

机械设备

报告日期：2023 年 08 月 29 日

AI 赋能，质检、视觉、低代码和工业互联网平台率先受益
——工业互联网行业深度报告**投资要点****□ AI 将逐步打通工业互联网数据难采集、产业协同难和网络安全等关键痛点，促进工业互联进程加速**

2022 年我国工业互联产业增加值占 GDP 比重已达 3.64%。工业互联网的关键技术如可复制工业场景、数字孪生、云边协同等不断取得突破，然而仍然面临数据难采集、产业协同难和网络安全等制约。以 GPT-3.5 为代表的人工智能大模型在预测能力、计算能力、逻辑能力和音视频处理能力上有着飞跃式的突破，该类高性能 AI 的加入将提升工业互联的安全性和可靠性，进一步提升工业互联网人机协同，重塑数据跟踪和分析的流程，助力于工业大模型的产生，有望让机器拥有“大脑”，加速工业互联进程。

□ 高性能 AI 在各环节应用端落地时间具有较大差异，工业 AI 质检、工业视觉、低代码编程和工业互联网平台将会是率先受益的环节。**1、工业 AI 质检精确率迈上新台阶：**

据 IDC 测算，工业质检市场规模至 2025 年将快速增长至 62 亿元，2020-2025 年 CAGR 达 28.5%。大模型的图像和音视频处理能力有着巨大突破，将促进 AI 质检精确率迈上新台阶。随着应用成熟度的提高，拥有领先 AI 技术应用的 AI 质检解决方案提供商市场份额有望持续扩大。

2、工业视觉 AI 取得重大突破：

在硬件发展渐趋成熟的基础上，AI 技术可以帮助机器“感知更准确、理解更深刻”，是创造价值的重要切入点。当前快速进展的 AIGC 技术可以有效解决工业视觉领域 AI 训练的样本问题，助力工业视觉 AI 性能重大突破。未来，相关的软件厂商和光学传感器、光学处理芯片和工业视觉解决方案提供商将受益于工业视觉性能突破带来的渗透率的提升。

3、工业低代码编程性能突破瓶颈：

目前 AIGC 在编程领域已经取得了重大突破，能较为成熟的生成代码和修改代码，将低代码编程的易用性提高了一个维度。这一突破对工业场景意义更为重大，使得大量工程人才可以轻松上手工业程序的编写，有望重塑工业 PaaS 低代码开发平台。

4、工业互联网平台渗透率有望提升：

工业互联网平台利用实时有效的工业大数据，为深度学习的模型训练提供了优质的训练集和测试集，是 AI 发展的良好土壤。以 GPT 系列为代表的高性能 AI 将全方位赋能数据采集、数据分析挖掘，行业知识库和各类工业软件功能，有望促进工业互联网平台渗透率的提升。

□ 建议关注：

工业 AI 质检：科远智慧、创新奇智（港股）。

工业视觉：海康威视、大华股份、奥比中光、奥普特、凌云光。

工业低代码编程：远光软件、用友网络。

工业互联网平台：能科科技、中控技术、赛意信息、宝信软件、鼎捷软件、软通动力。

□ 风险提示

AI 应用落地进展不及预期；行业市场竞争加剧；工业互联网平台发展不及预期

行业评级：看好(维持)**分析师：邱世梁**

执业证书号：S1230520050001

qiushiliang@stocke.com.cn

分析师：刘雯蜀

执业证书号：s1230523020002

liuwenshu03@stocke.com.cn

研究助理：周艺轩

zhouyixuan@stocke.com.cn

相关报告

- 1 《金砖国家扩容聚焦一带一路：推荐工程机械、半导体设备、机器人、气体》 2023.08.28
- 2 《复合集流体：安全与降本兼备的新型锂电技术，产业化临近》 2023.08.24
- 3 《大制造行业全球估值手册》 2023.08.22

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

正文目录

1 工业互联仍然面临数据难采集、产业协同难和网络安全等痛点	4
1.1 工业互联持续推进，2025 年工业互联网平台市场空间预计翻倍	4
1.2 关键技术及产业趋势	6
1.2.1 关键技术：5G、边缘计算和数字孪生	6
1.2.2 产业趋势：产品化、虚拟化、云边协同	8
1.3 核心痛点：数据采集、产业协同和网络安全	10
2 AI 将助力打通工业互联网核心痛点，促进发展进程加速	11
2.1 高性能 AI 将极大的提升工业互联网的安全性和可靠性	12
2.2 高性能 AI 将进一步提升工业互联网人机协同水平	13
2.3 生成式 AI 将重塑数据追踪和分析的流程	14
2.4 工业行业大模型有望让机器拥有“大脑”	15
3 质检、视觉、低代码和工业互联网平台是率先受益环节	15
3.1 工业 AI 质检精确率迈上新台阶	15
3.2 工业视觉 AI 取得突破	17
3.3 工业领域低代码编程突破“易用性”瓶颈	19
3.4 工业互联网平台渗透率有望提升	21
4 投资机会	24
5 风险提示	25

图表目录

图 1: 2022 年我国工业互联网增加值占 GDP 比重达 3.64%.....	4
图 2: 我国工业互联网规模仅次于美国.....	4
图 3: 2020 年国内工业通信设备占比仅 20%.....	5
图 4: 龙头工业通信企业集中分布在海外.....	5
图 5: 我国工业互联网平台及应用解决方案市场格局较为分散, CR5 仅 24.4% (2021 年)	5
图 6: 2025 年我国工业互联网平台及应用解决方案市场空间将达 56.1 亿美元	5
图 7: 用 5G 搭建的无线传感控制系统样例已具备工业应用能力	6
图 8: 国内运营商已推出 EdgePOD 一体化边缘解决方案.....	7
图 9: 数字孪生车间与物理车间通过车间服务系统实现映射与交互	8
图 10: 车间数字孪生的关键在于异构要素物理融合.....	8
图 11: 工业互联网平台向可复制工业场景演进.....	8
图 12: 孪生模型 (左) 与生产环境 (右) 高度吻合.....	9
图 13: 云边协同的工业互联系统在离散制造、流程制造、能源电力及泛工业中有着广泛的应用.....	9
图 14: AI 在工业领域落地时间间隔不断缩短.....	12
图 15: AI 缺陷监测在各行业任务中准确率表现优异.....	13
图 16: 三菱光纤激光系统利用 AI 监控切割过程并自动调整参数优化切割性能, 加工精度可提高 51%.....	13
图 17: 亿迅科技电子化图纸应用加入 AI 技术防止偷拍, 当 AI 判别有人员行动异常时将自动息屏	13
图 18: 由强化学习驱动的人机协作框架具备落地条件.....	14
图 19: 基于深度学习的结构件识别与定位可实现精准位姿.....	14
图 20: ChatGPT 读取 Zerynth 仪表盘, 快速提取有用信息.....	14
图 21: 阿里通义千问大模型能够实现根据需求自己编写代码并操纵机器人	15
图 22: 工业 AI 质检在制造行业的典型应用模组.....	16
图 23: 2021 年中国工业 AI 质检在 SC 和汽车等行业实现规模化复制	16
图 24: 2021 年中国 AI 赋能的工业质检解决方案市场 CR5 为 44.3%	16
图 25: 中国工业 AI 质检市场规模 2020-2025 年 CAGR 预计达 28.5% (单位: 百万美元)	16
图 26: 全球工业视觉市场规模 2025 年将达 1276 亿元.....	17
图 27: 融合深度学习的地板花纹分类将降低 20% 人工成本并提高 30% 作业效率.....	17
图 28: 基于人工智能视觉算法的智慧铁水运输解决方案架构.....	18
图 29: 基于 AIGC 的缺陷样本生成框架有望解决工业视觉领域样本不足的问题.....	18
图 30: 逻辑、数据流的可视化编排为低代码编程带来挑战.....	19
图 31: 基于新一代 AI 的低代码/无代码工具大量涌现.....	20
图 32: 低代码编程将为工业平台带来快速开发和部署、可扩展性和数据可视化等功能	20
图 33: Power Platform 和 Copilot 的用例.....	21
图 34: 工业互联网平台汇聚了算力、数据、算法及应用场景等 AI 全要素	22
图 35: TaskMatrix.AI 是一个能够执行数字和物理任务的强大 API 生态系统	23
图 36: 西门子已推出 AI 工业互联网平台 MindSphere.....	23
图 37: 西门子边缘应用程序 AI Inference Server 支持将 AI 模型部署作为标准边缘程序的内容.....	23
表 1: 重点行业均向工业互联发展, 痛点关键词: 数据、协同和安全	11

1 工业互联网仍然面临数据难采集、产业协同难和网络安全等痛点

1.1 工业互联网持续推进，2025 年工业互联网平台市场空间预计翻倍

我国工业互联网发展迅速，政策引导将持续发力。工业互联网是新工业体系的“操作系统”，在产业升级中的重要性不言而喻。目前，我国工业互联网已全面融入 45 个国民经济大类，助力制造业、能源、矿业、电力等各大支柱产业数字化转型升级。据中国工业互联网研究院，至 2021 年我国工业互联网规模仅次于美国。工信部数据显示，2022 年我国工业互联网产业规模同比增长 15.5%，达 1.2 万亿元。纵向来看，据中国工业互联网研究院测算，我国工业互联网增加值在 2018-2022 年期间增长了 59.5%，CAGR 达到 12.38%，2022 年占 GDP 比重预计上升至 3.64%，达 4.45 万亿元。可见近年来工业互联网不仅为工业高质量发展助力护航，自身也已成为 GDP 增长的重要动力。

作为工业高质量发展的重要环节，工业互联网的政策支持将持续。2023 年 4 月 20 日，工信部在一季度工业和信息化发展情况发布会上表示，我国将聚焦规模化应用和高质量发展，从政策、技术、应用三个方面发力，引导各地区、各行业进一步加大力度，推动工业互联网整体发展实现阶段跃升，为推进新兴工业化提供更坚实的支撑。《“十四五”数字经济发展规划》、《“十四五”智能制造发展规划》、《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》等一系列政策中，均强调要加大工业互联网行业应用赋能、区域落地推广力度。工业高质量发展作为经济高质量发展的核心环节，工业互联网的政策支持预计将持续。

