产业研究报告

中美“AI+制造”的路径选择与全球制造业新秩序

核心观点

当前人工智能正从通用技术能力加速转化为制造业变革的核心驱动力，“AI+制造”也由此成为全球主要经济体争夺产业竞争主动权的重要领域。从制造业的价值链条看，AI 渗透主要在研发设计、生产制造、供应链管理和运营管理等关键节点。“AI+制造”的价值创造逻辑，是以“降本、提质、增效、创新”为直接表现，以数据、算法、算力构成的新型要素体系为底层支撑，以组织柔性化和产业生态化为拓展路径，最终推动制造业价值体系实现整体跃升。

美国发展“AI+制造”的核心战略，是以通用人工智能为长远牵引、以再工业化为现实抓手、以技术驱动为核心动力，通过政策、资本、技术和规则的协同发力，谋求在新一轮科技革命和产业变革中重塑制造业竞争优势。依托人工智能基础层和前沿技术生态布局优势，美国积极在航空航天、半导体设备、生物医药等高端制造领域寻求突破，特别是 AI 与增材制造、数字孪生、先进机器人等前沿技术的交叉融合，旨在通过解决极端复杂工程场景中的“卡脖子”难题，反向拉动底层技术的迭代升级，从而确保其取得在下一代制造技术规则制定中的话语权。

中国“AI+制造”的总体战略部署是坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，以应用牵引技术、以场景驱动创新、以全产业链协同释放系统效能，推动人工智能更好赋能新型工业化。依托全球规模最大、门类最全的制造体系，中国从投入产出比最清晰、痛点最明确的环节切入，快速形成可复制、可推广的解决方案，在规模化应用中积累工业数据、打磨算法模型、培育本土供应商；通过梯次拓展，逐步实现从工具智能、产线智能、工厂智能到产业链与产业集群智能的层级跃迁，最终以体系化、生态化能力支撑制造业整体迈向中高端。

人工智能与制造业的深度融合，正在成为重塑全球产业版图的核心驱动力。全球制造业的竞争格局正在经历“AI+制造”趋势下的深刻重构，主要围绕以下四个维度展开：一是竞争基础从“成本优势”转向“数据+算法优势”；二是产业格局从“梯度转移”转向“双向重构”；三是价值链治理从“链式主导”转向“网络化协同”；四是国际规则从“贸易规则”转向“技术规则与数据规则”。在此过程中，可关注工业 AI 基础设施、工业智能体与具身智能装备、工业软件与关键环节国产替代，以及安全、绿色与服务型制造延伸带来的相关投资机会。

风险提示：海外市场风险波动；政策效果不及预期。报告列举的公司/个股仅为案例介绍，不作为投资推荐的依据。

发展研究·产业研究

证券分析师：张立超
0755-81982881
zhanglichao@guosen.com.cn
S0980519050002

相关研究报告

《AI 重塑金融投研的范式变革与路径前瞻》 ——2026-09-29

内容目录

1. AI 重塑全球制造业的时代背景 4
1.1 “AI+制造”的内涵演进：从自动化、数字化到智能化 4
1.2AI 与制造业场景结合的关键节点 5
1.3 “AI+制造”的价值创造逻辑 6
1.4 本轮“AI+制造”浪潮的驱动因素 7
2. 全球“AI+制造”发展态势与关键趋势 7
2.1 全球产业版图：主要经济体布局概览 7
2.2 关键技术趋势 10
2.3 主要产业趋势 11
2.4 全球“AI+制造”面临的共性挑战 12
3. 美国“AI+制造”的发展路径与现状 13
3.1 发展基础 13
3.2 核心战略 15
3.3 主要优势与短板 16
3.4 典型案例剖析 17
4. 中国“AI+制造”的发展路径与现状 18
4.1 发展基础 18
4.2 核心战略 20
4.3 主要优势与短板 22
4.4 典型案例剖析 23
5. 中美路径比较与全球制造业新秩序 25
5.1 中美“AI+制造”路径对比 25
5.2AI 如何重构全球制造业竞争规则 26
5.3 全球制造业新秩序的未来图景 27
5.4 中国“AI+制造”的发展方向与破局路径 28
6. 投资主线与投资机会研判 29
6.1 投资主线一：工业 AI 基础设施 29
6.2 投资主线二：工业智能体与具身智能装备 29
6.3 投资主线三：工业软件与关键环节国产替代 30
6.4 投资主线四：安全、绿色与服务型制造延伸 30
参考文献 31
风险提示 32

图表目录

图1： AI 技术在制造业关键节点的应用 5
图2： 全球主要国家制造业增加值占比 18
图3： AI 技术助推“中国智造”发展 22

表1： 制造业发展演进的三个阶段：自动化、数字化、智能化 5
表2： 2025 年中国十大工业智能体 11
表3： AI 技术对制造行业的影响示例 12
表4： “AI+制造”的中美路径对比 25

1. AI 重塑全球制造业的时代背景

1.1 “AI+制造”的内涵演进：从自动化、数字化到智能化

制造业的发展史，本质上是一部人类劳动不断被机器和工具替代、延伸与增强的历史。纵观工业革命以来的产业演进，全球制造业发展主要经历了以体力替代为核心的自动化阶段、以数据贯通为核心的数字化阶段，以及当前以决策替代为核心、由 AI 驱动的智能化阶段。

第一阶段：自动化阶段，核心是机器替代体力劳动。20 世纪中叶以后，以可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）、计算机数控（CNC）、工业机器人为标志，制造业实现了大批量、标准化、刚性生产。1969 年，美国 Bedford Associates 公司推出第一台 PLC（Modicon 084），使生产线可以通过软件编程快速调整逻辑；同期，数控机床在航空航天领域快速普及。1970 年代以后，以 ABB、库卡（KUKA）、发那科（FANUC）、安川电机（Yaskawa）为代表的工业机器人厂商的崛起，汽车工业成为自动化程度最高的行业。自动化阶段的本质是用确定性的机器动作替代确定性的人工动作，但生产系统本身并不具备感知与决策能力，系统运行高度依赖人工设定的规则与参数。

第二阶段：数字化与网络化阶段，核心是数据贯通流程。20 世纪 90 年代以后，企业资源计划（ERP）、制造执行系统（MES）、产品生命周期管理（PLM）、计算机辅助设计/工程/制造（CAD/CAE/CAM）等工业软件日趋成熟，企业内部的人、机、料、法、环、测开始以数据的形式被记录、流转与分析。2002 年，迈克尔·格里夫斯（Michael Grieves）提出“数字孪生”（Digital Twin）概念，物理实体与虚拟模型之间开始建立实时映射。2010 年以后，随着德国“工业 4.0”（2013 年汉诺威工博会正式发布）、美国工业互联网联盟（IIC，2014 年成立）、中国“工业互联网创新发展战略”（2017 年）的相继推进，5G、时效性网络（TSN）、工业物联网（IIoT）、边缘计算、低功耗广域网（LPWAN）将分散的设备、车间、工厂、供应链连接起来，工业互联网平台成为新型基础设施。这一阶段的核心逻辑是数据贯通，订单、工艺、质量、设备、库存、能耗等各类工业数据被系统性采集、存储、清洗、关联，以实现跨环节、跨系统的信息共享与流程协同。

第三阶段：智能化阶段，核心是数据与算法共同驱动决策。2012 年 AlexNet 在 ImageNet 竞赛中夺冠，标志着深度学习进入工业化应用；2016 年 AlphaGo 战胜李世石，强化学习与深度神经网络开始进入复杂决策领域；2020 年以来，以 GPT 系列、BERT、LLaMA、Sora 为代表的大模型，以及“视觉-语言-动作”（VLA）模型、世界模型（World Model）、工业大模型、工业智能体、具身智能机器人快速演进，制造业开始利用深度学习、强化学习、生成式 AI 等算法，在实时数据的基础上自主完成质量检测、工艺优化、排产调度、预测性维护等决策任务。与前两个阶段不同，智能化的核心逻辑是自主学习与自主决策，机器不再满足于执行人类预设的规则，而是能够从海量工业数据中自行提炼规律、发现异常、优化策略。

上述自动化、数字化、智能化的逻辑关系可以从三个维度加以理解。其一，从处理对象看，自动化处理的是物理流（物料、能量、动作），数字化处理的是信息流（数据、流程、系统），智能化处理的是决策流（知识、算法、策略），三者层层递进。其二，从人机关系看，机器首先替代人的体力，继而辅助人的管理与协同，最终开始辅助乃至替代人的认知与决策。其三，从数据形态看，数据由单机离散数据，走向企业集成数据、跨域网络数据，最终上升为可被算法模型直接调用、能够驱动自主决策的战略性生产要素。

表1：制造业发展演进的三个阶段：自动化、数字化、智能化

演进阶段	核心驱动力	关键技术标志	解决的核心问题
自动化	机械工程与控制理论	PLC、CNC、工业机器人	效率、精度、重复性劳动替代
数字化	信息技术与数据集成	MES/ERP/PLM、工业互联网、数字孪生	信息孤岛、过程可视、资源优化
智能化	AI 算法、算力、大模型	工业大模型、工业智能体、具身智能	复杂决策、自适应优化、认知升级

资料来源：万得，国信证券经济研究所整理

需要指出的是，自动化、数字化、智能化往往在不同国家、不同行业、不同企业之间呈现并存特征。对后发国家而言，完全可能在尚未充分完成自动化、数字化的领域，借助新一代 AI 技术实现跨越式发展；但同时也必须正视，智能化的“起飞”高度最终取决于自动化与数字化“跑道”的坚实程度。这一规律，构成理解中美两国不同路径选择的逻辑起点。

1.2AI 与制造业场景结合的关键节点

从制造业的价值链条看，AI 渗透主要在研发设计、生产制造、供应链管理和运营管理等关键节点。

图1：AI 技术在制造业关键节点的应用



资料来源：《人工智能赋能制造业全流程的技术及应用研究》（董昊等，2024），国信证券经济研究所整理

研发设计环节：AI 赋能生成式设计与仿真优化。传统的产品研发高度依赖工程师的经验积累与反复试错，周期长、成本高。AI 技术的介入，使研发设计实现了从经验驱动到数据驱动的跃迁。生成式设计（Generative Design）能够基于给定的约束条件（如材料性能、力学指标、成本上限）自主生成大量候选方案，工程师只需从中筛选最优解并加以工程化改良；基于机器学习的仿真优化技术能够大幅压缩模拟计算的耗时，将原本需要数周的分析缩短至数小时甚至分钟级，显著加快新产品研发迭代速度。

生产制造环节：AI 赋能质量检测、预测性维护与工艺优化。生产制造是 AI 落地最深、收益最直接的应用场域。在质量检测方面，基于深度学习的机器视觉系统可实现对表面缺陷、尺寸偏差、装配对位的高精度自动检测，检测精度与速度远超人工目检，且能减少人为误判；在预测性维护方面，AI 模型通过持续学习设备运行的状态数据（振动、温度、电流、声学信号等），能够提前诊断设备潜在故

障并发出预警，将事后维修转为事前预防，大幅降低非计划停机损失；在工艺优化方面，AI 通过分析海量工艺参数与质量指标的关联关系，能够自动寻找最优工艺窗口，实现降本、提质、增效的多重目标。

供应链管理环节：AI 赋能需求预测、智能调度与库存优化。全球供应链的深度重构与不确定性加剧，使供应链的智能化管理成为刚需。AI 在需求预测方面，能够融合历史订单、市场趋势、季节性因素、宏观指标等多维数据，构建高精度的预测模型；在智能调度方面，AI 排产算法能够在多约束条件下实现生产计划与资源的最优匹配；在库存优化方面，AI 驱动的库存决策模型能够统筹安全库存、服务水平与资金占用，实现供应链整体效能的帕累托改进。

运营管理环节：AI 赋能能耗优化、安全生产与智能决策。在“双碳”目标与安全生产的双重约束下，运营管理的智能化日益重要。AI 能耗管理平台能够基于生产负荷、设备状态与环境条件，对用能系统实施动态优化，实现能耗的精准控制；在安全生产方面，基于视觉识别的行为合规监测、基于传感器网络的危险源预警系统，能够显著提升工矿企业的本质安全水平；在企业决策层面，基于大数据的经营分析平台助力实现管理决策的科学化、精准化。

1.3“AI+制造”的价值创造逻辑

“AI+制造”的价值创造逻辑，根植于制造业核心价值链的重新优化。整体来看，其价值创造主要体现在四个维度：

其一，“降本”逻辑。AI 通过减少人力投入、降低生产损耗、优化资源配置，直接压缩了制造成本中的人、机、料、法、环各要素成本。以智能质检为例，一条自动化质检线可替代数十名质检工人，且在稳定运行后其作业成本远低于人工成本。而结合智能经济新形态的范式变革，这种降本已不再局限于局部的人工替代，更升级为要素配置效率的系统性优化。依托确立数据作为关键生产要素的核心地位，并与算法、算力共同构成新型要素体系，工业生产全流程的海量数据通过与行业模型的模数共振，被转化为可度量、可交易的数据资产，并进一步提炼为可复用的工业知识。这一转化既优化了资本、人力等传统要素的配置效率，更创造了知识资本，为制造业构筑起全新的竞争优势。

