

数智时代人工智能专业工程实践 教育体系构建与思考*

王冠军 李向群** 许新征 赵佳琦

中国矿业大学计算机科学与技术学院, 徐州 221116

摘要 数智时代人工智能专业工程实践教育亟待解决, 本研究从计算思维构建, 到工程认知入门, 从工程认知到认知智能再到人工智能工程创新实践, 层层递进构建起工程实践教育的立体解决方案。过程中创新实践软硬件管理模式, 通过“口袋实验室”、“设备图书馆”丰富同学们的实践体验, 通过引入“华为(百度、阿里)云”等一系列人工智能一体化实验云平台给学生提供随时随地学习训练环境。创新师生交流方式, 提出基于PBL的探究式学习方法, 通过翻转课堂+MOOC 进行知识传授、“线上答疑+线下研讨”实现全方位交流, 同时建立产教融合创新平台。本文的思考与探索在专业培养中进行了实施应用, 取得了良好效果。

关键字 数智时代, 工程认知/训练, 线上+线下, 人工智能云平台

Construction and Thinking of Engineering Practice Education System of Artificial Intelligence Specialty in Digital Intelligence Era

WANG Guanjun LI Xiangqun XU Xinzheng ZHAO Jiaqi

Department of Computer Science and Technology of China University of Mining and Technology
Xuzhou 221116, China

Abstract—In the Digital Intelligence Era, the engineering practice education of artificial intelligence specialty needs to be solved urgently. We have built up the vertical solution of engineering practice education step by step from the construction of Computational Thinking to the introduction of Engineering cognition, from engineering cognition to cognitive intelligence to artificial intelligence innovation practice, Innovate and practice software and hardware management mode during the process, enrich students' practical experience through "pocket lab" and "Equipment library". introducing a series of artificial intelligence integrated experiment platforms such as "Huawei (baidu、Alibaba)cloud" etc., students can learn and train at any time. Innovate the way of teacher-student communication and inquiry learning method based on PBL was proposed, Flipped Classroom +MOOC is carried out in knowledge transfer, online answer and offline discussion was used to realize all-round communication, the efficiency of problem solving is improved, and a platform for integration of production and education is established. our research applies to professional training and achieve good results.

Keywords—Digital Intelligence Era; Engineering cognition / training; Online + offline; Artificial Intelligence Cloud Platform;

1 人工智能实践教育背景

人工智能实践教育风起云涌^[1]。2017年7月, 国务院发布《新一代人工智能发展规划》, 明确将人工智能列为我国国家战略, 指出到2030年我国人工智能理

论、技术与应用总体达到世界领先水平, 达成这一伟大战略目标, 人才培养是第一要务^[2-5]。在人才培养过程中很多学者做了许多尝试^[6-8], 例如引入卓越工程师计划, 建设实践创新平台, 加强新生工程认知教育等方面。随着新工科建设走向深入, 人工智能专业也成为当前高校新兴专业建设的重点之一。在最新公布的新增备案本科专业名单中, 180余所高校新增人工智能专业。可以说, 人工智能专业的布局已初具规模。接下来的问题是如何建设好这些人工智能专业, 让新工科之“新”在专业建设中落地。如今, 众多高等学府及科研机构均开设了与AI相关的专业或课程, 为学

* **基金资助:** 本文得到2022年度中国矿业大学教育教学改革与建设课题: “基于混合式教学的‘Python程序设计’课程教学改革实践”(2022ZX14); 2022年度校通识课项目: “计算机简史与创新创业”(20220018); 2020年度中国矿业大学学院教改专项“工程认知教育实践”(2020-05)项目资助。

** 通信作者: 李向群。

学生们提供了坚实的理论基础。同时，随着技术的快速发展，实践教育也显得尤为重要。特别是人工智能专业的实践属性相当强，如何提高学生的专业实践能力更是刻不容缓^[9-11]！学生们不仅能在课堂上学习算法和模型，还能通过项目实践、企业实习等方式，将所学应用于实际场景，解决实际问题。这种理论与实践相结合的教育模式，使得 AI 领域的学子们能够更好地掌握技术，为未来在 AI 领域的发展奠定坚实基础。本文即在人工智能工程实践教育方面进行了有益探索。

