

数据要素赋能科技创新与产业创新深度融合

■ 刘诗雯

当前，贸易保护主义、逆全球化思潮暗流涌动，在高新技术领域，科技创新已然成为国际战略竞争的核心领域，正深刻影响并重塑全球经济发展格局。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》明确提出，要推动科技创新和产业创新深度融合，不断催生新质生产力。近年来，我国数据要素资源体量快速增长，新型算力基础设施建设步伐不断加快，数据要素已经成为国家基础性战略资源，也是驱动科技创新与产业创新深度融合的关键变量。在此背景下，探索如何将规模庞大的数据要素有效转化为科技创新与产业创新深度融合的实际动能，具有重要的理论价值与现实意义。

数据要素赋能科技创新与产业创新深度融合的内在机理。数据要素能优化创新资源配置。数智经济时代，数据要素凭借乘数效应，以数据流精准牵引技术流、人才流、资金流，打破传统创新模式下要素固化、流通不畅的困境，成为驱动创新范式确立的核心动力。在科技创新阶段，数据要素为基础研究、应用攻关提供了海量样本与数字仿真支撑，革新传统科研模式，缩短研发周期，降低试错成本，加速基础研究与技术迭代，以适应日益激烈的产业竞争节奏。在

产业创新阶段，借助数据要素能够获取行业发展、交易记录、用户需求等多类市场反馈信息，进而引导各类创新资源从低效粗放、同质化的低端研发领域，向高端化、智能化、实用化的产业核心赛道集聚，保障技术创新方向与产业升级路径实现高效衔接。

数据要素能够强化创新主体协同。数据要素所具有的非竞争性和非排他性特征使其可以被科研院所、高校、企业等多个主体同时或重复利用而不发生损耗，有效破解传统创新模式下各主体封闭研发、信息孤岛问题，搭建协同创新的数据底座，构建网络化协同格局，降低产学研合作过程中的信息搜寻、成果验证等成本，弥合“实验室到生产线”的转化鸿沟，推动创新主体从碎片化独立创新转变为整体性联动创新，为科技创新与产业创新深度融合筑牢根基。此外，数据要素的高流动性能够突破行政区划和地域边界，促进各类创新资源跨区域流动、整合与重构，盘活全域闲置创新资源，有效拓宽科技创新与产业创新深度融合的空间范围。

数据要素能够丰富创新应用场景。传统创新模式普遍存在场景单一、应用渠道狭窄的短板，导致技术成果缺乏多元落地载体，难以充分释放价值。而数据要素天然具备规模经济性性与正外部性属性，在完成前期采集、清洗、建模等基础工作后，能够

以极低的边际成本向其他领域快速溢出，有效破解传统模式下的场景局限；与此同时，数据要素的价值呈现“越用越增值”的特点，应用场景越丰富，其平均使用成本就越低，价值释放也越充分。基于这一特性，数据要素能够深度渗透到工业生产、居民生活、社会服务、治安管理等各领域，持续挖掘、生成、拓展新型应用场景，为技术成果转化提供广阔的落地空间。更为重要的是，应用场景产生的新数据又可以持续反馈研发应用痛点与优化方向，形成“技术研发—场景落地—反馈优化—迭代升级”的良性创新闭环，为科技创新与产业创新深度融合筑牢坚实的场景底座。

数据要素赋能科技创新与产业创新深度融合的实践路径。加快完善数据产权制度。一是明确数据要素产权归属。厘清数据要素所有权与用益权属边界，细化“三权分置”制度框架，推动其在新材料、生物医药、先进制造等重点产业领域开展试点，重视各类创新主体对数据要素的加工劳动贡献，促进数据要素在创新过程中有序流转与合规增值。二是建立阶梯式授权制度。根据数据要素的敏感程度，建立分级分类管理标准及授权许可要求并动态更新敏感数据清单，兼顾数据要素安全与利用效率。三是强化数据产权全生命周期权益保护。建立数据要素市场信用体系，将数据产

