

# 2025

行业研究系列报告

## 传感器产业研究

全球传感器细分市场格局与国产替代突围

2025年3月



深企投产业研究院

# 关于深企投产业研究院

深企投产业研究院是深企投集团旗下的高端智库，聚焦产业发展，服务区域经济，致力于为各地提供产业发展落地方案。研究院总部位于深圳，服务区域覆盖全国主要省市。研究院集聚一批经济研究和产业研究专家，以 985 院校研究生为主体，链接高校专家学者，为全国各地政府及机构提供智力支持。

基于自身的研究和咨询能力，同时借助集团的服务网络，深企投产业研究院为政府机构、国有平台、产业园区、金融机构等客户类型提供有针对性的服务。

——政府机构客户。研究院重点提供五类服务：一是五年规划，包含发改系统的国民经济和社会发展规划，工信、商务、投促、文旅等政府部门的专项五年规划；二是产业规划，包含地区、片区的产业定位和产业发展专项规划；三是招商专题研究，包括产业链招商策略、招商规划、招商专案、招商图谱等；四是项目策划，发掘和策划包装契合区域禀赋、产业趋势和投资方向的项目，助力宣传推介和精准招商对接，或策划申报超长期国债等地方重点投资项目；五是项目评估，涵盖地方重点投资项目的风险评估、招商引资项目背景调查、产业基金拟投资项目尽职调查等。

——国有平台客户。针对新时期全国各地国有城投、产投公司向国有资本投资运营转型发展的需要，聚焦国有平台投资布局的新质生产力和重点产业赛道，研究院提供产业情报、产业发展规划、企业投资标的尽职调查等服务。

——产业园区客户。为国有园区、工业地产客户提供园区产业规划定位、产品定价策略、产品设计方案、招商运营服务方案、渠道和品牌推广策略、产业培训等服务。

——金融机构客户。为机构投资者提供产业细分领域深度研究、投资分析、标的尽职调查等服务，减少投资过程中的信息不对称，提高投资决策准确率。

在产业研究领域，深企投产业研究院在新质生产力、战略性新兴产业、未来产业研究上具有深厚积累，每年发布原创深度报告近百份。有关低空经济、商业航天、卫星互联网、新型储能、人形机器人、生物制造、脑机接口、全球供应链等报告获得广泛传播。

# 目 录

一、传感器概念及类别 .....	1
二、传感器产业链 .....	3
三、总体市场规模 .....	4
四、总体竞争格局 .....	9
五、重点领域市场格局 .....	10
(一) MEMS 传感器.....	10
(二) 压力传感器.....	26
(三) 图像传感器.....	30
(四) 惯性传感器.....	34
(五) 声学传感器.....	43
(六) 射频传感器.....	46
(七) 磁传感器.....	49
(八) 汽车雷达.....	54
(九) 气体传感器.....	63
(十) 红外传感器.....	67
(十一) 温度传感器.....	69
(十二) 热敏电阻.....	72
(十三) 应变式传感器 .....	74
(十四) 六维力传感器 .....	76
(十五) 光纤传感器.....	80
(十六) 柔性传感器.....	82

## 图、表目录

图 1	传感器工作原理 .....	1
图 2	传感器产业链 .....	3
图 3	2023-2034 年全球传感器市场规模（亿美元） .....	4
图 4	2017-2026 年中国传感器市场规模及增速 .....	5
图 5	2023 年中国传感器市场行业结构（亿元） .....	6
图 6	2023 年中国传感器市场结构（销售额，亿元） .....	6
图 7	2018-2023 年全球智能传感器市场规模（亿美元） .....	7
图 8	2018-2023 年中国智能传感器市场规模（亿元） .....	7
图 9	汽车传感器主要类别 .....	8
图 10	MEMS 传感器工作原理 .....	11
图 11	MEMS 传感器分类 .....	12
图 12	2022 年全球 MEMS 行业产品结构 .....	13
图 13	2019-2024 年全球 MEMS 市场规模（亿美元） .....	14
图 14	2020-2025 年中国 MEMS 市场规模（亿元） .....	15
图 15	2023 年全球 MEMS 晶圆制造分布 .....	18
图 16	2022 年中国 MEMS 产业规模分布 .....	23
图 17	2019-2023 年中国压力传感器市场规模 .....	27
图 18	2016-2025 年中国 MEMS 压力传感器市场规模（亿元） .....	27
图 19	2020 年全球 MEMS 压力传感器市场份额 .....	28
图 20	2020 年中国 MEMS 压力传感器市场份额（按出货量） .....	29
图 21	全球 CMOS 传感器应用市场规模（亿美元） .....	32

图 22	2023 年全球 CMOS 传感器市场份额.....	33
图 23	2018-2027 年全球 MEMS 惯性传感器市场规模（亿美元） .....	36
图 24	2018-2027 年全球 MEMS 惯性传感器出货量（亿颗） .....	36
图 25	2018-2027 年中国 MEMS 惯性传感器市场规模（亿元） ...	37
图 26	2018-2027 年中国 MEMS 惯性传感器分产品市场规模(亿元) .....	37
图 27	2022 年中国 MEMS 惯性传感器市场结构 .....	38
图 28	2021 年全球 MEMS 惯性传感器市场份额 .....	39
图 29	2022 年中国 MEMS 加速度计市场份额 .....	40
图 30	2022 年中国 MEMS IMU 市场份额.....	41
图 31	MEMS 麦克风结构 .....	43
图 32	2020 年全球 MEMS 声学传感器市场份额 .....	45
图 33	2020 年全球射频前端芯片市场份额 .....	47
图 34	2020 年全球滤波器市场份额 .....	48
图 35	2016-2027 年全球磁传感器市场规模（亿美元） .....	51
图 36	2027 年全球磁传感器应用领域市场规模（亿美元） .....	51
图 37	中国磁传感器市场规模（亿元） .....	52
图 38	2022 年中国磁传感器下游市场情况 .....	52
图 39	2022 年中国磁传感器竞争格局 .....	53
图 40	激光雷达核心组件 .....	57
图 41	车载摄像头产业链 .....	58

图 42	2024 年中国乘用车激光雷达装机量（万台） .....	59
图 43	2020 年全球气体传感器不同技术路线市场份额 .....	65
图 44	2020 年全球气体传感器市场份额 .....	66
图 45	光电传感器分类 .....	68
图 46	全球及国内光电传感器主要企业 .....	69
图 47	汽车温度传感器类别 .....	70
图 48	2018-2029 年全球应变式传感器市场规模及增速 .....	74
图 49	六维力传感器的应用场景 .....	77
图 50	特斯拉 Optimus 人形机器人中六维力传感器分布 .....	78
图 51	2017-2026 年中国光纤传感解决方案市场规模（亿元） .....	81
图 52	柔性传感器分类 .....	83
表 1	MEMS 产品主要类别 .....	11
表 2	MEMS 产品主要应用领域 .....	12
表 3	2023 年全球 MEMS 前 30 强企业 .....	19
表 4	全球及我国 MEMS 主要企业 .....	22
表 5	全球及中国压力传感器主要企业 .....	29
表 6	CMOS 图像传感器主要企业 .....	34
表 7	MEMS 惯性传感器应用领域 .....	35
表 8	MEMS 惯性传感器主要企业 .....	42
表 9	MEMS 声学传感器主要企业 .....	45
表 10	全球及我国射频 MEMS 主要企业（含滤波器） .....	48

表 11	全球及我国磁传感器主要企业 .....	54
表 12	车载雷达系统传感器对比 .....	54
表 13	智能驾驶各类传感器预计单车用量及当前价格 .....	56
表 14	全球及我国毫米波雷达主要企业 .....	60
表 15	车载摄像头重点企业 .....	62
表 16	MEMS 气体传感器应用场景 .....	63
表 17	全球及我国气体传感器主要企业 .....	67
表 18	全球及我国温度传感器主要企业 .....	71
表 19	我国热敏电阻主要企业 .....	73
表 20	全球六维力传感器主要企业 .....	79

## 一、传感器概念及类别

**传感器引领智能时代。**根据国家“十四五”规划纲要，传感器与高端芯片、操作系统、人工智能关键算法等并列，是建设数字中国的关键技术。传感器被誉为“万物互联之眼”，可以精确地测量出压力、温度、浓度等各种信息，是数据采集的源头。传感器作为一种检测装置，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。其工作原理如下图所示。

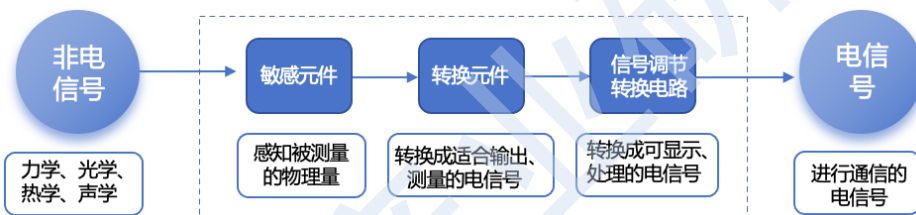


图 1 传感器工作原理

资料来源：深企投产业研究院整理。

传感器通常由敏感元件、转换元件、变换电路（信号处理电路）组成。

——**敏感元件**是传感器的核心部分，负责感知被测量的物理量。它通常采用某种特殊的材料或结构，具有较高的灵敏度、稳定性和耐久性。敏感元件可以将温度、湿度、压力、光强等物理量转换为电信号或其他形式的信号。常见的有热敏元件、光敏元件、力敏元件等。

——**转换元件**负责将敏感元件输出的信号（被测量物理量）转换为电信号。常见的转换元件类型包括电阻式、电容式、电感式、热电

偶、光电式、压电式、磁电式等。转换元件的转换原理和性能将直接影响传感器的精度和稳定性。

——**信号处理电路**负责对转换元件输出的电信号进行放大、滤波、数字化处理等。这样可以提高信号的准确性和稳定性，便于后续的数据处理和分析。信号处理电路通常包括放大器（前置放大器、主放大器等）、滤波器、模数转换器等组件。

除了上述三个基本组成部分，传感器还可能包括其他辅助元件，如辅助电源、外壳、连接线等。这些元件有助于保证传感器的正常工作和稳定性。

**传感器有多种分类方法。**按测量物理量分类，包括压力传感器、位移传感器、温度传感器、湿度传感器、图像传感器、光传感器、流量传感器、气体传感器、麦克风、惯性传感器（加速度计、陀螺仪）等；按工作原理分类，有电阻式、电容式、电感式、压阻式、光电式、电磁式传感器等；根据应用领域可分为消费类、汽车电子类、工业电子类、医疗电子类传感器，其中消费类传感器占市场比重最大。

**全球传感器技术经历了多年发展，其技术的发展大体可分三代。**第一代是结构型传感器，利用结构参量变化来感受和转化信号；第二代是上 70 年代发展起来的固体型传感器，这种传感器由半导体、电介质、磁性材料等固体元件构成，是利用材料某些特性制成，如利用热电效应、霍尔效应、光敏效应，分别制成热电偶传感器、霍尔传感器、光敏传感器；第三代传感器是智能型传感器，是微型计算机技术与检测技术相结合的产物。智能传感器是具有信息采集、信息处理、

信息交换、信息存储等功能的多元件集成电路，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，具有精度高、分辨率高、可靠性高、自适应性高、性价比高等特点。MEMS 传感器是智能传感器的代表。

## 二、传感器产业链

传感器产业链上游为材料和元器件，材料涵盖半导体材料、陶瓷材料、有机材料、金属材料等。上游敏感元件、转换元件属于半导体产业链，占据价值链主要部分，形成设计—制造/代工—封装—测试分工格局，国际龙头普遍采用 IDM（垂直整合制造）生产模式，国内企业以 Fabless（无晶圆厂，仅专注设计）+委托代工为主。传感器产业链中游为传感器模组组装，传感器产业链下游即终端设备、物联网系统集成、消费电子、汽车电子、工业电子、医疗电子等。模组组装及终端设备处于中下游，国内已有基础优势。



图 2 传感器产业链

资料来源：深企投产业研究院整理。

### 三、总体市场规模

全球传感器市场规模持续增长。当前传感器的产业范围缺乏统一界定，因此各个机构的市场数据统计口径有所不同。近年来，在新能源汽车、工业自动化、医疗、环保、消费等领域智能化、数字化需求的持续带动下，全球传感器市场规模保持稳步增长。根据 Precedence Research 数据，2023 年全球传感器市场规模约为 2269 亿美元，预计到 2034 年将达到约 5510.3 亿美元，复合年增长率约为 8.4%，如下图所示。

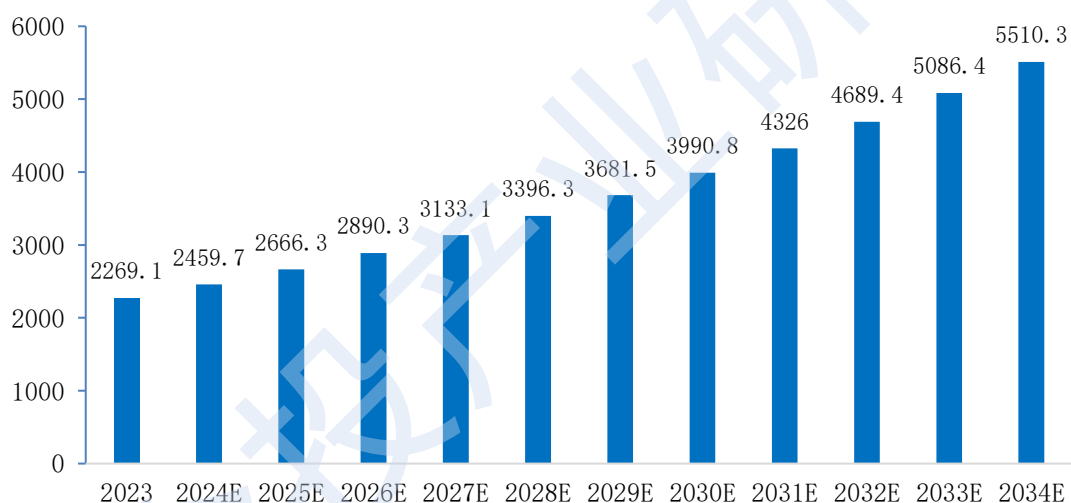


图3 2023-2034 年全球传感器市场规模（亿美元）

资料来源：Precedence Research，深企投产业研究院整理。

我国传感器市场规模持续扩大。根据赛迪智库数据，2023 年中国传感器市场规模达到 3644.7 亿元，同比增长 14.9%，预计 2026 年将达到 5547.2 亿元，三年复合增长率 15.0%，如下图所示。

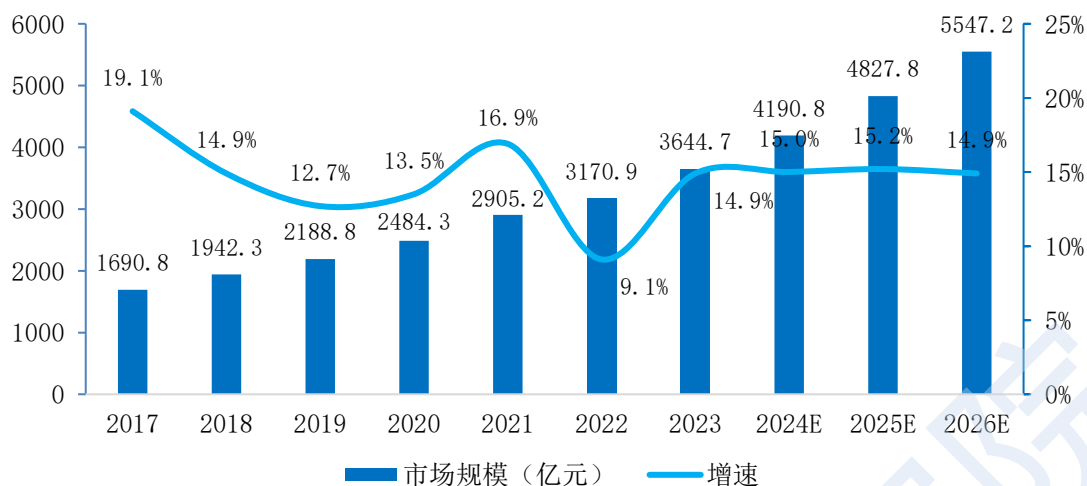


图 4 2017-2026 年中国传感器市场规模及增速

资料来源：赛迪智库《2023 中国传感器企业高质量发展白皮书》、《2024 年传感器十大园区发展报告》等，深企投产业研究院整理。

从我国传感器的市场结构来看，下游应用主要包括消费电子、汽车电子、工业制造、网络通信、医疗电子等类别，其中 2023 年消费电子领域传感器市场规模为 862.1 亿元，占比 23.7%，力压汽车电子，成为中国最大的传感器行业应用市场。从具体产品来看，2023 年我国传感器市场中，压力传感器占比 17.8%、位居第一，图像传感器占比 12.7%、位居第二；流量传感器、位置传感器、运动传感器、距离传感器、温湿度传感器、生物传感器、射频传感器、气体传感器位列第三至第十，如下图所示。

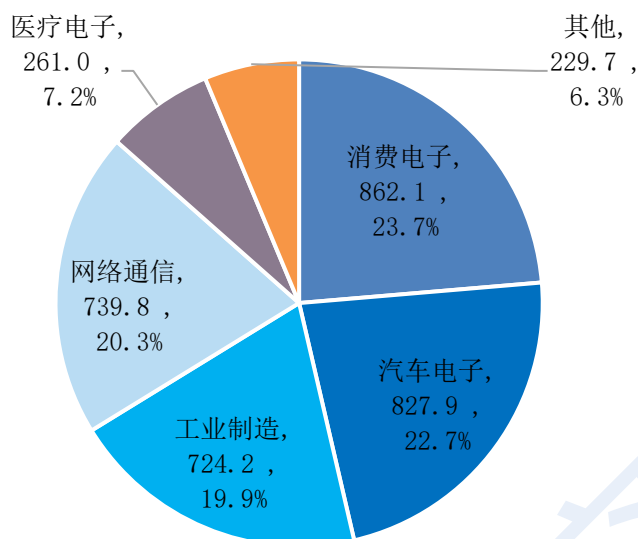


图 5 2023 年中国传感器市场行业结构 (亿元)

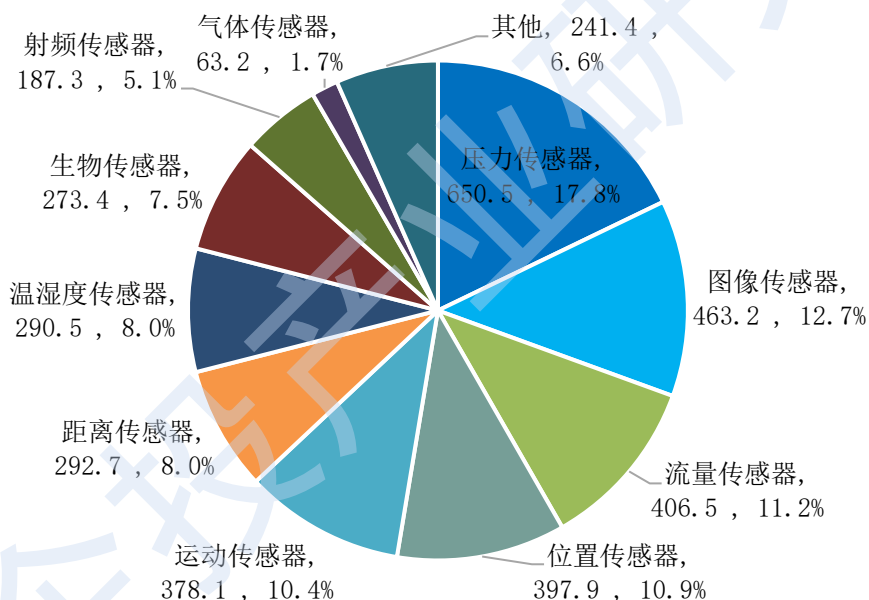


图 6 2023 年中国传感器市场结构 (销售额, 亿元)

资料来源：赛迪智库《2024 年传感器十大园区发展报告》，深企投产业研究院整理。

全球智能传感器市场规模持续扩大。根据赛迪智库数据显示，全球智能传感器市场规模约占传感器市场整体的 1/4，2023 年全球智能传感器市场规模为 492.5 亿美元，同比增长 13.8%，2021-2023 年复合增长率为 11.2%，智能传感器增速快于传感器行业平均增速。预计

2024 年全球智能传感器市场规模将突破 520 亿美元。

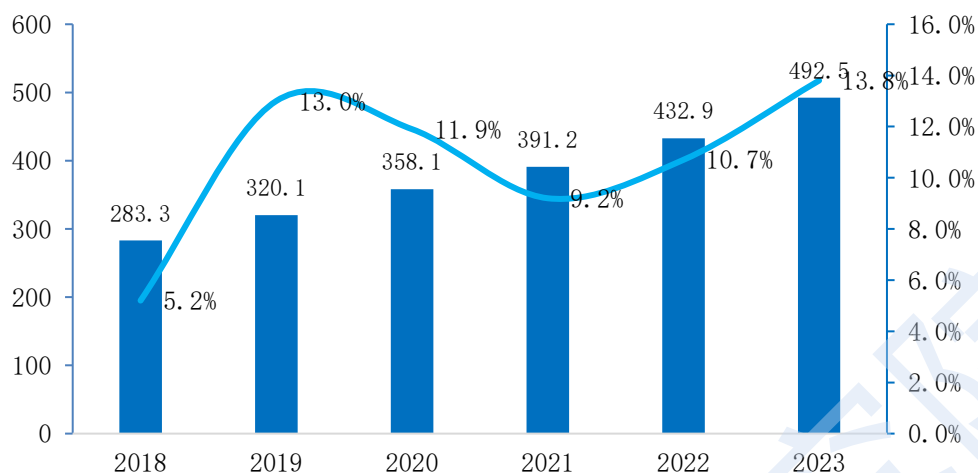


图 7 2018-2023 年全球智能传感器市场规模（亿美元）

资料来源：赛迪智库《2024 年传感器十大园区发展报告》，深企投产业研究院整理。

机器人、新型消费电子等下游应用需求带动，国产替代推进，智能传感器领域长期持续增长。根据赛迪智库数据，2023 年我国智能传感器市场规模为 1435.2 亿元，同比增长 20.6%，其中 2021-2023 年三年复合增长率达到 17.9%，与全球市场相同，中国智能传感器市场增长亦快于整体传感器市场。

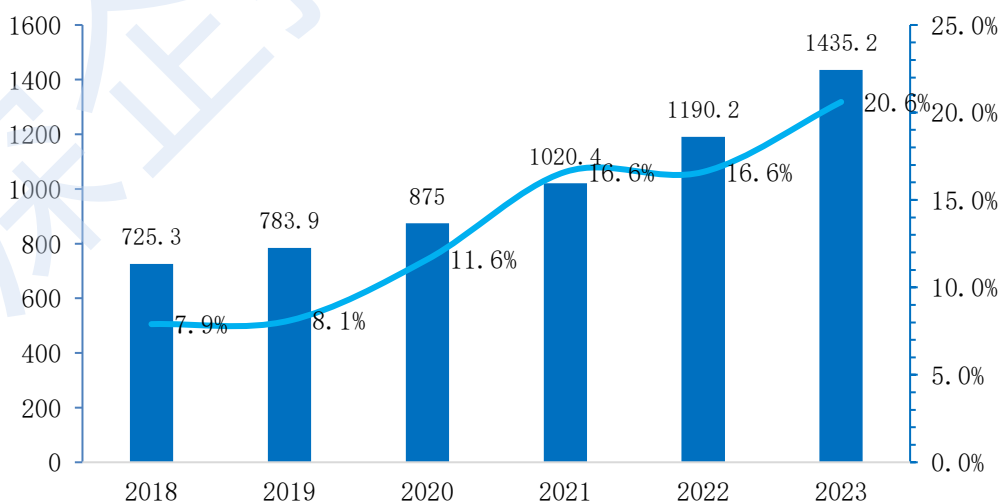


图 8 2018-2023 年中国智能传感器市场规模（亿元）

资料来源：赛迪智库《2024年传感器十大园区发展报告》，深企投产业研究院整理。

**智能时代汽车传感器量价齐升。**汽车是传感器最大的应用领域之一，传统轿车上需要用到上百个传感器，如下图所示。汽车电气化与智能化趋势下，传感器的用量和价格同步上升。汽车传感器主要涵盖车身感知传感器和环境感知传感器两大类，其中车身感知传感器包括压力传感器、位置传感器、温度传感器、线加速度传感器、角加速度传感器、空气流量传感器、气体传感器等类别，环境感知传感器主要有车载摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达、红外传感器等类别。根据 Precedence Research 数据，2024 年全球汽车传感器市场规模为 402.4 亿美元，预计到 2034 年将达到 881.8 亿美元左右，复合年增长率达 8.16%。



