



# 信息参阅

## Information Reference

2023年8期(下) ★总第157期





# 信息参阅

第 8 期 (下)

中国电子元件行业协会敏感元器件与传感器分会

中国电子科技集团公司第四十九研究所科技情报中心 2023 年 8 月 30 日

---

---

◇ 专业评析.....	2
小小手机如何成为“准专业”地震监测仪？	
◇ 技术动态.....	6
美国南加州大学研发新型折纸传感器	
◇ 专利信息.....	7
电压传感器和分压装置	
◇ 市场资讯.....	7
全球传感器行业深度梳理（节）	
◇ 英文文摘.....	19
High performance piezoelectric MEMS loudspeaker based on an innovative wafer bonding process	
◇ 科技简讯.....	20

## 专业评析

### 小小手机如何成为“准专业”地震监测仪？

8月6日凌晨，山东德州市平原县发生5.5级地震，包括济南、天津、北京在内的多个城市有震感，许多网友表示在手机和电视上看到了地震预警信息，预警时间最长可达70秒。据了解，当前华为、小米、荣耀、OPPO、vivo等主流国内手机厂商已在手机中预设地震预警功能，用户可自行开通，苹果、三星等海外厂商手机可通过下载APP开通该功能。由此可见，在地震预警过程中，手机发挥的作用正在从单纯的信息接收端向地震预警监测仪转变。

#### 手机在现行地震预警中发挥显著作用

在现行的地震预警监测系统中，手机是最后一个环节——接收预警信息。手机发挥的是接收预警信号、提醒居民的作用。此次德州地震中，有的居民表示收到了预警提醒，就是靠这套系统。

在一般认知中，地震监测靠的是专业的地震监测仪，难道小小手机也可以替代专业设备进行地震预测了吗？成都高新减灾研究所所长王暉表示，当前确实在尝试用手机来监测地震，但只是对现有地震预警系统的补充。

监测地震，是现行地震预警系统的第一个环节，该环节由地震局等专业部门负责管理，应用的地震监测仪也是专业设备，据王暉介绍，单个地震监测仪价格在1万元左右。地震监测仪的作用，就是通过监测地动的位移、速度和加速度等物理量，将地面扰动情况呈现出来。当前，市面上地震仪种类多样，包括应变地震仪、惯性地震仪、力平衡加速度计、速度宽带地震仪、MEMS加速度计等多种类型。其中，MEMS加速度计能够比较直观地记

录地震波在地球内部传播时所引起的振动信号。

现行的地震预警系统已经发挥了显著作用。以平原地震为例，中国地震预警网成功预警此次地震，实现了德州市提前 3 秒预警、济南市提前 17 秒预警、北京市提前 70 秒预警。从地震监测仪接收到地震波信号到居民接受到地震预警，所需的时间最快可控制在 4 秒。而之所以要调用手机作为地震监测设备，还是因为现行采用专业地震监测仪布网的方式存在一定的局限性。

### 手机辅助有望缩小地震预警盲区

截至今年六月，我国已建成 15391 个地震预警站、3 个国家级中心、31 个省级中心和 173 个地市级信息发布中心。全球规模最大的地震预警网主体工程已经完工，并在京津冀、川滇闽等地区开展试点服务。但即便是这样的地震预警网规模，也难逃该技术路径本身难以避免的地震盲区问题。

地震预警是在震后发布预警信息，依靠的是通信信号比地震波传播速度快这一基本原理。地震发生后产生两种波，纵波传播速度快，但能量小、破坏力弱，横波传播速度慢，但能量大、破坏力强。地震台网通过接收先到的纵波数据，快速估计地震基本参数，并预测对周边地区的影响，从而抢在破坏力强的横波到达之前，向可能受灾的区域发布预警信息。

但因为监测仪放置在地表，所以严格意义上来说，靠近震源的位置是没有预警时间的：以震源为中心，半径为 20 公里的圆形地域，就是“地震盲区”。越靠近震源的地方，越难以争取预警时间，而这个范围恰恰是震感最强、受灾可能性最大的地方。如果手机能够被用作地震监测设备，监测设备密度将大大增加。当前每两台地震监测设备之间间隔的距离约为 18 公



里。而如果采用手机作为监测设备，地震监测仪之间的距离将更短，预警盲区也将缩小。王暉表示，如果接入预警系统的手机足够多，将有希望将预警盲区半径从现在的 20 公里缩小到 15 公里。这样一来，地震预警所需要的响应时间也有望进一步缩短。王暉表示，采用手机作为地震监测设备，有望将预警响应时间从当前的 4 秒降至 3 秒甚至 3 秒以内。

用手机作为地震监测设备，就是通过调用手机中的加速度计，获知地面震动情况。加速度计当前在走路计步和个别重力传感游戏中常用，但用手机中的加速度计代替专业设备监测地震，真的可行吗？相关专家给出了这样的回应：2.5-3.4 级的地震，一般的峰值加速度是  $0.08-0.25\text{m}/\text{sec}^2$ ，也就是  $8\text{mg}-25\text{mg}$ ，这对于大部分手机用加速度计来说还有一定的挑战。但对于 5.0-5.4 级的地震而言，一般的峰值加速度是  $1.4-2.5\text{m}/\text{sec}^2$ ，也就是  $140\text{mg}-250\text{mg}$ ，大部分手机用加速度计均可监测到，也就是说对于破坏性较强的地震来说，手机用加速度计是有机会监测并报警的。

### 至少需要 100 万台手机接入

将手机作为地震监测仪的技术路线，还在探索过程中。在推广应用的道路上，当前还存在两大难题。首先最突出的是手机设备接入数量的问题。在使用小米手机注册成为地震监测志愿者时，记者注意到当前编号为 445809。这意味着该手机监测地震系统已经有 44 万台次设备接入。王暉表示，这个数量是自 2021 年到现在累计的结果。而要想使手机地震监测功能真正投入应用，接入的手机数量需要达到 100 万台。

