

党的二十届三中全会指出，要“健全促进实体经济和数字经济深度融合制度”“支持企业用数智技术、绿色技术改造提升传统产业”。中央经济工作会议在提出的重点任务中，强调要“以科技创新引领新质生产力发展，建设现代化产业体系”，并再次提出开展“人工智能+”行动。数智技术作为数字化和智能化的有机融合，是在数字化基础上对机器学习、人工智能等智能技术的融合应用，是改造提升传统产业、发展新质生产力的核心驱动力量。新形势下，需加快用数智技术改造提升传统产业步伐，强化以科技创新引领新质生产力发展进程。

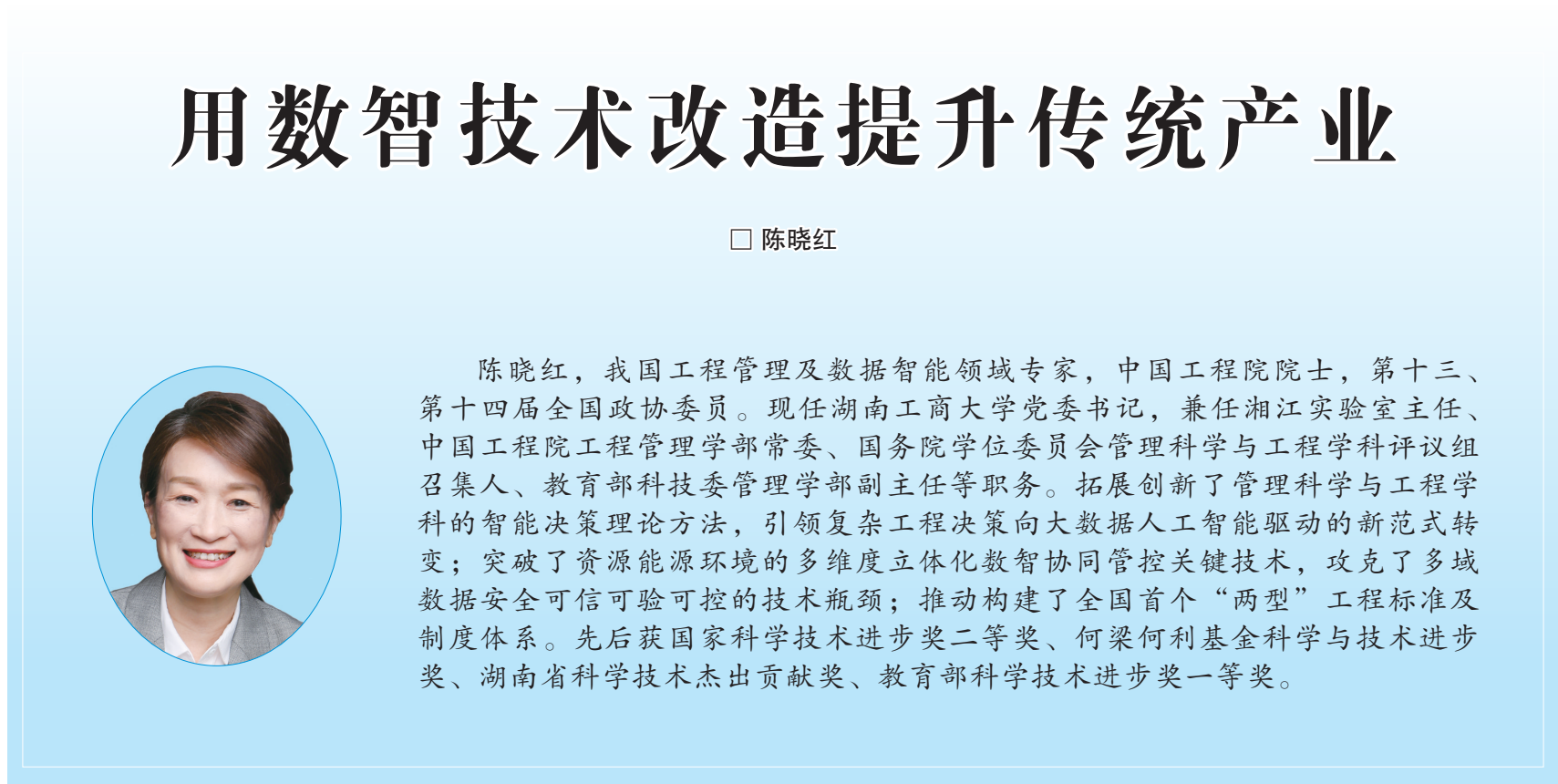
数智技术融合应用已成时代发展大势

从全球范围看，数字经济正在成为农业经济、工业经济之后引领全球新一轮技术革命的新经济业态，而发展数字经济的核心，正在于通过数智技术促进数字产业化、产业数字化、技术智能化。

数智技术融合了数字技术和智能技术的交叉应用，它利用大数据、物联网、人工智能等技术作为工具或载体，驱动企业生产运行、供应链管理和客户服务模式的转型或重构，进而推动产业优化升级，促进经济高质量发展。数智技术的产业化应用过程被称为数智化，这一过程主要是对实体经济进行数字化和智能化的改造，以实现在数据化、智能化、网络化、协同化、可视化等多方面的提升。

近年来，我国实施网络强国战略，推进数字中国建设，数字化已经深度融入经济发展、科技进步、国家治理、百姓生活等各个环节。2015年7月，《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》提出，到2025年，网络化、智能化、服务化、协同化的“互联网+”产业生态体系基本完善，“互联网+”成为经济社会发展的重要驱动力。2017年，人工智能首次被写入国务院政府工作报告，并在此后几年成为报告的一大关键词。2024年3月，政府工作报告首次将“人工智能+”上升到行动层面。近期召开的中央经济工作会议再次提及开展“人工智能+”行动，这是对之前政策方向的进一步深化和发展，并将会形成更强的政策力度。

