

从 ABB 看工业机器人演化趋势

华泰研究

2023 年 7 月 25 日 | 中国内地

专题研究

计算机

增持 (维持)

研究员 谢春生
SAC No. S0570519080006 xiechunsheng@htsc.com
SFC No. BQZ938 +(86) 21 2987 2036
联系人 林海亮
SAC No. S0570122060076 linhailiang@htsc.com
+(86) 21 2897 2228

从 ABB 看工业机器人演化趋势

通过复盘全球工业机器人发展历程,我们看到工业机器人经历了从特种到通用、从机械到智能、从单一到复杂的演变过程。随着工业机器人开始应用到各类下游行业,逐步替代人类重复劳动,产业价值开始逐步显现。以 ABB 为例,拆解产业链环节来看,工业机器人核心部件包括传感、执行、决策三层,其中 IT 架构是决定机器人智能化程度的核心,软件重要性有望逐步提升。与此同时,随着 ChatGPT 等大预言模型的兴起,机器人正开始向具身智能演进,产业变革有望加速到来。建议关注:柏楚电子、科大讯飞、宝信软件。

工业机器人逐步走向智能化/通用化,产业应用前景可期

全球工业机器人大致经历三个发展阶段:1)技术萌芽阶段:最初的工业机器人主要用于军事、核工业等高危领域,以示范再现型机器人为主;2)产业崛起阶段:ABB、库卡、发那科等领军企业开始崛起,工业机器人开始具备感知和处理外界信息能力;3)产业升级阶段:向通用工业场景延伸,智能化水平不断提升。据 IFR 数据,2021 年全球新增工业机器人安装量为 51.7 万台,同比增长 31.2%;据 Inkwood Research 预测,2021-2028 年年全球工业机器人产值的 CAGR 将达 14.7%。我们认为,随着工业机器人智能化不断升级,人口供给收缩和下游需求释放驱动行业增长,产业应用前景可期。

IT 架构是决定机器人智能化程度的核心,软件重要性有望逐步提升

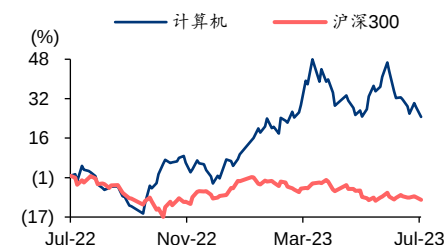
以 ABB 为例,拆解核心环节来看,工业机器人产业链包括上游核心部件、中游机器人本体及软件、下游系统集成与应用,主要成本集中在减速器、伺服系统等上游核心零部件。从功能分类来看,工业机器人部件可以分为感知、执行、决策三层。ABB 在传感器、伺服系统/控制器、算法软件等各层级均有布局,形成工业机器人全栈解决方案。我们认为,随着工业机器人向智能化发展,已经逐步进入软件定义阶段,机器人正逐步演化为 IT 产品,软件算法的差异将对机器人最终能够实现的智能化水平产生重要影响,软件地位有望逐步提升。

AI 赋能有望助力产业变革加速到来

我们看到,对于简单的机器人任务,ChatGPT 已经能够以 zero-shot 的方式解决,对于课程学习、AirSim 避障等复杂任务,ChatGPT 可以在人类用户 on-the-loop 交互下实现。从工业领域落地情况来看,目前具身智能还处在产业发展早期,AI 应用集中在部分简单场景。以 ABB 为例,2020 年 2 月 ABB 与 Covariant 合作推出智能分选机器人,通过机器视觉算法提升识别效率和准确率。此外,2023 年 7 月,ABB 宣布与微软合作,将 GPT-4 应用于工业分析等场景。基于此,我们认为,随着 ChatGPT 等大模型的出现,机器人正开始向具身智能演进,产业变革有望加速到来。

风险提示:宏观经济波动;技术应用落地不及预期。

行业走势图



资料来源: , 华泰研究

重点推荐

股票名称	股票代码	目标价 (当地币种)	投资评级
柏楚电子	688188 CH	256.04	买入
科大讯飞	002230 CH	80.80	买入
宝信软件	600845 CH	65.50	买入

资料来源:华泰研究预测

正文目录

工业机器人：逐步走向智能化/通用化，产业应用前景可期	4
发展历程：工业机器人走向智能化/通用化发展	4
市场现状：“四大家族”占据的稳增长市场	6
驱动力：人口供给收缩和下游需求释放驱动行业增长	7
IT 架构是智能化核心，软件重要性有望逐步提升	9
感知层：工业机器人的信息最初来源	10
执行层：决定工业机器人实际运动的准确度	11
机器人的“肌肉”——伺服系统	11
机器人的“关节”——减速器	13
决策层：决定工业机器人性能的关键	14
IT 架构：软件地位有望逐步提升	17
AI 赋能有望助力产业变革加速到来	20
产业趋势：工业机器人正在向具身智能演进	20
落地情况：ABB 等头部厂商积极拥抱产业变化	22
风险提示	24

图表目录

图表 1：主要机器人公司研发起始时间	4
图表 2：工业机器人发展历程	5
图表 3：ABB 发展历程	5
图表 4：ABB 工业机器人业务发展历程	6
图表 5：2011-2021 全球新增工业机器人安装量及增速	6
图表 6：全球工业机器人市场规模	6
图表 7：2020 年全球工业机器人竞争格局	7
图表 8：机器人四大家族概览	7
图表 9：1961-2021 世界各国生育率（每名妇女生育数）	7
图表 10：中国制造业人均工资增速与 GDP 增速	7
图表 11：中国新能源汽车销量迎来爆发	8
图表 12：全球半导体市场规模稳步上升	8
图表 13：工业机器人产业链全景图	9
图表 14：2020 年工业机器人成本占比	9
图表 15：2020 年工业机器人各环节毛利率	9
图表 16：工业机器人主要传感器分类	10
图表 17：工业机器人可在多部位搭载多个不同功能传感器	10
图表 18：机器人传感器市场规模	10
图表 19：机器人传感器市场竞争格局	10
图表 20：ABB 集成功控传感器硬件	11

图表 21: 电动伺服系统工作原理.....	11
图表 22: ABB 伺服驱动器产品.....	12
图表 23: ABB 伺服电机产品.....	12
图表 24: ABB 伺服产品配套软件工具.....	12
图表 25: 谐波减速器 VS RV 减速器.....	13
图表 26: “四大家族”减速器外购情况.....	13
图表 27: 2020 年全球减速器市场竞争格局.....	13
图表 28: 控制器组成部分.....	14
图表 29: 控制器工作原理.....	14
图表 30: 控制器在机器人结构中的位置及连接方式.....	14
图表 31: ABB Omnicore 控制器产品系列.....	15
图表 32: ABB IRC5 产品系列.....	15
图表 33: ABB IRC5 模块化分布设计.....	15
图表 34: ABB TrueMove 技术.....	16
图表 35: ABB QuickMove 技术与竞争对手对比.....	16
图表 36: 机器人可被完全集成在贝加莱系统中.....	16
图表 37: IRC5 机器人硬件和软件.....	17
图表 38: 单柜型 IRC5 控制器硬件结构.....	17
图表 39: 部分工业机器人公司操作系统构成.....	18
图表 40: 控制器软件包括操作系统和算法库.....	18
图表 41: Robot Ware 的软件安装界面.....	18
图表 42: ABB 应用软件包产品.....	18
图表 43: Robot Studio 产品.....	19
图表 44: ChatGPT 将人类从机器人 pipeline 中的 in-the-loop 变为 on-the-loop.....	20
图表 45: 人类用户在机器人 pipeline 中评估 ChatGPT 输出的质量和安全性.....	20
图表 46: ChatGPT 能够以 zero-shot 的方式解决简单的机器人任务.....	21
图表 47: 教授 ChatGPT 简单的拾取和放置物体技能.....	21
图表 48: ABB 机器人利用 Covariant AI 对不同包裹进行分类.....	22
图表 49: ABB Item Picker 界面.....	22
图表 50: ABB 与微软合作将生成式 AI 功能整合到工业数字化解决方案中.....	23
图表 51: 重点推荐公司一览表.....	24
图表 52: 重点推荐公司最新观点.....	24

工业机器人：逐步走向智能化/通用化，产业应用前景可期

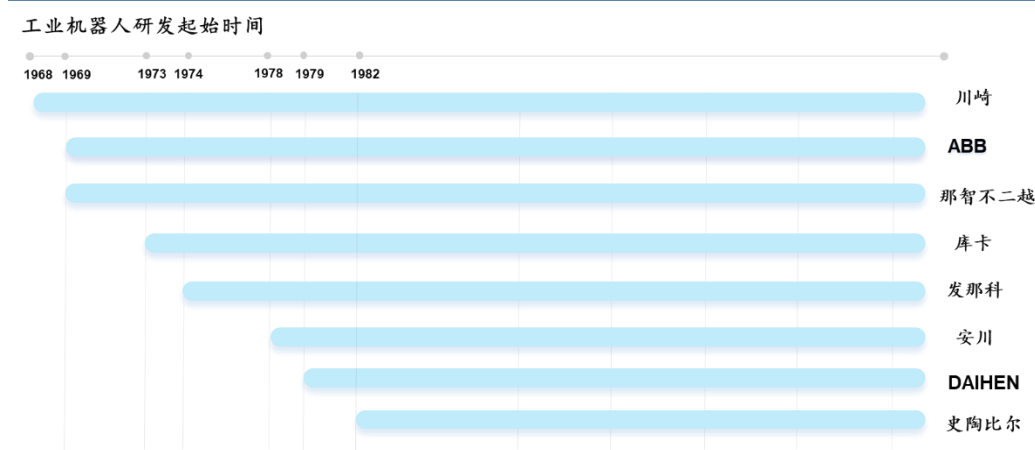
发展历程：工业机器人走向智能化/通用化发展

工业机器人的发展历程可以分为三个阶段：

技术萌芽阶段（20 世纪 50-60 年代，第一代工业机器人）：第二次世界大战期间工业机器人的雏形始成，其最初是出于军事、核工业的发展需要，用来满足代替人类进行放射性物质处理的遥控机械手。此后，美国发明家乔治·德沃尔最早提出工业机器人的概念并于 1954 年申请“可编辑关节式转移物料装置”的专利。1958 年，世界上第一家机器人公司 Unimation 成立，并于 1959 年利用乔治·德沃尔的专利推出了世界上第一台真正意义上的工业机器人 Unimate，开创了机器人发展的新纪元。在此期间主要为第一代工业机器人，即没有自主决策能力和环境感知能力的示教再现型机器人。

产业崛起阶段（20 世纪末期，第二代工业机器人）：1968 年起，Unimation 先后将机器人制造技术转让给日本川崎、英国 GKN 公司，工业机器人业务扩张到日本和欧洲，开始走向产业化和全球化。1969 年，ASEA 公司研制出全球首台喷涂机器人，川崎成功推出了日本第一台液压动力机器人“川崎 Unimate 2000”。此后，更多公司入局工业机器人领域，形成了以 ABB、库卡为代表的欧洲机器人企业以及以川崎、发那科、安川为代表的日本机器人企业格局，机器人市场稳步增长。在此期间，工业机器人从第一代发展到第二代，能够感知外界信息并进行简单的处理和反馈。

