

# 工业智算发展研究报告

## ( 2025 年 )

中国工业互联网研究院

2026 年 1 月 8 日



# 目 录

引 言 .....	1
一、 工业智算发展内涵 .....	2
(一) 工业智算定义 .....	2
(二) 工业智算是工业智能的“骨架” .....	3
(三) 工业智算与通用智算区别 .....	5
二、 美欧工业智算发展情况 .....	6
(一) 美欧持续加码算力基础设施布局 .....	6
(二) 美欧工业智算产业链已形成完整闭环 .....	8
(三) 美欧工业智算技术发展各有自身特色 .....	10
(四) 美欧工业智算发展对我国的启示 .....	11
三、 我国工业智算发展情况 .....	14
(一) 工业智算市场规模持续增长 .....	15
1. 工业数据爆发推动工业智算需求持续增长 .....	16
2. 工业数智化向 OT 侧延伸推动工业智算需求增长 .....	17
(二) 工业智算产业链国产替代加速 .....	17
1. 核心硬件自主可控加速突破 .....	17
2. 智算成为服务模式创新关键 .....	19
3. 智算向多行业应用场景渗透 .....	20
(三) 工业场景智算适配技术持续完善 .....	21
1. 算力架构系统创新，满足工业场景训推一体需求 .....	21
2. 算网协同与边缘计算，打通工业“最后一公里” .....	22
3. 软件生态持续完善，推动国产工业智算框架适配 .....	23
(四) 工业智算行业渗透加速 .....	23
1. 工业智算加速行业关键流程重塑 .....	24
2. 工业智算推动产品创新周期缩短 .....	24
3. 典型行业案例 .....	25
四、 工业智算未来发展趋势 .....	29
(一) 算力网络从“分布式布局”到“毫秒级全域协同” .....	29
(二) 工业智能体成为产业升级“超级大脑” .....	30
(三) “硬创新 + 软优化”技术融合双轮驱动自主突破 .....	30
(四) 生态从“单点突围”到“国产协同作战” .....	31
(五) 场景应用从“头部试点”到“全行业深度渗透” .....	31

## 特别声明

本报告是由中国工业互联网研究院工业互联网大数据技术工信部重点实验室工业智算研究中心完成的系列研究报告之一。如果需要转载，须事先征得中国工业互联网研究院同意并注明“转载自中国工业互联网研究院”字样。

**执笔人：**王长青、曹崧梓、李瑞、岳姝言、武晓燕、乔奇超、姜元、许莉新、白冰、徐迎辉、鲍月华、门小棠、姜宜、李铮、耿冬柏、李红星、杜栋栋、李昊巍、史勘、陈杰浩

**作者单位：**中国工业互联网研究院、光子算数（南京）科技有限公司、北京光辉世联科技有限公司、热数锦程（北京）科技有限公司、江苏悟空智算数字科技有限公司、杭州曦望芯科智能科技有限公司、联想（北京）有限公司、北京信创天合科技有限公司

**协助单位（排名不分先后）：**

中国电信股份有限公司宁夏分公司、广西北投信创科技投资集团有限公司、杭州疆来能源科技有限公司、北京城建智控科技股份有限公司、重庆机电智能制造有限公司、上海壁仞科技股份有限公司、上海天数智芯半导体股份有限公司、宁夏工业和信息化研究院有限公司、青岛夸易信息技术有限公司、北京世纪互联宽带数据中心有限公司、矩质算能（上海）科技有限公司、厦门华和霖精密工业有限公司、梯度科技股份有限公司、北京万旺科技有限公司、中冶美利云产业投资股份有限公司、超云数字技术集团有限公司、北京矩量无限科技有限公司、北京云网互科技有限公司、北京云湃智算科技有限公司、海力算（北京）科技有限公司、万兴科技集团股份有限公司、中诚力锘（北京）数字化科技集团有限公司

## 引 言

人工智能引领新一轮科技革命和产业变革，正在重塑全球经济格局，十年内将推动全球经济规模增长 15%<sup>1</sup>，2035 年将为我国 GDP 贡献 11 万亿<sup>2</sup>。2025 年，政府工作报告指出“持续推进‘人工智能+’行动，将数字技术与制造优势、市场优势更好结合起来，支持大模型广泛应用”。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要的建议》指出要实施工业互联网创新发展工程，加快人工智能等数智技术创新，突破基础理论和核心技术，强化算力、算法、数据等高效供给。在工业领域，人工智能与工业机理深度融合，催生工业智能，未来将贯穿于工业设计、生产、管理、服务等各环节，成为新型工业化的重要载体，进一步重构“数据—算力—算法”要素体系，助力工业智算产业全面蓬勃发展。

本报告系统分析了工业智算在产业、技术、市场、生态等方面的新特点、新变化，研判其发展趋势，为我国工业智算产业发展、市场洞察、技术创新以及生态建设等提供参考启示。

---

<sup>1</sup>数据来源：普华永道发布的《循变演进，价值新生》

<sup>2</sup>数据来源：摩根士丹利

# 一、工业智算发展内涵

## （一）工业智算定义

随着多模态大模型的快速发展，我国智算规模高速增长，能效水平持续优化，多元算力布局逐步完善，多样性算力深化发展。2024年11月，在由中国工业互联网研究院召开的首届工业智算产业发展研讨会上，中国工业互联网研究院首次提出工业智算定义。工业智算是指通过使用大规模异构算力资源（CPU、GPU、DPU、NPU、FPGA、ASIC等），为工业智能终端、工业网络智能控制、工业智能边缘计算、工业智能化应用提供所需算力、数据、算法和模型，实现“云-边-端”一体化融合智能计算（见图1）。