图 9 汽车传感器主要类别

资料来源：易车网。

## 四、总体竞争格局

当前，智能传感器市场被以博世（德国）、意法半导体（瑞士）、罗姆（日本）、恩智浦（荷兰）、霍尼韦尔（美国）、亚德诺（美国）、英飞凌（美国）、索尼（日本）、楼氏（美国）、村田（日本）、欧姆龙（日本）、盛思锐（瑞士）为代表的美日欧企业垄断。据统计，在常用的 20000 余种传感器中，我国仅能提供 6000 余种，虽然以美新半导体（惯性 MEMS）、汇顶科技（指纹传感器）、豪威科技（图像传感器）、歌尔声学（MEMS 麦克风）等为代表的国内企业已占据一定消费类 MEMS 传感器市场份额，但总体来看高端传感器进口占比达 80%，传感器芯片进口达 90%，国产化缺口巨大。

我国传感器企业以组装模式为主，技术含量较低。对传感器等半导体企业的划分，一般有 IDM、Fabless、Foundry 几种，主要根据有无晶圆产线来区分。而中国传感器企业，则存在大量的“第四种”模式，也即组装厂模式，不涉及任何对传感器敏感元件、MEMS 芯片的研发，通过购买国际传感器巨头的 MEMS 芯片、敏感元件，进行封装、测试再重新出货，技术含量较低。敏感元件、MEMS 芯片、ASIC 芯片是传感器的核心，全球有能力制造、设计敏感元件、MEMS 芯片的 IDM 企业较少，排名靠前的 MEMS 企业，博世、意法半导体、TDK、霍尼韦尔都是 IDM 公司。瑞典 Silix（我国赛微电子全资子公司）、Teledyne、TSMC 台积电则为纯 MEMS 晶圆代工企业，我国企业则以 Fabless+组装为主，包括 MEMS 传感器规模前二的歌尔股份（歌尔微电子）、瑞声科技，其 MEMS 出货量产品中，大量采购了来自英飞凌

的 MEMS Die（裸片）和 ASIC 芯片，再自己封装整合出货，自主设计产品未能成为出货主力。

## 五、重点领域市场格局

### （一）MEMS 传感器

#### 1、产品概况

**MEMS 传感器是智能传感器的核心。**MEMS 全称为微电子型机械系统（Micro Electro Mechanical System），是利用半导体制造工艺和材料，将传感器、执行器、机械机构、信号处理和控制电路等集成于一体的微型器件或系统，其内部结构一般在微米甚至纳米量级。MEMS 传感器相较于传统传感器，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、易于集成和智能化等优势。在微米量级的特征尺寸下，MEMS 传感器能够实现传统机械传感器无法完成的功能，例如在单一芯片上集成多种类型的传感器和功能组件，通过多传感器的融合与协同，实现多参数的同时监测，提升信号识别与收集效果，提高设备集成化程度，节约内部空间。因此，MEMS 传感器正逐步取代传统机械传感器，在消费电子产品、汽车工业、航空航天、机械、化工及医药等领域得到广泛应用。

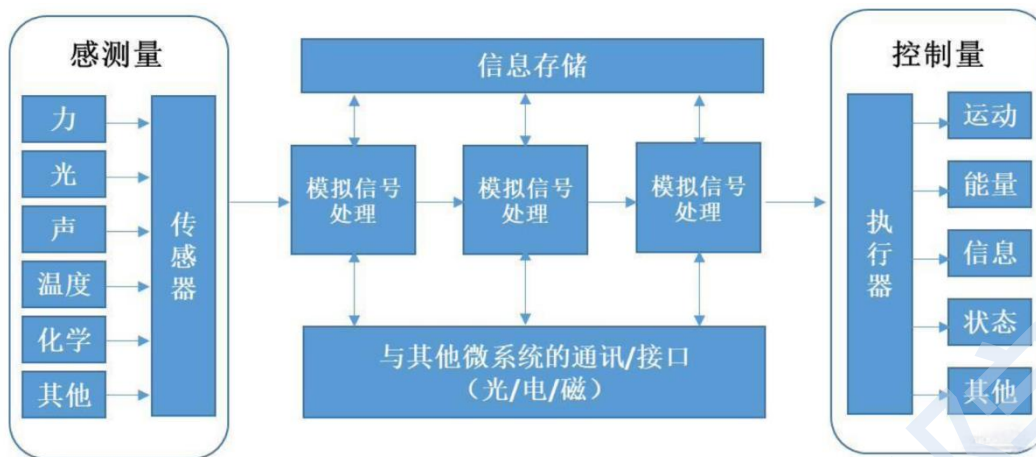


图 10 MEMS 传感器工作原理

资料来源：数字化企业网、华安证券。

MEMS 器件可分为 MEMS 传感器和 MEMS 执行器，其中传感器的市场占比约为 70%左右，但通常 MEMS 市场与 MEMS 传感器市场不做严格区分。常见的 MEMS 器件如下表所示。

表 1 MEMS 产品主要类别

类别	涉及的 MEMS 传感器产品
MEMS 传感器	惯性传感器：加速度计、陀螺仪、磁力计、惯性测量单元(IMU)
	压力传感器
	声学传感器： MEMS 麦克风、超声波传感器
	环境传感器：气体传感器、颗粒传感器、湿度传感器、温度传感器
	光学传感器：热释电/热电堆红外传感器、环境光传感器、颜色传感器、微幅射热计、指纹识别、超光谱传感器、傅里叶红外光谱仪、视觉传感器、3D 感应
MEMS 执行器	射频 MEMS：RF 滤波器、MEMS 开关、MEMS 振荡器
	微流控：激光打印头、药物输送、生物芯片
	光学 MEMS：微镜、自动对焦、光具座
	微结构：微针、探针、手表元件

	MEMS 扬声器
	超声波指纹

资料来源：安徽芯动联科招股说明书，深企投产业研究院整理。

常见的 MEMS 传感器类别包括加速度计、高精度压力传感器、多轴陀螺仪、硅麦克风、振荡器、能源收集器、射频传感器、高灵敏度气体传感器、电子罗盘等。MEMS 传感器分类方法如下图所示。

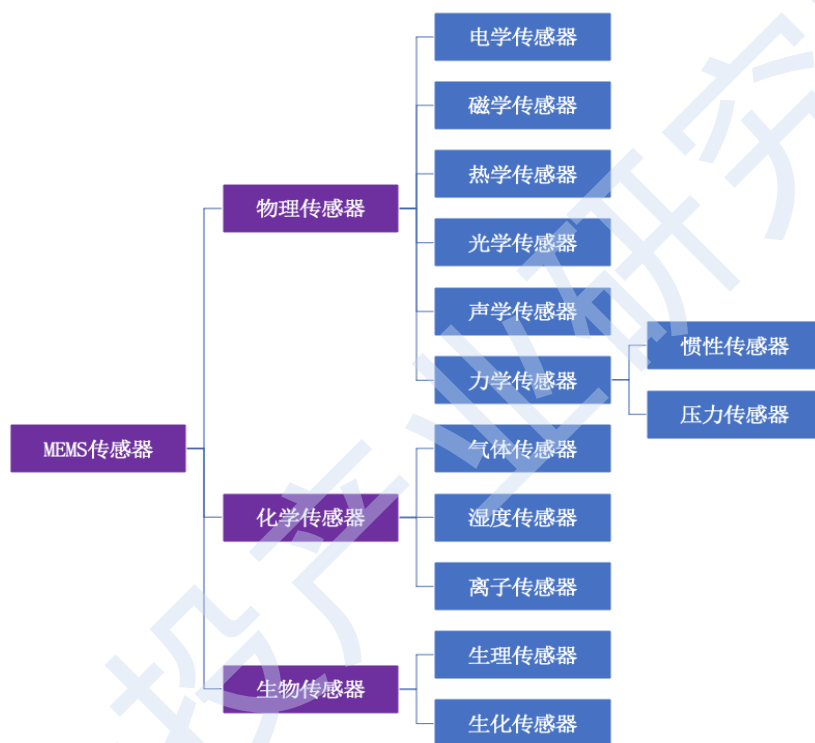


图 11 MEMS 传感器分类

资料来源：传感器专家网、华鑫证券。

MEMS 传感器的主要应用领域包括消费电子、汽车电子、医疗、工业与通信、国防与航空等，具体如下表所示。

表 2 MEMS 产品主要应用领域

应用市场	涉及的 MEMS 传感器产品
消费电子	射频 MEMS、卫星麦克风、喷墨打印头、光学 MEMS、惯性传感器组合、陀螺仪、加速度计、压力传感器、磁传感器等

汽车电子	加速度计、压力传感器、陀螺仪、惯性传感器组合等
工业与通信	压力传感器、喷墨打印头、非制冷红外探测仪、微针、陀螺仪、流量计、加速度计等
国防与航空	非制冷红外探测仪、陀螺仪、加速度计、压力传感器等

资料来源：华安证券，深企投产业研究院整理。

MEMS 产品中，市场规模较大的包括射频 MEMS、压力传感器、惯性传感器（包括加速度计、陀螺仪、磁力计、惯性传感组合）等。

根据 Yole 数据，2022 年全球 MEMS 行业产品结构如下图所示。

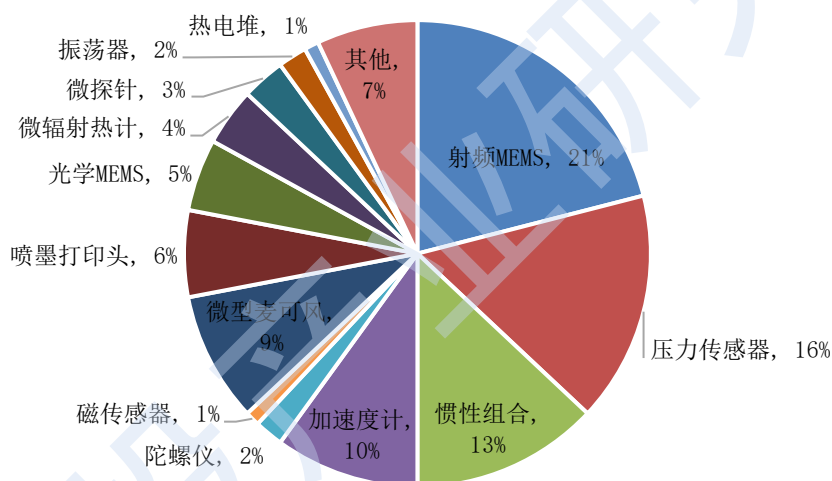


图 12 2022 年全球 MEMS 行业产品结构

资料来源：Yole，深企投产业研究院整理。

## 2、市场规模

**全球 MEMS 市场规模 2023 年有所下降，2024 年起重回增长。**

根据 Yole 数据，2023 年全球 MEMS 市场规模约 146 亿美元（约合 1061 亿元人民币），同比下降 3%，主要是由于消费电子和经济周期的低迷；预计全球 MEMS 市场将在 2024 年再次增长，2024 年出货量约为 340 亿台（同比增长 9%），收入为 156 亿美元（约合 1134 亿

元人民币)。预计 2029 年 MEMS 市场将达到 200 亿美元 (约合 1454 亿元人民币), 到 2029 年出货量将达到近 430 亿台。2023 年至 2029 年全球 MEMS 市场复合年增长率为 5%。

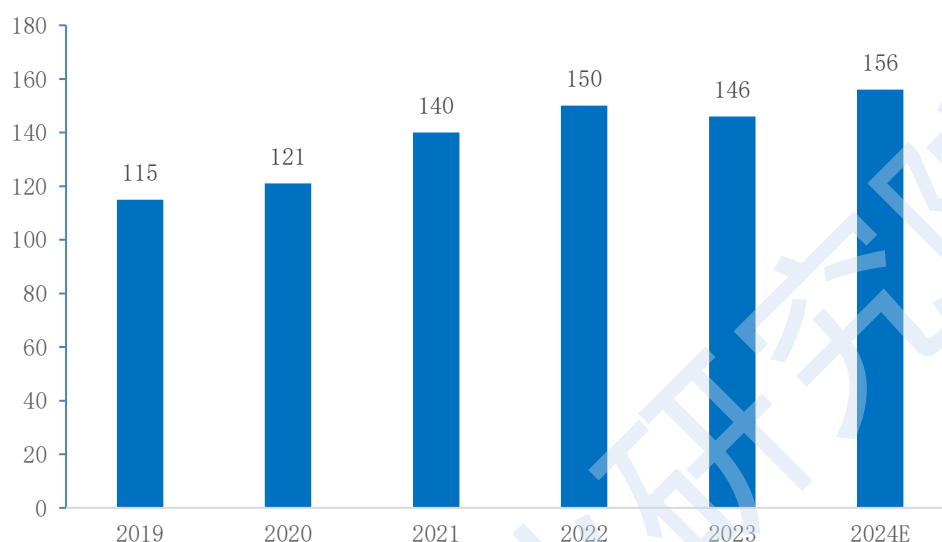


图 13 2019-2024 年全球 MEMS 市场规模 (亿美元)

资料来源: Yole Group, 深企投产业研究院整理。

在 MEMS 市场的细分领域中, 消费电子领域处于主导地位, 2023 年占比达 53%, 其次为汽车电子、工业、医疗、国防和航空、通讯应用, 占比分别为 19%、18%、5%、4%、1%。根据 Yole 报告, 2023 年消费电子应用市场规模为 77 亿美元, 预计到 2029 年将增长至 98 亿美元, 年复合增长率为 4%。汽车电子应用市场在 2023 至 2029 年期间, 将从 28 亿美元增长到 42 亿美元, 年复合增长率为 7%。工业应用市场在 2023 至 2029 年, 将从 26 亿美元增长到 36 亿美元, 年复合增长率为 5%。医疗应用市场在 2023 至 2029 年, 将从 7 亿美元增长到 9 亿美元, 年复合增长率为 3%。通讯应用市场在 2023 至 2029 年, 将从 2 亿美元增长到 5 亿美元, 年复合增长率为 21%。国防和航空应

用市场在 2023 至 2029 年，将从 6 亿美元增长到 9 亿美元，年复合增长率为 8%。

根据赛迪顾问的数据统计与预测，预计到 2025 年中国 MEMS 市场规模将达到 1571.3 亿元，2022-2025 年复合增长率为 17.0%。

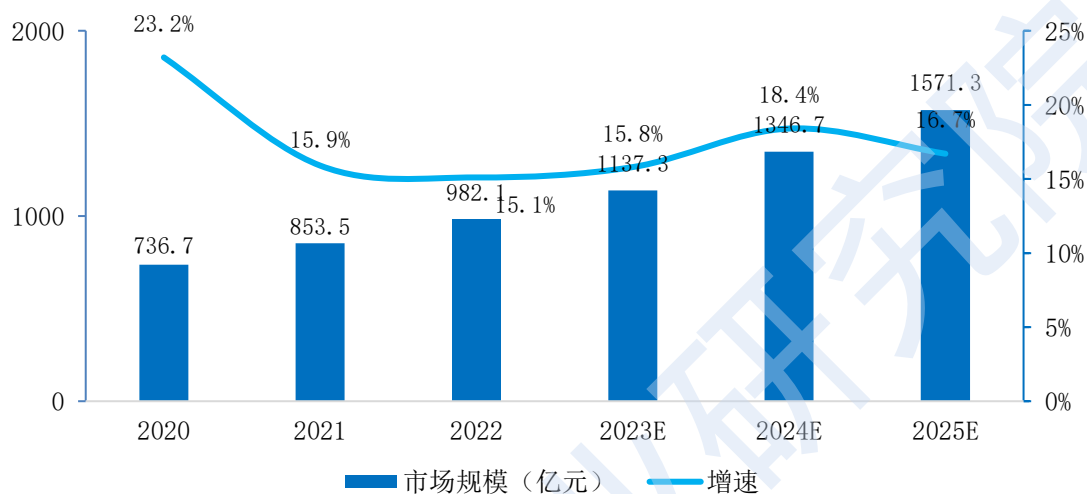


图 14 2020-2025 年中国 MEMS 市场规模（亿元）

资料来源：赛迪顾问《2023 年中国传感器企业高质量发展白皮书》，深企投产业研究院整理。

### **MEMS 传感器市场的增长动力包括：**

——消费电子领域的创新设备需求呈现增长态势。依据 Yole 的统计数据，单部智能手机所搭载的 MEMS 传感器总量自 2014 年的 12 颗攀升至 2021 年的 20 颗，其类型涵盖加速度计、陀螺仪、压力传感器、MEMS 麦克风等各类传感器，以及射频器件。随着 AIoT 的落地与推广，可穿戴设备、智能家居等新兴应用领域如雨后春笋般涌现，这些领域对 MEMS 传感器产品的应用十分广泛。近几年来，智能手表、TWS 耳机和 VR/AR 设备等可穿戴产品不断推陈出新，集成了诸如导航辅助、高度测量、空间音频以及睡眠监测等一系列新功能，这

使得 MEMS 的渗透率得以显著提升。从整体上看，物联网、可穿戴设备等创新产品对于器件形态便捷化、微型化的需求日益强烈，而新兴的可穿戴应用则有望抵消智能手机需求可能出现的下滑趋势。根据 IDC 发布的数据，物联网领域所产生的 MEMS 增量市场已达到 110 亿元，约占市场总量的 10%，并且预计到 2025 年这一占比将提升至 20%。

——**汽车电子需求增长**。相关调研数据显示，目前平均每辆汽车包含 10-30 个 MEMS 传感器，高档汽车则会采用 30 甚至上百个。汽车智能化使得传感器在数量和质量上都需要提升，比如智能座舱中 MEMS 麦克风数量逐渐从传统集中双麦克风或分布式 4 麦克风向分布式 6-8 个麦克风发展；智能驾驶方面，除激光雷达外，毫米波雷达（包括 4D 毫米波雷达）、超声波雷达、摄像头等环境感知传感器的需求也在增加。在自动驾驶和 ADAS 功能集成的推动下，MEMS 渗透率不断上升，像 ADAS 和安全应用的 GNSS 定位 MEMS 惯性传感器、激光雷达系统的 MEMS 微振镜、AEB 的微测辐射热计，以及用于车内舒适性的 MEMS 环境传感器等。此外，直接胎压测量正从传统胎压监测系统模块向智能胎压监测系统转变，通过集成加速度计和压力传感器来监测汽车负载和车轮踏面深度。人们对座舱舒适性的关注，也为 MEMS 麦克风、环境传感器、超声波固态按钮等带来了机遇。

——**工业和医疗市场需求增长**。工业 4.0 和仓库自动化等趋势正在推进工业终端市场的长期转型，工业自动化、机器人应用普及，工业机器人或 AGV 等所用的惯性传感器、振荡器和压力传感器，以及

麦克风、超声波传感器等的数量将会大幅增加。人形机器人产业化将为 MEMS 传感器发展注入新发展动力。此外，受半导体市场整体增长的推动，探针卡市场也有望增长。诊断和监测设备的持续小型化以及可穿戴设备的引入将增加 MEMS 组件在医疗领域中的需求。OTC（非处方）助听器的出现，将为 MEMS 麦克风、微型扬声器和运动传感器创造一个新市场。

——**国防军工市场稳定增长**。国防与航空航天领域需要高端 MEMS 惯性传感器实现位置检测。受俄乌战争和中美地缘政治紧张局势的影响，各国政府的国防和航空航天预算再次增加，并将继续增加。创新和技术将是领先的唯一途径，因此无人机、导弹、战斗机等对精确传感的需求将引领国防 MEMS 市场。

——**电信市场需求将快速增长**。根据 GSMA 报告，到 2030 年，全球移动数据流量将增长三倍。全球数据流量持续攀升驱动电信基础设施升级，叠加 5G-A、AI 算力网络、物联网等新兴场景落地，带动光学 MEMS（光通信网络升级的核心组件）、MEMS 振荡器等 MEMS 器件需求显著提升。

### 3、竞争格局

**全球 MEMS 主要由美日欧企业主导**。全球 MEMS 代表性企业主要包括博世、博通、TDK、Qorvo、惠普、意法半导体、TI、Skyworks、Honeywell 霍尼韦尔、Canon 佳能等。2023 年，博世和博通继续引领市场，蝉联全球 MEMS 30 强前两名。TDK 通过收购 Invensense 和 Tronics 等公司，加大了在 MEMS 传感器业务上的投入，并在 2023 年

首次进入全球 MEMS 前三强。相比之下，高通的排名从上一年度的第三名下滑至第 19 名。同时，惠普、佳能、爱普生等在 MEMS 打印机喷头领域的企业排名显著提升，反映出全球 MEMS 市场格局的快速变化。

美日欧约占全球 80% 的 MEMS 晶圆加工份额。根据 Yole Group 报告，2023 年全球 MEMS 行业加工了近 400 万片晶圆，预计到 2029 年产量将增长到 500 万片。其中，有约 60% 的 MEMS 晶圆在西方国家（北美和欧洲）生产，约 19% 在日本生产，其余的则在大中华区和东南亚（马来西亚和新加坡）。马来西亚和新加坡生产了 52 万片 MEMS 晶圆，中国台湾生产了 26 万片 MEMS 晶圆，中国大陆生产了 9 万片 MEMS 晶圆。相对于中国大陆庞大的 MEMS 需求量，本土 MEMS 晶圆生产数量仍较少，但预计中国大陆在未来几年将增加其 MEMS 制造业份额。

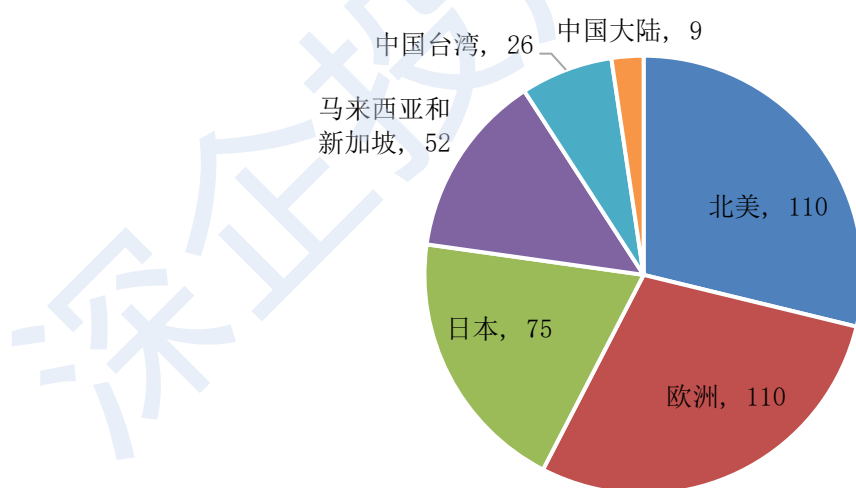


图 15 2023 年全球 MEMS 晶圆制造分布

资料来源：Yole Group 《Status of the MEMS Industry 2024》，深企投产业研究院整理。

国内 MEMS 行业正处于“规模扩张”向“质量升级”转型期。国内 MEMS 行业近年来快速发展，在产业技术进步和产业规模扩张上都得到了快速提升，产业政策环境持续改善，但由于 MEMS 传感器产业在国内起步较晚，尚未形成产业聚集效应，行业基础、人才储备、技术积累、产业规模、工艺配套等方面有待提升，与国外的领先企业相比仍存在差距。