无论是“互联网+”行动，还是“人工智能+”行动，都是我国把握数智技术发展趋势，充分发挥数智技术赋能作用的有力举措，旨在促进以人工智能为代表的数智技术与传统产业



□ 陈晓红

陈晓红，我国工程管理及数据智能领域专家，中国工程院院士，第十三、第十四届全国政协委员。现任湖南工商大学党委书记，兼任湘江实验室主任、中国工程院工程管理学部常委、国务院学位委员会管理科学与工程学科评议组召集人、教育部科技委管理学部副主任等职务。拓展创新了管理科学与工程学科的智能决策理论方法，引领复杂工程决策向大数据人工智能驱动的新范式转变；突破了资源能源环境的多维度立体化数智协同管控关键技术，攻克了多域数据安全可信可验可控的技术瓶颈；推动构建了全国首个“两型”工程标准及制度体系。先后获国家科学技术进步奖二等奖、何梁何利基金科学与技术进步奖、湖南省科学技术杰出贡献奖、教育部科学技术进步奖一等奖。

的深度融合。数智技术深度应用于各个场景和生产流程，可与原有的场景逻辑和业务逻辑深度融合，进而提高生产效率、优化资源配置，并催生新的经济增长点。

数智技术与传统产业正不断融合出新

随着国家经济结构调整、发展模式创新，数智技术在传统行业中的应用日益广泛，正展现出其强大的应用潜力和融合创新力。

在第一产业中，数智技术正助力农业生产走向精准化、智能化。如无人机播撒、智能传感灌溉技术和农作物管理等已被广泛应用，通过智能传感器可实时监控农田的土壤湿度、温度、降雨量等环境参数，为田间管理方案的制定提供依据，推动绿色农业发展。在“鱼菜共生AI工厂”，鱼类单产提高了近20倍，蔬菜单产提高了近10倍，人均管理面积提高了10倍。

在第二产业的制造领域，截至2024年10月，中国“灯塔工厂”总数已达72家，占全球42%。利用机器人技术和自动化生产线，企业得以显著降低人工成本，提升了生产效率和产品质量，增强了制造灵活性与可持续性；同时，物联网技术促进设备互联互通，实时采集分析生产数据，自动

