中国制造业 AI 场景应用白皮书

(2026)

基于 167 个验证案例的全景分析与趋势研判

采用工业互联网产业联盟《制造业场景 AI 应用分类分级蓝皮书》框架
参考三部门《智能体规范应用与创新发展实施意见》政策导向

《中国制造业 AI 场景应用白皮书（2026）》编委会

2026 年 6 月 第一版

《中国制造业 AI 场景应用白皮书（2026）》编委会

主　　编：	王甲佳	南京市企业数字化转型研究会副会长 场景学社创办人
副 主 编：	李　莉	上海对外经贸大学统计与数据科学学院副教授 中国人工智能学会可拓学专业委员会副秘书长
	江世民	菲尼克斯（中国）有限公司高级副总裁
	朱　鹰	苏州慧工云信息科技有限公司创始人、CEO
	郑金军	中关村领智青年人才自主创新发展中心副主任 江南大学商学院产业特聘教授
	马秉岗	江苏正卓软件科技有限公司董事长
	周孝华	元力仙健康联盟创始人
	范　娟	苏州重启未来信息科技有限公司总经理
编　　委：	武　明	腾讯云乐享生态伙伴负责人
	台启飞	汉得信息智能制造事业部华东总经理
	陈　红	共享 CIO
	潘胜利	江苏新日电动车股份有限公司首席信息官
	李　伟	北京上云数智科技有限公司总经理
	崔新华	无锡哲讯智能科技有限公司总经理
	孙元海	链曼斯智能科技（无锡）有限公司总经理
	张大伟	江苏硕科信息技术有限公司总经理
	陈　亮	中基数云科技有限公司 CEO
	李余江	苏州思达企源企业管理咨询有限公司首席智造规划师
	刘符琴	南京蒙特雷软件科技有限公司总经理
	樊　俊	懂行会客厅（杭州）数学科技有限公司

《中国制造业 AI 场景应用白皮书（2026）》审核委员会

主　任：	卜安洵	江苏省数字经济联合会副会长、秘书长
副主任：	何　伟	江苏省民建人工智能与大数据委员会专家委员
	施　宏	江南大学 EDP 中心主任、副教授
	蒋科伟	艾兰得健康控股有限公司首席信息官

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

目 录

摘要 1
一、我们看到了什么 1
二、167 个案例的关键数据 1
三、五个核心判断 1
判断 1：现在的 AI 技术就够用 1
判断 2：供应链 AI 是下一个主战场 1
判断 3：AI Agent 将从 5 例到 50+例 2
判断 4：OPC+SaaS 是中小企业 AI 的唯一可行路径 2
判断 5：三条技术路线同时演进 2
四、白皮书结构 2
第 1 章 研究背景与方法论 3
1.1 研究背景 3
1.2 研究范围与定义 3
1.2.1 制造业 AI 应用 3
1.2.2 蓝皮书三维分类框架 3
1.2.3 服务商分类 4
1.3 数据来源与方法论 4
1.3.1 案例筛选标准 4
1.3.2 案例信源构成 5
1.3.3 服务商分析方法 5
1.3.4 分析方法 5
1.4 报告结构说明 5
第 2 章 制造业 AI 应用全景图谱 6
2.1 案例概况 6
2.2 AI 技术类型分布 6
2.3 工作域分布 7
2.4 行业分布 7
2.5 地域分布与产业集群 8
2.6 信源质量评估 8
2.7 本章小结 8
第 3 章 AI 服务商生态分析 9
3.1 服务商生态概览 9
3.2 硬件+AI——最拥挤也最活跃的赛道 9
3.2.1 机器视觉——从"卖设备"到"卖检测能力" 9
3.2.2 智能机器人——从"编程执行"到"自主决策" 9

3.3 传统软件公司的 AI 转型——生死攸关的"第二曲线" 9
3.3.1 SAP Joule Agent 的启示 10
3.4 SaaS AI 工具——中小企业 AI 落地的唯一通道 10
3.4.1 为什么制造业需要 SaaS AI 10
3.4.2 卡奥斯 AI 质检云——SaaS AI 的标杆 10
3.5 工业 AI 平台——从"连接"到"智能"的进化 10
3.6 AI 技术能力标签——基于蓝皮书 Z 轴的视角 11
3.7 服务商生态的"三个断层" 11
3.8 本章小结 11
第 4 章 典型场景深度解析 13
4.1 生产制造——"AI 进入核心工艺区" 13
4.2 研发设计——"仿真 AI 化"的范式跃迁 14
4.3 中小企业 AI——轻量化路径的系统验证 15
4.3.1 中小企业的 AI 实施特征 15
4.3.2 六个标杆案例的 ROI 对比 15
4.4 供应链——ROI 最高但渗透最低 15
4.5 知识库——长效性价比最高但渗透深度有限的领域 16
4.6 常见误区与失败警示 17
误区 1："数据够了再开始" 17
误区 2："AI 必须全自动" 17
误区 3："用大模型解决一切" 17
误区 4："AI 项目交给 IT 部门就行" 17
误区 5："AI 部署完就完事了" 18
4.7 本章小结 18
第 5 章 技术演进方向——三种未来情景的推演 19
5.1 情景规划：理解"不确定的未来" 19
5.1.1 为什么用情景规划法 19
5.1.2 三种情景设定 19
5.2 情景 A："渐进务实"（2026-2029） 19
5.3 情景 B："跳跃突破"（2027-2030） 20
5.4 情景 C："融合涌现"（2028-2031） 21
5.5 三条路线的对比与选择 23
5.5.1 路线全景 23
5.5.2 不同规模企业的路线推荐 23
5.5.3 为什么"三条路线"同时成立 23
5.6 四个"技术触发器"——三种情景的共同支点 23
5.7 AI Agent 的能力边界——避免"万能 Agent"的幻觉 24

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

5.7.1 Agent 能力的三个层级 24
5.7.2 哪些场景"现在还不行" 24
5.7.3 "人机协同"才是未来 3-5 年的正确姿势 24
5.8 从流程中心到 Agent 中心——企业数字化转型的范式转换 25
5.8.1 传统数字化的"流程中心"范式 25
5.8.2 Agent 中心——一种全新的组织范式 25
5.8.3 一个正在发生的例子 25
5.8.4 对企业的三个影响 26
5.9 本章小结 26
第 6 章 商业模式创新——OPC 崛起与 AI 服务生态重构 26
6.1 制造业 AI 服务的商业版图 26
6.2 OPC 模式——制造业 AI 服务的"新物种" 27
6.2.1 什么是制造业 OPC 27
6.2.2 OPC 为什么会崛起 27
6.2.3 OPC 的三种典型形态 27
6.2.4 从案例看 OPC 的威力 28
6.3 SaaS 化 AI——从"买软件"到"订阅智能" 28
6.3.1 为什么 SaaS 是制造业 AI 的最优交付方式 28
6.3.2 哪些 AI 场景最适合 SaaS 化 28
6.4 平台型企业——从"卖软件"到"运营生态" 29
6.4.1 平台模式的三种类型 29
6.4.2 卡奥斯 AI 质检云——平台模式的标杆 29
6.5 传统软件公司的 AI 化转型--慧工云的启示 29
6.5.1 一个值得关注的转型样本 30
6.5.2 慧工云的转型路径：从数字化软件到 AI 智能体 30
第一步：扎根制造现场（2016-2021） 30
第二步：构建数据底座（2021-2024） 30
第三步：全速 AI 化（2025 至今） 31
6.5.3 范式对比：慧工云 vs. Palantir 32
相似的底层逻辑 32
本质的不同：市场基因决定落地路径 32
一个关键共性：本体论是 AI 化的底座 33
6.5.4 启示：中国软件公司 AI 化转型的三个范式方向 33
启示一：从"工具思维"到"导师思维" 33
启示二：从"流程固化"到"认知赋能" 33
启示三：从"产品交付"到"持续共生" 34
6.5.5 先行者的意义 34

6.6 商业模式创新的"不可能三角"与突破 34
6.7 本章小结 34
第 7 章 未来 3-5 年机会洞察 36
7.1 机会识别方法论 36
7.2 机会一：智能排产与供应链 AI——被低估的千亿赛道 36
7.2.1 为什么是"被低估" 36
7.2.2 市场规模估算 36
7.2.3 三个细分赛道 36
7.3 机会二：中小企业 AI 应用——拐点将至 37
7.3.1 拐点信号 37
7.3.2 典型场景与 ROI 37
7.3.3 为什么 OPC 是"加速器" 37
7.4 机会三：AI Agent——从 5 例到 50+例 37
7.4.1 为什么 AI Agent 是"下一个大事件" 37
7.4.2 Agent 的三个进化阶段 37
7.4.3 谁在布局 AI Agent 38
7.5 机会四：AI 赋能的绿色制造 38
7.5.1 "双碳"政策驱动 38
7.5.2 三大绿色 AI 场景 38
7.6 机会地图：成熟度×市场空间 38
7.7 本章小结 39
第 8 章 行动建议 41
8.1 给制造企业的建议 41
8.1.1 不同规模企业的 AI 策略 41
8.1.2 启动 AI 的三个"不要"和一个"一定" 41
8.1.3 政策合规要点 41
8.1.4 三年行动路线图 42
8.2 给 AI 服务商的建议 42
8.2.1 找准生态位 42
8.2.2 SaaS 化的四个关键 42
8.2.3 "卡奥斯模式"的启示 42
8.3 给 OPC 创业者的建议 42
8.3.1 OPC 的"黄金公式" 42
8.3.2 起步三步法 43
8.3.3 三个"千万别" 43
8.4 给政府与产业园区的建议 43
8.4.1 精准施策的三个方向 43

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

8.4.2 产业园区"产业大脑"建设路线 43
8.5 给投资机构的建议 44
8.5.1 四个投资主题 44
8.5.2 投资制造业 AI 的三个注意事项 44
8.6 本章小结 44
附录一：参考文献与资料来源 45
一、政策文件与标准 45
二、研究报告 45
三、政府与行业名单 45
四、行业媒体与报道 46
五、企业与服务商白皮书 46
六、网络资料来源（案例补充） 46
七、数据说明 46
附录二：专栏目录 47
后记 48

摘要

一、我们看到了什么

基于 167 个来自政府官方（52.7%）、服务商白皮书（30.5%）和权威行业媒体（17.3%）的严格验证案例，以及对信通院 AI Agent 发展报告、三部门《智能体规范应用与创新发展实施意见》等政策的分析，四个关键发现：

发现 1：传统 ML 创造的价值被低估了。46.7%的案例使用传统机器学习，但标杆案例证明"传统 ML 做到极致就是先进"——通威太阳能 50+ML 用例创造了世界级光伏工厂，三一重工 99 个 ML 模型将产能扩大 123%。

发现 2：供应链 AI 是 ROI 最高但渗透最低的结构性机会。供应链域案例仅 5.4%，但海尔全链路 AI 实现库存周转+60%、物流成本-25%，南钢峰谷发电 AI 创造 4.24 倍效益。案例少，价值大。

发现 3：AI Agent 正在从零到一。仅 5 个 Agent 案例（3.0%），但全部来自 2025—2026 年最新实践。这不是 AI Agent"不该有"的信号，而是"即将爆发"的信号。

发现 4：中小企业的 AI 路径与大企业截然不同。无一自建 AI 基础设施，100%走 SaaS 或外部 OPC 服务商路径。这预示着一个千亿级 OPC 服务市场的崛起。

二、167 个案例的关键数据

表 1：

维度	关键数据
AI 技术分布	传统 ML 46.7%、机器视觉 20.4%、融合智能 13.2%、智能机器人 7.8%
工作域分布	生产制造 62.3%、研发设计 21.6%、运营 6.0%、供应链 5.4%
信源等级	P0 政府 52.7%、P2 服务商白皮书 30.5%、P1 权威媒体 7.2%
行业覆盖	汽车 28 例、电子 22 例、钢铁 15 例、医药 10 例等 12 个行业
地域分布	长三角 58 例、山东 12 例、广东 10 例、成渝 5 例

三、五个核心判断

判断 1：现在的 AI 技术就够用

不需要等"完美 AI"。情景 A 路径（传统 ML+视觉深度应用）即可创造 6 倍 ROI。问题不是"技术不够好"，而是"找到对的场景和对的方式"。

判断 2：供应链 AI 是下一个主战场

海尔、南钢、柳药的案例已经证明：供应链 AI 的 ROI 远超生产制造 AI。5.4%的渗透率意味着 95%的市场尚未开发。这是未来 3 年最大的结构性机会。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

判断 3：AI Agent 将从 5 例到 50+例

政策端（江苏工信厅 30 例）、产业端（SAP 200+ Joule Agent、PTC ServiceMax 多智能体）、技术端（大模型可靠性提升）三端共振，AI Agent 在 2026—2028 年将迎来批量部署。

判断 4：OPC+SaaS 是中小企业 AI 的唯一可行路径

167 个案例中约 10%来自中小企业——无一自建 AI 基础设施，投资几万到几十万，数月见效。OPC（一人公司）型 AI 服务商将填补大厂不愿碰、小厂不会做的"中间市场"。

判断 5：三条技术路线同时演进

制造业不是铁板一块。大企业走"渐进+跳跃"并行路线，中型企业深耕"渐进务实"，小企业拥抱"SaaS 化 AI"。三条路线都有自己的合理性和时间窗口。

四、白皮书结构

表 2：

章节	主题	核心价值
第 1 章	研究背景与方法论	说明 167 个案例的来源和筛选标准
第 2 章	AI 应用全景图谱	从技术、行业、地域三维度展示现状
第 3 章	服务商生态分析	商业模式标签+AI 技术能力标签双轨分析
第 4 章	典型场景深度解析	六大工作域×标杆案例×趋势萃取
第 5 章	技术演进方向	三种情景推演未来 3—5 年技术路线
第 6 章	商业模式创新	OPC 崛起、平台化 vs 专业化、SaaS 渗透
第 7 章	未来机会洞察	排产调度千亿赛道、中小企业拐点
第 8 章	行动建议	面向五类角色的具体行动指南

一句话总结：167 个案例证明——中国的制造业 AI 不是"未来时"，是"现在进行时"。传统 ML 和机器视觉已经创造了可观的商业价值，AI Agent 和供应链 AI 正在打开新一轮增长空间。不是技术不够好，是找到对的场景、对的方式、对的节奏。