根据 2024 年 Yole Group 发布的报告，2023 年全球 MEMS 厂商 30 强企业中，美国企业占 14 家，欧洲企业 7 家，日本企业 4 家；共有 5 家中国（包括台湾地区）MEMS 企业进入 2023 年全球 MEMS 厂商 30 强，其中歌尔微电子排名最高、位列第 11，其余为瑞声科技（第 26）、赛微电子的子公司赛莱克斯（第 27）、海康微影（第 29）、台积电。国内的睿创微纳 2023 年营收继续增长，但因 Yole 统计口径变化（对 Teledyne 和 Teledyne MEMS 分拆计算）未能再次进入前 30 榜单。具体企业情况如下。

**表 3 2023 年全球 MEMS 前 30 强企业**

排名	企业	国别	产品类型	主要应用领域
1	Robert BOSCH 博世	德国	IDM 模式，惯性、环境、智能、光学、声学传感器 5 大类	汽车、消费电子、家电
2	Broadcom 博通	美国	IDM 模式，BAW 滤波器、光学传感器、接近传感器、环境亮度传感器等	通信、工业
3	TDK 东电化	日本	IDM 模式，收购美国应美盛 InvenSense、法国 Tronics(纯 MEMS 代工厂)、德国 EPCOS 爱普科斯，惯性传感器、温度传感器、压力传感器、加速度计等	汽车电子、移动通信、消费电子、工业

排名	企业	国别	产品类型	主要应用领域
4	Qorvo 威讯联合	美国	IDM 模式, MEMS 射频传感器为主, 包括放大器、滤波器、无源器件、振荡器、变频器	无线通讯、航天国防、消费电子
5	HP 惠普	美国	IDM 模式, 喷墨、激光打印 MEMS 打印头	打印机
6	STM 意法半导体	瑞士	IDM 模式, 加速度计、陀螺仪、数字罗盘、惯性模块、压力传感器、湿度传感器、智能传感器、Sensor Hub、温度传感器和触摸传感器	通信、汽车、工业
7	TI 德州仪器	美国	IDM 模式, 湿度传感器、电容式感应、气体/化学感应、霍尔效应传感器、电感式传感、光学感应、压力感应、超声波感应、电流感应、其他传感器信号调节器	电子产品、汽车制造、通信设备、家用电器
8	Skyworks 思佳讯	美国	MEMS 射频器件	移动通信、无线通信
9	Honeywell 霍尼韦尔	美国	IDM 模式, 压力、惯性、温度、湿度红外、超声波、磁阻、霍尔、电流等传感器	航空航天 / 国防、交通运输、医疗及工业领域
10	Canon 佳能	日本	图像传感器、MEMS 喷墨打印头	消费电子、办公设备、工业电子
11	歌尔微电子	中国	IDM 模式, MEMS 声学传感器 (麦克风)	消费电子、汽车电子
12	TE Connectivity 泰科电子	瑞士	压力、温度、惯性、湿度、红外、超声波、磁阻、霍尔、电流等传感器	交通运输、工业、通讯
13	NXP 恩智浦	荷兰	IDM 模式, 压力、惯性、陀螺仪等传感器	医疗电子、工业电子、汽车电子
14	ADI (Analog Devices) 亚德诺半导体	美国	IDM 模式, 加速传感器、陀螺仪、惯性传感器、磁场传感器、温度传感器	消费类电子、工业、汽车等
15	Knowles Electronics 楼氏电子	美国	Fabless 模式, MEMS 麦克风	消费电子、移动通讯、医疗科技 (听力)、军事、太空
16	Murata 村田制作所	日本	AMR 传感器、气压传感器、振动传感器、热电型红外线传感器、磁性识别传感器、旋转位置传感器、超声波传感器、加速度传感器、陀螺仪	医疗健康、汽车制造、移动通信、工业电子、个人电脑、安全与防护

排名	企业	国别	产品类型	主要应用领域
17	Infineon 英飞凌	德国	IDM 模式，激光雷达、磁性传感器、电流传感器、压力传感器、图像传感器	汽车、消费电子、工业应用、医疗设备
18	EPSON 爱普生	日本	MEMS 喷墨打印头	打印机
19	Qualcom 高通	美国	Fabless 模式，BAW 滤波器（MEMS 射频传感器）	汽车、消费电子、无人机、机器人等
20	Sensirion 盛思锐	瑞士	气体/颗粒物传感器、温度传感器、流量传感器、差压传感器、质量流量控制器等	暖通空调、家电、燃气表和工业自动化等
21	Sensata 森萨塔	美国	压力传感器、空气流量传感器、分析传感器、汽车传感器、温度传感器等	汽车、暖通空调、国防军工
22	Amphenol 安费诺	美国	压力传感器、湿度计、气体传感器、温度传感器	航空航天、军事电子、交通运输、汽车、工业
23	Teledyne (FLIR)	美国	生产红外热像仪、温度传感器	工业、军事国防、无人机
24	Si Time	美国	MEMS 时钟发生器、振荡器	工业、航空航天、军事电子、交通运输
25	Melexis 迈来芯	比利时	Fabless 模式，电流、压力、温度、磁位置、加速度等传感器芯片	汽车、工业
26	瑞声科技	中国	MEMS 麦克风、无线射频、振动马达、微摄像头等	移动通信、IT 产品、消费电子、家用电器、汽车和医疗仪器
27	Silex Microsystems AB 赛莱克斯	中国 / 瑞典	被赛微电子收购，纯 MEMS 晶圆代工	-
28	海康威视（海康微影）	中国	IDM 模式，MEMS 传感器、红外探测器	-
29	Teledyne MEMS	美国	纯 MEMS 代工厂	-
30	TSMC 台积电	中国台湾	MEMS 晶圆代工	-

资料来源：Yole Group 《Status of the MEMS Industry 2024》，深企投产业研究院整理。

按照 IDM、纯 MEMS 代工、封测等环节分类，全球及我国 MEMS

主要企业如下表所示。

**表 4 全球及我国 MEMS 主要企业**

类型		代表企业
MEMS 晶圆代 工制造	国际	瑞典赛莱克斯 Silex (A 股赛微电子)、美国 Teledyne MEMS、台积电、德国 X FAB、日本索尼、美国 Atomica (前身为 IMT, Innovative Micro Technology)、台湾 APM 亚太微系统、台湾世界先进 VIS、荷兰飞利浦 (与恩智浦拆分)、以色列 Tower Jazz 高塔半导体、德国博世 (IDM)、台湾 UMC 联华电子、瑞士 ST 意法半导体 (IDM+代工)、日本 ROHM 罗姆、英国 Semefab、法国 Tronics (被 TDK 收购, 代工+IDM) 等
	国内	北京赛微电子 (A 股)、绍兴中芯集成 (A 股, 改名芯联集成)、上海先进半导体、上海华虹宏力半导体、广州增芯科技、上海新微技术研发中心 (超越摩尔中试线)、安徽华鑫微纳 (蚌埠, 8 寸代工线, 2025 年投产)、罕王微电子、西安励德微系统、浙江芯动科技 (汉威科技)、芯恩 (青岛) 集成电路、江苏英特神斯科技 (南京)、沈阳仪表科学研究所 (中试线)、国家智能传感器创新中心 (中试线)、苏州纳米科技 (纳米城中试线)、苏州纳米技术与纳米仿生研究所 (中试线)、中科院微电子所 (中试线)、北京燕东微 (A 股) 等
IDM	国际	德国博世、美国博通 (BAW)、美国威讯联合 Qorvo (BAW)、美国 TI 德州仪器、瑞士 ST 意法半导体、美国 Honeywell 霍尼韦尔、德国 Infineon 英飞凌、美国 ADI 亚德诺半导体、惠普、松下、TDK (Tronics) 等
	国内	华润微电子/华润上华 (IDM+代工)、美新半导体 (华灿光电, 美股)、杭州士兰微 (A 股)、苏州敏芯微 (A 股)、美思先端、海康威视 (海康微影, A 股)、烟台睿创微纳 (A 股)、无锡锡产微芯、广州奥松电子、苏州原位芯片 (IDM+代工)、爱司凯 (A 股, 广州)、苏州固锝 (明皜传感)、河北美泰电子 (中电十三所)、湖南启泰传感、江苏多维科技、高德红外 (A 股, 武汉)、武汉衍熙微器件、山东昊润自动化、上海拜安半导体、中国兵器工业第二一四研究所 (北方电子院安徽公司, 安徽蚌埠)、北京青鸟元芯微系统 (中试线)、中国电科 49 所 (IDM+代工)、锐石创芯、江苏德尔森控股、诺思 (天津) 微系统等

芯片封测	国际	台湾日月光半导体（在大陆有封装厂）、美国 Amkor 安靠（在大陆有封装厂）、台湾矽品精密（日月光控股，在大陆有封装厂）、台湾力成科技（在大陆有封装厂）等
	国内	长电科技（A 股）、通富微电（A 股）、华天科技（A 股）、苏州晶方科技（A 股）、中国兵器工业第二一四研究所（北方电子院安徽公司，安徽蚌埠）、利扬芯片（测试）等

资料来源：深企投产业研究院整理。

#### 4、产业分布

我国 MEMS 产业以东南沿海为主，苏浙粤三省占比过半。根据赛迪顾问报告，2022 年我国 MEMS 传感器集中在江苏、广东、浙江三省，产值规模占比分别为 20.3%、17.4%、14.7%，合计超过 50%。上海和北京紧随其后，占比分别为 13.3%和 12.0%，如下图所示。江苏省的上市企业和非上市核心企业数量均处于全国领先地位，拥有传感器产业园 9 个，智能传感小镇 1 个，传感谷 1 个，同时拥有高校 167 所、国家重点实验室 28 个，研发资源相比其他省（市）处于领先地位。

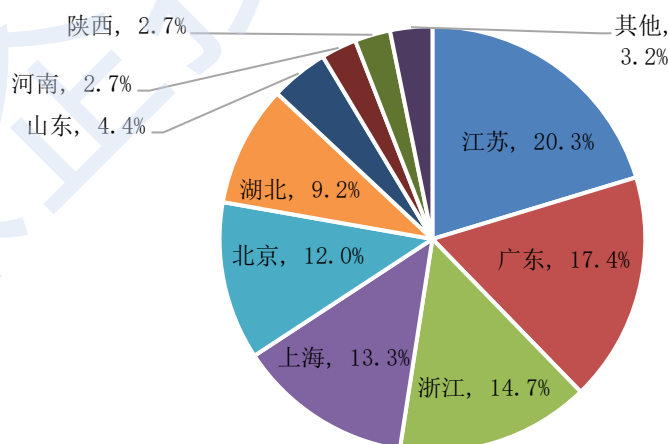


图 16 2022 年中国 MEMS 产业规模分布

资料来源：赛迪顾问《2023 年中国传感器企业高质量发展白皮书》，深企投

产业研究院整理。

**MEMS** 作为融合机械、电子、材料等多学科的前沿技术领域，具有显著的跨学科知识密集型特征，其研发与产业化面临人才、资金及技术三重壁垒。以 **MEMS** 智能传感器为例，从设计验证到规模化量产需经历 3-5 年周期，且单款产品的工艺开发成本常超千万级，这使得国内 **MEMS** 产线建设主体集中于具备资源整合能力的国企与央企。在产业生态构建中，**MEMS** 中试平台是连接研发与量产的核心枢纽。截至 2024 年，国内已建成 11 个 **MEMS** 中试平台（如上海嘉定“超越摩尔”8 英寸线、苏州纳米城 6 英寸线），另有 4 个在建平台（如郑州高新区 8 英寸线）。其中，上海嘉定“超越摩尔”中试线依托上海微技术工研院，聚焦光通信、生物医疗等高端传感器，累计孵化矽杰微电子、禾赛科技等 2 家上市公司；苏州纳米城 **MEMSRIGHT** 平台作为国内首个商业化 6 英寸 **MEMS** 中试线，已服务 120 余家企业，成功培育敏芯微（**MEMS** 麦克风市占率全球前三）、纳芯微（车规级芯片龙头）等上市企业。这些平台通过工艺模块标准化（如深硅刻蚀、晶圆键合）与设备共享机制，将企业研发成本降低 40%，产品迭代周期缩短至 6-8 个月。未来，随着 12 英寸 **MEMS** 晶圆线（如广州增芯、合肥赛微）的投产，国产 **MEMS** 产业将加速向高端传感器（如激光雷达微镜、医疗生物芯片）领域突破。

## 5、市场趋势

**全球 MEMS 晶圆产能向 12 英寸过渡。** **MEMS** 晶圆产线经历了 6 英寸、8 英寸到 12 英寸制造的转变。**MEMS** 晶圆产线正经历从 6 英

寸（150mm）→8 英寸（200mm）→12 英寸（300mm）的产业级技术跃迁。这一进程不仅反映在产能扩张上，更标志着工艺精度与集成能力的革命性突破。12 英寸单晶圆芯片产出量较 8 英寸提升 2.3-2.5 倍，单位成本降低 30%以上。国际巨头加快 12 寸产线卡位，如博世在德国德累斯顿投建 12 英寸 MEMS 微镜产线，台积电将硅光子集成技术导入 12 英寸 MEMS 代工。大陆赛微电子（合肥）、中芯集成（绍兴）、士兰微（厦门海沧）、广州增芯等代工企业也纷纷投建 12 寸 MEMS 晶圆产线。

先进封装技术正朝着微型化与集成化的方向持续演进。像多芯片模块以及 3D 堆叠封装这类先进的封装手段，能够将多个芯片整合封装，尤其是 3D 堆叠封装技术，它标志着 MEMS 产品在微型化和高集成化的发展道路上不断前行。MEMS 传感器和执行器一直在努力缩小尺寸、削减成本以及提升性能，并且正朝着以异构功能集成为核心的系统化方向转变。在有限的空间内集成更多的组件，从而实现更为复杂且强大的功能。随着终端设备日益小型化且种类日益丰富，MEMS 向更小尺寸发展的趋势势不可挡，甚至正逐步从 MEMS 向 NEMS（纳机电系统）演进。NEMS 是专注于纳米尺度领域的微纳系统技术，与 MEMS 相比，其尺寸更为微小。

智能处理能力不断提升。MEMS 制造厂商通过为传感器添加软件和处理算法，不断提升其智能处理能力，增加产品功能与附加值，突破商品化周期限制，推动价值链升级。同时，厂商积极探索将 MEMS 传感器与边缘或云中的 AI/ML/DL 相结合的应用。其中，TDK、Bosch、

ST、Melexis 等厂商的预处理和传感器融合，以及 Bosch、ST、英飞凌等厂商的边缘智能应用已取得一定成果。

## （二）压力传感器

### 1、产品概况

力学量传感器包括压力传感器、重力传感器、应力传感器、力矩传感器、位置传感器、速度传感器、加速度传感器等。压力传感器是使用最广的传感器种类之一。全球市场上看，流量、压力、温度是传感器三大种类。在中国，压力传感器是市场最大的传感器种类，生产压力传感器的企业也是占比最多的。压力传感器的下游行业主要是石油、化工、电力、冶金、机械制造、国防工业、计量等。

压力传感器种类繁多，用量最大的是 MEMS 压力传感器，其次是陶瓷、溅射薄膜、微熔等压力传感器。MEMS 压力传感器通过微型机械结构与电子电路的结合，实现对压力变化的敏感监测和精确转换。与传统的基于金属弹性体变形的压力传感器相比，MEMS 压力传感器以更小的尺寸（通常不超过 1 厘米）和更高的性价比突显其优势，将压力控制的简易性与智能化推向新高度。MEMS 压力传感器根据工作原理可分为压阻式、电容式、光纤式、谐振式和压电式，每种传感器都有其独特的性能特点和应用场景。

### 2、市场规模

根据赛迪顾问数据，2023 年中国压力传感器市场规模为 650.5 亿元，占中国传感器市场比重为 17.8%、位居第一。预计 2026 年，压力传感器仍然是市场份额最高的产品品种，市场规模将达到 867.3 亿元。

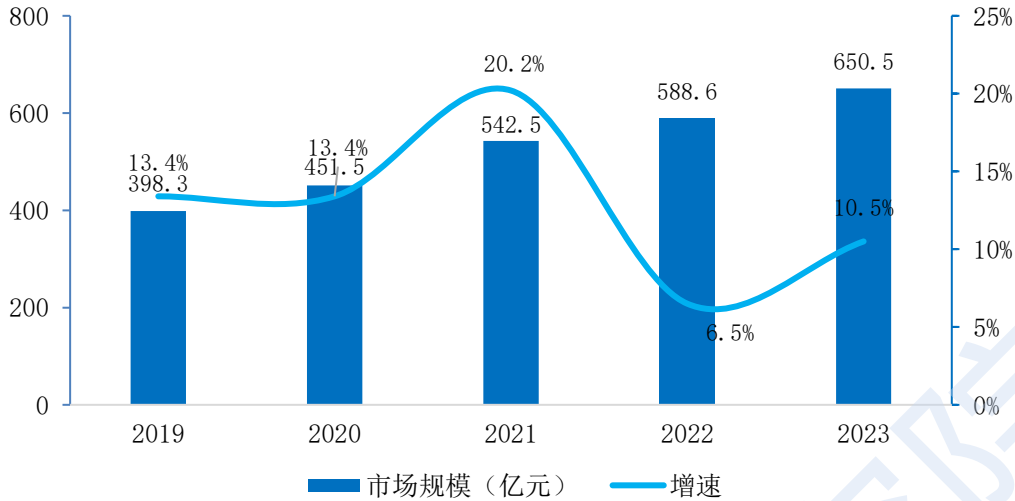


图 17 2019-2023 年中国压力传感器市场规模

资料来源：赛迪顾问，深企投产业研究院整理。

根据头豹研究院数据，2022 年我国 MEMS 压力传感器市场规模为 179 亿元，同比增长 14.09%，到 2025 年预计市场规模将达到 289 亿元，3 年 CAGR（复合增长率）为 17.31%，市场空间较为广阔。

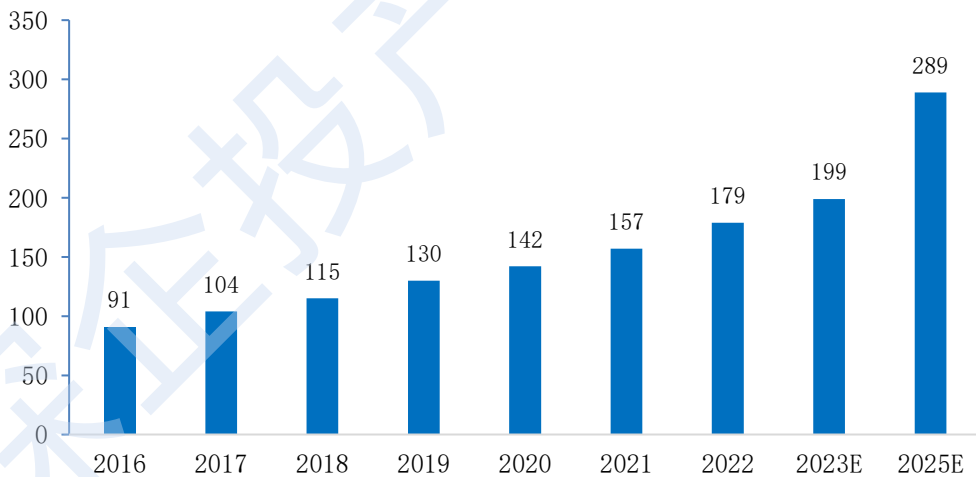


图 18 2016-2025 年中国 MEMS 压力传感器市场规模（亿元）

资料来源：头豹研究院、华鑫证券，深企投产业研究院整理。

### 3、竞争格局

全球市场外资品牌主导。全球压力传感器市场份额仍然主要被博

世、泰科电子等国外厂商占据。从 MEMS 压力传感器来看，国内企业的业务规模小、进入市场较晚、产品种类相对较少、应用领域相对较窄，仅在消费类气压计、防水压力传感器、差压传感器、气流传感器等产品方面量产出货，应用于智能手机、智能手表手环、航模无人机、健康监测、电子烟、智能家居等终端领域。根据 Yole 的数据，2020 年全球 MEMS 压力传感器市场格局中，博世依托其在消费电子、汽车电子、工业领域的全面布局，位居全球第一，市场份额达 33%，其他主要企业包括泰科电子（市场份额 14%）、英飞凌（10%）、森萨塔（7%）、恩智浦（6%）、霍尼韦尔（5%）、安费诺（5%）、意法半导体（4%）、得捷电子（3%）、Merit（2%）、松下（2%）等，国内企业中仅有歌尔微电子进入国内市场前 10。

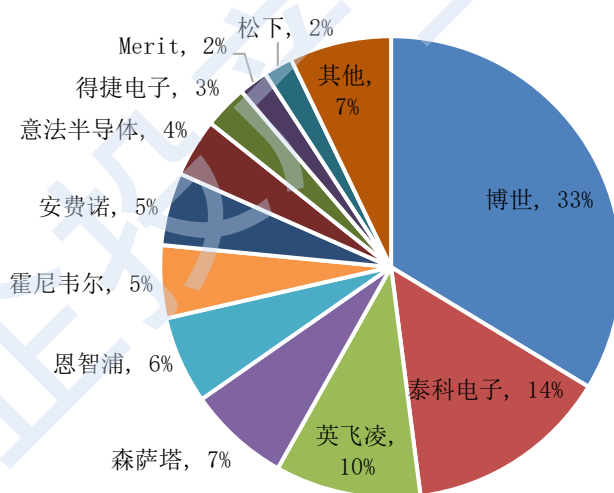


图 19 2020 年全球 MEMS 压力传感器市场份额

资料来源：Yole 《status of the MEMS Industry 2021》，深企投产业研究院整理。

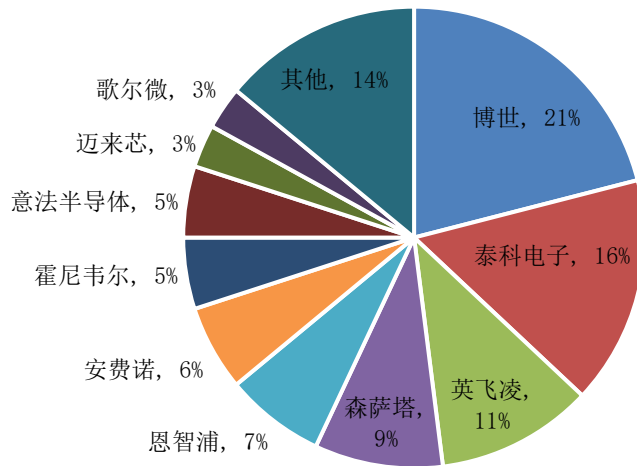


图 20 2020 年中国 MEMS 压力传感器市场份额（按出货量）

资料来源：华鑫证券，深企投产业研究院整理。

全球及中国压力传感器主要企业如下表所示。

表 5 全球及中国压力传感器主要企业

类型	代表企业
国际	德国博世、瑞士泰科电子、德国英飞凌、美国森萨塔、荷兰恩智浦、美国霍尼韦尔、美国安费诺、瑞士意法半导体、得捷电子、Merit、松下、比利时迈来芯 Melexis、瑞士盛思锐 Sensirion、德国恩德斯豪斯 Endress+Hauser、瑞士 Kistler 等
国内	歌尔微电子、苏州敏芯微（A 股）、河北美泰电子（中电十三所）、无锡芯感智半导体、麦克传感（宝鸡，IPO）、中航电测（A 股）、南京沃天科技、昆山双桥传感器、龙微科技无锡、湖南启泰传感、苏州纳芯微（A 股）、深圳华普微（IPO）、苏州感芯微、深圳万讯自控（A 股）、深圳安培龙（A 股）、江苏奥力威（A 股，扬州）、上海保隆科技（A 股）、兴宇腾测控（宝鸡）、新会康宇测控（广东润宇传感器）、宁波柯力传感（A 股）、浙江沃德尔科技（台州）、西人马、北京久好电子、北京智芯传感、广东华兰海、无锡莱顿电子、江西万年芯、深圳美思先端、上海洛丁森、汉威科技（A 股，郑州）、深圳华美澳通（深圳电通纬创，新三板）、北京康斯特（A 股，MEMS 压力传感器产线在建）、深圳科敏传感器、南京高华科技（A

