

| 证券研究报告 |

AI赋能制造业：从9个细分赛道谈起

“AI+制造业”研究专题

2023.04.12

中泰机械首席：王可
执业证书编号：S0740519080001
邮箱：wangke03@zts.com.cn

中泰机械分析师：张晨飞
执业证书编号：S0740522120001
Email：zhangcf01@zts.com.cn

核心观点

□**AI赋能产业已成为趋势。** ChatGPT的推出将人机对话推向新的高度，作为AI通用大模型，其应用前景十分广阔。当前全球各大科技企业均积极拥抱AIGC，不断推出相关的技术、平台和应用，引爆新一轮的AI热潮。基于软件服务、云服务、硬件基础设施等产品形式，结合消费、制造业、互联网、元宇宙与数字孪生等各类应用场景，AI赋能产业发展已成为主流趋势。**在消费端：**随着内容生成更加便利，消费品的产品数量、质量和多样性大幅提升；**在产业端：**AI可以促进自动化、促进技术进步、实现数据等新要素创造。

□**AI在制造业中应用前景广阔。**在制造业中，AI在产品的设计、生产、销售、售后等过程均有渗透且成熟度不断提升。（1）工业设计：完成工程设计中重复性的低层次任务、通过AIGC生成衍生设计等；（2）工业生产：需求精准预测和排产规划、预测性设备维护、生产工艺优化、智能化产品检测、智能搬运等；（3）销售/售后：精准营销、智能售后等。根据艾瑞咨询数据，2022年我国AI产业规模达到1958亿元，AI的产品形态和应用边界不断拓宽。根据德勤2021年10月的预测，2025年AI在中国制造业的市场规模有望达到141亿人民币。

□**受益方向：**机器人、数控系统、机器视觉、工控与工业软件、智能仪表、检测设备、AR/VR等。

- **机器人：**（1）机器人在传感层的应用将从孤立走向融合，触觉+视觉、视觉+听觉等将感知细化和情感化，更贴近人的实际感知状态；（2）AI将深度植入机器人的运动控制系统，将多模态的感知信息汇集起来进行综合理解性和决策；（3）人形机器人是人机交互的最好载体，有望成为AI的终极入口。重点标的为核心零部件企业绿的谐波、丰立智能、步科股份；工业机器人龙头埃斯顿、焊接机器人龙头凯尔达。
- **机器视觉：**（1）人口红利褪去+应用场景深化，“机器代人”趋势势在必行；（2）在AI赋能下，行业有望迎来空前发展机会。近日Meta发布SAM模型，极大降低了图像处理门槛，是机器视觉领域的底层突破性技术，有望更好推动机器视觉在下游各场景领域的应用；（3）重点标的包括：①国内机器视觉系统龙头企业：凌云光；②核心零部件龙头供应商：奥普特；③机器视觉检测设备领先供应商：天准科技、矩子科技。

核心观点

- **智能物流：**物流领域主要应用决策式AI降本增效，一是以AI技术赋能智能设备代替部分人工，二是通过计算机视觉、机器学习等技术或算法驱动软件系统提高效率，我国智能物流设备渗透率不足30%，未来AI与物联网、机器人、大数据等技术共同促进智慧物流发展。关注具备物流整线设计能力的系统集成商，标的包括诺力股份（收购 Savoye 和中鼎集成）、今天国际、兰剑智能。
- **数控系统：**在应用层，借助决策式AI，数据交换、数据库搭建、实时监控等均可高效实现。同时，AI的类神经网络可对硬件运行状态实时跟踪，从而及时纠偏，保障系统稳定运行。重点关注两条线：自主可控和AI布局：华中数控（已植入AI芯片）、科德数控、广州数控（未上市）。
- **AR&VR：**VR可以为AI提供可视化的落地场景，而AI也可辅助AR&VR的3D内容制作从而推动虚拟现实行业发展。此外，AI提供智能，AR&VR提供虚拟场景，二者可产生如虚拟导购等大量应用场景。AI有望推动AR&VR产销量增长，从而增加设备需求，重点标的为赛腾股份、智立方、杰普特、华兴源创。
- **工控与工业软件：**目前国内制造业智能化程度与海外发达国家仍存在差距，未来在AI加持下，工控和工业软件应用及市场规模有望持续拓宽。看好工控行业龙头汇川技术、国内DCS龙头中控技术；建议关注信捷电气、英威腾、禾川科技等。
- **智能仪表：**目前仪器仪表行业市场规模超千亿元，AI将助力仪器仪表进一步提高可靠性和精度，拓宽仪表在家用电器、科研单位和工业企业中的应用空间，推动市场规模持续增长。重点标的为超声水表龙头迈拓股份、科学分析仪器龙头聚光科技。
- **X射线检测设备：**X射线工业检测设备市场与CT市场规模均已超200亿元，在医疗健康、微焦点工业精密检测等领域有广泛应用，AI深度学习算法与智能识别等技术将助力X射线检测设备提高智能化程度。重点标的为口腔CBCT龙头美亚光电，工业X射线检测装备领先企业日联科技。
- **传感器：**AI应用于传感器的领域被称为感知计算，将传感器、算法和数据分析相结合，以提供更准确、可靠的数据和更高效的系统。2022年中国传感器市场规模已超3000亿元，全球传感器市场规模已超2774亿美元，AI+传感器有广阔的发展前景。重点标的为X射线探测器龙头奕瑞科技，国内气体传感器领先企业四方光电。
- ❑ **风险提示。**AI技术发展不及预期的风险；相关推荐标的业绩不达预期的风险；研报引用数据更新不及时的风险。

核心观点

细分行业	影响方式	影响内容	市场空间 (亿元)	公司代码	股票名称	2023-4-12	归母净利润 (亿元)			PE				
						市值 (亿元)	2021	2022E	2023E	2024E	2021	2022E	2023E	2024E
机器人	AIGC、决策式AI	机器人有望成为AI的终极入口	智能机器人: 2022年76亿, 2027E 536亿	002747.SZ	埃斯顿	233.10	1.22	1.79	3.07	4.68	191.02	130.10	76.04	49.84
				688255.SH	凯尔达	31.25	0.60	0.38	0.72	1.11	52.21	83.25	43.40	28.15
				688017.SH	绿的谐波	222.41	1.89	1.59	2.71	3.68	117.56	139.90	82.03	60.48
				301368.SZ	丰立智能	30.55	0.61				50.26			
				603915.SH	国茂股份	135.96	4.62	4.36	5.99	7.75	29.43	31.21	22.69	17.55
				688160.SH	步科股份	33.43	0.75	0.91	1.15	1.49	44.75	36.72	29.07	22.48
机器视觉	AIGC、决策式AI	AI促进机器视觉多元应用; SAM模型发布加快行业发展	机器视觉: 2021年138.16亿, 2025E 349亿	688686.SH	奥普特	212.62	3.03	3.25	4.66	6.07	70.20	65.45	45.58	35.01
				688400.SH	凌云光	196.99	1.72	2.01	3.05	4.17	114.62	98.07	64.55	47.26
				688003.SH	天准科技	83.62	1.34	1.52	2.32	3.11	62.35	54.90	35.98	26.93
				300802.SZ	矩子科技	64.02	1.01	1.18	1.68	2.25	63.55	54.25	38.18	28.43
智能物流	决策式AI	AI助力物流降本增效	AI+物流: 2022年46.8亿, 2025E 97.3亿	603611.SH	诺力股份	53.89	3.00	3.93	4.79	6.92	17.95	13.70	11.24	7.79
				300532.SZ	今天国际	55.85	0.92	2.44	3.84	5.35	60.93	22.86	14.54	10.45
				688557.SH	兰剑智能	25.47	0.81	0.91	1.32	1.69	31.64	28.14	19.30	15.09
数控系统	决策式AI	AI助力数控系统更精确、更及时、更稳定	数控系统: 2022年203亿	300161.SZ	华中数控	93.49	0.31	(0.03)	1.11	1.83	299.36		84.53	50.97
				688305.SH	科德数控	91.35	0.73	0.60	1.22	1.75	125.37	151.26	75.06	52.20
ARVR	AIGC	相辅相成, 应用场景丰富	ARVR支出规模: 2021年143亿	603283.SH	赛腾股份	86.21	1.79	3.07	4.17	5.33	48.07	28.08	20.70	16.19
				301312.SZ	智立方	52.82	1.15	1.17	1.61	2.26	45.95	45.28	32.86	23.37
				688025.SH	杰普特	51.58	0.91	0.77	1.78	2.56	56.51	67.28	28.92	20.18
				688001.SH	华兴源创	166.50	3.14	3.23	5.26	7.03	53.03	51.53	31.68	23.67
工控与工业软件	决策式AI	智能控制、人机交互、提升仿真效率及精度等	中国工业自动化市场: 2021年2530亿	300124.SZ	汇川技术	1,873.70	35.73	42.79	54.11	69.09	52.43	43.79	34.63	27.12
				688777.SH	中控技术	499.07	5.82	7.96	10.66	14.11	85.80	62.73	46.82	35.38
				603416.SH	信捷电气	57.76	3.04	2.18	3.42	4.45	19.02	26.44	16.88	12.99
				002334.SZ	英威腾	95.60	1.82	2.75	4.16	5.26	52.44	34.77	22.99	18.18
				688320.SH	禾川科技	64.35	1.10	0.94	2.23	3.22	58.49	68.33	28.90	19.96
智能仪表	决策式AI	AI+仪器仪表, 打开虚拟仪器、疾病诊断、温度测量等多元应用	全国仪器仪表制造业营收: 2022年: 9835.4亿	301006.SZ	迈拓股份	33.01	1.40				23.55			
				300203.SZ	聚光科技	124.85	(2.32)	0.52	2.74	4.15	(53.71)	240.87	45.59	30.06
X射线检测设备	决策式AI	AI助力智能化检测	X射线检测设备: 2021年119亿	002690.SZ	美亚光电	281.34	5.11	7.30	8.17	9.76	55.05	38.53	34.45	28.84
				688531.SH	日联科技	146.91	0.51	0.72			289.10			
传感器	AIGC、决策式AI	传感器为AI提供感知基础	传感器: 2022年3532亿	688301.SH	奕瑞科技	258.51	4.84	6.41	8.32	10.80	53.41	40.31	31.06	23.94
				688665.SH	四方光电	64.11	1.80	1.47	2.66	3.66	35.68	43.47	24.12	17.51

目 录

CONTENTS

- 1 AI赋能制造业发展
- 2 机器人：人形机器人有望成AI终极入口
- 3 机器视觉：AI促进机器视觉多元应用
- 4 智能物流：AI助力物流降本增效
- 5 数控系统：AI助力其精确性、及时性、稳定性
- 6 ARVR：相辅相成，应用前景广阔
- 7 工控&工业软件：AI加持，助力工控&工业软件快速发展
- 8 智能仪表：发展前景广阔，AI打开应用空间
- 9 X射线检测设备：AI助力智能化检测
- 10 传感器：AI发展，提高传感器需求
- 11 受益标的
- 12 风险提示



1

AI赋能制造业发展

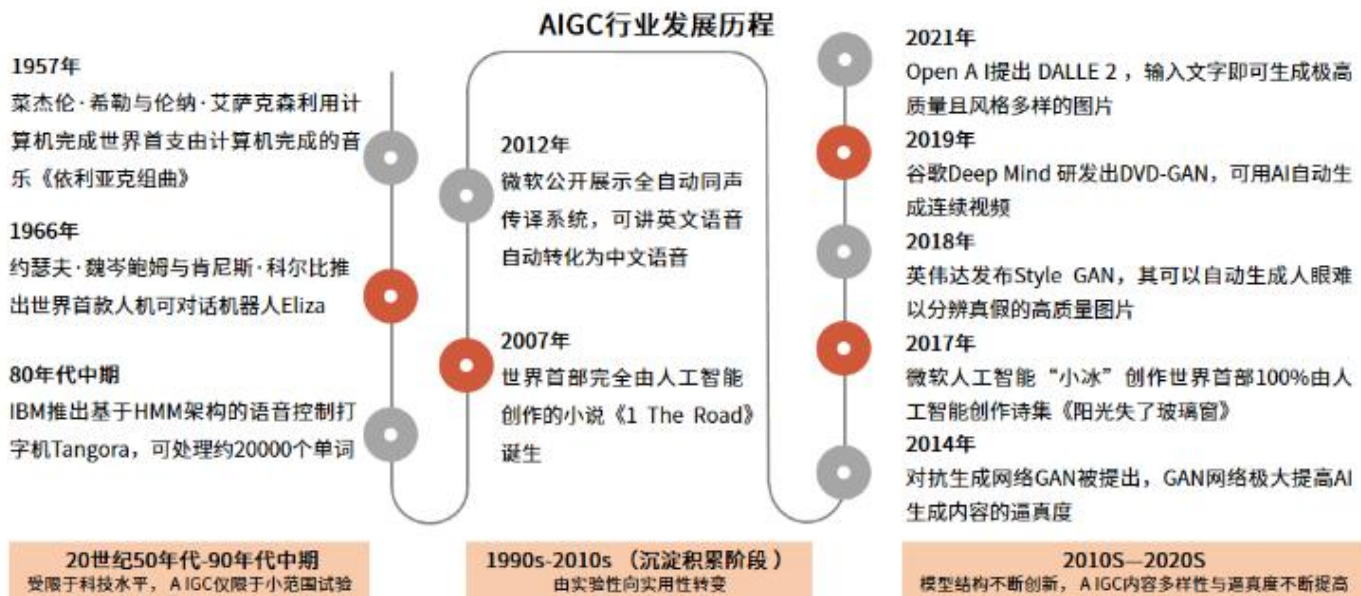
领先 | 深度

1.1、CHATGPT掀起AI浪潮

□**AIGC指人工智能生成内容**。AIGC即AI Generated Content，是指利用AI技术来生成内容，AIGC也被认为是继UGC、PGC之后的新型内容生产方式。（PGC指专业人员创作内容；UGC指用户创造内容）。

□**AI模型分为决策式/分析式AI（Discriminant/Analytical AI）和生成式AI（Generative AI）两类**。
决策式AI：根据已有数据进行分析、判断、预测，主要应用模型有用于推荐系统和风控系统的辅助决策、用于自动驾驶和机器人的决策智能体等。
生成式AI：学习数据中的联合概率分布，并非简单分析已有数据而是学习归纳已有数据后进行演技创造，基于历史进行模仿式、缝合式创作，生成了全新的内容，也能解决判别问题。

图表1：全球AIGC行业发展历程



1.1、CHATGPT掀起AI浪潮

□ChatGPT引爆新一轮AI热潮。2022年12月，OpenAI的大型语言生成模型ChatGPT刷爆网络，其能胜任高情商对话、生成代码、构思剧本和小说等多个场景，将人机对话推向新的高度。当前全球各大科技企业都在积极拥抱AIGC，不断推出相关的技术、平台和应用。引爆新一轮的AI热潮。

□ChatGPT为AI通用大模型，应用前景广阔。此前，AI运用的都是专用AI模型，往往只能在具体的领域内产生一定的效果。而ChatGPT代表了AI通用大模型的最新进展，显示了大模型的巨大影响力。大模型是指容量较大、用于深度学习任务的模型，通常具有海量的参数和复杂的架构，具有涌现性、扩展性、复合性的特征)大算力、大数据、大网络结构等技术特点，具有更丰富的通用知识、更强的学习与推理能力，可更好地降低AI应用成本、缩短研发周期、提升识别准确率。

图表2: ChatGPT依托于LLM (大型语言模型)



