

能源动力类本科培养中引入人工智能课程的尝试

郑占赢, 唐顺林, 王忻怡

哈尔滨工业大学 深圳校区机器人与先进制造学院 广东 深圳 518000

[摘要]随着我国成为世界第一大能源生产及消费国, 以及第一大碳排放国, 在节能减排等方面的挑战日益紧迫, 对高校能源动力类人才的培养提出了更高的要求, 而将人工智能理论引入学科培养的方法成为解决上述问题的一个重要途径。本文在具体对比国内外高校人工智能领域人才培养现状的基础上, 给出了针对我国能源动力类人才培养现状的改进思路, 并探讨了哈工大(深圳)在相关领域开展的积极尝试, 旨在为学科交叉融合与工程教育改革提供有益借鉴。

[关键词]新工科; 培养策略; 节能减排; 大数据

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1687-9534(2025)-0044-21 **[收稿日期]** 2025-06-30

一、能源动力类本科培养的现状与挑战

能源动力领域及相关工业部门是维系现代工业运行的重要组成部分, 是关系国家繁荣发展、人民生活改善、社会长治久安的前沿科技领域和国民经济支柱产业。能源动力领域的人才培养对推动我国能源供给、消费和技术革命具有重要意义。我国高校能源动力类专业形成于20世纪50年代, 初期为满足动力、发电应用等国民生计的迫切需求, 而成立了锅炉、汽轮机、内燃机等专业, 后续随着国家的需求而成立了制冷、核电等专业, 国内高校设立工程热物理专业的高峰期为20世纪七八十年代^[1]。由于受当时历史条件制约, 专业划分极细, 并形成了以工业产业需求引导高等院校能源动力类专业人才培养的基本格局。随着改革开放及我国经济的长足发展, 社会对能源动力专业人才提出了“宽口径、厚基础”等新要求。为了适应这种变

化, 教育部对能源动力类专业进行了多次调整, 由原来的几十个小专业逐步合并为一个大专业, 即“热能与动力工程”专业。进入21世纪以来, 随着能源技术的飞速发展和能源动力领域新问题的提出, 各高校, 如浙江大学、清华大学等开始在专业名称更改上进行尝试, 从而突出“能源”在本专业人才培养中的重要性。直至2012年, 教育部颁布了《普通高等学校本科专业目录》, 将能源动力类专业统一整合为“能源与动力工程”专业^[2]。以上的专业发展及变迁充分体现了能源动力类专业积极适应科技及经济建设新变化, 不断调整人才培养内容、方式及侧重点的特点。

目前, 中国已经成为世界上第一大能源生产及消费国, 同时也是世界上第一大碳排放国。随着世界各国及我国都提出了“碳中和、碳达峰”等节能减排要求, 面对我国经

济结构调整、转型升级的现状，要抢占能源产业变革的先机，必须推动能源供给、消费、技术、体制的进一步革命。在近期公布的国家重大战略需求中，约40%的项目与能源环境领域相关，这都对能源动力专业类人才的培养提出了更高、更迫切的要求^[3]。

与此同时，以大数据、机器学习等人工智能技术为核心的第四次工业革命正在悄然发生，并开始对众多行业的发展产生深远影响。相关技术最初兴起于互联网、云计算等行业，而后逐渐向其他领域扩散，如新能源、新材料、生物技术、智能制造等，并造就了一批新产业。以上的技术发展趋势为解决能源及节能减排问题提供了新的路径和手段，但同时也对能源动力领域的人才培养带来了新的挑战。目前，许多新经济企业面临的最大问题是人才的匮乏。一方面原因是相关行业技术发展迅速，传统工科专业人才培养体系在内容和形式上均落后于产业的发展；另一方面也由于新经济中对工程技术人才的跨界整合能力有更高的要求^[4]。在第四次工业革命背景下的能源动力新技术发展的核心将以传统能源与动力学科知识为基础，实现与其他形式能源领域的新原理、新应用、计算机及信息技术的交叉创新。现有任何一个传统学科都不具备以上的人才培养条件和知识基础，同时也无法通过学科的内涵式发展解决问题，必须打破现有学科边界，加强学科交叉，从而建立全新的人才培养体系和培养模式，使之具有跨学科融会贯通解决问题的能力 and 宽广的复合性学科基础知识。这为

