

人工智能 赋能应用实践指南



2026 年 2 月

前 言

近年来，人工智能（Artificial Intelligence, AI）已成为全球科技领域的焦点，其迭代之迅疾、影响之深广，正深刻重塑千行百业的运行范式与发展轨迹。从早期单系统简易算法模型，到当下赋能千行万业的深度学习架构与大模型，AI 在技术层面实现了突破性跃迁，彰显出科技革新的磅礴伟力。

人工智能的演进，绝非单纯的技术迭代与科技精进，更在于深度融合社会机理、赋能千行万业。伴随算力规模的持续跃升、算法的创新以及数据量的爆发式增长，AI 已广泛渗透到金融、交通、制造、能源等诸多领域，为各行业带来了前所未有的机遇与变革。

尽管 AI 技术已经在助力行业变革中展现出巨大的潜力，但在落地实践中，众多企业和从业者仍面临着重重桎梏。如何准确理解业务需求并将其转化为有效的智能化解决方案，怎样甄选合适的 AI 技术与算法，以确保项目的可行性与高效性，如何解决数据质量、隐私保护以及算法可解释性等问题，都是亟待解决的关键挑战。《人工智能赋能应用实践指南》（以下简称“《指南》”）正是在此背景下启动编制，凝聚多个行业专家与应用实践的经验，旨在为人工智能的应用提供一份全面系统、切实可行的实践指引。

《指南》的第一章对人工智能整体的技术发展现状，各国战略及在行业深入应用的趋势进行概述，阐明人工智能时代对行业应用及企业落地提出新的要求。第二章系统性分析行业应用所面临的六大挑战，从战略、场景、数据等多个维度剖析风险；第三章提出“ACT 三步走”落地路径，并通过深入剖析 AI 技术在不同行业实践经验与典型案例，提炼具体的步骤、方法与策略，帮助企业更好地把握行业智能化应用的核心要义与发展方向，于实际项目中充分释放智能化优势，实现业务创新与价值增长的双向跃升，同时，《指南》对未来 AI 行业应用进行了展望，鼓励我们以更为前瞻的视角去理解并塑造未来，共同迎接一个技术融合、人机共生、可持续发展的智能新纪元。

专家指导委员会

国家信息中心：徐春学 张立峰 张润宇

中国信息通信研究院：曹峰 董昊 曹晓峰

编委会

(按首字母顺序排列)

编委会委员：

边英杰 陈亮 耿峰 韩静 李瑾彦 马岩浩 马占臣 宋占军
汤慧俊 周倩 朱麟

编委会成员：

贲圣兰 曹俊松 曹阳 陈子昊 陈文丰 程永福 崔昊 冯巍
郭辉花 郭一鸣 洪镜芬 侯磊 黄敏 康雪婷 雷新海 黎亦凡
李保安 李曹建 李富彪 李骏驰 李相洋 李咏 刘鹏 刘亚飞
马琴琴 汝金同 施庆昌 沈稚源 石伟 陶金 王会鑫 王纪奎
王苏扬 王韬 王雅莉 尉鹏程 夏大根 徐金春 许榕俊 薛巍
杨乐 玉朝德 张婷 张祎 赵军 郑国强

参编单位：

广州汽车集团股份有限公司
国网陕西省电力有限公司信息通信公司
华为技术有限公司
交通银行股份有限公司
南京钢铁股份有限公司
武汉市城市运行管理中心
云南建投物流有限公司

目 录

第一章 人工智能行业应用发展趋势	1
1.1 技术驱动，智能世界加速到来	1
1.2 政策推动，AI 成各国战略要点	2
1.3 目标导向，深度赋能千行万业	4
第二章 人工智能行业应用挑战	7
2.1 智能化转型困难多，企业战略决心需坚定	7
2.2 业务应用场景繁多，场景选择需科学评估	8
2.3 智能转型需求迫切，高质量数据不可或缺	9
2.4 行业应用适配困难，项目运营需持续稳定	10
2.5 核心业务应用深入，AI 安全成为严峻考题	11
2.6 跨学科知识成刚需，复合型 AI 人才需求大	12
第三章 企业人工智能实施路径	14
3.1 总体路径框架	14
3.2 锚定明确目标	15
3.3 搭建技术能力	30
3.4 部署行业应用	37
第四章 总结与展望	46
4.1 技术融合，迈向超级智能体	46
4.2 数据觉醒，赋能行业原生 AI	47
4.3 AI 成为企业创新的核心引擎	48
4.4 Agent 重塑行业规则	49
4.5 复合型人才广泛应用	50
结束语	51

The page features a decorative header with various icons representing AI, technology, and industry, arranged around a central 'AI' text. A large, light blue 3D cube is positioned to the right of the main title. The background is a light blue gradient with faint geometric patterns.

第一章 人工智能发展趋势

纵观历史长河，近代人类社会先后历经了机械化、电气化、信息化三次工业革命的璀璨征程，每次变革均以雷霆万钧之势，重塑人类文明的发展轨迹与社会图景。第一次工业革命中，蒸汽机的轰鸣划破时代桎梏，推动生产模式迈入机械化新纪元；第二次工业革命里，电力的广泛应用突破产能边界，促成规模化生产的全面普及；第三次工业革命之际，电子信息技术的革新打破效率瓶颈，开启自动化生产的全新篇章。时至今日，AI 正以席卷寰宇之势重塑全球产业格局，被誉为“第四次工业革命”的核心驱动力，揭开人类文明史上又一个崭新时代的帷幕。

1.1 技术驱动，智能世界加速到来

从近几年人工智能发展的阶段看，以 OpenAI 发布的 ChatGPT 为标志的大语言模型，实现了自然语言交互，此阶段打破了人机交互的壁垒，开启对话式 AI 新纪元；DeepSeek 发布成为新的标志，通过创新混合专家架构（MoE）及低秩注意力机制等，实现了深度思考，AI 从“被动响应”迈向了“主动思考”；接下来是 Agent，其核心能力是自主决策能力和任务执行能力，行业知识的叠加融合，将推动 AI 从“辅助工具”升级为“协同伙伴”；未来，人工智能将进入一个颠覆性的科技创新阶段，推动科学研究、

物理规律、数学难题等跨越式发展，帮助人类发现尚未发现的物理规律、解开数学谜题。

当前，全球人工智能产业正处于 Think、Agent 迭代演进、蓬勃兴盛的全新发展阶段。伴随人工智能全栈技术体系的加速迭代，算力、数据、算法等核心要素的规模化供给，人工智能产业应用加速走深向实，深刻影响了全球产业竞争格局变化。从市场规模来看，由弗若斯特沙利文与头豹研究院联合发布的《AI 赋能千行百业白皮书 2025》指出，全球市场规模将由 2024 年的 6157 亿美元增

至 2030 年的 2.6 万亿美元以上，并呈现持续扩大的态势。**从商业化程度来看**，发展人工智能已成为全球范围内的广泛共识，在根据加拿大研究机构 Visual Capitalist 发布的 2025 年全球市值 50 强榜单（截至 2025 年 5 月 5 日数据），其中 46% 企业已深度布局 AI 技术生态；**从行业应用来看**，人工智能与大数据等数智化技术给行业带来显著的变化，加速产品的开发进程，缩短研发周期，显著提升客户体验等，促进了业务模式的创新，为行业的业务跃升注入了强大动力。

2025 年，堪称人工智能行业趋势研判的狂热之年。全球权威机构 Gartner 发布 2026 年十大战略技术趋势，包括 AI 超级计算平台、多智能体等，并指出：“2026 年对技术领导者而言将是关键一年，变革、创新与风险将以前所未有的速度涌现。这些战略趋势相互交织，共同勾勒出一个由人工智能驱动的高度互联世界的图景”。与此同时，华为集业界和百余位专家的智慧，发布了《智能世界

2035》，勾勒未来十年的关键技术图景，以及这些技术对于人类的生产、生活带来的改变和影响。其描绘的十大技术趋势，构成了一个相互依存、协同演进的复杂生态系统。12 月 6 日，2025 腾冲科学家论坛首次发布了《科技预见与未来愿景 2049》报告报告展望通用机器人进入千家万户、飞行汽车开启立体交通、可控核聚变商业化落地等未来场景，提炼了十大科技梦想、十大未来场景和三大前瞻思考。

人工智能技术绝非单纯的技术叠加，而是一个充满不确定性的复杂工程，两年前逐渐进入大众视野的生成式人工智能，正以我们从未想象过的方式，重新定义未来的可能性，持续深刻影响人类生产与生活，在各个领域发挥关键作用，为推动社会进步、提升生活品质，贡献无可替代的作用。正因如此，我们比以往任何时候都更需要前瞻的视野，更需要依靠科学的战略战术和落地路径来指引前路。

1.2 政策推动，AI 成各国战略要点

人工智能作为引领未来的战略核心技术，已经成为全球科技竞争合作的新焦点和促进经济社会加速发展的新引擎。目前，全球各国已加快部署人工智能战略与相关政策，把

发展人工智能提升至国家重大战略层面。

在国家战略层面，人工智能已超越单纯的技术革新范畴，成为衡量国家核心竞争力的关

键支撑与重塑国际格局的战略变量。全球170多个国家相继出台人工智能相关国家战略和规划文件，将其提升至国家安全与长远发展的顶层设计高度，纳入国家级战略规划体系。美国以《赢得AI竞赛：美国AI行动计划》为核心纲领，锚定“技术霸权”与“全球领先”目标，通过强化联邦研发投入、构建人才壁垒、推进算力基础设施建设、实施技术出口管制等多重举措，聚焦前沿技术突破与产业链高端垄断，力图在人工智能核心算法、高端芯片、关键软件等领域维持绝对优势。美国总统签署了“创世纪计划”，大力推动美国的人工智能研究、开发和科学应用，旨在利用人工智能来改变科学研究的开展方式，并加快科学发现的速度。欧盟持续深化《人工智能法案》的实施框架，以“风险分级监管”为核心特色，构建了全球最为系统完备的AI监管体系。

中国将“人工智能+”行动列为战略核心，2024年“人工智能+”行动首次写入政府工作报告，2025年8月国务院印发的《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》，进一步明确了关键时间节点目标，以“六大行动”为核心，构建从技术研发到产业应用、从民生改善到全球治理的全链条框架，标志着中国人工智能政策全领域深度落地的战略转型。在二十届四中全会再次确立“人工智能+”行动核心行动纲领，将其作为引领产业变革和培育新质生产力的关键措施。明确了“创

新赋能、安全有序、普惠共享”为人工智能行业应用的核心方向，坚持“应用导向+自立自强”，一方面推动“人工智能+”行动全面实施，另一方面聚焦核心技术突破与基础支撑强化，构建自主可控的基础软硬件系统。

在技术攻关层面，在新一轮科技革命和产业变革的驱动下，人工智能的发展可谓突飞猛进。由于技术积累与产业生态等差异，各国在人工智能领域研究呈现技术争鸣的发展态势，并加速迭代，形成独特的演进路径以中、美为例。美国聚焦通用人工智能和高端算力，硬件层面，英伟达的GPU在高端芯片方面仍然处于主导地位，构筑了难以逾越的算力壁垒；在软件层面，美国凭借长期的技术积累和生态构建，在基础大模型和底层开发框架上占据显著优势。中国着力推动人工智能与各行业的生态适配与深度耦合。与此同时，我国在5G、云计算、大数据等新型基础设施上已形成显著的综合优势，正通过加大智能算力投资，大力推进国产AI芯片自主研发等举措，构建支撑产业智能化转型的核心底座。

在人才培养方面，AI技术的泛化应用推动人才需求从“单一技术”向“跨界复合型”转变。全球顶尖教育体系普遍突破学科壁垒，推进AI与医学、制造、生物、法律等领域深度融合，培养兼具技术能力与行业任职的

复合型人才，如美国开设人工智能与多学科的双学位，英国实现 AI 与临床医学深度融合培养等。中国更是通过政策牵引，推动教育体系全面升级，一是全国超 400 所高校开设人工智能本科专业，在中小学阶段也逐步普及 AI 通识教育，培养青少年科技素养；二是通过产教融合，建设 AI 产业人才实训基地，培养实战型人才；三是加大研发经费支持，简化人才引进流程，快速弥补人才缺口。欧洲则以《人工智能法案》为伦理底线，聚焦绿色 AI、医疗 AI 等特色领域，其他区域也根据国家需求，进行特色布局，全力推进人工智能人才发展。

在标准生态方面，全球标准化正从单点突破发展到体系化破局的阶段。国际组织以其“规则制定者”的核心作用，以发布百余项标准，覆盖基础设施、安全治理、行业应用

等多个领域，中国建立了覆盖基础共性、技术支撑等多个方面的标准体系，主导制定了多项 ISO/IEC、ITU、IEEE 的国际标准，并在中文自然语言处理、AI 计算设备等领域形成特色优势。美国通过 NIST 发布的《AI 风险管理框架》被多国采纳，日本则聚焦工业 AI 和机器人领域规划十余项国际标准。各国纷纷加大标准化布局，通过标准制定推动 AI 产业健康有序发展、提升国际影响力。

当前，在各国战略的持续加持下，AI 行业应用已成为全球 AI 竞争的核心焦点，这场竞争不仅是技术的竞争，更是生态的竞争、治理能力的竞争、产业基础的竞争。未来，全球 AI 格局将在行业应用的竞争中逐渐清晰，而 AI 也将通过行业应用，真正成为驱动全球产业升级、改善民生福祉、提升国家治理能力的核心引擎。