图1：2022 年我国工业互联网增加值占 GDP 比重达 3.64%

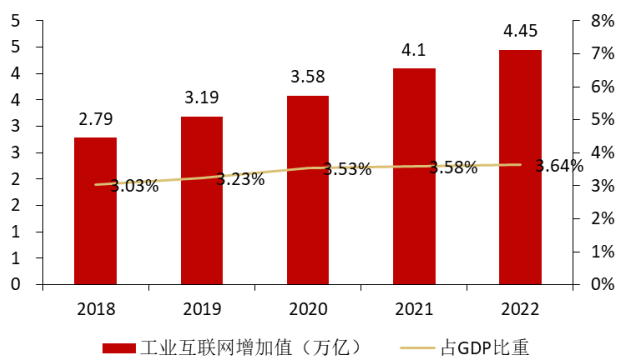
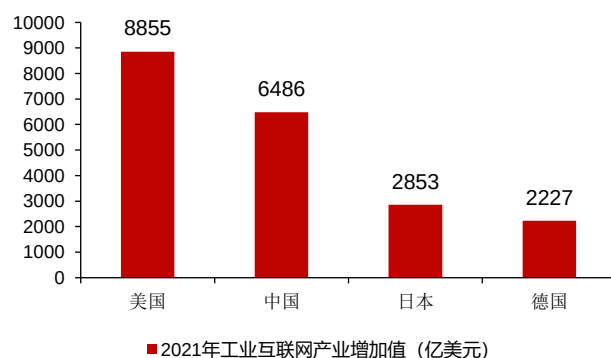


图2：我国工业互联网规模仅次于美国



资料来源：中国工业互联网研究院，浙商证券研究所

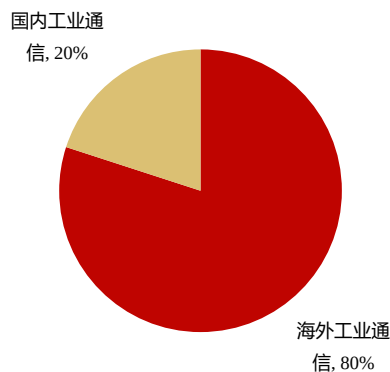
资料来源：中国工业互联网研究院，浙商证券研究所

从当前市场格局上来看，国产厂商仍具有较大空间。工业互联网市场可分为工业通信设备、平台及应用解决方案两大部分。工业通信设备由国外品牌占据，平台及应用解决方案市场增长快且较为分散，为国内厂商的发展提供了机遇。

工业通信设备国产替代空间广阔。目前工业互联网网络侧设备市场的头部企业主要被国外品牌所占据，据新华三《2022 工业互联网技术白皮书》，头部的前三家产品市场占有率达 43%，国产厂商市占率较低。国际头部企业包括思科、西门子、MOXA、Belden（百通赫斯曼）等公司，国内公司主要包括三旺通信、映翰通、东土科技等。据 Omdia 数据，

2020 年工业互联网国际市场占比为国内的 4 倍左右，与我国工业互联网产业增加值仅次于美国的规模极不匹配，国产替代空间广阔。

图3：2020 年国内工业通信设备占比仅 20%



资料来源：Omdia、IDC、中商产业研究院、浙商证券研究所

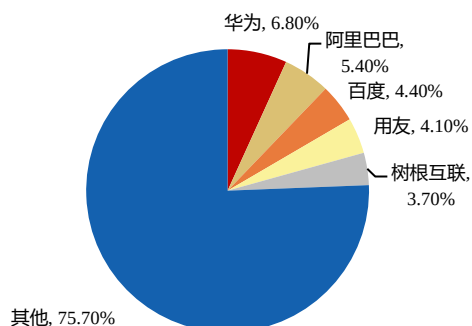
图4：龙头工业通信企业集中分布在海外

行业		企业
国际	工业交换机	思科、赫斯曼、西门子等
	工业路由器和工业 WAP 开关	思科等
国内	工业以太网交换机	东土科技、三旺通信等
	工业无线数据终端	宏电技术、四信通信等
	工业无线路由器	映翰通、星网锐捷等

资料来源：中商产业研究院，浙商证券研究所

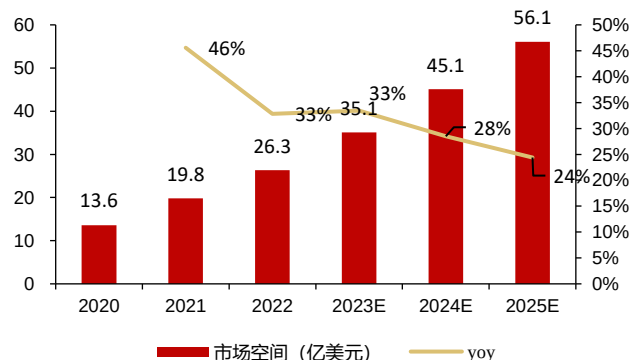
平台及应用解决方案市场集中度有待提升。平台及应用解决方案市场国内厂商领先，但市场格局还较为分散。国内工业互联网前五大厂商分别为华为、阿里巴巴、百度、用友和树根互联，CR5 为 24.4%。随着企业数字化、工业软件国产替代等战略进程不断推进，据 IDC 测算，我国互联网平台及应用解决方案的市场空间 2022 年达 26.3 亿元，2025 年将达到 56.1 亿美元，CAGR 达 29.6%，较 2022 年市场空间实现翻倍。工业互联网平台及应用解决方案有着广阔的市场空间和较强的增长确定性，市场集中度逐步提高的过程将为行业内厂商带来机遇。

图5：我国工业互联网平台及应用解决方案市场格局较为分散，CR5 仅 24.4%（2021 年）



资料来源：IDC，浙商证券研究所

图6：2025 年我国工业互联网平台及应用解决方案市场空间将达 56.1 亿美元



资料来源：IDC，浙商证券研究所

1.2 关键技术及产业趋势

1.2.1 关键技术：5G、边缘计算和数字孪生

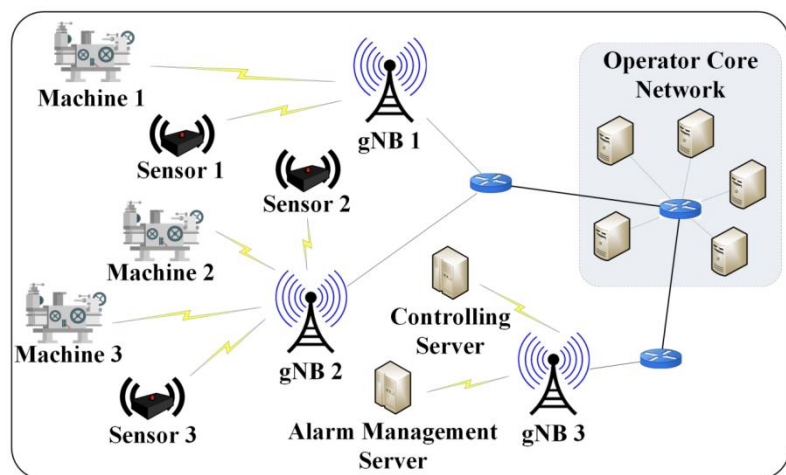
由工业互联网技术体系可知，以 5G、EC、工业智能、区块链、DT 技术为代表的关 键技术对支撑工业互联网体系架构中功能架构的网络、平台和安全建设以及实现数据优 化闭环有着极其重要的作用。

➤ 5G 技术

5G 技术是工业实现互联的基础。工业领域中业务场景复杂多样，需要具有海量连 接、低时延的网络连接技术来实现人机物之间的互联互通。5G 作为最新一代蜂窝移动技 术，具有海量连接、高可靠、低时延等特点，是工业互联网实现全面连接的基础，能够应 用于增强型移动宽带（eMBB, enhanced mobile broadband）、大连接物联网（m MTC, massive machine type communication）、超可靠低时延通信（URLLC, ultra reliable low latency communication）三大场景。利用 5G 无线技术、网络切片技术，以及其他与网络技术融合的 5G+时间敏感网络（TSN, time sensitive network）、5G+云等技术，可有效解决不同工业 场景的多样性需求。

当前，5G 赋能工业互联网已经得到了落地应用。在生产制造场景下，5G 能够支持 自动导引运输车（AGV, automated guided vehicle）的部署。Siriwardhanad 等将当地 5G 运 营商与移动网络运营商（MNO, mobile network operator）架构相结合，将 AGV 与制导控 制器进行连接，实现低时延并且能够确保数据的安全性。然而当前，5G 与工业互联网的 融合还处于探索阶段，对于工业中硬实时控制的需求还有所欠缺，缺乏针对工业领域的解 决方案。

图7：用 5G 搭建的无线传感控制系统样例已具备工业应用能力



资料来源：Siriwardhana 等，《Performance Analysis of Local 5G Operator Architectures for Industrial Internet》，浙商 证券研究所

➤ 边缘计算技术

边缘计算将计算资源部署在工业现场附近，保障工业互联网响应速度。工业领域的部 分控制场景对计算能力的高效性有严格要求，将数据传输到云端进行计算可能会造成巨大 的损失，并且，在工业现场中存在大量异构的总线连接，设备之间的通信标准不统一，因

此需要将计算资源部署在工业现场附近以满足业务高效实时的需求。边缘计算作为靠近数据源头或者物的网络边缘侧，融合网络、应用核心能力、计算存储的开放平台，有低时延、高效、近端服务、低负载等优点，能够就近提供边缘智能服务，是工业互联网不可或缺的关键性环节。