类型	代表企业
	股)、厦门诺盛测控(称重传感器)、北京特倍福电子、新乡北方车辆、湖南菲尔斯特(长沙)、武汉中航传感、深圳力准传感、智驰华芯(无锡)、江西新力传感(南昌)、深圳纽迪瑞科技、厦门乃尔电子、武汉神动汽车电子、北京必创科技(A股)、宁波中车时代传感、上海孚创动力、江苏红光仪表厂(湖州)、重庆伟岸测器、江苏联能电子(扬州)、武汉飞恩微电子、南京英锐创电子(TPMS胎压传感芯片)、重庆金芯麦斯(汽车压力传感器)、江苏远望仪器(泰州)、四川奇石缘科技(新三板,绵阳,称重传感器)、合肥智感科技(MEMS)、华景传感(MEMS,无锡)、金天弘科技(北京)、芜湖致通汽车电子(车用压力传感器)等

资料来源：深企投产业研究院整理。

### (三) 图像传感器

#### 1、产品概况

图像传感器是手机摄像头、安防监控、智能车载摄像头和机器视觉的核心部件，决定着摄像头的成像品质以及其他组件的结构和规格，是当今应用最普遍、重要性最高的传感器之一。图像传感器主要包括 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor, 互补金属氧化物半导体) 图像传感器和 CCD (Charge-Coupled Device, 电荷耦合器件) 图像传感器两类, CMOS 图像传感器也简称 CIS (CMOS Image Sensor)。

目前 CMOS 图像传感器的主要技术指标均已超越 CCD 图像传感器，成为主流的图像传感器。Yole 数据显示，2021 年全球 CMOS 图像传感器市场份额占比为 97.9%，预计 2027 年全球 CMOS 图像传感器市场份额占比将上升至 99.1%。CCD 图像传感器则仅在需要非常长曝光时间的应用场景中，如深空探测，CCD 图像传感器凭借其较

低的暗电流尚有部分应用。

目前手机摄像头是 CMOS 图像传感器的最大终端市场，手机领域向多摄像头、高像素以及多功能化发展，像素从 200、800 万发展为目前的 4800 万/6400 万/1 亿，并进一步向上提升。汽车领域，对 CMOS 图像传感器芯片像素要求不高，但追求芯片的可靠性与稳定性。受益于 ADAS（先进驾驶辅助系统）、自动驾驶等技术的发展，汽车有望成为 CMOS 图像传感器的下一个重要应用领域。在工业设备方面，机器视觉的应用也将加速 CMOS 图像传感器的发展。安防领域，对夜视和红外等要求较高，目前产品分辨率基本在 200 万像素（1080P），未来有望提升至 2K/4K。医疗、安防和物联网等领域应用正在逐步展开应用。

## 2、市场规模

全球图像传感器的出货量及销售额不断扩大。根据弗若斯特沙利文统计，自 2016 年至 2020 年，全球 CMOS 图像传感器出货量从 41.4 亿颗快速增长至 77.2 亿颗，期间年复合增长率达到 16.9%。根据 Yole 数据，2023 年全球 CMOS 图像传感器市场规模约 218 亿美元，略高于 2022 年的 213 亿美元，原因是智能手机市场举步维艰，但情况正在改善。预计到 2029 年市场规模将达 286 亿美元，年复合增长率达 4.7%。

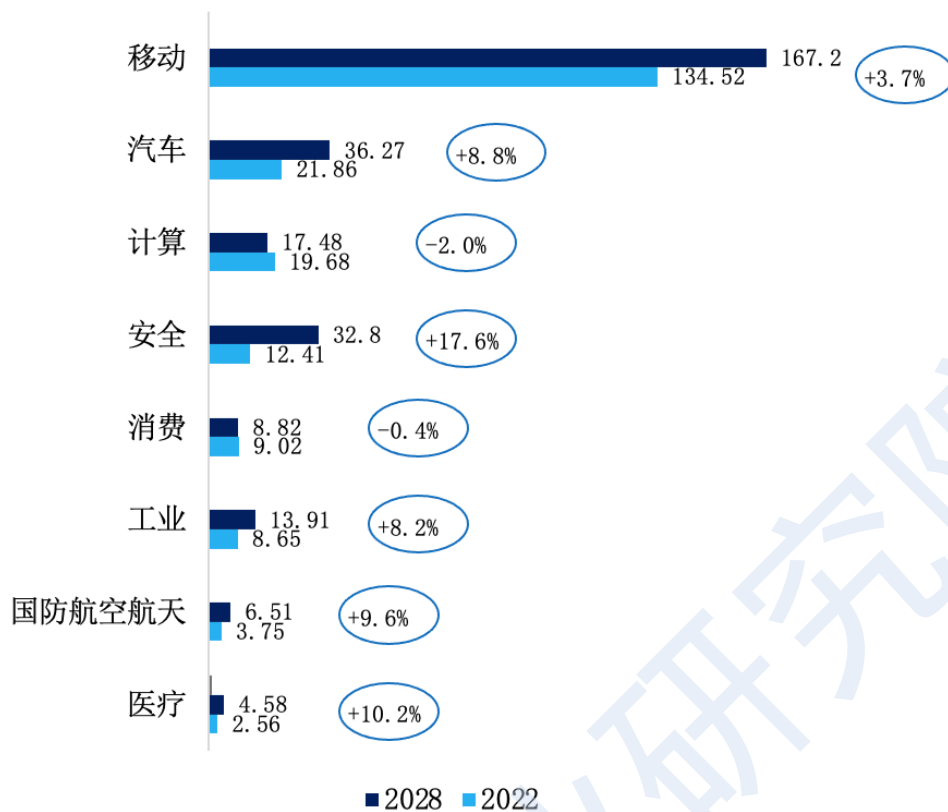


图 21 全球 CMOS 传感器应用市场规模（亿美元）

资料来源：Yole，深企投产业研究院整理。

根据赛迪智库统计，2023 年我国图像传感器市场规模 463.2 亿元，占国内传感器市场规模的 12.7%，仅次于压力传感器。

### 3、竞争格局

全球 CMOS 图像传感器代表企业有索尼、三星、韦尔股份（豪威科技）、ST 意法半导体、ONsemi 安森美、SK 海力士、Teledyne 特励达、日本 Hamamatsu 滨松、Canon 佳能、Panasonic 松下、晶相光电（台湾上市）、思特威、格科微等。2023 年全球市场份额中，索尼占 45%，相比 2022 年的 42% 继续提升；排名第二至第四的分别是三星、豪威科技、安森美，市场份额分别为 19%、11% 和 6%，均与 2022 年持平；意法半导体占 5%，市场份额同比下滑了 1 个百分点，排名相

比 2022 年也下降了一位；排名第六的 SK 海力士和排名第七的格科微市场份额同比均减少了 1 个百分点，分别降至 4%和 3%；排名第八的思特威市场份额为 2%，与 2022 年持平；Teledyne、佳能、滨松均占 1%，长光辰芯占比小于 1%。索尼和三星两家公司占整个 CIS 市场的 64%，而中国厂商豪威科技（韦尔股份）、格科威、思特威合计占比 16%。前 10 厂商中，我国豪威科技（韦尔股份）、格科微、思特威采用 Fabless 模式，索尼、三星、意法半导体、SK 海力士等国外企业主要采用 IDM 模式，安森美原先采用 Fabless 模式，其后转变为采用部分自主生产。

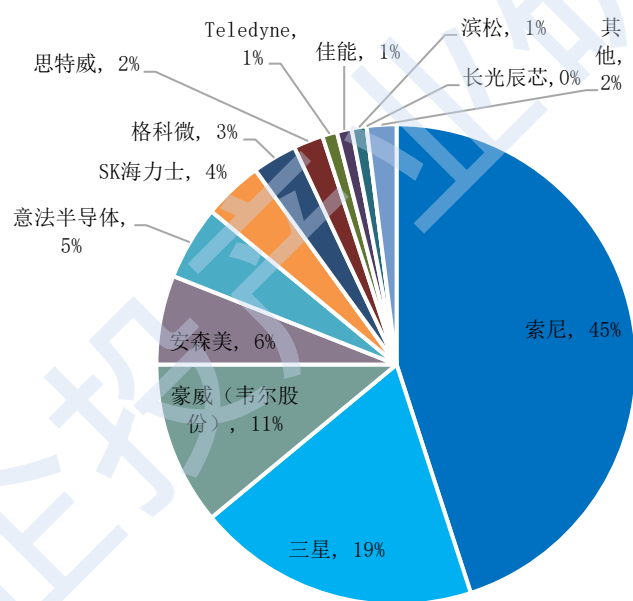


图 22 2023 年全球 CMOS 传感器市场份额

资料来源：Yole，深企投产业研究院整理。

综合比较来看，国际视觉传感器企业在数量、产品丰富度以及技术基础方面具有优势。虽然国内在视觉传感器领域的研究起步较晚，但近年来我国的光学视觉传感器技术实现了突飞猛进的发展，推出了一系列具有国际同类领先水平的高性能视觉传感器产品，在全球图像

传感器市场所占的市场份额逐步提升，韦尔股份（豪威科技）等企业的研发能力已经达到国际同类的最高水平。全球及我国 CMOS 图像传感器主要企业如下表所示。

**表 6 CMOS 图像传感器主要企业**

类型	主要企业
国际	索尼、三星、ST 意法半导体、ONsemi 安森美、SK 海力士、Teledyne 特励达、日本 Hamamatsu 滨松、Canon 佳能、Panasonic 松下、晶相光电（台湾上市）等
国内	韦尔股份（豪威科技，A 股）、格科微（A 股，上海）、思特威（A 股，上海）、长春长光辰芯（IPO）、广州印芯、深圳元视芯、锐芯微电子（昆山）、比亚迪半导体（深圳）、成都微光集电、合肥海图微电子等

资料来源：深企投产业研究院整理。

#### （四）惯性传感器

##### 1、产品概况

惯性传感器是一种用于测量物体的加速度、角速度和倾斜角度等参数的电子传感器。惯性传感器属于力学传感器的一种。MEMS 惯性传感器指采用 MEMS 工艺制备的惯性传感器，主要包括 MEMS 加速度计（测量线加速度，有大小有方向）、MEMS 陀螺仪（测量角速率，有大小有方向）、磁力计（用于测试磁场强度和方向，定位设备的方位，原理跟指南针类似）和 MEMS 惯性测量单元（IMU）（通常是 3 个轴向的 MEMS 陀螺仪+3 个轴向的 MEMS 加速度计组合组成，可实现三维空间中对角速率和加速度的检测）。

现阶段，MEMS 惯性传感器已广泛应用于工业与通信、高可靠（航天军工）、汽车电子、医疗健康、消费电子等多个领域，几乎所有可测量或受运动状态影响的消费电子产品都搭载了 MEMS 惯性传感器。近年来，MEMS 技术理论研究不断取得新进展，工艺水平也日益精进，这不仅显著降低了 MEMS 惯性传感器的制造成本，还使其测试精度和环境适应性等性能指标得到大幅提升，从而推动了 MEMS 惯性传感器在下游的广泛应用。具体来看，高性能 MEMS 惯性传感器的应用范围逐渐拓展至无人系统、自动驾驶、高端工业、高可靠等领域，而中低性能的 MEMS 惯性传感器则主要应用于消费电子和汽车等领域，如下表所示。

**表 7 MEMS 惯性传感器应用领域**

领域	应用
工业与通信	无人系统、工业机器人、石油勘探、测量测绘、高速铁路、精密农业、工程机械、寻北仪、光电吊舱、动中通（移动中的卫星地面站通信系统）、天线姿态监测、光伏跟踪系统、结构健康监测、振动监测等
高可靠	卫星姿态控制、航姿备份系统等
汽车电子	安全气囊、车身稳定系统、TPWS 胎压传感器、GPS 辅助导航、自动驾驶高精定位等
医疗健康	健康监测设备、植入式心脏起搏器、手术机器人、康复训练设备等
消费电子	智能手机、平板电脑、游戏机、智能手表、智能手环、TWS 耳机、笔记本电脑、数码相机、智能玩具等

资料来源：华安证券，深企投产业研究院整理。

## 2、市场规模

全球 MEMS 惯性传感器市场规模稳步增长。根据 Yole Group 的

统计,全球MEMS 惯性传感器的市场规模从 2018 年的 28.31 亿美元、31.21 亿颗增长至 2021 年的 35.09 亿美元、39.39 亿颗,占 MEMS 行业比重 25.81%,是 MEMS 行业中的主要产品类型;预计该市场将于 2027 年增长至 49.43 亿美元、60.60 亿颗,2018 年至 2027 年销售额及销售量的复合增长率分别为 6.39%和 7.65%。根据 Yole 报告,2022 年全球 MEMS 惯性传感器占整个 MEMS 市场比重高达 26.1%;至 2028 年惯性传感器仍将占据主要份额 25%。

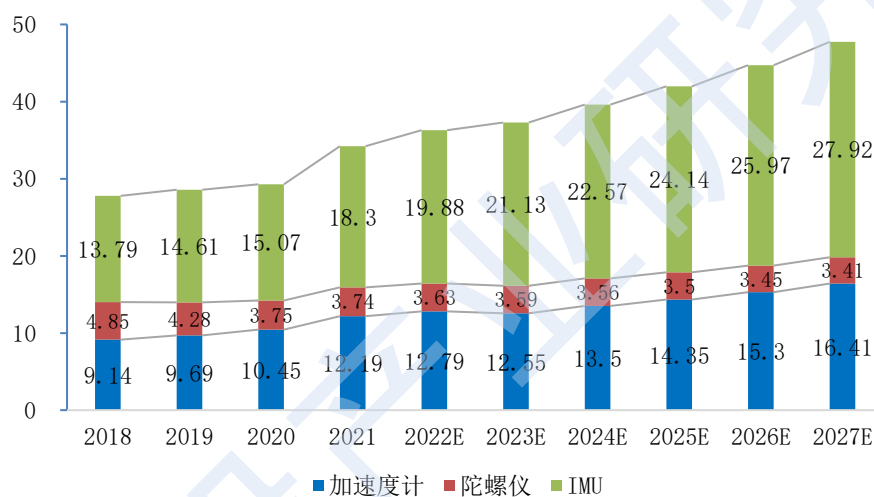


图 23 2018-2027 年全球 MEMS 惯性传感器市场规模 (亿美元)

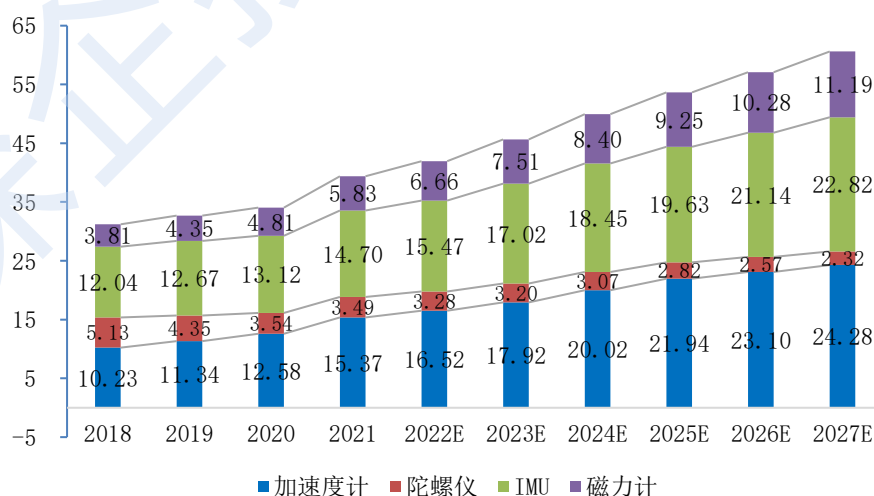


图 24 2018-2027 年全球 MEMS 惯性传感器出货量 (亿颗)

资料来源：Yole Group，深企投产业研究院整理。

我国 MEMS 惯性传感器市场规模逐年增长。根据芯谋研究报告，2022 年我国 MEMS 惯性传感器市场规模为 77.4 亿元，预计 2027 年达到 125.7 亿元，2022-2027 年 CAGR 达到 10.2%，如下图所示。随着 5G 带来的智能手机市场回暖、新型消费电子渗透率提升以及 ADAS、自动驾驶等汽车智能化的发展，MEMS 惯性传感器生产需求将保持稳定增长。根据头豹研究院预测，预计 2023 至 2026 年中国 MEMS 惯性传感器行业市场规模年复合增长率将达到 11.15%，到 2026 年能够增长至 362.58 亿元。

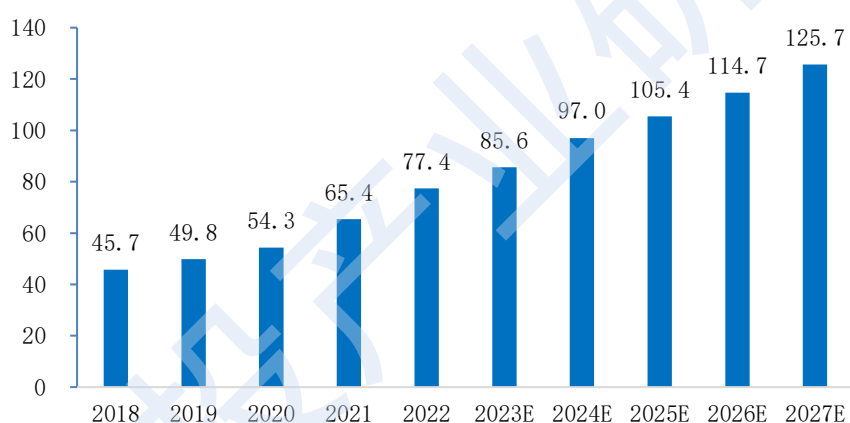


图 25 2018-2027 年中国 MEMS 惯性传感器市场规模（亿元）

资料来源：芯谋研究，深企投产业研究院整理。不含军用市场。

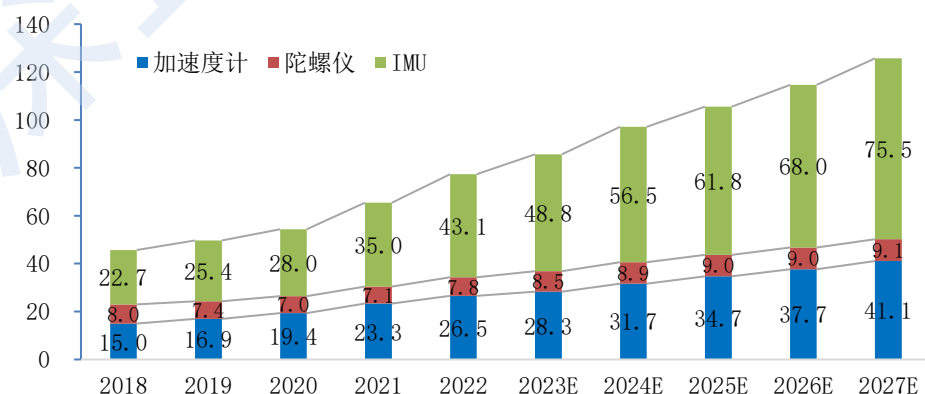


图 26 2018-2027 年中国 MEMS 惯性传感器分产品市场规模（亿

元)

资料来源：芯谋研究，深企投产业研究院整理。

从产品结构来看，在 2022 年中国惯性传感器市场中，MEMS IMU 是市场份额最大的品类，占比约为 56%，MEMS 加速度计的市场规模占比约为 34%，MEMS 陀螺仪的市场规模占比约为 10%，如下图所示。

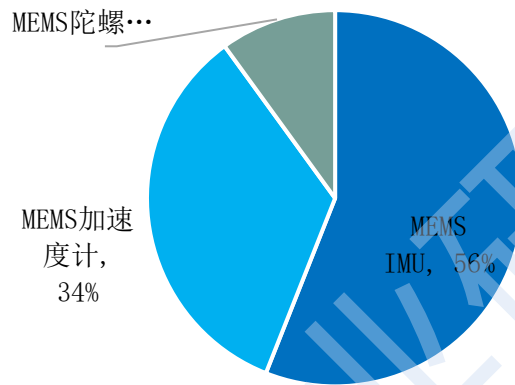


图 27 2022 年中国 MEMS 惯性传感器市场结构

资料来源：芯谋研究，深企投产业研究院整理。

### 3、竞争格局

中国 MEMS 惯性传感器市场仍然被国际巨头瓜分，且市场集中度非常高，国产厂商将直面国际巨头的竞争。Bosch、ST 等头部企业合计占据中国加速度计市场 70%以上份额，占据陀螺仪 80%以上份额，占据 IMU（惯性测量单元）85%以上份额。加速度计市场 CR3（前三名份额）大于 80%，陀螺仪计市场 CR3 大于 90%，IMU 市场 CR3 大于 95%。尽管中国 MEMS 惯性传感器市场具有巨大的潜力，但目前主要由国际企业主导，国内企业需要在激烈的国际竞争中寻找突破口。

国内企业以 Fabless+代工协同为主，国际厂商主要使用 IDM 模式。MEMS 惯性传感器对制造节点要求并不高，但其工艺要求较为独特，且产业链条较为复杂。因此，国际上的龙头企业为了增强设计与生产协同整合能力，多采用 IDM 模式。相比之下，国内厂商由于规模相对较小，整体制造以委托代工为主，不过也有部分厂商采用 IDM 模式。在设计能力方面，中国本土设计企业在 MEMS 加速度计方面已具备高端加速度计设计能力，其产品广泛应用于手机、可穿戴设备等消费市场。在 MEMS 陀螺仪领域，国内厂商现有产品多定位于消费级产品。至于 MEMS IMU 领域，国内厂商与国外设计能力仍存在一定差距，不过上海矽睿、士兰微等国内厂商正在集中力量攻坚，未来在高端产品方面有望实现突围。

全球惯性 MEMS 市场集中度较高。根据 Yole 数据，全球 MEMS 惯性产品市场份额集中在美国霍尼韦尔 Honeywell、美国亚德诺半导体 ADI、美国诺思罗普·格鲁曼 Northrop Grumman/Litef(以军工为主)等行业巨头手中，2021 年市场份额前三的公司合计占有 50%以上的份额，如下图所示。

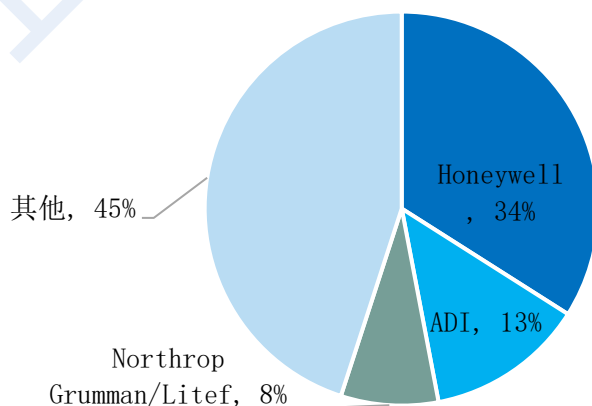


图 28 2021 年全球 MEMS 惯性传感器市场份额

资料来源：Yole Group 《High-End Inertial Sensing 2022》，深企投产业研究院整理。

2022 年，中国加速度计市场主要供应商被国际厂商占据。其中，BOSCH 是市场份额最大的 MEMS 惯性传感器厂商，占 28%。其次是 ST 和 Murata，分别占 18%和 12%。士兰微和美新半导体是本土厂商中份额最大的，在中国市场所有厂商中分列第五、第六，占比依次为 9%和 7%。其余前五大本土厂商为明皜传感、矽睿科技和敏芯股份，市场份额分别为 4%、1%和不足 1%。随着本土加速度计的技术逐渐成熟，目前各大本土厂商正在持续发力追赶。

