

传感器产业现状及称重、测力传感器的发展

宁波控泰电气有限公司 杨青锋

【摘要】随着现代科学技术的发展，传感技术作为一种与现代科学密切相关的新兴学科也得到迅速的发展，并且在工业自动化测量和检测技术、航天技术、军事工程、医疗诊断等领域被越来越广泛地利用，同时对各学科发展还有促进作用。本文主要通过产业信息的汇总及分析阐述了传感器的产业现状；传感器产业发展中存在的问题和风险；我国传感器的产业发展之路以及称重、测力传感器产业的发展情况。

【关键词】传感器；称重传感器；测力传感器；物联网；产业现状

一、前言

传感器是能够感受规定的被测量并按一定规律转换成可用输出信号的器件或装置的总称。通常被测量是非电物理量，输出信号一般为电量。当今世界正面临一场新的技术革命，这场革命的主要基础是信息技术，而传感器技术被认为是信息技术三大支柱之一。一些发达国家都把传感器技术列为与通信技术和计算机技术同等位置。

随着现代科学技术的发展，传感技术作为一种与现代科学密切相关的新兴学科也得到迅速的发展，并且在工业自动化测量和检测技术、航天技术、军事工程、医疗诊断等领域被越来越广泛地运用，同时对各学科发展还有促进作用。随着 MEMS（Micro-Electro-Mechanical System，微电子机械系统）、激光技术、高科技材料等的技术进步，传感器的研发呈现多样化的趋势，有的利用生物材料模拟人类皮肤，创新传感器的触觉；有的利用 MEMS 技术研发微型智能化传感器，从而有利于复杂系统的集成；有的利用高精度的激光技术创造激光雷达，从而利于系统实时感知周边障碍物与环境等等。感知是物联网的先行技术，没有感知，就无法得到人或物的特征数据，也就没有了物联网的信息基础。因此，只有感知层的技术达到了要求，整个物联网才能正常运行。而在物联网的感知技术中，传感器技术最为关键，它是构建“物联”概念的硬件“细胞”。传感器作为物联网采集信息的终端工具，就如同是物联网的“触手”，将迎来巨大的发展空间。

称重、测力传感器为传感器家族中的重要组成部分，在物联网技术中也有着不可或缺的作用。已广泛应用于智能衡器、力值监测、过载保护、人身防护、安全示警、远程监控等与物联网技术息息相关的重要场合。

二、传感器产业现状

2016 年 9 月 23 日《2016(第七届)中国物联网大会》在天津召开。2016 年 9 月 22 日《第三届全球传感器高峰论坛暨中国物联网应用峰会》在安徽合肥召开。2016 年 10 月 20 日《第四届国际(乐清)物联网传感器技术与应用高峰论坛》在浙江乐清举行。2016 年 10 月 30 日《2016 世界物联网博览会》分论坛之一《传感器技术与产业发展国际高峰论坛》在江苏无锡举行。2016 年 12 月 2 日《2016 全球传感器与智能化发展高峰论坛》在北京召开。从几个重要的行业会议及论坛中，结合 ForresterResearch（弗雷斯特）、前瞻产业研究院、中国产业调研网等市场调研机构的分析及预测。梳理目前传感器的产业现状。

前瞻产业研究院分析：全球传感器市场一直保持快速增长，2009 年和 2010 年增长速度达 20% 以上；2011

年受全球经济下滑的影响，传感器市场增速比 2010 年下滑 5%，市场规模为 828 亿美元。随着全球市场的逐步复苏，2012 年全球传感器市场规模已达到 952 亿美元，2013 年约为 1055 亿美元。随着经济环境的持续好转，市场对传感器的需求将不断增多，2015 年市场规模突破 1500 亿美元。



1、产业政策方面

近年来，国内传感器市场持续快速增长，年均增长速度超过 20%。2015 年以来，在智能化电子产品不断涌现，物联网智能终端与整机产品制造市场稳定发展的带动下，传感器产品国产化需求不断增大，为国内企业带来巨大的发展商机，自主 MEMS 传感器产品的研发及产业化成为产业发展的主要方向。受物联网快速发展的带动，传感器市场规模也呈现快速发展的态势。中投顾问产业研究中心预测，未来 5 年中国传感器市场的年复合增长率将达到 30% 左右。