当前，主要运营商均推出了一体化边缘解决方案。GSMA 联合全球运营商合作构建了电信边缘云平台。中国联通推出了 CUC-MEC 平台，并设计了 EdgePOD 一体化边缘解决方案。中国电信也开展了 5G+MEC 的应用合作创新。然而，虽然 EC 技术已经广泛应用于工业互联网中，但其仍面临设备接口标准不统一、测试标准不统一的问题，并且在应用过程中还存在许多安全问题。此外 EC 需要与行业应用、运营商网络进行高效协同，其系统隔离、数据安全能力仍有待进一步提高。

图8：国内运营商已推出 EdgePOD 一体化边缘解决方案



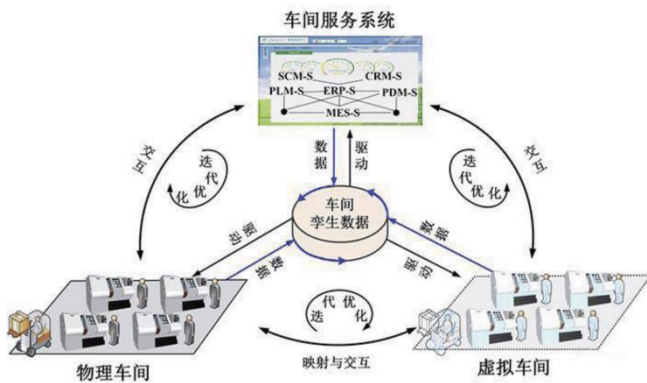
资料来源：中国联通官网，浙商证券研究所

➤ 数字孪生

数字孪生技术是先进制造业的支撑性技术。数字孪生是指充分利用物理模型、传感器、运行历史等数据，集成多学科、多尺度的仿真过程。它作为虚拟空间中对实体产品的镜像，反映相对应的实体装备的全生命周期过程，可以基于数字孪生体对物理实体进行仿真分析和优化，以最优的结果驱动物理世界的运行。进入 21 世纪以来，美国和德国均大力扶持 Cyber-Physical System (CPS，信息-物理系统) 作为其先进制造业的核心支撑技术，而数字孪生就是 CPS 的典型实践。

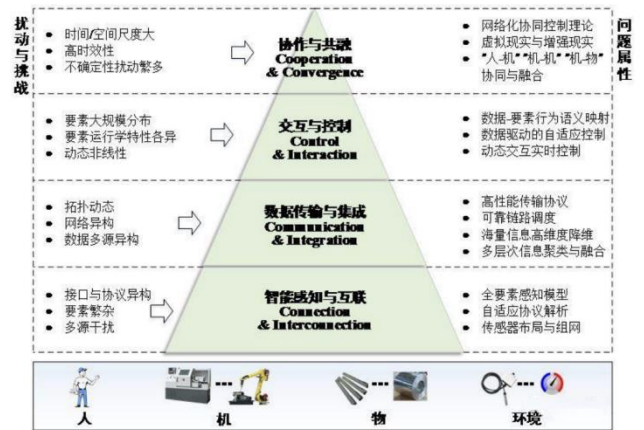
数字孪生的关键在于异构要素的物理融合，新一代信息技术的发展为工业化落地奠定了基础。数字孪生技术是新一代信息技术与不同领域技术的融合，其关键在于人、机、物和环境大量异构要素的融合，在搭建过程中存在运行形态各异、接口与协议异构、不确定扰动多等诸多挑战。数字孪生技术核心包括物联网技术、大数据技术、多层次精准建模方法、人工智能和云/边缘协同计算技术等，实现网络化协同控制、虚拟现实以及多层次信息聚类与融合，为其在工业互联网中的落地奠定了基础。

图9：数字孪生车间与物理车间通过车间服务系统实现映射与交互



资料来源：陶飞等，《数字孪生车间——一种未来车间的运行新模式》，浙商证券研究所

图10：车间数字孪生的关键在于异构要素物理融合



资料来源：陶飞等，《数字孪生车间信息物理融合理论与技术探索》，浙商证券研究所

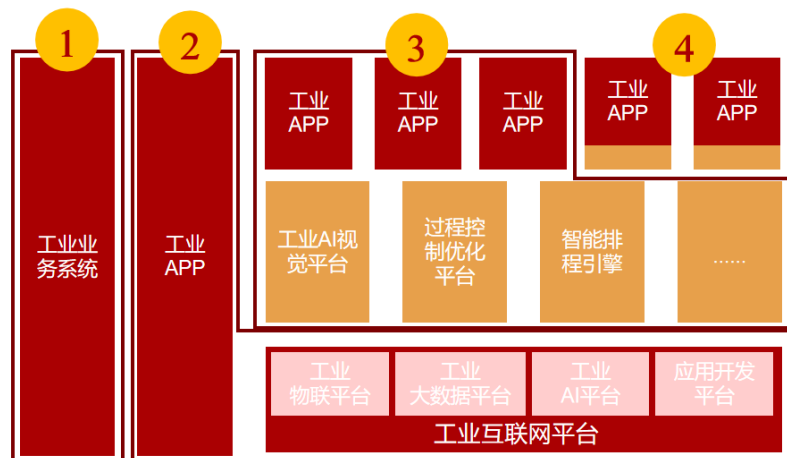
1.2.2 产业趋势：产品化、虚拟化、云边协同

趋势一：工业互联网平台由定制开发向标准化产品演进

据 IDC，工业互联网平台的发展具有四个阶段，第一阶段是定制业务系统，第二阶段为定制工业 APP，第三阶段抽象出“工业场景平台”，面向工业场景和业务，进一步降低 APP 开发周期。第四阶段为“快速定义业务 APP”阶段，基于“工业场景平台”和低代码开发平台，由用户快速定义业务 APP。

我们认为，当前工业互联网的发展处于第二阶段和第三阶段的叠加态。向第三阶段和第四阶段的跃进具有重要意义：1) 对供应商而言，最大化交付标准产品和工具，提高平台复用能力，缩短产品开发周期；2) 对企业用户而言，提高 APP 的灵活性，降低开发难度，低门槛生成适合适配业务的 APP。因此，未来工业互联网平台必然向“工业场景平台”和“快速定义业务 APP”等标准化产品演进。

图11：工业互联网平台向可复制工业场景演进

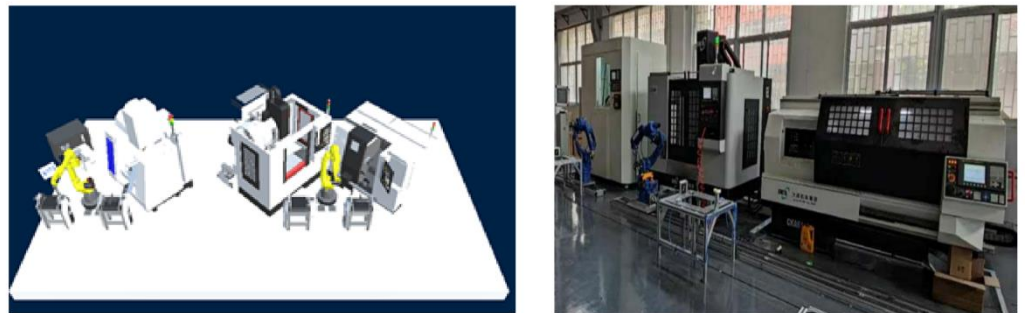


资料来源：IDC，浙商证券研究所

趋势二：数字孪生在生产运营管理中加速落地

制造发展战略的重要目标是要实现制造的物理世界和信息世界的互联互通和智能化操作，从而实现智能制造。生产运营管理伴随着数据互通和平台化，从单体系统向一体化集成+数字孪生体的方向演化。在制造业领域，数字孪生技术可以帮助企业提高生产效率和产品质量。通过数字孪生技术，企业可以在虚拟环境中进行产品设计和生产流程的优化，减少实际生产过程中的错误和浪费。由 1.2.1，近年来，物联网、大数据、多领域 / 多层次 / 参数化实体建模技术、人工智能技术、云 / 边缘协同计算技术迅速发展，相互交互，相互融合，为数字孪生发展从各个层面奠定了技术基础，加速推动着数字孪生的落地应用。

图12：孪生模型（左）与生产环境（右）高度吻合



资料来源：李志伟等，《基于数字孪生的车间可视化系统设计与实现》，浙商证券研究所

趋势三：云边协同逐步替代中心化的计算和控制系统

据 IDC（互联网数据中心）数据统计，2026 年供需联动将推动中国物联网连接规模超百亿，复合增长率约 18%。伴随快速增长的工业物联规模，边缘侧的设备、算力、数据等资源配比将快速攀升。以数据为例，出于安全性和效率考虑，据中国物联网国际视野产业平台，未来数字工业超过 50% 以上数据会在边缘侧产生，同时会出现大量部署在边缘的应用服务。边缘计算将网络、计算、存储、应用集成在边缘侧，满足企业数字化敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全隐私保护等诸多方面需求。云边协同将 OT 与 ICT 融合，形成数据驱动的分布式智能控制，其应用具有高实时性，与物理系统的交互具备高安全性，正逐步在工业互联网场景中落地。

图13：云边协同的工业互联系统在离散制造、流程制造、能源电力及泛工业中有着广泛的应用



资料来源：IDC，浙商证券研究所整理

1.3 核心痛点：数据采集、产业协同和网络安全

重点行业全面向智能化迈进，而数据、协同和安全是当前制约工业互联网发展的重要因素。近年来，电子制造、装备制造、石油化工等重点工业行业持续向智能化迈进，而数据采集难、产业链协同难和安全保障问题一直是工业互联网发展中亟待解决的问题。中国联通《5G+工业互联网重点行业白皮书》整理了重点行业工业互联网发展全景，我们可以通过关键词分析得出一些共性。在7大重点行业的痛点中，与数据有关的痛点被提及6次，安全5次，协同4次，效率3次，人才和工艺各2次。可见数据、协同和安全是当前工业互联网发展中最亟待解决的问题。具体来看：