第 1 章 研究背景与方法论

1.1 研究背景

2026 年，中国制造业正处于从"自动化"向"智能化"战略转型的关键窗口。三大政策与技术趋势交汇：

政策驱动：2026 年 5 月 8 日，中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部联合发布《智能体规范应用与创新发展实施意见》，明确提出"研发生产管理智能体，动态优化生产排程、资源分配和工序衔接""促进智能体与数控机床、工业机器人、自动化产线等融合，促进提质增效降本"——这是国家层面首次将 AI Agent 确立为制造业智能化的核心抓手。同时，国务院《关于深入实施"人工智能+"行动的意见》要求到 2027 年实现 AI 与产业领域广泛深度融合。

技术拐点：2025 年被业界公认为"AI Agent 元年"。中国工业互联网研究院《AI Agent 智能体技术发展报告》（2026 年 1 月）指出，多智能体协同、领域专用模型、具身智能等技术的快速成熟，正在推动 AI 从"自动化工具"向"自主化生产力"跃迁。

实践突破：截至 2025 年，全国已建成先进级智能工厂 1,200 余家、卓越级智能工厂 230 余家，覆盖制造业 80%以上大类。以工业互联网、大数据、人工智能为代表的新一代信息技术加速渗透研发设计、生产制造、供应链管理等全流程。

然而，制造业 AI 应用落地仍面临诸多挑战：企业对 AI 技术所能产生的作用认识不足；应用模式、算法、模型呈现多样化，缺乏统一评价体系；AI 系统研发难以与实际制造场景直接对应，供需双方认知存在显著差异。

在此背景下，工业互联网产业联盟（AII）于 2025 年 10 月发布《制造业场景人工智能应用分类分级蓝皮书》，首次提出三维分类框架（工作域×业务区×AI 技术类型）和三级分级体系（基础级/先进级/卓越级），为行业提供了统一的评价坐标。

本白皮书在上述框架指导下，基于 167 个经过严格信源验证的中国制造业 AI 应用案例，以及对可信 AI 服务商的系统梳理，对制造业 AI 应用现状进行全景扫描，并对未来 3—5 年的技术演进和商业机会进行趋势探测。

1.2 研究范围与定义

1.2.1 制造业 AI 应用

本白皮书所研究的"制造业 AI 应用"指：在制造业产品全生命周期中，采用人工智能技术（包括传统机器学习、机器视觉、生成式 AI、认知推理、AI Agent、智能机器人、融合智能、群体智能等）实现效率提升、质量改进、成本降低或模式创新的实践。

1.2.2 蓝皮书三维分类框架

本白皮书采用工业互联网产业联盟《制造业场景人工智能应用分类分级蓝皮书》（2025 年 10 月）的分类体系：

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

X 轴——工作域（6 类）：

- 研发设计：产品设计、工艺规划、模拟仿真
- 生产制造：加工、装配、质量检测、设备管理
- 运营：企业经营管理、生产调度
- 销售：市场营销、客户关系、订单管理
- 服务：售后支持、远程运维、故障诊断
- 供应链：采购、物流、仓储、跨企业协同

Y 轴——业务区（5 层）：

- 设备层：传感器、仪器仪表、机器装置
- 单元层：PLC、控制系统、边缘计算
- 车间层：MES、产线管理、车间监控
- 企业层：ERP、PLM、经营管理
- 协同层：跨企业协同、产业互联网

Z 轴——AI 技术类型（8 类）：

- 传统机器学习、机器感知与机器视觉、生成式人工智能
- 认知与推理、人工智能代理（AI Agent）、智能机器人
- 融合智能、群体智能

三级分级体系：

- 基础级：底层支撑技术，广泛应用且成熟度高（含传统 ML、机器视觉、生成式 AI）
- 先进级：快速迭代技术，具备较高应用价值（含认知推理、AI Agent、智能机器人）
- 卓越级：前沿探索，颠覆性潜力但尚未成熟（含融合智能、群体智能）

1.2.3 服务商分类

服务商分类采用商业模式与技术能力双轨制：以 S（传统软件）、T（SaaS 云服务）、O（OPC 一人公司）、P（工业互联网平台）、H（硬件+AI）为商业模式标签，同时以蓝皮书 Z 轴（AI 技术类型）为技术能力标签。

1.3 数据来源与方法论

1.3.1 案例筛选标准

本白皮书收录的 167 个制造业 AI 应用案例，全部满足以下四重验证标准：

表 3：

标准	要求
信源可靠性	来源为政府官方文件（工信部/省工信厅/世界经济论坛灯塔工厂）、权威行业媒体（中

	国经营报/中国工控网）、服务商官方白皮书（Altair/e-works）
企业可识别性	企业名称明确可查，不使用"某企业""某集团"等匿名表述
数据可量化	至少含一个可验证的量化效果指标（效率/成本/良率/交期等百分比或绝对值）
场景可描述	AI 应用场景有具体的技术方案描述，非泛泛而谈的"智能化转型"

1.3.2 案例信源构成

表 4：

信源类型	案例数	代表来源
政府官方（P0）	88	江苏省工信厅（36）、工信部名单（42）、WEF 灯塔工厂（7）、山东省名单（5）
行业权威媒体（P1）	12	中国经营报（7）、中国工控网（2）、阿里云计算（2）
服务商白皮书（P2）	51	Altair 全球 100 个 AI 应用案例
研究机构与网络（P3-P4）	16	中国机电一体化协会（4）、中小企业案例（5）、搜狐科技等

1.3.3 服务商分析方法

服务商的 AI 能力评估基于公开资料（企业官网、招投标信息、行业媒体）中可验证的技术描述，仅收录有明确 AI 产品或 AI 服务案例的服务商。分类采用关键词推断+人工校验双保险。

1.3.4 分析方法

- **定量分析**：基于 167 个案例的蓝皮书三维标注，进行分布统计和交叉分析
- **标杆深挖**：从每类场景中选取 3—4 个数据最翔实、启发性最强的案例进行多维度解析
- **趋势推演**：结合政策、技术成熟度曲线和产业投资动态，运用情境规划法进行未来情景构建

1.4 报告结构说明

本白皮书共八章，分为两大部分：现状盘点（第 2-4 章）、趋势探测（第 5-8 章）

- 第 2 章：基于 167 个案例，展示制造业 AI 应用的全景图谱
- 第 3 章：基于可信服务商，分析 AI 服务商生态
- 第 4 章：沿六大工作域深度解析典型场景
- 第 5 章：推演技术演进方向与多条可能路线
- 第 6 章：分析商业模式创新方向
- 第 7 章：识别未来 3—5 年的关键机会
- 第 8 章：面向五类角色给出行动建议

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第 2 章 制造业 AI 应用全景图谱

2.1 案例概况

本白皮书收录的 167 个 AI 应用案例，覆盖六大工作域、12 个主要制造行业，来自政府官方（52.7%）、服务商白皮书（30.5%）、权威行业媒体（7.2%）和研究机构/网络（9.6%）。

表 5：

指标	数值
案例总数	167
覆盖工作域	6/6（全覆盖）
覆盖 AI 技术类型	8/8（全覆盖）
覆盖分级	基础级/先进级/卓越级
P0-P2 信源占比	90.4%
含量化数据案例	167(100%)

2.2 AI 技术类型分布

基于蓝皮书 Z 轴分类，167 个案例中八类 AI 技术的分布如下：

表 6：

Z 轴分类	案例数	占比	分级	代表性应用
传统机器学习	78	46.7%	基础级	工艺优化、预测维护、参数调优
机器感知与机器视觉	34	20.4%	基础级	缺陷检测、视觉质检、OCR 识别
融合智能	22	13.2%	卓越级	数字孪生、仿真 AI、多模态
智能机器人	13	7.8%	先进级	AGV 调度、协作机器人、无人叉车
生成式人工智能	8	4.8%	基础级	工业大模型、产品设计、碳管理
人工智能代理（AI Agent）	5	3.0%	先进级	智能排产、设备助手、多智能体协同
认知与推理	4	2.4%	先进级	知识图谱、根因分析、安全防护
群体智能	3	1.8%	卓越级	多智能体调度、跨企业协同

关键解读：

传统 ML 仍占半壁江山（46.7%），但这里的"传统"并非贬义——通威太阳能的 50+ML 用例叠加效应创造了世界级光伏制造工厂，三一重工 18 号工厂用 99 个 ML 模型将产能扩大 123%。**传统 ML 做到极致就是先进**。

机器视觉增长强劲（20.4%），且呈现两大趋势：一是从"抽样检测"升级为"全检"（长虹电池钢壳检测漏液率降至 0.7PPM）；二是从"单机孤岛"走向"一人多机集控"（长虹电子 AOI 产线

人员配置降低 87.5%）。

AI Agent 最为稀缺但信号最强（仅 3.0%，5 例）。这 5 例全部来自 2025—2026 年的最新实践——SAP 的 Joule Agent、PTC 的 ServiceMax 多智能体、工业富联 GenAI 设备助手、海尔重庆 GenAI 维修助理、江苏工信厅案例中的 AI 助手。**2026 年正是 AI Agent 从"零星试点"到"规模部署"的转折年**。

2.3 工作域分布

表 7：

X 轴（工作域）	案例数	占比	核心场景
生产制造	104	62.3%	视觉质检、工艺优化、设备预测维护、柔性产线
研发设计	36	21.6%	AI 仿真、生成式设计、船舶涂装智能设计
运营	10	6.0%	人才 AI 管理、碳管理运营、经营数据分析
供应链	9	5.4%	智能排产、物流优化、库存管理、跨企业协同
服务	5	3.0%	预测维护、远程诊断、多智能体售后
销售	3	1.8%	智能营销、客户画像、需求预测

核心观察：

生产制造以 62.3%的占比遥遥领先——这符合制造业 AI 渗透"从车间开始"的自然规律。但值得警惕的是，**供应链（5.4%）和销售（1.8%）的 AI 应用严重不足**，而这恰是 ROI 最高的两个环节。海尔供应链全链路优化实现库存周转率提升 60%、运费成本下降 25%的案例证明，供应链 AI 的价值被严重低估。研发设计的 21.6%占比主要得益于 Altair 的 51 个仿真 AI 案例——展示了从"小时级仿真"到"秒级 AI 预测"的范式跃迁。南通中远川崎的船舶涂装三维智能设计案例（江苏工信厅 2026）则将 AI 设计从"数字世界"延伸到了"物理世界"的工艺落地。

2.4 行业分布

表 8：

行业	案例数	代表企业	典型 AI 应用
汽车及零部件	28	上汽通用、广汽、江汽、徐工、星宇车灯	视觉质检、岛式制造、智能驾驶研发
电子制造	22	庆鼎精密电子、常州博瑞电力、通威太阳能	AOI 检测、SMT 贴片、光伏 AI
钢铁冶金	15	沙钢钢铁、中天钢铁、南钢、兴澄特种钢铁	炼铁 AI 节能、智能卸船、废钢定级
医药化工	10	翰宇药业、扬子石油化工、江苏康缘药业	AI 制药、工艺优化、碳管理
纺织化纤	7	恒力化纤、悦达纺织、金东纸业	化纤质检、纺纱自诊断、AI 配方
船舶海工	4	南通中远川崎、中兴通讯（南京）	三维涂装设计、智能管系
食品饮料	3	洋河酒厂、天士力	AI 营销、中医药大模型
能源电力	8	伊顿电力、协鑫集成、中创新航	AI 仿真设计、光伏运维、电池管理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

物流医药流通	4	柳药集团、云南白药	AI 排线、供应链韧性
通用制造	66	长虹、海尔、美的、三一、西门子等	覆盖多场景

2.5 地域分布与产业集群

表 9：

区域	案例数	活跃特征
长三角（苏浙沪）	58	江苏省工信厅以 36 个官方案例为标杆；覆盖全链条
山东	12	智能制造场景/工厂企业集中
广东	10	电子制造+汽车+生态伙伴
成渝	5	海尔重庆人才灯塔、长安汽车
京津冀	7	三一重工、西门子成都、河北化工
其他/全国	75	Altair 51 例全球案例 + 灯塔工厂全国分布

产业集群特征：长三角是全链条 AI 应用的先行区（江苏 30 个案例覆盖 6 大环节），山东是智能制造场景密集区，广东是电子制造 AI 重镇。这种地域集群与当地的制造业基础、政策支持力度高度相关。

2.6 信源质量评估

表 10：

信源等级	数量	占比	典型来源
P0 政府官方	88	52.7%	江苏省工信厅、工信部、WEF 灯塔工厂
P1 权威行业媒体	12	7.2%	中国经营报、中国工控网、阿里云
P2 服务商白皮书	51	30.5%	Altair 100 个 AI 应用案例
P3-P4 研究机构/网络	16	9.6%	中国机电一体化协会、中小企业案例

2.6 本章小结

基于 167 个可信案例的全景分析，三个核心判断：

1. **"量大面不浅"**：虽然传统 ML 占 46.7%，但标杆案例证明了传统 ML 做到极致就是先进——通威太阳能 50+ML 用例、三一 98%效率提升都是传统 ML 的巅峰之作。

2. **结构缺口即机会**：供应链 AI 仅 5.4%、销售 AI 仅 1.8%，但海尔供应链全链路降本 30%+的案例证明这两个方向 ROI 最高。

3. **2026 年是分水岭**：AI Agent 仅 5 例（3.0%），但全部来自 2025—2026 年最新实践——这不是偶然缺席，而是爆发前夜

第 3 章 AI 服务商生态分析

3.1 服务商生态概览

制造业 AI 服务供给端呈现"哑铃型"结构——两端大、中间细。基于对可信服务商的分析：

表 11：

商业模式	特征	代表性服务商
硬件+AI	工业相机+AI 检测、传感器+边缘推理、AGV+调度算法	西安多维机器视觉、埃夫特机器人、海康机器人
传统软件 AI 化	ERP/MES/PLM 中嵌入 AI 预测、优化、分析模块	SAP（200+ Joule Agent）、PTC（Windchill AI Agent）、用友
SaaS AI 工具	云端 AI 质检、AI 排产、AI 设备管理，按年/月订阅	慧工智造、黑湖智造、语祯物联、卡奥斯 AI 质检云
工业 AI 平台	工业互联网+AI 中台+生态运营	海尔卡奥斯、树根互联、工业富联、华为 FusionPlant、
OPC AI 服务商	个人/微型团队，以行业经验+AI 工具能力服务中小企业	新兴群体，

3.2 硬件+AI——最拥挤也最活跃的赛道

硬件+AI 是制造业 AI 服务的主力军，其中机器视觉设备商占比最高。

3.2.1 机器视觉——从"卖设备"到"卖检测能力"

传统的机器视觉设备商卖的是"工业相机+光源+工控机"。AI 时代的机器视觉服务商卖的是"检测能力"——不只是设备，更是背后的 AI 模型、训练数据和持续迭代服务。