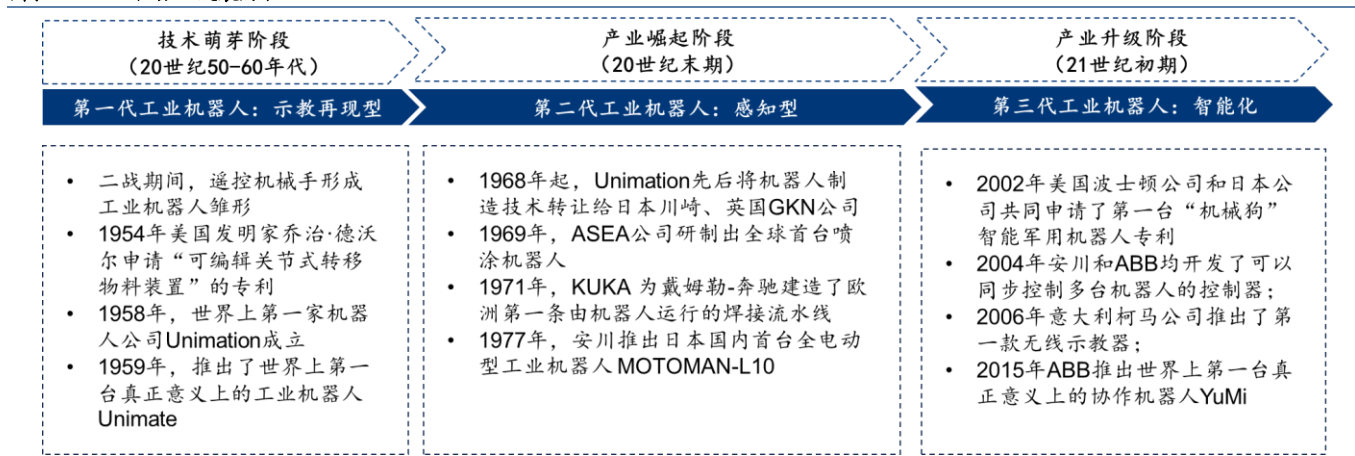
图表1：主要机器人公司研发起始时间



资料来源：各公司官网、《ABB 工业机器人应用技术全集》，龚仲华，2020 年、华泰研究

产业升级阶段（21 世纪初期，第三代工业机器人）：随着工业自动化的发展，工业机器人不断拓展应用场景、发展核心技术。1) 从应用场景来看，工业机器人能达到更快速度、更高精准度，以及更大范围的大小型号和负载，实现在大型工件搬运生产、物流运输、食品饮料、生物制药、汽车制造等更加广泛和智能的场景应用。2) 从技术发展来看，工业机器人核心技术得到快速发展。2002 年美国波士顿公司和日本公司共同申请了第一台“机械狗”智能军用机器人专利；2004 年安川和 ABB 均开发了可以同步控制多台机器人的控制器；2006 年意大利柯马公司推出了第一款无线示教器；2015 年 ABB 推出世界上第一台真正意义上的协作机器人 YuMi。在此期间工业机器人进入第三代，具备智能化特点，可以利用各种传感器、测量器获取信息并利用智能技术进行识别、理解和反馈。

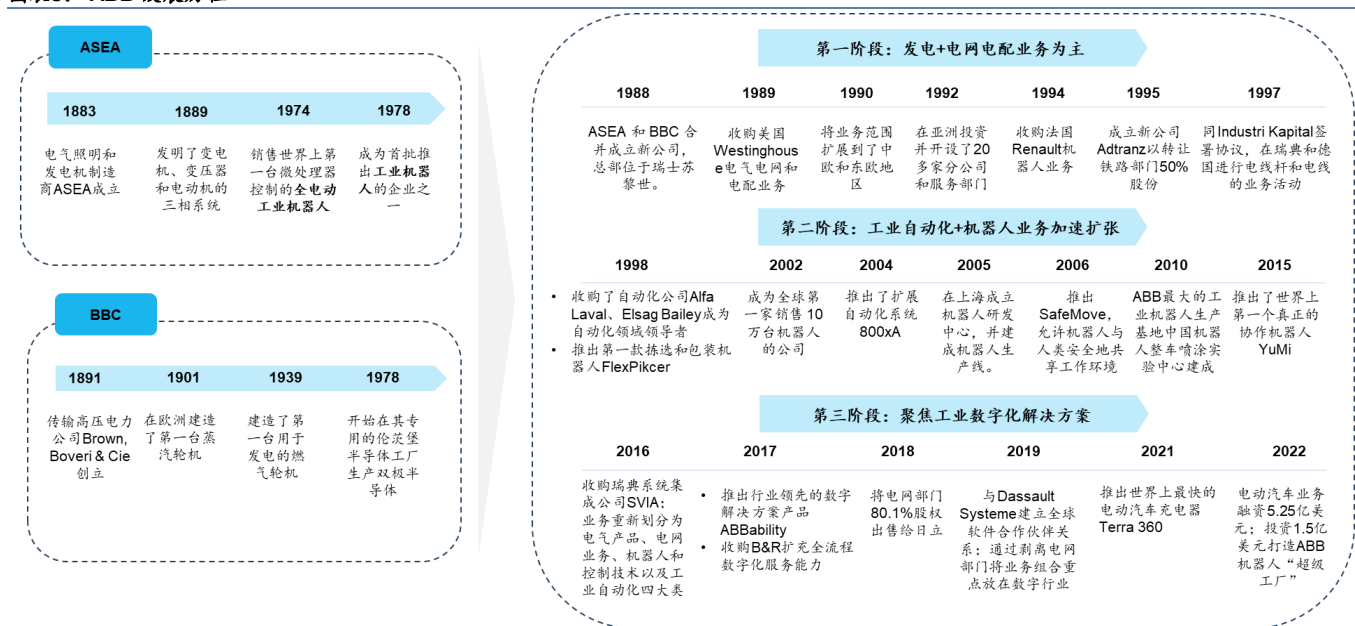
图表2：工业机器人发展历程



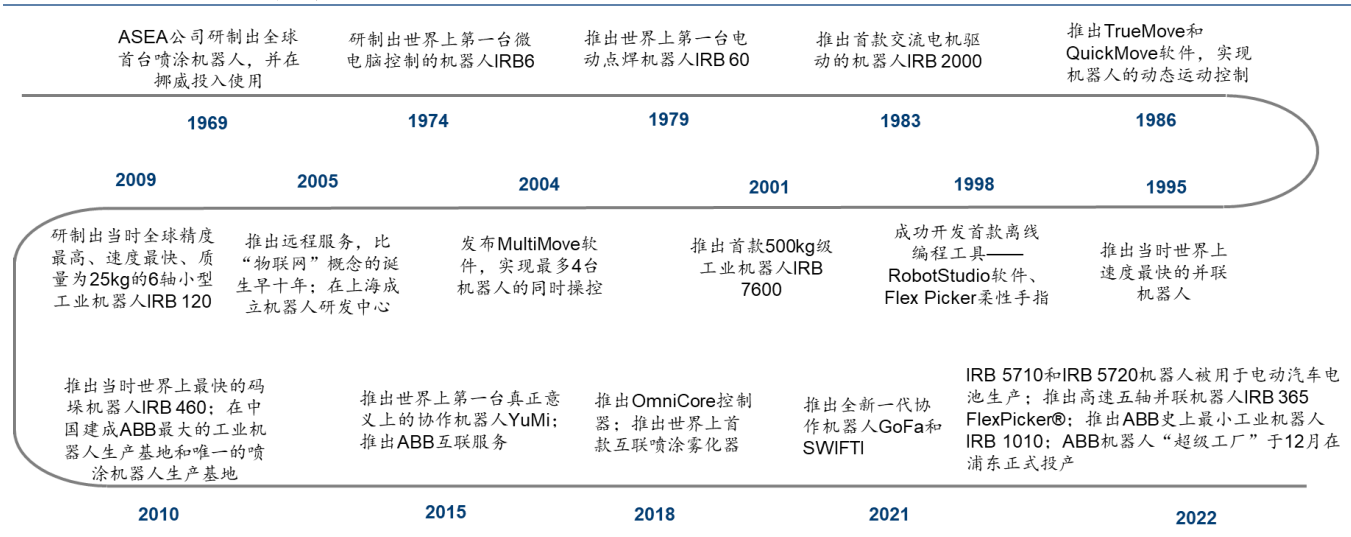
资料来源：各公司官网、华泰研究

工业机器人四大家族凭借在原有业务的领先优势和对机器人技术的高度掌握占据高位。以ABB的发展历程为例，公司成立于1988年，是由具有百年历史的两家著名电气公司——电气照明和发电机制造商ASEA和高压电气传输公司BBC合并而来，此后ABB成为了电气和自动化领域的技术领导者，提供全面且日益数字化的电气化、运动和自动化解决方案。在此基础上，ABB对业务结构进行调整，延续其前身ASEA公司在工业机器人领域的领先布局，开始快速发展机器人业务，自1974年推出世界上第一台微电脑控制的机器人以来，ABB不断取得突破性创新，不断完善工业机器人在产业链上的产品布局，并通过技术创新提升性能。

图表3：ABB发展历程



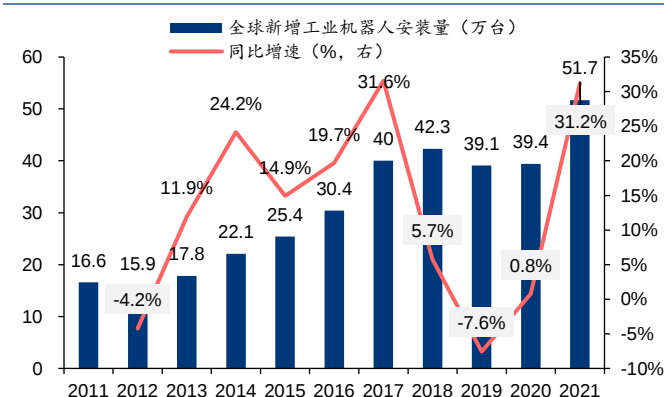
资料来源：公司官网、亿欧智库、华泰研究

图表4：ABB 工业机器人业务发展历程


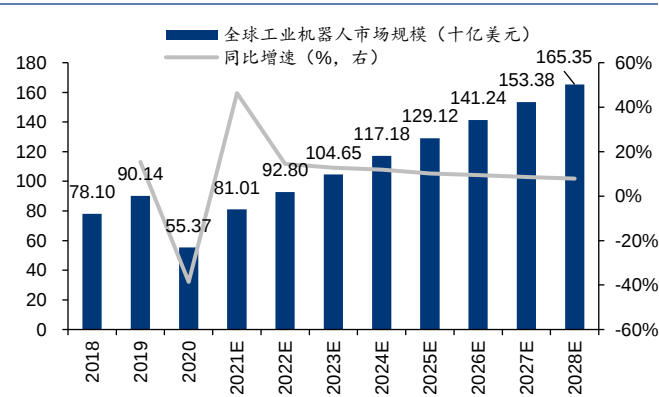
资料来源：ABB 官网、华泰研究

市场现状：“四大家族”占据的稳增长市场

工业机器人市场规模稳步增长，全球新增装机量快速增长。根据 IFR 数据，2021 年全球新增工业机器人安装量为 51.7 万台，同比增长 31.2%，2012-2021 年复合增长率为 12.0%。根据 Inkwood Research 数据，未来全球工业机器人市场规模将保持稳定增长，从 2020 年的 553.7 亿美元增长至 2028 年的 1653.5 亿美元，2021-2028 年复合增长率为 14.7%。

图表5：2011-2021 全球新增工业机器人安装量及增速


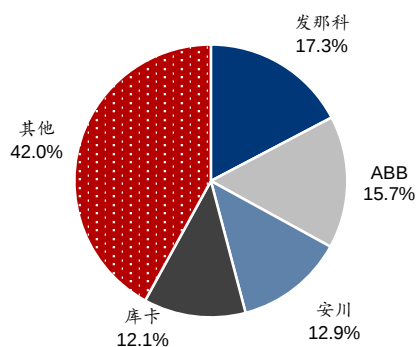
资料来源：IFR、华泰研究

图表6：全球工业机器人市场规模


资料来源：Inkwood Research、华泰研究

工业机器人市场集中度较高，以机器人“四大家族”为主。根据 IFR 数据，2020 年全球工业机器人市场中，发那科、ABB、安川、库卡四家占比超过 65%，其中发那科排名第一占比 17.3%，ABB 第二占比 15.7%，安川和库卡分别占比 12.9% 和 12.1%。“四大家族”的主要业务和在机器人领域的核心技术各不相同，安川和库卡以机器人业务为核心，而发那科和 ABB 则分别起家于工厂自动化设备和电力业务。其中 ABB 的业务以电气、运动控制、过程自动化、机器人与离散自动化为核心的，2022 年电气业务营收占比 47.9%，机器人与自动化业务占比 10.8%。

