

# 传感器技术的现状及未来发展趋势

杨青锋 宁波控泰电气有限公司

【摘要】传感器技术与通信技术、计算机技术被称为现代信息技术和物联网技术的核心技术，其应用涉及工业及日常生活中的各个领域，与人们的日常生活息息相关。本文首先介绍了传感器的定义、分类以及传感器技术的发展历史，展望了传感器产业的发展方向。

【关键词】传感器；分类；发展现状；发展趋势

## 一、前言

科技，是人体的延伸。如果说，机械延伸了人类的体力，计算机延伸了人类的智力，那么，传感器技术，大大延伸了人类的感知力。如果把计算机比喻为处理和识别信息的“大脑”，把通信系统比喻为传递信息的“神经系统”，那么传感器就是感知和获取信息的“感觉器官”。

传感器技术是现代科技和物联网技术的前沿技术，它同计算机技术与通信技术一起被称为信息技术的三大支柱，许多国家已将传感器技术列为与通信技术和计算机技术同等重要的地位。现代传感器技术具有巨大的应用潜力，拥有广泛的开发空间、发展前景十分广阔。

## 二、传感器的定义和分类。

传感器，英文称 Sensor 或是 Transducer。“传感器”在《新韦式大词典》中定义为：“从一个系统接受功率，通常以另一种形式将功率送到第二个系统中的器件”。根据定义，传感器的作用就是将一种能量转换成另一种能量形式，所以很多学者也用“换能器 Transducer”来称谓“传感器Sensor”。

传感器是获得信息的一种装置，其定义可分为广义和狭义两种。广义定义的传感器指凡能感受外界信息并按一定规律转换成便于测量和控制的的信息的装置；狭义定义的传感器指只有将外界信息按一定规律转换成电量的装置才称为传感器。

当前传感器的分类缺乏国际标准准则与规范，尚未制定出权威性的传感器标准类型。通常在实际的市场应用中传感器分类和命名方式主要有以下几种类型：

- (1) 按转换原理可分为：物理传感器、化学传感器、生物传感器。
- (2) 按检测信息来分可分为：声敏、光敏、热敏、力敏、磁敏、气敏、湿敏、压敏、离子敏、射线敏等传感器。
- (3) 按供电方式可分为：有源或无源传感器。
- (4) 按其输出信号可分为：模拟量输出、数字量输出和开关量传感器。
- (5) 按传感器使用的材料可分为：半导体材料；晶体材料；陶瓷材料；有机复合材料；金属材料； 光纤材料；高分子材料；超导材料；纳米材料等传感器。
- (6) 按能量转换可分为：能量转换型传感器和能量控制型传感器。
- (7) 按其制造工艺，可分为：机械加工工艺；复合与集成工艺；薄膜、厚膜工艺；陶瓷烧结工艺；MEMS 工艺；电化学工艺等传感器。

### 三、国内外传感器技术的发展

#### 1. 传感器技术的发展阶段

通常情况下，把传感器技术发展分为的三个不同的历史发展阶段

第一代是结构型传感器，它利用结构参量变化来感受和转化信号。例如：电阻应变式传感器，它是利用金属材料发生弹性形变时粘贴在应变区电阻应变计的电阻变化来转换电信号的。

第二代传感器是 70 年代开始发展起来的固体传感器，这种传感器由电介质、半导体、磁性材料等固体元件构成，是通过利用材料一些特性制成的。在 70 年代后期，随着集成技术、分子合成技术、微电子技术及计算机技术的发展，出现集成传感器。这类传感器主要具有低成本、高性能、可靠性高等特

点。

第三传感器是 80 年代逐步发展起来的智能传感器。所谓智能传感器是指其对外界信息具有一定检测、自诊断、数据处理以及自适应能力，是检测技术与微机技术结合的产物。80 年代智能化测量主要以微处理器为核心，把传感器信号调节电路、微计算机、存贮器及接口集成到一块芯片上，使传感器具有一定的人工智能。90 年随着智能化测量技术的不断提高在传感器上实现智能化，使其具有自诊断功能、记忆功能、多参量测量功能以及联网通信功能等。

## 2. 我国及国外传感器的发展历程

上世纪 70 年代初，欧美发达国家大力发展计算机技术与通讯技术，却忽视了对传感器技术的发展，导致传感器产业的发展相对缓慢。80 年代初，美、日、德、法、英等国家相继确立了对传感器技术大力发展的方针，将其定义为涉及科技进步、经济发展和国家安全的关键技术，同时将其列入到国家长远发展规划和重点计划之中。并采取了非常严格的保密机制，对技术封锁和控制，禁止技术出口，尤其是针对中国。日本 1979 年在《对今后十年值得注意的技术》中将传感器列为首位；美国国防部