案例：卡奥斯 AI 质检云平台基于轻量化视觉大模型，在冰箱门体检测中实现 200 件/秒的检测速度、99.9%的准确率。这不是某个工厂定制的设备，而是**任何工厂都可以订阅的检测能力**。

3.2.2 智能机器人——从"编程执行"到"自主决策"

埃夫特的双臂机器人案例代表了机器人赛道的 AI 化方向——中专学历的技术人员 3 天内完成无人工作站开发，机器人 1 个月掌握复杂煮粥流程。传统工业机器人需要专业编程，AI 赋能后降低使用门槛，使中小企业也能用上智能机器人。

3.3 传统软件公司的 AI 转型——生死攸关的"第二曲线"

SAP 在 ERP 中嵌入 200+ Joule Agent 场景，PTC 在 Windchill 中内置 AI Agent 功能组件，用友和金蝶在 ERP 中集成 AI 助手——传统软件巨头正在进行一场从"记录系统"到"决策

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

系统"的产品革命。

这场转型的关键要素：

表 12：

要素	传统模式	AI 化模式
产品定位	帮企业"记录"发生了什么（ERP 记账、MES 报工）	帮企业"预判"将要发生什么
用户交互	菜单+表单+报表	自然语言对话+Agent 主动推送
价值创造	管理规范化+效率提升	决策优化+知识留存
收费模式	许可证+年维护费	订阅制+按 AI 调用量计费

3.3.1 SAP Joule Agent 的启示

SAP 将 AI Agent 嵌入 ERP 的每个业务场景——采购 Agent 自动比价和推荐供应商，物流 Agent 优化运输路线，财务 Agent 自动对账和异常预警。Joule 不是"一个独立的 AI 产品"，而是"ERP 的 AI 化升级"。这个模式解决了制造业 AI 落地的一个核心难题——**不需要额外建设数据中台，就在已有的业务系统上叠加 AI 能力**。

3.4 SaaS AI 工具——中小企业 AI 落地的唯一通道

3.4.1 为什么制造业需要 SaaS AI

167 个案例中约 10%来自中小企业。它们的 AI 路径无一例外地指向了 SaaS 或外部服务商——零代码的 AI 视觉质检、云端 AI 排产、按年订阅的设备预测维护。这些 SaaS AI 工具的共同特征：

表 13：

特征	说明
开箱即用	不需要 AI 团队，不需要数据科学家
按需付费	月费 3,000-20,000 元，可随时停止
快速部署	1-4 周上线，有些甚至当天可用
持续升级	模型自动更新，不需要客户干预

3.4.2 卡奥斯 AI 质检云——SaaS AI 的标杆

卡奥斯 AI 质检云展示了 SaaS AI 的理想形态：一个通用模型（轻量化视觉大模型）部署在云平台，任何工厂通过订阅即可接入。缺陷识别速度 200 件/秒、准确率 99.9%——不是为某一个工厂定制的，而是可复制的 AI 能力。

3.5 工业 AI 平台——从"连接"到"智能"的进化

工业互联网平台经历了三个阶段：①连接阶段（采集设备数据）→②分析阶段（BI 展示+报表）→③智能阶段（AI 预测+优化+自主决策）。

表 14：

平台	核心 AI 能力	差异化定位
海尔卡奥斯	轻量化视觉大模型+AI 质检云	聚焦质检场景的平台化 AI 服务
树根互联	工程机械 AI 预测维护+远程运维	重工行业的设备智能管理
工业富联	GenAI 碳管理+供应商协同	ESG 维度的供应链 AI
华为 FusionPlant	盘古大模型+昇腾算力底座	全栈 AI 基础设施

3.6 AI 技术能力标签——基于蓝皮书 Z 轴的视角

参照蓝皮书 Z 轴（AI 技术 8 类），可信服务商的核心 AI 技术能力分布：

表 15：

Z 轴技术标签	服务商特征	市场成熟度
机器感知与机器视觉	机器视觉设备商群体，竞争激烈	★★★★★ 成熟
传统机器学习	软件公司内置的预测/优化/SPC 模块	★★★★ 较成熟
智能机器人	AGV/机械臂集成商，AI 能力正在叠加	★★★ 成长中
融合智能	数字孪生/仿真平台，Altair 类企业	★★★ 成长中
生成式人工智能	华为盘古、百度文心等大模型服务商	★★ 早期
AI Agent	SAP、PTC、工业富联等先行者	★ 极早期
认知与推理	知识图谱/专家系统专业公司	★ 极早期
群体智能	多智能体协同，几乎空白	☆ 前沿探索

关键判断：服务商端 AI Agent（极早期）与案例端（5 例，3.0%）高度吻合——供需两端均处于爆发前夜。

3.7 服务商生态的"三个断层"

表 16：

断层	现象	影响
规模断层	SaaS 和 OPC 服务商占比极低（<1%）	中小企业 AI 需求无法被充分满足
能力断层	大量硬件+AI 公司缺乏 AI 算法深度	"装了摄像头就叫 AI 质检"的行业乱象
行业断层	服务商集中在电子、汽车行业	纺织、食品、建材等行业 AI 服务供给不足

这恰恰是 OPC 的机会——在那些大服务商不愿进入的细分行业（如食品加工、建材制造），一个懂行的 OPC 可以成为该行业的 AI 服务第一人。

3.8 本章小结

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

1. **供给端的"哑铃"正在被打破**：SaaS 和 OPC 将从不到 1%增长至 10%+，填补大企业与小企业之间的服务空白

2. **硬件+AI 需要"软硬结合"**：从"卖设备"转向"卖检测能力+持续服务"

3. **软件公司面临"第二曲线"**：从"记录系统"到"决策系统"的转型，决定未来 10 年的竞争力

4. **AI Agent 服务供给严重不足**：与需求端（5 案例但快速增加）形成结构性错配——先入者将获得先发优势

第 4 章 典型场景深度解析

4.1 生产制造——"AI 进入核心工艺区"

生产制造域收录 104 个案例（62.3%），是 AI 渗透最深的工作域。AI 正从"辅助环节"向"核心工艺区"挺进。

专栏 1：案例 4.1.1 上汽通用五菱——岛式制造的 AI 革命

维度	内容
改变的本质	从"流水线固定节拍"到"AI 动态调度"——每辆车走自己的路径
核心技术	华为星河 AI 网络 + AGV 多机协同调度算法 + 机器视觉定位
量化成果	交付周期-30%、新品上市 420 天→240 天、成本-5%～8%、能耗-25%
ROI 估算	投资约 3,000-5,000 万元（AI 网络+AGV 改造），年节省约 1.2 亿—1.8 亿元，**回本周期约 3-5 个月**
蓝皮书标签	X=生产制造， Y=车间层， Z=智能机器人， 先进级

启示：岛式制造的颠覆性在于——不是"让产线更智能"，而是"让智能成为产线"。ROI 极高但投入门槛也高，适合年产能 10 万辆以上的主机厂。

专栏 2：案例 4.1.2 通威太阳能——传统 ML 做到极致就是先进

维度	内容
方法论	50+项 ML 用例嵌入生产全链路：工艺优化+缺陷分析+预测维护
量化成果	电池转换效率+12%、缺陷率-41%、转换成本-37%、碳排放-33%
ROI 估算	累计 AI 投资约 2,000-3,000 万元（覆盖 50+用例），年综合效益超 1 亿元，**回本周期约 3-6 个月**
蓝皮书标签	X=生产制造， Y=企业层， Z=传统机器学习， 基础级

启示：50+个 ML 用例的叠加效应创造了世界级工厂。每个 ML 模型可能只提升 1%，但 50 个叠加就是质变。

专栏 3：案例 4.1.3 长虹体系——全品类 AI 质检

场景	技术	核心指标	年节省
碱性电池钢壳	YOLO+360°	漏液率 0.7PPM	660 万元
电子 AOI+AI	CNN+集控	直通率+20%，人员-87.5%	400 万元+
冰洗装配防错	AI 视觉	准确率 99.9%+，差错率<0.5%	150 万元+
智能音箱异音	无监督+小样本	漏检率 0.2%，一致性 99.5%	200 万元+

ROI 估算：四场景 AI 投资约 400 万—600 万元，**年节省 1,400 万元+**，回本周期约 4-6 个月。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

专栏 4：案例 4.1.4 汉得信息——AI 智能体持续监控热化炉最优生产状态	
维度	内容
改变的本质	从"人工每小时目视巡检"到"AI 智能体 7×24 小时持续监控"——用机器视觉替代人眼判断炉内丁达尔效应强度，实现反应状态的实时量化评估
行业背景	多晶硅制造（西门子法：$SiHCl_3+H_2 \rightarrow Si+3HCl$），热化炉（还原炉）是核心生产设备。炉内反应状态直接决定产品质量、能耗水平和生产效率
核心技术	AI Agent 智能体 + 工业相机机器视觉 + 炉内反应状态识别算法 + 异常预警与自动调参闭环
痛点量化	92.5%的炉批需要人工调整，说明异常情况具有普遍性；现场人员每小时巡检一次，通过视镜目视判断状态，存在响应滞后、主观性强、覆盖不足等问题
解决效果	巡检频次从每小时 1 次人工目视→AI 实时连续监控；异常状态的识别：依赖老师傅经验→标准化算法判断；响应时间从天级/小时级→分钟级
ROI 估算	减少人工巡检人力+降低异常状态能耗+减少缺陷品损失，单条产线年综合效益预估 200 万—500 万元，回本周期约 6-12 个月
蓝皮书标签	X=生产制造， Y=车间层， Z=AI Agent, 先进级

启示 AI Agent 在制造业的价值不仅是"替代人"，更是"超越人"。人眼无法 7×24 小时持续观察高温炉内状态，Agent 可以。92.5%的人工调整率说明异常是常态而非偶然，持续监控的刚需真实存在。对于化工、冶金、光伏等高温工艺行业，AI 视觉+Agent 的组合具有普适性。

4.2 研发设计——"仿真 AI 化"的范式跃迁

专栏 5：案例 4.2.1 Altair physicsAI——从 12 小时到 3 分钟

应用场景	传统方式	AI 方式	加速倍数	ROI
空气动力学（200 万+单元）	CFD 12 小时+	physicsAI 3 分钟	**240 倍**	单次仿真节省 8-10 工时
引擎盖冲击分析	分钟级	秒级	**数十倍**	每轮设计迭代节省 2 天
NVH 性能预测	传统方法	ML 无代码	**100 倍**	早期发现问题避免后期变更

整体 ROI：Altair physicsAI 年许可费约 20 万—50 万元，对于年设计迭代>50 次的汽车/航空企业，年节省工时成本 200 万—500 万元，**回本周期约 2-4 个月**。

专栏 6：案例 4.2.2 南通中远川崎——船舶涂装 AI 三维设计	
维度	内容
核心突破	智能舱室三维建模+面积自动计算+AI 出图——从"二维图纸+人工经验"到"三维空间+数据驱动"
ROI 估算	开发投入约 500 万—800 万元，年节省设计工时+减少返工+材料优化约 300 万—500 万元，**回本周期约 1.5—2 年**

来源	江苏省工信厅/2026.05

4.3 中小企业 AI——轻量化路径的系统验证

4.3.1 中小企业的 AI 实施特征

表 17：

特征	大企业模式	中小企业模式
技术选型	多线并行（ML+视觉+Agent）	单点突破（选 1 个场景）
基础设施	自建 AI 平台/数据中台	**零自建**，全部 SaaS 或外部服务
投入规模	500 万-2,000 万/年	5 万—30 万/年
实施周期	6-18 个月	1-4 周
团队要求	内部 AI 团队+外部服务商	无需 AI 人员，OPC 或 SaaS 即可
核心风险	组织变革阻力	服务商不稳定

4.3.2 六个标杆案例的 ROI 对比

表 18：

企业	场景	年投入（估）	年效益（估）	回本周期
义乌优克拉	AI 全流程	5 万—8 万	30 万—50 万	**2-3 个月**
宁波怡盛液压	AI 排程	3 万—5 万	15 万—25 万	**3-4 个月**
浙江高格	AI 质检	5 万—8 万	20 万—30 万	**3-5 个月**
宁波创元信息	AI 模具设计	8 万—12 万	40 万—60 万	**2-3 个月**
深圳智能硬件	AI 工作流	2 万—3 万	8 万—15 万	**2-4 个月**
浙江汽配	AI 全检	8 万—15 万	30 万—50 万	**3-6 个月**

核心发现：中小企业的 AI 项目回本周期普遍在 **2-6 个月**，远短于大企业（6-24 个月）。因为投入小（不建基础设施）、见效快（SaaS 即开即用）、场景聚焦（只做一件事）。

4.4 供应链——ROI 最高但渗透最低

专栏 7：案例 4.4.1 南钢——峰谷发电 AI 调度

维度	内容
场景	华为云 Stack 大模型+求解器，高焦转余气发电实时调度
成果	年增发电 655 万度，峰谷发电效益增 4.24 倍
ROI 估算	系统投入约 200 万—300 万元，年增发电效益超 800 万元，**回本周期约 3-5 个月**

专栏 8：案例 4.4.2 海尔集团——供应链全链路 AI 联动

环节	效果	年效益（估）

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

环节	效果	年效益（估）
需求预测（精度 95%）	减少缺货和过剩	2,000 万+
库存管理（周转+60%）	释放资金占用	5,000 万+
生产排程（响应×2）	减少插单成本	1,500 万+
物流调度（运费-25%）	直接成本节省	3,000 万+
四环节合计	**—**	**年综合效益 1.1 亿元+**

ROI 估算：全链路 AI 总投入约 3,000-5,000 万元（含平台建设+模型开发），**回本周期约 4-6 个月**。

专栏 9：案例 4.4.2 盛隆电气 —— 电气成套企业的智能体矩阵落地

维度	内容
改变的本质	聚焦制造企业核心管理环节，从传统软件+人工作业到 27+智能体全员上岗——盛隆电气引入慧工云 IN-A 工业智能体领航矩阵，仅用 14 天完成需求梳理、智能体配置与上线运行，27+智能体实现从车间到办公室，生产、质检、采购、仓储等核心业务环节的全覆盖，完成从数字化转型规划半年起步到智能体两周见效的范式突破。
核心技术	IN-A 工业智能体领航矩阵；低代码智能体配置引擎；行业预置智能体模板库；多源系统数据对接
量化成果	14 天完成 27+智能体部署上线；年化收益 300 万+；智能体覆盖生产排产、质量检验、采购协同、仓储管理、设备运维等核心环节；减少工程师和管理人员 60%重复性协同的时间。
ROI 估算	以电气成套企业年产值 2 亿—5 亿规模测算，27+智能体年化收益 300 万+，投资回报率超过 200%；14 天部署周期意味着企业无需长周期 IT 项目投入，首月即可见效，综合投资回报周期约 2-3 个月
蓝皮书标签	X=智能体快速落地， Y=智能体矩阵， Z=电气成套/快速部署/高 ROI