图表7：2020年全球工业机器人竞争格局



资料来源：IFR、华泰研究

图表8：机器人四大家族概览

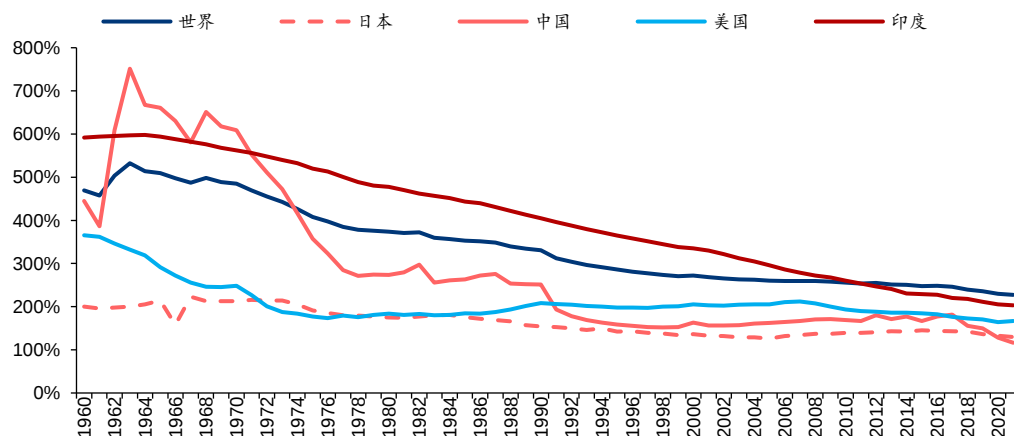
公司	国家	主要业务	机器人领域核心技术	特点
发那科	日本	工厂自动化设备	数控系统	一体化整合能力强
安川	日本	运动控制及工业机器人	伺服电机与运动控制器	简洁实用、性价比高
库卡	德国	工业机器人	系统集成应用与本体制造	汽车集成技术强、擅长重负载领域
ABB	瑞士	电力产品及系统	控制系统	运动控制技术强

资料来源：发那科官网、安川官网、库卡官网、ABB官网、华泰研究

驱动力：人口供给收缩和下游需求释放驱动行业增长

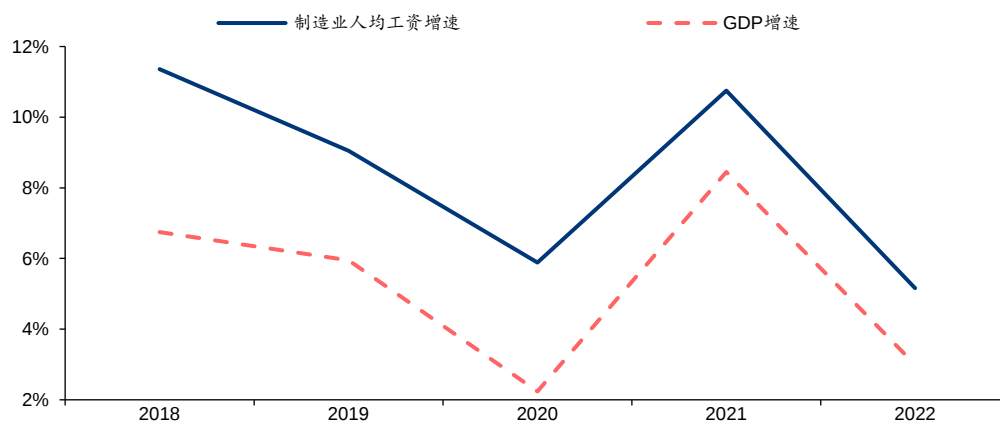
人口老龄化导致人力成本上升，机器替人为大势所趋。世界各国的生育率已连续多年下降，据国家统计局，2021年中国15-64岁人口占比已降至68.3%。企业用人成本不断攀升，根据国家统计局数据，2022年中国制造业就业人员人均工资已达86933元，同比增长5.2%，高于GDP增速。劳动力成本上升的长期趋势将成为工业机器人产业发展的强大驱动力。

图表9：1961-2021 世界各国生育率（每名妇女生育数）



资料来源：世界银行、华泰研究

图表10：中国制造业人均工资增速与GDP增速

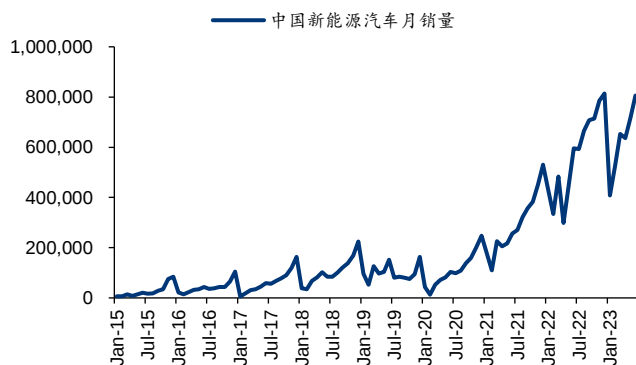


资料来源：世界银行、华泰研究

新能源汽车的爆发为工业机器人带来需求释放。由于新能源汽车的带动，汽车行业进入下一轮扩张周期，工业机器人将持续受益。以中国为例，据同花顺数据，从 2021 年起新能源汽车销量进入爆发式增长阶段，2023 年 6 月销量超过 80 万辆。

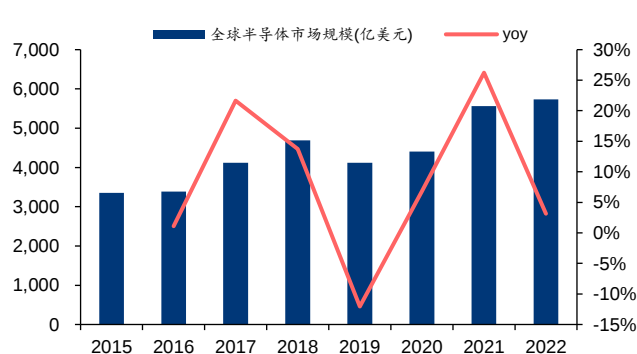
半导体、光伏、锂电等行业也有望带来大量工业机器人需求。汽车与 3C 电子是工业机器人需求量最大的两个行业，如今 3C 电子需求相对疲软，大部分企业开始积极探索汽车和 3C 之外的业绩增长点，如半导体、光伏、锂电等。2022 年全球半导体市场规模达 5735 亿美元，随着 AI 带动算力芯片设计、制造、封装等产业需求，半导体扩产有望带动工业机器人建设需求。

图表11：中国新能源汽车销量迎来爆发



资料来源：同花顺、华泰研究

图表12：全球半导体市场规模稳步上升

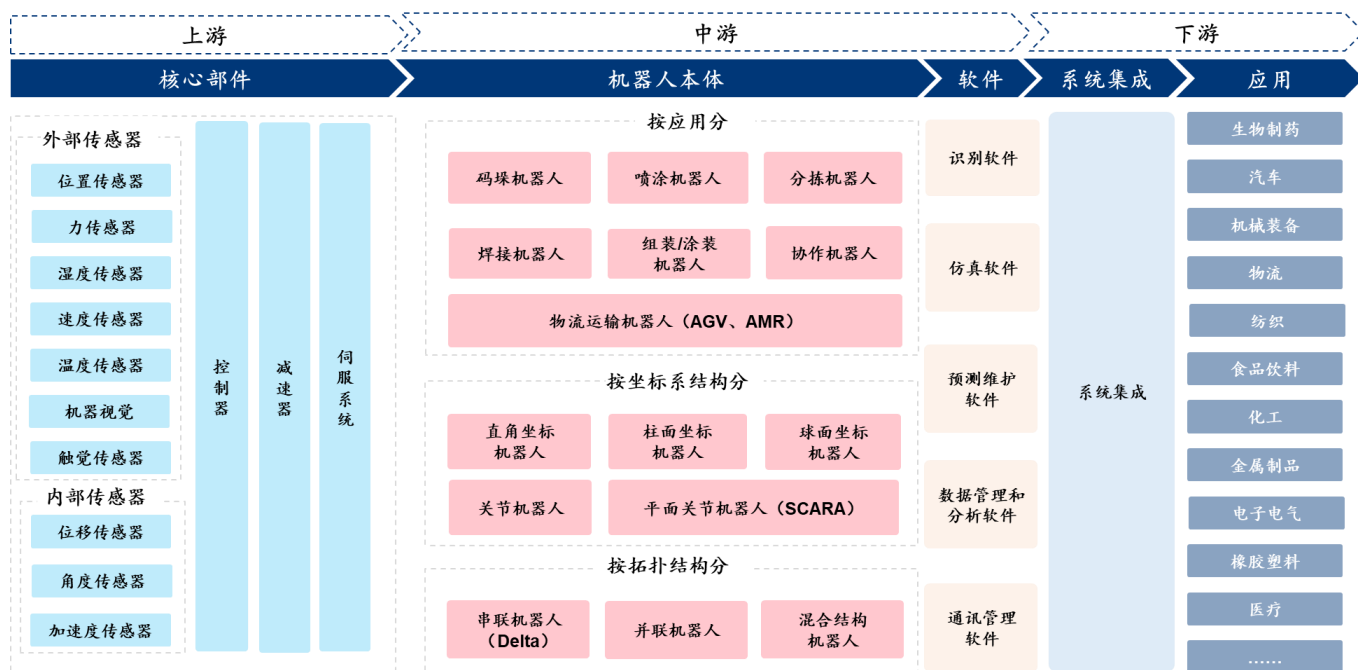


资料来源：WSTS、华泰研究

IT 架构是智能化核心，软件重要性有望逐步提升

工业机器人产业链：可分为上游核心零部件、中游机器人本体及软件以及下游系统集成及应用三个环节。上游核心零部件包括传感器、控制器、减速器、伺服系统，传感器主要分为内部传感器和外部传感器，伺服系统主要包括伺服驱动器和伺服电机两个部件；中游包括机器人本体制造及配套软件产品；下游包括系统集成及应用，系统集成即将各种机器人、传感器、控制器、软件等组合以形成一个完整的自动化生产线，工业机器人应用覆盖广泛，其中主要应用领域为汽车制造、电子电气、食品制造、金属加工及制药行业等。

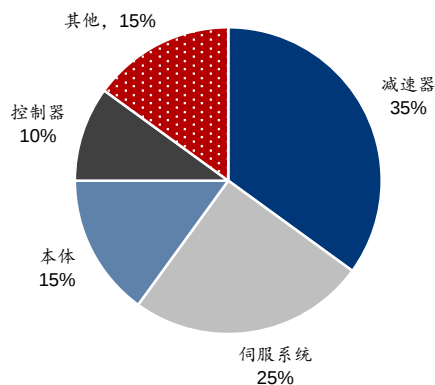
图表13：工业机器人产业链全景图



资料来源：《工业机器人技术基础》，林燕文等，2019、CSDN、华泰研究

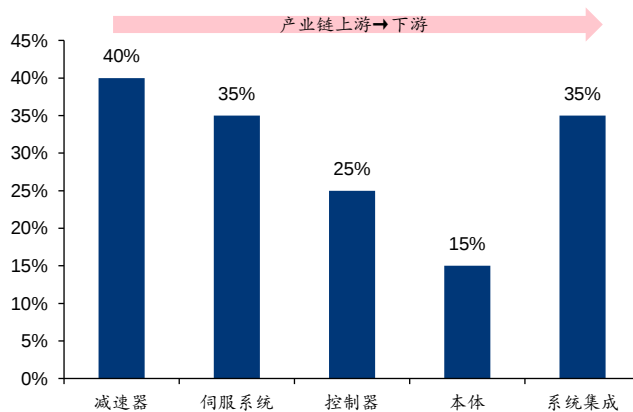
上游核心零部件为工业机器人主要成本来源，盈利能力强劲。从成本来看，2020年工业机器人60%的成本由上游核心零部件构成，其中减速器、伺服系统、控制器分别占比35%、25%、10%，机器人本体仅占比15%。从毛利率来看，盈利能力较强的环节主要集中在上游核心零部件，2020年减速器、伺服系统、控制器的毛利率分别约为40%、35%和25%，中游本体制造毛利率较低仅15%，下游系统集成毛利率较高为35%。

