

未来工厂： 具身智能带来 无限想象

2024数字中国年度报告
——智造篇

目录 Contents

01

引言

02

未来工厂的定义与特点

2.1 未来工厂的定义	04
2.2 未来工厂的特点	04

03

未来工厂的主要硬件设备

3.1 工业机器人	05
3.2 PLC	10
3.3 智能传感器	15
3.4 智能仓储设备	18
3.5 数控机床	22

04

未来工厂的核心工业软件

4.1 ERP	29
4.2 DCS	33
4.3 MES	35
4.4 PLM	37

05

工业互联网平台

5.1 我国工业互联网平台行业快速发展	40
5.2 四类参与者各具优劣势	42

06

工业 AI 掀起新一轮变革

6.1 AI 质检应用较成熟	44
6.2 工业大脑增速最快	45
6.3 工业 AI 进入大模型构建阶段	45
6.4 数据和算法仍是 AI 应用最大阻力	46

07

趋势与展望

7.1 工业软件上云大势所趋	47
7.2 具身智能将颠覆未来工厂	47
7.3 未来工厂生产模式	47
7.4 国产化仍有很长的路要走	47

08

结语

01

引言

当前，制造业数字化转型升级已上升为国家战略的重点。党的二十大报告提出，坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化。而制造业是实体经济的基础与核心，政策的发布将推动制造业整体持续向高端化、智能化、绿色化发展。

与此同时，随着5G、大数据、云计算、人工智能等一系列新兴技术的迅猛发展，数字技术与传统产业深度融合，释放出巨大能量，推动中国制造逐步向中国智造跨越，一座座智能工厂、黑灯工厂、灯塔工厂拔地而起，见证我国制造业由大向强。

据工信部，我国深入实施制造业数字化转型行动，到2024年三季度末，已累计培育421家国家级智能制造示范工厂，建成万余家省级智能工厂，中国“灯塔工厂”总数已达72家，占全球42%。

2023年，第一财经联合各合作伙伴共同开启了数字中国行调研，探访人工智能、云计算、大数据、物联网等数字技术对各行各业带来的运营方式转变以及产业数字化带来的投资价值提升。

2024年，第一财经数字中国行第二季，继续观察、记录与追问，并将采访、观察、调研的结果记录成册，形成《2024年数字中国行年度报告》。

《2024年数字中国行年度报告》分为XPU、数据资产和未来工厂三部分。本篇“走进未来工厂”，将重点记录我国制造业转型升级的脉络，探索未来工厂的智造构成，以及铺设未来工厂智造之路的产业链企业如何共同推动行业智能化水平实现跃升。

02

未来工厂的定义与特点

2.1 未来工厂的定义

“未来工厂”是基于智能制造的良好基础，广泛应用数字孪生、物联网、大数据、人工智能、工业互联网等技术，实现数字化设计、智能化生产、智慧化管理、协同化制造、绿色化制造、安全化管控和社会经济效益大幅提升的现代化工厂。这些工厂通过网络化协同、个性化定制、服务化延伸等新模式，提升企业价值链和核心竞争力。

目前全球遍布大量智能工厂、黑灯工厂、灯塔工厂等具备高智能制造水平的工厂（以下统称“智能工厂”），虽然智能制造水平不一，但基本存在上述“未来工厂”的特点。本文所讨论的产业链软硬件都是基于现有的智能工厂，而探索未来工厂时则更多着眼于未来。

2.2 未来工厂的特点

未来工厂一般具备自动化

与信息化、系统集成、柔性生产、数据驱动、快速响应、预测性维护、绿色生产等特点。

自动化与信息化：未来工厂利用先进的制造装备等实现生产过程的自动化，并通过5G、物联网、传感器及视频监控系统、人工智能等信息技术实现生产过程的信息化。自动化与信息化减少人工参与和人为错误，大幅提高生产效率。

系统集成：未来工厂内部的各个系统如生产过程监控系统、物流运输系统、数据采集、管理系统、工业互联网平台等，共同构成全面、智能化的生产环境。这些系统通过信息共享和协同工作，实现生产过程的高效管理和控制。

柔性生产：“柔性”是指对市场需求量、产品构成和产品设计等方面快速变化的适应能力。柔性生产，是指主要依靠有高度柔性的以计算机数控机床为主的制造设备来实现多品种、小批量的生产方式，能够迅速调整生产流程、产品种类及产量，以低成本、高效率响应市场多样化需求的生产方式。

数据驱动：通过生产制造

全过程、全产业链、产品全生命周期数据的自动流动不断优化制造资源的配置效率，以提高制造业全要素生产率，实现更好质量、更低成本、更快交付、更高满意度。

快速响应：未来工厂能够快速响应市场需求变化，通过灵活的生产调度和优化，迅速调整生产模式和产品结构，满足客户的个性化需求。

预测性维护：通过实时监测和分析设备运行数据，未来工厂能够预测设备的维护需求，从而减少设备故障停机时间，提高设备运行效率。

绿色生产：未来工厂能够通过管理和技术，实施工业生产全过程污染控制，使污染物的产生量最少化，从而能够实现能源的高效利用和环境保护，实现废料的回收和再利用，符合可持续发展的理念。

03

未来工厂的主要硬件设备

3.1 工业机器人：国产工业机器人快速发力，向具身智能时代迈进

作为“制造业皇冠上的明珠”之一，工业机器人在AI时代正在向具身智能迈进。

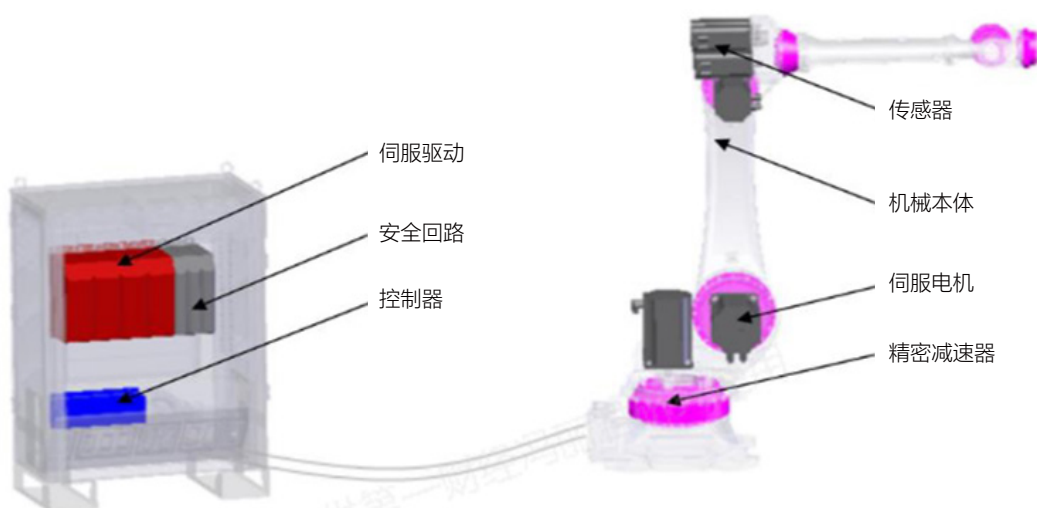
根据国际标准ISO8373:2021的定义，工业机器人是自动控制的、可重复编程、多用途的操作装置，可对三个或三个以上轴进行编程，既可固定在原地，又可固定在移动平台上，用于工业环境中的自动化应用。

中国是工业机器人的全球最大市场，安装量占据全球总量的半壁江山。目前，国内制造厂商正在持续提升自主创新能力，缩小与海外领先企业的差距。放眼全球，工业机器人正持续提升智能特性，向具身智能工业机器人迈进，而这将是一场新的变革。

3.1.1 中国是工业机器人全球最大市场

按照功能划分，工业机器人可分为包装、上下料、喷涂、物料搬运、焊接、打磨、码垛、装配等机器人。物料搬运、焊接、装配机器人是应用最多的三个领域。

工业机器人结构



资料来源：《埃夫特上市招股说明书》，中原证券，第一财经

国际机器人联合会（IFR）发布的《2024 世界机器人报告》显示，2023 年，全球有约428 万台机器人在工厂运行，同比增长10%，全球工业机器人参与自动化生产的数量创历史新高。2023 年的年安装量达到541302 台，位居历史第二，仅比2022 年创纪录的552946 台安装量低2%，连续第三年超过50 万台。在2023 年新部署的工业机器人中，有70% 在亚洲，17% 在欧洲，10% 在美洲。

根据IFR，中国是目前工业机器人的全球最大市场。2023 年中国工业机器人保有量约180 万台，是世界上第一个也是唯一一个拥有如此庞大工业机器人保有量的国家。

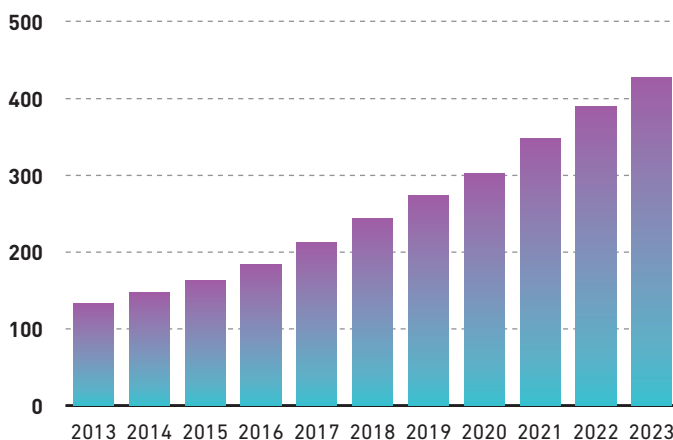
2023 年中国共安装276288 台工业机器人，占全球安装总量的51%。这一结果是有史以来第二高的水平（2022 年中国安装290144 台）。IFR 预计，2024 年中国工业机器人需求量将加速增长；长远来看，中国制造业工业机器人需求仍有很大的增长潜力，在2027 年之前，年均增长率有望达到5%-10%。

从下游应用来看，MIR 睿工业统计数据显示，光伏、汽车电子、半导体等领域的工业机器人出货量增速最快。

3.1.2 国产工业机器人市场占有率趋升

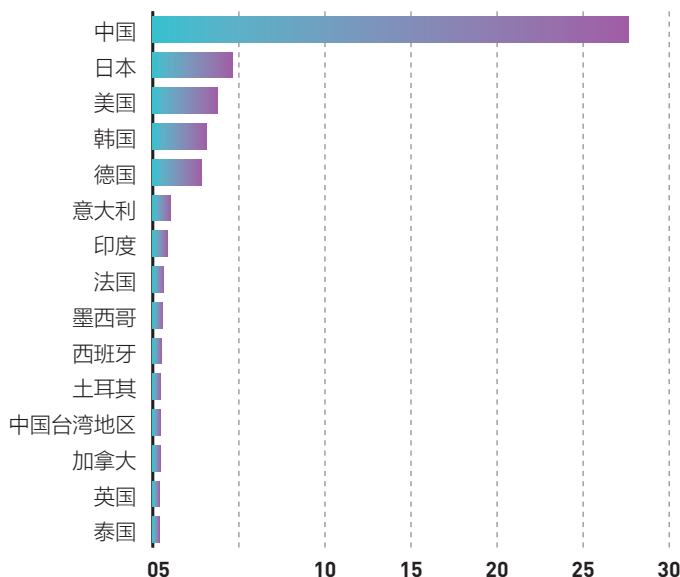
全球工业机器人主要由日本发那科（FANUC）、日本安川电机（Yaskawa）、德

2013-2023年全球工业机器人保有量（万台）



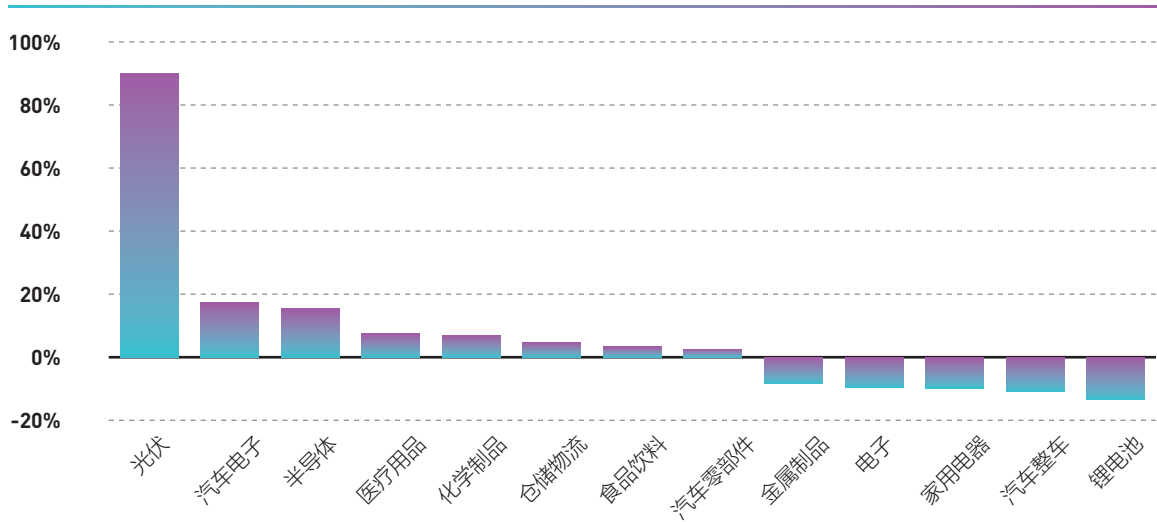
资料来源：IFR《2024世界机器人报告》，第一财经

2023年工业机器人安装量15大市场（万台）



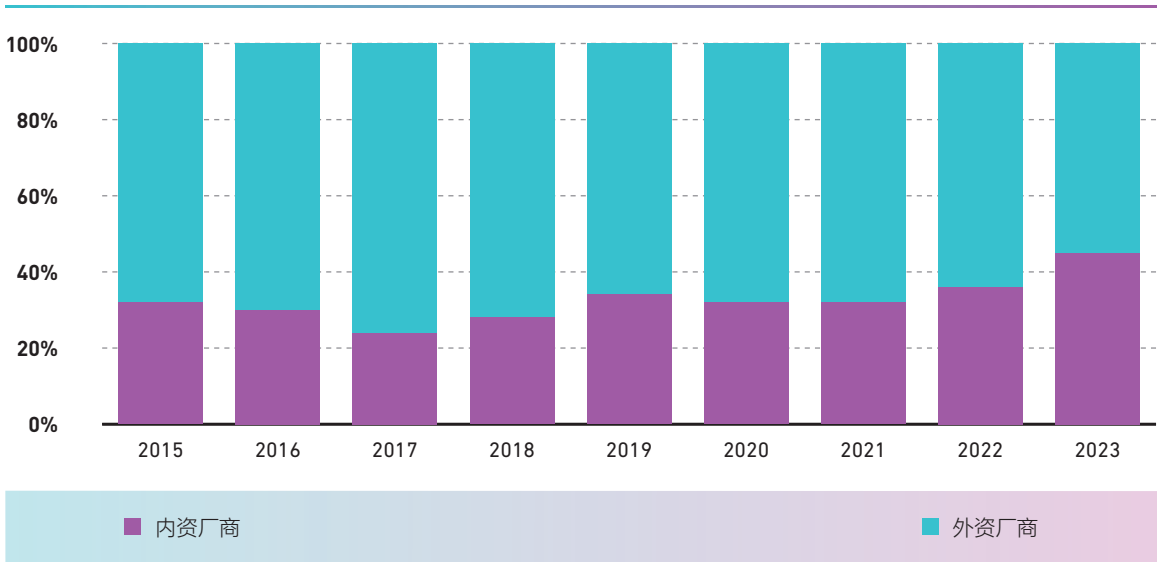
资料来源：IFR《2024世界机器人报告》，第一财经

2023年工业机器人下游行业出货量增速



资料来源：MIR睿工业，第一财经

2015-2023年国产品牌工业机器人市场占有率



资料来源：机器人2023年年报，第一财经

国库卡（被美的收购）、瑞士 ABB 主导，“四大家族”凭借在机器人核心技术领域的深厚积淀，也一度把控着中国工业机器人市场的大部分份额。

不过，随着国产厂商如埃斯顿（002747.SZ）、汇川技术（300124.SZ）等兴起，“四大家族”近年在中国市场的占有率有所下滑，从70%下滑至40%左右。根据MIR 睿工业、CRIA 数据，2023 年我国工业机器人国产化率达45%，同比提升9 个百分点。

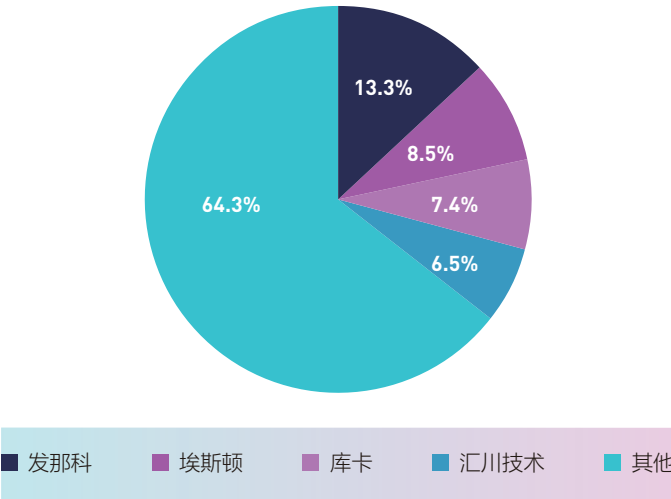
根据睿工业统计数据，2023 年，埃斯顿工业机器人在国内的市场份额约为8.5%，汇川技术约为6.5%，分别位居第二、四名。

“需要承认的是，虽然中国是工业机器人的全球最大市场，但国产厂商主要占据中低端市场，高端市场仍以国际品牌为主。”具身智能机器人企业中科光电创始人、董事长吴

易明在接受第一财经采访时表示。

吴易明认为，国内机器人产业发展，首先是要提升核心零

2023年中国工业机器人市场份额



资料来源：汇川技术2023年年报，第一财经

全球工业机器人本体核心企业

品牌	第一梯队			其他重点企业
国际品牌	日本发那科	日本雅马哈		日本东芝
	瑞士 ABB	日本川崎重工		瑞士史陶比尔
国内品牌	日本安川	日本那智不二越		日本电装
	德国库卡	日本三菱		日本欧姆龙
	日本爱普生	日本 OTC		韩国现代重工
	埃斯顿	北京傲博	华数机器人	新松机器人
	汇川技术	广州数控	上海图灵机器人	上海节卡机器人
	成都卡诺普	芜湖埃夫特	钱江机器人	上海欢颜自动化
	深圳众为兴		东莞利群自动化	