我们探索新的能源动力类本科培养模式提供了明确的思路。

二、人工智能及其跨学科特性

人工智能目前已公认为是引领未来的战略性技术和推动产业变革的核心驱动力，是经济发展和社会进步的新引擎，也是全球战略的科技制高点。人工智能（artificial intelligence）的说法最早出现在1956年美国达特茅斯学院举办的一场研讨会上，用以描述“能够打造智能机器、尤其是智能计算机程序的科学和工程技术”，此后数十年里，人工智能的发展经历了数次起伏^[5]。随着近年来互联网技术的广泛应用，人类社会每天产生的数据量开始呈指数级增长。同时，计算机处理能力也遵循摩尔定律呈指数级增长。以上的两个趋势催生了机器学习等人工智能技术获得成功的两大必要条件，即大数据及强大的计算能力。通常相关算法依赖对数百万个数据点的处理，而后者离不开庞大的计算机处理能力。

从人工智能诞生之日起就体现出了显著的跨学科特征，自身技术体系包含数学基础、技术基础、机器学习方法、问题域等，而在应用领域的跨学科、跨行业特性更为广泛，包括互联网、智能写作、机器翻译、新能源、智慧交通、智慧农业、智慧金融、智慧医疗、机器人、辅助教育、智能制造等。随着各学科的不断融合发展，以上跨学科特征日益显著。有学者曾对近五十年国际上人工智能领域跨学科演变过程进行了系统研究，发现人工智能领域涉及高达22个核心学科，4个潜

在学科及25个边缘学科，其中22个核心学科主要集中在计算机类、工程类、医学及成像类、数学类等大类学科中，这22个核心学科构成了人工智能领域跨学科的主体^[6]。从多学科交叉领域研究构成与分布衡量，除计算机科学外，人工智能研究领域内主要的相关学科以“工程，电气和电子”为首，包括自动化控制系统、机器人学、影像科学和摄影技术、通信、运筹学与管理学等。从领域内学科研究相似性与演化看，人工智能研究已逐渐从技术领域扩展到多学科技术应用研究的其他领域，涵盖着社会和人文科学等学科，如经济、管理、伦理和道德等。同时，人工智能研究领域内各个学科间的发展促进科学研究领域整体的发展，不断产生新的学科问题，推动着自然科学与人文社会科学的结合，促成许多交叉学科研究的创新点与增长点^[7]。

在能源动力领域同样存在着数据量指数增长的情况，主要体现在计算机建模、高精度实时测量及先进系统控制方法的广泛应用。将人工智能方法引入相关领域解决实际工程问题的前沿研究发展迅速，并已开始显露出人工智能相对于传统方法的巨大优势，如设备的故障诊断^[8]、复杂流动控制^[9]等。这进一步表明了对现有能源动力类本科培养模式进行改造，系统引入人工智能基础课程的必要性。

三、人工智能相关学科开展情况及存在问题

从全球范围看，当前人工智能领域人才

分布极不平衡，美国占比近一半。我国虽位于第二梯队但差距仍然较大，不仅人才储备规模较小，顶尖人才更为稀缺。其中，基础层薄弱是制约我国人工智能进一步发展的关键因素，而美国人工智能产业在基础层、技术层和应用层的领先地位，在算法、芯片及数据等核心领域的基础创新优势得益于其扎实、成熟的人工智能人才培养体系^[10]。我国也深刻认识到以上差距，并制订了一系列应对策略。要把高端人才队伍建设作为人工智能发展的重中之重，完善人工智能教育体系，加强人才储备和梯队建设^[11]。2018年，教育部又发布了《高等学校人工智能创新行动计划》，提出到2025年高校要在新一代人工智能领域人才培养质量方面有显著提升，推进人工智能领域的学科交叉和跨学科人才培养，到2030年高校成为建设世界主要人工智能创新的核心力量和引领新一代人工智能发展的人才高地。

至2022年为止，国内先后已有4批共438所高校设置了人工智能专业，占1272所本科高校的34.4%。最早一批人工智能专业在校生处于大学四年级阶段，即将走向就业市场。我们将首先对比国内外高校人工智能相关领域的人才培养情况，并着眼于能源动力类本科培养中仍存在的不足进行探讨。