图表3: GPT-3.5使用“RLHF”的训练方式

RLHF: 利用人类反馈强化学习的训练方式



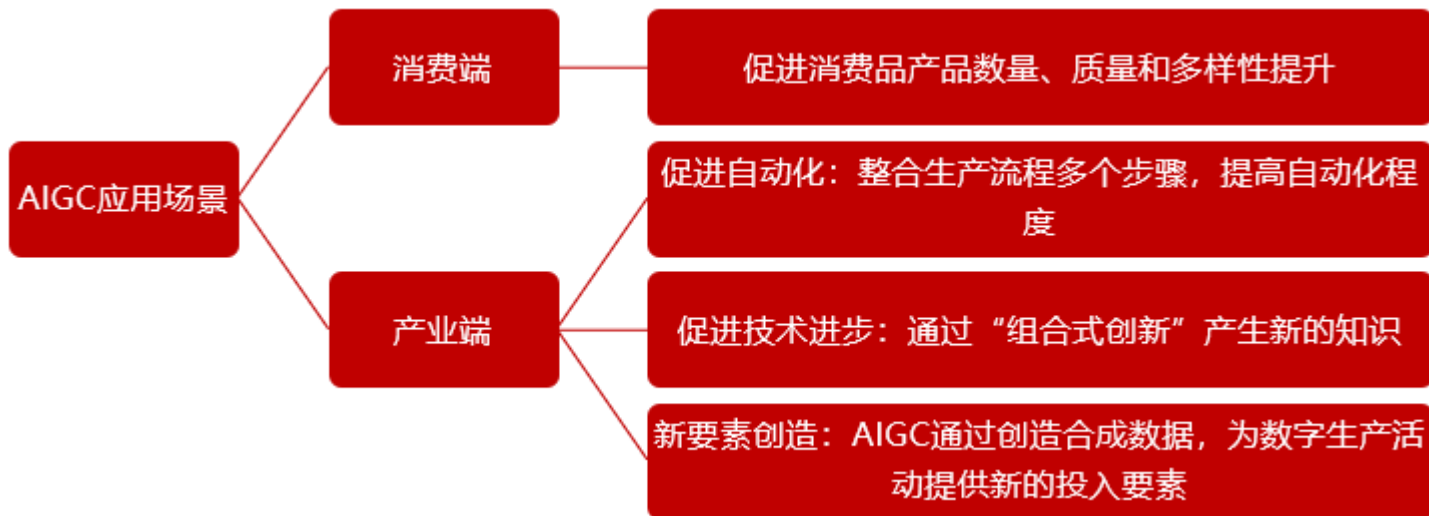
1.2、AI的应用场景分析

□**消费端**：随着内容生成的不断便利，消费品的产品数量、质量和多样性，都会出现大幅度提升。此外，生成式AI可帮助人们完成众多繁琐工作，人们可享受的闲暇时间增多，有助于促进消费端需求提升；

□**产业端**：促进自动化、促进技术进步、实现数据等新要素创造

- ✓ 促进自动化：AIGC可以整合生产流程中的多个步骤，直接越过人类决策输出结果，从而大幅提高自动化程度；
- ✓ 促进技术进步：AIGC可将现有知识组合从而产生新的知识，生成式AI崛起后，“组合式创新”作用越来越大；
- ✓ 新要素创造：AIGC可通过创造合成数据，为数字生产活动提供宝贵的投入要素。

图表4：AIGC的应用场景



1.2、AI的应用场景分析

AI在多个行业中广泛应用。基于软件服务、云服务、硬件基础设施等产品形式，结合消费、制造业、互联网、元宇宙与数字孪生等各类应用场景，AI赋能产业发展已成为主流趋势。根据艾瑞咨询数据，2022年我国AI产业规模达到1958亿元，AI的产品形态和应用边界不断拓宽。

图表5：AI广泛渗透进经济生产活动的主要环节

	产品设计、定价及组合优化	采购评估	工艺优化	货仓物流	产能补充与作业效率提升	情报大数据研判、决策支持	客户触达营销运营	设备运维故损分析	管理调度运筹优化	质控、风控和安全	窗口服务	远程办事远程作业	人机对话交互
政府													
金融													
互联网													
医疗与制药													
交通													
零售													
教育													
制造													
能源													
电力													
电信													



1.3、AI全方位助力制造业发展

□ **“AI+制造业”产业结构**：将AI技术应用到制造业，使制造业在数字化和网络化的基础上，实现机器的自主反馈和自主优化。**AI+制造业的产业结构**包括三层：

- ✓ **（1）基础层**：AI芯片、工业机器人、工业物联网等，提供AI技术在制造业应用所需的软硬件资源；
- ✓ **（2）技术平台层**：公有制造云、制造业大数据、制造业AI算法，即基于数据和网络，开发设计AI算法；
- ✓ **（3）应用层**：利用AI技术在制造业生产和服务的各个环节创造价值。

图表6：“制造业+AI”产业结构



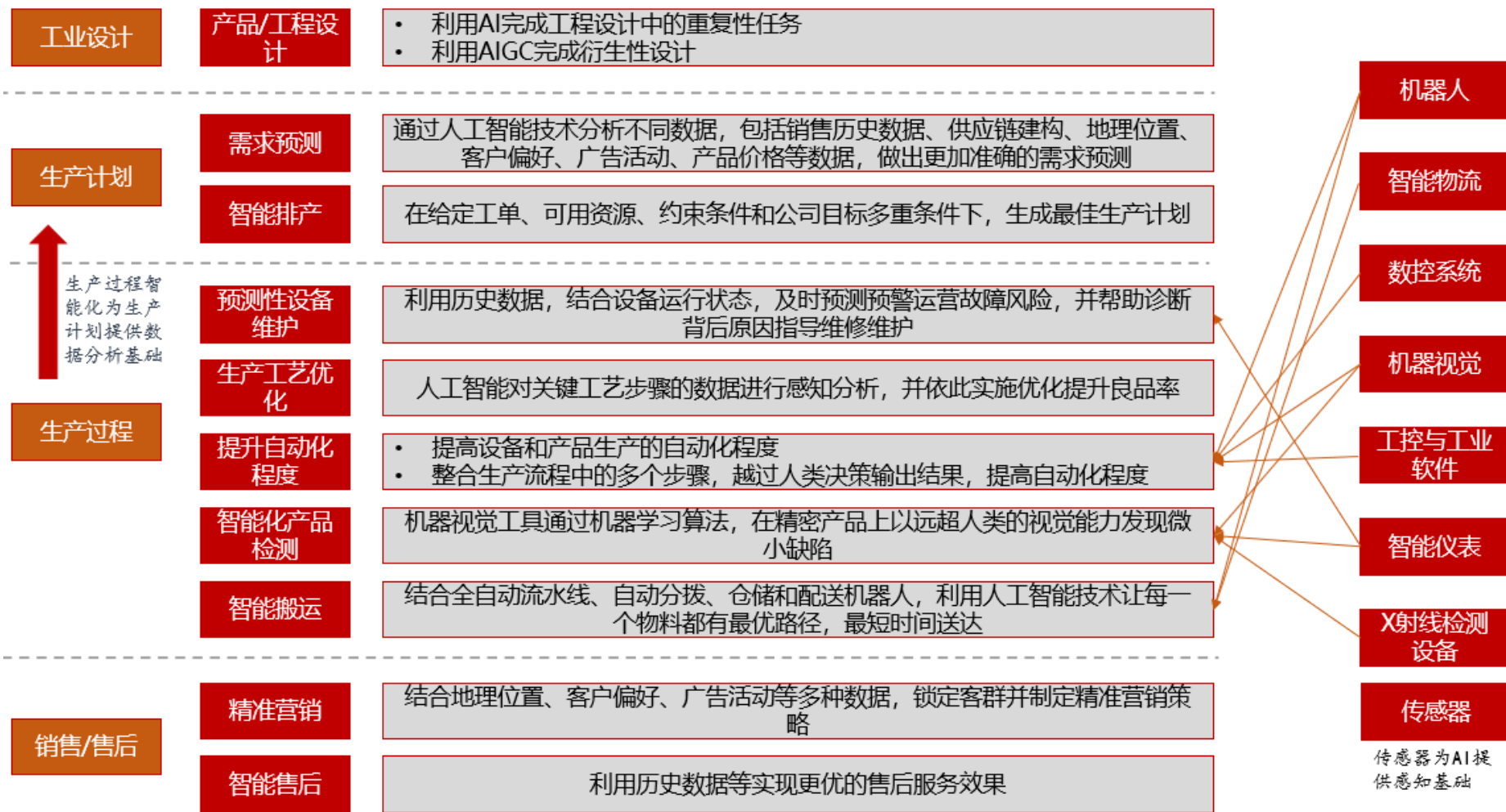
1.3、AI全方位助力制造业发展

□AI应用于制造业多个环节，在产品的设计、生产、销售、售后等过程均有渗透且成熟度不断提升。

- ✓ **产品设计：**（1）通过AIGC完成工程设计中重复的低层次任务；（2）通过AIGC生成衍生设计，为工程师提供灵感；
- ✓ **生产计划：需求预测、智能排产。**（1）通过AI技术分析不同数据，包括销售历史数据、供应链建构、产品价格等数据，做出更加准确的需求预测，从而使企业更好地安排生产计划，降低库存水平，降低运输、仓储、供应链管理成本；（2）在给定工单、可用资源、约束条件和公司目标多重条件下，生成最佳生产计划；
- ✓ **生产过程：预测性设备维护、生产工艺优化、智能化产品检测、智能搬运等。**通过挖掘和提炼生产中产生的海量信息，优化设备运转、工艺流程、提高检测效率、提高自动化程度，减少设备损耗，提高生产效率；
- ✓ **销售/售后：**利用AI技术实现精准营销、快速响应的售后服务等。

1.3、AI全方位助力制造业发展

图表7: AI应用于制造业多个环节

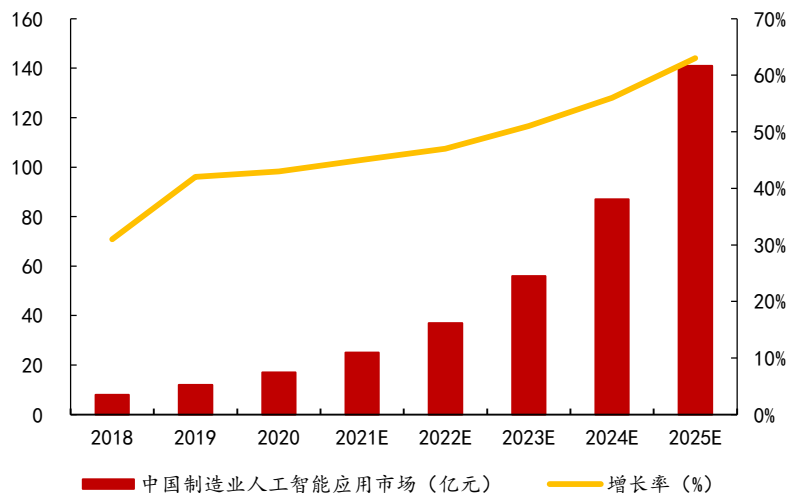


1.3、AI全方位助力制造业发展

中国为制造业大国，为AI提供了丰富的应用场景。根据德勤2021年10月的预测，2025年AI在中国制造业的市场规模有望达到141亿人民币。

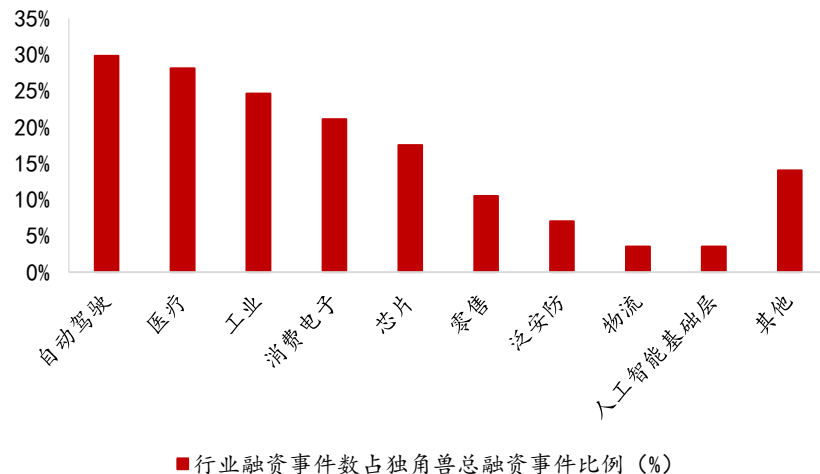
根据艾瑞咨询数据，2021-2022年中国AI独角兽融资占比前三的行业分别为自动驾驶、医疗、工业，占总融资事件的比例分别为29.8%、28.1%、24.6%。

图表8: AI在中国制造业应用的市场规模



来源: Bizwit, 德勤, 中泰证券研究所

图表9: 2021-2022年中国AI独角兽融资分布



来源: 艾瑞咨询, 中泰证券研究所



2

AI+机器人：人形机器人有望成AI终极入口

领先 | 深度

2.1、机器人行业情况

□**机器人分类**：参照中国电子学会，机器人分为工业机器人、服务机器人、特种机器人三类。其中，工业机器人指面向工业领域的多关节机械手臂或多自由度机器人；服务机器人指在非结构环境下为人类提供非必要服务的多种高技术集成的先进机器人；特种机器人指代替人类从事高位环境和特殊工况的机器人。

□**产业链**：上游为控制器、伺服、减速器等核心零部件，中游为本体和系统集成，下游为细分行业应用。

图表10：机器人产业链和主要企业

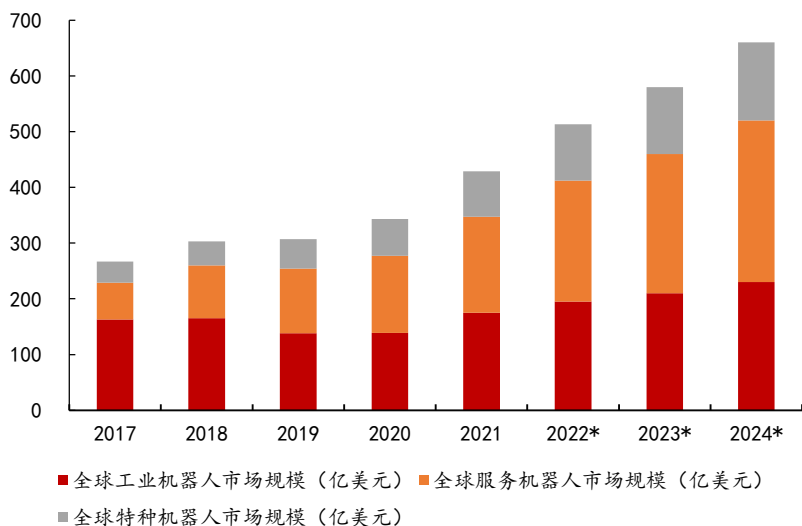


2.1、机器人行业情况

□**全球市场**：根据 IFR 数据，预计2022年全球机器人市场规模为513亿美元，同比增长19.6%；其中，工业机器人、服务机器人、特种机器人市场规模分别为195亿美元、217亿美元、101亿美元。

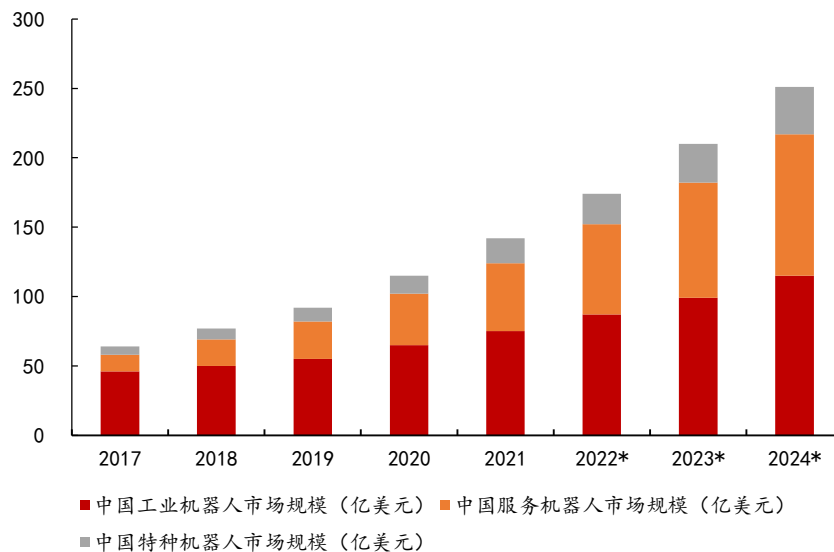
□**中国市场**：根据IFR数据，预计2022年中国机器人市场规模为174亿美元，同比增长22.54%；其中，工业机器人、服务机器人、特种机器人市场规模分别为87亿美元、65亿美元、22亿美元。