当前，国内主要手机品牌都已经内置了地震预警功能，全国有近 8 亿台手机设备出厂预装了该功能。但考虑到担心用户可能认为该功能会带来

打扰或隐私泄露等问题，该功能为默认关闭状态，需要用户手动开启该功能，这是预警接收端的情况。

对于预警监测端而言，这个过程对用户配合程度的要求就更高些。作为预警监测设备，手机内的加速度计需要被调用，且系统需要获知用户地理位置等数据，还需要确保地震发生时位于震源附近的手机处于通信开启状态。因为地震预警就是要与地震波传播抢时间，全程无人参与，所以要让手机监测系统真正发挥作用，就需要相当大体量的手机处于随时待机状态。这就需要有更多的手机厂商推广该技术，也需要有更多的志愿者加入到该计划中来。

其次是软件算法优化问题。手机与专业地震监测设备收集到的数据类型有所不同，当前使用的地震监测设备，监测到震动信息后，首先要做端侧边缘计算，判断是否发生了地震。如果使用手机监测，这个工作就需要在手机端进行，而当前既有的算法是基于专业监测设备开发的，因此要调用手机，首先需要对既有算法进行优化，以此提高预警的可靠性和精度。

王暉表示，当前专业地震预警响应时间已经逼近极限，采用手机这样的移动终端作为辅助有机会将地震预警时间再次降低。对于手机这样的移动设备是否会出现数据误差或者误触等问题，业内人士表示：手机设备俯拾皆是，数量巨大，一旦监测到在某一区域一起振动，基本是由地震引起，不太可能被其他事件误触发。他同时对未来地震预警技术趋势做出预测：未来地震预警将会是低密度专业地震监测设备与高密度辅助地震设备的融合，也就是用专业设备解决监测精度问题，用辅助设备解决误触发问题。

(来源：中国电子报)

## 技术动态

### 美国南加州大学研发新型折纸传感器

8 月 29 日消息，来自美国南加州大学的研究团队受折纸启发创造出一种新型折纸传感器，该传感器在未来可用于检测器官微小变化从而预测可能发生的疾病，也可用于可穿戴设备和柔性机器人，相关论文发表于最新一期《科学进展》上，该论文通讯作者，南加州大学航空航天、机械工程和生物医学工程助理教授赵航波指出，创建能够显著拉伸、快速响应、即使在测量大的动态变形时也能提供精确读数的传感器，是一个极大挑战。

目前的可拉伸应变传感器大多使用橡胶等柔性材料，但经过重复使用后，材料特性可能发生不可逆的变化，从而产生与变形检测相关的不可靠指标。研究人员为此设计了一种新型的传感器结构，受折纸的启发，坚硬的材料被折叠起来，面板的每一侧都有电极。人们可以将该传感器想象成一本颠倒的、打开的书，在封面和封底有两个电极，当电极展开时，电极之间的电场强度就能被捕获，团队开发的模型将该读数转换为捕获变形幅度的测量值。

该传感器可拉伸至原始尺寸的 3 倍，即使重复使用也具有很高的传感精度，此外，该传感器具备非常快的响应速度，可在不到 22 毫秒的时间内检测到非常微小区域（约 5 平方毫米）的变形，以及来自不同方向的应变。研究人员表示，此类传感器可准确测量复杂而大量的变形，也可应用于感知柔性机器人的运动、跟踪人体关节的运动，甚至监测膀胱等器官以确定可能预示疾病的异常情况。

通常来说，可拉伸应变传感器测量的是机械形变转换成的电信号，可用于人机交互、健康监测等领域，随着柔性可穿戴设备的发展，可拉伸应变传感器的作用也越发重要，该新型折纸传感器可以描摹更大幅度更复杂的运动变形，未来在医疗健康领域具有极大潜力。

(来源：传感器热点)

## 专利信息

### 电压传感器和分压装置

公开公告号：CN114761813A

公开公告日：2023.08.15

申请号：CN202080078916.2

申请日：2020.11.04

申请(专利权)人：格林伍德电力有限责任公司

发明人：诺伯特·贾斯奇茨；威利伯德·巴希尔

摘要：本发明涉及电压传感器，具有高压端子、电信号连接部和接地端子。

电压传感器包括核心区域，核心区域具有布置在其中的电阻器和电容器配置部，其中电容器配置部具有连接到高压端子的第一电极、连接到信号连接部的第二电极和连接到接地端子的第三电极，第一电极和第二电极经由电阻器以导电的方式连接。第一电极、第二电极和第三电极各自具有多个导电的、基本呈指状或棒状的调制元件(9、9'、9'')，且基本上平行于电压传感器的纵向轴线延伸。

## 市场资讯

### 全球传感器行业深度梳理(节)

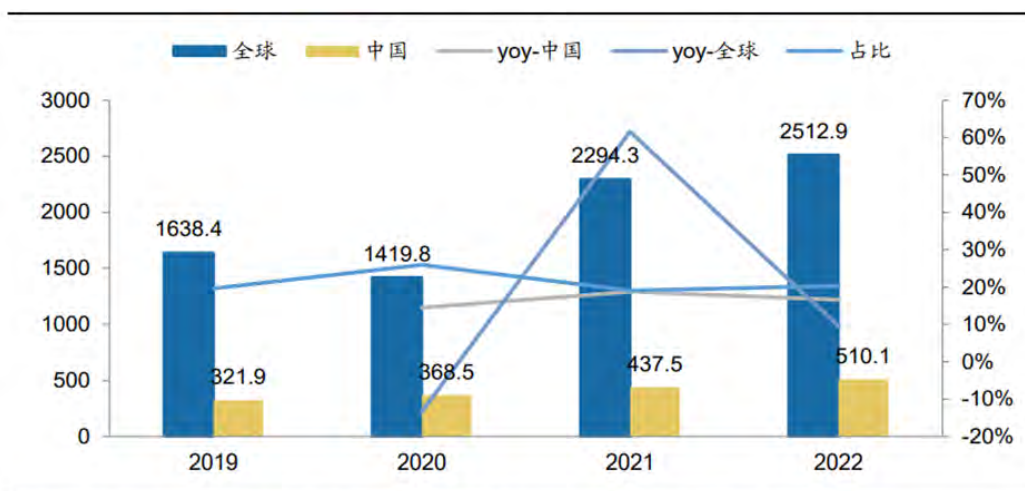


传感器的应用极大地便利了我们的生活和工作，未来随着技术的进步和成熟，传感器将变得更小巧、功耗更低、精度更高，同时也更加可靠和耐用。本文对传感器产业链及相关公司进行梳理，分析下游重点应用领域，以此为基础，对行业的未来发展进行展望，希望通过本文能让大家对当前中国传感器行业具备全面了解。本文数据来自多份 2023 年最新研报，较具参考价值。

