

传感器技术及其应用发展态势分析

传感器融合了材料科学、纳米技术、微电子等领域的前沿技术，是新一代信息技术、高端制造装备、新能源汽车等战略新兴产业的先导和基础，也是智能交通、智能楼宇、智慧医疗、智慧基础设施等物联网应用的关键技术，具有技术含量高、经济效益好、辐射和带动力强等特点。当前，全球传感器技术加速突破，呈现以下特点与态势。

一、“五化”成为传感器技术发展的重要趋势

近年来，传感器技术新原理、新材料和新技术的研究更加深入、广泛，新品种、新结构、新应用不断涌现。其中，“五化”成为其发展的重要趋势。

一是智能化，两种发展轨迹齐头并进。主要有两个发展方向：一个方向是多种传感功能与数据处理、存储、双向通信等的集成，可全部或部分实现信号探测、变换处理、逻辑判断、功能计算、双向通讯，以及内部自检、自校、自补偿、自诊断等功能，具有低成本、高精度的信息采集、可数据存储和通信、编程自动化和功能多样化等特点。如美国凌力尔特(Linear Technology)公司的智能传感器安装了 ARM架构的 32 位处理器。另一个方向是软传感技术，即智能传感器与人工智能相结合，目前已出现各种基于模糊推理、人工神经网络、专家系统等人工智能技术的高度智能传感器，并已经在智能家居等方面得到利用。如 NEC 开发出了对大量的传感器监控实施简化的新方法“不变量分析技术”，并已于今年面向基础设施系统投入使用。

二是可移动化，无线传感网技术应用加快。无线传感网技术的关键是克服节点资源限制（能源供应、计算及通信能力、存储空间等），并满足传感器网络扩展性、容错性等要求。该技术被美国麻省理工学院(MIT)的《技术评论》杂志评为对人类未来生活产生深远影响的十大新兴技术之首。目前研发重点主要在路由协议的设计、定位技术、时间同步技术、数据融合技术、嵌入式操作系统技术、网络安全技术、能量采集技术等方面。迄今，一些发达国家及城市在智能家居、精准农业、林业监测、军事、智能建筑、智能交通等领域对技术进行了应用。如，从 MIT 独立出来的 Voltree Power LLC 公司受美国农业部的委托，在加利福尼亚州的山林等处设置温度传感器，构建了传

感器网络，旨在检测森林火情，减少火灾损失。

三是微型化，MEMS 传感器研发异军突起。随着集成微电子机械加工技术的日趋成熟，MEMS 传感器将半导体加工工艺（如氧化、光刻、扩散、沉积和蚀刻等）引入传感器的生产制造，实现了规模化生产，并为传感器微型化发展提供了重要的技术支持。近年来，日本、美国、欧盟等在半导体器件、微系统及微观结构、速度测量、微系统加工方法/设备、麦克风/扬声器、水平/测距/陀螺仪、光刻制版工艺和材料性质的测定/分析等技术领域取得了重要进展。目前，MEMS 传感器技术研发主要在以下几个方向：（1）微型化的同时降低功耗；（2）提高精度；（3）实现 MEMS 传感器的集成化及智慧化；（4）开发与光学、生物学等技术领域交叉融合的新型传感器，如 MOMES 传感器（与微光学结合）、生物化学传感器（与生物技术、电化学结合）以及纳米传感器（与纳米技术结合）。

四是集成化，多功能一体化传感器受到广泛关注。传感器集成化包括两类：一种是同类型多个传感器的集成，即同一功能的多个传感元件用集成工艺在同一平面上排列，组成线性传感器（如 CCD 图像传感器）。另一种是多功能一体化，如几种不同的敏感元器件制作在同一硅片上，制成集成化多功能传感器，集成度高、体积小，容易实现补偿和校正，是当前传感器集成化发展的主要方向。如意法半导体提出把组合了多个传感器的模块作为传感器中枢来提高产品功能；东芝公司已开发出晶圆级别的组合传感器，并于今年 3 月发布能够同时检测脉搏、心电、体温及身体活动等 4 种生命体征信息，并将数据无线发送至智能手机或平板电脑等的传感器模块“Silmeec”。

五是多样化，新材料技术的突破加快了多种新型传感器的涌现。新型敏感材料是传感器的技术基础，材料技术研发是提升性能、降低成本和技术升级的重要手段。除了传统的半导体材料、光导纤维等，有机敏感材料、陶瓷材料、超导、纳米和生物材料等成为研发热点，生物传感器、光纤传感器、气敏传感器、数字传感器等新型传感器加快涌现。如光纤传感器是利用光纤本身的敏感功能或利用光纤传输光波的传感

器,有灵敏度高、抗电磁干扰能力强、耐腐蚀、绝缘性好、体积小、耗电少等特点,目前已应用的光纤传感器可测量的物理量达70多种,发展前景广阔;气敏传感器能将被测气体浓度转换为与其成一定关系的电量输出,具有稳定性好、重复性好、动态特性好、响应迅速、使用维护方便等特点,应用领域非常广泛。另据 BCC Research 公司指出,生物传感器和化学传感器有望成为增长最快的传感器细分领域,预计2014至2019年的年均复合增长率可达9.7%。