美国高校中人工智能的课程是从科研到研究生教育，再到本科生教学逐步发展的。2018年，卡内基梅隆大学设立了全美首个人工智能本科专业，标志着人工智能由零散的课程教学走向系统的专业教育。2019年，伊

利诺伊理工学院新增人工智能本科专业，面向未来培养人工智能专业人才。人工智能专业的建立并非一蹴而就，而是在人工智能研究日益深入的基础上，由外部产业发展需求和内部工程教育变革要求共同推动形成。由于人工智能专业跨学科、跨院系的特征，因此，两校均通过搭建非实体平台的方式整合跨学科门类多学科师资力量。2017年，卡内基梅隆大学启动AI计划，利用跨学科的人工智能研究和教育推进技术落地和产业发展。目前，该计划整合了全校23个系所近200名从事人工智能研究的师资，是世界上规模最大、最富有经验的人工智能跨学科研究团队。另外，两校均采用通识教育与专业教育相互融合、支持的课程体系，分别由通识基础、学科专业基础、专业核心、专业拓展四大课程群构成。课程体系高度交叉融合和灵活，不仅模块内的课程能够突破单一学科界限，而且不同模块间的通识教育和专业教育能够相互渗透和配合^[10]。

与以上两校不同，麻省理工学院没有设立人工智能专业，人才培养主要集中在施瓦茨曼计算机学院，该院与计算科学与工程中心、电子工程与计算机科学系、数据系统和社会研究所、运算研究中心这五个学院以共享的结构，进行协同培养、研究和创新^[12]。自该校在2016年酝酿启动新工程教育转型计划以来，一直致力于面向未来工程领域的综合发展特点而创建跨越学科边界的、以项目为中心的新型工程人才培养项目，通过贯穿始终的科研项目让学生培养新能力、构建新

思维和获得新体验。

南洋理工大学设置了“数据科学与人工智能”专业，开展了专门针对数据科学和人工智能领域的快速发展而设计的为期四年的全日制学士学位课程项目，旨在培养下一代高技能毕业生，使学生利用自己在数据科学和人工智能方面的知识，为社会面临的紧迫挑战寻求创新解决方案。除了专业相关知识技能外，其课程体系也注重通过选修、实习、重大应用研究项目、行业系列讲座和小型项目等形式，将知识应用于金融服务、政府服务、医疗保健、生物技术和制造业等重点行业，培养学生解决问题的能力以及口头和书面沟通技巧，发展学生的创造力和社会适应性^[13]。

浙江大学、北京大学等是国内最早开始人工智能研究的高校。其中，浙江大学在在跨媒体智能、混合增强智能、大数据、机器学习等方向的研究已达到国际前列水平。浙江大学一直致力于推进人工智能多学科交叉融合。学校人工智能协同创新中心获教育部批复建设后，通过跨学科的整合，充分汇聚计算机、统计、数学、医学、人文社会等领域力量，全面推动人工智能相关学科的研究范式转型和实力提升，逐渐形成了人工智能多学科交叉会聚、共生共享的创新网络布局。北京大学于2002年创办了中国第一个智能科学系，并于2007年最早建成了本、硕、博完整的培养体系。全校目前从事人工智能研究的相关教师超过百人，来自信息科学技术学院、工学院、数学科学学院、心理与认知科

学学院、前沿计算研究中心、医学部等理工医科院系，以及哲学、法学、政治学等人文社科院系。在学习人工智能相关领域基础理论知识的同时重视实践教学。课堂教学中侧重人工智能理论方法和技术的讲解，使学生对人工智能各个子领域的知识有全面深入的理解，同时强调人工智能与人文、艺术、社科、伦理等学科的交叉融合。并针对各行业方向开设具有专业特点的选修课程，为医疗、医药、金融、证券、工业制造等行业培养优秀的人工智能通用人才^[14]。清华大学在人工智能实践教学方面开展了多项工作。作为一个完整的创新创业辅修专业体系，课程以创新产品开发为核心，拓展学生的创新力和领导力，培养学生的创业意识、创新精神和创造能力，培养方案包含共同课组、核心实践模块、选修课组三部分，其中，“核心实践模块”是人工智能创新创业辅修专业的核心及特色培养环节。在该模块中，学生将在智能硬件、机器人、智能交通、智慧医疗、智慧城市五个领域中选择一个领域，并开展人工智能创新实践^[15]。国内其他院校也相继开设了跨专业的人工智能课程教学，目的是使非计算机专业的学生了解人工智能的基本技术，并将在今后的工作中有所应用，取得了一定的教学成果^[16]。