调整生产参数，确保生产过程稳定一致，并促进了上下游企业间的信息共享和协同合作，推动了产业链供应链的优化升级。

对于第三产业来说，数智技术正重塑消费方式，并不断催生新的消费需求。大数据、物联网、云计算、智能机器人等新技术及装备广泛应用，实现了物流管理的精细化、实时化、线上化以及可视化。同时，通过大数据分析 and 人工智能技术，实现对消费者需求的精准预测，有效满足了消费者对于即时性的需求，在提高供应链效率的同时，减少了库存积压。

数智技术在其他一些领域应用更加典型。在赋能文旅创新发展方面。通过激光投影、前景纱屏、3D动画灯光等多项光影视觉技术，以及智能机械等先进设备，打造出了诸如武汉的“夜上黄鹤楼”、开封清明上河园的“飞越清明上河图”球幕影院等旅游新IP、新场景。借助虚拟现实、增强现实、元宇宙等沉浸技术手段，涌现出了敦煌研究院的AR眼镜导览、厦门鼓浪屿的“鼓浪屿元宇宙”小程序等文化和旅游展示、体验、互动的新空间。利用人工智能大模型，结合自然语言处理技术与视频生成技术，形成了南昌滕王阁的AI数字人“王勃”、广西的虚拟数字人“刘三姐”等具有品牌价值的文旅产品。

在医疗领域，通过数智技术赋

能，传统有边界的医疗服务，正向无边界的“云上医院”延伸，“智慧医院”得以直达老百姓身边。此外，突破时间和空间限制的新型医院形态——元宇宙医院正呼之欲出。

面对数智技术发展趋势，湖南省高能级科技创新平台湘江实验室，正致力于打造人工智能与先进计算领域的国家战略科技力量。积极推进算据、算法、算力、算网“四算一体”的布局和攻关，协同推进新一代人工智能、人形机器人、量子信息、类脑计算、元宇宙、新能源等关键核心技术的自主研发，以期更好推动传统产业高端化、智能化、绿色化转型。

推动数智技术更好改造和提升传统产业

抢抓数智技术发展机遇，等不得，慢不得，我们应多措并举、协同发力，推动我国传统产业迈向智能化、数字化的新时代。

强化技术链。科技创新尤其是人工智能等数智技术创新，是新质生产力的核心驱动力。必须紧紧抓住技术变革的机遇，集中攻克技术难关，占领更多技术制高点，实现高水平科技自立自强。加大对相关实验室和企业的支持力度，主攻关键核心技术，加快构建新一代人工智能关键共性技术

体系，鼓励研发自主可控大模型技术。建立健全重点科研机构 and 大型科技企业优势互补的合作研究机制，完善产学研用结合的系统创新体系，加强在数智技术核心环节和相关技术上的知识产权布局，强化大模型等软硬件生态建设。加快布局关键领域的工业互联网建设，强化网络安全技术的研发和应用，推动全链条数智技术和产业体系发展。

延伸数据链。数据作为劳动对象，是数智技术发展的基础。要从数据链整合视角，夯实数据采集、存储、处理加工、流通、分析、应用及生态保障等数据基础，走出一条数据支撑业务贯通、数据推动数智决策、数据流通过对外赋能的数智技术发展之路。引导大规模数据中心适度集聚，培育壮大自主数据中心产业链，高标准构建数据要素交易前沿技术生态群，开发数据要素技术标准体系。发展高性能数据存储，提升数据融合分析能力，实现海量数据的多源、异地、异构融合分析，打破“数据孤岛”，推进“上云用数赋智”行动。完善数据资产市场定价机制，建设数据资产管理统一平台，搭建数据资产管理门户，培育数据质量评估、资产评估、分级分类、安全服务等数据服务商。