## 一、市场现状

### 1. 全球传感器市场超万亿，中国占比约 20%。

根据知名公司 Statista 数据显示，2022 年全球市场规模为 2512.9 亿美元（约 1.79 万亿人民币）。受疫情影响，全球传感器市场经历了大幅波动。2020、2021 和 2022 年同比增速分别为-13%、62%、10%。相比之下，中国市场增速相对稳定，3 年增速分别为 14%、20%、19%，维持在 20% 上下。除此之外，中国市场占全球传感器市场的比例维持在 20% 上下，在全球市场中的份额也相对稳定。



数据来源：Statista，中商产业研究院，信通院，广发证券发展研究中心

注：2021-2022 年全球传感器市场空间为 Statista 预测值

图 全球、中国传感器市场规模及增速（亿美元）

## 2. 国内市场仍由外资主导，高端传感器芯片约80%依赖海外

当前，我国传感器市场仍旧由外资主导，国内供给能力略有不足，全球龙头企业如爱默生、西门子、博世、意法半导体、霍尼韦尔等跨国公司占据约60%的国内市场份额，尤其在高端市场，约80%的传感器芯片依赖海外企业，剩余的份额也主要集中在几家上市公司手中。从国内格局看，当前市场较集中，我国传感器行业TOP5企业占据了国内传感器市场约40%以上的份额，其余约60%为中小企业，产品或主要集中在中低端，或未实现大规模应用。

## 3. 家电+汽车+工控是智能传感器的主要应用领域

从具体的下游分别看，传感器主要聚焦在消费类产品和工业类产品，家电和汽车分别占比达到23.15%和18.52%，占主要部分。此外，工控、医疗、飞机和船舶等领域对智能传感器的使用量也较为普遍。

## 二、产业链分析

从完整的产业链构成看，传感器产业链呈现链条长和环节多的特征。

1) 上游，除核心芯片（敏感元件、信号链和数字处理芯片）外，还包括精密零部件、电子元器件（如线路板、连接器和被动元器件等），此外，具备连网功能的传感器还涉及通信芯片/模块的供应；2) 中游，由各类Tier<sub>1/2</sub>供应商（一级供应商和二级供应商）构成，主要完成传感器的产品设计、组装和销售；3) 下游，包括各类传感终端设备，包括消费、工业、通讯和汽车等。

从产业链各环节的特征看，传感器市场呈现两头专用、中间通用的特点，即敏感元件/芯片和传感器终端的专用性较强，而配套的模拟前端芯片、

处理器芯片、通信芯片/模块的通用性较强。主要原因在于，不同类型的传感器基于不同的采样原理收集信息，敏感元件的设计、材料和工艺需要针对特定需求定制化开发，而传感器设备由于需要在特定领域形成品牌效应，也都产生了专门供应商，正是基于以上原因，传感器厂商为保证高毛利、功能定制化，通常自研敏感元件/芯片。

### 1. 传感芯片：集成化大势所趋

#### （1）MEMS：规模最大的传感芯片，市场稳增长

MEMS 传感器芯片市场规模最大，约占传感器芯片总市场的一半，未来仍有望稳定增长，目前国产化率仍低。根据 Omdia 公司的数据统计，2022 年全球 MEMS 行业市场规模已达到 184.77 亿美元，目前 MEMS 传感器在消费电子、医疗、汽车电子以及工业等应用领域占比最高，分别占据 41.8%、28.1%、16.7%和 9.1%。其中射频滤波器、压力传感器、惯性传感器和声学传感器是 MEMS 的主要应用。

对比其他传感器制造工艺，MEMS 具有可批量生产、但技术复杂度高以及定制化属性强的特征，国际龙头主导市场份额并普遍采用 IDM（垂直整合制造）生产模式。

MEMS传感器全球前十大厂商				MEMS传感器主要厂商产品及业务模式			
(整体排名)	2020年	2019年	2018年	代表厂商	国家/地区	产品类别	生产模式
1	Bosch	Bosch	Broadcom	Broadcom	美国	体声波BAW滤波器	● IDM
2	Broadcom	Broadcom	Bosch	Qorvo	美国	体声波BAW滤波器	● IDM
3	Qorvo	Qorvo	ST	Bosch	德国	惯性传感器领先	● IDM
4	ST	ST	TI	ST	瑞士	惯性传感器领先	● IDM
5	Qualcomm	TI	Qorvo	TI	美国	多种类别传感器	● IDM
6	TDK	歌尔微	HP	TDK	日本	多种类别传感器	● IDM
7	TI	HP	Knowles	歌尔微	中国大陆	声学传感器	采购Infineon芯片封装，芯片自给率10%
8	歌尔微	Knowles	NXP	Knowles	美国	声学传感器	● Fablite
9	HP	TDK	歌尔股份	HP	美国	喷墨打印热激励器	禾珂
10	Infineon	Infineon	TDK				

图 MEMS 传感器市场全球前十大厂商

图 MEMS 传感器主要厂商产品及业务模式

（资料来源：InvenSense、Yole、歌尔微电子招股说明书、各公司官网、中金公司研究部）

国产 MEMS 传感芯片的参与者以无晶圆厂（Fabless）为主，虽然 IDM 更有助于中长期发展，但是考虑到技术发展阶段，中短期立足 Fabless 模式，同时获得先进的、充足的代工资源成为国产厂商参与全球竞争关键。

## （2）磁传感：受益于新能源汽车，增长弹性显著

磁传感器包括霍尔和磁阻（xMR，含 AMR、GMR 和 TMR）两大类，是仅次于 MEMS 的第二大类传感器芯片，市场规模约 25 亿美元，未来将显著受益于新能源汽车，并且国产厂商正加速突破现有业绩。