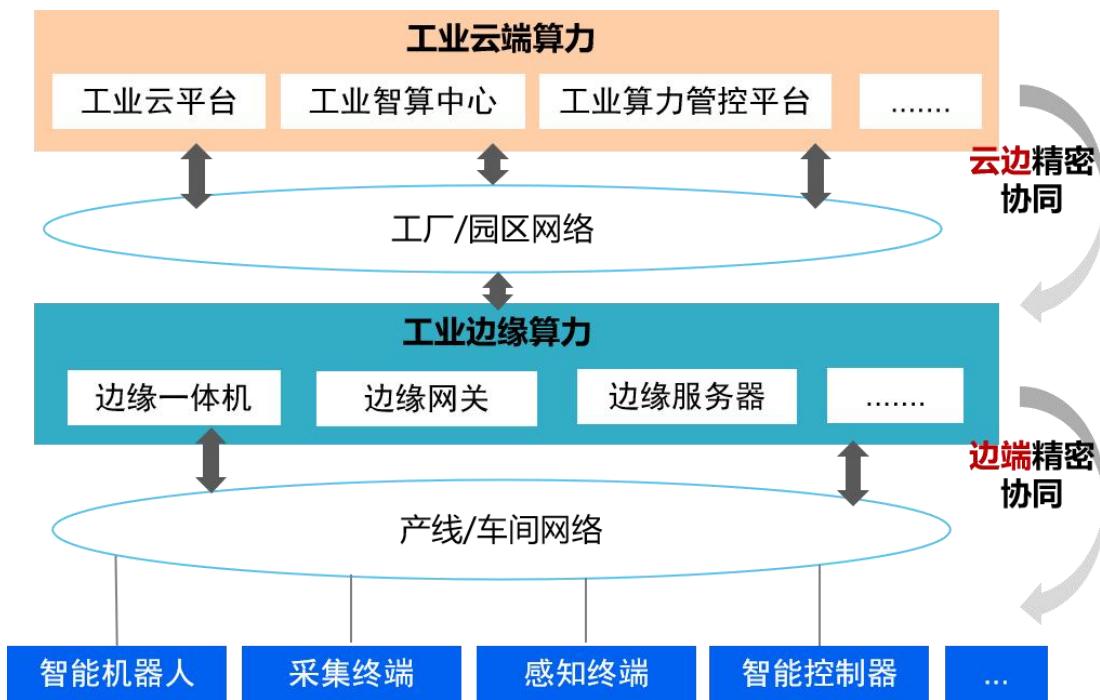


图1 工业智算架构图

工业智算重点面向工业OT侧产线优化、设备运维、工控编程、生产制造多模态监测等场景，强调强实时性、高可靠性和高适配性，具有以下技术特征：

**一是软硬件协同。**将算法与 CPU、GPU、NPU、DPU、FPGA 等计算资源及网络、传感器作为整体协同设计与优化，将计算密集任务下放至加速器，针对硬件进行量化与算子优化，采用统一运行与实时调度以保障低延迟、高可靠性与能效，并结合硬件安全、软件容错与在线监控实现闭环迭代。

**二是新型工业网络。**新型工业网络支持多模态全量工业数据感知和计算，具备工厂内部大规模、可移动的工业机器人协同作业能力，通过人工智能实现工业装备智能化运动控制以提高生产灵活性和适应性，并通过工业协议自主可控为工业系统稳定运行提供保障。

**三是云边端一体化协同。**云边端协同技术依托数据流转、算力调度与模型迭代三大机制，构建起全链路协同体系，既满足终端对实时性和确定性的刚性要求，又发挥云端在全局优化与长期学习中的价值，为工业从“自动化”向“智能化”升级提供了可落地的架构范式。

## **(二) 工业智算是工业智能的“骨架”**

工业智能作为人工智能与工业工程深度融合的产物，通过机器学习、深度学习、知识图谱等人工智能技术，对工业生产过程中产生的多维度数据进行深度解析，构建具备自感知、自决策、自执行能力的智能系统，是新型工业化的重要载体。工业智能通常聚焦于工业制造、能源化工、装备运维等特定场景，与工业机理深度耦合，构建“感知—决策—执行—反馈”的完整控制逻辑，重塑传统工业的全要素生产率和创新能力，提升工业生产质量、效率、安全性和可持续性。

工业智算则是工业智能的“骨架”，基于“云-边-端”分布式计算架构，实现智算在云侧、边缘侧与端侧之间的按需协同，为工业智能实践落地提供算力支撑（见图 2）。

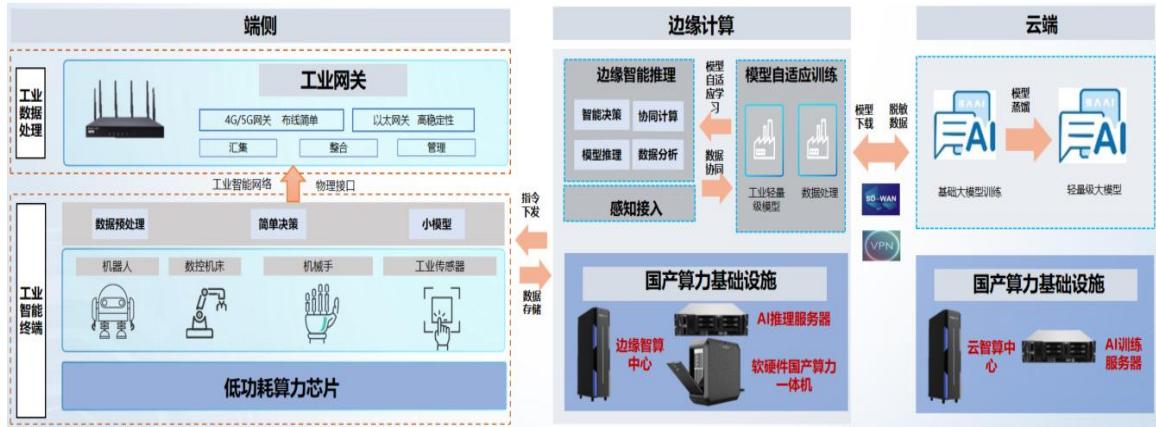


图 2 工业智算“云边端”协同架构

一是云端，部署大规模算力集群（如通用 CPU、GPU/TPU 及专用 AI 加速芯片），支持海量数据存储与超大规模并行计算，支持复杂任务并行处理、统一调度与策略下发，以及持续模型训练与价值沉淀等关键能力，为边端与终端提供统筹化、长期化的算力与数据支持。

二是边缘计算，通常部署于工业园区、生产车间或厂区机房，硬件形态包括工业级边缘服务器、边缘网关与边缘控制器，搭载中高性能工业级 CPU 及必要的加速模块，算力规模覆盖 GB 级至 TB 级，支持多任务并行与实时推理。其能力主要体现在本地化数据采集与预处理、边缘推理与告警、本地控制回路的确定性响应以及与云端的有限协同调度，兼顾性能、可靠性与可维护性，满足工业现场对时延、带宽与可用性的苛刻要求。

三是端侧，端侧智能设备是算力与工业生产场景的直接

交互载体，承担实时控制任务。硬件载体以智能工业设备为主，包括集成轻量化计算单元的数控机床、工业机器人、智能传感器与边缘仪表，常用低功耗工业级芯片，算力规模集中在 KB 级至 GB 级，面向实时性优先的轻量级计算与推理。

### （三）工业智算与通用智算区别

与通用智算相比，工业智算重点应用在工业设备、产线、车间等工业 OT 侧，与工艺优化、生产质量管理、设备预测维护等场景紧密结合，实现工业系统的可持续、可预测、智能化运行，在时延、可靠性、抗干扰性、安全性等方面有更加严格要求。具体见表 1。

表 1 工业智算与通用智算对比

类型	工业智算	通用智算
关键指标	实时性、可靠性	规模、精度
应用领域	工厂、工业设备等工业领域	图像识别、自然语言等 AI 应用
算力需求	高并发、低延迟	适配、高效、节能
技术架构	云边端协同	以数据中心为主

在应用领域方面，工业智算主要服务于智能工厂、物联网等领域，重点解决生产过程中的数据采集、实时监控、预测性维护、生产优化等问题，需满足不同环境条件下的作业需求，更强调算法的领域特异性，如针对工业时序数据的异常检测与趋势预测、基于物理约束的强化学习算法等情景。

