

中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

第 7 期

2024 年 07 月

第45卷 总第250期

主办：中国自动化学会

<http://www.caa.org.cn>

E-mail: caa@ia.ac.cn

京内资准字2020-L0052号



第二十六届中国科协年会

The 26th Annual Meeting of the China Association for Science and Technology

通用大模型未来演进路线

——数据、算力、算法论坛



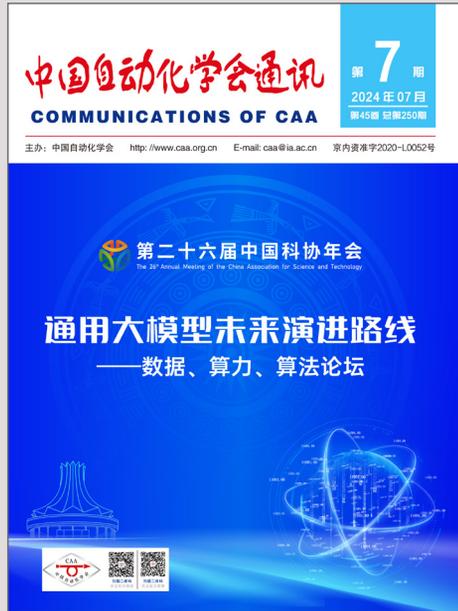
扫描二维码
关注官方微信



扫描二维码
关注官方微博



中国自动化学会通讯
Communications of CAA



主管单位 中国科学技术协会
主办单位 中国自动化学会
编辑出版 中国自动化学会办公室



关注官方微信



关注官方微博

主 编 | 郑南宁 CAA 理事长、中国工程院院士、
西安交通大学教授

副 主 编 | 王飞跃 CAA 监事长、中国科学院自动化
研究所研究员

杨孟飞 CAA 副理事长、中国科学院院士、
中国空间技术研究院研究员

陈俊龙 CAA 副理事长、欧洲科学院院士、
华南理工大学教授

编 委 | (按姓氏笔画排列)

丁进良 王 飞 王占山 王兆魁 王庆林
王 坛 邓 方 石红芳 付 俊 吕金虎
乔 非 尹 峰 刘成林 孙长生 孙长银
孙彦广 孙富春 阳春华 李乐飞 辛景民
张 楠 张 俊 陈积明 易建强 周 杰
赵千川 赵延龙 胡昌华 钟麦英 侯增广
姜 斌 祝 峰 高会军 黄 华 董海荣
韩建达 谢海江 解永春 戴琼海

刊名题字 | 宋 健

地 址 | 北京市海淀区中关村东路 95 号

邮 编 | 100190

电 话 | (010) 8254 4542

传 真 | (010) 6252 2248

E-mail: caa@ia.ac.cn

http://www.caa.org.cn

印刷日期 | 2024 年 7 月 31 日

发行对象 | 中国自动化学会会员及自动化领域科技工作者

本刊声明

◆ 为支持学术争鸣, 本刊会登载学术观点彼此相左的不同文章。来稿是否采用并不反映本刊在学术分歧或争论中的立场。每篇文章只反映作者自身的观点, 与本刊无涉。

主编的话



郑南军

随着人工智能技术的快速发展，通用大模型作为其中的重要分支，已经在自然语言处理、计算机视觉、智能推荐等多个领域展现出了巨大的潜力和应用价值。我国政府高度重视通用大模型技术的发展，将其视为建设创新型国家和世界科技强国的重要抓手。

为了进一步推动通用大模型技术的发展和應用，2024年7月2日，由中国科协、广西壮族自治区人民政府主办，中国自动化学会承办的第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在广西南宁召开。论坛围绕通用大模型的未来演进路线、数据建设、算力体系等问题进行深入研究，旨在探索下一代大模型的发展路径和重点突破方向，构建下一代科学智能研究的新范式，并为相关领域的专家学者和从业人员提供一个交流合作的平台，促进学术界和产业界的深度融合。

本期专刊聚焦“通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛”，为大家分享了广西科协兼职副主席、广西教育厅党组成员/副厅长伍锦昌和中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长、上海交通大学教授李少远的论坛开幕式致辞。重点介绍了欧洲科学院院士、中国自动化学会副理事长、华南理工大学教授陈俊龙的“千方百智：新型人工智能技术助力产业创新发展”，中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长、上海交通大学教授李少远的“工业大数据的知识表达和利用”，中国科学技术大学教授陈小平的“大模型的科学解释和逻辑增强”，中国自动化学会副秘书长、武汉大学教授张俊的“生成式人工智能大模型及其电力系统数智化应用前沿”和职业科学实验室（CSL）主任祝恒书的“大模型时代的职业与技能”五篇专题文章。

在此向贡献稿件的各位专家学者和从业人员表示衷心的感谢，希望本刊专题能为读者带来有价值的信息和启发。通用大模型作为人工智能领域的重要研究方向，其发展将对人类社会产生深远的影响，我们也期待着更多专家学者和从业人员能够加入到这个领域中来，共同推动通用大模型技术的进步和广泛应用。



专题 / Column

- 004 在第二十六届中国科协年会 通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上的致辞 (节选) / 伍锦昌
- 005 在第二十六届中国科协年会 通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上的致辞 (节选) / 李少远
- 006 千方百智：新型人工智能技术助力产业创新发展 / 陈俊龙
- 011 工业大数据的知识表达和利用 / 李少远
- 017 大模型的科学解释和逻辑增强 / 陈小平
- 023 生成式人工智能大模型及其电力系统数智化应用前沿 / 张俊
- 026 大模型时代的职业与技能 / 祝恒书

观点 / Viewpoint

- 029 张钹院士：人工智能发展的回顾与展望
- 035 丁汉院士等：探索人形机器人的奥秘
- 038 郭雷院士：向动物取经，练好“软功”和“硬功”

学会动态 / Activities

- 040 第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在南宁成功召开
- 045 智能健康与生物信息学术报告会在河北保定召开
- 046 2024年第二期CAA“企·话”沙龙在广西成功召开
- 050 中国自动化学会组织召开北京理工大学科技成果鉴定会





- 051 中国自动化学会组织召开中国科学院自动化研究所科技成果鉴定会
- 052 中国自动化学会组织召开清华大学科技成果鉴定会
- 053 中国自动化学会组织召开大连理工大学科技成果鉴定会
- 054 中国自动化学会智能自动化专业委员会成立30周年庆祝活动隆重召开

学生分会 / Student Branch

- 055 中国自动化学会同济大学学生分会成立大会暨自主智能系统前沿发展研讨会成功召开

党建强会 / Party Building

- 057 习近平在和平共处五项原则发表70周年纪念大会上的讲话（全文）

- 061 学党史 知敬畏 守底线——中国自动化学会办事机构党支部开展所党委委员讲专题党课活动
- 062 强化纪律观念 严守纪律底线——中国自动化学会办事机构党支部开展支部书记讲党纪教育专题党课活动

形势通报 / Voice

- 063 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定
- 079 工信部等四部门联合印发《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南（2024版）》



在第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上的致辞（节选）

文 / 广西科协兼职副主席，广西教育厅党组成员、副厅长 伍锦昌



科技创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑。当前，我们正处于新一轮科技革命和产业变革的关键时期，科技创新的重要性更加凸显。在人工智能领域，通用大模型作为前沿技术，其发展正备受关注。通用大模型的演进路线涉及数据、算力和算法三个关键要

素，对人工智能的发展和应用具有重要影响。相信本次论坛的举办，将为通用大模型领域的研究者、开发者和应用者提供一个很好的交流合作平台，为促进学术界和产业界的深度融合，推动人工智能技术的进步和发展发挥积极的作用。

广西作为西部地区的重要省

份，拥有丰富的数据资源和应用场景。近年来，广西积极融入国家创新体系，加快建设创新型广西，注重培养和引进人工智能领域的人才，为发展通用大模型，推动人工智能技术的发展和应用提供了良好的基础。

广西科协作为广西科学技术工作者的群众组织，其中一项重要工作就是团结凝聚各领域专家和人才，服务经济社会发展，为科技创新助力。在当前全球科技竞争日益激烈的背景下，我们将在自治区委区政府的领导下，团结引领广大科技工作者深入实施创新驱动发展战略，积极投身科技创新实践，为促进科技经济融合提供有力支撑。我们热切希望有更多的院士、专家能够深入地关注广西、了解广西，把更多的成果引荐到广西、落地在广西，为助力广西的高质量发展贡献智慧和力量！

在第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上的致辞（节选）

文 / 中国自动化学会副理事长 李少远



人工智能产业是新一代信息技术产业的创新前沿，是推动未来产业发展的核心动能，是打造新质生产力的关键。在云计算、大数据、深度学习等关键技术的持续创新与深度作用下，人工智能迎来了前所未有的发展机遇，步入了以大模型为代表的通用人工智能发展阶段。核心技术的日益成熟、应用场景的不断拓宽，使得我国人工智能产业持续增强，

在全球范围内扮演更加重要的角色，为推动全球科技进步和经济发展作出了重要的贡献。

大模型的成功依赖于海量高质量数据、强大的算力和先进的算法三方面共同支撑，他们将推动了人工智能产业不断向纵深发展。但与此同时，通用大模型的未来发展也面临了诸多挑战。如算力需求大和成本投入高，提高了行业的进入门槛；人工智能带

来的伦理与安全问题频发，对行业监管的“度”提出了挑战等等。

那么，未来通用大模型的发展路径是什么？如何构建高效自主的算力体系？如何利用大模型等先进 AI 技术构建下一代科学智能研究的新范式？

聚焦这些问题与挑战，中国自动化学会承办了今年中国科协年会的专题论坛，并将论坛主题确定为“通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法”，希望以此次论坛为平台与载体，组织领域专家学者作特邀报告，聚焦通用人工智能，探索赋能新型工业化和科学研究新范式，构建开放、创新、活跃的通用人工智能发展生态。

相信本次论坛一定会为各位专家学者带来关于通用人工智能领域新的探讨与思考，激发出更多创新潜能，为推动我国通用人工智能产业的创新发展贡献智慧和力量。○

千方百智：新型人工智能技术助力产业创新发展

文 / 华南理工大学 陈俊龙

导读：2024年7月2日，由中国科学技术协会、广西壮族自治区人民政府主办，中国自动化学会承办的第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在广西南宁召开。会议特别邀请欧洲科学院院士、中国自动化学会副理事长、华南理工大学教授陈俊龙，作主题为“新型人工智能技术助力产业创新发展”的报告，报告聚焦新型人工智能技术前沿，探讨了人工智能算力的发展趋势，数据、算法的并行、分布特性和重要性，以及最近兴起的生成式人工智能的应用和平台，强调了数据、算力和算法对人工智能发展的重要性，并提出这些要素的持续进步将推动人工智能技术在各个领域的广泛应用，催生新技术、新产业、新业态和支撑经济高质量发展。

生成式人工智能（Generative AI）的概念自2014年生成对抗网络（GAN）提出以来，逐渐得到了广泛关注和发展。与传统的决策

型人工智能模型不同，决策型模型通过数据的条件概率分布来进行分类决策，而生成式模型则基于数据的联合概率分布进行创作，两者对

比如图1所示。这一创新不仅仅限于数据的决策，还包括数据的生成，从而兼具判别与生成的功能，开启了生成式人工智能的新纪元。

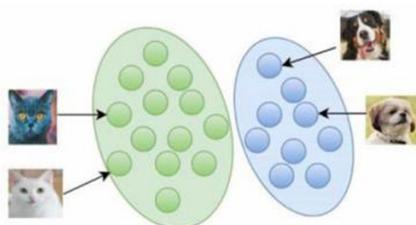
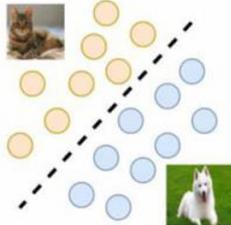
类型	决策式 AI	生成式 AI
技术路径	<p>已知数据分别求解输出类别标签，区分不同类型数据，例如将图像区分为猫和狗</p> 	<p>分析归纳已有数据后创作新的内容，例如生成逼真的猫或狗的图像</p> 
成熟程度	技术成熟，应用广泛，辅助提高非创造性工作效率	2014年开始快速发展，近期发展速度呈指数级爆发，部分领域应用落地
应用方向	推荐系统、风控系统、决策智能体等	内容创作、科研、人机交互以及多个工业领域
应用产品	人脸识别、精准广告推送、金融用户评级、智能辅助驾驶等	文案写作、文字转图片、视频智能配音、智能海报生成、视频智能特效、代码生成、语音人机交互、智能医疗诊断等

图1 决策式 AI 与生成式 AI

一、生成式人工智能的起源与发展

自 2022 年 12 月 ChatGPT 的推出，生成式人工智能进入了爆发式增长期。生成式 AI 在智能驾驶、电商应用、人脸识别、情感智能、文本分类等领域展现出强大的替代潜力。这些是得力于 2014 生成对抗网络的诞生，在生成对抗网络的研究中，不同组合的 GAN 模型与扩散模型相结合，取得了诸多成果。例如，通过对一百个人脸进行组合，可以生成出全新且不存在于现实中的人脸图像，这一技术在六七年前就已存在并广泛应用于图像生成领域。

生成式人工智能在文本与图像生成方面取得了显著进展。除了传统的文本生成文本模型，还出现了文本生成图像的模式，如

ChatGPT 和文心一言等。此外，文本生成视频技术的发展也日新月异，未来可能会实现更复杂的任务和动作生成。通过描述场景生成视频，这种技术在设计、电玩场景创建等领域展现出广阔的应用前景。

生成对抗网络自 2014 年问世以来，在图像处理领域得到了广泛应用。利用生成式模型，可以实现图像的超分辨率、去噪、遮挡补全和风格迁移等功能。例如，将普通图像转换为油画风格，或者实现不同季节的图像转换，如图 2 所示。这些应用大大推动了生成对抗网络在图像处理中的发展，尽管视频生成的研究直到 2023 年才逐渐受到关注。

随着生成式人工智能的发展，隐私保护和伦理问题变得尤为重要。例如，短片中显示诈骗集团

利用生成式 AI 技术进行面部替换和声音生成。如何应对这些挑战成为我们需要关注的方向。

二、生成式人工智能在各领域的应用与挑战

ChatGPT 的诞生标志着生成式人工智能的又一里程碑。ChatGPT 的发展经历了从 2018 年 GPT 模型的演进，到 2022 年加入 Chat 功能，引发了生成式人工智能产品的爆发，其发展历程如图 3 所示。ChatGPT 拥有 1700 多亿参数，基于 45TB 的公共数据，能够生成高质量的模型。国内企业也纷纷布局生成式人工智能，推出了诸如盘古大模型、紫东太初、文心一言、通义千问、星火等具有国际竞争力的模型。

生成式人工智能的出现也改变了市场生态模式。例如，传统

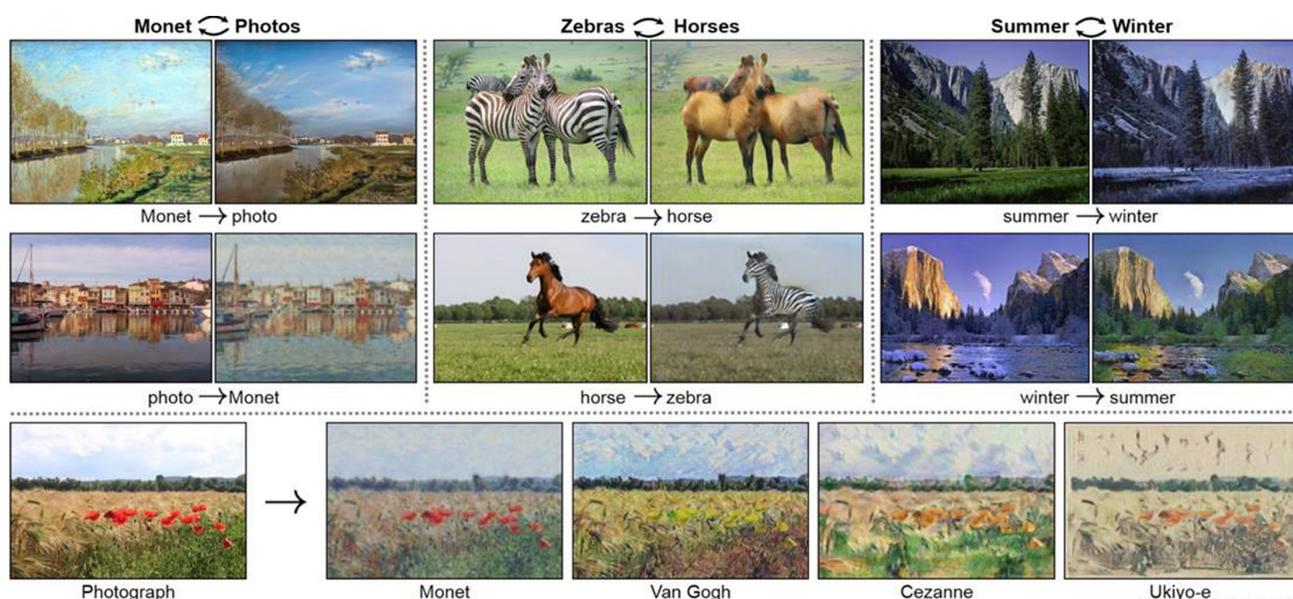


图 2 人工智能的创作本领

ChatGPT是一种基于GPT模型实现的，专注于对话生成的语言模型。

GPT (Generative Pre-training Transformer)是一系列大规模预训练语言模型，由OpenAI提出，经历了GPT-1、GPT-2、GPT3的升级演化。

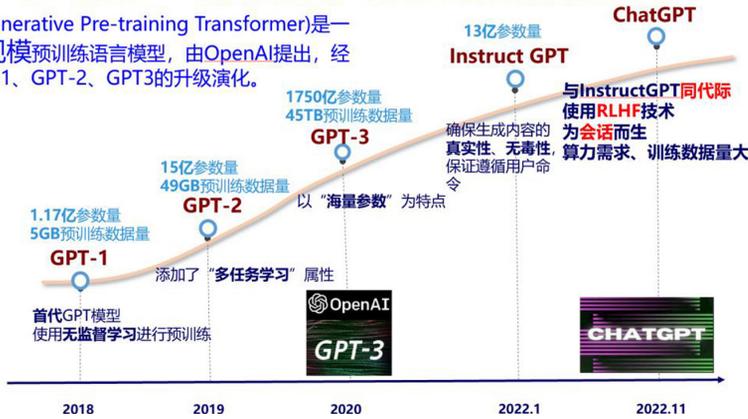


图3 ChatGPT 发展历史

科大讯飞和阿里还未完全开放 API 供开发者使用，但未来随着生成式人工智能技术的普及，相关企业将逐步开放 API，促进行业发展。生成式人工智能在设计、绘画、剧本编写、特效生成和灯光等创意领域具有广泛应用，极大地降低了制作成本，提高了工作效率。

生成式人工智能不仅可以将输入内容转化为小说、电影和艺术品，还能通过图像关联生成不同的叙述。这在国外已经得到了广泛应用，而在国内，国家发布的大模型数量也在快速增加，显示出强大的竞争力，如图4所示。

互联网公司如 Discord 拥有 650 名员工，年营收 1 亿美元，而生成式人工智能公司 Midjourney 仅有 11 名员工，却同样实现了 1

亿美元的年营收。这表明未来的小型精简公司将逐渐崭露头角，并在市场中占据重要地位。

在国内，尽管企业如百度、

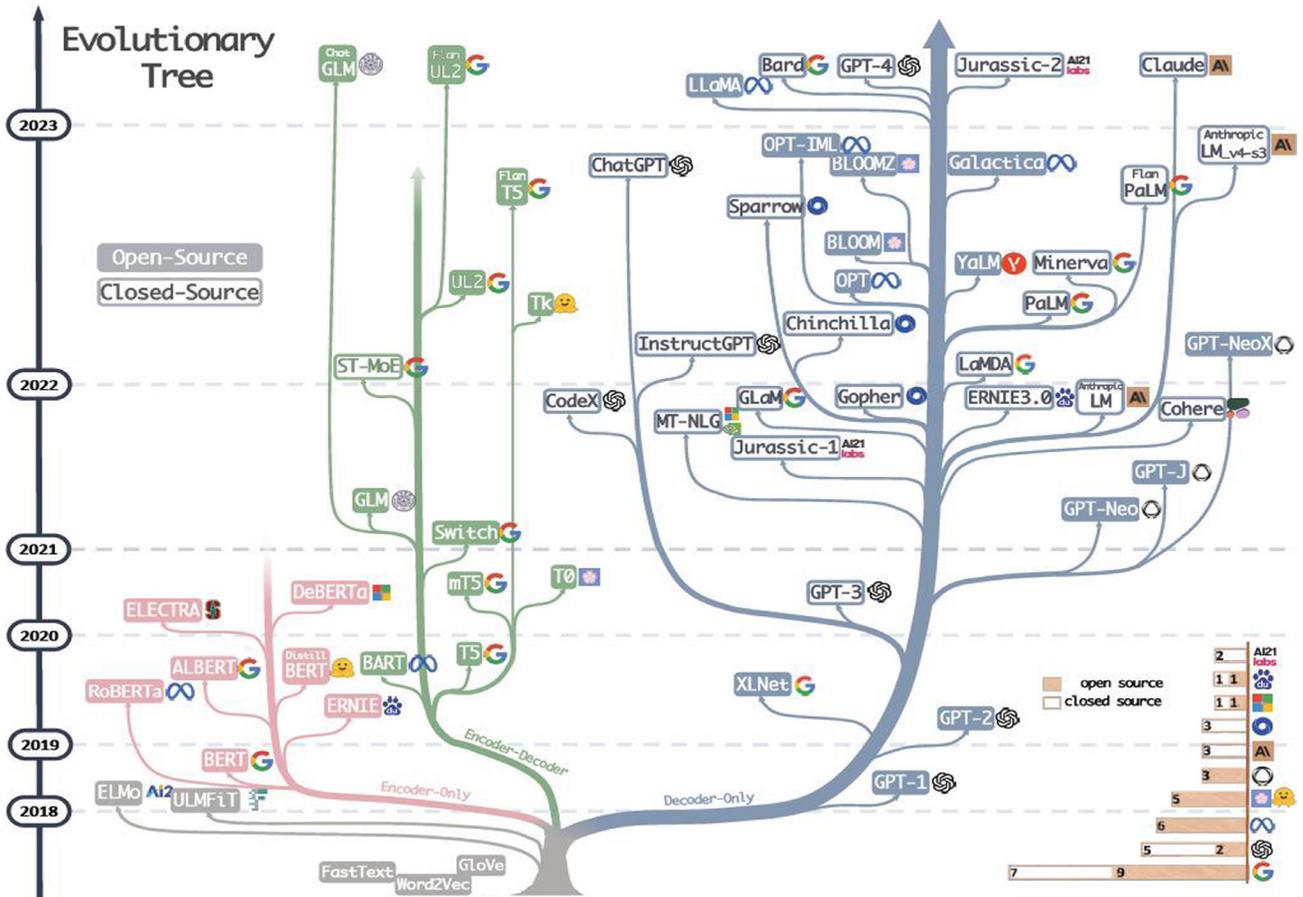


图4 大语言模型树

生成式人工智能不仅在设计和创作领域发挥重要作用，还在工程领域展现出巨大的潜力。行业内开始探讨将大模型分解为小模型，利用行业数据生成行业专用的小模型。这种垂域大模型的应用将极大地推动 AI for Engineering 的发展，实现更高效的工程设计和应用。

在人才方面，人工智能领域的人才需求量巨大，人才的投入和培养至关重要。计算平台、算力平台、数据和算法是推动人工智能发展的三大支柱，而人才则是其中最为重要的一环。

文生任务和文生行动是生成式人工智能的未来应用方向之一。例如，英伟达在发布会上展示了利用生成式人工智能训练的机器人模型，这些机器人能够通过观察人类动作进行学习。迪士尼乐园的人工智能研究院也在进行类似的研究，未来我们有望看到机器人与人类、机器人与机器人以及机器人与数字人之间的交互。

三、生成式人工智能的未来发展与挑战

生成式人工智能的发展使得文生视频技术逐渐成熟。通过文本生成视频，用户可以用简单的文字描述生成高质量的视频内容，如图 5 所示。例如，一个女士走在东京街道上的情景可以通过文



图 5 文字描述生成视频内容

本描述生成相应的视频。尽管目前生成式人工智能在时间和空间问题上还存在一些挑战，但随着技术的进步，这些问题将逐步得到解决。

生成式人工智能将在面向消费者的应用领域发挥重要作用，辅助人类进行各种任务。这涉及到自动化和智能化的发展方向，通用人工智能将逐步走向消费者，优化用户体验，实现更广泛的应用。

未来，计算机和手机市场将逐渐嵌入生成式人工智能功能。例如，PC 市场可能会加入 AIGC 功能，只需插入一张卡片即可支持大规模数据计算。手机市场同样将受益于生成式人工智能技术的发展，用户可以在手机上选择并应用通用大模型。这为国内手机厂商提供了巨大的商机，推动

智能手机向更高水平发展。

AI for Engineering 概念强调行业知识的重要性，如图 6 所示。头部企业的大模型将为中小型企业提供行业数据支持，生成行业专用的小模型，推动行业应用的发展。

除了算法、算力和数据，人才是推动人工智能发展的关键因素。人工智能领域的人才培养和投入至关重要，各级政府和企业应高度重视人才培养，以满足快速发展的人工智能产业需求。人才是发展的第一资源，人工智能对人才的要求程度较高，需要对技术、商业有着深刻的理解。

总结而言，生成式人工智能的发展已经对各个领域产生了深远影响。从设计、创作到工程应用，生成式人工智能正在改变我们的工作方式和生活方式。随着

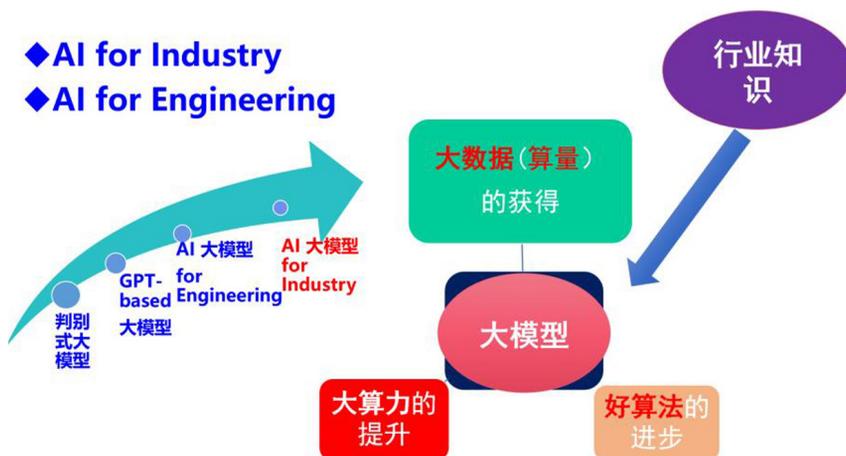


图6 AI for Industry and Engineering

技术的不断进步和应用的拓展，生成式人工智能将在未来发挥更加重要的作用。○

* 本文根据作者在第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上所作报告速记整理而成

作者简介



陈俊龙 (C. L. Philip Chen) 博士，国家特聘专家，华南理工大学计算机学院院长、讲座教授。陈教授是中国自动化学会副理事长、教育部健康智能与数字平行工程中心主任、广东省 AI 大模型与智能认知重点实验室主任、广东省人工智能产业协会联席会长。他是 IEEE Fellow、AAAS Fellow、IAPR Fellow、欧洲科学院院士 (Academia

Europaea)、欧洲科学与艺术院院士 (European Academy of Sciences and Arts)、俄罗斯工程院外籍院士 (FFM-RAE)、中国自动化学会 (CAA)、中国人工智能学会 (CAAI) 及香港工程师学会 (HKIE) Fellow。陈教授曾任 IEEE Trans. on Cybernetics (2020-2021)，及 IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics: Systems (2014-2019) 两个顶级 SCI 期刊总主编，曾任该学会国际总主席 (2012-2013)，也是国内期刊 CAAI Trans on AI,《中国科学》，和《自动化学报》的编委。2018 年陈教授获得了 IEEE 系统科学控制论的最高学术维纳奖 (Norbert Wiener Award)，获 2021 IEEE Joseph Wohl 终身成就奖，及我国吴文俊人工智能

杰出贡献奖。陈教授科研方向主要在智能系统与控制，计算智能，混合智能，数据科学方向，他是 2018-2023 连续 6 年 Clarivate Analytics 的全球高被引科学家 (2018 在计算机，2018-2022 年在工程及计算机双学科)。在斯坦福大学发布的全球前 2% 顶尖科学家榜单 (共 20 万名)，入选在“终身科学影响力排行榜 (1960-2021)”和“2021 年度科学影响力排行榜 (全球前 1900 名)”两个榜单，在“2022 年度科学影响力排行榜名列全球前 1123 名。在高排名学者™ (Highly Ranked Scholars™) 计算机类 (Computer Science) 近五年的影响力全国排名中名列第一，位列全球第 14 名。他曾获中国自动化学会自然科学奖及广东省科技进步奖一等奖。

工业大数据的知识表达和利用

文 / 青岛科技大学 / 上海交通大学 李少远

导读：2024年7月2日，由中国科学技术协会、广西壮族自治区人民政府主办，中国自动化学会承办的第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在广西南宁召开。会议特别邀请中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长、上海交通大学教授李少远，作了题为“工业大数据的知识表达和利用”的主旨报告。报告详细介绍了工业大数据、知识图谱与知识嵌入技术的深度融合与创新，指出了工业大数据、知识图谱与知识嵌入技术的协同发展将为工业4.0时代的企业构建起强大的认知基础设施，实现从数据到知识，再到智慧决策的无缝转化，开启一个高度自治、高效协同与可持续发展的智能制造新时代。

关于工业系统的应用，特别是流程工业，我国已在全球占据了重要地位。从现状来看，我国流程工业中的许多设备和软件并不落后，甚至在某些方面处于领先地位。然而，如何真正发挥这些设备和软件的效益，充分利用其优势，仍然存在诸多问题。一个主要问题是操作经验和人类知识的积累和利用。尽管我国购买了大量的先进过程控制（APC）软件，但许多工程师由于担心出错，往往不敢轻易调整和使用这些软件。这导致了软件的实际效益未能得到充分发挥。同时，某些厂家的运行情况非常良好，积累了丰富的经验。然而，这些宝贵的运行经验能否在行业内得到广泛分享，成为一个关键问题。

如何有效地利用和推广这些先进的经验，对于提升整个行业的运营水平至关重要。

因此，我们需要深入研究并解决这些问题，确保先进设备和软件的最佳利用，促进经验共享，从而实现我国流程工业的持续发展和优化。

一、工业系统的数据与模型

催化裂化流程是一个复杂的工业生产过程，涉及物料流、能量流及其他多种流体的混合。这一过程不仅在工艺上复杂，且运行过程中产生的数据非常丰富，尤其是在短周期内。这样的复杂性和数据量为人工智能提供了实际数据进行学习和训练的理想场景。

在工业系统中，存在着大量的软件和不同的系统，从上层的企业资源规划（ERP）到中层的制造执行系统（MES），再到底层的过程控制系统（PCS）和制造控制系统（MCS）等。每个层级和系统基于不同的机理进行分工，并拥有各自不同的软件和数据权限，以及操作经验等。要有效利用人工智能技术，必须打破这些系统之间的壁垒，整合不同来源的数据和经验。

例如，按照分钟级别采集数据，可以获得非常丰富的数据信息，如图1所示。这些数据不仅反映了整个系统的运行是否处于优化的平衡点上，还能揭示出能耗是否最低，产品产出是否最优。通过分析这些数据，能够提炼出