其二，“提质”逻辑。AI 通过精密的检测、精准的工艺控制与全流程的质量追溯，显著提升了产品的质量一致性与良品率，进而降低质量损失成本、提升品牌溢价。这一逻辑在智能经济新形态下被进一步赋予价值跃迁的内涵——质量不再仅仅是合格的底线，更成为“产品+数据+服务”一体化价值体系的重要组成部分。随着智能制造的深化，绿色低碳、安全生产、产业公平等综合价值维度日益成为制造业新的价值增长点和核心竞争要素，质量的范畴也从单纯的产品合格率，延展到全生命周期、全生态维度的综合价值创造。

其三，“增效”逻辑。通过排产智能、设备健康优化、组织流程再造，AI 能够释放既有产能的潜在效率空间，实现“不增设备、增产增效”，尤其对存量产能巨大的中国制造业意义重大。在智能经济范式下，这种增效的本质已升华为全要素生产率的系统性跃升。依托“云-边-端”协同算力网络和行业大模型，制造系统被赋予“感知-决策-执行”的闭环自主能力，人工智能从辅助生产的外在工具，成为深度嵌入设备、流程和产品的自主性智能体，推动生产模式从刚性自动化向自适应、自优化的自主化转变，最终形成人机协同、共创新质生产力的全新模式。

其四，“创新”逻辑。从生成式设计到研发知识图谱，AI 在挖掘新价值、催生新产品、发现新模式方面的创造力正不断显现。这种创新不仅是产品层面的，更是商业模式与服务模式层面的——从单一卖产品走向“产品+服务”、从一次性交易

走向全生命周期价值运营。具体而言，传统制造业创新遵循“基础研究-应用研究-工程化-产品化”的线性路径，周期长、成本高、主体单一，在智能经济下则转向数据与场景驱动的快速试错与迭代循环模式，将创新活动融入产品全生命周期，形成“场景需求-AI 模拟-敏捷制造-数据反馈-优化升级”的逻辑闭环，创新主体也从企业内部延伸至用户、科研院所、开源社区构成的动态网络，开放式、协同式创新成为主流趋势。

综上，“AI+制造”的价值创造逻辑，是以“降本、提质、增效、创新”为直接表现，以数据、算法、算力构成的新型要素体系为底层支撑，以组织柔性化和产业生态化为拓展路径，最终推动制造业价值体系实现整体跃升。它既包括企业内部成本要素的优化，也包括质量、效率、研发和商业模式的全面升级；既服务于企业当前经营绩效改善，也塑造了企业长期知识资本、生态连接能力和全球产业竞争位势。

1.4 本轮“AI+制造”浪潮的驱动因素

本轮“AI+制造”浪潮的兴起并非偶然，而是技术、产业、政策与需求四重力量共振的结果。

技术侧驱动。大模型的突破性进展是本次浪潮最直接的催化剂。以 Transformer 架构为基础的大规模预训练模型在语言、视觉、多模态理解与生成能力上实现了质的飞跃，为工业场景的知识沉淀、智能问答、控制生成提供了通用性底座；多模态感知技术的成熟使机器能够同时理解视觉、语音、力觉等多维信息，拓展了 AI 在复杂工业现场的感知边界；具身智能技术的崛起使 AI 从“聪明的软件”走向“聪明的机器”，为工业机器人与人形机器人的智能化跃升提供了算法内核；边缘算力的持续提升使 AI 推理得以部署到车间一线，突破了延迟、带宽与数据安全的约束。

产业侧驱动。全球制造业存量设备的数字化基础逐步成熟是产业侧的核心变量。经过过去十余年“工业 4.0”、工业互联网的持续建设，主要工业国的工厂普遍完成了基础的信息化与数字化部署，沉淀了大量可被 AI 利用的工业数据资产。可以说，前期数字化铺垫为当下的智能化爆发累积了充分的势能。

政策侧驱动。主要工业国家近年来相继出台先进制造与人工智能战略，形成了强烈的政策叠加效应。美国的芯片与科学法案、通胀削减法案、先进制造业伙伴计划及多份人工智能行政令，欧盟的“工业 4.0”战略更新及其《人工智能法案》，中国的“人工智能+”行动方案与新型工业化部署，日本的 Society 5.0 战略，均在从不同维度积极引导资源向“AI+制造”集聚。

需求侧驱动。全球供应链在逆全球化与地缘政治冲击下加快重构，各国寻求制造业自主可控的趋势明显；人口老龄化与劳动力成本上升使制造业对自动化、智能化的需求更加迫切；绿色低碳约束的不断增强，也使企业必须以更智能的手段实现能耗与碳排放的双重管控。上述这些共同构成了“AI+制造”持续扩张的需求基础。

2. 全球“AI+制造”发展态势与关键趋势

2.1 全球产业版图：主要经济体布局概览

当前，人工智能正从通用技术能力加速转化为制造业变革的核心驱动力，“AI+制造”也由此成为全球主要经济体争夺产业竞争主动权的重要领域。与传统制造

业竞争主要依赖成本、规模和供应链效率不同，人工智能与制造业深度融合所形成的竞争，不仅体现在算法、算力、数据、工业软件、高端装备等基础能力方面，也体现在应用场景、产业生态、标准规则和组织协同能力方面。从全球格局来看，美国、欧洲、日韩和中国依托各自产业基础、创新体系和资源禀赋，形成了各具特色的发展路径。美国以基础技术和高端场景牵引为主，欧洲依托工业软件、装备体系和规则标准塑造优势，日韩聚焦机器人、半导体和精密制造等优势领域持续深耕，中国则凭借完整工业体系和大规模应用场景推进快速落地。

（1）美国

美国在全球“AI+制造”竞争中最突出的优势，集中体现在人工智能基础层和前沿技术生态方面。美国长期掌握人工智能领域的创新资源，在大模型、机器学习算法、AI 芯片、云计算平台、开源框架以及顶尖科研人才等方面具有较强主导权。英伟达、微软、谷歌、亚马逊、IBM、英特尔等企业在算力基础设施、云服务和人工智能平台等方面构成了强大的底层支撑，麻省理工学院、斯坦福大学、卡内基梅隆大学等高校和科研机构则持续提供原创性技术与人才供给。这种基础层优势使美国能够从技术源头定义人工智能的发展方向，并通过操作系统、开发框架、芯片架构和产业标准向制造业应用端扩散。

在制造业应用方向上，美国并未将重点放在一般消费品制造或全门类产业的广覆盖上，而是更多依托本国高附加值、知识密集型制造业基础，聚焦航空航天、半导体设备、生物医药、国防军工、新能源、高端机器人等领域。美国国家人工智能战略、先进制造伙伴计划以及近年来围绕芯片、智能制造和关键供应链安全出台的一系列政策，均强调通过人工智能、增材制造、数字孪生、工业机器人、高性能计算和先进材料等技术融合，提升高端制造能力和供应链韧性。在航空航天领域，人工智能被大量用于复杂结构设计、飞行仿真、故障诊断和制造过程优化；在半导体领域，AI 被广泛应用于芯片设计、晶圆缺陷检测、工艺参数优化和产能调度；在生物医药领域，AI 正在改变药物发现、实验设计、生产质控和个性化医疗等环节；在国防军工领域，智能感知、自主系统和数字工程则成为重要方向。

从路径特征看，美国“AI+制造”整体上以底层算法、芯片、软件平台和前沿科研能力为核心，逐步向高端制造场景渗透，通过高复杂度、高价值量场景牵引技术迭代。作为全球人工智能技术与半导体产业的核心引擎，美国在算法模型、高性能计算芯片、开源框架以及顶尖科研人才储备上占据着绝对的主导地位。基于这一根本性禀赋，美国在制造业的布局并未追求“全产业链智能化”的广覆盖，而是利用基础技术的优势，驱动航空航天、半导体设备、生物医药、国防军工等知识密集型高端制造领域的突破。美国特别强调 AI 与增材制造、数字孪生、先进机器人等前沿技术的交叉融合，旨在通过解决极端复杂工程场景中的“卡脖子”难题，反向拉动底层技术的迭代升级，从而确保其在下一代制造技术规则制定中的话语权。

（2）欧洲

欧洲在“AI+制造”领域的竞争优势并不主要表现为互联网平台或通用大模型的快速扩张，而是建立在长期工业积淀、高端装备、工业软件和标准体系之上。以德国为代表的欧洲制造业强国拥有深厚的工程文化和完整的工业知识体系，西门子、博世、通快、库卡、ABB、达索系统、SAP、施耐德电气等企业在工业自动化、工业软件、工厂解决方案、精密装备和能源管理等领域具有全球影响力。德国“工业 4.0”、法国“未来工业”、欧盟“工业 5.0”等战略，均强调数字技术与制造业的深度结合，同时更加重视人的作用、可持续发展、供应链韧性和工业生态协同。

欧洲推进“AI+制造”的一个显著特征，是高度重视体系化、标准化和可信治理。欧洲企业普遍强调自动化设备、工业软件、数据平台和生产管理系统之间的兼容与互联，关注设备全生命周期管理、数字孪生、工业网络安全和工厂级系统集成。德国汽车、机械装备、化工和电气设备行业之所以能够持续保持竞争力，这很大程度上得益于其在工程知识、精密制造、隐形冠军企业和职业教育体系方面的长期积累。欧洲在人工智能治理方面也走在全球前列，《人工智能法案》《数据法案》《数据治理法案》等规则框架，围绕高风险 AI 应用、数据共享、数据主权、隐私保护和责任边界提出系统要求。这一方面提高了人工智能在工业场景中的合规门槛，另一方面也有助于形成可信、安全、可持续的工业 AI 应用环境。

从产业实践看，欧洲“AI+制造”更强调稳健落地和高质量应用，而非单纯追求速度和规模。汽车工业是欧洲人工智能应用的重要场景，智能驾驶、柔性生产、机器人装配、供应链预测和质量分析正在推动传统汽车产业向软件定义汽车转型；在高端装备领域，AI 被用于机床状态监测、刀具寿命预测、工艺参数优化和设备能耗管理；在化工、医药和能源行业，人工智能则服务于流程优化、安全预警、碳排放管理和生产调度。总体而言，欧洲路径可以概括为“由中向上、以软硬一体和规则标准支撑升级”，即以装备、工业软件和工程体系为中坚支点，向上延伸至平台、算法和标准规则，向下连接产线、车间和具体工业场景。其优势在于工业基础扎实、产品可靠性高、标准话语权强，但在云计算、大模型、风险投资和数字平台规模方面相对美国和中国仍存在一定压力。

（3）日韩

日本和韩国在全球“AI+制造”格局中具有鲜明的细分领域优势，其共同特点是将人工智能深度嵌入精密制造、材料工艺、机器人和半导体生产过程，通过持续改善和极限优化提升制造能力。

日本长期以工业机器人、精密机床、汽车制造、电子元器件和材料技术见长，发那科、安川电机、那智不二越、爱普生、丰田、日立、三菱电机等企业在机器人、自动化和精益生产方面具有深厚积累。日本的制造业转型策略以工业互联网和物联网为核心，并尤其重视现场经验、工艺诀窍和长期可靠性，通过深耕高端精密制造与绿色制造，力求在全球产业竞争中保持“不可替代的隐形优势”。

韩国则在半导体、显示面板、存储芯片、消费电子、汽车和动力电池等领域具有全球竞争力，三星、SK 海力士、LG、现代汽车等龙头企业构成了其制造智能化的重要需求来源。半导体和显示制造具有投资规模大、工艺复杂度高、质量控制严苛、生产数据密集等特点，天然适合人工智能应用。韩国企业通过 AI 进行晶圆缺陷检测、良率分析、设备异常预测、工艺参数寻优、厂务能源管理和供应链调度，以提升大规模高精度制造的稳定性和效率。相比一般离散制造场景，半导体生产对算法可靠性、实时性、数据闭环和工程知识融合的要求更高，因此也成为韩国“AI+制造”最具代表性的应用方向。

日韩两国的路径可概括为由点及面、以优势赛道纵深突破。日本和韩国并非追求在所有工业门类中同时铺开，而是围绕本国已经具备全球优势的机器人、汽车、半导体、显示、精密机械、材料和电子元器件等领域，将 AI 用于装备智能化、工艺数字化和生产持续改善。日本更强调机器人与自动化设备的智能升级、人机协同以及老龄化背景下的劳动力替代；韩国更强调超大制造企业主导下的半导体和电子产业智能化，并通过国家战略推动 AI 人才、数据中心和智能工厂建设。这种模式的优势在于应用场景深、工艺积累厚、产品精度高，容易在细分环节形成难以复制的竞争力；但不足在于整体产业覆盖面相对有限，平台型生态和通用 AI 产业影响力不及美国和中国。

（4）中国

中国在全球“AI+制造”版图中的突出特征，是工业体系完整、应用场景丰富、市场规模巨大、落地速度快且产业协同性强。中国已建成全球规模最大、门类最齐全、体系最完整的工业体系，覆盖联合国产业分类中全部 41 个工业大类、207 个中类、666 个小类，是全球唯一拥有全部工业门类的国家。在全球 500 种主要工业产品中，中国有 220 多种产量位居全球第一。从原材料、能源、化工、钢铁、装备、汽车、电子信息到消费品制造，中国几乎覆盖制造业的全部主要领域。这一结构使人工智能可以在差异极大的工业场景中接受验证：既包括流程行业中的高炉控制、炼化优化、能耗管理和安全预警，也包括离散制造中的视觉质检、智能排产、预测性维护、仓储物流和柔性装配；既存在大型央企、国企和龙头制造企业的复杂系统工程，也存在大量中小企业对低成本、轻量化、模块化 AI 工具的广泛需求。