资料来源：中国机器人网，高工机器人，中原证券，第一财经

部件的国产化能力。

工业机器人的核心零部件包括控制器、伺服系统、减速器，这些决定了工业机器人的精度、稳定性、负荷能力等重要性能指标。其中，控制器是工业机器人的“大脑”，一般占总成本的15%左右；伺服系统是工业机器人的“动力源”，一般占总成本的20%左右；减速器是工业机器人的“关节”，一般占总成本的35%左右。

据悉，由于核心零部件的生产技术壁垒较高，大多关键技术被少数公司垄断，使得国内机器人生产商在采购时议价能力不足，采购价格较高。

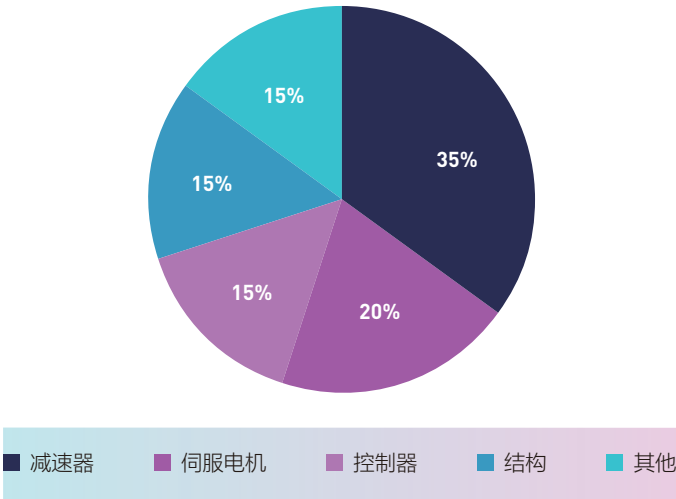
“据我了解，控制器、伺服系统、减速器的国产化率都在10%~20%。”吴易明告诉第一财经，核心零部件的迭代处于线性发展阶段，国产品牌正在不断替代海外品牌的市场份额，这个趋势已经非常明显。

随着国内厂商技术逐步积累进步，目前控制系统与海外产品的差距在逐步缩小。国内部分厂商自主研发了自家的控制系统，包括埃斯顿、华中数控、新时达、广州数控、汇川技术等，也诞生了一批专业的控制系统服务商如固高科技、英威腾、卡诺普等。

在伺服系统领域，汇川技术在年报中表示其2023年国内市场份额达28.2%。

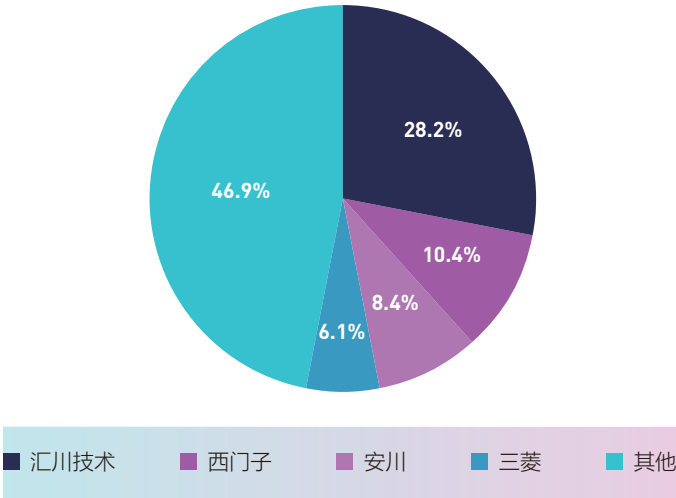
埃斯顿告诉第一财经，公司拥有完全自主化的机器人控制器、操作系统、伺服系统三大核心技术，机器人核心部件自主化率已经达到90%以上，拥有覆盖3-700kg负载的87款

工业机器人成本构成



资料来源：埃斯顿，埃夫特，节卡股份，中原证券，第一财经

2023年中国伺服系统市场份额



资料来源：汇川技术2023年年报，第一财经

工业机器人，机器人品类数量位列全球第二，出货量位列国产第一。

3.1.3 工业机器人向具身智能迈进

“创新能力是工业机器人产业的核心竞争力。”吴易明表示，国内机器人厂商总体上都在拼成本和营销能力，缺乏技术创新；国际范围内，工业机器人的技术进步已经至少停滞了二十年，在用途没有大幅扩大的情况下，需求端已开始饱和。这两点造成了国内机器人厂商盈利难的局面。

目前，国内工业机器人头部厂商埃斯顿、汇川技术已实现盈利，机器人（300024.SZ）2023年扣非净利润仍然为负、埃夫特（688165.SH）2023年暂未实现盈利。

“最关键的就是要提高工业机器人的智能特性，具身智能理论和技术的突破将引领机器人智能特性跨越发展。”吴易明表示，智能特性的核心是视觉感知与工业机器人运动的融合，由大脑基于结构和空间感知、测量信息指挥机械臂的操控作业，以破除传统认知中机械臂本体的主体地位。具身智能机器人由智能算法驱动，基于智能算法的智能机器人是由大脑指挥手，而不是把大脑、眼睛镶嵌在手上。随着智能性的发展，未来的工业机器人将能够面对更有挑战性的场景。

根据中科光电对具身智能的定义，“具身智能”是指主体（机器）在自体、对象与环境

等要素间相互作用（信息感知、转化和响应）的过程中建构符合各要素物理实存及其关系演化趋势的认知模型，达成问题解决或价值实现的人工智能方法。

吴易明解释称，在具身智能下，大脑基于眼睛感知能力，指挥机械手做不同工件，不是识别工件（标记信息）后根据人为不同工件设定好的不同工件的程序执行任务，而是有眼睛感知到工件后，基于自主理解的任务要求，智能分析工件的结构，各要素空间关系，再自主生成工艺、动作和各种运动参数，甚至进行交互和迭代，实现自主作业。“这样的机器人就类似于一个熟练工，拿到了工件的图纸，知晓任务目标就能干了。”

不过，吴易明认为，世界范围内的现有所有工业机器人都没有达到所谓的智能突破。“我们在具身智能上的突破是唯一的。我们基于现代数学方法（微分几何、拓扑、群论等）构建全新的智能理论底层算法架构，基于小样本数据实现精细识别，是智能装备和智能机器人实现自主识别、自主移动、自适应作业的根技术。”

吴易明介绍称，在民用领域，目前中科光电“全人”系列已产出智能焊接机器人，能够自主识别多品种小批量工件，自主规划复杂作业轨迹及形成机械臂的驱动程序，目前总出货量在50台套左右；军工领域预计今年能够形成7000万~1亿元营收，相关技术突破在国家重大任务中已经得到验

证。

3.2 PLC：整体国产化率较低，龙头向中大型市场迈进

PLC，可编程逻辑控制器，主要由CPU、存储器、输入/输出接口和电源等组成，是一种使用可编程存储器储存指令，执行逻辑、顺序、计时、计数与计算等功能，并通过模拟或数字输入/输出组件控制各种机械或生产过程的装置，是工业装备、生产系统、重大基础设施的核心控制设备。

3.2.1 中大型PLC进入壁垒高

根据I/O点数（输入/输出端子的个数）多少，可将PLC分为小型、中型和大型三类：

小型PLC，I/O总点数小于256点，采用8位或16位单CPU，用户存储器容量4KB以下。

中型PLC，I/O总点数在256点~2048点之间，采用双CPU，用户存储器容量4~16KB。

大型PLC，I/O总点数大于2048点，采用16位、32位多CPU，用户存储器容量16KB以上。

小型PLC技术难度相对较低，但竞争激烈，中大型PLC则具备更高进入壁垒。

首先，中大型PLC技术难度较大，对平台稳定性的要求

PLC 按 I/O 点数划分

类型	I/O 点数	存储容量	特点	适用情况
小型 PLC	<256 点	<4KB	体积小，价格低，功能单一	单一设备 / 小型控制系统
中型 PLC	256-2048 点	2-8KB	通信功能和模拟量处理能力较强，指令系统丰富，扫描速度快	多机系统 / 大型控制系统
大型 PLC	>2048 点	8-16KB	软硬件功能强大，具备自我诊断功能和很强的通信能力	分布式控制系统 / 集散控制网络

资料来源：头豹研究院，信达证券研发中心，第一财经

高；其次，中大型PLC需要具备一定的与周边设备的组网 / 组态能力，在与下游厂商合作的时候还会涉及到数据安全问题。

此外，PLC 是一个需要二次编程的产品。例如，用PLC实现锂电池设备的自动化操作时，需要锂电池生产设备厂商

根据锂电池设备的工艺要求，在PLC底层编程软件（PLC厂商完全自主开发，或是在Codesys编程环境基础上二次开发的软件）基础上，用梯形图再次开发出面向用户的程序。编程软件的易用性和客户使用时的熟悉程度是带来用户粘性的重要因素。

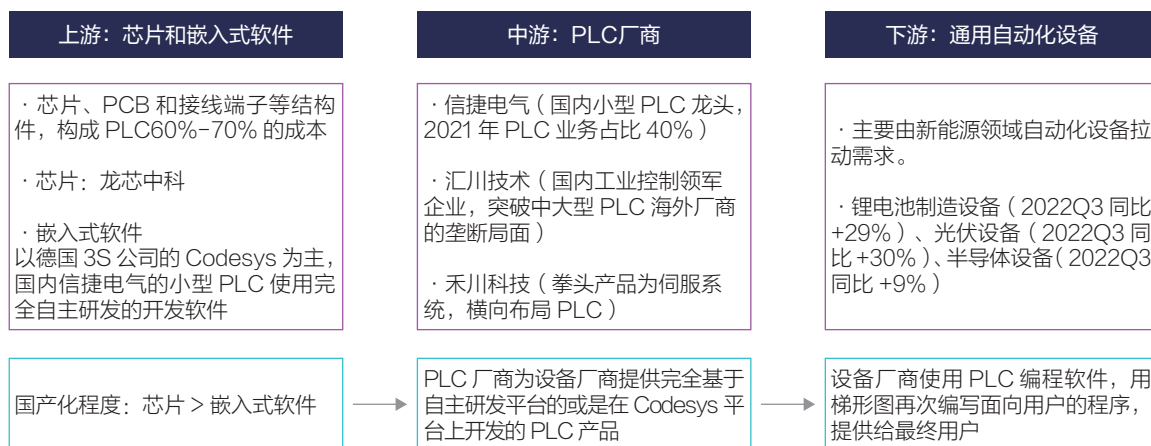
因此，嵌入式软件是PLC的核心，包括底层软件和编程环境。国内和海外大部分自动化厂商，在研发中大型PLC产品时，通常会选择使用德国3S-smart公司的Codesys工业自动化底层开发软件。而专注于小型PLC的厂商，通常有自主研发的底层编程平台。

小型PLC与中大型PLC的区别

小型PLC	中大型PLC
技术含量低，易复制	进入壁垒高筑
供过于求，价格低，利润小	技术难度大，毛利率水平高
产品间差异化小，企业间竞争激烈	客户粘性强，迁移成本高

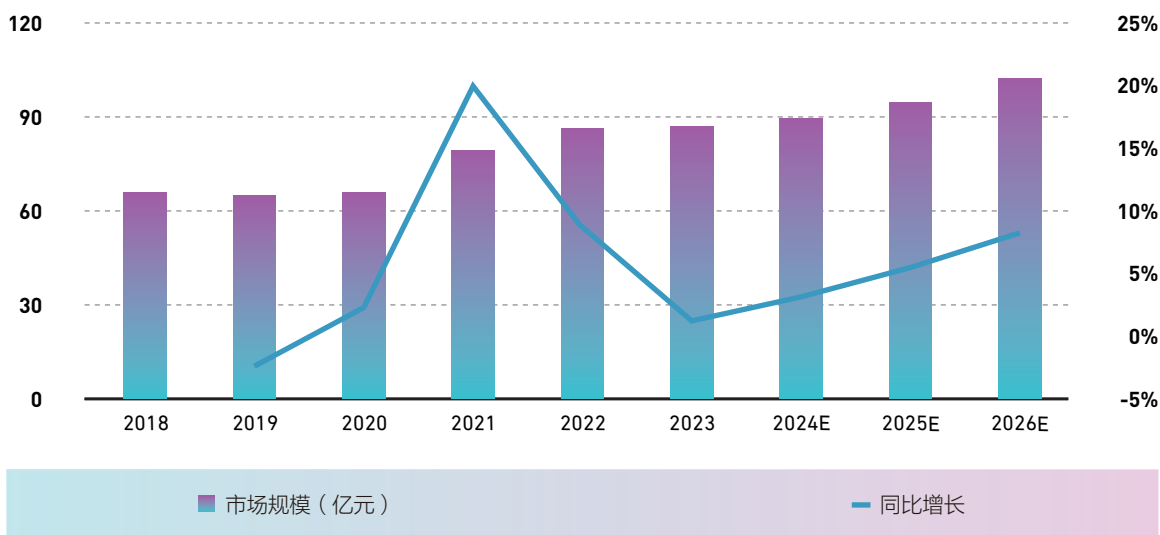
资料来源：信达证券研发中心，第一财经

PLC产业链情况



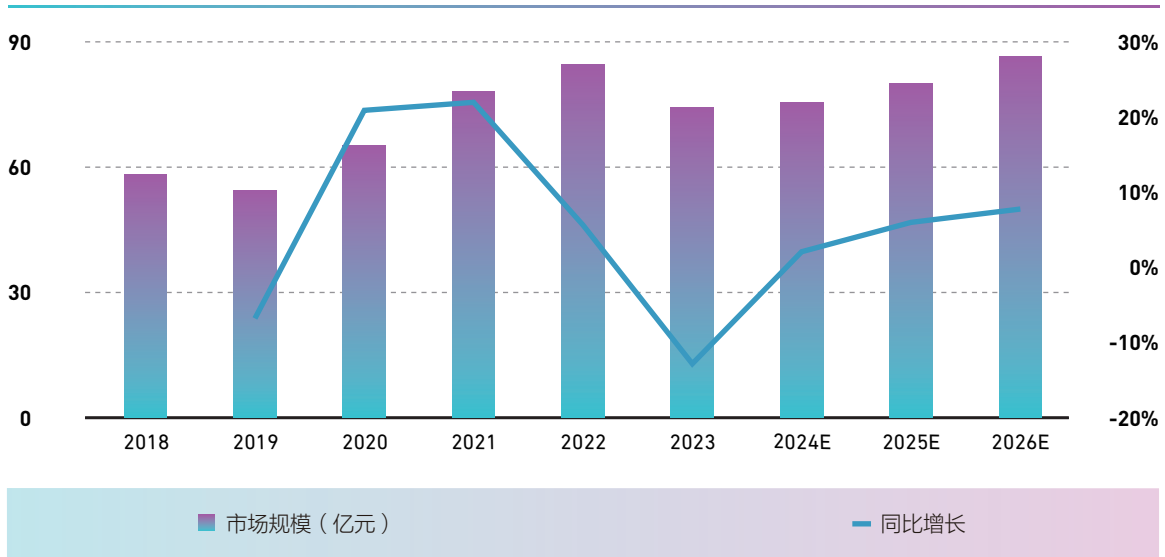
资料来源：Wind，开源证券研究所，第一财经

2018-2026E中国大中型PLC整体市场规模及增长率



资料来源：MIR睿工业，第一财经

2018-2026E中国小型PLC整体市场规模及增长率



资料来源：MIR睿工业，第一财经

因此，技术壁垒、用户粘性、产品稳定性等共同构筑了中大型PLC厂商宽阔的护城河。

3.2.2 PLC 市场规模与国产化率

工业自动化市场按下游行业可分为项目型市场与OEM型市场，项目型市场代表性行业包括化工、市政及公共设施、石化、冶金等，OEM型市场代表性下游行业包括机床、电子及半导体、食品饮料、包装等。

一般来说，PLC与下游行业在一定程度上相互绑定，且伴随下游行业的增长而增长，与其下游行业的增速呈现高度

相关性。其中，小型PLC一般应用于OEM市场，中大型PLC主要面向项目型市场，具备强大的计算能力、处理能力、控制能力和通讯能力，从而实现大型项目的统一控制。

市场规模方面，根据MIR睿工业数据，2023年国内PLC市场规模约160亿元，同比下降5.5%，其中大中型PLC市场小幅增长，小型PLC市场下滑12.3%，预计2024年中大型PLC市场增长率仍将略高于小型PLC。

国产化率方面，PLC国产化率在工控产品中最低。根据MIR睿工业数据，国内PLC市场仍以外资品牌为主，尤其是大型PLC，外资占据90%以上

的中国市场。

3.2.3 国内龙头向中大型PLC市场迈进

从市场竞争格局来看，欧美厂商在全球中大型PLC市场具备强话语权，日系、中国台湾地区厂商深耕中小型PLC市场，德国西门子、美国罗克韦尔、日本三菱电机是全球PLC市场三巨头。

中国市场方面，根据MIR睿工业数据，2024年上半年，小型PLC产品市场中，市场份额前三位分别是西门子39.3%、汇川技术13.7%，信捷电气8.2%。

国产中大型PLC目前市占

欧美企业垄断大型 PLC 市场

地区	主要企业	产品结构
欧美	西门子、罗克韦尔、施耐德	以中大型 PLC 为主，中小型产品更稳定可靠。大型 PLC 全球市占率超过 70%。
日本、中国台湾	松下、三菱、欧姆龙、台达	中小型 PLC，产品主要应用于机床和 OEM 设备。
本土	信捷电气、汇川技术、和利时等	小型 PLC 为主，通过瞄准细分行业客户需求占有一定市场份额。