4.5 知识库——长效性价比最高但渗透深度有限的领域

专栏 10：案例 4.5.1 宁德时代 — 新能源动力电池制造业 AI 知识库

维度	内容
改变的本质	将工程机械龙头企业遍布全球的研发文档、设备维修手册、售后服务方案、供应商技术规范等海量知识资产，从依赖人工经验传递和纸质/本地文档存储的分散模式，转变为 AI 驱动的全球化知识服务平台。解决了设备型号繁多、将新能源动力电池行业的技术专利、工艺标准、安全管理规范、质量追溯数据、供应商评估报告等高敏感度知识资产，从严格权限管控下的多系统分散存储模式，升级为 AI 驱动的高安全知识服务平台。在确保知识产权安全的前提下，实现研发、生产、品控全链路知识的精准供给。
核心技术	乐享 2.0 AI 知识库，具备企业级权限管控能力，支持按部门、岗位、项目维度设置精细化知识访问权限；MCP 接口对接企业 QMS 质量管理系统、LIMS 实验室信息管理

维度	内容
	系统及 PLM 系统；基于大语言模型的深度语义理解，可解析动力电池行业专业术语；知识自动切片与敏感信息脱敏机制，确保商业机密安全。
量化成果	研发人员技术方案检索效率大幅提升，跨部门技术评审响应时间缩短 50%+；品控人员法规与标准检索命中率提升至 95%+，质量合规审查效率提升 40%以上；新员工安全培训周期从 2 周缩短至 1 周，安全考核通过率提升 20%；供应商技术文档评审效率提升 60%，供应链协同效率显著改善。

ROI 估算：以宁德时代超大规模制造体系测算，乐享 2.0 AI 知识库年投入数十万级，相比传统知识管理方案，综合成本降低 60%以上。按研发效率提升、质量事故减少、培训成本下降等维度测算，预计年度综合效益数百万元量级，投资回报周期约 4-6 个月。知识产权保护能力的提升带来难以量化的长期战略价值。

启示：新能源动力电池是典型的技术密集型+高安全要求行业，知识管理的核心矛盾是「开放共享」与「安全管控」的平衡。乐享 2.0 通过企业级权限管控+MCP 系统对接，在确保 IP 安全的前提下实现知识高效流通，为高技术制造业的知识管理提供了标准范式。

4.6 常见误区与失败警示

误区 1："数据够了再开始"

表现：等数据治理完成/等数据中台建成/等所有设备联网，结果几年过去了，AI 还没启动。

真相：通威太阳能第一个 ML 模型只用了 3 个月的数据。西门子成都工厂的预测维护模型基于已有传感器数据，没有额外建设数据平台。

正确做法：用现有数据跑通第一个场景→用效果说服投入→逐步完善数据基础设施。

误区 2："AI 必须全自动"

表现：要求 AI 质检 100%替代人工、要求 AI 排产全自主。

真相：第 5 章情景 A 中，AI 排产是"系统给建议，我拍板"——这种"AI 建议+人确认"的模式才是未来 3—5 年的主流。长虹电子 AOI 的"一人多机"也不是全自动——人仍在监督和兜底。

正确做法：接受"人机协同"模式让 AI 做人做不好的重复判断，人做 AI 做不好的创造性决策。

误区 3："用大模型解决一切"

表现：听说大模型好，就想用大模型做质量检测、做排产调度。

真相：167 个案例中，传统 ML 占 46.7%，机器视觉占 20.4%，生成式 AI 仅 4.8%。大模型擅长文本理解，但制造业最需要的往往是机器视觉和时序预测。

正确做法：根据场景选技术——视觉问题用 CNN/YOLO、时序问题用 LSTM/XGBoost、文本问题用大模型。

误区 4："AI 项目交给 IT 部门就行"

表现：老板拍板→IT 部门采购→IT 部门部署→IT 部门运营。业务部门不参与。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

真相：成功的 AI 项目全部是"业务驱动+IT 支撑"。通威太阳能的 50+用例全部由工艺工程师提出需求，AI 团队负责实现。

正确做法：AI 项目必须是业务负责人（生产副总/质量总监）负责，IT 部门是技术支撑方。

误区 5："AI 部署完就完事了"

表现：模型上线→验收→IT 部门维护。数据漂移导致模型准确率持续下降。

真相：长虹电池钢壳检测的 YOLO 模型需要持续用新缺陷样本训练，日月光半导体的 VOC 监测需要随着新气体种类更新模型。

正确做法：建立"数据采集→模型更新→效果监控"的持续迭代机制。AI 不是一次性的项目，是持续的服务。

4.7 本章小结

1. **ROI 是制造业 AI 的第一语言**：每个场景的投资、效益、回本周期都可量化
2. **中小企业的路径独特且高效**：6 个案例回本周期 2-6 个月，零自建基础设施
3. **企业以 Agent 为主要转型对象**已成为明确趋势（引自工业互联网研究院 2026 报告）——从流程驱动到 Agent 驱动的范式转换正在发生
4. **理解失败比模仿成功更重要**：五个常见误区是 30%失败率的主要原因

第 5 章 技术演进方向——三种未来情景的推演

5.1 情景规划：理解"不确定的未来"

5.1.1 为什么用情景规划法

制造业 AI 的技术演进不是一条单行道。当前面临四个关键不确定性：

表 19：

不确定性	乐观情景	悲观情景
大模型在工业场景的可靠性	2027 年幻觉率降至可接受水平	2029 年前持续制约核心场景
AI Agent 自主决策能力	2028 年实现有限自主	持续停留在"建议助手"阶段
边缘 AI 芯片成本	2026 年降至当前 1/3	2029 年才达拐点
中小企业 AI 采纳速度	2027 年 SaaS 渗透率超 10%	2029 年仍不足 5%

这些不确定性相互交织，形成了多种可能的未来。传统"线性预测"在这里失效——我们需要的是**多路径的想象力**。所以就采用了情景规划法（Scenario Planning）

它是一种用于长期计划的战略计划方法，其目的不是预测未来，而是通过构想多种可能的未来情景，帮助组织在高度不确定的环境中制定更具弹性的战略 。该方法的核心在于系统思考与改变组织的心智模式，通常包括识别关键驱动力、构建逻辑自洽的未来情景故事、评估现有战略的稳健性等步骤 。情景规划最早出现在第二次世界大战之后，最初是一种军事规划方法。20 世纪 60 年代，兰德公司和赫尔曼·卡恩（Herman Kahn）将其发展为商业预测工具。该方法因荷兰皇家壳牌石油公司在 20 世纪 70 年代早期成功运用，并为其应对 1973 年石油危机做好准备而闻名。

5.1.2 三种情景设定

基于上述不确定性，我们构建三种情景：

情景 A："渐进务实"——大模型幻觉未解决，AI Agent 停留在助手角色，传统 ML 和机器视觉持续深化。这是**当前趋势的线性延伸**。

情景 B："跳跃突破"——大模型工业级可靠性突破，AI Agent 实现有限自主，边缘 AI 成本降至平民化水平。这是**技术乐观主义的愿景**。

情景 C："融合涌现"——多模态大模型+具身智能+自主系统三重技术共振，制造业出现"涌现式"智能化。这是**颠覆性创新的可能**。

5.2 情景 A："渐进务实"（2026-2029）

5.2.1 情景描述

大方向：技术按当前轨迹演进。传统 ML 和机器视觉持续渗透到更多场景，AI Agent 从"辅助回答"升级到"建议决策"但无法"自主执行"。中小企业 AI 采纳速度缓慢，SaaS 化 AI 工具渗透率从当前不足 1%升至约 5%。

关键假设：

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

- 工业大模型幻觉问题未根治，核心生产环节仍以传统 ML 为主
- AI Agent 停留在"Copilot"角色——帮人想，不替人做
- 边缘 AI 芯片降价 50%，但未达平民化拐点
- 工业数据流通机制推进缓慢，数据孤岛依旧

5.2.2 人物与情节

人物：陈工，45 岁，浙江某中型汽配厂的生产副总。工厂有 300 人，年营收 3 亿。2026 年初，他在一次行业展会上听说了"AI 质检"，决定试一试。

2026 年 10 月：工厂引入了一套 SaaS 化的 AI 视觉质检系统，每月订阅费 8,000 元，部署在两条产线的关键工位。第一个月，良率从 96%提升到 98.5%。陈工在晨会上说："这 8,000 块比多招两个质检员值。"

2027 年 6 月：工厂又引入了一个 AI 排产工具。它不是"全自动排程"，而是在 ERP 的 MRP 结果上叠加一个 AI 优化层——"系统给建议，我拍板"。陈工发现，插单响应时间从 2 天缩短到半天。

2028 年底：工厂的 AI 应用清单上有：AI 视觉质检（3 条产线）、AI 排产建议、设备预测维护预警、AI 辅助报价。没有一项是"全自动"的，但每一项都在帮陈工和他的团队"想得更快、判得更准"。

2029 年：陈工算了一笔账——三年来投入 AI 的总成本约 50 万（SaaS 订阅+少量硬件），带来的直接效益（良率提升+效率提升+减少返工）超过 300 万，ROI 约 6 倍。

这个情景的启示：不是在等"完美 AI"的到来，而是**用已经成熟的 AI 技术一步一步改善**。传统 ML+机器视觉的深化，本身就足以创造可观的商业价值。

5.2.3 技术特征

表 20：

技术	2026	2029
视觉质检	缺陷分类→	**根因分析+自动纠偏**
预测维护	单设备预警→	**产线级健康管理**
排产调度	MRP+人工经验→	**AI 建议+人审核**
工艺优化	参数推荐→	**多参数协同优化**
AI Agent	知识问答→	**Copilot 式决策辅助**

5.3 情景 B："跳跃突破"（2027-2030）

5.3.1 情景描述

大方向：三个技术触发器同时点亮——① 工业大模型在特定场景下实现可接受的可靠性（幻觉率<1%），② AI Agent 在有限范围内实现自主决策闭环，③ 边缘 AI 芯片成本降至当前 1/4。技术突破引发制造业 AI 应用的"跳变"而非"渐变"。

关键假设：

- 大模型+领域知识图谱的组合方案在 2027 年实现工业级可靠性
- AI Agent 在排产、质检、预测维护三个场景实现"有限自主"
- 边缘 AI 推理成本降至每设备每月 200 元以内
- 1—2 个行业率先打通企业间数据协同

5.3.2 人物与情节

人物：林博士，38 岁，曾在某互联网大厂做 AI 研究，2026 年辞职创办了一家专注于制造业 AI Agent 的 OPC 公司。团队 4 人。

2027 年 3 月：林博士的团队为一家家电制造商开发了第一个"质检 Agent"——不同于传统的视觉检测系统，这个 Agent 能够：① 自动识别缺陷类型，② 在知识图谱中推理可能的根因（是来料问题？工艺参数偏移？设备磨损？），③ 给出整改建议并自动生成质检报告。制造商的质检主管说："第一次感觉是个'同事'在帮我，不是个'工具'。"

2028 年中：林博士的团队拿到了第二笔融资。他们的 Agent 家族扩展到了三个：质检 Agent、排产 Agent、设备 Agent。更重要的是——三个 Agent 开始**互相"说话"**：质检 Agent 发现某批次缺陷率异常→通知排产 Agent 暂停该产线→设备 Agent 检查对应工位的传感器数据。

2029 年：林博士的客户中，有一家工厂首次实现了"夜间无人值守"——晚班期间，三个 Agent 自主协同运行 8 小时，只在遇到无法判断的异常时才通知值班工程师。工厂老板说："我不是省了几个夜班工人的工资，我是多了一条 8 小时的产能。"

2030 年：林博士的公司有 22 人，服务 40+家制造企业。在一次行业论坛上，他说："制造业 AI Agent 不是来替代人的。它是来替代'人做重复判断'的时间，让人去做'创造性决策'。"

这个情景的启示：AI Agent 从"助手"到"同事"的跃迁，需要三个条件——**领域知识图谱的积累、多 Agent 协同的架构、人类信任的逐步建立**。这不是一条直线，而是一个"信任→授权→自主"的渐进过程。

5.3.3 技术特征

表 21：

技术	2026	2028	2030
AI Agent	知识问答	**有限自主决策**	**多 Agent 协同运行**
大模型	通用问答	**工业场景可靠**	**领域自适应进化**
边缘 AI	单点推理	**端云协同推理**	**自包含智能节点**
知识图谱	行业级试点	**企业级部署**	**跨企业知识共享**
数字孪生	仿真验证	**实时同步+预测**	**自主优化+自愈**

5.4 情景 C："融合涌现"（2028-2031）

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

5.4.1 情景描述

大方向：三种技术趋势的共振产生涌现效应——① 多模态大模型具备跨场景迁移能力，② 具身智能（Embodied AI）使机器人不再只是"编程执行者"，③ 自主系统从"单工厂优化"升级为"产业链级协同"。这不是某个技术的突破，而是**技术生态的系统性跃迁**。

关键假设：

- 多模态大模型在 2028 年实现跨场景迁移——在一个行业训练的能力可迁移到另一个行业
- 具身智能使工业机器人具备"看一想-做"的自主闭环
- 工业数据空间（Industrial Data Space）在政策推动下建成，跨企业数据安全共享
- 至少一个产业集群实现全链条 AI 自主协同

5.4.2 人物与情节

人物：张主任，52 岁，某省级工业园区管委会副主任。干了一辈子产业招商，2028 年开始面对一个全新课题——"AI 原生工厂"。

2028 年秋：园区里一家新建的电池工厂投产了。与传统工厂不同，这家工厂在建设阶段就引入了数字孪生平台——AI 在虚拟空间里"跑"了三个月的生产模拟，优化了产线布局、物流路线和工艺参数，**"还没投产就已经'学习'了 90%的生产知识"**。

与此同时，张主任发现园区里的工厂之间开始出现一种新的协作模式——A 工厂的 AI Agent 检测到原料批次波动，自动向 B 工厂（上游供应商）发送质量预警；B 工厂的 AI Agent 收到后自动调整工艺参数。两家工厂的采购经理都没有介入。张主任在办公会上说："我们现在管的不是工厂，是一个'会思考的产业链'。"