2 人工智能专业工程实践体系

人工智能专业工程实践体系旨在通过理论与实践相结合的教学方式，培养具有扎实理论基础和较强实践能力的人工智能专业人才。本文从专业面临的实践问题入手，面向未来技术和学生就业发展需求，梳理岗位能力需求与课程体系对应关系，重新修订人才培养方案，结合校工程实践和创新能力培养方案，深化专业内涵建设，形成工程实践新模式，对学生的培养进行“转型升级”形成一系列的新理念，总体的思路如图 1 所示。

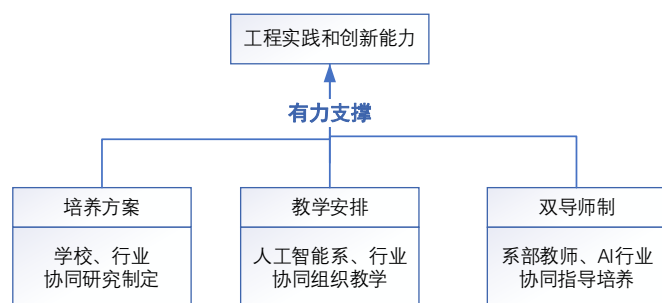


图 1 人工智能专业实践能力提升总体思路

人工智能专业工程实践体系主要涵盖以下几个方面的内容：

(1) 编程实践：包括基础编程实践、经典 AI 算法实现、算法综合应用及实践创新竞赛等多个层次，旨在提升学生的编程能力和算法应用能力。

(2) 实训平台：构建基于云模式的人工智能教学实训平台，融合操作系统、数据库、编程语言、Python 数据处理等课程内容，实现产业、学校及实际项目的相互配合。

(3) 课程重构与模式创新：根据学生实践能力素养标准，反向设计实践课程内容，设置“人工智能+教育”双向交叉课程，注重课程内容之间的衔接和融合以及基于 PBL 的探究式学习方法的实施。

(3) 创新能力培养：通过创新实践活动、科技竞赛、科技社团（AI、机器人）等方式，培养学生的

科技创新能力，促进学生将理论知识应用于实际问题解决中。

(4) 企业（事业）合作：与企业（事业）合作，引入业界专家进行授课，使学生了解业界最新动态和人才需求，提升就业创业能力。

人工智能专业工程实践体系是一个多层次、全方位的体系，旨在通过编程实践、实训平台、课程重构与模式创新、创新能力培养及企（事）业合作等方式，全面提升学生的实践能力和创新创业能力。

3 实践教学体系构建与实施

在专业整体实践体系的基础上，本教学研究从人工智能专业学生实践能力提升出发，以系统能力培养为目标，构建起工科学生实践新模式与实践教学体系。从计算思维构建，到工程认知入门，从工程认知到认知智能再到人工智能工程创新实践，层层递进构建起工程实践教育的立体解决方案。创新实践软硬件管理模式，通过“口袋实验室”、“设备图书馆”丰富同学们的实践体验，通过引入“华为（百度、阿里）云”等一系列人工智能一体化实验平台给学生提供随时随地学习训练环境。

创新师生交流方式，提出基于 PBL 的探究式学习方法，通过翻转课堂+MOOC 进行知识传授、“线上答疑+线下研讨”实现全方位交流，同时建立产教融合创新平台。实践体系以树形生长为基础，基本的实践模式养成如图 2 所示。



图 2 基于树形生长的实践模式养成

本文针对实践能力养成的主要实施措施以下。

3.1 实践入门：计算思维与工程认知

在学生通识认知的基础上，使学生形成计算思维能力，再通过工程认知实践等一系列课程强化学生的工程认知能力，这一系列课程通过基于 PBL 的探究式模式进行，这种模式鼓励学生围绕真实工程问题展开探索，通过团队协作、文献查阅、数据分析等多元手

段,深入理解和应用工程知识。在此过程中,学生不仅能提升问题解决能力,还能培养批判性思维和创新能力。此外,PBL模式强调实践性和应用性,使学生能够将所学知识与实际相结合,从而加深对工程学科的理解与认知。通过这种模式的学习,学生能够在工程领域中更加自信地应对各种挑战。前期以指导教师“雨课堂”讲解为主,课程实施中给学生配备相应的工程认知套件进行系统的开发工作。后期开展学生自主学习,结合录制的MOOC课程,利用课上+课下学习形式,通过教师指导+学生自学,以学生组队方式,协作开展课程项目实施。