资料来源：头豹研究院，开源证券研究所，第一财经

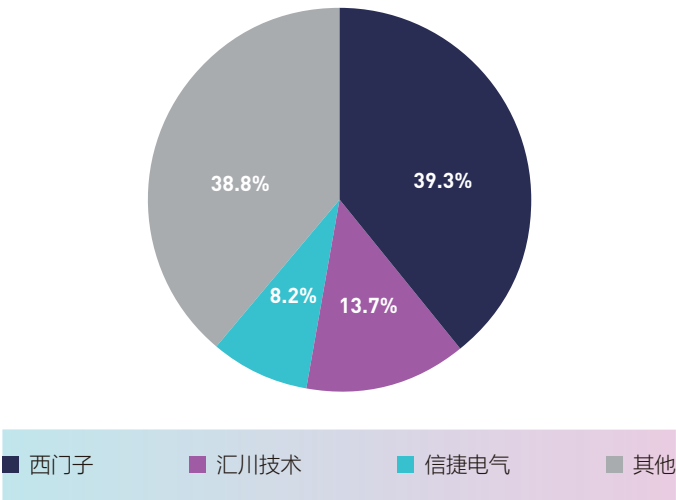
率较低，不过，以宝信软件为代表的工业软件龙头，经过多年布局，已具备从小型PLC向中大型PLC进军的实力。

2021 年，宝信软件自研大型 PLC 初代产品问世；2024 年 9 月 20 日，宝信软件全栈自主可控 PLC 系列产品 T3、T4 发布，除了性能指标有所提升外，最大亮点在于实现了从操作系统、运行时软件到编程环境的全栈自研。

同时，宝信软件还推出了天行 IDE（集成开发环境）和天行 DSF（数字工业现场），前者是国内首套面向大型 PLC 的云原生开发平台，具备开放式平台架构，可集成第三方应用并实现跨平台快速部署；后者主要为参与制造的各个系统提供去中心化的运行环境，助力天行 PLC 为核心的各个节点实现数据共享与无缝交流。

长江证券认为，天行 IDE+天行 DSF 有望为下游客户打造全域互通，数实融合的工业控制环境，便于快速应用及二次开发，是宝信生态建设的巨大进步。

2024年上半年中国小型PLC市场份额



资料来源：汇川技术2024年半年报，第一财经

国内 PLC 厂商及产品

企业名称	产品类型	详情
宝信软件	全栈自主可控 PLC 系列产品 T3、T4	实现了从操作系统、运行时软件到编程环境的全栈自研。
中控技术	GCS-G 和 GCS-M 系列产品	GCS-G 系列面向中大规模分布式测控领域，提供满足长工艺流程对控制系统提出的高可靠、冗余安全和网络化的解决方案；GCS-M 系列专注于智能装备领域，提供高速、高精度的复杂控制方案。
汇川技术	小型 PLC 产品	2024 年上半年在国内小型 PLC 产品市场份额为 13.7%，为国内品牌首位。
信捷电气	XSF 系列刀片式 PLC	长期位居国产小型 PLC 市场份额前列，向中型 PLC 以及与 PLC 紧密相关的其他工控产品延伸产品线。2024 年上半年，公司 PLC 产品销售收入 3.12 亿元，同比增长 26.67%，毛利率为 56.71%。
雷赛智能	小型 SC 系列、中型 MC 系列、大型 LC 系列	2024 年上半年控制 PLC 相关产品销售收入同比增长 81.9%。

资料来源：公司定期报告，第一财经

3.3 智能传感器：国内增速高于全球平均，MEMS 和力矩传感器值得关注

传感器是一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将感受到的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。因此，传感器是软件控制和硬件零部件的桥梁，是物理世界与数字世界的接口，是实现具身智能的关键。

智能传感器是集传感器、通信芯片、微处理器、驱动程序、软件算法等于一体的系统

级产品，相比普通传感器的信息采集精密度更高且成本低、功能多样，具有编程自动化能力。

在工业制造领域，智能传感器应用广泛，如测量各种工艺变量，温度、液位、压力、流量等。未来，工业传感器在智能工厂及人形机器人等领域的应用将不断深化。头豹研究院认为，在未来工业制造的愿景里，智能传感器将结合软件和大数据，将人机连接突破物理和材料科学的限制，提高工程效率和产量。

3.3.1 智能传感器的分类

智能传感器按照被测量可分为物理量智能传感器、化学量

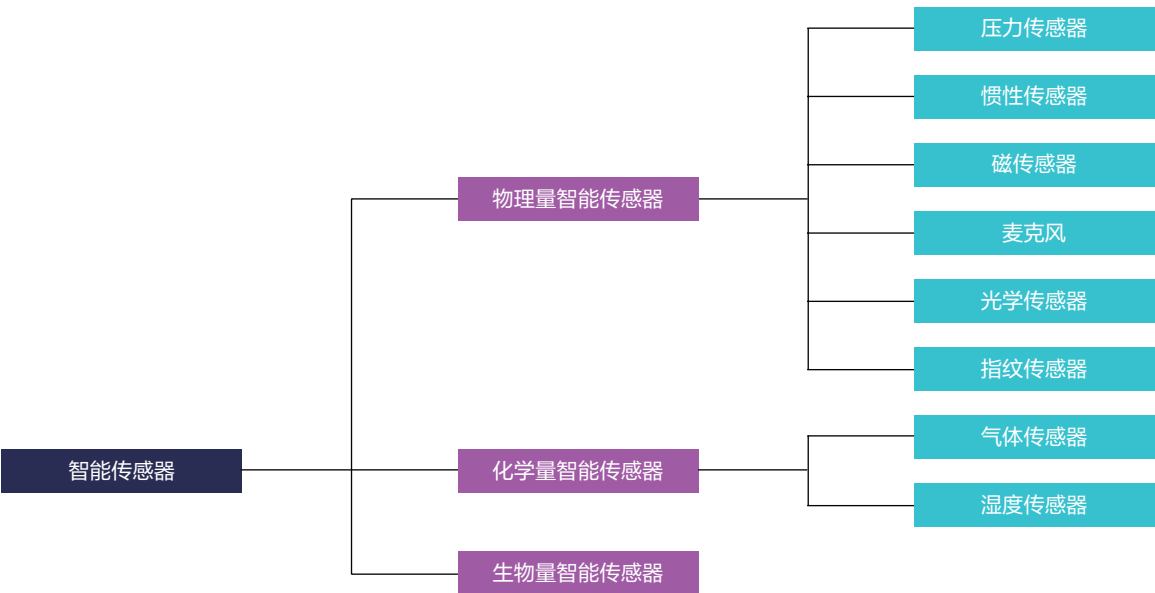
智能传感器、生物量智能传感器三大类。

物理量传感器的工作原理通常基于物理效应，如光电效应、压电效应、磁致伸缩现象、热电效应、霍尔效应等，被测物理量可简单归纳为力、热、声、光、电、磁六大类。

化学量传感器能够感知环境中特定化学成分的存在和浓度，并将这些化学信息转换成可测量的电信号，主要包括气体传感器、湿度传感器、离子传感器等。

生物量传感器结合了生物敏感元件（如抗体、酶、核酸、细胞等）和信号转换器来检测目标物质的存在和数量，包括生化量传感器和生理量传感器。

智能传感器按被测量分类结构图



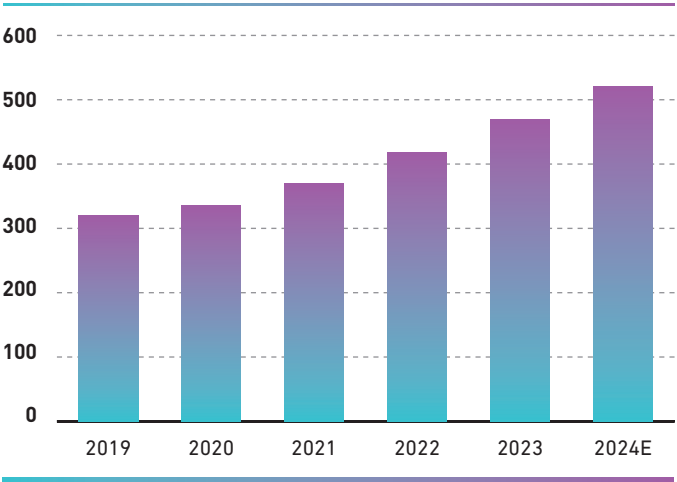
资料来源：智能传感器型谱体系与发展战略白皮书，中原证券研究所，第一财经

3.3.2 国内智能传感器市场规模逾1500 亿元

根据中商产业研究院数据，2023 年全球智能传感器市场规模达到约468.9 亿美元，2019-2023 年的年均复合增长率达10.01%。中商产业研究院预测，2024 年全球智能传感器市场规模将达到520.4 亿美元。

中国市场方面，中商产业研究院数据显示，2023 年中国智能传感器市场规模为1336.2 亿元，近五年年均复合增长率达15.96%，预计2024 年中国智能传感器市场规模将达到

2019-2024年全球智能传感器市场规模（亿美元）



资料来源：中商产业研究院，第一财经

1551.2 亿元。

市场结构方面，目前中国智能传感器市场产品以MEMS 传感器和CIS 图像传感器为主，占比分别为29.7% 和26.5%，市占总和超过一半。

从应用市场来看，汽车电子行业仍是收入占比最大的行业市场，占比约为24.1%；其次为工业制造和消费电子领域，市场占比分别达到22.0% 和19.6%；网络通信和医疗电子分别占比17.6%、9.7%。

3.3.3 MEMS 和力矩传感器值得关注

当前，MEMS 传感器发展迅速，是传感器主要技术趋势。

MEMS，即微机电系统，是利用大规模集成电路制造技术和微加工技术，把微传感器、微执行器、微结构、信号处理与控制电路、电源以及通信接口等集成在一片或者多片芯片上的微型器件或系统。

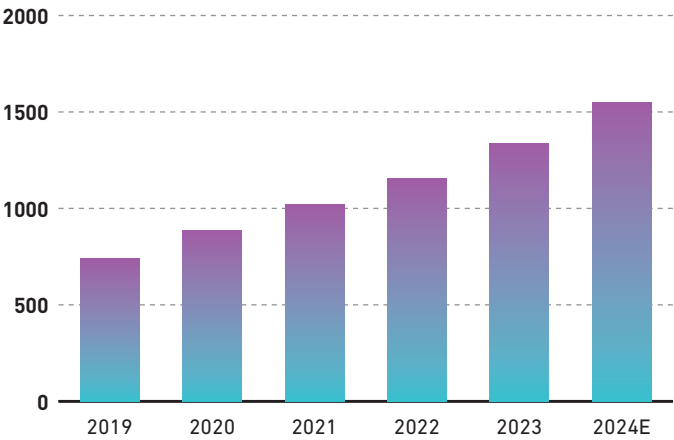
与传统工艺制造的传感器相比，MEMS 传感器具有体积小、重量轻、成本低、功耗低、可靠性高、适于批量化生产、易于集成和实现智能化等特点。

机器人用力矩传感器也将迎来发展新浪潮。

力矩传感器能够感知并测量机械部件的扭转力矩，将物理变化转换成电信号，对工业机器人的精确控制至关重要。

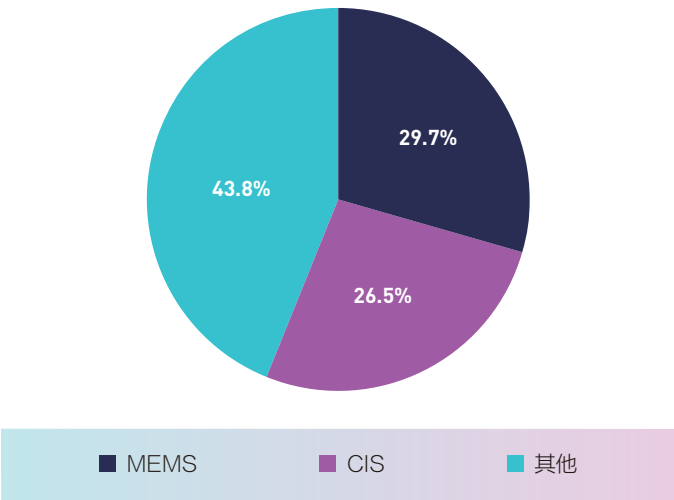
其中，六维力传感器能够同时测量沿三个坐标轴方向的力和绕三个坐标轴方向的力矩，

2019-2024年中国智能传感器市场规模（亿元）



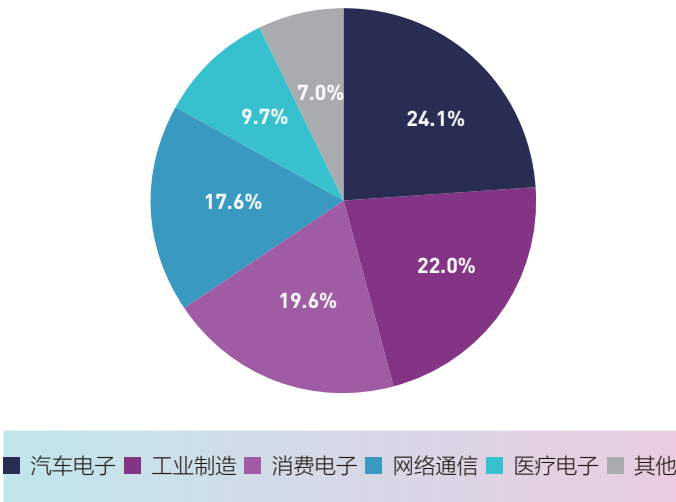
资料来源：中商产业研究院，第一财经

中国智能传感器市场结构占比情况



资料来源：中商产业研究院，第一财经

中国智能传感器应用市场占比情况



资料来源：中商产业研究院，第一财经

是维度最高的力传感器，能够给出最全面的力觉信息。相较于低维力传感器，六维力传感器的技术难度和使用难度高，但对于机器人产业链的智能装配非常重要。

3.4 智能仓储设备：国内AGV/AMR保有量超40万台，产业规模强劲增长

智能仓储能够降低工厂物流仓储的成本，提高效率，在未来工厂中具有广泛的应用前景。目前各类智能仓储装备已基本实现从入库到存储再到出库的全流程覆盖。

据悉，智能仓储装备主要由搬运系统、存取系统、输送系统和分拣系统组成。其中，搬运系统的核心设备是AGV；存取系统的核心设备是堆垛机和立体库高位货架；输送系统的核心设备是穿梭机、输送机 and EMS；分拣系统的核心设备是分拣机。

根据中商产业研究院数据，目前我国智能仓储设备的渗透率程度普遍较低。其中，AGV渗透率最高，达29%，其次为机器人手臂、智能存储设备、智能分拣设备、智能装卸设备，占比分别为26.7%、19.8%、11.9%、11.8%。

AGV，即移动机器人，又称自动引导车，是一种装备有自动导引设备的无人驾驶自动化车辆，一般以磁条、轨道或激光等方式进行导航，并沿预定路径行驶来完成特定的运输

全球传感器细分市场的头部公司

细分市场	头部企业
压力传感器	博世、泰科电子、英飞凌
位移传感器	基恩士、松下电器、欧姆龙、巴鲁夫、倍加福
图像传感器	索尼、三星、韦尔股份、意法半导体、安森美
温度传感器	霍尼韦尔、西门子、ABB、艾默生、德州仪器
MEMS 传感器	博世、博通、威讯联合、意法半导体、德州仪器、歌尔微
汽车传感器	博世、森萨塔、日本电装

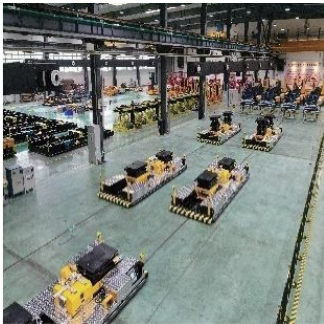
资料来源：公司公告，中商产业研究院，亿渡数据，天风证券研究所，第一财经

国内智能传感器厂商及产品

企业名称	产品类型	详情
歌尔股份	MEMS 声学传感器、其他 MEMS 传感器	
柯力传感	各类型物理量传感器	连续 14 年国内称重传感器市场占有率第一；未来主攻机器人传感器、多物理量传感器、柔性触觉传感器、扭矩传感器。
高德红外	红外传感器等	
韦尔股份	图像传感器 CIS	主要用于消费电子和工业领域；2023 年其图像传感器解决方案业务实现营业收入 155.36 亿元，占主营业务收入的比例为 74.10%。
中航电测	以接近传感器、压力传感器、液位传感器等产品为核心,发展“传感器平台”	主要应用于航天、军工领域，逐步向民用市场渗透。
大立科技	非制冷红外焦平面探测器	是国内唯一实现“非晶硅”和“氧化钒”双技术路线量产的公司，已实现量产像元间距 17um/15um/12um 等型谱系列产品。
苏奥传感	汽车传感器等	主要应用于汽车领域。
森霸传感	热释电红外传感器、可见光传感器等光电传感器	正在研发气体传感器等新品，同时打开更多工业领域市场。

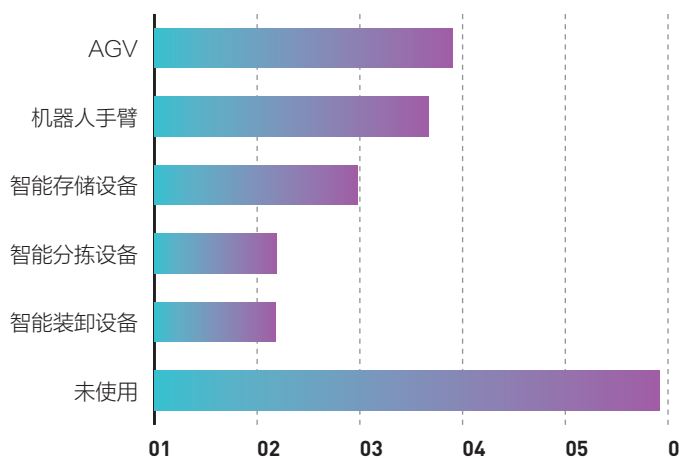
资料来源：公开信息，第一财经

移动机器人



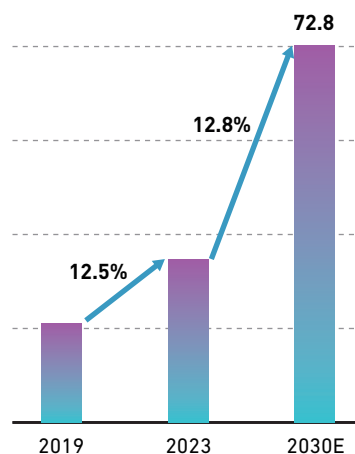
资料来源：机器人2023年年报，第一财经

中国智能仓储设备渗透率统计情况



资料来源：中商产业研究院，第一财经

2030年全球AGV市场规模将达72.8亿美元



资料来源：QYResearch，第一财经

任务。

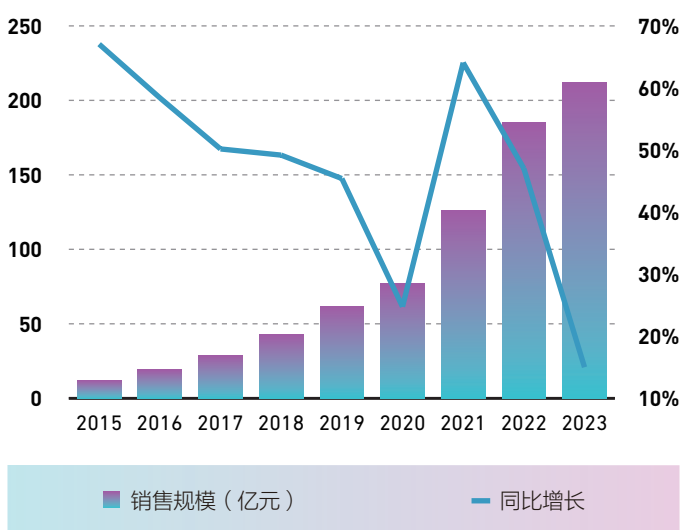
AGV 具有高度自动化的特点，其系统运行稳定可靠，运行灵活，能够更改路径以适应不同的工作环境；配备了高速无线通讯及高精度导航系统，具备完善的自诊断能力，能与上级信息管理系统衔接。