综合对比国外高校人工智能人才培养的现状可以发现，我国若干高校已经初步建立了较为完备的人工智能本科专业体系，但是综合来看，我们在充分贯彻人工智能跨专业的特点方面还有较多工作亟待开展。以本文

中主要关注的能源动力领域为例，各高校本科培养方案中均未能充分创造以人工智能为核心的跨学科交流平台。国外学者对跨学科的理论研究和实践探索开展的较早，以美国顶尖高校为代表的人工智能人才培养单位树立了具有前瞻性的教育理念，通过学科交叉构建新的教育教学平台，以适应新时期的人才培养需求，对人工智能跨学科表现的考察已从其与邻近学科的关系扩展到与更广范围的学科领域（如人文社会学科）的关系，并希望以崭新的教育理念指导教育实践。国内学者也普遍关注人工智能的跨学科特征，但在实际研究过程中尚缺乏对跨学科研究与跨学科教育之间关系的研究，跨学科教育实践也相对滞后，基本限定在本科生通识教育的层面^[17]。目前，即使对计算机专业学生，相关智能内容的讲授也不超过8学分，严重阻碍了社会对智能人才培养的素质要求^[18]。

在能源动力类人才培养中引入人工智能核心课程还需要教师队伍的不断完善。一方面，专业的形成与发展是建立在学科相对稳定的知识体系之上。科学研究是推动学科和专业同步建设的桥梁和纽带，这就需要学科团队在相关的交叉学科领域具有较深的研究底蕴。另一方面，专业建设还需要高校层面的统筹和协调，实现相关工科院系的融合和协调，消除专业建设理念的差异、专业建设目标定位的不同和学科专业之间的隔阂等。

四、哈工大（深圳）能源动力类本科培养探索与实践

哈工大（深圳）能源动力类本科培养方

案自2020年起开始实施，并在实施伊始就有针对性地对传统能源动力类课程设置进行了大胆革新，突出人工智能在本领域未来发展中的引领作用。通过专业课设置大学分、大融合课程的方式，传统的能源动力类核心课程及实习实训课程得以保留。在此基础上设置了人工智能基础课程《大数据、机器学习

与人工智能》，并大幅增加了与能源动力领域相关的交叉学科课程，如《气动系统的人工智能控制》、《大数据与流体力学》、《先进控制系统》、《绿色运载工具》、《仿生运载工具》等，整体课程体系如图1所示。