图表11：全球机器人市场规模



来源：IFR，中泰证券研究所

图表12：中国机器人市场规模



来源：IFR，中泰证券研究所

2.2、人形机器人有望成AI终极入口

□根据形态，机器人可分为“类手”、“类脚”、“类人”三种，AI均有应用。

- ✓ **类手机器人**：主要用于工业生产和物流中的搬运、装配、焊接等场景，以及医疗手术场景，典型代表是多关节机器人，在视觉、触觉、力觉和轨迹规划等维度都在引入AI算法提升机器人操作的准确性和适应性；
- ✓ **类脚机器人**：指自主移动机器人（AMR），所应用到的激光/视觉SLAM导航和避障，以及语音对话等对AI算法依赖度较高，在仓储物流、工业线边和各类服务场景均有落地；
- ✓ **人形机器人**：指形状及尺寸与人体相似，能够模仿人类运动、表情、互动及动作的机器人。人形机器人具备通用性，胜任多种场景。AI大模型为人形机器人注入“灵魂”，帮助其在语音、视觉、运动控制等多个方面更加智能化。人形机器人是人机交互的最好载体，有望成为AI的终极入口。

图表13: AI在机器人中的应用

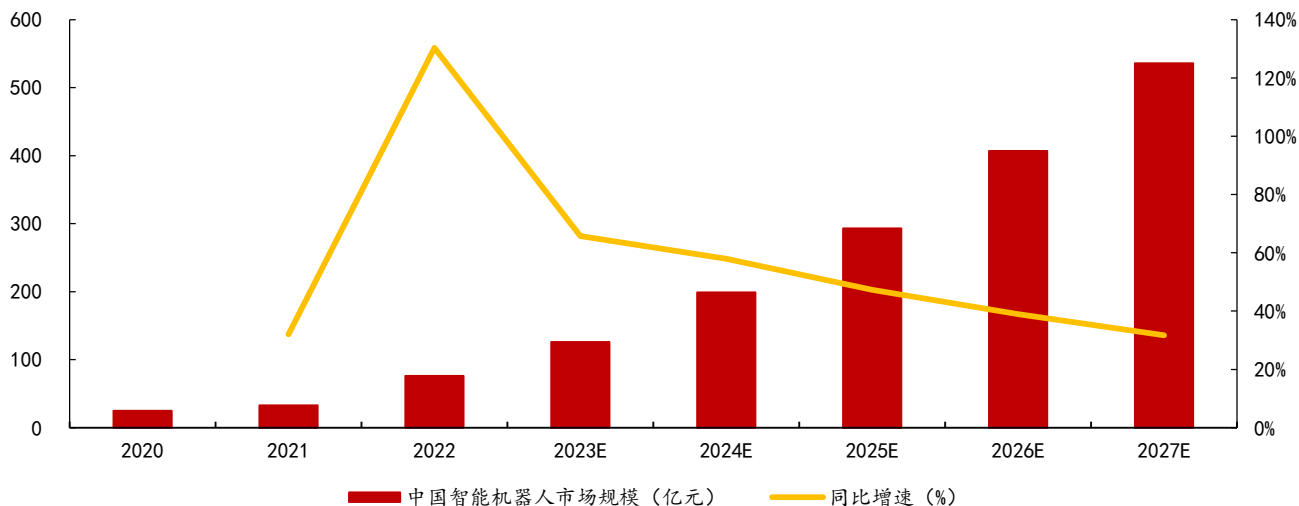


2.2、人形机器人有望成AI终极入口

□长期看，机器人从感知到决策将全面“人化”。机器人从感知到决策层面的智能化程度都将大幅度提升。一方面，机器人在传感层的应用将从孤立走向融合，触觉+视觉、视觉+听觉等将感知细化和情感化，更贴近人的实际感知状态；另一方面，AI将深度植入机器人的运动控制系统，将多模态的感知信息汇集起来进行综合理解性和决策。

□市场规模：根据艾瑞咨询数据，2022年中国智能机器人市场规模为76亿元，预计2027年市场规模将达到536亿元，2022-2027年CAGR有望达到47.9%。2022年智能非移动机器人和智能移动机器人市场规模分别为30亿元、46亿元，2027年有望分别达到166亿元、370亿元。

图表14：中国智能机器人市场规模（特指结合AI的机器人，具体定义见备注）



来源：艾瑞咨询，中泰证券研究所

注：智能机器人指结合AI算法、具备自主学习能力和环境特征适应性的机器人产品，包含应用于工业、物流、服务等行业的商用机器人，不含家用机器人。

2.3、关注减速器和电机环节

□人形机器人可用于各种场景，包括作为接待员、为教育目的与人类互动、作为医疗助理陪伴老人、代替人员从事危险场所活动等。

□预计**2026年全球市场规模达到80亿美元**。随着技术进步带来人形机器人智能化程度提高，以及人形机器人成本逐步下降，预计其渗透率将逐步提高。根据优必选招股书，预期**2026年全球人形机器人解决方案市场规模将达到80亿美元**，占全球智能服务机器人解决方案市场规模的**11.8%**。

□**受益方向**：（1）**核心零部件**：人形机器人较工业机器人的自由度大幅提升，其减速器与电机的用量将大幅提高。建议关注谐波减速器企业：绿的谐波、丰立智能等；电机企业：步科股份等；（2）**AI推动工业机器人智能化程度提高**，加快“机器换人”，建议关注工业机器人企业埃斯顿、凯尔达等。



3

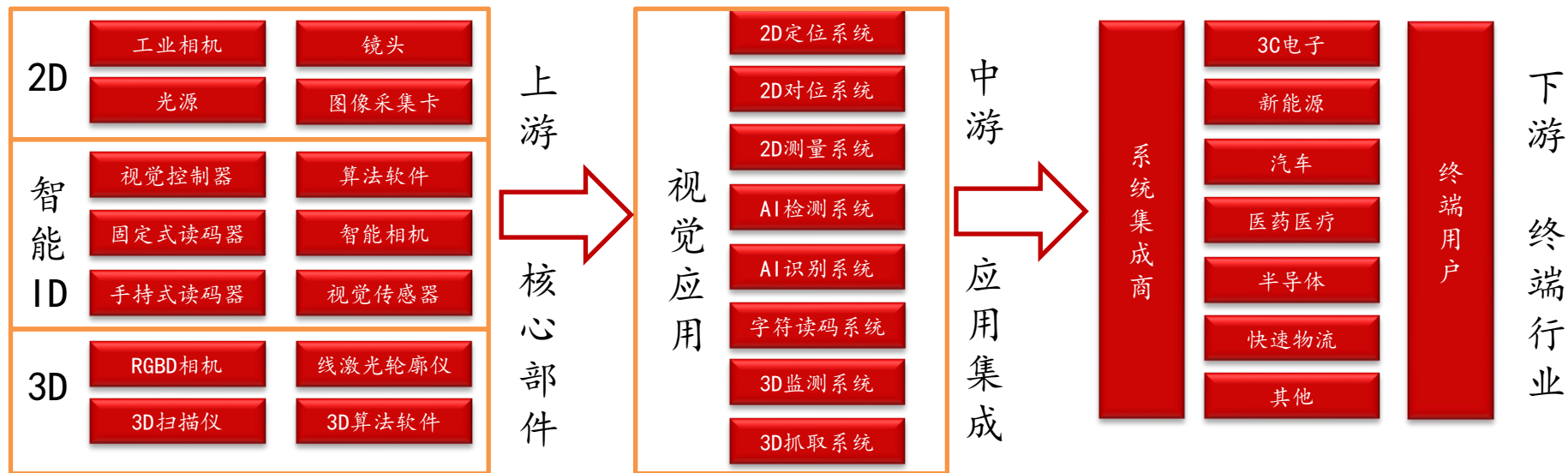
AI+机器视觉：AI促进机器视觉多元应用

领先 | 深度

3.1、机器视觉概况

- ❑ 机器视觉AI有望助力机器视觉提升检测效率及精度。作为“智能制造之眼”，机器视觉近年来在智能制造中发挥着重要作用。伴随应用领域发展，行业对机器视觉亦提出了更多要求，而AI有望为机器视觉注入新动力。
- ❑ 产业链：工业机器视觉产业链包括上游的零部件（光源、镜头、工业相机、图像采集卡、软件及算法平台）、中游装备（视觉引导装备、视觉识别装备、视觉检测装备、视觉测量装备）和下游相关应用。

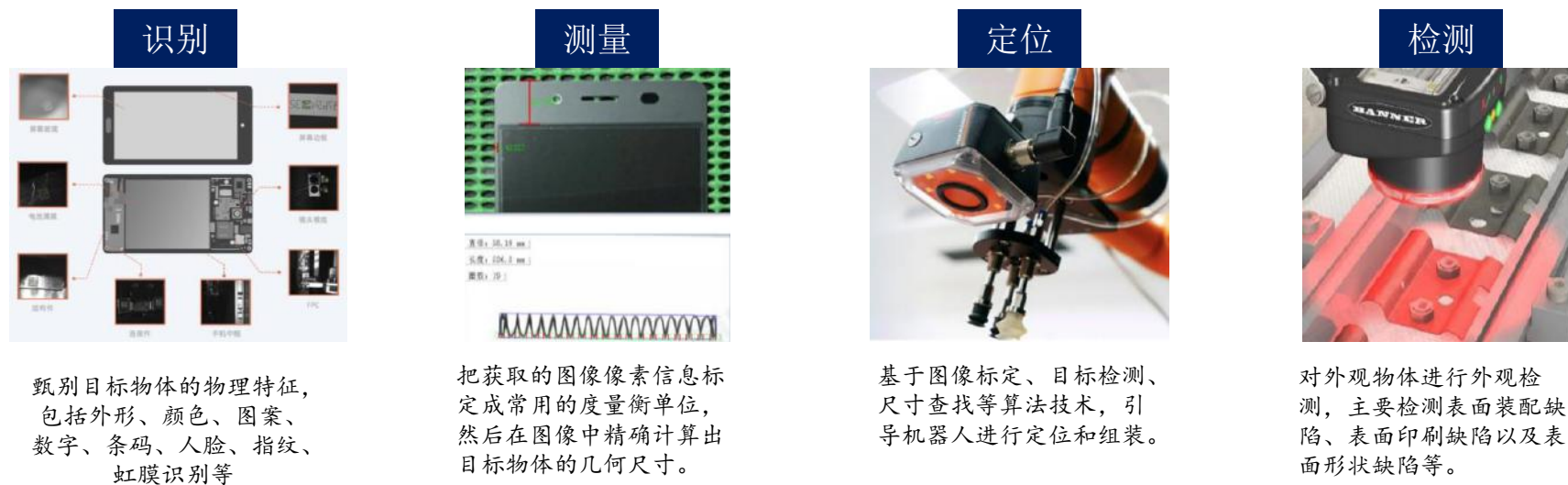
图表15：机器视觉产业链概况



3.2、机器视觉主要功能

- **机器视觉主要功能——识别、测量、定位及检测。**识别：基于目标物特征，如外形、颜色等进行甄别，测量：将获取的图像像素信息标定成常用度量衡单位，再在图像中精确计算目标物的几何尺寸；定位：获得目标物关于二维或三维的位置信息，检测：难度最高，主要指外观检测，产品装备后的完整性检测、外观缺陷检测等。
- **按难度划分，目前检测难度最高。**检测对机器视觉识别精度、准确性准确性要求最高，在AI与机器视觉结合后，有望实现更好的检测功能。

图表16：机器视觉主要功能介绍



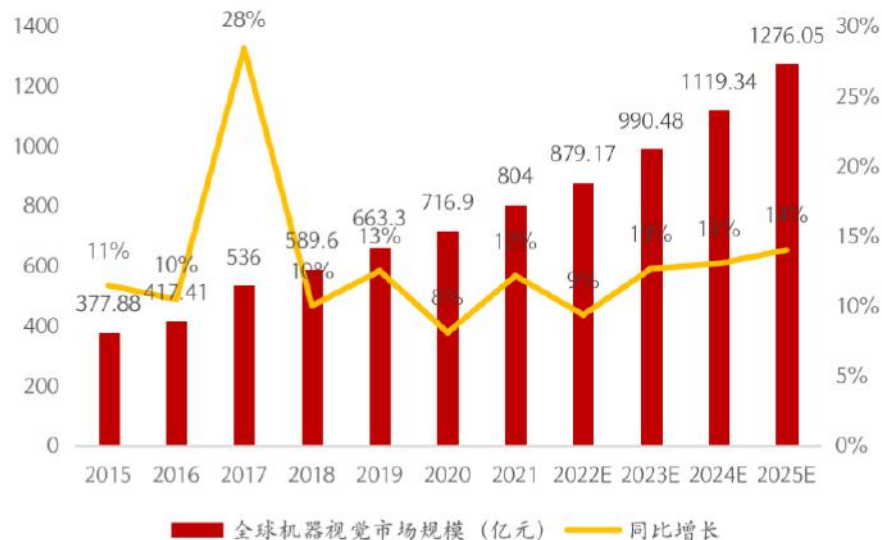
来源：前瞻产业研究院、海康机器人官网、中泰证券研究所

3.3、机器视觉行业情况

▣**全球市场**：Markets and Markets数据显示，2021年全球机器视觉市场规模约为804亿元，同比增长12.15%。GGII预计至2025年该市场规模将超过1200亿元。2022年至2025年复合增长率约为13%。

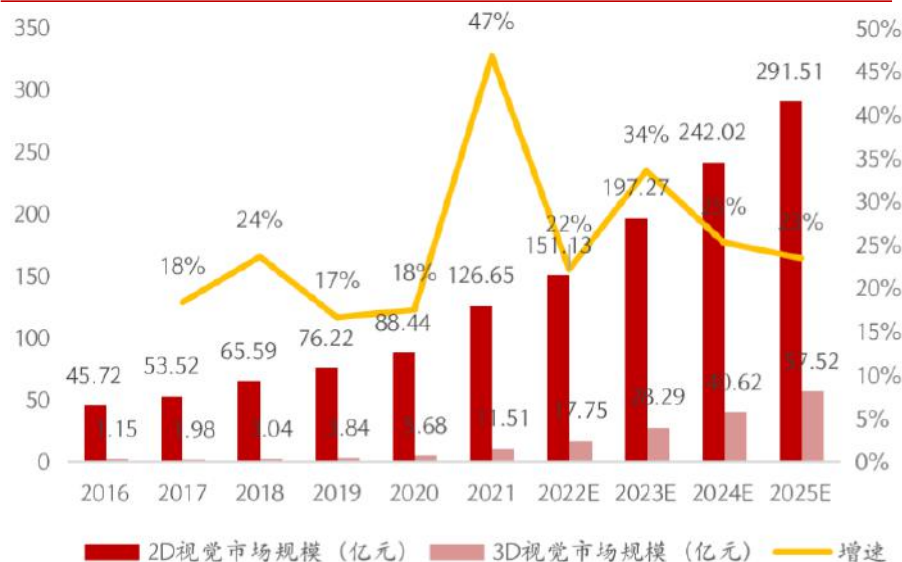
▣**中国市场**：GGII数据显示，2021年中国机器视觉市场规模138.16亿元（该数据未包含自动化集成设备规模），同比增长46.79%。其中，2D视觉市场规模约为126.65亿元，3D视觉市场约为11.51亿元。根据GGII预测，2025年我国机器视觉市场规模将达到349亿元，其中2D视觉市场规模将超过291亿元，3D视觉市场规模将超过57亿元。