3.4.1 中国移动机器人产业规模强劲增长

据国内产业咨询机构 QYResearch 数据，预计 2030 年全球 AGV 市场规模将达到 72.8 亿美元，未来几年 CAGR 为 12.8%。

另据 CMR 产业联盟、新战略移动机器人产业研究所统计，从 2015 年至 2023 年，

2015-2023年中国移动机器人（AGV/AMR）销售规模与增长率



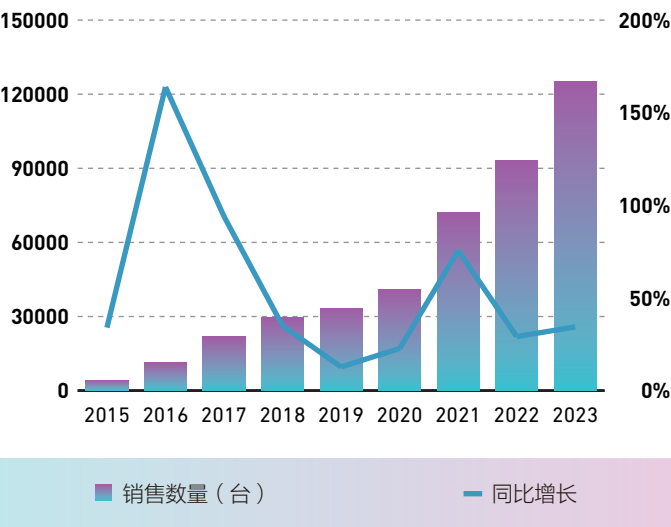
资料来源：CMR产业联盟，新战略移动机器人产业研究所，第一财经

中国市场移动机器人（AGV/AMR）产业规模CAGR达43.18%；2023年，中国移动机器人（AGV/AMR）销售规模212亿元，同比增长14.59%；销售数量12.5万台，同比增长34.41%。从市场保有量来看，2023年中国AGV/AMR市场保有量已超过40万台。

3.4.2 A股AGV厂商一览

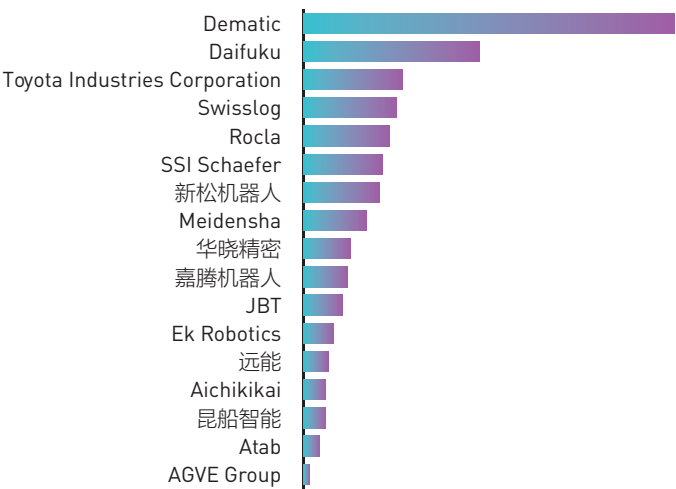
根据QYResearch，全球范围内AGV生产商主要包括Dematic（德马泰克）、Daifuku（大福公司）、Toyota Industries Corporation（丰田工业）、Swisslog（瑞仕格）、Rocla

2015-2023年中国移动机器人（AGV/AMR）销售数量与增长率



资料来源：CMR产业联盟，新战略移动机器人产业研究所，第一财经

全球AGV主要企业市占率排名



资料来源：QYResearch，第一财经

（欧克拉）、SSISchaefer（胜斐迩）、新松机器人、Meidensha（明电舍）、华晓精密、嘉腾机器人等。2023年，全球前十强厂商占有大约35.0%的市场份额。

AGV主要由驱动、系统、导引三部分组成，最主要的成本集中于减速器、伺服系统、控制器等核心零部件上。减速器、伺服系统和运动控制器三者的成本合计超过70%。

中游AGV本体制造环节对于成本管控及上游核心零部件、软件等要求较高，国产AGV大部分核心零部件依赖海外进口。A股市场AGV本体企业包括中科微至、诺力股份、井松智能、机科股份、机器人

国内 AGV 厂商及产品

企业名称	产品类型	详情
中科微至	主营业务为智能仓储物流装备及其核心组件的研发、生产和制造，是国内智能物流分拣系统领域的综合解决方案提供商。	能够提供电动辊筒、工业级条码 / 二维码识别、体积测量、2D/3D 视觉引导定位、缺陷检测等智能制造场景应用所需的核心部件。
诺力股份		能够提供物料搬运设备、智能立体仓库、智能输送分拣系统、无人搬运机器人 AGV 及其系统、供应链综合系统软件、智能工厂规划及实施等整体解决方案。
井松智能	智能仓储物流设备与智能仓储物流系统提供商，已陆续推出堆垛机、穿梭车、空中悬挂小车、重型五轴桁架机器人、多种规格型号的 AGV 等产品。	推出了多款智能 AGV 产品，包括 300kg 单腿支撑微型搬运 AGV、2t 小精灵、6t 搬运式 AGV 等，实现了对不同场景和客户需求的高度适配。
机科股份	主要面向智能制造领域的产品与服务，是基于移动机器人（AGV/AMR）、有轨制导车辆（RGV）和电动车辆系统（EVS）等核心智能输送装备及其配套智能装备。	
机器人	主要从事机器人产业链相关业务，涵盖机器人核心零部件、机器人本体到机器人系统解决方案，AGV 为其机器人本体产品之一，包括装配型、搬运型移动机器人及工业清洁机器人等。	已实现高性能主控制器的量产及应用，可节约近 1/3 的控制器成本；自研生产的伺服电机可覆盖 6kg 级至 500kg 级机器人产品；减速器已扩展至 50kg 级及 80kg 级。2023 年，公司移动机器人销量 2046 台。

资料来源：公开信息，第一财经

等。

3.5 高端数控机床：以精度和稳定性提升为基，向智能机床转型

作为制造机器的机器，机床在制造业中扮演着重要角色。机床能够对金属、其他材料的坯料或工件进行加工，使之获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量，又被称为“工业母机”。

数控机床是用数字化信息对机床的运动及其加工过程进行控制的机床，是高效率、高精

度、高柔性和高自动化的现代机电一体化设备。

整体来看，一方面，我国机床的数控率仍有较大提升空间；另一方面，目前我国低端数控机床基本达到自给自足，中端数控机床基本实现国产替代，但高端数控机床国产化率仍处于较低水平。以科德数控、华中数控、中科微精、海天精工、纽威数控、宇环数控等为首的企业正不断向高端机床市场探索。

3.5.1 国内机床数控化率有待提升

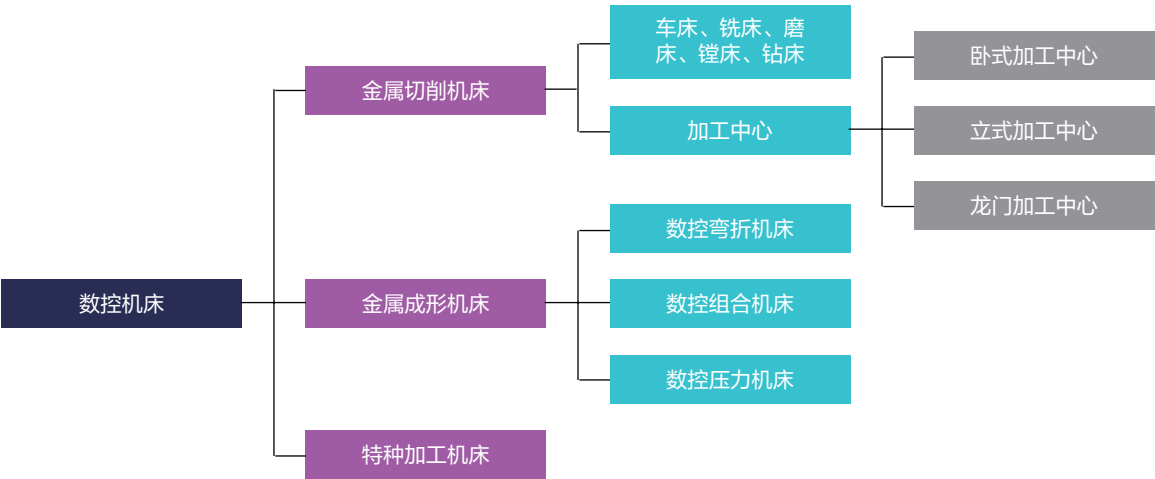
中国是全球最大的机床制造

国和机床消费国。根据德国机床制造商协会数据，2022 年我国机床产值约 1818 亿元，世界占比 32.0%；机床消费额约 1839.2 亿元，世界占比 32.2%；机床产值、销售额均为世界第一。

机床主要包括金属切削机床、金属成型机床和特种加工机床。

以金属切削机床为例（国家统计局只统计金属切削机床），根据 MIR 睿工业数据，近年来，我国金属切削机床年市场规模为 800 亿~1100 亿元，2023 年约为 808 亿元。2023 年，中国金切机床出口

数控机床分类



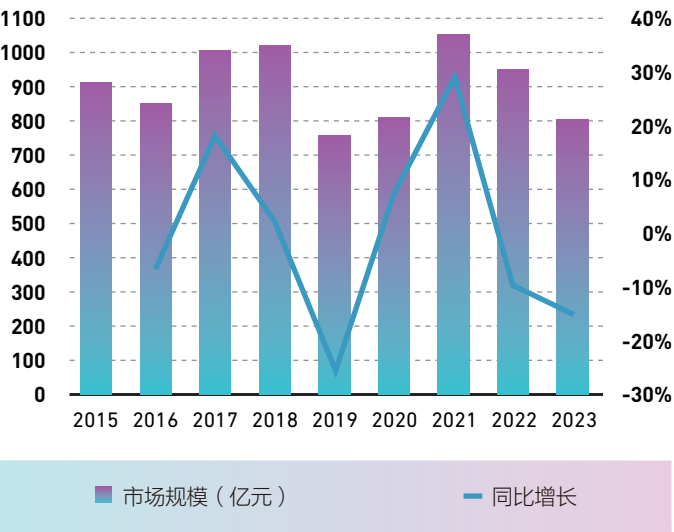
资料来源：头豹产业研究院，第一财经

额 达 到 119.5 亿 元，2019 年~2023 年年均复合增长率达 30%，预计 2024 年出口额将达到 150 亿元，2025 年还将继续增长。

金属切削机床周期性变动特征极为显著，通常表现为每 10 年一个大周期，3-4 年一个小周期，2023、2024 年处于大周期换机潮的末尾，波动周期的起点。从机床的使用年限来看，MIR 睿工业预计未来十年（2024-2034 年）国内市场将进入一个新的上行周期，2024-2028 年复合增长率预计将在 2% 左右。

自 2020 年以来，我国机床的国产化率显著提升，其中 2020 年增长速度最快，较 2019 年提升了 4 个百分点。根

2015-2023年中国数控金切机床市场规模



资料来源：MIR DATABANK，第一财经

据MIR睿工业数据，截至2023年，中国机床的国产化率已提升至55%。

不过我国的机床数控率仍有较大提升空间。据中国机床工具工业协会数据，2023年金属切削机床数控化率为45.5%。日本机床数控化率维持在80%以上，美国和德国机床数控化率均超过70%。

国务院在2024年初印发的《推动大规模设备更新和消费品以旧换新的行动方案》提出，要深入推进机床等传统设备再制造，到2027年，规模以上工业企业数字化研发设计工具普及率、关键工序数控化率分别超过90%、75%。

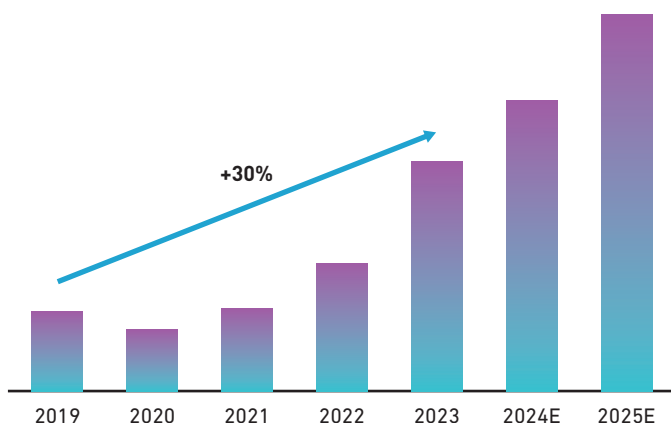
3.5.2 国内高档数控机床爬坡迈坎

数控机床分为低档、中档和高档数控机床，“国内低档数控机床的产能比较过剩，行业竞争压力较大，大家都在拼成本和效率；加工质量和精度较高的高档数控机床，国内与海外的整体差距在不断缩小，超快激光微加工等部分细分领域甚至已经实现赶超。”聚焦超快激光加工数控机床的中科微精创新研究院院长王自告诉第一财经，“尤其是在复杂曲面上加工的数控机床产品。”

据中商产业研究院数据，我国高档数控机床2023年国产化率约为6%。

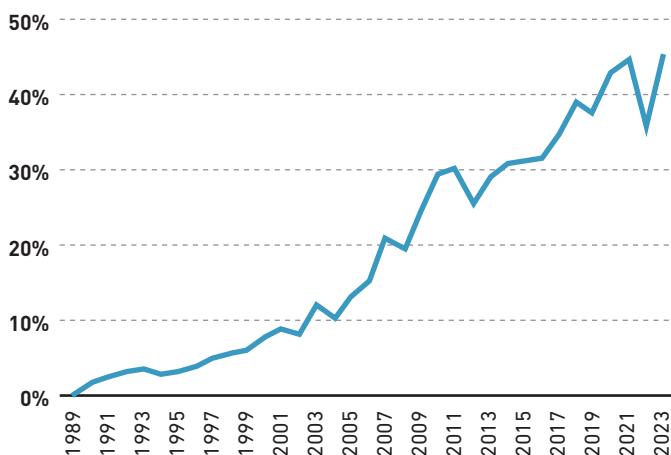
我国数控机床市场大致可以分为三个梯队：一是以DMG、山崎马扎克、牧野等为代表的国际性机床企业，占据了高档

2019-2025E中国数控金切机床出口金额
(亿元)



资料来源：MIR DATABANK，第一财经

1989-2023年中国金属切削机床数控化率



资料来源：Wind，光大证券研究所，第一财经

数控机床的划分标准

档次	划分标准	划分依据
高档数控机床	4 轴以上的加工中心、采用动力刀架的数控车床、车铣复合数控机床、精度达到精密级的其他机床	4 轴以上加工中心可对工件侧面进行加工，减少了多次装夹误差，提高了加工精度，且具有较高技术难度。适用了动力刀架的数控车床具备铣削功能，且具有较高技术难度。精密级依据《金属切削机床精度分级》及配套国家标准确定。且该等数控机床均具有通信和联网功能，具有三维图形显示功能。
中档数控机床	精度未达精密级的 3 轴加工中心、采用非动力刀架的数控车床	中档数控机床全部采用较高精度、可靠性的数控系统，精度指标高于国家对相关产品的标准要求，自动化程度高，加工效率较高，对人工操作依赖低。
低档数控机床	采用精度、可靠性较低数控系统，部分依赖人工操作、加工精度较低	只能进行简单车、铣加工。部分依赖工人操作，自动化、智能化程度低，加工精度较难保证。

资料来源：QYResearch，第一财经

数控机床产业链情况

上游：零部件及原材料供应			中游：数控机床制造	下游：数控机床应用市场
机床主体零部件			金属切削机床	国防军工
铸件	板焊件		数控车床、数控冲床、数控铣床、 数控镗床、数控钻床	
主轴单元、轴承、滚珠丝杠副等精密件				
功能部件				
回转工作台	刀库	机械手	特种加工机床	汽车产业
齿轮箱	蜗杆副			
电火花切割机床、激光加工机床、 高压水切割机床、火焰切割机床				
电气元件			成型机床	机械行业
接触器	继电器	电阻器		
数控系统				
驱动装置	控制及检测装置		数控压力机、数控剪板机、数控 折弯机、数控弯管机	其他工业制造

资料来源：前瞻产业研究院，国开证券研究与发展部，第一财经

市场大部分份额；二是以济南二机床、上海机床、秦川机床、海天精工、纽威数控、科德数控、宇环数控等为代表的大型国有企业及部分具有核心竞争力的民营企业，主要占据中端市场；三是由众多中小企业组成的低端市场。

据悉，目前五轴联动技术代表机床领域的最高技术水平，是进行复杂曲面加工的理想机器。

五轴联动数控机床相比于传统的三轴、四轴数控机床，最显著的特点就是多轴联动，能够实现五个轴同时联动，包括X、Y、Z轴以及两个旋转轴。这种多轴联动的结构使五轴数控机床能够在更多的方向上进行加工，实现更复杂的加工任务，是解决航天、航空发动机

叶轮、叶盘、叶片、船用螺旋桨等关键工业产品切削加工的唯一手段。

中国五轴机床主要集中在航空航天、军事、模具、汽车、船舶等行业，目前国内需求持续增长，MIR睿工业预计，2024年中国五轴加工中心市场规模将超过百亿元，2028年之后或将迈向200亿元，进入新一轮增长阶段，未来五年内市场规模将持续增长。