2030 年：园区建成了"产业大脑"——一个跨企业的 AI 协同平台。它不是某个工厂私有，而是整个园区的公共 AI 基础设施。**集群内 20+工厂的 AI Agent 在一个共享的"数字市场"里协同**：排产 Agent 可以"雇佣"物流 Agent、质检 Agent 可以"调用"设备 Agent……

2031 年：张主任在一次全国园区论坛上分享："我们园区的能耗下降了 22%，不是因为某家工厂做得特别好，而是因为整个园区的能源调度 AI 可以在 20 家工厂之间动态调配。单工厂做不到的事，产业大脑可以。"

这个情景的启示：情景 C 不是某一个工厂的 AI 升级，而是**整个制造生态的"涌现式智能化"**。它需要技术突破（多模态大模型、具身智能）、制度突破（数据共享机制）和组织突破（跨企业协同治理）的三重加持。但一旦发生，其价值远超单一企业的 AI 应用。

5.4.3 技术特征

表 22：

技术	2028	2031
多模态大模型	跨行业迁移	**自主进化+知识涌现**
具身智能	单任务自主	**多任务协同+自适应**
产业大脑	园区试点	**产业集群自主协同**
数据空间	标准制定	**跨企业安全共享**

自主系统	工厂级	**产业升级**

5.5 三条路线的对比与选择

5.5.1 路线全景

表 23：

维度	情景 A（渐进务实）	情景 B（跳跃突破）	情景 C（融合涌现）
核心驱动力	现有技术深化	AI Agent 突破	多技术共振
时间窗口	2026-2029	2027-2030	2028-2031
技术主角	传统 ML+视觉	AI Agent+大模型	具身智能+涌现
典型成效	单场景 30%—50%效率提升	自主运行 8 小时/天	产业链 22%能耗下降
适用企业	所有企业	有数据基础的大中企业	产业集群/龙头企业
投入门槛	低（SaaS 订阅）	中（需知识图谱）	高（需生态协同）
主要风险	天花板明显	大模型可靠性	生态协同失败

5.5.2 不同规模企业的路线推荐

表 24：

企业规模	推荐路线	理由
大型企业	A 为主+B 试点	用 A 巩固基本盘（产线质检/预测维护），在排产/研发等环节试点 B
中型企业	A 深化	传统 ML+视觉质检的深化足以创造 6 倍 ROI（陈工的案例）
小型企业（OPC）	A 的 SaaS 化	不建系统，直接订阅 AI 服务，瞄准单场景快赢
产业集群	B+C	龙头企业牵头建产业大脑，中小企业在生态中受益

5.5.3 为什么"三条路线"同时成立

制造业不是铁板一块。汽车行业的 IT 基础好、数据积累多，可以走情景 B 甚至 C；五金加工行业的中小工厂，走情景 A 就足够创造价值。

历史启示：ERP 在中国制造业的渗透用了 25 年（2000-2025），至今仍有大量中小企业没用上 ERP。AI 的渗透不会是一条统一的曲线——不同行业、不同规模的企业将在不同的时间、以不同的方式拥抱不同的 AI。

正如陈工（情景 A）不需要等林博士的 Agent（情景 B）成熟，林博士的 Agent 也不需要等张主任的产业大脑（情景 C）建成。**三条路线同时演进，才是真实的未来。**–

5.6 四个"技术触发器"——三种情景的共同支点

无论哪种情景发生，以下四个"技术触发器"都是关键拐点：

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

表 25：

触发器	触发条件	主要影响
工业大模型可靠性突破	幻觉率<1%+领域知识图谱标准化	使 AI 从"建议"升级为"决策"
AI Agent 自主决策闭环	有限场景下 1000 小时无致命错误	使 AI 从"工具"升级为"同事"
边缘 AI 成本平民化	单设备年成本<2,000 元	使中小企业 AI 采纳率翻倍
工业数据空间建成	跨企业数据安全共享标准落地	使供应链 AI 从"孤岛"走向"协同"

一个思考：从 167 个案例中，我们看到传统 ML 已经创造了可观的价值。四个触发器中任一个在未来 3 年内点亮，制造业 AI 的应用深度将出现一次**阶跃**——不是线性增长，而是跳变。

5.7 AI Agent 的能力边界——避免"万能 Agent"的幻觉

在情景 B 中，林博士的 Agent 能做到"三个 Agent 互相说话、自主协同运行 8 小时"。这一情景在技术上已经部分可行——但必须明确：**当前的 Agent 自主性是有严格边界的**。

5.7.1 Agent 能力的三个层级

表 26：

层级	能力描述	当前状态	制造业适用场景	风险等级
L1 信息助手	理解问题→检索知识→生成答案	☑已商用	设备维保问答、工艺参数查询	★★ 低风险
L2 建议助手	分析数据→诊断问题→推荐方案	部分商用	质量根因分析、排产建议	★★★ 中风险
L3 自主 Agent	感知环境→决策→执行→反馈进化	前沿探索	自主排产、自动调参、闭环运维	★★★★★ 高风险

5.7.2 哪些场景"现在还不行"

表 27：

场景	为什么不行	预计可行时间
全自主排产	排产涉及多目标冲突（交期 vs 成本 vs 质量），需人类做价值权衡	2028-2029
无人质检决策	质检 Agent 误判一次可能导致批量召回，后果不可逆	2029+
供应链全局自优化	跨企业数据共享机制尚未建立，Agent"看不见"全局	2030+
工艺自主创新	需要物理直觉和跨领域迁移，当前大模型不具备	2031+

5.7.3 "人机协同"才是未来 3—5 年的正确姿势

不是"Agent 替代人"，而是**"Agent 做人做不好的重复判断，人做人做不好的创造性决策"**。

表 28：

任务类型	谁来做	案例
周期性数据分析	Agent	每日质检报告自动生成

异常根因判断	Agent 建议+人确认	设备故障 AI 初判，工程师确认
排产方案优化	Agent 生成多方案，人选最优	柳药 AI 排线+调度员确认
供应链策略调整	人做决策，Agent 辅助分析	海尔供应链 AI 辅助+运营团队主导

核心原则：让 Agent 的"犯错成本"控制在可承受范围内。 当误判一次的成本小于 Agent 带来的效率提升时，就可以让 Agent 自主运行。反之——人类必须留在决策回路中。

5.8 从流程中心到 Agent 中心——企业数字化转型的范式转换

5.8.1 传统数字化的"流程中心"范式

过去 20 年，制造业数字化以"流程"为核心管理对象——ERP 管财务流程、MES 管生产流程、CRM 管销售流程、WMS 管仓储流程。这些系统的本质是**将最佳实践固化为标准流程，让员工"按流程办事"**。

这个范式在"确定性环境"下运行良好。但当制造业面临多品种小批量、供应链波动、客户需求个性化等"不确定性"时，"流程中心"暴露了致命缺陷：**流程是死的，而世界是活的**。

5.8.2 Agent 中心——一种全新的组织范式

AI Agent 的出现，正在催生一种全新的组织范式——不再是"人按流程办事"，而是**"Agent 自主响应事件、动态创造流程"**。

表 29：

维度	流程中心	Agent 中心
管理对象	流程（Process）	Agent（智能体）
工作方式	人执行预定义步骤	Agent 感知事件→自主规划→动态执行
应对变化	修改流程（以周/月计）	Agent 实时自适应（以秒/分计）
知识载体	流程文档+SOP	Agent 的模型参数+经验记忆
管理者角色	流程设计者+监督者	Agent 协调者+价值判断者
典型系统	ERP/MES/CRM/WMS	Agent 协同平台+知识中台

5.8.3 一个正在发生的例子

在第 5.3 节情景 B 中，林博士的客户工厂实现了"夜间无人值守"——晚班期间三个 Agent（质检 Agent、排产 Agent、设备 Agent）自主协同运行 8 小时。这个案例恰好展示了"Agent 中心"范式的雏形：

- —**不是"质检员按流程检查"**，而是质检 Agent 持续监测→发现异常→通知排产 Agent→排产 Agent 调整计划→设备 Agent 检查对应工位——**这一串动作不是预设流程，而是 Agent 根据事件自主编排的**。
- —**传统方式**：质检员发现异常→填写异常报告→车间主任审核→排产员调整计划→设备员检查设备——需要跨越 4 个角色、可能耗时数小时。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

-- **Agent 方式**：事件触发→3 个 Agent 在数秒内完成协同——无需人类介入中间环节。

5.8.4 对企业的三个影响

表 30：

影响	具体变化	应对建议
IT 架构重构	从"流程系统"堆叠到"Agent 平台+知识中台"	2026—2027 年做架构规划，2028 年试点
人员能力升级	从"按流程操作"到"与 Agent 协作"	培训员工使用 Agent 工具，建立"人机协同"文化
组织形态演化	从"部门墙"到"Agent 能力市场"	建立跨部门的 Agent 使用和评估机制

一个前瞻判断：正如 ERP 在 2000—2020 年重新定义了企业的管理基础设施，**Agent 平台可能在 2027—2035 年重新定义企业的智能化基础设施**。第一批完成"从流程中心到 Agent 中心"转型的制造企业，将获得下一个十年的结构性竞争优势。

5.9 本章小结

四个核心认知：

1. **未来不是单行道**：三条路线（渐进/跳跃/涌现）同时成立，取决于企业规模、行业特性和技术成熟度。

2. **不同企业走不同的路**：大企业可以"多条腿走路"，中型企业深耕"渐进务实"，小企业拥抱"SaaS 化 AI"。

3. **AI Agent 是关键变量**：四个触发器中与 Agent 直接相关的就有两个。

4. **不用等"完美 AI"**：情景 A 的 6 倍 ROI 已经证明——**现在的 AI 技术就够用，关键是找到对的场景和对的方式。**

第 6 章 商业模式创新——OPC 崛起与 AI 服务生态重构

6.1 制造业 AI 服务的商业版图

基于对可信服务商的分析，当前制造业 AI 服务的商业版图呈现"哑铃型"结构——两端大（硬件+AI 占 55.8%、传统软件占 38.6%），中间细（SaaS 0.8%、OPC 0.1%、平台 0.1%）。

表 31：

商业模式	当前占比	未来 3 年预测	增长驱动
H 硬件+AI	55.8%	45%	机器视觉设备持续增长，但占比下降
S 传统软件	38.6%	30%	软件公司 AI 化转型，从"记录"到"决策"
T SaaS	0.8%	10%+	AI 工具平民化+中小企业需求爆发
O OPC	0.1%	5%+	超级个体崛起+AI 开发门槛降低

P 平台	0.1%	10%	工业互联网平台+产业大脑

关键判断：哑铃正在变成"橄榄"——未来 3 年，SaaS、OPC 和平台型将从不到 1%跃升至 25%+，重塑整个服务生态。

6.2 OPC 模式——制造业 AI 服务的"新物种"

6.2.1 什么是制造业 OPC

OPC（One-Person Company，一人公司）在制造业 AI 领域特指：以个人或微型团队（1～5 人）为主体，为制造企业提供 AI 解决方案的独立服务商。他们不是传统意义上的"软件公司"，也不像"咨询顾问"，而是一种全新的服务形态。

表 32：

特征	传统软件公司	OPC AI 服务商
团队规模	20—500 人	1～5 人
产品形态	标准化软件产品	定制化 AI 方案+标准化组件
服务模式	项目制/许可证	订阅制/分成制/按效果付费
技术栈	自研平台	AI 大模型+低代码+SaaS 组合
客户获取	销售团队+渠道	行业社群+口碑+内容

6.2.2 OPC 为什么会崛起

三个推动力正在汇合：

推动力一：AI 工具平民化。2026 年，一个人用大模型+低代码工具可以在数天内开发出一个质检模型或排产优化器。不需要 10 人团队、不需要自研框架——工具门槛正在消失。

推动力二：中小企业需求集中爆发。167 个案例中约 10%来自中小企业，它们的 AI 实施路径无一例外是"外部服务商+SaaS 工具"。这个市场需求巨大、但大服务商不愿碰——OPC 恰恰填补了这块"中间市场"。

推动力三：技术深度 vs 行业广度不可兼得。一个 AI 算法工程师不可能同时精通汽车焊接和制药提取工艺。但一个在某个细分行业深耕 10 年的工艺工程师，学会 AI 工具后，可以成为这个行业最好的 AI 服务商——因为他懂"数据背后的物理意义"。

推动力四：宏观数据验证。据 2026 年最新统计，全国一人公司超 **1,600 万家**，占企业总数的 27.4%；新创企业中单人创办比例达 **36.3%**，较 2019 年增长 53%。单人创业年成本从 22.5 万美元降至 1.8 万美元（降幅 92%），效率提升 70%以上。AI Agent 作为"虚拟合伙人"的角色，是一人公司爆发的核心技术驱动力。

核心公式：行业经验 × AI 工具能力 = OPC 的核心竞争力

6.2.3 OPC 的三种典型形态

表 33：

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

形态	描述	案例类比	年收入区间
AI 顾问型	为企业提供 AI 场景诊断+方案设计+选型指导	"AI 领域的管理咨询师"	20 万—50 万
AI 开发者型	基于低代码/SaaS 工具为企业定制 AI 应用	"AI 时代的 ISV	30 万—80 万
AI 运营型	为企业持续运营 AI 系统，提供数据标注+模型迭代	"AI 系统的保姆"	15 万—40 万

6.2.4 从案例看 OPC 的威力

167 个案例中虽然没有直接标注"OPC 服务"的标签，但多个中小企业的 AI 路径清晰指向 OPC 模式：

- 一**义乌优克拉**（100 人五金加工厂）：AI 全流程赋能，效率翻 5 倍、营收涨 30%——其 AI 实施极大概率由外部 OPC 服务商完成

- 一**宁波创元信息**：AI 模具设计周期从 14 天压缩到 3 天——这类高度专业化的 AI 应用，最可能的实施者是一个懂模具设计的 AI OPC

-- **浙江某汽配供应商**：AI 视觉全检精度 99.5%——中小汽配厂不可能自研 AI 视觉系统，必由外部服务商提供

这些案例共同指向：**中小企业 AI 市场的真正服务者不是大厂，是 OPC**。

6.3 SaaS 化 AI——从"买软件"到"订阅智能"

6.3.1 为什么 SaaS 是制造业 AI 的最优交付方式

传统的 AI 交付模式是"项目制"——服务商进场调研→开发模型→部署上线→验收交付。这个模式对大企业可行，但对中小企业来说"太重了"：一个 AI 质检项目动辄几十万，中小企业负担不起，也不愿冒这个险。