图表17：2015-2025年全球机器视觉市场规模及预测



来源：MarketsandMarkets, 高工机器人产业研究所 (GGII), 中泰证券研究所

图表18：2016-2025年中国机器视觉市场规模及预测



来源：高工机器人产业研究所 (GGII), 中泰证券研究所

3.4、机器视觉驱动因素

□机器视觉行业自诞生以来已超过半个世纪，经历了从无到有，再到蓬勃发展的过程。2012-2021年中国机器视觉器件和系统的销售额从2012年的19.8亿元增长至2021年的161亿元，其复合增长率近似为31.7%。2022年中国机器视觉行业销售额将突破200亿元，可能得益于AI视觉的概念迅速发展。同时，在传统的机器视觉中，国产化替代开始逐步开拓市场份额。未来中国机器视觉行业将迎来快速增长阶段。

□ 图表19：机器视觉未来增长驱动因素

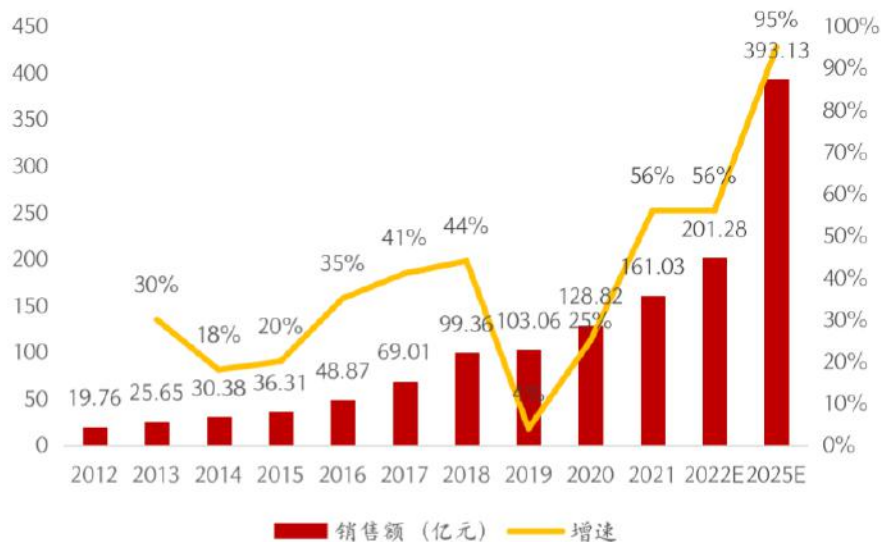
1 人口红利褪去，老龄化加深，人力成本上升驱动机器代人趋势增长

2 国家政策鼓励下，智能制造将成为必然发展趋势

3 机器视觉对比人眼视觉：在速度、精度、环境等方面优势明显

4 机器视觉下游应用逐步拓展加深

图表20：2021-2025年中国机器视觉行业销售额（亿元）

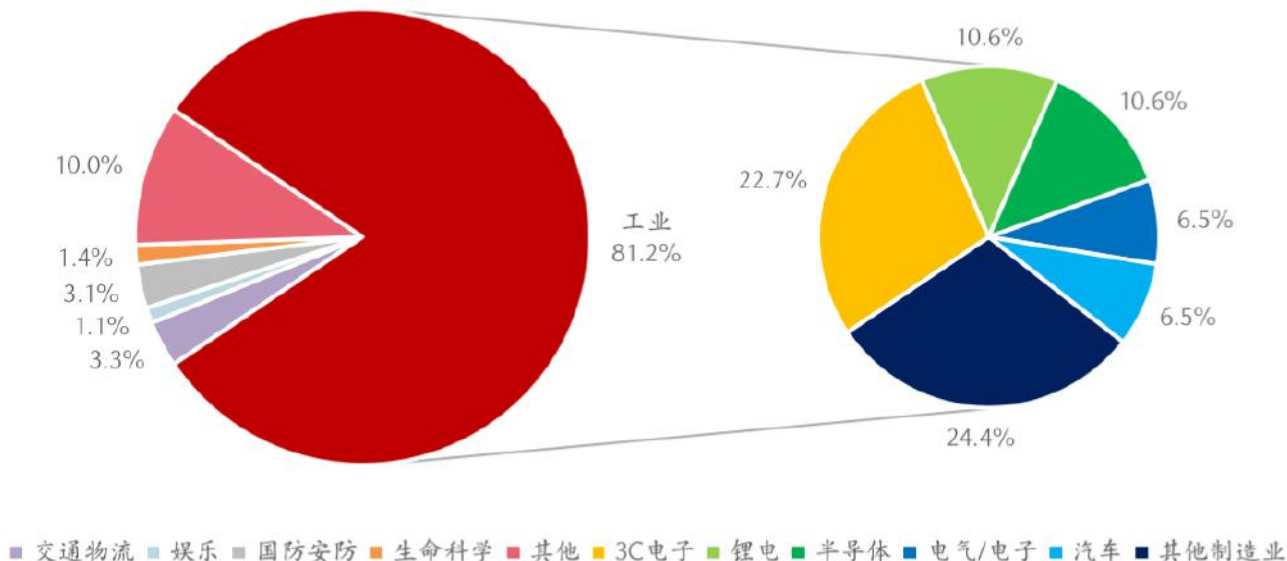


3.5、机器视觉下游应用概况

□机器视觉应用方向包含工业级与消费级。工业是目前中国机器视觉行业最大的下游应用领域，工业领域的销售额占比为 81.2%，其中工业行业包括电子制造、显示面板、汽车、印刷、半导体、食品饮料包装等行业。其他、交通、娱乐、国防安防行业为辅，其销售额占比依次为 10%、3.3%、3.1%、1.1%。

□工业机器视觉各细分行业应用中，3C电子、半导体、锂电、光伏位居前列，用于3C电子、半导体与新能源等板块的工业级机器视觉合计占比79.8%。机器视觉下游应用将不断渗透，未来工业机器视觉领域值得关注的四大赛道分别是3C电子、半导体、锂电、光伏。

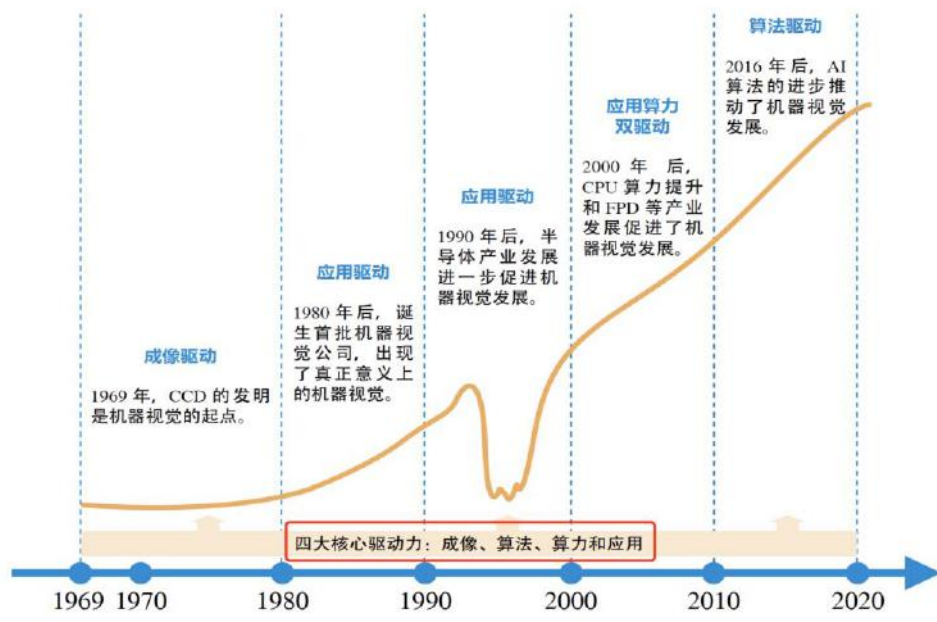
图表21：2021年机器视觉行业销售额



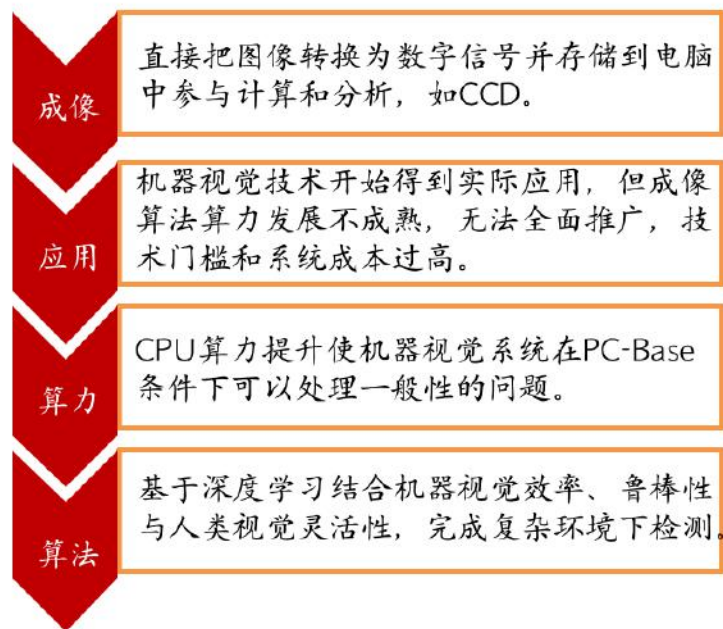
3.6、AI助力机器视觉实现更好应用

- ❑ **机器视觉的四大核心驱动力：成像、算法、算力和应用。**机器视觉算法与软件的结合是机器视觉产业的根基，伴随下游应用持续拓宽，亦对算力提出了更高要求。AI技术的发展，为机器视觉实现进一步智能化提供了必要技术支持。
- ❑ **机器视觉+AI赋能新兴行业：**机器视觉推进无人工厂、智慧工厂建设。和简单的传感器不同，视觉传感器生成大量图像数据，在AI和深度学习算法的帮助下可不断学习并优化，强化在智慧工厂环境中的使用。

图表22：机器视觉发展历程



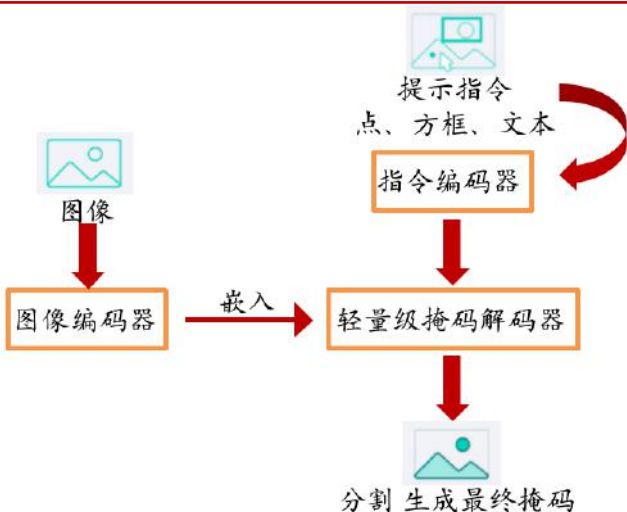
图表23：驱动因素分析



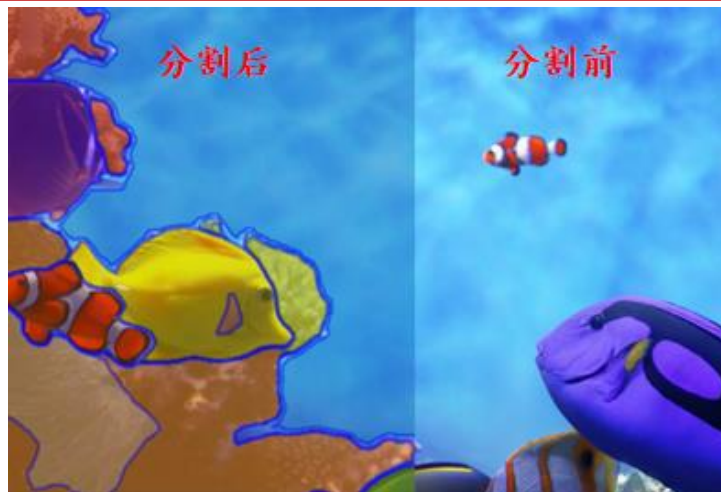
3.7、AI助力，看好机器视觉行业投资机会

- 机器视觉领域在AI加持下迎来底层技术突破。近日，Meta发布了首个图像分割基础模型SAM（Segment Anything Model，分割一切），底层以NLP模型的通用方式解决图像分割和识别问题，SAM模型可应用于各种领域，用于查找和分割图像中的任何对象。**分割技术是图像处理的底层技术，Meta以NLP的通用模型，极大地降低了图像处理的门槛，是机器视觉领域的底层突破性技术。**
- 在AI加持下，机器视觉行业有望迎来空前发展机会。机器视觉产业在AI加持下，迎来了底层技术的突破。**从算法、技术到应用，AI技术极大程度赋能机器视觉在图像模型上的智能化应用，优化了图像识别的复杂度及精度，实现万物识别。**
- 我们认为，在AI助力下，机器视觉有望更好实现对“人眼视觉”的替代，看好机器视觉产业链未来投资机会。看好方向包括（1）国内机器视觉系统龙头企业：凌云光；（2）核心零部件龙头供应商：奥普特；（3）机器视觉检测设备领先供应商：天准科技、矩子科技。

图表24: SAM模型设计



图表35: SAM启用文本到对象分割效果





4

AI+物流：AI助力物流降本增效

领先 | 深度

4.1、物流自动化产业链：中游处于核心地位

□物流自动化是实现智能工厂的最后一环，行业产业链主要分为上、中、下游三个部分。

- ✓ 上游主要为单机设备和零部件及系统提供商，供应立体货架、叉车、输送机、分拣机、AGV、堆垛机、穿梭车等硬件设备，以及WMS、WCS、WES、MES等仓储软件与工业软件。
- ✓ 中游是解决方案提供商，目前主要解决方案提供商一部分是由物流设备的生产厂家发展而来，硬件技术较强，如诺力股份、中科微至；另一部分是由物流软件开发商发展而来，在软件技术开发上具有较强的竞争实力，如今天国际、东杰智能等。
- ✓ 下游是应用物流或仓储自动化系统的各行业，包括零售、食品饮料、烟草、医药、汽车、电商、快递等诸多行业，主要分为工业生产和商业配送。

图表25：物流自动化产业链

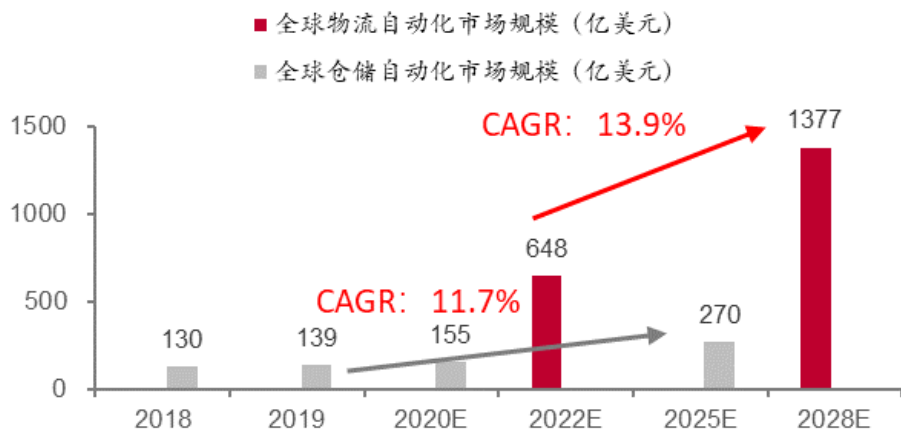


4.2、物流自动化市场空间

□**全球市场：**全球物流自动化行业历史悠久，根据IMARC Group，预测全球物流自动化市场规模从2022年648亿美元增长至2028年的1377亿美元，CAGR为13.93%。根据Logistics IQ，物流前端的仓储自动化市场规模由2019年的139亿美元增长至2025年的270亿美元，CAGR为11.7%。