工业数据难采集且透明度低。工业数据难以采集一方面源于工业数据的复杂性，工业企业内部的数据囊括了产品的整个生命周期，涉及到企业所制造产品的研发、生产、运维等多个环节。而大量数据直接来自生产设备，类型繁多，且结构复杂、格式不一。另一方面源于工业数据的数量大，工业生产的机器类型多样，数量也极大。同时，机器设备产生数据的速度飞快，有时产生数据的频率甚至能达到毫秒级。而采集难又被称为“数据孤岛”问题，企业内部数据开放程度很低，形成一座座数据孤岛，而各种类型的设备和工序之间相互独立，缺少数据流动。

企业内及上下游企业间难以统一协作。工业互联网的本质，就是通过互联网式的构架，实现人与人、材料、机器彼此间的相互协同，这个过程不仅涉及企业的研发、生产和销售等各个部门，也涉及上下游企业和产业链。然而一方面现代企业部门制的生产方式使得部门与部门之间的协同存在巨大摩擦，另一方面，出于商业秘密等因素的考虑，上下游企业之间交互存在巨大困难，统一数据和协议标准难以实现。

安全问题始终制约着工业互联网的深入应用。工业企业普遍对于安全的要求较高，特别是涉及重要行业及关键领域的工业企业，其生产研发过程中，安全往往是首要问题。而工业企业一旦上云，其安全性变得非常复杂，安全防范节点必然大量增加，包括云安全，边缘安全，内部协议安全，数据安全等。不少企业在确定性和效率之间倾向于选择效率，对安全的顾虑往往是工业企业应用工业互联网的首要障碍。

数据、协同和安全问题构成了工业互联网渗透率提升的主要障碍。此外，这三个方面还形成了相互影响和加强的系统。工业数据较难采集，不透明，因而造成上下游难以协同和交互，基于数据的测试和预判可靠性也较差。而出于对交互和安全问题的担忧，生产过程黑箱化的困境也难以被打破。而我们认为AI的发展将逐步打通这些痛点，也因此给相关产业带来发展机遇。

表1：重点行业均向工业互联发展，痛点关键词：数据、协同和安全

行业	行业特点	行业痛点	典型应用场景	行业发展趋势
电子制造	产品种类多、质量要求高，技术含量高、更新速度快、生产周期要求短	生产设备断点多、工艺复杂执行难、生产信息不同步、产品质量要求高、柔性生产难、物流效率低	协同研发设计、设备协同作业、生产现场监测、设备故障诊断、工艺合规检验、5G+AGV 线边物流配送、柔性生产制造、现场辅助装配、生产单元模拟、精准动态作业、电子实验室管理	电子行业由传统制造向智能制造发展，由单一管控向供应链协同制造转变，应用5G、大数据、物联网、人工智能等前沿技术，逐步实现电子产业智能制造、绿色制造
装备制造	技术门槛高，产业链衔接紧密	数据难采集、企业上下游交互难	柔性生产制造、现场辅助装配、设备协同作业、现场设备采集监控、机器视觉质检、厂区智能理货、无人智能巡检	装备制造将朝着自动化、智能化、无人化迈进，人工智能、大数据等新技术的应用，使装备制造过程更加智能，工艺流程不断改进和提升，可靠性和生产效率也将不断提高。物联网和工业互联网的应用推广、行业生态价值网络的构建使企业内部要素紧密协作，上下游企业联系日益紧密，信息交互壁垒将被逐渐打破
石油化工	产业链长、协作厂商众多，价值网复杂	设备管理不透明、工艺知识传承难、产业链上下游协同水平不高、安全生产责任重、节能减排压力大	智能建设施工、智能生产运营、智能仓储、园区安环	智能制造持续推进、工业互联网平台逐步成为石油化工园区的新基建、安环管理持续强化事前预防和事发第一时间处置、碳排放控制逐步转向碳资产管理
纺织服装	产业链长，离散程度高，劳动力密集型	库存积压、产能过剩、利润水平低、人才缺口大，老龄化严重、智能化程度低	3D 模拟设计、5G+工位机、工艺参数实时管理、AI 验布、5G+AMR 搬运机器人、虚拟现场服务	研发创新、智能化水平不断升级；出清高排放、高污染产能；产业结构升级；时尚变革加速
钢铁	流程长，工艺复杂，管理难度大	信息化发展不均衡、行业基础薄弱、生产过程黑箱化、协同生产能力弱	物流检斤、智能安防管理、5G+无人天车、智能铁水调度、一键炼焦、全流程质量管理、设备预测性维护、智能废钢判级	钢铁行业目前的发展趋势主要由发展智能制造、优化产业结构、推进绿色低碳和产学研用强协调
矿山	资源开发，技术密集，安全风险大	高风险的安全环境、大量能源消耗、严重的环境污染、效率低下、资源浪费、技术滞后以及人才短缺	采矿、物料运输、设备维护、安全监控、环境保护、资源管理、数据分析等	智能化、数字化、绿色化、高效化、安全化和可持续发展。未来将采用先进技术，如人工智能、大数据、物联网等，实现智能化生产和管理，同时注重环境保护和资源利用，提高生产效率和安全性，推动矿山行业实现可持续发展
汽车制造	产业链长，供应商数量众多，生产工艺复杂，法规要求严格	成本压力大，设施升级、安全性测试、数据安全、质量控制、法规和政策限制，数据采集和整合、数据质量、数据安全、数据使用效率等	5G+设备数据采集、线边物流和智慧仓储、5G+机器人协同控制、5G+XR 设备远程维护、5G+生产工厂能耗监控、机器视觉质检、5G+PLC 柔性生产制造、5G+设备预测维护、5G+车间厂间协同、安全穿戴管控、远程设备操控、工艺信息交互	新能源化、智能化、网联化、共享化

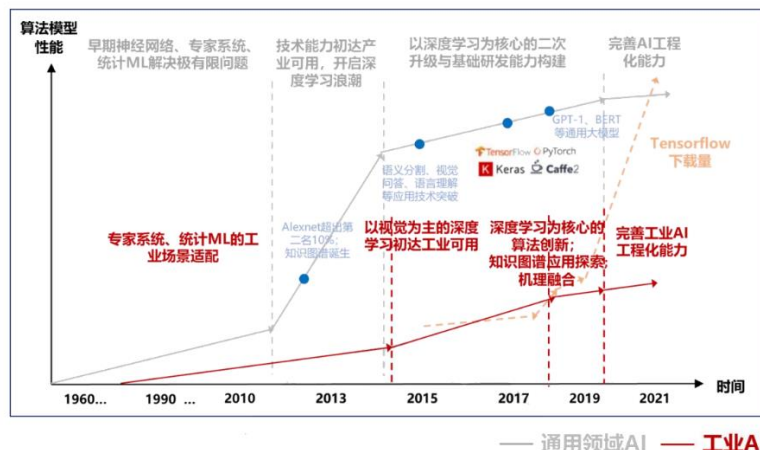
资料来源：中国联通《5G+工业互联网重点行业白皮书》，浙商证券研究所

2 AI 将助力打通工业互联网核心痛点，促进发展进程加速

AI 在工业领域落地时间间隔不断缩短，工业互联网领域 AI 应用亦有望快速落地。一直以来，工业对 AI 可解释性等严苛要求导致技术创新与应用落地错位相对严重。上世纪 60 年代专家系统诞生与 80 年代的工业领域应用间隔近 20 年，统计机器学习的工业领域应用滞后周期基本在 10 年左右，而深度学习、生成对抗网络等新技术于 2012 年后在通用领域开展应用，不足 4 年便产生了工业领域探索实例。总体来看，由于人工智能技术可用性

增强以及工业信息化水平提升，通用技术的工业落地间隔由 20 年逐步缩短至小于 5 年。加之工业互联网领域的关键技术如数字孪生等本身就与深度学习密切相关，我们认为，伴随 ChatGPT 带来的通用 AI 大模型突破，工业互联网领域 AI 应用将迎来快速落地和发展。

图14： AI 在工业领域落地时间间隔不断缩短



资料来源：工业互联网产业联盟及中国信通院《工业智能白皮书（2022）》，浙商证券研究所

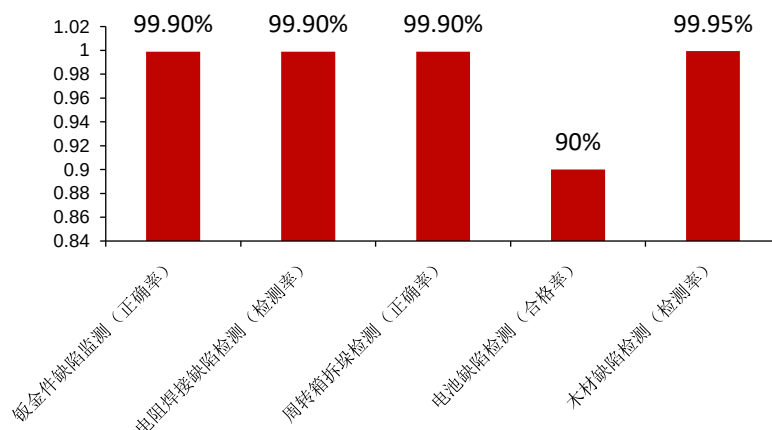
如第一章所述，当前制约工业互联网发展的核心痛点主要集中在数据、协同和安全方面，此轮 AI 大模型的发展将助力打通核心痛点，也必然将促进工业互联网发展进程加速。

2.1 高性能 AI 将极大的提升工业互联网的安全性和可靠性

生成式人工智能在预测和分析能力上有着飞跃式的突破，将极大的提高控制、分析和预测的精度。工业互联网接入的一大难点是制造业企业特别是重点领域企业对生产过程的安全性有着很高的要求，因而对控制、分析和预测精度的要求极高。生成式人工智能在预测能力上有着飞跃式的突破，对制造装备实时运行优化将产生巨大助力。比如，通过建设人工智能发动机质检平台，将工业相机的数据通过边缘计算技术分流至云平台，实现了在统一缺陷图像库下，基于机器视觉发动机质量的协同检测。以单条生产线计算，节省检测工位 70%，缺陷识别率达到 99.86%，误判率不高于 2%，这意味着当前工业 AI 可靠性可实现高于人工。