竞争格局方面，全球磁传感器市场主要由美国、日本和欧洲公司主导，行业龙头包括 Allegro、英飞凌 Infineon、迈来芯 Melexis、AKM 和东电化 TDK 等；国产参与者包括比亚迪半导体、灿瑞科技、纳芯微、艾为电子、赛卓电子、麦歌恩等。不同于 MEMS 传感器定制化的生产工艺和封装，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，因此行业参与者均采用晶圆代工，自主封装的业务模式。

## 2. 模拟前端

模拟前端主要由线性产品（含放大器和比较器）、模数转换器 ADC 构成，与后端数模转换器 DAC、各类接口产品共同构成信号链。2021 年全球模拟芯片市场规模为 670 亿美元，通用和专用芯片分别占 41%和 59%，市场规模为 272 亿美元和 397 亿美元。其中通用芯片由信号链（含线性、转换器和接口等）和电源管理芯片构成，分别占 37%和 63%；专用芯片包括通讯、汽车、消费、计算和工业等应用领域，分别占 52%、27%、7%、6%和 8%。预计到 2023 年，该市场规模将达到 948 亿美元，因此模拟芯片市场将呈现稳步

扩张趋势。

### 3. 微控制器

MCU 是微控制单元（又称单片机），MCU 是汽车的重要组成部分，广泛应用于车辆的各个领域。根据数据，MCU 在车用半导体器件总量中占比 30%，传统汽车平均每辆车使用 70 颗 MCU，而智能汽车预计将超过 100 颗。车身控制领域通常使用 8 位 MCU，具有简单耐用、低价的优势；而动力系统和辅助驾驶传感器等领域则使用 32 位 MCU，具备更高的处理能力。总体来说，随着汽车架构的演进，32 位 MCU 将成为车载系统的主流，边缘端 MCU 从 8/16 位升级到 32 位也是一个趋势。

竞争格局方面，全球 MCU 市场高度集中。瑞萨科技、恩智浦、ST、英飞凌和微芯科技等占据主要份额，国内 MCU 厂商主要参与消费和家电市场，近年来逐步导入汽车领域，从与安全性能相关性较低的中低端车规 MCU 切入，如雨刷、车窗、环境光控制等车身控制模块，并逐步开始研发未来汽车智能化所需的高端 MCU，如智能座舱、ADAS 等。根据 Omdia 公司数据显示，比亚迪半导体是中国领先的车规级 MCU 芯片厂商，其他参与者还包括兆易创新、芯海科技、中颖电子、国芯科技、峰昭科技和杰发科技（四维图新子公司）等。



	成立时间	总市值	收入	净利润	毛利率	传感器	信号链	MCU	电源管理	单价 (元/颗)	晶圆成本 (元/片)	封装成本 (元/颗)	代工厂	
传感芯片 +信号链 +MCU	汇顶科技	2002年	233	57.1	8.6	48.2%	46.9	-	-	-	-	-	DB HiTek, X-Fab	
	BYD 半导	2004年	-	31.7	4.0	33.6%	6.02	-	4.21	-	-	-	先进半导体, Synic Solution, 台积电和DB HiTek	
	兆易创新	2005年	693	85.1	23.4	46.5%	5.46	-	24.56	-	-	-	中芯国际, 武汉新芯, 华润微	
	敏芯股份	2007年	29	3.5	0.1	35.0%	3.5	-	-	0.99	2457	0.26	中芯国际, 华润上华	
	士兰微	1997年	481	71.9	15.2	33.2%	2.6	-	1.8	9	-	-	-	
	纳芯微	2013年	329	8.6	2.2	53.5%	2.23	2.64	-	-	0.18	3977	0.38	DB HiTek, 中芯国际, 台积电
	芯海科技	2003年	59	6.6	1.0	52.2%	2.29	1.22	2.95	-	0.88	2743	0.1	华虹半导体, Global Foundries
	灿瑞科技	2005年	73	5.4	1.3	43.2%	1.97	-	-	2.81	0.23	2959	0.11	华润微, 力晶积成, Global Foundries, DB HiTek
	晶华微	2005年	28	1.7	0.8	68.6%	1.73	-	-	-	0.88	2761	0.09	华虹半导体, 华润上华
MCU	中微半导体	2001年	112	11.1	7.9	68.9%	-	0.32	8.68	-	1.46	3882	0.16	华虹半导体, Global Foundries
	中颖电子	1994年	124	14.9	3.7	47.4%	-	-	8.7	4.18	-	-	-	和股科技, 联华电子, 华虹半导体
	峰昭科技	2010年	83	3.3	1.4	57.4%	-	-	2.15	-	3.37	3293	0.12	台积电, Global Foundries
	国芯科技	2001年	106	4.1	0.7	52.9%	-	-	2.00	-	3.12	12,361	0.31	台积电, 华虹半导体等
	国民技术	2000年	85	10.2	2.2	48.0%	-	-	5.89	-	-	-	-	-
	东软载波	1993年	57	9.1	1.3	46.9%	-	-	3.14	-	-	-	-	-

注：①业绩指标为 2021 年；②单价信息来自各公司招股说明书，对应时间为上市当年  
资料来源：各公司招股说明书，中金公司研究部

图 A 股 MCU 厂商梳理（营收和净利润单位：亿元人民币，市值截至 2023. 1. 1）

#### 4. 通信芯片

通信芯片用于传感器终端和网络的连接，含有线和无线两种方式，物联网通信以无线通信为主，不同类型的终端联网方式各有差异。根据 GSMA 预测，预计到 2025 年全球物联网连接数将提升至 233 亿个，其中蜂窝物联网连接数有望从 2021 年的 21 亿个提升至 2025 年的 41 亿个。根据中国汽车技术研究中心有限公司的预测，2025 年中国车载以太网物理层芯片搭载量将超过 2.9 亿片。根据中国汽车技术研究中心的数据，预计 2022-2025 年全球以太网物理层芯片市场规模保持 25% 以上的年复合增长率，到 2025 年将突破 300 亿元。