1985 年公布的二十项军事关键技术中，被列为第十四项；《星球大战》计划、欧洲《尤里卡》计划、前苏联《军事航天》计划，英、法、德等国家高技术领域发展规划中均将传感器列为重点发展技术，并将其科研成果和制造工艺与装备列入国家核心技术。

美国国家科学发展基金会认为，本世纪的重大变革就是：通过网络，把物质世界联接起来，并赋予它一个电子神经系统，使它具有能够感知信息生命，而能够担当这一重任的核心就是传感器。美国的科技发展模式遵循先军工后民用、先改进后普及的发展道路，其特点是：重视传感器功能材料的研究；重视传感器技术的发展；重视工艺研究：传感器的原理不难，也不保密，最机密的是制造工艺。

我国的传感器行业发展相对较晚。在 50 年代末，北京、南京航空学院，航天、航空工业部门就已经研制应用力、温度、压力传感器。1972 年组建成立中国第一批压阻传感器研制生产单位；1974 年研制成功中国第一个实用压阻式压力传感器；1978 年诞生中国第一个固态压阻加速度传感器；1982 年，国内最早开始硅微机械系统 (MEMS) 加工技术和 SOI 技术的研究。进入 20 世纪 90 年代后，硅微机械

加工技术的绝对压力传感器、微压传感器、呼吸机压传感器、多晶硅压力传感器等相继问世并实现生产。

改革开放 40 多年来，我国传感器技术及其产业取得了长足进步，主要表现在：建立了传感技术国家重点实验室、国家传感技术工程中心等研究开发基地；许多传感器技术的研究项目列入了国家高新技术发展重点；近几年来我国传感器产业已经初步形成了长三角、珠三角、东北、京津冀以及中部五大产业集群。目前，我国传感器产业正处于由传统型向新型传感器发展的关键阶段，它体现了传感器向数字化、智能化、微型化、多功能化、系统化和网络化发展的总趋势。

从近几年在河南郑州举办的世界传感器大会可以更加清晰的看到我国传感器技术的成果及现状，虽然 2020 年受新冠疫情影响暂时停办。但从《2019 世界传感器大会暨博览会》已经能够捕获大量信息，本届大会设立德国为主宾国。大会以“感知世界、智赢未来”为主题，以“国际化、智慧化、专业化”为特色，致力于交流全球传感器科技、产业和应用的最新成果，促进政、产、学、研、用、金、媒等环节的合作，打造全球传感器产业品牌生态盛会。

#### 四、传感器领域的发展预测及一年来的实现情况

在 2020 年初，传感器专家网、搜狐网和电子爱好者等网站发表了一份关于《2020 年传感器行业十大发展预测》的推文，受到来自传感器领域的行业同仁一致好评。那么时过近一年，在 2021 年初，就来梳理一下。从中能进一步得到预测的准确性。

##### 1. 智能传感器、MEMS 传感器将成为企业发展重心

在第一代和第二代传感器已经无法满足数字化时代对于数据采集、处理等流程的高需求之时，智能传感器、MEMS 传感器在微型化、智能化、多功能化和网络化的方向逐渐走向成熟。

在 2019 年底，上海启动打造智能传感器产业基地，重点发展 MEMS 工艺，涵盖力、光、声、热、磁、环境等多种类传感器，这也标志着未来国内将在智能传感器、MEMS 传感器领域发力。根据市场研究公司 Fact. MR 的数据，2020 年全球 MEMS 传感器市场规模将达 300 亿美元，同比增长 10%。从 MEMS 压力传感器发展到现在的硅麦克风、图像传感器，MEMS 传感器的品类和应用场景也在不断增加。虽然 MEMS 传感器市场出货量还是以巨头为主，但是在 2020 年，众多国产品牌也在不断发力，获得不错的融

资。例如：西人马的B轮融资、飞恩微2亿元的D轮融资、通用微科技超亿元的B轮融资、矽睿科技的3.5亿元B+轮融资、苏州明皜传感上亿元B轮融资，以及敏芯微科创板成功上市等等。在2020年我们可以看到国内MEMS传感器正在逐步崛起，未来可期。