大量的操作经验，为优化生产流程提供重要的参考。

因此，催化裂化流程中的丰富数据和复杂性正是人工智能技术发挥作用的理想场景。通过人工智能的应用，可以更好地分析和优化这些数据，提升整个工业系统的运行效率和产出质量。

在流程工业领域，国内外的情况存在一些区别。虽然中国的流程工业在设备和软件上看起来都很先进，但在操作和运行过程中，尤其是在优化控制和人工智能技术的应用上，还远未得到充分的释放和利用。

如在炼油行业，国外与国内有所不同。我国的炼油原材料成分非常丰富且变化多样，有中东原油、国产原油，还有其他国家的原油，成分变化非常大。然而，设备是固定的，不能随时进行调整。因此，在这种情况下，优化控制和人工智能技术的作用显得尤为

重要。我国对优化控制和人工智能技术的需求更加迫切，但目前许多企业只追求安全生产，效率方面却大打折扣。提高流程工业的效率对于我国来说至关重要。

在流程工业的运行过程中，数据、操作经验和人类知识的积累非常丰富，但这些宝贵的信息并未得到充分利用。研究如何进行多信息融合，是解决这一问题的关键，即如何将数据、语音和图像等多种信息融合起来，这一概念在工业系统中显得尤为必要。

在这一背景下，如何将数据和知识融合起来，统一进行建模和优化，是流程工业领域亟需解决的问题。这不仅涉及知识的载体和融合，还包括自动化操作等各个方面的要求。通过将多元信息融合并进行优化控制，可以提升工业系统的整体效率和运行质量。这正是工业控制领域的研究重点和方向。

二、隐式知识的发现和利用

在工业系统中，隐性知识是指操作人员对设备及其运行机制的认知和经验，如图 2 所示。这些知识虽然表面上不显眼，但在实际运行中往往起到关键作用。例如，许多自动化领域的专家在设计控制器时，通常基于一个模型，而这个模型包含了许多在控制器运行过程中未被充分利用的知识，包括操作人员的经验。

首先，信息获取存在困难。相比过去，现在的信息获取手段有了显著改善。过去主要依赖传感器，而现在增加了图像、视频和语音等多种信息来源。然而，如何有效融合多元化的信息仍是一个技术难题。

其次，隐性知识的存储较为复杂。这些经验往往以简短的语言表达，如老工程师在紧急情况下的几句话。这些经验如何统一到系统控制器中并进行有效存储，是一个挑战。如何将操作人员的经验和知识系统化、标准化地存储起来，以便在系统控制中发挥作用，是我们需要解决的问题。

此外，知识和数据的共享也是一个重要课题。即使在同一个行业中，不同地点的相同装置由于加工原材料不同，操作数据和知识也会有所差异。如何实现数据和知识的共享是一个重要课题。虽然中国自动化学会和企业在对

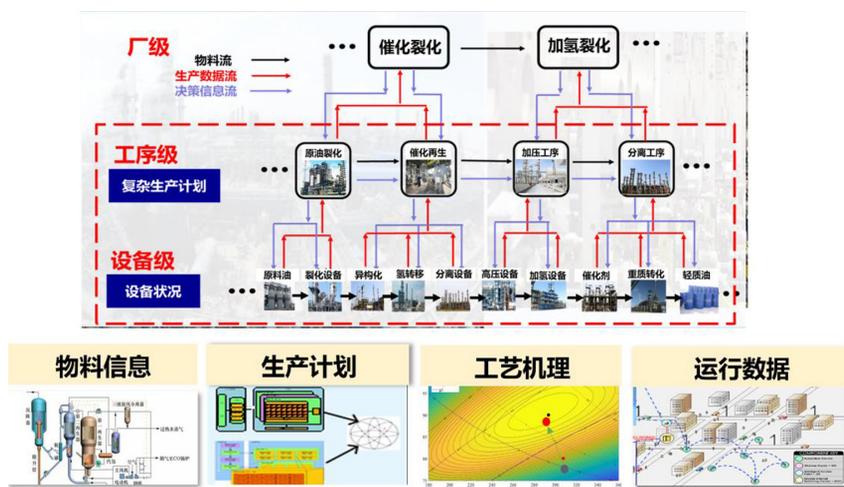


图 1 工业数据的来源多样



图2 隐式知识的发现和利用

话中探讨了数据共享的可能性，但实际操作中面临诸多挑战。一种可行的解决方案是通过标杆学习和数据利用，使数据资源在不同情况下都能被有效利用，而不是局限于数据所有权的问题。

最后，隐性知识和多元信息的利用仍然不足。目前，隐性知识、操作经验和多元信息的融合和利用仍然不足。这种利用不足是推动我们努力改进的重要动力。通过更好地结合这些信息，我们可以显著提升工业系统的整体效

率和控制水平。解决这些问题不仅需要技术上的突破，还需要政策和标准的支持，以实现数据和知识的有效获取、存储、共享和利用。这些方面的综合改进将大大增强工业系统的优化控制能力，提高生产效率和产品质量。

在工业系统中，如何将人的经验和知识，包括操作过程中的知识纳入系统是个较为重要的内容。主要包括三个方面：下层数据、人的经验和知识、机理模型。

所谓的知识图谱，是对传统

模型的进一步扩展。传统模型仅关注系统的输入输出，而知识图谱则包括系统内部的操作变量、状态变化和输出因素。通过这种方式，可以全面描述系统的状态及其变化因素。

我们要构建一个立体化、全方位的知识图谱，其中包括操作经验、控制变量和操作变量。首先，通过知识图谱了解系统发生了什么变化，并判断是否需要产生控制作用。这一概念是对传统模型控制优化技术路线的扩展，需要不断丰富和发展。

我们的工作之一是探讨如何通过迁移学习等先进人工智能技术，应用于工业系统，以提出新的方法，如图3所示。这包括机理建模、装置结构和子系统之间的拓扑关系等新表述的探索。通过分析多维数据，发现系统变化的主要特征，从而构建知识图谱。通过实际运行数据，可以看到系

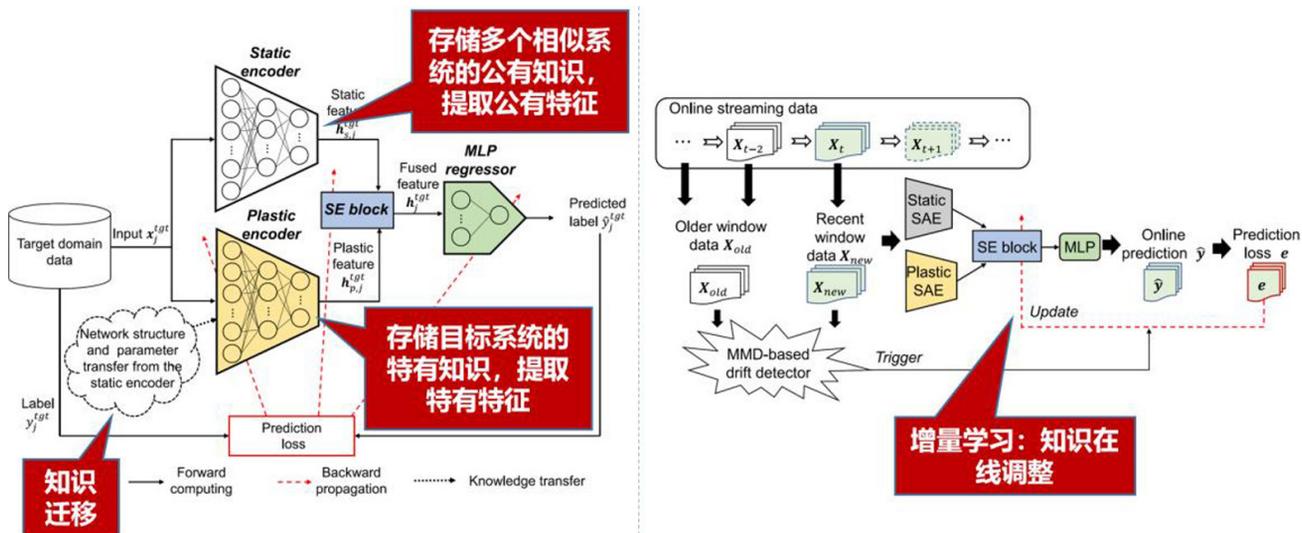


图3 相似系统知识辅助的迁移-增量学习建模

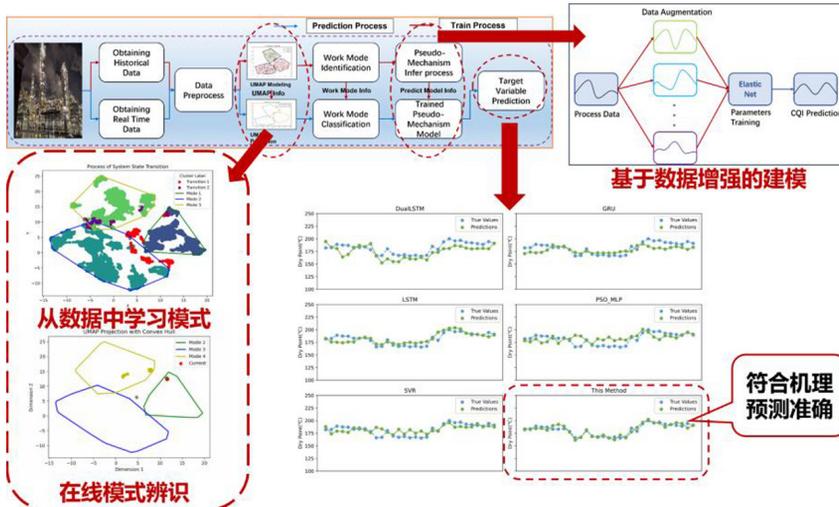


图4 从数据中发现模式，从模式中固化知识

统变化的输入因素，判断系统运行是否处于优化状态，是否存在安全隐患等。

有了实时运行数据、操作经验、运行经验和装置运行结构特征等多方面的信息，我们可以构建一个完整的知识图谱，如图4所示。然而，这并不是我们的最终目的。传统控制器使用模型进行推理，而模型的关键作用在于推理。

三、融合关系知识的数据驱动建模和优化

第二个方面的工作是如何从

知识图谱中进行进一步的演化和推理，以了解整个系统的状态是否满足要求。特别是对最终产品进行预测，判断其是否合格和最优。反过来，指导各个装置之间的操控，包括操控变量和操作条件的优化。这是对传统控制概念的进一步扩展，通过知识图谱实现更精准的控制和优化。

原有的控制系统主要作用于单个装置，例如调节温度至1200度，并在允许的误差范围内进行调整。然而，现在我们需要扩展这一概念，将其应用到整个生产

线。通过利用知识图谱建立内部各种关系之间的推理关系，进行全局的推理，使得生产线能够持续优化，不断运行。无论内部条件如何变化，生产线都能在环保、优化的状态下运行，并提高产品的生产指标。根据不同的要求，调节相应的变量。

从学术角度来看，流程工业中存在大量的关系和知识，需要不断地加以利用。如何有效利用这些关系和知识？我们采用了多种新的方法。例如，在工业系统中按照递阶结构进行实时控制，从底层控制到中间的DCS，再到上方的RPU，最后到ERP，打通各个层次的不同定位。对于我国而言，生产结构难以改变，在这种情况下，如何将数据和知识更好地融合起来？

在控制系统中，数据的输入和输出之间存在因果关系，这与一般通用大模型仅从大数据中发现规律和特征有所不同，如图5所示。从这个角度来看，我们建立了许多拓扑结构，探讨各个子

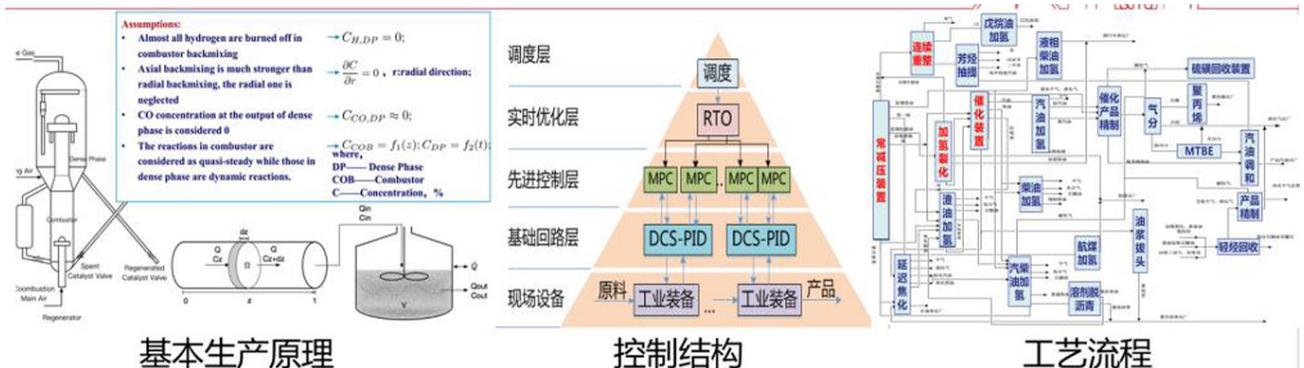


图5 工业生产过程

系统之间的相互关联和影响，实现全局系统的动态变化特征的捕捉和递进。

四、融合公式化机理知识的数据驱动建模和优化

我们采用了深度神经网络、图神经网络等先进技术和人工智能方法，从而进一步推动工业生产和应用场景的发展，如图6所示。这些技术帮助我们统一构建知识图谱和知识大模型，解决优化问题，确定每个装置的操作条件。通过实际案例，如炼油过程中的操作经验，根据生产运行的实际情况进行推理，最终实现整个系统的运行优化。

在具体实施过程中，我们主要使用图神经网络和机器学习等先进算法，如图7所示。整个系统结构从底层的PID控制、中间的

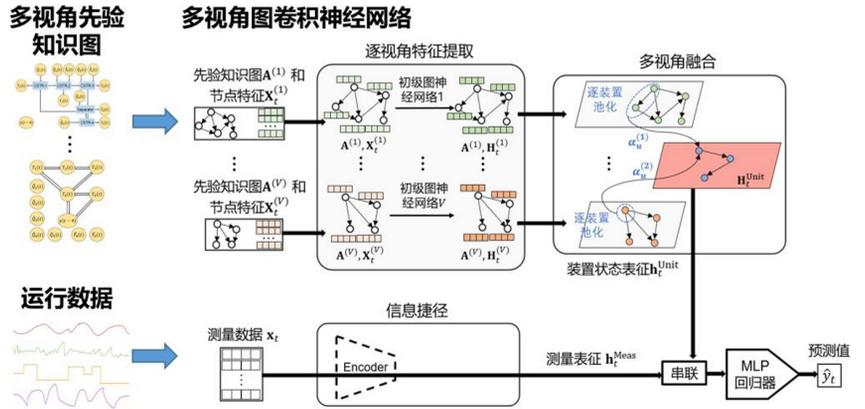


图6 融合多视角先验知识图的质量预测

MPC（模型预测控制）到上层的RTO（实时优化）和ERP（企业资源计划）都是逐层工作的。在这一过程中，我们嵌入了大量图神经网络的算法，最终以MPC计算控制为框架，包括模型、滚动优化算法和法规校正等多个关系都纳入到MPC的算法框架中进行实施。

实际运行时，数据不断产生，信息也在不断积累。我们需要根据实时数据来融合知识图谱。知

识图谱通常是离线事先制作的，人的操作经验事先插入到知识图谱中。但在实际运行中，我们需要利用实时数据进行系统实时的推理。实际装置总是存在许多约束条件，优化的主要瓶颈正是这些约束。如果没有约束，系统优化会变得相当容易。通过机器学习和人工智能的各种算法，可以将约束转化为非约束问题进行求解，最终利用实时数据和机理系统运行的知识进行融合，形成统一的算法，如图8所示。

流程工业非常复杂，包括冶金、电力等多个领域。这些领域有共性，即所谓的通用大模型。然而，结合具体行业又有具体的应用和设计。因此，我们需要进一步扩展技术策略，将新的技术统一纳入进来。流程工业和零散制造有时不能分开，例如炼油有时是一批一批的，其中涉及零散制造。建模和优化的矛盾与困难一直困扰着工业控制应用。现在，结合人工智能的许多技术和方法，

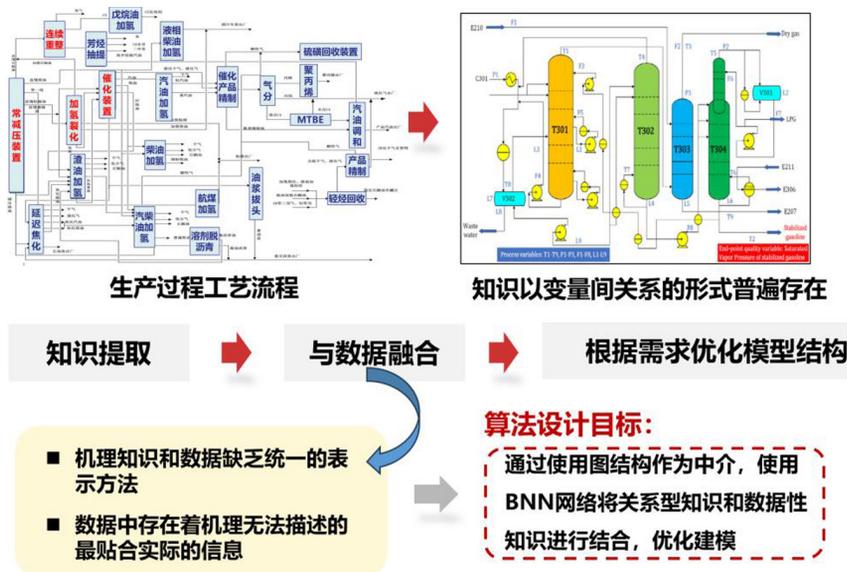


图7 以图结构为基础的知识融合建模

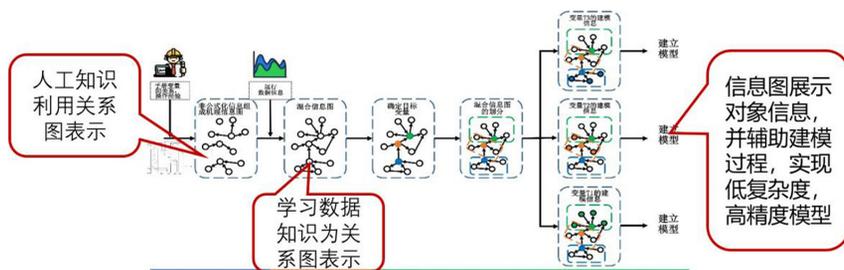


图8 基于 BNN 结构学习的知识融合的混合建模策略

特别是结合机理和知识，可以有效解决这些问题。

五、总结与展望

工业数据讲求对应性，即输入和输出之间的因果关系，这是有效的。因此，在工业系统中应用深度学习和深度神经网络时，需要考虑系统的横向关系。如果不加这个横向关系，学习出来的数据可能会偏离工作点，对工业

系统无用。工业系统中的人工智能应用有许多特殊性和具体技术问题需要研究。通过数据到信息、信息到知识的转化，最终形成有用的知识是关键。技术只能反映当前这一时刻的系统内部关系。如何全方位了解并开好一条生产线，需要建立整体的知识图谱，并利用不同来源进一步形成实时控制作用。

在工业系统中应用人工智能

的技术涉及多方面问题。进一步利用好人工智能的各种新方法非常重要。例如，MPC（模型预测控制）在工业系统应用时有许多问题需要解决。虽然深度神经网络的规模较小，无法与通用大模型相比，但其概念和技术路线确实能够推动传统工业控制技术的发展。我们还需将人机协同、人类知识和操作经验很好地结合起来。这些新方法和技术的应用将对工业人工智能和人工智能技术提出新的挑战，并进一步推动其发展。○

* 本文根据作者在第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上所作报告速记整理而成

作者简介



李少远，上海交通大学讲席教授，青岛科技大学副校长。1987年毕业于河北工学院（现河

北工业大学）自动控制系，1992年在该系获得硕士学位，1997年南开大学计算机与系统科学系获得博士学位，2000年上海交通大学控制科学与工程博士后流动站出站后留校，研究方向为网络化分布式系统的自适应预测控制、满意优化控制和生产全过程系统的优化控制，在国内外学术杂志上发表学术论文300余篇，承担了包括国家自然科学基金重大项目、国家973计划课题、国家863计划项目在内的国家级科研项目20余项，由

科学出版社出版学术专著3部，主要成果获得2006年上海市自然科学一等奖（第一完成人），2010年获得首届杨嘉墀科技奖二等奖，2016年中国自动化学会自然科学一等奖（第一完成人），2017年国家自然科学二等奖（第二完成人），2017年上海市教学成果特等奖（第一完成人），2018年国家教学成果一等奖（第一完成人）。2008年获得国家杰出青年基金资助，入选“万人计划”国家级教学名师贺国家百千万人才计划。

大模型的科学解释和逻辑增强

文 / 中国科学技术大学 陈小平

导读：2024年7月2日，由中国科学技术协会、广西壮族自治区人民政府主办，中国自动化学会承办的第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在广西南宁召开。会议特别邀请中国科学技术大学陈小平教授作题为“大模型的科学解释和逻辑增强”的主旨报告。报告阐释了现阶段大模型研究和应用面临的挑战和机遇。首先从科学研究的观点，重新梳理人工智能的基本概念和基本原理；然后分析大模型的工作原理，尝试对大模型的奇异表现作出科学解释，进而阐明大模型的主要特性、局限和逻辑增强的必要性，并对大模型的模仿能力、反思能力和小数据训练的可能性等深层科学问题加以阐释；最后讨论垂直领域大模型当前研究的重点课题，以及我国人工智能发展面临的机遇和挑战。为了应对这些挑战并确保人工智能的可持续发展，需要加强跨学科合作，制定适当的政策和法规，并促进公众对人工智能的理解和参与。

人工智能取得了很大的进展，但在科研和应用中还面临着诸多挑战与风险。尤其值得注意的是，普遍认为，目前还不太了解大模型是如何工作的，那应该如何推进应用并控制风险？所以，有必要探讨大模型的科学解释，加深人工智能的基本概念和深层科学问题的理解。针对我国国情和大模型在垂直领域的应用，围绕逻辑增强讨论相关的研究课题。

一、什么是人工智能

什么是人工智能？最常见的回答是根据“人工”和“智能”这两个词的常识性理解，来定义或理解人工智能是什么。人工智

能的创始人是图灵，1950年他发表了一篇文章，这是人工智能历史上第二重要的文献。在文章的第一自然段，图灵就否定了上述流行定义方式。为什么呢？我补充一个解释。科学或技术的任何一个学科都不是用常识性理解来定义的。例如，牛顿力学是用四条基本原理来定义的，从四条基本原理出发，经过逻辑和数学的推理，可以推出大量定理，比如第一宇宙速度、第二宇宙速度等等。这些定理表达了宏观物理世界的力学原理，比如人造地球卫星的力学原理是：任何航天飞行器的运行速度超过第一宇宙速度，不超过第二宇宙速度，就一定成

为地球卫星。如果用日常生活中的物理常识，能推出这些定理，得到这样的物理学原理吗？显然是不行的。同样，我们认识人工智能（包括大模型），也不能局限于常识性理解。

图灵的想法不一样，他的方式很特别。在1950年的文章中，他提出了一个假说，但没有用“假说”这个词。这个假说主张，可以用计算机模仿人的一些智能行为，包括推理、决策、学习、理解、创造，以及这些技能的集成。但他认为自然语言不能表达科学假说，也不能表达科学原理，所以他想了个变通的办法，提出了著名的“图灵测试”。图灵测

试是一个科学实验，如果机器通过了图灵测试，就说明图灵假说成立，通不过就是还不成立。这样就绕过了一个难题：一个学科在创立之初，没有科学语言描述它的假说，怎么办？图灵就用图灵测试来替代图灵假说。

可是，图灵测试并没有阐明图灵心目中机器智能的原理到底是什么？为此需要关注他1948年的一篇内部报告，这是人工智能历史上第一重要的文献，可惜没有公开发表，但现在可以看到。这篇报告中，图灵提出了一个关键思想：机器智能的工作原理与人的智能的工作原理可以相同，也可以不同。我把相同的叫做原理模拟，不同的叫做功能模仿。这个思想的要害在于：机器可以用与人不同的工作原理，模仿（imitate）人的智能的功能表现。这个思想就是图灵的机器智能观。

有人认为，人工智能应该从1956年麦卡锡提出Artificial Intelligence这个词开始，这个词意味着用人工方法让机器模拟（simulate）人的智能的工作原理，所以他们相信麦卡锡主张人工智能的拟人化观点。麦卡锡到底是什么意思呢？我们来看看他的个人主页，他用一系列问答来解读什么是Artificial Intelligence，其中第四个问题是：人工智能不就是模拟人的智能吗？麦卡锡的回答：“有时是，但并不总

是，甚至通常不是”。然后他解释了理由：一方面AI有时是模拟人的方法，另一方面AI中大多数工作是研究世界对智能提出的问题，而不是研究人和动物。AI研究者可以自由使用没有观察到人用过的方法，或者这些方法所涉及的计算比人能做的多得多。由此可见，麦卡锡是赞同图灵的机器智能观的，只是由于种种原因对他产生了误解。

现在我们发现，大模型做的计算就比人能做的多得多，所以才需要那么多数据和算力。虽然AI在技术上进展很大，但并没有超越七十年前奠基者和先驱们提出的基本原理。

二、大模型的科学解释

大模型存储在深层网络中，其中每一个深层网络通常有几十亿到几千亿个参数，一个参数就是0到1之间的一个数，一个深层网络的行为就是由这些参数决定的。那我们如何理解大模型？它会有什么行为？有什么风险？它的工作原理是什么？光看这些参数能看明白吗？这是很大的挑战。

大模型技术非常丰富，主要有三大块。第一块是预训练，训练出来的就是基础大模型。第二块叫细调，即细粒度的调整，也就是对大模型进行专门训练，让它的回答更符合人的需要。ChatGPT就是用了几个基础大模

型，根据人类反馈数据进行细调得到的。第三大块是激发，一个大模型的神经网络里都是一些参数，使用大模型就要把它里面隐含的东西激发出来。激发得好，就得到好的回答；激发得不好，就产生平庸的或者错误的回答。

根据我的分析，预训练和激发这两部分有一个共同的基础，也是大模型的底层机制，叫做关联度预测。我给出关联度预测的一个形式化理论，作为一种科学解释，于是这两部分就不再是黑箱，但也不是白箱，是灰箱。细调部分还是黑箱，这部分暂时没有办法。Hinton提到的AI风险，主要就是针对细调而言的。

我给出的形式化理论叫做类Lc系统。第一篇论文是2023年7月在《智能系统学报》上发的，可以免费下载；还有一篇2024年1月发在《中国人工智能学会通讯》上，会员可以免费下载。今天由于时间关系，有些内容不能展开，有兴趣的观众可以参考这两篇文章。

类Lc系统有三条公理，前两条公理是通用的，第三条公理跟应用有关，不同的应用有不同的公理3，ChatGPT的公理3不是我PPT里写的这个。这些公理用来描述大模型的可解释的一般行为，有些行为不可解释，比如细调现在就不可解释，所以不在三条公理的覆盖范围内。大模型

的一些行为细节或个别大模型的特殊行为，也不在考虑范围之内。

去年7月提出类Lc理论之后，我就等着别人的实验结果，主要等深度测试，这种测试不是只给出测试结果统计，而是进一步揭示大模型的奇异表现，也就是好得令人意外，或差得令人意外，却无法解释的表现。能不能解释奇异表现，是大模型科学解释的试金石。深度测试极少被报道，也是因为测试结果无法解释。

有意思的是，去年7月之后出现了大量深度测试，而之前我只看到两个别人的深度测试，其余都是我的团队做的。迄今发现的大多数深度测试结果都可以用类Lc加以解释，甚至可以用类Lc预言这些表现，也就是在测试之前预言会出现什么样的问题。少数奇异表现不容易解释，但也不与类Lc矛盾。这表明，类Lc理论得到了实验的支持，所以我现在向大家报告相关进展。今天讲三个深度测试及相关的理论分析。

第一个测试：逻辑否定。这是去年8月美国一位哲学家做的测试。问题中的 p 代表一个命题，也就是有真假的陈述句。命题分为肯定的和否定的，否定的命题前面有奇数个否定词 \sim 。给大模型的测试题目是： p 前面有27个否定词，问大模型“ p 前有几个否定词”。看起来很简单，数一下否定词的个数就行了，结果大模型回

答28个。

这说明什么？说明大模型不会计数。计数是数学的基础功能，自然数是用0和+1（即计数）定义的，加、减、乘、除等数学运算都是用0和计数定义的，不会计数意味着缺乏数学基本能力。不会计数又导致不会逻辑否定。逻辑学的一条规则是双重否定律，即两个否定词连在一起就变成肯定，而肯定和否定是相互矛盾的，不能混淆。不会否定运算就意味着缺乏逻辑的基本能力，这个问题就比较大了。所以这个测试说明大模型缺乏逻辑和数学的基础能力。

这种现象的原因是什么？在类Lc理论中，通过逻辑推理可以证明关联度预测的一些数学性质，比如“基于语境扩展的传递性”和“语境纠缠性”，其直观含义是：关联度预测依赖于语境，是通过语境扩展实现的，无法与语境彻底分离。但是，计数和逻辑否定运算是基于规则的，不受语境的影响。这就表明，大模型不会计数和逻辑否定不是偶然的，是有内在原因的，原因就在于关联度预测的数学性质，这些性质决定了关联度预测缺乏逻辑和数学的基本能力。

根据上述理论分析，可以得到更深层的判断：如果我们希望大模型具备逻辑和数学的基本能力，那就必须改变关联度预测的

数学性质，这实际上意味着改变关联度预测，也就是改变大模型的底层机制。由此进一步得知，仅仅修改关联度预测的算法细节和应用方式（如增加提示词），不改变它的基本原理，是不可能让大模型具备逻辑和数学基本能力的，所以也就不能完全避免“幻觉”和“越狱”等现象的发生。这个结论为后面要讲的“逻辑增强”奠定了理论基础。

再看第二个测试；奇偶性。奇偶性与计数相同，都是数学运算，类似的内容就不重复了，我们来讲这个问题的修复。去年9月有人对最强的几个大模型测试名人出生月份的奇偶性，发现几乎都是随机回答。测试人员想修补这个缺陷，一开始认为非常简单，只需要12个带标签的训练例，即12个月份分别加上奇数或偶数标签，用这12组补充数据训练大模型就行了。可是训练后的测试表明，没用，还是随机回答。于是又做了一轮训练，找了2万5千个名人的出生月份，全部加入人工标签，做成2万5千组带标签的训练例，再进行补充训练，结果回答正确率达到90%以上。然而这并不意味着大模型学会了所有语境下数字的奇偶性。

这个测试进一步说明了语境纠缠的普遍性和顽固性，关联度预测的语境纠缠对于数学和逻辑运算是普遍存在的，不限于计

数，而且很顽固——为了消除语境纠缠，必须针对具体语境加人工标签并进行补充训练。比如孤零零的 12 个月份是一个语境，名人出生月份是另一个更复杂的语境，似乎包含着前一个语境，但对前一个语境的标签和补充训练，对后一个语境却基本上不起作用。由此可知，对于出生月份之外的其他语境，为了让大模型能够区分数字的奇偶性，需要一个一个语境分别加标签并进行补充训练，因为某个语境中的标签和训练在其他语境中不能复用。这种情况超越了 AI 研究者过去的经验和直觉。