#### 5. 传感器封装/整机

整体而言，全球传感器市场格局相对分散，整体以海外龙头大厂为主，此外，由于传感器对采样速度、精度以及一致性等性能要求较高，需要长期的技术和工艺积累，因此强者恒强，海外龙头大厂长期占据主导地位。通用型传感器市场由博世、博通、Qorvo、ST 意法半导体和 TI 等主导，汽车传感器市场以国际 Tier1 厂商为主，包括博世、大陆、BorgWarner、

Sensata、DENSO、英飞凌、Elmos、Aptiv、Allegro、TI 和 ADI 等；工业自动化领域有西门子、东电化 TDK 等。



资料来源：比亚迪半导体招股书，中金公司研究部

图 全球汽车零部件 Tier 1 在 MEMS 传感器、汽车半导体领域均占领先地位

总结全球传感器龙头厂商的业务特征，主要有两类：一类是传感器芯片+通用模拟芯片，以模拟芯片龙头 TI、ADI 和 ST 等为例；另一类是传感器芯片+模组+软件一体化解决方案，以汽车 Tier1 博世 Bosch 为例。万物互联时代传感器的成长空间广阔，尤其是智能汽车、物联网带来的增量需求，同时机器人行业的迅速发展也为传感器带来新的机会。下面我们主要介绍传感器在机器人及汽车领域的应用。

### 三、机器人领域传感器

#### 1. 传感器：机器人的“眼睛”和“神经”

机器人需要多传感器来保证灵敏度，各种传感器相当于机器人的手、眼、耳和鼻，有助于识别自身的运动状态和环境状况。根据检测对象的不同，可以分为内部传感器和外部传感器。内部传感器主要测量机器人内部系统状态，如温度、转速、电压等；外部传感器主要测量外界环境的信息，包括位置传感器、速度传感器、力传感器、视觉传感器等。

#### 2. 视觉传感器：机器人视觉要点在于移动场景、精细描绘与高集成度

机器人自主导航与汽车自动驾驶技术系出同源，其中机器人视觉受限于内部空间，需具有更高集成度。与汽车视觉类似，机器人视觉需要在移动场景中做到精细描绘，这对感知单元提出了较高要求。同时，机器人（尤其是人形机器人）受限于内部空间，其感知单元需具有更高集成度，常用的视觉和环境感知传感器为摄像头、雷达（毫米波、激光、超声波等）、红外传感器、GPS、IMU 等。

### 3. 力控传感器：多维力矩/力传感是目前最优解

目前机器人力控方案大致分为三类，其中多维力矩/力传感器力控为当前最优方案。六维力传感器是力控的核心，目前六维力/力矩传感器主要应用于汽车行业的碰撞测试、轮毂、座椅等零部件测试以及航空航天、生物力学、医疗领域、科研实验、机器人与自动化等领域。

六维力传感器在机器人领域的应用占据较大的市场份额，在协作机器人领域的应用尤为广泛。在机器人领域，目前六维力传感器主要应用于工业机器人、医疗用机器人等。随着机器人力控技术的发展，六维力传感器有望在人形机器人领域发挥重要作用，市场应用潜力大。未来，人形机器人力控技术的发展将呈现出多信息融合（触觉、力觉和视觉等），主要通过配备（AI、视觉、力觉传感器）等传感器得以实现，尤其在手腕、脚踝环节等处更适用六维力矩传感器。

全球六维力传感器厂商主要为日韩、欧美品牌，国产化率提升仍具备较大空间。六维力传感器龙头为 ATI、OnRobot、Robotiq、Robotous、Sintokogio 等，主要为欧美及日韩厂商。目前国产六维力传感器与外资主流传感器在灵敏度、串扰、抗过载能力及维间耦合误差等方面仍存在差距。

近几年，入局六维力传感器领域的国产相关厂商越来越多，除了宇立仪器（SRI）之外，如坤维科技、鑫精诚、海伯森、蓝点触控等，均已有相关的产品落地并进入产业化应用。

国内六维力传感器市场处于发展初期，出货量增速较快。根据高工机器人产业研究所（GGII）数据显示，2022 年中国市场六维力/力矩传感器销量 4840 套，同比增长 62.58%。GGII 预计，2023 年中国市场六维力/力矩传感器销量有望突破 6700 套，同比增速 40%左右。从整体的出货量来看，目前六维力传感器市场基数依然偏小，尚未形成明显规模效应。随着入局者的持续增加，叠加下游细分市场认知的逐年提升，六维力传感器有望进入高速成长期，期间将伴随多技术路线、产品矩阵的完善、产品成本的下降以及国产化率的提升。