## 2. 传感器与集成电路融合发展将成为我国传感器制造重要趋势

传感器属于集成电路的细分领域，但是区别甚大，传感器的柔性化定制需求较大，并且研发周期较长，材料以及工艺较为复杂，大规模生产能力较弱。在未来，通过设计工具、模型表达、可测性设置以及工艺整合等途径向集成电路靠拢，可利用MEMS和集成电路Ansys、Cadence定制仿真平台的集成融合；同时，建立传感器生产制造的IP模型，实现规模化量产；再而采用素质化测试方式，实现数模的机理转化；通过利用这些适合国内国情的发展模式，实现传感器从设计到制造快速升级。

从2020年的半导体行业发展角度来看，无论是作为半导体市场份额首位的集成电路（芯片）还是不可或缺的传感器，都已经被认定为国内电子信息科技发展的重中之重。由于国外对于技术的封锁，相关的MEMS工艺以及集成电路制造工艺将会在自主研发上实现较大突破，虽然集成电路和传感器的产业特点相差较大，但是集成电路作为整个电子信息产业链的上游将会带动并加速传感器设计到制造环节的国产技术替代。

## 3. 企业细分垂直化，独角兽和隐形冠军将逐渐浮出水面

国内传感器企业规模主要偏向中小型，在研发费用和创新实力上有限，再加上目前国内物联网、工业4.0市场规模过于庞大，且需求碎片化，这些垂直领域的企业在市场有序化之前，对于自身业务拓展可能处于保守态度，继续发展原有业务。

在当下这种不易急功近利的大格局下，在2020年看到更多在原有业务领域发展壮大的隐形冠军，以及创新环境下涌现出来的独角兽。从疫情期间大火的红外传感器厂商来看，在进口受限的情况下，国内市场纷纷聚焦于国产替代，让这些原本在“高进口率”的环境下努力优化自身产品水平的企业获得了更多的关注。在疫情之后，国内传感器企业的关注并没有下降，从第一点国内传感器企业获得的融资来看，在红外、气体等某一领域深耕的企业，也借此契机，展现出多年来研发的技术和产品成功，实力也获得

了市场的认可。未来，这些企业将会基于原本业务在设计到制造的 IDM 模式和产品品类上聚焦更长远的发展。

#### 4. 传感器国产率将稳步上升

传感器作为物联网、工业 4.0 等产业快速发展的关键元器件，大多数一直都是依赖国外产品。最近几年，政策、资本都在关注传感器的发展，同时也涌现出了一批像森霸传感、万讯自控这些国内传感器优质企业，在兼具研发、设计、生产到应用的完整产业体系的情况下，传感器国产率将会稳步提升，根据统计，在 2016 - 2020 年期间，全球传感器市场复合增长率仅为 11%，而我国传感器产业平均复合增长率达到了 30%，这也是向全世界发出了高调的信号。

在 2000 年初疫情之前，传感器的焦点其实并没有聚焦在国产企业和产品上。以追求性能、品质的需求而放弃了对国产传感器的注视。但是疫情之后，西人马（FATRI）的 IDM 厂商崛起、赛微电子等 MEMS 代工企业的投产运行、郑州传感谷的进一步建设，同时，随着 5G 时代之下电子需求旺盛，国内对 MEMS 传感器的研发热度很高，而且大多集中在国内的顶尖研究机构。清华大学、北京大学、中科院、电子 26 所等，还有一些海外归国人员创办了一些 MEMS 传感器企业，中国的 MEMS 产业生态系统也正逐步完善，从研发、设计、代工、封测到应用，产业链已基本形成，上海、苏州、无锡都形成了研发中心，种种迹象表明国产替代正在加速。

#### 5. 国内产业集群格局明显

早在 2017 年，我国传感器产业就已经初步形成了长三角、珠三角、东北、京津冀以及中部五大产业集群。根据数据统计，长三角区域的传感器上市企业占比 38%，珠三角、京津冀、东北以及中部企业占比相当。

在工信部印发的《智能传感器产业三年行动指南（2017 - 2019 年）》要求中表示，“集中力量打造以上海、江苏为重点的长三角产业集聚区”，同时，截止 2020 年 1 月，长三角地区已经聚集了 50% 以上的智能传感器企业，在此大环境下，国内智能传感器的中心无疑将落地长三角，而其他产业集群极有可能将会根据传感器其他细分领域进行深耕。