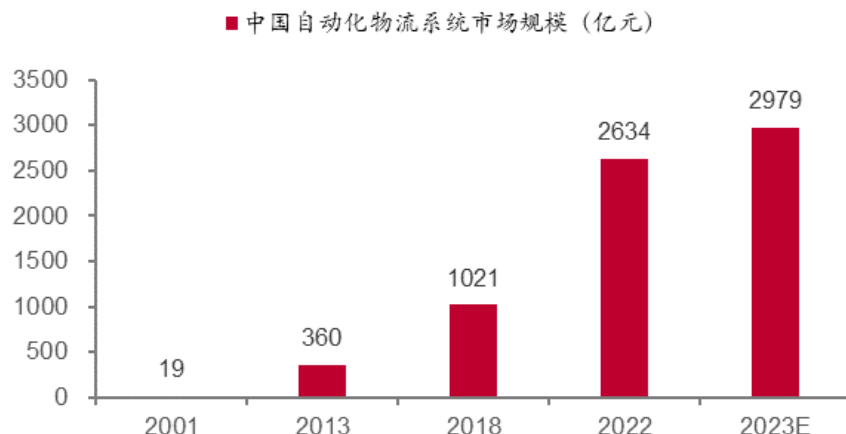
□**中国市场：**尚处于发展期，根据中国物流技术协会信息中心，我国自动化物流系统市场规模从2001年的不足20亿元，迅速增长至2013年的360亿元，2018年我国自动化物流系统市场规模突破1000亿元，2022年市场规模2634亿元，2013-2022年CAGR为24.7%。预计2023年我国自动化物流装备市场规模将超2900亿元，同比增加13.1%。

图表26：全球物流&仓储自动化市场规模预测



来源：IMARC Group, Logistics IQ, 中泰证券研究所

图表27：中国物流自动化市场规模



来源：中国物流技术协会信息中心, 中泰证券研究所

4.3、物流行业的AI应用：以决策式AI为主，受AIGC的影响较小

AI在物流领域的应用以决策式AI为主，AIGC在智能客服领域有应用。AI在物流中的应用方向可以大致分为两种，一是以AI技术赋能的如无人卡车、AMR、无人配送车、无人机、客服机器人等智能设备代替部分人工，这部分应用市场前景广阔，但受技术水平和政策限制等因素影响，落地条件尚不成熟，还需要较长的培育时间；二是通过计算机视觉、机器学习、运筹优化等技术或算法驱动的如车队管理系统、仓储现场管理、设备调度系统、订单分配系统等软件系统提高人工效率，已具备一定的技术基础，实际场景散落在物流业务体系中的各个角落，场景较为分散。

图表28：AI在物流各环节的应用场景、核心技术及适用领域

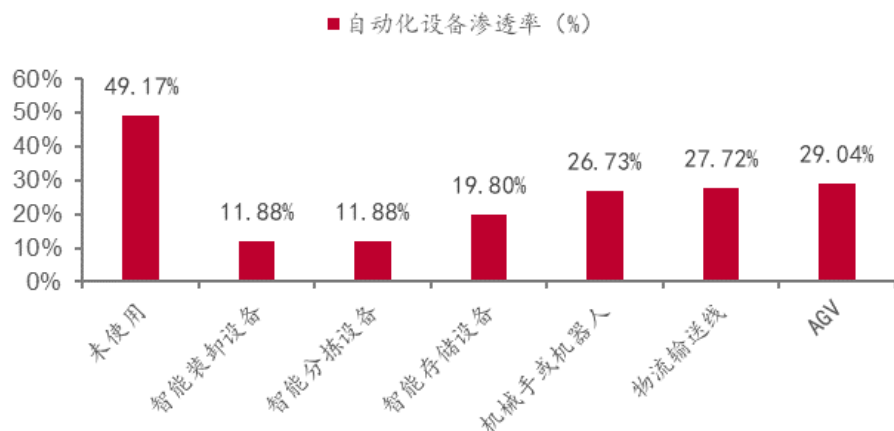
	智能仓储			智能运输		智能配送		智能客服
应用场景	仓储现场管理	货物搬运AMR	设备调度系统	自动驾驶无人卡车	车队管理系统	无人配送车、无人机	订单分配系统	客服机器人
核心技术	计算机视觉	计算机视觉 深度学习	深度学习 运筹优化	自动驾驶	计算机视觉	自动驾驶 VSLAM	深度学习 运筹优化	智能语音、NLP
适用领域	快递快运 电商仓储	快递快运 电商仓储 生产物流	高度自动化 大型仓库	整车运输 甩挂运输	整车运输	快递配送 即时配送 偏远地区配送	即时物流	快递快运 即时物流
市场空间 (亿元)		AMR 2022E: 21.3 2025E: 44.4 CAGR 28%		2022E: 2.2 2025E: 6.4 CAGR 43%	2022E: 16.5 2025E: 31.7 CAGR 24%	2022E: 2.1 2025E: 4.1 CAGR 25%	2022E: 4.0 2025E: 9.3 CAGR 32%	2022E 2.8 2025E 7.7 CAGR 21%

4.4、AI赋能物流智能化，关注系统集成商

□我国智能物流设备渗透率不足30%，AI与物联网、机器人、大数据等技术共同促进智慧物流发展。根据京东物流研究院的统计，2021年AGV、输送线及机器人的渗透率不足30%，且仍有49.17%的企业尚未引入物流自动化设备，远低于发达国家80%左右的智能物流装备渗透率水平，物流智能化有巨大提升空间。AI+物流的市场空间方面，根据艾瑞咨询，2019年AI+物流的市场规模为15.9亿元，预计2025年市场规模97.3亿，CAGR 35%。

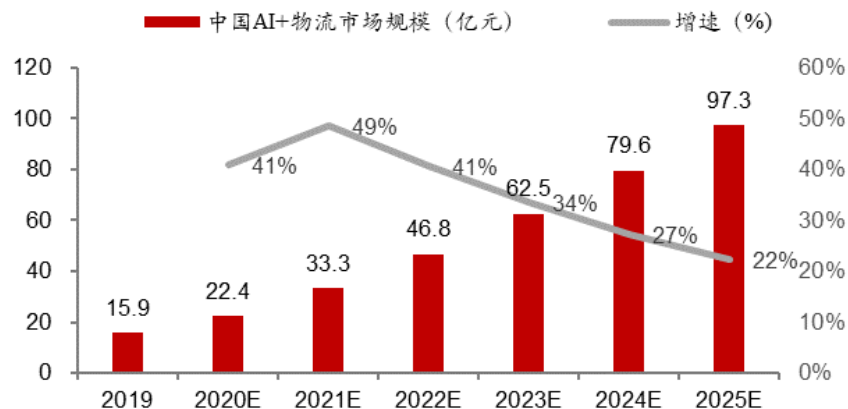
□未来智能物流装备系统将会日渐成为主流，关注具备整线设计能力的系统集成商。标的包括收购海外智能物流系统集成巨头的潍柴动力（收购德马泰克）、美的集团（收购 KUKA 及瑞仕格）、诺力股份（已收购 Savoye 和国内的中鼎集成），以及智能物流设备制造及集成公司：今天国际、东杰智能、机器人、德玛科技、兰剑智能、音飞储存。

图表29：2021年中国智能仓储设备渗透率



来源：京东物流研究院,中泰证券研究所

图表30：中国AI+物流市场规模预测



来源：艾瑞咨询，中泰证券研究所



5

AI+数控系统：更精确、更及时、更稳定

领先 | 深度

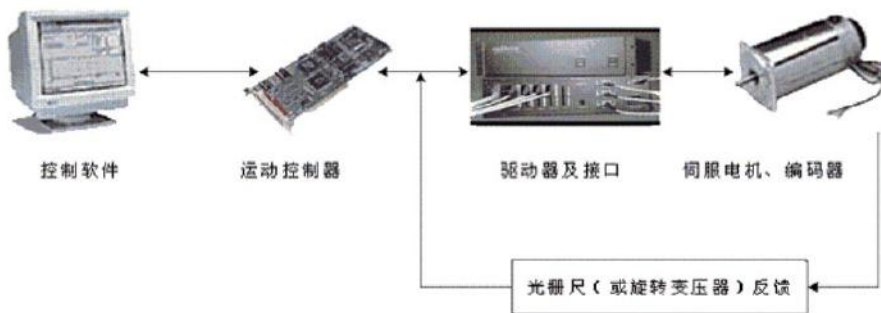
5.1、数控系统行业概况

▣**构成**：数控系统由三大部分组成：控制装置（总线、CPU、电源、存储器、操作面板和显示屏、可编程序控制器逻辑控制单元以及数据输入/输出接口等）、伺服系统（驱动装置和电机）和位置测量系统（光栅尺和编码器等）。

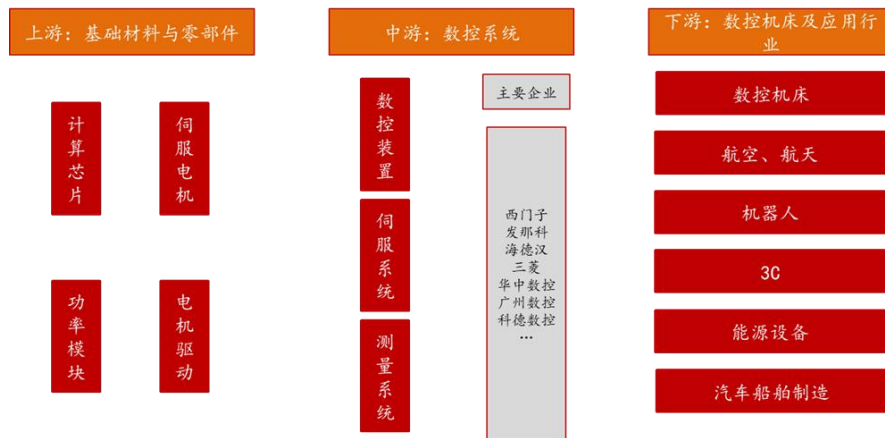
▣**原理**：控制装置根据加工程序进行插补运算，发出控制指令到伺服驱动系统，后者将控制指令放大，由伺服电机驱动机械按要求运动，位置测量系统检测机械的运动位置或速度，并反馈到控制系统，来修正指令。

▣**产业链**：上游为基础材料与零部件，中游为数控系统，下游为数控机床及其他细分行业应用。

图表31：数控系统构成图



图表32：数控系统产业链和主要企业



来源：《基于 CNC 改进的开放式数控系统研究_马秀明》、中泰证券研究所

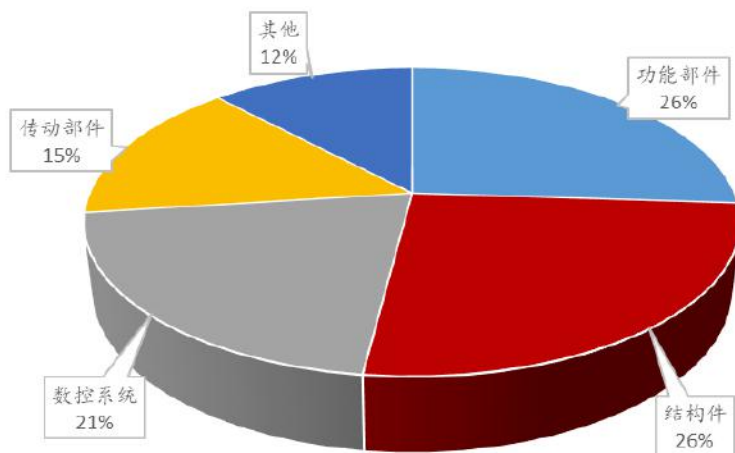
来源：科德数控招股书、华经产业研究院、中泰证券研究所

5.2、数控系统行业规模

□ **数控机床**：根据中国机床工具工业协会，2022年我国金属加工机床消费额274.1亿美元，同比降低1.9%，其中金切机床消费额为184.4亿美元，占比为67.3%，同比降低4.3%。

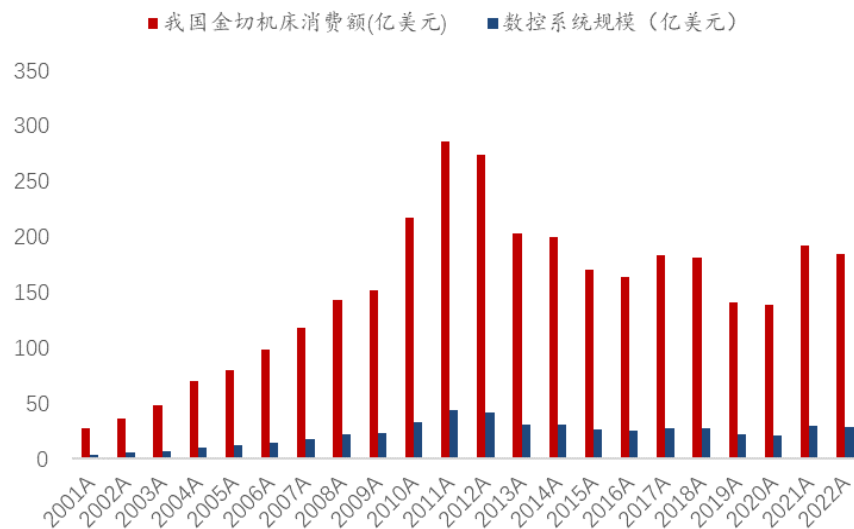
□ **数控系统**：根据海天精工、纽威数控等公司的招股书，数控系统一般占机床成本的20-25%，机床企业毛利率普遍在25-30%之间，据此测算，2022年国内数控系统市场规模约30亿美元，按照当前6.87的汇率，对应203亿人民币。

图表33：机床零部件成本构成（2020年）



来源：纽威数控招股书、中泰证券研究所 注：功能部件包括：数控转台、刀库、刀架、齿轮箱等；结构件包括：铸件和钣金件；传动系统包括：主轴、丝杠、导轨、轴承等。

图表34：中国数控数控系统市场规模



来源：中国机床工具工业协会、中泰证券研究所

5.3、数控系统行业竞争格局

□国内外差距：功能已具备，性能正追赶。近5年来，国产数控系统正在全方位追赶国外先进水平，功能上已基本与国外对标，但在性能上仍有较大差距，国外顶尖数控系统可以做到纳米级高速高精曲线插补，而国内仅能做到微米级高速高精插补。份额方面，据工信部，国产高档数控系统的占有率快速提升，在国产机床中的占有率由不足1%提升到30%以上。