在算力需求方面，工业智算提供高并发、低延迟实时计算能力，需能够处理来自现场设备和传感器的动态数据流，建立高可靠性、低时延的闭环控制架构。典型如工业以太网

支撑的实时控制系统，其网络传输延迟需控制在微秒级，以满足机器人精密装配等场景的控制要求。

在技术架构方面，工业智算更强调边缘计算与云计算协同，通过数据就近处理，降低时延和带宽需求，确保生产连续性与安全性。

**小结：**工业智算在通用硬件（如 AI 加速芯片、AI 服务器等）、机架机柜、供配电系统等重资产基础设施层面的需求，与科研计算、互联网通用智算等场景高度趋同。**二者的核心差异**，集中体现在软件栈的行业适配性与少量场景化专用设备上，例如工业智算需配套工业协议解析网关、实时操作系统、工业机理融合大模型等，以满足生产控制的低时延、高可靠要求。基于此，采用“重资产基础设施复用 + 场景化软硬件按需配套”的建设模式，不仅能够通过统一的算力底座保障工业场景对算力规模、实时响应与数据安全的核心诉求，更可从根本上避免基础设施重复建设，大幅提升算力资源的整体利用率与投资回报率。

## 二、美欧工业智算发展情况

美国以“资本 + 技术”双轮驱动，在芯片、大模型、生态形成全栈壁垒，主攻云端超大规模算力与前沿创新。欧盟以“政策 + 协同”为牵引，走云边协同与绿色低碳路线，聚焦本土制造/能源等垂直场景，追求技术自主与合规可控。

### （一）美欧持续加码算力基础设施布局

在通用智算基础设施方面，根据 Plotset 数据显示，截至 2025 年 8 月，美国在全球 AI 算力中占据 68.9% 的份额，中

国以 14.5% 位列第二，欧洲与日本则分别占 6.1% 和 1.2%（见图 3）。从数据可见，美国在算力领域遥遥领先，其接近七成的占比远超其他国家和地区，呈现出显著的领先优势。美欧持续加码人工智能基础设施战略布局，旨在抢占全球 AI 主导地位；日韩加速追赶布局智算基础设施，力争缩小与全球头部梯队的差距。

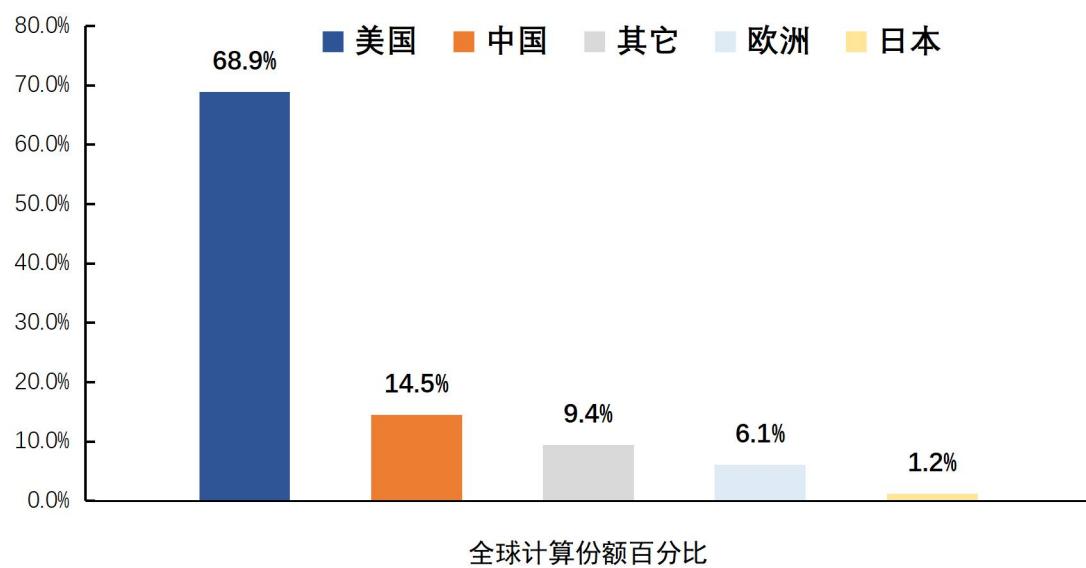


图 3 人工智能算力分布图（2025 年 8 月）

美国加强供应链自主可控，意图巩固其全球人工智能领导地位。2025 年 1 月 21 日，美国总统特朗普宣布 OpenAI、软银与甲骨文联合启动“星际之门（The Stargate Project）”项目，计划 4 年内投资 5000 亿美元用于提升人工智能基础设施能力。4 月 3 日，白宫发布《加速联邦人工智能应用：创新、治理与公众信任》及《促进政府人工智能高效采购》两份指导性文件，意图最大化应用“美国制造”AI 技术并强化 AI 供应链主权管控。2025 年 7 月，美国发布《美国人工智能行动计划》，11 月，特朗普政府签署“创世纪计划”行政

令，将能源部 17 个国家实验室的超级算力和海量科研数据整合，建立跨部门 AI 科研平台，重点攻关包括先进制造在内的六大领域。国家标准与技术研究院（NIST）2025 年底宣布投入 2000 万美元，与 MITRE 合作建立面向制造业的 AI 中心，加速 AI 技术在美国制造业中的应用；同时 NIST 在“制造业美国”框架下启动了 AI 制造研究院竞赛，联邦政府承诺总投入达 7000 万美元（五年期）。

欧洲战略路径是通过大规模人工智能产业投资打造全欧共享的“AI 基座”，弥合各成员国差距，为工业智算产业铺路。2025 年 2 月 11 日，欧盟委员会主席冯德莱恩宣布启动“投资人工智能”计划，目标筹集 2000 亿欧元用于人工智能投资，并专门设立 200 亿欧元基金用于建设欧洲人工智能超级工厂。4 月 9 日，欧盟发布“人工智能大陆行动计划”，战略核心是将欧盟高质量人才储备和强大传统产业基础转化为 AI 发展加速器，使欧洲成为一个统一的、领先的“AI 大陆”。

## （二）美欧工业智算产业链已形成完整闭环

美国垂直整合，寡头主导。在工业智算产业链方面，美国市场体现出显著的垂直整合模式，由几家行业巨头企业主导，形成了以寡头垄断为特征的竞争态势。寡头企业不仅控制着产业链的上游关键技术和核心部件，还向下延伸至下游的应用和服务领域，实现了从研发、生产到销售的全流程控制，在市场定价、技术标准和产业趋势等方面拥有显著的影响力。详见表 2。

表 2 美国工业智算产业链特征

产业链	核心主体	能力与特征	典型案例
核心硬件	英伟达、AMD、英特尔	高端 GPU (H100/B 200) 市占率超 90%，存算一体/近存计算专利密集	英伟达 DGX Super POD 集群，支撑 GPT-5.1/Gemini 3 训练
算力设施	微软 Azure、谷歌云、AWS	超大规模数据中心 (全球占比 31%)，PUE<1.2，碳感知计算/海水冷却	微软“星际之门”，谷歌 TPU v5e 推理集群
基础模型	OpenAI、Meta、Google Deep Mind	闭源大模型主导 (GPT-5.1、Gemini 3)，MoE 架构降低推理成本，AGI 导向	OpenAI o1 推理模型，Meta Llama 4 开源生态
工业应用	通用电气、霍尼韦尔、特斯拉	工业互联网平台 + AI 优化，覆盖航空/汽车/能源，端到端数据闭环	通用电气 Predix + AI 预测性维护，特斯拉 GigaFactory 智能制造
生态服务	红杉、Andreessen Horowitz	资本密集 (全球 AI 投资占比 90%)，并购整合初创，加速商业化	投资 Cohere、Anthropic 等 AI 基础设施企业