从 2020 年传感器产业集群发展的角度来看，国内的动作确实不少。2020 年 3 月才挂牌的上海智能传感器产业园，作为全上海市 26 个特色园区之一被重点推介，获得总投资近 160 亿元，31 个重大项目签约。2020 年 11 月，郑州智能传感谷耗时接近一年，耗资 100 亿元成功落地。2020 年 12 月，青岛打造智能传感器产业高地，12 个项目签约落户。2020 年，我们同样看到在苏州、常州等长三角地区也正在积极构建和布局智能传感器园区，包括关键材料、核心芯片等等。总的来看，就像上面的预测结果一样，长三角地区可以说在未来将会成为国内传感器发展最重要的地区之一。

## 6. CMOS 图像传感器竞争将进入最后阶段

由于车载应用、机器视觉、人脸识别和安防监控等物联网应用的迅速发展，以及智能手机多摄像头的普及，2019 年 CMOS 图像传感器进入了市场急剧扩大的阶段，而作为 CMOS 图像传感器的龙头老大，占据 50%以上市场份额的索尼主动承认自家产能不足。

在索尼产能不足的情况下，CMOS 图像传感器的另外两家巨头，三星和豪威科技，能不能在索尼扩建工厂之前，抢占部分市场份额，最终形成三国鼎立的局面。2020 年 CMOS 图像传感器（CIS）的三大巨头势头依旧强劲，在手机、汽车和工业等市场的总市场占有率来看，索尼的市场份额依旧是第一、三星第二、豪威依旧是第三。但是，不可否认的索尼和三星的差距在 2020 年正在进一步缩小。根据市场研究公司 Omdia 的数据，在 2019 年第三季度，三星在全球图像传感器市场拥有 16.7%的市场份额，与索尼的 56.2%相差约 40 个百分点。不过，三星在 2020 年第二季度图像传感器市场的份额达 21.7%，索尼市占为 42.5%，两者之间的差距缩小了近 20%。同时，SK 海力士与索尼的差距也在进一步缩小。有分析师指出，其中很大的原因在于融合 CIS，ISP 和 DRAM 的封装技术引入超高速相机是一个技术变革趋势，对于中长期生产 DRAM 和 CIS 的公司来说是十分有利的。

2021 年，我们相信 CMOS 图像传感器市场规模将会继续延续此前强势增长势头，同时竞争将会呈现出全面开花的局势。

## 7. 光学传感器将成为重要创新推手，技术市场局势明显

从消费、工业再到汽车，无一不包含物联网的元素，也正是得益于物联网、机器人这些下游应用

市场，光学传感器市场也在快速增长。根据 Global Market Insights 在 2019 年底发布的数据来看，到 2026 年，仅在工业 4.0 领域，光学传感器的销售额将达到 360 亿美元，更何况大批量使用传感器的智慧城市、智慧农业等领域。由于光传感器目前主流的三种技术，结构光、主动立体视觉以及 ToF，这三者的成本和技术上各有利弊，在 2020 年物联网稳步发展的同时，这三种技术的市场也逐渐趋于平稳。

2020 年，哪款光学传感器最火？可能有人说是红外传感器，但是也可以说它是被动带火的。如果真要从行业发展和技术应用优势来看，这个光学传感器只能属于 ToF 传感器。

意法半导体推出首款 64 区 ToF 传感器；英飞凌和 PMD 共同研发范围扩大的 3D ToF 深度传感器；光微科技推出国内首颗量产超小尺寸单点 ToF 传感器等等，ToF 传感器市场的竞争更加激烈。苹果已经将 ToF 模块应用于 2020 年初发布的 iPad Pro 以及最新的 iPhone 12 Pro 以及在未来的其他产品。自然，三星在 2020 年也进入了 ToF 研发的大军。

当然在 2020 年之前，索尼、松下、ADI、AMS、LG、夏普等企业早早就布局了。在大厂争相追捧下，ToF 主要应用场景也逐渐明朗，除了手机摄像端，VR / AR、3D 感知测距、生物识别、AI 安防、自动驾驶等领域，所以 ToF 相较于结构光和主动立体视觉技术的发展更加明朗，市场增长想象空间更大。

## 8. 传感器的定制化方案更深、更广

由于功能以及应用场景等因素，传感器本身自带定制化特性。传统的标准型传感器已经无法满足 OEM 的设计需求，同时也无法满足终端用户的偏好，在 2019 年，我们不乏看到一些智能手机厂商与索尼、三星等传感器企业合作定制传感器。在物联网等应用场景逐渐向广度和深度拓展，更多的功能和设计细节将会出现，具有传感器的定制方案以及柔性化生产能力的企业会在未来获得 OEM 厂商的青睐。