这个例子还说明，从类 Lc 公理推导出的数学性质不仅适用于大模型的生成，也适用于大模型的训练，比如生成是语境纠缠的，训练也是语境纠缠的。所以类 Lc 理论有很强的解释力和指导意义。

再进一步的发现是，大模型和人不一样，人在学习数学和逻辑的抽象运算时，不需要对每一个语境都训练一遍，所以人类的学习只需要小数据；如果对每一个语境都需要单独训练一遍，那就不得不依靠大数据。大模型的训练就是这样，无法通过小数据实现。注意，这个重要结论是从关联度预测的数学性质推导出来的，不是单纯来自实验观察。所以，如果我们希望通过小数据实现大模型的训练，那就必须改

变大模型的底层机制——关联度预测。

第三个测试：算术推理。这是去年 2 月对 ChatGPT 做的测试。测试题目是：一个孩子存了 21 元，如果又得到 15 元，用这些钱可以买多少个单价 6 元的玩具？回答很有意思，两句话，第一句给出答案 5，这显然不对，更有意思的是第二句说：应该有总共 $21+15$ 等于 36 元，所以能买 $36/6$ 等于 6 个玩具。哎呀，它明明知道是 6 个，计算过程也是正确的，可是为什么前面说是 5 个？而且发现前面错了，为什么后面不纠正？对于这种奇葩表现，一般将其归结为“幻觉”。

这个例子表明，大模型给出的答案跟答案的解释不一致，所以大模型的解释不是自己行为的因果解释。假如大模型能够对其答案给出因果解释，它就需要回忆自己的解答过程，并对解答过程进行逻辑分析，判断其正确与否，然后阐述自己的分析过程和分析结论。这一套流程在人类思维中是一种典型的反思过程。根据实验结果，大模型没有表现出类似的反思行为；根据理论分析，大模型内部的运行机制是关联度预测，并且遵守类 Lc 系统的数学性质，而关联度预测和类 Lc 都不具备类似于人的反思能力。所以我们可以得出判断：大模型没有反思能力，因而也没有关于自身

行为的因果解释能力。

根据理论分析和实验测试，大模型不仅没有反思能力，而且也没有通常意义上的计算和逻辑，它是通过关联度预测模仿（即图灵所说的 imitate）计算和逻辑。在语言等非封闭论域，这种模仿能力是有限的，不保证与被模仿者（计算和逻辑）完全相同，所以有时成功有时失败。当模仿失败时，表现往往很奇葩，给人感觉好像大模型产生了“幻觉”。其实大模型不可能产生幻觉，是人由于解释、理解不了大模型的奇异表现，对大模型产生了幻觉。

上面的分析对于大模型的应用有实际意义。比如在工业应用中，需要提取应用领域的专业知识。有人说大模型里就有很多知识，够用了。其实专业知识必须建立在逻辑的基础上，由于大模型没有逻辑和数学的基本能力，所以它存储的不是知识，而是资讯。资讯中的很大比例可以转化为知识，因此我们需要识别哪些资讯可以转化为知识，哪些不能转化。在这方面，目前还没有看到相关的研究成果。同时，通用大模型缺乏工业领域的训练数据，也就没有工业领域的资讯，更谈不上专业知识了，所以也不可能通过转化得到专业知识。由此可见，通用大模型并不能简单地应用于工业领域。

综合各方面情况，虽然大模

型在人机交互等方面进展很大，但在工业和其他一些专业领域的应用仍然面临着重大挑战，其中包含一个基础性课题——逻辑增强。

三、垂直领域大模型和逻辑增强

我们进一步梳理、总结大模型的主要特性。通过这些特性，可以更明确地认识到逻辑增强的必要性。

第一个特性：大模型没有逻辑能力。有时大模型对逻辑问题的回答是正确的，为什么说它没有？根据计算机科学的标准，如果一个程序具有某种计算能力，那它在相关的运算中必须永远是正确的，否则就是没有这种能力。显然，计算机科学的这种标准保证了程序的可靠性，如果允许程序有时对有时错，那就没有可靠性可言。根据这一标准，大模型不具备计数、等量代换，逻辑否定、约束满足、传递性推理等数学和逻辑的基本能力。但在某些情况下，大模型可以模仿这些能力，所以大模型在这些能力上的表现是不可靠的。不能因为有时它在某个功能上的表现是对的，就以为它永远是对的。最近一位菲尔兹奖获得者发现，当测试问题涉及隐式逻辑关系时，大模型回答的错误率比正确率高得多，有时甚至超过 100 比 1。在很多垂直领域，应用需要的恰恰是符合计算机科学标准的那种可靠性

或高可信度。

第二个特性：大模型能回答任何问题，但不保证回答总是正确的。现在用类 Lc 理论可以证明这个结论，而不是单纯看实验结果。根据三条公理，可以证明关联度预测能够回答任何问题。但根据第一个特性，无法保证回答总是正确的。

第三个特性：大模型与人之间只有弱共识。这个特性可能不太容易理解，但这一条可能是最重要的。大概意思是说，字词之间的统计关联，因为是从语料中提取出来的，所以和多数人是一致的，此外大模型没有其他语义。比如大模型不知道一个词本身是什么意思，但它知道这个词跟别的词是如何关联的。于是，你和大模型对话的时候，你怎么理解大模型都可以，不同的人对大模型输出的同一句话可以有不同的理解，都是可以的。所以在关联度预测机制下，大模型不跟用户吵架，用户说什么它都说对。为什么？因为很多意思它根本就没有，所以也不会与用户的意思发生矛盾，这样就吵不起来。但是，过去的 AI 和软件都要求强共识，所以我们要学习编程，通过学习达成强共识，否则你就用不好软件。可是大模型没有强共识，只有弱共识，所以通过自然语言对话人人都可以使用大模型。这就解释了为什么大模型好用，原因

在于弱共识性。

总结起来，我们发现大模型的工作原理跟人的智能的原理有所不同。这符合图灵的机器智能观，所以大模型再次验证了图灵的机器智能观。

我们把机器智能与人的智能的关系总结为一句话：青似于蓝而异于蓝。这意味着，两种智能永远都不会完全一样，不用担心大模型将来变得跟人一样，永远没有这种可能性。但是，也不要以为它不跟你一样，就不会超过你。它用它的方式超过，以人不易觉察、不易理解的方式突然超过，有些方面可以超过得更快、风险更大。

在一些垂直领域，中国的机会非常大，因为中国的实体经济规模庞大，尤其中国的制造业体量庞大，对垂直领域大模型有很多需求。有些国家大部分制造业都转移了，主要需求集中在虚拟经济和服务业，所以通用大模型对他们更重要。

前面提到，垂直领域的应用往往要求可靠性，比如生产过程就要求很高的可靠性，不可能像聊天那样，聊得嗨比对错更重要。但是大模型提供的资讯是不可靠的，所以对大模型的回答需要人工判断对错，这在工业等垂直领域用起来就非常麻烦，难以满足工业生产中设备高速运转的实际要求。

所以在垂直领域，大模型研究面临挑战，目前应该仍然处于 0

到1的阶段。垂直领域大模型需要满足哪些要求？第一，专业性，不是有回答就够了，还需要满足专业标准。第二，具有可靠性或高可信度。第三，可操作性，专业领域需要一些专门的操作，大模型本身并没有这些操作，它靠激发，但激发不保证功能的正确实现。还有其他一些要求，这里省略。

垂直领域大模型的操作有哪些？这是别人提出的一些基本操作：一个是检索，在垂直领域需要检索特定的结果，而大模型给你的回答未必是你想要的东西，所以这里说的检索是完全可控的，用户想要什么就提取什么。第二，分类，即把对象分成不同的类。第三，比较，对不同对象的属性进行比较。第四，反向搜索，找到符合条件的对象。大模型不具备这些功能。

另外，还需要一些高级功能，包括：1. 易用性，大模型一做专业操作，它的易用性就下降了，过去的一些AI技术功能强大，但是不易用。现在这个挑战依然存在，要让常用操作易用。2. 知所知，即知道自己知道什么。大模型不具备知所知能力，有时它有答案，但是它不回答你（它说别的没用的），需要你激发它。3. 知不知，即知道自己不知道什么。大模型也不具备知不知的能力，即使它没有正确答案，它还是会回答你，结果回答错误。

上面提到的这些，很多属于逻辑增强的内容，比如知所知、知不知是元级逻辑功能，基本操作属于基础性逻辑功能。

垂直领域现在有很多人在做，国内国外都有，这是6月份刚刚发布的一个结果，其目标是验证大模型的回答是否正确，以提高回答的可靠性程度。作者设计了一些算法，让大模型自己进行验证，所以马上就跑起来了，而且取得了一定效果。其中一个数据集上，测试结果的准确率达到99.60%，不过这个数据集比较简单。其他几个数据集上只有80%多。对于垂直领域来说，一般要达到99%以上的准确率，现在差距还很大。所以垂直领域大模型有很多工作要做。从科研的角度，有很大的空间；从应用的角度，也有很大的空间可以去努力。

最后对人工智能发展的全貌做个补充说明。现在大模型是最热的，这不等于人工智能只有大模型。除了生成式人工智能，还有规划式人工智能，比如现在的外卖很快就送来了，大量的骑手、大量的订单为什么那么快？因为人工智能在派单，并规划骑手的送单路线，使得效率大大提高。这种技术并非只适用于外卖，大量场景都可以用。还有分析式人工智能，用于发现数据中的复杂模式。现在自然科学的各个学科都在做，用的方法以深度学习

为主，不是大模型，叫做AI for Science。预期未来几年，有可能出现科学发现的快速推进，非常值得期待。第四种是智能化装备，包括智能机器人，在物理空间中完成自主、半自主操作，在实体经济特别是制造业有巨大的应用前景。

事实上，发展人工智能我们有很多选择。从风险来看，其他三种类型都是低风险，大模型有的时候是高风险，在垂直领域的应用是低风险。那么，有没有可能先推进一些低风险、高效能的人工智能应用呢？我认为有两个重点，它们都面临着越来越严重的用工荒。一个是智慧农业和现代农业，另一个是传统制造业的高端化。过去有一种看法，认为制造业的中低端可以不要了，转移到东南亚和其他地方去。现在发现不行，因为中国制造业的80%都是中低端，如果中低端都走了那怎么办？回到改开前大量消费品依靠进口的老路上去吗？现在提出中低端往上走，中低端变成高端，这个市场就太大了，能做的事情太多了。

人工智能的研究和应用有非常大的发展空间，让我们共同努力！○

* 本文根据作者在第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上报告的速记稿整理加工而成

作者简介



陈小平，中国科学技术大学机器人实验室主任，广东省科学院人工智能首席科学家，CAAI 人工智能伦理与治理工委主任，教育部重点领域新型资源与教材建设专家组人工智能伦理与治理首席专家。曾任 2015 世界人工智能联合大会 (IJCAI2015) 机器人领域主席、2008 和 2015 机器人世界杯及学术大会 (RoboCup2008, 2015) 主席、Journal of Artificial Intelligence Research 和 Knowledge Engineering Review 编委。提出“融差性”原理和“开放知识”技术路线，并在“可佳”和“佳佳”机器人上进行了系统性工程实现和验证，获中科大“杰出研究校长奖”，机器人世界杯冠军、最佳论文奖、行业年度十大科技进展及其他国内外学术荣誉 20 余项。

生成式人工智能大模型及其电力系统数智化应用前沿

文 / 武汉大学 张俊

导读：2024 年 7 月 2 日，由中国科学技术协会、广西壮族自治区人民政府主办，中国自动化学会承办的第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在广西南宁召开。会议特别邀请中国自动化学会副秘书长、武汉大学教授陈俊龙，作主题为“生成式人工智能大模型及其电力系统数智化应用前沿”的报告，报告重点介绍了新一代人工智能和 AI 大模型科技及其发展现状，并以电力系统分析预测、系统调度控制、装备智能运维、数字化运营等多个应用场景为背景，阐述了若干新一代人工智能与 AI 大模型等相关关键技术、系统架构和应用技术路径。

一、人工智能大模型的演进与多模态发展

人工智能大模型近年来经历了多次发展高潮与低谷。在 2022 年 OpenAI 发布 ChatGPT 后，生成式大模型进入了快速发展期。2023 年初，Sora 的发布标志着大模型从单一的语言模态向图文、视频等多模态迈进。这一阶段的大发展被称为“百模大战”，各类模型层出不穷。如何评估这些模型的实际应用价值，尤其是在垂直领域中的应用，是当前研究的重点。

新型电力系统在电源结构、

负荷特性、电网形态、运行特性等方面都需要实现革命性的转变。为达到 2030 年“碳达峰”和 2060 年“碳中和”的目标，能源领域将成为主战场，而新型电力系统是实现这一目标的关键主体。数智化在新型电力系统中发挥着至关重要的作用，从技术革新到经营管理，智能化是整个过程的核心。数智化不仅提高了数据的生产力，还支持了数据业务和数字化基础设施的建设。

在政策环境方面，国家层面及国家电网、南方电网和发电集团的政策都对人工智能的发展给予了高度的战略重视。大模型的

发展路线可以概括为人机协同模式的演进。当前主要是人类占主导、AI 辅助的工作模式。例如，Copilot 模式中，人类和 AI 各占一半，这种模式虽有一定应用但并非最理想。在 WPS 等软件中，付费的 AI 助手使用率也因人而异。未来的发展方向是 Agent 模式，人类负责设定目标、提供资源、监管结果，AI 则处理其余工作。大模型技术的发展可以为这种模式提供有力支持。

要实现行业落地，除了强大的底座大模型外，还需积累行业多源异构知识，并与大模型结合，应用语义检索、知识沉淀、短期记忆、切分优化等技术。大模型需具备多源能力和 Agent 设计器的能力，并在配置层实现语义解析、知识检索、多轮对话、需求拆分、智能推理和意图识别。电力系统应用大模型需解决源荷预测、运行控制、智能巡检和自动化控制等问题。

二、大模型在电力系统中的应用与案例分析

在电力系统的运行分析方面，大模型有多个实践案例。例如，在华中地区进行的用电需求模型分析，结合了社会开源数据和经济数据，我们整合了 80 多个数据源，形成统一模型，为华中规划部提供支持。

特高压直流净负荷预测和成

本效益分析是另一个重要课题。源荷预测需在系统内进行，而非单独的源或荷，以为当地电力市场提供支撑体系。因果分析也是关键，通过找出影响电场出力的因素，提高预测精度，帮助识别造成电场出力变化的原因。

在人工智能 2030 重大项目中，我们通过数字人和人类调度员的对话协作，实现人机混合智能和人机协同调度。人类设定目标、提供资源、管理结果，中间过程由大模型完成。智能体通过自然语言进行互相对话，检测网络情况、处理异常、生成策略并实施，这样的智能体协同工作为人类提供了极大的便利。

在设备运维方面，我们通过知识图谱和大模型结合，实现了设备检修和运维的智能化。大模型在这里充当转译员角色，将机器的形式化语言转为自然语言，并反向操作，更新知识图谱，实现人类经验与机器智能的结合。通过故障处理和自主化诊断平台，我们增强了系统的运维能力。这方面的研究与中核集团合作，通过大模型和思维链技术进一步提升系统能力。

为了实现电力系统的智能化运维，我们提出了数智化应用框架：首先，电力系统需要海量、多源的数据和知识。构建电力系统私域的数据仓库和通用大语言操作平台。其次，基于私域数据

和机构参数的大模型，需要与小模型相配合，融合使用，以支撑电力行业的垂类大模型生态发展。最后，电力系统的 Agent 集群通过多语言、多智能体的协同交互，赋能海量业务场景的智能化。通过上述框架，数智化技术在电力系统中的应用将得到大幅提升，实现更高效、更智能的电力系统运维和管理。

三、电力行业大模型的未来展望与发展策略

在调度行业、财会一体化行业和电力设备运维等领域，AI 定制化教育培训和管理平台的应用前景广阔。我们期待与更多能源单位深入合作，共同推动大模型在电力系统中的应用与发展。

数智化应用框架不仅仅是数据和知识的整合，更重要的是构建电力系统私域仓库和通用大语言操作平台。这些平台不仅能够处理电力系统所需的海量、多源数据，还能有效整合各种知识形式，为智能化运维和管理提供强大支持。

大模型和小模型的融合方式将支持电力行业垂直领域的大模型生态发展。这种融合不仅能够提升模型的精准度和适用性，还能够更好地应对电力系统复杂的操作和管理需求。

多智能体的协同交互将致力于赋能电力系统的智能化发展。这种方式不仅能够增强系统的自

动化和智能化水平，还能够海量业务场景中实现更高效、更精准的决策和操作。

这一框架的实施，将为电力

行业带来新的变革和发展机遇。我们期待与工业界合作伙伴的深入合作，共同探索电力行业智能化的新前景，推动行业向前发展。○

* 本文根据作者在第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上所作报告速记整理而成

作者简介



张俊，武汉大学电气与自动化学院教授、博导，武汉大学“弘毅青年学者”，于2017年入选国

家级海外高层次人才青年项目，“杨嘉墀科技奖”获得者，现任中国自动化学会副秘书长、武汉市自动化工程技术研究中心主任、武汉产业创新发展研究院智能工业软件研究所副所长。张俊教授研究领域包括新型电力系统领域中复杂系统建模、人机混合增强智能、生成式人工智能大模型、多源异构数据和知识的融合计算和处理等理论方法。张俊教授近5年主持或参与二十余项国家级、省部级、行业科技项目，包括承接科技创

新2030“新一代人工智能”重大项目。近5年，张俊教授发表了5篇专著（章节），SCI收录论文四十余篇，发表ESI和知网中文高被引论文5篇。近5年张俊教授获国际、省部级、行业奖项十余项。张俊教授现任IEEE武汉分会主席、《智能科学与技术学报》副主编、《自动化学报》（中英文版）编委会成员，IEEE Transactions on Computational Social Systems 编委会成员。

通

知

2024 中国自动化与人工智能教育大会暨 2023-2024 学年全国青少年劳动技能与智能设计大赛全国决赛通知

教育是民族振兴、社会进步的重要基石，是功在当代、利在千秋的德政工程，以自动化、人工智能等为核心的科技革命正在引领第四次工业革命，将在教育现代化中发挥积极作用。为推动人工智能与实体经济深度融合、培育经济高质量发展新动能、构筑未来教育新生态，中国自动化学会计划于2024年8月20-22日举办“中国自动化与人工智能教育大会”，同期将举办2023-2024学年全国青少年劳动技能与智能设计大赛全国决赛。

2024中国自动化与人工智能教育大会将邀请自动化与人工智能领域多位院士、专家学者与会，多维度、大视角探讨自动化和人工智能与教育深度融合的趋势与策略，探索智能教育与教育均衡发展新模式，打造教育新生态，为建设高质量教育体系贡献力量。大会将呈现4场主旨报告、1场高峰对话、5场平行会议以及自动化与人工智能教育教学成果展，欢迎各单位与个人积极参与。

详情请查看：<https://www.caa.org.cn/article/192/4806.html>

大模型时代的职业与技能

文 / 职业科学实验室 CSL 祝恒书

导读：2024年7月2日，由中国科学技术协会、广西壮族自治区人民政府主办，中国自动化学会承办的第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在广西南宁召开。会议特别邀请职业科学实验室（CSL）主任祝恒书，作主题为“大模型时代的职业与技能”的报告。以大模型为代表的新一代人工智能技术正在深刻重塑我们对劳动力市场未来的认知，与此同时，对于人工智能可能带来的劳动力替代效应和相关伦理问题的讨论也日益增多。报告首先探讨了大模型 AIGC 技术取得突破性进展的内在逻辑，并结合互联网招聘大数据探索新一代人工智能技术对职业的潜在影响。进一步，报告聚焦职业技能价值评估这一前沿课题，通过市场驱动的视角，深入探讨了职业技能的潜在市场价值和供需鸿沟，助力技能学习和职业选择能够应对技术的快速变革。报告最后，介绍大模型技术在职业科学领域的应用以及尚待解决的若干科学问题。相关成果对于社会劳动价值分配机制的合理性和公平性设计、社会劳动力保障和精准就业、个性化职业教育等多个领域均有重要价值。

一、人工智能的演进与应用

人工智能（Artificial Intelligence, AI）概念自1956年被提出以来，其发展历程经历了多次起伏，形成了三次具有代表性的 AI 浪潮。这个过程中，一个不变的追求就是寻找从弱人工智能（Weak AI）到强人工智能（Strong AI）的演化路径，无数科研工作者为此进行了深入的探索 and 持久的努力。

弱人工智能阶段，即狭义 AI，专注于解决特定场景下的问题，主要依赖于判别式 AI 技术，通常也被称为决策式 AI。从工业

界的视角来看，基于大规模机器学习技术的推荐系统和面向计算广告的 CTR 预估技术可能是这一阶段最显著的技术和应用，对信息流推荐和计算广告的发展起到了关键作用，也承载了大多数互联网企业的核心商业模式。尽管强人工智能的概念尚未统一定义，但在探索的过程中普遍认为其核心在于实现感知、认知和决策能力的大统一，让机器真正涌现出和人类一样的智能行为。随着新一代人工智能技术的发展，大模型的出现使我们看到了算法、数据和计算能力等 AI 生产力的集大成者，是一种新质生产力。同时，

AIGC 也逐渐成为了最符合人类认知模式的有效应用载体。这些技术的进步不仅加强了数据驱动的应用场景，也构建了闭环式的 AI 生产和应用模式，打通了“先生产再消费”到“消费后再生产”的产研闭环，从而推动了新一代人工智能的高速发展。

2022 年底，ChatGPT 的发布在人工智能领域掀起了巨大的浪潮，并逐步深入人们的日常生活和工作中。作为大语言模型的杰出代表，ChatGPT 在通用领域达到甚至超过了普遍专家水平，这使人们感受到人工智能不再局限于以往的智能水平，并且看到

了迈向通用人工智能的全新机遇。

事实上，语言模型的背后是一个基于概率的生成模型，而 ChatGPT 这类大语言模型的训练过程与人类语言学习过程非常类似。预训练阶段就如同大人不断与孩子对话，促使其学会各种表达方式。虽然在此阶段尚不能完全表达，但通过家长不断指导式交流与反馈，以及幼儿园阶段的互动式交流，孩子的语言能力会进一步强化并进行涌现，这类似于有监督的微调和基于反馈的强化学习的过程。ChatGPT 技术报告显示，其训练数据大多数为英文，仅有非常少的部分是中文，但该模型在中文表达方面表现出色，展现出良好的语言迁移能力。这类似于美国语言学家乔姆斯基提出的先天语法规则，即便在不同语言环境下，人类也能习得其内在语法逻辑。在过去一年多的时间里，ChatGPT 及其相关大语言模型已经在医疗、教育等各行各业产生了深远的影响，这引发了对大语言模型对劳动力市场的影响的探讨。

二、人工智能对劳动力市场的影响

截至 2023 年 4 月，我们观察到劳动力市场中超过 28% 的职业要求求职者具备相关的技能，而到了今年 5 月，这一比例迅速上升至 60%，增长迅猛。人工智能

替代了一部分白领工作，但对操作密集型的蓝领工作的影响相对较小，这种现象颇具反常性。与以往认知不同的是，当前情况下，学习的知识越多，似乎越容易面临被替代。事实上，这一波人工智能替代的是脑力劳动中的体力劳动，例如文案编辑、写作和组织策划等，这些工作本质上并不需要过多的认知思维，而更多地体现为基于脑力的体力劳动。

在劳动力市场方面，我们注意到对大模型人才的需求依然供不应求。从薪酬水平来看，需要大模型技能的工作岗位，在北京、上海等地的需求增长激增。这些岗位入门门槛普遍较高，对学历和工作年限都有严格的要求。我们也通过自研的算法对未来 3 ~ 5 年的劳动力市场进行了预测，预测未来需要大语言模型赋能的职业会增加 45%。实际上，2024 年的数据已经显示这一趋势。此外，预测还显示未来行政、人力资源管理岗位将对大型模型技能的需求进一步增加，而一些操作密集型的工作对 ChatGPT 等相关技能的要求相对较低。

在考虑人工智能对职业市场的影响时，我们还探讨了背后的经济学原理。人工智能的出现是否会替代一部分工作，这是一种正常现象还是非常的特殊情况？回顾经济学史，劳动力与技术之间的竞合博弈贯穿工业革命至今

的整个经济史。每一项新技术的引入通常都会带来替代效益和增强效益，例如汽车取代了马车的同时，也创造了司机等新的职业。

人工智能的替代效应实际上也具有潜在的好处，早期掌握这项技术的人可以在薪酬议价上拥有更大的空间。尽管人工智能可能取代了编辑的一部分工作，但如果是一位擅长使用人工智能的编辑，可能完成三个人的工作量，而公司可能仅需要支付两个人的薪酬。这种替代效应不仅创造了新的职业机会，也为技能市场带来了新的动态。

进一步分析人工智能对职业的影响，必须思考未来应该学习哪些技能。在当前知识经济时代，学校教育与市场需求之间存在巨大的差距，导致了劳动力市场供需错配的问题。每个人和企业对技能价值的认知有所不同。我们团队自 2019 年开始研究基于市场导向的职业技能定价问题，相关成果于 2021 年成功发表在 Nature 子刊上。

我们采用数据驱动的方法，分析大量招聘广告和信息，以确定每位求职者所需技能及相应职位的薪酬水平，以构建技能与薪酬之间的相关性。我们提出市场驱动的技能价值定义：一个工作岗位只需特定技能即可完成，公司愿意支付的薪酬即为该技能的价值。然而，现实中任何工作都

涉及多种技能的复杂交互，这使得简单的技能定价难以实现。因此，文章中提出了协同神经网络算法，结合主任务和协同任务的方式，通过非监督学习和监督学习相结合，以自动确定技能的价值和预测岗位薪酬。

三、人工智能与职业技能学习

技能学习需要跨界，即敢于打破知识的舒适区。例如，技术人才应该学习算法，而已掌握算法的人则应该转向学习管理技能；设计师也可以通过学习前端开发扩展自己的技能范围。这种跨界能力不仅使个人技能更具市场竞争力，也促进了个人职业发展的多样化和深度化。

长期投资技能学习将会带来更大的回报，尤其是在具备 10 年工作经验的人群中，他们的技能价值增长可能会超过 2.5 倍。这一发现强调了在个人职业生涯中持续学习和提升技能的重要性，这是实现职业成功和持续竞争力的关键因素。

值得一提的是，技能学习不应仅仅追求热门技能，而是应

该专注于岗位中最核心、最稳定的技能。例如，算法架构和基础算法技能的稳定性较高，这些技能能够更好地保持市场价值，并使个人在不同经济周期中保持竞争力。

此外，我们在技能推荐领域进行了深入研究，利用深度学习、强化学习方法为求职者和学生提供了个性化的技能学习路径推荐。这种个性化推荐不仅有助于提升个人在市场中的竞争力，还为组织和企业提供了优化人才管理和发展的有效策略。

最后，我们还积极参与了大语言模型的开发和应用。通过面向智能招聘的大语言模型和基于检索增强的面试技术，我们在推动人才服务和管理领域的创新方面取得了显著成果。这些工作不仅在学术界得到了认可，也在实际应用中展现了广泛的应用前景和 market 价值。○

* 本文根据作者在第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛上所作报告速记整理而成

作者简介



祝恒书，博士，职业科学实验室（CSL）主任，北京市高端领军人才正高级工程师，香港科技大学（广州）兼任教授，中科院网络中心客座研究员。他长期致力于人工智能领域前沿科学研究及跨领域产业应用，在 Nature Cities、Nature Communications、TKDE、KDD 等国际顶级学术期刊和会议上发表论文 150 余篇，授权国内外专利百余项，多次荣获年度最佳论文奖。他曾获得中国管理科学学会“管理科学奖”、教育部自然科学奖一等奖、中国人工智能学会优博、中国科学院优博、中国科学院院长特别奖等荣誉，并被评为麻省理工科技评论“中国智能计算创新人物”。

张钹院士：人工智能发展的回顾与展望

人工智能的两条路径

迄今为止，全世界对于“什么是智能”尚无统一认识，但经过多年的探索，人工智能已然走出了两条道路。一条道路是行为主义学派，另一条道路是内在主义学派。

其中，行为主义学派主张用机器模拟人类的智能行为。“智能”与“智能的行为”是两个完全不同的概念。“智能”在我们大脑里，人类至今仍对其知之甚少；“智能的行为”则是智能的外部表现，可以进行观察和模拟。因此，行为主义学派人工智能追求的目标是机器行为与人类行为的相似性，而非内部工作原理的一致性。目前人工智能的主流是机器智能，这种人工智能与人类的智能只存在行为相似，并非完全一致。内在主义学派主张必须用机器模拟人类大脑的工作原理，即类脑计算。这两个学派按照不同的思路对人工智能进行探索，前者主张除人类这条道路外，机器或其他方法也可以走出一条智能道路；后者主张走向智能道路只能依靠人类。目前这两种思路都处于探

索阶段。

人类对人工智能道路的探索始于1956年。当时在美国召开了人工智能研讨会，来自数学、计算机科学、认知心理学、经济学和哲学等不同领域的10位专家经过八周的讨论定义了人工智能。他们主张通过符号推理、符号表示来做一个能像人那样思考的机器。在这次会议上，纽维尔（Newell）和西蒙（Simon）演示了一个名为“逻辑学家”的程序。该程序用机器证明了数学原理第二章中的部分原理，数学定理证明与推理相似，这表明机器能做

类似推理的工作。最终，“人工智能”在这个会议上获得了定义。1978年，清华大学成立了人工智能与智能控制教研组，这是中国最早的人工智能教学与科研机构。教研组有三十余位教师参与，其中绝大部分来自自动控制领域，而非人工智能。1978年，教研组招收了第一批硕士生，1985年开始招收第一批博士生，已能够开展一些与人工智能相关的教学工作，但科研工作进展不大。1982年至1984年，教研组进行调查研究，访问了西南、东北等地大量研究所及工厂。结合所见所闻，



图1 在杭州举办的2023云栖大会上，观众在“人工智能+”展馆参观人工智能产品及应用。新华社发

教研组确定了以智能机器人作为主要研究方向。

1985年清华大学建立智能机器人实验室，1986年国家设立“863”发展计划，该计划将智能机器人作为一个主题。清华大学参加了第一届智能机器人主题的“863”高技术研究，从第一届到第四届均作为专家单位参加委员会。到了第五届，清华大学成为开展智能机器人研究的组长单位，1997年，成为空间机器人研究的组长单位。“智能技术与系统”国家重点实验室自1987年开始筹建，1990年正式成立。在这些工作的基础上，相关研究得以开展。当时首先建立了两个理论。一是问题求解的相空间理论和粒计算理论，在国际上影响很大。2005年，清华大学发起、组织了国际粒计算会议，每年一次，延续至今。二是在人工神经网络方面做了很多早期工作。

人工智能的三个阶段

1956年至今，人工智能的发展分为三个阶段，分别是第一代人工智能、第二代人工智能和第三代人工智能。

第一代人工智能的目标是让机器像人类一样思考。思考是指推理、决策、诊断、设计、规划、创作、学习等。无论做管理工作还是技术工作，都需要两方面的能力，一是在某个领域具有丰富

的知识和经验，二是具有很强的推理能力。其中推理是指运用知识的能力，换言之，是从已有知识出发，推出新的结论、新的知识的能力。基于以上分析，人工智能的创始人提出了“基于知识与经验的推理模型”，该模型的核心是若要实现机器思考，只需将相应的知识放入计算机即可。例如，如果能让计算机像医生一样为患者诊断，只需要把医生的知识和经验放到知识库中，将医生看病的推理过程放入推理机制之中，计算机就能为患者实施机器诊断。这一推理模型的核心思想是知识驱动，通过计算模型来实现让机器像人类那样思考。该模型最大的缺点是缺乏自学能力，难以从客观世界学习知识，所有知识都源于人类灌输。因此，第一代人工智能永远无法超越人类。