中国推进“AI+制造”的基本逻辑是场景驱动、应用牵引、全产业链协同。早期实践多从机器视觉质检、设备故障诊断、智能排产、工业机器人、预测性维护等单点场景切入，这些场景痛点明确、投入产出周期相对清晰，因而能够较快形成商业闭环。随着工业互联网平台、5G 专网、边缘计算、工业大数据和云计算的发展，AI 应用逐步从单个设备、单条产线和单个车间向工厂级、企业级和产业链级扩展。近年来，智能工厂、数字化车间、“5G+工业互联网”、工业大模型、产业大脑和“人工智能+制造”示范区等建设不断推进，推动研发设计、生产制造、经营管理、供应链协同、营销服务等环节实现更深层次的智能化。

中国的独特优势还体现在产业链协同和快速工程化方面。一方面，中国拥有大量制造企业、设备供应商、软件企业、互联网平台和人工智能初创企业，能够围绕具体场景形成快速试错、迭代优化和规模化复制；另一方面，中国在消费互联网、移动支付、电商平台、物流网络和云计算等方面积累了较强的数据处理、平台运营和应用开发能力，并逐步向工业领域迁移。海尔、美的、三一重工、华为、富士康、比亚迪、宁德时代、宝武钢铁等企业，均在智能制造、工业互联网、供应链协同或智能产品方面形成了各具特色的实践。与此同时，中国拥有庞大的工程师队伍和持续增长的研发投入，为 AI 算法、工业软件、机器人和智能装备的发展提供了人才基础。

从路径上看，中国主要是以规模化场景反哺技术和产业升级。中国首先依托海量制造场景和工程需求，推动 AI 技术在生产现场快速落地，再通过数据积累、应用迭代和产业链协同，逐步向工业软件、核心算法、智能装备、工业大模型等更高层次能力攀升。这种模式有利于形成大规模需求、快速降低应用成本、提升产业整体数字化水平，但也面临高端芯片、核心工业软件、关键基础零部件、工业知识沉淀不足以及企业数字化基础不均衡等挑战。尤其是大量中小企业仍存在设备联网率不高、数据质量不足、人才短缺、改造投入谨慎等问题，需要通过轻量化工具、公共服务平台和产业链协同进一步降低智能化门槛。

2.2 关键技术趋势

技术趋势一：工业大模型的加速渗透。通用大语言模型和多模态大模型正在通过微调、知识增强、检索增强等方式快速转化为面向工业场景的行业大模型。工业大模型的核心价值并不只是“回答问题”，而是将长期隐藏在文档、图纸、工艺文件、维修记录、代码和工程师经验中的非结构化工业知识进行抽取、组织和推理，使其转化为可检索、可调用、可复用的知识资产。随着设备运维问答、工艺文档生成、质量原因分析和代码辅助编写等场景成熟，工业大模型正从单一辅助工具走向连接人员、设备、软件和业务流程的工业生产力平台。

技术趋势二：工业智能体（AI Agent）的崛起。与大模型主要提供问答式能力不同，工业智能体更强调任务式执行。它能够围绕生产目标进行自主规划、任务拆解、工具调用和跨系统协同，例如自动协调排产、自主调度 AGV、动态优化能耗或联动生成维修工单。事实上，智能体之于大模型，如同“手和脚”之于“大脑”：它具备与工业软件、装备、系统实时交互的行动能力，标志着 AI 从“认知智能”迈向“行动智能”的关键跨越。从更深层看，这一趋势推动“AI+制造”从单点工具走向全流程自组织，本质上是一场组织形态的创新——当智能体能够在感知、决策与执行之间自主闭环，生产系统便从“人驱动机器”演进为“系统自组织”。正因如此，工业智能体被普遍视为“AI+制造”下一阶段的制高点，谁先跑通“感知-决策-执行”的工业闭环，谁就掌握了下一轮竞争的主动权。

表2：2025 年中国十大工业智能体

序号	公司	核心业务与产品	技术亮点与应用领域
1	卡奥斯 COSMOPlat	天智工业大模型	家电、能源、石化等 9 大行业，45 个高价值场景
2	埃斯顿自动化	工业机器人及 AI+机器人智能体	免示教焊接、打磨，汽车制造、金属加工
3	中控技术	工业 AI 与自动化控制系统	事件序列大模型，通用控制系统
4	创新奇智	AInnoGC 工业大模型&AI Agent 平台	计算机视觉、机器学习平台，覆盖钢铁冶金、面板半导体等领域
5	软通动力	天璇 AutoAgent 企业级智能体开发平台	智能体编排、多模态数据处理
6	华为云	盘古大模型（工业领域应用）	工业质检、工艺优化、预测性维护等
7	阿里巴巴达摩院	工业智能体、数据中台与 AI 解决方案	模型驱动的生产调度与资源优化
8	百度智能云	开物工业互联网平台（AI 2.0+工业互联网）	质量检测、智能调度、安全生产
9	腾讯云	腾讯云 TI 平台、工业 AI 应用	工业仿真、数字孪生、供应链优化
10	工业富联	工业互联网平台、灯塔工厂整体解决方案	电子制造、精密机械的数据智能化应用

资料来源：《工业智能体：深入实施“人工智能+制造”的核心载体》（乔静炜等，2026），德本咨询，国信证券经济研究所整理

技术趋势三：具身智能从实验室走向生产线。具身智能是指具有物理躯体、能够在真实环境中感知、决策与操作的智能系统，典型形态包括工业机器人、协作机器人和通用人形机器人。随着多模态感知、强化学习、运动控制、视觉识别、力觉反馈和灵巧手技术突破，机器人正在从按照预设轨迹运行的自动化设备，进化为能够理解任务、适应环境、持续学习的智能体。其应用也从汽车、3C 等标准化生产线，逐步拓展到物流分拣、精密装配、柔性上下料、危险工序替代等复杂场景，因此被认为是打开制造业“非标场景”智能化空间的关键所在。

技术趋势四：边缘算力与端侧智能的深化。工业现场对实时性、可靠性、安全性和业务连续性要求极高，纯云端推理往往难以满足毫秒级响应和稳定运行需求。边缘 AI 通过将轻量化大模型、视觉模型和推理引擎部署在工业相机、工控机、网关、机器人控制器等端侧设备中，使质量检测、人员安全、设备异常预警等关键决策可以在本地完成。与此同时，云侧负责大规模训练、全局优化和模型更新，形成“云边协同、端侧执行”的标准架构。该模式不仅提升了响应速度和系统可靠性，也让工业数据不出厂成为可能，更好地契合数据安全、隐私保护和数据主权要求。

2.3 主要产业趋势

产业趋势一：从“单点智能化”走向“全流程智能化”与“产业链协同”。早期工业 AI 应用多集中在机器视觉质检、预测性维护、设备监测等点状工具层面，主要解决某一环节的效率、质量或成本问题。当前，AI 正加速向研发设计、工艺规划、生产制造、供应链管理、仓储物流和售后服务等全价值链渗透，并由单个工

厂内部优化扩展到产业集群协同。数据和智能能力在产业链上下游贯通后，AI 不再只是降低局部成本的工具，而是成为重塑订单分配、产能组织、库存调度和供应链响应方式的系统性力量。

产业趋势二：制造业服务化与“设备即服务”兴起。AI、物联网和工业互联网使设备全生命周期状态变得可视、可预测、可优化，也推动制造业由“卖产品”向“卖能力、卖服务”转型。设备厂商可以基于设备运行数据提供远程运维、预测性维护、性能优化、按使用量计费和按效果付费等服务，制造企业则从一次性购买设备转向持续购买生产能力和可用性保障。“设备即服务”降低了用户的重资产投入，也提高了设备厂商的客户粘性和服务附加值，推动制造业商业模式从一次性交易转向长期价值共创。

产业趋势三：制造业数据资产化与“数据飞轮”效应显性化。随着 AI 价值持续被验证，工业数据正在从生产过程中的副产品转变为企业核心战略资产。企业积累的工况、缺陷、工艺、设备和运维数据越多，模型训练和优化的基础就越扎实；模型能力越强，就越能改善生产质量和业务效率，进而吸引更多场景接入并产生更多高质量数据，形成自我强化的“数据飞轮”。在这一过程中，工业数据的评估、确权、交易、安全流通和治理机制，正在成为制造企业、平台企业与资本市场共同关注的新议题。

产业趋势四：绿色低碳与智能制造深度融合。在全球“双碳”目标和绿色贸易规则约束下，AI 正成为工业节能减碳的重要技术支撑。通过实时识别高耗能设备、动态优化排程和工艺参数、预测能源负荷、优化储能与用能结构、精准核算和追踪碳排放，智能制造能够将降本增效与绿色转型结合起来。绿色智慧工厂正成为全球制造业的重要发展方向，智能化和绿色化日益走向深度融合，共同构成制造业高质量发展的一体两翼。

表3：AI 技术对制造行业的影响示例

用例	企业	所属行业	AI 应用	具体影响
工艺优化	Fero Labs（美国）	钢铁	使用自动化软件，在生产过程的早期采取预防行动；使用可解释的 AI 模型，以减少原材料的使用，降低成本和减少排放	合金的使用减少 9%；故障率下降
人工投入优化平衡	Khenda（土耳其）	汽车	使用基于 AI 的视频分析来标记手工任务，以消除与操作者相关的错误，改进手工制造过程和优化线路平衡	生产率提高 25%；通过提高质量和效率，降低缺陷率
生产参数优化	Dataprophet（南非）	铸造	对数百个过程参数使用深度学习算法，生成对最终质量的影响的见解；在质量不佳的情况下优化生产过程	缺陷率从 6%减少到 0%；因质量不佳而停止操作的次数从每周 81 次减少到 20 次
先进的决策系统性能测试支持系统	Arçelik（土耳其）	家用电器	通过基于 AI 和机器学习（ML）的内部决策系统，在不同的和动态变化的气候条件下提高冷却测试性能，以缩短测试时间	服务呼叫率提高 15.3%；测试时间从 80 分钟减少至 65 分钟；测试容量增加 17.8%；在长性能测试（LPT）系统中，每台机组节能 17.8%，保修成本降低 16.7%。
过程管理	GEP（美国）	化工	实施 AI 的过程控制，根据反应器中的压力和温度变化来管理催化剂的摄入及转移速率	整个批处理周期时间减少了 22%，需要增加新反应堆的问题也有所缓解

资料来源：《人工智能技术在制造业中的创新应用》（金旸，2024），世界经济论坛，国信证券经济研究所整理

2.4 全球“AI+制造”面临的共性挑战

数据层面：工业数据孤岛与质量参差。工业数据分散在不同系统、不同供应商、不同企业之间，格式不一、标准混乱、质量良莠不齐，高质量、可标注、跨场景的工业数据仍是全球范围内的稀缺资源。数据孤岛直接制约了大模型的训练效果与泛化能力，而数据质量则从根本上决定了模型能力的上限，这是全球所有经济体推进工业 AI 都必须跨越的首道门坎。

人才层面：AI 人才结构性短缺与工业知识鸿沟。“AI+制造”是典型的复合型领

域，既需要懂算法的 AI 人才，也需要懂工艺、懂产线的工业人才，更需要能打通两者的复合型人才。而当前全球范围内此类复合型人才严重短缺，AI 人才与工业知识之间存在显著鸿沟。这一软性瓶颈看似不如技术瓶颈显眼，却往往是制约规模化落地的真正卡点——因为工业 AI 的“最后一公里”，靠的正是既懂模型又懂产线的人，知识的断层直接决定了技术方案能否从实验室走向车间。

场景层面：碎片化导致规模化复制困难。与互联网等标准化场景不同，工业场景高度碎片化、非标化——每家工厂的工艺、设备、产线布局都千差万别。这导致 AI 解决方案陷入“一厂一模型、一场景一部署”的困境，定制成本高企、通用性弱、复制难，规模效应难以释放。如何把“项目制”的定制能力转化为“产品化”的复制能力，从碎片化场景中提炼可复用的共性组件、模块化沉淀行业经验，是整个行业必须跨越的一道坎。

经济层面：投资回报周期与企业承受能力之间的矛盾。尽管 AI 在部分场景回报明显，但涉及全流程、全工厂的智能化改造往往投入大、周期长，对中小制造企业的资金与技术门槛尤为显著。如何平衡短期投入与长期回报，是全球特别是制造业中小企业共同面临的现实难题。

制度层面：安全、伦理、监管及数据主权风险。工业 AI 深度涉及生产安全、供应链关键信息、数据主权与跨境流动等众多议题。随着各国对 AI 治理的规则日益趋严，工业数据的跨境使用、模型的可解释性、责任归属与事故追责等问题，都成为“AI+制造”规模化推进中无法回避的制度性障碍。技术可以跨越国界，但规则与信任的建立却需要更漫长的磨合。这些制度性约束要求企业在推进技术创新的同时，建立与工业场景相匹配的安全、伦理和治理体系。

3. 美国“AI+制造”的发展路径与现状

3.1 发展基础

（1）技术层面：掌握从算法、芯片到软件框架的全链条供给能力

美国是全球人工智能基础研究的重要策源地和前沿技术引领者，在技术路线、科研成果、核心软硬件和开发生态方面均具有较强先发优势。

一是高端科研积累深厚，持续引领技术演进方向。从 2012 年 AlexNet 在 ImageNet 竞赛中取得突破并带动深度学习热潮，到 2017 年 Google 团队提出 Transformer 架构，再到 GPT 等大语言模型快速发展，美国高校和科技企业长期处于 AI 技术创新前沿。数据显示，2024 年美国产出 40 个顶尖 AI 模型，在主要模型性能和技术路线上仍保持显著领先；在全球 AI 论文引用数前 100 榜单中，美国论文占比虽较 2021 年的 64%有所下降，但仍超过 50%。同时，CCF 认定的七项 A 类 AI 顶会中有六项发源于美国，使美国在高端学术评价、成果发布和研究议程设置方面具有较强影响力。