图表35：国内外数控系统市场参与者对比

分类级别	代表品牌	功能完备性	性能及适用范围	可靠性 (MTBF)
国外顶尖	西门子、海德汉	CAD、CAM、多种样条曲线插补、RTCP、空间刀补、智能误差补偿、3D仿真、后置处理、智能诊断、MES、ERP、1000M工业总线通讯	三环全数字驱动一体、纳米级高速高精曲线插补、智能化自适应机床参数配置、通过参数选择几乎可满足所以设备控制应用	30000h
国外一流	发那科、三菱	CAD、简易CAM、多种样条曲线插补、RTCP、空间刀补、综合误差补偿、3D仿真、后置处理、智能诊断、1000M工业总线通讯	三环全数字驱动一体、纳米级高速高精曲线插补、通过参数数据可满足加工中心及各类设备控制	15000h
中国台湾	新代、亿图	简易CAM、NURBS样条插补、RTCP、测刃加工、动态误差补偿、2D仿真、在线诊断、100M工业总线通讯	位置环闭环控制、微米级高速高精插补、通过参数数据可满足加工中心及各类设备控制	10000h
大陆高端	华中数控、光洋股份、广州数控	NURBS样条插补、RTCP、测刃加工、动态误差补偿、2D仿真、在线诊断、100M工业总线通讯	位置环闭环控制、微米级高速高精插补、通过参数数据可满足加工中心及各类设备控制；加工效率一般	10000h
大陆普适	开通数控、广泰数控	通用插补、刀具直线及半径补偿功能、静态误差补偿、2D仿真、在线诊断、100M工业总线通讯	脉冲或总线闭环控制、小线段前瞻插补控制、通过参数数据可满足加工中心及个别专用设备控制系统；加工效率较低	3000h

5.4、AI助推数控系统向更智能化发展

AI助力：数控系统底层为软件算法，在应用层，数据交换、数据库搭建、实时监控等均可借助AI（主要是决策式AI）来实现，进而快速收集数据，进行决策分析。此外，AI具备类神经网络，可对硬件运行状态实时跟踪并反馈，从而对错误运行及时纠偏，保障系统稳定运行。

案例：华中数控开发了基于“指令域”电控数据的感知分析、理论与大数据融合建模、智能优化“i代码”和“双码联控”等技术，将AI芯片嵌入数控系统，研制了华中9型数控系统，并开发了精度提升、工艺优化和健康保障等一批智能应用模块。借助AI技术，国产数控系统正在加快缩小与国外先进技术的差距，国产化将加快推进。

图表36：AI在数控加工中的应用和优势

AI在数控加工中的应用		AI在数控加工中的优势	
数据交换	传统数控机床的数据交换依赖人机交互，涉及计算机操作、软件工程等多方面的学科知识，对工作人员的技术要求较高。运用AI技术后，数据交互可由AI完成，可大大降低对高级操作技工的依赖，并提升数据交换的效率。	精确度高	数控加工的环境复杂多变，其加工的零件精度往往较难保障，而AI拥有独特的类人化神经网络结构，可以对零件加工数据进行及时收集、核算并反馈，大幅提升加工件的精度。
构建数据库	数控加工需要海量的数据信息支持，在构建知识库的过程中，可借助AI技术对所需的必要数据进行自动化提取，从而降低人力成本、时间成本等，同时提升数控工作的精确度。	及时纠错	数控加工过程中，工件的位置、运行状态、磨损状况等可能会变化，AI可及时进行纠错对生产过程中各硬件的运行状态进行实时检测，并将数据返回分析系统中，进而分析处理，便可以在极短的时间内对硬件的运行状态进行纠正。
实时监控	AI可实时检测数控机床与零件等的运行状况，并通过提及的数据库进行信息收集、数据分析，实现数控加工过程合理的资源调度，从而保障数控加工工作的顺利进行。	保障系统平稳运行	数控加工中的误差不可避免，例如机床因受热产生变形，这种状况无法使用数据预测，是非线性状况，而使用AI所独有的神经网络系统实时检测进行误差补偿，可以将误差降至最低，从而保障系统的平稳运行。

5.5、投资策略：关注自主可控和AI布局的数控系统公司

□ 我们认为，数控系统领域的投资主要关注两条线：

- **自主可控：**数控机床是制造业的母机，而数控系统是数控机床的“大脑”，直接决定后者的功能、性能和技术水平的高低，在当前国际局势下，其重要的战略地位不言而喻。国家政策支持叠加头部数控企业自身技术实力的提升，中高端通用型数控系统的国产化率持续提升。
- **AI布局：**借助AI技术（目前主要以决策式AI为主），国产数控系统有望在高速、高精、高稳定性等方面缩短与国际顶尖数控系统企业的差距。
- **相关标的：**国产数控系统龙头，且已布局AI技术的华中数控、五轴数控系统领先者科德数控、车削数控系统企业广州数控（未上市）。



6

AI+VR：相辅相成，应用前景广阔

领先 | 深度

6.1、AR/VR行业情况

- ❑ VR：虚拟现实，产品定义为在密闭环境下输出视频等内容。
- ❑ AR：增强显示，产品定义为在现实的开放场景下，输出相关视频等内容，同时需要与当前场景进行实时交互。
- ❑ VR硬件主要由芯片、光学、显示、传感器、整机组装构成。

图表37：AR/VR产品



来源：公开资料整理、中泰证券研究所

图表38：VR产品组成

名称	价值量占比	方案	主要供应商
芯片	45%-50%	高通骁龙XR2、PS5主机、英特尔i7	高通、联发科、全志科技、瑞芯微
光学	6%-10%	非球面透镜、菲涅尔透镜、Pancake	舜宇光学科技、歌尔股份、玉晶光电、扬名化学
显示	20%-25%	Fast-LCD、Mini OLED、Micro OLED	JDI、夏普、京东方、TCL科技、鸿利智汇、显耀科技
其他零部件	15%	摄像头	舜宇光学科技、韦尔股份、玉晶光电、水晶光学、闻泰科技
		声学	歌尔股份、立讯精密、瑞声科技、恒玄科技
		其他	鹏鼎控股、东山精密、长盈精密、蓝思科技、达瑞电子等
整机组装	3%-5%	——	歌尔股份、立讯精密、欣旺达、富士康、和硕、龙旗、广达

来源：VR陀螺、中泰证券研究所整理

6.1、AR/VR行业情况

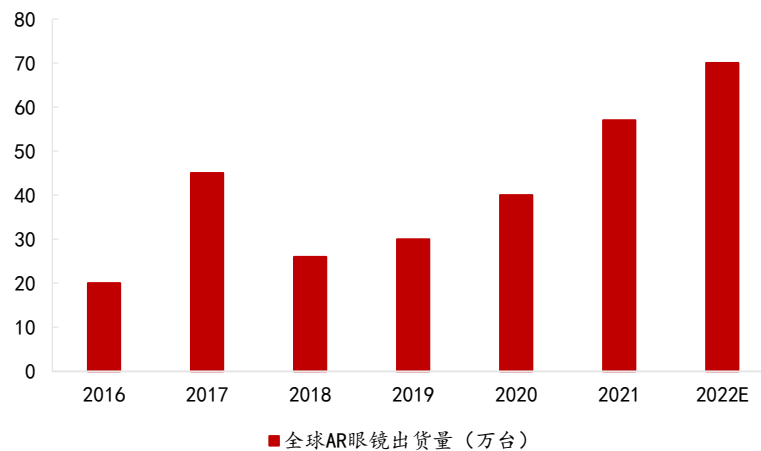
- **AR/VR出货量有望快速增长**：根据VR陀螺数据，2021年全球VR头显和AR眼镜出货量分别为1110、57万台，分别同比+65.7%、+42.5%。
- 根据IDC数据，2021中国AR/VR市场IT相关支出规模约为21.3亿美元，并将在2026年增至130.8亿美元，为全球第二大单一国家市场。

图表39：全球VR头显出货量



来源：VR陀螺、中泰证券研究所

图表40：全球AR眼镜出货量



来源：VR陀螺、中泰证券研究所

6.2、VR是AI重要的应用场景

□AI需要可视化的赋能效应。VR作为可视化的呈现方式，有助于呈现和辅助理解AI应用之后的效果。

□AI助力VR内容生成。3D内容（包括3D模型、3D动画，和3D交互等）是VR/AR核心之一。3D内容的设国产需要大量的人工并对制作人员要求较高。而AI可实现和辅助3D内容生成，提升内容丰富度，从而助力VR行业发展。

□AI+VR可产生大量的应用场景。VR作为改变人们交互方式的产品，与AI结合后，将产生巨大想象空间。例如沉浸式和购物，VR提供虚拟场景，而AI提供虚拟导购。VR提供场景，AI提供智能化，二者结合可产生大量新的应用场景。

□AR/VR作为近几年最重要的产品创新，随着AI赋能，产销量有望加速提升，从而带来3C设备需求增长：

- ✓ 杰普特：光学检测设备，提供VR/AR眼镜模组测试，应用于VR/AR透镜成像畸变检测；
- ✓ 组装检测设备：赛腾股份、智立方等；
- ✓ 屏幕检测设备：华兴源创等。



7

AI+工控与工业软件:AI加持, 助力工控&工业软件快速发展

领先 | 深度

7.1、工控行业情况

- 工控是利用计算机对机械进行控制，进行更加高效、精准的生产。作为自动化设备核心零部件，工控系统可以分为控制层、驱动层、执行层与传感层四个层面，并通过系统集成最终形成系统类产品。工控下游产品的形态、生产方式，决定了工控的形态还有商业模式，一般将把制造业下游分为工程自动化（FA）和流程自动化（PA）。
- 工程自动化（FA）主要更加侧重精准性，主要应用于生产工业机器人、机床等通用自动化设备以及OEM市场，主要应用于新兴锂电、光伏行业以及传统的包装、暖通等传统行业。流程自动化（PA）主要侧重稳定性，更多应用于市政、冶金、化工、电力等行业。

图表41：工控行业产业链概况



7.2、工业软件细分

□作为工艺沉淀与传承的载体，工业软件涉及生产制造过程中各个环节，并且成为智能化制造与作业体系的核心基础。按制造业的生产周期维度划分，可以将工业软件划分为研发设计类软件、生产制造类软件、经营管理类软件和运维服务类软件。各个细分领域横向比较来看，产品类别发展齐全。

图表42：工业软件细分类型



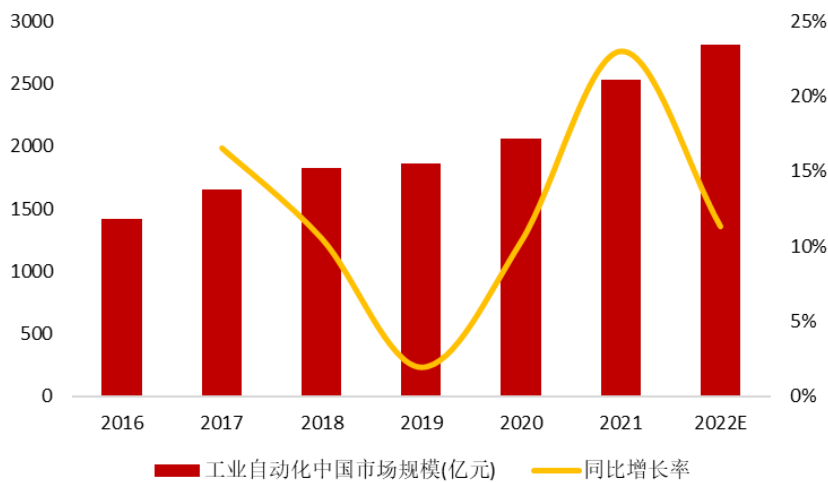
来源：工控网，中泰证券研究所

7.3、工控行业市场规模

□工业自动化发展向好。近年来，中国工业自动化中本土品牌不断攀升，国产化率提高推动工业自动化中国市场规模逐年攀升，2019-2021年中国工业自动化市场规模分别为1,865亿元、2,057亿元和2,530亿元，2020和2021年同比增速分别为10.29%和22.99%。

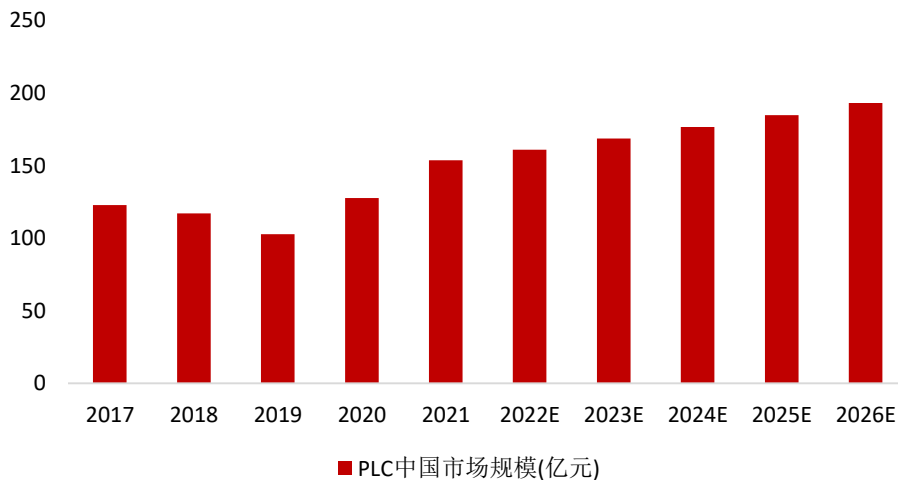
□PLC行业稳步增长，未来发展空间大。PLC是生产加工测试设备的核心，具有数学运算、数据输送转换等功能，通过数据的采集、分析及处理提高生产效率，提高产能，在工控行业中至关重要。中国市场在2021年达153.57亿元，其中较2020年的市场规模上涨20.53%。中国市场的PLC行业预计2026年市场规模将增长至193.03亿元。

图表43：2016-2022E中国工业自动化市场规模



来源：《2021中国工业自动化市场白皮书》，中泰证券研究所

图表44：2017-2026EPLC中国市场规模



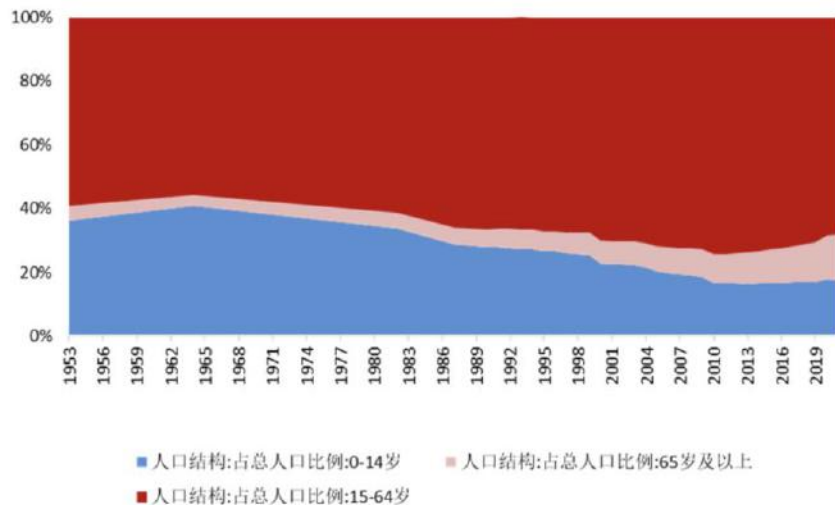
来源：工控网，中泰证券研究所

7.4、人口红利褪去，工控&工业软件应用发展正当时

□人口老龄化趋势增长，劳动力及制造业就业人数同比下降。2014~2022年，中国60岁以上人口占总人口比例不断上升，由16%上升至20%。主要为劳动力的16~59岁人口占总人口比例由67%下降至62%。从事制造业的人口在这段时期持续下降，由5243万人下降至3828万人次，且基本每年都为负增长。