2013 年为进一步增强传感器及智能化仪器仪表产业的创新能力和国际竞争力，推动传感器及智能化仪器仪表产业创新、持续、协调发展，工业和信息化部、科技部、财政部、国家标准化管理委员会组织制定了《加快推进传感器及智能化仪器仪表产业发展行动计划》。后来，工业和信息化部、国家发展改革委等 14 个部门联合发布 10 个物联网发展专项行动计划，其中物联网政府扶持专项行动计划、物联网技术研发专项行动计划及物联网标准研制专项行动计划都对传感器的发展提出了明确的目标和要求。

在北京举行的全球传感器与智能化发展高峰论坛上，工信部电子元器件行业发展研究中心总工程师郭源生表示，在未来 5 年，传感器总产量将超万亿只，我国传感器产业将逐渐向并购、整合与聚集方向发展。

据前瞻产业研究院《中国高端传感器行业报告》分析，目前全球传感器产业市场规模接近 2000 亿美元，未来物联网、智慧城市带来的无限可能，将给传感器行业带来巨大创新空间，传感器相关产业已成投资重点。郭源生表示，市场、技术和政策三大因素带动传感器发展步入快车道。汽车、高铁、消费电子等为传感器开拓了广阔的应用市场。技术迭代拉动产业迅速发展。

在“第四届国际(乐清)物联网传感器技术与应用高峰论坛”上，工信部电子信息司处长王威伟表示，传感器已上升至国家战略，有望单独进入国家创新中心，多项政策规划齐头并进，值得期待。传感器作为智能装备感知外部环境信息的自主输入装置，对智能装备的应用起着技术牵引和场景升级的作用，并将在产业化浪潮中优先受益。由工信部调研制定的传感器(制造)提升工程行动计划，将对传感器全产业链进行扶持。

2、传感器企业规模

中国科学院微电子研究所所长、中国科学院物联网研究发展中心主任叶甜春指出，我国传感器市场的增长率超过15%，具有很大的增长潜力。如今，世界上有40多个国家的5000多个企业研制生产传感器，产品20000多种，国内传感器共分10大类、42小类、6000多个品种，而美国约1.7万种传感器。传感器技术可以说无处不用，其应用比例如下：

行业类别	比例	行业类别	比例
工业测量与控制	18.1%	家用电器	13.7%
科学仪器	11.7%	医疗保健	11.0%
环境保护	10.0%	信息处理	8.0%
汽车	7.3%	能源	5.3%
宇宙开发	2.7%	其它(如交通运输、海洋开发等)	12.2%

在工业测量与控制领域，各种传感器所占比例如下：

传感器类别	比例	传感器类别	比例
压力	39%	温度	25%
测力与称重	14%	位移	13%
其它	9%		

我国传感器的生产企业主要集中在长三角地区，并逐渐形成以北京、上海、南京、深圳、沈阳和西安等中心城市为主的区域空间布局。我国主要传感器企业有接近一半的比例分布在长三角地区，其他依次为珠三角、京津地区、中部地区及东北地区等。

长三角区域：以上海、无锡、南京为中心，逐渐形成包括热敏、磁敏、图像、称重、光电、温度、气敏等较为完备的传感器生产体系及产业配套。由中科院和高等院校为核心，从事新型传感器的研发和生产。如中科院上海微系统所，在无线传感网络关键技术攻关及应用研究基础上，提出了无线传感网络三层体系结构。上海、南京等地的压力传感器，无锡美新半导体公司生产的MEMS加速度传感器等都有优良性能指标和市场前景。

珠三角区域：以深圳中心城市为主，由附近中小城市的外资企业组成以热敏、磁敏、超声波、称重为主的

传感器产业体系。深圳清华研究院利用石英谐振原理的称重传感器，已产业化规模生产，产品主要出口国外。另外该院生产的红外非接触式测温仪器曾在非典时期发挥过重要作用。

东北地区：以沈阳、长春、哈尔滨为主，主要生产 MEMS 力敏传感器、气敏传感器、湿敏传感器。如沈阳仪表院传感器国家工程研究中心生产的 MEMS 硅压阻、硅电容传感器、SOI (Silicon-On-Insulator, 绝缘衬底上的硅) 高温传感器等，中国电子科技集团第四十九所生产的气体传感器等。

京津区域：主要以高校为主，从事新型传感器的研发，在某些领域填补国内空白。北京已建立微米 / 纳米国家重点实验室。清华、北大、北航等高校均有相关的传感专业和实验室进行新器件的探讨，北京中科院电子学研究所在传感器芯片系统研究有很大进步。704 所在航天传感器方面做出重要贡献。京津地区的传感器企业的产品结构主要集中在高技术、绿色环保传感器及元器件，代表企业有莱姆电子及图尔克科技，此外，比业电子在微波传感器领域填补了国内该产业空白。