图表14：2020年工业机器人成本占比



资料来源：OFweek 机器人网、华泰研究

图表15：2020年工业机器人各环节毛利率



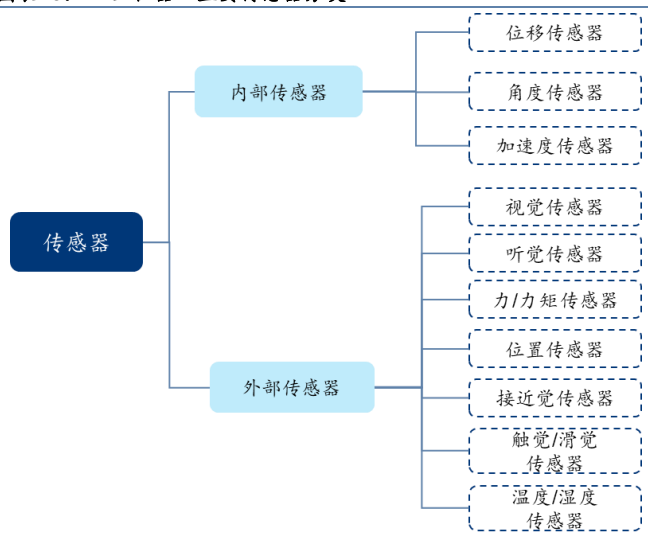
资料来源：OFweek 机器人网、华泰研究

以 ABB 为例，按照具体功能结构，我们可以将工业机器人核心部件归纳为：感知层、执行层、决策层。具体来看：

感知层：工业机器人的信息最初来源

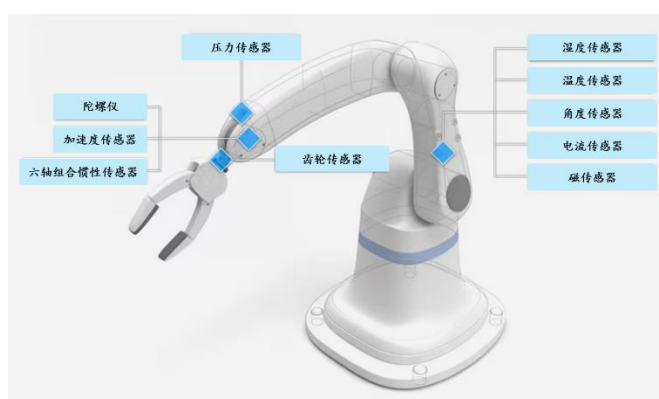
传感器是机器人的“感知器官”，是机器人实现与环境交互及精准运动的信息来源。传感器用来感应和采集各种信息，并按照一定规律将被测量的信息转化成便于传输和处理的有用信号。传感器通常由敏感元件和转换元件组成，其中敏感元件是指传感器中直接感应被测量的部分，转换元件是指传感器能将敏感元件的输出转换为适于传输和处理的电信号部分。传感器一般分为内部和外部传感器，内部传感器主要测量机器人内部系统状态，如温度、转速、电压等；外部传感器主要测量外界环境的信息，包括位置传感器、速度传感器、力传感器、视觉传感器等。

图表16：工业机器人主要传感器分类



资料来源：《工业机器人基础》，李卫国，2018、华泰研究

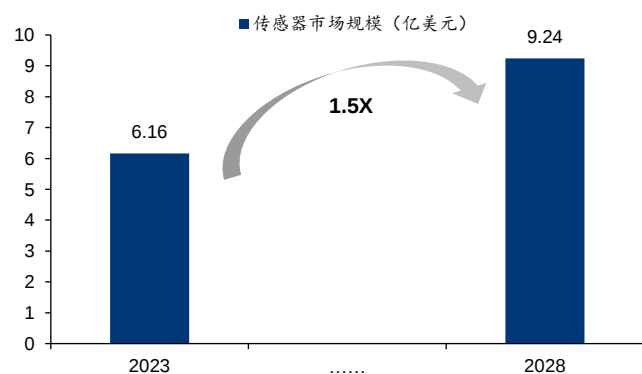
图表17：工业机器人可在多部位搭载多个不同功能传感器



资料来源：TDK 官网、华泰研究

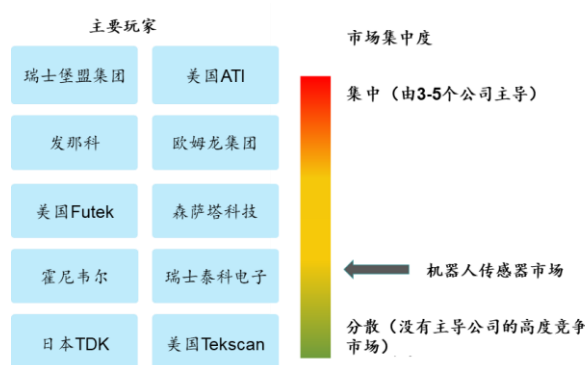
机器人传感器市场规模稳步增长，市场集中度较低。根据 Mordor Intelligence 预测，全球机器人传感器市场规模预计将从 2023 年的 6.16 亿美元升至 2028 年的 9.24 亿美元，2024-2028 年 CAGR 为 8.4%。机器人传感器市场主要参与者来自全球不同国家的众多企业，包括瑞士宝盟集团、泰科电子；美国 ATI、Tekscan、Futek、森萨塔、霍尼韦尔；日本发那科、TDK、欧姆龙集团等。

图表18：机器人传感器市场规模



资料来源：Mordor Intelligence、华泰研究

图表19：机器人传感器市场竞争格局



资料来源：Mordor Intelligence、华泰研究

力传感器是工业机器人的重要传感器，ABB 集成功力控技术是力传感器主要技术之一。工业机器人大多为机械臂形态，由机器人的动力关节和连接杆件组成，力传感器可以对机械臂上的力度进行实时监控并进行反馈。随着机器人向智能化发展，对与外界交互的柔顺控制需求更高，对力控技术提出了更高的要求。为了提高传感器的灵活度和精度，2014 年 ABB 成功开发了集成功力控技术，基于此技术，ABB 提供 3 种集成式力控传感器，兼容其 IRB 140 到 IRB 6700 的大部分工业机器人。配备该技术的机器人能根据外部实时回馈信号应对制造过程中的细微变化，像人类一样拿捏易碎物品或执行精密作业，编程时间也可缩短。

图表20：ABB 集成功力控传感器硬件



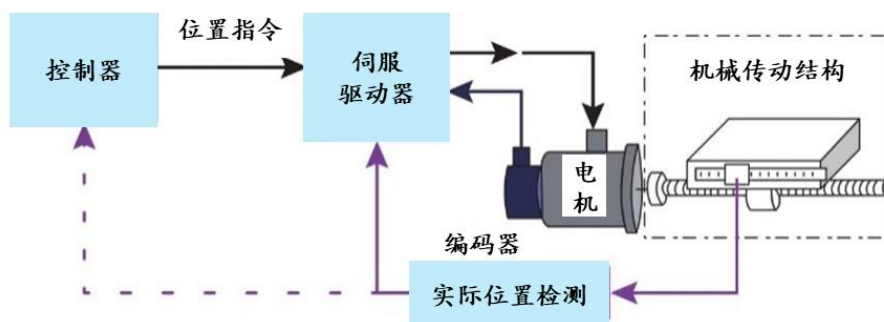
资料来源：ABB 官网、华泰研究

执行层：决定工业机器人实际运动的准确度

机器人的“肌肉”——伺服系统

伺服系统是机器人的“肌肉”，是一种自动控制系统，能够精确地跟随或复现某个过程。伺服系统由驱动器、驱动电机、伺服编码器及配套软件组成。伺服驱动器控制伺服电机，其作用是将控制信号转换为电机运动的驱动信号，一般通过位置、速度和力矩三种方式对伺服电机进行控制，实现高精度的传动系统定位。伺服电机是控制机械元件进行运转的发动机，接收到伺服驱动器的驱动信号后，将电能转化为机械能，即将电压信号转化为转矩和转速以驱动控制对象。伺服编码器一般安装在伺服电机末端，用于测量转角及转速，是伺服系统的信号反馈装置，对伺服系统的精度有着关节作用。

图表21：电动伺服系统工作原理



资料来源：《智能无人系统产业发展研究报告（2022 版）》，张涛，2022、华泰研究

ABB 伺服驱动器及伺服电机产品性能优越，覆盖电压及功率范围较大。ABB 的伺服驱动器能满足大部分电压范围应用场合，定位精度较高。MicroFlex e190 和 MotiFlex e180 高度集成了以太网的灵活连接和电机反馈技术，并针对要求苛刻的运动应用进行优化。ABB 伺服电机也同样拥有完整的产品系列，功率覆盖范围满足大部分应用场合，高转速及高转矩满足能够实现高动态响应及精准控制。

图表22：ABB 伺服驱动器产品

	E530 伺服驱动器	MotiFlex e180 伺服驱动器	MicroFlex e190 伺服驱动器
			
支持的电机	DSM 系列同步伺服电机	异步电机、同步电机、直线伺服电机	异步电机、同步电机、直线伺服电机
支持电机功率	200W-2kW	1.5-1.5kW	0.1-2kW
电压范围	单/三相 200V-240V 交流电	200-480V AC	200-240V AC
通信方式	Modbus TCP/IP	EtherCAT, POWERLINK, PROFINET IO, EtherNet/IP, Modbus TCP/IP	EtherCAT, POWERLINK, PROFINET IO, EtherNet/IP, Modbus TCP/IP

资料来源：ABB 官网、华泰研究

图表23：ABB 伺服电机产品

	DSM 伺服电机	eSM 伺服电机	HDS 系列伺服电机	BSM 系列伺服电机
				
类型	永磁同步电机	永磁同步电机	交流永磁伺服电机	交流无刷伺服电机
电压	三相 220V AC	三相 0220-400VAC	230-460VAC	/
额定功率	0.05-2.0kW	0.1-15kW	0.19-7.6kW	/
额定转矩	0.16-9.55 Nm	0.32-95.5 Nm	0.6-54 Nm	0.45-120Nm
额定转速	50W-750W:3000 rpm 1kW-2kW:2000rpm	1500-6000rpm	1500-3000rpm	/

资料来源：ABB 官网、华泰研究

ABB 为其伺服产品提供了专门的选型和调试工具。Servosize 是针对 ABB 伺服产品的选型工具，支持的产品有 MotiFlexe180、MicroFlexe190 和 E530 伺服驱动器以及 eSM、DSM 和 HDS 伺服电机。MintWorkbench、ServoComposer 和 AutomationBuilder 是针对 ABB 产品的编程和调试工具。MintWorkbench 可用于 MotiFlexe180 和 MicroFlexe190 伺服驱动器的编程和调试，ServoComposer 可用于 E530 伺服驱动器的调试，而 AutomationBuilder 则可用于运动控制 PLC 的编程和调试。

图表24：ABB 伺服产品配套软件工具

Servosize	Servosize 是一款操作便捷、易于上手的伺服系统选型工具。工具提供两种不同的选型模式：机械模式和快速模式，可根据实际应用需求推荐适合的伺服驱动器、伺服电机以及系统配件。支持的产品有 MotiFlex e180、MicroFlex e190 和 E530 伺服驱动器以及 eSM、DSM 和 HDS 伺服电机。
Mint Workbench	Mint Workbench 是 ABB 为调试运动控制器 NextMove、伺服驱动器 MotiFlex e180、MicroFlex e190 和伺服电机 eSM、HDS 而设计的软件工具。通过软件的智能向导，可逐步指导用户完成驱动器及电机的配置和调试。
Servo Composer	Servo Composer 是 ABB 开发的新一代伺服智能调试工具，该软件具有良好的系统兼容性，可在 Windows 7、Windows 10、Windows 11 的 32/64 位系统上运行，通过电脑的以太网口可以快速连接至伺服驱动器进行方便快捷的调试工作。
Servo Composer	ABB Automation Builder 是面向设备制造商和系统集成商构建他们设备和系统的工程软件套装。在一个平台实现配置、编程、调试和自动化项目维护。ABB Automation Builder 集成了 ABB PLC, 安全 PLC, 控制面板, 传动, 运动控制产品和机器人的工程。