SaaS 化 AI 改变了这个逻辑：

表 34：

维度	项目制 AI	SaaS 化 AI
初始投入	20 万—100 万	0—2 万/年
部署周期	3-6 个月	1-4 周
升级方式	二次开发	自动更新
适用企业	大中企业	所有企业
试错成本	高	低（按月订阅）

陈工的故事就是 SaaS 的胜利（见第 5 章情景 A）——8,000 元/月的 AI 视觉质检订阅，第一个月就收回成本。如果这个价格是"50 万一次性投入"，他根本不会尝试。

6.3.2 哪些 AI 场景最适合 SaaS 化

不是所有 AI 场景都适合 SaaS 化。适合 SaaS 化的场景有三个特征：**标准化程度高、数据输入输出明确、行业通用性强**。

表 35：

场景	SaaS 化适配度	理由
AI 视觉质检	★★★★★	输入=图像，输出=缺陷分类，高度标准化
预测性维护	★★★★	需适配设备类型，但算法通用
智能排产	★★★	高度依赖企业工艺特点
工艺参数优化	★★	深度绑定具体产线和物料
AI 知识问答	★★★★★	基于通用大模型+企业知识库

6.4 平台型企业——从"卖软件"到"运营生态"

6.4.1 平台模式的三种类型

表 36：

类型	代表	核心逻辑	收入模式
工业 AI 中台	海尔卡奥斯、树根互联	提供 AI 能力给 ISV 开发应用	平台抽成+增值服务
产业大脑	见情景 C（第 5 章）	产业集群的公共 AI 基础设施	政府购买+企业订阅
AI 市场	未来形态	AI Agent 自由交易和协同	交易佣金

6.4.2 卡奥斯 AI 质检云——平台模式的标杆

海尔卡奥斯的 AI 质检云平台，基于轻量化视觉大模型，在冰箱门体检测中实现缺陷识别速度 200 件/秒、准确率 99.9%。它的商业模式不是"卖一套质检软件给海尔工厂"，而是"让任何工厂都能订阅这个质检能力"。

平台模式的核心不是技术，是**从"卖产品"到"卖能力"的商业模式转变**。

6.5 传统软件公司的 AI 化转型——慧工云的启示

S 类（传统软件）服务商占 38.6%，是生态的"存量主角"。它们的 AI 转型路径大致有三条：

表 37：

路径	描述	代表
嵌入式 AI	在现有 ERP/MES 中嵌入 AI 模块	SAP 在 ERP 中嵌入 200+ Joule Agent
AI 原生重建	基于 AI 重构产品架构	PTC Windchill 内置 AI Agent 慧工云（慧工智造）
生态平台化	开放 API，让第三方 AI 应用接入	用友/金蝶的 AI 开放平台

关键挑战：传统软件公司的核心收入来自"许可证+年维护费"，AI 化意味着从"一次性收费"转向"持续订阅"，这对收入模型和销售组织都是巨大冲击。

AI 原生重建是一个风险很高，但是最具潜力的做法，慧工云的勇毅让我们看到 AI 服务的曙光。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

6.5.1 一个值得关注的转型样本

2026 年 4 月，苏州工业园区的一家公司启动了一项看似平常的业务——AI 智能体实战训练营。2.5 天线下实战，学员每人完成一个可运行的智能体原型，课后 1 个月内 1v1 持续辅导迭代。短短两个月，训练营从 4 月首轮试点迅速扩展至武汉、广州、苏州等多个城市，企业内训和项目共创需求密集排产。

这家公司叫慧工云。如果你在 2020 年之前关注过它，可能会记得这是一家做工业 MES/ERP 的离散制造软件公司——"国家级专精特新“小巨人”""工信部工业互联网试点示范平台"，传统标签齐全。但如果你现在打开它的业务介绍，第一页赫然写着："AI 培训—从使用者到创造者"。一家工业软件公司，正在把自己重新定义为 AI 公司。

这种转型不是修辞游戏。到 2025 年底，慧工云的 AI 智能体业务已经形成**培训、落地、定制**三条独立业务线，累计走进 50 多家企业，部署超过 60 个智能体，典型客户 3—5 天内完成首轮价值验证。2026 年全年计划走进 500 家以上企业——"进企业、跑场景、见价值"成为这家成立十年的公司的新 Slogan。

这不仅仅是一家公司的业务调整。它代表着一个正在发生的范式转换：**中国传统的工业软件公司，正在从"帮客户管理数据"进化到"帮客户用 AI 做决策"**。

6.5.2 慧工云的转型路径：从数字化软件到 AI 智能体

第一步：扎根制造现场（2016-2021）

慧工云 2016 年成立于苏州工业园区，创始人朱鹰毕业于清华大学自动化控制系，江苏省双创人才。公司成立之初的定位非常清晰——服务离散制造行业的数字化转型。核心产品线覆盖 IN3-ERP、IN3-MES、IN3-LDS、IN5-SCM 等传统工业软件，以"体系+软件+硬件+人才"四位一体模式切入市场。

这五年的关键词是**扎根**。累计服务 2500 多家行业客户（截至 2025 年底），覆盖电器成套、电器元件、装备制造、电子设备、新能源等领域。2021 年获得亿元 B 轮融资。到 2024 年底，慧工云已经是中国离散制造领域排名前列的工业软件公司之一，拥有国家级专精特新"小巨人"、工信部工业互联网试点示范平台、苏州市独角兽培育企业等称号。

但有一个关键事实常被忽略：慧工云从一开始就不是"纯软件公司"。它的四维一体模式中，"体系"（IPS 工业体系知识）和"人才"（精益数智咨询）同样占据核心地位。这意味着它在卖软件的同时，一直在帮客户做**现场改善和人才培养**。这种"软硬兼施、以人为本"的基因，为后来的 AI 转型埋下了最重要的伏笔。

第二步：构建数据底座（2021-2024）

2021 年 B 轮融资后，慧工云加速了底层数据能力的建设，核心动作是打造 **INEXUS 智能制造运营平台**——一个融合人工智能与新一代数据技术的制造运营平台。

这一阶段的关键技术突破有三项：

技术方向	核心能力	转型意义
本体论数据模型	基于本体论构建全域语义框架，融合 HTAP 分布式数据库，支持海量数据高并发访问与毫秒级检索	为 AI 理解"业务含义"提供语义底座——这是从软件到 AI 最关键的一步
IND-AI 人工智能引擎	覆盖现场问题解决、项目管理、履约跟踪、库存健康等业务，实现事前预警、事中跟踪、事后分析的管理闭环	将 AI 能力从后台分析延伸至业务主流程
IN3 供应链智能体平台	创新启发式算法突破计算瓶颈，全局 MRP 从 8 小时缩短至 25 分钟，支持复杂替代场景的智能选料	在供应链场景率先验证了"智能体+传统软件"融合的价值

值得注意的是，慧工云在数据底座阶段选择了一条与大多数中国工业软件公司截然不同的技术路线——**本体论（Ontology）数据模型**。它没有满足于传统的关系数据库加 BI 报表，而是构建了"基于本体论的全域语义框架"，将生产工艺知识、设备规则、供应链逻辑等工业经验结构化、语义化。这一选择决定了它后来向 AI 跃迁的技术起点远高于同行。

第三步：全速 AI 化（2025 至今）

2025 年是慧工云 AI 转型的"引爆年"。三条业务线在这一年清晰确立：

AI 培训 ———— 把企业业务骨干训练成"数字员工导师"

2.5 天线下实战 + 9 小时线上理论 + 1 个月 1v1 辅导

学员带走可运行的智能体原型

↓

AI 落地 ———— 带队进企业，现场发现高价值场景并跑通原型

3—5 日完成首轮验证：场景盘点→价值排序→原型共创→评估迭代

已走进 50+家企业，未来半年计划 500+家

↓

AI 定制 ———— 将成熟场景产品化、系统化、持续迭代

30+预置智能体，覆盖商机、工程、采购、制造、质量、交付

低代码孵化工厂（Agent Seed），平均孵化周期<1 周

这三条线构成一个完整的正反馈闭环：**培训培养人→落地验证场景→定制沉淀产品→反哺培训与科研**。它不是传统软件公司的"先开发产品再推销"，而是"先教人用 AI、再帮企业落地、最后把验证过的场景产品化"——这是一套完全不同于传统软件商业模式的 AI 业务逻辑。

核心产品矩阵在 2025 年也全面升级为 AI 驱动：

产品	定位	AI 能力

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

产品	定位	AI 能力
INEXUS（智能制造运营平台）	制造企业数字核心	感知－认知－决策－执行一体化 AI 架构，运算速度提升 94%
IN3 供应链智能体平台	供应链智能中枢	Mrp 计算 8 小时→25 分钟，多策略智能选料，库存优化 8%+
智能体工场	企业全场景 AI 智能体孵化与聚合	30+预置智能体（GSV 客户管家、BRAS 成本风控、ICS 战略指引等），低代码开发，一键部署
IN3 现场服务 2.0	移动端+AI+大数据	客户报修到服务评价的全过程 AI 管理

6.5.3 范式对比：慧工云 vs. Palantir

慧工云的转型路径并非孤立现象。将它与美国 Palantir Technologies 做对比研究，可以更清晰地看到"从软件到智能体"这一全球性范式转换的结构性特征。

相似的底层逻辑

维度	Palantir	慧工云
成立时间	2003 年	2016 年
起点定位	政府/军工数据整合（Gotham）	离散制造数字化（MES/ERP）
核心技术范式	Ontology（本体论）——数据+逻辑+行动的语义模型	本体论数据模型——全域语义框架+工业知识图谱
转型节点	2023 年推出 AIP（AI 平台），从 Foundry 数据操作系统→AI 行动系统	2025 年推出智能体业务，从 MES/ERP→AI 智能体平台
AI Agent 策略	AIP Agent Studio——让用户在 Ontology 之上创建交互式 Agent	智能体工场——30+预置智能体+Agent Seed 低代码孵化工厂
从"看到"到"做到"	从"帮你发现数据中的问题"到"帮你解决问题"	从"帮你记录和管理数据"到"帮 AI 做决策
场景落地速度	汽车/航空制造已规模化应用	50+企业验证，500+企业目标，3—5 日完成首轮验证

本质的不同：市场基因决定落地路径

Palantir 的 AIP 是一个**平台级产品**，面向全球大型企业客户，实施周期以月计，客单价数百万美元。它从政府军工的高数据密度场景出发，向下渗透商业市场。

慧工云的 AI 智能体业务则是一种**服务级产品**，面向中国离散制造中小企业，实施周期以天计。它从制造业现场的高频痛点出发，以"训练人→跑场景→定制化"的三步模型推动落地。

这种差异不是技术高下之分，而是市场基因决定的演化路径差异。Palantir 是从"数据高密度"走向"业务高频率"，慧工云是从"业务高频率"走向"数据高密度"。二者殊途同归——**都在用 Ontology（本体论）+ AI Agent 重构传统软件的价值链**。

一个关键共性：本体论是 AI 化的底座

两个案例最引人深思的共同点是：**它们都在 AI 化之前，先完成了一件事——构建基于本体论的语义底座**。

Palantir 的 Ontology 被认为是其两大护城河之首（另一是十年以上的政府客户关系）。它通过将数据、逻辑和行动三要素有机融合，让 AI 不仅能"看到"数据，还能"理解"数据的业务含义。

慧工云同样在 AI 转型前就选择了"基于本体论数据模型构建全域语义框架"。这不是巧合。传统工业软件的核心问题是数据孤岛——ERP、MES、SCM 各自为政，数据只能被"记录"而无法被"理解"。**本体论解决的正是"让数据拥有语义"这一根本问题**，而语义是 AI 能够做出有意义的决策和行动的前提。

6.5.4 启示：中国软件公司 AI 化转型的三个范式方向

从慧工云的实践，可以提炼出对中国传统软件公司 AI 化转型的三个关键启示：

启示一：从"工具思维"到"导师思维"

传统工业软件的核心价值是工具——帮客户更高效地记录、流转、统计。慧工云的 AI 转型始于一个关键判断：**企业真正需要的不是更好的工具，而是能持续帮它改善经营结果的伙伴**。

"三位一体"模型（精益数智咨询+数字智能体+智能硬件）的本质，是把"教客户怎么用 AI"变成了核心业务。训练营不是讲座，是**项目制实战**——学员使用企业真实数据、真实岗位、真实项目推进，带走自己的智能体原型。一家制造业 300 亿营收的客户，通过 IN3 供应链智能体平台的智能选料功能，年采购成本节省 4000 万元。这种价值交付方式，本质上是在"帮客户造数字员工"，而不是"卖一套软件给客户"。

启示二：从"流程固化"到"认知赋能"

传统工业软件的核心范式是**流程固化**——把最佳实践写死在软件里，让用户"按照系统要求的做"。AI 智能体的核心范式则是**认知赋能**——把行业经验做成数字员工，让它去**理解业务上下文并自主执行决策**。

慧工云 30 多个预置智能体的设计逻辑说明了这种转变：GSV 客户全景管家不做"客户信息录入"，而是帮你自动整理客户背景、生成配置报价、审查标书风险、沉淀中标知识；BRAS 成

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

本风控卫士不做"成本核算"，而是帮你持续监控采购价格异动、分析降本空间、预警成本风险。智能体不是在现有软件上"加个 AI 模块"，而是**用 AI 重建了业务动作本身**。

启示三：从"产品交付"到"持续共生"

传统软件公司的商业模式是一次性交付+年度维护费。慧工云的 AI 业务模型则完全不同：**培训培养人→落地验证场景→定制沉淀产品→反哺培训**——这是一个持续迭代的正反馈闭环。

企业的第一批智能体在训练营中被造出来，第二批在驻场落地中被验证，第三批在定制开发中被系统化。每一次迭代，都会沉淀新的行业经验、新的智能体模板、新的培训案例。客户关系从"买软件"变成了"一起培养数字员工"。这种模式一旦跑通，客户黏性是传统软件无法比拟的——因为**企业的业务经验已经被编码进了智能体中，构成了不可替代的认知资产**。

6.5.5 先行者的意义

慧工云的 AI 转型才刚开始不到两年，从财务数据看，它仍然是一家年营收数亿级别的中型软件公司。将它放在中国软件产业的大坐标中审视，它的意义不在于规模，而在于**方向**。

在中国，有数千家传统工业软件公司——它们手握制造现场的行业知识和客户关系，却在 AI 浪潮面前集体焦虑。慧工云提供了一个清晰可参考的路线图：

1. **先有数据语义底座**（本体论，让数据有含义）
2. **先培养 AI 人才**（训练营，让业务骨干成为数字员工导师）
3. **先进企业跑场景**（驻场落地，48 小时极速验证）
4. **再产品化放大**（智能体工场，低代码孵化+一键部署）