此外，AI 的进展也将助力于网络安全防御能力提升。网络安全防御的基础之一在于网络流量的分析识别以及判断，实现网络安全态势感知和威胁监测，并通过安全运维化解和防御网络攻击。AI 大模型在学习、分析、识别乃至处理上相对于人类具有高效的优势，有助于提升网络安全防御能力，降低网络安全事件损失，提高工业互联网安全水平。如基于 GPT 的 Microsoft Secure Copilot 可以将原本耗时几小时甚至十几小时的勒索软件事件处理降至分钟级。

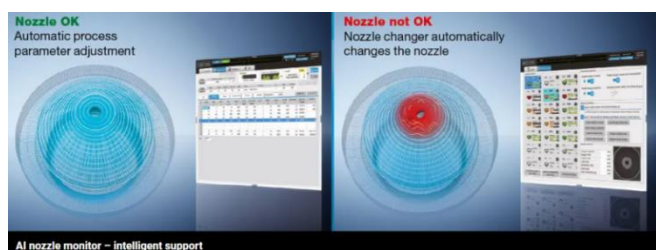
图15： AI 缺陷监测在各行业任务中准确率表现优异



资料来源：深眸科技官网，浙商证券研究所

产业落地方面，三菱电机开发的基于 AI 的数控切割机纠错系统，在动态加工过程中也能进行智能校正，加工精度可提高 51%。亿迅科技的电子化图纸应用，按任务工序实时推送图纸，同时加入 AI 技术防止偷拍，当 AI 判别有人员行动异常时将自动息屏，及时开启保护，企业可放心将图纸电子化发放产线，减少纸质图纸的使用，同时图纸泄露风险也得到了极大的降低。

图16：三菱光纤激光系统利用 AI 监控切割过程并自动调整参数优化切割性能，加工精度可提高 51%



资料来源：Mitsubishi 官网，浙商证券研究所

图17：亿迅科技电子化图纸应用加入 AI 技术防止偷拍，当 AI 判别有人员行动异常时将自动息屏



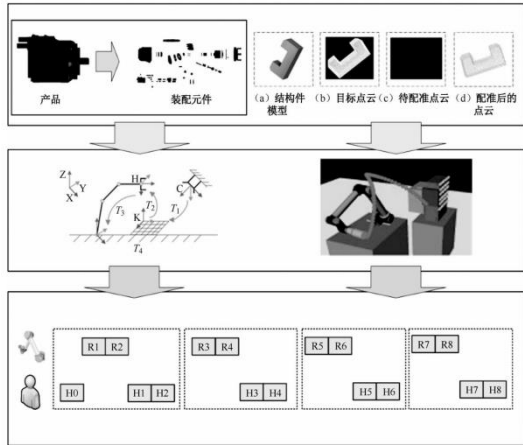
资料来源：亿迅科技官方公众号，浙商证券研究所

2.2 高性能 AI 将进一步提升工业互联网人机协同水平

人机协同制造，即通过人工智能对生产数据进行分析 and 预测，实现制造过程的自动感知、智能分析、自主决策和精准控制，提升机器和机器、系统和系统、机器和系统之间的高精度、自组织协同能力，逐步推动生产过程向精益化、无人化发展。据鲍劲松《工业智能：方法与应用》(2022)，依托于当前的 AI 技术，可根据生产制造过程建立起马尔科夫决策过程，并且利用强化学习来使得机器人在与环境交互的过程中提升认知水平，随着当前

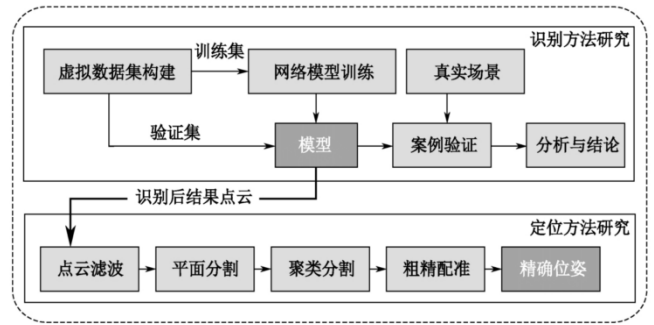
的 AI 技术大爆发，工业互联网人机协同水平的进一步提高值得期待。比如晶硅光伏电池智能无人生产线，通过工业互联网平台对工业机器人、AI 视觉检测系统等高效连接、实时控制，实现人机协同推动制造柔性升级，在释放作业空间的同时，进一步提高生产效率、缩短生产周期、降低劳动成本，人均劳产率较同行高出 30% 以上。

图18：由强化学习驱动的人机协作框架具备落地条件



资料来源：鲍劲松《工业智能：方法与应用》，浙商证券研究所

图19：基于深度学习的结构件识别与定位可实现精准位姿



资料来源：鲍劲松《工业智能：方法与应用》，浙商证券研究所

2.3 生成式 AI 将重塑数据追踪和分析的流程

对制造业管理者而言，实时了解生产进度是重中之重。在一些比较传统的中小制造企业车间里，生产流程的记录往往依靠纸质单据或者 Excel 表格，生产信息整体传递滞后。为了解决这类问题，不少企业开始部署数字化系统，但却存在周期长、成本高等痛点。而生成式 AI 可以使用自然语言处理和机器学习技术从工业现场的仪表板上，甚至纸质数据和表格中读取数据（GPT-4 已经具备了识图能力），并快速提取有用的特征和信息。国外的一位博主进行了这样的尝试，他为 ChatGPT 提供了 Zerynth 仪表板的链接，生成式 AI 立即就读取了仪表板中的数据和图表，实时提供了正在发生的事情的概览。此外，工业互联网的数据难点主要在于垂直行业数据积累不足，AI 助力下协同水平、安全性和可靠性得到提升也有助于工业数据的开放和积累。

图20：ChatGPT 读取 Zerynth 仪表板，快速提取有用信息



资料来源：Zerynth 官网，浙商证券研究所

2.4 工业行业大模型有望让机器拥有“大脑”

工业行业大模型工业制造细分领域众多，各领域在生产流程、工艺、生产线配置、原材料及产品类型上均具有较大差异，也缺乏海量的数据标签，因此尚未形成类似 GPT 这样的大模型。

然而我们认为，随着工业 AI 安全性和可靠性的提高，工业 AI 视觉平台、AI 摄像头等数据积累，通用大模型和预训练模型助力而生的工业垂直大模型值得期待。目前，机器视觉模型训练能力的门槛被大大降低，工业 AI 质检和巡检已经应用在 3C 电子、汽车及零部件、消费品和原材料等诸多应用场景。如今，操作的生成式预训练模型（OperationGPPT）概念被业界提出并关注，阿里的通义千问大模型能够实现根据需求自动编写一组代码发给机器人，机器人自动完成移动、抓取、配送等一系列动作，这表明，AI 大模型已经突破了“仅用于生成内容”这一局限，有望让机器真正拥有“大脑”。

图21：阿里通义千问大模型能够实现根据需求自己编写代码并操纵机器人



资料来源：阿里官网，浙商证券研究所

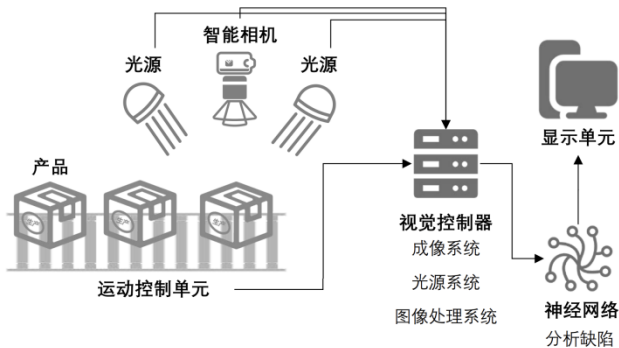
3 质检、视觉、低代码和工业互联网平台是率先受益环节

AI 浪潮下工业互联网发展加速是必然趋势，然而 AI 在垂直行业的应用落地，需要结合行业自身特点，对预训练模型加入到行业自己的数据集进行调整，训练过程中需要行业数据收集，模型调整以及行业特点训练。工业互联网各环节产品 AI 化难度不尽相同，因此应用端落地时间具有也较大差异。我们认为，工业 AI 质检、工业视觉、低代码编程和工业互联网平台将会是率先受益的环节。

3.1 工业 AI 质检精确率迈上新台阶

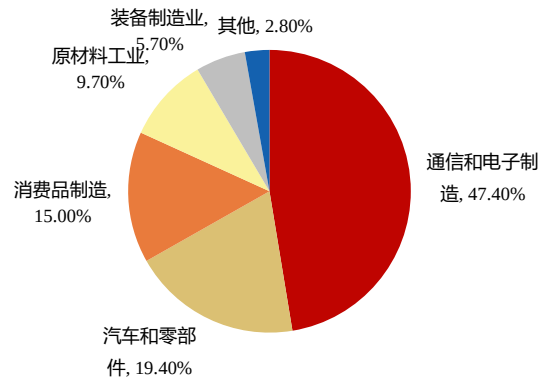
大模型在图像和音视频处理方面进展迅速，工业质检迈上新台阶。AI 赋能的工业质检是利用基于深度学习等 AI 技术的视觉检测技术，在工业生产过程中，对产品图像进行视觉检测，从而帮助发现和消除缺陷。IDC 认为在 2021 年“工业质检解决方案市场实现了规模化复制、加速发展”。目前，以 GPT 为代表的大模型在视觉和图像处理方面进展迅速，如 GPT-4 具备直接读取图像信息、理解图像信息和完善图像信息的功能，各大模型在视频理解方面也取得了极大进展，如阿里的视频 AI 服务可以对音视频进行识别、分析和理解。随着 AI 能力的提升，AI 赋能的工业质检在准确性方面迈上了新的台阶。