1.3 目标导向，深度赋能千行万业

知己之所处，方能明己之所往，作为引领新一轮科技革命与产业变革的战略性通用技术，人工智能的真正价值，最终要体现在对千行百业的赋能乃至重塑上，但 AI 渗透行业的过程才刚刚开始，且是一个先抑后扬的过程，前期需要持续投入算力基建、数据治理、场景适配与人才培养等核心环节，属于高投资、低回报的筑基阶段，但是从复制推

广开始，商业价值显现并持续爆发，根据国际数据公司（IDC）从 2024 至 2030 年，按直接、间接与诱发影响累计计算结果预测，到 2030 年，每新增 1 美元 AI 支出，将为全球经济创造 4.9 美元的价值。不同行业因技术基础、数据禀赋、场景复杂度的差异，正处于梯度化、差异化的演进阶段。

在互联网、金融等前沿赛道，AI 深度融入核心业务全流程，如互联网领域的内容创作、精准营销，金融领域的欺诈识别、风险控制等，通过技术与场景的深度耦合、数据与价值的正向循环，构筑起难以逾越的竞争壁垒，成为引领产业高质量发展的关键力量。未来，此赛道也会是 AI 发展的前沿引领者，借助智能体能力的飞速发展，互联网将跃升为智能体互联网，其特征是 Time-in-Real+超维空间（HD 多维信息），包含移动和 PC 互联网的所有场景，实现万物超维互联（Hyper-Dimension Interconnection）。在金融领域，高度个性化的金融智能体将成为每个用户全天候、全生命周期的“金融知己”，业务模式、交互入口、风控逻辑、组织形态将被系统性重塑。

在政府、科研等积极布局智能化的行业，人工智能应用已进入规模化深耕与价值释放阶段，当前，两大领域已构行业场景应用的全链条产业生态，如政务领域的城市治理、协同办公，科研领域的智能建模、实验辅助等核心能力。未来，零碳负碳的能源系统、全域智能的城市大脑、垂直生态的空间形态、封闭式循环的物质代谢、自我修复的韧性体系，将共同构建一个人与自然和谐共生、城市与环境协同互济的文明新形态。据 IDC 测算，全球数字化转型投资以 15.4% 的年均复

除此之外，在电力、油气、矿业等能源领域，

合增长率持续扩张，城市将成为全场景智能化的最佳试验场。在科研领域，智能的边界被大幅扩展，能够掌握多种关系的知识，发现那些隐藏在复杂系统背后的，不可被表达及感知、甚至超越人类当前认知框架的暗知识，能够自主在庞大数据集中探索，发现驱动复杂系统演化的因果关系与运作法则。

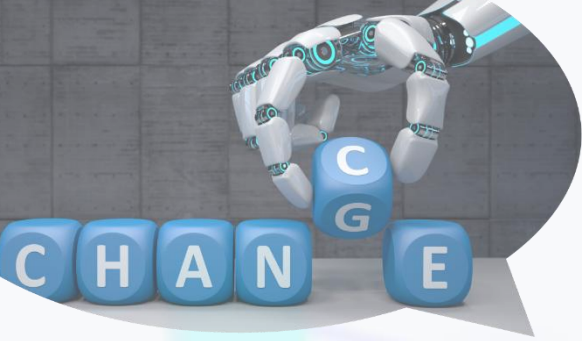
在医疗、教育、交通制造等领域，其技术潜能持续释放，为行业发展注入澎湃动能；医疗领域，AI 已深度融入诊疗全链条，在影像辅助诊断和手术机器人等方面实现突破，未来在人工智能、基因技术、合成生物学与纳米医疗等技术深度融合赋能下，人类治疗模式将加速从被动治疗向主动防治转型。在教育行业，AI 技术将与教育深度融合，形成超个性化学习生态、沉浸式能力培养、泛在基础设施和终身支持体系构成的教育新模式，全球教育将全面迈入智慧教育时代。交通领域，全域自主的自动驾驶车辆、具备预判决策能力的智能路网、按需调用的立体化出行生态、深度耦合的城市智能体，将共同构建一个高度安全、极致高效、完全清洁的交通新形式；制造行业贯穿全价值链的 AI 自主创造、具备认知智能的机器人协作体系、虚实融合的数字孪生系统、负碳制造的绿色工厂，将共同构建一个高度柔性、深度智能、完全可持续的制造新范式。

人工智能技术正从试点探索走向深度化应

用，持续渗透能源生产、传输、存储、消费及运维管理的全链条环节。人工智能在能源领域的深度赋能，不仅能够破解传统能源行业效率偏低、安全风险突出、资源利用粗放等沉疴顽疾，更能依靠核聚变、氢能、新型储能、智能电网等技术的系统融合，将推动能源体系从“化石依赖型”向“清洁智能型”的革命性跃迁，成为驱动能源结构转型、保障能源供应安全、践行“双碳”目标的核心技术支柱，为能源行业高质量发展注入源源不断的强劲动能。

尽管人工智能技术普及率呈快速攀升之势，但多数应用仍显现出鲜明的“外围化”渗透

特征。据《中国企业家人工智能应用调研报告（2025）》所示，AI技术在“数据分析与决策支持”（57.03%）、“技术创新与产品研发”（49.22%）及“客户服务”（46.09%）等领域已实现广泛部署。然而，此类应用还有许多聚焦于企业运营的非生产环节，尚未触及直接创造核心价值的生产中枢，立足各行业本质特性与核心生产链路，还需要持续深化AI技术的场景适配与深度赋能，推动其从“外围辅助”迈向“核心驱动”，方能真正阐扬人工智能的技术潜能与产业价值，实现技术与行业应用的同频共振，彰显科技服务实体经济的时代初心。



第二章 人工智能赋能应用六大挑战

人工智能正从技术探索走向千行万业，其发展趋势与核心价值愈发清晰地重塑着未来的发展图景。巨大的发展潜力背后，潜藏着多重亟待应对的挑战。包括高质量训练数据的枯竭、模型训练的高能耗与成本压力，以及复杂场景下的泛化能力不足。这些因素制约 AI 赋能行业应用潜力的释放，对此，我们总结了六大核心挑战，旨在梳理行业痛点，给企业以启示与借鉴。

2.1 智能化转型困难多，企业战略决心需坚定

人工智能的变革涉及算力基础设施建设、数据汇聚与治理、模型开发、智能感知、人机协同等方面，对企业来说不是一项简单的技术工具升级，而是一场触及企业战略、组织架构、业务流程、商业模式乃至企业文化的深层范式革命。如此深远的变革必然会遇到巨大的阻力，必须要有企业决策者的坚定决心与有力推动，从战略高度看待对智能化的投入。

一是对战略性资源的投入决心。变革性的智能化项目，需要巨额、长期且有一定风险的投入，包括但不限于采购算力、招募昂贵且稀缺的人才、进行耗时漫长的数据治理。需

要最高决策层基于企业长期战略，从业务的长期竞争力、可持续发展等维度“算大账”，克服短期财务压力，保障资源持续、有效投入。比如，华为在明确了长期 AI 战略后，对内成立了人工智能使能部、公司级 AI 变革项目组，提升内部各领域的工作效率和质量，让华为率先成为应用 AI 的业界标杆。

二是对探索性失败高度宽容。人工智能探索具有天然的试错属性，模型迭代是价值创造的重要路径。如果企业文化和考核机制僵化，团队将倾向于选择最保守、最无足轻重的项目，以避免风险。开放的决策层应该公开倡导“快速试错、小步快跑”的理念，并在制

度上允许甚至奖励那些从失败中汲取经验、持续改进的团队。

三是聚焦“真问题”而非“伪需求”的战略定力。应避免出现“为 AI 而 AI”的现象，比如技术团队追逐炫技或业务部门提出边缘性的优化需求。只有关心企业最核心的战略目标和最棘手的痛点（如市场份额增长瓶颈、生产效率提升、客户留存率等），才能发挥 AI 的最大价值。

四是对组织变革阻力的破冰能力。人工智能的应用必将重塑现有工作流程，触动部分人

员的既得利益，引发部门墙、岗位焦虑和固有的惰性。中层管理者可能因权力结构变化而抵触，一线员工可能因技能恐慌而抗拒。这种无形的组织抗拒是人工智能技术落地最难逾越的壁垒。

在 AI 技术快速发展的今天，技术本身的门槛终将被跨越。企业间最终的差距，将体现在最高决策层在战略视野与变革决心的差距。只有依靠从最高决策层到执行层自上而下的战略决心与执行力，企业才能在人工智能的时代浪潮中赢得先机，实现真正的范式转型。

2.2 行业应用场景繁多，场景选择需科学评估

人工智能技术正深度融入经济社会运行的方方面面，人工智能行业应用场景数量呈几何级数增长，在制造业，人工智能技术被应用于质量检测、设备维护、生产排程、供应链优化等全流程环节；在农业领域，智能育种、精准种植、病虫害预警、农产品溯源等 AI 场景不断涌现；服务业中，智能客服、个性化推荐、智能翻译、虚拟导游等应用更是随处可见。

场景数量的激增带来对其价值密度的思考。多数场景仍停留在浅层尝试或概念验证阶段，未能深度嵌入或重构行业核心业务流程，

导致技术附加值偏低，经济效益不明显。部分企业为追赶“AI 热潮”，盲目上马人工智能项目，未充分考虑行业特性与用户需求，导致场景生命力薄弱，难以持续运营。

企业应用高价值场景难以衡量主要存在以下原因：**一是从业务战略到具体场景的拆解难。**企业的业务战略需要层层分解，从业务战略到业务 KPI，再进一步落入业务流程环节，结合 AI 的技术能力，综合多维因素考虑才能选出合适的场景。如果企业的业务战略和业务流程不清晰，导致场景拆解困难且所需的 AI 能力无法被技术化描述，将难以

全面梳理出 AI 场景地图。比如，某银行仅以“零售业务提升”作为定性目标，不能分解出零售业务涉及哪些部门、哪些业务流程，这些流程中哪些场景与 AI 技术相关，将难以梳理出该银行的零售业务 AI 场景全景图。

二是应用场景的价值评估存在多重不确定性。 市场需求、竞争格局、政策环境及用户接受度等因素瞬息万变，场景价值随之起伏。在快速变化的市场环境下，场景价值的生命周期显著缩短，评估工作需持续开展、动态调整，传统一次性静态评估模式已难以适应。

三是技术成熟度与场景需求之间的匹配度难以准确衡量。 人工智能技术在计算机视觉、

自然语言处理等不同领域的发展水平存在显著差异，而行业应用场景对技术可靠性、准确性和实时性的要求也各不相同，技术供给与场景需求间匹配度的准确评估对评估者提出了很高要求。

国家也高度关注到场景选择难的问题，积极倡导企业聚焦高价值场景，国务院国资委 2025 年 7 月披露，中央企业已在 16 个重点行业布局 800 余个场景，并公布了覆盖工业制造、电力电网、能源管理等领域的 40 个中央企业高价值场景。

2.3 智能转型需求迫切，高质量数据不可或缺

以深度学习为代表的人工智能技术，其本质是通过对海量数据的学习，从中归纳规律、形成智能。驱动人工智能发展的核心范式已从过去的“模型为王”逐步转向“数据为王”，数据已经跃升为构筑人工智能产业核心竞争力的战略性资源和关键生产要素。大规模、高质量数据集是训练出高性能、强泛化能力模型的前提。数据规模直接关乎模型的学习效果与泛化能力。数据质量是决定模型性能上限的关键因素，准确、完整、时效性强的

高质量数据，能够精准反映行业业务实际情况。

随着 Agent 作为核心载体，从执行工具演进为决策伙伴，从处理信息的工具转变为能够主动规划、协作并作用于环境的认知主体，这对知识的准确性带来了更高的要求。

许多 AI 项目在单一场景取得成功，却无法将能力有效迁移到更为复杂、多变的业务核心流程中。挑战根源在于，**AI 模型只学习了数据的表层特征，没有掌握驱动业务运转的深层逻辑、规则与约束，即“事理”**。比如，在产品异常检测场景中，大量的数据是正常情况数据，异常数据较少，如何通过少量数据就能推断出异常情况并能分析异常发生

的原因，这就需要包含“事理”的知识导入。在千行万业中存在大量的隐性知识，这些知识可能隐藏在老专家、老技师的经验里，如何把这些隐性知识通过本体、知识等数智化的方式显性化呈现，成为 AI 在行业应用的关键问题。比如，炼钢高炉的炉温预测是业界公认的难题，在高温高压密闭反应器中，传统对高炉的操作只能依靠老工人经验对参数判断来控制，如何把老工人的经验显性化提炼出来，是炉温预测与数字化、智能化技术结合的关键点。

此外，**高质量的行业数据的获取也是一大挑战**。很多行业应用场景仅靠一家企业的数据远远不够，需要来自产业链上下游的各方数

据。比如物流外贸行业，涉及跨境运输、仓储、清关等多个环节，需要货物订单数据、运输仓储数据、供应商数据、清关数据等，这些数据掌握在不同环节的不同单位中，需要有恰当的机制让数据共享起来。同时也要考虑企业内部的数据统筹规划，如果从数据采集到模型训练应用的全链路缺乏系统性的规划和设计，无法形成体系化数据集构建和维护机制，容易造成多源异构数据标准难统一、跨部门跨层级难协作，将导致数据清洗、标注等数据处理成本激增。比如，在制造业的应用场景复杂多样，同样又涉及设备日志、检测数据和人工巡检记录等数据分散在不同系统中，数据格式差异大，导致采集难度高、清洗难度大。