欧盟区域合作、跨国协作。欧盟通过区域合作和跨国协作，共同推动技术的研发和应用，利用各成员国的优势资源，实现互补和协同创新。同时，欧盟成员国坚持各自的国家主权，在工业智算的发展中保持独立决策权，并在产业链的各个环节中发挥核心作用。详见表 3。

表 3 欧盟工业智算产业链特征

产业链	核心主体	能力与特征	典型案例
核心硬件	英飞凌、ST、欧洲半导体联盟	AI 芯片自主率 38% (2025) , RISC-V/神经拟态芯片突围, 高端芯片依赖进口	英飞凌 AURIX TC 4x, 神经拟态芯片 Spinnaker2
算力设施	EuroHPC JU、各国 AI 工厂	13 座 AI 工厂 + 5 座 Gigafactories, 云边协同, PUE<1.3, 液冷渗透率 42%	芬兰 LUMI AI 工厂, 德国 Julich HammerHAI
基础模型	德国 DFKI	开源/联盟模型为主, 聚焦制造/能源/医疗, 联邦学习保障数据主权	德国 Luminous 系列
工业应用	西门子、博世、空客	工业软件 + AI 融合, 服务中小企业, 跨区域数据空间合规流通	西门子 MindSphere + AI 质量检测, 博世智能工厂解决方案
生态服务	欧盟数字欧洲计划、EIC	千亿欧元补贴, 简化审批, 推动“数据切换”, 降低云依赖	欧盟 AI 工厂提供免费算力与技术咨询

### (三) 美欧工业智算技术发展各有自身特色

美国“暴力算力 + 架构创新”，追求极限性能。算力方面，信奉 Scaling Law，堆叠 H100/B200 构建百万卡集群，探索 AGI 上限。谷歌 TPU v5e 提升推理能效，微软“碳感知计算”降碳 30%。芯片与架构方面，存算一体/近存计算专利年均增 40%，英伟达 NVLink 4.0、AMD Infinity Fabric 提升

互联带宽；MoE 架构（GPT-5.1）使推理成本降低 60%。软件与模型方面，“闭源大模型 + SaaS”变现（如 OpenAI），智能体推理提升复杂任务精度；Meta Llama 4 开放权重，抢占中小企业市场。能源与能效方面，算力中心“表后供电”（自备燃气/核电），解决电网老化与跨区输电瓶颈。谷歌海水冷却、微软液冷使 PUE<1.2。

欧盟“能效优先 + 合规适配”，强化场景落地。算力网络方面，EuroHPC 统筹 13 座 AI 工厂，分布式算力覆盖制造/能源/医疗，JUPITER 等超算支撑大模型训练；边缘计算节点同比增 75%，适配工业实时控制。芯片与架构方面，RISC-V 生态加速，英飞凌/ST 推进异构计算与近内存计算；神经拟态芯片（如 BrainChip）适配低功耗工业场景，降低对高端 GPU 依赖。绿色算力方面，新建数据中心 PUE<1.3，液冷渗透率 42%；阿尔卑斯水电枢纽构建绿色算力集群，荷兰冷存储技术降低静态功耗。

#### （四）美欧工业智算发展对我国的启示

美国和欧盟在驱动模式、市场定位、技术路线和生态策略等方面的存在显著差异（详见表 4），为我国工业智算发展提供了重要借鉴，可概括为“补短板、固长板、建生态、强治理”：短期以场景牵引、架构创新为主，绕开高端芯片依赖；中期以链主牵头、开源联盟为主，构建自主生态；长期以绿色算力、数据合规为主，保障可持续与安全性，最终形成“算力—模型—制造—能源”的本土闭环，支撑新质生产力落地。

表 4 美欧差异核心

维度	美国	欧盟
驱动模式	企业主导, 政府补贴 (芯片法案)	政策牵引, 欧盟统筹, 成员国协同
市场定位	全球市场, 追求技术垄断与高利润	本土优先, 服务中小企业, 保障主权
技术路线	前沿探索, 容忍高成本	场景落地, 能效与合规优先
生态策略	封闭生态 + 并购整合	开源联盟 + 公共服务

### 一是技术路线从对标参数到场景优先, 走差异化突围。

在算力方面, 绕开通用 GPU 正面竞争, 聚焦边缘低功耗、工业实时控制、大模型轻量化推理等场景, 优先发展 Chiplet、存算一体、近存计算等专用技术, 用“系统级组网”(超节点互联)弥补单芯片性能差距。同时, 借鉴美国 MoE 架构与欧盟联邦学习经验, 用“稀疏计算 + 边缘协同”降低推理成本与数据合规风险, 适配中小制造企业的碎片化算力需求。推进国产大模型轻量化与工业知识图谱融合, 解决小样本、高可靠、低延迟等工业特有痛点, 提升泛化能力与落地效率。在能效方面, 参考美欧液冷/绿电实践, 将智算中心 PUE 控制在 1.2 以下, 结合“东数西算”布局水电/风电/核电互补的绿色算力枢纽, 降低对跨区输电与化石能源的依赖。构建“智算中心 + 边缘节点 + 工业智能终端”三级算力网络, 满足制造场景的实时控制与云端协同需求, 提升网络互联带宽与稳定性。

二是产业链从“单点突破”到“全链协同”, 筑牢安全可控底座。核心硬件方面, 坚持自主可控、生态绑定, 扶持

昇腾、寒武纪、摩尔、沐曦等国产芯片，联合浪潮、曙光等服务器厂商打造“芯片 + 软件 + 部署方案”一体化产品；引入产业资本加速量产，降低客户迁移成本。在算法模型方面，坚持开源联盟、行业定制，由链主牵头，联合科研机构共建工业大模型开源平台，聚焦汽车、电子、能源等垂直领域，用联邦学习/隐私计算解决数据孤岛与安全顾虑。在工业应用方面，坚持软硬协同、轻量化适配，借鉴西门子 MindSphere 经验，推动工业软件与国产 AI 框架深度融合，开发低代码/无代码工具，降低中小企业接入门槛。在能效方面，坚持绿色低碳、自主供电，学习美国“表后供电”与欧盟液冷技术，在智算中心配套新能源和储能，保障全时段稳定供电；推进“碳感知计算”，将 PUE 纳入算力调度指标。

**三是生态构建从“企业单打”到“政产学研资”联动，加速商业化落地。**政策方面，借鉴美国“芯片法案”与欧盟“数字欧洲计划”，设立专项基金（如大基金三期），对智算中心、国产芯片、工业大模型给予财政补贴、能耗指标倾斜与审批简化。同时，引导产业资本与链主企业绑定，形成“融资—研发—量产—落地”闭环，鼓励龙头企业开放研发平台，带动中小企业协同创新。在标准方面，参考欧盟开源联盟模式，打造适配本土工业场景的开放计算架构，兼容国内外产品，降低开发门槛与适配成本；联合制定边缘计算、工业数据治理等国家标准，提升国际话语权。建立工业数据实验室，提供数据清洗、合成、标注工具，打造高质量数据集，支撑模型训练与场景迭代。

四是安全治理从“被动应对”到“主动布局”，保障数据与算力安全。在数据治理方面，对标欧盟《AI 法案》《数据法案》，建立工业数据分类分级、跨境流通与安全审查机制，用联邦学习、隐私计算等技术保障数据主权与商业秘密。构建跨区域工业数据空间，推动“数据切换”试点，降低对海外云服务商的依赖，同时支持合规的国际数据合作。在算力安全方面，建立智算中心安全评估与应急响应体系，定期开展供应链风险排查与攻防演练，防范芯片后门、模型投毒等安全威胁。推进“主权算力”建设，在关键行业部署自主可控的智算基础设施，保障核心业务不被“卡脖子”。