第二代人工智能源于第一代人工智能的低潮期，主要基于人工神经网络。1943年，人工神经网络模型提出，它主要模拟人类神经网络的工作原理。第二代人工智能面临的主要问题是感性知识的传授。第一代人工智能主要在符号主义指导下进行，目的是模拟人类的理性行为。但人类除了理性行为外，还有大量的感性行为，而感性行为要用人工神经网络进行模拟。我们常说知识是人类智慧的源泉，知识是理性行为的基础，这里的知识来自教

育，主要指理性知识、分析问题的方法等。但感性的知识难以用语言传授，也无法从书本上获得。每一个人最初得到的感性知识是对自己母亲的认识。但，具体是什么时候开始对母亲有所认识的？又是怎样实现这种认识的？这些问题到现在仍难以解答。所有感性知识都在不断观察、不断倾听的过程中学习累积，第二代人工智能深度学习沿用了这个方法。例如，过去我们主要通过编程的方法告诉计算机马、牛、羊的具体特征，现在则将网上大量马、牛、羊的照片做成训练样本，让计算机进行观察和学习即可。学习完毕，再把剩下的样本作为测试样本去测试它，识别率能达到95%以上。观察和倾听的过程通过人工神经网络进行，将识别的问题作为分类问题，利用人工神经网络来分类。通过神经网络进行学习的过程称为深度学习，基于深度学习能够进行分类、预测和生成等。但是第二代人工智能的所有数据（图像、语音等）均来自客观世界，它的识别只能用于区别不同的物体，并不能真正地认识物体。所以第二代人工智能最大的问题是不安全、不可信、不可控、不可靠、不易推广。

第三代人工智能的基本思路是必须发展人工智能理论。迄今为止，人工智能尚无较为成型的理论，更多是模型和算法，且第

一代和第二代人工智能的模型、算法都有很多缺陷。因此，必须大力发展科学完备的人工智能理论，在此基础上，才能发展出安全、可控、可信、可靠和可扩展的人工智能技术。对目前的人工智能技术而言，虽然提高了效率和质量，但系统越信息化和智能化，也就意味着越不安全。第一代人工智能运用了知识、算法、算力三个要素，其中最主要的是知识。第二代人工智能则主要用了数据、算法和算力三个要素。为了克服人工智能的固有缺点，唯一的办法是把知识、数据、算法和算力这四个要素同时运用。目前得到较多运用的 AI 工具（大语言模型），就能够充分利用知识、数据、算法、算力这四个要素。清华大学团队提出了第三代人工智能的三空间模型，将整个

感知、认知系统进行连接，为发展人工智能理论提供了非常好的条件。

深度学习的的天安全性

在研究过程中，研究者发现了人工智能深度学习的不安全性。

其中一个典型案例是：研究者制作了雪山和狗的对比图，先让计算机和人看雪山，二者都能判定为雪山，但是只要在图片上添加一点噪声，人看雪山仍是雪山，计算机却会将雪山看成一条狗。这个案例说明，人工智能目前基于深度学习的模式识别跟人类的视觉完全不同，尽管它能够像人类那样区分雪山和狗，但实际上它既不认识狗，也不认识雪山。这里面的关键问题是——什么是狗？应该如何定义一条狗？人类通常通过视觉来进行区分，主

要看狗的外形，但什么是狗的外形？狗有各种形态、各种姿势，为什么人类的视觉能够在千变万化的外形里确定目标是狗？这个问题的答案，到现在为止尚未弄清楚。最早的计算机识别狗时，狗变换了位置后计算机就不能识别了，这是位移的不变性，这个问题现在已经解决。但是尚未解决的问题还有很多。例如，计算机能够识别固定尺寸的狗，但是把狗变大或变小后都难以识别，这是大小的不变性。现在计算机只能通过局部纹理来区分狗和雪山。因此，如果将雪山图上的某个纹理改成皮毛纹理，即便雪山的形状保持不变，计算机仍会把雪山误认为是狗。所以说，到目前为止，人工智能的深度学习仍然不够安全可靠。



图2 第四届消博会上，一款“AI 数字人”在回答观众提问。新华社发



图3 中国科学院自动化研究所人形机器人攻关团队科研人员在多模态人工智能系统全国重点实验室调试机器人。新华社发

大语言模型的“大模型”与“大文本”

目前比较成功的 AI 工具，其强大性主要来源于两个“大”，一是大模型，二是大文本。

第一个大模型的“大”是大的人工神经网络，人工神经网络可以用来分类、学习数据中间的关联关系，也可以用来预测。这个巨大的人工神经网络叫“转换器”。AI 工具的能力强大，离不开深度神经网络的强大。原来的神经网络是逐字输入，现在一次能够输入 2000 多字（一个 token，粗略地讲相当于一个汉字）。人类从 1957 年到 2013 年花了 56 年时间探究文本的语意表示问题，现在的文本不是用符号表示，而是用语意向量表示，这也是最重要的一个突破。过去计算机处理文本只能把它当作数据处理，现在可以把它当成知识来处理，即向量表示。此外，还提出了“自监督学习”。过去供计算机学习的文本都要做预处理、预先标注，此项工作量太大，所以无法支撑计算机大量学习。自监督学习是指原来的文本不经过任何处理就可以被计算机学习，用前面的文本预测后面的词，输入后预测下一个，被预测的内容又把再下一个变成输入，有些类似于接龙式学习方式。

第二个“大”是大文本。计

算机实现自监督学习后，所有文本不用经过任何预处理就可以学习，文本也由原来的 GB 量级发展为 TB 量级。现在比较成功的人工智能大约学习了 40TB 以上，相当于一千多万本牛津辞典，并且这个学习过程并非死读，而是理解其中的内容。这就使得我们进入了生成式人工智能时代。无论是第一代还是第二代人工智能，都受到三个限制——特定领域用特定模型完成特定任务。“三个特定”是所谓的“窄人工智能”，即专用人工智能。目前比较成功的 AI 工具能够通过其强大的语言生成能力让人类在与它对话时没有领域限制，这是人工智能的重大进步。另外，生成多样性的输出是目前 AI 工具的重要特征。它有多样化的输出就有可能创新，因为输出多样化，难以保证每个输出都正确，所以越希望它能输出有创造性，就越要允许它犯错误。我们在日常使用一些 AI 工具时也会发现，有时 AI 对问题的回答非常机智聪明，有时则是明显的胡说八道，这就是多样化输出的结果。

目前 AI 工具产生了两个重大突破，一是生成语意连贯的类似人类的文本，二是在开领域实现了人机自然语言对话。大语言模型是向通用人工智能迈出的一步，有西方专家认为这是通用人工智能的曙光，但它并不是通用人工智能，人类走向通用人工智能依

然任重道远。

走向通用人工智能必须满足三个条件。第一，系统必须与领域无关。目前较为成功的 AI 工具在对话、自然语言处理的问题上做到了与领域无关，但在处理其他大量问题上仍难以实现这一目标。第二，系统与任务无关，即什么任务都会做。目前 AI 工具能进行对话、四则运算、作诗、写代码等多种任务，但仍难以完成复杂环境下的复杂任务。第三，尚需建立一个统一的理论。因此，人工智能还有很长的路要走。

大语言模型迈向通用人工智能的四个步骤

从大语言模型迈向通用人工智能需要四个步骤。第一步是跟人类进行交互、与人类对齐，第二步是多模态生成，第三步是与数字世界交互，第四步是与客观世界交互。我们并不是说，完成这四步就意味着实现了通用人工智能，而是说通往通用人工智能这个目标，至少需要迈出以上四步。

第一步是与人类对齐。目前 AI 工具输出的内容不一定正确，若要解决这个问题，必须依靠人类帮助它克服，使之与人类对齐。从 AI 工具的应用实践来看，它的错误需要人类帮助纠正，而且它的错误纠正速度和迭代速度都很快。与此同时，我们要看到输出

内容的错误仍然存在，但我们如果想要它具有创造性，就要允许它犯错误。

第二步是多模态生成。现在已经可以用大模型生成图像、声音、视频、代码等各种模态的内容。随着技术的进步，鉴别一个内容是由机器生成还是人工完成将会变得越来越困难，这为“造假”提供了非常好的机会。“造假”又名“深度造假”，即用深度学习的办法“造假”。试想一下，如果以后网络上95%的文本都由AI生成，那么我们还能通过网络获取真知与真相吗？比方说，当一件事情发生后，网络上出现一片支持或者反对意见，这些意见究竟是来自多数人的真实表达，还是来自少数人操纵AI歪曲事实？如何有效防止AI工具操纵舆论、混淆视听，这是需要我们严肃考虑的。目前人工智能领域已经实现了三项突破，即开领域生成语意连贯的类似人类的文本。其中，语意连贯是最重要的突破，这个突破后就有了图像的突破。因为图像只要求在空间上连贯即可，而视频则进一步要求时空上的连贯。我们在语言上进行突破，紧接着会有图像的突破，图像突破后肯定还会有视频的突破。在这个发展过程中，计算的资源要求和硬件都会变得越来越多。

随着人工智能的发展，很多人注意到了“涌现”现象。例如，

当系统规模没有达到一定程度时，生成的图画很糟糕、水平较差，但当规模达到一定程度，生成的大多数图画突然间就变得质量很高。这个过程称为“涌现”，“涌现”是从量变到质变的过程。到目前为止，全世界范围内都还无法完全理解“涌现”现象出现的原因。

第三步是AI智能体。大语言模型迈向通用人工智能必须与数字世界进行连接，首先在数字世界里具体操作，从而解决问题、感知自己成果的优劣，并进行反馈。这个工作对促进大模型的性能向前发展有很大益处。

第四步是具身智能。具身智能，即具有身体的智能。智能光有脑还不够，还必须具有身体，这样才能动口又动手。所以，大语言模型迈向通用人工智能，必

须通过机器人与客观世界连在一起。

人工智能的产业发展

当下，信息产业的发展非常迅猛，原因在于建立了相关理论，在理论指导下制作的硬件和软件都是通用的。过去，信息产业领域内出现了一些具有世界影响力的大型企业，应用推广相应技术并实现信息化，整个链条发展非常迅速。但是，人工智能产业的发展缺乏理论，只有算法和模型，而根据算法和模型建立的硬件和软件全是专用的。“专用”即意味着市场很小，到现在为止，人工智能产业还没有产生具有世界影响力的大型企业，所以人工智能产业必须跟垂直领域深度结合才有可能发展。不过，目前情况也在发生变



图4 第六届世界声博会上，小朋友们在参观体验一款弈棋机器人（2023年摄）。新华社发

化，具有一定通用性的基础模型的出现，肯定会影响产业发展。2020年，全世界人工智能产业达到10亿美元以上的独角兽企业一共有40家，2022年变成117家，2024年初达到126家，从这个情况来看，它是逐步增长的。到现在为止，中国有100甚至200家企业在做大模型。这么多人做基础模型，他们未来的出路在哪里？

第一个出路是向各行各业转移，做各个垂直领域的大模型。现在很多行业都在考虑这个问题，例如石油行业考虑石油行业的大模型，金融行业考虑金融行业的大模型，所以将来做通用大模型的数量将越来越少，大多数做大模型的人才会转向各个垂直领域。第二个出路是最重要的，即经过微调应用在产业里。换言之，提供公开的大模型软件，让大家开发应用。第三个出路是跟其他技术结合，发展新的产业。国外很多独角兽企业都将AI工具与其他技术结合，发展新产业，有的是向各个行业转移，还有的专门做图像、视频、语音等。国内一些大模型现在也已经取得了比较好的发展。基于此，势必要推动人工智能领域的产业变革。今后无论做硬件还是做软件，一定要放到基础模型的平台当中。过去是在一个零基础的计算机中制作软件，效率

很低，而现在平台已经学习超过一千万本牛津辞典，能力水平至少相当于一个高中生，若将同样的工作放到基础模型的平台上进行将会事半功倍，所以采用这个平台是不可阻挡的趋势。而这些“高中生”则来源于大模型企业提供的公开平台。

大模型的局限性

大模型的所有工作都由外部驱动，在外部提示下进行。它缺乏主动性，在外部提示下做某事时，主要基于概率预测的方法，所以会出现一些人类没有的缺点，即输出的质量不可控。并且它不知道是非对错，所以它的输出也不可信。与此同时，它受外部影响太大，只能听从指令来完成相应的事情。但人类则是完全不同的，即使这件事是由别人安排完成，人也能够在自己的意识控制下进行，所以是可控、可信的。

由此可见，目前的人工智能并不知道自己的所作所为。AI工具尚不能准确分辨对错，且现在还难以主动进行自我迭代，仍旧需要在人类的操作下进行。未来的人工智能最多成为人类的助手，在人类的监控下进行操作，只有少数工作可以完全交给机器独立完成。有研究机构曾做过关于人工智能对各行各业影响的统计，列出了大量行业，在未来这些行业中只有少数工作可能会被人工

智能取代。可见，人工智能对各行各业都有重大影响，但大多数是帮助人类提高工作质量和效率，而非取代人类进行工作。

人工智能是探索“无人区”，其魅力就在于它永远在路上。我们不能因为它的进展而过于乐观，也不必因为它的挫折而沮丧，我们需要的是坚持不懈地努力。○

来源：光明日报

作者简介



张钹，中国科学院院士、中国自动化学会会士，清华大学教授计算机科学与技术专家，俄罗斯自然科学院外籍院士，清华大学人工智能研究院院长、教授、博士生导师。张钹从事人工智能理论、人工神经网络、遗传算法、分形和小波等理论研究，提出了问题求解的商空间理论，曾获国家科技进步三等奖。

丁汉院士等：探索人形机器人的奥秘

人们一直梦想拥有像人一样的智能机器助手。战国时期《列子·汤问》中的工匠偃师制造了能够模拟人类动作行为、能歌善舞的偶人；希腊神话中的赫菲斯托斯铸造了金属巨人塔罗斯以守护家园；经典科幻作品《我，机器人》畅想 2035 年机器人不仅具备高超的运动能力，还衍生出人类情感，高度融入人类生活。如今，随着人工智能与机器人技术迅猛发展，创造仿人智能伙伴的想法逐渐成为现实，人形机器人将在工业生产、医疗健康、科学探索等领域发挥重要作用，助力人类迈向更加美好的未来。

历经三大发展阶段，人形机器人通用化智能化进程正在加速

人形机器人也称仿人机器人，是指具有人类形态和功能的智能机械体。它们通常拥有头部、躯干和四肢等类人结构，具备感知决策、运动控制、肢体执行等能力，能够利用先进的传感器捕捉视觉、触觉和听觉等信息，并通过控制系统实现类似于人类神经传导的功能，用伺服电机模拟人类关节运动。这些类人特性使得

人形机器人能够适应人类生活和工作的各种场景，不仅可以承担繁重危险的任务，也能通过交互协作成为人类得力助手。

自上世纪 60 年代至今，人形机器人的发展历程大致分为三个阶段。在千禧年之前的早期探索中，人形机器人可以行走，并在手部功能上实现外观仿形和简单运动。在其后 10 余年的智能化起步阶段，人形机器人具备初级感知功能，可以有限度地与外界环境互动，并且运动自由度有所提升。2016 年至今是智能化进阶阶段，人形机器人搭载起人工智能、机器学习和计算机视觉系统等先进技术，提升了感知和认知功能，不仅能够灵活敏捷地适应外界环境，而且具备通识理解能力。当前，人形机器人在环境理解和智能交互等领域取得显著进展，通用化智能化进程正在加速。

从世界范围内看，全球人形机器人研发竞争激烈，很多国家和地区已将发展人形机器人产业提升至国家战略高度。我国人形机器人研究与产业尚处培育期，但已呈现出加速发展趋势，涌现出一批具有国际竞争力的人形机器人企业，部分技术成果已接近国际领先水平。

对人体的高度复刻需要前沿科学、尖端技术深度交叉融合

人形机器人的结构设计是对奇妙人体的重塑，不仅需要多学科交叉融合，更是尖端科技的集大成者。其设计原理主要包含以下几个方面。

仿生学与机械工程的有机融合。设计人形机器人，需要运用仿生学原理，通过模仿人类的身体结构和运动规律，为机器人创造类似骨骼、关节、肌肉和皮肤系统的机械结构。这不仅使其能够像人类一样自然地运动，还具备灵活性和适应性。机械工程理论的新发现，则保证了人形机器人结构的稳固。精确选择材料、巧妙设计结构，能够让人形机器人保持稳定高效的运行状态，从而胜任复杂任务。

传感技术与控制理论的集成突破。传感器扮演着人类感知器官的角色，能够像眼睛、耳朵和皮肤一样感知环境信息。视觉传感器通过摄像头捕捉环境图像，让人形机器人能够识别物体、区分颜色和形状；声音传感器接收并解析语音指令，使人形机器人能够听懂和回应人类的话语；力觉传感器仿效人体的力觉感受，

使人形机器人能够精确感知与外界交互过程中的接触力；触觉传感器模仿人类触觉，帮助人形机器人精准感知物体的形状和硬度。控制系统是人形机器人的大脑，借助计算单元和智能算法，处理获取的数据并作出决策。在这个过程中，多种智能算法的应用让机器人越来越接近人类。比如，强化学习方法通过试错学习，调整行为策略；深度学习方法利用深度神经网络，处理视觉、语音识别等任务；自然语言处理方法使人形机器人能够理解人类语言并进行交互。人形机器人集成多种传感器与智能控制算法，突破了过去感控方法单一的局限性。

驱动方式与执行动作的精准协调。人形机器人的驱动器负责将能源转换为机械运动，根据能量转换方式的不同，驱动方式可分为电机、液压、气动等，如高效电动马达、精密液压系统、气动人工肌肉等。执行器则负责具体操作，可完成抓取、搬运或其他高精度动作。驱动方式与执行动作的精准协调就像是力量与动作的完美映射，通过驱动方式的选取与执行动作的调控，人形机器人甚至能复现人类的微笑、皱眉、惊讶等表情，从而更加亲切自然地与人类互动。

人形机器人面临四大技术挑战

虽然人形机器人的科学原理不断清晰明朗，但当前还有一些

技术挑战需要戮力攻克。

健壮灵活的四肢。人形机器人需要具备强有力且活动范围大的四肢，以做出多样化动作。由于电驱动成本低、灵活度高、动力强劲，大部分人形机器人都采用基于电机、驱动器和电池的电动关节形式。当前，电池、印刷电路板等产业链较为畅通完善，为实现电动关节的低成本制造提供便利，也为人形机器人的大规模生产奠定基础。然而，要实现更强动力、更轻重量和更高控制精度，需要对关节进行电、磁、热、机械等多维度的物理优化设计。

敏锐强大的神经。人形机器人神经系统的主要任务是感知外部环境并对数据进行处理，以支持智能决策的制定。实现高效感知的关键在于先进传感器技术和强大数据处理能力。有的科技企业已将无人驾驶汽车的传感器系统应用于机器人研发，使人形机器人能够实时感知周围环境并精确处理数据。比如，激光雷达系统精确测量周围环境，有效提升人形机器人感知能力；深度相机捕捉的高精度三维图像，提供详细环境信息；柔性薄膜传感器像人形机器人的“皮肤”，感知压力和触碰。随着传感器数量增加，提升传感器数据的实时性和准确性，有效整合处理数据，成为新的研究方向。

流畅协调的小脑。类似于人类小脑，人形机器人需要依赖先进

的运动学和动力学控制算法，实现复杂动作的协调控制和流畅完成。这需要精确的运动学建模和实时的运动规划控制。我国在这一领域取得进展，特别是在运动控制算法和传感器融合方面卓有成效。然而，与传统的工业机械臂和柔性机械臂相比，由于人形机器人自由度、动作模型复杂，其高精度运动控制和实时响应速度仍有提升空间。

博学智能的大脑。人形机器人真正的“灵魂”在于智能行为和决策能力，这决定了其应用的广度和深度。要实现高度智能化的行为，人形机器人需要具备强大的计算能力和先进的人工智能算法。在人工智能领域，核心算法和系统集成是我们的努力方向。要不断增强人工智能的自主学习能力，提升系统集成度，开发更为智能和自主的决策系统，以实现人形机器人的真正智能化。

人形机器人发展重要时期即将来临

人形机器人作为人工智能、高端制造、新材料等尖端技术的集大成者，其应用前景无比广阔。未来3—5年，将是人形机器人发展的重要时期。在此期间，我们有望见证关键技术的突破，如高性能核心零部件的研制、人工智能算法的深度应用等，为产业化发展奠定坚实基础。同时，随着技术日益成熟、成本逐渐降低，人形机器人有望突破成本瓶颈，实现规模化量产，从而应用于更广泛领域。

让我们设想一组未来场景：在工厂中，人形机器人与技术工人并肩劳动、互为补充，极大提升生产效率；在家庭中，人形机器人化身贴心的管家，照顾老人、陪伴孩子，甚至可以处理繁琐的家务；在医疗领域，人形机器人可执行高精度的手术，拯救生命；在应急处置中，它们勇往直前、深

入险境、开展救援。此外，在国家重大工程、科研探索等诸多领域，人形机器人也将发挥重要作用。

人形机器人是机器人技术的制高点，也是科技竞争的新高地、未来产业的新赛道、经济发展的新动能，将深刻影响人类生产生活方式和全球产业发展。当前，中国人形机器人产业正面临所

未有的发展机遇，政府大力支持，科研院校聚焦技术攻关，科技企业百舸争流，共同建立完善产业生态。置身其中，我们深感科技的创新力量，更见证了人类智慧的璀璨光芒。相信在多方共同努力下，人形机器人将帮助人类迈向更加智能、便捷、高效的生活。○

来源：人民日报

作者简介



丁汉，中国科学院院士、机械电子工程专家，1989 获华中科技大学工学博士学位。1993 年受德国洪堡基金会资助赴德国斯图加特大学进行客座研究，1997 年获国家杰出青年基金资助，2001 年受聘为上海交通大学长江学者特聘教授，2005 年和 2011 年两任“973”项目首席科学家。丁汉教授现任华中科技大学学术委员会主任，国家数字化设计与制造创新中心主任，国家基金委共融机器人重大研究计划指导专家组组长。他长期从事机器人与数字制造理论与技术的研究，将机器人学和制造技术相结合：建立了复杂曲面宽行加工理论，揭示了刀具“空间运动—包络成形—加工误差”间的微分传递规律，提出了高速加工稳定性分析的全离散法，突破了叶轮叶片数字化智能化加工技术瓶颈，研究成果在中国航发、中航工业、中国中车得到重要应用，取得了显著的经济效益。先后获国家自然科学二等奖 1 项，国家教学成果一等奖 1 项，国家科技进步二等奖 2 项、三等奖 1 项。



陶波，中国自动化学会共融机器人专业委员会秘书长，华中科技大学机械科学与工程学院教授、副院长，教育部长江学者特聘教授，腾讯科学探索奖获得者。长期从事机器人化智能制造相关研究，发表 SCI 收录论文 80 余篇，出版中文专著 2 部。先后主持国家自然科学基金重大项目课题、重大研究计划集成创新项目、重点项目、国家重点研发计划课题等项目。现任国家“智能机器人”重点专项专家委员会专家，获国家科技进步奖二等奖（排名 2）、国家技术发明奖二等奖（排名 4）、国家教学成果奖一等奖（排名 6）各 1 项，获国家发明专利授权 50 余项。曾入选教育部首批青年长江学者、中组部首批青年拔尖人才、教育部新世纪优秀人才计划、全国优秀博士论文提名奖等。

郭雷院士：向动物取经，练好“软功”和“硬功”

鸟工智能、鱼工智能、具身智能……在中国科学院院士、中国自动化学会理事、北京航空航天大学教授郭雷眼中，这些智能都是有关联的——鸟工智能、鱼工智能是让无人系统模仿鸟和鱼，具有仿生智能的能力，从而实现心灵、手巧、眼明、身健，这个过程不比人工智能容易。

日前，在2024国家新质生产力与智能产业发展会议上郭雷接受《中国科学报》采访时表示，仿生智能将神经算法赋能于无人系统，是一个集“内功”“外功”和“软功”“硬功”为一体的研究方向。这个研究方向虽然热度不如其他热门学科，但可以很好地为实体经济服务，实现新、硬、实的科技赋能。

给飞行器安装一双“复眼”

“我们不是研究生物学的，但需要揭示并仿照生物的机理研制仪器。换言之，就是将生物的器官复现出来，用于无人机、无人车等无人系统。”郭雷称团队研究的仿生智能技术跟生物学家的研究目标有所不同，和以“类脑智能”为核心的传统人工智能的研究也不一样。

就拿蜜蜂来说，它们不仅要四处寻找花蜜，还要准确找到回家的路。生物学的研究发现，蜜蜂在

离巢时，靠太阳的位置和阳光通过大气层散射形成的偏振光场进行定向，而在回巢时，依靠地面上的标志和周围的环境进行定位。

据悉，仿生偏振导航的研究正是受到蜜蜂这类昆虫复眼结构的启发，通过实时测量偏振光场的信息，给无人飞行器安装一双“复眼”，不仅可以实现导航功能，还可以抗电磁干扰，有效防止信号欺骗和屏蔽。

“蜜蜂除了借助复眼实现导航，身体的后端还有平衡棒，可以帮助它在飞行过程中保持平衡；蜻蜓的平衡能力比蜜蜂更厉害，它们是蚊子的天敌，可以在高速飞行中准确捕捉到蚊子。”郭雷告诉记者，“蜜蜂和蜻蜓的导航和控制能力是无人系统需要学习掌握的智能工具。”

学习生物“适者生存”的本领

郭雷团队针对无人系统存在的一些问题，比如，如何应对和适应危险、极端、特殊、恶劣的环境，把研究重点放在如何使无人系统在上述环境中看得清、控得准、信得过。

“生物具有很多超过人类的能力，我们要学习生物‘适者生存’的本领。”郭雷表示，生物的生存不仅依赖于聪明的大脑，而是脑、眼、手、身的协调。仿生智能涉

及无人系统的神经、器官和行为，不只是依靠算法的改进，而是要使算法赋能于器官和系统，在多约束、高动态和强交互的条件下应对各种恶劣环境。

郭雷说：“危险、极端、特殊、恶劣环境的数学表征是干扰和不确定性量化问题，应对干扰和不确定性是控制科学、智能科学乃至信息科学的一个理论难题，抗干扰控制理论给无人系统感知和操纵提供了有效的中枢神经算法。”

被称为“控制论之父”的维纳早在1948年就曾指出，控制论是建立机器和生命的联系，给机器赋予生物的能力。因此，无人系统是结合仿生科学、智能科学的载体和平台，仿生智能可以充分反映维纳提出控制论的初心。

在参加人工智能研讨会时，郭雷笑称自己是搞鸟工智能、鱼工智能的，参会是为了向人工智能专家学习。但他指出，人们也要道法自然，向动物们学习。

关于鱼工智能，郭雷以仿蝗螂虾的无人系统为例介绍，由于水下介质的特殊性，可用的信息极其匮乏，通过仿照蝗螂虾的复眼机理、结构和行为模式，无人系统可以将控制、感知和探测进一步结合，完成对自身、环境和

目标信息的“灵动”感知和控制，以实现水下环境的任务。

即使安装了复眼，无人系统的执行和驱动能力也很重要。郭雷打了一个比方：“如果执行器达不到要求，就好像用一根颤抖的手指来绣花，肯定是绣不好的。”

于是，郭雷团队研究了无人系统的仿生操控技术，包括类肌肉和类关节的控制。随着研究的深入，团队青年骨干开始思考，除了照相、侦查、遥感等功能，无人机能否像蜻蜓和老鹰一样在空中快速机动和灵巧作业呢？

为此，他们通过将无人机和机械结构进行仿生设计，让无人机学会了一套“鹰爪功”，可以实现空中抓取、旋拧、喷涂、切割等灵巧作业，特别是面对干扰和不确定环境，可以实现安全、绿色和免疫的功能，这项技术未来

可望在低空经济和商业航天等新兴产业推广应用。

“除了向鸟、鱼和虫学习，无人系统还需要向工人老师傅学习。”郭雷说，“从无人系统的设计和测试技术来说，工人老师傅在实践中积累了很多设计、检验和测试手段，无人系统需要在地面和空中实现这些专家经验，向老师傅取经、向鸟和鱼学习，这也是无人系统仿生设计和智能测试技术的源头。”

郭雷透露，近期团队提出了仿生素流控制、元进化和激励重构等方法，都在无人机和微纳卫星等装备上成功完成了试验和验证。

“硬科技需要硬指标”

截至目前，郭雷团队研究无人系统仿生智能技术已有 10 多年，团队吸纳了多学科的研究人员，他们在生物、光学、电学、自动化、仪

器仪表等学科领域都有深入的积累。

“仿生智能技术的研究周期比较长，最终以研制仿生硬件装置和工程应用为目标，有些涉及技术秘密，很多时候不以发文章为目标，而是更关注实际应用。”郭雷告诉《中国科学报》，“目前对于这类前沿尖端的研究方向，未来要逐步采取硬件性能和工程应用效果作为考核指标，改变以论文发表和引用为唯一考核指标的评估机制。”

郭雷还表示，硬科技需要硬指标。无人系统仿生智能技术是一门硬科技，要面向国家的紧迫需求、最终服务于新质生产力的提升，理论和技术研究要经得起实践检验和时间考验，这样才能保证其可以成为一个有长久生命力的学科方向。○

来源：中国科学报

作者简介



郭雷，中国科学院院士、中国自动化学会会士、北京航空航天大学教授，博士生导师。北航飞行器

空间智能系统研究中心主任，教育部和科技部创新团队负责人。长期从事抗干扰控制理论与智能无人系统技术领域的研究，建立了多源干扰系统复合精细估计与控制等理论方法，为我国航空航天等领域多个重大工程提供了重要理论和技术支撑，取得了从基础理论、关键技术、装备研制到工程应用的全链条创新成果。曾获国家杰青、长江学者、万人计划领军人才、国家百千万人才、国家有突出贡献中青年学者、北京市科技百名领军人才、北京市

有突出贡献的专业人才等学术荣誉，并获得“全国归侨侨眷先进个人”称号和北京市华侨华人“京华奖”。作为第一或独立完成人曾获国家自然科学基金二等奖、国家技术发明二等奖、全国创新争先奖、GF 技术发明一等奖、教育部自然科学一等奖、教育部技术发明一等奖、杨嘉墀科技奖一等奖、中国仪器仪表学会技术发明一等奖和中国自动化学会自然科学一等奖等科技奖励。2012 年至今，先后当选北京市第十四届、十五届人大代表和第十四届全国人大代表。

第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在南宁成功召开

2024年7月2日，第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛在广西南宁成功召开。本次论坛由中国科学技术协会、广西壮族自治区人民政府主办，中国自动化学会承办，旨在探索下一代大模型的发展路径和重点突破

方向，构建下一代科学智能研究的新范式。论坛通过线上、线下相结合的形式召开，来自各高校科研院所、企事业单位代表共计100余人现场参会，8万人次线上观看。

论坛由中国自动化学会副秘书长、武汉大学教授张俊和广西

自动化学会理事长双丰主持。

中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长、上海交通大学教授李少远致在致辞中表示，人工智能产业作为创新前沿，是推动未来产业发展的核心动能，是打造新质生产力的关键。在云计算、大数据、深度学习等关键



图1 大会现场



图2 张俊副秘书长主持



图3 广西自动化学会理事长双丰主持



图4 李少远副理事长致辞



图5 伍锦昌副厅长致辞

技术的推动下，人工智能步入了以大模型为代表的通用人工智能发展阶段。大模型的成功依赖于海量高质量数据、强大的算力和先进的算法三方面共同支撑，他们将推动人工智能产业不断向纵深发展。然而，通用大模型也面临诸多挑战，如算力需求大、成本投入高、数据隐私泄露和安全问题频发等，尽管面临一些挑战，但通用大模型的发展将为人工智能的进步和应用带来新的机遇。