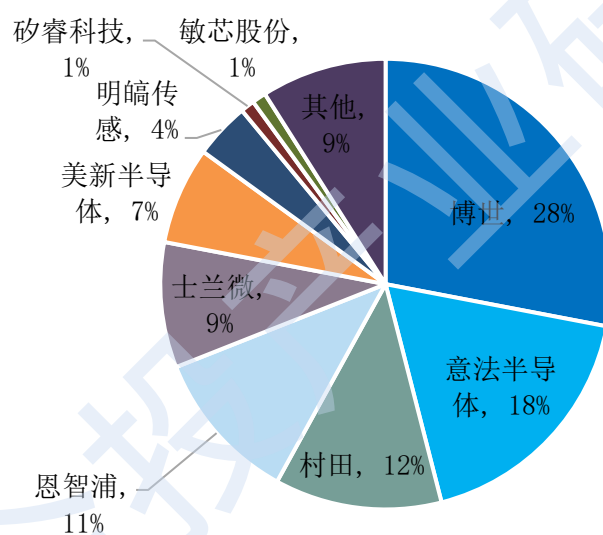


图 29 2022 年中国 MEMS 加速度计市场份额

资料来源：芯谋研究，深企投产业研究院整理。

MEMS 陀螺仪市场主要厂商为 Bosch、ST、TDK 等国际巨头，国内企业为深迪半导体、美新半导体、矽睿科技等。由于陀螺仪市场规模停滞不前，各厂商的销售规模较小。

国内 MEMS IMU 市场份额分布相对集中，国际厂商占据垄断地位。由于 MEMS IMU 产品生产工艺难度大，只有头部企业才有足够

的资金、技术和资源来应对市场竞争，因此准入门槛不断提高，国内参与竞争的厂商较少。2022年中国市场上，BOSCH以33%的市场份额排名第一，ST和TDK分别以25%和21%的市场份额紧随其后，前三名国际厂商共占据近80%市场份额，加上亚德诺、霍尼韦尔，前五名国际厂商共占据超90%市场份额。相较于前五名国际厂商，本土厂商市场份额比较小，面临的市场竞争压力也较大。2022年中国IMU市场最大本土厂商为矽睿科技，市场份额占比为2%；其余厂商如深迪半导体等，市场份额较小，占比均小于1%。MEMS IMU作为一个重要的传感器应用领域，随着智能化、自动化等领域的不断拓展和应用，其市场前景十分广阔。相比国际厂商，本土厂商在本地化服务、供应链整合等方面进行差异化竞争，也将会有机会获取更多的市场份额。

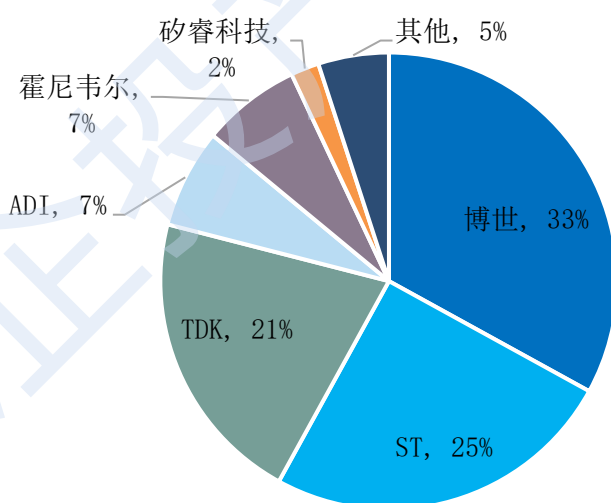


图 30 2022 年中国 MEMS IMU 市场份额

资料来源：芯谋研究，深企投产业研究院整理。

全球及我国 MEMS 惯性传感器主要企业如下表所示。

表 8 MEMS 惯性传感器主要企业

类型	主要企业
加速度计	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国际：德国博世 Boch、意法半导体 ST、日本东电化 TDK、日本村田 Murata、霍尼韦尔 Honeywell、恩智浦 NXP、亚德诺半导体 ADI、英国 Silicon Sensing（由柯林斯航空航天与住友精密合资）、法国赛峰 Safran、Colibrys 等</li> <li>● 国内：士兰微（A 股）、美新半导体、苏州明皜传感（IPO）、上海矽睿科技（IPO）、苏州敏芯股份（A 股）、安徽芯动联科（A 股）、河北美泰电子（中电十三所）、深迪半导体（绍兴）、青岛智腾微、新纳传感系统（无锡，由美新半导体拆分）、汉威科技（A 股，郑州）、青岛智腾科技、金天弘科技（北京）、复远芯（上海）等</li> </ul>
陀螺仪	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国际：博世 Boch、意法半导体 ST、东电化 TDK、亚德诺半导体 ADI、霍尼韦尔 Honeywell、诺思罗普·格鲁曼 Northrop Grumman、挪威 Sensoror（隶属于法国赛峰 Safran）、Silicon Sensing、Emcore 等</li> <li>● 国内：深迪半导体（绍兴）、美新半导体（无锡）、上海矽睿科技、河北美泰电子（中电十三所）、安徽芯动联科（A 股）、金天弘科技（北京）、复远芯（上海）等</li> </ul>
IMU	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国际：博世 Boch、意法半导体 ST、东电化 TDK、亚德诺半导体 ADI、霍尼韦尔 Honeywell、Sensoror（赛峰 Safran）、Silicon Sensing 等</li> <li>● 国内：上海矽睿科技、深迪半导体、河北美泰电子（中电十三所）、安徽芯动联科（A 股）、广东导远科技（广州）、复远芯（上海）、东方微电科技（武汉）、新纳传感系统（无锡）等</li> </ul>
航天军工惯性传感器	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国际：霍尼韦尔 Honeywell、诺思罗普·格鲁曼 Northrop Grumman、法国赛峰 Safran、英国 BAE 系统公司等</li> <li>● 国内：北京赛微电子（A 股）、中国航天科工集团三院三十三所、中国兵器工业导航与控制技术研究所、航天电子、理工导航、重庆天箭惯性、南京高华科技（A 股）、中航工业武汉航空仪表等</li> </ul>

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （五）声学传感器

### 1、产品概况

声学传感器是把外界声场中的声信号转换成电信号的传感器。它在通讯、噪声控制、环境检测、音质评价、文化娱乐、超声检测、水下探测和生物医学工程及医学方面有广泛应用。常见的声学传感器类型包括麦克风阵列、压电传感器、超声波传感器和声表面波传感器，可以用于声音识别、方向定位、距离测量、材料测试、声呐应用等。MEMS 声学传感器是一种运用 MEMS 技术将声学信号转换为电信号的传感器，具有体积小、功耗低、一致性好、可靠性及抗干扰能力强等优势，广泛应用于智能手机、智能无线耳机、平板电脑、智能可穿戴设备和智能家居等消费电子领域及汽车电子等领域。

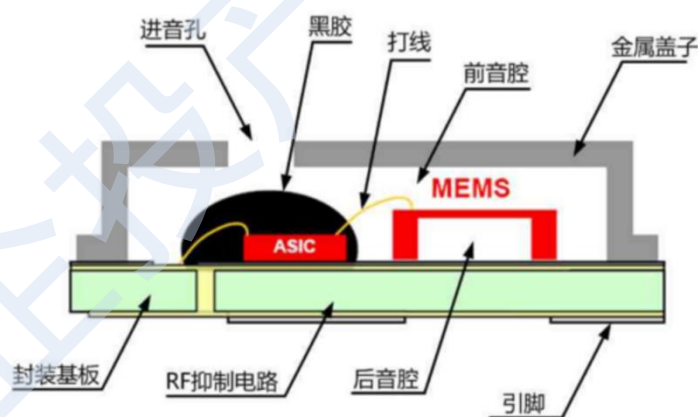


图 31 MEMS 麦克风结构

图片来源：网络。

消费电子是 MEMS 声学传感器的主要应用领域，2020 年占比为 94.09%。随着 5G 商业化的不断推进和人工智能、物联网技术的快速发展，可穿戴设备、智能家居、无人驾驶、智慧城市、智慧医疗等新

兴应用领域不断涌现，而语音交互作为智能设备接收信息和指令的重要方式，也推动了 MEMS 声学传感器应用场景的不断拓展。

## 2、市场规模

据 GIR（Global Info Research）调研，按收入计，2021 年全球 MEMS 麦克风收入大约 16.46 亿美元，预计 2028 年达到 27.41 亿美元。根据 Yole 预测，2018-2026 年全球 MEMS 声学传感器出货量将从 52.98 亿颗增长至 111.15 亿颗，年均复合增长率为 9.70%。

汽车电子、消费电子是 MEMS 声学传感器的主要增长市场。根据 Yole 的数据，2018-2026 年全球汽车电子领域 MEMS 声学传感器出货量从 0.37 亿颗增长至 1.85 亿颗，年均复合增长率为 22.42%。智能手机、智能可穿戴（如 TWS 耳机）等用量增长，低功耗、高性能技术进步，硅麦克风量产、在移动终端广泛应用，也将带来 MEMS 麦克风的用量增长。

伴随 AI 加速渗透，语音交互带动 MEMS 麦克风需求增长。语音是人机交互的重要方式，语音助手逐渐成为智能终端的必备功能。根据 SAR 预测，到 2028 年，集成语音助手的智能设备销量将增至每年 30 亿台，2024-2028 年 CAGR 达 5%，其中耳机/耳麦、智能家居和汽车等细分市场的 CAGR 均超过 10%。根据 Omdia 预测，信噪比高于 64dB 的 MEMS 麦克风在消费领域的 CAGR 将达到 8.7%，到 2027 年销售量将接近 30 亿个。

## 3、竞争格局

MEMS 声学传感器领域主要企业包括歌尔微电子（歌尔股份）、

瑞声科技、Knowles Corporation（楼氏电子）、苏州敏芯股份、钰太科技等。根据 Yole 的数据，2020 年全球 MEMS 声学传感器市场份额排名前五位分别为歌尔微、楼氏电子、瑞声科技、钰太科技和敏芯股份，其中歌尔微电子 MEMS 声学传感器市场份额达 32%，首次超过楼氏位居全球第一。

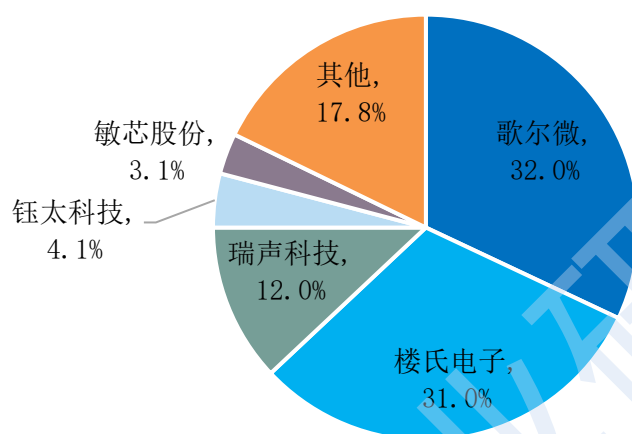


图 32 2020 年全球 MEMS 声学传感器市场份额

资料来源：Yole 《Status of the MEMS Industry 2021》。

全球及我国 MEMS 声学传感器主要企业如下表所示。

表 9 MEMS 声学传感器主要企业

类型	主要企业
国际	美国楼氏电子、钰太科技（台）、韩国 BSE、日本东电化 TDK、日本 Hosiden、韩国 Sanico、意法半导体 ST、英飞凌 Infineon、应美盛 Inven Sense 等
国内	歌尔股份/歌尔微电子、瑞声科技（港股）、苏州敏芯微（A 股）、共达电声（A 股）、安徽奥飞声学（合肥）、华景传感（无锡）、瑶芯微电子（上海）、北京燕东微（A 股，声学传感器 ECM 前置放大器）等

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （六）射频传感器

### 1、产品概况

只要涉及到无线通信，就要利用射频技术。射频 MEMS 属于 MEMS 执行器的一种，是 MEMS 的第二大类别。射频前端器件(RFFE)中，除了功率放大 PA 以外，MEMS 器件占主要比例，包括射频开关（Switch）、滤波器（SAW、BAW、FBAR 等）、振荡器/谐振器（Oscillator/Resonator）等。射频开关主要用于在射频设备中对不同方向（接收或发射）、不同频率的信号进行切换处理的装置，实现通道的复用。滤波器（SAW、BAW、FBAR 等），负责接收通道的射频信号滤波，将接收的多种射频信号中特定频率的信号输出，将其他频率信号滤除。以 SAW 声表面波为例，通过电磁信号—声波—电磁信号的两次转换，将不受欢迎的频率信号滤除。振荡器是将直流电能转变成交流电能的过程，用来产生一定频率的交流信号，属于有源器件。谐振器是电路对一定频率的信号进行谐振，主要是用来筛选出某一频率，属于无源器件。

### 2、市场规模

射频 MEMS 是 MEMS 第一大单一品类。据 Yole 数据，2021 年全球射频 MEMS 市场规模为 29.73 亿美元，预计到 2027 年增长至 46.64 亿美元，CAGR 达到 8%。根据赛迪智库数据，2022 年我国射频传感器市场规模 146.2 亿元，占国内传感器市场比重为 4.6%。

### 3、竞争格局

由于射频 MEMS 与 BAW 滤波器可实现集成，全球 5G 滤波器主

要企业也是射频传感器重点企业，美日等企业处于全球主导地位。射频前端芯片及模组需处理高频射频信号，处理难度大，需基于砷化镓、绝缘硅等特色工艺进行芯片研发，需要长时间的设计经验和工艺经验积累。一方面，国际厂商起步较早，在相关技术、专利和工艺上底蕴较深，并通过兼并收购形成完善的产品线。另一方面，国际头部厂商主导了通信制式、射频前端的标准定义，且射频前端公司与 SoC 平台厂商、终端客户之间形成了较为紧密的合作关系。

从全球市场来看，头部射频厂商市场集中度高。根据 Yole 数据，2022 年全球射频前端芯片市场的主要厂商包括美国博通 Broadcom（19%），美国高通 Qualcomm（17%），美国威讯联合 Qorvo（15%），美国思佳讯 Skyworks Solutions（15%），以及日本村田 Murata（14%），前五大厂商合计市占率高达 80%。我国手机品牌厂商全球市占率较高，而手机又是射频前端最主要的应用终端，在国际贸易摩擦背景下，国内厂商积极寻求本土供应商以保证供应链安全。在此带动下，我国射频前端厂商近年来保持较高的收入增速，且产品线日益丰富。

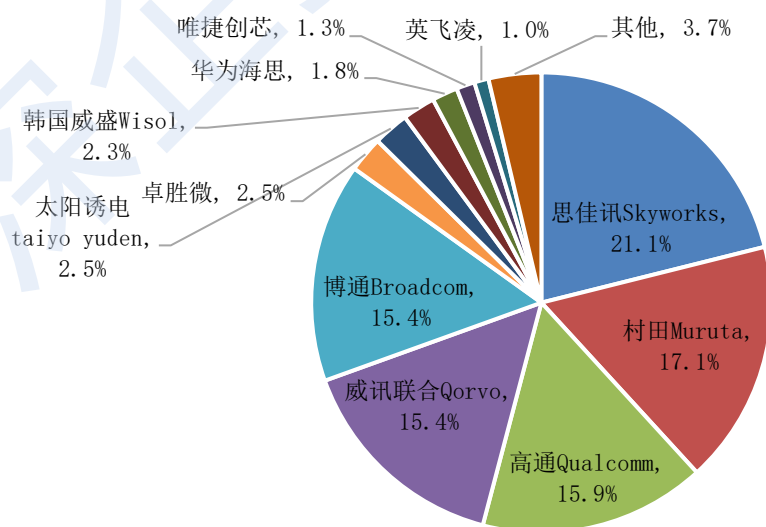


图 33 2020 年全球射频前端芯片市场份额

资料来源：Yole《市场与技术报告 2021》，长城证券，深企投产业研究院整理。

从滤波器市场来看，2020 年全球主要企业包括日本村田、美国高通、美国思佳讯、美国威讯联合、日本太阳诱电、韩国威盛、日本京瓷等，CR7 达到 98%以上，如下图所示。

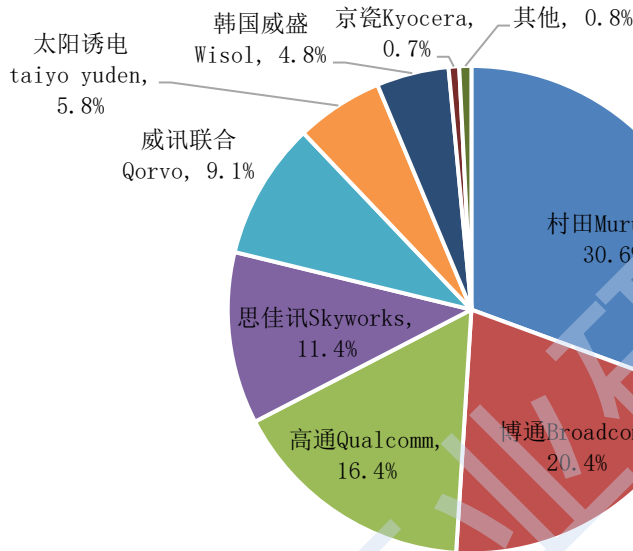


图 34 2020 年全球滤波器市场份额

资料来源：Yole《市场与技术报告 2021》，长城证券，深企投产业研究院整理。

从滤波器的生产模式来看，与射频 PA 主要使用代工模式不同，全球滤波器主要企业如村田、博通和高通均使用 IDM 模式，国内如卓胜微等也自建滤波器产线。全球及我国射频 MEMS 主要企业如下表所示。

表 10 全球及我国射频 MEMS 主要企业（含滤波器）

类型	主要企业
国际	美国思佳讯 Skyworks、日本村田 Murata、美国高通 Qualcomm、美国威讯联合 Qorvo、美国博通 Broadcom、日本太阳诱电 taiyo yuden、韩国威盛 Wisol、德国英飞凌 Infineon、日本东电化 TDK、

	美国亚德诺半导体 ADI、荷兰恩智浦 NXP、瑞士意法半导体 ST、日本京瓷 Kyocera 等
国内	卓胜微 (A 股, 无锡)、华为海思 (Fabless 模式)、唯捷创芯 (A 股, 天津)、广州慧智微 (A 股, Fabless)、锐石创芯 (深圳, IDM)、深圳飞骧科技 (原国民飞骧, IPO)、北京昂瑞微、无锡好达电子、诺思 (天津) 微系统、深圳麦捷科技 (A 股)、三安光电 (A 股)、南京国博电子 (A 股)、铖昌科技 (A 股, 杭州)、深圳信维通信 (A 股)、中电科技德清华莹、中电 26 所、中电 55 所、浙江华远微电 (湖州)、苏州汉天下 (Fabless 模式)、上海锐迪科 (Fabless)、北京航天微电等

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （七）磁传感器

### 1、产品概况

磁传感器是根据受外界影响，敏感元件磁性能变化，来检测外部环境变化的器件，可检测的外界因素有磁场、电流、应力应变、温度、光等。磁传感器主要分为四大类，霍尔效应 (Hall Effect) 传感器、各向异性磁阻 (AMR) 传感器、巨磁阻 (GMR) 传感器和隧道磁阻 (TMR) 传感器。其中，磁阻传感器是第四代磁传感技术，基于纳米薄膜技术和半导体制备工艺，通过探测磁场信息来精确测量电流、位置、方向、转动、角度等物理参数。MEMS 技术可以将传统的磁传感器小型化，因此 MEMS 磁传感器具有体积小、性能高、成本低、功耗低、高灵敏和批量生产等优点，制备衬底材料以 Si 为主，消除了磁传感器制备必须采用特殊磁性材料及其对被测磁场的影响。

磁传感器可应用于汽车电子、可穿戴设备、智能安防、变频器、智能手机、扫地机器人、数据中心、平板电脑、电视、空调等领域。

其中，汽车电子是主要的应用领域，汽车工作环境复杂，磁传感器使用寿命长、可靠性高、性价比高，满足汽车对器件一致性、稳定性的要求，可应用于汽车安全、汽车舒适性、汽车节能降耗等应用。目前霍尔传感器芯片是车规级磁传感器芯片中的主流类型，主要用于车速、倾角、角度、距离、接近、位置等参数检测以及导航、定位等，具体应用涵盖车速测量、踏板位置、变速箱位置、电机旋转、助力扭矩测量、曲轴位置、倾角测量、电子导航、防抱死检测、泊车定位、安全气囊与太阳能板中的缺陷检测等。在新能源汽车“三电系统”中，磁传感器可应用于电池热管理、电机控制、运动辅助等领域。

在汽车“三化”发展带动下，汽车磁传感器单车使用数量和单车价值量明显提升。根据 ICV Tank 数据，传统燃油车中使用约 30 个磁传感器，混合动力或者纯电汽车中，磁传感器数量增加到约 50 个，单车磁传感器价值量由 120 元增长至 250 元，单车价值量显著提升。

磁传感器（霍尔为主）使用标准的 CMOS 晶圆生产工艺，具备相对成熟且充足的产能资源，行业参与者均采用晶圆代工，自主封装的业务模式。

## 2、市场规模

根据 Yole 数据，2016 年全球磁传感器市场规模 16.4 亿美元，2021 年约 26 亿美元，预计 2027 年有望达到 45 亿美元，2021-2027 年复合增长率为 9%。分领域来看，汽车电子是磁传感器下游主要应用领域，2021 年全球市场规模达 16 亿美元，2027 年有望达 30 亿美元，CAGR 为 11.05%；消费电子领域磁传感器市场规模 2021 年为 6.1

亿美元，2027 年有望达 9.1 亿美元；工业领域磁传感器市场规模 2021 年为 3.9 亿美元，2027 年有望达 5.6 亿美元。

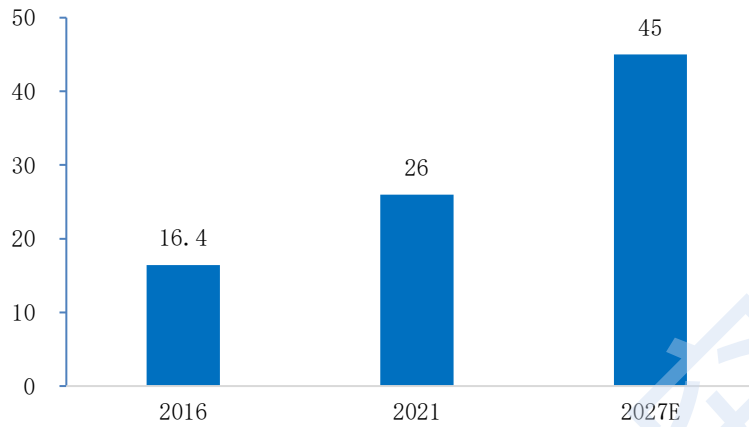


图 35 2016-2027 年全球磁传感器市场规模（亿美元）

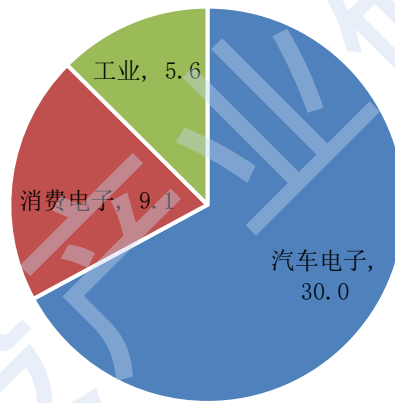


图 36 2027 年全球磁传感器应用领域市场规模（亿美元）

资料来源：Yole，赛卓电子招股说明书，深企投产业研究院整理。

我国磁传感器市场规模增长稳定，各品类百花齐放。据上海市集成电路行业协会数据，2022 年我国磁传感器市场规模约为 65.10 亿元，是全球主要的磁传感器市场之一。2018-2022 年我国磁传感器市场规模增长稳定，CAGR 为 15.09%。受益于下游需求增长，未来我国磁传感器市场规模有望持续增长，2027 年有望增长至 146.2 亿元。