二是基础算法和前沿路线布局全面。OpenAI、Google DeepMind、Meta、Anthropic 等企业持续推动通用大模型迭代，并在多模态、智能体、推理模型等方向形成竞争。与此同时，美国也重视对大模型之外的 AGI 路线进行长期探索，例如 Meta 推动的“世界模型”，以及依托人脑研究发展的“神经 AI”等，力求通过发散性研究和持续试错巩固技术主导权。

三是芯片算力与软硬件生态优势突出。在算力硬件方面，英伟达凭借 GPU 性能以及 CUDA、NVLink 等软件编程和互联技术，构建了软硬件协同的标准生态，在全球

AI 训练和推理芯片市场占据事实主导地位；AMD、英特尔以及 Google 自研 TPU 等进一步增强了美国算力供给体系的厚度。在开发框架层面，TensorFlow 和 PyTorch 分别由谷歌和 Meta 开发维护，已成为全球 AI 研发人员高度依赖的主流工具；相关开发者社区也多由美国企业主导，从而形成较强的隐性技术壁垒。

四是工业软件基础雄厚，为 AI 嵌入制造提供关键接口。在制造业数字化和智能化所需的核心软件领域，美国企业长期占据重要位置：Ansys 在仿真分析领域、Autodesk 在 CAD 设计领域、Cadence 与 Synopsys 在 EDA 领域均处于全球寡头或主导地位。这些软件覆盖产品设计、仿真验证、电子设计和工艺优化等关键环节，为工业大模型、数字孪生和智能体进入制造流程提供了成熟载体。

（2）资金层面：政府、企业与国际资本共同支撑创新投入

美国 AI 发展具有较强的资本动员能力，形成政府资金保障基础研究、科技巨头主导应用转化、国际资本补充扩张需求的多元投入格局。

一是政府资金重点保障关键领域和基础研究。数据显示，2021 至 2025 年，美国政府在 AI 及信息技术领域的投资由 82 亿美元增至 112 亿美元，增幅达 38%；其中，针对 AI 领域的投资由 24 亿美元增至 33 亿美元。美国政府投入重点集中在 AI 前沿技术、基础设施和国防应用等低收益、高投入、不可或缺的关键基础领域。同时，美国还推动政企协同建设 AI 基础设施，例如计划向宾夕法尼亚州投入超过 920 亿美元完善 AI 相关基础设施。

二是私营资本活跃，科技巨头成为应用转化主力。2024 年，美国私营 AI 投资已增长至 1091 亿美元，其中微软、谷歌、亚马逊等大型科技企业占据美国 AI 私营投资的 67%。摩根士丹利预估，微软、谷歌、亚马逊、Meta 四大科技巨头 2025 年 AI 投资将达到 4000 亿美元。企业投资除继续布局算力和数据中心外，正逐步由模型研发转向应用推广。数据显示，2024 年美国生成式 AI 投资额达 339 亿美元，同比增长 18.7%，较 2022 年增长 850%；2025 年投资重点进一步转向医疗、金融、机器人等应用型 AI，这与 AI 赋能高端制造和实体经济场景的方向高度契合。

三是风险投资和资本市场为制造业 AI 创业提供完整通道。美国拥有全球最成熟的风险投资、并购重组和 IPO 退出机制，能够支持生产优化、质量检测、预测性维护、机器人控制、数字孪生平台等制造业 AI 初创企业持续成长。“创业-融资-成长-退出”的顺畅循环，有效降低了前沿技术创新的试错成本。与此同时，国防部、能源部等机构通过采购和研发拨款，为商业化前景尚不清晰但战略价值较高的 AI 制造项目提供早期订单和耐心资本支持。

四是注重引导国际资本和制造业产能回流。美国政府通过《美国优先投资政策》等行政安排，综合运用税收、关税和供应链安全工具，引导资金及关键制造业回流本土科技产业。美国科技企业还通过海外 AI 基础设施、数据中心和模型服务合作，吸引国际资本进入其技术体系。

（3）生态层面：依托高端制造体系形成高价值应用场景

美国制造业增加值占 GDP 比重虽不高，但其制造结构高度集中于知识密集型、技术密集型和高附加值领域，为 AI 深度嵌入提供了质量较高、付费能力较强的应用场景。

一是航空航天领域形成强需求牵引。美国拥有波音、SpaceX、普惠等全球顶级航空航天和国防企业。该类产业对产品性能、可靠性、轻量化和复杂系统协同具有极高要求，AI 可广泛用于发动机检测、结构件设计、飞行仿真、预测性维护和智

能制造调度。由于军工和航天场景对成本敏感度相对较低、对性能和安全要求极高，因此能够为前沿 AI 技术提供早期验证和持续迭代空间。

二是半导体领域构成 AI 与制造相互强化的核心闭环。美国在芯片设计、EDA、半导体设备和部分先进制造环节具有较强控制力，英特尔、美光、格芯等企业承担本土制造功能，台积电美国厂、三星泰勒厂等也在持续扩张先进产能。AI 既可以提升晶圆制造中的缺陷检测、良率分析、工艺优化和设备健康管理水平，半导体产业本身又为 AI 训练和推理提供关键算力支撑，形成 AI 赋能芯片制造、芯片制造支撑 AI 发展的循环。

三是生物医药和高端医疗器械场景价值密度高。辉瑞、强生、礼来、Moderna 等企业在药物研发、临床试验、生产质量控制和供应链管理中大量引入 AI 技术，用于靶点发现、分子筛选、实验设计和制造过程优化。此类行业知识密度高、研发周期长、质量监管严，AI 在缩短研发周期、降低试错成本和提升生产合规水平方面具有显著价值。

四是高端装备、数字孪生和增材制造加速融合。美国在工业机器人、协作机器人、金属 3D 打印、数字孪生和虚拟仿真等方向布局积极，强调 AI 与前沿制造技术深度融合。航空发动机、航天器和复杂军工装备中，越来越多结构件通过增材制造实现轻量化和一体化成型；数字孪生则通过虚拟工厂、设备仿真和生产过程映射，降低实体产线调试成本。这种模式有助于美国在制造环节不追求全面规模扩张的情况下，持续占据高附加值和高技术门槛环节。

3.2 核心战略

美国发展“AI+制造”的核心战略，总体上是以通用人工智能为长期锚点、以“再工业化”为政策工具、以技术驱动为主线的一体化布局，可归纳为以下若干方面：

其一，以通用人工智能为战略锚点，确立长期技术领先目标。美国将通用人工智能视为决定未来国力竞争的关键，通过国家科学基金会、国防高级研究计划局等渠道持续加大对基础模型、算力基础设施和前沿算法的投入，力图在通用人工智能关键节点上保持先发优势。其战略逻辑是把制造业作为通用人工智能落地验证和规模化应用的首要场景，以通用智能的突破反向牵引制造体系升级，形成“智能跃迁-产业跃迁”的联动格局。

其二，以“再工业化”为政策工具，重塑本土制造能力。美国围绕《芯片与科学法案》《通胀削减法案》以及“投资美国”议程，以高额补贴、税收抵免和政府采购为政策工具，推动半导体、电动汽车、清洁能源装备、生物制造等关键产业链回流本土，着力扭转长期产业空心化局面。在此过程中，政策工具并非单纯追求产能回归，而是强调回流的必须是智能化产能，要求受补贴项目同步部署自动化、数字化和人工智能技术，使再工业化与智能化升级同步推进。

其三，以技术驱动为主线，构建“AI+制造”的技术支撑体系。美国重点推进数字孪生、工业互联网、智能制造机器人、生成式设计、预测性维护等技术在制造全流程的应用，依托国家制造创新网络（Manufacturing USA）等平台促进共性技术研发与扩散；同时强化先进制造与人工智能的交叉人才培养，通过产学研协同补齐技能缺口，力图以技术供给和人力资本的双重驱动支撑制造业效率跃升。

其四，以标准、数据与安全为保障，巩固技术与规则主导权。美国注重在人工智能标准制定、工业数据治理、关键设备网络安全等方面先行布局，通过国家标准与技术研究院等机构主导相关规则和技术标准的形成，并借助出口管制、投资审查等手段限制关键技术外流，力求在“AI+制造”领域同时掌握技术优势和规则话

语权。

其五，以安全与韧性为导向，强化供应链自主可控。美国将供应链安全上升为国家安全议题，通过“友岸外包”、关键矿产和零部件本土化、战略储备等手段降低对外依赖，并运用人工智能技术提升供应链监测、预警和快速重构能力，推动制造体系由“效率优先”向“效率与韧性并重”转变。

综合来看，美国“AI+制造”战略的实质，是以通用人工智能为长远牵引、以再工业化为现实抓手、以技术驱动为核心动力，通过政策、资本、技术和规则的协同发力，谋求在新一轮科技革命和产业变革中重塑制造业竞争优势。

3.3 主要优势与短板

（1）主要优势

一是全链条技术供给能力强，具备“软硬一体”的生态闭环。美国在算法、芯片、框架和工业软件四个关键环节同时占据主导地位，且各环节之间通过企业自研和产业协同形成紧密耦合。GPU 与 CUDA 构成算力底座，TensorFlow、PyTorch 提供开发工具，工业软件则承接 AI 能力向制造流程的转化，这种全链条、自循环的技术生态是其他国家短期内难以复制的核心竞争力。

二是高端应用场景质量高，技术迭代与产业需求形成正反馈。航空航天、半导体、生物医药、国防军工等领域技术门槛高、付费能力强、数据质量好，为 AI 提供了复杂度和价值密度均处于全球顶端的应用土壤。强需求场景持续拉动模型和装备迭代，而技术进步又不断拓展场景边界，形成需求牵引技术、技术创造需求的良性循环。

三是资本生态体系成熟，创新容错机制完善。美国拥有全球规模最大、层次最丰富的资本市场，政府资金、科技巨头、风险投资和军工订单各司其职、相互衔接。基础研究有联邦拨款托底，应用转化有巨头投入主导，早期创业有风投和 IPO 通道支撑，战略项目有国防和能源部门的耐心资本，这种多元化资本结构显著降低了前沿技术创新的试错成本和退出风险。

四是顶尖人才集聚，科研议程设置能力突出。全球主要 AI 学术机构、顶级会议和开源社区高度集中于美国，跨国人才流入长期为其创新体系提供补给。高校、企业实验室和国家实验室之间的人员流动与合作网络，使美国在基础研究突破、技术路线选择和标准规则制定方面保持较强的影响力。

（2）相关短板

一是制造业占比偏低，实体应用场景存在结构性断层。美国制造业增加值占 GDP 比重长期维持在较低水平，大量中低端和中端制造环节外迁，导致 AI 技术难以在完整工业体系中实现规模化落地。缺乏足够的物理产线和工艺数据积累，制约 AI 模型向更广制造门类扩散。

二是制造成本高企，智能化改造的经济性不足。本土土地、劳动力、能源和合规成本居高不下，使智能制造投资回报周期偏长。对于利润较薄的中端制造企业而言，引入 AI 系统和先进装备的初始投入过大，容易带来“头部企业用得起、广大中小企业用不起”的现实困境。

三是技能型劳动力短缺，人机协同面临人才瓶颈。“AI+制造”需要既懂工艺又懂数据、既会操作装备又能维护系统的复合型人才，而美国传统产业工人结构老化、年轻劳动力进入制造业意愿不足。即便技术和资本到位，熟练工程师、技师和现

场运维人员的缺口也会限制智能产线的实际效能。

四是产业链不完整，关键环节仍存外部依赖。美国在芯片设计和 EDA 上领先，但在先进封装、部分原材料、元器件和终端组装等环节仍依赖亚洲供应链。制造环节外迁造成的工艺知识流失，不是单靠 AI 和软件就能完全弥补的，一旦供应链受阻，智能制造成果也会受到影响。

3.4 典型案例剖析

（1）SpaceX：以垂直整合和数据闭环重构航天智能制造

SpaceX 是美国“AI+高端制造”路径最具代表性的企业之一。其核心并不只是研发可重复使用火箭，而是通过高度垂直整合的模式，将设计、仿真、制造、测试和飞行数据统一在自有体系之内。火箭发动机、结构件和航电系统大量采用自研自产方式，增材制造被用于复杂部件一体化成型，数字孪生和仿真平台则在发射前对整机性能进行反复虚拟验证。

人工智能在 SpaceX 的火箭研制和发射中主要承担三类功能：一是基于历次发射、回收和发动机试车数据，对异常模式进行快速识别和归因分析，提高风险预警能力；二是通过算法对火箭再入、气动减速、发动机点火和着陆姿态进行实时调整，提升复杂环境下的回收成功率；三是利用虚拟仿真和数据反馈压缩设计迭代周期。由于每次发射都能产生海量真实数据并直接回流至设计与制造环节，SpaceX 形成了“设计-制造-试飞-数据-再设计”的高速闭环，显著降低了试错成本。

（2）英伟达：以算力生态向制造业输出“工业智能底座”