权侵权、违规流转纳入失信惩戒范围，防范数据垄断、不正当竞争行为，为数据要素赋能科技创新与产业创新深度融合筑牢制度保障。

建设高质量数据供给体系。一是推动数据规范化治理。由国家级平台牵头统一数据采集、标注、接口标准，破除不同行业及系统间数据格式壁垒，降低转换成本，为跨主体数据共享和协同创新筑牢奠定基础。二是强化数据基础设施建设。依托国家及省级重点实验室、科学数据中心、国家技术创新中心，整合实验观测、仿真模拟、文献专利等科研资源，建设一批面向生物医药、人工智能等新兴产业数据平台，赋予平台数据采集存储、集成中试验证、算力调度等功能，推动形成“科技创新—产业创新”双向反馈的数据闭环。三是积极推动公共数据开放利用。依托数字政府一体化，持续推进公共数据授权运营平台建设，优先开放专利文献、科研成果等非涉密、非敏感的公共数据资源，激发全社会科技创新活力。

畅通数据要素交易渠道。一是加快培育和建立全国一体化数据市场。选取京津冀、长三角、粤港澳大湾区为先行示范区，进行跨区域的数据凭证互认机制试点，破除行政区域对数据流动带来的壁垒；积极对接“东数西算”等重大国家工程，依托西部地区低成本能源与算力条件支撑大规模

研发建模，推动科技创新红利实现跨区域普惠共享。二是构建规范高效的数据交易场所。制定全国统一的数据交易、安全等标准体系，为数据流通交易提供公平有序的市场环境；统筹数据交易所布局，引导各类数据交易所差异化竞争，推动形成功能互补、互惠合作的良性竞争格局。三是创新数据要素供需匹配模式。前瞻性布局数据产业，引进壮大一批专业化数据服务企业，为创新主体提供数据处理、数据算法、场景匹配和合规咨询等第三方服务，常态化开展数据要素供需对接活动，培育订阅、定制等多元数据服务形态，探索词元交易等新型定价机制，进一步提升供需匹配效率。

健全收益分配奖励机制。一是明确数据价值贡献评价标准。立足科研攻关、产业应用等不同场景，引入基于算法贡献度和市场化评价的多元定价模型，建立兼顾技术研发、数据供给、加工处理、场景落地的价值评估体系，依据创新主体贡献度分配数据要素收益，防范数据垄断与利益失衡。二是引导企业将数据增值收益反哺技术迭代。一方面，落实税收优惠、研发费用加计扣除等政策，对运用数据增值收益开展技术改造、产学研攻关的企业给予支持，降低企业反哺创新的成本；另一方面，通过专项资金、项目申报等杠杆，优先支持把

数据收益持续投入技术创新的企业，推动企业把数据红利转化为技术储备，以合理利益格局驱动科技创新与产业创新双向赋能、协同发展。

深化重点领域应用场景。一是深化“数据要素×”行动。聚焦关键技术研发领域和重点产业梳理科技创新与产业创新深度融合发展过程所需的高质量数据需求清单，借助智能匹配算法、“揭榜挂帅”制度以及数据交易平台实现数据要素供需精准匹配。二是实施数据要素应用场景示范工程。支持龙头企业、科研院所牵头打造标杆应用场景，以产业真实需求反向倒逼算法模型、数据治理、技术体系持续优化。三是充分释放零散数据要素价值。积极探索数据资产质押融资、资产信托、证券化等多元化创新业务，挖掘数据要素市场价值，驱动科技创新与产业创新深度融合。

综上，数据要素通过优化资源配置、强化主体协同、丰富应用场景，为科创与产创深度融合提供了核心支撑。持续完善数据制度体系、畅通要素流通渠道、深耕产业应用场景，充分释放数据倍增效能，持续培育新质生产力，为我国科技自立自强与实体经济高质量发展注入持久动力。