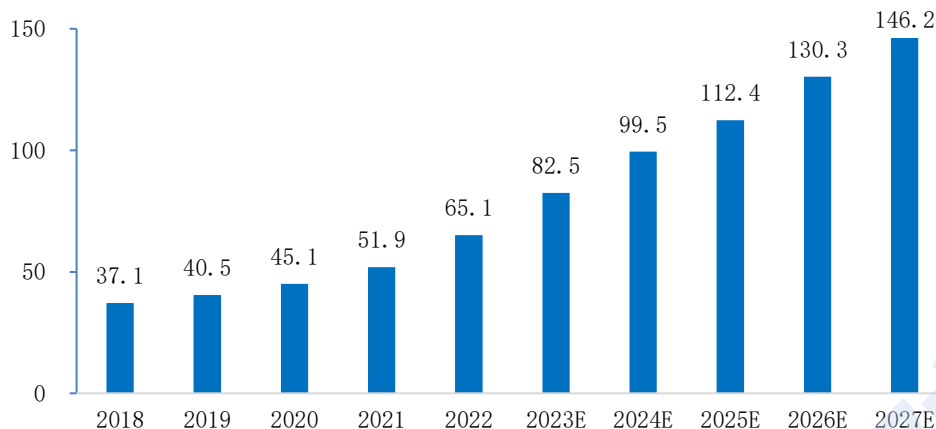


图 37 中国磁传感器市场规模（亿元）

资料来源：上海市集成电路行业协会，深企投产业研究院整理。

分品类看，霍尔传感器是我国磁传感器市场中的主流产品，2022 年我国霍尔传感器市场规模为 45.4 亿元，2027 年有望增长至 87.9 亿元，CAGR 达 14.1%；AMR/GMR/TMR 传感器占比较低，但未来随技术成熟渗透率有望小幅上升，2022 年中国 AMR/GMR/TMR 市场规模分别为 8.8/3.5/7.0 亿元，2027 年有望增长至 22.0/8.8/26.2 亿元。

从我国应用领域来看，在 2022 年，汽车市场是中国最大的磁传感器终端市场，占据了总市场的 47%。其次是消费市场，占据了 22% 的市场份额。工业市场占据总市场的 12%。其他市场占据 19% 的市场份额，如下图所示。

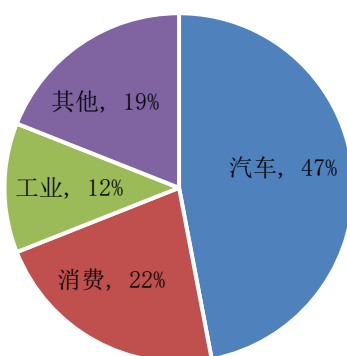


图 38 2022 年中国磁传感器下游市场情况

资料来源：上海市集成电路行业协会，深企投产业研究院整理。

### 3、竞争格局

全球磁传感器市场主要由美国、日本和欧洲公司主导，头部玩家垄断市场。2022年，中国磁传感器市场仍主要被国际企业占据，但随着国内企业的挤压，国际企业整体市占率已经由过去的超80%下降至73%。其中，美国埃戈罗 Allegro 是市场份额最大的国际磁传感器企业，市场份额达16%。其次是德国英飞凌 Infineon，市场份额为15%。日本旭化成微电子 AKM、日本东电化 TDK 和比利时迈来芯 Melexis 分别占据10%、9%和9%的市场份额。本土企业中，上海矽睿科技（IPO）市场占有率最高，约5%，其次是上海灿瑞科技（A股）、美新半导体、赛卓电子（上海）和江苏多维科技，市场份额分别为4%、4%、4%和3%。

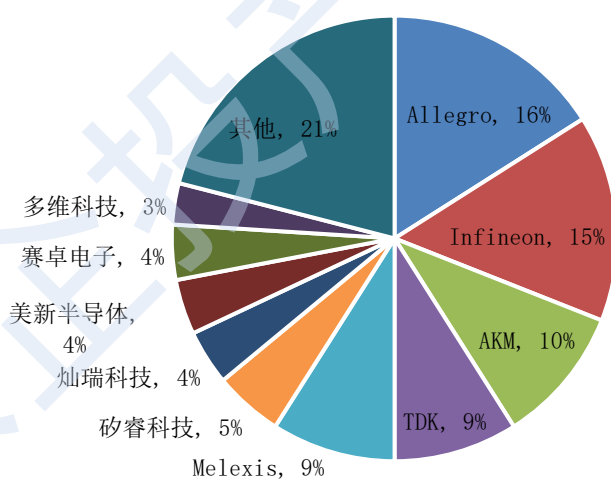


图 39 2022 年中国磁传感器竞争格局

资料来源：上海市集成电路行业协会，深企投产业研究院整理。

汽车磁传感器由于门槛较高、国产化率较低，根据赛卓电子公告，我国汽车磁传感器国产化率不足10%。未来随着国产厂商技术进步，

磁传感器国产化率有望持续提升。

全球及我国磁传感器主要企业如下表所示。

**表 11 全球及我国磁传感器主要企业**

类型	主要企业
国际	美国埃戈罗 Allegro、德国英飞凌 Infineon、日本旭化成微电子 AKM、日本东电化 TDK、比利时迈来芯 Melexis、恩智浦 NXP、美国德州仪器 TI、美国泰科电子 TE、美国霍尼韦尔 Honeywell、美国亚德诺半导体 ADI、日本村田 Murata 等
国内	上海矽睿科技（IPO）、上海灿瑞科技（A 股）、美新半导体、赛卓电子（上海）、江苏多维科技、浙江沃德尔科技（车用霍尔传感器）、成都芯进电子、东方微电科技（武汉）等

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （八）汽车雷达

### 1、产品概况

自动驾驶传感器系统一般包括 4 种雷达：激光雷达（Lidar）、毫米波雷达（mmWave Radar）、超声波雷达（Ultrasonic Radar）和红外雷达（Infrared Radar）。目前激光雷达和毫米波雷达是基本和必要的车载传感器设备，而超声波雷达和红外雷达则可以根据情况选择，但未来可能会发生改变。不同传感器的对比如下表所示。

**表 12 车载雷达系统传感器对比**

传感器种类	工作原理	距离范围	优点	缺点
激光雷达	以激光作为信号波，通过发射器向目标发射探测信号（激光束）和传感器接收目	150-200 米	探测范围广，分辨率极高，精度高响应快，近全	成本较高，易受浓雾大雨等极端天气影响

	标反射回来的信号来测量与目标之间的距离、分析目标反射回来的信息得到目标的距离和物理属性等信息		全天候工作，方向性强，不受地面杂波影响	
超声波雷达	通过超声波发射装置向外发出超声波，到通过接收器接收到发送过来超声波时的时间差来测算距离	0.1-5 米	测距方法简单、防水防尘、结构简单、成本较低，近距离识别精度高	探测距离近、测试角度较小，需要在车身上安装多个，空间分辨率不高，易受天气变化影响
毫米波雷达	以波长位于 1-10mm、频率在 30-300GHz 的电磁波作为放射波的雷达传感器，由芯片控制天线发射一定频率的毫米波电磁波，电磁波碰到障碍物后反射回来并被天线接收，数字信号处理模块对接收到的电磁波信号进行处理，通过算法计算出障碍物的距离、速度和方向等信息	>200 米	作用距离远，不受天气和夜间影响，工作性能稳定、抗干扰能力强	成本较高，行人的反射波较弱难以探测
红外线	主要通过红外线探测器来实现障碍物探测	<150 米	成本较低，可以夜间工作	探测范围较短，易受恶劣天气变化影响
摄像头	光线经摄像头聚焦在光电器件（CMOS 图像传感器）上产生电信号，电信号经放大、滤波等一系列处理后产生图像	6-100 米	成本低、技术较为成熟，可以识别行人，分辨出障碍物的大小与距离	易受恶劣天气影响，有视角限制，测速、测距方面受算法限制

资料来源：深企投产业研究院整理。

随着自动驾驶技术迭代发展，多传感器融合方案是智能驾驶提速的重要安全保障。摄像头+毫米波雷达+超声波雷达的组合基本满足智能驾驶感知需求，而激光雷达在探测速度、日夜间工作能力上领先。激光雷达的综合性能最优，由于兼具精度高、探测范围广、分辨率高、

算法可行性强等优点，被大多数整车厂、Tier1 供应商认为是 L3 级及以上自动驾驶必备的传感器，同时随着智能驾驶需求的不断提升，渗透率的不断提高，自动驾驶技术不断向 L3 级及更高级别发展，其优势愈发明显。随着自动驾驶等级的提升，单车激光雷达搭载数量预计也将不断增加，根据信通院报告，L3、L4 和 L5 级别自动驾驶分别需要平均搭载 1 颗、2-3 颗和 4-6 颗激光雷达。随着量产出货规模持续提升，车载激光雷达价格从早期几万美元，2023 年下降至几百美元（3000 人民币以下）。

**表 13 智能驾驶各类传感器预计单车用量及当前价格**

	激光雷达	4D 毫米波雷达	高像素摄像头	3D 毫米波雷达	低像素摄像头	超声波雷达
单车用量	1-6	3-5	3-5	4-6	4-8	8-12
产品单价（每颗）	3000-10000 元	500-1500 元	300-500 元	250-400 元	100 元以下	数十元

资料来源：汽车之家、盖世汽车、国联证券等，深企投产业研究院整理。

**激光雷达**主要由发射模块（边发射激光器 EEL、垂直腔面发射激光器 VCSEL、光纤激光器）、接收模块（雪崩光电二极管 APD、单光子雪崩二极管 SPAD、硅光电倍增管 SiPM）、扫描模块（MEMS 微振镜、扫描镜旋转电机、镜头和滤光片等）、信号处理模块（FPGA 芯片、模拟芯片、数模转换器等）构成，其中激光器、探测器为激光雷达核心组件。从成本结构来看，激光器、探测器、激光驱动芯片以及模拟前端芯片占据成本核心。根据汽车之家数据，激光雷达总成本中分立收发模块占比约 60%；其次人工调试成本占比约 25%。控制模块、机械装置等合计占比约 15%。激光雷达核心组件如下图所示。

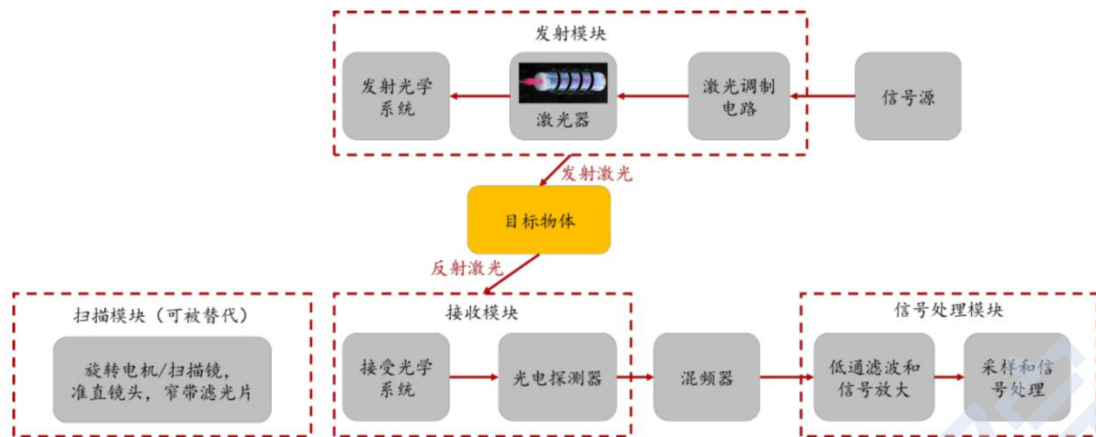


图 40 激光雷达核心组件

资料来源：中国电子信息产业发展研究院《车载激光雷达行业概述》，国联证券。

**毫米波雷达**具有很强的测距、测速能力，且不受天气和能见度等恶劣环境影响，能够与摄像头形成互补。但传统毫米波雷达没有 Z 向分辨能力，容易将路边低小的障碍物、空中障碍物与路面上的静态车辆混淆，进而带来不必要的刹车。当前传统的毫米波雷达目前正逐渐向 4D 毫米波成像雷达进阶。4D 毫米波雷达通过增加发射、接收通道的个数，与传统毫米波雷达相比增加了高度探测，能够在没有激光雷达参与的情况下解析目标的轮廓与类别，并将前向感知距离提升至 300m 以上。毫米波雷达主要组件包括射频芯片（MMIC）、微带贴片天线、数字信号处理器（DSP/FPGA）、PCB 基板及控制电路等。MMIC 芯片集成如低噪声放大器 LNA、功率放大器 PA、模数转换器 ADC、混频器、收发系统等，实现最核心的毫米波信号调制、发射、接收以及回波信号解调功能，在整体硬件成本中的占比为 50%，是毫米波雷达的“心脏”。数字信号处理芯片（DSP/FPGA）、高频 PCB 基板（包括接收、发射天线）、控制电路在硬件成本中占比分别为 20%、20%、

10%。

超声波雷达属于成熟应用，发展至今已有上百年时间，主要应用于倒车雷达、自动泊车、无人机飞行测距等领域。一般汽车需要配备 12 个超声波雷达传感器。

车载摄像头主要由 CMOS 传感器、光学镜头、音圈马达、模组封装等构成，产业链如下图所示。从成本结构来看，图像传感器占比最高、达 50%，其次为模组封装、占比 25%，光学镜头、红外滤光片、音圈马达占比分别为 14%、6%、5%。

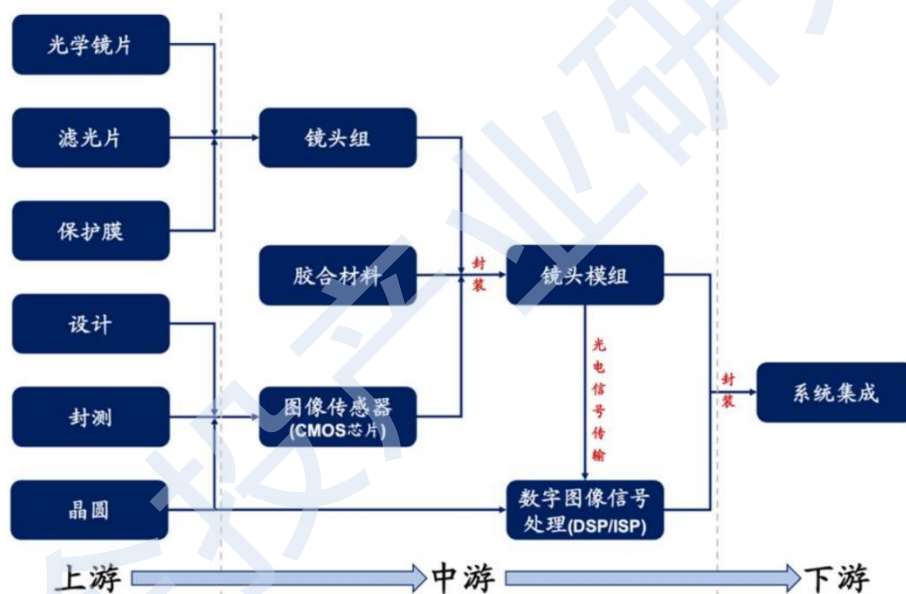


图 41 车载摄像头产业链

资料来源：智能汽车俱乐部、国海证券。

## 2、激光雷达市场格局

激光雷达装机量快速上行。激光雷达是汽车智能驾驶最重要的传感器之一，是实现 NOA（领航辅助驾驶）功能的标配。根据高工智能汽车研究院数据预测，中国市场乘用车 NOA 搭载率预计在 2025 年突破 20%；城市 NOA 占比将在 2024 年突破 50%，2025 年达到 65%。

与之对应，激光雷达市场快速增长。2023 年，中国市场乘用车（不含进出口）前装标配激光雷达交付新车 44.03 万辆，合计 57.09 万颗，同比增长 341.19%。根据盖世汽车数据，2024 年中国乘用车市场激光雷达到标配量突破 150 万台，其中速腾聚创、华为、禾赛科技、图达通四大供应商几乎垄断市场。

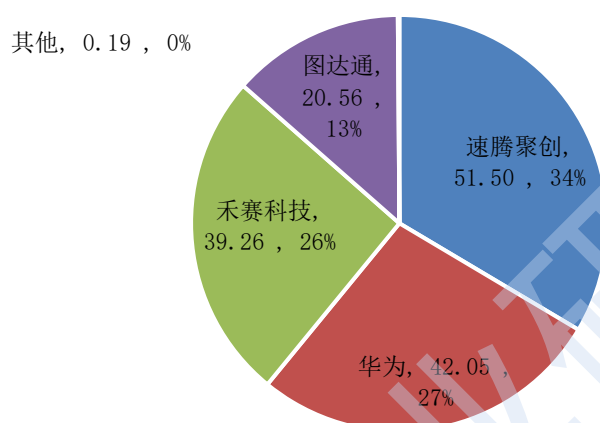


图 42 2024 年中国乘用车激光雷达装机量（万台）

资料来源：盖世汽车，深企投产业研究院整理。

### 3、毫米波雷达市场格局

根据佐思汽研的数据，2023 年中国乘用车毫米波雷达（含 3D、4D）装配量达到 1093.3 万辆，装配率 52.0%；2024 年 1-7 月，装配量数据达到 653.1 万辆，装配率升至 57.3%。2023 年中国乘用车毫米波雷达市场规模达到了 58.2 亿元，同比增长 13.0%；2024 年 1-7 月市场规模为 30.1 亿元，同比微增 3.4%。预计 2024 年全年，市场规模将突破 60 亿元。

就安装量而言，博世、大陆、电装是中国前三大前向毫米波雷达供应商，市场份额总计 70% 以上。但在国内供应商冲击下，TOP3 的份额处于逐年递减状态（TOP3 份额变化：2022 年 84.1%，2023 年

82.1%，2024.1-7月74.6%）；而森思泰克、承泰科技、华为等国内供应商份额正在不断扩大，2024年1-7月三家市场份额合计占比已达13.3%。

4D毫米波高分辨率雷达凭借其强大的环境适应性和经济性，已成为激光雷达的有力替代方案。就国内厂商布局看，已形成以德赛西威、华域汽车等为代表的老牌Tier1（一级供应商），以华为为代表的跨界巨头，以森思泰克、承泰科技、赛恩领动、楚航科技、木牛科技、福瑞泰克为代表的科创公司，百花齐放百家争鸣的格局，且有部分厂商已经实现量产。

**表 14 全球及我国毫米波雷达主要企业**

类型	主要企业
国际整机	<ul style="list-style-type: none"> <li>德国博世、德国大陆集团、日本电装、英国安波福、德国采埃孚、法国法雷奥、瑞典维宁尔 Veoneer、韩国现代摩比斯、美国天合汽车集团、美国德尔福、德国海拉（佛吉亚）、韩国万都 Mando、美国 Oculii Corp 傲酷雷达、以色列 Arbe、以色列 Mobileye、以色列 Vayyar、美国安霸 Ambarella 等</li> </ul>
国内整机	<ul style="list-style-type: none"> <li>汽车零部件及自动驾驶厂商：惠州德赛西威（A股）、华域汽车（A股，上海）、上海保隆科技（A股）、浙江万安科技（A股，绍兴）、北京经纬润恒（A股）、无锡威孚高科（A股）、纳瓦电子（上海）、弗迪科技等</li> <li>跨界厂商：华为</li> <li>创业企业：芜湖森思泰克、南京楚航科技、北京木牛领航科技、深圳承泰科技、赛恩领动（上海）、福瑞泰克（嘉兴）、纵目科技（上海）、湖南纳雷科技（长沙）、上海几何伙伴、北京行易道、复睿智行（上海）、苏州安智汽车、北京傲图科技、北京川速微波、南京隼眼电子、芜湖易来达雷达、北京天地一格、苏州豪米波、为升科（上海）、深圳安智杰、杭州智波科技、苏州豪米波技术、长沙莫之比等</li> <li>光学厂商：欧菲光（A股）、中山联合光电（A股）等</li> </ul>

资料来源：深企投产业研究院整理。

#### 4、车载摄像头市场格局

车载摄像头市场规模持续扩大。根据 Yole 发布的 2023 年车载摄像头报告，2022 年全球车载摄像头总体市场收入为 54 亿美元，预计到 2028 年将达到 94 亿美元，CAGR 为 10.6%；2022 年全球车载摄像头总体出货量为 2.18 亿颗，预计 2028 年达到 4.02 亿颗，94% 的汽车将配备 ADAS（高级辅助驾驶）摄像头。从国内情况看，根据佐思汽研数据，2024 年 1-10 月乘用车新车整体摄像头安装量达到 7345.3 万颗，同比增长 35.6%，预计全年安装量将冲击 9000 万颗。

松下、法雷奥、富士通、大陆集团、麦格纳、索尼、MCNEX 等海外厂商均有一定份额，国内头部企业包括舜宇光学、联创电子、欧菲光等。从产业链各环节看：**1) 摄像头系统集成**。根据 Yole 数据，2022 年 ADAS 摄像头市场中，法雷奥 Valeo 排名第一，其次为采埃孚 ZF、安波福 Aptiv。2022 年影像摄像头市场中，大陆集团排名第一，其次为法雷奥 Valeo、麦格纳 Magna。**2) CMOS 图像传感器**。根据 Yole 数据，2022 年全球汽车 CIS（CMOS 图像传感器）市场中，安森美 Onsemi 占据 40% 市场份额，排名第一，豪威科技（韦尔股份）占据 26% 市场份额，排名第二，其次是索尼和三星。**3) 车载镜头**。舜宇光学常年市占率在 30% 以上，位居全球第一，2022 年市占率达到 36%。以色列 Mobileye 在 ADAS 视觉处理器市占率达到 52%。

表 15 车载摄像头重点企业

类型	主要企业
系统集成	<ul style="list-style-type: none"> <li>国际：松下、法雷奥、大陆集团、麦格纳、采埃孚等</li> <li>国内：经纬润恒、同致电子、德赛西威、苏州智华、福瑞泰克（嘉兴）等</li> </ul>
摄像头镜头模组	<ul style="list-style-type: none"> <li>国际：松下、索尼、法雷奥、麦格纳、富士通、大陆集团、德国哈斯科 HASCO 等</li> <li>国内：舜宇光学（港股）、丘钛科技（港股）、联创电子（A 股，南昌）、欧菲光（A 股，深圳）、信利光电（汕尾）、合力泰（A 股，莆田）、广达、大疆、纵目科技、华为、经纬恒润等</li> </ul>

资料来源：深企投产业研究院整理。

## 5、超声波雷达市场格局

超声波雷达市场增速较为稳定。根据 P&S Intelligence 数据,2019 年,全球车载超声波雷达市场规模为 34.60 亿美元,预计 2020-2030 年 CAGR 为 5.10%,2030 年市场规模达到 61 亿美元。根据头豹研究院数据,从 2017-2022 年,中国超声波雷达市场规模从 116.07 亿元增长至 163.08 亿元,CAGR 为 7.04%,预计 2027 年有望达到 332.02 亿元。

车载超声波雷达技术门槛低,具备成本低、普及度高的优势,市场较为成熟。据奥迪威招股说明书,自动驾驶 L2 级及以上汽车搭载的超声波雷达数量均为 8-12 颗,国际上主要企业包括博世、法雷奥、大陆集团、尼塞拉、日本村田等 Tier1 供应商,属于第一梯队企业;国内 Tier1 供应商主要有奥迪威(A 股)、珠海上富电技、深圳豪恩汽车电子(A 股)、辉创电子(苏州)、深圳航盛电子、台湾同致电子、