中部地区：以郑州、武汉、太原为主，产学研紧密结合的模式，在 PTC/NTC (Positive Temperature CoeffiCient & Negative Temperature CoeffiCient) 热敏电阻、感应式数字液位传感器和气体传感器等产业方面发展态势良好。如郑州炜盛电子科技有限公司生产的气体传感器已实现产业化批量生产，在仪器仪表、工业领域、煤矿安全、石化、冶金、汽车电子等方面有广泛应用。其它还有华工科技产业股份有限公司高理电子分公司、太原理工天成科技股份有限公司、河南汉威电子股份有限公司等。

此外，传感器产业伴随着物联网的兴起，在其他区域如陕西、四川和山东等地发展很快。西安优势微电子公司生产的唐芯一号，是国内首颗物联网核心芯片。电量隔离传感器、智能电量变送器、车用氧传感器、火灾探测器、声光报警、水流指示器等产品领域方面发展迅速，代表企业有绵阳市维博电子有限责任公司、康达(成都)电子有限公司和西安盛赛尔电子有限公司等。

3、产业链分析

从产业链环节来看，传感器产业的上游产业链中包括新材料、新工艺、新的制造设备等。传感器材料分半导体材料、陶瓷材料、金属材料和有机材料四大类。下游应用与工业、汽车电子产品、通信电子产品、消费电子产品、专用设备等相关联。由此可知，传感器产业上下游所涉及的领域范围非常广泛。近年来，国内传感器应用主要分布在机械设备制造、家用电器、科学仪器仪表、医疗卫生、通信电子以及汽车等领域。

三、我国传感器产业中存在的问题及风险

1、我国传感器产业中存在的问题

一是核心技术和基础能力缺乏，创新能力弱。传感器在高精度、高敏感度分析、成分分析和特殊应用的高端方面差距巨大，中高档传感器产品几乎 100% 从国外进口，90% 芯片依赖国外，国内缺乏对新原理、新器件和新材料传感器的研发和产业化能力。二是共性关键技术尚未真正突破。设计技术、封装技术、装备技术等方面都存在较大差距。国内尚无一套有自主知识产权的传感器设计软件，国产传感器可靠性比国外同类产品低，传感器封装尚未形成系列、标准和统一接口。传感器工艺装备研发与生产大部分被国外垄断。三是产业结构不合理，品种、规格、系列不全，技术指标不高。国内传感器产品往往形不成系列，产品在测量精度、温度特性、响应时间、稳定性、可靠性等指标与国外也有相当大的差距。四是企业能力弱，从目前市场份额和市场竞争力

指数来看，外资企业仍占据较大的优势。我国传感器企业 95% 以上属小型企业，规模小、研发能力弱、规模效益差。针对这些问题，我国应该如何分步去解决？如何提高综合竞争力，并逐步参与到国际竞争中去？

2、我国传感器产业发展风险

一是技术风险：日本和欧洲在传感器件技术上拥有绝对优势，国内高端传感器市场基本依赖进口，国内传感器核心技术太少。二是市场风险：物联网未来的关键在于 RFID（Radio Frequency Identification，无线射频识别）、传感器、嵌入式软件及传输数据计算等领域，但国内企业很少有完全在某个领域处于垄断地位。三是竞争风险：大企业不愿意做，小企业做不了，由于每个领域都需要量身定做的传感器，虽然有市场需求，但市场规模并不大，导致传感器厂家的技术投入成本太高；相反，传感器产品技术是建立在新型敏感材料、纳米技术、生物技术、仿生技术、新型储能技术和极低能耗技术上，小企业却根本不具备这种技术能力。四是研发风险：传感器技术的研究需要比较长时间的投入，一款传感器的研发，大概要 2 ~ 8 年才能成熟，一般中国企业都承受不了这么长的周期。国内企业特别是中小型企业更难以承受失败，所以传感器的研究失败的风险很高。

四、我国传感器产业的发展之路

我国传感器制造业处于初级阶段，高端传感器及芯片基本依赖进口。对此，工信部电子元器件行业发展研究中心总工程师郭源生表示，问题主要集中在三个方面：一是技术分散、规模偏小、认知不足等影响和制约产业发展；二是缺乏统筹规划和顶层设计，缺少合理的资源配置和政策扶持；三是市场壁垒过多，公共服务配套与标准体系不完备。解决目前面临的问题主要从以下几点入手。