2.4 行业应用适配困难，项目运营需持续稳定

模型技术的飞速演进与行业实际应用之间存在一定的适配挑战。行业场景复杂多样，许多行业应用场景对模型的稳定性、可解释性和业务贴合度要求较高，模型与场景深度适配需经历系统梳理、定制优化与长期验证，适配周期远高于技术更新节奏。随着外部技术的快速更新，导致应用实践需要快速跟进，迫切需要有合理的技术路线能够实现按需选择最合适的模型，在无需重复部署的情况下进行推理和训练。

AI Agent 正在重塑企业的关键业务，多智能体的长期商业运营面临很大的挑战，需要考虑高并发、低时延、上下文理解、多智能体协同等多重因素。比如，银行开发了智能外呼、手机银行、财富管理顾问等多个智能体应用，这些智能体能够通过自然、拟人化的对话与客户进行互动，支持实时完成理财产品的推荐与交易。实现这些场景，面临以下挑战：首先要满足高并发需求，一般而言需要支持 500 - 1000 路的高并发交互。其次，

要实现超低时延，避免等待时间过长导致用户流失。此外，还需要长上下文的理解能力，因为系统与客户的交互，需完成身份验证、意图识别、产品咨询和交易确认等多个步骤，通常需要跨越 10 轮以上的对话。

AI 项目难以长期持续运营主要体现在以下几个方面：**一是模型开发与调优的适配复杂。**AI 模型并非标准化的“即插即用”产品，而是需根据具体业务场景进行定制化开发，是高度依赖经验知识的探索性过程。算法选型、特征工程、超参数调优等环节需反复试验，其效果存在高度不确定性。模型在测试集上表现优异，并不代表着在真实业务场景中会有同样效果，要求团队具备强大的实验管理和敏捷迭代能力。企业往往需投入大量资源进行模型微调、迁移学习或重新训练。**二是与现有系统的深度集成难。**AI 必须深度嵌入企业现有的业务流程和核心系统（如 ERP、

CRM、MES 等），这个过程涉及复杂的接口开发、数据流重构、 workflow 改造甚至组织架构的调整。任何环节的兼容性问题都可能导致项目延期或失败。**三是价值实现的间接性与滞后性。**AI 应用价值往往不是直接产生，而是通过优化流程、提升效率、降低风险、辅助决策等方式间接体现。例如，预测性维护模型的价值，在于避免了非计划停机所带来的巨大损失。这种避免的损失是隐性的，在财务上难以精确归因和即时计量，其价值兑现具有明显的滞后性。

随着人工智能技术应用的深入，产业的焦点正从技术可行性转向商业可持续性。行业实践表明，AI 项目的运行并非短平快工程，而是一场需要长期投入、持续迭代的过程。这些都需要通过合理的智能化技术架构实现对以上需求的支撑。

2.5 核心业务应用深入，AI 安全成为严峻考题

人工智能的应用正发生根本性范式迁移，从离线的、分析型的“决策支持”角色，演进为在线的、控制型的“自主决策”角色。在高级别自动驾驶、智能电网调度、工业机器人协同等场景中，AI 模型输出的不仅是参考建议，而是直接驱动执行器、控制机械、分配能源的行动指令。随着 AI 从外围辅助工

具演进为支撑核心业务决策的引擎，其自身已成为业务安全的关键节点。

AI 深度融入生产系统核心，功能安全(Safety)已成为价值实现的基石，直接关系到人身安全、重大资产安全及环境安全。因此，如何保证在不引发危险或风险的状态下正确执

行其功能的能力，已成为其价值实现的绝对前提。然而，AI 基于概率统计和数据驱动的本质，使其行为具有内在的不确定性与难以完全预测的特征，这对建立在确定性规则之上的传统安全工程构成了巨大挑战。一是**数据依赖度极高**。数据采集、存储、传输和使用的任何环节都可能成为风险入口。未经治理的数据不仅可能带入偏见和误导，还可能成为投毒攻击的载体，直接影响模型的可靠性。二是**环境动态性与模型漂移**。生产环境持续变化（如设备磨损、天气突变、市场波动），导致模型实际推理时输入数据的分布可能悄然偏离训练数据的分布，这种模型漂移会导致模型性能在未被察觉的情况下变化，从而埋下安全隐患。三是**系统级联失效风险**。现代生产系统呈现“OT-IT-AI”三元融合态势，AI 深度嵌入生产系统中。一个组件的微小故障或异常输出，可能通过 AI 模

型的放大和传递，引发整个系统的级联性失效，而且影响路径难以预测和追溯。四是**AI 基础设施安全风险加大**。算力平台、第三方模型等引入，供应链的不可控，可能成为攻击者渗透的新突破口，导致整体系统安全风险敞口变大。

传统安全防护体系形成于信息化时代，其设计逻辑围绕“明确边界、已知威胁、静态资产”三大核心。传统安全体系对动态数据流转和模型迭代过程的安全管控能力严重不足。构建依托全流程的安全治理体系势在必行，建立完善的管理体系，提供系统化安全工程与技术，融入到全生命周期流程活动中去，才能保障 AI 从模型训练到推理应用全流程的安全，实现“在发展中治理，在治理中发展”的良性循环。

2.6 跨学科知识成刚需，复合型 AI 人才需求大

人工智能行业应用的主要矛盾已转变为技术供给与复杂场景需求之间的高效、精准匹配。实现这一匹配的关键是兼具人工智能技术深度与垂直行业知识厚度的复合型人才。技术本身已不再是唯一的壁垒，复合型人才严重短缺，已成为掣肘行业智能化进程的核心瓶颈。AI 工程师精通算法模型，但对特定行业的业务流程、核心痛点及合规性要求知

之甚少。反之，行业专家深谙业务逻辑，却难以理解 AI 技术的边界、可行性与实施路径。二者之间存在巨大的认知鸿沟。复合型人才的核心价值在于能将模糊的业务需求精准翻译成明确的技术问题，也能将技术方案“翻译”成业务部门可理解的价值语言。例如，在制造业预测设备故障预测场景中，仅有 99% 的预测准确率远远不够，必须结合

行业知识明确预测提前量、可维护窗口期以及
与现有运维系统的集成方案。

复合型人才短缺主要体现在以下几个方面。

一是数智化时代管理决策的复杂性日益上升。数字新技术层出不穷，业务创新和技术融合难度高。这就需要管理人才了解数据价值、数智化转型趋势，具备行业洞察和分析能力、业务战略到数字化战略的能力、系统推进数据治理、项目管理等能力。**二是业务人才需要提升数智化能力。**随着业务线上化、

智能化的发展，要求业务人员能深度掌握技术应用场景，能了解数智化技术应用场景，具备数据分析运营、产品与服务创新设计、数字化营销等能力，能推动业务的数字化升级。**三是需要大量科技人才支撑。**科技人才需要掌握技术与业务的融合应用，能进行解决方案架构设计、部署和安全防护，具备业务系统优化升级、故障处理和持续运营等能力，使用技术手段解决复杂业务问题，带来业务效率提升，并不断识别业务痛点，进行数字化创新。



第三章 人工智能应用实施路径

3.1 总体路径框架

人工智能在行业的应用落地不仅仅是技术升级，而是一项涵盖技术适配、人才储备、管理机制、数据治理的全方位变革，需要通过方法论的指导，才能避免走弯路、走错路，提升行业 AI 建设的效率。基于海量的行业实践，我们总结并提出了推动行业智能化向纵深发展的“ACT 三步走”实践路径，即评估高价值场景 (Assess high-value scenarios)，结合垂直行业数据对模型进行校准

(Calibrate AI models using vertical data)，规模化部署 AI 智能体以重塑关键业务 (Transform business operations with scaled AI agents)，如图 1 所示，通过此路径，企业可以锚定明确目标、搭建技术能力和部署行业应用，加速企业智能化，实现从战略到执行，可落地、可扩展、可复用的体系化框架。落地方案路径如图 1 所示。



图 1 “ACT 三步走”落地方案路径图

3.2 锚定明确目标

建立明确的目标是企业人工智能落地的第一步，只有瞄准靶心，才能有的放矢，其中，锁定高价值场景和建立清晰的业务架构，是不可或缺的关键举措。

3.2.1 场景识别

AI 落地行业应用前期投入大，实施周期长，给企业带来了经济和时间的双重压力。为解决如何从哪些场景切入实施 AI 落地的关键问题，企业应当紧密结合整体发展战略，深入分析所处行业的特点与业务需求，从“商业价值”“场景成熟度”双视角对各类场景进行分析和评估，为企业提供了高价值全场景视图。

商业价值

评估商业价值是场景识别的核心和前提。企业可以根据不同 AI 场景的商业价值，确定业务发展的战略方向，为企业投资决策和战略规划提供依据，对于新的市场机会，提前布局资源，抢占市场先机。

评估 AI 场景的商业价值，需要企业结合自身战略，对业务价值链进行充分分析，识别各业务领域在不同业务阶段能够产生商业价值的 AI 应用场景，以及可以被业务部门使用的人数或使用的频次等。

企业智能化的业务价值可以通过多种维度、多种方法进行量化衡量。

成本降低：评估智能化实施前后的员工数量、工作时长等数据，评估人力成本的降低情况；分析智能化对原材料采购、生产流程、库存管理等环节运营成本的降低比例；

效率提升：分析智能化实施前后产品的生产周期的变化，评估生产效率的提升；监测设备的运行时间和停机时间，评估设备资源利用率的提升幅度。

营收增长：分析智能化实施前后的销售额和销售量、客户数量等指标，评估智能推荐、精准营销等算法对获客成本的降低、转化率的提升，以及新业务模式、新产品或新服务带来的额外收入。

决策优化：通过数据预测准确率、库存周转率提升和风险识别漏报率等指标，评估智能化对企业管理决策的赋能和影响。

体验升级：监测客户服务响应时间的缩短程度，了解客户对产品与服务的满意度，统计客户投诉的数量和比例变化，评估客户体验

的改善情况，以及客户的复购率和推荐率。

风险应对：评估智能化实施前后企业对各类风险的识别能力、识别速度，以及风险发生时应对措施的有效性，各类风险造成的损失程度等。

场景成熟度

场景成熟度是指评估特定业务流程、技术或解决方案在可靠性、效率和效能等方面发展水平的综合指标，是判断是否足够支撑 AI 应用的关键因素，也是决定 AI 技术从“概念验证”转向“规模化价值创造”的核心门槛。企业现在普遍面临场景数量繁多、分布零散且缺乏系统性梳理的共性痛点，通过全

面梳理业务流程涉及的生产、运营、销售、服务等关键场景，形成场景地图，并采用明确的标准对场景成熟度进行评估，可以为 AI 技术企业建设的优先级排序决策提供依据。

场景成熟度可以从业务成熟度和数据成熟度两个维度进行衡量，具体指标可参考表 1。

表 1 场景成熟度评估指标

维度	指标描述
业务成熟度	业务场景有明确的业务 Owner（对投资和结果负责）
	业务场景有明确的流程规则（业务说得清）
	业务场景有明确的用户触点（业务已数字化）
数据成熟度	业务知识/数据是否足够支撑 0-1 冷启动（范围清晰、完整、易获得）
	业务知识/数据是否伴随业务持续产生、更新和反馈

通过对其细分指标进行量化打分，能够客观判定各场景的成熟度等级，进而筛选出高价

值场景，明确落地节奏，为企业 AI 建设落地筑牢基础。

综合量化评估和综合权衡其上两个维度的指标，可以协助企业快速定位业务靶心，为后续的 AI 建设提供持续、清晰的指引。迄

今，该框架已帮助 20+领域的行业客户识别，并落地了 1000 多个 AI 核心生产场景。



AI 赋能汽车智能制造

业务挑战

汽车行业正全面驶向智能化快车道，以软件定义汽车重构竞争力，以智慧工厂重塑制造范式，发展新质生产力，提升企业智能化和产品智能化能力已成为破局关键，多数车企在这一转型进程中也面临诸多挑战。

在研发设计领域，新能源汽车软件开发工作量倍增。软件代码开发：人工分析需求、编写代码、调试测试，导致开发效率和质量不稳定；测试用例开发：人工分析文档并手动编写用例，耗时且易遗漏；知识检索：人工检索信息耗时，还无法快速整合舆情数据与历史 DFMEA 等跨领域信息，且模型无法识别用户身份。传统故障排查依赖多步骤人工检索，操作繁琐，车主要依靠线下方式查找故障指南，体验不佳。

在仿真领域，传统的智能辅助驾驶研发面临诸多棘手难题。真实道路测试成本高昂，一次完整的测试可能需投入数百万甚至上千万元。同时，由于路况复杂多变、天气影响显著，极端场景难以重现，导致测试效率低下，研发周期大幅延长。

在生产领域，汽车制造关键质检工序仍依赖人工检测，且受限于质检员个人能力；设备健康状况主要通过人工定期巡检，存在时效性不足、部分高空及密封空间作业困难等安全隐患和效率问题。

在供应链领域，排产计划往往被动接收，导致计划波动性大，影响下游供应链备件准备，推高库存成本。

为应对行业变革带来的多重挑战，筑牢企业核心竞争力，多数车企正在进行自上而下变革，明确自身数智化发展战略，核心锚定三大方向：一是降本增效，通过技术赋能打通研发、生产、供应链等关键环节的效率瓶颈，实现全价值链的成本优化；二是打造个性化智能产品，以用户需求为导向，借助智能化工具满足消费者对汽车功能、体验的个性化诉求；三是提升用户体验，从产品研发到使用全周期出发，解决用户在故障排查、产品功能适配等方面的痛点，构建更便捷的用户交互体系。