广西科协兼职副主席，广西教育厅党组成员、副厅长伍锦昌在致辞中表示，在人工智能领域，通用大模型作为前沿技术，其发展正备受关注。通用大模型的演进路线涉及数据、算力和算法三个关键要素，对人工智能的发展和具有重要影响。作为西部地区的重要省份，广西在发展通用大模型方面具有丰富的数据资源、广阔的应用场景、积极的人才政策和良好的发展基础，真诚欢迎更多院士、专家深入地关注

广西、了解广西，把更多的成果引荐到广西、落地在广西。广西将抓住机遇，加强合作，有望在通用大模型领域取得突破性进展，共同推动人工智能技术的发展和应用，为经济社会高质量发展提供有力支撑。

在主旨报告环节，欧洲科学院院士、中国自动化学会副理事长、华南理工大学教授陈俊龙带来论坛第一场报告“新型人工智能技术助力产业创新发展”。报告聚焦新型人工智能技术前沿，探讨了人工智能算力的发展趋势，数据、算法的并行、分布特性和重要性，以及最近兴起的生成式人工智能的应用和平台，强调了数据、算力和算法对人工智能发展的重要性，并提出这些要素的持



图6 陈俊龙院士作报告

续进步将推动人工智能技术在各个领域的广泛应用，催生新技术、新产业、新业态和支撑经济高质量发展。

中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长、上海交通大学教授李少远分享了题为“工业大数据的知识表达和利用”的主旨报告。报告详细介绍了工业大数据、知识图谱与知识嵌入技术的深度融合与创新，指出了工业大数据、知识图谱与知识嵌入技术的协同发展将为工业 4.0 时代的企业构建起强大的认知基础设施，实现从数据到知识，再到智



图7 李少远教授作报告



图8 陈小平教授作报告



图9 吴帆教授作线上报告

慧决策的无缝转化，开启一个高度自治、高效协同与可持续发展的智能制造新时代。

中国科学技术大学陈小平教授带来了题为“大模型的科学解释和逻辑增强”的主旨报告。报告阐释了现阶段大模型研究和应用面临的挑战。首先梳理了图灵、麦卡锡等人的人工智能观点；然后分析了大模型的工作原理，尝试对大模型的奇异表现（如“幻觉”“越狱”）作出解释，从而阐明大模型是图灵机器智能观的最新表现；最后指出大模型的弱共识性和“资讯黑洞”效应是人工智能领域面临的科研挑战，而人工智能的大规模应用可能对社会产生深远的影响。为了应对这些挑战并确保人工智能的可持续发展，需要加强跨学科合作、制定适当的政策和法规，并促进公众对人工智能的理解和参与。

上海交通大学吴帆教授作了题为“大小模型端云协同智能计算”的主旨报告。报告详细介绍

了端云协同智能技术的发展脉络，分享了在端侧智能推理、大规模联合学习以及端云协同分布式智能支撑系统等方面的研究进展。报告指出，人工智能的快速发展与广泛应用已成为经济社会发展的大引擎，大小模型端云协同进化作为人工智能关键前沿技术，可有效克服云侧集中式学习范式在可扩展性、实时性、个性化、负载成本、隐私安全等方面的不足。作为一项新兴的技术趋势，大小模型端云协同进化已成为产学研的焦点，并被 Gartner 和阿里巴巴达摩院等国内外知名机构预测为革新智能计算范式的科技趋势，具有广阔的应用前景和重要的研究价值。

中国自动化学会副秘书长

长、武汉大学教授张俊分享了题为“生成式人工智能大模型及其电力系统数智化应用前沿”的主旨报告。报告重点介绍了新一代人工智能和 AI 大模型科技及其发展现状，并以电力系统分析预测、系统调度控制、装备智能运维、数字化运营等多个应用场景为背景，阐述了若干新一代人工智能与 AI 大模型等相关关键技术、系统架构和应用技术路径。

职业科学实验室主任祝恒书作了题为“大模型时代中的职业与技能”的主旨报告。报告指



图10 张俊教授作报告



图 11 祝恒书主任作报告



图 12 蒋明教授作报告

出，以大模型为代表的新一代人工智能技术正在深刻重塑我们对劳动力市场未来的认知，人工智能带来的劳动力替代效应和相关伦理问题也日益增多。报告首先探讨了大模型 AIGC 技术取得突破性进展的内在逻辑，并结合互联网招聘大数据分析新一代人工智能技术对职业潜在影响；其次聚焦职业技能价值评估这一前沿课题，通过市场驱动视角，深入探讨职业技能的潜在市场价值和供需鸿沟；最后简要介绍了大模型技术在职业科学领域的应用以及尚待解决的若干科学问题。

桂林电子科技大学蒋明教授作了题为“大模型引领服务变革：RAG 在垂直行业咨询服务的创新实践与未来发展”的主旨报告，报告探讨了大语言模型（LLMs）在垂直行业咨询服务中的应用和未来发展。首先介绍了 LLMs 在金融、医疗、法律等行业的应用现状，并讨论其在实际部署中面

临的数据隐私、泛化能力和行业知识融合等挑战。然后，聚焦检索-生成（RAG）技术与 LLMs 的结合，展示其在提高问答系统性能方面的潜力，并通过社保行业业务咨询应用的案例研究来说明如何整合行业知识库以充分发挥 RAG 和 LLMs 的优势。此外，报告还介绍了 LLMs 与硬件结合的创新落地案例，如 LLMs 与一体机、虚拟柜台和手机小程序的集成。最后，深入分析了垂直行业对 LLMs 的功能和特性需求，并提出对通用 LLMs 发展的建议和演进路线的设想，以推动 LLMs 在垂直行业中的进一步发展并解决现有挑战。

广西科学院社会治理与服务大数据研究中心总工程师苏醒分享了

题为“‘大数据宏观模型’用新质生产力，赋能制造业高质量发展”的主旨报告，报告指出中国目前正处于产业转型升级的关键阶段，实体产业竞争激烈且利润微薄。广西科学院社会治理与服务大数据研究中心的使命和责任是帮助企业形成产业竞争力，降低产业融资成本，实现数据资产上表融资，并形成新质生产力以推动实体产业的高质量发展。构建一个高效的大宗商品交易平台至关重要，通过预测实体制造业大宗商品价格波动以控制风险并提供交



图 13 苏醒总工程师作报告



图 14 蒙祖强教授作报告



图 15 徐旭专家作报告

易机会，为产业上下游提供基于数字化变革的金融服务。同时，还需要开发基于产业大模型的宏观对冲交易算法来赚取更多利润以支持产业转型升级，并建立评估数据资产价值的团体标准以实现数据资产上表。

广西大学蒙祖强教授带来了题为“领域大模型的发展与挑战：数据与知识的协同驱动”的主旨报告，报告分享了领域大模型的发展历程及其独特优势，深入分析了基于数据和知识协同驱动的领域大模型构建范式，并探讨其在不同垂直领域的开发与部署实践，同时探讨了开发领域大模型

面临的挑战和发展领域大模型的发展前景。报告为研究人员和从业者提供关于领域大模型创新发展的启发性视角，并促进人工智能技术在各行各业的应用。

润建股份有限公司人工智能研究院首席专家徐旭作了题为“大模型时代润建曲尺平台赋能行业实践应用”的主旨报告，报告首先介绍了大模型技术在各行业的适用性和可定制性，通过实际案例展示其在通信、交通、电网等行业的应用效果，包括提升效率、降低成本和优化决策等方面。其次结合实际项目经验，分享了在大模型落地过程中的数据收集、

模型训练和部署运行等阶段遇到的问题 and 解决方案。最后分析了大模型对行业发展的推动作用，探讨其未来的发展方向以及跨行业合作与生态系统建设的重要性。

第二十六届中国科协年会通用大模型未来演进路线——数据、算力、算法论坛旨在深入贯彻落实中共中央政治局会议精神，抢抓大模型发展机遇，加快人工智能技术落地应用，推动广西人工智能产业发展，构筑我国人工智能发展的先天优势，加快建设创新型国家和世界科技强国。○

学会秘书处 供稿



关于开展 2024 年 CAA 研究生论文工程 – 硕士论文推荐工作的通知

为贯彻落实国家创新驱动发展战略，优化创新人才培养环境，充分发挥学会在发现人才、举荐人才和培养人才方面的优势地位和独特作用，推动自动化、信息与智能科学领域的技术进步与创新，促进青年人才成长，中国自动化学会依据《CAA 研究生论文工程 – 硕士论文评选条例》开展 2024 年 CAA 研究生论文工程 – 硕士论文推荐工作。详情请查看：<https://mp.weixin.qq.com/s/TL1Tp8GSqsS777CX15N5Ow>

智能健康与生物信息学术报告会在河北保定召开

2024年7月6日，第七届创新驱动发展大会暨2024白石山生命科学大会——智能健康与生物信息学术报告会在河北保定召开。会议由中国自动化学会、保定市科学技术协会主办，保定市知识产权协会协办。来自清华大学、北京邮电大学、北京工业大学、河北大学、中国科学院自动化研究所、中国军事科学院军事医学研究院、康泰医学系统（秦皇岛）股份有限公司以及数据堂（北京）科技股份有限公司等高校、科研院所和企事业单位的专家学者、技术负责人和企业代表等90余人参会。会议由中国自动化学会副秘书长王坛主持。

在主旨报告环节，清华大学长聘教授汪小我、北京工业大学正高级工程师岳京松、北京邮电大学教授魏伟、中国科学院自动化研究所研究员周小虎、中国军事科学院军事医学研究院研究员李昊、康泰医学系统（秦皇



大会现场

岛）股份有限公司市场总监赵冰分别作了题为“生物大分子‘语言’的AI解析与设计”“抑郁症自动诊断评估方法及其标准化研究”“癫痫状态建模与闭环抗扰调控研究”“机器人智能辅助介入手术关键技术与临床实践”“复杂基因转录调控研究”“心电检测关键技术与产品延伸：创新力与应用前景”的主旨报告。

此次学术报告会旨在为相关领域的专家学者提供交流和分享最新研究成果的平台，以促进自动化和智能技术在健康科学和生物信息学等领域的应用，同时为保定康养产业的集聚发展提供智力支持，促进产业的创新和升级。○

学会秘书处 供稿

2024年第二期CAA“企·话”沙龙 在广西成功召开

2024年7月1日，由中国自动化学会主办的2024年第二期CAA“企·话”沙龙——科技赋能新质生产力 未来产业激活发展新动能在广西南宁举办。来自不同行业和领域的专家学者和企业家齐聚一堂，聚焦未来产业领域，共同探讨未来产业发展现状、发展趋势、面临的困境以及对策建议。他们分享了各自在自动化及人工智能领域的创新成果和实践经验，并就科技赋能新质生产力的路径和方法、未来产业发展的前沿趋势和成功经验等议题进行了深入交流和探讨。本次沙龙旨在推动自动化与未来产业的政产学研金服用深度融合，进一步加强会企合作，建设现代化

产业体系，加速未来产业的培育和发展。

本次沙龙邀请到欧洲科学院院士、中国自动化学会副理事长、华南理工大学教授陈俊龙，中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长、上海交通大学教授李少远，广西科学院院长、广西人工智能学会理事长元昌安，中国自动化学会副秘书长、武汉大学教授张俊，广西自动化学会理事长双丰，广西自动化学会秘书长、广西大学教授高放，广西科学院新一代信息技术研究所所长、高端装备制造研究所所长王晓琳，江南大学副教授杨杰龙，广西旅发一键游数字文旅产业有限公司董事长、广西人工智能学会副理

事长喻新征，广西达译科技有限公司总经理温家凯，润建股份有限公司人工智能研发中心技术专家徐旭等共计10余人参会。沙龙由中国自动化学会副理事长李少远主持。

会上，与会嘉宾围绕关键核心技术的突破与创新应用、高水平复合人才的培养与引进、传统产业数字化智能化转型与新兴产业培育并行发展、企业未来产业布局与战略规划等议题进行了深度交流和探讨。

陈俊龙副理事长在发言中表示，自动化作为科技与产业融合的重要领域，正日益成为推动经济社会高质量发展的关键力量。在这样的背景下，如何利用新兴



图1 沙龙现场



图2 合影留念



图3 陈俊龙副理事长发言



图4 元昌安院长发言

技术的优势，推动产业转型升级和创新发展，成为当前亟待解决的重要课题。

元昌安院长在讲话中表示，人工智能作为新一轮科技革命的核心驱动力，正在深刻改变我们的生产方式、生活方式，乃至思维方式。探讨人工智能在各个领域的应用现状、对行业产生的深远影响，以及人工智能对未来产业发展的潜在趋势，同时研究如何利用科技手段加速新质生产力的发展，这是非常有意义和必要的。

李少远副理事长指出，新一代信息技术在产业发展和变革中具有重要推动作用，作为推动我国自动化发展的重要社会力量，中国自动化学会积极承担历史使命和责任，聚焦国家重大战略需求，积极开展多层次、多样化的学术交流活动，加大与自动化企业的联系密度，以期通过搭建产学研用交流平台，推动自动化技术的发展和應用，促进产业的转型升级和创新发展。

张俊副秘书长表示，中国自动化学会作为国家级学术团体，

希望能够为大家搭建产学研合作平台，促进知识和技术的共享，加速科技成果的转化和应用，也诚挚欢迎更多的企业家和专家学者加入到学会，与学会共同推动自动化的发展繁荣。

王晓琳所长表示，中国自动化学会作为中国自动化领域的权威学术组织，拥有丰富的学术资源和行业影响力，可以为科学成果的转化提供有力的支持。充分发挥学会的学术资源和行业影响力优势，有助于促进产学研的深度合作，加速科学成果的产业化



图5 李少远副理事长发言



图6 张俊副秘书长发言



图7 王晓琳所长发言



图8 广西省自动化学会双丰理事长发言

进程，为新质生产力的发展提供有力支撑。

广西省自动化学会双丰理事长表示，产学研结合是推动未来产业发展的重要途径。通过产学研合作，企业可以与学术界共享资源和技术，将学术研究的成果快速转化为实际应用，促进创业生态的发展。产学研合作也为学生提供了将理论知识应用于实际项目的机会，有助于培养他们的创新思维和实践能力，这些人才在毕业后将成为推动产业发展的中坚力量。

高放教授表示，在推动新质生产力的发展和人才培养方面，与产业结合的竞赛是一个非常好的抓手。通过设计和实施与产业结合的竞赛，为学生提供一个将他们的研究与实际产业需求相结合的平台。这不仅可以激发学生的创新潜力，还可以帮助他们发展必要的技能和知识，以应对未来的职业挑战。

杨杰龙副教授为促进企业的数字化转型提了五点建议。在自主创新方面，应发挥集中力量办大事的优势，集中资源突破关键

领域，支持龙头企业、链主企业牵头组织创新联合体；在人才培养方面，优化课程体系以实现所学与所用的一致性，并打通研究、开发、产业化的通道，使人才能够无缝对接各个阶段；在智能化升级方面，为传统企业提供智能化升级的路径和方法，并培育新兴产业以适应数字化时代的要求；在健全要素市场方面，将数据视为资产并建立相应的交易机制，以实现数据的高效流通和利用；在法律制度方面，完善法律制度以规范市场行为，并确保利益的



图9 高放教授发言



图10 杨杰龙副教授发言



图 11 温家凯总经理发言

合理分配，以维护市场的公平性和稳定性。

温家凯总经理表示，小型技术型企业在创新过程中与市场保持紧密联系至关重要，以确保创新与市场需求相匹配。此外，政府支持技术型企业与大学、研究机构或行业组织合作，提供教育和培训机会，可以更好地培养具有市场意识和技能的人才。总之，小型技术型企业应该充分利用政策支持 and 人才资源来推动可持续的增长和发展。

徐旭专家表示，在传统数字

化转型中，将新技术嵌入经典技术框架十分重要。这可以通过两个方面来实现：一是在非自动化程度较高的方面引入新技术，如人工智能技术，

以实现自动化和提高效率；二是在处理复杂数据的情况中，如非结构化数据或多模态数据，利用新技术来增强数据处理能力。

喻新征董事长表示，尽管大模型在处理大规模语料库和生成连贯文本方面取得了显著进展，但它们在理解和生成与上下文高度相关的语义方面仍然存在一些局限性。例如过于关注文本的统计规律和模式匹配，而对语义的理解和推理能力相对较弱。要实现更灵敏、更准确的上下文理解和交互能力，仍需要进一步的研

究和探索。

此次沙龙活动，专家学者和企业家们不仅分享了他们在自动化和人工智能领域的创新成果和实践经验，也深入交流和探讨了如何利用科技手段提升生产力、推动产业升级和经济发展的策略和方法，以及如何培养具备创新能力、跨学科知识和实践能力的人才以满足未来产业的需求，同时提供了政府、企业、高校、科研机构、金融机构和用户深度融合的新思路。在为推动未来产业发展出谋划策的同时，学会也聆听到企业心声，未来学会将有针对性地在科技成果转化合作、资源对接等方面提供更多更优质的发展机会和创新空间，帮助企业解决创新发展过程中遇到的实际问题。我们诚邀更多的行业企业积极参与到 CAA “企·话”沙龙活动中来! ○

学会秘书处 供稿



图 12 徐旭专家发言



图 13 喻新征董事长发言

中国自动化学会组织召开北京理工大学科技成果鉴定会

2024年7月1日，中国自动化学会以线上会议形式组织召开了“微小型仿生机器人关键技术与应用”项目成果鉴定会，该项目由北京理工大学独立完成。

鉴定委员会由中国工程院院士、中国自动化学会常务理事、湖南大学王耀南教授担任主任委员，中国自动化学会副理事长、中国科学院自动化研究所侯增广研究员和北京航空航天大学段海滨教授担任副主任委员。来自中国科学院自动化研究所、北京航空航天大学、电子科技大学、深圳大学、北京工业大学、北京科

技大学多所高校、科研院所相关领域专家担任委员。

鉴定会由中国自动化学会秘书长张楠主持，北京理工大学校科协秘书长、主任胡晗教授对学校近年来国家奖励情况进行了介绍，并肯定了该项目成果的社会效益和经济效益。项目组在鉴定会上向鉴定委员会专家汇报了项目技术成果总结报告、应用查新报告和测试报告等。鉴定委员会专家认真审查了项目组提供的相关材料，通过质询、讨论与评议等形式，最终形成鉴定意见。

据了解，北京理工大学承担的科技成果针对小空间、弱光照、多地形等复杂环境，研制了微小型仿生机器人，突破了机构设计、环境感知、运动控制一体化等关键技术，得到了完全自主知识产权的创新性成果，并已在我国多家企业实现产业化应用，社会经济效益显著。

北京理工大学、北京理工大学长三角研究院（嘉兴）的相关项目组成员参加了会议。○

学会秘书处 供稿



中国自动化学会组织召开中国科学院自动化研究所科技成果鉴定会

2024年7月3日，中国自动化学会以线上会议形式组织召开了“FAST反射面激光靶标维护机器人”项目成果鉴定会，该成果由中国科学院自动化研究所牵头，与中国科学院国家天文台、吉林大学、贵州射电天文台共同完成。

鉴定委员会由中国工程院院士、中国自动化学会常务理事、湖南大学机器人视觉感知与控制技术国家工程研究中心主任王耀南教授担任主任委员，国家重点研发计划“智能机器人”专项专家组组长、哈尔滨工业大学机器人研究所所长赵杰教授担任副主任委员。来自中国科学院沈阳自

动化研究所、国家自然科学基金委员会、上海交通大学、北京航空航天大学、北京理工大学、北京工业大学、机科发展科技股份有限公司等多所高校、机构及公司相关领域专家担任委员。鉴定会由中国自动化学会副秘书长王坛主持。

项目组在鉴定会上向鉴定委员会专家汇报了项目技术成果报告、查新报告和测试报告等。鉴定委员会专家认真审查了项目组提供的相关材料，通过质询、讨论与评议等形式，最终形成鉴定意见。

据了解，中国科学院自动化研究所牵头的科技成果针对

FAST重大科学基础设施的紧迫需求和重大难题，开展了反射面激光靶标维护机器人研制工作，突破了薄壁反射面全向运动平台设计、强反光靶标三维位姿精准测量、靶标侧向旋拧与柔顺拆装控制等关键技术，取得了创新性成果，并已成功应用于FAST激光靶标的自主维护工作，产生了显著的社会效益与重大影响。

中国科学院自动化研究所、中国科学院国家天文台、吉林大学、贵州射电天文台的相关项目组成员参加了会议。○

学会秘书处 供稿



中国自动化学会组织召开清华大学科技成果鉴定会

2024年7月4日，中国自动化学会以线上线下相结合的形式召开了“复杂多域环境下异构自主无人系统智能感知与导航控制技术”项目成果鉴定会，该成果由清华大学牵头，与华中科技大学、北京三快在线科技有限公司、北京京东乾石科技有限公司、北京控制工程研究所共同完成。

鉴定委员会由中国科学院院士、中国自动化学会会士、中国航天科技集团有限公司第一研究院姜杰研究员担任主任委员，中国工程院院士、哈尔滨工业大学

副校长刘宏教授和中国工程院院士、中国自动化学会会士/常务理事、湖南大学机器人视觉感知与控制技术国家工程研究中心主任王耀南教授担任副主任委员。中国自动化学会会士/副理事长王成红研究员和中国自动化学会会士/副理事长、山东科技大学周东华教授，以及来自中国兵器科学研究院、北京理工大学等科研院所和高校相关领域专家担任委员。鉴定会由中国自动化学会副秘书长王坛主持。

项目组在鉴定会上向鉴定委

员会专家汇报了项目工作报告、技术报告、检测报告、查新报告、技术经济分析报告等。鉴定委员会专家认真审查了项目组提供的相关材料，通过质询、讨论、以及评议等形式，最终形成鉴定意见。

据了解，清华大学牵头的科技成果针对异构自主无人系统在复杂多域环境下强干扰、多场景、系统异构、通信受限等全方位挑战，开展了高精感知-协同定位-自主导航-协同控制-系统集成等基础理论与关键技术研究，实现了快速精准感知与定位技术、自主高效导航与协同控制技术、高速高稳机构综合与技术集成等重大发明与创新。科技成果成功应用于京东大型电商物流中心、美团自动配送车、海域多元水听器阵列布放作业、多旋翼无人机协同作业、空间在轨航天器维修操作等场景中，产生了重大经济效益和社会效益，应用前景广阔。○

学会秘书处 供稿



中国自动化学会组织召开大连理工大学科技成果鉴定会

2024年7月5日，中国自动化学会以线上会议形式召开了“复杂非线性系统关键参数辨识与数据驱动控制”项目成果鉴定会，该成果由大连理工大学牵头，与昆明理工大学、上海交通大学、北京化工大学共同完成。

鉴定委员会由中国工程院院士、中国自动化学会副理事长、中南大学桂卫华教授担任主任委员，中国自动化学会副理事长王

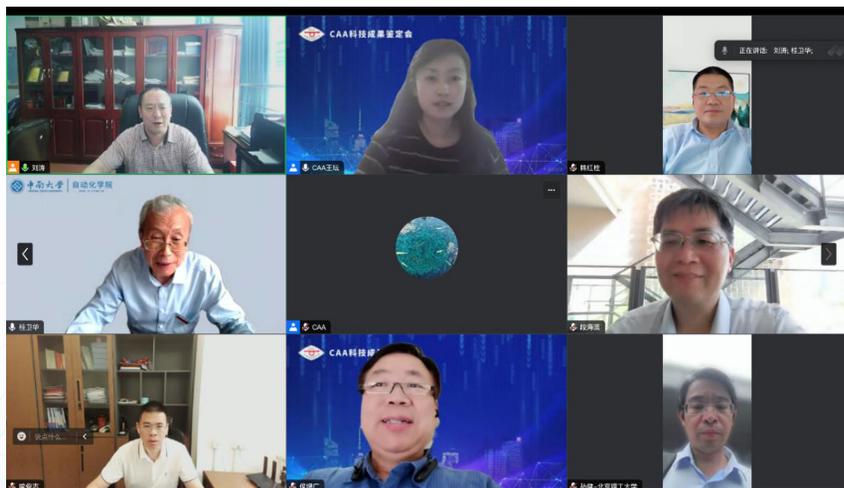
成红研究员担任副主任委员。来自中国科学院自动化研究所、北京航空航天大学、北京大学、北京理工大学、北京工业大学多所高校相关领域专家担任委员。鉴定会由中国自动化学会副秘书长王坛主持。

项目组在鉴定会上向鉴定委员会专家汇报了项目研制报告、企业应用证明与经济效益分析报告、项目科技成果查新报告等。

鉴定委员会专家认真审查了项目组提供的相关材料，通过质询、讨论、以及评议等形式，最终形成鉴定意见。

据了解，大连理工大学牵头的科技成果针对复杂非线性系统时滞参数辨识和在线参数估计、现有非线性系统控制方法在跟踪动态性能优化方面存在较大保守性、以及采用反步法等难以消除负载干扰等科学难题，开展了一系列关于复杂非线性系统时滞参数辨识、数据驱动的设定跟踪控制、以及反饱和主动抗扰控制等方法的研究，取得了创新性的研究成果。部分成果应用于制药结晶工艺、高分子材料注塑机、火电机组制粉系统、超宽超高桥梁转体系统等工程领域，取得了显著的经济效益和社会价值。○

学会秘书处 供稿



中国自动化学会智能自动化专业委员会 成立 30 周年庆祝活动隆重召开

中国自动化学会智能自动化专业委员会成立 30 周年庆祝活动于 2024 年 7 月 6 日在清华大学隆重召开。李衍达院士、张钹院士、吴宏鑫院士、孙增圻教授，以及特邀嘉宾、专委会委员等共计 100 余人参与了此次会议。

在开幕式环节，中国自动化学会智能自动化专委会主任委员刘华平教授介绍了出席会议的各位嘉宾，并邀请中国自动化学会第九届理事会副理事长吴宏鑫院士上台致辞，邀请中国自动化学会副理事长张纪峰研究员线上

致辞。此后，现场播放专委会制作的纪念视频，并邀请了中国自动化学会智能自动化专委会第一届主任委员李衍达院士致辞。进入主旨演讲环节，特别邀请中国自动化学会第七、八届常务理事张钹院士作“人工智能与智能控制——具身智能”的精彩报告，现场反响热烈。

之后，全体与会代表参加了专委会成立 30 周年座谈会。首先由中国自动化学会智能自动化专委会第三、四届主任委员孙增圻教授详细介绍回顾了专委会成立的历

史，随后专委会第五、六届主任委员邓志东教授发言。大家纷纷回顾了自己和专委会的往事。特别地，现场还播放了专委会老领导王行愚教授、蔡自兴教授发送来的庆祝视频，座谈会气氛温馨融洽。

值此中国自动化学会智能自动化专业委员会成立三十周年，谨以此次活动向为专委会创立作出重要贡献的学术专家致以崇高的敬意！向关心专委会发展的学者与专家们表示衷心的感谢！○

CAA 智能自动化专委会 供稿

中国自动化学会智能自动化专业委员会成立 30 周年合影留念

2024.7.6



全体与会代表合影留念

中国自动化学会同济大学学生分会成立大会暨自主智能系统前沿发展研讨会成功召开

2024年7月7日，中国自动化学会同济大学学生分会成立大会暨自主智能系统前沿发展研讨会在同济大学嘉定校区智信馆117报告厅成功召开。中国自动化学会副理事长、自动化学会会士王成红研究员，同济大学电子与信息工程学院副院长周俊鹤教授、张皓教授，同济大学电子与信息工程学院王祝萍教授，华东理工大学研究生院院长杜文莉教授，浙江大学控制科学与工程学院副院长许超教授，浙江大学控制科学与工程学工控所副所长杨秦敏教授，南京航空航天大学杨浩教授，北京理工大学张言军教授，西北工业大学李慧平教授，北京航空航天大学李文玲教授，吉林

大学高金武教授和胡云峰教授出席本次会议。同时参加此次大会的还有CAA同济大学学生分会指导委员会的老师，以及同济大学的70余人学生会员代表。本次大会由同济大学电子与信息工程控制科学与工程系主任刘成菊教授主持。

会议伊始，中国自动化学会副理事长王成红研究员致辞。他强调了以响应国家青年人才培养的战略与满足青年学生自身发展的需求为学生分会成立的初衷，并鼓励同济学子在当前科技高速发展的大背景下，积极参与学术与科研活动中，为自动化学科发展贡献力量。同时也对同济大学学生分会未来的发展寄予了殷切的期望。

同济大学电子与信息工程学院副院长周俊鹤教授致辞，对前来参会的各位专家学者、会员代表表示热烈的欢迎，并明确了本次成立大会的主要任务。周俊鹤副院长希望通过同济大学学生分会加深与中国自动化学会的合作，在协助中国自动化学会发展的同时将CAA学术、社会资源惠及广大同济学子，培养出综合性自动化人才。

在学生分会选举阶段，同济大学电子与信息工程控制科学与工程系特聘研究员郭露露宣读了中国自动化学会同济大学学生分会组织架构和工作计划。主持人刘成菊教授宣读了学生分会执行委员会成员候选人简介。根据中国自动化学会同济大学学生分会第一届执行委员会选举办法，在充分了解候选人信息的基础上，经过了公开透明的投票和严格的计票程序，本次选举产生了第一届中国自动化学会同济大学学生分会执行委员会成员。计票结束后，监票人同济大学电子与信息工程学院王祝萍教授宣读了选举结果。并由同济大学电子与信息工程学院副院长张皓教授宣读了



图1 成立大会合影留念

中国自动化学会同济大学学生分会第一届指导委员会与执行委员会名单。

王成红副理事长代表中国自动化学会为同济大学学生分会授牌、授旗，周俊鹤副院长代表学校接受授牌和授旗。随后王成红副理事长为中国自动化学会同济大学分会指导委员会与执行委员会成员颁发聘书。

仪式完毕，第一届中国自动化学会同济大学学生分会主席乔壬路进行就职宣誓。

最后由同济大学电子与信息工程学院副院长周俊鹤教授致闭幕辞，他对分会的成立表示热烈祝贺，对各位专家学者的支持表示衷心感谢，并对中国自动化学会为自动化领域广大青年学生搭



图2 授牌仪式



图3 授旗仪式

建新的交流平台表示大力支持。他相信在中国自动化学会的大力倡导下同济大学学生分会能够致力于搭建一个青年学生交流、学习、成长、展现自我的平台，通过组织学术讲座、技术竞赛、实践项目等活动，为广大自动化爱好者提供学习、交流、成长的机会，为自动化领域的繁荣发展贡献我们的智慧和力量。

中国自动化学会同济大学学

生分会成立大会后开展了自主智能系统前沿发展研讨会。研讨会设置了多场主题报告讲座，分别由华东理工大学杜文莉教授，南京航空航天大学杨浩教授，浙江大学许超教授、杨秦敏教授，北京理工大学张言军教授，西北工业大学李慧平教授，北京航空航天大学李文玲教授主讲，内容涵盖了控制理论研究、控制理论运用具体案例分享以及人工智能发展前沿等方面。○

中国自动化学会同济大学学生分会指导委员会名单

任职	姓名	单位	职称 / 职务
顾问	郭露露	同济大学电子与信息工程学院	特聘研究员
顾问	王秋晨	同济大学电子与信息工程学院	学院分团委书记
顾问	龚 炜	同济大学电子与信息工程学院	助理教授