（作者单位：河北省社会科学院）
【课题名称】本文系2025年度河北省社会科学发展研究课题（编号：HBSKFZ25QN214）的成果。

人工智能驱动制造业转型升级的路径选择

■ 刘向舒

当前，人工智能正深度渗透制造业各环节，既为我国产业迈向全球价值链中高端打开新的发展空间，也带来了不容忽视的产业链安全风险。“如何抓住技术变革机遇、妥善应对各类挑战”已经成为制造业转型升级必须直面的时代命题。

人工智能拓展价值链升级新空间。人工智能绝不只是简单的降本增效工具，它能够对产业链上中下游实施全链条改造，是重塑产业竞争格局的战略性生活。在产业链上游研发环节，传统制造业长期受研发设计能力薄弱、创新试错成本高昂等问题制约。借助人工智能仿真模拟、大模型辅助研发，企业能够有效缩短产品迭代周期、降低研发门槛，加速向高附加值的创新研发环节突破。制造环节的价值内涵

也由此被重新定义。长期以来，在全球分工体系中，加工制造往往被贴上低附加值的标签，而工业大模型赋能下的灯塔工厂正在打破这一固有认知：通过优化工艺参数、实施智能质量控制、科学开展生产排产调度，制造环节自身的价值得到充分释放，实体经济根基也更为坚实。放到产业链下游来看，人工智能可以辅助预判市场需求、优化跨境数字营销、实现设备远程智能运维，推动制造业向服务化方向转型，进一步拓宽产业增值空间。与此同时，供应链风险预警、智能调度能力的提升，也持续增强了产业链整体抵御冲击的韧性。

理性审视人工智能的双刃剑效应。人工智能为产业升级注入强劲动能的同时，也放大了产业链安全的潜在风险。对此，我们应当保持清醒认知。一方面，底层软硬件资源高度集中，

催生出新的产业薄弱环节。人工智能领域的算力芯片、基础算法框架、工业软件等核心要素，目前仍掌握在少数发达经济体手中。一旦算力底座长期受制于人，即便国内应用层市场发展火热，我国仍有可能被锁定在价值链中下游，面临新型“高端俘获”的现实风险。另一方面，先发国家正在加紧构筑技术与标准壁垒。部分经济体依托先发优势，在人工智能治理规则、数据跨境流动、技术标准制定等领域争夺主导权，试图打造排他性技术联盟，抬高后发国家向核心技术环节突围的门槛。

人工智能终究只是推动产业升级的技术工具。技术势能能不能真正转化为我国价值链地位的实质提升，关键要看我们能否在开放合作中搭建自主可控的战略性生活供应链，把国内海量的工业场景优势转化为实打实的产业

竞争力，而非止步于应用层面的表面繁荣。

统筹发展和安全，迈向价值链中高端。面对逆全球化背景下日趋复杂的价值链博弈，我国产业发展要坚持系统观念，在自主可控与开放合作之间把握好动态平衡。首先，要夯实人工智能供应链自主可控的现实基础，顺应全球供应链区域化重构的大势，聚焦算力芯片、工业大模型、工业软件等关键领域，用好新型举国体制优势，构建“核心环节自主攻关、配套环节多元布局、海外布局风险可控”的分布式供应链网络。针对集成电路、工业母机、基础软件等瓶颈制约，要加大技术研发力度，确保重要产业链供应链自主安全。同时，要充分发挥链主企业的牵引带动作用，联动专精特新中小企业协同开展技术攻关，打通从硬件、基础模型到行业落地应用的完整链条，守牢产业链安全底线。

其次，要打通人工智能技术落地转化通道，充分释放价值链升级的实

际效能。完善工业大模型适配改造、供需对接以及应用成效评价相关机制，避免智能化改造流于形式；推动大中小企业融通发展，切实降低中小企业智能化转型的成本与准入门槛，让各类市场主体共享技术变革红利；加快传统制造业数字化智能化改造步伐，做大做强人工智能相关新兴产业，双向发力推动产业向研发、服务等高附加值环节延伸；发挥灯塔工厂的示范引领作用，优先在新能源汽车、电子信息、高端装备等工业场景丰富的领域实现突破，形成一批可推广的“人工智能+制造”实践模式。