在场景选择上，车企一方面聚焦企业日常运营中重复率高、人工投入大的基础性工作，通过自动化改造释放人力，另一方面紧盯直接影响产品质量、用户体验与企业运营成本的核心痛点，通过解决方案的落地实现降本增效、体验升级的实际效益。同时，所选场景均具备清晰的任务边界与明确的优化目标，既能充分发挥技术工具的适配性与包容性，避免复杂变量对落地效果的干扰，也能确保解决方案落地即见效、迭代可持续。

△ 解决方案

广汽集团联合华为，基于自研的基础设施底座，以 AI 技术为核心，搭建了“1+3+3+N”统一架构体系，即 1 个数字基座，3 个智能平台，3 类场景（智能研发、智能生产、智能供应链）的模型开发，N 个基于 AI 的具有自主知识产权的汽车智能制造场景化应用，如图 2 所示。



图 2 “1+3+3+N”统一架构体系

在研发设计领域，基于“Agent+领域知识”的方案，赋能流程自动化智能化。在需求理解环

节，能对复杂命令逐一拆解并解释作用；软件开发时，结合 RAG 以及大语言模型实现自动代码补全；测试用例生成过程中，通过 Agent 调用企业知识库，通过 Prompt 让大模型智能读取和分析产品功能设计文档，自动生成测试用例和测试数据，也能自动执行测试脚本。

在智能驾驶仿真领域，基于自研基础设施底座，构建高覆盖度的场景库与高精度、多层级仿真工具链。基于 STCG 可控时空生成技术，构造了超真实的复杂场景，支持最新端到端智驾算法快速验证。基于大模型的场景理解能力，提取难例场景，进行高价值场景片段挖掘，风险场景构建时间大幅减少。

在生产制造领域，计划推进高泛化性的 CV 质检模型，聚焦多环节质检需求开展模型预训练，构建覆盖不同材质、环境、缺陷类型的多元化数据集，针对冲压钣金件外观缺陷检测、涂装漆面检测、总装装配规格检测等高精度质量检测场景，设计轻量化微调方案，力求减少低价值、重复性的人工目视检查作业，减少员工劳动风险与强度。

业务价值

在研发设计领域，通过自动化代码生成、自动测试及研发知识问答，大幅缩短产品开发周期，代码质量提升 20%，测试用例开发时间缩短 90%，资料检索效率提升 3 倍。同时，借助 Agent 模式的智能纠错与多源数据协同，重构研发作业流程，推动研发流程向高效、低错、智能化演进。

在智能驾驶仿真领域，打破国外工具垄断，构建自主创新的场景库与工具链。已实现 4000+ 特殊场景积累和 98% 场景覆盖度，风险场景构建时间由 1 天缩短到 3 分钟，端到端闭环测试效率得到 10 倍以上的提升，委托第三方测试费用大幅缩减。

在生产领域，利用高泛化性的 CV 大模型可以有效解决传统工业视觉检测中场景适配性差、模型泛化能力弱、定制化成本高等难题，使单一模型可覆盖规范检测、缺陷识别、错漏反查、OCR 识别等多元质检需求，单工位调试周期可从 1 人月缩短至数天。

案例二

数智赋能物流革新

业务挑战

物流，是人类文明中最古老的叙事诗，也是现代世界中不可或缺的一部分。从骆驼商队踏出丝绸之路，到蒸汽机车在大陆上飞驰，从集装箱改变海洋运输的方式，到无人机将货物送到家门口最后一段路程——每一次物流的变革都在重新定义我们对时间和空间的认知。

作为实体经济的“筋络”，物流一头连着生产，一头连着消费。在科技发展日新月异的今天，物流行业已从“劳动密集型”转向“技术密集型”，数智化转型不仅是降本增效的工具，更是构建智慧供应链生态、抢占全球化市场的核心引擎，决定了企业能否在产业变革中掌握主动权。

云南建投物流是云南建投集团下集商贸、物流、电子商务、供应链金融、信息服务等多种经营为一体的现代物流与供应链服务企业。历经多年的市场耕耘与战略聚焦，公司已构建起以“大宗物资”与“食品冷链”为核心的双轮驱动业务格局，形成了覆盖采购、运输、仓储、销售以及金融支持等环节的全流程产业链服务能力。



着眼于云南高原特色农业这一资源经济中的“优等生”，云南建投物流牢牢锁定这一目标，用现代物流业连通高原特色农业的上中下游，从前端到后端让“链”条动起来，做强品牌提升农产品附加值。

但是向技术密集型数智化转型面临诸多痛点和挑战，首先，缺乏绿色食品冷链供应链运营经验和智慧化运营经验。其次，规划布局 1 个核心、2 个区域、10 个产地、5 个口岸绿色食品供应链物流园区独立建设，数据协同难。最后，中心内涉及仓储、加工、车辆、安防等多子系统缺乏统一的技术底座和数字平台。

需要用智慧化的方式重新定义供应链园区，全方位重塑园区安全、体验、成本和效率，重塑园区管理运营模式，满足园区业务部署模式与商业模式，加速供应链服务体系的能力发放与复制。旨在突破生产、加工、物流、运营等系统孤立建设问题，拉通各业务系统能力共享，将所有的垂直子系统集成在一个运营管理平台上，实现平台业务可视、可管、可控，业务全数字化、系统全联接、数据全融合；最终实现提升物流业务管控精准度，降低全链条相关运营成本，提升冷链一体化整体运作效率，实现供应链与物流经营的高效与流畅。打造以园区管理、服务业务为主导，以人为本、低碳绿色的智慧供应链园区，实现提高能源使用效率，实现园区的低碳运营；供应链业务流程优化，实现全链条高自动化和可视可控可管；强化统计分析，实现园区信息资源深度开发；提高人员劳动生产率，实现生产与物流效率和价值最大化。

解决方案

1、战略规划先行：明确业务转型高价值场景升级方向。

公司高层牵头邀请供应链领域专业咨询机构开展了战略规划咨询，确定公司“成为国际一流的供应链生态运营商”的愿景。基于愿景从市场洞察与自我诊断、愿景与目标设定、业务模式设计、组织能力规划等方面规划一份清晰的业务战略蓝图，如图 3 所示。



图 3 业务战略蓝图

2、数字化转型规划：根据商业价值绘制数字赋能路线图

确立“数字化如何支撑业务战略落地”，具体包括业务流程规则、应用系统、数据治理和数字化运营四个关键部分，涉及采购、销售、物流、财务四大板块，建设采购、销售、物流、财务、经营领域 10 个数字化运营场景，如图 4 所示。



图 4 数字化运营场景

3、数据治理与应用系统建设：基于业务成熟度采取双轮驱动，夯实基础，构筑能力

数据治理先行，驱动业务标准化。以供应链为核心，通过深化采购、销售、物流、财务等关键环节数据要素，实现数据的有效整合与智能管理，不仅提升了运营效率，更将数据转化为核心资产，推动了整个组织的创新与价值增长。

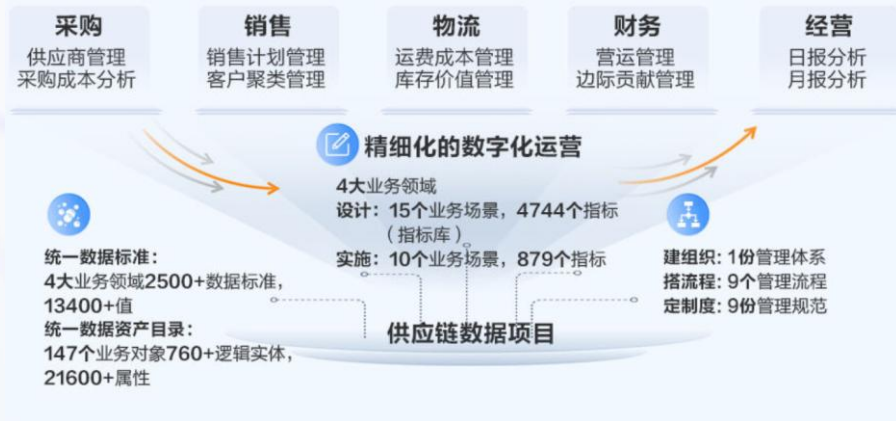


图 5 数据治理与应用系统

4、数据运营与持续优化：从“上线”到“好用”，创造价值

如图 5 所示，建立了“监控-分析-决策-优化”的闭环，由公司战略部和信息化部门牵头，对 10 大运营场景的 700 多个指标进行常态化监控与分析，利用数据发现业务问题、驱动流程优化，让云上营家成为不断进化的“智慧商业体”。

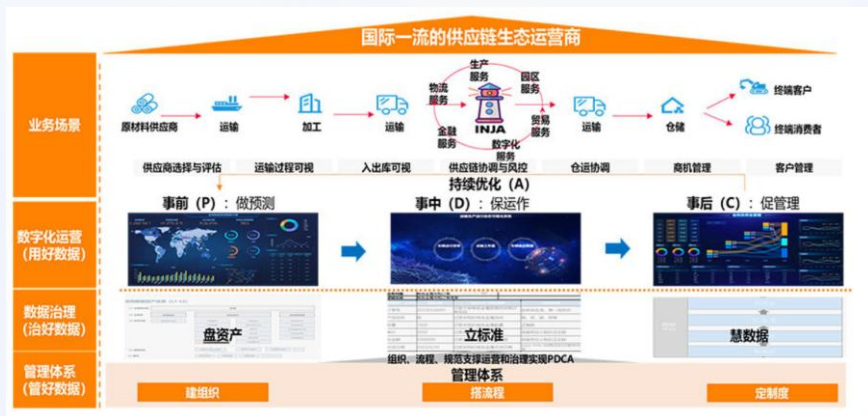


图 6 常态化监控与分析

业务价值

如今，在智慧物流“1+N”解决方案的赋能下，传统嘈杂的物流园区，变成了由数据驱动、算法优化的智慧生态体。项目实施后 30+业务指标体系线上化，实现了运营管理数字化，物流通行效率提升 20%以上，园区由传统的租赁商成功转型为供应链服务商，数字化

集约管理后 ICT 投资效率提升 15-20%。

近些年来，云南建投物流发展势头强劲，营业收入持续增长，2023 年、2024 年连续两年营收超过 400 亿元，不断创造历史新高。亮眼的成绩背后，与其在数智化转型升级上的前瞻布局密不可分。在“多产业数字化全面协同，构建数字大脑，实现智慧生态”数字化规划愿景的指引下，云南建投物流正加速构建辐射全球的智慧冷链物流枢纽。

3.2.2 构建架构

企业 AI 应用实践是一个长期的、循序渐进的过程，如何选择转型道路、如何分层分级建设智能化 ICT 基础设施,将成为数智化转型的关键，需要有一个通用的系统工程框架来引领转型过程，在不同的阶段做出合理的选择，避免走弯路、走错路，提升转型的效率。

结合专业技术与多个行业实践经验，可以明确梳理出一个行业智能化参考架构 2.0，这一架构紧密结合人工智能、大数据、云计算等数智化技术和标准,确保企业在转型过程中能够充分利用数据价值、灵活集成智能技术,并实现系统的可持续扩展。行业智能化参

考架构是一个高度系统化的框架，如图 7 所示，由智能感知、智能联接、智能底座、智能平台、AI 智能体以及行业应用 6 个紧密相连的层级，以及数据供给飞轮和 AI 应用飞轮构成。



图 7 行业智能化参考架构 2.0

行业智能化参考架构面向全行业、能够服务不同智能化阶段,企业可以基于现实条件,通

过分层分级建设,选取合适的技术能力和产品,提升企业的数智化水平。行业智能化参考架构以协同、开放、敏捷和可信为核心特点,确保企业在数智化升级过程中能够实现高效协作、灵活创新,并始终保持数据的安全可靠。

架构设计是企业智能化转型的骨架,为整个转型过程提供稳定、灵活且可扩展的技术支撑。合理的架构能够确保 AI 技术与企业现有业务系统、数据资产无缝融合,同时适应未来技术的发展和业务的变化,用架构的确定性来应对模型的不确定性。

案例三

基于云管边端架构实现配网台区全面感知与精益管理

在全球能源转型与碳中和目标的驱动下,电力系统正经历结构性重构。预计到 2035 年,全球用电量将从 2024 年的 28 万亿度增至 40 万亿度,电力生产结构也将彻底转变,可再生能源装机占比将突破 70%,其中太阳能与风能占比预计达 60%,发电量占比首次超过 50%。随着电动汽车普及(预计 2035 年全球渗透率达 60%)和可调节负荷资源增长,电力系统正从“源随荷动”转向“源网荷储”协同互动。在此进程中,电力系统演进呈现“极致稳定,极致灵活”趋势,即需构建高可靠性电力系统,并且可适应多元动态电力生态。数字化与 AI 技术深度融合,成为新型电力系统稳定运行的基石。

业务挑战

在全球能源结构加速向绿色低碳转型的趋势下,新能源发电规模快速扩大,源荷互动方式发生深刻变化,随着分布式可再生能源和电动汽车大规模接入配电网,配电网正从传统的单向供电节点,演变为海量分布式资源接入与复杂双向功率流的关键枢纽。这一根本性转变在推动绿色发展的同时,也使其面临着前所未有的运行压力与系统性挑战。午间光伏发电消纳困难、逆功率导致变压器重过载、用户侧电能质量下降等,对站内发、网、荷、储资源进行优化与自主平衡,是实现整个配电网智能化高效运行的基石。