从 2020 年小米、三星等手机厂商在 CMOS 图像传感上的发展来看，定制化设计的传感器已经成为主流。包括笔者在 2020 年对物联网传感器企业进行调研的时候发现，尤其是作为巨头供应商的传感器企业，传感器定制化能力十分重要。所以目前一些传感器原厂不仅具有产品出货能力，还具备较强的传感器定制化落地方案。在疫情影响之下，即具备出货能力又拥有自主设计方案能力的传感器企业业绩不降反增。

## 9. 多传感器融合技术风头逐步显现

目前多传感器融合技术主要应用在自动驾驶和机器人领域，即使马斯克在 2019 年怒怼激光雷达又贵又鸡肋，但是还是逃不脱自家超声波传感器、摄像头以及毫米波雷达的组合使用。自动驾驶安全性需要传感器的冗余支持，以及多种传感器协同提升容错率，可以预见，在未来一段时间内，自动驾驶的多传感器融合将成为市场的主流，进一步大胆预测，在可穿戴设备、健康检测、智能家居等领域，多传感器融合技术将会得到进一步应用和发展。

目前应用的最为热门的领域就是自动驾驶，在自动驾驶概念出来之后，毫米波雷达、激光雷达、摄像头已经成为大部分自动驾驶企业的多传感器融合系统必备硬件，从 2020 年来看，一些公司无人车相继上路测试可以看出多传感器融合技术也在成为技术主流。同时，在智能化加速和万物互联的时代下，这一技术未来将进一步广泛应用于复杂工业过程控制、机器人、自动目标识别、智慧交通管制、惯性导航、海洋监视和管理、智慧农业、遥感、医疗诊断、图像处理、模式识别等领域。

## 10. 国际并购、收购案件增多

传感器作为一个老牌行业，一直都位于各大产业发展的最底层。是最基础的行业，其产业资源相当厚实。TE 在 2014 年 17 亿美元收购 MEAS，AMS 在 2019 年 46 亿欧元收购欧司朗、索尼 1.55 亿收购东芝图像传感器部门，这些大宗收购案例都表明了大企业在数字化时代下，稳住自身的高市场份额。

在 2020 年，来自中国传感器产业的大力发展，势必将对全球传感器企业的市场造成一定的冲击，同时，在物联网传感器大量应用的当下，还没有一家企业能够在某个领域成为霸主。为了稳固自身市场份额，压缩竞争对手的发展空间，更多涉足新形态领域，国际并购、收购案件将会持续增加。

## 五、总结

结合 2020 年 11 月 06 日在上海举行的《2020 第四届传感器技术前沿国际会议 (ICFST 2020)》相关信息和数据，笔者认为《2020 年传感器行业十大发展预测》的推文虽然在某种意义上是为了凑整，某些点完全可以合并归类。但对传感器未来预测的整个方向是明确的，也是正确的。有利于看清未来传感器的发展方向和产业格局。

传感器技术的重要性不言而喻。发展趋势也是势不可挡。未来我们将会看到传感器领域的更多好戏、大戏。工业 4.0 及物联网的迅猛发展为传感器产业提供了广阔的舞台，也为传感器企业和行业打开了一条通道，谁能够在这个战场上突围，未来的核心数据和市场优势也势必将掌控于谁手。

#### 【参考文献】

[1] 殷毅, 智能传感器技术发展综述 [J], 微电子学, 2018,48(4)

[2] 陆遥, 传感器技术的研究现状与发展前景 [J], 经济师, 2009-09-05

[3] <https://www.sensorexpert.com.cn/article/18837.html>, 2020 年传感器行业十大预测总结复盘, 传感器专家网

作者简介：杨青锋（1979- ），男，陕西合阳人，高级工程师，现为中国衡器协会技术专家委员会委员；中国力学学会高级会员；《衡器》期刊编委；陕西工业职业技术学院客座教授；长期致力于称重测力传感技术和电子称重系统工程的研究和开发，曾在《中国计量》、《计量技术》、《衡器》、《衡器工业通讯》等期刊发表论文数篇。

作者通讯地址：浙江省宁波市江北区洪塘工业 A 区洪发路 8 号E\_mail: nbuyqf@163.com