### 三、我国工业智算发展情况

我国工业智算正处于“政策驱动、基建扩容、场景深化、国产替代加速”的关键期，在制造、能源等场景落地加速，但仍面临高端芯片依赖、生态适配不足等挑战，算力基础设施正从“以建促用”到“以用带建”。

政策层面，我国持续强化对工业智算和人工智能应用发展的系统性引导。2025 年 12 月工信部《工业互联网和人工智能融合赋能行动方案》明确提出要强化工业智能算力供给，加快工业互联网与通算中心、智算中心、超算中心融合应用，加快构建全国一体化算力网络，推动智算云服务试点在工业领域中应用推广，强化工业大模型在算力跨区域高效调用、“云边端”算力精准匹配等方面普及应用，提升工业智算供给能力和利用效率。2026 年 1 月工信部《推动工业互联网平台高质量发展行动方案（2026—2028 年）》提出要推进人工

智能赋能工业互联网平台，实施工业互联网与人工智能融合赋能行动，推动人工智能技术在工业全链条渗透。

工信部数据显示，截至 2025 年 6 月，全国在用算力中心机架总规模 1085 万标准机架，国家算力枢纽节点省市机架占比 72.6%；“东数西算”推动西部绿色算力枢纽承接后台训练，东部枢纽聚焦低时延推理，网络互联品质持续提升，50.3% 算力中心接入骨干网；智能算力规模达 788EFLOPS，液冷技术渗透率达 64%，平均 PUE 降至 1.42，绿色低碳成为建设核心指标；城域“毫秒用算”专项行动推动算力中心互连时延<1ms、终端接入时延<10ms，打通工业场景“最后一公里”。

### （一）工业智算市场规模持续增长

我国工业智算市场正处于规模与质量双升的高速增长期，2025 年智算规模预计达 1037.3EFLOPS，2028 年有望突破 2781.9EFLOPS。其中，2025—2028 年工业智算占比保持 35%+。见表 5。

表 5 模型测算

指标	2024 年	2025 年 (预计)	2026 年 (预计)	2028 年 (预计)
智算规模	725.3 EFLOPS	1037.3EFLOPS(+43%)	1460.3EFLOPS(+40.8%)	2781.9 EFLOPS
智算市场	1325 亿元	1806 亿元 (+36.2%)	2350 亿元 (+ 30.1%)	-
工业智算 占比	30%+	35%+	40%+	50%+

## 1. 工业数据爆发推动工业智算需求持续增长

随着工业互联网和 5G 技术的普及，我国工业互联网已拓展至 49 个国民经济大类，实现 41 个工业大类全覆盖，标识解析注册量突破 6500 亿个，连接工业设备超 1 亿台套<sup>3</sup>，生产设备、传感器、质量检测系统等实时生成的数据量爆发式增长，为工业智算模型的训练和优化提供了丰富“数据燃料”。2024 年我国工业大数据市场规模已突破 1200 亿元，预计到 2025 年底将达到约 1600 亿元<sup>4</sup>。截至今年 6 月，我国建成高质量数据集超 3.5 万个，总体量超 400PB，覆盖钢铁、石化、煤炭等重点行业<sup>5</sup>。

工业数据爆发推动了工业大模型发展。我国目前已发布大模型 1500 余个<sup>6</sup>，培育并开源的人工智能大模型加速在电子、原材料、消费品等行业落地应用，大模型技术逐步渗透到工业制造、能源、化工等垂直领域。中国宝武、中铝集团、国家电网、中国联通等相继推出钢铁、有色金属、电力、通信等行业专用模型，推动大模型与工业场景深度融合。

工业大模型在产业领域的加速渗透推动工业智算需求增长。一方面，工业大模型的训练和持续优化催生海量智算需求，推动云服务商和智算中心持续加大 GPU、NPU 等智能硬件的资本投入；另一方面，工业大模型极大地降低了人工智能应用门槛，通过集成行业知识经验构建形成共性技术基座，使广大中小企业能够基于现有模型，通过轻量化微调

---

<sup>3</sup>数据来源：2025 工业互联网大会

<sup>4</sup>数据来源：IIM 信息，全球及中国工业大数据行业深度发展研究报告(IIM 信息 2025J8K9L)

<sup>5</sup>数据来源：工业和信息化部党组书记、部长李乐成：加快推进人工智能赋能新型工业化

<sup>6</sup>数据来源：2025 年中国国际信息通信展览会

和提示词优化等便捷方式，快速部署实现高精度缺陷检测、智能生产排程、能效综合优化等功能的人工智能应用，显著拓展了智能算力服务的需求覆盖面，推动应用主体从少数技术领先企业向广大工业企业群体延伸。

## 2. 工业数智化向 OT 侧延伸推动工业智算需求增长

随着工业企业的数智化转型从早期试点探索延伸至 OT 侧，IT 与 OT 深度融合，企业通过部署边缘智能，将智能决策嵌入生产控制、设备运维、质量管控等 OT 核心环节，推动工业智算需求增长。据 IDC 数据显示，2024 年下半年，中国智算基础设施服务整体市场同比增长高达 57.7%，其中面向生成式 AI 场景的 IaaS 市场同比增长 165.2%，市场规模达 87.4 亿元<sup>7</sup>。工业企业正加快推进生成式人工智能技术在自动化内容生成、智能辅助决策和高精度数字孪生建模等核心环节的部署应用，以构建全球竞争中的成本与效率优势。

## （二）工业智算产业链国产替代加速

我国工业智算产业链已形成“上游硬件—中游平台—下游应用—生态支撑”的四层闭环，各环节以“链主牵头 + 国产替代 + 场景适配”为核心逻辑，2025 年上游硬件国产化率达 42%，中游平台算力调度效率提升至 90%，下游工业场景渗透率突破 30%，生态政策与标准加速完善。

### 1. 核心硬件自主可控加速突破

AI 芯片领域，华为昇腾 910、寒武纪云边端一体 AI 芯片、景嘉微图形渲染 GPU、摩尔、沐曦、天数智芯、壁仞科

---

<sup>7</sup>数据来源：国际数据公司（IDC）发布《中国智算基础设施服务市场（2024 下半年）跟踪》

技等企业加速产品迭代，推动硬件配套技术突破。液冷散热方面，英维克冷板式液冷系统支持单机柜功率密度达 24kW，散热效率提升 40%，中科曙光浸没式液冷系统 PUE 低至 1.04，年减碳量超万吨；高效电源领域，中恒电气、科华数据主导的 270VHVDC 方案替代传统 UPS，效率提升至 98%，铜用量减少 70%，江海股份超级电容实现毫秒级响应，解决备电切换痛点，为上游硬件稳定运行提供支撑。网络与存储硬件方面，国产交换机占据国内市场主导地位，新华三发布 800G 国芯智算交换机，支持 10 万卡集群组网，800G 及更高速率交换机逐步推广；光模块领域，中际旭创全球首发 1.6T 光模块、源杰科技攻克大功率光源技术，国产化率超 70%；高效存储领域，长电科技实现 HBM4 封装技术突破，带宽达 1TB/s，英韧科技 PCIe5.0SSD 单盘容量 64TB，适配长江存储 Xtacking4.0 颗粒，性能较国际竞品提升 60%。详见表 6。