配电网是电网连接用户的“最后一公里”,是影响供电服务水平的关键环节。随着电动汽车、

分布式能源、微电网、储能装置等设施大量接入,以及电力市场开放和各种用电需求的出现,对低压配电网的安全性、经济性、适应性提出更高要求。

挑战一：分布式光伏规模化并网，引发结构性安全困境

低压分布式光伏用户并网数量的急剧上升带来了反向重过载、台区高电压等一系列问题,对配网电能质量、电力系统安全稳定运行构成威胁。随着光伏装机容量以年均 40% 的增速迅猛发展,分布式光伏占比已突破 46%,其发电量却尚未被全面纳入电网统一调度体系,导致“管不住”的电力在局部区域集中汇集,形成显著平衡偏差与运行安全风险。具体表现为三大核心痛点:

- 1、 系统性消纳困境: 午间光伏出力高峰与负荷低谷叠加,引发区域性弃光限电,造成绿色能源浪费。
- 2、 关键设备过载风险: 潮流反向导致配电变压器长时处于反向重过载工况,不仅缩短设备寿命,更存在配变烧毁的实质性安全隐患。
- 3、 电压质量失控: 无功潮流与电压抬升现象由用户侧向上逐级传导,甚至向高电压等级网络反送电,严重劣化整体供电质量。

挑战二：充电负荷爆发式增长，加剧峰值调节压力

电动汽车充电桩渗透率的持续提升,使其负荷曲线与电网传统晚高峰高度重叠,形成“峰上加峰”的极端场景。这不仅引发电网负荷超限,更因充电桩的冲击性负荷特性,导致电压波动与闪变,进一步加剧了系统电能质量劣化,构成新的安全瓶颈。

应对上述挑战和痛点,构建“可观测、可调控、自适应”的智能台区成为关键诉求。其核心是实现灵活消纳与光储充协同调控。这依赖于对分布式光伏发电的精准预测与负荷预测,并以此为基础,构建对台区内光伏、储能、充电桩等多元资源的光储充协同调控策略(台区自治)。

解决方案

随着分布式光伏、电动汽车及储能等新型负荷的快速增长，大量分布式电源以微电网或直配网形式接入，对配网造成冲击。新型配电系统需在兼顾局部与整体效能的前提下，实现对其可靠接入。在控制架构上，集中式方式因需上传海量数据而难以适用；基于分布式电源数量多、单体影响小、聚合效应强的特点，宜采用分散式、分布式或云边协同等模式。该架构需支撑台区源荷识别准确率达 90% 以上，并实现秒级的策略生成与控制响应。

如图 8 所示，基于“云—管—边—管—端”架构的智慧配电解决方案，基于云管边端的四层架构，通过物联网技术与配电自动化技术相结合，云侧引入物联平台、MessageFlow（云编排），管侧通过 4G、5G、光纤回传，边侧构建“硬件平台化、软件 APP 化”的边缘计算平台，端侧构建基于最新的 HPLC 载波&微功率无线通讯技术、感知技术的台区智能设备，实现对台区的全面感知和精益化管理，支撑配电专业数字化转型和新型电力系统建设。



图 8 配电物联网解决方案架构图

在云侧，提供可视化、低代码的快速 APP 应用开发技术，通过 ROMA 物联管理平台、MessageFlow 云编排平台等支持 APP 云上开发，一键跨平台部署，支持 APP 快速远程升级，1 万台终端 10 分钟完成，成功率 100%，实现云边协同。同时，构建了 EI 图数据库和时序数据库，通过整合线路及设备地理和拓扑、资产等静态信息及台区电气量、环境量、状态量等动态信息，实现台区信息透明可视，有效支撑作业人员现场作业；实现查窃电频次从天级

到分钟级提高，有效提升工作效率。

在管侧（中压），提供有线无线多种方案，满足配电复杂的全场景网络覆盖，构建高可靠的配电回传通信网。

在边侧，边缘计算单元作为边缘智能大脑，支持配电台区实现多终端合一。通过结合云边协同，支持边侧设备快速在线统一升级；通过边侧 APP 市场和云编排技术，可以实现各种业务边缘管理，为每个台区定义不同治理策略，实现台区灵活自治，让台区经理成为 Mini CEO，激发基层创造性。

在管侧（低压），HPLC 双模电力载波通信可以实现 99.9%的通信可靠性，支持分钟级采集和秒级控制，支撑低压透明化，实现低压“可观+可测+可调+可控+可追溯”；通过无扰台区识别，实现户变关系精准识别，准确率达 99%以上，为线损分析、故障定位提供基础。

如图 9 所示，基于智慧配电云管边端协同架构，面向台区光储充协同调控（台区自治）提出台区智能融合终端解决方案。基于分布式边缘计算物联网技术，实现配电台区的“数据全采集、状态全感知、业务全穿透”。以 APP 方式提供低压配用电设备信息精准管控、精益化运维、电能质量运行指标分析等服务，提升区域能源管理能力，满足分布式能源接入、多元化负荷管控等需求，实现配网业务的灵活、快速部署。依托台区就地化决策和云端协同机制，助推低压配电网由被动管理向主动管理模式变革，提升台区精益化管理水平。



图 9 台区智能融合终端解决方案架构图

分布式光伏功率预测：提供未来 24 小时、15 分钟级粒度的光伏出力预测，精度稳定在 90% 以上。此举如同为电网调度提供了清晰的“光伏发电日程表”，精准预知午间功率峰值，为提前制定消纳策略赢得宝贵时间窗口。

台区负荷预测：提供未来 24 小时、15 分钟级粒度的负荷需求预测，精度同样超过 90%。这实现了对台区用电规律的精准把握，尤其能够前瞻性识别电动汽车充电等柔性负荷的叠加峰值。

两项预测能力的结合，使得系统能够提前洞察“源”“荷”双侧的动态平衡关系，精准定位未来可能出现的功率越限、电压波动等风险点，为协同调控提供坚实的数据决策基础。

业务价值

在国网陕西省电力有限公司，华为盘古大模型已能够精准预测分布式光伏出力与区域负荷需求，显著提升电网对电源侧与负荷侧的可观可测能力，推动变电站运行状态透明化。基于高精度预测结果与预设优化目标，系统可进一步协同优化站内分布式电源、负荷与储能装置，有效提升可再生能源就地消纳效率，并为上级主网安全稳定运行提供支撑。

与传统预测模型相比，华为盘古大模型将分布式光伏发电预测精度提升约 7%，为配电网精细化调度提供了更可靠的数据支撑。

业务上线快：“硬件平台化，业务 APP 化”，容器隔离安全技术，提升系统可靠性，确保业务稳定性，业务快速上线。

提高供电可靠性：边缘计算实现故障研判、就地化决策，降低和主站通讯通道的带宽消耗，提高供电可靠性。

易维护：物联化管理平台精细化运维管理，实现海量终端全自动化接入，减少运维人员上站维护次数，减少运维人员工作压力。

高安全：接入、传输、访问控制层全方位的安全机制，构筑端到端的安全保障。

3.3 搭建技术能力

3.3.1 知识治理

数据作为继土地、劳动力、资本、技术之后的第五大生产要素，正成为全球数据经济发展的核心引擎。但值得注意的是，原始数据的价值存在一定局限，经过系统性整合才会形成知识，包括行业规则、专家经验、领域常识在内的人类长期实践的结晶，赋予 AI 理解业务逻辑、进行复杂推理、适配场景差异的能力，原始数据通过数据工程形成高质量数据集，然后结合行业知识，通过知识工程构建行业知识体系，最终驱动 AI 从“感知工具”升级为“业务伙伴”。

数据工程是 AI 行业应用的“燃料”，其核心价值在于将分散、孤立、杂乱、低质的数据转化为高质量、可复用的数据资产，通过多源数据集成、数据标准化、数据治理等手段，建设高质量数据集，为 AI 模型训练与推理提供可靠基础。

知识工程是 AI 行业应用的“引擎”，其核心价值在于将显性知识和企业实践过程中积累的隐性知识转化为结构化、可推理的知识体系，构建高质量对的组织级知识资产，进而赋予 AI 理解、推理与决策的核心能力，

让 AI 理解行业黑话，深度融合行业 KnowHow 并通过知识图谱和 RAG 等技术实现“知识即服务”，推动 AI 应用嵌入核心业务流程，实现组织从经验依赖走向知识驱动的跃迁。

数据工程与知识工程的协同价值实现了 $1+1 > 2$ 的质变效应，成为打通 AI 落地的“全链路”的枢纽。二者的深度耦合，构成了 AI 行业应用从“老专家经验”，升级为“数据资产”，再到“智能价值”的完整链路，其综合效能远超单一环节的作用。

案例四

大模型打造端到端 AI 金融应用场景

整体概况

交通银行基于大模型的交心金融场景应用体系，成功实现了首个落地的行内金融大模型应用案例，通过收集并分析行内海量数据，大模型+人工优化现有业务流程，达到了“降成本、控风险、创价值、优体验”的业务成效。

如图 10 所示，系统整体构想是构建覆盖行内全业务领域的金融大模型应用体系，通过行内自有算力平台提供算力保障，结合行内闭源大模型和同业开源优秀模型，面向特定场景针对性二次训练，持续夯实大模型基础能力，强化大模型运营治理，创新大模型金融应用。技术方案核心是构建“1+1+N”的人工智能应用框架，即 1 个企业级 AI 能力平台、1 套 AI 治理体系、N 个重点领域应用场景，通过与行内业务的深度有效融合，达到提质增效的业务目标。

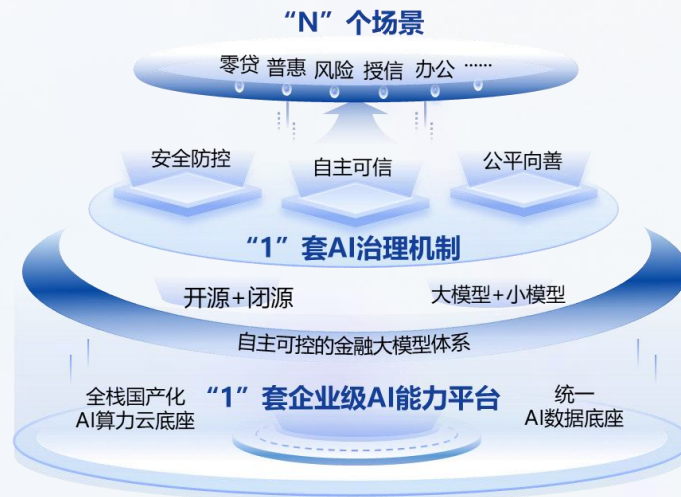


图 10 交通银行“1+1+N”人工智能框架体系

围绕电话客服、流程银行、风险核实等业务场景，针对传统业内客户服务和零售贷款领域智能辅助多基于传统 AI 模型知识面狭窄、上下文理解受限的问题，交通银行依托大模型技术为金融服务中心坐席人员建设提供“事前、事中、事后”全流程 AI 辅助，涵盖事前

生成、客诉摘要，事中的智能外呼、话术推荐，事后的智能质检、工单分类和工单小结。在智能研发的业务场景，交通银行针对性推出智能化代码开发助手，为行内开发人员提供单测生成、代码生成、代码解释、代码纠错、代码补全以及智能问答等一系列功能，一站式服务开发全流程。

解决方案

1、 构建企业级 AI 能力平台底座

交通银行搭建以国产昇腾高性能 AI 服务器为主的千卡异构算力集群，实现算力集群安全可控。交通银行建成“基础-行业-企业-领域”四层大模型架构，基础与行业两层主要采用业内成熟的开源或闭源大模型底座，同时积极推进开源模型和闭源模型的应用实践，结合应用场景特性，运用金融公开、交行私有、场景专用等不同数据进行二次训练，逐步形成交通银行“多层次、多能力、多形态”的千亿级金融大模型算法矩阵。交通银行以算力、算法、数据、服务、运营五大统一为技术目标，整合大模型、自然语言处理、图像识别、智能音视频、机器学习、生物识别、知识图谱、RPA 八大 AI 能力，持续建设并完善企业级 AI 能力平台。

2、 打造统一大模型知识底座

交通银行完善全行知识运营机制，建立企业级统一知识服务平台，实现知识采集、更新、存储等全流程管理，建立“业务沉淀数据要素、数据要素转化为数据资产、数据资产反哺业务发展”的闭环机制。统一知识服务平台整合管理行内业务数据、模型训练数据，实现数据自动采编、智能标注、相似问智能生成等功能，有效提高数据加工质效；在数据采集、清洗、评估等环节加强人工数据质检，消除数据冗余和数据偏见；实现知识管理入库、用户权限配置、知识采编优化等功能，以对知识库统一管理。支持图检索增强生成（GraphRAG）的知识服务平台整合不同问答场景需要的高频业务知识，在场景实践中沉淀高质量金融数据，为交心问答助手和交行知道提供数据资源。迄今为止，交通银行大模型数据底座积累覆盖金融产品手册、业务管理办法、操作手册、研报、授信报告、政策制度文件、金融书籍等多元信息的近百万条金融微调数据集和数十万条高质量 QA、QP 对。