随着北京精雕、科德数控、上海拓璞、埃弗米等企业技术能力的不断提升，国产厂商逐步打开五轴市场。其中，科德数控五轴联动数控机床早期进入航空航天领域，近几年拓展民用领域，其投资者交流纪要显示，国内新增订单中，民用领域收入占比约30%-40%，

数量占比超过70%。

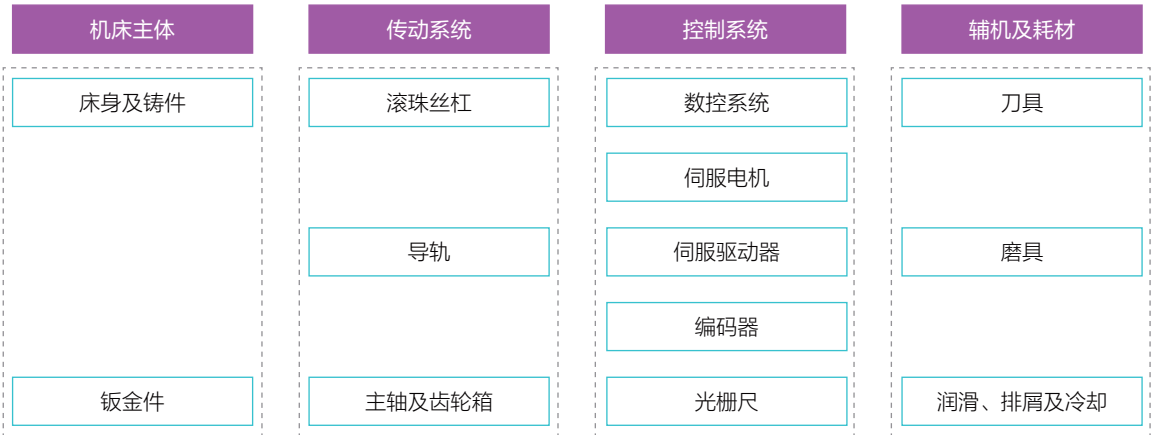
3.5.3 提升精度和稳定性，向智能机床迈进

实现高档数控机床的更多突破，提升精度是关键，而上游核心零部件的精度及可靠性对机床性能影响较大。数控机床核心零部件主要包括数控系统、编码器、光栅尺、滚珠丝杠、主轴、导轨、转台等。

在软件方面，开源证券认为，国产主要瓶颈在于数控系统误差补偿能力，以及伺服系统加减速控制精度等不能满足高档数控机床要求。

据主营数控系统的华中数控相关人士介绍，作为数控机床的“大脑”，数控系统约占据数控机床总成本的20%左右。

数控机床构成



资料来源：头豹产业研究院，开源证券研究所，第一财经

数控机床核心零部件产品国产渗透率

机床零部件	低档	中档	高档
机床主体	85%	过半	较低
数控系统	整体35%左右高端渗透率较低		
主轴（电主轴）	82%	65%	6%
丝杠、导轨	基本实现100%	50%左右	10%左右

资料来源：MIR睿工业，《A智能装备有限公司差异化战略研究》(姜乃群，2022年)，《机床功能部件的自主研发与创新发展》(周吉贞，2022年)，开源证券研究所，第一财经

华中8型数控系统是具备五轴联动技术的国产高档数控系统，在多通道、多种联动等关键技术指标上能够与国外高档数控系统同台竞技。

据悉，2017 年左右，第三方机构对华中数控华中8型高性能数控系统进行测试，全面对标德国、日本等国家的高性能数控系统产品功能，标准型数控系统产品600 余项功能对标匹配度达到100%，高档型数控系统产品1900 余项功能对标匹配度超过98%。

硬件方面，开源证券表示，国产主要瓶颈为丝杠/导轨、轴承、刀具等零部件及机身材料的热变形、刚性、应力、精度等问题。国内奥普光电、昊志机电等厂商正在发力追赶。工信部发布的《< 中国制造2025> 重点领域技术路线图》明确了高档数控机床的发展目

标，2025 年，我国高档数控机床与基础制造装备，主轴、丝杠、线轨等中高档功能部件国内市场占有率将达到80%。

“事实上，越往高档走，数控机床的通用化程度越低。高档数控机床往往是针对某一个细分领域定制化开发的产品，所需要的不仅仅是数控机床本身，更是一些行业的加工解决方案。从这点来看，数控系统等零部件，以及我们激光加工领域涉及的光源激光器，甚至上游的CAD 软件等，都是未来高档数控机床的重点技术发力点和持续的研发对象。”王自表示。

另一方面，我国高档数控机床的发展也需要提高稳定性。

“我认为国内外机床精度本身相差不大，更主要的是我们精度的保持性，机床的稳定性。在稳定性方面，其实我们

和国外还有很大差距。”王自告诉第一财经，机床稳定性是一个复杂的工程化问题，涉及到原材料、设计、装配、维护、保养等整条链的工程化技术。

为提升稳定性，王自介绍，技术层面上，中科微精布局了机床补偿技术、环境稳定控制技术等适应性技术；管理层面上，中科微精在机床的维护保养方面形成了标准化规范，以保证机床在使用过程中的长期稳定性。

华中数控相关人士表示，产品的成熟度、稳定度与应用端的测试验证息息相关。“国产数控系统在各种应用场景下的测试验证还不够充分。软件类产品本身需要不断地进行用户反馈、迭代更新，以实现产品成熟度和稳定度的螺旋式上升。我们也正在不断优化这一

海内外厂商零部件技术水平对比

机床核心零部件	海外厂商	国产厂商	海内外对比
数控系统	FANUC，西门子，三菱，海德汉等	华中数控，广州数控，科德数控，秦川机床等	国产数控系统在高精度，高速等性能方面与国际先进水平尚存在较大差距
编码器、光栅尺	多摩川、海德汉	奥普光电等	一流厂商接近国际先进水平
滚珠丝杠、导轨	日本 THK，德国 Rexroth，台湾上银等	秦川机床，启尖丝杠，江门凯特等	国产厂商较多，但具备量产能力的厂商较少，产品精度、可靠性有待提升
主轴	德国 Kessler，瑞士 FISCHER，瑞士 MCT，瑞士 IBAG，英国西风，英国 ABL	昊志机电，国机精工，科隆电机，阳光精机等	量产厂商稀缺，技术仍需迭代
转台		秦川机床、科德数控、昊志机电等	多为自用
刀具	瑞典山特维克，美国肯纳，日本京瓷等	华锐精密，欧科亿，秦川机床，株洲钻石等	材料较落后，稳定性不高，平均寿命只有国际先进水平的 1/3-1/2

资料来源：开源证券研究所，第一财经

块。未来，数控机床将逐渐向智能机床转型，数控机床的智能化水平将不断提升，以降低数控机床的使用门槛。”

王自也有类似的观点。“目前很多数控机床、数控系统，都需要经验丰富的大国工匠才能操作好、加工出更高精度的产品，对于工匠的能力有较高要求。未来通过引入AI，让工程师的经验变成设备自身的能力，并且具备像人一样的自学习能力，通过机床的生产结果再反馈到控制系统和决策层，设备的大脑又通过不断学习进行自我迭代，以持续提升设备生产能力。”

据华中数控相关人士介绍，华中数控的9 型数控系统是世界首台嵌入AI 芯片的智能化数控系统，集成了AI 芯片，融合AI 算法，汇聚大数据，融合大模型，集成强算力，形成了真正的智能化数控系统平台，具备基于大模型的数控系统AI 会诊、加工代码生成功能，实现全球数控系统市场的重大突破。

“AI 故障诊断是学习过去积累的知识判断机床发生故障的可能原因，能够找出问题点并给出解决方案。目前系统相当于一个拥有两年经验的工程师水平；加工代码生成可以

让编程更加便利，即告诉数控系统需要加工一个什么样的零部件，提出加工要求，系统会自动生成参考代码并下发给机床。随着知识不断地积累和学习，数控系统的经验也会愈加丰富，高效使用数控机床的门槛会越来越低。”华中数控相关人士称。

不过，正如上文所述，产品精度、成熟度、稳定性方面的提升，离不开应用端持续不断的验证过程，当前我国机床的数控化率仍有较大的上升空间，因此智能机床产品距离真正的成熟，仍需历经持续不断的优化升级与迭代革新。

04

未来工厂的关键工业软件

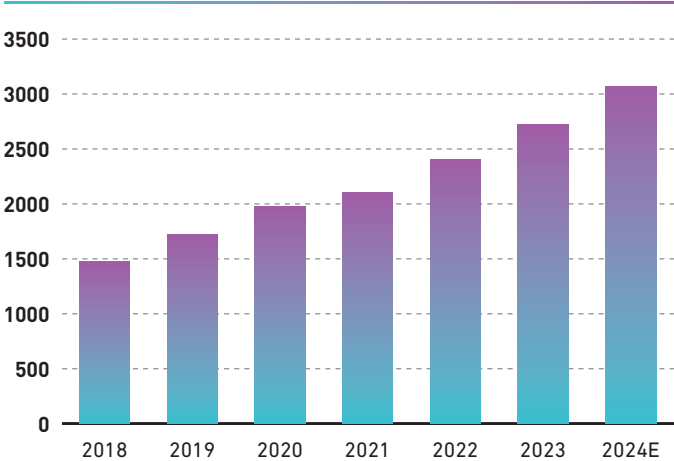
工业软件是工业制造的“大脑及神经”，覆盖工业领域研发设计、业务管理、产品制造、生产调度和过程控制全环节。根据中商产业研究院数据，中国工业软件的市场规模在2024年预计达到3073亿元。

据中商产业研究院，工业软件可分为研发设计软件、生产控制软件、业务管理软件和

嵌入式软件。研发设计软件主要包括CAD、CAE、CAM、EDA等，生产制造类软件包括EMS、PLC等，经营管理类软件包括ERP等。

整体来看，研发设计类软件技术门槛最高，国产化率最低，大多数产品依赖海外进口；生产控制类软件国内厂商市场占有率较高，但在高端市场不占优势。

2018-2024E中国工业软件市场规模（亿元）



资料来源：中商产业研究院，第一财经

值得注意的是，在具体工业应用过程中，部分产品为软硬件结合，如PLC、DCS等，更多的硬件产品智能化也需要搭载操作系统、上工业APP等，软硬件并非互斥关系。

嵌入式软件本质是嵌入在硬件中的开发工具软件和操作系统，在计算机技术、通信技术及网络技术不断发展背景下，其功能会逐渐变得强大。根据中商产业研究院数据，截至2023年12月，在中国工业软件市场结构中，嵌入式软件占比超过50%，达到57.4%，研发设计类软件占比最低，仅8.5%。

4.1 ERP：制造业是最大下游市场，国内应用较为成熟

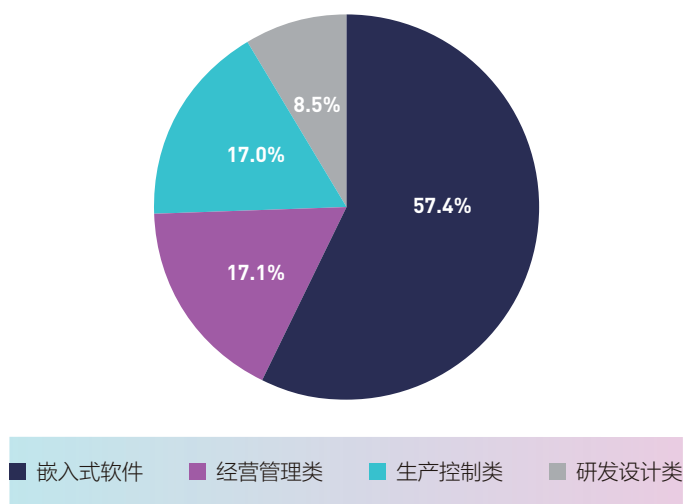
ERP，即企业资源计划，可帮助组织自动执行和管理核心业务流程，从而实现最优的性能。

ERP软件可协调公司各个业务流程之间的数据流，提供单一事实源并简化整个企业的运营。此类软件能够通过一个平台关联公司的财务、供应链、运营、商务、报告、制造和人力资源活动。

4.1.1 制造业是最大下游市场

根据QYResearch数据，2023年全球ERP软件市场规模大约为482.9亿美元，预计2029年将达到714.2亿美元，

中国工业软件市场结构



注：数据截至2023年12月
资料来源：中商产业研究院，第一财经

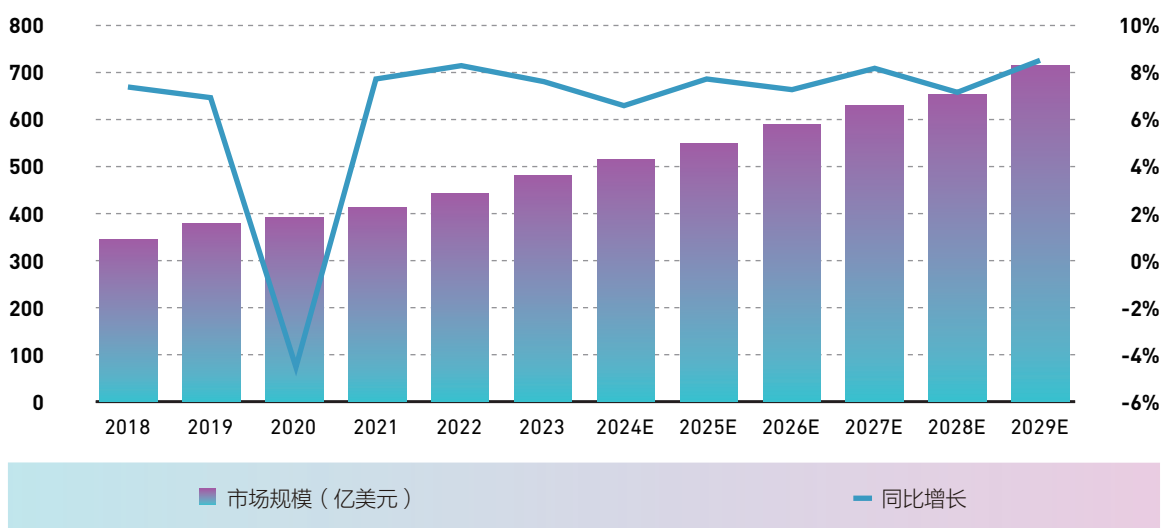
其间CAGR 为6.74%。

国内市场方面，根据艾瑞咨询数据，2022 年我国ERP 市场达620.6 亿元，2024 年预计达799.4 亿元。

ERP 发源于制造业，用于管理制造过程中的物料需求。通过ERP 系统，公司能够降低运营成本，优化库存、资源分配和采购等。因此从下游应用领域看，制造业是目前最大的下游市场，占据22% 份额。

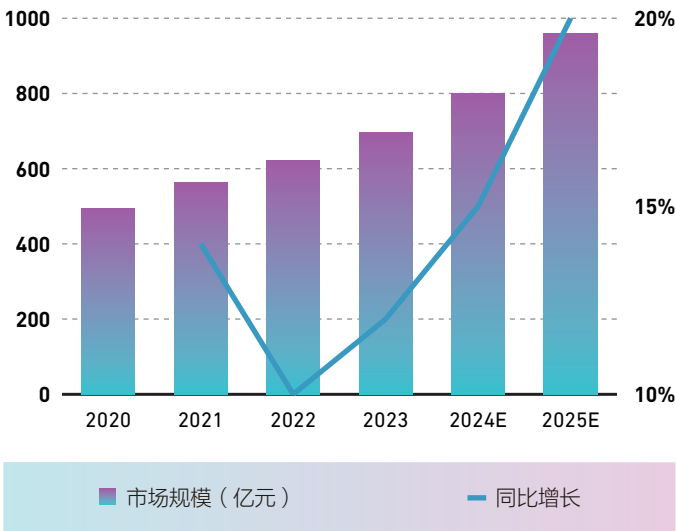
值得注意的是，ERP 传统部署方式具有投入成本高、上线周期长、业务不灵活、基础设施运维耗时耗力等问题，而基于云的ERP 解决方案，能够有效降低企业 IT 成本、提高系统的灵活性和可拓展性，有助于企业内部各个部门和团队共

2018–2029E全球ERP软件市场规模



资料来源：QYResearch，第一财经

2020-2025E中国ERP市场规模



资料来源：艾瑞咨询，第一财经

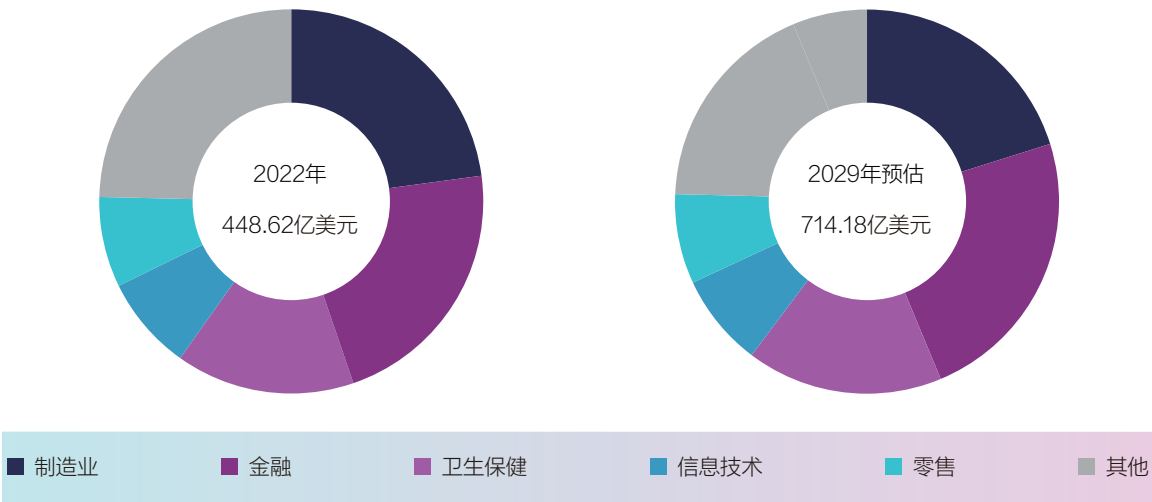
享数据、实现信息的即时更新和实时协同，从而提高工作效率。QYResearch 预计，到 2029 年，基于云的 ERP 解决方案将成为主流选择。