数据来源：高工机器人产业研究所（GGII），广发证券发展研究中心

图 2017-2023 年中国市场六维力/力矩传感器销量及预测

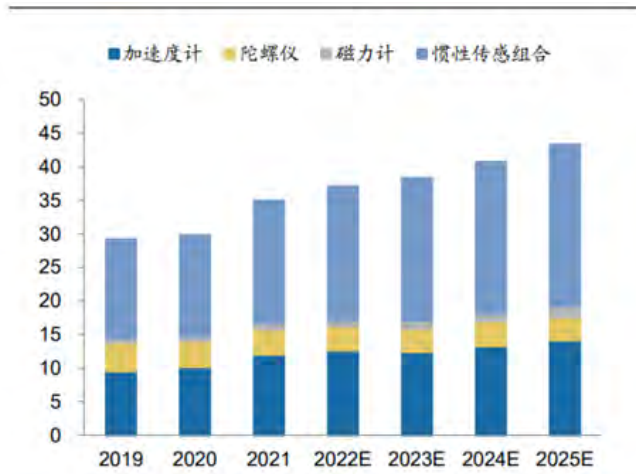
#### 4. 惯导传感器：人形机器人的姿态控制核心

惯性传感器由用于测量力和加速度的加速度计，用于指示旋转的陀螺仪和用于测量人体姿势的磁力计组成，这些传感器跨三个轴收集数据并捕



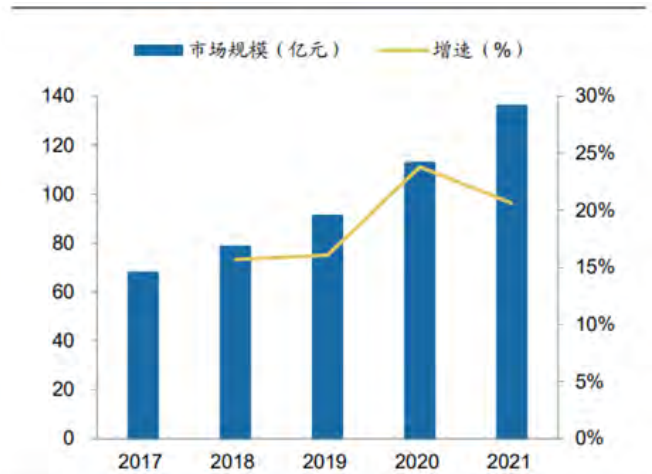
获运动员的细微动作。惯导传感器是现代导航系统的关键组成部分之一。惯性传感器按照精度通常分为消费级、工业级、战术级、导航级和战略级这五种。其中，消费级惯导传感器通常应用在智能手机和汽车辅助驾驶，人形机器人和自动驾驶所使用的惯导传感器通常为战术级。

全球 MEMS 惯性导航传感器市场规模超 230 亿，中国市场超 100 亿。据芯动联科招股书援引 Yole 发布的 Status of MEMS Industry 2022 中的数据，2021 年全球 MEMS 惯导传感器市场规模约 35.09 亿元。据芯动联科招股书援引的头豹研究院数据，2021 年中国 MEMS 惯导传感器市场规模约 136 亿元，增速约为 20.63%。



数据来源：芯动联科招股书，Yole Intelligence, Status of the MEMS Industry 2022，广发证券发展研究中心

图 全球 MEMS 惯导传感器市场规模 (亿美元)



数据来源：芯动联科招股书，头豹研究院，广发证券发展研究中心

图 中国 MEMS 惯导传感器市场规模

### 5、触觉传感器：电子皮肤是最具潜力的触觉传感器

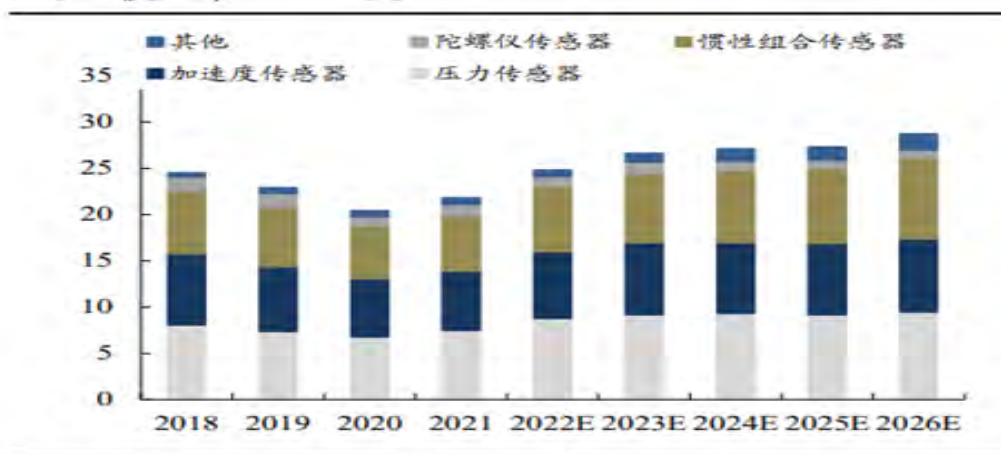
机器人若要模拟人体的触觉，以及实现人体皮肤对温度、湿度等外界物理量的感知，电子皮肤可能是最佳路径之一。想要复刻天然皮肤的功能，电子皮肤需要集成各类传感器和集成电路，并使用柔性材料制作，壁垒极高。在实现上述工艺的同时，电子皮肤与机器人本体的包裹结合、信号传



输等方面均是难点，因此，电子皮肤目前尚未在机器人领域大量使用。但从泛用性与仿生性角度，能够认为电子皮肤或是机器人触觉的终极方案。

#### 四、汽车领域传感器

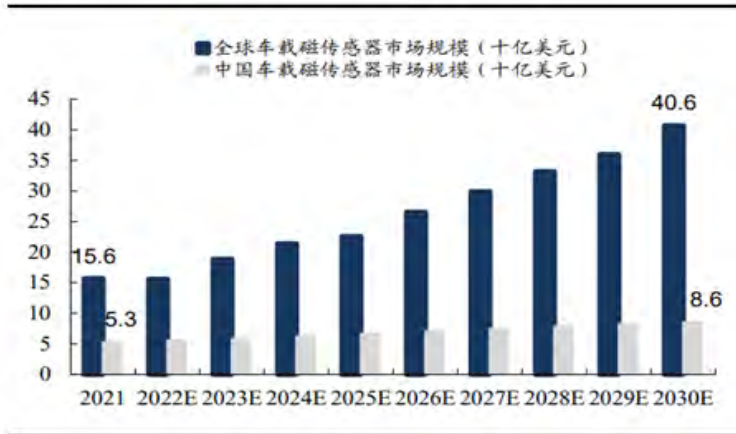
汽车 MEMS 传感器行业稳定增长，根据 Yole 的数据，2020-2026 年全球汽车电子领域 MEMS 产品市场规模将从 20.4 亿美元增长至 28.6 亿美元，年均复合增长率为 5.8%。目前应用较多的是压力传感器、加速度传感器、惯性组合传感器和陀螺仪，汽车对传感器的需求日益提升，促进了传感器及其信号调理 ASIC 芯片市场规模的增长。



数据来源：Yole，东吴证券研究所

图 2018-2026 年全球汽车电子领域 MEMS 产品市场规模

据 ICV 统计，2021 年全球汽车磁传感器市场规模为 15.6 亿美元，预计到 2030 年全将达到 40.6 亿美元，2021-2030 年的复合年增长率达 11%。2021 年中国汽车磁传感器市场规模为 5.3 亿美元，预测在 2030 年达到 8.6 亿美元，CAGR 为 5%。