表 6 工业智算国产核心硬件发展现状

环节	核心产品/技术	市场与技术现状	工业适配重点
AI 加速芯片	训练芯片、推理芯片、Chiplet/存算一体	国产芯片在工业智算占比 42%；Chiplet 提升互联带宽 50%	边缘低功耗、工业实时控制、大模型轻量化推理
AI 服务器	超节点集群、液冷整机、“芯片 + 整机 + 存储”一体化方案	单机算力提升至 PF 级，液冷渗透率 64%，PUE 降至 1.46	工业大模型训练、超节点互联弥补单芯片性能差距

环节	核心产品/技术	市场与技术现状	工业适配重点
存储与网络	HBM、3D NAND、400G/800G光模块、高速交换机	HBM 国产化突破, 单集群存储达 EB 级, 800G 光模块量产	工业数据低延迟读写、跨区域算力协同
能源与制冷	液冷系统、绿电 + 储能、供配电一体化	液冷使 PUE 降至 1.2 以下, 绿电算力占比提升至 35%	智算中心全时段稳定供电, 降低工业能耗成本

## 2. 智算成为服务模式创新关键

中游负责算力整合、模型开发与系统集成, 核心是“调度提效 + 模型轻量化 + 开源协同”, 以智算中心为核心, 呈现“区域集聚、模式创新”特征。我国智算中心主要集中在东部地区, 东部高科技企业密集导致智算需求集中, 且市场倾向投建中型智算中心。据统计, 大于 1000P 大型智算中心占比 20%, 分布于京津冀、长三角、珠三角, 服务 AI 大模型、自动驾驶等领域; 300-1000P 中型智算中心占比 70%, 落地于一线、新一线及二线城市, 支撑产业集群需求; 小于 100P 小型智算中心占比 10%, 布局于二线及以下城市, 服务企业智能化建设。同时, 服务模式持续创新, 上海智算中心整合 500 余个国产化模型, 打造“算力超市”提供“一键部署至边端”服务, 模型适配效率提升 50%、部署成本降低 35%; 阿里云“工业智算平台”实现算力动态调度与按使用付费, 助力中小制造企业算力成本降低 35%, 进一步激活中游服务市场活力。详见表 7。

表 7 工业智算典型产品服务

细分环节	核心能力	典型产品/服务	工业价值
算力调度平台	跨地域异构算力调度、超算互联网接入	超节点调度系统、边缘—云端协同平台	适配工业实时控制（时延<5ms）与云端训练需求
基础模型研发	工业大模型、轻量化适配、知识图谱融合	盘古工业大模型、树根互联行业模型	覆盖质检、预测性维护，推理成本降低60%
工业软件+AI融合	MES+AI、ERP+AI、低代码开发工具	流程管控+数字智能融合方案、低代码平台	降低中小企业接入门槛，适配碎片化场景
系统集成与运维	智算中心建设、异构集群运维	集群部署方案、安全攻防演练	保障工业智算稳定运行，防范模型投毒等风险

### 3. 智算向多行业应用场景渗透

下游应用层深度渗透多行业，覆盖制造全流程，核心是“标杆引领+中小企业普惠”，场景化价值持续释放。工业智算在汽车、电子、能源、装备制造等领域广泛应用，如汽车制造领域，生产线通过AI芯片与智能算法实现外观缺陷自动检测，识别微小划痕、凹陷或焊接缺陷；自动驾驶领域，高性能GPU与AI芯片支撑毫秒级决策，处理车载传感器海量数据。此外，能源行业依托“新能源智算平台”优化发电调度，新能源利用率提升4.2%；电子制造领域通过边缘智算节点实现高频数据实时处理，不良品率下降25%，切实推动下游行业生产效率与质量双提升。详见表8。

表 8 工业智算典型场景

行业	核心场景	典型案例	量化成效	算力需求特征
汽车制造	工艺仿真、供应链优化、自动驾驶研发	广汽多模态大模型	采购误差率 $<5\%$ ，研发周期缩短2周	高算力训练 + 边缘实时推理
电子制造	智能质检、良率提升、设备维护	TCL 九江工厂 5G+数智工厂	质检准确率 $>98\%$ ，成本降15%	边缘算力 + 视觉大模型轻量化
能源电力	风电/光伏预测、电网调度、设备维护	盘古大模型 优化风电预测	发电量提升8%，故障停机率降40%	边缘低延迟 + 云端大数据分析
钢铁化工	流程优化、安全巡检、能耗控制	宝信软件钢铁AI巡检	事故率降60%，能耗降10%	流程型工业实时控制 + 高算力仿真
中小企业	租赁云端算力、轻量化模型应用	树根互联平台	接入成本降70%，周期缩短30%	碎片化、低门槛、高性价比

### (三) 工业场景智算适配技术持续完善

#### 1. 算力架构系统创新，满足工业场景训推一体需求

“超节点 + 异构调度 + 软硬协同”算力协同技术，大幅提升算力资源利用率和调度灵活性，精准适配工业智算场景中模型训练与推理部署一体化的核心需求。

**超节点架构。**采用总线级互联与极简架构，将多台服务器整合为逻辑统一的高性能计算单元，有效提升集群算力密

度与协同效率；浪潮元脑超节点方案已实现规模化应用，可使工业大模型训练效率提升 35%，推理成本降低 50%。

**算力调度体系。**国家超算互联网接入 30 余个骨干节点，构建全国一体化算力网络；中国电信“息壤”、华为云等平台具备跨地域异构算力统一调度能力，调度效率达 90%，通过标准化算力度量与自动化编排，为工业企业提供“水电级”便捷算力服务。

**城域毫秒用算。**通过“城域毫秒用算”专项行动，推动城域内算力中心互连时延降至 1ms 以内、终端接入时延低于 10ms，打通工业智算场景落地的“最后一公里”；依托算网大脑的动态算力分配能力，可帮助企业降低算力使用成本 15%。

## 2. 算网协同与边缘计算，打通工业“最后一公里”

“5G + 确定性网络 + 边缘节点协同”一体化技术，打通工业“最后一公里”，全面满足工业领域对低时延实时控制与高算力深度分析的双重需求。

**算网融合。**通过 5G-A 与确定性网络的协同部署，将工业设备数据传输端到端时延控制在 5ms 以内，有效支撑视觉质检、预测性维护等实时性工业应用场景的稳定运行。

**边云协同。**明确边缘与云端的算力分工，边缘节点聚焦实时控制、轻量化模型推理等低时延任务，云端负责大数据分析、工业大模型训练等高算力任务。华为云、联通云等边缘协同方案已实现规模化应用，可助力企业设备故障停机率降低 40%。

工业智联。依托卡奥斯、树根互联等工业互联网平台，完成百万级工业设备的接入，打造“数据采集—算力调度—模型推理—控制执行”的全流程闭环，推动中小企业接入成本降低70%，加速工业智算技术的普惠化落地。