1、优化传感器市场发展环境

积极构建物联网及传感器发展生态环境，依托互联网的平台服务以及移动互联网，积极融合产业链各个环节，引导消费者参与，拉近产品与市场的距离。

2、政府加大相关保障设施建设

以智慧城市建设推动公共基础设施和服务系统应用落地，有效地聚集资金、人力以及社会各类资源发挥产业带动效应；以重点领域为突破口，瞄准市场需求广、领域带动效果明显的惯性传感器、环境传感器等产品进行重点投入，鼓励企业并购重组，加快进军高端传感器市场；加快建立并落实信息安全保障体制，加强信息保护技术研发，建立安全风险等级评估体系。

3、进一步完善传感器商业模式

推广成熟应用模式，建立商业模式创新体系，营造商业模式交流环境，拓展物联网增值服务，培育新兴商业模式。

4、提高传感器技术水平

一是发展高性能、低成本、低功耗传感器技术。传感器将向着高性能、低成本、低功耗技术方向发展。关键技术包括新材料新功能传感器、单芯片集成传感器和微处理系统的 MEMS 芯片、支持微处理器信息处理和存储的智能化传感器、适应各类特殊环境的高精度传感器等技术。二是不断优化各环节的关键传感网技术。传感网技术关键是要突破传感器节点 SoC（System on Chip，系统级芯片）技术、组网通信和协同处理技术、低功耗低成本嵌入式微处理器和微操作系统技术、传感网网关技术、传感器网络中间件技术、传感网与移动通

信网融合技术等，开发能适应极端环境的传感器节点设备等。

5、开发和研究新型传感器

MEMS 传感器是采用微电子和微机械加工技术制造出来的新型传感器。与传统的传感器相比，它具有体积小、重量轻、成本低、功耗低、可靠性高、适于批量化生产、易于集成和实现智能化的特点。同时，在微米量级的特征尺寸，使得它可以完成某些传统机械传感器所不能实现的功能。

《2016 全球传感器与智能化发展高峰论坛》中也明确阐述了传感器在我国仍面临的挑战，主要有：高端领域核心技术未掌握，高端人才不足，生产、封装及测试的自动化、规模化能力低，缺少龙头企业，对新技术、新产品、新应用的敏感度低。对此，有与会专家表示，传感器行业入门容易，但形成大批量产品难，真正具有开发实例的传感器厂家都离不开产品设计、核心芯片，以及信号处理软件算法、封装测试技术与工艺的人才。目前我国在经济速度放缓的同时，企业应采取什么措施？专家们认为将硬件设备，如传感器等元器件重点发展，基础产业搞得更好一些。具体到如何提高我国传感器竞争力这一问题，还是应该以系统为主，要将传感器的信号处理、传输一起来做，系统要做牵引，从跟踪仿制、打牢基础到后来需求方提出系统需求牵引产业发展。工信部下一步将在这些资源优势地区创建国际传感器产业园—中国“传感谷”，形成产业链完备、结构合理、具有国际影响力和年产值规模的产业聚集区。目前，产业整合并购也在进行中：耐威科技近期收购了全球领先的 MEMS 芯片制造商赛莱克斯，并将在北京亦庄建设一条 8 英寸 MEMS 生产线；图像传感器公司豪威被北京君正并购。未来，越来越多上市企业将会通过产业并购切入传感器领域。

五、称重、测力传感器的产业发展

自从 1856 年英国贵族 Kelvin（开尔文）在铺设大西洋海底电缆时，发现并得出结论：金属丝在机械应变作用下产生电阻变化，其应变与电阻变化存在函数关系，可用电桥来测量电阻变化。这也是后来开展电阻应变测量方法的基本原理。1938 年美国加利福尼亚理工学院教授 E.Simmons（西蒙斯）和麻省理工学院教授 A.Ruge（鲁奇）分别同时研制出纸基丝绕式电阻应变计，以他们名字的字头和各有二位助手命名为 SR-4 型，由美国 BLH 公司专利生产。为研制应变式负荷传感器奠定了理论和物质基础。1940 年美国 BLH 公司和 Revere 公司总工程师 A. Thurston（瑟斯顿）利用 SR-4 型电阻应变计研制出圆柱结构的应变式负荷传感器，用于工程测力和称重计量，成为应变式负荷传感器的创始者。1942 年在美国电阻应变式负荷传感器已经大量生产，至今已有 70 多年的历史。90 年代，由于称重、测力传感器的设计与计算等基本技术趋于成熟，称重、测力传感器的发展侧重于工艺研究和应用研究，在产品标准化、系列化、工程化设计和规模化生产工艺等方面都有很大进步。称重、测力传感器是整个传感器大家族中历史最长、应用较广、技术相对成熟的一个分支。我国称重测力传感器应该说始于航天航空业的测力，其历史可以追溯到上世纪六十年代。我国衡器工业及力值检测技术的快速发展，推动了我国称重、测力传感器产业的发展进程。应用领域的不断拓展，应用数量的不断增加，已经使称重测力传感器制造形成了一个强大的产业群体。这将对我国的衡器工业，乃至工业自控行业产生深远而积极的影响。

