

## 基于项目反馈的机械学科硕士研究生《人工智能》课程教学改革

赵转哲 刘志博 刘永明 彭京徽 鲁月林

安徽工程大学人工智能学院, 安徽 芜湖 241000

**[摘要]**以硕士研究生课程《人工智能》为教学改革对象,根据机械学科学生的知识背景和学科特点,提出面向新一代智能制造技术的机械类研究生的、基于项目反馈式的新型教学方法,并从教学内容、教学模式、教材建设与教学效果评价方法等方面进行课程建设与改革,重点研究教学模块间的交叉反馈机制,完善和优化理论教学体系,加强实践环节建设,营造促进创新的学术氛围与评价机制,在新工科背景下,为培养融合人工智能知识、具有较强创新能力的复合型领域人才进行教学改革和探索,促进硕士研究生教育质量的提高。

**[关键词]**人工智能;机械学科;项目反馈;教学改革;创新能力;硕士研究生

DOI: 10.33142/fme.v6i1.14964

中图分类号: G642

文献标识码: A

### Teaching Reform of Artificial Intelligence Course for Postgraduate Students in Mechanical Engineering Based on Project Feedback

ZHAO Zhuangzhe, LIU Zhibo, LIU Yongming, PENG Jinghui, LU Yuelin

School of Artificial Intelligence, Anhui Polytechnic University, Wuhu, Anhui, 241000, China

**Abstract:** Taking the postgraduate course "Artificial Intelligence" as the teaching reform object, based on the knowledge background and disciplinary characteristics of mechanical engineering students, a new project-based feedback based teaching method for mechanical engineering graduate students facing the new generation of intelligent manufacturing technology is proposed. The course construction and reform are carried out from the aspects of teaching content, teaching mode, textbook construction, and teaching effect evaluation methods, focusing on the cross feedback mechanism between teaching modules, improving and optimizing the theoretical teaching system, strengthening the construction of practical links, and creating an academic atmosphere and evaluation mechanism that promotes innovation. In the context of new engineering, teaching reform and exploration are carried out to cultivate composite talents with strong innovation ability who integrate artificial intelligence knowledge, and promote the improvement of the quality of postgraduate education.

**Keywords:** artificial intelligence; mechanical subject; project feedback; teaching reform; innovation ability; postgraduate

#### 引言

建设制造强国,需要培养大量符合行业需求、创新能力强的机械类硕士研究生。目前,受各种因素影响与制约,机械学科硕士研究生融合人工智能知识的创新能力的培养还不够,不能满足新一代智能制造发展的需求。

目前,硕士研究生的《人工智能》课程具有以下主要特点<sup>[1-2]</sup>:

一是综合性强。其学科基础包括哲学、数学、心理学、神经生理学、计算机科学、控制论、信息论、机械工程等,其内容博大恢弘,至小有内,至大无外,从智能手机到智能系统,从人机对弈到无人系统,仅仅靠一本教材、靠有限的课堂教学是融会贯通,甚至是“包打天下”不可能的。

二是创新性强。人工智能的历史就是一部不断创新的历史,新思想新方法不断涌现,20世纪50年代的人工智能百家争鸣,竞相绽放,60—70年代对神经网络的质疑和否定,70年代基于知识工程的专家系统的异军突起,80年代反馈型神经网络的重新崛起,90年代所谓的人工智能寒冬等等,2006年深度学习网络以更加强大的非线性

性预测能力再次刷新人们对神经网络的认知,2016年,采用了蒙特卡罗搜索技术的阿尔法狗战胜人类围棋九段高手李世石,世人震惊,几乎每十年这个领域都会兴起一场革命,在否定过程中也促使了各个人工智能学派的不断创新。

三是实践性强。自1956年诞生至1970年,大多数人工智能项目都是停留在实验室中的,走出实验室面向真实世界之后,人工智能有成功案例,但也有惨重的失败项目。从本质上说,人工智能是关于机器(计算机)模拟人类智能行为的一种实践活动,实践性强是其天然属性,在20世纪90年代,人工智能学者喊出了“到现场去(Go Situation)”的口号,以实践来检验各学派观点的正确与否,同时为各学科和各行业进行人工智能赋能,造福社会<sup>[3]</sup>。