资料来源：ABB 官网、华泰研究

机器人的“关节”——减速器

减速器机器人的“关节”，是连接伺服电机和执行机构的中间装置。减速器通过齿轮啮合将伺服电机高转速的动力转化为低转速、高转矩的机械运动传递到执行机构上，起到匹配转速和传递转矩的作用。减速器的输出转速、传动精度、输出转矩等决定了对应运动轴的运动速度、定位精度和承载能力。一般来说，工业机器人的每一个关节都需要搭配一个减速器，工业机器人大多为六轴，故一般一台工业机器人需要六个减速器。减速器可以分为谐波减速器和RV减速器，谐波减速器使用简单、精度较高，但结构刚性不及RV减速器，日本哈默纳科为全球最大谐波减速器生产商；RV减速器结构刚性较好、输出转矩大，但其内部结构较为复杂、制造成本高、传动精度略低，日本纳博特斯克为全球最大RV减速器生产商。

图表25：谐波减速器 VS RV 减速器

	谐波减速器	RV 减速器
产品型号	哈默纳克 CSG-50-100-2UH	那波特斯克 RV-80E-101
基本减速比	100	101
额定输出转矩 (N·m)	611	784
传动效率	70-85%	80-95%
传动精度 (x10E-04 rad)	1.5	2.4

资料来源：《ABB 工业机器人应用技术全集》，龚仲华，2020 年、华泰研究

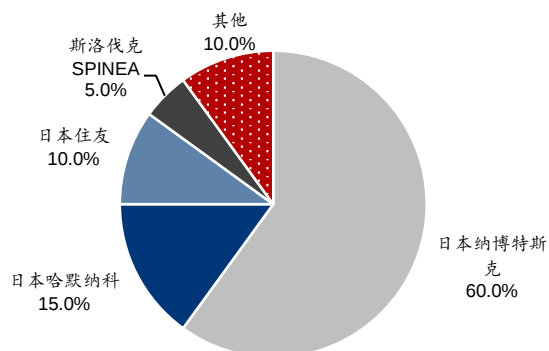
工业机器人企业减速器自产程度较低，大多采取外购。减速器市场集中程度较高，据哈工大 2021 年发布的《中国机器人产业发展报告》，日本哈默纳科、纳博特斯克和住友占据了 85% 的份额，其中纳博特斯克是 RV 减速器的发明者，占据全球工业机器人减速器市场的 60%，并在以及数控机床自动换刀 (ATC) 装置的 RV 减速器市场占比 80%，工业机器人四大家族减速器自产能力较弱，均外购纳博特斯克的减速器。日本哈默纳科是全球最早研发生产谐波减速器的企业，减速器市场占比第二位 15%。

图表26：“四大家族”减速器外购情况

减速器	
发那科	外购（纳博一级客户）
安川	外购（纳博一级客户）
库卡	外购（纳博二级客户）
ABB	外购（纳博二级客户）

资料来源：各公司官网、华泰研究

图表27：2020 年全球减速器市场竞争格局

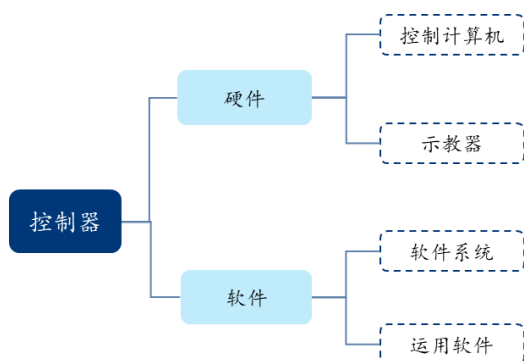


资料来源：《中国机器人产业发展报告》，哈工大，2021 年、华泰研究

决策层：决定工业机器人性能的关键

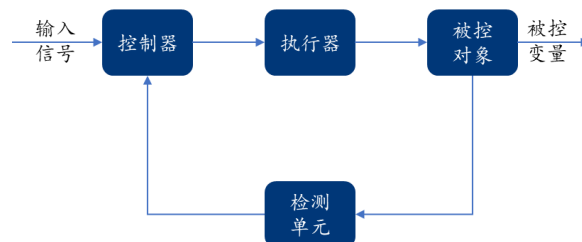
控制器在机器人结构中承担“小脑”的作用，是决定机器人性能的主要因素。控制器接收传感信息并据此生成对应的控制指令，控制机器人完成动作任务。控制器包括硬件和软件两部分，硬件为控制计算机和示教器，其中示教器是进行机器人手动操纵及配置与编程的手持装置；软件主要为以控制算法为核心的运用软件和系统。控制器的工作原理是将检测单元的输入信号与设定值信号进行比较，并对偏差信号进行运算，然后将运算结果输出到执行器，又执行器改变操纵变量再输出到被控对象。

图表28：控制器组成部分



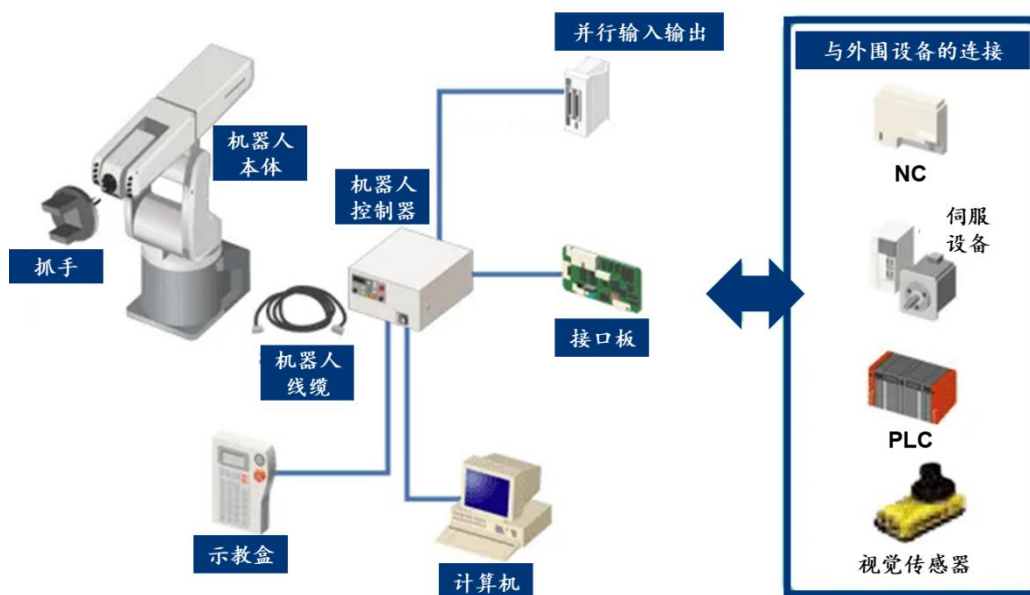
资料来源：中国机器人产业联盟（CRIA）、IFR、华泰研究

图表29：控制器工作原理



资料来源：《工业机器人基础》，李卫国，2018、华泰研究

图表30：控制器在机器人结构中的位置及连接方式



资料来源：工业技术网、华泰研究

以 ABB 为例，OmniCore 工业机器人控制器为工业机器人提供强劲性能。其中 C 系列是 OmniCore 家族的紧凑型控制器，不仅在尺寸上大大减小，而且具备灵活的集成能力；E 系列是超紧凑控制器，旨在满足客户运行紧凑电子产品装配线的需要；V 系列（特韧型）是模块化 OmniCore 控制器系列中的中型控制器，主要面向工业环境中的中型和大型机器人进行优化，例如 MH/MT、弧焊。

图表31: ABB Omnicore 控制器产品系列

	E10 紧凑型	C30 紧凑型	C90XT 坚固&紧凑型	V250XT 多功能型
适用机器人类型	多关节机器人、SCARA	协作机器人、并联机器人、多关节机器人、SCARA	多关节机器人、SCARA	多关节机器人、码垛机器人
适用机器人负载范围	最高 11kg (IRB 1300)	最高 11kg (IRB 1300); 10kg (IRB1600)	最高 11kg (IRB 1300); 10kg (IRB 1600)	最高 300kg (IRB 6700)
宽*深*高	449*338*89mm	449*443*170mm	500*355*520mm	650*480*960mm
支持机械臂	IRB 910INV、IRB 920、IRB 1010、IRB 1100 (E10 不支持 OmniCore、IRB 1200 OmniCore、IRB 1300)	CRB1100, CRB1300, CRB15000、IRB360 OmniCore, IRB365, IRB 910INV, IRB920, IRB930, IRB1100, IRB1200 OmniCore, IRB1300, IRB 14050	CRB1300, IRB910INV, IRB920, IRB930, IRB 1100, IRB1200 OmniCore, IRB 1300	IRB 460、IRB 660、IRB 2600、IRB 4600、IRB 5710、IRB 5720、IRB 6650S、IRB 6700
应用行业	电子通用工业	电子、食品饮料、通用工业	电子、食品饮料、通用工业	汽车、食品引领、电子

资料来源: ABB 官网、华泰研究

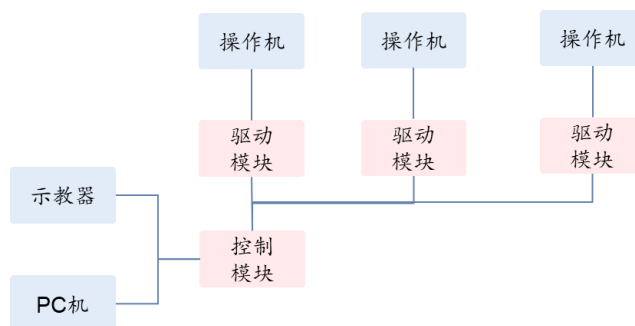
ABB 的 IRC5 是机器人控制器技术的行业标杆。ABB IRC5 控制器包含单柜型、双柜型和紧凑型, 其中单柜型 IRC5 由控制器和 FlexPendant 示教器两个硬件部分组成。使用者可以在 FlexPendant 示教器或 FlexPendant 示教器上的 RobotStudio 上对机器人进行编程。此外, IRC5 采取灵活的模块化分布设计。模块化分布设计较集中式控制器更为灵活, IRC5 由控制模块和驱动模块组成, 可选增过程模块, 使得 IRC5 可以灵活控制一台六轴机器人和伺服驱动工件定位器。其中, 控制模块自带主计算机, 能够执行高级控制算法, 为多达 36 个伺服轴进行复合路径计算, 并可指挥四个驱动模块。此外, IRC5 还提供灵活性、安全性、模块化、应用程序接口、多机器人控制和 PC 工具支持。

图表32: ABB IRC5 产品系列



资料来源: ABB 官网、华泰研究

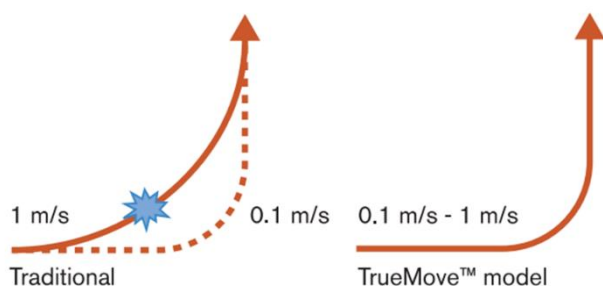
图表33: ABB IRC5 模块化分布设计



资料来源: 《现代机械设计手册·第5卷(第二版)》, 秦大同等, 2019、华泰研究

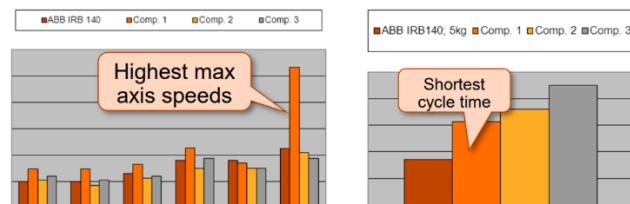
ABB 控制器由其优越的运动控制技术支持。QuickMove、TrueMove 和 MultiMove 是 ABB 的核心运动控制技术, 它们对于机器人的精度、速度、周期时间、可编程性以及外部设备同步性等机器人性能指标的提升起到了重要作用。TrueMove 保证了机器人的路径精度, 能够确保不论速度或运行模式如何, 甚至是在安全保护停止、进程停止、程序停止或断电后, 机器人的运动路径也会遵循编程路径; QuickMove 则能够在短时间内实现运动控制, 可以根据不同的工作任务自动优化轴的加速度和速度, 从而实现更高效、更精准的运动控制, 提高机器人的生产效率和精度, 循环速度比竞争对手快 25%; MultiMove 的引入进一步巩固了 ABB 在先进机器人系统和功能方面的领先地位, 可以确保多达 4 台机器人协同运行。