拉长产业链。推动科技创新和产

展战略的内在要求，也是建设现代化产业体系的迫切需要。要密切围绕新需求，着眼于发挥我国独特优势，大力培育数智化新产品和新服务。发挥企业的科技创新主体地位，加快数智技术科技成果转化和产业技术创新，推动产业落地。坚持科技赋能文化产业发展，加快多模态大模型与文本、图像和视频等的融合应用步伐。加快推进数智技术与实体经济融合，深入推进“人工智能+”行动，发挥人工智能在产业升级、产品开发、服务创新等方面的技术优势，促进其同一二三产业深度融合，以数智技术推动各产业变革，赋能新质生产力发展。

优化人才链。人才是发展的第一资源。创新驱动的高质量发展迫切需要人才红利的注入，打造能够创造新质生产力的战略人才和熟练掌握新质生产资料的应用型人才队伍，全链条培养创新型、复合型技术与管理人才。鼓励高校围绕人工智能等未来产业，前瞻性布局学科专业，构建交叉融合育人格局，提升青年数智素养，着力培养造就大批一流科技领军人才、卓越工程师、大国工匠和创新团队。针对数智技术前沿领域的高层次人才和紧缺人才，搭建对外交流平台，畅通引进渠道，完善人才引进相关服务机制。深化政产学研用融通，鼓励人工智能企业、用户单位与高校院所合作，共建人才实习实训基地，塑造发展新动能新优势。

创新生态链。主动加快适数化改革，变革重塑不适应数字经济发展的体制机制、组织架构、方式流程、手段工具等，推动跨领域、跨部门业务流程再造、规则重构与制度创新。制定关键技术的数据治理、技术标准及市场准入规则，配套完善的市场规则和监管措施。把高水平实施“人工智能+”行动作为推进数智技术赋能的头等大事，积极培育“高算力+强算法+大数据”的产业新生态。围绕解决人工智能领域通用性和基础性问题，加快推进我国人工智能等数智技术立法，构建系统化的法律法规体系，出台相关司法解释，把人文伦理观念融入智能化产品和服务中，积极参与数智技术治理领域国际合作。



2024研究前沿：全球科技发展趋势

□ 杨帆 潘教峰

当前，新一轮科技革命加速演进，科学研究的世界热点纷呈，不断演化突破。“研究前沿”代表了科学家共同关注的最具活力的科学技术领域和主题方向，受到全球科技界、政府管理和决策部门乃至社会大众的普遍关注。近期，中国科学院联合科睿唯安向全球发布《2024研究前沿》《2024研究前沿热度指数》报告。利用共被引分析方法，在高被引论文的基础上，遴选挖掘、分析解读基础科学研究前沿，同时综合考察组成研究前沿的核心论文和后续引用核心论文的施引论文的贡献和影响。通过从研究前沿、学科/主题领域、基础科学领域整体层面进行评估对比，揭示中国、美国等国家或地区的表现，为研判世界科技发展趋势提供有力支持。

《2024研究前沿》报告遴选和展示了2024年在农业科学、植物学和动物学，生态与环境科学，地球科学，临床医学，生物科学，化学与材料科学，物理学，天文学与天体物理学，数学，信息科学，经济学、心理学及其他社会科学等11个高度聚合的大学科领域中，表现活跃或发展迅速的110个热点前沿和15个新兴前沿。《2024研究前沿热度指数》则在《2024研究前沿》基础上，评估了全球主要国家和地区在其中的研究活跃程度。

《2024研究前沿》报告揭示了全球最热门和新兴的科研方向，具体如下。农业科学、植物学和动物学领域：10个热点前沿包括微生物接种对植物生长及抗逆性的影响，日粮中补充生物纳米颗粒对动物生长和健康的影响，植物气态激素乙烯的生物合成、信号转导途径及作用，植物多糖的检测、调控及其功能，白酒风味形成中的微生物代谢网络，卷积神经网络和高分辨率遥感数据在个体树检测和树种分类中的应用，单细胞转录组测序在植物组织发育研究中的应用