业务价值

1、多领域应用，业务效益明显

交通银行在信贷、风控、客户服务、运营管理等重点领域端到端、规模化 AI 应用场景。

在信贷领域，利用大模型、智能音视频、智能语音等 AI 技术，为全行客户经理打造零贷尽调报告智能生成、普惠授信报告智能生成、远程视频智能核实、零贷双录质检、贷款到期智能提醒、贷后流水分析等端到端 AI 应用，覆盖贷前、贷中、贷后全流程。报告生成累计辅助生成 17.2 万余笔，有效节省客户经理人工撰写报告时间。在远程视频智能核实场景中，支持普惠、零贷等数十余产品的远程信息核实，通过远程核实替代线下核实，累计减少客户经理上门 9.4 万余次，切实为一线客户经理减负。

在风控领域，利用大模型的关键信息提取、规则挖掘等能力，重塑银行业风险防控体系，建设反电诈核实、反洗钱智能可疑报告、信用卡外呼催收助手、授信报告风险识别助手等一系列风险管控场景，其中运用隐案挖掘 AI 模型和团伙识别图谱模型发现潜在可疑案件，借助数智化手段压降可疑核实任务，同比 2024 年可疑核实任务量下降 14.69%。

在客户服务领域，在客服场景中，根据产品特点和业务宣传目标，运用大模型生成外呼营销话术初稿，方便客服坐席和业务人员审核和精修，创新推出的坐席智能助手功能，自动生成精准外呼营销话术，赋能坐席人员高效开展精准营销，助力传统坐席实现话术生成效率 5 倍以上的提升，实现了千人千面的话术拓展。

在运营管理领域，围绕电话客服、流程银行、风险核实等业务场景，为交通银行金融服务中心及太平洋信用卡中心坐席人员提供全流程 AI 辅助。电话客服工单辅助场景实现工单自动分类及小结生成，分类准确率 87%。在新开户信息核实场景中，通过智能语音与 NLP 技术实现机器人外呼，替代 34%人工外呼任务，有效降低运营成本。

2、引领行业变革，规范创新共进

交通银行积极贡献行业力量，持续推动金融行业的创新发展，在大模型领域的应用实践为同业起到了良好的示范与借鉴作用，累计获得大模型相关专利 9 项，涉及大语言模型、大小模型结合、训练方法等多领域，取得行业奖项 14 项，涵盖代码开发、数据治理、智慧办公、金融服务多种业务，参与制定符合信通院行业标准 8 项，取得信通院相关的奖励共计 14 项。

3.3.2 模型部署

AI 模型是实现应用价值的核心，是连接技术能力与产业需求的关键载体，作为 AI 系统的“大脑”，模型的架构设计、参数规模、训练数据质量与微调优化水平，直接决定了其在垂直场景中的适配能力与价值输出效率。企业在构建 AI 能力时，需依据业务场景对上下文依赖强度及输出定制化需求的高低，可灵活选择不同的实现路径：从轻量级的提示工程起步，也可以应用微调（Fine-tuning）与检索增强生成（RAG）技术进行进一步微调，或采用全量预训练结合微调这一要求最高的方案，实现模型能力的阶梯式跃升。

AI 模型的应用深化可分为三个递进阶段：

轻量级提示工程阶段仅通过精准指令设计与场景化提示模板搭建即可激活基础模型通用能力，适用于上下文依赖弱、输出定制化需求低的标准化场景，无需大规模数据投入和模型改造；当提示工程无法满足精准度与适配性要求时，**应用微调阶段**面向上下文依赖中等、定制化需求较高的场景，借助 RAG 技术构建企业专属知识库，实现模型与内部数据的实时联动；**全量预训练结合微调阶段**则需以通用大模型为底座，基于企业海量专有数据开展全量预训练以打造具备行业基因的基础模型，再通过多轮微调持续优化特定场景下的决策精度与可靠性，该阶段能实现复杂逻辑推理、跨领域知识融合等

高阶能力，与业务场景深度绑定，适合作为企业 AI 核心能力支柱支撑核心业务创新。

企业还可以立足与业务板块的特性差异，采用大小模型协、多模态模型、异构模型协同的组合策略。其中大小模型协同聚焦能力分层与效率平衡，依托大模型的高阶认知与决策能力，支撑核心业务的创新突破，借助轻量化小模型支撑规模化场景的需求；多模态模型融合则打破文本、图像、语音等单一数据模态的局限，激活企业多源异构数据资产，赋能跨领域、高复杂度的业务创新；异构模型协同突破硬件环境、接口、数据不统一等壁垒，通过任务分流、模型互检等形式，实现不同模型能力的优势互补，打造灵活、高

效、弹性的 AI 能力体系。

无论采取哪种技术路线, AI 模型建设的关键是要和企业需求深度匹配。从技术选型到落

地实施, 从模型部署到迭代升级, 每一个环节都需要紧扣企业的战略定位、业务布局和发展状态, 最终助力企业实现技术价值与商业价值的双赢。

案例五

用 AI 锻造钢铁，数智化转型的新未来

业务挑战

当前我国钢铁产量早已占据全球半壁江山, 但也面临着供给总量过大、有效需求不足等突出矛盾, 供需失衡成为制约我国钢铁行业发展质量和效益的关键问题。钢铁行业面临着两大结构性困局: 一方面, 传统依赖人力与经验的生产模式难以为继, 炼焦配煤时老师傅一铲试错的经验法可能导致配比偏差, 造成每吨焦炭成本增加。另一方面, 绿色发展的硬约束日益收紧, 钢铁行业传统高耗能生产模式面临不转型即淘汰的生存压力。

南京钢铁股份有限公司(简称“南钢”)以“精”与“特”的钢材产品, 为它们在高山、雪原、冰洋等极端环境下, 筑起的“钢筋铁骨”提供了坚实的材料保障。进入智能时代, 面对产业升级的新要求, 钢铁行业如何完成从规模扩张到质效提升的关键转折? 南钢深刻认识到: 数智化成了破解困局的良药。钢铁的“硬实力”离不开数字化、智能化的“软实力”加持。

解决方案

南钢作为全国特钢行业的领军企业, 具备年产千万吨级钢铁的综合生产能力。作为钢铁行业“智改数转”的领跑者, 2021 年, 南钢全面启动数据治理, 构建适合大型钢铁企业的数据管理体系, 核心数据资产入湖率超 90%。2024 年初, 南钢正式启动人工智能百景千模”三年行动计划, 为智能化转型按下加速键。时隔一年, 2025 年 6 月 21 日, 南钢与华为联合研发的“元冶·钢铁大模型”发布, 标志着其数智化进程迈入新阶段。“元冶·钢铁大模型”将多

种 AI 模型以及行业机理模型深度融合，构建以概率计算为“右脑”、精确求解为“左脑”的双向驱动群智能模型集群，从新的视角重新定义了一个完整的工业大模型。

如图 11 所示，目前，南钢基于华为云 Stack 大模型混合云，搭建起“集团中心-生产产线”两级的云边训推体系，通过云边协同机制实现数据流转与算法迭代，构建起“边用边学、持续进化”的智能闭环，已在研发设计、生产制造、营销服务、经营管理四大业务方向上线 20 个智能场景应用。这一架构不仅为钢铁行业场景化 CV、NLP、预测等多种大模型的高效训练提供算力支撑，也为模型提供了高效的部署平台，更可以通过边缘侧的轻量化推理部署，推动 AI 技术在生产场景中的实时应用与优化。从机械化、自动化到智能化的技术跃迁，从单点突破到全要素协同的体系重构，南钢完成了从“经验炼钢”到“科技炼钢”的质变，正逐步打造兼具高端化、数智化、绿色化、融合化、全球化特质的 AI 超级工厂。

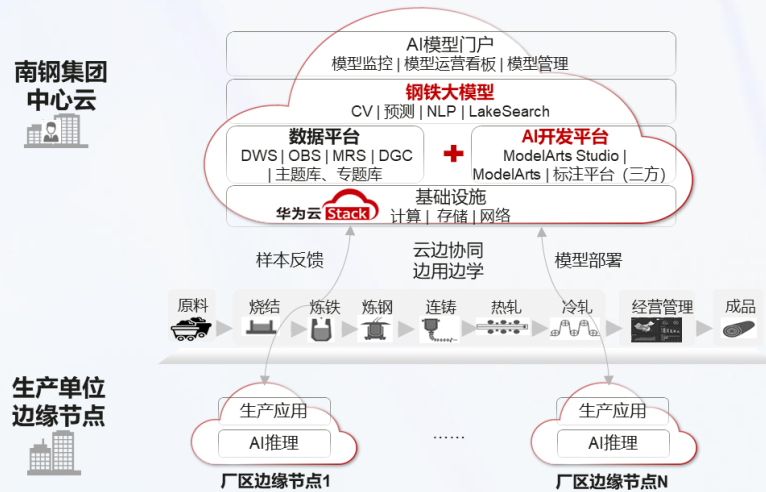


图 11 南钢云边训推协同两级技术架构

截至目前，南钢已经在建设的人工智能平台开发多个了 AI 模型，应用于多个场景。在钢铁质检场景，传统质检依赖专家经验并往往受限于人眼观察与环境因素，加上质检具有样本稀缺、缺陷多变、尺度跨越巨大等痛点。AI 视觉大模型则为钢铁质检安上了“火眼金睛”，实现板材表面缺陷检测、低倍判级等，每一处异常都能做到无所遁形。

在能源调度优化场景，钢铁行业面临能源成本高企与绿色转型双重压力，煤气作为核心二次能源，其利用效率直接影响生产成本与碳排放水平。当前行业普遍存在三大痛点：一是调度模式滞后，人工经验依赖度高，难以实时响应轧钢产量波动、高炉检修等复杂工况，易造成

煤气供需失衡与放散损失；二是数据协同不足，煤气产、储、用环节系统异构化，形成数据孤岛，调度决策缺乏全局视角；三是效益挖掘不足，峰谷电价差价可达数倍，但传统模式无法动态匹配煤气产消与分时电价策略，错失调峰发电增效空间。通过以 AI 算法为核心，构建“数据采集-预测分析-优化决策-执行反馈”的闭环体系，通过打通跨部门、跨系统数据链路，实现煤气产消精准预测。同时基于峰谷电价与设备约束，动态优化煤气存储与发电分配策略；最终达成“安全运行、效益最优、低碳环保”的三重目标。

南钢正在探索“AI+材料研发”的模式，传统的新材料研发模式是以实验试错为核心、线性流程为框架、经验驱动为特征的“经验-试错”体系，其本质是通过反复实验积累数据，结合经典理论指导，逐步实现材料性能的优化与突破。从经验驱动的试错模式，逐步转向数据与知识双轮驱动的虚实结合模式，实现研发效率与质量的双重提升。

业务价值

南钢通过多年实践，已形成独具特色的“产业数智化、数智产业化”成果，成功打破“增产不增效”的行业困局。未来，当这种转型从个案推向全行业，中国制造将真正实现从规模优势到质量优势的跨越，为全球工业智能化递上具有中国特色的“南钢智慧”。

3.4 部署行业应用

3.4.1 建立 Agent

相对于传统大模型的“单轮相应、无持续作业”的静态特性，Agent 具备长期记忆、时序推理、全流程追踪的时间维度能力升级，更契合企业等实体组织实际业务场景的运行逻辑。所以，AI Agent 已然渗透千行万业，迈入规模化落地的全新阶段，在智能客服、数据报表生成、金融风控、工业质检等高频

场景实现成熟应用并释放显著价值。未来，Agent 将向自主决策能力深度跃迁，通过强化外部知识集成与任务规划能力破解现存技术痛点，同时朝着垂直领域深耕、多 Agent 协同协作、人机共创持续优化的方向加速演进，进一步打通跨系统数据壁垒、适配复杂业务流程，最终从辅助执行的工具升

级为重塑产业模式、驱动全域智能化转型的核心引擎。

实现智能体，可以通过一站式 Agent 开发平台，包括智能体开发中枢、资产运营平台、运维与优化引擎三大核心组件。智能体开发中枢是低代码 AI 应用工程平台，核心能力包括提供可视化编排工具，支持单/多智能体协同开发，知识工程，资产中心，统一网关等，可以协助提升开发效率。资产运营平台的定位是行业 Know-How 沉淀与复用的资产中心，承载了智能体模板、工具生态、模型市场等资产，构建开放生态。运营与优

化引擎则是智能体全链路治理平台，可以为智能体提供可观测性、持续优化和安全治理能力。

通过梳理传统业务流程，借助智能体三大核心组件的协同建设，与企业架构的紧密配合，以及遵循从思考到做事再到重构流程的发展路径，智能体可以根据业务场景需求，灵活设计以“角色+流程”为双核心驱动的智能体架构，并可协同增效，有效重构企业业务流程，为企业的智能化转型注入强劲动力，助力企业在激烈的市场竞争中脱颖而出。



智能体赋能超大城市治理

业务挑战

在城市治理等政务领域，人工智能的发展趋势表现为：人工智能已进入全域智能阶段，从单点应用发展为城市级智能平台，实现跨部门协同；通过机器学习等技术挖掘政务数据价值，实现预测预警和智能决策，改变了过去单纯流程自动化的模式；从“被动响应”转向“主动服务”，通过用户画像预判需求，实现“政策找人”的精准服务；交互方式从表单文字升级为多模态交互，公民可通过自然对话和图像识别办理业务，体验更便捷等。

但目前在城市治理等政务领域仍存在以下挑战：

1、 多部门虽已完成人工智能应用落地，但多级联动存在一定阻碍，需要超级智能体协同。

从横向看，各部门联动则受“条块分割”制约，遇到复杂问题时，常因职责交叉、数据不互通，导致响应慢、协同效率低。像社区突发安全隐患，公安、消防、物业等多部门到场后，仍需临时协调权责，影响处置速度。从纵向上看，基层单位承担具体任务，但缺乏调用跨层级、跨部门数据与资源的权限，而城市管理者缺少快速召集各层管理人员的快捷方式，从而影响事件处置效率。