英伟达（NVIDIA）是美国 AI 基础层的最典型代表。从 GPU 起步，英伟达通过 CUDA 生态锁定开发者在算力侧的深度依赖，随后构建了涵盖硬件（GPU、DPU、网络）、系统软件（CUDA）、应用框架（Isaac Sim、Omniverse 工业数字孪生平台）的完整工业 AI 技术栈。近年来，英伟达的 GPU、CUDA 编程环境、高速互联技术以及面向机器人和工业仿真的软件平台，构成了训练工业模型、运行数字孪生和驱动智能机器人的底层支撑。制造企业可在其平台上构建虚拟工厂，对产线布局、机器人路径和生产节拍进行仿真验证，再将优化结果部署到实体车间。

在“AI+制造”领域，英伟达的 Omniverse 平台与 Isaac 机器人开发平台，为工业数字孪生、机器人仿真训练提供核心算力底座。制造业企业可通过 Omniverse 在虚拟环境中完成工厂规划、产线仿真与数字孪生构建，再结合 Isaac Sim 进行机器人与自动化设备的仿真训练。英伟达的 AI 算力已成为全球制造业 AI 应用的“水电煤”，其市值与业绩的持续高增，本质上是全球 AI+制造浪潮的“卖铲人”逻辑兑现。2024-2026 年，随着 AI 算力需求的爆发式增长，英伟达数据中心业务收入持续成倍增长，成为全球市值最高公司之一，充分体现了基础层在 AI 浪潮中的核心枢纽地位。

（3）GE 航空航天：预测性维护与数字孪生的标杆

GE 航空航天公司是工业 AI 应用的先驱与标杆。GE 航空航天公司为其航空发动机、燃气轮机安装了海量传感器，通过远程监测与 AI 算法对发动机健康状态进行实时分析，实现对部件寿命的精准预测与维护时机的最优规划。其“Predix”工业互联网平台作为 GE 数字化转型的核心载体，虽经历商业波折，却深刻影响了全球工业互联网的演进方向。

GE 航空航天公司组建了基于数字技术的机队支持小组，通过大数据分析和智能决策模式，为全球范围内的商用发动机提供高效的支持。当前，GE 航空航天公司的

预测性维护已覆盖全球数万台航空发动机，通过分析发动机振动、温度、油耗等多维数据，实现故障的早期预警与维护计划的提前规划，显著降低航空公司非计划停飞率与维修成本，并推动备件按需供应模式的落地。GE 航空航天公司的实践表明，AI 在资产密集型高端制造中的价值创造具备强大且可复制的潜力。

（4）特斯拉：端到端 AI 驱动的垂直整合制造范式

特斯拉是“AI+制造”技术驱动路线的典型代表。其核心竞争力在于将自动驾驶领域的 AI 技术能力用于汽车制造。在制造端，特斯拉采用一体化压铸技术结合 AI 视觉引导与实时质量控制，大幅简化了车身装配流程，减少了数百个零部件；在软件端，特斯拉车辆收集的海量真实道路数据用于训练 FSD（完全自动驾驶）神经网络，形成了“数据采集-云端训练-模型更新-终端部署”的完整闭环。更重要的是，特斯拉正在将这一模式扩展至人形机器人 Optimus，试图通过具身智能彻底重构工厂内部的物料搬运、质检和装配流程，逐步迈向真正意义上的“无人化”黑灯工厂。在其车间内每一个工位上都安排有屏幕作为系统的神经末梢，能够实时扫描、反映和更新最新的生产操作实况，并通过红绿灯实时调整操作。

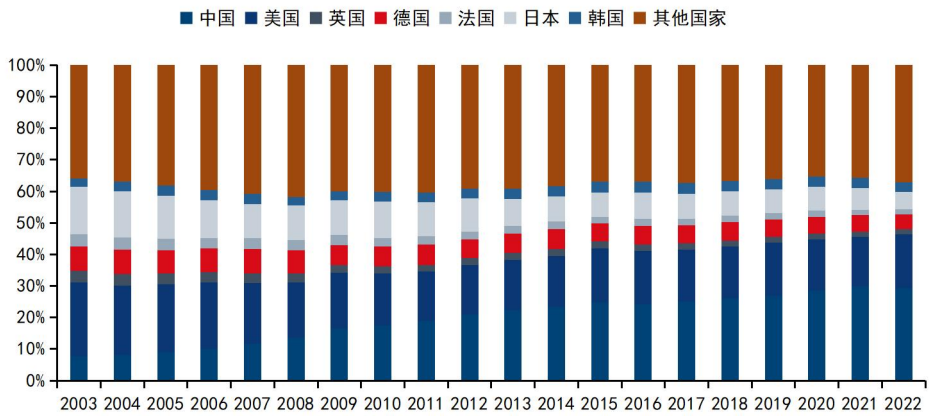
4. 中国“AI+制造”的发展路径与现状

4.1 发展基础

（1）制造业总体规模与体系完备性

经过改革开放四十余年的持续积累，中国已经建成全球规模最大、门类最齐全、体系最完整的制造业体系。中国制造业已形成涵盖 41 个工业大类、207 个中类、666 个小类的完整产业生态，制造业增加值占全球比重约 30%，连续多年稳居世界第一位。庞大的产业体量、完备的门类体系与纵深的产业链结构，构成了中国推进“AI+制造”最根本、最独特的禀赋条件。与以高端知识密集型产业见长的美国不同，中国制造业同时覆盖劳动密集型、资本密集型、技术密集型与知识密集型各类形态，既拥有钢铁、化工、水泥、纺织等传统基础产业，也培育出新能源汽车、动力电池、光伏、消费电子、通信设备等具有全球竞争力的优势产业，还在航空航天、半导体装备、工业机器人、高端数控机床等领域加速追赶。上述这种全产业链体系为 AI 技术的测试、迭代与优化提供了独一无二的“试验田”。

图2：全球主要国家制造业增加值占比



资料来源：万得，国信证券经济研究所整理

从区域分布看，中国制造业形成了长三角、珠三角、环渤海、成渝等若干世界级产业集群，以及大量专业化的“一镇一品”“一县一业”中小制造集聚区。以广东佛山、东莞，江苏苏州、无锡，浙江宁波、温州，山东青岛、烟台为代表的制造业城市，聚集了数十万乃至上百万家制造企业，覆盖从原材料、零部件、整机到品牌、渠道、服务的完整链条。产业集群带来的不仅是规模经济，更重要的是知识外溢、人才流动、供应链协同与快速试错的创新土壤。AI 技术在这样的土壤中，能够以较低的成本完成应用场景推广，这是许多国家所不具备的系统性优势。以东莞潮玩产业集群为例，通过共享模具开发平台与智能仓储系统，企业可将新产品从设计到量产的时间压缩至 15 天，生产周期较国际平均水平缩短 60%，产能可实现单日 3 万件的动态调节。

从市场主体看，中国制造业呈现以公有制为主体、多种所有制经济共同发展的多层次主体结构，具体表现为国有企业发挥压舱石作用、民营企业成为数量主体和活力源泉、外资企业融入全球产业链，以及大中小企业协同融通的格局。国有企业在能源、化工、装备、航空航天等基础与战略领域发挥压舱石作用；民营龙头企业在家电、消费电子、新能源、汽车零部件等领域形成强大的全球竞争力。截至 2025 年，中国已培育专精特新“小巨人”企业逾 1.4 万家、省级专精特新中小企业数十万家，数以百万计的中小微制造企业则构成了庞大的应用长尾。多层次主体意味着 AI 应用既有自上而下的战略牵引，也有自下而上的草根创新，为其技术扩散和场景应用提供了多元化通道。

（2）数字化网络化基础的长期积累

庞大的制造存量，叠加工业互联网、5G、物联网等基础设施的快速部署，使中国成为全球工业数据最为富集的经济体之一。中国拥有全球最丰富的工业数据资源，这源于其庞大的制造业体量和高频次的生产活动。数据显示，2025 年工业数据生产量达 8.53 泽字节（ZB），占企业数据生产总量的 25.43%，位居各行业首位，且数据维度涵盖了设备运行状态、工艺参数、环境信息、人员操作、供应链物流等全要素。截至 2025 年，中国已建成超 3.5 万家基础级、7000 多家先进级和 500 余家卓越级智能工厂，工业互联网应用已覆盖全部 41 个工业大类；其中，代表智能制造最高水平的“灯塔工厂”数量占全球 40%以上。

AI 大模型可以快速在中国丰富的工业场景中落地验证、迭代优化，而中国的制造能力又能够将验证后的技术以最低成本、最快速度转化为规模化产品。在自动化层面，中国已成为全球最大的工业机器人市场，工业机器人装机量与新增装机量多年居世界首位，汽车、3C 电子、锂电、光伏等行业的机器人密度已达到或超过发达国家平均水平。数控机床、自动化产线、PLC、DCS、SCADA 等基础自动化系统在规上工业企业中广泛普及，骨干企业关键工序数控化率持续提升。在信息化层面，ERP、MES、PLM、SCM、CRM 等工业软件经过 30 余年推广，已在大中型制造企业中实现较高渗透率，企业内部人、财、物、产、供、销的信息化管理基本成型。在网络化层面，中国建成了全球规模领先的 5G 网络与工业互联网网络体系，5G 基站数超过 400 万站，5G 行业虚拟专网数量持续快速增长，具有一定影响力的工业互联网平台超过 300 个，跨行业跨领域“双跨”平台数十个，连接设备数量数以亿计（套）。在数据化层面，随着设备联网、传感器布点、工业数据采集与边缘计算节点的规模化部署，工业数据正以指数级速度积累，为模型训练与智能决策提供了要素基础。

中国正加快构建全国统一的数据要素市场，深入推动政务数据跨层级、跨地域、跨部门有序共享和开发利用，多措并举释放公共数据红利。过去，数据标准不统一、接口不兼容、质量参差不齐等问题限制了 AI 模型的训练效果。近年来，随着《中共中央 国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》等政策

的落地以及工业互联网标识解析体系的完善，中国工业数据治理取得了显著进展。截至 2025 年底，中国工业互联网标识解析节点超过 600 个，年解析量突破千亿次，形成了跨企业、跨行业的数据流通基础。

（3）工程师红利与超大规模市场

支撑“AI+制造”发展的不仅是设备、数据等硬要素，人才与市场同样不可或缺。过去十余年，中国每年毕业的理工科大学生与研究生数量均居世界前列，每年工科类毕业生规模数以百万计，其中相当数量进入制造业、信息技术服务业与科研机构，形成了一支规模庞大、成本相对合理、工程化能力突出的工程师队伍。数据显示，中国工程师总量从 2000 年的 521 万人增加到 2020 年的 1765.3 万人，增长约 3.4 倍，年均增速为 6.3%；2020 年，中国科学家与工程师的总量是欧盟的 1.2 倍、美国的 2.6 倍、英国的 5.1 倍、德国的 5.5 倍、法国的 9 倍、意大利的 16.4 倍。与传统意义上的人口红利逐步减弱相对应，工程师红利正在成为中国制造业向智能化跃迁的关键支撑。

与此同时，中国拥有 14 亿人口和规模超过 4 亿的中等收入群体，是全球第二大消费市场与最具成长性的内需市场。超大规模市场一方面为新产品、新业态提供了快速放量的空间，使得新能源汽车、智能家电、服务机器人、可穿戴设备等智能化产品能够迅速摊薄研发与产线投入；另一方面也对制造体系的柔性化、定制化、快速响应能力提出了更高要求，倒逼企业引入 AI 进行需求预测、智能排产与供应链协同，形成“需求升级-供给响应-技术迭代”的正向循环。在内外双循环格局下，超大规模内需市场与完整产业体系相互嵌套，为中国“AI+制造”提供了独特的需求侧优势。

（4）政策体系构建制度保障

中国政府对“AI+制造”的重视程度空前，政策体系呈现出顶层设计清晰、落地措施具体、支持力度持续的立体化特征。2017 年，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，首次将人工智能上升为国家战略，其核心目标是打造人工智能先发优势，标志着技术研发与产业培育成为政策重点。此后，《“十四五”智能制造发展规划》《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023 年）》等文件相继出台，形成了从基础研究、技术攻关、产业培育到应用推广的完整政策链条。特别是 2026 年以来，工信部等先后推出“人工智能+制造”专项行动，明确围绕创新筑基、赋智升级、产品突破、主体培育、生态壮大、安全护航、国际合作等七大重点任务，促进人工智能技术与制造业应用“双向赋能”。此外，各地政府也出台了配套的财政补贴、税收优惠、人才引育等政策。例如，广东省设立了制造业赋能奖励专项资金重点支持 AI 应用等领域，江苏省推出了“智改数转网联”专项工程，浙江省实施了“产业大脑+未来工厂”计划。这些政策不仅提供了资金支持，更通过构建良好的营商环境和生态体系，加速了 AI 技术在制造业的渗透。

4.2 核心战略

（1）总体逻辑

中国“AI+制造”的总体战略部署，是在“制造强国”“网络强国”“数字中国”三大顶层战略框架下系统展开的。中国兼具超大规模市场、丰富的人力资源、完整的产业体系和多层次的产业结构，并在政策引导与国家战略层面具备较强的统筹能力。从《智能制造发展规划（2016-2020 年）》将智能制造上升为培育经济增长新动能的必由之路，到《“十四五”智能制造发展规划》明确推动制造业数字化、网络化、智能化发展；从《新一代人工智能发展规划》对 AI 与实体经济深度融合作出总体布局，到《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》、制造业智