机械学科的硕士研究生《人工智能》课程在目前的教学中有如下问题:教学内容固定不变,新知识补充不及时,缺乏新意;教师对于一些经典的算法讲解过于粗略;学生非计算机专业和数学专业,理论部分理解较为困难,计算机编程水平有待提高;教师在教学方法上比较单一,采用单纯的课堂讲授;缺乏实践内容,考核方式单一,不能很

好地培养学生的实践能力。

创新能力培养一直是研究生教育的核心内容和历史使命<sup>[4]</sup>，在《人工智能》课程的教学上，如何紧密结合上述三个特点，克服目前存在的问题，探索新型教学模式，注入创新意识和革新精神，使学生在掌握基本知识和技能的基础上，培养融合人工智能知识的机械类研究生的创新能力，保证高层次人才培养质量，是一个非常值得我们研究生教育工作者的关注问题。

## 2 教学改革思路

目前，有很多学者提出了研究生课程的改革思路和实践探索机制，如申焱华等提出了设置基于研究方向的课程群落，破除传统学科及专业间边界，构建面向产业发展需求的车辆工程专业学位研究生课程体系<sup>[5]</sup>；董蕊芳等在新工科背景下针对北京林业大学的《机器视觉》课程进行教学内容创新、增加实践教学环节、创新教学管理形式、优化考核方式4个方面进行教学改革<sup>[6]</sup>；管青等以研究生智能计算课程为例，提出理论、科研与实践3个教学模块间交叉反馈式的教学方法<sup>[7]</sup>；张仰森等提出了如何引导研究生以研究性思维学习人工智能基础理论的方法以及将人工智能技术用于自身科研的方法<sup>[8]</sup>；这些方法给了我们很好的借鉴。

在传统的教学模式中，理论和实践往往是链式顺序展开的，预期目标（创新能力）和理论知识之间缺乏有效的反馈环节，难以形成闭环，无法形成教学反思行为，从而导致“理想丰满、现实骨干”的现象发生。再加上机械学科硕士研究生对计算机的编程能力是有限的，或者能力是参差不齐的，在学习《人工智能》这门理论与实践高度结合的课时，教学目标是较难实现的。

理论是科研创新与实践活动的基础，而项目实践不仅是理论和科研创新的具体落地，也可以反馈给理论，用以指导理论的深层次创新，进而达到理论与实践的高度统一，二者相互成就，互相促进，同向共赢。“理论与项目实践”反馈式教学模式，指的是在理论教学中结合研究生的科研创新和实践目标，思考理论知识和项目实践活动的关联，并在项目的实践教学中进行理论反思和二次创新，教学相长，从而形成理论与项目实践相融合的反馈式教学模式。

## 3 教学改革方案

《人工智能》课程教学改革，以我院承担的机械学科硕士研究生为对象，以培养创新能力为根本任务，结合产业需求和学院学科特色，通过不断更新教学理论内容、加大课堂研讨、加大实践考核等途径，建立“理论与项目实践”反馈式教学模式，优化理论教学途径和方法，同时创新课堂授课方式和考核方式，加深学生对人工智能领域相关研究方向的认识，激发学生对《人工智能》课程学习的兴趣，将理论知识与项目实践深度融合，提高学生的实践动手能力，为培养具备创新创业能力的新工科卓越高层次人才奠定基础。其教学模型如图1所示：

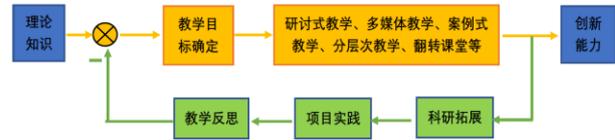


图1 “理论与项目实践”反馈式教学模型

例如，围绕“优化算法”这一人工智能的基本理论知识，基于“理论与项目实践”反馈式教学流程如图2所示。



图2 “理论与项目实践”教学模型流程示例图

引导学生回想在本科课程设计、毕业设计以及现在正在进行的有关机械类研究课题中有关计算的问题，和学生讨论这些计算的主要特征和挑战，尤其是对复杂非线性方程的求解等这一现实问题。以此为背景，引入仿生智能优化算法，在讲解基本概念、仿生原理、算法设计以及离散过程的步骤等理论教学内容后，精选在科研活动中或典型的机械优化设计等方面精选的具体的项目，以小组为单位从开放式选题中选取实践任务，鼓励学生针对现实问题对算法进行一定改进，让学生真正动手在开发平台中写程序、去操作，智能优化结果与手工计算的结果作对比，引导学生对项目的数据、方法和研究结果展开学习和讨论，与学生一起进行教学反思，通过理论反思识别基本应用中的局限性，从而发掘对群智能优化算法的改进途径。教学相长。当教学目标完成之后，要思考在实际应用中还有哪些领域可以采用智能优化？引导学生从产业实际需求的角度对群智能优化算法提出创新方向和突破点，思考在不同领域中使用时的注意事项，并思考在本领域的TOP期刊论文、科研项目中如何结合智能优化算法开展自己的创新工作，提高学生的创新能力。