2、 智能化技术与场景的结合还需要增强，应用智能化水平有限。

城市治理有很多信息系统智能化水平较低，数据采集强但分析弱，预警机制不健全，且系统操作复杂。如前端安装大量摄像头，但缺乏智能分析系统，对突发事件的发现和处置仍依赖人工。

解决方案

城市运行管理中心（以下简称城运中心）是推进“一网统管”的具象载体，作为城市运行“驾驶舱”，保障市领导“战时”在城运大厅开展跨部门综合指挥调度；作为“参谋部”，通过大数据监测分析，辅助领导科学决策；作为“中控台”，通过城运平台“四大中枢”，赋能线上线下高效处置一件事。

武汉市城运中心推动建设超大型城市运行管理智能体，实现一句话生成预警、一句话分析视频、一句话指挥调度，火灾速报、内涝速报和安全态势专报自动生成。相较于 AI 点状赋能，通过 Agentic AI、意图理解简化菜单式交互，通过智能体实现智能任务规划、自主调用、执行城市治理、城市安全的各类业务系统、工具平台能力。

武汉城运智能体建设方案的特点还体现在其“王”字型城市运行体系，“三横”是市区街三级城运中心，“1 竖”是纵向贯通的数据流、业务流、指令流。市级城运中心抓总体、强赋能，聚焦重大跨事件精准调度；区级城运中心重联接、强实战，聚焦各类事件高效处置；街道级城运中心抓处置、强联动，聚焦群众急难愁盼问题快速响应。通过构建横向到边、纵

向到底的城市运行管理体系，实现线上线下协同“高效处置一件事”。

武汉城运智能体深度融合场景，围绕“感知、预警、处置”的要求，使能应用快速构建，融合音频、视频、网络等多种通信方式，在跨年夜、雨雪冰冻、春节、马拉松、清明祭扫等重要节日、重大活动期间开展综合调度保障，为市领导指挥调度决策提供了数智支撑，确保了活动的顺利进行和城市的平稳运行，从以往的“被动响应”实现“主动服务”。

武汉城运智能体实现问数、分析、问策、电话、视频查询等能力，能够主动分析城市安全风险点、评估风险等级，提前发现安全事件苗头，提前预警、准备。例如武汉某地发生火灾，城运中心和管理人员通过视频及时发现事件，通过与超级助理的交互，能够及时调取火灾现状视频，并提供给管理人员应急预案，一键实施，能根据设定时间自动获取火灾最新情况。安全报告自动生成，根据用户交互可自动生成定制化报告内容，通过总结安全数据，提供安全决策与建议，让领导和管理人员即时掌握安全实时情况。

武汉城运智能体项目实现多种数据类型数据融合汇聚，采用自研的研判分析算法，实现自动分拨，完成工单责任主体、事件发生时间、情绪识别等。将国产大模型嵌入时空引擎，实现“自然语言指令→空间分析任务”的直接转换，部分模型优化和管理工作可自动完成。项目还包含一体化数字资源管理平台，利用数据探针技术，全量归集 240 个应用系统业务库数据，对企业开放部分数据接口，鼓励开发便民应用。智能体项目基于华为昇腾训练，CANN 异构计算架构定制优化推理流水线，时延降低 40%，采用 NL2SQL 技术，低代码开发、有效支撑智能问数、智能问策的场景功能。提供知识库建设，提升智能问策的准确率。

武汉城运智能体项目实现全要素国产化数字基础设施，整套方案覆盖云、网、安、算全要素，算力底座基于华为昇腾生态，采用开源大模型，全栈自主可控。通过多样化的异构计算平台、多源算法平台和多态智能应用，支撑人工智能重大应用的模型训练及推理，可用于自动驾驶、城市大脑、智慧医疗、智慧交通、网络安全等应用场景。

首创万物标识体系，为城市对象赋予唯一“数字身份证”，实现“数实融合”。国内首次运用 Volte 能力，实现手机“免 APP”直接入会能力，适配城运中心各类调度、重保、事件处置；利用多模态、视频解译算法等快速分析 11 类城市治理场景，快速发现问题，提高问题

的处置效率。

业务价值

武汉城市运行管理平台运用智能体应用，实现精准预测节假日拥堵趋势，交通拥堵指数降低 15%。每日分析近千座桥梁动态、燃气管道监测等问题，累计发现超过 10 万条事件，燃气安全事故率下降 60%。

聚焦“预测、预警、预防”，构建 6 步全流程闭环处置能力，即“感知→监测→研判→预警→处置→评估”，通过数字化平台实现全流程线上化。通过将部门权责转化为平台算法，实现事件处置“自动流转、全程留痕、量化评价”，处置效率提升 60% 以上。

3.4.2 运营优化

人工智能技术在企业深度应用不是单纯的技术升级，而是一场触及业务内核、组织架构、人才体系的系统性变革。在此进程中，除了技术建设外，更要关注持续运营，这并不局限于技术的更新迭代，更要关注组织、业务和人才等全方面的建设与协同，构建三位一体的长效支撑体系，才能推动变革成功、释放 AI 长期价值。

在组织方面：需以系统性的变革管理为牵引，精准识别企业智能化转型的核心方向与关键路径，破除传统组织架构的部门壁垒与流程惯性。通过成立跨部门 AI 专项工作组、建立常态化决策与复盘机制，明确各层级权责边界，凝聚从管理层到执行层的转型共识；

同时，以阶段性的 AI 应用成效为抓手，构建变革势能，驱动 AI 战略落地。

在业务方面：需依托人工智能特有的飞轮效应，打造“AI 用数”与“数训 AI”的双向驱动闭环。一方面，通过 AI 技术深度挖掘业务数据价值，优化业务核心环节的决策效率与精准度，实现业务效益的显性提升；另一方面，将业务场景中产生的新数据、新需求反向输入模型训练流程，持续优化模型参数与算法逻辑，让 AI 应用在业务实践中不断迭代升级，形成“越用越好用”的正向循环，从而持续创造增量价值，夯实 AI 运营的业务根基。

在人才方面：企业智能化转型的深层突破，离不开业务人员的深度参与和多元人才的协同发力。这需要构建涵盖管理层、业务专家、技术专家的复合型人才梯队：管理层把握转型战略方向，提供资源与机制保障；业务专家需深度拆解业务痛点，为 AI 技术落

地提供场景化需求指引；技术专家则需负责模型研发与系统运维，将技术方案转化为可落地的业务工具。三者协同联动，可以在特定阶段形成拉瓦尔喷管般的聚焦效应，爆发潜能，推动 AI 行业应用及与企业业务的深度融合。



AI 应用场景持续高效运营

✓ 整体概况

交行银行搭建以昇腾 NPU 为主的千卡异构算力集群，构建千亿级金融大模型算法矩阵，通过算力底座与算法创新的深度协同，交通银行打造出“1+1+N”人工智能框架体系。强大的智算底座催生了丰富的人工智能应用场景，目前交通银行已落地大小模型融合应用超数百个，全面覆盖零售普惠，营运客服、风险授信、公司同业、办公研发等领域，提升大量人力效能，让 AI 真正成为业务发展的“加速器”。

交通银行持续推进 AI 应用的全生命周期管理，建立可信、可控、可靠的安全运营机制，完善业务价值成效动态评估体系，打造友好易用的 AI 应用新范式，全方位保障 AI 应用安全稳定运行，为金融业务的智能化发展注入强劲动力。

🏠 解决方案

1、夯实运营机制，构建统一 AI 门户

交通银行持续完善场景运营机制，通过对场景、模型、资源的穿透式管理，实现资源最优配置、模型高效化运行和场景最大化效益。一是对算力资源进行监控和动态调度，确保算力

资源持续高效利用；二是持续监测模型运行表现，借助模型后评估机制及时优化升级模型，切实保障模型应用效果；三是对场景的价值成效实施精准的闭环评估，动态调整资源投入。同时，交通银行构建了统一 AI 门户，整合模型研发、运营监控、资源调度、价值评估、风险评测、合规检查等功能入口，致力于为各类人员打造集研发、运营、管理等于一体的一站式服务平台，进而为 AI 应用场景的高效运营及管理提供有力支撑。

2、 AI-DevOps 模型研发流水线

交通银行创新打造向导式、规范化、流程化的大小模型融合 AI-DevOps 模型研发流水线，实现高效协同、智能迭代和闭环管理。基于交通银行标准软件过程（BSSP）模型管理规范与机制，依托大模型训推工具和平台，实现模型全生命周期闭环管理，覆盖模型研发、模型训练、模型评测、模型发布、模型更新和模型退出等全流程，提升模型的交付质量，保障模型的安全合规和稳定可靠；通过模型监控与数据埋点，沉淀模型在应用中产生的自动标注数据，快速反哺模型训练，缩短模型的迭代周期，持续提升模型性能。AI-DevOps 模型研发流水线可降低模型研发门槛，使模型研发效率提升 30%，支持交通银行规模化 AI 应用场景建设和落地，如图 12 所示。

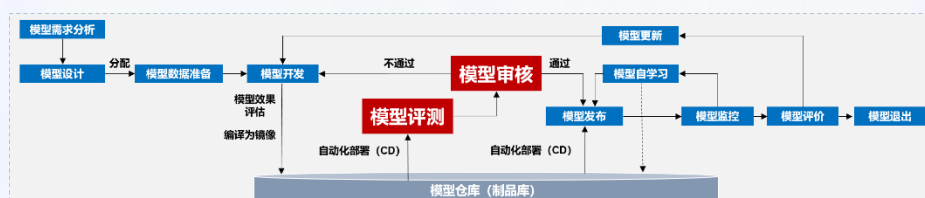


图 12 AI-DevOps 模型研发流水线

3、 构建数据飞轮，持续提升数据质量

交通银行建立企业级统一知识库，不断加强知识采集、更新、存储等全流程管理，支撑业务知识保鲜和总分行数据联动。为应对大模型落地中数据质量不足的挑战，在 AI 应用运营中构建两个数据飞轮，一个数据飞轮通过金融基座大模型蒸馏 CoT 数据，微调小尺寸领域模型，增强模型的逻辑推理能力，降低模型运行和场景建设成本；另一个数据飞轮沉淀多领域的场景数据，回馈增强金融基座大模型对行内知识的理解及推理能力；从而持续提升数据质量，

如图 13 所示。

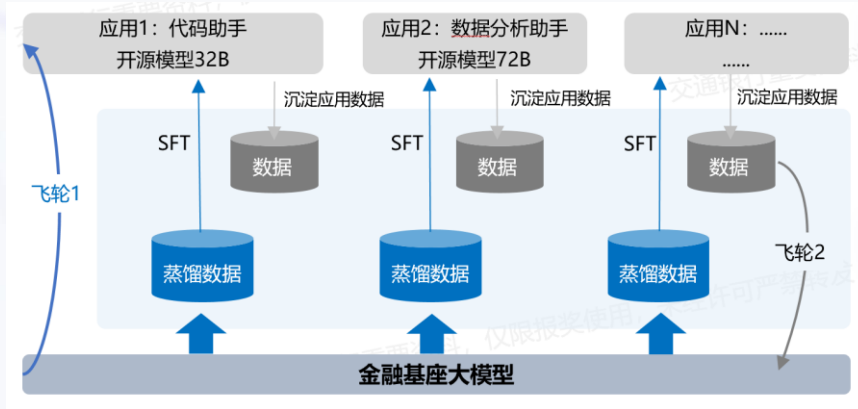


图 13 交通银行数据飞轮图

4、加强模型管理，构建模型安全防护体系

为了实现对模型的高效安全管控，交通银行采取了一系列有针对性的举措：一是对模型进行分级分类，制定差异化的管理标准和策略。二是对模型进行全生命周期管控，涵盖模型开发、训练、评测、审核、发布、监控、更新以及退出等各个阶段。基于交通银行标准软件过程(BSSP)管理，交通银行制定了模型管理以及各阶段需遵循的规范与机制，确保模型交付质量，保障模型的稳定性、可靠性与准确性；打造大小模型协同研发新范式，建立向导式、规范化、流程化的 AI-DevOps 模型研发流水线，支撑 AI 场景快速落地。三是构建金融级多维立体的模型安全防护体系，实现对 AI 应用场景的全渠道、全链路、全生命周期的信息安全防护，充分保障 AI 模型数据和模型应用的安全可靠，满足金融级安全管控要求；针对大模型安全管控，逐层梳理大模型应用安全薄弱点，通过基础设施安全、模型安全、数据安全、应用安全等全链路安全加固，保障大模型应用安全可靠。

业务价值

交通银行不断加强模型管理，强化数据治理，夯实运营机制，持续建设和完善全面 AI 治理体系，为 AI 在金融业务中的规模化应用提供坚实保障，推动 AI 应用从辅助环节深入核心业务场景，审贷联动助手实现授信审批条件的智能化跟踪，粗分类准确率达 90%，大幅降低人工校验压力；授信助手平均缩短报告撰写时长 3 小时，全面提升业务处理效率。交通银行

的 AI 创新实践成果作为行业标杆，入选 2025 世界人工智能大会（WAIC）国家展览馆进行展示。

总之，人工智能技术在企业的应用建设，是一项系统工程，需要从全流程进行统筹规划。核心举措可概括为“定战略，选场景、定目标，治知识、优模型，建 Agent、深运营”。各要素环环相扣、步步为营，方能推动 AI 技术与企业业务深度融合，实现智能化转型的最终目标。