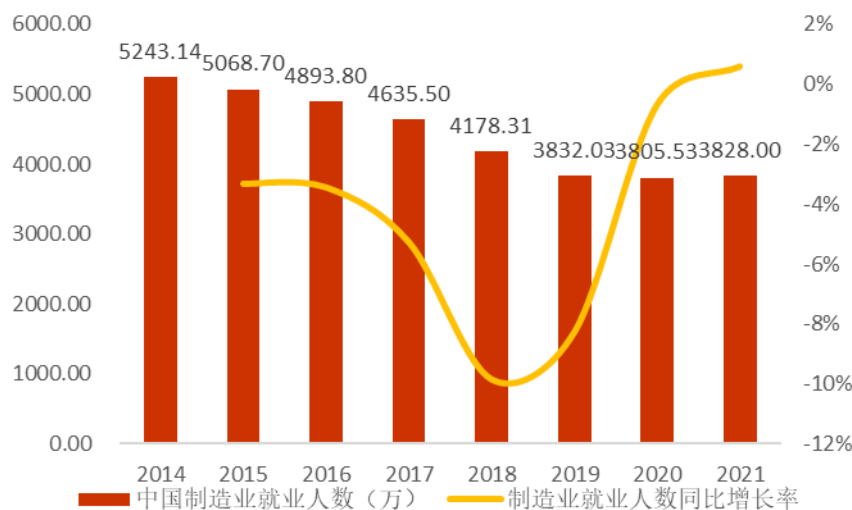
□人工成本上涨倒逼产业升级，智能化成为中国制造业未来发展必然选择。人口红利逐渐减弱，制造业从业人员不断下降，机器代替人工已成为现代制造业必须完成的转型，因此工控设备的需求不断增大。据《2021年中国自动化市场白皮书》数据显示，2020年以来的疫情影响下，国内工业企业纷纷加大了自动化、信息化的投资力度，工业自动化市场增长强劲，2021年我国工业自动化控制市场规模为2530亿元，同比增长22%，预计未来我国工业自动化控制产品市场规模将保持较高的增速。

图表45：中国人口结构



来源：Wind，中泰证券研究所

图表46：中国制造业就业人数



来源：Wind，中泰证券研究所

7.5、智能化背景下，AI有望助力工控及工业软件蓬勃发展

□**人口红利褪去，制造业智能化趋势成为未来大势所趋。**据工信部数据，目前国内制造业智能化比率仅6.6%，与发达经济体之间仍存在较大差距，而人口老龄化问题的加剧则进一步推动制造业实现全面智能化，赶超发达工业国家。

□**AI技术赋能，有望更好与工控及工业软件实现融合。**①**工控**：应用AI技术可以实现更好的智能化控制，使工控设备更加智能地完成任务，同时更为自然地实现人机交互；②**工业软件**：在工业软件研发设计中，参数化内容及数据尤为重要，但由于其所处行业的特殊性，工业软件往往不具备“天然共性特征”，以往简单的拓扑优化需要进行多次仿真迭代，而应用AI技术，可以更高效、快捷地寻找其中的规律及潜在最佳方案，提升仿真效率及精度。

□**在AI加持下，工控及工业软件在关键生产环节降本增效成果显著。**我们认为，随着人口红利褪去，国内制造业智能化将成为必然趋势，而工控及工业软件在AI加持下，应用场景势必将进一步打开，看好工控及工业软件产业链。看好工控行业龙头汇川技术、国内DCS龙头中控技术；建议关注信捷电气、英威腾、禾川科技等。



8

AI+智能仪表：发展前景广阔， AI打开应用空间

领先 | 深度

8.1、仪器仪表向智能化发展，市场规模超千亿元

□ **智能仪器**是含有微型计算机或者微型处理器的测量仪器，拥有对数据的存储运算逻辑判断及自动化操作等功能。智能仪器的出现，极大地扩充了传统仪器的应用范围。智能仪器凭借其体积小、功能强、功耗低等优势，迅速在家用电器、科研单位和工业企业中得到了广泛的应用

□ **产业链**：上游为传感器、控制器、减速器、伺服等核心零部件，中游为智能电表、智能水表、智能燃气表等仪器仪表本体，下游为细分行业应用。

图表47：智能仪器仪表产业链和主要企业



8.1、仪器仪表向智能化发展，市场规模超千亿元

□ 仪器仪表制造业市场：根据中商情报网数据，2022年全国仪器仪表制造业营业收入9835.4亿元，同比增长4.2%；营业成本7410.1亿元，同比增长4.6%；利润总额1017.6亿元，同比增长4.3%。

图表48：中国仪器仪表制造业营业收入



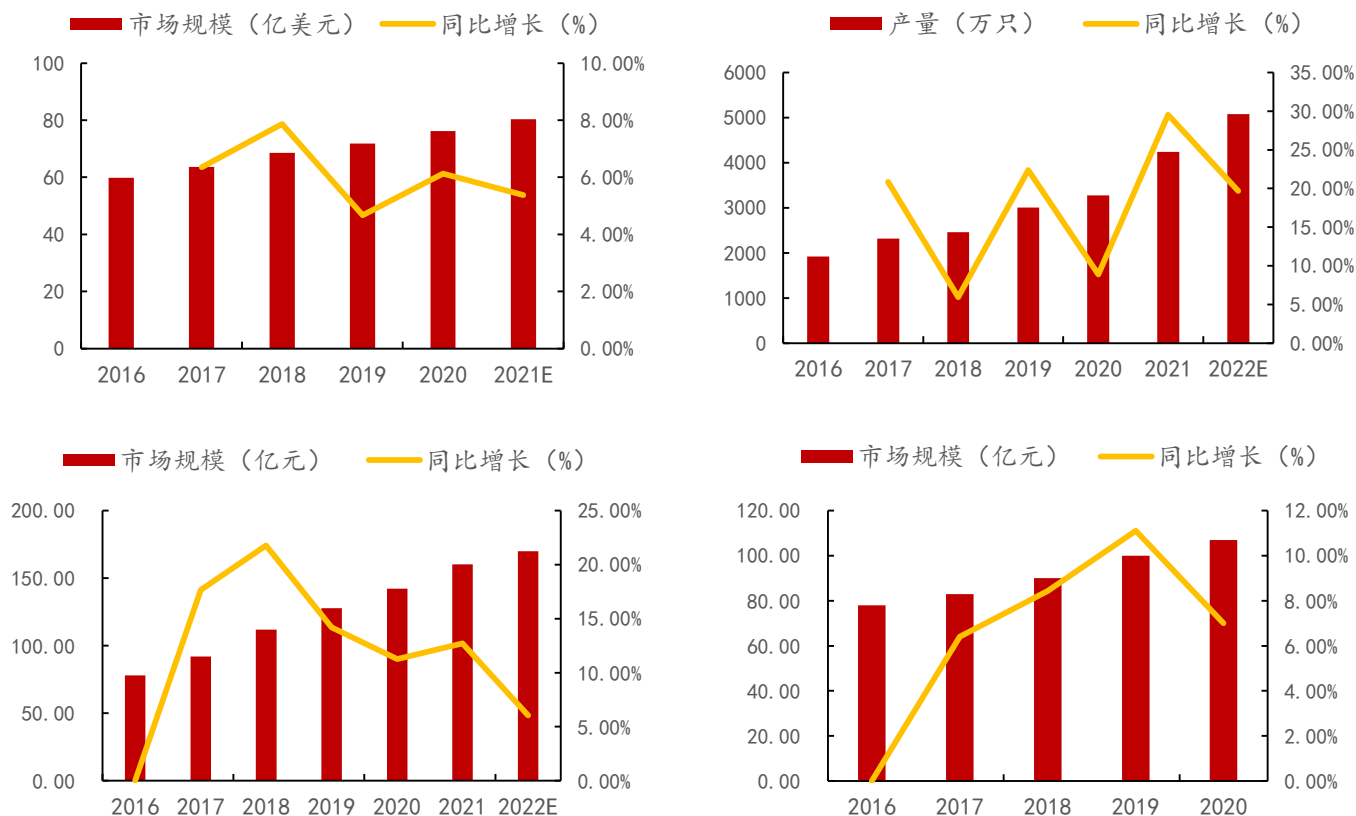
来源：中商情报网，中泰证券研究所

8.1、仪器仪表向智能化发展，市场规模超千亿元

□智能燃气表与智能水表市场：根据中商产业研究院数据，预计2021年中国智能燃气表市场规模为80.3亿美元，同比增长5.38%，预计2022年中国智能水表市场规模为5078万只，同比增长19.7%。

□质谱仪与色谱仪市场：根据观研报告网数据，预计2022年中国质谱仪市场规模为170亿元，同比增长6.05%。根据华经产业研究院数据，2020年中国色谱仪市场规模为107亿元，同比增长7%。

图表49：智能燃气表、智能水表、质谱仪与色谱仪市场规模



来源：中商产业研究院、观研报告网、华经产业研究院，中泰证券研究所

8.2、AI助力仪器仪表打开应用空间

□ AI与仪器仪表相结合，即利用计算机模拟人的智能，代替人的一部分脑力劳动，从而为仪器仪表赋以人的视觉、听觉乃至思维能力。一些常见的AI应用于仪器仪表的领域包括：

□ AI虚拟仪器：提供数据采集、数据分析和数据显示等功能，只要配备一定的硬件，应用不同的软件编程，就可得到功能完全不同的测量仪器。

□ AI疾病诊断仪器：能根据人吹出的气体进行化学成分分析，诊断出多种疾病是否存在的痕迹。

□ AI温度与压强测量仪器：AI温度测量仪不仅能够更加精确的测量温度，还能够对室内环境进行程序控温；AI压力测量仪既能够测压，又能够自动进行差压补偿。

□ AI工业仪器：可以高效测量电厂中的污水、煤粉、灰、烟气等介质，也可以用于钢铁厂的烧结矿碱度的预报。

□ 看好“AI+仪器仪表”企业的发展，建议关注①超声水表龙头迈拓股份，②科学分析仪器龙头聚光科技。

图表50：AI在仪器仪表中应用

虚拟仪器



疾病诊断



温度测量



工业领域





9

AI+X射线检测设备：AI助力 智能化检测

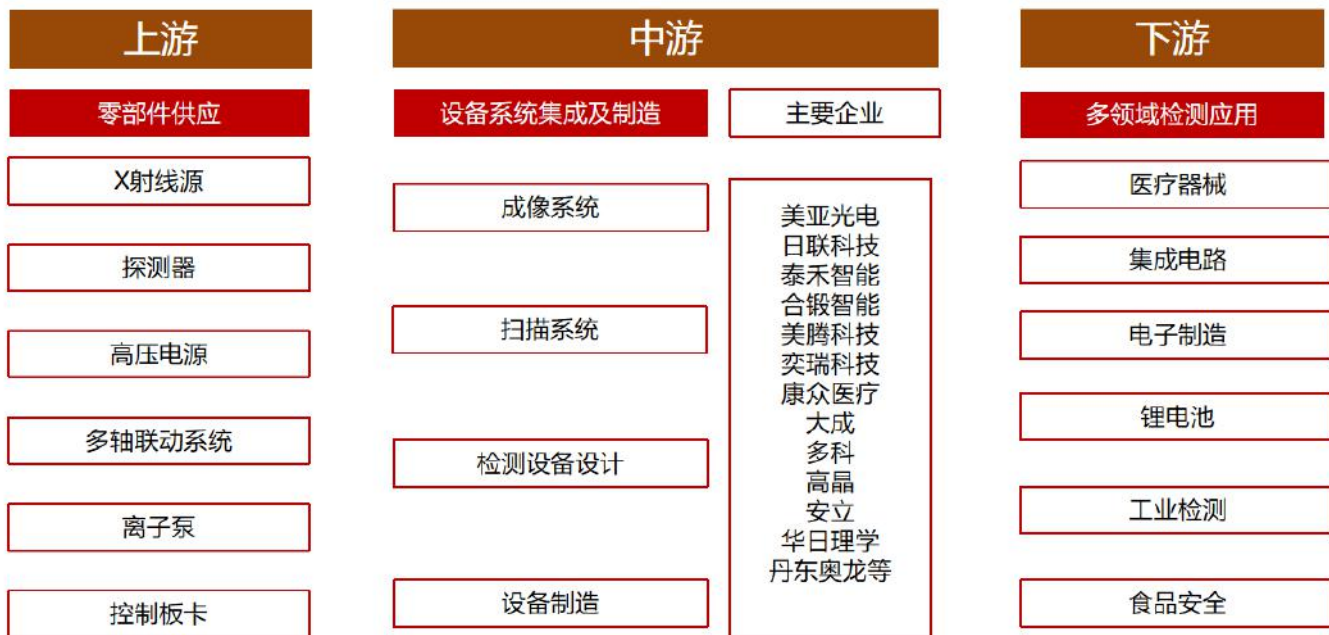
领先 | 深度

9.1、X射线检测设备应用范围广，市场规模稳定增长

□ X射线检测是影像检测的重要方法之一，应用范围广。1895年至今，X射线检测技术应用从最初的医疗、大焦点工业探伤等较为狭窄的领域，逐渐扩展到如今的医疗健康、微焦点工业精密X射线检测（主要面向集成电路、电子制造、新能源电池等行业）、传统工业无损检测、公共安全检测和食品异物检测等领域。除了民用领域之外，X射线检测也逐步在航天工业、核工业、军工等领域得到应用。

□ 产业链：上游为X射线源、探测器等核心零部件，中游为成像系统、扫描系统等设备系统集成及制造，下游为细分行业应用。

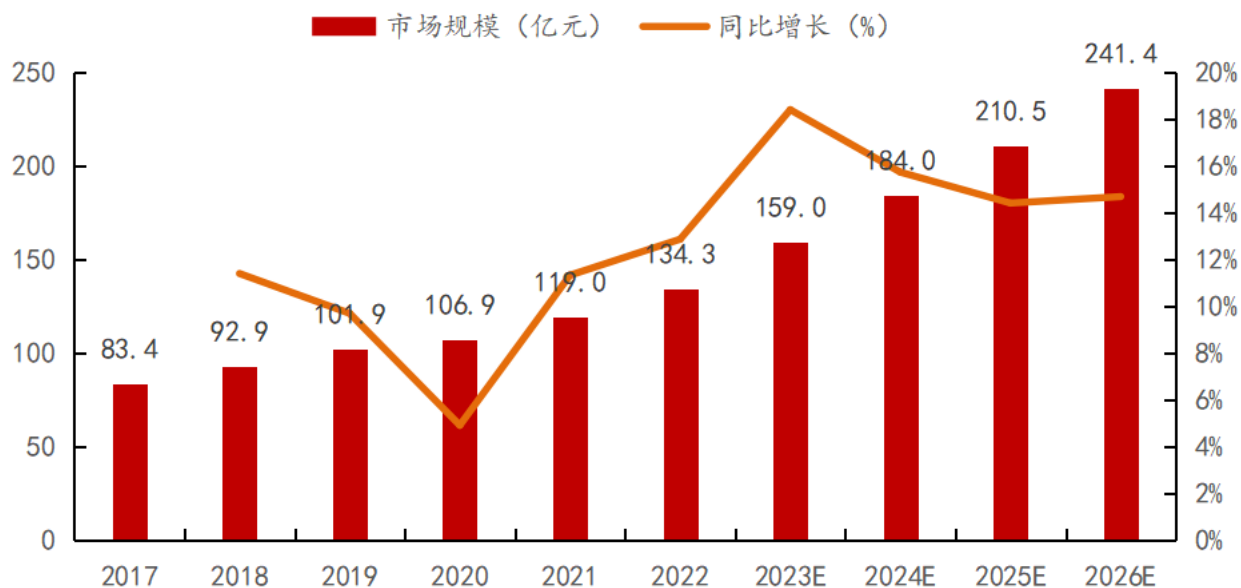
图表51：X射线检测设备产业链和主要企业



9.1、X射线检测设备应用范围广，市场规模稳定增长

□ **X射线检测设备市场：**根据沙利文咨询的统计和预测，除医疗健康外，2021年我国X射线检测设备的市场规模约为119亿元，受到下游集成电路及电子制造、新能源电池等行业需求的快速增长影响，X射线检测设备预计在未来五年将维持高速增长的趋势，预计到2026年，我国X射线检测设备除医疗健康领域外的其他主要应用领域的市场规模为241.4亿元，未来五年的复合增长率约为15.2%。