### 3. 软件生态持续完善，推动国产工业智算框架适配

在操作系统领域，麒麟OS、统信UOS适配国产服务器，在政务领域覆盖率超70%，支持飞腾、鲲鹏等芯片，为适配框架提供稳定系统环境；在AI框架领域，华为MindSpore、百度飞桨完成昇腾芯片深度适配，训练效率提升40%，开发者工具链逐步完善；壁仞科技BIRENSUPA SDK支持工业大模型的算子优化与轻量化部署，配合视频处理能力，可满足工业质检、设备预测性维护等场景的端到端开发需求；海光DTK平台兼容CUDA设计，实现应用低成本迁移，某电子制造企业基于该平台将原有GPU推理任务迁移至海光深算一号，迁移成本降低60%，性能损失不足5%；摩尔线程MUSA支持工业级场景适配，实现国产GPU软件生态自主可控，精准支撑工业智算、AI训推、科学计算等核心场景；沐曦MXMACA能达成95%以上的CUDA API兼容性，助力用户近乎零成本迁移，进一步推动国产工业智算适配框架的规模化应用。

## （四）工业智算行业渗透加速

工业智算正推动制造业从“经验驱动”转型升级为“数据智能驱动”，不断打破传统工业的物理边界和信息壁垒，推动数据流、信息流与物料流逐步统一。

## 1. 工业智算加速行业关键流程重塑

在生产制造一线，基于机器视觉的人工智能检测系统加快规模化应用，逐步替代传统人工检测模式。通过依赖边缘计算和高性能 GPU 提供的强大实时推理算力，人工智能检测系统能够在毫秒级时间内对产品缺陷、零部件错位、焊缝质量等进行微米级的精准判断。同时，依托智能算力，机器人和自动化设备实现了从“机械执行”到“智能协作”的升级。截至 2024 年 7 月，我国工业机器人装机量占全球比重超过 50%，在役工业机器人存量已突破 200 万台，居全球首位<sup>8</sup>。2024 年我国工业机器人新安装数量达 29.5 万台，创历史年度新高，占全球新安装量的 54%<sup>9</sup>。这些机器人系统基于高性能算力平台和深度强化学习模型，能够实现复杂的运动控制和柔性操作，精准适应小批量、定制化的生产需求，显著增强生产线的灵活性与整体运行效能。

## 2. 工业智算推动产品创新周期缩短

工程师利用智能算力支撑的生成式人工智能和大模型进行高保真、多物理场的仿真验证、复杂系统的参数寻优和大规模虚拟测试，大幅减少了实物模型和实验的次数与成本。这种基于数据的智能设计模式，正在加速工业知识的沉淀与复用。例如，在航空航天、汽车和新能源领域，人工智能能够通过分析海量历史设计数据、材料特性及运行工况，快速推荐出符合性能要求的新材料组合或最优的结构设计方案。通过将人工智能融入 CAD/CAE/CAM 工具链，制造业能够实

---

<sup>8</sup>数据来源：工业和信息化部

<sup>9</sup>数据来源：国际机器人联合会发布《2025 年全球机器人报告》

现从“经验驱动”向“数据驱动”转变，不仅提高了设计的效率和质量，更使我国制造业能够更快响应市场变化、满足个性化需求，从而真正提升了其在全球创新价值链中的核心竞争力。

### 3. 典型行业案例

**汽车制造行业：**工业智算加速应用智能化，提升了生产线的柔性和质量检测的精准度。依托边缘高算力人工智能视觉系统，实现对车身焊缝、涂装缺陷、关键零部件装配偏差的微米级、全覆盖、高速检测，例如，奥迪在中国工厂部署了用于点焊质量控制的人工智能系统，实现了对每班高达 150 万个焊点的全量分析<sup>10</sup>，使质量控制模式从传统的人工抽检升级为系统自动识别、员工专注处理异常的智能化新范式；思谋科技为中国中车提供的轨交无损探伤“磁粉探伤智能检测一体机 + 智能化磁痕视觉检测系统”解决方案，实现了对焊缝亚毫米级缺陷的精准捕捉与识别，将老师傅的“隐性经验”固化为可复用的算法模型，检测效率显著提升。

智能算力支持下的深度强化学习被用于优化复杂的协作机器人（Cobots）运动路径，实现了高度柔性制造，而利用云端 HPC 集群进行整车级仿真和电池热管理优化，则大幅缩短了研发周期。例如吉利汽车构建的星睿智算中心，基于客户应用场景需求构建“HPC + 私有云”的融合型平台模式，其智能仿真平台提供了高达 3.54PFlops 的双精度算力，已累计完成超 1.2 万次全场景虚拟碰撞试验，将研发仿真计算效

---

<sup>10</sup>数据来源：中国汽车趋势网，奥迪将人工智能引入生产线实现对点焊质量的高效管控

率提升了 30%<sup>11</sup>。

**电子制造行业：**在 PCB 板、芯片封装和 SMT 环节，人工智能算法通过分析高分辨率图像，能够快速识别传统检测手段难以发现的细微、不规则缺陷。例如，上海感图科技推出的“明鉴者”AI 检测机器人，基于自研 GT Droid 底层框架，可实现高端电路板及 SMT 全流程的智能缺陷检测与良率管理。该设备通过高分辨率图像采集与深度学习算法融合，能精准识别 PCB 板线路微短、SMT 贴装偏移、焊锡空洞等细微缺陷，检出率超 99.99%，相较于人工检测效率提升 10 倍以上，且检测标准统一，有效解决了传统人工检测主观依赖性强、极限精度不足的行业痛点。同时，依托智能算力对设备传感器采集的海量时序数据进行实时分析，该系统可精准预测贴片机、回流焊炉等关键设备的剩余使用寿命（RUL），实现全流程预测性维护（PdM），将产线非计划停机时间降至最低，已在全球高端电路板细分行业头部客户实现规模化落地应用。

在电池制造环节，先导智能自主研发的“基于多模态大模型的人工智能预测性维护系统”，通过深度融合设备时序数据、视觉图像与文本日志等多源异构信息，与独有的时空特征对齐与跨模态注意力机制，实现预警窗口提前至故障发生前 7~15 天，故障预测准确率较传统方法提升逾 25%<sup>12</sup>。系统的核心技术优势在于，它将电机热力学、轴承动力学等物理模型嵌入人工智能训练过程，破解了工业现场对人工智能“黑

---

<sup>11</sup>数据来源：中国机器视觉网，思谋携手中车发布新一代工业智能体设备

<sup>12</sup>数据来源：先导智能装备股份有限公司，喜讯：先导智能“基于多模态大模型的 AI 预测性维护系统”获 2025 金砖国家工业创新大赛人工智能赛道二等奖

箱”决策的信任难题，实现了可解释、可信赖的故障诊断。

**能源行业：**智能算力需求主要集中在系统级的优化调度和设备安全方面，在强大的智能算力支持下，人工智能模型能够融合气象、负荷、发电等多维度数据，实现电力负荷的超短期精准预测，优化风电、光伏等分布式能源的并网调度。甘肃酒泉风电基地通过部署智能算法，实时分析风速预测数据与电网负荷需求，动态调整储能系统充放电策略，实现风电并网稳定性提升 40%，储能设备使用寿命延长 25%<sup>13</sup>。