能化改造和数字化转型专项行动的全面推进，政策主线一以贯之：坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，以应用牵引技术、以场景驱动创新、以全产业链协同释放系统效能，推动人工智能更好赋能新型工业化。

与美国“以通用人工智能为锚点、以再工业化为政策工具”的技术驱动路线不同，中国走的是一条“应用牵引、场景驱动、平台支撑、生态协同”的融合驱动路线。其内在逻辑可概括为：依托全球规模最大、门类最全的制造体系，从投入产出比最清晰、痛点最明确的环节切入，快速形成可复制、可推广的解决方案，在规模化应用中积累工业数据、打磨算法模型、培育本土供应商；通过梯次拓展，逐步实现从工具智能、产线智能、工厂智能到产业链与产业集群智能的层级跃迁，最终以体系化、生态化能力支撑制造业整体迈向中高端。这一路径强调的是先在制造业最痛、最有支付意愿的环节实现单点突破，用可验证的经济回报证明 AI 价值，进而由点及面地向全流程、全链条扩散，最终实现制造体系的整体智能化跃升。

（2）战略主线

中国“AI+制造”的战略主线可以用“场景牵引、单点突破、链条渗透、体系升级”进行概括，四个环节层层递进、循序渐进。

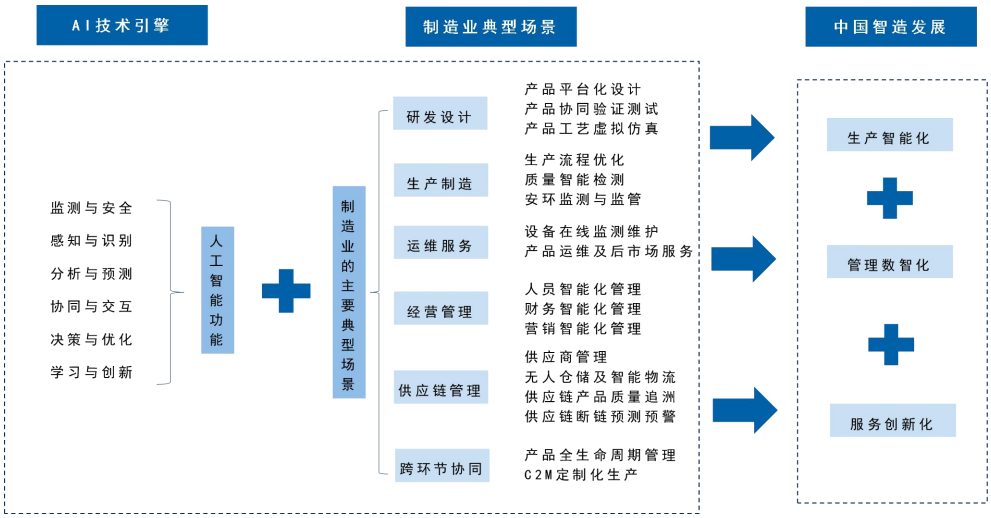
场景牵引，是指以制造业真实痛点和价值诉求为出发点选择技术切入点。各级政府通过发布“应用场景清单”“能力供给清单”，举办“百城千园万企”数字化转型行动、智能制造试点示范行动、工业互联网试点示范等，组织供需对接；链主企业则开放自身场景，带动上下游协同改造。场景牵引有效降低了 AI 技术进入工业现场的门槛，也使技术投入始终对准质量、成本、效率、安全、绿色等可度量的经营指标。

单点突破，是指优先在投资回报明确、数据基础较好、改造风险可控的点状环节落地 AI 应用。典型如以机器视觉替代人工质检、以预测性维护降低非计划停机、以智能排产提升订单交付效率、以视觉引导机器人提升上下料与装配柔性、以能源管理优化降低单位能耗等。这些场景契合中国大量制造企业尤其是中小企业对快速 ROI 的诉求，因而获得了极高的渗透率与扩散速度。单点突破不仅创造了直接经济效益，更重要的是培育了企业对 AI 的认知与信任，锻炼了一批既懂工艺又懂算法的复合型团队。

链条渗透，是指在点状应用成熟之后，向研发设计、工艺仿真、计划调度、生产作业、质量管控、设备运维、仓储物流、营销服务等全流程延伸，并沿着产业链向上下游扩散。链主企业依托工业互联网平台，向供应商输出质量标准、排产协同、库存共享、工艺优化等能力，带动供应链整体智能化；面向终端客户，则发展远程运维、设备健康管理、产品即服务等新型模式。链条渗透使 AI 价值从“环节优化”升级为“流程重构”，从单个企业的降本增效扩展为整条产业链的协同增益。

体系升级，是指最终走向以智能工厂、灯塔工厂、卓越级智能制造成熟度企业为节点，以产业互联网平台与“产业大脑”为枢纽的区域级、行业级智能制造体系。通过“数字化车间-智能工厂-产业链协同-产业集群治理”的层级跃迁，实现资源配置、产业组织、公共服务与宏观治理方式的智能化变革。浙江、广东、江苏等地探索的“产业大脑+未来工厂”模式，正是体系升级的典型实践：一方面以行业级工业互联网平台汇聚产业链数据，提供供需对接、产能共享、质量追溯、金融服务等共性能力；另一方面以数字化手段支撑区域产业运行监测、政策精准滴灌与风险预警。

图3：AI 技术助推“中国智造”发展



资料来源：《人工智能赋能中国制造业数智化转型》（李雪灵，2025），国信证券经济研究所整理

（3）具体演进路径

第一阶段（2015-2020 年）：点状智能化应用起步。这一阶段以机器视觉质检、预测性维护、智能排产、AGV 仓储搬运、设备远程监控等单点应用为代表，技术上以传统机器学习、深度学习中的 CV 与时序算法为主，部署上以“AI+自动化设备”或“AI+工业软件模块”的形态嵌入既有系统。行业上率先在 3C 电子、汽车、半导体、家电等数字化基础较好、质量要求较高的领域突破。该阶段的主要价值是替代重复劳动、减少人工漏检、降低非计划停机，企业以 ROI 为主要决策依据，供给侧涌现出一批工业 AI 与机器视觉专业厂商。

第二阶段（2020-2023 年）：全流程智能化与平台化扩展。随着工业互联网平台趋于成熟、5G 专网规模部署、数字孪生技术实用化，AI 应用由单点走向全流程，由车间走向企业、由企业走向供应链。研发设计领域出现 AI 辅助设计、生成式设计、仿真加速；生产领域出现 AI+APS 高级排产、工艺参数优化、全流程质量追溯；运营领域出现能耗优化、安全生产行为识别、经营智能决策；服务领域出现远程运维、故障预测、按使用付费的商业模式创新。国家通过智能工厂梯度培育行动，在原材料、装备、消费品、电子信息等行业建设了大量基础级、先进级、卓越级智能工厂和灯塔工厂，形成了可复制推广的行业级方案包。

第三阶段（2023 年以来）：工业大模型、工业智能体与产业大脑兴起。以大语言模型、多模态大模型为代表的通用 AI 技术快速向工业领域渗透，工业大模型、工业智能体、具身智能成为新焦点。一方面，华为、百度、阿里、腾讯等通用大模型厂商纷纷推出工业大模型或行业大模型；另一方面，中国电信、中国移动、中国联通、国家电网等企业，依托行业经验、工艺数据和专家知识打造垂直模型与智能体应用，面向设备运维、工艺辅助、知识管理、代码生成、调度优化等高价值场景落地。与此同时，人形机器人、灵巧手、多足机器人等具身智能形态加速在汽车、3C、物流、巡检等场景试点，AI 开始从“软件中的智能”走向“物理世界中的智能”，与机器人、数控机床、自动化产线深度融合。

4.3 主要优势与短板

（1）主要优势

一是场景优势无可比拟。中国拥有全球最完整的工业门类和最大规模的制造体量，覆盖从原材料、零部件到整机产品的广泛环节，既有流程制造也有离散制造，既有大型龙头企业也有大量中小企业。这种丰富多样的产业场景为 AI 技术提供了全球少有的“试验场”，使各类算法、模型和解决方案能够在真实生产环境中快速验证、持续优化。较低的试错成本和较快的验证速度，有利于缩短 AI 技术从实验室走向产线的周期，推动创新成果加速落地。

二是政策与体制优势突出。中国政府通过《新一代人工智能发展规划》、智能制造专项、工业互联网创新发展工程等密集政策供给，形成了较为系统的顶层设计和推进机制。同时，举国体制的组织能力能够在算力基础设施建设、行业标准制定、典型场景示范和规模化推广等方面集中资源、形成合力，降低企业应用 AI 的不确定性，为工业 AI 规模化落地提供制度保障。

三是规模化与产业链协同优势明显。中国拥有从基础原材料到终端产品的完整产业链，AI 应用能够沿着产业链实现链式升级，而非局限于孤立企业或单点环节。长三角、珠三角等地的电子信息产业集群，为 AI 技术研发、供需对接和规模化协同提供了重要载体，有利于推动 AI 从单点应用向全链条渗透。

四是数据规模优势显著。全球最大的工业数据规模与中国丰富场景相结合，构成难以复制的数据资产，为工业 AI 模型的持续迭代提供动能。海量数据有助于提升模型精度和鲁棒性，形成“数据-模型-场景”的闭环。

（2）相关短板

一是基础软件与核心算法依然薄弱。尽管应用层发展迅速，但中国工业 AI 的基础层仍面临严峻挑战。高端 CAD、CAE、EDA 等工业软件的核心内核依然依赖国外，存在“卡脖子”风险。在 AI 基础算法领域，虽然中国在应用层创新活跃，但在底层框架、编译器、高性能计算库等方面与国际领先水平仍有差距。此外，高质量的工业数据集稀缺，公开可用的标准数据集较少，制约了大模型的训练效果。

二是高端工业传感器与精密器件仍依赖进口。AI 的有效应用离不开高精度的数据采集，而高端工业传感器（如高精度力觉、视觉传感器）、高性能芯片（如 AI 推理芯片、FPGA）等关键器件主要依赖进口。这些器件的性能和稳定性直接影响 AI 系统的整体表现，供应链安全风险较高。

三是复合型人才短缺。“AI+制造”需要既懂人工智能技术，又懂工业工艺和场景的复合型人才。目前，高校教育体系尚未完全适应这一需求，导致人才供给不足。工业界中，既懂 AI 算法又懂生产流程的“双料专家”极其稀缺，这限制了 AI 技术与业务场景的深度耦合。

四是中小企业转型动力与能力不足。虽然头部企业转型积极，但广大中小企业由于资金、技术、人才限制，对“AI+制造”的转型意愿和能力较弱。它们往往面临“不敢转、不会转、转不起”的困境，导致 AI 技术在制造业的渗透率呈现两极分化，影响了整体产业升级的步伐。

4.4 典型案例剖析

（1）海尔卡奥斯：从“灯塔工厂”到“产业大脑”的平台化路径

海尔卡奥斯是中国“AI+制造”平台化的代表性案例。作为中国最早探索工业互联网平台的企业之一，海尔依托家电制造的深厚产业积累，将自身的智能制造经验抽象为可复制的平台能力，向服装、化工、能源、机械等跨行业输出。截至 2025 年底，卡奥斯平台已连接设备超过 251 万台，覆盖 480 多种工业协议，聚合超过

180TB 数据与 70 多个数据产品，服务 15 个行业、数十万家企业；已在全球参与赋能灯塔工厂 17 家，覆盖 10 余个行业，形成了全球规模最大、覆盖行业最广的“灯塔集群”。

海尔卡奥斯平台化路径的核心，体现在“大连接、大数据、大模型”三大竞争力上：大连接即打通企业内外的设备与数据资源；大数据即打破工业数据孤岛、聚合多行业工业数据;大模型则是在 LLaMa 等开源基础模型上自主研发了 COSMO-GPT 工业大模型，内置 5000 多个机理模型与 200 多个专家算法库，赋能全场景、全业务流程应用。以智能制造为例，针对中小企业信息化起点低、信息采集靠人工、效率低噪音高等问题，COSMO-GPT 工业大模型提供企业工艺自动成链、工序推荐、数据异常监控等能力，实现工艺链梳理耗时缩短 40 天。此外，卡奥斯还构建了开放创新生态，汇聚 40 多个开放硬件、600 个算法开源项目和 38 万名开发者，成为面向中小企业的智能制造基础平台。这种“从自用到外赋”的路径，使 AI 能力得以跨越企业边界，成为产业公共基础设施。

（2）宁德时代：AI 驱动新能源制造的全球标杆

宁德时代是全球动力电池龙头，其在“AI+制造”领域的实践代表了高端制造全流程智能化的方向。宁德时代的案例深刻契合了“一体两翼”的智能制造范式——以工业 AI 平台为基础底座,以大模型代表知识智能、以机器人代表物理自动化,深度协同推进全价值链升级。在产线端，宁德时代部署了覆盖全工序的机器视觉质检体系,从极片缺陷检测到电芯装配精度验证,AI 视觉系统的应用实现了从“经验检测”向“数据驱动检测”、从“事后质检”向“事前预警”的质量管理范式转变；在工艺端，通过 AI 仿真优化电池材料配方和电芯工艺参数，将研发周期显著缩短，打破传统设计的经验局限，实现多方案快速迭代；在供应链端，其全球化智能排产系统实现了多基地协同生产，构建了“需求预测-库存优化-智能调度”的动态循环，大幅提升产能利用率和交付准时率。