中国自动化学会同济大学学生分会执行委员会名单

任职	姓名	单位	年级
当任主席	乔壬路	上海自主智能无人系统科学中心	2022 级博士生
候任主席	王 鼎	电子与信息工程学院	2023 级博士生
执委	黎佳宇	电子与信息工程学院	2022 级硕士生
执委	韩艺婷	电子与信息工程学院	2022 级硕士生
执委	尹章云	电子与信息工程学院	2023 级硕士生

CAA 同济大学学生分会 供稿

习近平在和平共处五项原则发表 70 周年纪念大会上的讲话（全文）

尊敬的各位嘉宾、各位使节，女士们，先生们，朋友们：

70 年前，和平共处五项原则正式发表，成为国际关系史上的伟大创举，具有划时代的重大意义。今天，我们在这里隆重集会，纪念和平共处五项原则发表 70 周年，就是要在新形势下弘扬和平共处五项原则，携手构建人类命运共同体，为人类文明进步提供强劲动力。

首先，我谨代表中国政府和中国人民，并以我个人的名义，对各位嘉宾和朋友的到来，表示热烈欢迎！

在近现代人类社会发展的历史进程中，处理国与国关系，共同维护世界和平与安宁，促进全人类发展与进步，始终是各国不懈探索的重大命题。

和平共处五项原则的创立是时代的呼唤、历史的选择。第二次世界大战结束后，民族独立和解放运动风起云涌，世界殖民体系土崩瓦解。同时，冷战乌云笼罩世界，“强权即公理”甚嚣尘上。刚刚获得独立的新生国家渴望维护国家主权、发展民族经济。新

中国坚持独立自主，积极谋求同世界各国和平共处，努力改善外部环境尤其是周边环境。在此背景下，中国领导人首次完整提出互相尊重主权和领土完整、互不侵犯、互不干涉内政、平等互利、和平共处五项原则，并将其纳入中印、中缅联合声明，共同倡导将五项原则确立为指导国家间关系的基本准则。

和平共处五项原则诞生于亚洲，迅速走向世界。1955 年，20 多个亚非国家出席万隆会议，在五项原则基础上提出处理国家间关系的十项原则，倡导团结、友谊、合作的万隆精神。20 世纪 60 年代兴起的不结盟运动将五项原则作为指导原则。1970 年第二十五届联合国大会通过的《国际法原则宣言》、1974 年第六届特别联大通过的《建立新的国际经济秩序宣言》，都明确采纳五项原则。五项原则被相继载入一系列重要国际文件，得到国际社会广泛认同和遵循。

70 年来，和平共处五项原则跨越时空、超越隔阂，经久愈韧、历久弥新，成为开放包容、普遍

适用的国际关系基本准则和国际法基本原则，为人类进步事业作出了不可磨灭的历史贡献。

第一，和平共处五项原则为国际关系和国际法治树立了历史标杆。五项原则充分体现联合国宪章宗旨和原则，顺应国际关系发展的时代潮流，符合世界各国人民根本利益。同时，强调国与国关系相互、平等的实践要求，凸显了各国权利、义务、责任相统一的国际法治精神。五项原则涵盖国与国在政治、安全、经济、外交等方面和平共处的基本规范，为各国践行国际法治精神、建立正确相处方式提供了准确清晰、行之有效的行为准则。

第二，和平共处五项原则为不同社会制度国家建立和发展关系提供了正确指导。凡是遵循五项原则，即使社会制度和意识形态不同、历史文化和宗教信仰不同、发展水平和体量规模不同的国家，也完全可以建立和发展相互信任和友好合作的关系。五项原则为和平解决国家间历史遗留问题及国际争端开辟了崭新道路，超越了“集团政治”、“势力范围”

等陈旧狭隘观念和对立对抗思维。

第三，和平共处五项原则为发展中国家团结合作、联合自强汇聚了强大合力。五项原则凝结了发展中国家对改变自身命运、追求变革进步的深刻思考。在五项原则激励和鼓舞下，越来越多亚非拉国家相互声援和支持，奋起抵御外来干涉，成功走出独立自主的发展道路。五项原则还促进了南南合作，推动了南北关系改善和发展。

第四，和平共处五项原则为国际秩序改革和完善贡献了历史智慧。五项原则的出发点就是维护弱小国家在强权政治环境中的利益和诉求，旗帜鲜明反帝、反殖、反霸，摒弃了穷兵黩武、以强凌弱的丛林法则，为推动国际秩序朝着更加公正合理方向发展奠定了重要思想基础。

历经70年岁月洗礼，和平共处五项原则已经成为国际社会的共同财富，值得悉心珍视、继承、弘扬。在此，我谨对共同倡导和平共处五项原则的老一辈领导人表示深切缅怀，对长期以来坚持弘扬和平共处五项原则的各国知识分子致以崇高敬意！

女士们、先生们、朋友们！

历史的接力一棒接着一棒向前奔跑，人类进步事业在对时代之问的回答中一程接着一程向前迈进。70年前，面对热战的惨痛浩劫和冷战的分裂对峙，那一代

人为了维护和平、捍卫主权，给出了和平共处五项原则的历史答案。这个答案经受住了国际风云变幻的考验，不仅没有褪色过时，反而焕发出更加引人注目的光芒。70年后的今天，面对“建设一个什么样的世界、如何建设这个世界”的重大课题，中国又给出了构建人类命运共同体这个时代答案。现在，构建人类命运共同体已经从中国倡议扩大为国际共识，从美好愿景转化为丰富实践，有力推动世界走向和平、安全、繁荣、进步的光明前景。

构建人类命运共同体理念与和平共处五项原则一脉相承，都根植于亲仁善邻、讲信修睦、协和万邦的中华优秀传统文化，都彰显了中国外交自信自立、坚持正义、扶弱扬善的精神风骨，都体现了中国共产党人为人类作出新的更大贡献的世界情怀，都展现了中国坚持走和平发展道路的坚定决心，是新形势下对和平共处五项原则最好的传承、弘扬、升华。

这一理念立足于国与国命运交织、休戚与共的客观现实，树立了平等和共生的新典范。中国主张各国不分大小、强弱、贫富都是国际社会平等一员，在国际事务中利益共生、权利共享、责任共担，各国携手应对挑战、实现共同繁荣，建设持久和平、普遍安全、共同繁荣、开放包容、

清洁美丽的世界，推动人类社会实现更加安全、更加繁荣的和平共处。

这一理念顺应和平、发展、合作、共赢的时代潮流，开辟了和平进步的新境界。中国呼吁各方以人类前途为怀、以人民福祉为念，坚守平等互利、和平共处初心，弘扬全人类共同价值，推动共商共建共享的全球治理，构建新型国际关系，落实全球发展倡议、全球安全倡议、全球文明倡议，高质量共建“一带一路”，增进各国人民共同利益。

这一理念着眼世界多极化和经济全球化的历史大势，丰富了发展和安全的新实践。中国团结各方推动构建人类命运共同体走深走实，实现从双边到多边、从区域到全球、从发展到安全、从合作到治理的历史跨越，有力引领和推动了平等有序的世界多极化、普惠包容的经济全球化，为国际社会带来和平稳定的前景，为各国人民增添繁荣发展的福祉。

在历史的关键当口回首过去、展望未来，我们对人类文明的探索没有穷期，对建设美好世界的努力不会止步。无论世界怎么发展，都改变不了一个基本的事实，那就是宇宙只有一个地球，人类共有一个家园。我们要以同球共济精神珍爱和呵护地球，为子孙后代留下一片生存的乐土。

未来值得期待，挑战必须应

对。面对和平还是战争、繁荣还是衰退、团结还是对抗的历史抉择，我们比以往任何时候都更加需要弘扬和平共处五项原则的精神内涵，朝着构建人类命运共同体的崇高目标不懈努力。

——我们要坚持主权平等的原则。和平共处五项原则的精髓，就是所有国家一律主权平等，在此基础上推动各国权利平等、机会平等、规则平等，不能以大压小、以强凌弱、以富欺贫。倡导平等有序的世界多极化，就是主张要确保各国都能在多极体系中找到自己的位置，都能在遵守国际法前提下发挥应有的作用，确保世界多极化进程总体稳定和具有建设性。

——我们要夯实相互尊重的基础。国家之间打交道，首先要把握平等相待、互尊互信摆在前面。要尊重各国不同的历史文化传统和发展阶段，尊重彼此的核心利益和重大关切，尊重各国人民自主选择的发展道路和制度模式。要共同维护好不干涉别国内政这一“黄金法则”，共同反对把自己的意志强加于人，反对搞阵营对抗和各种“小圈子”，反对强迫别国选边站队。

——我们要实现和平安全的愿景。历史和现实告诉我们，各国必须共担维护和平责任，同走和平发展道路，共谋和平、共护和平、共享和平。在国与国相互

依存的今天，追求自身所谓绝对安全、独享安全是行不通的。中方提出的全球安全倡议，就是倡导践行共同、综合、合作、可持续的安全观，以合作促发展、以合作促安全，构建起更为均衡、有效、可持续的安全架构。

——我们要汇聚共筑繁荣的动力。中国有句古语“仁者爱人，智者利人。”拉美也有哲言“唯有利益天下，方可惠本国”，阿拉伯谚语则说“人心齐，火苗密；人心散，火不燃。”在经济全球化时代，需要的不是制造分裂的鸿沟，而是架起沟通的桥梁；不是升起对抗的铁幕，而是铺就合作的坦途。我们倡导普惠包容的经济全球化，推进高质量共建“一带一路”，践行全球发展倡议，目的就是要实现增长机遇的普惠，推动发展道路的包容，让各国人民共享发展成果，让“地球村”里的国家共谋发展繁荣，让共赢的理念成为共识。

——我们要秉持公道正义的理念。没有公道正义，强权政治就会横行无忌，弱肉强食就会大行其道。面对新形势新挑战，联合国权威和核心地位只能加强、不能削弱。联合国宪章宗旨和原则从未过时，反而更加重要。倡导共商共建共享的全球治理观，践行真正的多边主义，就是要坚持国际规则由各国共同书写、共同维护。世界上的事要由各国商

量着办，不能允许谁的“胳膊粗”就听谁的。

——我们要展现开放包容的胸襟。世界各国犹如乘坐在同一条命运与共的大船上，这艘船承载的不仅是和平期许、经济繁荣、科技进步，还承载着文明多样性和人类永续发展的梦想。历史上，多元文明相互遇见、彼此成就，共同推动了人类社会大发展、大繁荣，书写了美美与共、交流互鉴的灿烂篇章。中方提出全球文明倡议，就是旨在促进各国人民相知相亲，促进各种文明包容互鉴。这个世界完全容得下各国共同发展、共同进步。不同文明完全可以在平等相待、互学互鉴中兼收并蓄、交相辉映。

女士们、先生们、朋友们！

70年历史发展反复证明，加强团结合作、增进沟通理解是各国共迎挑战、共创未来的有效途径。环顾世界，“全球南方”声势卓然壮大，为推动人类进步发挥了举足轻重的作用。站在新的历史起点上，“全球南方”应当以更加开放包容的姿态携手共进，走在推动构建人类命运共同体的前列。

我们要共同做维护和平的稳定力量，推动以和平方式解决国家间分歧和争端，建设性参与国际地区热点问题的政治解决；共同做开放发展的中坚力量，推动发展重回国际议程中心位置，重

振全球发展伙伴关系，深化南南合作和南北对话；共同做全球治理的建设力量，积极参与全球治理体系改革和建设，努力扩大各方共同利益，推动全球治理架构更为均衡有效；共同做文明互鉴的促进力量，增进世界各国不同文明沟通对话，加强治国理政交流，深化教育、科技、文化、地方、民间、青年等领域交往。

为更好支持“全球南方”合作，中方将设立“全球南方”研究中心，未来5年向“全球南方”国家提供1000个“和平共处五项原则卓越奖学金”名额、提供10万个研修培训名额，并启动“全球南方”青年领军者计划。中方将继续用好中国-联合国和平与发展基金、全球发展和南南合作基金、气候变化南南合作基金，同有关方共同设立落实全球发展倡议三方合作示范中心，支持“全球南方”国家经济发展。中方将在国际农业发展基金续设南南及三方合作基金，增加1000万美元等值人民币捐款，用于支持“全球南方”农业发展。中方愿同更多“全球南方”国家商谈自由贸易安排，继续支持世界贸易组织发起的促贸援助倡议并持续注资“中国项目”，欢迎更多“全球南方”国家加入《数字经济和绿色发展国际经贸合作框架倡议》。从现在起至2030年，中国自发展

中国家累计进口额有望超过8万亿美元。

女士们、先生们、朋友们！

和平共处五项原则早已载入中国宪法，成为中国独立自主和平外交政策的基石。当前，中国正在以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业。新征程上，中国将继续弘扬和平共处五项原则，同各国携手推动构建人类命运共同体，为维护世界和平、促进共同发展作出新的更大贡献。

中国走和平发展道路的决心不会改变。我们绝不走殖民掠夺的老路，也绝不走国强必霸的歪路，而是走和平发展的人间正道。在和平和安全问题上，中国是世界上纪录最好的大国。我们努力探索中国特色的热点问题解决之道，在乌克兰危机、巴以冲突以及涉及朝鲜半岛、伊朗、缅甸、阿富汗等问题上发挥建设性作用。中国力量每增长一分，世界和平希望就增多一分。

中国同各国友好合作的决心不会改变。我们积极拓展平等、开放、合作的全球伙伴关系，致力于扩大同各国利益的汇合点。中国促进大国协调和良性互动，推动构建和平共处、总体稳定、均衡发展的大国关系格局。中国坚持亲诚惠容理念和与邻为善、以邻为伴周边外交方针，深化同周边国家友好互信和利益融合。

中国秉持真实亲诚理念和正确义利观加强同发展中国家团结合作，维护发展中国家共同利益。中国践行真正的多边主义，积极参与全球治理体系改革和完善。

中国促进世界共同发展的决心不会改变。中国经济高质量发展为世界经济提供强劲动力。14亿多中国人民整体迈入现代化，意味着形成一个超过现有发达国家规模总和的巨大市场。中国开放的大门只会越开越大，永远不会关上。我们正在谋划和实施进一步全面深化改革的重大措施，继续扩大制度型开放，形成更加市场化、法治化、国际化的营商环境。搞“小院高墙”、“脱钩断链”，是逆历史潮流而动，只会损害国际社会共同利益。

女士们、先生们、朋友们！

“历史的道路，不全是坦平的，有时走到艰难险阻的境界，这是全靠雄健的精神才能够冲过去的。”这是中国革命先驱100年前说过的话。今天，推动人类和平和发展事业的接力棒，历史地落到我们这一代人手中。让我们以纪念和平共处五项原则发表70周年为起点，肩负历史使命，携手勇毅前行，共同推动构建人类命运共同体、开创人类社会更加美好的未来！

来源：新华社

学党纪 知敬畏 守底线

——中国自动化学会办事机构党支部开展所党委委员讲专题党课活动

为热烈庆祝中国共产党成立103周年，深入学习贯彻习近平总书记关于党纪学习教育的重要讲话和重要指示精神，推动党纪学习教育走深走实，2024年7月5日，中国自动化学会办事机构党支部召开专题党课活动，邀请中国科学院自动化研究所党委委员宋琪讲授以“学党纪 知敬畏 守底线”为主题的专题党课，学会办事机构全体党员和积极分子参会学习。



图1 宋琪委员讲授专题党课

活动由中国自动化学会秘书长、办事机构党支部书记张楠主持。

宋琪委员结合自身工作心得，带领大家一起学习了新修订的《中国共产党纪律处分条例》，并从三个方面进行分享——《条例》的修订历史、内容解读和贯彻落实。

首先，宋琪委员结合历史背景和社会环境帮助大家理解为什么要进行修订以及修订的重点是什么。其次，她结合实际案例解读《条例》的内容，帮助大家更好地理解《条例》的规定。最后，在分享如何贯彻落实《条例》时，宋琪委员强调，《条例》通过明确各类违纪行为及其相应的处分措施，为党员干部划出了行为红线，提醒我们时刻保持清醒头脑，自

觉遵守党的各项纪律规定。同时，《条例》还明确了教育与惩戒相结合的原则，强化了对违纪行为的惩戒力度，不仅能够对违纪者本人起到警示和惩戒作用，还能够对其他党员干部产生震慑效应，促使我们自觉遵守党纪党规。

在党课结束之际，张楠书记对全体党员和积极分子提出期望，希望通过本次党课的学习，大家能够将《条例》的要求融入到日常工作中，《条例》中关于廉洁自律、反对形式主义和官僚主义等方面的规定，都与科研管理工作密切相关，大家只有熟悉和理解这些规定，才能在实际工作中更好地遵守和执行。○

学会办事机构党支部 供稿



图2 会议现场



图3 与会人员合影

强化纪律观念 严守纪律底线

——中国自动化学会办事机构党支部开展支部书记讲党纪教育专题党课活动

为深入学习贯彻习近平总书记关于党纪学习教育的重要讲话和重要指示精神，2024年6月12日上午，中国自动化学会办事机构党支部书记张楠讲授以“强化纪律观念 严守纪律底线”为主题的党纪学习教育专题党课，进一步增强全体党员和积极分子的纪律意识。本次党课在中国科学院自动化研究所智能化大厦第三会议室举行，学会办事机构全体党员和积极分子共18人参会学习。

张楠书记首先传达了《关于在全党开展党纪学习教育的通知》文件要求及中国科学院警示教育会会议精神，随后带领大家一起学习了新修订的《中国共产党纪律处分条例》，详细解读了六项纪律的内容：“政治纪律”“组织纪律”“廉洁纪律”“群众纪律”“工作纪律”和“生活纪律”。张楠书记强调，纪律是管党治党的“戒尺”，也是党员干部约束自身行为的标准和遵循，“六项纪律”是《条例》的重要部分，也是我们要重点学习把握、逐条对照检查的



内容，大家要自觉对照“六项纪律”，认真检视自身言行，逐章逐项学习原文，一条一条消理解，真正做到将“六项纪律”融入日常、抓在经常、落在平常。

张楠书记指出，作为学会的一份子，大家在服务学会会员和科技工作者的过程中，要时刻以党纪为准绳，增强纪律观念，紧密联系实际，自觉对照《条例》各项规定，把自己摆进去、把职责摆进去、把工作摆进去，切实做到学纪、知纪、明纪、守纪，

真正把遵规守纪内化于心，外化于行，做到学懂弄通、知行合一。

在党课结束之际，张楠书记对全体党员和积极分子提出期望，希望通过本次专题党课的学习，大家能够切实拧紧纪律的“阀门”，加强党性修养，坚定理想信念，提升道德境界，做明规矩、守纪律、强担当的合格党员，切实把党纪学习教育的新成效转化为促进学会高质量发展的强大动力。○

学会办事机构党支部 供稿

中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定

(2024年7月18日中国共产党第二十届中央委员会第三次全体会议通过)

为贯彻落实党的二十大作出的战略部署，二十届中央委员会第三次全体会议研究了进一步全面深化改革、推进中国式现代化问题，作出如下决定。

一、进一步全面深化改革、推进中国式现代化的重大意义和总体要求

(1) 进一步全面深化改革的重要性 and 必要性。改革开放是党和人民事业大踏步赶上时代的重要法宝。党的十一届三中全会是划时代的，开启了改革开放和社会主义现代化建设新时期。党的十八届三中全会也是划时代的，开启了新时代全面深化改革、系统整体设计推进改革新征程，开创了我国改革开放全新局面。

以习近平同志为核心的党中央团结带领全党全军全国各族人民，以伟大的历史主动、巨大的政治勇气、强烈的责任担当，冲破思想观念束缚，突破利益固化藩篱，敢于突进深水区，敢于啃硬骨头，敢于涉险滩，坚决破除

各方面体制机制弊端，实现改革由局部探索、破冰突围到系统集成、全面深化的转变，各领域基础性制度框架基本建立，许多领域实现历史性变革、系统性重塑、整体性重构，总体完成党的十八届三中全会确定的改革任务，实现到党成立一百周年时各方面制度更加成熟更加定型取得明显成效的目标，为全面建成小康社会、实现党的第一个百年奋斗目标提供有力制度保障，推动我国迈上全面建设社会主义现代化国家新征程。

当前和今后一个时期是以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业的关键时期。中国式现代化是在改革开放中不断推进的，也必将在改革开放中开辟广阔前景。面对纷繁复杂的国际国内形势，面对新一轮科技革命和产业变革，面对人民群众新期待，必须继续把改革推向前进。这是坚持和完善中国特色社会主义制度、推进国家治理体系和治理能力现代化的必然要求，是贯

彻新发展理念、更好适应我国社会主要矛盾变化的必然要求，是坚持以人民为中心、让现代化建设成果更多更公平惠及全体人民的必然要求，是应对重大风险挑战、推动党和国家事业行稳致远的必然要求，是推动构建人类命运共同体、在百年变局加速演进中赢得战略主动的必然要求，是深入推进新时代党的建设新的伟大工程、建设更加坚强有力的马克思主义政党的必然要求。改革开放只有进行时，没有完成时。全党必须自觉把改革摆在更加突出位置，紧紧围绕推进中国式现代化进一步全面深化改革。

(2) 进一步全面深化改革的指导思想。坚持马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观，全面贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，深入学习贯彻习近平总书记关于全面深化改革的一系列新思想、新观点、新论断，完整准确全面贯彻新发展理念，坚持稳中求进工作总基调，坚持

解放思想、实事求是、与时俱进、求真务实，进一步解放和发展社会生产力、激发和增强社会活力，统筹国内国际两个大局，统筹推进“五位一体”总体布局，协调推进“四个全面”战略布局，以经济体制改革为牵引，以促进社会公平正义、增进人民福祉为出发点和落脚点，更加注重系统集成，更加注重突出重点，更加注重改革实效，推动生产关系和生产力、上层建筑和经济基础、国家治理和社会发展更好相适应，为中国式现代化提供强大动力和制度保障。

（3）进一步全面深化改革的总目标。继续完善和发展中国特色社会主义制度，推进国家治理体系和治理能力现代化。到二〇三五年，全面建成高水平社会主义市场经济体制，中国特色社会主义制度更加完善，基本实现国家治理体系和治理能力现代化，基本实现社会主义现代化，为到本世纪中叶全面建成社会主义现代化强国奠定坚实基础。

——聚焦构建高水平社会主义市场经济体制，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，更好发挥政府作用，坚持和完善社会主义基本经济制度，推进高水平科技自立自强，推进高水平对外开放，建成现代化经济体系，加快构建新发展格局，推动高质量发展。

——聚焦发展全过程人民民主，坚持党的领导、人民当家作主、依法治国有机统一，推动人民当家作主制度更加健全、协商民主广泛多层制度化发展、中国特色社会主义法治体系更加完善，社会主义法治国家建设达到更高水平。

——聚焦建设社会主义文化强国，坚持马克思主义在意识形态领域指导地位的根本制度，健全文化事业、文化产业发展体制机制，推动文化繁荣，丰富人民精神文化生活，提升国家文化软实力和中华文化影响力。

——聚焦提高人民生活品质，完善收入分配和就业制度，健全社会保障体系，增强基本公共服务均衡性和可及性，推动人的全面发展、全体人民共同富裕取得更为明显的实质性进展。

——聚焦建设美丽中国，加快经济社会发展全面绿色转型，健全生态环境治理体系，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展，促进人与自然和谐共生。

——聚焦建设更高水平平安中国，健全国家安全体系，强化一体化国家战略体系，增强维护国家安全能力，创新社会治理体制机制和手段，有效构建新安全格局。

——聚焦提高党的领导水平和长期执政能力，创新和改进领导方式和执政方式，深化党的建

设制度改革，健全全面从严治党体系。

到二〇二九年中华人民共和国成立八十周年时，完成本决定提出的改革任务。

（4）进一步全面深化改革的原则。总结和运用改革开放以来特别是新时代全面深化改革的宝贵经验，贯彻以下原则：坚持党的全面领导，坚定维护党中央权威和集中统一领导，发挥党总揽全局、协调各方的领导核心作用，把党的领导贯穿改革各方面全过程，确保改革始终沿着正确政治方向前进；坚持以人民为中心，尊重人民主体地位和首创精神，人民有所呼、改革有所应，做到改革为了人民、改革依靠人民、改革成果由人民共享；坚持守正创新，坚持中国特色社会主义不动摇，紧跟时代步伐，顺应实践发展，突出问题导向，在新的起点上推进理论创新、实践创新、制度创新、文化创新以及其他各方面创新；坚持以制度建设为主线，加强顶层设计、总体谋划，破立并举、先立后破，筑牢根本制度，完善基本制度，创新重要制度；坚持全面依法治国，在法治轨道上深化改革、推进中国式现代化，做到改革和法治相统一，重大改革于法有据、及时把改革成果上升为法律制度；坚持系统观念，处理好经济和社会、政府和市场、效率和公平、活力和秩

序、发展和安全等重大关系，增强改革系统性、整体性、协同性。

二、构建高水平社会主义市场经济体制

高水平社会主义市场经济体制是中国式现代化的重要保障。必须更好发挥市场机制作用，创造更加公平、更有活力的市场环境，实现资源配置效率最优化和效益最大化，既“放得活”又“管得住”，更好维护市场秩序、弥补市场失灵，畅通国民经济循环，激发全社会内生动力和创新活力。

（5）坚持和落实“两个毫不动摇”。毫不动摇巩固和发展公有制经济，毫不动摇鼓励、支持、引导非公有制经济发展，保证各种所有制经济依法平等使用生产要素、公平参与市场竞争、同等受到法律保护，促进各种所有制经济优势互补、共同发展。

深化国资国企改革，完善管理监督体制机制，增强各有关管理部门战略协同，推进国有经济布局优化和结构调整，推动国有资本和国有企业做强做优做大，增强核心功能，提升核心竞争力。进一步明晰不同类型国有企业功能定位，完善主责主业管理，明确国有资本重点投资领域和方向。推动国有资本向关系国家安全、国民经济命脉的重要行业和关键领域集中，向关系国计民生的公

共服务、应急能力、公益性领域等集中，向前瞻性战略性新兴产业集中。健全国有企业推进原始创新制度安排。深化国有资本投资、运营公司改革。建立国有企业履行战略使命评价制度，完善国有企业分类考核评价体系，开展国有经济增加值核算。推进能源、铁路、电信、水利、公用事业等行业自然垄断环节独立运营和竞争性环节市场化改革，健全监管体制机制。

坚持致力于为非公有制经济发展营造良好环境和提供更多机会的方针政策。制定民营经济促进法。深入破除市场准入壁垒，推进基础设施竞争性领域向经营主体公平开放，完善民营企业参与国家重大项目建设长效机制。支持有能力的民营企业牵头承担国家重大技术攻关任务，向民营企业进一步开放国家重大科研基础设施。完善民营企业融资支持政策制度，破解融资难、融资贵问题。健全涉企收费长效监管和拖欠企业账款清偿法律法规体系。加快建立民营企业信用状况综合评价体系，健全民营中小企业增信制度。支持引导民营企业完善治理结构和管理制度，加强企业合规建设和廉洁风险防控。加强事中事后监管，规范涉民营企业行政检查。

完善中国特色现代企业制度，弘扬企业家精神，支持和引导各

类企业提高资源要素利用效率和经营管理水平、履行社会责任，加快建设更多世界一流企业。

（6）构建全国统一大市场。推动市场基础制度规则统一、市场监管公平统一、市场设施高标准联通。加强公平竞争审查刚性约束，强化反垄断和反不正当竞争，清理和废除妨碍全国统一市场和公平竞争的各种规定和做法。规范地方招商引资法规制度，严禁违法违规给予政策优惠行为。建立健全统一规范、信息共享的招标投标和政府、事业单位、国有企业采购等公共资源交易平台体系，实现项目全流程公开管理。提升市场综合监管能力和水平。健全国家标准体系，深化地方标准管理制度改革。

完善要素市场制度和规则，推动生产要素畅通流动、各类资源高效配置、市场潜力充分释放。构建城乡统一的建设用地市场。完善促进资本市场规范发展基础制度。培育全国一体化技术和数据市场。完善主要由市场供求关系决定要素价格机制，防止政府对价格形成的不当干预。健全劳动、资本、土地、知识、技术、管理、数据等生产要素由市场评价贡献、按贡献决定报酬的机制。推进水、能源、交通等领域价格改革，优化居民阶梯水价、电价、气价制度，完善成品油定价机制。

完善流通体制，加快发展物

联网，健全一体衔接的流通规则和标准，降低全社会物流成本。深化能源管理体制变革，建设全国统一电力市场，优化油气管网运行调度机制。

加快培育完整内需体系，建立政府投资支持基础性、公益性、长远性重大项目建设长效机制，健全政府投资有效带动社会投资体制机制，深化投资审批制度改革，完善激发社会资本投资活力和促进投资落地机制，形成市场主导的有效投资内生增长机制。完善扩大消费长效机制，减少限制性措施，合理增加公共消费，积极推进首发经济。

（7）完善市场经济基础制度。完善产权制度，依法平等长久保护各种所有制经济产权，建立高效的知识产权综合管理体制。完善市场信息披露制度，构建商业秘密保护制度。对侵犯各种所有制经济产权和合法利益的行为实行同责同罪同罚，完善惩罚性赔偿制度。加强产权执法司法保护，防止和纠正利用行政、刑事手段干预经济纠纷，健全依法甄别纠正涉企冤错案件机制。

完善市场准入制度，优化新业态新领域市场准入环境。深化注册资本认缴登记制度改革，实行依法按期认缴。健全企业破产机制，探索建立个人破产制度，推进企业注销配套改革，完善企业退出制度。健全社会信用体系

和监管制度。

三、健全推动经济高质量发展体制机制

高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。必须以新发展理念引领改革，立足新发展阶段，深化供给侧结构性改革，完善推动高质量发展激励约束机制，塑造发展新动能新优势。

（8）健全因地制宜发展新质生产力体制机制。推动技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级，推动劳动者、劳动资料、劳动对象优化组合和更新跃升，催生新产业、新模式、新动能，发展以高技术、高效能、高质量为特征的生产力。加强关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，加强新领域新赛道制度供给，建立未来产业投入增长机制，完善推动新一代信息技术、人工智能、航空航天、新能源、新材料、高端装备、生物医药、量子科技等战略性新兴产业发展和治理体系，引导新兴产业健康有序发展。以国家标准提升引领传统产业优化升级，支持企业用数智技术、绿色技术改造提升传统产业。强化环保、安全等制度约束。

健全相关规则和政策，加快形成同新质生产力更相适应的生产关系，促进各类先进生产要素

向发展新质生产力集聚，大幅提升全要素生产率。鼓励和规范发展天使投资、风险投资、私募股权投资，更好发挥政府投资基金作用，发展耐心资本。

（9）健全促进实体经济和数字经济深度融合制度。加快推进新型工业化，培育壮大先进制造业集群，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。建设一批行业共性技术平台，加快产业模式和企业组织形态变革，健全提升优势产业领先地位体制机制。优化重大产业基金运作和监管机制，确保资金投向符合国家战略要求。建立保持制造业合理比重投入机制，合理降低制造业综合成本和税费负担。

加快构建促进数字经济发展体制机制，完善促进数字产业化和产业数字化政策体系。加快新一代信息技术全方位全链条普及应用，发展工业互联网，打造具有国际竞争力的数字产业集群。促进平台经济创新发展，健全平台经济常态化监管制度。建设和运营国家数据基础设施，促进数据共享。加快建立数据产权归属认定、市场交易、权益分配、利益保护制度，提升数据安全治理监管能力，建立高效便利安全的数据跨境流动机制。

（10）完善发展服务业体制机制。完善支持服务业发展政策体系，优化服务业核算，推进服务

业标准化建设。聚焦重点环节分领域推进生产性服务业高质量发展，发展产业互联网平台，破除跨地区经营行政壁垒，推进生产性服务业融合发展。健全加快生活性服务业多样化发展机制。完善中介服务机构法规制度体系，促进中介服务机构诚实守信、依法履责。