最后，要以制度型开放，对冲外部“小院高墙”带来的压力。针对部分经济体打造排他性技术小圈子的动向，我们绝不能走向自我封闭，要在守牢安全底线的前提下，稳步扩大制度型开放，主动参与人工智能全球治理和国际标准共建；要依托多边经贸合作平台，输出智能制造、“人工智能+制造”的成熟解决方案，拓展互利共赢的产业协作空间，在开放合作中塑造我国在全球价值链

上新的竞争优势。

把握战略主动，推动产业结构优化升级。逆全球化背景下，全球价值链竞争已经演变为前沿技术实力、供应链韧性和制度规则话语权的综合较量。人工智能对全球价值链的重塑，既是我国摆脱传统价值链低端锁定的重要机遇，也是大国产业博弈的关键赛场。我国拥有全球规模最大的制造业体系，持续深入推进高水平制度型开放，发展产业人工智能具备得天独厚的优势条件。立足国内发展实际，我们要集中力量补齐人工智能领域的供应链短板，疏通科技成果产业化过程中的堵点；要持续推进高水平制度型开放，统筹发展和安全，在纷繁复杂的外部变局中牢牢掌握产业升级主动权，推动我国产业稳步迈向全球价值链中高端；要依托人工智能技术赋能持续深耕实体经济、培育新质生产力，激活产业发展内生动力，为我国制造业高质量发展筑牢坚实支撑。

（作者单位：西安电子科技大学马克思主义学院）

温梯法合成宝石级刚玉单晶气泡缺陷的形成机制

■ 张传政 林斌 陈秀英 兀佩琦 李嘉恒

温梯法凭借低应力、晶体完整性高的优势，是制备高品质宝石级刚玉单晶的方法之一，具有温度可控、生长晶体品质高、单块质量大的特点。但该方法合成的刚玉晶体内部常存在气泡缺陷：气泡不仅会破坏晶体的光学透过率与均匀性，还会降低宝石的力学性能与商业价值，更会导致宝石切磨后出现空穴、内含物等问题，最终大幅降低宝石的净度等级。研究表明，气泡缺陷的成因主要有三方面：一是氧化铝原料升温过程中释放出吸附气体，二是原料中残留羧基分解产生气态产物，三是掺杂离子发生氧化还原反应生成一氧化碳、二氧化碳等小分子气体。深入认识气泡缺陷的形成机理，有助于改进温梯法制备工艺，提升温梯法合成宝石级刚玉晶体的质量。

温梯法合成宝石级刚玉单晶气泡缺陷形成机制。氧化铝原料在固相升温过程中会裂解释放气态组分。粉体氧化铝原料在储存阶段会吸附空气中的水汽和二氧化碳，这些吸附物升温至熔融区前会逐步受热脱附，转变为游离气体。当炉体升温速率存在梯度差时，表层粉体最先完成脱水脱气，而内部原料包裹的气态物质无法及时向外扩散，最终粉体堆积形成闭孔结构，内部气相无法通过熔体对流逸出，熔融后气相以孤立微米级包裹体赋存于刚玉熔体中，晶体生长时直接固化为原生气泡内含物，这为晶体生长阶段气泡的留存提供了初始气源。此外，若高纯氧化铝粉体煅烧不充分，其内部残留的羧基团在2050℃高温熔解时会分解生成水蒸气，分散到熔体当中，若未能及时排出，就会以微小气相空腔的形式留存于熔液中。