海康汽车电子（海康威视）等，属于第二梯队企业；初创企业有晟泰克、辅易航等。

## （九）气体传感器

### 1、产品概况

气体传感器是检测气体的种类和浓度等信息的装置，可以将气体的某些信息，包括浓度和种类转换为可以被操作人员、仪器仪表、计算机等利用的声、电、光或者数字信息，用于现场采集空气数据。通过气体传感器将气体信号转换为电信号，再通过串口通信，传至单片机中进行数据处理。气体传感器是气体监测仪器仪表及整个气体监测系统的核心，对气体监测系统起着决定性的作用，气体传感器的发展历程影响着气体监测仪器仪表行业的发展历程。

气体传感器下游应用领域众多，覆盖了智能家居、汽车电子、消费电子、可穿戴设备、医疗、工业过程、环境监测等行业，各个领域占比相对分散，工业领域整体占比较高。

表 16 MEMS 气体传感器应用场景

领域	解释	应用场景示例
安防家居	检测生活环境中特定气体成分，提高生活品质，防范安全风险	空气检测、燃气检测、烟雾检测等，粉尘传感器、二氧化碳传感器应用于空气净化器、新风系统、空调、汽车空气净化系统等
医疗健康	实时监测呼气中氧气、二氧化碳等关键气体成分，协助进行健康诊疗	氧气传感器、呼气末二氧化碳气体传感器应用于制氧机、呼吸机、麻醉机、肺功能检测仪等生命信息与支持类医疗设备
工业生产	实时监测生产过程中的特定气体成分，保证工业生产	煤矿瓦斯监测，气体传感器运用于冶金、石油化工、天然气等工业生产过程控制

领域	解释	应用场景示例
	安全性、提高生产效率	
交易	检测气体流量、成分、热值等，实施交易计量	气体传感器运用于天然气燃气表，检测天然气流量、热值、便利交易结算
行政执法	检测人体或发动机排出气体，协助执法行为	乙醇传感器用于检测驾驶员呼出气体中酒精含量，判别是否酒后驾驶；尾气传感器用于检测发动机排放尾气是否达标，判别是否需强制检修或报废
化学实验	化学实验室气体浓度测量、气体混合物测量	气体传感器用于实验室气体分析、实验室监测等

资料来源：华鑫证券、浙商证券等，深企投产业研究院整理。

气体传感器技术种类比较多，有不同的分类维度，按照技术原理的不同可以划分为半导体气体传感器、固体电解质气体传感器、催化燃烧气体传感器、电化学气体传感器、光学气体传感器等；根据被测气体的种类不同作用在汽车上的气体浓度传感器可以划分为氧传感器、NOX 传感器、稀薄混合气传感器、烟雾浓度传感器、柴油机烟度传感器。不同类别的气体探测器主要探测气体有一定区别，在性能表现方面也有一定差别。

## 2、市场规模

根据 Yole 报告显示，预计 2026 年全球气体传感器市场可达 22 亿美元，2020-2026 年 CAGR 超 10%。此外，根据 Straits Research 数据，2023 年全球气体传感器市场规模为 15.3 亿美元，预计到 2032 年将达到 35 亿美元，2024-2032 年的 CAGR 为 8.90%。亚太地区占据市场主导地位，市场价值达到 5.9 亿美元。

分产品领域看，根据 Mordor Intelligence 数据，2020 年全球气体传感器市场中，电化学占比最高、达 52.88%，红外、接触燃烧、半导体和光电离子探测气体传感器占比分别为 24.06%、11.04%、8.17%、3.85%，如下图所示。

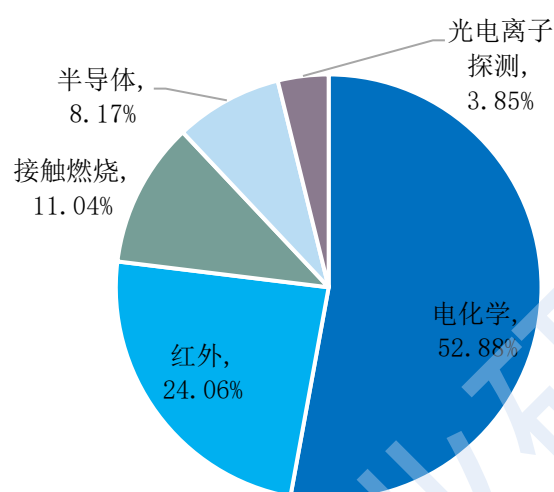


图 43 2020 年全球气体传感器不同技术路线市场份额

资料来源：Mordor Intelligence，信达证券，深企投产业研究院整理。

### 3、竞争格局

国际上气体传感器企业主要集中在美国、日本和欧洲等地，主要包括美国城市技术 City Technology、日本费加罗 Figaro、美国安费诺 Amphenol、德国博世 Bosch、瑞士盛思锐 Sensirion、艾迈斯半导体 AMS 等。由于这些发达国家传感器技术起步早，先进的企业大多拥有丰富的产品线和各自的王牌技术领域，占据了大部分的中高端市场份额。此外，亦有聚焦于具体传感器类别的专业化公司，如提供空气质量监测用红外 CO<sub>2</sub> 气体传感器的森尔 Senseair、提供微型红外气体传感器的英国 Dynamant 公司以及提供低量程电化学甲醛传感器的英国 DART 公司等。在汽车氧传感器领域，全球主要企业包括博世 Bosch、

德尔福 Ddlphi、特殊陶业 NGK/NTK、电装 DENSO 等，国内主要企业包括安培龙、常州联德等。

根据 Yole 数据，2020 年全球气体传感器市场份额中，博世 Bosch、德尔福 Ddlphi、特殊陶业 NGK/NTK、电装 DENSO、城市技术 City Technology 排名前五，分别为 22%、13%、9%、8%、6%；国产企业中，汉威科技全球市占率 4%，如下图所示。

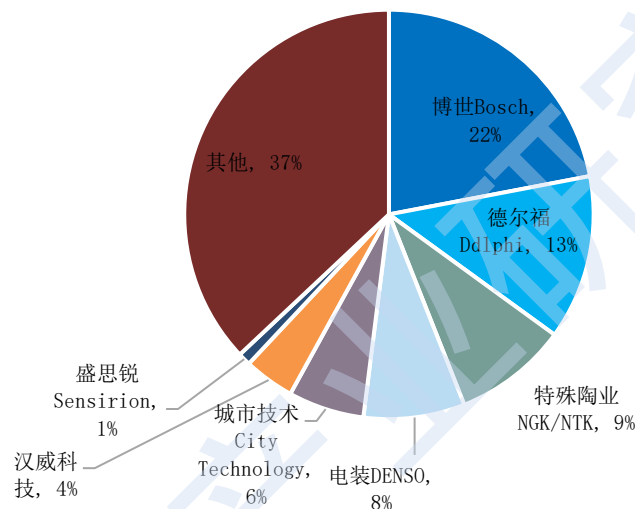


图 44 2020 年全球气体传感器市场份额

资料来源：Yole，深企投产业研究院整理。

近年来我国气体传感器产业快速增长，国内气体传感器优势企业逐步具备在境外市场与国际领先厂商开展竞争的能力。国产龙头企业主要是汉威科技、四方光电。国内气体传感器研究和产业化相对成熟的领域主要是半导体和催化燃烧传感器，上述两类气体传感器在国内市场的占有率较高，并具有较强的国际竞争力；国内厂商在电化学气体传感器、红外气体传感器等领域起步相对较晚，缺乏系统、深入的研究，相较于城市技术、安费诺、森尔等国际厂商而言品牌影响力较弱。随着应用的持续拓展，气体传感行业需求有望保持稳定增长，产

业技术和工业加快迭代，国内企业技术持续追赶，国产替代进程也将稳步推进。

全球及我国气体传感器主要企业如下表所示。

**表 17 全球及我国气体传感器主要企业**

类型	主要企业
国际	德国博世 Bosch、美国德尔福 Ddlphi、日本特殊陶业株式会社 NGK/NTK、日本电装 DENSO、日本费加罗 Figaro、美国安费诺 Amphenol、瑞士盛思锐 Sensirion、艾迈斯半导体 AMS、美国城市技术 City Technology（隶属于霍尼韦尔）、瑞典森尔 Senseair（被日本旭化成收购）、英国 Dynament、英国 DART 公司等
国内	汉威科技（A 股，郑州，气体传感器主要是下属子公司郑州炜盛电子，产品包括半导体、热催化、电化学以及红外原理的气体传感器）、四方光电（A 股，武汉）、南昌攀藤科技、苏州感芯微系统、深圳安培龙（A 股，氧传感器）、常州联德电子（氧传感器）、深圳戴维莱传感、深圳万讯自控（A 股）、广东奥迪威（A 股）、华工科技（A 股）、广州奥松电子、微纳感知（合肥）、深圳美思先端、深圳科敏传感器、益杉科技（深圳）、深圳蓝月测控、浙江朗德电子（嘉兴）、深圳安帕尔科技、瑶芯微电子（上海）、山东微感光电子（济南）等

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （十）红外传感器

### 1、产品概况

光电传感器是采用光电元件作为检测元件的传感器，其基本原理是以光电效应为基础，把被测量的变化转换成光信号的变化，然后借助光电元件进一步将非电信号转换成电信号。光电传感器按其可接受

光线波长分为 X 射线传感器、紫外光传感器、可见光传感器、红外传感器等，如下图所示。

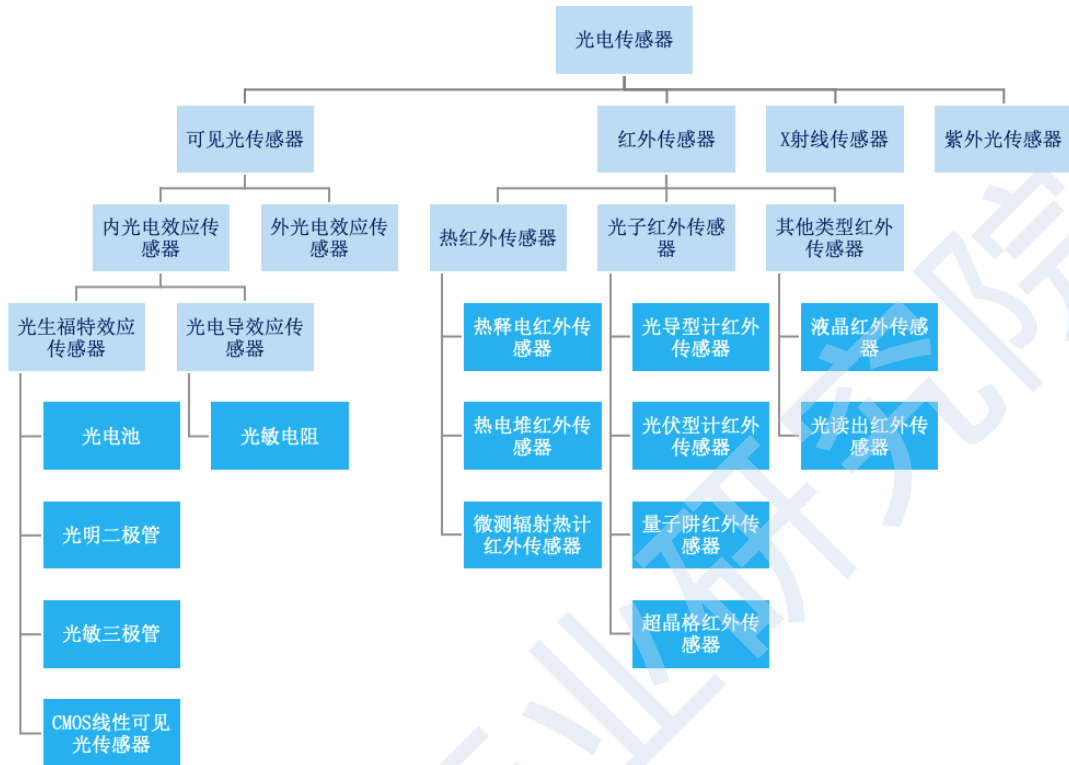


图 45 光电传感器分类

资料来源：南阳森霸传感招股说明书，深企投产业研究院整理。

可见光传感器是将可见光作为探测对象，利用光电效应将光能量的变化转换为电信号输出的器件。可见光传感器是目前产量最多、应用最广的传感器之一。CMOS 图像传感器也属于主要的可见光传感器。

## 2、市场规模

据 GIR（Global Info Research）调研，2022 年全球便携式红外探测器收入大约 9.5 亿美元，预计 2029 年达到 13.3 亿美元，2023-2029 年 CAGR 为 5%；预计 2025 年红外热成像市场规模达到 75 亿美元。我国红外热成像探测器、红外热成像仪已具有全球竞争优势。

### 3、竞争格局

全球及我国光电传感器主要企业如下表所示。

图 46 全球及国内光电传感器主要企业

类型	主要企业
红外传感器	<ul style="list-style-type: none"><li>热释电红外传感器：森霸传感（A 股，南阳）、美国埃赛力达 Excelitas、上海尼赛拉、汉威科技（A 股，郑州炜盛电子）</li><li>热电堆红外传感器：上海焯映微</li><li>其他：武汉高芯科技（高德红外）、浙江大立科技（A 股，杭州）、上海兰宝传感器、浙江矽感锐芯（嘉兴）等</li></ul>
可见光传感器	<ul style="list-style-type: none"><li>国际：艾迈斯半导体、新加坡安华高、美国威世、日本罗姆半导体等</li><li>国内：森霸传感（A 股，南阳）、中光学（A 股，南阳）、上海兰宝传感器、珠海利佳电子、深圳市海谱纳米等</li></ul>
便携式红外探测器	<ul style="list-style-type: none"><li>国际：法国 Sofradir、美国埃赛力达 Excelitas、日本滨松光子 Hamamatsu Photonic、日本 Nippon Ceramic、英福泰克（InfraTec GmbH）、松下、欧姆龙 Omron、村田 Murata、德国 Heimann Sensor GmbH 等</li><li>国内：森霸传感（A 股，南阳）、烟台睿创微纳（A 股）、北方广微科技（北京）等</li></ul>
红外热成像仪	<ul style="list-style-type: none"><li>美国 FLIR、武汉高德红外（A 股）、浙江大立科技（A 股）、烟台睿创微纳（A 股）、海康威视（A 股）、浙江红相科技（杭州）、久之洋（A 股，武汉）、昆明北方红外（军用）等</li></ul>

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （十一）温度传感器

### 1、产品概况

温度传感器是指能感受温度并转换成可用输出信号的传感器，按

照传感器材料及电子元件特性划分，可分为热敏电阻和热电偶两类。热电偶型温度传感器是由在一端连接的两条不同金属线构成，当一端受热时，电路中就有电势差，由此测量温度；热敏电阻型温度传感器的电阻值随温度增加而变化，由此测量温度。目前，热敏电阻型温度传感器具有灵敏度高、低成本的优势，应用最为广泛。

温度传感器是自动化测量及控制系统中使用最多的传感器类型。相比其他种类传感器，温度传感器出现得最早，市场应用相对成熟，下游应用广泛，在日常所需的汽车电子、家用电器、医疗电子等产品上均存在一个至数个温度传感器。在家用电器领域，温度传感器得到广泛应用，并且这种趋势还在逐渐增加，覆盖空调、冰箱、洗衣机、微波炉、电磁炉、烤箱、暖风机、冷柜、热水器、咖啡机、饮水机、洗碗机、消毒柜、烘干机以及中低温干燥箱、恒温箱等众多应用场景。在汽车领域，温度传感器主要用于汽车空调以及动力系统的水温、油温、燃料温度、进气温度、排气温度、动力电池单元等的监测和控制，大多属于功能件，产品验证周期较长，进入壁垒较高。在医疗电子领域，温度传感器可用于皮肤、体腔、体温的测量。

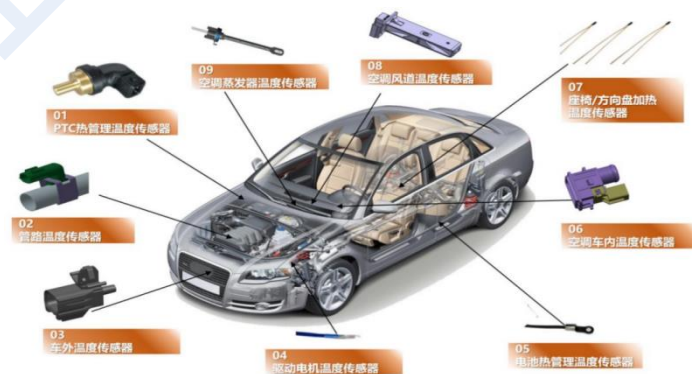


图 47 汽车温度传感器类别

资料来源：开特股份北交所招股说明书。

## 2、市场规模

根据 Mordor Intelligence 数据，2024 年全球温度传感器市场规模预计达 88 亿美元，2029 年将达到 119.4 亿美元，2023-2029 年期间的 CAGR 约为 6.28%，这一规模的增长主要得益于工业自动化、智能家居、医疗保健等领域对精确温度控制需求的增加。

## 3、竞争格局

全球温度传感器市场格局较为分散。国际核心厂商包括森萨塔 Sensata、安费诺 Amphenol、德州仪器 TI、东电化 TDK 和意法半导体 STM 等，前五大厂商市场占比在 10%-20%之间。由于温度传感器在国内家用电器等市场的应用较为成熟，国内华工科技、安培龙等相关企业的工艺控制、生产成本、产品性能与质量等方面大幅提升，主要产品的核心技术指标与国际公司同类产品相接近，已逐步进入国际知名品牌商的供应链体系，并进入汽车电子、光伏、储能、医疗等高端产品领域。全球及我国温度传感器重点企业如下表所示。

表 18 全球及我国温度传感器主要企业

类型	主要企业
国际	<ul style="list-style-type: none"><li>日本芝浦电子、日本东电化 TDK、意法半导体 ST、泰科电子 TE、亚德诺半导体 ADI、FLIR、霍尼韦尔 Honeywell、盛思锐 Sensirion、森萨塔 Sensata、安费诺 Amphenol、迈来芯 Melexis 等</li></ul>
国内	<ul style="list-style-type: none"><li>龙头：华工科技（A 股，武汉）、深圳安培龙（A 股）、兴勤电子（台湾）、湖北开特汽车电子（A 股，武汉）、江苏奥力威（A 股，扬州）等</li></ul>

- 重点：浙江沃德尔科技（台州）、深圳科敏传感器、南京时恒电子、宁波科联电子、常州惠昌传感器（A股江苏日盈电子控股子公司）、江苏兴顺电子（泰州）、广东爱晟电子（肇庆）、深圳特普生科技、深圳汇北川电子、深圳泰士特科技、北京金迈捷科技、上海申矽凌微、南京高华科技（A股）、曲阜天博汽车零部件（车用温度传感器）、北京特倍福电子、深圳金瑞铭科技、深圳美思先端、常州腾龙汽车零部件（车用温度传感器）、武汉显捷电子（车用温度传感器）、湖南菲尔斯特（长沙）、深圳威勤电子、深圳海纳微传感器、江苏芯锐传感（南通）、南京先正电子、苏州长风航空、四川天微电子（A股，成都）、北京必创科技（A股）、宁波中车时代传感、上海孚创动力、临沂高新区鸿图电子（汽车尾气温度传感器）、瑶芯微电子（上海）、深圳华普微电子（IPO）、江苏远望仪器（泰州）、芜湖致通汽车电子（车用温度传感器）等

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （十二）热敏电阻

### 1、产品概况

热敏电阻属于敏感元件的一类，是电阻值随其电阻体的温度呈现显著变化的热敏感半导体电阻，是温度传感器的核心元件。按照温度系数不同，热敏电阻可分为正温度系数热敏电阻（PTC，Positive Temperature Coefficient）和负温度系数热敏电阻（NTC，Negative Temperature Coefficient）。其中，PTC 是一种当温度增加到居里温度以上时，其电阻值呈阶跃式增加的热敏感半导体电阻，以钛酸钡陶瓷或碳化合物为主要构成，主要用于过流、过热保护、恒温发热等用途；NTC 是一种随温度上升，其电阻值下降的热敏感半导体电阻，以锰、钴、镍和铁等金属氧化物为主要材料，主要用于温度测量、温度控制、

温度补偿、抑止浪涌电流等用途。按照材料不同，热敏电阻可分为陶瓷热敏电阻、玻璃态热敏电阻、塑料热敏电阻、金刚石热敏电阻、半导体单晶热敏电阻、铂热敏电阻、铜热敏电阻等，其中陶瓷热敏电阻产量最多，应用最广。

## 2、市场规模

热敏电阻市场总体较为稳定。根据 QYResearch 的统计，2023 年全球热敏电阻市场规模为 9.82 亿美元，预计 2025 年全球达到 10.40 亿美元。

## 3、竞争格局

在国际市场，根据 QYResearch 的统计，热敏电阻市场相对分散，兴勤电子是全球热敏电阻市场的领导者，按收入计算，2018 年市场份额约为 14%。在国内市场，过去几年中，热敏电阻的国产化进程不断加快，华工科技、安培龙、丹东国通等国内企业逐步占领市场，目前国内市场竞争格局相对稳定。

表 19 我国热敏电阻主要企业

类型	主要企业
第一梯队	<ul style="list-style-type: none"> <li>兴勤电子、华工科技（A 股，武汉）、深圳安培龙（A 股）、丹东国通等</li> </ul>
其他重点企业	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳科敏传感器、南京时恒电子、宁波科联电子、广东爱晟电子（肇庆）、常州惠昌传感器、江苏兴顺电子（泰州）、深圳特普生科技、浙江春晖仪表（绍兴）、深圳泰士特科技、深圳开步电子、浙江伦特机电（温州）、武汉海创电子、南京先正电子、钟祥中原电子、厦门万明电子、深圳振华富电子等</li> </ul>

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （十三）应变式传感器

### 1、产品概况

应变式传感器是将工程构件受力后的形变转化为可测量的电阻变化的传感器，属于压力传感器的另一种分类方式。使用应变片器件，应变敏感的可变电阻器粘合到结构的一部分上，当基体受力发生应力变化时，应变片随之产生变形，使应变片的阻值发生变化，输出与重量数值成比例的电信号，经显示仪表或计算把重量信号输给计算机、打印机等设备，组成测力监控、称重管理系统，可对机械部件的轴向力和弯曲角度进行电信号采集与传输。根据弹性膜片的材料类型和应变电阻的封装方式，应变式传感器压敏元件可分为陶瓷电阻式、溅射薄膜式和硅应变片式。

### 2、市场规模

根据 QYResearch 数据，2022 年全球应变式传感器市场销售额达到了 14 亿美元，预计 2029 年将达到 20.4 亿美元，2023-2029 年间 CAGR 为 5.5%，如下图所示。