二、未来值得关注的四大领域

随着材料科学、纳米技术、微电子等领域前沿技术的突破以及经济社会发展的需求,以下领域可能成为传感器技术未来发展的重点。

一是可穿戴式应用。据美国 ABI 调查公司预测,2017 年可穿戴式传感器的数量将会达到1.6 亿。以谷歌眼镜为代表的可穿戴设备是最受关注的硬件创新。谷歌眼镜内置多达10余种的传感器,包括陀螺仪传感器、加速度传感器、磁力传感器、线性加速传感器等,实现了一些传统终端无法实现的功能,如使用者仅需眨一眨眼睛就可完成拍照。当前,可穿戴设备的应用领域正从外置的手表、眼镜、鞋子等向更广阔的领域扩展,如电子肌肤等。日前,东京大学已开发出一种可以贴在肌肤上的柔性可穿戴式传感器。该传感器为薄膜状,单位面积重量只有 $3\text{g}/\text{m}^2$,是普通纸张的1/27左右,厚度也只有2微米。

二是无人驾驶。美国 IHS 公司指出,推进无人驾驶发展的传感器技术应用正在加快突破。在该领域,谷歌公司的无人驾驶车辆项目开发取得了重要成果,通过车内安装的照相机、雷达传感器和激光测距仪,以每秒20次的间隔,生成汽车周边区域的实时路况信息,并利用人工智能软件进行分析,预测相关路况未来动向,同时结合谷歌地图来进行道路导航。谷歌无人驾驶汽车已经在内华达、佛罗里达和加利福尼亚州获得上路行驶权。奥迪、奔驰、宝马和福特等全球汽车巨头均已展开无人驾驶技术研发,有的车型已接近量产。

三是医护和健康监测。国内外众多医疗研究机构,包括国际著名的医疗行业巨头在传感器技术应用于医疗领域方面已取得重要进展。如罗姆公司目前正在开发一种使用近红外光(NIR)的图像传感器,其原理是照射近红外光LED后,使用专用摄像元件拍摄反射光,通过改变近红外光的波长获取图像,然后通过图像处理使血管等更加鲜明地呈现出来。一些研究机构在能够嵌入或吞入体内的材料制造传感器方面已取得

进展。如美国佐治亚理工学院正在开发具备压力传感器和无线通信电路等的体内嵌入式传感器,该器件由导电金属和绝缘薄膜构成,能够根据构成的共振电路的频率变化检测出压力的变化,发挥完作用之后就会溶解于液体中。

四是工业控制。2012 年,GE 公司在《工业互联网:突破智慧与机器的界限》报告中提出,通过智能传感器将人机连接,并结合软件和大数据分析,可以突破物理和材料科学的限制,并将改变世界的运行方式。报告同时指出,美国通过部署工业互联网,各行业可实现1%的效率提升,15 年内能源行业将节省1%的燃料(约 660亿美元)。2013年1月,GE 在纽约一家电池生产企业共安装了 1 万多个传感器,用于监测生产时的温度、能源消耗和气压等数据,而工厂的管理人员可以通过 iPad 获取这些数据,从而对生产进行监督。此外,荷兰壳牌、富士电机等跨国公司也都在该领域采取了行动。

三、传感器产业化发展的重要趋势

近年来,随着技术研发的持续深入,成本的下降,性能和可靠性的提升,在物联网、移动互联网和高端装备制造快速发展的推动下,传感器的典型应用市场发展迅速。据BCC Research公司分析指出,2014年全球传感器市场规模预计达到 795 亿美元,2019年则有望达到1161亿美元,复合年增长率可达7.9%。

一是亚太地区成为最有潜力的市场。目前,美国、日本、欧洲各国的传感器技术先进、上下游产业配套成熟,是中高端传感器产品的主要生产者和最大的应用市场。同时,亚太地区成为最有潜力的未来市场。英泰诺咨询公司指出,未来几年亚太地区市场份额将持续增长,预计 2016 年将提高至38.1%,北美和西欧市场份额将略有下降。

二是交通、信息通信成为市场增长最快的领域。据英泰诺咨询公司预测,2016年全球汽车传感器规模可达 419.7亿欧元,占全球市场22.8%;信息通信行业至 2016 年也可达 421.6 亿欧元,占全球市场 22.9%,且有可能成为最大的单一应用市场。而医疗、环境监测、油气管道、智能电网等领域的创新应用将成为新热点,有望在未来创造更多的市场需求。

三是企业并购日趋活跃。美国、德国和日本等国的传感器大型企业技术研发基础雄厚,各企业均形成了各自的技术优势,整体市场的竞争格局已初步确立(附表)。需要指出的是,大公司通过兼并重组,掌控技术标准 and 专利,在“高、精、尖”传感器和新型传感器市场上逐步形成垄断地位。在大企业的竞争压力下,中小企业则向“小(中)而精、小而专”的方