图 3 工程认知套件

通过系列课程的入门,可以帮助大学生更好地理解认知工程问题,如工程复杂性、工程与社会性、工程中的团队协作、技术与工程之间的关系。同时,

在小组协作开展项目实施过程中,能够借助文献资料查询,对问题进行分析、讨论,并提出解决方案^[12-14]。在课程实施过程中加入思政元素,使学生能够体会科技领域待突破的方向,培养学生对中国未来的战略全局意识;培养学生从复杂多变的客观实际中思考未来社会发展目标的能力。

3.2 实践提高: 基于工程认知的实践应用与竞赛

利用交互式MOOC与翻转课堂的形式进行人工智能类专业理论课教学,实践教学部分专业实践流程如图5所示。

实践教学实施从四个层面展开,第一层是掌握基础知识,主要以案例导学,讲练结合的方式实施,让学生掌握人工智能设计理论和方法。第二层侧重案例讨论,应用人工智能设计方法,达到知识扩展的目的。第三层是模拟实践,真正应用智能设计理论与方法去解决实际问题,具体采用PBL(Project Based Learning)团队项目学习制。由于人工智能学科的交叉特性,课题的选题以综合性交叉实践选题为中心,强调多学科融合。第四层是融会贯通层,通过提炼各种方法达到创新提高的目的,教师结合本专业方向竞赛(如:人工智能攒蛋大赛、智能车大赛、智能互连大赛、全国工程实践与创新能力大赛等)指导学生根据自身实际参加相关工程项目实践(竞赛)进行选题或自主命题,组建团队结合课程进行作品开发,通过“学竞一体化”措施可大大提高学生学习积极性,最终实现能力提升。人工智能攒蛋系统客户端初始随机程序示例如图5所示,人工智能麻将游戏系统平台如图6所示。



图 4 工程认知MOOC视频



5 人工智能实践教学流程图

```

import json
import random
from ws4py.client.threadedclient import WebSocketClient
class ExampleClient(WebSocketClient):
    def __init__(self, url):
        super().__init__(url)
        self.name = "Agent1"
    def opened(self):
        pass
    def closed(self, code, reason=None):
        print("Closed down", code, reason)
def received_message(self, message):
    pass
if __name__ == '__main__':
    try:
        ws = ExampleClient('ws://168.0.1.23:8000/{PHONE_NUMBER}')
        ws.connect()
        ws.run_forever()
    except KeyboardInterrupt:
        ws.close()

```



图6 人工智能麻将游戏系统

在实践过程中丰富实践教学资源平台建设对于提高学生的能力至关重要，在数智时代学生的现场实践能力要求更高，传统理论课学习只能提供学生的知识基础，而实践则是“检验真理的唯一标准”，知行合一是追求的目标。具体解决方案是：分布式学习或者是随时随地学习。对于软硬件的管理通过社团进行，通过创建智创空间，社团综合运用先进管理理念与方法，首先建立起线上实践资源库（实践MOOC、实践文档、实践指导书等各类资源），其次创建设备图书馆和口袋实验室，学生可以随时借用各种人工智能线下设备，设备的借还通过基于人工智能的人脸识别系统进行，有效的实现了无人值守和高效实践的目标，大大提高同学们借还的效率和用户体验。再次，与华为云、百度（PADDLE PADDLE）、阿里云等知名企业合作给同学们提供线上模拟编程计算环境等一系列平台（例如飞桨竞赛如图7所示），通过线上+线下融合学习竞赛的模式实现“全方位实践”的目标，有效提高同学们的实

践效果。

3.3 AI工程创新创业实践与系统能力培养

前面的工作中本文从工程认知基础层到工程研究层分别采用兴趣（问题）驱动、成就驱动，层层递进的方式推动学生双创能力基础培养。

本阶段的工作是：学生在前期实践的基础上进行双创能力的升华，首先是确定创新创业项目，在项目选题基础上按照产品开发的流程进行完全商业化的开发，将开发完成的系统或作品在实践基地平台上进行线上/线下展示，邀请同学们对所开发系统的各个方面进行点评反馈，根据反馈进行师生互动讨论，在系统的功能、可扩展性、可移植性、易操作性等方面进行总结，确定进一步的完善方向和内容。深化设计将符合条件的作品进行产品化，有市场推广前景的进行创业实践转化。