截至 2025 年底，宁德时代 20 家电池工厂通过 ISO 14068-1 认证，成为零碳工厂，核心运营零碳电力使用比例达到 100%。这其中，AI 能耗优化系统是实现零碳目标的关键支撑。通过精确建模和预测，实现能源使用的实时优化，显著减少能源浪费，同时依托 AI 材料创新加快新型材料研发、提升可回收性，支持循环经济。宁德时代的案例说明，中国制造企业已具备将 AI 深度融入全价值链、并向全球输出中国智造标准的能力。

（3）赛力斯：超级工厂的全价值链智能协同

赛力斯是“AI+制造”走向全场景融合、构建智能超级工厂的代表。赛力斯目前建设了三座智慧工厂，其中，赛力斯超级工厂占地面积 2700 余亩，厂内还拥有超过 1600 台智能化设备和超 3000 台机器人的智能配合，实现了冲压车间、焊接车间、涂装车间的 100%自动化，总装车间的自动化率也很高，在行业内树立了智能制造的新标杆。为了进一步提升智造品质，赛力斯超级工厂运用质量自动化管理系统，实现车型全价值链数据互联互通，完成从一块钢板进线到整车下线全过程的质量数据采集、分析，自动提取异常特征、判断并控线，实现质量问题实时拦截，自动定位异常设备，确保问题快速分析、追溯、闭环，形成一车一档，保障了产品的高质量交付。

赛力斯超级工厂的创新不仅在厂房内，还开创了智慧无人物流港，对汽车行业工厂物流进行了根本性变革。物流港以箱代库、甩挂运输模式，通过集成硬件、软件技术，实现厂内物流的无人化运输、智能化调度、配送。此外，赛力斯还首创“厂中厂”模式，将多家核心供应链企业集成到超级工厂中，通过空中连廊等实现集聚化、共同设计、同步生产，探索出产业链智能协同的可行路径。从赛力斯

下达指令到供应商产线进行调整，只需要不到 20 分钟的时间，显著提升了生产效率。

5. 中美路径比较与全球制造业新秩序

5.1 中美“AI+制造”路径对比

人工智能与制造业的深度融合，正在成为重塑全球产业版图的核心驱动力。中美两国“AI+制造”的路径差异植根于两国在发展阶段、技术积累、制度环境、产业生态等层面。理解这种路径差异，是研判未来全球制造业新秩序的前提。

表4：“AI+制造”的中美路径对比

相关维度	中国路径	美国路径
驱动逻辑	应用牵引：制造场景驱动技术落地	技术驱动：AI 基础能力引领制造升级
战略定位	以全产业链协同为抓手，赋能实体经济高质量发展	以通用人工智能为锚点，巩固全球战略产业优势
主要突破口	从质检、排产、维护等点状应用铺开，逐步覆盖全价值链	航空航天、半导体、生物医药等知识密集型行业
技术侧重	工业大模型、智能体、机器视觉、场景化解决方案	基础模型、芯片算力、工业软件、前沿技术融合
政策工具	《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》《“人工智能+制造”专项行动实施意见》《智能计算中心规划建设指南》等	芯片法案、通胀削减法案、先进制造计划、AI 行政令
价值导向	降本增效与快速 ROI，追求规模化落地与产业协同	技术主权与技术溢价，强化标准制定与规则引领
应用深度	广度领先（应用普及率高但深度整合不足）	高端渗透（企业级 AI 融合度高但普及面窄）
数字化转型	数字化提速但数据孤岛制约深度应用	数字化基础较强但制造业空心化制约
生态特征	政府引导+市场驱动，组织动员能力突出	私营部门主导，资本和创新投融资体系成熟

资料来源：万得，国信证券经济研究所整理

从发展阶段看，美国长期处于“后工业化”阶段，本土制造环节大量外迁，制造业增加值占国内生产总值比重总体偏低，但其在人工智能基础理论、通用大模型、工业设计软件、核心芯片、云计算、工业互联网协议和高端装备控制等领域拥有较强优势。美国推动“AI+制造”的首要目标，是通过人工智能、机器人、增材制造和数字孪生等技术，降低本土制造成本，重建关键产业链，增强对全球工业软件、工业数据和智能制造标准的控制力。因此，美国路径具有明显的技术供给牵引和高端生态主导特征，更强调以基础模型、软件工具链和平台系统重构制造业价值分配。中国则是全球唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家，拥有从基础原材料、零部件、整机制造到终端消费市场的完整产业网络。截至 2026 年 9 月底，中国已累计建成了 1.3 万余家先进级、500 余家卓越级智能工厂，培育 15 家领航级智能工厂。中国推动“AI+制造”的基础是依托大量工厂、设备、工艺工程师和复杂供应链，在质量检测、排产调度、预测性维护、工艺优化、仓储物流、能源管理等场景中快速形成规模化应用。

从技术积累看，美国在人工智能基础理论、核心算法、算力芯片以及高端工业软件等“从 0 到 1”的原始创新层面具有显著优势。长期以来，美国凭借全球领先的科研体系、顶尖高校和科技企业研发能力，在深度学习框架、大模型架构、高性能 GPU、EDA 工具以及工业仿真软件等底层技术领域形成了深厚积淀，掌握着全球人工智能与先进制造融合发展的关键技术入口和标准话语权。相比之下，中国的比较优势则更多体现在“从 1 到 N”的应用创新与工程化落地环节。依托移动互联网时代积累的庞大用户规模、海量数据资源以及强大的产业协同能力，中国企业在算法工程化、产品迭代速度和商业化运营方面展现出世界级的竞争力，能够将前沿技术迅速转化为贴近市场的实际应用。这种能力在人工智能与制造业深

度融合的场景中尤为突出——依托完备的工业体系和丰富的生产场景，中国企业能够将 AI 快速嵌入到质检、排产、预测性维护、工艺优化等具体环节，实现从技术验证到规模部署的高效闭环。

从制度环境看，美国对“AI+制造”的支持体现为“市场主导+政府引导”的混合模式。联邦层面通过《芯片与科学法案》《通胀削减法案》等立法，投入超过数千亿美元推动半导体、清洁能源、先进制造等领域的本土化投资，其中 AI 被视为提升制造效率的关键技术手段。同时，美国国防部高级研究计划局（DARPA）、美国国家科学基金会（NSF）持续资助 AI 与制造相关的基础研究，为技术突破提供持续的制度保障。中国对“AI+制造”的支持体现为“顶层设计+地方实践”的系统性推动。2024 年以来，中国密集出台了一系列相关政策文件，包括《关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见》《制造业数字化转型行动方案》《工业互联网和人工智能融合赋能行动方案》等，构建了从国家到省市、从行业到企业的多层级政策支撑体系。工业和信息化部等部委持续推动智能工厂培育、“5G+工业互联网”融合应用、“AI+制造”试点示范等工程，形成了从试点到推广的梯次推进格局。

从产业生态看，美国“AI+制造”生态主要由四类主体构成。第一类是云与 AI 平台企业，如 Microsoft、Google、AWS、Oracle、NVIDIA，提供大模型、算力、云平台、AI 开发工具和行业智能体框架。第二类是传统工业软件与自动化企业，如 Rockwell Automation、Autodesk、PTC、AspenTech、GE Vernova 等，将 AI 嵌入设计、生产、维护和能源管理系统。第三类是制造龙头，如 Tesla、Intel、Micron、Boeing、Lockheed Martin、Johnson & Johnson 等，围绕自身工厂、供应链和军工任务开展智能制造应用。第四类是创业公司，覆盖生成式设计、机器人基础模型、工业视觉、预测性维护、供应链智能和质量分析等细分方向。该生态的典型特征是平台能力强、软件价值高、资本驱动明显、企业服务成熟。

中国“AI+制造”生态同样可以概括为四类主体，但其角色定位与美国存在一定差异。第一类是云与 AI 技术提供商，如华为、阿里云、百度智能云、腾讯云、科大讯飞、商汤科技等。与美国科技巨头类似，这些企业提供算力底座、大模型、AI 开发平台和工业智能体框架；但不同的是，它们在中国市场不仅扮演技术供应商的角色，更深度参与到工业场景的系统集成、解决方案定制和产业链协同中。第二类是工业软件与自动化龙头，如中控技术、宝信软件、用友网络、金蝶国际等，这些企业在中国“AI+制造”生态中承担着将 AI 与工业生产过程深度融合的关键角色。第三类是制造业链主企业和行业龙头，如比亚迪、宁德时代、美的、海尔等。与美国制造龙头主要围绕自身工厂和供应链开展应用不同，中国链主企业往往同时承担“自用”和“外溢”双重功能：一方面在自身工厂中大规模部署 AI，实现极限制造、柔性生产和全价值链协同；另一方面将积累的技术、平台和经验向上下游配套企业开放，带动整条产业链转型。第四类是中小制造企业、专精特新企业与系统集成商。近年来，一批专精特新“小巨人”企业在工业视觉、传感器、精密测量、机器人核心部件、工业数据治理等细分赛道快速崛起，成为生态中的关键补位者；系统集成商则承担着将 AI 技术与产线设备、工艺流程和管理体系对接的职责，是连接技术供给与现场需求的桥梁。

5.2AI 如何重构全球制造业竞争规则

AI 对全球制造业竞争规则的重构，主要从以下四个维度展开：

其一，竞争基础从“成本优势”转向“数据+算法优势”。传统制造业竞争建立在要素成本差异之上——劳动力、土地、资源的低成本优势曾是发展中国家参与全球分工的核心筹码。然而，自动化与 AI 技术的普及正在弱化低成本劳动力在全

球产业转移中的重要性。随着 AI 能够优化工艺参数、调度生产排程、控制机械臂动作，制造的核心竞争力正从物理资产转向软件与数据能力。数据成为关键生产要素，驱动生产效率提升与产业升级的核心资源正从传统有形要素转向无形要素。目前，智能化技术通过数据等新型生产要素推动要素禀赋结构、产业空间布局、技术演进路径和制度环境发生系统性变革。

其二，产业格局从“梯度转移”转向“双向重构”。传统全球产业转移遵循“发达国家-发展中国家”的单向梯度逻辑。在智能化技术推动下，制造业呈现向发达国家回流与向东南亚等低成本地区分流并存的格局。高工资国家的制造成本因 AI 而显著降低，促进了“再工业化”战略的实施；同时，低工资国家通过引入 AI 提升制造效率，也在加速赶超。这种双向重构使得全球制造业的竞争版图更加复杂、更加分化。

其三，价值链治理从“链式主导”转向“网络化协同”。传统由主导企业垂直协调的链式治理模式，随着平台型 AI 工具的发展，正趋向扁平化与网络化。中小制造企业可通过公有云 AI 平台接入全球创新网络与订单系统，降低对龙头企业的单向依赖。全球价值链治理呈现多中心、分布式特征，制造业的竞争已不仅是企业层面的竞争，更是产业链生态的竞争。

其四，国际规则从“贸易规则”转向“技术规则与数据规则”。当 AI 成为决定制造业竞争力的核心要素，围绕 AI 技术的标准、数据流动规则、算法治理规范就成为国际竞争的新战场。美国通过 USMCA、IPEF 等协定推动数字技术、数据流动和知识产权保护等新规则的实施；中国则在 RCEP、CPTPP 等数字贸易框架下积极推动数据治理、数字税与市场准入规则的国际化进程。技术治理与数据规则正在成为大国博弈的新焦点，全球技术治理体系可能出现碎片化与区域化趋势，不同技术标准阵营之间的竞争与博弈将日益加剧。

5.3 全球制造业新秩序的未来图景

第一，制造业的“AI 密度”将成为衡量国家竞争力的重要指标。正如 20 世纪初的电气化率和 20 世纪末的信息化率决定了国家的产业竞争力，未来十年制造业 AI 渗透率（即 AI 在制造业各环节中创造的价值占制造业总增加值的比重）将成为衡量一国制造业竞争力的关键标尺。根据麦肯锡的数据，在灯塔工厂的前五大应用场景中，人工智能的渗透率在过去五年内从约 20%提升至 80%以上，而生成式 AI 的兴起正进一步推动技术应用迈向新高度。

第二，“人机协作”将重新定义制造业的劳动力结构。AI 不是简单地“替代”人，而是“重构”人与机器的协作方式。未来十年，制造业将出现“三类人机协作模式”：AI 增强型工人（AI-augmented workers），即 AI 辅助人类做出更好的决策和操作；AI 自主型系统（AI-autonomous systems），即在限定场景中完全由 AI 自主运行(如“黑灯工厂”)；人机协同型团队(human-AI collaborative teams)，即人类和 AI 智能体在同一个工作流中灵活切换主导权。这种变革将对制造业就业结构产生深远影响——高技能、创造性岗位需求增加，中等技能、重复性岗位需求减少，低技能岗位部分被替代但也会有新的服务型岗位出现。

第三，“制造即服务”（Manufacturing-as-a-Service，MaaS）模式将兴起。AI 驱动的柔性制造系统和工业互联网平台将使得制造能力可以像云计算一样被“按需调用”。中小企业不再需要自建全套生产能力，而是可以通过平台按需获取 AI 优化的制造服务。“AI+制造”平台将成为制造业的“AWS 时刻”，正如云计算降低了创业的 IT 门槛，MaaS 将降低制造业的进入门槛，并催生新一轮的制造业创新创业浪潮。