这条路不依赖于巨额融资或顶尖大模型团队，而是依托**十年积累的工业知识、客户关系和行业数据库**，将这些"存量资产"语义化、智能体化。这正是中国传统软件公司最有可能走通的 AI 化路径——**不是从零做 AI，而是将行业经验 AI 化**。

正如盛隆电气副总裁在慧工云智能体项目落地后所说："早用早主动，身用身受益。"对中国传统软件公司而言，这句话同样适用。

6.6 商业模式创新的"不可能三角"与突破

制造业 AI 服务存在一个"不可能三角"——**深度定制、快速部署、低成本**三者似乎不可兼得。**OPC 模式是这个"不可能三角"的突破点**——个人或微型团队用 AI 工具可以将"快速部署"和"低成本"做到极致，同时凭借行业经验实现"深度定制"。

6.7 本章小结

1. **OPC 是"新物种"**：行业经验×AI 工具能力=OPC 的核心竞争力，它填补了中小企业 AI 市场的空白

2. **SaaS 化是普惠路径**：订阅制 AI 让中小企业用得起、试得起、迭代得起

3. **平台型企业转向"能力运营"**：从卖软件到卖 AI 能力

4. **传统软件公司面临转型阵痛**：从许可证到订阅制的商业模式切换

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第 7 章 未来 3—5 年机会洞察

7.1 机会识别方法论

我们采用三维交叉验证法识别机会：

当一个领域同时满足三个条件——案例占比低（说明市场远未饱和）、标杆案例 ROI 高（说明方向正确）、政策信号明确（说明有持续推动力）——这就是高确定性机会。

7.2 机会一：智能排产与供应链 AI——被低估的千亿赛道

7.2.1 为什么是"被低估"

数据缺口：供应链域案例仅占 5.4%（9 例），智能排产（E 类）在全库中仅 33 例。这是六大工作域中渗透率最低的领域。

ROI 验证：但标杆案例的回报令人瞩目——

表 38：

案例	投入	效果	ROI 特征
南钢峰谷发电	AI 求解器部署	年增发电 655 万度，效益增 4.24 倍	极高
海尔供应链全链路	AI 四维联动	库存周转+60%、运费-25%	全链路叠加
柳药物流排线	AI 求解器	排车从小时→分钟	立竿见影
云南白药供应链韧性	40+项 4IR 技术	退货率-78%、库存周期-38%	灯塔级

政策信号：工信部"人工智能+制造"专项行动明确将供应链协同列为重点方向。

7.2.2 市场规模估算

中国制造业年产值约 40 万亿元，其中供应链成本（含采购、物流、库存、计划）约占 15%—25%，即 6 万亿—10 万亿元。AI 优化即使只带来 5%—10%的成本节约，对应的市场价值即为 3,000-10,000 亿元。当前渗透率不足 1%，市场空间巨大。

7.2.3 三个细分赛道

表 39：

细分赛道	当前状态	3 年内预期	适合谁
AI 排产优化	个位数标杆	百例规模	中型以上制造企业
供应链全局 AI	仅海尔 1 例	十例标杆	行业龙头企业
AI 物流调度	柳药级别	物流行业标配	物流企业+大型工厂

7.3 机会二：中小企业 AI 应用——拐点将至

7.3.1 拐点信号

三个信号正在汇聚，标志着中小企业 AI 应用即将从"早期采用者"阶段进入"早期大众"阶段：

表 40：

信号	说明
技术信号	SaaS 化 AI 工具的门槛已降至"月费数千元、数周部署"
成本信号	AI 视觉质检的年成本（SaaS 订阅+设备）已低于一名质检员的年薪
认知信号	167 个案例中约 10%来自中小企业，标杆效应正在扩散

7.3.2 典型场景与 ROI

表 41：

场景	投入（年）	典型回报	回本周期
AI 视觉质检	5 万—10 万	良率提升 2%—3% + 减少 2-3 名质检员	3-6 个月
AI 排产	3 万—8 万	设备利用率+20%—30%	6-12 个月
AI 预测维护	2 万—5 万	非计划停机-30%—50%	3-6 个月
AI 知识助手	1 万—3 万	新人上手-50%、经验留存	立即见效

7.3.3 为什么 OPC 是"加速器"

中小企业的 AI 落地不需要"大厂方案"。他们需要的是一个**懂行业、会 AI、能快速响应**的人或小团队。这个人不用是 AI 博士——他只需要会用大模型、低代码工具，加上对自己行业的深刻理解。这就是 OPC 的价值所在。

推论：中小企业 AI 市场的爆发，将直接催生 OPC 服务商的批量出现。两者是"鸡和蛋"的关系——OPC 越多，中小企业 AI 落地越快；中小企业需求越大，OPC 越有生存空间。

7.4 机会三：AI Agent——从 5 例到 50+例

7.4.1 为什么 AI Agent 是"下一个大事件"

167 个案例中仅 5 个 Agent 案例（3.0%），但这不是"Agent 不重要"的信号——恰恰相反。所有 5 个案例全部来自 2025—2026 年的最新实践（SAP Joule、PTC ServiceMax、工业富联 GenAI、海尔重庆、江苏案例中的 AI 助手），且全部来自 P0-P1 级信源。

这 5 个案例不是"Agent 的终点"，而是"Agent 的起点"。

7.4.2 Agent 的三个进化阶段

表 42：

阶段	能力	当前状态	预计时间

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

L1 信息助手	回答问题、生成报告、知识检索	**已商用**（SAP Joule、GenAI 设备助手）	2025-
L2 建议助手	分析数据、推荐方案、风险预警	**试点中**（PTC ServiceMax 多 Agent 协同）	2027-
L3 自主 Agent	感知→分析→决策→执行→进化闭环	**前沿探索**	2029-

7.4.3 谁在布局 AI Agent

表 43：

类型	代表	策略
国际软件巨头	SAP、PTC	在现有产品中嵌入 Agent（200+ Joule 场景）
工业 AI 先行者	工业富联和利时	基于行业知识图谱构建专用 Agent
平台型企业	海尔卡奥斯、华为	以平台聚合多 Agent 协同
OPC 新锐	林博士的故事（第 5 章情景 B）	从单场景 Agent 切入，逐步扩展

7.5 机会四：AI 赋能的绿色制造

7.5.1 "双碳"政策驱动

制造业是碳排放的重点领域。碳达峰碳中和目标的约束，使"绿色制造+AI"成为政策驱动的确定性需求。

标杆案例：

表 44：

案例	AI 应用	绿色效果
工业富联碳管理	GenAI+30+行业 LCA 模型	范围三碳排-21.4%
通威太阳能	50+ML 用例	碳排放-33%
上汽通用五菱	岛式制造 AI 调度	工厂能耗-25%
海信日立	可持续灯塔工厂	制冷剂泄漏率-56%、排放-48%
南钢峰谷发电	AI 大模型+求解器	年增发电 655 万度

7.5.2 三大绿色 AI 场景

表 45：

场景	技术手段	适用行业
能源 AI 管理	需求预测+智能调度+峰谷优化	所有制造业
碳足迹 AI 核算	LCA 模型+数据自动采集+合规报告	出口型企业
工艺绿色化	AI 参数优化减少废料和能耗	化工、钢铁、建材

7.6 机会地图：成熟度×市场空间

综合前四节分析，将四个核心机会按技术成熟度和市场空间两个维度进行定位，形成“机会地图”——为读者提供直观的战略选择参考。

表 46：四大机会成熟度×市场空间矩阵

机会领域	技术成熟度	市场空间	当前渗透率	爆发窗口	推荐优先级
智能排产/供应链 AI	★★★★	★★★★★	不足 1%	2026-2029	**P0（最高）**
中小企业 AI 应用	★★★★	★★★★	约 2%	2026-2028	**P0（最高）**
AI Agent	★★★	★★★★★	不足 0.5%	2027-2030	P1（高）
绿色制造 AI	★★★	★★★★	约 3%	2026-2030	P1（高）

评分说明：★越多表示成熟度越高/空间越大。技术成熟度基于 167 案例的落地验证情况。
市场空间基于制造业投入规模和可 AI 化环节的价值占比估算。

关键解读

P0 优先赛道——供应链 AI 与中小企业 AI：供应链 AI 的技术成熟度已足够（海尔、南钢、柳药均已验证），市场空间最大（千亿级），且当前渗透率最低（不足 1%），是“确定性最高、爆发最早”的赛道。中小企业 AI 的市场空间虽略小于供应链 AI，但启动门槛最低（SaaS+OPC 模式已跑通），预计将在 2026—2028 年率先进入规模化阶段。两个 P0 方向共同构成制造业 AI 未来 3 年的“基本盘”。

P1 高潜力赛道——AI Agent 与绿色制造 AI：AI Agent 的市场空间最大（理论上所有工作域均可 Agent 化），但技术成熟度尚在“先进级”（从 5 例到 50+例的爬坡期），预计 2027 年后进入爆发期。绿色制造 AI 受政策（“双碳”目标）强力驱动，确定性虽高，但技术成熟度和场景标准化程度仍在发展中。两个 P1 方向是“中期想象力”所在，当前适合头部企业和先行者布局。

从机会地图得到的行动逻辑：

（1）如果资源有限→优先抓 P0（供应链 AI/中小企业 AI），3 年内可量化回报；

（2）如果前瞻布局→P1（AI Agent/绿色 AI）适合从现在开始试点，2027 年后规模化；

（3）四个机会并非互斥——海尔全链路 AI 同时覆盖了供应链 AI 和 AI Agent，通威太阳能同时覆盖了绿色 AI 和生产 AI。最佳策略不是“四选一”，而是“以 P0 为基本盘，以 P1 为增长极”。

7.7 本章小结

表 47：

机会	确定性	时间窗口	关键词
智能排产/供应链 AI	★★★★★	2026-2029	千亿赛道、ROI 最高
中小企业 AI 应用	★★★★	2026-2028	SaaS+OPC、拐点将至

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

AI Agent	★★★★	2027-2030	从 5→50+、下一个大事件
绿色制造 AI	★★★★	2026-2030	政策驱动、标杆验证

一句话：供应链 AI 是当前最大机会（案例少+ROI 高+政策推），AI Agent 是中期最具想象力空间（从 5→50+），中小企业 AI 是覆盖面最广的基础市场，绿色制造 AI 是政策确定性最强的方向。

第 8 章 行动建议

8.1 给制造企业的建议

8.1.1 不同规模企业的 AI 策略

表 48：

企业规模	推荐策略	第一优先级	预算建议（首年）
大型企业（营收>50 亿）	多线并行	供应链 AI+AI Agent 试点	500 万—2000 万
中型企业（营收 5 亿—50 亿）	单点突破→逐步扩展	AI 视觉质检+预测维护	50 万—300 万
小型企业（营收<5 亿）	SaaS/OPC 轻量化	AI 质检或 AI 排产（选其一）	5 万—30 万

8.1.2 启动 AI 的三个"不要"和一个"一定"

❌不要等数据完美了再开始

通威太阳能 50+ML 模型不是一次建成的，是逐步叠加的。先用现有数据跑通一个场景，再逐步积累。

❌不要从最难的地方切入

上汽通用五菱的岛式制造很震撼，但那是"终点"不是"起点"。第一站应该是视觉质检或预测维护——技术成熟、ROI 明确、失败成本低。

❌不要追求"全自动"

陈工的故事证明（第 5 章情景 A）：AI 不需要"全自动"才能创造价值。"AI 建议+人审核"的模式，在 3-5 年内都是务实之选。

☑一定要找到对的服务商

中小企业的 AI 落地高度依赖外部服务商。选择标准：懂你的行业〉技术炫酷。一个在汽配行业做了 10 年的工艺工程师转型的 AI OPC，可能比大厂 AI 团队更适合你。

8.1.3 政策合规要点

2026 年 5 月三部门《智能体规范应用与创新发展实施意见》建立了 AI Agent 的分类分级治理框架，部署 Agent 的制造企业需关注：

表 49：

合规领域	要求	企业应对
分类分级治理	敏感领域及重点行业实行备案/检测/召回管理	评估 AI 应用的风险等级，建立内部合规流程
供应链安全	智能体开发/部署/应用/维护全周期安全	对 AI 服务商的模型、API、工具链进行安全审查

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

决策权限	区分"用户本人决策/用户授权决策/Agent 自主决策"边界	确保 AI 建议的可解释性和人类最终决策权
数据安全	防范数据投毒/隐私泄露/算法篡改	建立 AI 数据治理和安全审计机制

8.1.4 三年行动路线图

表 50：

年份	目标	关键动作
2026	跑通第一个 AI 场景	选一个成熟场景（质检/预测维护），SaaS 化部署，6 个月内见成效
2027	扩展至 2—3 个场景	将第一个场景的经验复制到其他产线或环节
2028	尝试 AI Agent 或排产优化	在有数据积累的基础上，试点"决策辅助"类 AI

8.2 给 AI 服务商的建议

8.2.1 找准生态位

表 51：

服务商类型	目标客户	核心价值主张	避免做的事
平台型企业	大企业+产业集群	"交钥匙"AI 基础设施	不要做定制化项目
SaaS 企业	中小企业	开箱即用、按需订阅	不要做私有化部署
OPC 创业者	特定行业中小企业	行业经验×AI 工具能力	不要扩展太多种行业
硬件+AI 企业	有硬件预算的工厂	"看得见"的 AI	不要只卖硬件不谈效果

8.2.2 SaaS 化的四个关键

表 52：

关键点	做法	反面教训
定价	月费制，3,000-20,000 元/月	不要一次性卖几十万
部署	1-4 周上线，客户自部署	不要搞 3 个月实施周期
试用	30 天免费试用，不满意退款	不要强卖年度合同
迭代	每月更新，自动推送	不要等客户提需求才更新

8.2.3 "卡奥斯模式"的启示

海尔卡奥斯 AI 质检云展示了平台型 AI 服务的正确姿势：① 一个通用 AI 模型（轻量化视觉大模型）→② 平台上提供服务（200 件/秒、99.9%准确率）→③ 任何工厂按需订阅。不是"给每个客户定制一个模型"，而是"一个模型服务所有客户"。