## 4 教学改革措施

硕士研究生《人工智能》课程需要在有限的32个学时内完成理论知识教学与项目任务实践2个部分，从而讲理论知识转换成学生的创新能力。因此，具体实施步骤如下：

第一步，针对机械学科特点，优化教学内容与学时

如前所述，人工智能知识体系庞杂，在有限的学时内完成全部知识的讲述与学习，是不可实现的任务。因此，必须区别于其他专业，精选机械学科的学生看得见、用得着、相对熟悉的内容进行重点突破，以点带面，完成人工智能理论知识点的学习和掌握。对人工智能传统的符号学派的内容略讲，对联结主义和行为主义的内容精讲，每个核心算法的理论授课学时一般设为1个学时、项目训练为1.5~2.5学时、教学反思0.5学时左右，根据以上原则，

本课程的教学内容做如表 1 的调整:

表 1 人工智能课程内容与学时安排

授课内容	理论学时	项目实践学时	
		上机操作	教学反思
绪论 (人工智能赋能机械工程)	1.5	0.5	0.5
Python 编程基础	1.0	1.5	
专家系统 (滚动轴承的故障诊断系统)	1.0	2.5	0.5
启发式搜索 (移动机器人路径寻优)	1.0	2.5	0.5
智能优化算法 1 (人字架机构、弹簧结构的优化设计)	1.0	2.0	0.5
智能优化算法 2 (二级齿轮减速器结构的优化设计)	0.5	2.5	
D-S 证据理论 (多传感器信息融合)	1.5	1.5	0.5
机器学习 1 (神经网络在机械故障模式分类中的应用)	1.5	2.5	0.5
机器学习 2 (深度学习在无人驾驶汽车的道路标志与路况识别中的应用)	2.0	2.5	
合计: 32 学时	11	18	3

### 第二步, 选取适合机械学科的教学资源

区别于本科生教学, 研究生教学更加注重学生创新能力的培养。传统的教学资源大部分来源于事先选定好的教材, 往往缺乏针对性强的、丰富的、可操作的实践教学资源。就需要教学团队针对机械工程学科进行实践项目的精心挑选, 如在《计算机学报》《智能系统学报》《机械工程学报》等中文核心期刊中的选用相关论文中的例子进行案例复现, 并筛选较为易懂且经典的 SCI、引用国际期刊论文或计算机科学领域顶级国际会议论文, 作为学生学习和讨论的资料, 从而综合培养学生文献阅读、科学研究和论文撰写等科学素养。除此之外, 还可以鼓励学生从企业、政府等(调研)等途径, 收集智能计算需要的人工智能的现实场景, 从而丰富学生对人工智能前沿应用领域的了解。

第三步, 建立“理论知识-项目实践”的反馈式教学模式

《人工智能》课程的理论知识和项目实践具有高度融合、紧密交互的特征。一方面, 神经网络、群智能优化等算法为人工智能提供了坚实的理论基础; 另一方面, 人工智能应用领域的不断开拓以及人工智能技术的高速发展, 也为理论创新提出新的需求。因此, 理论教学中需要充分结合机械学科的应用场景思考研究问题, 以学生熟悉的内容为抓手进行知识的传授, 实践教学需要反思理论特点和研究路径。实践是培养面向新一代机械学科硕士研究生创新能力的关键途径。通过实验实践教学、学科竞赛等途

径, 提升研究生创新能力; 加强全方位的校企合作, 产教融合, 共议培养计划, 共商课程设置, 构建全流程实践教学研究体系; 建立联合实践基地, 实现科教与产学的有效融合, 通过校企合作弥补学校资源不足的问题, 企业的最新生产技术也可以促进教育改革, 提高工程实践能力。

### 第四步, 重塑教学效果和评价方法

“理论知识-项目实践”的交互反馈式教学模型, 课程教学形式开放, 鼓励学生及时提出问题, 鼓励学生与教师间的课堂互动, 鼓励学生参与到科研创新和应用实践中。基于此, 采用以下方式分成三部分分别进行考查:

(1) 课堂讨论部分: 针对理论和科研教学效果展开, 旨在考查学生是否能够积极思考人工智能算法的原理和应用条件, 是否能够理解和思考科学文献中的数据、方法与结果。

(2) 实践成果演示部分: 针对实践教学效果展开, 旨在不限制编程语言和平台并给定智能算法选择范围的情况下, 学生是否能够实现简单的人工智能问题, 如学生是否能够在教室现场演示机器人路径优化技术等先进技术。

(3) 科研论文撰写部分: 针对“理论知识-项目实践”教学模式综合的教学效果展开, 旨在考查学生是否能够在理解算法基本原理的基础上, 发挥科研创新能力, 并在课堂中论文撰写技能的培养下, 将实践成果转化为完整的期刊论文。

以上三部分内容, 分别给予不同的权重系数(可以 3:3:4, 也可以是其他比例), 进行学生成绩的考核, 相比以前传统的“一考定终身”的试卷考试模式来说, 这结果能够较全面反映教学效果, 学生的获得感也会比传统方法要好, 真正的“以学生为本”, 可以较好地完成针对机械类研究生教学目标, 尤其是创新能力的培养。

## 5 改革效果

本课程历经三年的教学实践改革, 无论是学生在问卷调查时的对课程的满意度, 还是学生自己在后期参加学科竞赛的人数, 以及科研课题中(通过统计学生的研究课题题目)主动使用人工智能知识的比例在不断提升, 具体见表 2:

表 2 各项指标对比

对比项		2024 级 (78 人)	2023 级 (65 人)	2022 级 (60 人)
对课程的满意度	A 特别满意	65.4% (51)	49.2% (32)	41.7% (25)
	B 满意	33.3% (26)	46.2% (30)	53.3% (32)
	C 不满意	1.3% (1)	4.6% (3)	5% (3)
课题应用人工智能情况	A 密切相关	/	23.1% (15)	15.0% (9)
	B 相关	/	43.1% (28)	41.7% (25)
	C 不相关	/	33.8% (22)	43.3% (26)

注: 2024 级研究生本学期暂未开题, 题目未知, 暂无统计。

## 6 结论

在机械学科硕士研究生《人工智能》课程的教学, 提出新型的“理论知识-项目实践”交叉反馈式教学模型,

通过理论讲述、现实项目任务实践、教学反思等交叉融合和反馈方式,重点关注环节间引导的模式设计,提高学生对理论基础知识的学习效率,锻炼实践动手能力,激发科研激情和动力,实现对研究生学术能力的全方位培养,尤其是融合人工智能知识的在机械学科的创新能力。

基金项目:安徽省2023年度新时代育人省级研究生教育教学改革研究项目(2023jyjxggyiY158),安徽省2023年省级质量工程项目(2023sdxx043,2023xjz1ts040),安徽工程大学质量工程校级项目(2022jyxm02,2022yszy03)。

#### [参考文献]

- [1]王万良,龙启铭.人工智能通识教程[M].北京:清华大学出版社,2020.
- [2]蔡自兴,刘丽珏,陈白帆,等.人工智能及其应用(第7版)[M].北京:清华大学出版社,2024.
- [3]陈璟,胡天江.《人工智能》研究生课程中的创新能力培养[J].高等教育研究学报,2012,35(4):115-119.

[4]朱艳艳,李涛,任保增,等.着力加强工程研究生教育中科学精神和创新能力的培养[J].中原工学院学报,2024,35(4):84-88.

[5]申焱华,杨耀东.产业重构下车辆工程专业学位研究生课程体系构建[J].高等工程教育研究,2024(11):1-5.

[6]董蕊芳,阚江明,赵汐璇.新工科建设背景下“机器视觉”研究生课程教学改革的探索——以北京林业大学为例[J].中国林业教育,2023,41(6):30-33.

[7]管青,姚国清,周长兵,等.“理论—科研—实践”交叉反馈式智能计算课程教学[J].计算机教育,2021(1):121-123.

[8]张仰森,蒋玉茹,黄改娟,等.以研究性视角探索研究生人工智能课程教学模式的改革方法[J].计算机教育,2022(6):175-178.

作者简介:赵转哲(1979.7—),男,河南漯河人,博士,教授,硕士生导师,研究方向人工智能、智能计算、机械优化设计、机器学习。