**航空航天行业：**工业智算依托高性能计算集群与人工智能技术，推动从研发设计到在轨健康管理实现全流程赋能。以中国商飞与西北工业大学联合研发实践为例，在飞行器核心结构设计环节，双方通过 AI 驱动的拓扑优化与生成式设计技术，实现了复杂构件的性能与轻量化双重突破。中国商飞上海飞机设计研究院联合上海人工智能创新中心开发的 FuncGenFoil 翼型生成模型，基于神经算子与流匹配技术，将民用客机超临界翼型建模为连续函数，可生成无限分辨率的光滑翼型结构，设计误差较前沿方法降低 74.4%，多样性提升 23.2%，将原本需数月的翼型设计流程缩短至数日，CFD 验证轮次减少 50%，大幅降低研发算力成本。而郭旭院士团队研发的自主拓扑优化技术，成功应用于“祝融号”火星车设备板研制，通过独创算法实现结构减重 50% 以上，同时显著提升承载效率，相关成果已延伸至新一代载人飞船等重大装备。

---

<sup>13</sup>数据来源：搜狐，AI 赋能能源管理：驱动低碳转型，共筑高效清洁可持续能源新生态

**小结：**尽管我国工业智算产业已实现规模化突破，在算力基础设施、行业应用落地等领域取得阶段性成果，但从技术自主可控与产业高质量发展的视角来看，仍面临三大核心瓶颈亟待突破：

**一是高端芯片对外依赖度较高。**国产AI芯片在单精度浮点运算性能、软硬件生态适配成熟度等关键指标上，与英伟达等国际头部企业产品仍存在明显差距，直接导致工业大模型训练环节的算力成本居高不下，制约了技术的普惠化应用。

**二是工业大模型泛化能力不足。**现有工业大模型普遍存在小样本学习能力弱、跨场景迁移难度大的问题，面对制造业离散化、定制化的碎片化应用场景，模型的适配周期长、优化成本高，难以快速释放智算价值。

**三是产业生态呈现碎片化特征。**工业数据格式缺乏统一标准，跨企业、跨行业的数据流通面临较高的合规成本与技术壁垒；同时，中小企业受制于技术储备不足、资金投入有限等因素，在工业智算转型中面临“不会转、不能转、不敢转”的困境。

针对上述瓶颈，我国工业智算需从技术、生态、场景三大维度协同发力，构建可持续的突破路径：

**技术方面**，短期通过架构创新实现“软突破”，重点推进MoE（混合专家）架构、稀疏计算、联邦学习等技术的规模化应用，以系统级优化降低对高端通用芯片的性能依赖；长期则聚焦核心技术实现“硬突破”，全力攻关Chiplet、存

算一体、近存计算等前沿方向，持续提升国产芯片的单芯能效与集群互联带宽，夯实自主可控的算力底座。

生态方面，发挥链主企业的引领作用，联合科研机构、行业协会等多方主体，共建开源开放的工业大模型开发平台；加快制定工业数据分类分级、接口协议等统一标准，推动跨区域、跨行业的可信工业数据空间建设，打破数据孤岛，降低中小企业的接入门槛与转型成本。

场景方面，以“揭榜挂帅”机制为抓手，聚焦半导体光刻工艺优化、新能源电池智能制造等国家战略性产业的核心场景，整合产学研用资源打造标杆案例；通过总结可复制、可推广的实施路径，带动全行业的智算技术应用与产业升级。

#### 四、工业智算未来发展趋势

我国工业智算未来将呈现“算力网络全域化、智能体规模化、国产生态一体化、场景应用纵深渗透”四大核心趋势，2026—2027年将进入“技术融合爆发+生态协同突围”的关键阶段，全面支撑新型工业化。

##### （一）算力网络从“分布式布局”到“毫秒级全域协同”

算力供给将形成“国家枢纽+城域节点+边缘终端”三级网络，实现算力资源的高效调度与普惠化供给。一是城域毫秒用算规模化落地，围绕“算力中心互连时延<1ms、终端接入时延<10ms”目标，加速400G/800G光传输、全光交叉OXC设备部署，上海、江苏等多地已推出“算力光网”品牌，打通工业智算“最后一公里”。二是算网一体服务普及，基础电信企业推出定制化算网套餐，中小企业无需自建

算力中心，即可通过毫秒级网络接入公共算力资源，算力使用门槛降低 60%。三是绿色算力占比提升，液冷技术与绿电应用深度融合，西部绿色算力枢纽承接后台训练，东部低时延枢纽聚焦实时推理，将碳指标纳入算力调度，支撑工业“双碳”目标。

## （二）工业智能体成为产业升级“超级大脑”

工业智能体将取代单一模型，成为打通全流程、自主决策的核心系统，推动工业智算从“工具赋能”到“智能重构”。一是全流程闭环能力强化，融合 5G-A、算网、大模型与行业知识，打通研发、生产、供应链、运维全流程数据壁垒，实现自主感知、决策与执行，改变传统工业运营逻辑。二是规模化落地与生态协同，“工业智能体联盟”等跨界组织加速组建，整合“算网底座—工业软件-AI 算法—场景落地”全链条资源，2026—2027 年将向西门子等国际巨头主导的高端市场发起冲击。三是轻量化与普惠化，推出“智能体超市”等标准化服务，中小企业可按需选用设备故障诊断、工艺优化等场景化应用，降低转型成本与门槛。

## （三）“硬创新 + 软优化”技术融合双轮驱动自主突破

技术发展将聚焦“补短板、提效率、扩场景”，形成系统级创新优势，摆脱对外依赖。一是硬件技术攻坚深化，Chiplet、存算一体、近存计算等技术规模化应用，国产 AI 芯片在工业智算占比将突破 60%，单芯能效与互联带宽持续提升。二是软件与模型优化升级，工业大模型与知识图谱、

工业机理深度融合，MoE 架构、稀疏计算进一步降低推理成本；低代码开发工具普及，推动工业软件与 AI 的深度适配。三是人机协同模式成型，AI 接手复杂、单调的劳动环节（如参数监控、流程控制），人类聚焦创造力、情感支持等“软实力”领域，形成新型生产组织架构。

#### （四）生态从“单点突围”到“国产协同作战”

生态竞争成为核心赛道，国产产业链将形成“算力一算法一场景一标准”的全域协同优势。一是联盟化发展成主流，通信巨头、工业企业、科研机构跨界组建生态联盟，共建工业数据集、制定行业标准，填补“算力一算法一场景”协同空白。二是国产化替代向全域延伸，从芯片、服务器等硬件，到操作系统、开发工具等软件，再到工业智能体解决方案，实现从“单点替代”到“全域替代”的跨越。三是标准体系加速完善，工业数据分类分级、接口协议、算力度量等标准逐步统一，推动跨企业、跨行业数据合规流通，破解生态碎片化难题。

#### （五）场景应用从“头部试点”到“全行业深度渗透”

工业智算将从高端制造向全行业延伸，从核心环节向全流程覆盖，渗透率持续提升。一是行业覆盖变广，从汽车、电子、能源等优势领域，向纺织、轻工、建材等传统行业延伸，2027 年中小企业应用渗透率预计提升至 68.7%。二是场景纵深加深，从智能质检、预测性维护等单一环节，向柔性生产调度、全流程工艺优化、跨境供应链风险预判等复杂场景拓展。三是价值释放更显著，生成式 AI 推动工业设计周

期缩短 70%，AI 质量检测误判率低于 0.5%，在能耗优化、安全管控等领域实现量化成效提升。