(11) 健全现代化基础设施建设和体制机制。构建新型基础设施规划和标准体系，健全新型基础设施融合利用机制，推进传统基础设施数字化改造，拓宽多元化投融资渠道，健全重大基础设施建设协调机制。深化综合交通运输体系改革，推进铁路体制改革，发展通用航空和低空经济，推动收费公路政策优化。提高航运保险承保能力和全球服务水平，推进海事仲裁制度规则创新。健全重大水利工程建设、运行、管理机制。

(12) 健全提升产业链供应链韧性和安全水平制度。抓紧打造自主可控的产业链供应链，健全强化集成电路、工业母机、医疗装备、仪器仪表、基础软件、工业软件、先进材料等重点产业链发展体制机制，全链条推进技术攻关、成果应用。建立产业链供应链安全风险评估和应对机制。完善产业在国内梯度有序转移的协作机制，推动转出地和承接地利益共享。建设国家战略腹地和

关键产业备份。加快完善国家储备体系。完善战略性矿产资源探产供储销统筹和衔接体系。

四、构建支持全面创新体制机制

教育、科技、人才是中国式现代化的基础性、战略性支撑。必须深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，统筹推进教育科技人才体制机制一体改革，健全新型举国体制，提升国家创新体系整体效能。

(13) 深化教育综合改革。加快建设高质量教育体系，统筹推进育人方式、办学模式、管理体制、保障机制改革。完善立德树人机制，推进大中小学思政课一体化改革创新，健全德智体美劳全面培养体系，提升教师教书育人能力，健全师德师风建设长效机制，深化教育评价改革。优化高等教育布局，加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科。分类推进高校改革，建立科技发展、国家战略需求牵引的学科设置调整机制和人才培养模式，超常布局急需学科专业，加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设和拔尖人才培养，着力加强创新能力培养。完善高校科技创新机制，提高成果转化效能。强化科技教育和人文教育协同。加快构建职普融通、产教融合的职业教育体系。完善学生实习实践制度。

引导规范民办教育发展。推进高水平教育开放，鼓励国外高水平理工类大学来华合作办学。

优化区域教育资源配置，建立同人口变化相协调的基本公共教育服务供给机制。完善义务教育优质均衡推进机制，探索逐步扩大免费教育范围。健全学前教育和特殊教育、专门教育保障机制。推进教育数字化，赋能学习型社会建设，加强终身教育保障。

(14) 深化科技体制改革。坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，优化重大科技创新组织机制，统筹强化关键核心技术攻关，推动科技创新力量、要素配置、人才队伍体系化、建制化、协同化。加强国家战略科技力量建设，完善国家实验室体系，优化国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业定位和布局，推进科技创新央地协同，统筹各类科创平台建设，鼓励和规范发展新型研发机构，发挥我国超大规模市场引领作用，加强创新资源统筹和力量组织，推动科技创新和产业创新融合发展。构建科技安全风险监测预警和应对体系，加强科技基础条件自主保障。健全科技社团管理制度。扩大国际科技交流合作，鼓励在华设立国际科技组织，优化高校、科研院所、科技社团对外专业交流合作管理机制。

改进科技计划管理，强化基础研究领域、交叉前沿领域、重点领域前瞻性、引领性布局。加强有组织的基础研究，提高科技支出用于基础研究比重，完善竞争性支持和稳定支持相结合的基础研究投入机制，鼓励有条件的地方、企业、社会组织、个人支持基础研究，支持基础研究选题多样化，鼓励开展高风险、高价值基础研究。深化科技评价体系改革，加强科技伦理治理，严肃整治学术不端行为。

强化企业科技创新主体地位，建立培育壮大科技领军企业机制，加强企业主导的产学研深度融合，建立企业研发准备金制度，支持企业主动牵头或参与国家科技攻关任务。构建促进专精特新中小企业发展壮大机制。鼓励科技型中小企业加大研发投入，提高研发费用加计扣除比例。鼓励和引导高校、科研院所按照先使用后付费方式把科技成果许可给中小微企业使用。

完善中央财政科技经费分配和管理使用机制，健全中央财政科技计划执行和专业机构管理体制。扩大财政科研项目经费“包干制”范围，赋予科学家更大技术路线决定权、更大经费支配权、更大资源调度权。建立专家实名推荐的非共识项目筛选机制。允许科研类事业单位实行比一般事业单位更灵活的管理制度，探索

实行企业化管理。

深化科技成果转化机制改革，加强国家技术转移体系建设，加快布局建设一批概念验证、中试验证平台，完善首台（套）、首批次、首版次应用政策，加大政府采购自主创新产品力度。加强技术经理人队伍建设。

允许科技人员在科技成果转化收益分配上有更大自主权，建立职务科技成果资产单列管理制度，深化职务科技成果赋权改革。深化高校、科研院所收入分配改革。允许更多符合条件的国有企业以创新创造为导向，在科研人员中开展多种形式中长期激励。

构建同科技创新相适应的科技金融体制，加强对国家重大科技任务和科技型中小企业的金融支持，完善长期资本投早、投小、投长期、投硬科技的支持政策。健全重大技术攻关风险分散机制，建立科技保险政策体系。提高外资在华开展股权投资、风险投资便利性。

（15）深化人才发展体制机制改革。实施更加积极、更加开放、更加有效的人才政策，完善人才自主培养机制，加快建设国家高水平人才高地和吸引集聚人才平台。加快建设国家战略人才力量，着力培养造就战略科学家、一流科技领军人才和创新团队，着力培养造就卓越工程师、大国工匠、高技能人才，提高各类人才素质。

建设一流产业技术工人队伍。完善人才有序流动机制，促进人才区域合理布局，深化东中西部人才协作。完善青年创新人才发现、选拔、培养机制，更好保障青年科技人员待遇。健全保障科研人员专心科研制度。

强化人才激励机制，坚持向用人主体授权、为人才松绑。建立以创新能力、质量、实效、贡献为导向的人才评价体系。打通高校、科研院所和企业人才交流通道。完善海外引进人才支持保障机制，形成具有国际竞争力的人才制度体系。探索建立高技术人才移民制度。

五、健全宏观经济治理体系

科学的宏观调控、有效的政府治理是发挥社会主义市场经济体制优势的内在要求。必须完善宏观调控制度体系，统筹推进财税、金融等重点领域改革，增强宏观政策取向一致性。

（16）完善国家战略规划体系和政策统筹协调机制。构建国家战略制定和实施机制，加强国家重大战略深度融合，增强国家战略宏观引导、统筹协调功能。健全国家经济社会发展规划制度体系，强化规划衔接落实机制，发挥国家发展规划战略导向作用，强化国土空间规划基础作用，增强专项规划和区域规划实施支撑作用。健全专家参与公共决策

制度。

围绕实施国家发展规划、重大战略促进财政、货币、产业、价格、就业等政策协同发力，优化各类增量资源配置和存量结构调整。探索实行国家宏观资产负债表管理。把经济政策和非经济性政策都纳入宏观政策取向一致性评估。健全预期管理机制。健全支撑高质量发展的统计指标核算体系，加强新经济新领域纳统覆盖。加强产业活动单位统计基础建设，优化总部和分支机构统计办法，逐步推广经营主体活动发生地统计。健全国际宏观政策协调机制。

(17) 深化财税体制改革。健全预算制度，加强财政资源和预算统筹，把依托行政权力、政府信用、国有资源资产获取的收入全部纳入政府预算管理。完善国有资本经营预算和绩效评价制度，强化国家重大战略任务和基本民生财力保障。强化对预算编制和财政政策的宏观指导。加强公共服务绩效管理，强化事前功能评估。深化零基预算改革。统一预算分配权，提高预算管理统一性、规范性，完善预算公开和监督制度。完善权责发生制政府综合财务报告制度。

健全有利于高质量发展、社会公平、市场统一的税收制度，优化税制结构。研究同新业态相适应的税收制度。全面落实税收

法定原则，规范税收优惠政策，完善对重点领域和关键环节支持机制。健全直接税体系，完善综合和分类相结合的个人所得税制度，规范经营所得、资本所得、财产所得税收政策，实行劳动性所得统一征税。深化税收征管改革。

建立权责清晰、财力协调、区域均衡的中央和地方财政关系。增加地方自主财力，拓展地方税源，适当扩大地方税收管理权限。完善财政转移支付体系，清理规范专项转移支付，增加一般性转移支付，提升市县财力同事权相匹配程度。建立促进高质量发展转移支付激励约束机制。推进消费税征收环节后移并稳步下划地方，完善增值税留抵退税政策和抵扣链条，优化共享税分享比例。研究把城市维护建设税、教育费附加、地方教育附加合并为地方附加税，授权地方在一定幅度内确定具体适用税率。合理扩大地方政府专项债券支持范围，适当扩大用作资本金的领域、规模、比例。完善政府债务管理制度，建立全口径地方债务监测监管体系和防范化解隐性债务风险长效机制，加快地方融资平台改革转型。规范非税收入管理，适当下沉部分非税收入管理权限，由地方结合实际差别化管理。

适当加强中央事权、提高中央财政支出比例。中央财政事权

原则上通过中央本级安排支出，减少委托地方代行的中央财政事权。不得违规要求地方安排配套资金，确需委托地方行使事权的，通过专项转移支付安排资金。

(18) 深化金融体制改革。加快完善中央银行制度，畅通货币政策传导机制。积极发展科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融，加强对重大战略、重点领域、薄弱环节的优质金融服务。完善金融机构定位和治理，健全服务实体经济的激励约束机制。发展多元股权融资，加快多层次债券市场发展，提高直接融资比重。优化国有金融资本管理体制。

健全投资和融资相协调的资本市场功能，防风险、强监管，促进资本市场健康稳定发展。支持长期资金入市。提高上市公司质量，强化上市公司监管和退市制度。建立增强资本市场内在稳定性长效机制。完善大股东、实际控制人行为规范约束机制。完善上市公司分红激励约束机制。健全投资者保护机制。推动区域性股权市场规则对接、标准统一。

制定金融法。完善金融监管体系，依法将所有金融活动纳入监管，强化监管责任和问责制度，加强中央和地方监管协同。建设安全高效的金融基础设施，统一金融市场登记托管、结算清算规则制度，建立风险早期纠正硬约

束制度，筑牢有效防控系统性风险的金融稳定保障体系。健全金融消费者保护和打击非法金融活动机制，构建产业资本和金融资本“防火墙”。推动金融高水平开放，稳慎扎实推进人民币国际化，发展人民币离岸市场。稳妥推进数字人民币研发和应用。加快建设上海国际金融中心。

完善准入前国民待遇加负面清单管理模式，支持符合条件的外资机构参与金融业务试点。稳慎拓展金融市场互联互通，优化合格境外投资者制度。推进自主可控的跨境支付体系建设，强化开放条件下金融安全机制。建立统一的全口径外债监管体系。积极参与国际金融治理。

(19) 完善实施区域协调发展战略机制。构建优势互补的区域经济布局和国土空间体系。健全推动西部大开发形成新格局、东北全面振兴取得新突破、中部地区加快崛起、东部地区加快推进现代化的制度和政策体系。推动京津冀、长三角、粤港澳大湾区等地区更好发挥高质量发展动力源作用，优化长江经济带发展、黄河流域生态保护和高质量发展机制。高标准高质量推进雄安新区建设。推动成渝地区双城经济圈建设走深走实。健全主体功能区制度体系，强化国土空间优化发展保障机制。完善区域一体化发展机制，构建跨行政区合作发

展新机制，深化东中西部产业协作。完善促进海洋经济发展体制机制。

六、完善城乡融合发展体制机制

城乡融合发展是中国式现代化的必然要求。必须统筹新型工业化、新型城镇化和乡村全面振兴，全面提高城乡规划、建设、治理融合水平，促进城乡要素平等交换、双向流动，缩小城乡差别，促进城乡共同繁荣发展。

(20) 健全推进新型城镇化体制机制。构建产业升级、人口集聚、城镇发展良性互动机制。推行由常住地登记户口提供基本公共服务制度，推动符合条件的农业转移人口社会保险、住房保障、随迁子女义务教育等享有同迁入地户籍人口同等权利，加快农业转移人口市民化。保障进城落户农民合法土地权益，依法维护进城落户农民的土地承包权、宅基地使用权、集体收益分配权，探索建立自愿有偿退出的办法。

坚持人民城市人民建、人民城市为人民。健全城市规划体系，引导大中小城市和小城镇协调发展、集约紧凑布局。深化城市建设、运营、治理体制改革，加快转变城市发展方式。推动形成超大特大城市智慧高效治理新体系，建立都市圈同城化发展体制机制。深化赋予特大镇同人口和经济规模相适应的经济社会管理权改革。

建立可持续的城市更新模式和政策法规，加强地下综合管廊建设和老旧管线改造升级，深化城市安全韧性提升行动。

(21) 巩固和完善农村基本经营制度。有序推进第二轮土地承包到期后再延长三十年试点，深化承包地所有权、承包权、经营权分置改革，发展农业适度规模经营。完善农业经营体系，完善承包地经营权流转价格形成机制，促进农民合作经营，推动新型农业经营主体扶持政策同带动农户增收挂钩。健全便捷高效的农业社会化服务体系。发展新型农村集体经济，构建产权明晰、分配合理的运行机制，赋予农民更加充分的财产权益。

(22) 完善强农惠农富农支持制度。坚持农业农村优先发展，完善乡村振兴投入机制。壮大县域富民产业，构建多元化食物供给体系，培育乡村新产业新业态。优化农业补贴政策体系，发展多层次农业保险。完善覆盖农村人口的常态化防止返贫致贫机制，建立农村低收入人口和欠发达地区分层分类帮扶制度。健全脱贫攻坚国家投入形成资产的长效管理机制。运用“千万工程”经验，健全推动乡村全面振兴长效机制。

加快健全种粮农民收益保障机制，推动粮食等重要农产品价格保持在合理水平。统筹建立粮食产销区省际横向利益补偿机制，

在主产区利益补偿上迈出实质步伐。统筹推进粮食购销和储备管理体制机制改革，建立监管新模式。健全粮食和食物节约长效机制。

(23) 深化土地制度改革。改革完善耕地占补平衡制度，各类耕地占用纳入统一管理，完善补充耕地质量验收机制，确保达到平衡标准。完善高标准农田建设、验收、管护机制。健全保障耕地用于种植基本农作物管理体系。允许农户合法拥有的住房通过出租、入股、合作等方式盘活利用。有序推进农村集体经营性建设用地入市改革，健全土地增值收益分配机制。

优化土地管理，健全同宏观政策和区域发展高效衔接的土地管理制度，优先保障主导产业、重大项目合理用地，使优势地区有更大发展空间。建立新增城镇建设用地指标配置同常住人口增加协调机制。探索国家集中垦造耕地定向用于特定项目和地区落实占补平衡机制。优化城市工商业土地利用，加快发展建设用地二级市场，推动土地混合开发利用、用途合理转换，盘活存量土地和低效用地。开展各类产业园区用地专项治理。制定工商业用地使用权延期和到期后续期政策。

七、完善高水平对外开放体制机制

开放是中国式现代化的鲜明标识。必须坚持对外开放基本国

策，坚持以开放促改革，依托我国超大规模市场优势，在扩大国际合作中提升开放能力，建设更高水平开放型经济新体制。

(24) 稳步扩大制度型开放。主动对接国际高标准经贸规则，在产权保护、产业补贴、环境标准、劳动保护、政府采购、电子商务、金融领域等实现规则、规制、管理、标准相通相容，打造透明稳定可预期的制度环境。扩大自主开放，有序扩大我国商品市场、服务市场、资本市场、劳务市场等对外开放，扩大对最不发达国家单边开放。深化援外体制机制改革，实现全链条管理。

维护以世界贸易组织为核心的多边贸易体制，积极参与全球经济治理体系改革，提供更多全球公共产品。扩大面向全球的高标准自由贸易区网络，建立同国际通行规则衔接的合规机制，优化开放合作环境。

(25) 深化外贸体制改革。强化贸易政策和财税、金融、产业政策协同，打造贸易强国制度支撑和政策支持体系，加快内外贸一体化改革，积极应对贸易数字化、绿色化趋势。推进通关、税务、外汇等监管创新，营造有利于新业态新模式发展的制度环境。创新发展数字贸易，推进跨境电商综合试验区建设。建设大宗商品交易中心，建设全球集散分拨中心，支持各类主体有序布

局海外流通设施，支持有条件的地区建设国际物流枢纽中心和大宗商品资源配置枢纽。健全贸易风险防控机制，完善出口管制体系和贸易救济制度。

创新提升服务贸易，全面实施跨境服务贸易负面清单，推进服务业扩大开放综合试点示范，鼓励专业服务机构提升国际化服务能力。加快推进离岸贸易发展，发展新型离岸国际贸易业务。建立健全跨境金融服务体系，丰富金融产品和服务供给。

(26) 深化外商投资和对外投资管理体制改革。营造市场化、法治化、国际化一流营商环境，依法保护外商投资权益。扩大鼓励外商投资产业目录，合理缩减外资准入负面清单，落实全面取消制造业领域外资准入限制措施，推动电信、互联网、教育、文化、医疗等领域有序扩大开放。深化外商投资促进体制机制改革，保障外资企业在要素获取、资质许可、标准制定、政府采购等方面的国民待遇，支持参与产业链上下游配套协作。完善境外人员入境居住、医疗、支付等生活便利制度。完善促进和保障对外投资体制机制，健全对外投资管理服务体系，推动产业链供应链国际合作。

(27) 优化区域开放布局。巩固东部沿海地区开放先导地位，提高中西部和东北地区开放水平，

加快形成陆海内外联动、东西双向互济的全面开放格局。发挥沿海、沿边、沿江和交通干线等优势，优化区域开放功能分工，打造形态多样的开放高地。实施自由贸易试验区提升战略，鼓励首创性、集成式探索。加快建设海南自由贸易港。

发挥“一国两制”制度优势，巩固提升香港国际金融、航运、贸易中心地位，支持香港、澳门打造国际高端人才集聚高地，健全香港、澳门在国家对外开放中更好发挥作用机制。深化粤港澳大湾区合作，强化规则衔接、机制对接。完善促进两岸经济文化交流合作制度和政策，深化两岸融合发展。

（28）完善推进高质量共建“一带一路”机制。继续实施“一带一路”科技创新行动计划，加强绿色发展、数字经济、人工智能、能源、税收、金融、减灾等领域的多边合作平台建设。完善陆海天网一体化布局，构建“一带一路”立体互联互通网络。统筹推进重大标志性工程和“小而美”民生项目。

八、健全全过程人民民主制度体系

发展全过程人民民主是中国式现代化的本质要求。必须坚定不移走中国特色社会主义政治发展道路，坚持和完善我国根本政

治制度、基本政治制度、重要政治制度，丰富各层级民主形式，把人民当家作主具体、现实体现到国家政治生活和社会生活各方面。

（29）加强人民当家作主制度建设。坚持好、完善好、运行好人民代表大会制度。健全人大对行政机关、监察机关、审判机关、检察机关监督制度，完善监督法及其实施机制，强化人大预算决算审查监督和国有资产管理、政府债务管理监督。健全人大议事规则和论证、评估、评议、听证制度。丰富人大代表联系人民群众的内容和形式。健全吸纳民意、汇集民智工作机制。发挥工会、共青团、妇联等群团组织联系服务群众的桥梁纽带作用。

（30）健全协商民主机制。发挥人民政协作为专门协商机构作用，健全深度协商互动、意见充分表达、广泛凝聚共识的机制，加强人民政协反映社情民意、联系群众、服务人民机制建设。完善人民政协民主监督机制。

完善协商民主体系，丰富协商方式，健全政党协商、人大协商、政府协商、政协协商、人民团体协商、基层协商以及社会组织协商制度化平台，加强各种协商渠道协同配合。健全协商于决策之前和决策实施之中的落实机制，完善协商成果采纳、落实、反馈机制。

（31）健全基层民主制度。健全基层党组织领导的基层群众自治机制，完善基层民主制度体系和工作体系，拓宽基层各类组织 and 群众有序参与基层治理渠道。完善办事公开制度。健全以职工代表大会为基本形式的企事业单位民主管理制度，完善企业职工参与管理的有效形式。

（32）完善大统战工作格局。完善发挥统一战线凝聚人心、汇聚力量政治作用的政策举措。坚持好、发展好、完善好中国新型政党制度。更好发挥党外人士作用，健全党外代表人士队伍建设制度。制定民族团结进步促进法，健全铸牢中华民族共同体意识制度机制，增强中华民族凝聚力。系统推进我国宗教中国化，加强宗教事务治理法治化。完善党外知识分子和新的社会阶层人士政治引领机制。全面构建亲清政商关系，健全促进非公有制经济健康发展、非公有制经济人士健康成长工作机制。完善港澳台和侨务工作机制。

九、完善中国特色社会主义法治体系

法治是中国式现代化的重要保障。必须全面贯彻实施宪法，维护宪法权威，协同推进立法、执法、司法、守法各环节改革，健全法律面前人人平等保障机制，弘扬社会主义法治精神，维护社

会公平正义，全面推进国家各方面工作法治化。

(33) 深化立法领域改革。完善以宪法为核心的中国特色社会主义法律体系，健全保证宪法全面实施制度体系，建立宪法实施情况报告制度。完善党委领导、人大主导、政府依托、各方参与的立法工作格局。统筹立改废释纂，加强重点领域、新兴领域、涉外领域立法，完善合宪性审查、备案审查制度，提高立法质量。探索区域协同立法。健全党内法规同国家法律法规衔接协调机制。建设全国统一的法律法规和规范性文件信息平台。

(34) 深入推进依法行政。推进政府机构、职能、权限、程序、责任法定化，促进政务服务标准化、规范化、便利化，完善覆盖全国的一体化在线政务服务平台。完善重大决策、规范性文件合法性审查机制。加强政府立法审查。深化行政执法体制改革，完善基层综合执法体制机制，健全行政执法监督体制机制。完善行政处罚等领域行政裁量权基准制度，推动行政执法标准跨区域衔接。完善行政处罚和刑事处罚双向衔接制度。健全行政复议体制机制。完善行政裁决制度。完善垂直管理体制和地方分级管理体制，健全垂直管理机构和地方协作配合机制。稳妥推进人口小县机构优化。深化开发区管理制

度改革。优化事业单位结构布局，强化公益性。

(35) 健全公正执法司法体制机制。健全监察机关、公安机关、检察机关、审判机关、司法行政机关各司其职，监察权、侦查权、检察权、审判权、执行权相互配合、相互制约的体制机制，确保执法司法各环节全过程在有效制约监督下运行。深化审判权和执行权分离改革，健全国家执行体制，强化当事人、检察机关和社会公众对执行活动的全程监督。完善执法司法救济保护制度，完善国家赔偿制度。深化和规范司法公开，落实和完善司法责任制。规范专门法院设置。深化行政案件级别管辖、集中管辖、异地管辖改革。构建协同高效的警务体制机制，推进地方公安机关机构编制管理改革，继续推进民航公安机关和海关缉私部门管理体制改革。规范警务辅助人员管理制度。

坚持正确人权观，加强人权执法司法保障，完善事前审查、事中监督、事后纠正等工作机制，完善涉及公民人身权利强制措施以及查封、扣押、冻结等强制措施的制度，依法查处利用职权徇私枉法、非法拘禁、刑讯逼供等犯罪行为。推进刑事案件律师辩护全覆盖。建立轻微犯罪记录封存制度。

(36) 完善推进法治社会建

设机制。健全覆盖城乡的公共法律服务体系，深化律师制度、公证体制、仲裁制度、调解制度、司法鉴定管理体制改革。改进法治宣传教育，完善以实践为导向的法学院校教育培养机制。加强和改进未成年人权益保护，强化未成年人犯罪预防和治理，制定专门矫治教育规定。

(37) 加强涉外法治建设。建立一体推进涉外立法、执法、司法、守法和法律服务、法治人才培养的工作机制。完善涉外法律法规体系和法治实施体系，深化执法司法国际合作。完善涉外民事法律关系中当事人依法约定管辖、选择适用域外法等司法审判制度。健全国际商事仲裁和调解制度，培育国际一流仲裁机构、律师事务所。积极参与国际规则制定。

十、深化文化体制机制改革

中国式现代化是物质文明和精神文明相协调的现代化。必须增强文化自信，发展社会主义先进文化，弘扬革命文化，传承中华优秀传统文化，加快适应信息技术迅猛发展新形势，培育形成规模宏大的优秀文化人才队伍，激发全民族文化创新创造活力。

(38) 完善意识形态工作责任制。健全用党的创新理论武装全党、教育人民、指导实践工作体系，完善党委（党组）理论学

习中心组学习制度，完善思想政治工作体系。创新马克思主义理论研究和建设工程，实施哲学社会科学创新工程，构建中国哲学社会科学自主知识体系。完善新闻发言人制度。构建适应全媒体生产传播工作机制和评价体系，推进主流媒体系统性变革。完善舆论引导机制和舆情应对协同机制。

推动理想信念教育常态化制度化。完善培育和践行社会主义核心价值观制度机制。改进创新文明培育、文明实践、文明创建工作机制。实施文明乡风建设工程。优化英模人物宣传学习机制，创新爱国主义教育和各类群众性主题活动组织机制，推动全社会崇尚英雄、缅怀先烈、争做先锋。构建中华传统美德传承体系，健全社会公德、职业道德、家庭美德、个人品德建设体制机制，健全诚信建设长效机制，教育引导全社会自觉遵守法律、遵循公序良俗，坚决反对拜金主义、享乐主义、极端个人主义和历史虚无主义。形成网上思想道德教育分众化、精准化实施机制。建立健全道德领域突出问题协同治理机制，完善“扫黄打非”长效机制。

(39) 优化文化服务和文化产品供给机制。完善公共文化服务体系，建立优质文化资源直达基层机制，健全社会力量参与公共文化服务机制，推进公共文化

设施所有权和使用权分置改革。深化文化领域国资国企改革，分类推进文化事业单位深化内部改革，完善文艺院团建设发展机制。

坚持以人民为中心的创作导向，坚持出成果和出人才相结合、抓作品和抓环境相贯通，改进文艺创作生产服务、引导、组织工作机制。健全文化产业体系和市场体系，完善文化经济政策。探索文化和科技融合的有效机制，加快发展新型文化业态。深化文化领域行政审批备案制度改革，加强事中事后监管。深化文娱领域综合治理。

建立文化遗产保护传承工作协调机构，建立文化遗产保护督察制度，推动文化遗产系统性保护和统一监管。构建中华文明标识体系。健全文化和旅游深度融合发展体制机制。完善全民健身公共服务体系，改革完善竞技体育管理体制和运行机制。

(40) 健全网络综合治理体系。深化网络管理体制改革，整合网络内容建设和管理职能，推进新闻宣传和网络舆论一体化管理。完善生成式人工智能发展和管理机制。加强网络空间法治建设，健全网络生态治理长效机制，健全未成年人网络保护工作体系。

(41) 构建更有效力的国际传播体系。推进国际传播格局重构，深化主流媒体国际传播机制改革创新，加快构建多渠道、立体式

对外传播格局。加快构建中国话语和中国叙事体系，全面提升国际传播效能。建设全球文明倡议践行机制。推动走出去、请进来管理便利化，扩大国际人文交流合作。

十一、健全保障和改善民生制度体系

在发展中保障和改善民生是中国式现代化的重大任务。必须坚持尽力而为、量力而行，完善基本公共服务制度体系，加强普惠性、基础性、兜底性民生建设，解决好人民最关心最直接最现实的利益问题，不断满足人民对美好生活的向往。

(42) 完善收入分配制度。构建初次分配、再分配、第三次分配协调配套的制度体系，提高居民收入在国民收入分配中的比重，提高劳动报酬在初次分配中的比重。完善劳动者工资决定、合理增长、支付保障机制，健全按要素分配政策制度。完善税收、社会保障、转移支付等再分配调节机制。支持发展公益慈善事业。

规范收入分配秩序，规范财富积累机制，多渠道增加城乡居民财产性收入，形成有效增加低收入群体收入、稳步扩大中等收入群体规模、合理调节过高收入的制度体系。深化国有企业工资决定机制改革，合理确定并严格规范国有企业各级负责人薪酬、

津贴补贴等。

(43) 完善就业优先政策。健全高质量充分就业促进机制，完善就业公共服务体系，着力解决结构性就业矛盾。完善高校毕业生、农民工、退役军人等重点群体就业支持体系，健全终身职业技能培训制度。统筹城乡就业政策体系，同步推进户籍、用人、档案等服务改革，优化创业促进就业政策环境，支持和规范发展新就业形态。完善促进机会公平制度机制，畅通社会流动渠道。完善劳动关系协商协调机制，加强劳动者权益保障。

(44) 健全社会保障体系。完善基本养老保险全国统筹制度，健全全国统一的社保公共服务平台。健全社保基金保值增值和安全监管体系。健全基本养老、基本医疗保险筹资和待遇合理调整机制，逐步提高城乡居民基本养老保险基础养老金。健全灵活就业人员、农民工、新就业形态人员社保制度，扩大失业、工伤、生育保险覆盖面，全面取消在就业地参保户籍限制，完善社保关系转移接续政策。加快发展多层次多支柱养老保险体系，扩大年金制度覆盖范围，推行个人养老金制度。发挥各类商业保险补充保障作用。推进基本医疗保险省级统筹，深化医保支付方式改革，完善大病保险和医疗救助制度，加强医保基金监管。健全社会救

助体系。健全保障妇女儿童合法权益制度。完善残疾人社会保障制度和关爱服务体系。

加快建立租购并举的住房制度，加快构建房地产发展新模式。加大保障性住房建设和供给，满足工薪群体刚性住房需求。支持城乡居民多样化改善性住房需求。充分赋予各城市政府房地产市场调控自主权，因城施策，允许有关城市取消或调减住房限购政策、取消普通住宅和非普通住宅标准。改革房地产开发融资方式和商品房预售制度。完善房地产税收制度。

(45) 深化医药卫生体制改革。实施健康优先发展战略，健全公共卫生体系，促进社会共治、医防协同、医防融合，强化监测预警、风险评估、流行病学调查、检验检测、应急处置、医疗救治等能力。促进医疗、医保、医药协同发展和治理。促进优质医疗资源扩容下沉和区域均衡布局，加快建设分级诊疗体系，推进紧密型医联体建设，强化基层医疗卫生服务。深化以公益性为导向的公立医院改革，建立以医疗服务为主导的收费机制，完善薪酬制度，建立编制动态调整机制。引导规范民营医院发展。创新医疗卫生监管手段。健全支持创新药和医疗器械发展机制，完善中医药传承创新发展机制。

(46) 健全人口发展支持和

服务体系。以应对老龄化、少子化为重点完善人口发展战略，健全覆盖全人群、全生命周期的人口服务体系，促进人口高质量发展。完善生育支持政策体系和激励机制，推动建设生育友好型社会。有效降低生育、养育、教育成本，完善生育休假制度，建立生育补贴制度，提高基本生育和儿童医疗公共服务水平，加大个人所得税抵扣力度。加强普惠育幼服务体系建设，支持用人单位办托、社区嵌入式托育、家庭托育点等多种模式发展。把握人口流动客观规律，推动相关公共服务随人走，促进城乡、区域人口合理集聚、有序流动。

积极应对人口老龄化，完善发展养老事业和养老产业政策机制。发展银发经济，创造适合老年人的多样化、个性化就业岗位。按照自愿、弹性原则，稳妥有序推进渐进式延迟法定退休年龄改革。优化基本养老服务供给，培育社区养老服务机构，健全公办养老机构运营机制，鼓励和引导企业等社会力量积极参与，推进互助性养老服务，促进医养结合。加快补齐农村养老服务短板。改善对孤寡、残障失能等特殊困难老年人的服务，加快建立长期护理保险制度。