在实际生产过程中，原料颗粒的粒径分布与堆积密度都会对气体的释放路径产生影响。细颗粒原料的比表面积更大，可吸附的

气体量更多，快速升温时气体释放相对集中；若原料堆积过密，内部气体则无法向上迁移，最终形成气体滞留。综上，原料本身携带的气态组分是气泡缺陷的第一类来源。

多组分掺杂离子氧化还原反应产生气态产物。温梯法生长刚玉晶体时，根据铬离子控制宝石颜色。熔体内部变价缓冲离子在此过程中发生可逆氧化还原反应，反应过程中不断产生一氧化碳、二氧化碳等小分子气体。当热场进入降温初期，熔体粘度缓慢上升，气体分子在熔体中扩散阻力随之同步增大，反应生成的气态产物很难向上逸散到熔体表面，在熔液内部聚集形成微米级气相空腔。在不同气氛配比切换阶段，Ar作为惰性气吹载气，不参与氧化还原反应；H₂为还原性调控气；CO₂为氧化性缓冲气，三者在高温熔融过程中会产生大量气态物质。实际操作中，保护气中氩气与二氧化碳的比例会对氧化还原平衡造成影响：氩气含量偏高时，还原反应加剧，一氧化碳生成量增大；二氧化碳占比偏高时，氧化反应占据优势，二氧化碳发生积聚。此外，热场纵向温度梯度的设计也会引发气泡缺陷：梯度过大会造成熔体对流过快，气体被带入晶体生长界面；梯度过小时则对流动性不足，气体无法有效上浮。因此，气泡缺陷的第二类来源是掺杂反应产气以及热场、气氛耦合作用，需要通过精细控制工艺参数来抑制。

温梯法合成宝石级刚玉单晶气泡缺陷规避策略。原料预处理优化控制气源释放。为规避温梯法宝石刚玉内部气泡缺陷，可采用两段式预处理工艺来控制初始气源。将粉体原料放入专用煅烧炉中，在1200℃恒温下保温4小时，使原料中的水汽、二氧化碳等气体完全脱除，并分解掉残留的羧基团，从根本上减少熔体内部气态物质的产生。预处理后立即将原料放入干燥密封装置中存放，防止二次吸入空气中的杂质气体，保证入炉

原料的纯度。同时，根据原料批次的不同而改变煅烧温度和保温时间，从而精准控制原料脱气效果。对吸附气体较多的细粉原料，可适当将煅烧温度提高至1300℃；1300℃高温煅烧可将γ-Al₂O₃转化为稳定α相，降低原料吸附活性，同时延长保温时间，促使内部气体全部释出。原料入炉前需进行粒度分级与真空干燥处理，去除过细颗粒以减少比表面积带来的吸附作用，降低原料中微量碳酸盐的含量。煅烧后的原料经真空密封保存，隔绝空气中的水汽与CO₂，避免发生二次吸附，由此形成完整的原料管控闭环；装料时采用分层慢投料的方式，防止原料堆积过密堵塞气体通道，可后续晶体生长提供洁净的熔体环境。

热场与气氛协同调控优化排气条件。利用双温区加热系统的优势，改进热场降温速度和气氛配比的配合方式。具体而言，结晶前期，应稳定气氛配比，维持氧分压恒定，避免Cr离子价态剧烈波动，同时调整石墨加热器功率，防止温场突然变化引起熔体粘度急剧增大，为气体逸散留出足够的时间；在熔体粘度快速上升阶段，氧化还原反应较活跃的时候适当增大氩气流量，加强熔体内部气体的扩散动力，以减少一氧化碳、二氧化碳等气态产物的聚集，并通过精确控制局部氧分压来保持离子氧化还原反应的速率恒定，防止产生大量的气体；同时，可以在温度梯度较大的地方增加保温材料，使梯度趋于平缓，削弱剧烈熔体对流。

（张传政、林斌、陈秀英、兀佩琦单位：青岛幼儿师范高等专科学校珠宝学院；李嘉恒单位：深圳珠宝博物馆）

【课题名称】本文系山东省社科联2025年度人文社会科学课题合作专项课题《职教出海背景下珠宝首饰领域“双语+职业技能”人才培养模式构建与实践研究》的研究成果。

人工智能条件下交往异化的表征与纾解

■ 苟凤

人工智能技术正重构人类交往的形态，交往异化已成为智能时代人的生存困境。从马克思交往异化理论审视，人工智能条件下的交往异化呈现三重面向：交往主体在数字化生存中遭遇“自我”的消解，交往行为在算法操控中沦为资本增值的工具，交往关系在数据化互动中走向物化。究其根源，数字技术与资本逻辑的双重合谋是交往异化的深层机理，算法控制与数字崇拜则构成其运行机制与主体条件。纾解交往异化，需要在技术祛蔽、资本批判与主体自觉三个维度协同发力，使人工智能回归为服务于人的自由全面发展的实践工具。