数据来源：ICV，东吴证券研究所

图 车用磁传感器市场规模（十亿美元）

## 五、发展趋势展望

从发展趋势来看，未来传感器将继续沿着集成化、安全化、智能化和自适应、微型化和低功耗的技术路径进行更新升级。



来源：中泰证券研究所

图 传感器未来发展趋势

（来源：传感器专家网）

## 英文文摘

**High performance piezoelectric MEMS loudspeaker based on an innovative wafer bonding process**

Romain Liechti , Stéphane Durand , Thierry Hilt , etc. Journal of Sensors and Actuators , Volume 358, 16 August 2023

Abstract: Despite a significant number of new structures in the past few years, MEMS loudspeaker still are not competitive in terms of performance compared to non-MEMS loudspeakers for free field applications. For industrial perspectives, a high sound pressure level on a wide frequency band is required, as well as a low total harmonic distortion. To widen the frequency range of MEMS loudspeakers, we propose to separate the actuating element from the radiating one, in order to separate design constraints to reach an optimal structure. In this paper, the lumped element model of the loudspeaker is presented, as well as the innovative manufacturing process. Finally, the computed frequency response is compared to the measured one. At the resonance, pressures as high as 110dB SPL at 1 kHz and at 10 mm are reported for an active surface of 36 mm<sup>2</sup>, which is above the known state of the art for a loudspeaker with similar dimensions. Also, the flatness of the radiated sound pressure in a wide frequency range is closer to the ideal frequency response of loudspeakers than other MEMS loudspeakers, due to the piston mode of the moving rigid plate of the loudspeaker. The total harmonic distortion, mainly due to the nonlinearity of the piezoelectric transduction, is below 5% for reasonable sound pressure levels in the usable frequency band. The use of digital signal processing and of a dedicated packaging will allow our loudspeaker to advantageously replace the main or secondary one in smartphones.

科技简讯

本期简讯涵盖图像传感器、纯固态激光雷达、定向传感器、光子突触器件、电容式多传感器阵列、传感财经消息、传感市场资讯及动态等方面内容，期待您的关注。

### ★传感器新品：思特威推出高分辨率车规级 RGB-IR 全局快门图像传感器

8 月 25 日消息，思特威（上海）电子科技股份有限公司（股票简称：思特威，股票代码：688213）近期重磅推出 5MP 高分辨率车规级 RGB-IR 全局快门图像传感器新品——SC533AT。这款背照式全局快门图像传感器搭载先进的 SmartGS<sup>®</sup>-2 Plus 技术，集高分辨率、高快门效率、低噪声、卓越的色彩表现、优异的近红外灵敏度五大性能优势于一身，为高端驾驶员监控系统（DMS）、乘客监控系统（OMS）带来了更精确、可靠的舱内视觉感知能力。作为思特威 Automotive Sensor (AT) Series 系列全新力作，SC533AT 符合 AEC-Q100 Grade 2 及功能安全 ISO 26262 ASIL B 等级要求，以高性能和高可靠性推动更高级别的智能驾驶发展。

### ★传感器新品：禾赛纯固态激光雷达被极石汽车首款量产车采用

8 月 25 日消息，造车新势力极石汽车旗下首款量产车极石 01 上市，其中高阶智驾版搭载了三颗激光雷达（LiDAR），均来自禾赛科技，极石 01 除了搭载了车顶激光雷达之外，还在侧翼用上了两颗纯固态激光雷达，这也是全球首次用上这种激光雷达的量产车。据悉，新车车顶激光雷达为 AT128，而左右两侧为 FT120，由于是纯固态，后者内部完全没有任何运动部件，较传统扫描器设计更紧凑。在提升可靠性的前提下，FT120 的体型更加小巧，相比市场上典型的半固态激光雷达，其外露视窗减小了近 30%，同时，它应用了业内领先的芯片面阵扫描技术，在单个芯片上集成数万个激光探测器，实现了从一维线阵扫描到二维面阵扫描的飞跃，可支持更快曝

光速度。FT120 拥有  $100^{\circ} \times 75^{\circ}$  的超广角视场，与采用半固态激光雷达作为侧向感知的方案相比，FT120 将垂直视场角从  $25^{\circ}$  扩大至  $75^{\circ}$ ，从而将地面盲区距离缩小了 70% 以上，既可即时感知高处路牌、栏杆、立体车库夹层等，又能灵敏捕捉低处的孩童、宠物、锥桶等低矮障碍物及相邻车道线探测。

### ★传感器新品：神开自研高精度随钻定向传感器

8 月 24 日消息，定向传感器作为随钻测试的核心关键部件，负责井斜、方位、工具面等重要定向参数的测量、计算及数据处理，精度要求高、性能可靠、工况稳定性及高温稳定性是随钻定向的最基本要求。近日由上海神开石油化工装备股份有限公司（以下简称神开）自主研发的定向传感器在井下作业中大展神威，公司自主研发的 SK-DS 175℃ 定向传感器在松辽盆地某井再获成功应用表现优异，在钻遇目的层薄且地层构造横向变化大、对轨迹控制要求高等条件下，最终取得井眼轨迹定向准确、井身质量合格率 100%、钻遇率 95% 以上的优异成绩。据悉，神开自主研发的 SK-DS 定向传感器标定温度可达  $185^{\circ}\text{C}$ ，平均无故障工作时间 (MTBF) 超过 1000 小时 @ $175^{\circ}\text{C}$ ，500 小时 @ $185^{\circ}\text{C}$ ，其井核心参数斜测量分辨率达  $0.02^{\circ}$ ，精度达  $\pm 0.08^{\circ}$ ，方位角测量分辨率  $0.05^{\circ}$ 、精度  $\pm 0.25^{\circ}$ ，达行业领先水平。

### ★传感器新品：基于光电晶体管架构的超低能耗人工光子突触器件

8 月 21 日消息，中国科学院深圳先进技术研究院材料所材料界面研究中心李佳副研究员团队在新型神经突触器件研究方面取得进展，团队利用超灵敏异质结光电晶体管架构实现了超低能耗的光驱动人工突触器件。人