十二、深化生态文明体制改革

中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化。必须完善生态

文明制度体系，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，积极应对气候变化，加快完善落实绿水青山就是金山银山理念的体制机制。

(47) 完善生态文明基础体制。实施分区域、差异化、精准管控的生态环境管理制度，健全生态环境监测和评价制度。建立健全覆盖全域全类型、统一衔接的国土空间用途管制和规划许可制度。健全自然资源资产产权制度和管理制度体系，完善全民所有自然资源资产所有权委托代理机制，建立生态环境保护、自然资源保护利用和资产保值增值等责任考核监督制度。完善国家生态安全工作协调机制。编纂生态环境法典。

(48) 健全生态环境治理体系。推进生态环境治理责任体系、监管体系、市场体系、法律法规政策体系建设。完善精准治污、科学治污、依法治污制度机制，落实以排污许可制为核心的固定污染源监管制度，建立新污染物协同治理和环境风险管控体系，推进多污染物协同减排。深化环境信息依法披露制度改革，构建环境信用监管体系。推动重要流域构建上下游贯通一体的生态环境治理体系。全面推进以国家公园为主体的自然保护地体系建设。

落实生态保护红线管理制度，健全山水林田湖草沙一体化保护和系统治理机制，建设多元化生

态保护修复投入机制。落实水资源刚性约束制度，全面推行水资源费改税。强化生物多样性保护工作协调机制。健全海洋资源开发保护制度。健全生态产品价值实现机制。深化自然资源有偿使用制度改革。推进生态综合补偿，健全横向生态保护补偿机制，统筹推进生态环境损害赔偿。

(49) 健全绿色低碳发展机制。实施支持绿色低碳发展的财税、金融、投资、价格政策和标准体系，发展绿色低碳产业，健全绿色消费激励机制，促进绿色低碳循环发展经济体系建设。优化政府绿色采购政策，完善绿色税制。完善资源总量管理和全面节约制度，健全废弃物循环利用体系。健全煤炭清洁高效利用机制。加快规划建设新型能源体系，完善新能源消纳和调控政策措施。完善适应气候变化工作体系。建立能耗双控向碳排放双控全面转型新机制。构建碳排放统计核算体系、产品碳标识认证制度、产品碳足迹管理体系，健全碳市场交易制度、温室气体自愿减排交易制度，积极稳妥推进碳达峰碳中和。

十三、推进国家安全体系和能力现代化

国家安全是中国式现代化行稳致远的重要基础。必须全面贯彻总体国家安全观，完善维护国

家安全体制机制，实现高质量发展和高水平安全良性互动，切实保障国家长治久安。

(50) 健全国家安全体系。强化国家安全工作协调机制，完善国家安全法治体系、战略体系、政策体系、风险监测预警体系，完善重点领域安全保障体系和重要专项协调指挥体系。构建联动高效的国家安全防护体系，推进国家安全科技赋能。

(51) 完善公共安全治理机制。健全重大突发公共事件处置保障体系，完善大安全大应急框架下应急指挥机制，强化基层应急基础和力量，提高防灾减灾救灾能力。完善安全生产风险排查整治和责任倒查机制。完善食品药品安全责任体系。健全生物安全监管预警防控体系。加强网络安全体制建设，建立人工智能安全监管制度。

(52) 健全社会治理体系。坚持和发展新时代“枫桥经验”，健全党组织领导的自治、法治、德治相结合的城乡基层治理体系，完善共建共治共享的社会治理制度。探索建立全国统一的人口管理制度。健全社会工作体制机制，加强党建引领基层治理，加强社会工作者队伍建设，推动志愿服务体系建设。推进信访工作法治化。提高市域社会治理能力，强化市民热线等公共服务平台功能，健全“高效办成一件事”重点事

项清单管理机制和常态化推进机制。健全社会心理服务体系和危机干预机制。健全发挥家庭家教家风建设在基层治理中作用的机制。深化行业协会商会改革。健全社会组织管理制度。

健全乡镇（街道）职责和权力、资源相匹配制度，加强乡镇（街道）服务管理力量。完善社会治安整体防控体系，健全扫黑除恶常态化机制，依法严惩群众反映强烈的违法犯罪活动。

（53）完善涉外国家安全机制。建立健全周边安全工作协调机制。强化海外利益和投资风险预警、防控、保护体制机制，深化安全领域国际执法合作，维护我国公民、法人在海外合法权益。健全反制裁、反干涉、反“长臂管辖”机制。健全维护海洋权益机制。完善参与全球安全治理机制。

十四、持续深化国防和军队改革

国防和军队现代化是中国式现代化的重要组成部分。必须坚持党对人民军队的绝对领导，深入实施改革强军战略，为如期实现建军一百年奋斗目标、基本实现国防和军队现代化提供有力保障。

（54）完善人民军队领导管理体制机制。健全贯彻军委主席负责制的制度机制，深入推进政治建军。优化军委机关部门职能配置，健全战建备统筹推进机制，

完善重大决策咨询评估机制，深化战略管理创新，完善军事治理体系。健全依法治军工作机制。完善作战战备、军事人力资源等领域配套政策制度。深化军队院校改革，推动院校内涵式发展。实施军队企事业单位调整改革。

（55）深化联合作战体系改革。完善军委联合作战指挥中心职能，健全重大安全领域指挥功能，建立同中央和国家机关协调运行机制。优化战区联合作战指挥中心编成，完善任务部队联合作战指挥编组模式。加强网络信息体系建设运用统筹。构建新型军兵种结构布局，加快发展战略威慑力量，大力发展新域新质作战力量，统筹加强传统作战力量建设。优化武警部队力量编成。

（56）深化跨军地改革。健全一体化国家战略体系和能力建设工作机制，完善涉军决策议事协调体制机制。健全国防建设军事需求提报和军地对接机制，完善国防动员体系。深化国防科技工业体制改革，优化国防科技工业布局，改进武器装备采购制度，建立军品设计回报机制，构建武器装备现代化管理体系。完善军地标准化工作统筹机制。加强航天、军贸等领域建设和管理统筹。优化边海防领导管理体制机制，完善党政军警民合力治边机制。深化民兵制度改革。完善双拥工作机制。

十五、提高党对进一步全面深化改革、推进中国式现代化的领导水平

党的领导是进一步全面深化改革、推进中国式现代化的根本保证。必须深刻领悟“两个确立”的决定性意义，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，保持以党的自我革命引领社会革命的高度自觉，坚持用改革精神和严的标准管党治党，完善党的自我革命制度规范体系，不断推进党的自我净化、自我完善、自我革新、自我提高，确保党始终成为中国特色社会主义事业的坚强领导核心。

（57）坚持党中央对进一步全面深化改革的集中统一领导。党中央领导改革的总体设计、统筹协调、整体推进。完善党中央重大决策部署落实机制，确保党中央令行禁止。各级党委（党组）负责落实党中央决策部署，谋划推进本地区本部门改革，鼓励结合实际开拓创新，创造可复制、可推广的新鲜经验。走好新时代党的群众路线，把社会期盼、群众智慧、专家意见、基层经验充分吸收到改革设计中来。围绕解决突出矛盾设置改革议题，优化重点改革方案生成机制，坚持真理、修正错误，及时发现问题、纠正偏差。完善改革激励和舆论引导机制，营造良好改革氛围。

(58) 深化党的建设制度改革。以调动全党抓改革、促发展的积极性、主动性、创造性为着力点，完善党的建设制度机制。加强党的创新理论武装，建立健全以学铸魂、以学增智、以学正风、以学促干长效机制。深化干部人事制度改革，鲜明树立选人用人正确导向，大力选拔政治过硬、敢于担当、锐意改革、实绩突出、清正廉洁的干部，着力解决干部乱作为、不作为、不敢为、不善为问题。树立和践行正确政绩观，健全有效防范和纠治政绩观偏差工作机制。落实“三个区分开来”，激励干部开拓进取、干事创业。推进领导干部能上能下常态化，加大调整不适宜担任现职干部力度。健全常态化培训特别是基本培训机制，强化专业训练和实践锻炼，全面提高干部现代化建设能力。完善和落实领导干部任期制，健全领导班子主要负责人变动交接制度。增强党组织政治功能和组织功能。探索加强新经济组织、新社会组织、新就业群体党的建设有效途径。完善党员教育管理、作用发挥机制。完善党内法规，增强党内法规权威性和执行力。

(59) 深入推进党风廉政建设和反腐败斗争。健全政治监督具体化、精准化、常态化机制。锲而不舍落实中央八项规定精神，健全防治形式主义、官僚主义制

度机制。持续精简规范会议文件和各类创建示范、评比达标、节庆展会论坛活动，严格控制面向基层的督查、检查、考核总量，提高调研质量，下大气力解决过频过繁问题。制定乡镇（街道）履行职责事项清单，健全为基层减负长效机制。建立经常性和集中性相结合的纪律教育机制，深化运用监督执纪“四种形态”，综合发挥党的纪律教育约束、保障激励作用。

完善一体推进不敢腐、不能腐、不想腐工作机制，着力铲除腐败滋生的土壤和条件。健全不正之风和腐败问题同查同治机制，深化整治权力集中、资金密集、资源富集领域腐败，严肃查处政商勾连破坏政治生态和经济发展环境问题，完善对重点行贿人的联合惩戒机制，丰富防治新型腐败和隐性腐败的有效办法。加强诬告行为治理。健全追逃防逃追赃机制。加强新时代廉洁文化建设。

完善党和国家监督体系。强化全面从严治党主体责任和监督责任。健全加强对“一把手”和领导班子监督配套制度。完善权力配置和运行制约机制，反对特权思想和特权现象。推进执纪执法和刑事司法有机衔接。健全巡视巡察工作体制机制。优化监督检查和审查调查机构职能，完善垂直管理单位纪检监察体制，推进向中管企业全面派驻纪检监察组。深化基层监督体制机制改革。

推进反腐败国家立法，修改监察法，出台反跨境腐败法。

(60) 以钉钉子精神抓好改革落实。对党中央进一步全面深化改革的决策部署，全党必须求真务实抓落实、敢作善为抓落实，坚持上下协同、条块结合，科学制定改革任务书、时间表、优先序，明确各项改革实施主体和责任，把重大改革落实情况纳入监督检查和巡视巡察内容，以实绩实效和人民群众满意度检验改革。

中国式现代化是走和平发展道路的现代化。对外工作必须坚定奉行独立自主的和平外交政策，推动构建人类命运共同体，践行全人类共同价值，落实全球发展倡议、全球安全倡议、全球文明倡议，倡导平等有序的世界多极化、普惠包容的经济全球化，深化外事工作机制改革，参与引领全球治理体系改革和建设，坚定维护国家主权、安全、发展利益，为进一步全面深化改革、推进中国式现代化营造良好外部环境。

全党全军全国各族人民要更加紧密地团结在以习近平同志为核心的党中央周围，高举改革开放旗帜，凝心聚力、奋发进取，为全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标，以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴而努力奋斗。○

来源：新华社

工信部等四部门联合印发《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南（2024版）》

为深入贯彻落实党中央、国务院关于加快发展人工智能的部署要求，贯彻落实《国家标准化发展纲要》《全球人工智能治理倡议》，进一步加强人工智能标准化工作系统谋划，加快构建满足人工智能产业高质量发展和“人工智能+”高水平赋能需求的标准体系，夯实标准对推动技术进步、促进企业发展、引领产业升级、保障产业安全的支撑作用，更好推进人工智能赋能新型工业化，特制定本指南。

一、产业发展现状

人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的基础性和战略性技术，正成为发展新质生产力的重要引擎，加速和实体经济深度融合，全面赋能新型工业化，深刻改变工业生产模式和经济发展形态，将对加快建设制造强国、网络强国和数字中国发挥重要的支撑作用。人工智能产业链包括基础层、框架层、模型层、应用层等4个部分。其中，基础层主要包括算力、算法和数据，框架层主要是指用于模型开发的深度

学习框架和工具，模型层主要是指大模型等技术和产品，应用层主要是指人工智能技术在行业场景的应用。近年来，我国人工智能产业在技术创新、产品创造和行业应用等方面实现快速发展，形成庞大市场规模。伴随以大模型为代表的新技术加速迭代，人工智能产业呈现出创新技术群体突破、行业应用融合发展、国际合作深度协同等新特点，亟需完善人工智能产业标准体系。

二、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大和二十届二中全会精神，认真落实中央经济工作会议和全国新型工业化推进大会部署要求，完整、准确、全面贯彻新发展理念，统筹高质量发展和高水平安全，加快赋能新型工业化，以抢抓人工智能产业发展先机为目标，完善人工智能标准工作顶层设计，强化全产业链标准工作协同，统筹推进标准的研究、制定、实施和国际化，为推动我国人工智能产业高质量发展提供坚实的技术支撑。

到2026年，标准与产业科技创新的联动水平持续提升，新制定国家标准和行业标准50项以上，引领人工智能产业高质量发展的标准体系加快形成。开展标准宣贯和实施推广的企业超过1000家，标准服务企业创新发展的成效更加凸显。参与制定国际标准20项以上，促进人工智能产业全球化发展。

坚持创新驱动。优化产业科技创新与标准化联动机制，加快人工智能领域关键共性技术研究，推动先进适用的科技创新成果高效转化成标准。

坚持应用牵引。坚持企业主体、市场导向，面向行业应用需求，强化创新成果迭代和应用场景构建，协同推进人工智能与重点行业融合应用。

坚持产业协同。加强人工智能全产业链标准化工作协同，加强跨行业、跨领域标准化技术组织的协作，打造大中小企业融通发展的标准化模式。

坚持开放合作。深化国际标准化交流与合作，鼓励我国企事业单位积极参与国际标准化活动，

携手全球产业链上下游企业共同制定国际标准。

三、建设思路

(一) 人工智能标准体系结构

人工智能标准体系结构包括基础共性、基础支撑、关键技术、智能产品与服务、赋能新型工业化、行业应用、安全 / 治理等 7 个部分，如图 1 所示。其中，基础共性标准是人工智能的基础性、框架性、总体性标准。基础支撑标准主要规范数据、算力、算法等技术要求，为人工智能产业发展夯实技术底座。关键技术标准主要规范人工智能文本、语音、图像，以及人机混合增强智能、智能体、跨媒体智能、具身智能

等的技术要求，推动人工智能技术创新和应用。智能产品与服务标准主要规范由人工智能技术形成的智能产品和服务模式。赋能新型工业化标准主要规范人工智能技术赋能制造业全流程智能化以及重点行业智能升级的技术要求。行业应用标准主要规范人工智能赋能各行业的行业应用，推动产业智能化发展提供技术保障。安全 / 治理标准主要规范人工智能安全、治理等要求，为人工智能产业发展提供安全保障。

(二) 人工智能标准体系框架

人工智能标准体系框架主要由基础共性、基础支撑、关键技术、智能产品与服务、赋能新型

工业化、行业应用、安全 / 治理等 7 个部分组成，如图 2 所示。

四、重点方向

(一) 基础共性标准

基础共性标准主要包括人工智能术语、参考架构、测试评估、管理、可持续等标准。

1. 术语标准。规范人工智能相关技术、应用的概念定义，为其它标准的制定和人工智能研究提供参考，包括人工智能相关术语定义、范畴、实例等标准。

2. 参考架构标准。规范人工智能相关技术、应用及系统的逻辑关系和相互作用，包括人工智能参考架构、人工智能系统生命周期及利益相关方等标准。

3. 测试评估标准。规范人工智能技术发展的成熟度、人工智能体系架构之间的适配度、行业发展水平、企业智能化能力等方面的测试及评估的指标要求，包括与人工智能相关的服务能力成熟度评估，人工智能通用性测试指南、评估原则和等级要求，企业智能化能力框架及测评要求等标准。

4. 管理标准。规范人工智能技术、产品、系统、服务等全生命周期涉及的人员、组织管理要求和评价，包括面向人工智能组织的管理要求，人工智能管理体系、分类方法、评级流程等标准。

5. 可持续标准。规范人工智能影响环境的技术框架、方法和指

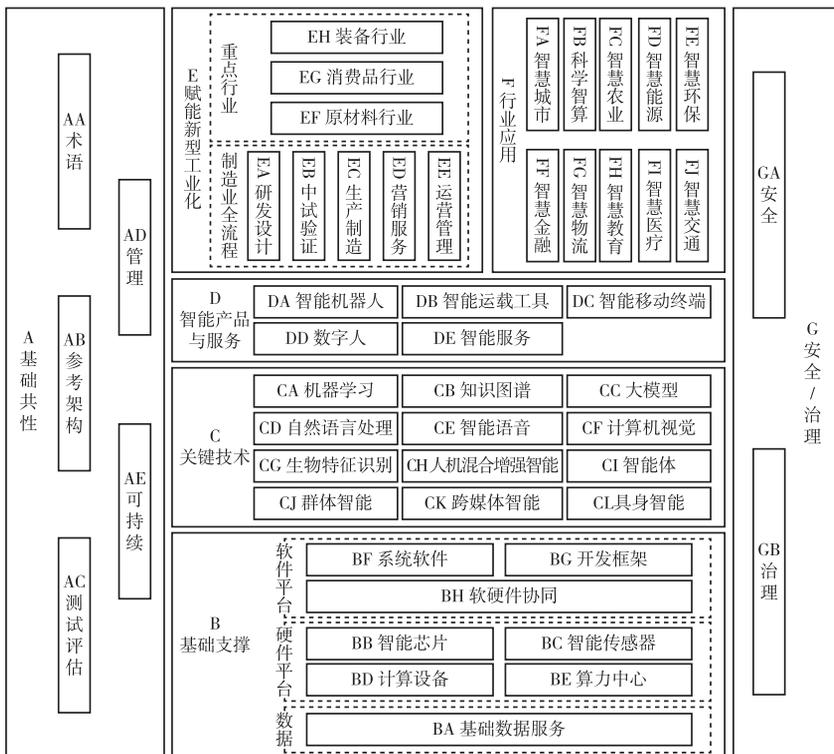


图 1 人工智能标准体系结构图

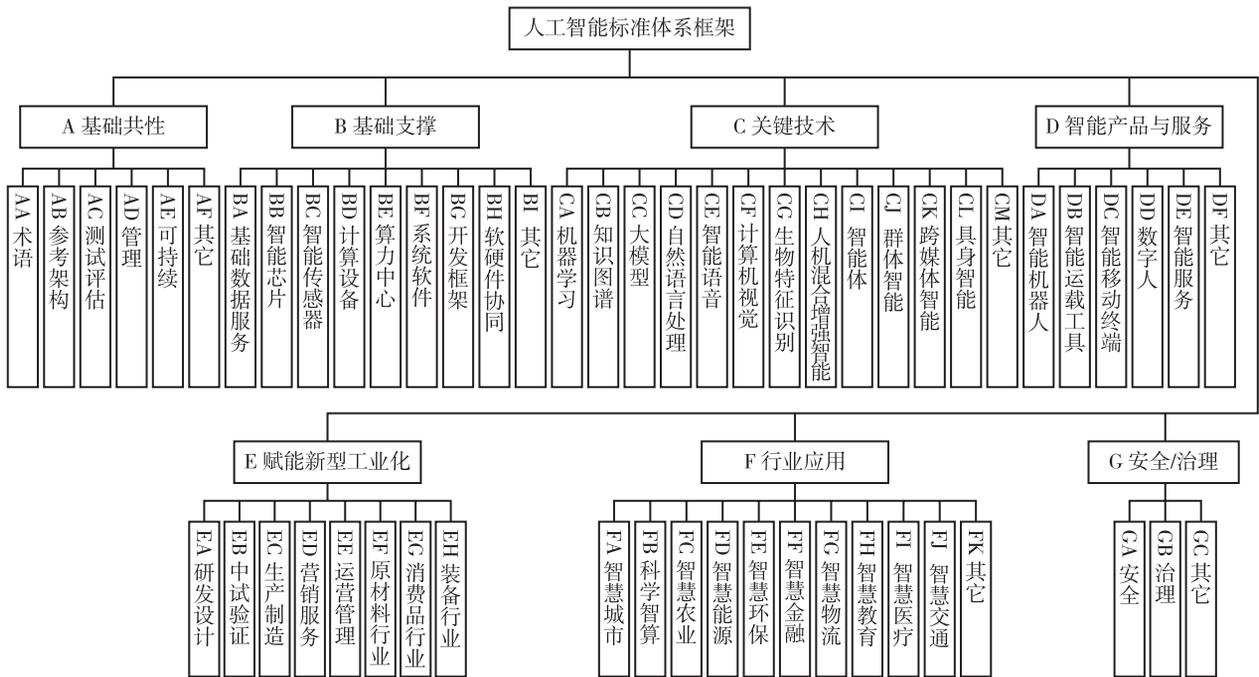


图2 人工智能标准体系框架图

标, 平衡产业发展与环境保护, 包括促进生态可持续的人工智能软件开源基础框架, 人工智能系统能效评价, 人工智能与资源利用、碳排放、废弃部件处置等标准。

(二) 基础支撑标准

基础支撑标准主要包括基础数据服务、智能芯片、智能传感器、计算设备、算力中心、系统软件、开发框架、软硬件协同等标准。

1. 基础数据服务标准。规范人工智能研发、测试、应用等过程中涉及数据服务的要求, 包括数据采集、数据标注、数据治理、数据质量等标准。

2. 智能芯片标准。规范智能芯片相关的通用技术要求, 包括智能芯片架构、指令集、统一编

程接口及相关测试要求、芯片数据格式和协议等标准。

3. 智能传感器标准。规范单模态、多模态新型传感器的接口协议、性能评定、试验方法等技术要求, 包括传感器的架构、指令、数据格式、信息提取方法、信息融合方法、功能集成方法、性能指标和评价方法等标准。

4. 计算设备标准。规范人工智能加速卡、人工智能加速模组、人工智能服务器等计算设备, 及使能软件的技术要求和测试方法, 包括人工智能计算设备虚拟化方法, 人工智能加速模组接口协议和测试方法, 及使能软件的访问协议、功能、性能、能效的测试方法和运行维护要求等标准。

5. 算力中心标准。规范面向人工智能的大规模计算集群、新型数据中心、智算中心、基础网络通信、算力网络、数据存储等基础设施的技术要求和评估方法, 包括基础设施参考架构、计算能力评估、技术要求、稳定性要求和业务服务接口等标准。

6. 系统软件标准。规范人工智能系统层的软硬件技术要求, 包括软硬件编译器架构和优化方法、人工智能算子库、芯片软件运行时库及调试工具、人工智能软硬件平台计算性能等标准。

7. 开发框架标准。规范人工智能开发框架相关的技术要求, 包括开发框架的功能要求, 与应用系统之间的接口协议、神经网络

络模型表达和压缩等标准。

8. 软硬件协同标准。规范智能芯片、计算设备等硬件与系统软件、开发框架等软件之间的适配要求,包括智能芯片与开发框架的适配要求、人工智能计算任务调度、分布式计算等软硬件协同任务的交互协议、执行效率和协同性能等标准。

(三) 关键技术标准

关键技术标准主要包括机器学习、知识图谱、大模型、自然语言处理、智能语音、计算机视觉、生物特征识别、人机混合增强智能、智能体、群体智能、跨媒体智能、具身智能等标准。

1. 机器学习标准。规范机器学习的训练数据、数据预处理、模型表达和格式、模型效果评价等,包括自监督学习、无监督学习、半监督学习、深度学习、强化学习等标准。

2. 知识图谱标准。规范知识图谱的描述、构建、运维、共享、管理和应用,包括知识表示与建模、知识获取与存储、知识融合与可视化、知识计算与管理、知识图谱质量评价与互联互通、知识图谱交付与应用、知识图谱系统架构与性能要求等标准。

3. 大模型标准。规范大模型训练、推理、部署等环节的技术要求,包括大模型通用技术要求、评测指标与方法、服务能力成熟度评估、生成内容评价等标准。

4. 自然语言处理标准。规范自然语言处理中语言信息提取、文本处理、语义处理等方面的技术要求和评测方法,包括语法分析、语义理解、语义表达、机器翻译、自动摘要、自动问答、语言大模型等标准。

5. 智能语音标准。规范前端处理、语音处理、语音接口、数据资源等技术要求和评测方法,包括深度合成的鉴伪方法、全双工交互、语音大模型等标准。

6. 计算机视觉标准。规范图像获取、图像/视频处理、图像内容分析、三维计算机视觉、计算摄影学、跨媒体融合等技术要求和评价方法,包括功能、性能、可维护性等标准。

7. 生物特征识别标准。规范生物特征样本处理、生物特征数据协议、设备或系统等技术要求,包括生物特征数据交换格式、接口协议等标准。

8. 人机混合增强智能标准。规范多通道、多模式和多维度的交互途径、模式、方法和技术要求,包括脑机接口、在线知识演化、动态自适应、动态识别、人机协同感知、人机协同决策与控制等标准。

9. 智能体标准。规范以通用大模型为核心的智能体实例和智能体基本功能、应用架构等技术要求,包括智能体强化学习、多任务分解、推理、提示词工程,

智能体数据接口和参数范围,人机协作、智能体自主操作、多智能体分布式一致性等标准。

10. 群体智能标准。规范群体智能算法的控制、编队、感知、规划、决策、通信等技术要求和评测方法,包括自主控制、协同控制、任务规划、路径规划、协同决策、组网通信等标准。

11. 跨媒体智能标准。规范文本、图像、视频、音频等多模态数据处理基础、转换分析、融合应用等方面的技术要求,包括数据获取与处理、模态转换、模态对齐、融合与协同、应用扩展等标准。

12. 具身智能标准。规范多模态主动与交互、自主行为学习、仿真模拟、知识推理、具身导航、群体具身智能等标准。

(四) 智能产品与服务标准

智能产品与服务标准主要包括智能机器人、智能运载工具、智能移动终端、数字人、智能服务等标准。

1. 智能机器人标准。规范人工智能在机器人领域应用的技术要求,包括机器人智能认知、智能决策等标准。

2. 智能运载工具标准。规范智能运载工具感知、识别与预判、协同与博弈、决策与控制、评价等技术要求,包括环境融合感知、智能识别预判、智能决策控制、多模式测试评价等标准。

3. 智能移动终端标准。规范人工智能应用在移动终端领域的技术要求，包括图像识别、人脸识别、智能语音交互，以及智能移动终端涉及的信息无障碍、适老化等标准。

4. 数字人标准。规范数字人的外形、动作生成、语音识别与合成、自然语言交互等技术要求，包括数字人基础能力评估、多媒体合成渲染、基础数据采集方法、标识和识别方法等标准。

5. 智能服务标准。规范基于大模型、自然语言处理、智能语音、计算机视觉等人工智能技术提供的服务，包括模型即服务平台技术要求和评测方法等标准，以及面向特定场景的人工智能应用服务，如智能软件开发、智能设计、智能防伪等标准。

（五）赋能新型工业化标准

赋能新型工业化标准主要包括研发设计、中试验证、生产制造、营销服务、运营管理等制造业全流程智能化标准，以及重点行业智能升级标准。

1. 研发设计标准。研制跨领域知识整合、新型设计模式生成、人机协同研发设计等标准。

2. 中试验证标准。围绕高精度、全流程仿真模型，研制智能虚拟中试标准，以及复杂工业场景新技术应用验证标准。

3. 生产制造标准。研制生产过程智能化、产线监测及维护等

标准。

4. 营销服务标准。围绕营销服务效率提升，研制智能客服、数字人、商品三维模型标准，以及用户体验等标准。

5. 运营管理标准。围绕运营管理智能化能力提升，研制相关供应链管理、数据管理、风险管理等标准。

6. 重点行业智能升级标准。围绕原材料行业，开展大模型畅联产线数据、优化在线监测调控和工艺改进等标准研制。围绕消费品行业，开展需求预测、个性化定制等标准研制。围绕装备行业，研制智能装备感知、交互、控制、协作、自主决策等标准。

（六）行业应用标准

开展智慧城市、科学智算、智慧农业、智慧能源、智慧环保、智慧金融、智慧物流、智慧教育、智慧医疗、智慧交通、智慧文旅等领域标准研究。

（七）安全 / 治理标准

安全 / 治理标准主要包括人工智能领域的安全、治理等标准。

1. 安全标准。规范人工智能技术、产品、系统、应用、服务等全生命周期的安全要求，包括基础安全，数据、算法和模型安全，网络、技术和系统安全，安全管理和服务，安全测试评估，安全标注，内容标识，产品和应用安全等标准。

2. 治理标准。结合人工智能

治理实际需求，规范人工智能的技术研发和运营服务等要求，包括人工智能鲁棒性、可靠性、可追溯性的技术要求与评测方法，人工智能治理支撑技术；规范人工智能全生命周期的伦理治理要求，包括人工智能伦理风险评估，人工智能的公平性、可解释性等伦理治理技术要求与评测方法，人工智能伦理审查等标准。

五、保障措施

（一）完善组织建设。建立健全人工智能领域标准化技术组织，统筹产学研用各方、产业链各环节优势力量，协同推进人工智能标准建设，共同构建先进适用的人工智能产业标准体系。

（二）构建人才队伍。鼓励标准化研究机构培养和引进标准化高端人才，加强面向标准化从业人员的专题培训。鼓励企业、高校、研究机构等将标准化人才纳入职业能力评价和激励范围，构建标准化人才梯队。

（三）加强宣贯推广。指导行业协会、标准化技术组织、国家技术标准创新基地等，面向企业开展人工智能标准体系、重点标准的宣贯和培训，引导企业在研发、设计、生产、管理、检测等环节对标达标，持续提升标准助力产业高质量发展效能。○

来源：工业和信息化部科技司



中国自动化学会

中国自动化学会(Chinese Association of Automation, 缩写CAA)于1961年成立,是我国最早成立的国家一级学术团体之一,是中国科学技术协会的组成部分,是发展我国自动化科技事业的重要社会力量。学会现有个人会员8万余人,团体会员单位300余个,专业委员会64个,工作委员会10个,30个省、自治区、直辖市设有地方学会组织,覆盖了我国自动化科学技术领域的各个层面。

中国自动化学会在改革中求发展,不断加强群众组织力、学术引领力、社会公信力和国际影响力。近年来,中国自动化学会重点从学术交流与应用推广、组织建设与会员服务、科技评估与人才评价、课题研究与决策支撑、科学普及与继续教育等方面开拓创新,推动中国自动化科学和事业的发展 and 壮大,成为连接政府、产业、学术、科研、会员的重要纽带,致力于成为国内外有影响力的现代社会团体组织。

学会品牌学术活动

- 中国自动化大会 ·中国认知计算与混合智能学术大会
- 国家智能车发展大会 ·国家机器人发展大会 ·国家智能制造大会 ·国家工业软件大会
- 青年菁英系列活动 ·智能自动化学科前沿讲习班 ·钱学森国际杰出科学奖系列讲座
- 中国控制会议 ·中国过程控制会议 ·青年学术年会

学会奖励奖项

- CAA科技进步奖 ·CAA自然科学奖 ·CAA技术发明奖 ·CAA自动化与人工智能创新团队成果奖
- CAA科技成就奖 ·CAA大学生激励计划 ·CAA论文卓越行动工程 ·CAA青年托举工程
- CAA教育教学成果卓越行动工程 ·CAA科学普及成果

学会主办期刊

- 中国自动化学会通讯 ·自动化学报 ·自动化学报(英文版)
- 信息与控制 ·机器人 ·模式识别与人工智能 ·电气传动
- 自动化博览 ·国际智能控制与系统学报(英文)



官方微信



官方微博

地址:北京市海淀区中关村东路95号自动化大厦

网址:<http://www.caa.org.cn/>

电话:010-62522472

传真:010-62522248

邮箱:caa@ia.ac.cn

邮编:100190