行 业 动 态

向发展，开发专有技术，产品定位特定细分市场。据统计，2010年7月至2011年9月，传感器行业中大规模并购交易多达 20 多次。如美国私募股权公司 Veritas Capital III 以5亿美元现金收购珀金埃尔默公司的照明

和检测解决方案（IDS）业务；英国思百吉公司以4.75亿美元收购美国欧米茄工程公司的温度、测量设备制造业务。目前，越来越多的并购交易在新兴市场国家出现。（本文转自《科技发展研究》第32期）

附表：全球主要传感器企业及产品分布

企业名称	所属国家	主要领域	主要产品
意法半导体	瑞士	汽车电子、工业控制、医疗电子、消费电子、通信、计算机	压力、加速度传感器、MEMS 射频器件、陀螺仪
飞思卡尔	美国	汽车电子、消费电子等	压力、加速度传感器
博世	德国	汽车电子、消费电子等	压力、加速度传感器、气体传感器、陀螺仪等
美国PCB 公司	美国	航空、航天、船舶、兵器、核工业、石化、水力、电力、轻工、交通和车辆等	加速度、压力、力、扭矩、冲击、振动、声学、模态及水声测量的传感器和配套的仪器设备
ENDEVCO	美国	航空、航天、船舶、汽车、防卫、石化、计量研究及其他多种领域	PE、IEPE、PR、VC 等类型的加速度计和高频响应压力传感器；独立信号调理放大器，电荷转换器，振动信号测量仪等；各种类型的传感器专用低噪声屏蔽线缆；传感器校准系统
ABB	瑞士	电流、电压测量，电力、动力机车、工业机器人	容性、电流、感性、光电、超声波、电压传感器
Vishay	美国	工业称重	应变片、称重传感器
HBM	德国	工业生产监控	力、扭矩、位移、应变式称重传感器
MEAS	美国	航天航空、国防军工、机械设备、工业自动化控制、汽车电子、医疗、家用电器、暖通空调、石油化工、空压机、气象检测、仪器仪表	压力、位移、交位移、磁敏、霍尔、加速度、振动、湿度、温度、液体特性、红外、光电、压电薄膜传感器
美国邦纳工程国际有限公司	美国	工业自动化	光电传感器、视觉传感器、旋转编码器
美国艾默生电气公司	美国	工业自动化、过程控制、供暖、通风及空调、电子及电信、家电及工具	振动传感器、PH 传感器
飞利浦	荷兰	工业、汽车	称重、温度传感器

行 业 动 态

企业名称	所属国家	主要领域	主要产品
罗克韦尔自动化有限公司	美国	采矿、水泥、起重机及船舶应用、地铁、半导体、水及污水处理、轮胎、石油及石化、冶金、汽车、食品与饮料、电力及能源	压力传感器、温度传感器、容性接近传感器、感性接近传感器、光电传感器、超声传感器
通用电气公司	美国	飞机发动机、发电设备、水处理和安全技术、到医疗成像、商务和消费者金融、媒体和工业产品	车载传感器、压力传感器、温度传感器、光学传感器（元件）
日本横河电机株式会社	日本	工业自动化控制、测量和信息系统	EJA 型谐振式压力传感器、PH 传感器、流量传感器
欧姆龙公司	日本	工业自动化控制系统、电子元器件、汽车电子、社会系统以及健康医疗设备	温/湿传感器、开关量传感器
富士电机集团	日本	驱动控制器/不间断电源、自动化及仪器仪表、低压/中高压电器	压力传感器、电容传感器和变送器
基恩士集团	日本	工业自动化	光纤传感器、光电传感器、数字激光传感器、接触式传感器、RGB颜色传感器、近接传感器、压力传感器
西门子股份公司	德国	工业、能源和医疗业务领域	温度/压力传感器、工业自动化产品中 所用传感器
英飞凌科技股份有限公司	德国	半导体和系统	压力传感器、磁力传感器、胎压传感器
柏西铁龙公司	德国	钢铁行业或者高温制造行业	高温传感器、热式流量传感器、红外测温传感器、光栅
德国德森克公司	德国	工业自动化	聚焦/对射/反射传感器、可编程色标传感器、电容式标签传感器、电感式环行传感器、环式/角式/叉式/框架式光栅传感器、接近开关
堡盟集团	瑞士	工厂及过程自动化	光电传感器、电感式传感器、电容式传感器、超声波传感器、作用力/应变/压力传感器、磁性传感器
凯乐测量技术有限公司	瑞士	航空、舰船、火车、汽车测压系统、工程机械、石油、石化、电站、环保、冶金、空调等领域	扩散硅压力传感器、变送器、陶瓷电容式压力传感器、变送器、扩散硅和陶瓷电容式液位传感器、变送器、数字式压力表、压力校验仪
Datalogic S.p.A.	意大利	工业领域内自动识别系统	色标传感器、微型传感器、管状传感器、反射及荧光传感器、颜色传感器、迷你型传感器、光纤颜色传感器
Wise Control Inc.	韩国	压力、温度和天然气测量领域	电容式压力传感器