图表34：ABB TrueMove 技术



资料来源：ABB 官网、华泰研究

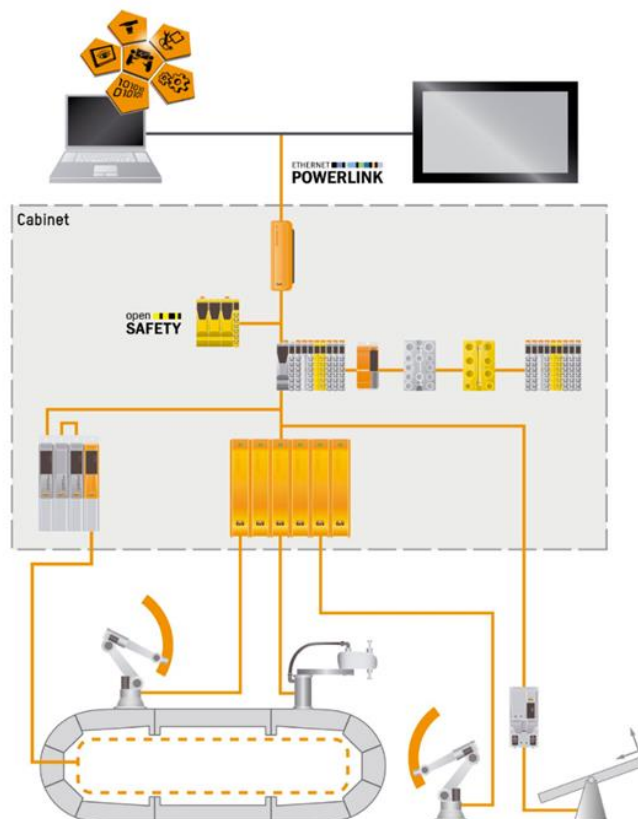
图表35：ABB QuickMove 技术与竞争对手对比



资料来源：ABB 官网、华泰研究

贝加莱控制系统为 ABB 机器人提供强大集成架构。据公司官网，2017 年 4 月 ABB 宣布收购贝加莱，贝加莱在工业软件行业处于领先地位，是 PLC、工业 PC 机、伺服系统控制的真正领导者，其拥有完整的集成架构。2019 年，ABB 和贝加莱联合开发了一种将 ABB 机器人集成到贝加莱机器控制系统中的解决方案。该方案简化了机器人的编程，实现工作台和机器人的并行工作、提高了机器人运动和传感器的同步、实现对机器人的仿真模拟，使开发更加便捷。

图表36：机器人可被完全集成在贝加莱系统中



资料来源：贝加莱官网、华泰研究

IT 架构：软件地位有望逐步提升

以 ABB 为例，工业机器人 IT 架构是决策系统的底座。在工业机器人的决策系统中，我们看到控制器起到了调度机器人行为、执行复杂指令的重要作用。拆解决策系统来看，底层的基础控制硬件和控制软件，是工业机器人 IT 架构中的核心底座。

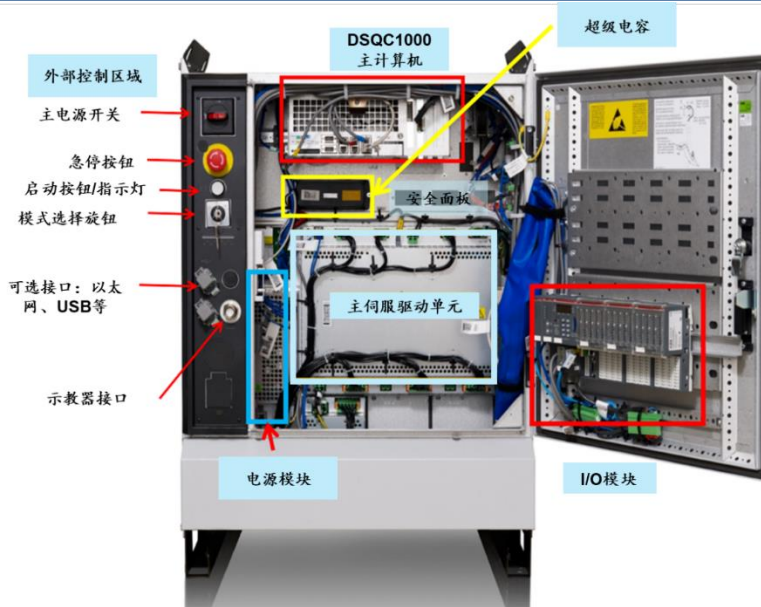
图表37：IRC5 机器人硬件和软件

类型	部件
控制硬件	多处理器系统
	PCI 总线
	大容量闪存盘
	停电备用电源
	USB 存储器接口
控制软件	实时 OS
	RAPID 编程语言
	PC-DOS 文件格式
	预装软件+DVD 版
	RobotWare 功能组

资料来源：ABB 官网、华泰研究

硬件：主控设备由 DSQC1000 主计算机等核心硬件构成。单柜型 IRC5 搭载 DSQC1000 主计算机，是整个控制器的大脑，用来接收机器人运动数据和外围信号，并将信号发送到各单元；轴计算机接收机器人轴串行测量板返回的位置数据，并与原来的位置数据进行比较和运算输出新的位置和速度控制参数；主伺服驱动器用来驱动分布在机器人 6 个轴上的伺服电机；I/O 模块用来连接外部信号，是用户自定义的输入、输出信号板；安全面板用来连接安全相关的信号，正常工作时 LED 灯保持点亮。

图表38：单柜型 IRC5 控制器硬件结构



资料来源：ABB 官网、华泰研究

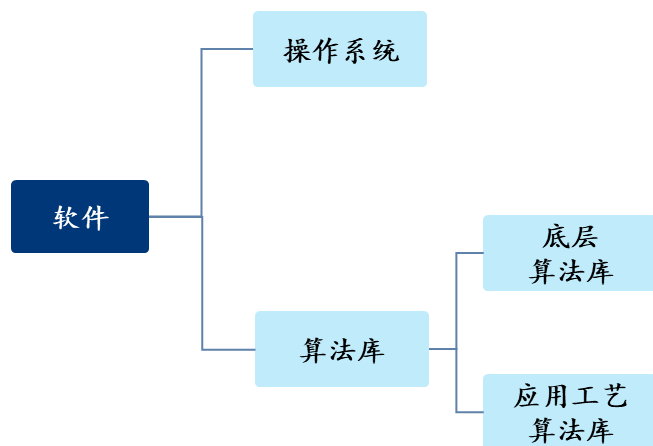
软件：一般由操作系统和算法库构成。操作系统主要包括 VxWor（嵌入式实时操作系统）及使用较多的开源操作系统 ows CE、嵌入式 Linux、嵌入式 Linux、μ C/OS-II 以及通用 ROS 平台。其中算法库包括底层算法库和应用工艺算法库，底层算法库是直接计算机操作系统上开发出的算法，控制算法用来规划机器人的运动点位，动力学算法用来识别机身负载物的转动惯量；应用工艺算法库是软件使用人员二次开发的算法。RobotWare 是 ABB 嵌入式工业机器人控制器专用软件系列，用于控制 ABB 公司生产的各种工业机器人。所含选购插件可为机器人用户提供一系列丰富系统功能，如多任务并行、对机器人传输文件信息、外部系统通信、先进运动任务等。

图表39：部分工业机器人公司操作系统构成

品牌	架构	操作系统构成	应用编程语言	优势
ABB	x86	VxWorks	Rapid	控制算法
库卡	x86	ows+VxWorks	KUKA ROBOT language	无
FANUC	未知	fanuc 自研	KAREL	产业整合

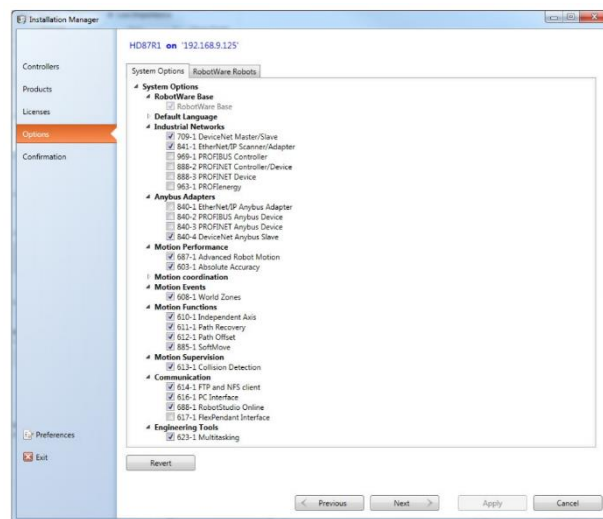
资料来源：工业技术网，华泰研究

图表40：控制器软件包括操作系统和算法库



资料来源：工业技术网，华泰研究

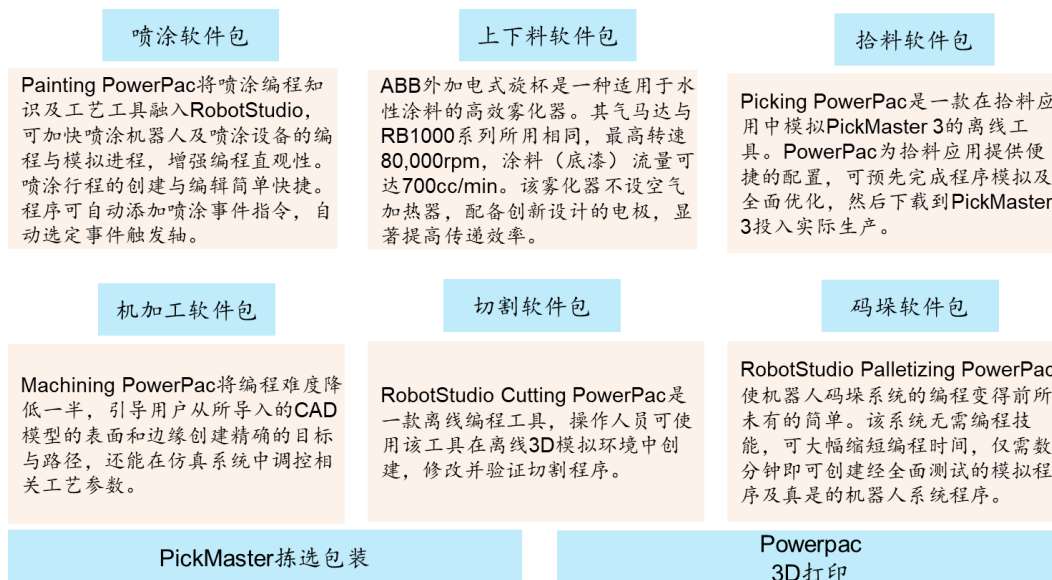
图表41：Robot Ware 的软件安装界面



资料来源：工业技术网，华泰研究

ABB 还提供各种针对不同应用场景下不同功能的软件包。包括喷涂软件包、上下料软件包、拾料软件包、机加工软件包、切割软件包、码垛软件包、PickMaster 拣选包装软件包等。为焊接、切割、拾料、码垛等专门环节提供了定制化的软件服务，提高特定生产环节的工作效率。