等。2个新兴前沿涉及深度迁移学习方法在作物分类和病害检测中的应用，以及生物聚合物薄膜在食品保鲜包装中的应用。

生态与环境科学领域：10个热点前沿包括轮胎磨损颗粒的环境归趋与生态毒理，二氧化碳和氮气高效催化合成尿素技术，人体组织微塑料污染物的发现与定量检测，用于污染物降解的过氧单硫酸盐活化剂及活化机制，聚羟基脂肪酸酯生物塑料的生产、应用及生物降解特性，群体基因组学在野生生物保护和管理中的应用，人类活动导致的生态环境问题与牲畜共患病的关系及相关风险，废水中新冠病毒的检测及基于废水的流行病学监测，全球昆虫衰退现状、驱动因素与解决方案，二氧化碳直接空气捕获的技术经济评估。

地球科学领域：10个热点前沿包括地壳储氢技术发展潜力研究，汤加火山喷发全球影响研究，洞察号对火星地震的探测研究，小行星地表特征和成分分析，煤中稀土元素的赋存特征与富集提取研究，放射性碳测年校正曲线研究、数据集分析与应用，利用GEDI和LANDSAT数据反演全球森林冠层高度，气候变化对美国西部野火后森林恢复力的影响，复合型极端天气气候事件类型与驱动因素，全新世温度变化研究。

临床医学领域：10个热点前沿包括单克隆抗体药物治疗早期阿尔茨海默病，囊性纤维化三联疗法，抗体偶联药物(ADCs)治疗乳腺癌，人类猴痘病毒感染特征，单克隆抗体药物治疗重症哮喘，人工智能与牙科学，左心耳封堵术治疗房颤，长效GLP-1受体激动剂治疗2型糖尿病，免疫检查点抑制剂治疗DNA错配修复缺陷/微卫星不稳定性高转移结直肠癌，靶向或免疫治疗不可切除肝细胞癌。4个新兴前沿涉及非胰岛岛素类降糖药治疗肥胖或2型糖尿病，急性大面积缺血性脑卒中的血管内治疗，单抗类药物治疗斑块型银屑病，可穿戴超声系统的应用。

生物科学领域：10个热点前沿包括细胞死亡，人工智能预测蛋白质结构，肿瘤内三级淋巴结构——肿瘤预测标志物，细胞通讯分析技术，3D生物打印，先导编辑技术，基于细胞焦亡相关基因构建癌症预后模型，噬菌体疗法，表观遗传时钟，功能性人脑类器官的模型。4个新兴前沿涉及TRACERx研究详解肺癌的进展和转移路径，细胞焦亡的关键效应因子——GSDMs家族，高效的CRISPR-CAS12A启动子编辑系统， α -突触核蛋白作为帕金森病预测生物标志物。

化学与材料科学领域：10个热点前沿包括碳量子点发光材料，硒化锑薄膜太阳能电池，酸性析氧电催化剂，有机窄谱带发光材料，过渡金属催化的烯烃双官能团化反应，阴离子交换膜燃料电池和水电解池，吸附式大气集水研究，氧化还原液流电池，水系锌离子电池无枝晶锌金属负极设计，铜系单分子磁体。3个新兴前沿涉及用于高效有机太阳能电池的小分子受体材料，有机电学晶体管，用于锂离子电池的聚合物固态电解质。

物理学领域：10个热点前沿包括高压下富氯化物的高温超导电性研究，笼目超导材料AV3Sb5的特性研究，f(Q)引力理论及其应用，量子点发光二极管管，无限层型镍酸盐的超导电性研究，双场量子密钥分发，半导体量子计算，轴子暗物质探测，微型发光二极管的尺寸效应研究，氧化铽功率器件研发。

天文学与天体物理学领域：10个热点前沿包括哈勃常数争议及宇宙学，“盖亚”发布第三批观测数据，脉冲星计时阵列探测纳赫兹引力波，“事件视界望远镜”对M87黑洞的成像观测，GW190521双黑洞并合引力波事件性质研究，多项宇宙切变效应巡天项目揭示暗物质和暗能量本质，双黑洞并合引力波观测揭示黑洞性质，“激光干涉仪引力波天文台”和“欧洲引力波探测器”联合观测引力波瞬态目录及其对致密天体性质的揭示，黑洞阴影和四维Einstein-Gauss-Bonnet引力