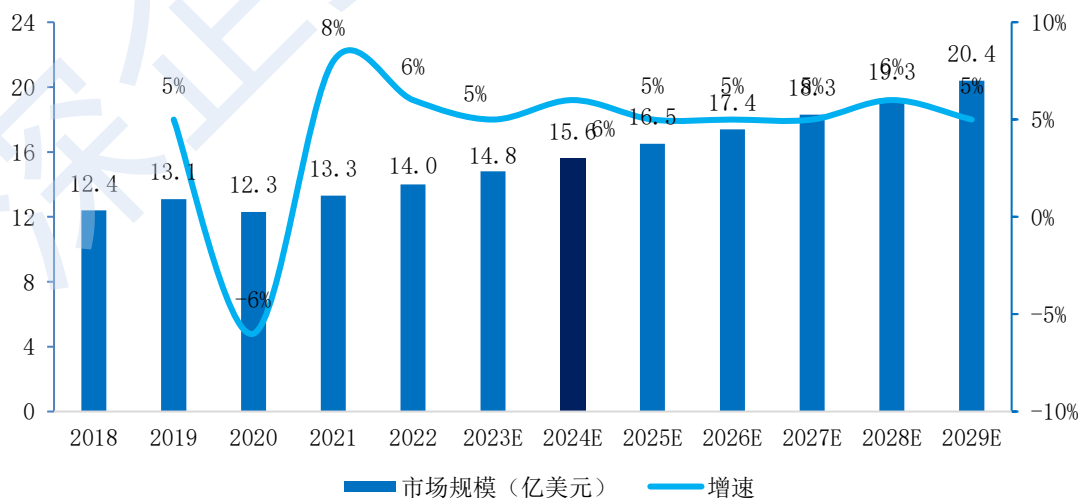


图 48 2018-2029 年全球应变式传感器市场规模及增速

资料来源：QYResearch，浙商证券，深企投产业研究院整理。

作为我国“强基工程”的核心关键部件之一，应变式传感器需求前景广阔。根据头豹研究院数据，2021-2023 年，我国应变式传感器行业市场规模由 21.90 亿元增长至 43.27 亿元，期间 CAGR 为 40.56%。预计 2024-2028 年，应变式传感器行业市场规模由 56.72 亿元增长至 89.45 亿元，期间 CAGR 为 12.06%。

### 3、竞争格局

竞争格局方面，目前外资企业在工控等领域的高端应变式传感器产品仍占主导地位，2022 年前五大跨国公司销售额占比 48%，高端领域国产替代前景广阔。

目前国内企业中低端应用领域占据大部分市场份额，但外资企业在工控领域的高端产品方面仍占据主导地位。全球应变式传感器行业集中度较高，市场竞争激烈。国内外应变式传感器差距主要体现在寿命与使用工况方面。全球应变式传感器的生产厂家大致可以划分为三个梯队：

第一梯队以跨国公司为主，如美国 Vishay 测量集团、德国 HBM 公司、瑞士梅特勒-托利多 (Mettler Toledo) 集团、瑞典富林泰克 Flintec 公司和日本 NMB 等。其中，Vishay 测量集团和 HBM 公司专注于提供一站式解决方案，梅特勒-托利多集团则以创新的称重解决方案著称，Flintec 则凭借产品齐全和技术领先脱颖而出。

第二梯队以中航电测、宁波柯力传感等为代表的地区龙头企业为主，在细分市场、产品价格及下游应用等方面各有所长。

第三梯队是中国、韩国等国家的中低端产品生产厂家，如蚌埠传感器生产群体，其产品主要在国内销售，竞争力主要体现在相对低廉的劳动力成本上，技术水平相对较低，尚不能参与全球市场竞争。

## （十四）六维力传感器

### 1、产品概况

力传感器按照测力的维数，可分为1-6维力传感器，其中以一维、三维、六维力传感器最为常见。一维力传感器适用于测量轴线和力的方向完全重合的场景，比如称重传感器；三维力传感器适用于力的作用点固定，且与标定参考点重合，但力的方向随机变化的场景，常用于医疗器械、自动化设备。六维力传感器适用于力的作用点和方向均随机变化的场景，比如机器人末端关节控制。

六维力传感器是实现复杂、精密作业的刚需。在复杂、精细作业场景下，机器人末端工具或工件与外界环境的接触力需要被精确地感知，控制系统据此修正机器人的运动，以保证机器人作业质量。此时六维力传感器对机器人实现柔顺化、智能化操作起到关键作用。目前六维力传感器主要用于铸件打磨抛光、工件装配等工业生产领域，协作机器人、康复机器人等医疗服务领域，汽车部件和系统级测试、发动机和动力总成测试、车辆和试验厂测试、总装和最终测试等汽车测试领域，航空航天、深海及核环境等国防领域。近年来，随着 AI 技术和传感器技术的发展，智能机器人拥有了强大的自主感知、自主决策能力，可以完成更复杂的任务，应用场景得到了进一步拓展。

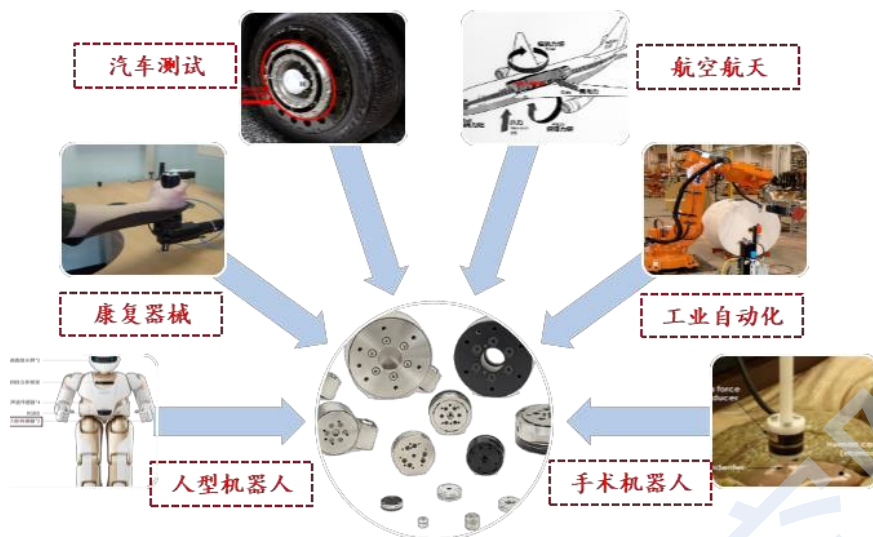


图 49 六维力传感器的应用场景

资料来源：国联证券。

特斯拉引领人形机器人快速迭代，六维力传感器有望成为高增长赛道。在特斯拉人形机器人迭代过程中，六维力传感器的价值量较高且用量持续增长。在面对精密操作、复杂路况时，人形机器人需要精准测量关节受力情况，以控制机器人动作，因此一般在手腕、脚腕上各用 2 个六维力传感器，一共需要 4 个；关节力控主要用一维传感器，其中旋转关节在减速器外部放置一个力矩传感器，直线关节使用一个拉压力传感器，一共需要 28 个。国内小米、优必选、小鹏、傅利叶智能、宇树科技等也纷纷推出人形机器人原型机，国产人形机器人产业也进入高速发展期。

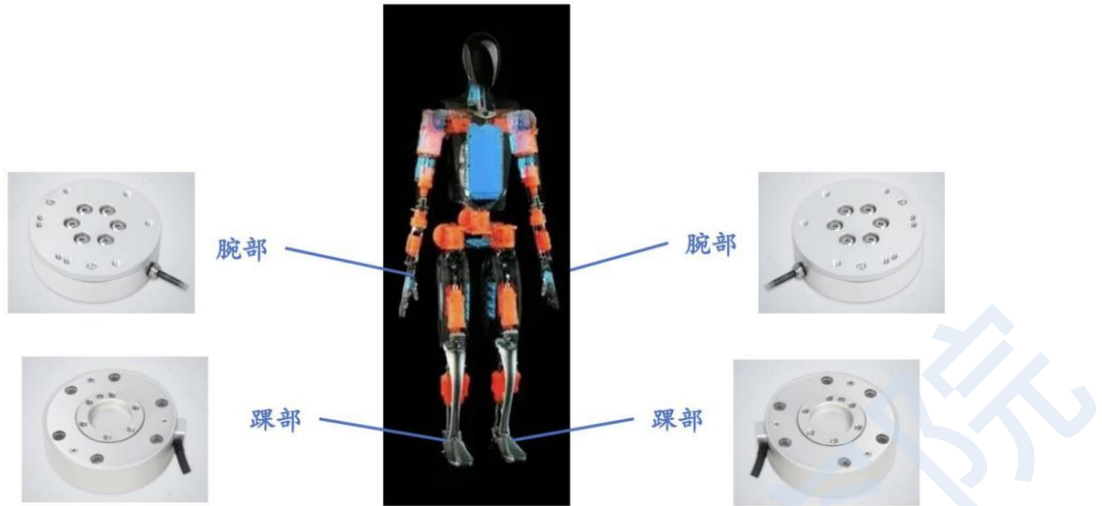


图 50 特斯拉 Optimus 人形机器人中六维力传感器分布

资料来源：TeslaAIDay2022，安信证券。

## 2、市场规模

人形机器人六维力传感器当前单价高，未来放量降本空间大。根据《机器人多维力传感器》及爱采购网数据，进口六维力传感器的价格约为 1 万美元/台，FUTEK 实验用大型六维力传感器价格在 10 万-20 万元之间，国产大多数在 2 万元左右。单价昂贵是限制六维力传感器大批量应用的主要原因。协作、人形机器人等市场对多维高精度力传感器的需求不断提升，假定未来人形机器人产量达到百万台级别，在大批量需求下，六维力传感器从当前的小批量定制走向标准化批量生产，市场价格有望出现十倍级的下降、下探至 2000-3000 元区间。

目前六维力传感器市场规模较小，人形机器人高速发展有望带动百亿市场需求。根据 GGII 数据，2022 年中国市场六维力传感器销量为 8360 套，同比增长 57.97%，对应市场规模为 2.39 亿元，同比增长 52.04%；其中机器人行业销量为 4840 套，同比增长 62.58%，市场规

模达 1.56 亿元，同比增长 54.35%。预计到 2027 年，中国市场六维力传感器销量有望突破 8.4 万套，2023-2027 年复合增长率超过 60%，其中机器人（不含人形机器人）行业销量有望突破 4.2 万套；2027 年六维力传感器市场规模将超过 15 亿元，2023-2027 年 CAGR 为 45%。按照 GGII 预测，到 2030 年，全球人形机器人领域力传感器市场规模将达 328 亿元，其中人形机器人领域六维力传感器市场规模将达 138 亿元。

### 3、竞争格局

全球领先企业集中在欧美，起步较早。国外对多维力传感器的研究从 20 世纪 70 年代初期开始，目前，全球机器人多维力传感器生产厂家主要有美国的 ATI、AMTI、JR3、Lord，瑞士的 Kistler，德国的 Schunk、HBM 等，加拿大 Robotiq，丹麦 OnRobot 等公司。这些公司的特点是产品丰富，定制化项目多，因此涉及的下游很多。

协作机器人领域六维力传感器国产化率较高。国内对六维力传感器的研究始于 20 世纪 90 年代，近几年，入局六维力传感器领域的厂商越来越多，目前主要公司包括宇立仪器、坤维科技、鑫精诚、海伯森、蓝点触控、神源生智能、瑞尔特测控等。根据 GGII 数据，在协作机器人领域，2022 年六维力传感器国产化率较高，坤维科技出货量第一，市占率约 60%，其后为 ATI、蓝点触控、宇立仪器（进入特斯拉供应商名单）、鑫精诚等。国产厂商在下游行业应用方面各有侧重。

全球及我国六维力传感器主要企业如下表所示。

表 20 全球六维力传感器主要企业

类型	主要企业
国际	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧美企业：美国 ATI（全球龙头，被 Novanta 收购）、AMTI、JR3、Lord、Futek、霍尼韦尔、Interface，德国 SCHUNK、HBM、ME-Meß systeme GmbH，加拿大 Robotiq，丹麦 OnRobot、Nordbo Robotics，瑞士 Kistler、Bota Systems AG 等</li> <li>日韩企业：韩国 Robotous、日本新东工业 Sintokogio、日本 WACOH-TECH、韩国 Aidin Robotics 等</li> </ul>
国内	<ul style="list-style-type: none"> <li>常州坤维传感科技、蓝点触控（北京）、南宁宇立仪器、深圳鑫精诚、海伯森技术（深圳）、南京神源生智能、常州瑞尔特测控、重庆鲁班机器人、安徽埃力智能（上海傅利叶）、航天四院四十四所、广州昊志机电（A 股）、宁波柯力传感（A 股）、东华测试（A 股，泰州）、凌云股份（A 股，保定）、安徽中科米点（合肥）等</li> </ul>

资料来源：深企投产业研究院整理。

## （十五）光纤传感器

### 1、产品概况

光纤传感是一种新型传感技术，通过光的反射、折射和吸收效应，光学多普勒效应、声光、电光、磁光和弹光效应等，可使光波的振幅、相位、偏振态和波长等参量直接或间接地发生变化，因而，可将光纤作为敏感元件来探测各种物理量。光纤传感器是一种将被测对象的状态转变为可测的光信号的传感器。光纤传感器由光源、入射光纤、出射光纤、光调制器、光探测器及解调器组成。其基本原理是将光源的光经入射光纤送入调制区，光在调制区内与外界被测参数相互作用，使光的光学性质（如强度、波长、频率、相位、偏振态等）发生变化而成为被调制的信号光，再经出射光纤送入光探测器、解调器而获得

被测参数。

光纤传感器可按照技术特点分为分布式光纤传感器、准分布式传感器和点式传感器三种；根据被测对象的调制形式可以分为强度调制型、偏振态制型、相位制型、频率制型；根据光纤在传感器中的作用可以分为功能型（FF）和非功能型（NFF）。

## 2、市场规模

根据弗若斯特沙利文的统计和预测，2021年，我国光纤传感解决方案市场规模达到72.90亿元，自2017年以来CAGR达27.1%，电网基建、城市管廊、油气能源基建、海底缆线等行业投资的高速发展是促进整体光纤传感市场的主要增长因素。预测到2026年，市场规模将达到208.70亿元，如下图所示。

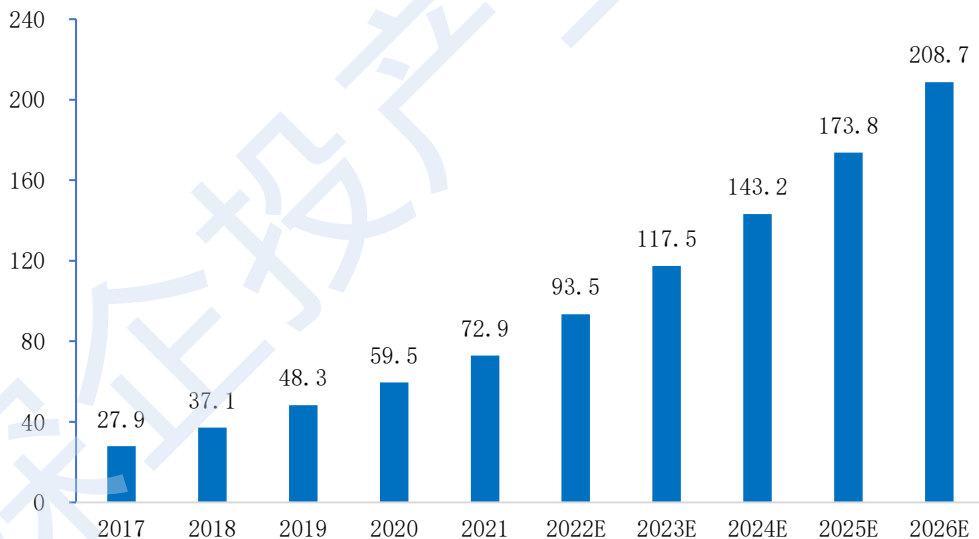


图 51 2017-2026 年中国光纤传感解决方案市场规模（亿元）

资料来源：弗若斯特沙利文，光格科技招股说明书，深企投产业研究院整理。

## 3、竞争格局

光纤传感器企业一般会延伸至下游应用及解决方案。目前光纤传

感器行业市场集中度不高。中国光纤传感器及解决方案市场中的前三厂商包括武汉理工光科（A股）、苏州光格科技（A股）、上海波汇科技（A股至纯科技子公司），其他企业还有苏州南智传感、浙江振东光电（宁波）、鞍山睿科光电、上海兰宝传感器等，MEMS 光纤传感器芯片 IDM 及代工企业主要有上海拜安半导体（建成 6 寸线）等。

## （十六）柔性传感器

### 1、产品概况

柔性传感器是指采用柔性材料制成的传感器，具有良好的柔韧性、延展性，可以自由弯曲甚至折叠，由于材料和结构灵活，柔性传感器可以根据应用场景任意布置，能够方便地对被测量单位进行检测。所谓柔性，是与刚性相对而言的，柔性传感器采用了柔性基板，其本质上是一种薄膜，通常采用聚酰亚胺（PI）、聚酯（PET）、聚二甲基硅氧烷（PDMS）等材料制成。从刚性到柔性的突破，极大拓展了传感器的应用场景，不仅是游戏领域中的智能穿戴设备，还有医疗大健康领域的电子皮肤、疾病诊断设备、健康监测设备、智能颈枕、智能按摩设备，消费领域的智能手环、元宇宙手套，智能家居领域的智能床垫，甚至是马斯克提出的脑机接口。

柔性传感器种类丰富，新型材料应用带来多种可能。按照感知机理分类，柔性传感器包括柔性电阻式传感器、柔性电容式传感器、柔性压磁式传感器和柔性电感式传感器等。按照用途分类，柔性传感器包括柔性压力传感器、柔性气体传感器、柔性湿度传感器、柔性温度传感器、柔性应变传感器、柔性磁阻抗传感器和柔性热流量传感器等。

其中，柔性压力传感器还包括电容式、压阻式、压电式等，其所用的基础材料包括纳米线、碳纳米管、聚合物纳米纤维、金属纳米颗粒、石墨烯等。柔性传感器分类如下图所示。

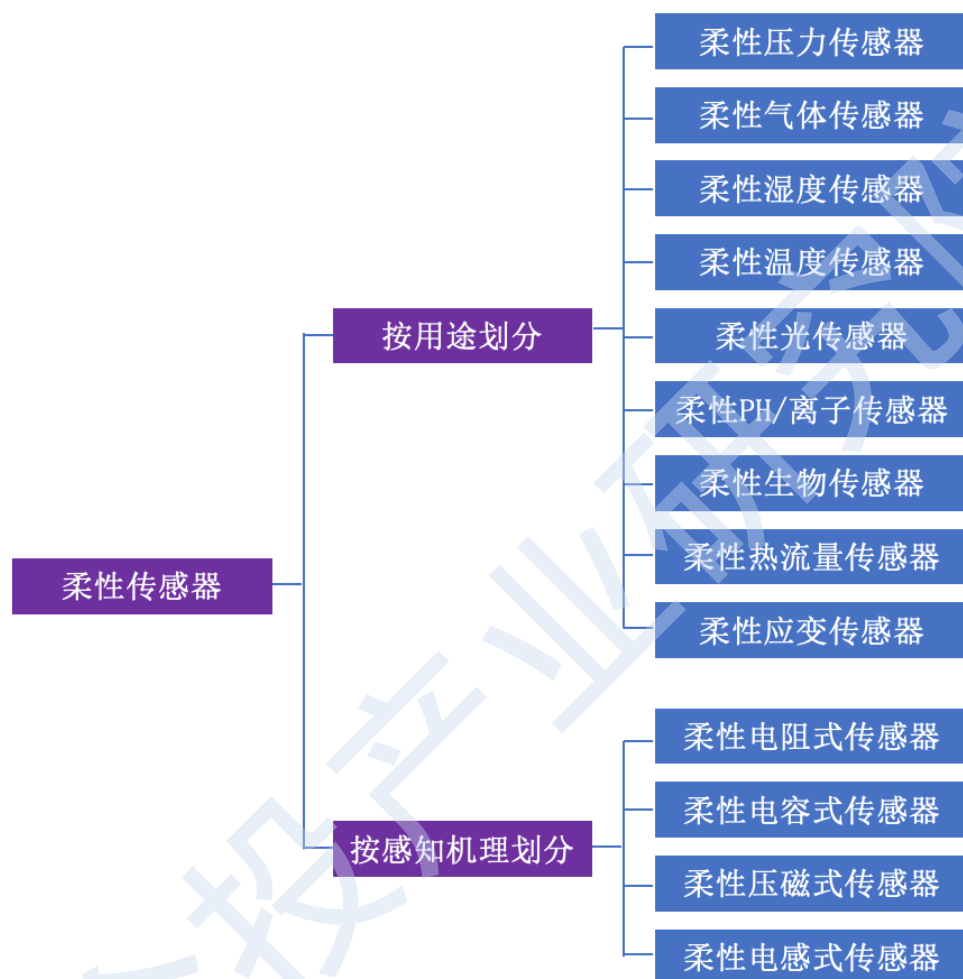


图 52 柔性传感器分类

资料来源：传感器专家网等，深企投产业研究院整理。

柔性触觉传感器（电子皮肤）让机器人拥有类人触觉。人形机器人要走进家庭，与人类安全地交互、灵巧操作各种物体，触觉感知是基础。柔性触觉传感器又称为“电子皮肤”（E-skin），电子皮肤作为机器人外表面蒙皮可为机器人提供丰富的触觉信息，能够实现与环境接触力、温度、湿度、震动、材质、软硬等特性的检测，是机器人直

接感知环境作用的重要传感器，促进机器人控制领域及新一代人机交互领域的发展。高柔弹性、高灵敏度的电子皮肤触觉传感器使机器人更加灵活、纤细、智能、人性化，有助于智能化的人形机器人实现产业化落地。

柔性触觉传感器具备三大特点：（1）像人皮肤一样具有柔韧性。（2）在保证测量准确度和灵敏度的同时，能够实现任意弯曲变形、有弹性。（3）能够覆盖在非规则、非平面的机器人本体表面，可扩展、分辨率高。电阻式、电容式、压电式为目前应用最广泛的柔性触觉传感器类型。

材料技术和加工工艺是柔性触觉传感器的关键技术。功能敏感材料是传感器之本。柔性传感器材料选择包括敏感材料（有机聚合物、碳纳米管、石墨烯等）和基底材料（PDMS、PET 等）。敏感材料的早期研究主要集中在对聚偏二氟乙烯（PVDF）聚合物的压电柔性材料上，目前主要集中在基于柔软、韧性好的压敏导电橡胶和薄膜电容器上。柔性触觉传感器的加工技术包括 MEMS 技术（早期为刚性 MEMS 技术，近几年出现柔性 MEMS 技术）和以 3D 打印、电子印刷、聚合物微机械加工为代表的新兴加工工艺。新型加工技术为高密度大阵列触觉传感器的实现创造了新可能，国内多家学术机构大力研发新加工工艺，通过 3D 打印技术制造的柔性触觉传感器在灵敏度、传感范围和线性度方面已经近似大多数已发布的高性能触觉传感器。

## 2、市场规模

柔性传感器市场空间有望超 500 亿元。根据汉威科技微信公众号

的数据，根据相关机构统计，2021年至2028年全球柔性传感器市场的CAGR达6.8%，预计2028年可达84.7亿美元。

根据QYResearch数据，2022年全球柔性触觉传感器约15.34亿美元市场，预计2029年市场规模增长至53.22亿美元，2022-2029年CAGR为17.9%，机器人、医疗领域需求为市场增长的主要驱动力。

### 3、竞争格局

全球柔性触觉传感器市场由北美、欧洲主导。触觉传感器是我国重点攻坚的35项“卡脖子”技术之一，市场需求对外依赖度超过90%。全球柔性触觉传感器市场主要参与者分布在北美和欧洲。全球范围内柔性触觉传感器生产商主要包括Novasentis、Tekscan,Inc.、Japan Display Inc. (JDI)、Baumer Group、Fraba Group、Syntouch、Canatu、Sensel、FORCIOT、钛深科技等。2022年，全球前五大厂商占有大约57.1%的市场份额。海外大阵列多功能柔性触觉传感器平均1片的价格高达15万元。国内厂商若实现以更低的成本制造相近性能的产品，未来有望成为多功能大阵列柔性传感器产业化的中坚力量。


章节编写：林和坤、王潇桢


修 订：陈姝桦（实习生）、李星光


审 核：林和坤

排版校对：马敏仪


# 深企投产业研究院

 电 话: 王女士 13168781866

 座 机: 0755-82790019

 邮 箱: sqtcf@sqtcf.cn

 网 址: <http://www.sqtcf.cn/>

 地 址: 深圳市福田区深南大道本元大厦 7B1



深企投公众号



深企投研究公众号

© 深企投产业研究院版权所有。如需引用，请注明出处。