交往的三重异化：从主体消解到关系物化。第一，主体性消弭：数字虚体对“类本质”的否定。交往主体性的确立以往的“类存在”为前提。然而，人工智能时代的交往实现了从物理空间向数字空间的位移，交往主体被简化为数据编码与数字化身。数字交往中的自我类型的主体性正在通过技术让渡给技术控制者。人不再是交往的发出者，而是沦为数字系统的被动节点。这正是马克思所谓“人的类本质同人相异化”在交往领域的最新表征。

第二，行为物化：算法逻辑对交往真诚性的剥夺。交往行为本应是基于情感认同与价值共享的实践活动，其有效性依赖于哈贝马斯所确立的真理性要求。然而在人工智能条件下，数字平台通过对用户交往数据的系统性采集与分析，将交往行为被量化为可计算指标，情感联结被简化为可调约的函数关系。

第三，关系抽象化：技术中介下的“类存在”解体。人作为类存在物，其本质在于通过交往建立丰富的社会关系网络。然而，人工智能技术创造的交往便利与交往异化构成了一对吊诡的辩证关系。虚拟交往中获得的“数字亲密”本质上是一种技术代偿。更深层的问题在于，这种交往方式使人丧失了构成个体和集体意识的“生活记忆”与交往知识，导致了斯蒂格勒意义上的“心智的无产阶级化”。

纾解的三重进路：从技术祛蔽到主体自觉。机器之善恶不在机器本体，而在于它从属于何种生产关系。纾解人工智能条件下的交往异化，需要从技术祛蔽、资本批判与主体自觉三个维度协同推进。

第一，技术祛蔽：穿透算法黑箱以复归交往透明度。算法是人工智能交往功能的核心驱动装置，其“黑箱”特征恰恰构成了交往异化的技术温床。纾解交往异化，首先需要在技术层面建立算法的透明度与可解释性机制。具体而言，应确立算法知情权，要求数字平台公开算法推荐的基本逻辑与核心参数设置，保障用户对算法决策的知情权与申诉权。技术祛蔽的根本目标在于让算法从支配人的异己力量重新转变为服务于人的交往自由的辅助工具。

第二，资本批判：超越增值逻辑以重建交往公共性。交往异化的深层根源在于资本逻辑对交往领域的系统性侵蚀。数字资本主义仍然是资本主义，只是资本增值方式和资本主义治理手段以数字化、智能化的方式进行。纾解之策在于推动数字平台的公共化转型，使其从以流量为核心，转变为以促进人的全面交往为旨的公共空间。只有超越资本对技术的社会塑造，交往才能真正摆脱“物役性中介”的束缚。

第三，主体自觉：唤醒价值理性以抵御心智殖民。技术规制与制度变革提供的是异化纾解的外部条件，交往异化的最终克服还有赖于交往主体的自我觉醒与能力重建。重建交往主体性，在教育层面，应推进数字素养教育，使公众不仅学会使用技术工具，更能理解其背后的运作逻辑与可能的社会心理影响；在实践层面，应鼓励人们有意识地走出算法推荐的舒适圈，在真实的共同实践中重建基于信任和共情的社会纽带。

综上，人工智能重塑交往模式的同时容易催生交往异化。未来，唯有推进技术祛蔽、批判资本逻辑、唤醒主体自觉，方能化解智能交往困境，重建真诚的社会交往，让人工智能服务于人的自由全面发展。

（作者单位：辽宁石油化工大学马克思主义学院）