理论，弦论沼泽地猜想与宇宙学。1个新兴前沿是“詹姆斯·韦伯空间望远镜”初步成果。

数学领域：10个热点前沿包括数据驱动模型预测控制中的稳定性与鲁棒性研究，增广综合控制方法，大数据环境下高斯过程优化方法与应用，用于高维选择性推理的截除滤波器及应用，求解偏微分方程的深度学习方法，Wasserstein距离的统计推断与优化传输，深度神经网络在高维数据处理和函数近似中的应用，标量辅助变量(SAV)方法在多种模型中的应用研究，高维动态系统的稀疏建模与优化控制，最优传输问题新算法及应用。

信息科学领域：10个热点前沿包括机器学习辅助蛋白质定向进化，无线网络中的高能联邦学习，基于深度学习的人员识别研究，通信感知一体化研究，可解释人工智能的理论基础与应用，可重构智能表面在6G等无线通信系统中的关键技术挑战，利用深度迁移学习实现高精度智能故障诊断，UAV在未来无线网络和边缘计算中的应用及其优化设计，神经形态计算的硬件设计、算法创新与应用，利用忆阻器实现高效的神经网络硬件加速。

经济学、心理学及其他社会科学领域：10个热点前沿包括政策变化评估及特定事件影响研究，COVID-19对人群的心理影响研究，气候变化与投资决策，人类活动对气候变化的影响，生物多样性等影响，社会结构因素与健康差异关系研究，脑电图(EEG)数据分析在神经科学、心理学、认知科学中的应用，深度学习算法与金融预测、资产定价，超加工食品消费问题，零工经济的算法、人力资源及平台管理，人工智能伦理准则。1个新兴前沿涉及生成式AI技术在教育领域的应用及影响。

总体来看，主要学科领域的科学研究前沿持续向前推进，对重大科学问题的探索不断深入，颠覆性技术频繁涌现，且其应用试验的范围也在不

断扩展。AI在科学研究中的应用日益广泛，下一代高性能通信技术、未来能源供给的保障、气候变化的应对、人类健康福祉的提升以及社会治理水平的增强等主题，正吸引着科学界的密切关注。特别值得一提的是，机器学习辅助的蛋白质定向进化、通信感知一体化技术、水系锂离子电池技术、复合型极端天气气候事件的研究、表观遗传时钟的探索、人工智能伦理准则的制定以及轴子暗物质的探测等前沿领域，首次进入研究前沿榜单。在这一背景下，新概念、新手段和新路径的探索愈发活跃，学科之间的交叉融合更加紧密，理论与应用的相互促进特点表现得尤为突出。

同时，从《2024研究前沿热度指数》来看，综合上述11个大学科领域的整体表现，中国位居第二。其中，中国在农业科学、植物学和动物学，化学与材料科学，物理学，信息科学等4个领域研究前沿热度指数得分排名世界第一。在110个热点前沿和15个新兴前沿中，中国稳居第二，在超过30%的研究前沿上排名第一。特别是在可重构智能表面在6G等无线通信系统中的关键技术挑战、高压下富氯化物的高温超导电性研究、基于细胞焦亡相关基因构建癌症预后模型、碳量子点发光材料等前沿表现卓越。

基于以上研究动态，新科技革命蓬勃兴起，研究前沿日新月异，各国积极投身基础研究领域、交叉前沿领域、重点领域发展，基础前沿成为大国竞争焦点。为此，我国的科技发展策略应聚焦于强长项、补短板、开辟新赛道，并着力加强基础研究。继续保持与化学与材料科学领域的优势，加速发展信息科技，促进信息科学与其他学科的交叉融合。同时，加大在临床医学、生物科学及与人民生命健康紧密相关领域的支持力度，以确保科学发展能够更有力地支撑经济社会的高质量发展，造福人民生命健康。

(作者分别系中国科学院科技战略咨询研究院战略情报研究所副所长,中国科学院科技战略咨询研究院院长)