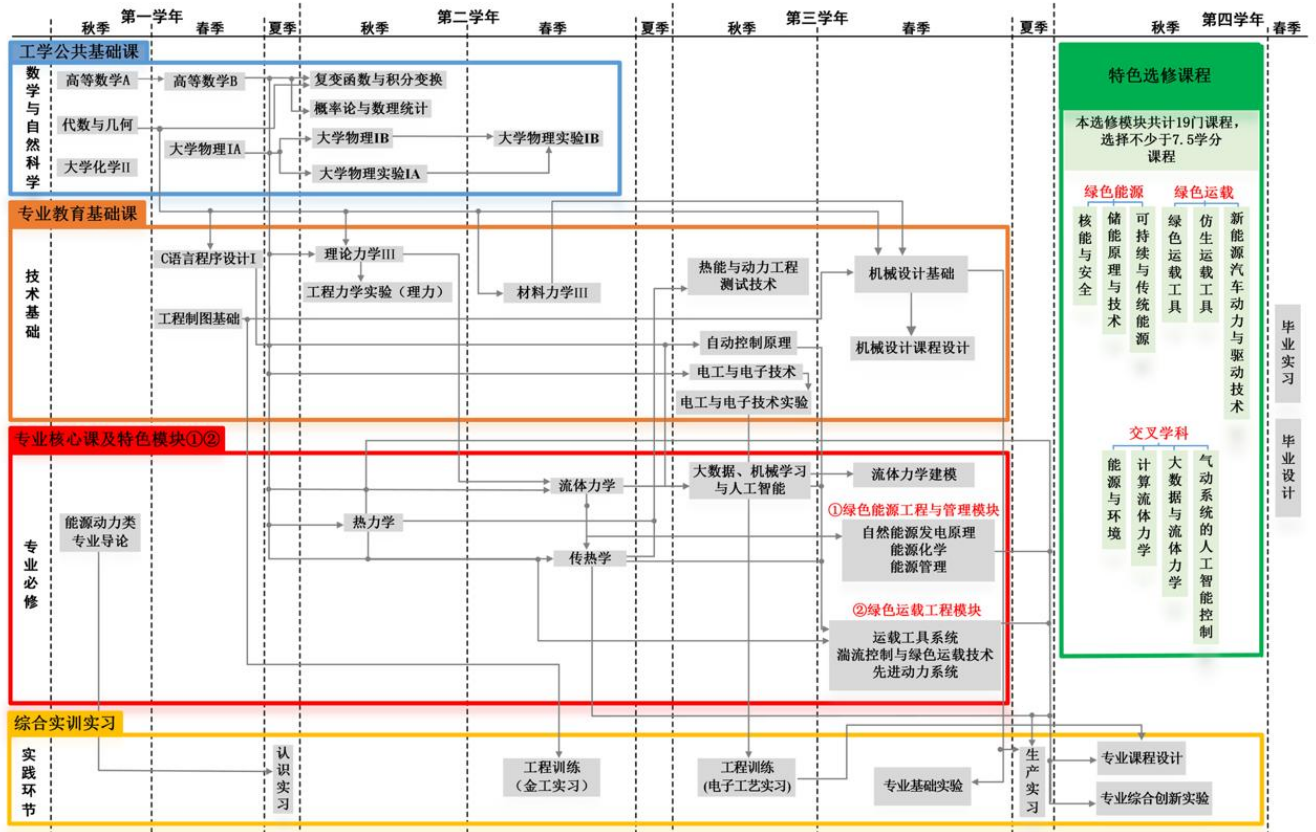


图1 哈工大（深圳）能源动力类本科总体课程设置

气动系统的人工智能控制课程从介绍传统控制方法出发，如线性控制等，进而扩展到传统控制方法无法解决的非线性高阶系统，重点对功能强大的基于人工智能的现代非线性控制方法进行较为全面的介绍。课程中由易到难对研究实例进行探讨，如从低阶非线性动力学系统到前沿湍流实验数据分析，力求使学生具备将所学流体力学、控制理论及人工智能等知识应用到实际工程问题的能力。

大数据与流体力学课程从工程应用角度介绍大数据流体力学中的机器学习方法。流体力学为数据驱动型分析、动力学建模、全状态估计、控制及闭包等方法提供了理想的试验平台。课程对流体力学机器学习中的各种重要方法进行介绍，其中包括可视化方法（如逼近映射、特征等）、线性子空间的数据压缩（如POD及DMD等）或流形（如局部线性嵌入，自编码等）。各种机器学习及映射

方法均在课程中得到体现,包括纯数据驱动K-最近邻回归,处理大数据的深度神经网络及处理数据稀疏问题的高斯过程等。这些方法可用于解决流体力学中的重要问题,如气动优化、降阶模拟及湍流闭包等。

在大幅调整课程设置的基础上,学科在师资团队的组建上也引入了多项举措。利用学科的后发优势,进一步完善了师资团队的交叉学科背景,并确保了团队在人工智能与能源动力交叉学科研究领域的科研经验。

五、结语

本文通过对我国高校能源动力类本科培养现状的分析和总结,指出了本专业在节能减排和产业转型升级的大背景下传统人才培养平台所面临的巨大挑战,并提出了将大数据、机器学习等人工智能技术引入本专业人才培养的思路。人工智能技术具有鲜明的跨学科特征,可在众多领域及行业中得到应用,