人工智能编程劳动教育与实践
课程实施要求：11月06日前提交完成！

- 已团队为单位（原则上3人为一组，从4项比赛中选一参加）
- 利用三周左右的时间完成并提交飞桨网站（网站上有分数排名）
- 根据所做工作形成报告（一团队一份，电子版，要有网站上排名分数）

飞桨学习赛：英雄联盟大师预测 [报名中]
本赛属于典型的分类问题，以英雄联盟手游为背景，要求选手根据英雄联盟玩家的实时游戏数据，预测玩家在本局...
标签：数据挖掘 比赛时间：2023-02-17 14:42:49 - 2030-12-31 23:59:59
主办方：Baidu 飞桨

飞桨学习赛：手机行为识别 [报名中]
本赛属于典型的分类问题，要求选手根据智能手机的数据判断手机持有者的行为，旨在加深大家对数据挖掘的...
标签：数据挖掘 比赛时间：2023-02-17 14:47:00 - 2030-12-31 23:59:59
主办方：Baidu 飞桨

飞桨学习赛：吃鸡排名预测挑战赛 [报名中]
本赛属于《绝地求生》游戏为背景，要求参赛选手根据比赛时玩家的实时行为数据预测玩家每局比赛的排名，是典型的...
标签：数据挖掘 回归问题 比赛时间：2023-02-16 23:59:59 - 2030-12-31 23:59:59
主办方：Baidu 飞桨

图7 基于百度飞桨进行编程实践竞赛

最后创新考核方式，旨在全面、客观地评价同学们的创新创业能力。通过项目数量、创新成果转化、技术专利数量等指标考核创新能力。涉及市场分析、商业模式设计、风险管理、团队管理等方面，评估创业项目的市场份额、盈利能力等相关创业能力指标。综合以上内容完成整个工程实践教育的闭环。

如何使学生拥有解决复杂工程问题的能力，是目前工程教育中的一大痛点^[15-16]。本文探讨了人工智能专业工程实践教育体系构建，目标是整合系统化工程教育过程链，形成人工智能专业工程能力培养新模式。研究通过多层次递进式的实践体系实现学生系统能力的培养，使学生形成系统的综合认识、分析、设计实现与优化，通过最终的综合人工智能系统设计与毕业设计等环节培养卓越工程领军人才。

3.4 教学改革成效

本改革探讨了人工智能专业工程实践教育体系的构建，改革不仅优化了教学模式，还极大地提升了学生的学习效果和实践能力。首先，改革注重个性化实践教学的推进。通过大数据分析和数据挖掘技术，我们能够更加精准地把握学生的学习特点，从而为他们提供个性化的实践学习方案。其次，在实践教学效率方面，改革中引入了人工智能辅助教学工具，如智能评分系统和智能反馈系统，它们能够自动评估学生的学习成果，为教师提供及时的教学反馈。这不仅减轻了教师的工作负担，还提高了教学的准确性和效率。最后和最重要的是在工程实践方面，我们加强了项目式学习和实践实习的教学比重，学生有更多的机会参与到实际项目中，将理论知识与实际应用相结合，从而提升了他们的实践能力和创新能力。

实践体系的建立与实施对学生的成长促进效果立

竿见影。具体量化成果如下表所示：

表1 教学改革成效表

| 实践效果表征 | 改革前 | 改革后 |
|--------------|---------|---------|
| 国家（省）级创新创业项目 | 10项左右/年 | 15项左右/年 |
| 竞赛项目获奖 | 20余项/年 | 30余项/年 |
| 发表科研论文（本科） | 1-2篇/年 | 5篇左右/年 |
| 申请（发明）专利数 | 5项以下/年 | 8项左右/年 |
| 本科生科研项目参与率 | 30%左右 | 60%以上 |
| 实践创新能力评分（均分） | 70 | 86 |