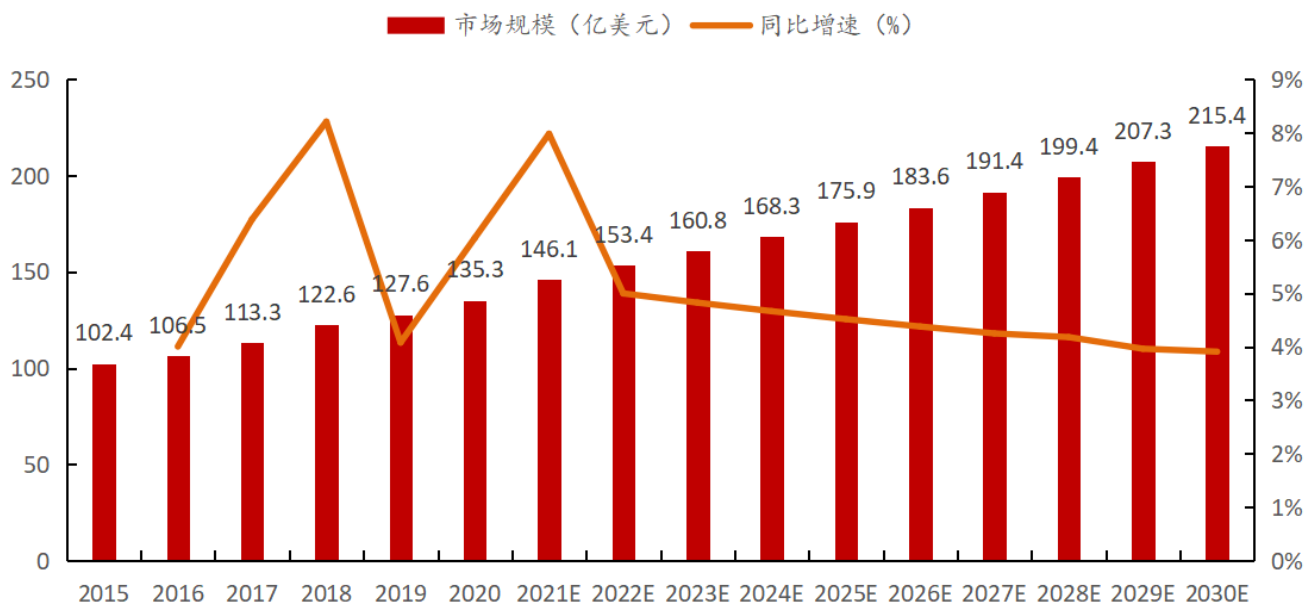
图表52：X射线检测设备市场规模（除医疗健康领域应用外）



9.1、X射线检测设备应用范围广，市场规模稳定增长

□ **X射线计算机断层扫描系统（CT）市场：**根据灼识咨询的统计和预测，2020年全球CT系统市场规模达到约135.3亿美元，预计2030年将达到约215.4亿美元，年复合增长率为4.8%；其中，亚太地区的市场规模预计将在2030年达到约98.7亿美元，2020-2030年亚太地区市场规模的年复合增长率预计将达到6.5%。从全球市场的维度，欧美发达国家CT市场已经进入了相对成熟期，全球CT市场的主要增长动力来自亚太地区。

图表53：X射线计算机断层扫描系统（CT）市场规模



9.2、AI助力X射线检测设备智能化程度提高

□ AI+X射线检测设备主要嵌入分析式AI模型，通过智能识别与深度学习算法，帮助医生进行更高效诊疗，或对工业领域的异物进行更精准识别。相关案例包括美亚光电将AI技术与色选机、CBCT产品相结合，提高剔除杂质的精确度以及CBCT的成像效果；日联科技将AI技术与异物检测X-Ray、智能点料机相结合，提升异物检测的自动化水平与物料识别的准确性。

□ 看好“AI+X射线检测设备”企业，推荐①口腔CBCT龙头美亚光电，②工业X射线检测装备领先企业日联科技。

图表54：美亚光电AI+CBCT



来源：美亚光电，中泰证券研究所整理

图表56：日联科技AI+异物检测X-Ray



来源：日联科技，中泰证券研究所整理

图表55：美亚光电AI+多光谱分选机



来源：美亚光电，中泰证券研究所整理

图表57：日联科技AI+智能点料机



来源：日联科技，中泰证券研究所整理



10

AI+传感器：AI发展，提高 传感器需求

领先 | 深度

10.1、传感器涉及多种技术，行业规模呈增长态势

□ **传感器**指能感受规定的被测量并按照一定规律转换成可用信号的器件或装置。一般包含传感单元、计算单元和接口单元。**传感器行业主要特点有：**①**基础面广，依附性强。**传感器的发展依附于敏感机理与材料、制造工艺装备、检测技术等基础。②**技术密集，日新月异。**传感器除涉及传感技术外，还涉及IC、计算机、无线通信等技术，而这些技术都在不断发展中。③**芯片制造投资强度高。**对传感器芯片制造企业而言，在产品研发、工艺装备、测试等方面投资很高；对非传感器芯片制造企业，投资强度未必很高。

□ **产业链：**上游为芯片、电路、电源、不同类型的元件等各种原材料，中游为电容式气压传感器、红外气体传感器、图像传感器等各种类型的传感器制造，下游为消费电子、汽车电子、工业电子、通信电子等应用

图表58：传感器产业链和主要企业

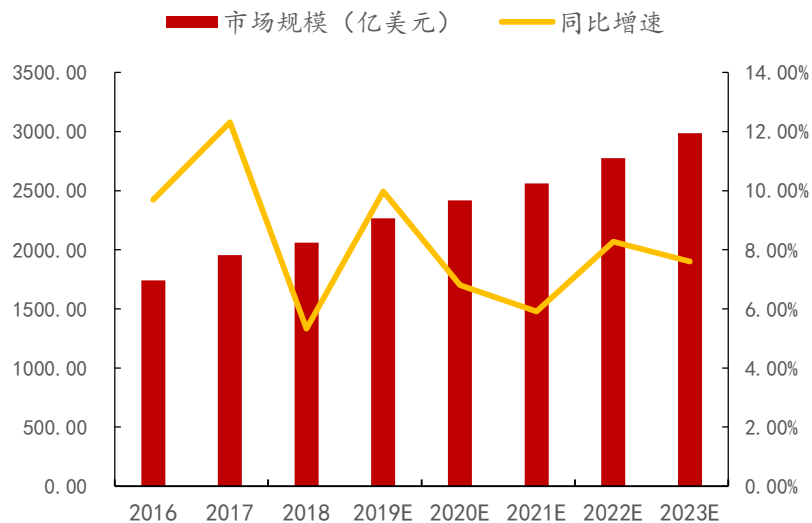


10.1、传感器涉及多种技术，行业规模呈增长态势

□ **全球传感器市场：**根据前瞻产业研究院数据，2022年全球传感器市场规模达到约2774亿美元，预计2023年将达到约2985亿美元，同比增速为7.61%。

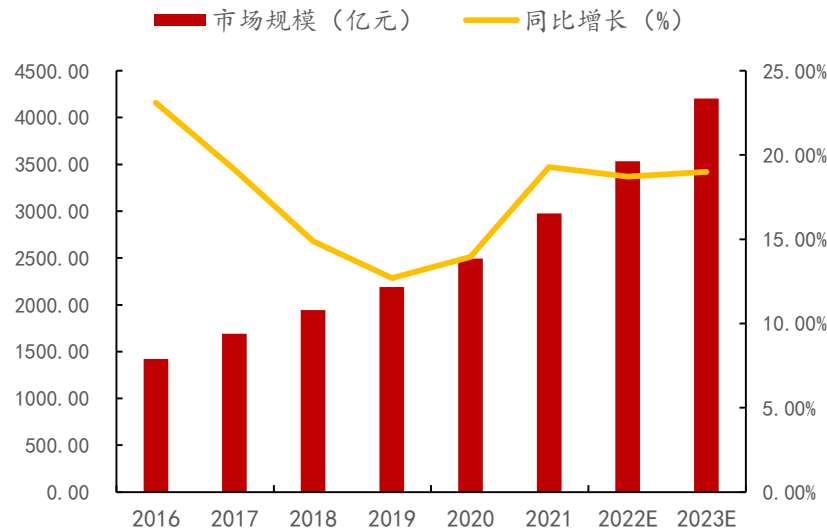
□ **中国传感器市场：**根据前瞻产业研究院数据，2022年中国传感器市场规模约3532亿元，2023年将达到4203亿元，同比增速19.00%。

图表59：全球传感器市场规模



来源：前瞻产业研究院，中泰证券研究所

图表60：中国传感器市场规模



来源：前瞻产业研究院，中泰证券研究所

10.2、AI助力传感器进一步提升精准度

- AI应用于传感器的领域被称为感知计算，将传感器、算法和数据分析相结合，以提供更准确、可靠的数据和更高效的系统。传感器是感知计算的基础，它们可以检测和测量各种环境参数。AI可以对传感器数据进行分析 and 处理，从而提供更准确的结果和更快的响应速度。一些常见的AI应用于传感器的领域包括：
 - 智能家居：AI通过传感器检测房间数据情况来控制家庭设备的运行，例如调节空调、照明等。
 - 智能交通：AI通过分析传感器数据，提高交通效率和安全性。例如，交通信号灯可以根据交通流量来自动调整。
 - 工业应用：AI通过传感器检测工厂中的机器运行状态、能源使用情况等数据，提高生产效率和降低能源消耗。
 - 医疗保健：传感器可以监测病人的生命体征，例如心率、呼吸等。AI可以通过分析这些数据，提供更准确的诊断和治疗方案。
- 看好“AI+传感器”企业，推荐①X射线探测器龙头奕瑞科技，②国内气体传感器领先企业四方光电。

图表61：AI在传感器中应用

智能家居



智能交通



智能工业



智能医疗





11

受益标的

领先 | 深度

图表62: AI+制造业标的梳理

细分行业	影响方式	影响内容	市场空间 (亿元)	公司代码	股票名称	2023-4-12		归母净利润 (亿元)				PE			
						市值 (亿元)	2021	2022E	2023E	2024E	2021	2022E	2023E	2024E	
机器人	AIGC、决策式AI	机器人有望成为AI的终极入口	智能机器人: 2022年76亿, 2027E 536亿	002747.SZ	埃斯顿	233.10	1.22	1.79	3.07	4.68	191.02	130.10	76.04	49.84	
				688255.SH	凯尔达	31.25	0.60	0.38	0.72	1.11	52.21	83.25	43.40	28.15	
				688017.SH	绿的谐波	222.41	1.89	1.59	2.71	3.68	117.56	139.90	82.03	60.48	
				301368.SZ	丰立智能	30.55	0.61				50.26				
				603915.SH	国茂股份	135.96	4.62	4.36	5.99	7.75	29.43	31.21	22.69	17.55	
				688160.SH	步科股份	33.43	0.75	0.91	1.15	1.49	44.75	36.72	29.07	22.48	
机器视觉	AIGC、决策式AI	AI促进机器视觉多元应用: SAM模型发布加快行业发展	机器视觉: 2021年138.16亿, 2025E 349亿	688686.SH	奥普特	212.62	3.03	3.25	4.66	6.07	70.20	65.45	45.58	35.01	
				688400.SH	凌云光	196.99	1.72	2.01	3.05	4.17	114.62	98.07	64.55	47.26	
				688003.SH	天准科技	83.62	1.34	1.52	2.32	3.11	62.35	54.90	35.98	26.93	
				300802.SZ	矩子科技	64.02	1.01	1.18	1.68	2.25	63.55	54.25	38.18	28.43	
智能物流	决策式AI	AI助力物流降本增效	AI+物流: 2022年46.8亿, 2025E 97.3亿	603611.SH	诺力股份	53.89	3.00	3.93	4.79	6.92	17.95	13.70	11.24	7.79	
				300532.SZ	今天国际	55.85	0.92	2.44	3.84	5.35	60.93	22.86	14.54	10.45	
				688557.SH	兰剑智能	25.47	0.81	0.91	1.32	1.69	31.64	28.14	19.30	15.09	
数控系统	决策式AI	AI助力数控系统更精确、更及时、更稳定	数控系统: 2022年203亿	300161.SZ	华中数控	93.49	0.31	(0.03)	1.11	1.83	299.36		84.53	50.97	
				688305.SH	科德数控	91.35	0.73	0.60	1.22	1.75	125.37	151.26	75.06	52.20	
ARVR	AIGC	相辅相成, 应用场景丰富	ARVR支出规模: 2021年143亿	603283.SH	赛腾股份	86.21	1.79	3.07	4.17	5.33	48.07	28.08	20.70	16.19	
				301312.SZ	智立方	52.82	1.15	1.17	1.61	2.26	45.95	45.28	32.86	23.37	
				688025.SH	杰普特	51.58	0.91	0.77	1.78	2.56	56.51	67.28	28.92	20.18	
				688001.SH	华兴源创	166.50	3.14	3.23	5.26	7.03	53.03	51.53	31.68	23.67	
工控与工业软件	决策式AI	智能控制、人机交互、提升仿真效率及精度等	中国工业自动化市场: 2021年2530亿	300124.SZ	汇川技术	1,873.70	35.73	42.79	54.11	69.09	52.43	43.79	34.63	27.12	
				688777.SH	中控技术	499.07	5.82	7.96	10.66	14.11	85.80	62.73	46.82	35.38	
				603416.SH	信捷电气	57.76	3.04	2.18	3.42	4.45	19.02	26.44	16.88	12.99	
				002334.SZ	英威腾	95.60	1.82	2.75	4.16	5.26	52.44	34.77	22.99	18.18	
				688320.SH	禾川科技	64.35	1.10	0.94	2.23	3.22	58.49	68.33	28.90	19.96	
智能仪表	决策式AI	AI+仪器仪表, 打开虚拟仪器、疾病诊断、温度测量等多元应用	全国仪器仪表制造业营收: 2022年: 9835.4亿	301006.SZ	迈拓股份	33.01	1.40				23.55				
				300203.SZ	聚光科技	124.85	(2.32)	0.52	2.74	4.15	(53.71)	240.87	45.59	30.06	
X射线检测设备	决策式AI	AI助力智能化检测	X射线检测设备: 2021年119亿	002690.SZ	美亚光电	281.34	5.11	7.30	8.17	9.76	55.05	38.53	34.45	28.84	
				688531.SH	日联科技	146.91	0.51	0.72			289.10				
传感器	AIGC、决策式AI	传感器为AI提供感知基础	传感器: 2022年3532亿	688301.SH	奥瑞科技	258.51	4.84	6.41	8.32	10.80	53.41	40.31	31.06	23.94	
				688665.SH	四方光电	64.11	1.80	1.47	2.66	3.66	35.68	43.47	24.12	17.51	

来源: Wind, 中泰证券研究所整理 注: 估值数据来自wind一致预期



11

风险提示

领先 | 深度

风险提示

1. **AI技术发展不及预期的风险。**若AI技术进展不及预期，导致其应用进展不及预期的风险。
2. **相关推荐标的业绩不达预期的风险。**相对推荐标的的业绩是基于一定假设条件得出来的，存在不达预期风险。
3. **研报引用数据更新不及时的风险。**

投资评级说明：

	评级	说明
股票评级	买入	预期未来6~12个月内相对同期基准指数涨幅在15%以上
	增持	预期未来6~12个月内相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
	持有	预期未来6~12个月内相对同期基准指数涨幅在-10%~+5%之间
	减持	预期未来6~12个月内相对同期基准指数跌幅在10%以上
行业评级	增持	预期未来6~12个月内对同期基准指数涨幅在10%以上
	中性	预期未来6~12个月内对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
	减持	预期未来6~12个月内对同期基准指数跌幅在10%以上

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

重要声明

- 中泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。
- 本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，可能会随时调整。本公司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。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。
- 市场有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。
- 投资者应注意，在法律允许的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。
- 本报告版权归“中泰证券股份有限公司”所有。事先未经本公司书面授权，任何机构和个人，不得对本报告进行任何形式的翻版、发布、复制、转载、刊登、篡改，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。