4.1.2 企业梳理

全球范围内，ERP 软件主要生产商包括 SAP、Oracle、Microsoft、Sage、Infor 等，其中前五大厂商占有大约 42% 的市场份额。

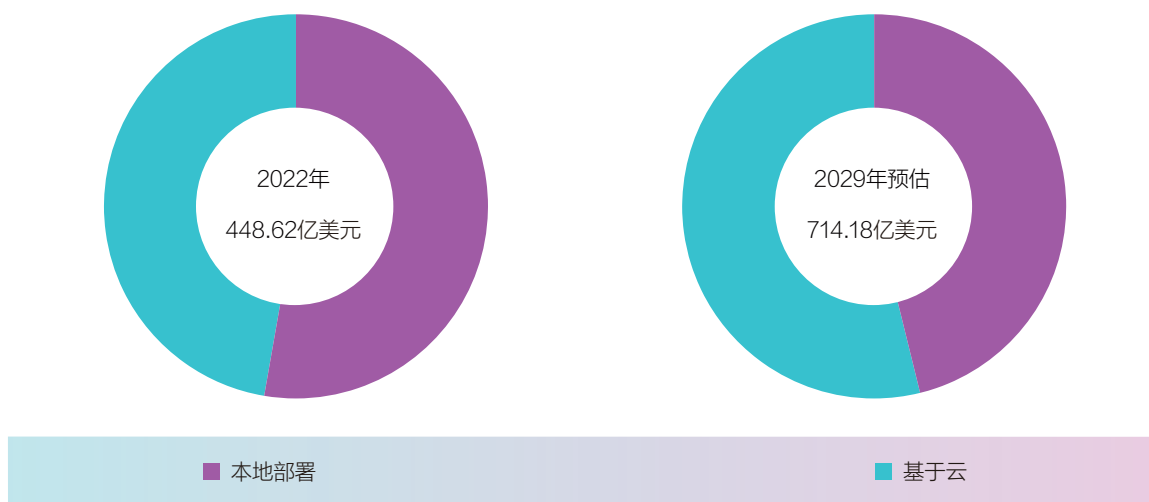
国内来看，ERP 是国内较为成熟的工业应用软件。根据《2021 年中国工业软件发展白皮书》，2021 年国产 ERP 软件市占率已接近 70%，用友网络、浪潮和金蝶占据前三位。不过，国内 ERP 高端市场仍然

全球ERP下游应用领域占比情况



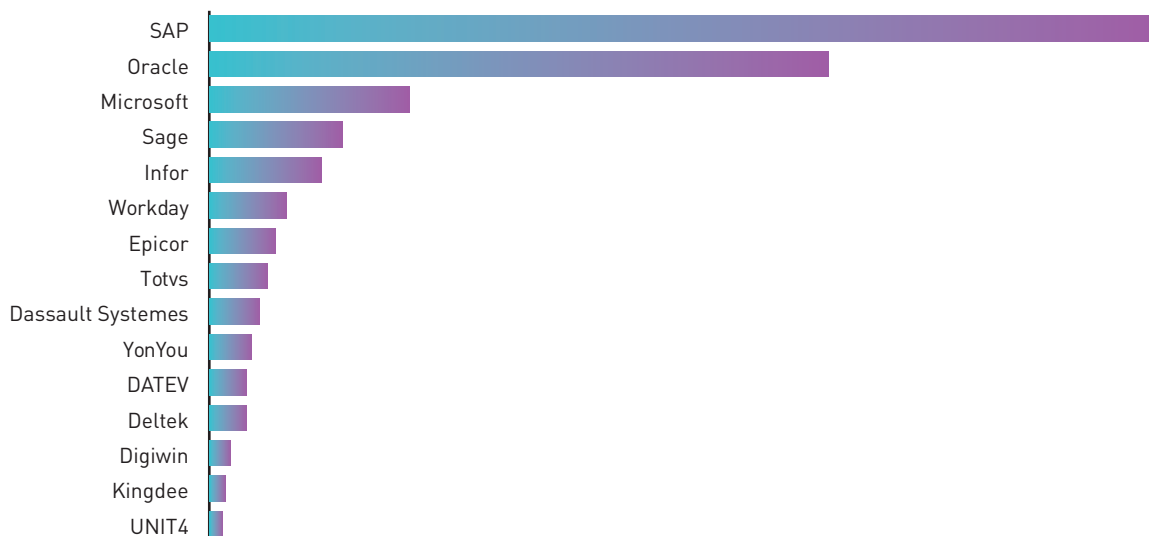
资料来源：QYResearch，第一财经

全球基于云的ERP解决方案占比情况



资料来源：QYResearch，第一财经

全球ERP主要企业市占率排名



资料来源：QYResearch，第一财经

国内 ERP 厂商及产品

企业名称	产品类型
赛意信息	具备国际大厂 ERP 实施解决能力，也发展了自研泛 ERP 产品。
用友网络	凭借本土化优势，在中国 ERP 市场的占有率位居第一；推进在云端进行 ERP 部署，产品由 ERP 向 BIP 转型。
浪潮数字	背靠浪潮集团，在 ERP 国产化中更易获得央国企的信赖和支持。
金蝶国际	国产 ERP 龙头，云转型进展领先。
汉得信息	早期以提供 ERP 咨询实施服务为主，自研产品业务已初具规模。
鼎捷数智	深度聚焦制造业 ERP，在中国台湾地区公开发行上市企业业务的覆盖家数达 77%；在中国大陆地区，根据亿欧智库，公司在制造业 ERP 软件市场销售份额位居本土厂商第一，为 14.8%。

资料来源：公开信息，第一财经

算法执行、监控与报警等，能够实时监测生产过程中的各种参数和设备状态，并根据预设的控制策略进行自动调节，以确保生产过程的稳定性和高效性，广泛应用于工业制造领域的连续生产过程，如化工厂、电厂、制药厂、炼油厂等。

4.2.1 DCS 市场规模持续增长

作为大型流程工业的基础，DCS 市场规模持续增长。根据Gminsights 数据，2022 年全球DCS 市场规模达到约 172.0 亿美元，2032 年预计达到303.0 亿美元，年均复合增速5.8%。

国内市场方面，根据MIR 睿工工业统计，2023 年中国

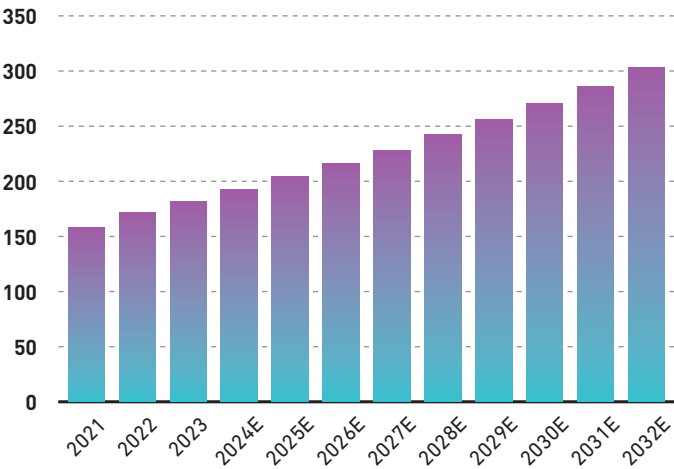
被SAP、Oracle 等外资厂商占据大部分市场份额。

4.2 DCS：市场规模持续增长，中控技术市占率领先

DCS，集散控制系统，又名分布式控制系统，是一种以控制器和现场设备为基础，将相关工艺信号汇集到系统中，由操作站进行监视或其他控制操作，以分散控制、集中操作、分级管理为主要特征的工业自动化控制系统。

DCS 系统的主要功能包括数据采集、信号处理、控制

2021-2032E全球DCS市场规模（亿美元）



资料来源：Gminsights，中信证券，第一财经

DCS 市场规模达到121.8 亿元，同比增长3.0%，预计2024 年至2030 年仍会保持稳定增长，年增长率将维持在5%至10%。

DCS 下游市场高度集中，根据MIR 睿工业数据，2022 年中国DCS 市场行业占比前三分别为化工、电力、石化，共计接近80%。

4.2.2 中控技术国内市占率第一

近年来我国DCS 市场国

产化进程不断推进，根据智研咨询数据，我国DCS 领域国产化率从2016 年的46% 提升到2022 年的59%。但国内品牌主要聚焦中小型项目市场，大型项目市场仍由海外品牌主导。目前，深耕国内DCS 市场的海外品牌主要为霍尼韦尔、艾默生、西门子、施耐德、横河电机等国际自动化巨头，中控技术为国内领先企业。

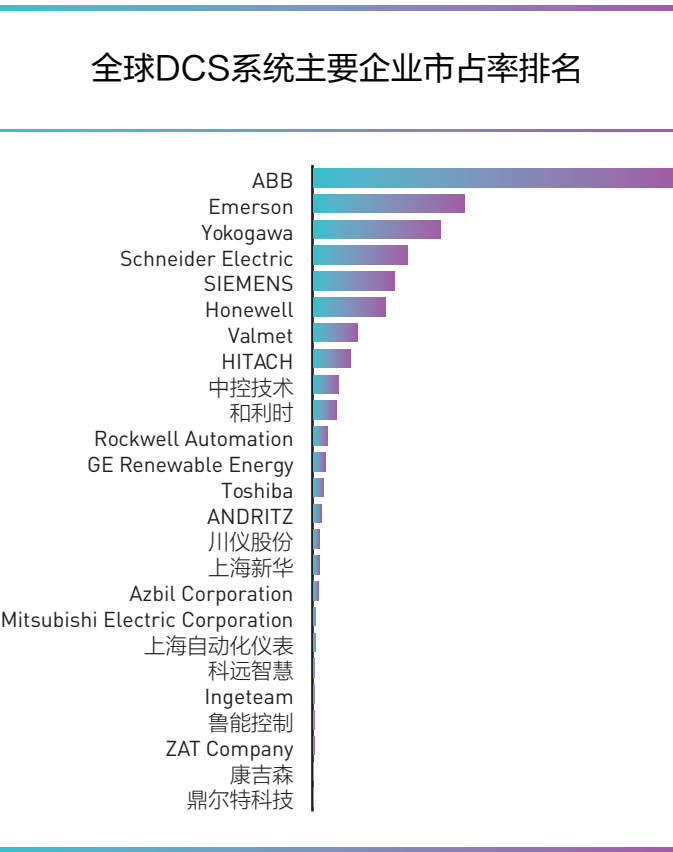
根据MIR 睿工业统计，DCS 是中控技术的核心产品，2023 年国内市场占有率达到37.8%，连续13 年蝉联国内

DCS 市场第一。其中，在化工领域，2023 年中控技术DCS 的市占率达56.3%，较2022 年提升1.5 个百分点；在石化领域，2023 年其市占率达49.3%，较2022 年提升4.5 个百分点。

2024 年，中控技术发布了UCS（云化DCS），这是传统DCS 的重大变革。UCS 基于云实时操作系统NyxOS，提供了高实时、高可靠性和高安全性的控制任务运行环境。其全光工业网络设计，使智能现场数据以10Gbps 速度直达控制数据中心，极大节省了电缆和空间，不仅提升了系统的灵活性和可扩展性，还显著降低了成本，缩短了建设周期。

此外，和利时、川仪股份、上海新华、科远智慧等企业也处于国内DCS 市场前列。其中科远智慧拳头产品NT6000 的最快控制周期为5ms，操作响应周期小于700ms，大幅优于目前2.5s 的行业标准。NT6000 在产业认证上已取得“通用工业控制器”“基于人工智能的火电厂自动控制系统”等多项专利成果，经专家评定，该系统在可靠性和易用性方面达到国内外先进水平。目前，NT6000 已经广泛应用于国内外数千个电厂中，实现从几十兆瓦到百万级兆瓦机组的全覆盖。

对于未来市场格局，中信证券分析认为，一方面，DCS 行业偏咨询的模式使得客户对于服务的重视度较高，国产厂商在服务维度相比海外厂商有显著优势，有望持续实现国产化



资料来源：QYResearch，第一财经

DCS 主要下游及国内外竞争厂商

下游行业	国内企业	国外企业
化工	中控技术、和利时	横河电机、霍尼韦尔
石化	中控技术	艾默生、霍尼韦尔、横河电机
电力	和利时、科远智慧等	艾默生、ABB、西门子

资料来源：公司官网，兴业证券经济与金融研究院，第一财经

率提升；另一方面，各DCS公司在自身深耕的领域均有较强的案例壁垒、商业壁垒，客户对于安全、可靠性的高要求使得企业长时间口碑积累更为重要，项目制的商业模式使得企业实施团队对各行业生产流程的理解成为竞争的另一核心要素，在这方面，各行业领军企业有望呈现强者恒强的趋势。

4.3 MES：“新势力”凭借云计算超越老牌厂商

MES，即制造执行系统，是一套从生产计划下达到生产调度、组织、执行、控制，直至生产出合格产品全过程的信息化管理系统。

制造业企业普遍存在订单频繁变更、生产材料与过程质量无法溯源等问题，制造过程类似于“黑箱”，MES可以为企

业提供包括制造数据管理、计划排程管理、生产调度管理、库存管理、质量管理、生产过程控制、底层数据集成分析、上层数据集成分解等管理模块，为企业打造一个扎实、可靠、全面、可行的制造协同管理平台，还能够与ERP连接，便于车间管理，是打开生产过程“黑箱”，打造智能工厂的关键。

根据云栖智造对MES智能工厂与传统制造工厂的效率对比，MES智能工厂可缩短53%的交货周期，提高75%的生产效率，减少73%的物料滞留，提高16%的设备利用率，提高10%的良品率，并减少75%的生产管理人员，实现降本增效。

IDC调研数据显示，未来三年（2025-2028）内，30.9%的中国制造企业将在工厂数字化改造中优先考虑MES/MOM系统的替换，是所有改

造项目中的首选。

4.3.1 国内MES市场竞争激烈

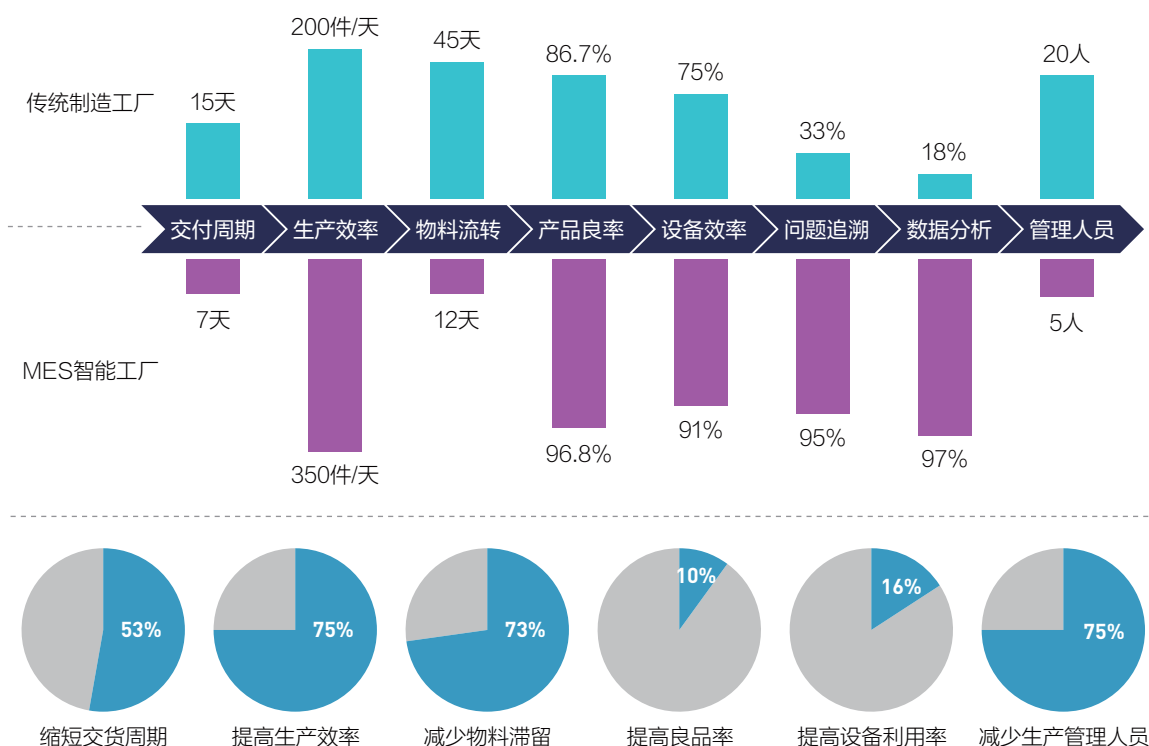
IDC数据显示，2023年中国MES解决方案总市场份额（含软件和服务，不含硬件）达到142.8亿元，年增长率为13.9%。其中，MES软件总市场份额达到54.1亿元，年增长率为17.2%。

“MES是国内工业软件领域中规模最大且竞争最为激烈的市场之一。当前市场增速有所放缓，增长的主要驱动力仍来自本土厂商。”IDC中国制造行业高级研究经理杜雁泽表示，IDC在调研中发现，主流厂商在行业覆盖上普遍采取了“做减法”的策略，逐步聚焦于为重点行业客户提供更专业、高效的解决方案。与此同时，厂商正在加大对生成式人工智能（GenAI）的研发投入。长远来看，人工智能将成为市场的重要增长点和关键变量。

4.3.2 云MES市场规模稳增

WinMES是一种应用云计算技术的制造执行系统，可解决制造业面临的信息获取困难、统一管理平台缺失、上线周期长、易出错等问题。WinMES主要用于监控、控制和管理制造业生产过程中的各种活动，包括生产调度、质量管理、设备维护和库存管理等。相较于传统MES，WinMES以SaaS模式部署，

MES智能工厂与传统制造工厂的效率对比 (以年产值3000万的200人离散工厂为例)



资料来源：云栖智造官网，天风证券研究所，第一财经

降低了初始投资，并强调柔性化、定制化的生产趋势以及智能制造的发展。

根据头豹研究院的调研数据，中国机械制造领域的云MES解决方案市场规模从2021年的6.1亿元增长到2023年的9.8亿元，CAGR为26.7%。国内厂商在定制化能力和售前售后支持方面表现出色，国外厂商则在技术成熟度、稳定性和先进性方面具备优势。机械制造领域云MES