实践创新能力的计算公式如下：

$$\text{实践创新能力评分}(T2) = \text{科研成果评分}(C1 * 0.3) + \text{学科竞赛评分}(C2 * 0.3) + \text{服务社会(社团)工作评分}(C3 * 0.1) + \text{实践活动评分}(C4 * 0.1) + \text{外语应用能力}(C5 * 0.05) + \text{AI应用能力}(C6 * 0.1) + \text{文体特长}(C7 * 0.05)$$

成果中不止是成果数量上有提升，质量上也有较大提高，例如创新创业项目中国家级项目的比例也在逐步提高，专利中发明专利的占比也在增加。

在本教学改革支持下近三年来学生共获得各类AI竞赛奖励90余项，国家级创新创业项目50余项并培育了多家创业公司。改革结果表明本实践培养体系在高素质AI专业人才培养中发挥了较为显著作用。

4 结束语

在人工智能领域，工程实践教育体系的构建是一个不断演进与革新的过程。随着技术的快速发展，我们必须紧跟时代步伐，不断更新教学内容、方法和手段。本文提出的工程实践教育体系，旨在为人工智能专业的学生提供一个系统化、实践化的学习平台，培养他们的创新能力、团队协作能力和解决实际问题的能力。改革的初衷是培养“能动手、敢创新、可协同、勇闯无人区”的复合型人才。展望未来，我们将继续深化这一体系的构建，不断吸收行业前沿技术，加强产学研合作，努力培养出更多适应人工智能时代需求的高素质人才。在“数智时代”背景下用“先进实践教学模式+丰富实践教学资源平台”推动人才培养是一个可行的方向，可以实现面向未来的人工智能专业学生工程系统能力培养。

参考文献

- [1] 王雪鹤, 陈陟. 基于 OBE 理念的人工智能专业实践教学模式构建及评价[J]. 计算机教育, 2023(04): 64-68 页
- [2] 周如金, 范忠烽, 刘美. 新时代卓越高等工程教育路径创新探索[J]. 高教探索, 2021(09): 9-12 页.
- [3] 郑洁红. 新时代高等工程教育改革探究[J]. 中国高校科技, 2020(04): 67-70 页

- [4] 杜圣东, 杨燕. “人工智能+”背景下的新工科教育探索与实践[J]. 计算机教育, 2020(07):106-110 页
- [5] 王明华, 周国辉, 崔婉淑. 高校计算机专业实践教学体系的构建[J]. 计算机技术与教育学报, 2021, 11(9):49-53 页
- [6] 邬俊. 科教融合视域下人工智能类课程教学案例探析[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(02):46-50 页
- [7] 程效锐, 李仁年, 张人会, 黎义斌, 赵伟国, 王晓晖. 基于行业特色的能源动力类卓越工程师人才培养模式与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(S1):56-58 页
- [8] 纪阳, 吴振宇, 尹长川. 新生工程教育问题与引导方式创新[J]. 高等工程教育研究, 2018 (04):55-60 页
- [9] 门志国, 刘盼盼, 王兴梅. 困境与路径: 基于协同论的人工智能领域创新创业教育研究[J]. 黑龙江高教研究, 2022, 40(01):139-144 页
- [10] 冷春涛, 武书昆, 郝丽. “双创”示范基地中机器人创新实践平台的建设与应用[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(11):1-5 页
- [11] 周琴, 文欣月. 智能化时代“AI+教师”协同教学的实践形态[J]. 远程教育杂志, 2020, 38(02):37-45 页
- [12] 赵婷婷, 杨翊. 利益相关者视域下我国工程教育学习成果多方评价对比分析[J]; 高等工程教育研究, 2017(02):90-96 页
- [13] 刘晨曦, 郭二廓. 新工科视野下经济类学生工程认知能力培养的教学探索[J]. 高教学刊, 2019(08):78-83 页
- [14] 纪阳, 吴振宇, 尹长川. 应变能力、工程认知与敏捷教改[J]. 高等工程教育研究, 2018 (06):139-144 页
- [15] 许莹, 钟雄虎, 周旭等. 人工智能导论多元融合“五维全覆盖”信息化教学模式探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(8):41-44 页
- [16] 刘进, 王璐瑶, 施亮星, 吕文晶. 麻省理工学院新工程教育改革课程体系研究[J]. 高等工程教育研究, 2021(06):140-145 页