第四，碳中和与 AI 的双重转型将重塑制造业的底层逻辑。全球碳中和进程将持续推动制造业的绿色化转型，而 AI 在能源优化、材料创新和循环经济中的关键作用使得绿色制造和智能制造正在深度融合，推动实现经济效益与生态效益的双赢。中国提出的新质生产力理念和美国推动的“先进制造+清洁能源”议程，在底层逻辑上具有一定的共性。那些能够率先实现“AI+绿色”双重转型的制造业体系，将在下一轮全球竞争中获得领先优势。

5.4 中国“AI+制造”的发展方向与破局路径

第一，补齐基础短板，补齐基础短板，筑牢产业底座。针对中国工业软件、工业机器人、高性能算力芯片、传感器等核心部件与关键装备仍存在“卡脖子”环节、自主可控能力有待提升的现实问题，亟须加快补齐短板、夯实根基。基础层面，要集中力量攻坚工业 AI 所需的算力、算法与数据三大底座，加快高端工业软件和智能制造装备国产化替代进程，突破大模型在工业场景应用中的实时性、可靠性与能效瓶颈；数据层面，要建设高质量工业数据集和行业知识库，推动工业数据要素的标准化采集、安全共享与合规流通，破解工业数据“孤岛化”“碎片化”难题；平台层面，要统筹布局国家级、行业级工业互联网平台与算力基础设施，推动云边端协同的智能算力下沉到车间和产线，为大规模工业智能应用提供坚实的物质与技术支撑。通过补短板、锻长板并举，着力构建自主可控、安全可靠的“AI+制造”技术产业体系，从根本上增强产业链供应链的韧性与竞争力。

第二，强化场景优势转化，激活应用潜能。中国拥有全球最完备的工业体系、最丰富的应用场景和最庞大的制造业用户基础，这是推进“AI+制造”最突出的比较优势，必须加快把场景优势转化为产业胜势。要面向研发设计、生产制造、质量检测、设备运维、供应链管理、能耗管理等关键环节，遴选和推广一批标杆性、可复制的“人工智能+”典型应用场景，形成“以用促研、以用促建”的良性循环。鼓励龙头企业开放应用场景、共享数据资源，带动中小企业“小切口、快迭代”式落地轻量化 AI 应用，降低智能化改造成本与门槛。同时，建立场景供需对接机制，推动制造企业、AI 企业、高校科研院所精准匹配、协同攻关，让大模型、机器视觉、数字孪生等新技术在真实产线上反复打磨、迭代升级。通过场景牵引、数据驱动、应用反哺，不断提升工业 AI 产品的成熟度与通用性，加快从单点突破迈向全链协同。

第三，推动“AI+制造”生态协同，壮大产业合力。推进“AI+制造”是一项系统工程，单靠某一环节、某一主体的单打独斗难以奏效，必须构建政产学研用金协同共进的融合生态。政府层面，要发挥规划引导、政策支持与监管规范作用，统筹设立专项基金，加大对关键核心技术攻关和首台套应用的政策扶持；企业层面，要推动制造企业、AI 企业、软件企业、装备企业跨界融合、链式协作，培育一批生态型链主企业和专精特新中小企业；科研层面，要依托国家实验室、制造业创新中心等载体，强化产学研用协同攻关，打通从基础研究、技术开发到工程化应用的转化通道；金融层面，要引导耐心资本、风险资本更多投向“AI+制造”领域，破解长期投入与短期回报的结构性矛盾。通过构建开放包容、互利共赢的产业生态，促进技术、资本、人才、数据等要素高效汇聚、有序流动，形成大中小企业融通创新、上下游协同发力的整体格局。

第四，完善标准、安全与人才体系，夯实制度支撑。标准方面，加速工业 AI 标准体系构建，覆盖数据、模型、评测、安全、标识等关键环节，并积极参与国际标准化组织活动，推动中国标准、中国方案“走出去”，提升全球产业协同话语权。安全方面，健全 AI 安全治理与可信 AI 体系，落实工业数据分类分级、跨境流动、模型安全评估、算法备案和供应链安全审查，在保证创新活力的同时筑牢数据安

全与生产安全的底线，着力构建发展与安全并重的治理框架。人才方面，在高校增设交叉学科、在职业院校强化智能制造技能培训、在企业推行“工程师+AI”再培训，构建从科学家到产业工匠的多层次人才梯队。通过标准引领、安全护航、人才支撑协同发力，为制造业高质量发展提供坚实制度保障。

6. 投资主线与投资机会研判

6.1 投资主线一：工业 AI 基础设施

工业 AI 的基础设施层是整条产业链“水、电、煤”式的底层支撑，具备高确定性、长周期与强壁垒特征，其核心是通过构建 AI 原生基础设施，解决传统产业智能化转型中的算力成本高企、算法适配困难、数据流通受阻等痛点。

（1）工业智算中心。工业 AI 模型的训练与推理对算力需求持续攀升，面向工业场景的智算中心，尤其是企业级、园区级、区域级工业智算设施，呈现确定性增长态势。投资方向涵盖工业智算中心建设运营、边缘计算设备与 AI 加速模块、算力调度平台、GPU 芯片国产替代等。其中，国产 GPU 在工业场景的规模化落地是中长期确定性较高的投资主线，相关具备核心芯片设计能力及场景适配能力的厂商具备较高的配置价值。

（2）工业互联网平台。平台是“AI+制造”落地的中枢载体，具备汇聚设备、数据、应用与生态的枢纽价值。平台企业的价值在于其沉淀的行业数据壁垒与生态粘性。投资方向包括：综合性工业互联网平台、行业垂直平台、平台即服务（PaaS）与软件即服务（SaaS）模式创新等。能够深度整合工业软件、AI 能力与“懂行业痛点”的综合性平台企业，以及聚焦特定行业（如汽车、钢铁、电子、化工）形成深度解决方案的垂直平台商具备较好的投资价值。

（3）工业数据集服务。数据是 AI 的“燃料”，高质量工业数据的获取、标注、治理与交易属于刚性需求。随着数据要素市场化改革推进与数据资产入表落地，工业数据服务和数据空间建设有望迎来加速发展窗口期，数据确权、数据交易等新业态将逐步走向成熟。投资方向包括行业级数据标注与治理服务、隐私计算与数据安全服务、合成数据生成（AI for DATA）等。具备为工业 AI 提供数据分析、标注服务、数据治理工具、行业知识库与数据集建设能力的服务商将充分受益于产业扩容。

6.2 投资主线二：工业智能体与具身智能装备

这一主线聚焦“AI+制造”的终端落地载体，兼具成长性与爆发力，是技术突破与产业降本共振最显著的赛道。

（1）工业机器人（智能协作方向）。传统固定轨迹工业机器人正加速向具备视觉感知、力觉反馈、自主决策能力的智能机器人演进。投资方向涵盖工业机器人本体制造、AI 赋能的核心零部件（减速器、伺服系统、控制器）、机器人操作系统与 AI 控制器等。在智能控制、机器视觉、力控技术等方面构筑核心能力，并在人机协作场景中实现规模化落地的工业机器人企业，具备较强的成长弹性。

（2）人形机器人（具身智能）。人形机器人被视为 AI 与物理世界交互的终极形态，具备广阔的替代人类从事复杂作业的空间。关注在运动控制、核心零部件（减速器、伺服系统、传感器）、大模型驱动的具身智能算法与整机集成方面有壁垒的龙头企业。人形机器人赛道长期趋势确定性强、潜在市场空间大，投资机会横跨硬件（电机、传感器、结构件）、软件（运动控制、决策规划）与系统集成（机

器人+AI 大模型）等多个环节。

（3）工业大模型服务商。面向工业场景提供行业垂直大模型、智能体编排平台、AI Agent 工厂解决方案的服务商，构成“AI+制造”的软件核心。工业大模型的竞争关键在于场景数据与落地能力，具备“模型+数据+场景”三位一体能力的企业更具胜出潜力。投资方向包括：深耕垂直行业的工业大模型开发商、面向制造企业的 AI Agent（智能体）服务商、工业 AI 平台与工具链等。

6.3 投资主线三：工业软件与关键环节国产替代

工业软件是“AI+制造”的“大脑”，也是中国当前“卡脖子”短板，因此兼具技术升级与国产替代的双重投资逻辑，政策支持力度大、确定性高。

（1）研发设计类软件（CAD/CAE/EDA 等）的 AI 化升级与国产替代。在 CAD 层面，AI 辅助的生成式设计、参数化建模正在重塑设计范式；在 CAE 层面，AI 加速的仿真（AI for Simulation）大幅缩短计算时间；在 EDA 层面，AI 辅助的版图自动生成、IP 核优化正在改变芯片设计流程。具备自主可控能力、并积极推进 AI 化升级的国产研发设计类软件企业，将迎来价值重估。

（2）生产管理类与运维类软件的 AI 升级。MES/APS（高级排产）、PLM、设备健康管理软件等在融入 AI 后，从“数据记录工具”升级为“智能决策引擎”。能够将 AI 深度嵌入生产计划、工艺优化、质量追溯、设备运维等环节的国产工业软件与工业 APP 供应商，将伴随企业智能化改造需求释放实现快速成长。

（3）工业安全与数据安全软件。工业控制系统安全、工业数据安全在制造业智能化程度提升后重要性愈发凸显。投资方向包括工业网络通信设备与协议栈、工业数据采集与治理平台、工业控制系统信息安全等，相关领域技术储备扎实、产品体系完善的厂商具备较好的成长前景。

6.4 投资主线四：安全、绿色与服务型制造延伸

这一主线聚焦“AI+制造”在安全、绿色与服务化三个高确定性方向上的价值延伸，也是承接“双碳“目标、安全生产、制造业服务化等宏观趋势的落子点。

（1）安全生产监测、设备健康管理与工业安全防护。在安全生产法规日趋严格的背景下，基于 AI 的安全生产监测（行为识别、危险源预警、智能巡检）、设备健康管理（预测性维护、故障诊断）与工业安全防护（工业网络安全）属于确定性较高的方向。产品成熟度高、客户基础扎实的细分领域企业将率先兑现业绩，其中设备健康管理与预测性维护商业化程度较高、投资回报清晰。

（2）能耗管理、碳排监测与工艺节能优化。在“双碳”目标约束下，用能企业的能耗管理、碳排放核算与工艺节能优化需求持续增长，AI 能耗管理平台、碳排放在线监测系统、工艺节能优化方案确定性较高。在钢铁、化工、建材等高耗能行业拥有 AI 节能解决方案、并能带来显著降本成效的服务商成长动能充足。随着全国碳市场扩容与碳关税国际规则推进，该方向的政策与市场驱动力将持续增强。

（3）远程运维、预测性维护与设备即服务。基于 AI 的远程运维、预测性维护与设备即服务（Equipment-as-a-Service）商业模式，推动制造商与用户由一次性买卖关系转向长期陪伴关系，创造持续性服务收入。在高端装备、工程机械、工业自动化设备领域具备“AI+服务化”转型能力与先发优势的企业，有望把握中国从“制造大国”迈向“制造强国”过程中服务型制造占比提升的结构性机遇。

参考文献

[1]党倩娜.制造领域人工智能技术产业应用态势研究[J].竞争情报,2026,22(1):58-65.

[2]董昊,刘星辰,曹峰,等.人工智能赋能制造业全流程的技术及应用研究[J].信息通信技术与政策,2024,50(12):42-50.

[3]高佳音.人工智能赋能制造业产业结构升级路径[J].海峡科技与产业,2025,38(8):38-41.

[4]姜宝正,李优,邱文瀛,等.AI大模型赋能制造业创新发展[J].中国电信业,2024,(9):26-28.

[5]金旸.人工智能技术在制造业中的创新应用[J].机电一体化,2024,30(1):44-48.

[6]雷松松.人工智能驱动制造业高质量发展的运行机理与实现路径[J].产业与科技论坛,2026,25(14):18-21.

[7]李雪灵.人工智能赋能中国制造业数智化转型[J].人民论坛,2025,(16):62-67.

[8]刘康,沙莎,李丽丽,等.AI赋能制造业转型升级:技术应用与价值创造研究[J].云南科技管理,2026,(1):6-11.

[9]刘志彪,严文沁.从“世界工厂”到“智造强国”:中国制造业转型的逻辑与策略[J].财经问题研究,2025,(11):3-15.

[10]孟凡新.人工智能大模型助推制造业高质量发展:作用机理与策略选择[J].改革,2025,(12):65-76.

[11]乔静炜,伍志韬,谢克强.工业智能体:深入实施“人工智能+制造”的核心载体[J].数字化转型,2026,3(7):40-49.

[12]孙黎,邹波.赋能还是融合:美国制造业应用AI的启示[J].清华管理评论,2024,(12):16-22.

[13]陶珏琳.新质生产力背景下制造业企业AI驱动的商业模式变革研究[J].全国流通经济,2025,(16):28-31.

[14]王麟琨.人工智能赋能制造业高质量发展[J].电气时代,2026,(1):38-39.

[15]张玉雷.人工智能赋能我国制造业全球价值链地位跃迁路径研究[J].中国物价,2026,(3):48-54.

[16]赵一茹.AI赋能制造业的应用实践与升级路径[J].中国电信业,2026,(7):14-17.

风险提示

海外市场风险波动；政策效果不及预期。报告列举的公司/个股仅为案例介绍，不作为投资推荐的依据。

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司

关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳
深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层
邮编：518046　总机：0755-82130833

上海
上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层
邮编：200135

北京
北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层
邮编：100032