并产生重大影响。能源动力类专业也存在着针对大量数据的分析及处理等难题,而将人工智能方法引入本学科确实存在着较高的可行性和必要性,这在若干前沿科研工作中已经得到了验证。通过对比国内外高校在开展人工智能相关课程及人才培养工作的措施发现,国内高校在充分贯彻人工智能跨专业交流方面还有若干工作尚未开展,如以本文主要关注的能源动力类为例,各高校本科培养方案中均未能充分创造以人工智能为核心的跨学科交流平台。哈工大(深圳)能源动力类本科培养方案自2020年实施以来在以上方面进行了大胆探索和尝试,主要体现在大幅增加交叉学科课程比例及相关师资队伍的建设,目前学生反馈良好,但鉴于本专业本科培养开展时间有限,仍需在培养方案的实际实施过程中不断进行完善和优化。

参考文献:

[1] 邓帅, 安青松, 赵军, 谢辉, 汪健生. 能源与动力工程专业教学模式的探索与实践[J]. 大学教育, 2017.
[2] 卢绪祥, 鄢晓忠. 课程群发展及对能源动力类专业课程建设的启示[J]. 专业课程建设, 2014.
[3] 王静静, 冯妍卉, 夏德宏, 尹少武. 能源动力类专业大系统观人才培养模式[J]. 中国冶金教育, 2020.
[4] 吴爱华, 侯永峰, 杨秋波, 郝杰. 加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017.
[5] Russell S. J. & Norvig P. (2016) Artificial intelligence: A modern approach (3rd ed.), New Jersey: Pearson Education, Inc.
[6] 姚艳玲, 开滨. 近五十年国际上人工智能领域跨学科演变研究[J]. 计算机工程与应用, 2017.
[7] 曹嘉君, 王曰芬, 陈盛之, 邹本涛. 多学科交叉综合的研究领域内学科间分布状态与演化[J]. 研究情报学报, 2020.

[8] 施红, 徐文冰, 王敏俊, 蔡玉飞, 夏燕琴. 人工智能视域下暖通空调专业研究生培养模式研究与实践探索[J]. 计算机产品与流通, 2020.
[9] Yu Z., Fan D., Zhang B. F., Li R. & Noack B. R. (2020) Artificial intelligence control of a turbulent jet, Journal of Fluid Mechanics, 897.
[10] 林健, 郑丽娜. 美国人工智能专业发展分析及对新兴工科专业建设的启示[J]. 高等工程教育研究, 2020.
[11] 国务院. 关于印发新一代人工智能发展规划的通知 [EB/OL] http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
[12] 李锋亮, 庞雅然. 世界一流大学如何建设人工智能学科, 《光明日报》, 2022年02月10日, 14版.
[13] 陶泓杉, 郗海霞. 高校人工智能本科专业需要怎样的课程体系[J]. 重庆高教研究, 2021.
[14] 黄河燕. 新工科背景下人工智能专业人才培养的认识与思考[J]. 中国大学教学, 2019.

[15]王旭,周晋,李双寿.人工智能实践教学的创新探索[J].教育教学论坛,2021.

[16]赵曼,何千舟.跨学科《人工智能》课程教学探讨[J].中国地质大学学报(社会科学版),2013.

[17]王雪,何海燕,栗苹,张磊.人工智能人才培养研究:回顾、比较与展望[J].高等工程教育研究,2020.

[18]李德毅,马楠.智能时代新工科——人工智能推动教育改革的实践[J].高等工程教育研究,2017.

The Attempt of Introducing Artificial Intelligence Courses in Undergraduate Education of Energy and Power Categories

Zheng Zhanying, Tang Shunlin, Wang Xinyi

Harbin Institute of Technology Shenzhen Campus School of Robotics and Advanced Manufacturing Guangdong Shenzhen 518000

Abstract: As China becomes the world's largest energy producer, consumer, and carbon emitter, the challenges in energy conservation and emission reduction are becoming increasingly urgent. This places higher demands on the cultivation of talents in energy and power engineering. Introducing artificial intelligence (AI) theory into discipline training has emerged as a promising approach to address these challenges. Based on a comparison of talent cultivation practices in AI-related fields at domestic and international universities, this paper proposes improvement strategies for energy and power engineering education in China and explores the related efforts at Harbin Institute of Technology, Shenzhen. The study aims to provide useful insights into interdisciplinary integration and engineering education reform.

Keywords: new engineering; nurturing strategies; energy conservation and emission reduction; Big data