图22：工业 AI 质检在制造行业的典型应用模组



资料来源：头豹研究院，浙商证券研究所

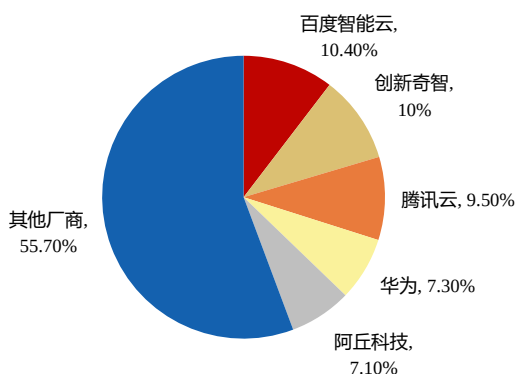
图23：2021 年中国工业 AI 质检在 SC 和汽车等行业实现规模化复制



资料来源：共研网，浙商证券研究所

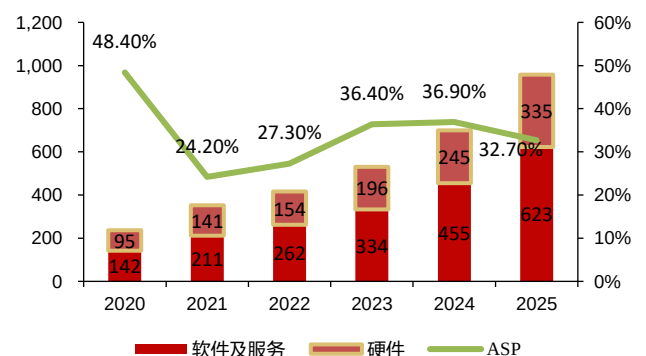
3C 和汽车等行业 AI 质检实现规模化复制，解决方案为主力产品形态。当前，AI 工业质检领域场景呈现碎片化的特征，大部分厂商都在逐步寻找自身优势的细分行业场景。在 2021 年自身重点市场取得规模化复制的同时，开始向更多场景领域拓展布局。3C、汽车、消费品和原材料四大行业中很多 AI 质检场景实现规模化复制，成为驱动市场发展的主要动力。在产品供应上，解决方案仍是多数厂商重点提供的产品形态，具体表现在各类定制监测系统 and 一体化设备。解决方案也最贴合于工业领域客户需求，中期来看，仍是未来研发的主力产品形态。

图24：2021 年中国 AI 赋能的工业质检解决方案市场 CR5 为 44.3%



资料来源：IDC 中国，2022，浙商证券研究所

图25：中国工业 AI 质检市场规模 2020-2025 年 CAGR 预计达 28.5%（单位：百万美元）



资料来源：IDC 中国，2022，浙商证券研究所

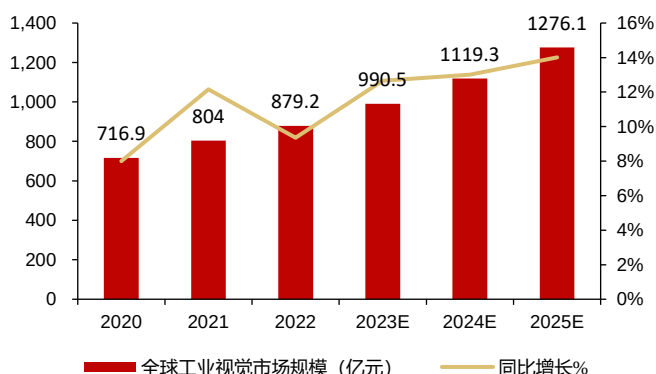
工业 AI 质检前景广阔，行业处于发展期机会较多。随着当前 AI 技术的涌现和成熟，预计工业 AI 市场规模将持续扩大，据 IDC 预测，2023-2025 年，我国工业 AI 质检市场增速将加快，至 2025 年软硬件市场总计将达 9.58 亿美元（约合人民币 62 亿元），2021-2025 年 CAGR 为 28.5%。当前，AI 赋能的工业质检解决方案市场中的主要厂商包含了头部云服

务商、AI 质检创新企业等。2021 年前五大主要厂商的市场份额为 44.3%，主要集中在百度智能云、创新奇智、腾讯云、华为、阿丘科技等厂商，行业处于发展期，市场集中度不高。中长期来看，随着市场逐步分化和应用成熟度的提高，拥有领先 AI 技术应用的厂商市场份额有望持续扩大。

3.2 工业视觉 AI 取得突破

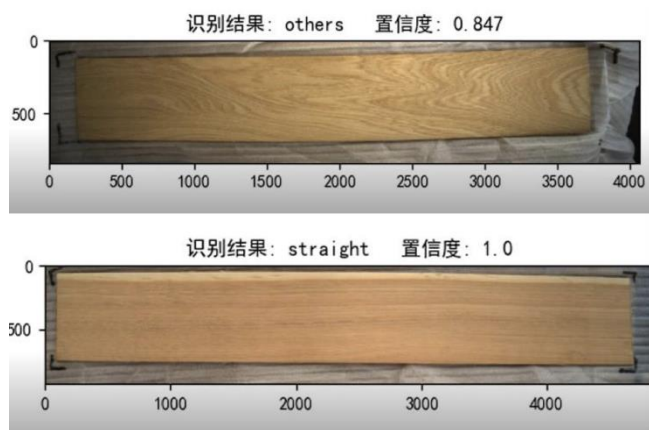
硬件基础大幅进步，AI 成为创造工业视觉价值重要切入点。工业视觉是工业自动化的核心领域，包括检测、识别、测量、定位等关键任务。工业视觉在工业领域的应用场景十分丰富，包括缺陷监测、视觉分拣、物流分包、拆码垛和工业上料等。工业视觉的应用可以减少人工的使用并提升准确率、减少错误率。近年来，全球工业视觉市场规模稳步增长。而行业应用的前提是工业视觉在检测、识别、测量、定位等关键任务上的准确性。当前，光学成像技术，多传感器融合技术，感光 and 光学处理芯片技术大幅进步，使“看得更小、看得更清”成为现实。在此基础上，AI 技术恰好可以帮助机器“感知更准确、理解更深刻”，是创造价值的重要切入点。

图26：全球工业视觉市场规模 2025 年将达 1276 亿元



资料来源：Markets and Markets, GGII, 拓欣致远, 浙商证券研究所

图27：融合深度学习的地板花纹分类将降低 20% 人工成本并提高 30% 作业效率



资料来源：深眸科技官网, 浙商证券研究所

AIGC 在工业视觉领域潜力巨大，部分厂商已着手打造面向工业视觉的 AIGC 算法。在工业视觉领域，训练样本不足一直是制约人工智能算法应用的瓶颈之一。过去工业视觉 AI 厂商通过选择不需要大量数据的标注准备的小样本学习算法或数据生成（利用算法产生数据来扩充训练样本）来解决这类问题。2022 年底，OpenAI 推出的 ChatGPT 证明了内容生成（AIGC）的巨大潜力，部分工业视觉厂商在小样本学习的基础上，进一步聚合以往在内容生成领域的研发成果，将图像生成与工业场景的独特需求相结合，打造了面向工业视觉的 AIGC 算法。

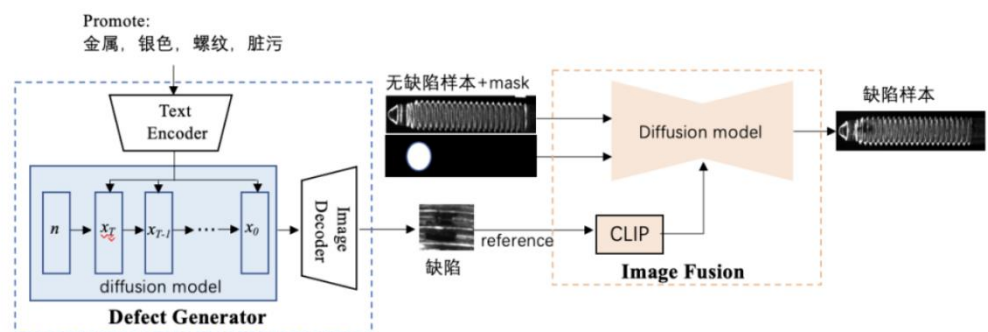
图28：基于人工智能视觉算法的智慧铁水运输解决方案架构



资料来源：创新奇智，浙商证券研究所

在落地方面，国内工业视觉厂商已经取得突破。与一般性的图像生成主要表现为图像上较为宏观的语义改变不同，工业视觉缺陷主要体现为样本图像上细微的局部缺陷纹理变化，语义信息低。此外，生成的缺陷纹理不仅要有自然的主观视觉感受，还需要是物理上真实的，缺陷的形态要符合样本本身的物理和光学特性。传统的图像生成算法一般只能做到视觉真实，无法兼顾物理真实。针对这一问题，创新奇智将物理模型融入 AIGC 模型的构建，提出基于光学成像模拟的光照生成模型和基于双阶段引导的缺陷生成模型，从而可以模拟样本在不同光照状态下的缺陷图像。两阶段缺陷样本生成模型逐步聚焦局部缺陷样例和全局图像融合，可以有效地兼顾工业视觉领域缺陷样本生成的物理真实和视觉真实的要求。结合上述两个模型，创新奇智可以生成样本在不同光照条件下的缺陷图像，从而可以有效地扩充训练样本库，解决工业视觉领域缺陷样本不足的问题，提升工业预训练大模型的训练效果。