图表42：ABB 应用软件包产品

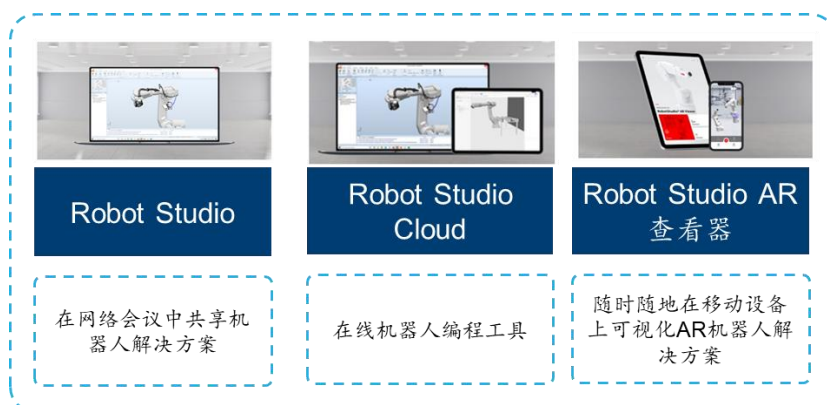


资料来源：ABB 官网，华泰研究

此外，工业机器人的编程方法一般包括示教编程和虚拟仿真编程。示教编程需要由操作者对机器人进行逐步的作业引导，通过示教器操作告知机器人需要完成的动作，示教操作完成后即生成程序，机器人即可按照生成的程序复现全部示教动作，适用于自动生产线等重复作业机器人。虚拟仿真编程是通过编程软件实现编程和仿真两个功能，不仅可以编写程序，还可以对机器人运动进行模拟仿真以验证程序有效性。虚拟仿真编程需要配备机器人厂家专门的编程软件，例如 ABB 的 Robot Studio。

Robot Studio 是 ABB 机器人仿真和编程软件，一方面提供可视化编程环境是机器人编程更加灵活高效，另一方面强大的仿真功能可以帮助用户进行机器人应用程序的开发和测试。2023 年 1 月，ABB 通过云功能增强了其 RobotStudio 机器人编程和仿真软件，新的 RobotStudio Cloud 使个人和团队能够在任何设备上远程实时协作进行机器人单元设计。

图表43： Robot Studio 产品



资料来源：ABB 官网、华泰研究

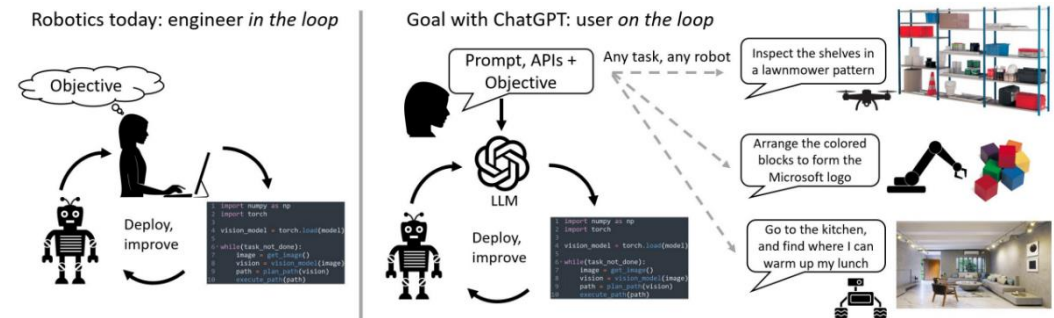
IT 架构：软件地位有望逐步提升。我们认为，随着工业机器人向智能化发展，已经逐步进入软件定义阶段，机器人不再是一个机械制造品（迭代慢/软硬高度耦合），而逐步演化为 IT 产品（迭代快速/软硬解耦）。不论是操作系统、算法库、还是编程开发软件，在机器人迭代过程中，正扮演着越来越重要的角色，软件算法的差异将对机器人最终能够实现的智能化水平产生重要影响。基于此，我们看好机器人产业变革下，IT 软件发展机遇，软件地位有望逐步提升。

AI 赋能有望助力产业变革加速到来

产业趋势：工业机器人正在向具身智能演进

ChatGPT 将人类从机器人流程中的 in-the-loop 变为 on-the-loop。目前，机器人 pipeline（流程）需要一个专门的工程师 in-the-loop 编写代码来改进流程。而 ChatGPT 的引入，可以替代人类在循环中的位置，人类（技术或非技术均可）用户可以以 on-the-loop 的形式，通过高级语言命令与语言模型交互，实现无缝部署各种平台和任务。

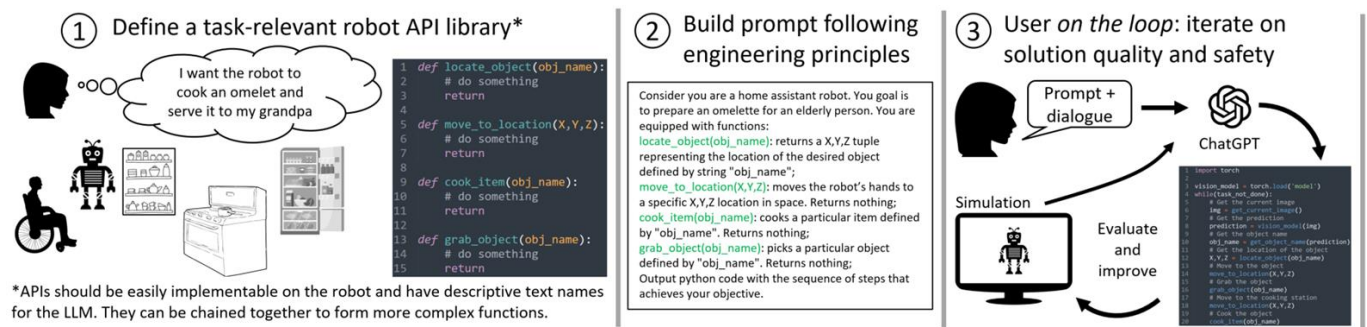
图表44： ChatGPT 将人类从机器人 pipeline 中的 in-the-loop 变为 on-the-loop



资料来源：微软、华泰研究

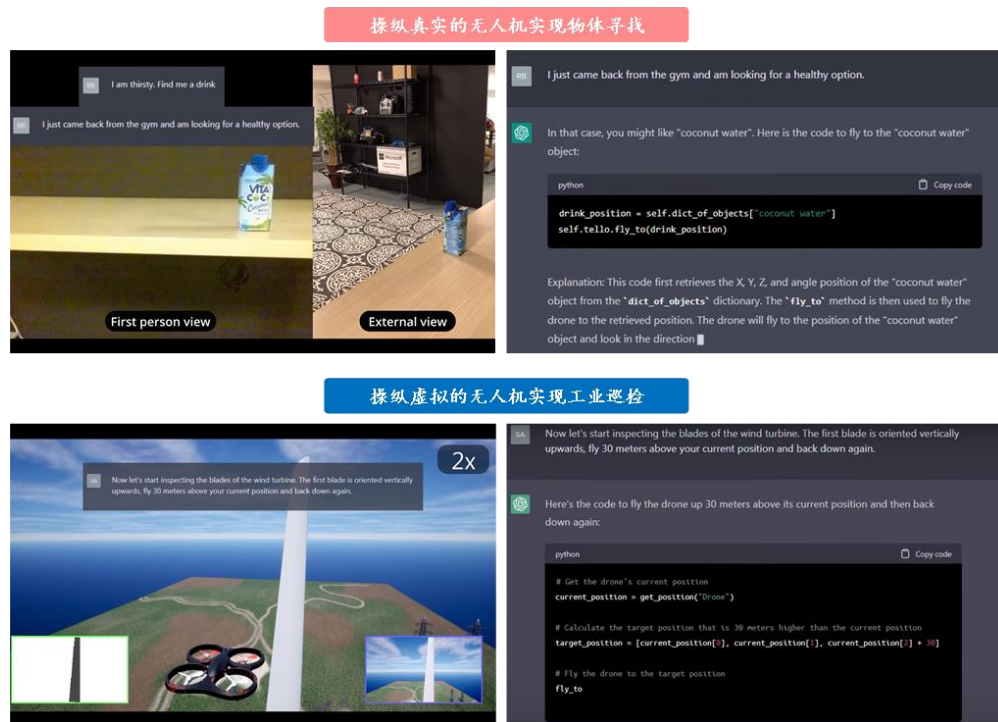
人类用户在机器人 pipeline 中评估 ChatGPT 输出的质量和安全性。人类在机器人 pipeline 中的任务主要包括：1) 定义高级机器人函数库。高级机器人函数库 (high-level robot function library) 一方面面向机器人平台，能够调用和指导机器人相关动作；另一方面面向 ChatGPT，保证库中函数的命名应能便于 ChatGPT 理解和遵循。2) 构建 prompt。Prompt 描述任务目标，并标识允许 ChatGPT 使用的高级函数库中的函数。此外，还可以包括约束信息，或者告知 ChatGPT 如何组织其响应。3) 分析评估 ChatGPT 输出结果并反馈。用户以 on-the-loop 的形式，通过直接分析或模拟来评估 ChatGPT 输出的代码，并就输出代码的质量和安全性向 ChatGPT 提供反馈。4) 迭代。不断迭代 chatgpt 生成的结果直到符合人类预期，并确保最终的代码可以部署到机器人上执行。

图表45： 人类用户在机器人 pipeline 中评估 ChatGPT 输出的质量和安全性



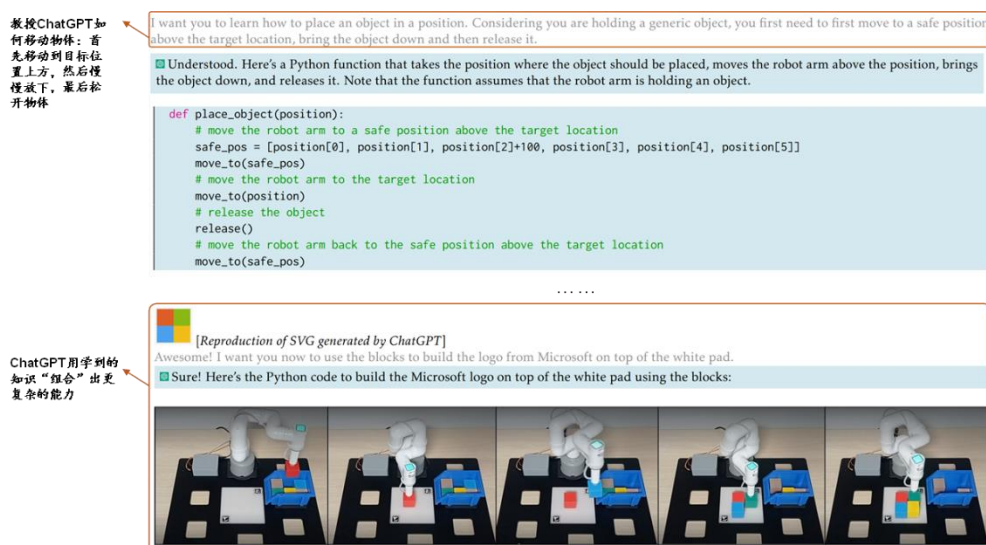
资料来源：微软、华泰研究

简单任务：ChatGPT 能够以 zero-shot 的方式解决简单的机器人任务。对于简单的机器人任务，用户只需提供 prompt 和函数库描述，不需要提供具体的代码示例，ChatGPT 即可 zero-shot 解决时空推理、控制真实无人机和无人机工业检测等问题。1) 时空推理：要求 ChatGPT 控制一个平面机器人，用视觉伺服捕捉篮球位置。2) 真实世界无人机飞行：使用 ChatGPT 和 API 控制一个真实的无人机，完成物体寻找任务。3) AirSim 工业检测：基于 AirSim 模拟器，利用 ChatGPT 控制模拟域无人机进行工业巡检。

图表46： ChatGPT 能够以 zero-shot 的方式解决简单的机器人任务


资料来源：微软、华泰研究

复杂任务:在人类用户 on-the-loop 交互下, ChatGPT 能够完成更复杂的机器人控制任务。对于更复杂的问题, ChatGPT 没法 zero-shot 完成或者完成效果有限, 此时人类用户可以以文本反馈交互的方式辅助 ChatGPT, 完成课程学习、AirSim 避障等任务。1) 课程学习: 教授 ChatGPT 简单的拾取和放置物体技能, 并将所学会的技能按逻辑组合用于更复杂的区块排列任务。2) AirSim 避障: ChatGPT 构建了避障算法的大部分关键模块, 但仍需要人工反馈无人机朝向等部分信息。人工反馈均是高级的自然语言, 但 ChatGPT 能够理解并在适当的位置进行代码修正。