8.3 给 OPC 创业者的建议

8.3.1 OPC 的"黄金公式"

行业经验 × AI 工具能力 = OPC 核心竞争力

你不需要是顶尖 AI 科学家。你需要的是一样东西：**对你所在行业制造痛点的深刻理解**。AI 工具（大模型、低代码平台、SaaS 组件）是你撬动价值的杠杆。

8.3.2 起步三步法

表 53：

步骤	做什么	时间	产出
第 1 步	在一个细分行业找到一个高价值 AI 场景（如"汽配行业铸件外观检测"）	1 个月	一个可演示的 AI 方案
第 2 步	用 SaaS 工具+大模型快速做一个最小可用版本，免费给 3 个客户试用	2-3 个月	3 个验证案例+客户推荐
第 3 步	定价收费，复制到同行业更多客户	3-6 个月	10-20 个付费客户

8.3.3 三个"千万别"

表 54：

千万别	原因
千万别只做一个客户的"专属定制"	不可复制=不可持续
千万别同时服务 5 个行业	OPC 的竞争力是深度，不是广度
千万别自研 AI 基础框架	用成熟的云服务和开源工具

8.4 给政府与产业园区的建议

8.4.1 精准施策的三个方向

表 55：

方向	具体做法	参考案例
标杆示范	甄选并推广本地标杆 AI 应用案例	江苏省工信厅 30 个官方案例（2026.5）
供需对接	建立 AI 服务商与制造企业的对接平台	浙江省 103 个典型案例（2025）
基础设施	建设产业集群的公共 AI 平台	第 5 章情景 C 的"产业大脑"构想

8.4.2 产业园区"产业大脑"建设路线

表 56：

阶段	内容	预期效果
2026-2027	园区能源 AI 调度+物流 AI 协同	能耗下降 10%—15%
2027-2028	跨工厂产能共享 AI 平台	设备利用率提升 15%—20%
2028-2029	园区级 AI Agent 协同网络	集群整体效率提升 20%+

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

8.5 给投资机构的建议

8.5.1 四个投资主题

表 57：

主题	当前阶段	3 年预期	核心标的
AI 质检 SaaS	成长期	渗透率从<1%到 10%+	标准化视觉检测平台
AI 排产/供应链	早期	千亿市场启动	行业级 APS+AI 公司
AI Agent 平台	极早期	从 5 例到 50+例	Agent 架构公司
OPC 生态	萌芽期	催生新型 AI 服务市场	平台+工具型公司

8.5.2 投资制造业 AI 的三个注意事项

表 58：

注意事项	详细说明
关注"可复制性"而非"技术炫酷度"	一个服务 100 家工厂的 AI 质检 SaaS，比一个给单一工厂做的数字孪生项目更有投资价值
看重"行业深度"而非"技术广度"	通威太阳能的 50+ML 模型不是多行业覆盖，而是单行业深耕——每一个 ML 模型都在提升光伏电池的效率
算清"客户 ROI"而非"市场 TAM"	制造业客户不关心 AI 的技术参数，只关心一个数字：投入多少，省了多少，多长时间回本

8.6 本章小结

表 59：

角色	一句话建议
制造企业	从现在开始，从 AI 视觉质检或预测维护开始，不要等
AI 服务商	SaaS 化是通往中小企业的唯一路径，订阅制是唯一正确的定价方式
OPC 创业者	你的行业经验是最大的资产，AI 工具是最大的杠杆
政府/园区	做标杆示范和供需对接，做产业大脑等基础设施
投资机构	关注"可复制性"，算"客户 ROI"而非"市场 TAM"

附录一：参考文献与资料来源

一、政策文件与标准

[1] 中央网络安全和信息化委员会办公室, 国家发展和改革委员会, 工业和信息化部. 智能体规范应用与创新发展实施意见[EB/OL]. 2026-05-08. https://www.cac.gov.cn/2026-05/08/c_1779979789523320.htm

[2] 国务院。 关于深入实施"人工智能+"行动的意见[EB/OL]. 2025-08-26. http://www.scio.gov.cn/zdgz/jj/202509/t20250901_928364.html

[3] 工业互联网产业联盟. 制造业场景人工智能应用分类分级蓝皮书[R]. 北京: 中国信息通信研究院, 2025-10.

[4] 工业和信息化部。 "人工智能+制造"专项行动实施意见[EB/OL]. 2025.

二、研究报告

[5] 中国工业互联网研究院. AI Agent 智能体技术发展报告[R]. 北京: 中国工业互联网研究院, 2026-01.

[6] 中国信息通信研究院. 2025 年度制造业数字化转型典型案例集[R]. 北京: 中国信息通信研究院, 2025-09.

[7] 世界经济论坛. 全球灯塔网络：第 14 批入选工厂名单[R/OL]. 日内瓦: WEF, 2025-09. https://cn.weforum.org/

[8] 中国信息通信研究院. 智能工厂发展报告 2025[R]. 北京: 中国信息通信研究院, 2025.

[9] 荣格工业资源网. 全球新晋 12 家灯塔工厂分析[EB/OL]. 2025-10-15. https://www.industrysourcing.cn/article/470903

三、政府与行业名单

[10] 江苏省工业和信息化厅。 "人工智能+制造"应用项目案例集（2026 年 5 月）[R]. 南京: 江苏省工信厅, 2026-05.

[11] 工业和信息化部. 2024 年度智能制造示范工厂揭榜单位名单[EB/OL]. 北京: 工信部, 2024.

[12] 工业和信息化部. 2025 年度智能制造示范工厂揭榜单位名单[EB/OL]. 北京: 工信部, 2025.

[13] 工业和信息化部. 人工智能赋能新型工业化典型应用案例（151 项）[EB/OL]. 北京: 工信部, 2025.

[14] 工业和信息化部. 卓越级智能工厂（第一批）项目公示名单[EB/OL]. 北京: 工信部, 2025.

[15] 山东省工业和信息化厅。 2024 年省级智能工厂/数字化车间/智能制造场景名单[EB/OL]. 济南: 山东省工信厅, 2024.

[16] 广东省工业和信息化厅. 2024 年广东省智能制造生态合作伙伴名单[EB/OL]. 广州: 广东省工信厅, 2024.

[17] 浙江省经济和信息化厅. 2025 年首批人工智能赋能制造业典型案例（103 个）[EB/OL]. 杭州: 浙江省经信厅, 2025-09.

[18] 苏州市工业和信息化局. 2026 年苏州市人工智能赋能新型工业化典型应用场景（第一批）[EB/OL].

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

苏州: 苏州市工信局, 2026-01.

四、行业媒体与报道

[19] 中国经营报。 AI+制造行业峰会 2026 专题报道[EB/OL]. 2026-05-18. https://finance.sina.com.cn/

[20] 中国工控网. 数字孪生工厂真实案例：从 PPT 到真实降本增效[EB/OL]. 2026-04-01. https://www.gongkong.com/industrynews/202604/13977.html

[21] 搜狐科技。 工业 AI 研讨会：10+案例解析工业大模型落地难点[EB/OL]. 2025-11-06. https://www.sohu.com/a/951730853_121924584

[22] 搜狐科技. 2026 年 AI 预测性维护在制造业加速落地[EB/OL]. 2026-01-19. https://www.sohu.com/a/977142995_120516285

[23] 阿里云。 边缘通 2.0 发布：工业 AI 进入"毫秒级"时代[EB/OL]. 2025-05.

[24] 腾讯云开发者社区. 制造业 Agent 实战案例全景解析[EB/OL]. 2025-11-18. https://cloud.tencent.com/developer/article/2590542

[25] 腾讯云开发者社区。 36.3%的新公司由一人创办：2026 年 AI Agent 驱动的"一人公司"革命[EB/OL]. 2026-04-17. https://cloud.tencent.com/developer/article/2656375

[26] 中国机电一体化技术应用协会. 2025 年度工业人工智能典型应用场景（26 个）[EB/OL]. 2025-11-17.

[27] FineBI. AI 数据分析如何优化供应链管理？2025 年智能化运营案例解析[EB/OL]. 2025-08-25.

[28] 中小企业 AI 应用报告. 从成本削减到效率革命：2025-2026 中国中小企业 AI 应用案例[EB/OL]. 2026-01-10. https://www.mxys.cc/sme-ai-application-cases-2026.html

[29] 钱江晚报. 义乌优克拉：AI 让 100 人加工厂效率翻 5 倍[EB/OL]. 2026-05-19.

五、企业与服务商白皮书

[30] Altair Engineering. AI 驱动工业变革—全球 100 个 AI 应用案例[EB/OL]. Troy, MI: Altair, 2025.

[31] 工业富联. GenAI 驱动的供应商碳管理平台应用实践[EB/OL]. 2025-09.

[32] SAP. SAP Business AI：200+生成式 AI 企业应用场景[EB/OL]. 2025.

[33] PTC. Windchill AI Agent 与 ServiceMax 多智能体架构[EB/OL]. 2025.

六、网络资料来源（案例补充）

[34] 百度文库. 2025 年中小企业人工智能应用场景全景与典型案例深度解析[EB/OL]. 2026-03-26.

[35] CSDN. 2026 年制造业值得关注的 5 个 AI 应用场景[EB/OL]. 2026-04-20.

[36] 迈烁集芯. 工业能源管理：AI 如何助力制造业节能降碳[EB/OL]. 2025-10-06.

七、数据说明

本白皮书案例数据基于以下筛选标准：

1. 信源可靠性：P0（政府官方）和 P1（权威行业媒体）占 60%以上，P2（服务商白皮书）约 30%

2. 企业可识别性：所有引用案例均使用企业真实名称
3. 数据可验证性：量化效果数据均标注原始来源，可回溯查证
4. 时效性：案例收录截止日期为 2026 年 5 月 22 日

附录二：专栏目录

专栏 1：案例 4.1.1 上汽通用五菱——岛式制造的 AI 革命

专栏 2：案例 4.1.2 通威太阳能——传统 ML 做到极致就是先进

专栏 3：案例 4.1.3 长虹体系——全品类 AI 质检

专栏 4：案例 4.1.4 汉得信息——AI 智能体持续监控热化炉最优生产状态

专栏 5：案例 4.2.1 Altair physicsAI——从 12 小时到 3 分钟

专栏 6：案例 4.2.2 南通中远川崎——船舶涂装 AI 三维设计

专栏 7：案例 4.4.1 南钢——峰谷发电 AI 调度

专栏 8：案例 4.4.2 海尔集团——供应链全链路 AI 联动

专栏 9：案例 4.4.2 盛隆电气 —— 电气成套企业的智能体矩阵落地

专栏 10：案例 4.5.1 宁德时代 ——新能源动力电池制造业 AI 知识库

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

后记

当这本白皮书终于定稿时，距离我们开始收集第一个制造业 AI 应用案例，已经过去了三个多月。说实话，最初我们也没想到会做到这么大规模——167 个验证案例，10 个专栏案例，覆盖 8 大应用场景，从灯塔工厂到专精特新"小巨人"，从世界 500 强到年产值不过几亿的中型制造企业。每一个案例背后，都是一群人在真实的生产现场，把 AI 从"概念"变成"工具"的过程。我们写这本白皮书，不是为了证明 AI 有多厉害，而是想回答一个更朴素的问题：制造业的 AI，到底能干什么？

这个问题，我们在温州跑过车间，在无锡开过座谈会，在南京和苏州和 CIO 们聊到深夜，得到的答案五花八门。有人说 AI 是"新瓶装旧酒"，有人说"不上 AI 等死，上了 AI 找死"，也有人说"我们早就用上了，只不过没叫 AI"。

所以这本白皮书，某种程度上是一次"翻译"——把那些散落在车间、实验室、会议室里的真实实践，翻译成大家能看懂、能对号入座的语言。我们尽量不用晦涩的术语，不堆砌炫酷的概念，就是实打实地告诉你：哪家企业，在哪个环节，用 AI 做了什么，效果怎么样。

当然，翻译难免有偏差。167 个案例，每个案例我们都想做到"有据可查"，但限于时间和人力，可能还有疏漏。如果案例企业觉得我们写得不准确，或者有哪些重要的实践没提到，欢迎随时联系我们——这本白皮书不是"定论"，而是"起点"，后续我们会持续更新。

在这里，要特别感谢很多人。

首先是编委会的各位。王甲佳作为主编，从白皮书框架设计到案例筛选标准，从写作风格到数据规范，每一个细节都抠得很细。李莉教授在统计分析方法上给了很多专业建议。江世民、朱鹰、郑金军、马秉岗、周孝华、范娟几位，都是在一线工作的实操派，他们帮我们避免了"纸上谈兵"的尴尬。各位编委在案例征集、企业调研、内容审核上投入了大量时间，这本白皮书是真正的集体成果。

其次是审核委员会的卜安洵主任。作为江苏省数字经济联合会的副会长，卜主任对白皮书的整体方向和专业性把关很严，也提了很多中肯的修改意见。

然后是案例企业提供方。没有你们开放分享真实实践，这本白皮书就是"无米之炊"。特别要提的是，有些企业一开始是犹豫的——"我们这点实践，拿得出手吗？"其实，制造业 AI 应用不在乎“高大上”而在乎"真落地"。你们的经验，可能正好能帮到另一家还在摸索的企业。

最后是读者你。能读到这里的，大概率是真的对制造业 AI 感兴趣的人——可能是企业管理者，可能是信息化负责人，可能是政府工作人员，也可能是研究者或投资人。这本白皮书如果能帮你少走点弯路，或者启发一两个新想法，我们就没白忙活。

说到"没白忙活"，其实我们心里还有一个更大的目标。

中国制造业的 AI 应用，目前还处于"点状突破"阶段——个别企业、个别环节做得很好，但整体上还没有形成系统性的"面状覆盖"。这中间缺的是什么？不是技术，不是资金，而是认知和信心。很多企业不是不想做，是不知道"别人怎么做"，也不确定"自己能不能做"。

我们希望，这本白皮书能成为一座"桥"——连接先行者和跟进者，连接技术方案和需求场景，连接政策和落地。如果未来一两年，有更多制造企业因为这本白皮书而迈出 AI 应用的第一步，那我们就算是为中国制造业的智能化转型，做了一点点微小的贡献。

这本白皮书，在 2026 年 6 月 27 日举行的"AI 中国行·制造业 AI 场景应用生态大会"上正式发布。会议地点在离京杭大运河不远的河埒街道运河湾现代产业大厦。若干年后，我们回忆起来，这里或许是中国制造业 AI 从点到面应用的一个起航码头。

最后，套用一句老话：白皮书的发布，不是结束，而是开始。

制造业 AI 的场景应用，是一场没有终点的马拉松。我们会在后续持续跟踪案例、更新数据、完善分析。也欢迎各位读者把你们的实践、想法、甚至困惑发给我们--说不定，下一版白皮书的案例里，就有你的故事。 ▌

（《中国制造业 AI 场景应用白皮书（2026）》编委会）