图29：基于 AIGC 的缺陷样本生成框架有望解决工业视觉领域样本不足的问题



资料来源：创新奇智官方公众号，浙商证券研究所

我们认为，当前快速进展的 AIGC 技术可以有效解决工业视觉领域 AI 训练的样本问题，助力工业视觉 AI 性能重大突破。得益于此，工业预训练大模型的突破也值得期待。

3.3 工业领域低代码编程突破“易用性”瓶颈

高性能 AI 将使低代码编程突破“易用性”瓶颈，在工业领域意义更为巨大。低代码编程在过去二十年不断降低软件开发门槛，低代码编程一般产品形态表现为，通过可视化拖拉拽的编程方式，使得非专业程序员也能够快速地构建应用程序，从而降低软件开发成本、提高开发效率。但业界不得不面对的是，即便通过可视化编排，对于特定领域 DSL 生成门槛依然不低。随着不断榨干传统图形交互潜能，以及受限传统软件开发思维框架，进一步提高“易用性”逐渐遭遇了瓶颈。特别是对于逻辑、数据流的可视化编排，在易用性上一直给行业带来不小的挑战。

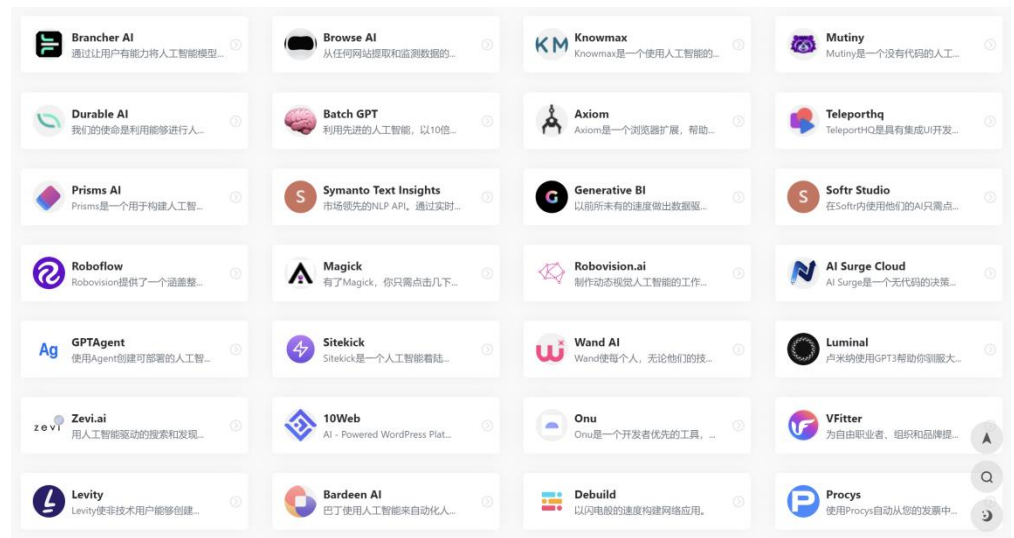
图30：逻辑、数据流的可视化编排为低代码编程带来挑战



资料来源：人人都是产品经理官网，浙商证券研究所

这种易用性的困境随着 GPT 等高性能 AI 模型的成熟迎来新的机遇。在一个数字化系统“搭建”过程中，无论是流程编排还是逻辑流设计，本质是将业务语言转化为系统语言，是对于业务流程、规范、限定的数字化“翻译”，与传统编程语言的演进方式非常类似，这为利用 LLM 处理这类场景问题提供了天然的条件。目前 AIGC 在编程领域已经取得了重大突破，能较为成熟的生成代码和修改代码，将低代码编程的易用性提高了一个维度。

图31：基于新一代 AI 的低代码/无代码工具大量涌现



资料来源：aigc.cn，浙商证券研究所

此外，我们认为，“易用性”的突破在工业领域低代码编程中意义更为重大。一方面，相比于普通的软件开发，工业场景中的软件开发或程序编写具有更强的专业性，需要大量行业 Knowhow 的支撑。低代码编程“易用性”的突破使得大量工程人才可以轻松上手工业程序的编写，极大的助力于研发和生成效率的提高，加速工业企业数字化转型。

图32：低代码编程将为工业平台带来快速开发和部署、可扩展性和数据可视化等功能

工业低代码平台通常包括以下特点：

1. 可视化编程环境：提供一系列可拖拽的组件，如表单、图表、工作流等，简化了代码编写的过程。
2. 快速开发和部署：通过使用工业低代码平台，开发人员可以快速构建出业务应用程序，并且平台提供自动化部署的功能，使得上线时间大大缩短。
3. 可扩展性和定制性：工业低代码平台支持自定义组件和插件的开发，能够满足不同的业务需求，支持对已有业务应用程序的快速定制。
4. 数据集成和管理：支持对各种数据源的集成，如传感器、设备、数据库等，同时提供了数据可视化和管理的功能，帮助企业进行数据分析和决策。

资料来源：稀土掘金公众号，浙商证券研究所

GPT 等高性能 AI 模型的代码生成能力有望重塑工业 PaaS 低代码平台。工业互联网平台的重要能力之一是通过封装在其 PaaS 平台层的大量通用的行业 Knowhow 知识经验或知识组件以及算法和原理模型组件，以低代码方式构建上层工业 APP 应用，而 GPT 代码生成能力的跨越式进步有望重塑工业 PaaS 低代码开发平台。

目前，微软已将 GPT 的代码生成能力融入其低代码开发平台 Power Platform，并于 2023 年 3 月正式推出 Power Platform Copilot 产品。Copilot 是 Microsoft Power Platform 的一个新功能，可以在 Power Apps, Power Virtual Agents 和 Power Automate 中基于 GPT 能力提供 AI-powered 的帮助，让制作者可以用自然语言描述他们想要的业务、流程或机器人，然后 Copilot 可在几秒钟内完成创建，并提供改进建议。我们认为，未来随着 AIGC 在代码生

成能力方面的逐步成熟，有望使得非程序员的工程师能够使用自然语言指令进行零错误的工业 APP 开发，大幅提升工业 PaaS 的应用创建能力、降低应用开发成本。

图33：Power Platform 和 Copilot 的用例

USE CASES FOR POWER PLATFORM AND COPILOT

Below are examples of how your business can use Power Platform and Copilot to enhance business processes.

1. BUILD PROFESSIONAL WEBSITES

You can generate the CSS and HTML needed for your web page using Copilot natural language prompts. Power Apps can also help you add contextual images and information to other website sections. In addition, users can generate relevant content like paragraphs or forms.

The addition of Copilot streamlines your ability to develop web pages with Power Apps. Its large language model can generate the code and text-based content needed to build professional-looking business websites.

2. PROCESS INVOICES

Invoice processing is something familiar to most companies. It usually involves a lot of manual data entry. From there, invoices typically must go through an approval workflow, often involving multiple Excel spreadsheets. Tracking all of this can quickly become tedious.

Copilot helps by generating a preview of the workflow you wish to build with Power Automate. You can set up the basic workflows using Copilot's natural language prompts. After Copilot generates the preview flow, you can make any changes needed. You can also scope the flow of invoice attachments, set up approval steps, and automatically update Excel files.

3. ENHANCE CHAT EXPERIENCES

Power Virtual Agents lets you develop chatbots dedicated to handling customer requests. Copilot makes your chatbots even more interactive by providing relevant answers based on the data sources it accesses. The bots can automatically search the web and give a summary from their knowledge base.

The addition of Copilot makes chatbots capable of handling conversations that go in multiple directions and still provide contextual responses. Future enhancements to Microsoft Power Platform and Copilot include uploading documents, automatically selecting an appropriate response tone, and content moderation controls.

4. ANALYZE DOCUMENTS

The Power Platform already comes with a native AI tool called AI Builder. It provides form processing capabilities you can leverage to extract information from documents. The combination of AI Builder and Copilot expands the functionality by allowing you to pull approval justifications for invoice processing.

The information can be inserted into an email and sent through Outlook to obtain the necessary approval. That same AI flow can streamline approval workflows by entering data into Excel spreadsheets.

5. DEVELOP AUTOMATED WORKFLOWS

资料来源：IES，浙商证券研究所

3.4 工业互联网平台渗透率有望提升

工业互联网平台天然具备孵化人工智能的基础。数据是人工智能的“燃料”，而工业互联网平台从数据“量”和“质”两个维度入手，为人工智能的应用提供支撑。从“量”的方面看，工业互联网平台汇聚了数以千万计的设备 and 传感器，对异构系统、运营环境、人员信息等要素实施泛在感知、高效采集和云端汇聚，实现了海量数据的广泛集成。从“质”的方面看，工业互联网平台通过构建设备、产品、系统和服务全面连接的数据交流网络，利用实时有效的工业大数据，为深度学习的模型训练提供了优质的训练集、验证集和测试集。工业互联网平台汇聚了算力、数据、算法及应用场景等 AI 全要素，是 AI 发展的良好的土壤。

图34：工业互联网平台汇聚了算力、数据、算法及应用场景等 AI 全要素

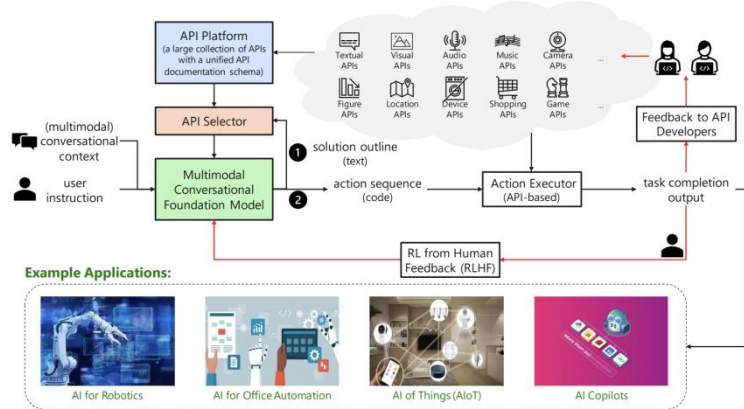


资料来源：智次方研究院，浙商证券研究所

高性能 AI 将全方位赋能工业互联网平台，促进其渗透率的提升。工业互联网平台包括边缘层、IaaS、PaaS 和 SaaS 四个层级。主要功能包括多源异构数据采集、数据分析挖掘，行业知识库和各类工业软件等。以 GPT 为代表的高性能 AI 模型在数据分析挖掘方面有了突破性进步，并在自然语言方面达到接近人类思维的水平，此外由 3.2、3.3，高性能 AI 模型具备更好的异构数据识别和理解能力，并将极大提高工业平台软件的低代码编程性能。可见，AI 对工业互联网平台的赋能是全方位的，也必将促进工业互联网平台渗透率的提升。