解决方案市场的国产化率达到80%。

IDC数据显示，2023年，中国公有云SaaS MES软件市场规模达8.73亿元，占MES软件整体市场的16.1%，年增长率为13.7%。

4.3.3 MES“新势力”凭借云计算超越老牌厂商

从中国制造业MES软件市场（不含服务和硬件）竞争格

局来看，根据IDC，西门子、黑湖科技、新核云排名前三。其中，西门子虽然仍保持领先，但市场份额占比从9.4%下降到2023年的7.5%；黑湖科技、新核云作为MES市场“新势力”，凭借SaaS天然的高产品低服务，以及自身业务快速增长分别位居二、三位；汉得信息、赛意信息、鼎捷数智和浪潮通软作为老牌工业软件和泛ERP服务商，持续加大对生产制造领域数字化业务的投

入，位居第四至七位。

宝信软件、柏楚电子、中控技术、能科科技等在MES领域有所布局。据悉，宝信软件和中控技术在低端市场占有优势，但在高端市场与海外厂商存在差距。

4.4 PLM：国内厂商积极拥抱上云

PLM，即产品生命周期管理，根据CIMdata的定义，PLM是一种应用于在单一地点的企业内部、分散在多个地点的企业内部，以及在产品研发领域具有协作关系的企业之间的，支持产品全生命周期的信息的创建、管理、分发和应用的一系列应用解决方案，它能够集成与产品相关的人力资源、流程、应用系统和信息。

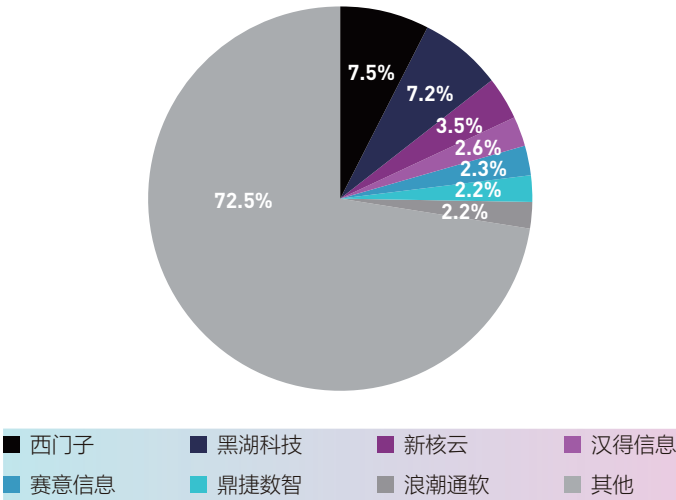
PLM既涵盖仿真与分析、设计CAD、多学科CAD、EDA、AEC等工具软件，也包含协同产品定义管理的cPDM系统，以及用于工艺规划、工厂车间布局等的数字化制造，它们共同构成了企业研发数字化转型不可或缺的关键要素。

4.4.1 国内PLM市场增速高于全球平均水平

据CIMdata，2023年全球PLM市场增长8.6%，达到了724亿美元。

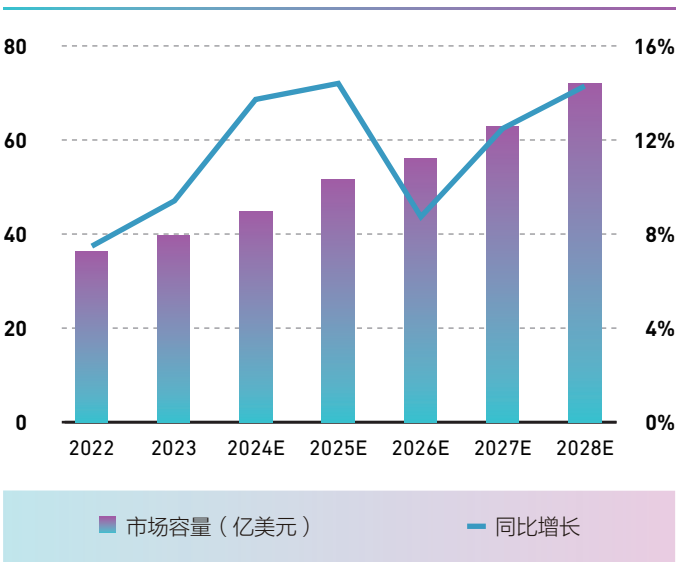
在中国，PLM已经广泛应用于大中型离散制造业，尤其是航空航天和国防、汽车、工业装备及电子高科技等行业企

2023年中国制造业MES软件Top7厂商市场份额



注：软件收入仅含MES应用软件license和订阅服务收入，不包含咨询和实施服务的收入
资料来源：IDC中国，第一财经

2022-2028E中国PLM市场容量



资料来源：CIMdata，第一财经

业，正步入规模化应用和深化应用阶段。CIMdata 估计中国市场2023年PLM市场容量扩大至39.55亿美元，较2022年增长9.5%。

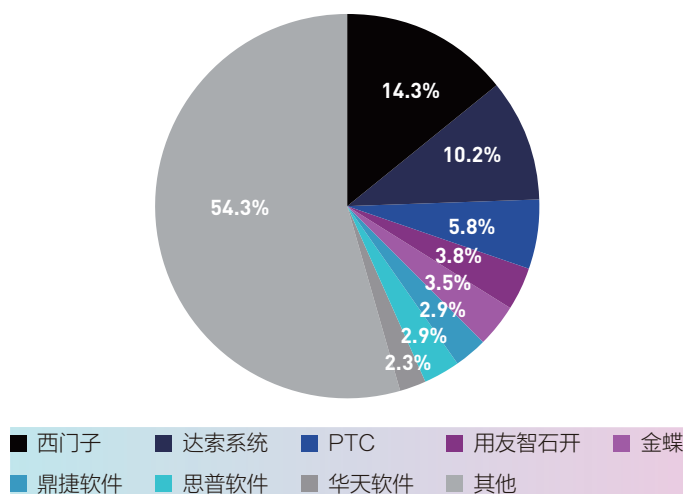
4.4.2 外企占据国内三成份额

从竞争格局来看，根据IDC数据，2023年，西门子、达索系统和PTC在较高的市场基数之上，增速显著放缓甚至负增长，但仍然稳居市场前三名。其中，西门子市场份额从2022年的18.1%下降至14.3%，达索系统从12.6%下降至10.2%，PTC从6.4%下降至5.8%。用友智石开、金蝶、鼎捷软件、思普软件、华天软件分列第四到第八。其他典型服务商，如湃睿科技、数码大方、美云智数、天喻、开目、易立德、杰为软件、Centric赛趋科、国睿信维、维拓科技、敏桥、华喜、三品、天河软件等都在各自领域有不错的表现。

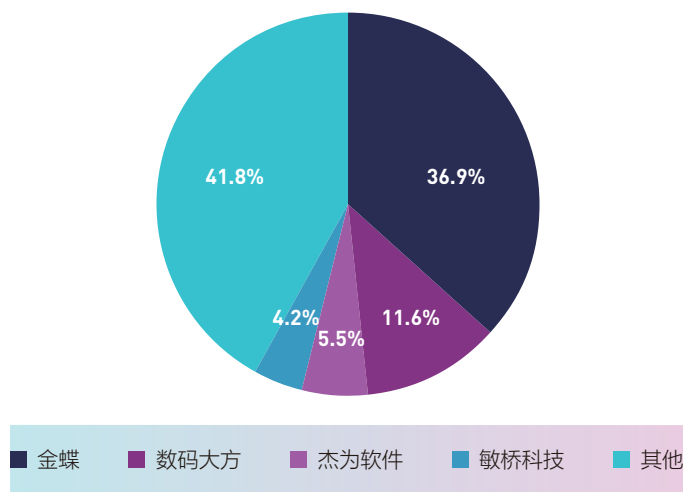
4.4.3 积极拥抱上云是大势所趋

在工业软件领域，传统商业模式以买断制为主，客户一次性支付一大笔费用同时花费较多成本进行本地化部署，而软件厂商仅从这一单次交易中获利。这种模式既不利于厂商长期、可持续发展，也无法满足客户对长期、高品质服务的需求，还让大部分企业被一次性投入的高成本拦在门外。

2023年中国PLM软件市场主要厂商市场份额



2023年中国 SaaS PLM 软件子市场主要厂商市场份额

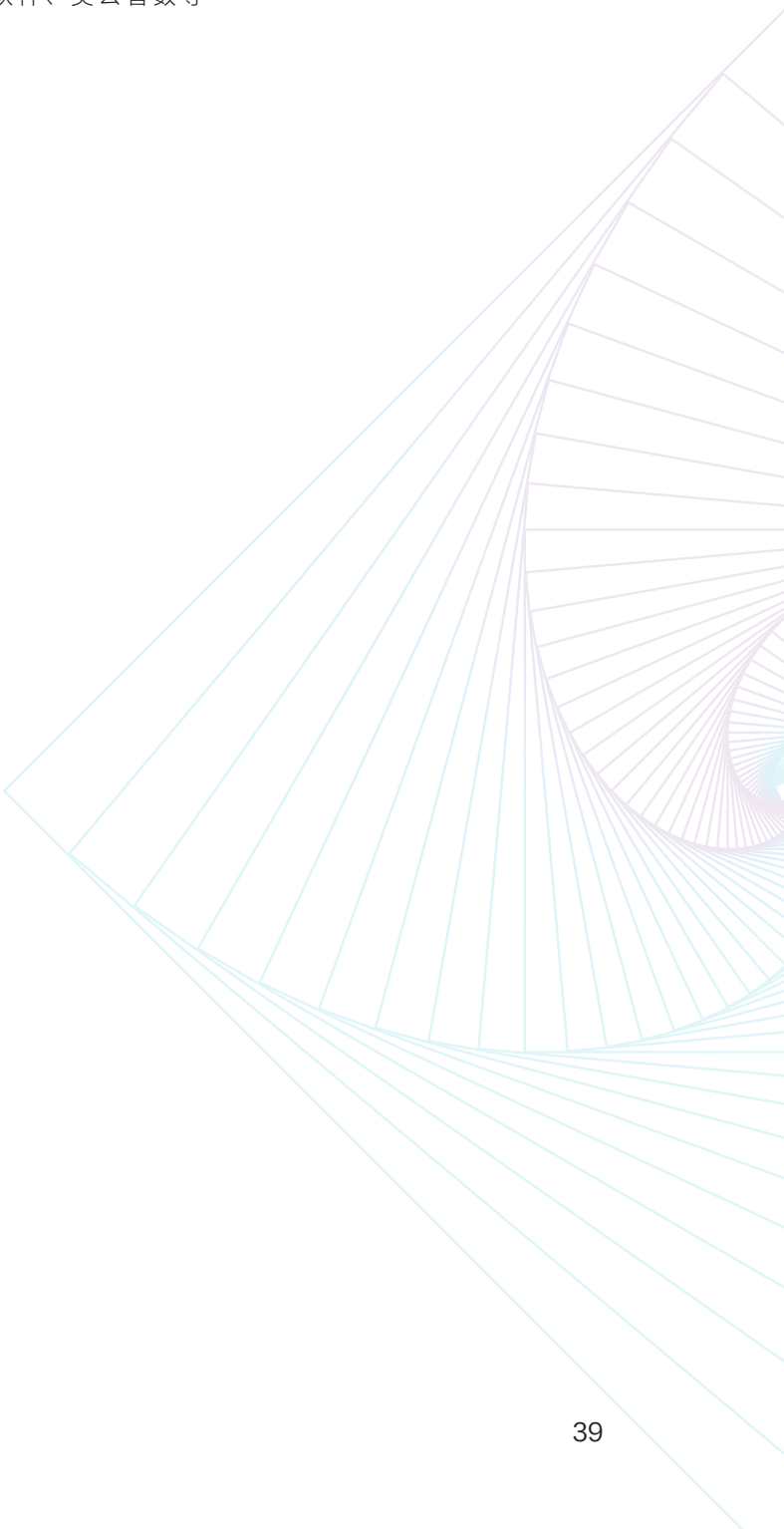


目前，PLM 厂商正在积极拥抱上云。2023 年，PTC 率先在中国落地云原生SaaS产品Arena PLM。国产软件中，已涌现出金蝶云·星空PLM云、智石开PLM Cloud、大海科技OnChain 云原生PLM、

杰为云原生PLM 等一批云应用产品；此外还有安世亚太仿真云平台Pera.SimCloud、数巧云仿真平台Simright、华天软件CrownCAD、浩辰CAD 365、中望Cloud 2D/3D 等云产品；开目软件、美云智数等

也在积极布局并推广云PLM 解决方案。

根据IDC 调研数据，国内市场SaaS PLM 市场中，金蝶、数码大方、杰为软件、敏桥科技市占率位居前列。



05

工业互联网平台：工业AI发展绝佳土壤，市场空间超万亿

作为新基建的核心部分，工业互联网可以在加速推动传统产业升级改造的同时推动新兴产业培育，已成为实现新型工业化的关键要素。据工信部数据，工业互联网融入49个国民经济大类，覆盖全部工业大类，2023年核心产业规模约达1.35万亿元。

而作为工业互联网的“操作系统”，工业互联网平台被认为是打开工业大数据与工业AI的钥匙。

工业互联网平台的本质是通过工业互联网网络采集海量工业数据，并提供数据存储、管理、呈现、分析、建模及应用开发环境，汇聚制造业企业及第三方开发者，开发出覆盖产品全生命周期的工业软件应用。

工业互联网平台具备强大的集成能力和调度能力，能够将各种软件应用和服务汇集，形成统一、高效的工业互联网生态。通过工业互联网平台，企业能够实现生产过程的数字化和智能化，降本增效。

业内普遍认为，由于工业互

联网平台汇聚了算力、数据、算法及应用场景的AI全要素，有望成为工业AI融合应用的优良入口。“随着越来越多的企业开始数字化转型，对工业互联网平台的需求正在飞速增加。工业互联网平台的研发与搭建，以及其构建的生态系统也将成为重要的投资领域。”深耕智能制造领域的思谋科技联合创始人兼技术负责人刘枢对第一财经表示。

5.1 我国工业互联网平台行业快速发展

2017年以来，我国工业互联网平台陆续推出，2021年大量落地案例开始涌现。相关软件厂商如用友网络、金蝶国际、赛意信息等纷纷投入工业软件协同平台（中台）的研发布局当中，尝试实现企业经营各环节的数据联通。例如，用友网络推出的工业互联网平台YonBIP实现了ERP、SCM、MES等多种业务的工业软件的协同，覆盖财务、人

力、采购、营销、供应链、研发等多个领域，从企业整体运营的角度促进降本增效。

根据国家工业信息安全发展研究中心发布的《2022工业互联网平台发展指数报告》，截至2022年末，我国工业互联网平台监测系统连接的全国32家重点工业互联网平台工业设备连接总数为8049.60万台，工业模型数量合计为85.16万个，工业APP数量达到29.33万个，我国工业互联网平台行业整体保持快速发展趋势。

2023年，工信部“双跨”工业互联网平台共有50家。其中，中国移动、用友网络、工业富联、科大讯飞、宝信软件、金蝶等企业的工业互联网平台均在列。

市场规模方面，根据共研网统计数据，2022年我国工业互联网平台及解决方案市场规模约为601.3亿元，同比增长约38.9%，2020-2022年复合增速约为41.0%，保持快速增长态势。

行业渗透率方面，根据《工业互联网平台应用数据地图（2021）》统计数据，2021年我国工业互联网平台普及率约为17.50%，整体渗透率不高。根据工信部《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》，到2025年我国工业互联网平台普及率将达到45%。

市场空间方面，《中国统计年鉴（2023）》数据显示，2022年我国规模以上工业企业数量约为47.20万家，以每家单位工业互联网平台建设费用为500万元、市场渗透率45%

2023 年跨行业跨领域工业互联网平台名单

单位名称	平台名称	单位名称	平台名称
卡奥斯物联科技股份有限公司	卡奥斯 COSMOPlat 工业互联网平台	中电工业互联网有限公司	中电云网 BachOS 工业互联网平台
徐工汉云技术股份有限公司	汉云工业互联网平台	广域铭岛数字科技有限公司	Geega(际嘉) 业工业互联网平台
航天云网科技发展有限公司	航天云网 INDICS 工业互联网平台	天瑞集团信息科技有限公司	天信工业互联网平台
浪潮云洲工业互联网有限公司	浪潮云洲工业互联网平台	华润数科控股有限公司	润联 Resolink 工业互联网平台
树根互联股份有限公司	根云 RootCloud 工业互联网平台	京东科技控股股份有限公司	京东工业互联网平台
北京东方国信科技股份有限公司	东方国信 Cloudiip 工业互联网平台	橙色云互联网设计有限公司	橙色云工业产品协同研发平台
北京百度网讯科技有限公司	百度开物工业互联网平台	山东蓝海工业互联网有限公司	蓝海工业互联网平台
用友网络科技股份有限公司	用友精智工业互联网平台	富士康工业互联网股份有限公司	富士康 FiiCloud 工业互联网平台
重庆忽米网络科技有限公司	忽米 H-IIP 工业互联网平台	联通雄安产业互联网有限公司	中国联通格物 Unilink 工业互联网平台
湖北格创东智科技有限公司	东智工业应用智能平台	金蝶软件(中国) 有限公司	金蝶星域工业互联网平台
美云智数科技有限公司	美擎工业互联网平台	国网山东省电力公司	火石工业互联网平台
蓝卓数字科技有限公司	蓝卓 supOS 工业互联网平台	河钢数字技术股份有限公司	WeShyper 工业互联网平台
上海宝信软件股份有限公司	宝联登 xIn³Plat 工业互联网平台	中科云谷科技有限公司	中科云谷工业互联网平台
科大讯飞股份有限公司	羚羊工业互联网平台	山东胜软科技股份有限公司	云帆工业互联网平台
朗坤智慧科技股份有限公司	朗坤苏畅工业互联网平台	青岛檬豆网络科技有限公司	柠檬豆工业互联网平台
阿里云计算有限公司	阿里云 supET 工业互联网平台	鞍钢集团自动化有限公司	羽嘉工业互联网平台
江苏中天互联科技有限公司	爱尚 (ASUN) 工业互联网平台	江苏亨通数字智能科技有限公司	HioT 工业互联网平台
华为技术有限公司	华为 FusionPlant 工业互联网平台	航天新长征大道科技有限公司	长征云工业互联网平台
深圳市腾讯计算机系统有限公司	腾讯 WeMake 工业互联网平台	江西国泰集团股份有限公司	国泰工业互联网平台

