践表明，CDIO 教学模式对项目设计、知识整合、课时安排及课堂组织能力要求较高，存在诸多挑战：完整项目的实施周期较长，与有限的课时之间存在矛盾，需要合理拆分任务并控制阶段节奏；小组学习中容易出现分工不均、个别学生参与不足的情况，需要通过学习记录与互评机制加以约束；模型训练依赖算力与数据资源，实验环境不稳定会直接影响探究效果；项目评价侧重过程与成果，评价维度与标

准仍需进一步细化；此外，生成式人工智能工具的普及对作业独立完成与学术诚信提出了新的要求，需要在教学设计中作相应引导与规范。

5 结语

“互联网+”背景下，CDIO 工程教育模式已在《人工智能导论》课程中应用。该模式以真实应用项目为依托，通过知识框架重构与项目任务链设计，将“构思—设计—实现—运作”的工程流程融入课程教学，形成“项目—实践—评价”闭环教学系统，有效破解传统教学痛点，提升教学效果，学生课堂参与度明显提高，算法理解、模型实现与团队协作能力得到有效培育，同时推动教师角色转变与专业发展。该模式在项目选题、任务分层、课时分配、评价体系等方面仍面临挑战，需教师持续探索改进。未来我们将进一步完善其理论框架与实践策略，结合虚拟仿真、生成式人工智能等技术，实现更具个性化、智能化的教学。

参考文献：

- [1] 教育部.高等学校人工智能创新行动计划[Z].北京：中华人民共和国教育部，2018.
- [2] 周志华.机器学习[M].北京：清华大学出版社，2016.
- [3] Jia Y. On OBE-CDIO into inquiry teaching reform[C]//2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). Piscataway: IEEE, 2018: 1-5.
- [4] Zhang J H, Wu R H. A study of undergraduate engineering management education reform using CDIO engineering education model[C]//Proceedings of ICCREM 2018. Reston: ASCE, 2018: 284-290.
- [5] Steele A L. Problem-based learning, CDIO and project-based learning[M]//Experiential Learning in Engineering Education. Boca Raton: CRC Press, 2023: 89-106.
- [6] Liao E C. Research on teaching reform for Python programming curriculum based on AIGC-CDIO-OBE model[C]//2024 6th International Conference on Computer Science and Technologies in Education (CSTE). Piscataway: IEEE, 2024: 106-109.
- [7] Lu W Y, Fan S C. Developing a weather prediction project-based machine learning course in facilitating AI learning among high school students[J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2023, 5: 100154.
- [8] Kong S C, Cheung M Y W, Tsang O. Developing an artificial intelligence literacy framework: Evaluation of a literacy course for senior secondary students using a project-based learning approach[J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2024, 6: 100214.
- [9] 王瑞芳, 许峰川, 孙敏, 等.课程思政视域下模拟电子技术课程教学改革与实践[J].大学教育, 2024 (23): 53-56+62.
- [10] 孙伟, 崔倩, 王怡飞, 等.高校电工电子技术课程思政教学的探索与实践[J].内蒙古石油化工, 2024, 50 (11): 53-56.

Teaching reform and practice of Introduction to Artificial Intelligence based on the CDIO engineering education model: a case study of a fire image recognition project

Zeyu Chen¹, Chengwei Yu¹

1.China Fire and Rescue Institute, Beijing, China

Abstract: The CDIO engineering education model takes conception, design, implementation and operation as its main line and introduces the whole life cycle of products, processes or systems into teaching, showing clear advantages in developing engineering thinking and the ability to solve complex problems. In order to address teaching pain points, accommodate differences in students' foundations and meet the core requirements of curriculum construction, the course of Introduction to Artificial Intelligence has introduced the CDIO engineering education model and constructed a teaching reform scheme featuring "project-based penetration and four-stage progression". Taking a fire image recognition project as the carrier, the course content is decomposed into the four stages of conception, design, implementation and operation, and students complete the whole process of requirement analysis, scheme design, model training and deployment evaluation in groups. Through teaching practice, this paper analyzes the implementation of the closed-loop path of "project task chain design, four-stage implementation, multiple evaluation and feedback improvement", explores the integration of ideological and political education and the application of intelligent teaching platforms, and promotes students' transformation from "passive acceptance" to "active practice". The evaluation of student learning effectiveness confirms the advantages of this teaching model.

Keywords: CDIO engineering education model; Introduction to Artificial Intelligence; Project-driven teaching; Teaching reform; Design and Practice