第四章 总结与展望

4.1 技术融合，迈向超级智能体

贯穿人类文明进程的关键，是思维从经验积累到科学体系化，再到智慧创造的跃迁。而工具对人的辅助，从算盘到计算器、计算机、互联网，再到机器智能，不断突破生命系统的约束，带来创造力跃迁，给人类发展带来无限可能。

在 2035 至 2040 年的关键窗口期，信息科技将会发生重要跃迁。这并非单一技术的线性演进，而是一场由智能技术、通信网络、感知与交互、存储、算力、新能源等核心要素共同驱动，通过技术间的深度耦合与协同创新，推动人类科技跨越奇点，实现物理世界与数字世界的无缝融合，最终引领人类社会迈入全面智能时代。

智能技术领域将突破当前狭义 AI 的局限，向通用人工智能（AGI）实现质的飞跃，不仅具备跨领域推理、自主学习与创造性解决复杂问题的能力，更能深度理解人类意图与社会规则，从工具属性向协同伙伴角色跃迁。

通信与网络技术将构建起全域泛在的“智能神经网络”，6G 乃至更高级别网络实现空地海一体化无缝覆盖，传输速率、时延与连接规模实现指数级突破，成为物理与数字世界实时交互的“高速公路”。感知与交互技术则打破人机、物机之间的壁垒，通过纳米级传感器、脑机接口、全息交互等创新，让物理世界的细微变化被精准捕获并转化为数字信号，同时数字指令能以更自然、无感的方式反作用于物理世界。存储与计算领域将突破摩尔定律的物理限制，量子计算走向实用化，存算一体架构普及，使得海量数据的实时处理、超长周期存储与全局智能调度成为可能，为全域智能提供强大的“算力底座”。新能源技术则为这一切提供可持续的动力支撑，高效储能、绿氢、核聚变等技术的成熟，不仅满足智能时代巨量能源需求，更推动能源网络与数字智能深度融合，形成自给自足的“智能能源生态”。

当这五大领域的突破形成合力，技术融合将

催生前所未有的“科技奇点”：物理世界的实体空间与数字世界的虚拟空间不再有明确边界，城市建筑、自然环境、生产设备通过数字孪生技术实时映射，而数字世界的算法决策、虚拟创造能即时驱动物理世界的改造与创新。人类的生产方式将从“物理劳动主导”转向“数字智能驱动”，生活场景中虚实交互成为常态，社会治理依托全域智能实现精准化、前瞻性响应。

在这场融合革命中，具身智能是最关键的载体与标志。它打破传统 AI“离身”存在的局限，通过搭载先进感知、决策与执行模块的实体智能体（如智能机器人、增强现实设备、自主系统等），成为物理与数字世界融合的

“具象接口”。这些智能体既能扎根物理世界执行复杂任务，又能深度接入数字网络获取全局信息与智能支持，实现“虚实共生”的自主行动。其影响将渗透到生产制造、医疗健康、空间探索、日常生活等每一个领域：从工厂中自主协作的智能机器人，到能进入人体精准递送药物的纳米机器人；从在极端环境中替代人类作业的探险智能体，到与人类深度协同的家庭陪伴机器人……具身智能的发展速度与影响深度将远超当前想象，它不仅是技术融合的产物，更将重塑人类与世界的交互方式、生存逻辑，甚至重新定义“智能”与“生命”的边界，成为全面智能时代最鲜明的注脚。

4.2 数据觉醒，赋能行业原生 AI

“数据觉醒”是行业在数字化进程中对数据价值认知的质变，它打破了传统对数据的浅层次、碎片化利用模式，将数据视为驱动行业升级的核心战略资产。随着大模型训练与推理对数据访问需求的爆发式增长，大量曾被视为“冷数据”的资源正被重新激活。这些数据因频繁参与模型迭代与实时推理，逐渐转变为“温数据”，甚至因持续调用而成为“热数据”。我们预测，到 2035 年，温数据的占比有望超过 70%，传统的数据三层结构将逐渐演变为“热温—温冷”两层结构，比例趋于 3:7。这一转变不仅显著提升数据

利用效率，更意味着企业和社会能够从历史数据中挖掘出前所未有的价值，推动数据资源从“被动存储”走向“主动赋能”，为 AI 模型注入专属的行业基因，打造真正适配行业痛点的原生 AI 解决方案。

AINative 作为继信息化、数字化之后重塑产业发展逻辑的第三代范式革命，其核心要义在于将人工智能从传统的“功能附加模块”升维成贯穿业务全链路的底层架构与原生驱动力，成为激活产业潜能、重构竞争格局的关键变量。

通过智能原生设计驱动业务流程的系统性重构，可以打破部门壁垒与数据孤岛，实现业务全链路智能协同。与此同时，AINative 正催生“人机协同、优势互补”的共创新模式：AI 凭借强大的算力与数据处理能力，承接海量信息筛选、规则化执行、趋势预判等重复性、高负荷工作，人类则聚焦战略决策、创意创新、情感沟通、价值判断等具备人文温度与核心智慧的关键环节，形成“机器高效执行+人类价值引领”的协同闭环，而非简单的替代关系。

从长远来看，AINative 不仅是重构产业生产逻辑、提升全要素生产率的核心引擎，更是激活以数据要素为核心的新质生产力的关键抓手，它将推动企业从“AI 赋能”的被动升级转向“AI 原生”的主动重构，催生出一批以智能为核心竞争力的原生企业，并逐步形成跨行业、跨领域的智能协同生态，催生新业态、新模式与新赛道。最终，AINative 将实现从原生应用到原生企业、再到原生生态的全方位产业升级，推动全球产业数字化转型进入深水区，为经济社会高质量发展注入持久而强劲的智能动力。

4.3 AI 成为企业创新的核心引擎

人工智能产业的发展轨迹，正经历着从“附加工具”到“必备工具”的深刻转变。这种转变不仅体现在技术应用的广度上，更渗透到产业运行的底层逻辑中，它不再是少数领域的“尝鲜式试验”，而是成为各行各业日常运营中不可或缺的支撑，如同电力、互联网一般，融入业务流程的每个环节，成为推动数字化转型和业务创新的核心引擎。

策的辅助性支持，人工智能都能以模块化的方式嵌入现有体系，无需对业务架构进行颠覆性重构，却能显著提升运行效率。二是当产业发展进入数据驱动阶段，人工智能通过算法模型的迭代进化，能够实现对数据的实时分析、对趋势的精准预测、对异常的自动预警，从而填补人工处理的效率与精度鸿沟，对于企业有着不可替代的作用。

其“必备性”源于数字化转型的内在需求。一是 AI 能够跨越不同产业的边界，通过标准化的技术框架与个性化的场景适配相结合，满足各类业务的共性需求。无论是数据的自动化处理、流程的智能化优化，还是决

作为核心引擎，人工智能的驱动力体现在其对产业价值链的全面赋能上。在推动数字化转型方面，人工智能扮演着“流程重塑者”的角色。它通过对传统业务模式的解构与重构，打破线下依赖、人工主导的固有流程，

推动业务向“数据驱动、智能协同”的方向升级。在业务创新层面，人工智能则成为“可能性拓展者”。它突破了人类经验的局限，能够从海量数据中发现潜在的业务关联，催生全新的服务模式、产品形态和盈利逻辑。

总之，人工智能产业的角色蜕变，标志着数

智化时代进入新的发展阶段。它以基础性工具的身份筑牢产业运行的基石，以必备性属性保障业务的可持续发展，更以核心引擎的动能推动着产业向更高效率、更优体验、更具创新性的方向演进，成为定义未来产业格局的关键力量。

4.4 Agent 重塑行业规则

智能体的发展是一个逐步演进的过程。它需要突破技术成熟度、安全性、业务适配性与商业投资回报（ROI）等多重限制。其核心在于：持续提升智能体能力、构建可靠的人机信任与责任归属框架、深化与千行万业的创新融合，最终推动整个价值链步入可持续发展的正循环，智能体能力与市场渗透率呈指数型关系。

随着 AI Agent 的规模化落地，智能体的自主性得到了充分释放。这些智能体能够自主规划任务路径，根据目标拆解步骤并优先级排序；能够灵活调用各类工具，整合内外部资源为己所用；更能在执行过程中实时感知环境变化，动态调整策略以确保任务达成，这种规模化的自主行动，打破了传统行业中对人工操作的强依赖，使得业务流程能够摆脱人为干预的局限，以更高效、更精准的方式运转。当大量 AI Agent 在行业中协同作业，

它们所形成的智能网络，正以全新的协作模式冲击着既有的组织架构和管理规则。

智能体的进化轨迹，清晰地呈现出从“效率工具”到“创新引擎”的跃迁。最初，它以提升单点效率为目标，通过自动化处理重复性工作、优化流程节点来降低成本；而随着与行业场景的深度融合，它开始突破经验的边界，从数据中挖掘新的业务关联，催生前所未有的服务形态和业务模式。

智能体对行业规则的重塑，本质上是对“人一机一环境”互动关系的重新定义。它打破了传统行业中形成的固定流程、角色边界和价值逻辑，构建起以智能协同为核心的新秩序。在这个新秩序中，效率的衡量标准、创新的实现路径、价值的分配方式都将被改写，而那些能够主动拥抱这种变革的行业，将在智能体的驱动下，迎来生产力与生产关系的

全面升级，开启行业发展的全新纪元。未来，人类与智能体的关系，将从“工作助理”升级为不可或缺的“合作伙伴”，从“人机分

工”走向“人机共生”，只有把智能体演进路径与科技向善价值深度融合，人类才能真正把握住智能世界的主动权。

4.5 复合型人才广泛应用

人才是企业 AI 应用实践从概念落地到价值变现的核心支撑，是决定 AI 战略成败的关键变量，是覆盖全层级、全业务线的核心生产力要素，其重要性贯穿于企业 AI 应用的全生命周期。

从技术落地层面看，专业 AI 人才是打通“模型能力”与“企业需求”的桥梁。企业引入 AI 技术绝非简单采购通用模型或平台，而是需要算法工程师、数据科学家等技术人才，基于企业自有数据完成模型微调、RAG 知识库构建、Agent 工具链开发与系统集成，解决模型“水土不服”的问题；同时，运维人才能够保障 AI 系统的稳定运行，及时处理数据质量、算力调度、安全漏洞等实操难题，避免 AI 项目沦为“实验室展品”。

从业务融合层面看，复合型“AI+X”人才是实现技术与业务深度耦合的关键。这类人才既懂 AI 技术逻辑，又深谙行业业务流程，能够精准识别生产、营销、风控等环节的痛

点场景，将业务需求转化为可落地的 AI 解决方案，例如制造业中，懂生产工艺的 AI 人才可以主导设备质检 Agent 的开发，金融领域中，熟悉风控规则的 AI 人才能够优化信贷审批模型的决策逻辑。没有这类人才的衔接，AI 技术很容易与业务脱节，陷入“技术自嗨”的误区。

从持续创新层面看，高素质人才梯队是企业 AI 能力迭代升级的动力源泉。AI 技术处于高速演进阶段，多模态、智能体、具身智能等前沿技术不断涌现，只有具备持续学习能力的人才队伍，才能紧跟技术趋势，推动企业 AI 应用从“流程优化”向“模式创新”进阶；同时，人才积累的实践经验与知识沉淀，能够形成企业独有的 AI 能力壁垒，助力企业在行业智能化竞争中占据先机。

综上，唯有构建结构合理、能力互补的 AI 人才梯队，企业才能真正让 AI 技术落地生根，转化为降本增效、提质创新的核心竞争力。

结束语

当前，人类正处在新一轮科技革命和产业变革的历史关口，人工智能正以前所未有的速度重塑世界，为千行万业注入新动能。从工业制造的智能产线到农业生产的精准种植，从金融服务的智能风控到医疗健康的远程诊断，人工智能推动着生产效率的跃升与产业形态的迭代。正如《指南》所展望的那样，未来，随着网络通信、前沿算法、存储算力等多元技术的深度融合，以及海量数据与前沿知识的双重加持，人工智能将彻底突破单一技术工具的局限，蜕变为贯穿千行万业生产链条的关键枢纽，融入千家万户的日常起居，成为人类社会高效运转不可或缺的底层支撑。

同时，人工智能带来的风险也日益凸显：安全层面，算法的“黑箱效应”可能导致系统漏洞；法律层面，个人隐私保护、AI生成内容版权归属等问题尚无明确解决方案；伦理层面，人工智能对传统岗位的挤出效应等，均是不可忽视的严峻挑战。面对这些挑战，我们笃信：科技向善，行则将至，任何科技和文化的发展，其根本目的都是为了推动人类文明的进步，捍卫人类文明的共同利益和主权。构建AI向善的发展体系，并非AI发展过程中产生的副产品，而是AI的核心目标，其终极指向，是构建人机协同、普惠包容的智能社会新形态。坚守以人为本，智能向善，共同探索AI可持续发展的核心主线，既是人类与智能体和谐共生的前提，更是未来智能世界文明存续与进阶的道之所在！

华为技术有限公司



深圳龙岗区坂田华为基地

电话: +86 755 28780808

邮编: 518129

www.huawei.com

商标声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标, 在本手册中以及本手册描述的产品中, 出现的其它商标, 产品名称, 服务名称以及公司名称, 由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息, 包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素, 可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此, 本文档信息仅供参考, 不构成任何要约或承诺, 华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息, 恕不另行通知。

版权所有©华为技术有限公司 2026。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。