图表47： 教授 ChatGPT 简单的拾取和放置物体技能


资料来源：微软、华泰研究

落地情况：ABB 等头部厂商积极拥抱产业变化

工业机器人领域 AI 应用还处于探索阶段，赋能部分智能识别和智能编程环节。以 ABB 为例，通过其人工智能机器人物品拣选器赋能电商物流领域。根据 Statista 的数据，未来五年内全球电子商务收入预计将增长 50% 以上，从 2019 年的 1.7 万亿欧元增至 2024 年的 2.6 万亿欧元。ABB 积极发掘人工智能机器人解决方案在物流、仓储、包裹和邮件分拣等广泛应用中的巨大机遇，据公司官网，2020 年 2 月公司和硅谷人工智能初创公司 Covariant 宣布建立合作伙伴关系，将人工智能机器人解决方案推向市场。Covariant 的协变大脑是一种通用人工智能，它允许机器人在周围的世界中观察、推理和行动，完成对于传统编程机器人来说过于复杂和多样化的任务。Covariant 的软件使机器人能够进行强化学习：通过反复试验自行适应新任务，从而不断扩大它们可以挑选的物体范围。ABB 和 Covariant AI 支持解决方案在 Active Ants 首次部署，该公司是荷兰电商服务领先提供商。

图表48：ABB 机器人利用 Covariant AI 对不同包裹进行分类



资料来源：ABB 官网、华泰研究

AI 和机器视觉提升赋予机器人人类灵巧性，提升拣选智能识别效率和拣选速度。据公司官网，2023 年 4 月 25 日，ABB 通过推出基于人工智能和视觉可以在仓库和履行中心的非结构化环境中准确检测和拣选物品，大大提高拣选速度和精准度。使用机器视觉和人工智能，物品拾取器可以在吸力夹具拾取物品并将其放入指定的箱子之前确定每个物品的最佳抓取点。该系统不需要任何人工监督或有关其挑选的物品的物理属性的信息，能够在动态和非结构化环境中处理各种物品，并通过 ABB 视觉系统实现高精度拣选，准确度超过 99.5%，每小时可拾取多达 1,400 个未分类的物品。该产品目前适用于各种负载和应用，可安装到三种 ABB 机器人之一 - IRB1200、IRB 1300 和 IRB 2600。

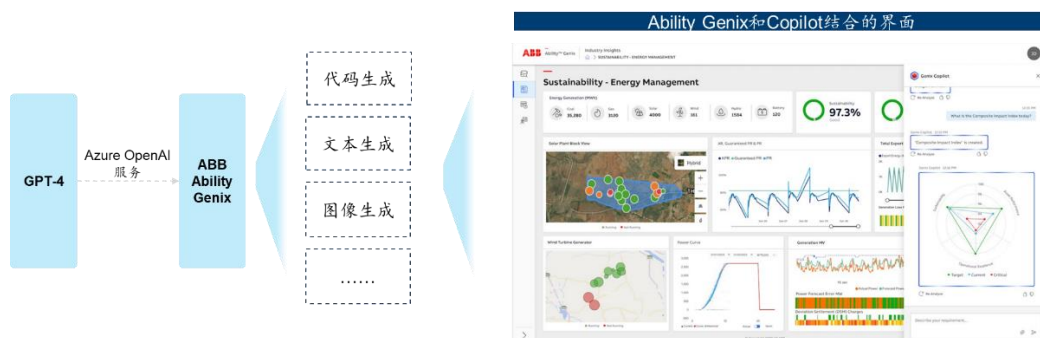
图表49：ABB Item Picker 界面



资料来源：ABB 官网、华泰研究

ABB 与微软合作，利用生成式 AI 赋能工业分析。据公司官网，2023 年 7 月 5 日，ABB 与微软合作将生成式 AI 功能整合到工业数字化解决方案中，本次合作旨在通过部署 Copilot 功能，使 ABB Ability Genix 工业分析和 AI 套件及其应用可以进行更直观的用户交互，进一步发挥关联数据的价值，从而提升效率和可持续发展性。ABB Ability Genix 是一个综合性的模块化工业物联网、分析和 AI 平台。ABB 将通过 Azure OpenAI 服务，包括 GPT-4 等大型语言模型(LLM)将生成式 AI 整合到 Genix 平台和应用中，实现代码、图像和文本生成等功能。新的 Genix Copilot 应用将提供直观的功能并简化各个流程和运营的关联数据流来增强用户体验。通过为行业管理人员、职能专家和车间工程师提供实时的可执行洞见，改善决策质量并提高生产力。据 ABB，此类洞见有望将资产生命周期延长高达 20%，并将意外停机时间减少多达 60%。

图表50： ABB 与微软合作将生成式 AI 功能整合到工业数字化解决方案中



资料来源：ABB 官网、华泰研究

图表51：重点推荐公司一览表

股票名称	股票代码	投资评级 (当地币种)	收盘价	目标价	市值 (百万)	EPS (元)				PE (倍)			
			(当地币种)	(当地币种)		2022	2023E	2024E	2025E	2022	2023E	2024E	2025E
柏楚电子	688188 CH	买入	216.39	256.04	31,656	3.28	4.86	6.74	9.26	65.97	44.52	32.11	23.37
科大讯飞	002230 CH	买入	64.31	80.80	148,921	0.24	0.55	1.01	1.39	267.96	116.93	63.67	46.27
宝信软件	600845 CH	买入	49.54	65.50	119,024	1.09	1.31	1.68	2.13	45.45	37.82	29.49	23.26

注：数据截至 2023 年 07 月 25 日

资料来源：Bloomberg，华泰研究预测

图表52：重点推荐公司最新观点

股票名称	最新观点
柏楚电子 (688188 CH)	机器人产业链布局完善，或持续受益于机器人产业趋势演进 公司基于 CAD、CAM、数字控制、传感器、硬件五大核心技术，打造智能焊接机器人解决方案，反映了公司在机器人产业链中的完善布局。从机器人控制角度，涉及传感、控制、执行多个层级系统的协调工作，在智能焊接解决方案中，公司实现了自研 3D 相机、寻缝器、焊接应用软件 CypWeld、焊接机器人的协同工作，体现了对机器人多环节技术的触达，公司有望凭借在机器人产业链多环节的布局，持续受益于机器人产业趋势演进。预计 2023-2025 年 EPS 为 4.86/6.74/9.26 元，可比公司平均 23E 52.7x PE ()，给予 23E 52.7xPE，目标价 256.04 元，维持“买入”评级。 风险提示：宏观经济波动；技术落地效果不及预期。 报告发布日期：2023 年 07 月 17 日 点击下载全文：柏楚电子(688188 CH,买入)：关注公司机器人产业链布局
科大讯飞 (002230 CH)	讯飞 23H1 预计营收同比下降 2.8%；归母净利润同比下降 71%-80% 公司 23H1 预计实现营收 78 亿，同比下降 2.8%；毛利 31 亿，与去年基本持平；归母净利润 5,500-8,000 万，同比下降 71%-80%；扣非净利润为 -3.30 亿至 -2.70 亿，同比减少约 5.50-6.00 亿。鉴于讯飞加大大模型投入，我们下调公司 23-25 年归母净利润为 12.70/23.31/32.14 亿（前值为 17.80/24.30/32.52 亿），对应 EPS 为 0.55/1.01/1.39 元。鉴于讯飞 23 年大模型投入较大，因此我们参考可比公司 2024E 平均 69xPE()，由于讯飞已率先实现大模型及 AI 产品化及商业化变现，给予讯飞 24E 80xPE，对应目标价 80.80 元（前值 83.93 元），给予“买入”评级。 风险提示：大模型商业化变现低于预期；大模型竞争加剧。 报告发布日期：2023 年 07 月 11 日 点击下载全文：科大讯飞(002230 CH,买入)：大模型商业化进度超预期
宝信软件 (600845 CH)	宝信 23Q1：营收同比增长 0.99%，归母净利润同比增长 9.66% 宝信 23Q1 实现营收 25.22 亿，同比增长 0.99%；归母净利润 5.00 亿，同比增长 9.66%；扣非净利润 4.87 亿，同比增长 10.46%；经营性净现金流 3.77 亿，同比下滑 63.94%，系本期预收账款及应收票据到期净承兑较同比减少近 5 亿所致。维持 23 年 EPS 为 1.31 元，鉴于公司工业软件产品线的不断扩张及 IDC 新产能逐步释放，我们上调 24-25 年 EPS 分别为 1.68/2.13 元（前值 1.62/1.99 元）。可比公司平均 23E 48.8x PE()，鉴于宝信在工业软件及 IDC 领域的双龙头地位，给予公司 23E 50xPE，目标价 65.5 元（前值 70.61 元），维持“买入”评级。 风险提示：下游需求低于预期，产品拓展低于预期。 报告发布日期：2023 年 04 月 28 日 点击下载全文：宝信软件(600845 CH,买入)：Q1 平稳增长，加大研发夯实内功

资料来源：Bloomberg，华泰研究预测

风险提示

宏观经济波动风险。宏观经济波动可能影响下游需求释放节奏，若宏观经济波动较大，可能对相关企业收入增速产生负面影响。

技术应用落地不及预期。AI 等新技术的商业化落地受算力、算法、数据、场景、用户等多因素共同影响，若商业化落地不及预期，可能导致相关公司收入增长不及预期。

免责声明

分析师声明

本人，谢春生，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并未就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告所载资料是仅供接收人的严格保密资料。本公司及其客户和其关联机构使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司及其关联机构（以下统称为“华泰”）对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。

本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，华泰可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。华泰不保证本报告所含信息保持在最新状态。华泰对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司不是 FINRA 的注册会员，其研究分析师亦没有注册为 FINRA 的研究分析师/不具有 FINRA 分析师的注册资格。

华泰力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华泰及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。华泰不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

华泰及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，华泰可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

华泰的销售人员、交易人员或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。华泰没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。华泰的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到华泰及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使华泰违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人（无论整份或部分）等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并需在使用前获取独立的法律意见，以确定该引用、刊发符合当地适用法规的要求，同时注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》及其附属法律规定的机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

- 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
- 柏楚电子（688188 CH）：华泰金融控股（香港）有限公司、其子公司和/或其关联公司在本报告发布日担任标的公司证券做市商或者证券流动性提供者。
- 有关重要的披露信息，请参华泰金融控股（香港）有限公司的网页 https://www.htsc.com.hk/stock_disclosure 其他信息请参见下方“美国-重要监管披露”。

美国

在美国本报告由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司根据《1934年证券交易法》（修订版）第15a-6条规定以及美国证券交易委员会人员解释，对本研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受FINRA关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师谢春生本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。本披露中所提及的“相关人士”包括FINRA定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 科大讯飞（002230 CH）、中科创达（300496 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前的12个月内担任了标的证券公开发行或144A条款发行的经办人或联席经办人。
- 中科创达（300496 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前12个月内曾向标的公司提供投资银行服务并收取报酬。
- 柏楚电子（688188 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日担任标的公司证券做市商或者证券流动性提供者。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数），具体如下：

行业评级

增持：预计行业股票指数超越基准

中性：预计行业股票指数基本与基准持平

减持：预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

买入：预计股价超越基准15%以上

增持：预计股价超越基准5%~15%

持有：预计股价相对基准波动在-15%~5%之间

卖出：预计股价弱于基准15%以上

暂停评级：已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策

无评级：股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

法律实体披露

中国: 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

香港: 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

美国: 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

华泰证券股份有限公司**南京**

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/

邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com

华泰金融控股(香港)有限公司

香港中环皇后大道中99号中环中心58楼5808-12室

电话: +852-3658-6000/传真: +852-2169-0770

电子邮件: research@htsc.com

<http://www.htsc.com.hk>

华泰证券(美国)有限公司

美国纽约公园大道280号21楼东(纽约10017)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

<http://www.htsc-us.com>

©版权所有2023年华泰证券股份有限公司