称重、测力传感器与整个传感器的产业现状同出一辙，中国衡器协会每年发布的《中国衡器年鉴》中可以看出称重传感器近年来持续增长的产量和产值。目前我国进行称重、测力传感器的研制生产企业在 200 家左右，主要分布于浙江、江苏、广东、福建、安徽等地。近年来，行业资源不断整合，产业升级、延伸及企业并购重

组，在研制生产企业中譬如宁波柯力传感科技股份有限公司在整合沈阳龙腾、余姚太平洋、余姚银环三家企业后进一步拓宽产品领域以传感技术为核心进军物联网产业；浙江南洋传感器制造有限公司与中国航天空气动力技术研究院强强联合；中航电测仪器股份有限公司与上海耀华称重系统有限公司进行优势互补整合。国外知名工业企业美蓓亚集团也于 2014 年 12 月收购赛多利斯工业部门及赛多利斯茵泰科商标使用权，2015 年初，赛多利斯工业技术加入美蓓亚集团。

称重、测力传感器在物联网技术、工业自动化技术的发展中的应用领域不断延伸，在市场推广及销售方面各制造企业不只是单单面对的是衡器、试验机等常规应用场合。已深入到工业现场测试、安全过载保护、建筑、水利、地质勘测等领域。同时由称重、测力传感器所衍生出的扭矩传感器、多维力传感器也是制造企业寻求发展的新方向。在不断积极融合各环节各领域的同时也在建立商业模式创新体系。积极推进产品创新和技术创新。

六、结论

传感器作为整个物联网的末端，潜在需求量最大。传感器行业的发展已经进入了一个新的时代，网络传感器、生物传感器、纳米传感器等更尖端的传感器已进入国内市场，进入我们的生活。称重、测力传感器作为传感器的一个分支，随着市场的发展及产业的成熟也将势必迎来了新的起点和挑战。

当前技术水平下的传感器系统朝着微小型化、智能化、多功能化和网络化的方向发展。随着 CAD 技术、MEMS 技术、信息理论及数据分析算法的继续向前发展，未来的传感器系统必将变得更加微型化、综合化、多功能化、智能化和系统化。中国工程院院士、清华大学副校长尤政指出，从中国科研院所角度来讲，传感器产业政策制定共有三个面向，面向世界科技前沿、面向国家重大需求、面向国民经济主战场。主思路就是要和地方经济密切结合起来，根据区域经济发展规划，推动海内外的研究机构、创新型企业到适合的地区来发展。

【参考文献】

- [1] 杨青锋. 我国称重传感器制造企业的分析和探讨 [A]. 称重科技—第十五届称重技术研讨会论文集 [C], 2011
- [2] 刘九卿. 称重传感器专业培训 PPT 讲义. 中国衡器协会. 2010 年 08 月 (济南).
- [3] 2016(第七届)中国物联网大会. 2016 年 9 月 23 日 (天津)
- [4] 第四届国际 (乐清) 物联网传感器技术与应用高峰论坛. 2016 年 10 月 20 日 (乐清)
- [5] 第三届全球传感器高峰论坛暨中国物联网应用峰会. 2016 年 9 月 22 日 (安徽)
- [6] 传感器技术与产业发展国际高峰论坛. 2016 年 10 月 30 日 (无锡)
- [7] 2016 全球传感器与智能化发展高峰论坛. 2016 年 12 月 2 日 (北京)

作者简介：杨青锋（1979-），男，陕西渭南人，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；中国衡器协会职业教育工作委员会委员；《衡器》期刊编委；陕西工业职业技术学院客座教授；全国衡器标准化技术委员会观察员；《工业计量》通讯员；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30余篇。

E-mail: nbuyqf@163.com