工突出器件是神经形态计算系统的核心硬件之一。相对电子突触器件，光子突触器件借助光信号驱动实现突触功能，具有快速、高带宽、低串扰、低功耗等优点。更重要的是，光子突触器件直接对光信号进行响应和处理，可直接处理视觉、图像信息，因此可以用来模拟人类视网膜的功能。据该团队的数据显示，产生有效突触后膜电流的光能耗低至 2.6pJ，这一能耗远低于大多数已报道的光能耗水平。本研究成果为实现低光能耗的人工模拟突触光电器件提供了新思路与有效的技术路径，同时也为光子突触器件提供了超灵敏、轻量、柔性、规模化生产和低成本等众多优点，有望推动光子突触器件在视觉信息处理，图像识别和光子神经网络等方面的广泛应用。

#### ★传感器新品：印度研发柔性印刷石墨烯基电容式多传感器阵列

8月20日消息，为了给智能机器人提供一种无需用户认知确认的自动化方法，印度理工学院孟买分校(Indian Institute of Technology Bombay)的研究人员提出了一种喷墨打印的石墨烯基电容式多传感器阵列(CAPSENSAR)，并将其用于认知机器人抓手(COGBOT)的认知决策任务，从而确保对目标物体的无滑移和抗损伤抓取。相关研究成果以“Cognitive gripping with flexible graphene printed multi-sensor array”为题，发表在 Communications Engineering 期刊上。该电容式多传感器阵列由集成在机器人抓手的臂端工具对上的接近和压力传感器阵列和可编程控制单元组成，是在厚度为 30 $\mu$ m 的可弯曲聚酰亚胺介电层/衬底两侧采用非重叠双面石墨烯印刷电极阵列制造的，可在 3cm 范围内提供高灵敏度的电容式接近传感，并提供比先前报道的电容式接近传感器高 3 倍的动态传感范围。

### ★传感财经：Gartner 预测 2023 年全球 AI 芯片收入

8 月 26 日消息，根据市场研究公司 Gartner 的最新预测，2023 年全球用于 AI 的硬件销售收入预计将同比增长 20.9%，达到 534 亿美元（当前约合 3887.52 亿元人民币）。Gartner 表示，生成式 AI 的发展和各种基于 AI 的应用在数据中心、边缘基础设施和端点设备中的广泛使用，需要部署 GPU 和“优化的半导体设备”，这将推动 AI 芯片的生产和部署。Gartner 预计，AI 半导体收入将在预测期内继续保持两位数增长，2024 年将增长 25.6%，达到 671 亿美元（当前约合 4884.88 亿元人民币），到 2027 年，AI 芯片收入预计将比 2023 年的市场规模增长一倍以上，达到 1194 亿美元（当前约合 8692.32 亿元人民币）。

表 2022-2024 年 AI 半导体全球收入预测（单位：百万美元）

	2022	2023	2024
收入（百万美元）	44,220	53,445	67,148

（来源：Gartner，2023 年 8 月）

### ★传感财经：2023 年智能家居市场将增长 10%

8 月 26 日消息，根据 TechInsights 报告预测，2023 年全球消费者在智能家居相关硬件、服务和安装费用支出将达到 1310 亿美元，相较 2022 年增长 10%。TechInsights 表示，虽然世界银行认为世界经济在 2023 年下半年开始增长放缓，但 TechInsights 仍认为在未来五年里，消费者在智能家居领域的支出将以接近 8% 的复合年增长率增长，到 2028 年，智能家居支出将达到 1910 亿美元。

### ★传感财经：2024 年全球智能手表收入将增长 7%，平均售价下降

8 月 26 日消息，研究机构 TechInsights 发布预测，表示 2023 至 2028 年，全球智能手表产品的平均售价将下降，但销量会稳步增加，进而使全球智能手表的收益增长。预计 2024 年全球智能手表收入将增长 7%，到 2028 年市场规模将达到 350 亿美元。研究显示，关于 2022-2028 年的预测，中东和非洲将保持 11% 的复合年增长率，引领增长；中东和欧洲增长率预计为 9%，拉丁美洲为 8%，亚太地区为 8%。其中，亚洲和太平洋地区为智能手表的最大市场，北美市场为第二。北美和西欧的智能手表收入也在增长，但这些成熟市场的收入增长机会有限，预计这两个地区的复合年增长率在 1% 至 3% 之间，而且北美和西欧地区智能手表的平均售价要比其它地区高很多。

### ★传感动态：美计划延长韩台芯片管制豁免期政策

8 月 24 日消息，据日经新闻报道，美国政府计划延长韩国和中国台湾企业对中国大陆尖端半导体出口限制的一年豁免期。此前一年豁免期将于今年 10 月到期，多位业内人士透露，延长豁免期的政策已经确定，要延长的时间未定，且也有可能是无期限延长。报道指出，美国政府在 2022 年 10 月对中国大陆半导体产业推出更严格的出口限制令，要求企业必须向美国商务部申请许可，才能将用于人工智能(AI)和超级运算(Supercomputing)的先进芯片及相关半导体设备出口至中国大陆。在中国大陆设有生产据点的台积电、三星、SK 海力士在向美国当局展开游说后，美国政府同意给予为期一年的豁免期，让上述中国台湾、韩国企业可持续将美国制造芯片设备导入现有的中国大陆工厂，持续进行生产。

### ★传感动态：2023 年 Q2 TWS 耳机市场增长 8%，苹果以 26% 份额排名第一

市场调查机构 Canalys 发布最新报告，2023 年第二季度全球个人智能音频设备（包括 TWS，无线头戴，无线颈挂）下滑了 2%，出货量达到 9568 万部，基本追平去年同期。其中，真无线耳机（TWS）市场恢复个位数 8% 的增长，出货量至 6816 万部。其中，苹果（包括 Beats）出货量同比增长 2%，占据 26% 市场份额，排名第一；三星（包括哈曼子公司）占据 9% 的市场份额，出货量同比增长 3%，排名第二；小米出货量同比增长 6%，占据 5% 的市场份额，排名第四；OPPO（包括一加）出货量同比增长 25%，占据 4% 的市场份额，排名第五。

编译：刘潇潇、沈仕文

审译：亢春梅