2023 年跨行业跨领域工业互联网平台名单

单位名称	平台名称	单位名称	平台名称
大唐互联科技(武汉)有限公司	DTiip 工业互联网平台	四川长虹电器股份有限公司	CHiM 工业互联网平台
中冶赛迪信息技术(重庆)有限公司	CISDigital 水土云工业互联网平台	安徽海行云物联科技有限公司	海行云 HiGOPlat 工业互联网平台
广州赛意信息科技股份有限公司	赛意谷神工业互联网平台	特变电工股份有限公司	中疆数字云平台
中建材玻璃新材料研究院集团有限公司	凯盛 AGM 工业互联网平台	上海电气集团数字科技有限公司	星云智汇工业互联网平台
无锡雪浪数制科技有限公司	雪浪云工业互联网平台	广东亿迅科技有限公司	天翼云工业互联网平台
中国移动通信集团有限公司	中国移动 OnePower 工业互联网平台	东方电气集团科学技术研究院有限公司	东智同创 Co-Plat 工业互联网平台

资料来源：工信部，第一财经

测算，对应2025 年市场空间超万亿元。

5.2 四类参与者各具优势

工业互联网平台可谓AI 发展的绝佳土壤。

由于工业互联网平台连接了数以千万计的设备和传感器，能够对异构系统、运营环境、人员信息、生产资料等要素泛在感知、高效采集和云端汇总，集成海量工业数据，为AI 模型训练提供优质数据集。同时，面向特定应用场景的算法可形成应用模块，搭载在工业互联网平台上，算力则由用户端选择私有部署、云端部署或

混合部署。

目前，工业互联网平台市场参与者主要包括传统制造业厂商、工业软件厂商、ICT 企业及互联网企业四大类。

传统制造业厂商从满足自身数字化转型需求出发，在所处行业积累了大量制造业实践经验与行业knowhow，对工业互联网平台应用场景有更深入的理解，在所处行业市占率较高。但制造业出身的厂商缺乏互联网和云计算经验以及丰富的客户基础，难以实现基于平台的市场扩张。

譬如，脱胎于三一重工的树根互联也在上述工信部“双跨”工业互联网平台名单上，三一重工是后者的主要客户，也是其第五大股东。据悉，树

根互联已赋能三一重工北京桩机工厂、三一重工长沙18 号工厂多座“灯塔工厂”。根据树根互联此前递交的上市材料，2019-2021 年，树根互联营收分别为1.52 亿、2.79 亿、5.17 亿元，三年复合增长率达到84.71%。但由于大幅亏损问题，树根互联最终在2023 年撤回IPO 申请。

工业软件厂商与传统制造业厂商类似，有成熟的工业软件及行业经验，也有一定的客户基础。业内如宝信软件、用友网络、中控技术、鼎捷软件等均属此列。此类厂商具备工业软件产品，在积累客户资源时积累了行业经验，产品线相对完整。

“我们既有工业互联网平

台，也有工业互联平台上各种工业软件的应用，我们支持私有云部署、混合云部署，也支持中小企业的公有云部署。”某工业软件起家的工业互联网平台厂商内部人士告诉第一财经，“比如说我们在某市的安全环保共赢平台，把该市几千家中小化工企业的安全环保纳入到该市统一管理（平台），

就是用的我们的工业互联平台和我们的安全环保软件。”

ICT企业和互联网企业的优势则在于平台大、互联网资源丰富、具备云计算优势，但对复杂的工业场景缺乏实践经验，如华为、三大运营商、腾讯、阿里等。

目前，不同类型的平台厂商在竞争中寻求合作。如华为

FusionPlant工业互联网平台聚集了超34万开发者，主要生态合作伙伴包括长虹、SAP、达索、和利时、用友网络、鼎捷软件等；阿里云supET工业互联网平台集聚了23.8万开发者，主要生态合作伙伴包括树根互联、机械九院、北科工研等。

06

工业 AI 掀起新一轮变革，数据与算法仍需积累和优化

AI 时代渐近，工业 AI 正在掀起新一轮变革。

“根据当前的市场动态和技术发展趋势，随着 AI 技术和大数据的不断发展，将这两种技术融合应用于工业互联网中，可以实现更高效、更智能的生产制造和运营，帮助企业更好地提质降本减存。”刘枢告诉第一财经。

据悉，质量、制造过程和设备已成为工业 AI 应用的重点领域，生产管理环节的 AI 应用占比超 70%，已形成表面缺陷检测、生产过程控制优化、质量关联分析、预测性维护、安全管理与巡检、生产作业视觉识别、物料识别与操作等细分场景。

在研发端，AI 可以助力知识库管理、产品设计优化、模拟和仿真以及自动化设计；在生产端，AI 则能够提升质量控制、调度优化和预测性维护等方面

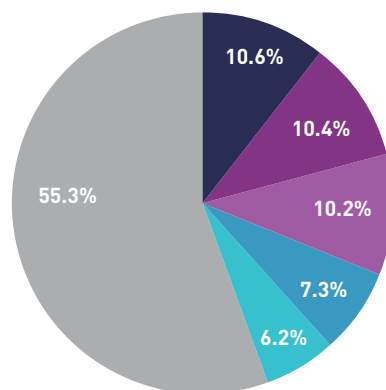
的效率；在供应链端，AI 可以应用于需求预测、库存优化和风险管理；在销售端，AI 则可以实现个性化营销和销售预测；在服务端，AI 也能提供智能客服和虚拟助手等支持。

“目前，预测性维护和工厂视觉检测质量管理是 AI 在工业领域渗透率较高的应用，已经在众多工业企业中取得显著效益。”刘伟超表示。

其中，废钢识别是典型的人工智能在工业视觉质检领域的应用，以工业视觉+大数据+算法为核心技术。

“在废钢判定领域，我们做了有四五年，现在国内的市场占有率第一，废钢识别率超过

2022年中国AI工业质检解决方案市场份额



6.1 AI 质检应用较成熟

目前，AI 在工业领域的应用场景广泛，涵盖了研发、生产、供应链、销售和服务等多个环节。

赛意信息副总裁、数字产品 BG 总裁刘伟超告诉第一财经，

注：根据技术提供商主要提供的产品与服务类型，IDC在2022年将AI赋能的工业质检解决方案市场聚焦在为用户提供“软件+服务”的解决方案市场，摄像头、质检仪、光学硬件设备等暂不计入。

资料来源：IDC中国，第一财经

93%，比市面上其他企业做得都好。”用友网络高端客户解决方案事业群智能制造事业部总经理叶秀林接受第一财经专访时表示。

据IDC测算，中国工业质检市场规模至2025年将快速增长至62亿元，2020-2025年复合增长率（CAGR）达28.5%。随着AI大模型的图像和音视频处理能力取得大突破，AI质检精确率还将迈上新台阶。

根据IDC数据，2022年创新奇智在工业质检领域市占率仅次于百度智能云排名第二，在独立第三方AI解决方案提供商中位列榜首。科远智慧也已推出基于AI的工业质检产品。

预测性维护是AI在工业互联网的另一重要应用，依托于以工艺机理为核心的预测模型。

据华经产业研究院数据，2021年全球预测性维护市场规模达322.4亿元，其中中国预测性维护市场规模达48.4亿元（占比约15%）。预计2027年全球预测性维护市场规模有望达1677亿元，假设占比不变，则至2027年中国市场规模将达251.6亿元。目前，容知日新（688768.SH）等多家企业均有布局。

6.2 工业大脑增速最快

在叶秀林看来，工业大脑是未来工业AI增速最快的应用。

根据用友的定義，用友智能制造工业大脑定位于工业企

业的生产、运营数据的分析优化，基于30余年服务46万家工业企业的经验积淀，通过数据连接，将企业核心业务模型与工业机理模型、工业算法相融合，普及工业智能在制造业中的应用，帮助制造企业实现合理排产、优化配料、质量诊断、故障预测。

“企业现在其实都已经到了管理深水区，传统的信息化建设，例如ERP等，企业基本上都已采纳并应用，众多传统应用也已成熟完备，积累了海量的数据资源。这些数据主要源于操作层面，但企业现正渴望深度挖掘其潜在价值，以转化为实际的业务效益。”叶秀林介绍。

“赛意信息以632项目为起点，历经了从项目服务型公司向产品公司的全面转型。在这个过程中，我们成功地从定制化的经验转变为标准化实施流程体系和标准化产品体系。”刘伟超称，“在AI这一新兴转型方向上，赛意信息已经开始在产品能力和交付能力上集成AI能力，将标准化的实施流程中融入AI员工，同时在标准化的产品中嵌入AI大脑，凭借贴近客户的优势和对数据标准化的清晰理解，我们的AI员工和AI大脑能够实现更快的迭代速度，以更低的成本为客户提供更高质量的服务。”

6.3 工业AI进入大模型构建阶段

事实上，工业大脑的本质是

针对工业领域不同业务的算法模型，可理解为小模型，而更具通用性的、面向工业领域的工业大模型也在陆续落地。

业内认为，现阶段工业领域主要以单模态模型服务为主，大模型与小模型相辅相成，未来大模型可能会替代高度定制化的小模型。

根据中国信通院，2023年以来，工业AI已进入大模型赋能下的认知提升阶段，以工业大知识为核心，实现推理能力的协同，体现为构建全局性工业知识图谱/工业大模型，解决具有常识性、经验性的推理问题。

目前，用友已推出企业服务大模型YonGPT；鼎捷软件基于鼎捷知识中台和GPT技术构建了企业级知识机器人ChatFile；思谋科技推出工业多模态大模型IndustryGPT；赛意信息是华为盘古大模型的首批合作伙伴，已推出聚焦企业服务大模型的AIGC中台（善谋GPT）；汉得信息也与华为云签署汉得H-Copilot AIGC中台&华为云盘古大模型合作协议；中控技术发布了自主研发的首款通用控制系统UCS和流程工业首款AI时序大模型TPT；作为科大讯飞在工业领域的重要布局，羚羊工业大模型已凭借其强大的技术实力和广泛的应用场景，带动了用户数量的显著增长。

根据头豹研究院数据，2019-2023年，工业大模型行业市场规模由16.00亿元增长至466.21亿元，期间年复合增长率132.34%。预计2024-

2028 年，工业大模型行业市场规模由736.48 亿元增长至2632.22 亿元，期间年复合增长率37.50%。

6.4 数据和算法仍是 AI 应用最大阻力

无论是工业大脑，还是工业大模型，都是AI 算法的应用。但目前面临的困境，一是工业数据复杂且难以公开获取，目前积累的工业数据量不够多，数据质量也不够高；二是算法不成熟，需要不断优化。

第一财经从业内相关人士处了解到，部分应用场景的适用算法难度较大，如化学反应等，产出结果有很强的不确定

性，只能通过经验摸索，但结果可能只能满足80% 的场景。那么，目前业内企业是如何应对的？

刘伟超告诉第一财经，从赛意信息自身经验来看，工业大数据比传统大数据维度更多，数据包含的含义也更加复杂。

“为了解决这些问题，我们专门构建了一个公司级的AI 应用平台，整理所有交付团队在项目中产生的问题，经过专家解答后，会同步将知识回归到应用平台，在某些应用场景下，我们平台的训练语料在一个月内突破了200w 字符。此外，赛意信息还注重利用产学研合作、联合实验室等多元化形式，携手多个团队共同打造适应特定领域的专家级AI。”

汉得信息COO 黄耿认为，一方面，企业要具备丰富经验和领域专业知识，才更容易理解行业内部的需求和挑战，并且能够为客户提供更加精准的AI 解决方案。同时，工业互联网领域对大量的数据支持和分析有着极高的需求，因此拥有丰富的数据积累和数据资源的企业可能更容易实现AI 应用的落地。另一方面，建立广泛的合作伙伴关系和完善的生态系统，能够为企业提供更多的资源和支持，加速AI 应用在工业互联网领域的推广和应用。

“真正深入接触客户一线，拥有大量客户基础，并在此过程中积累了大量数据的企业，将成为未来至关重要的能力提供商。”刘伟超表示。

07

趋势与展望

7.1 工业软件上云是大势所趋

在工业软件领域，传统买断模式不利于工业软件的应用渗透，也不利于工业软件厂商的持续发展。而工业软件上云，能够让用户初始投入成本降低，让更多用户接受使用更多工业软件，厂商也能够根据用户反馈持续优化迭代。目前ERP、MES、PLM、DCS等工业软件上云都成为了不可阻挡的趋势，未来工业软件厂商要积极拥抱上云。

7.2 具身智能将颠覆未来工厂

目前现有的智能工厂所应用的机械臂或工业机器人，更多是在完成一些自动化任务。具体来说，就是把机械臂或机器人部署在特定的环境，在完成任务时，其实是在执行自动化工程师写好的代码并进行调校后的指令，是在完成一些规则的、固定的行动路线，比如抓举等操作。可能会辅以计算机视觉等技术，但始终是“换汤不换药”。

在大模型爆发并逐渐成熟后，“具身智能”概念应运而生。相比上述完成自动化任务来说，具身智能机器人具备两个明显的区别与优势：自决策和自学习。前者是指具身智能机器人不需要通过工程师提前写好执行行动的代码，而是经过大模型的训练后，看到图纸就能自行决策如何行动；后者是指具身智能机器人最初可能类似于一个具备两年经验的工程师，在工厂应用两年后，通过大模型的自学习能力，能够成长为一个四年甚至更长经验的工程师。

可以想见，具身智能的应用，将给未来工厂带来颠覆性改变，如生产更柔性、员工减少等。具身智能使信息域和物理世界深度融通，进一步拓展人工智能发展边界，不断提升机器人的智能和自主行动，能使其更好地理解世界、自然化人机交互和高效执行任务。思维智能和行动智能的有机融合将推动人类社会进一步迈向智能化新时代，加速通用人工智能的到来。

值得注意的是，具身智能机器人有多种物理载体形态，并不局限于人形或机械臂等，而是可以根据具体应用场景来

选择合适的物理形态。任何能够在物理空间环境中行动并形成互动的机器人，如协作机器人、移动机器人、商用服务机器人等，通过融合人工智能技术、软件产品，都有望发展成为具身智能机器人。

7.3 未来工厂将是多批次、小批量的柔性生产模式

对于未来工厂的想象，第一财经在采访调研中发现，业内从业人员普遍的共识是：未来工厂将是多批次、小批量的柔性生产模式。大飞机等关键装备就适用于上述生产模式。此类装备的明显特征是需要零部件很多，但每种零部件需要的数量很少。而目前的智能工厂绝大部分都是小批次、多批量的生产模式。

在具身智能广泛应用在未来工厂后，未来的智能工厂将根据自然语言或图纸、订单情况等识别、判断需要生产的零部件，并将自动切换至该零部件生产线。换言之，未来工厂将不需要现有智能工厂的多条产线与庞大的占地面积，所需要的人工数量也会大幅减少。

7.4 无论是软件还是硬件，国产化仍有很长的路要走

诚然，无论工业软件还是各类硬件设备，高端领域的国产化还有很长的路要走。国内

具身智能的发展也处于起步阶段。放眼全球来看，部分国际

车企的海外工厂自动化程度非常高，但也仍然需要人工，也

与上述具身智能、未来工厂的概念存在本质差别。

08

结语

第一财经在走访调研中发现，国内某灯塔工厂的AGV 仍然停留在不会主动避障、需要按照固定路线行驶的版本。然而，自动驾驶的发展早已解决上述问题，市面上也存在不需要设定路线、能够在一定范围内自动驾驶、具备避障功能的AGV 产品。此外，某工程机械大厂引进了数台具身智能设备，但出于种种顾虑并未投入实际生产中。

可见，新兴技术正在蓬勃发展，但如何落到实地应用仍是一大难点。对于工厂来说，如果对产线没有大的效益提升，很难有意愿去落地具身智能的应用、国产高端设备的迭代、工业软件的部署：一方面是出于成本考量，另一方面，新设备的应用适配也可能耽误生产进度。但对于供应商来说，具身智能、工业软件、高端装备都需要实地应用后反馈数据，才能不断迭代，实现产业螺旋式上升。

总体来说，未来工厂的诞生，需要产业链上下游的齐心协力和高度配合，也需要政策的倾斜与扶持。科技创新的脚步一日千里，或许一座座未来工厂拔地而起，就在不远的将来。

本报告参考文献

- [1] 工业软件行业深度报告：24H1 工业软件厂商保持增长态势，工业AI 加速渗透各应用场景- 浙商证券
- [2] 工业大模型：大模型赋能，智启工业未来 头豹词条报告系列- 头豹研究院
- [3] 工业4.0 时代，PLC 国产替代空间大- 信达证券
- [4] 静待通用自动化景气上行，工控自主可控核心资产PLC 国产替代加速- 开源证券
- [5] 2023 年中国工业软件系列：MES 系统主力智能工厂建设- 头豹研究院
- [6] ERP 软件全球市场研究报告（2023-2029）- QYResearch
- [7] 自动引导车(AGV) 全球市场研究报告（2024-2030）- QYResearch
- [8] 机械设备行业深度报告- 工业母机：高端加速突破，产业未来可期- 开源证券
- [9] 电子行业：传感器产业链分析之河南概况- 中原证券
- [10] 计算机行业：DCS 市场快速发展，国产厂商乘风而起(8.25-8.31)- 兴业证券
- [11] 机械行业工业母机系列报告(一)- 工业母机：国之重器，高端装备制造的基石- 光大证券

数据说明

数据 | 案例 | 观点来源

如无特殊说明，报告中数据和内容均来自第一财经的调研、采访及公开资料。

版权声明

本报告页面内容、页面设计的所有内容（包括但不限于文字、图片、图表、标志、标识、商标、商号等）版权均归上海第一财经传媒有限公司（以下简称“我司”）所有。凡未经我司书面授权，任何单位或个人不得复制、转载、重制、修改、展示；不得以任何形式提供给第三方使用本报告的部分或全部内容。任何单位或个人违反前述规定的，均属于侵犯我司知识产权的行为，我司将追究其法律责任，并根据实际情况追究侵权者赔偿责任。

免责声明

本报告中所载的内容、资料及相关数据来源，均被视为最初发布当日作者的判断，并不保证本报告中的内容及观点在将来不会发生任何变更。我们力求但不保证本报告所涉及信息的准确性和完整性。报告中所表述的观点、信息，在任何情况下、对任何人不构成投资建议。在任何情况下，任何人因使用本报告中的内容所引致的后果应自行承担。

出品

第一财经 | 第一财经投研中心

主编

钱焜

主笔

冯丽君

编辑

黄宇

审定

钱焜 黄宇

视觉

符乐乐

统筹

朱国泉 周瑾

联系人

冯丽君 fenglijun@yicai.com