微软近期发表了重量级的论文：TaskMatrix.AI: Completing Tasks by Connecting Foundation Models with Millions of APIs，论文详细介绍了使用语言模型对数百万量级 API 进行调用的方法，并展示了多个使用场景。TaskMatrix.AI 将基础模型与数百万个 API 连接起来，能够执行数字和物理任务，这也为工业互联平台未来功能的接入提供了巨大的想象空间。

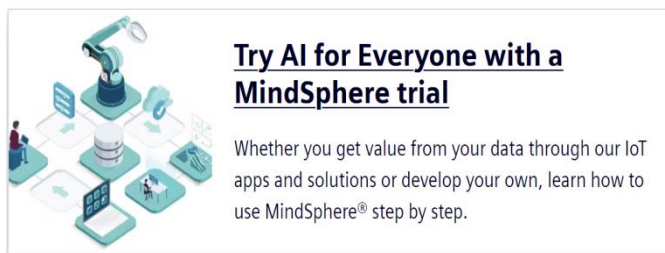
图35：TaskMatrix.AI 是一个能够执行数字和物理任务的强大 API 生态系统



资料来源：TaskMatrix.AI: Completing Tasks by Connecting Foundation Models with Millions of APIs，浙商证券研究所

在落地案例方面，西门子通过其工业互联网平台 MindSphere 实现 AI 同工业物联网的集成。2016 年，在陆续并购了多家大数据分析厂商后，西门子正式推出其工业互联网平台 MindSphere，加之多种微服务应用，逐步形成基于云的开放式工业物联网生态系统。2018 年西门子进一步收购低代码应用开发领域领导者 Mendix 公司，2021 年收购 Mendix 合作伙伴 TimeSeries，开发基于 Mendix 低代码平台的垂直应用，如智能仓储、预测性维护、能源管理、远程监测等。“MindSphere+Mendix”构成了西门子工业互联网平台生态。基于 MindSphere 获取的海量工业数据，西门子将 AI 能力逐步集成入平台，开发了包括异常检测、事件分析、关键绩效指标 (KPI) 计算、信号计算、信号频谱分析等分析服务应用，以及资产管理等应用，奠定了工业互联网平台集成 AI 能力的良好实践基础。

图36：西门子已推出 AI 工业互联网平台 MindSphere



资料来源：SIEMENS 官网，浙商证券研究所

图37：西门子边缘应用程序 AI Inference Server 支持将 AI 模型部署作为标准边缘程序的内容

AI Inference Server

Provided by SIEMENS

Reduce the cost, effort and time to bring AI Models to the shopfloor and focusing on your domain expertise.

Do you see AI as a potential solution for your current challenges?
But are you concerned about the costs and effort to bring AI to the shop floor and maintain it?
Are you interested in standardizing the execution of AI Models on the shop floor and integrating it with monitoring, debugging, and remote deployment capabilities?

AI Inference Server is the Edge Application to standardize AI Model execution on Industrial Edge, easing the data ingestion, orchestrating the data traffic, and being compatible with the powerful AI frameworks thanks to the embedded Python interpreter. It enables the AI Model deployment as content to a standard Edge App instead of custom container deployment for single models. AI finally meets Industrial Edge and leverages the benefits of both.

Benefits:

- Standardize the AI Model Execution using a ready AI Inference integrated with the Edge Ecosystem
- Standardize the logging, monitoring, and debugging of AI Models
- Designed for further MLOps Integration
- Features:
 - Import models via UI or receive them remotely via AI Model Manager
 - Easy map the model inputs/outputs to the data sources (data flow) thanks to the integration with IE Databus and IE connectors
 - Orchestrate and control AI Model execution (e.g. start / stop / monitor / debug)

资料来源：SIEMENS 官网，浙商证券研究所

4 投资机会

AI 能力飞跃式突破，将逐步打通工业互联网数据难采集、产业协同难和网络安全等关键痛点，促进工业互联网进程加速。我国工业互联网持续推进，相关产业增加值占 GDP 比重已达 3.64%。工业互联网的关键技术如可复制工业场景、数字孪生、云边协同等不断取得突破，然而仍然面临数据难采集、产业协同难和网络安全等制约。以 GPT-3.5 为代表的人工智能大模型在预测能力、计算能力、逻辑能力和音视频处理能力上有着飞跃式的突破，该类高性能 AI 的加入将提升工业互联的安全性和可靠性，进一步提升工业互联网人机协同，重塑数据跟踪和分析的流程，助力于工业大模型的产生，有望让机器拥有“大脑”，加速工业互联网进程。

工业 AI 质检、工业视觉、低代码编程和工业互联网平台将会是率先受益的环节。AI 浪潮下工业互联网发展加速是必然趋势，然而 AI 在垂直行业的应用落地，需要结合行业自身特点，对预训练模型加入到行业自己的数据集进行调整。工业互联网各环节产品 AI 化难度不尽相同，因此应用端落地时间具有也较大差异。我们认为，工业 AI 质检、工业视觉、低代码编程和工业互联网平台将会是率先受益的环节：

- **工业 AI 质检：**据 IDC 测算，工业质检市场规模至 2025 年将快速增长至 62 亿元，2020-2025 年 CAGR 达 28.5%。大模型的图像和音视频处理能力有着巨大突破，将促进 AI 质检精确率迈上新台阶。随着应用成熟度的提高，拥有领先 AI 技术应用的 AI 质检解决方案提供商市场份额有望持续扩大。

建议关注：

科远智慧（与 AI 结合的低代码平台已在电力企业中应用，已推出基于 AI 的工业质检、虚拟电厂等产品）；

创新奇智（港股，工业 AI 解决方案提供商，AI 技术实力雄厚，AI 质检解决方案市场占比高）。

- **工业视觉：**当前，光学成像技术，多传感器融合技术，感光和光学处理芯片技术大幅进步，使“看得更小、看得更清”成为现实。在此基础上，AI 技术可以帮助机器“感知更准确、理解更深刻”，是创造价值的重要切入点。当前快速进展的 AIGC 技术可以有效解决工业视觉领域 AI 训练的样本问题，助力工业视觉 AI 性能重大突破，得益于此，工业预训练大模型的突破也值得期待。未来，我们认为相关的软件厂商和光学传感器、光学处理芯片将受益于工业视觉解决方案提供商将受益于工业视觉性能突破带来的渗透率的提升。

建议关注：

海康威视（已在机器视觉领域训练了百亿级别参数的感知大模型，并全方位应用在产品中）；

大华股份（已结合深度智能算法推出监控产品）；

奥比中光（3D 视觉龙头，海外子公司部分业务场景已接入 ChatGPT-4）

奥普特（机器视觉核心部件龙头，核心技术包括工业 AI 算法等）；

凌云光（智能视觉装备与核心视觉器件专业供应商，公司数字人产品与 ChatGLM 大模型结合进行了成功的商业应用）。

- **工业低代码编程：**受限于逻辑、数据流的可视化编排等，低代码编程遭遇了“易用性”瓶颈。目前 AIGC 在编程领域已经取得了重大突破，能较为成熟的生成代码和修改代码，将低代码编程的易用性提高了一个维度。这一突破对工业场景意义更为重大，使得大量工程人才可以轻松上手工业程序的编写，有望重塑工业 PaaS 低代码开发平台。

建议关注：

远光软件（近期发布了 AI 驱动的全栈低代码平台）；

用友网络（EA、ERM、SCM 软件龙头，其低代码开发平台活跃开发者超百万）。

- **工业互联网平台：**工业互联网平台通过构建设备、产品、系统和服务全面连接的数据交流网络，利用实时有效的工业大数据，为深度学习的模型训练提供了优质的训练集、验证集和测试集，是 AI 发展的良好土壤。以 GPT 系列为代表的高性能 AI 将全方位赋能数据采集、数据分析挖掘，行业知识库和各类工业软件等功能，必然将促进工业互联网平台渗透率的提升。

建议关注：

能科科技（公司工业软件平台已实现 aPaaS 层的自主可控）；

中控技术（工业互联网平台领先企业，工业 AI 计算引擎持续迭代）；

赛意信息（泛 ERP 头部企业，与华为共建盘古制造业行业大模型）；

宝信软件（工业互联网平台逐步迈入产业化发展，已沉淀多个核心工业 AI 算法模型库）；

鼎捷软件（子公司近期与微软合作，引入 GPT 能力）；

软通动力（已推出智能流程机器人 AI 一体机）。

5 风险提示

AI 应用落地进展不及预期：AI 大模型在工业互联网行业落地可能不及预期。

行业市场竞争加剧：工业互联网平台及解决方案、工业视觉解决方案市场集中度均不高，行业竞争可能加剧，压缩市场利润空间。

工业互联网平台发展不及预期：工业互联网仍面临数据难采集、产业协同难、网络安全等痛点，发展可能不及预期。

股票投资评级说明

以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深 300 指数表现+20%以上；
2. 增持：相对于沪深 300 指数表现+10%~+20%；
3. 中性：相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%之间波动；
4. 减持：相对于沪深 300 指数表现-10%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深 300 指数表现+10%以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、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的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路 729 号陆家嘴世纪金融广场 1 号楼 25 层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街 8 号富华大厦 E 座 4 层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心 33 层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>