



国内外传感器技术市场和发展状况

于凌宇 □

文章编号：1006-883X (2000) 07-0001-05

摘要：本文介绍传感器产业的现状及技术发展热点，分析了传感器技术国内外差距及成因。

关键词：传感器、产业现状与展望

一、引言

传感器技术是一项当今世界令人瞩目的迅猛发展起来的高新技术之一，也是当代科学技术发展的一个重要标志。可以说传感器是新技术革命和信息社会的重要技术基础，是现代科技的开路先锋，它与通信技术、计算机技术构成信息产业的三大支柱之一。传感器技术是测量技术、半导体技术、计算机技术、信息处理技术、微电子学、光学、声学、精密机械、仿生学、材料科学等众多学科相互交叉的综合性高新技术密集型前沿技术之一，广泛应用于航天、航空、国防科研、信息产业、机械、电力、能源、交通、冶金、石油、建筑、邮电、生物、医学、环保、材料、灾害预测预防、农林、渔业生产、食品、烟酒制造、机器人、家电等诸多领域，可以说几乎渗透到人类活动的各个领域。

二、世界各国传感器产业现状

如果说计算机是人类大脑的扩展，那么传感器就是人类五官的延伸。当集成电路、计算机技术飞

速发展时，人们才逐步认识信息摄取装置——传感器没有跟上信息技术的发展，于是传感器受到普遍重视，从八十年代起，逐步在世界范围内掀起了一股“传感器热”，世界各国普遍重视并加大投入，美、日、英、法、德和独联体等国都把传感器技术列为国家重点开发关键技术之一，使传感器技术发展十分迅速。

近十几年来，传感器产量及市场需求迅速增长，年增长率均在 10% 以上。1999 年全球传感器产量可达 870 亿只，市场总额约为 630 亿美元，专家预测 2000 年产量可达 960 亿只，市场总额可在 700 亿美元，同比增长 11%。其中美国、欧洲、日本将分别达到 150、100、80 亿美元。

目前世界上从事传感器研制生产单位已增到 5000 余家。美国、欧洲、俄罗斯各有从事传感器研究和生产厂家 1000 余家，日本有 800 余家，其中不少是世界上著名厂商，例如美国福克斯波罗 (Foxboro) 公司，霍尼韦尔公司 (Honeywell)、恩德福克公司兼并了丹麦 BK 公司、德国的西门子、荷兰的飞利浦、俄罗斯的科学院半导体所、热工仪表所等。

美国早在 80 年代就声称世界已进入传感器时代，并成立了国家技术小组 (BTG)，帮助政府组



织和领导各大公司与国家企事业单位的传感器技术开发工作。美国国家长期安全和经济繁荣至关重要的 22 项技术中有 6 项与传感器信息处理技术直接相关。关于保护美国武器系统质量优势至关重要的 21 项关键技术，其中 8 项即为无源传感器。美国空军 2000 年举出 15 项有助于提高 21 世纪空军能力关键技术，传感器技术名列第二。

日本对开发和利用传感器技术相当重视，并把传感器技术与计算机、通信、激光半导体、超导列为国家重点发展 6 大核心技术，日本科学技术厅制定的 90 年代重点科研项目中有 70 个重点课题，其中有 18 项是与传感器技术密切相关。日本工商界人士甚至声称“支配了传感器技术就能够支配新时代”。

我国早已把传感器技术列为国家八五重点攻关项目及中长期科技发展重点新技术之一，并先后组建了黑龙江（气敏）、安徽（力敏）、陕西（电压敏）三个产业基地与企业集团。

我国传感器的研制开发虽然不晚，但由于受国民经济发展水平及资金的限制，加之对其重要性认识不足，致使这个行业的技術落后、发展缓慢、规模较小，应用较窄，真正处于方兴未艾的阶段。

我国从事传感器开发生产的单位已达 1300 余家，主要产品已有 3000 多种。1990 年传感器产量已达 1 亿只，产值是 5.8 亿元，利税 1.7 亿元。其中结构型占 67.9%、物理型占 31.3%、智能型占 0.8%。1999 年我国传感器产量估计达 8.7 亿只，产值达 52 亿元，预计 2000 年产量可达 10 亿只，产值可达 60 亿元，同比增长 15%，并有少量出口。

尽管如此，据国内专家评估，我国传感器技术与国外先进国家相比，在科研开发上要落后 10 年，在生产技术上要落后 15 年。

三、传感器技术形成国内外技术差距的原因

国外发展传感器技术有两条不同途径。一条是以美国为代表的先军工后民用、先提高后普及的路子。另一条是以日本为代表的侧重实用化和商品化，

先普及后提高，走从引进、消化、仿制到自行改进设计创新的路子。比较而言后者花钱更少，速度更快。比较国内外发展状况，国外较国内传感器技术发展快的原因主要有以下几方面原因：

1、高度重视传感器功能材料的研究

以前，人们在进行传感器研究时，都是根据各种现有的功能材料来制作各种传感器，这往往限制了传感器性能进一步提高。1982 年，日本东京工业大学高桥清教授提出了“利用分子束外延和有机化学蒸镀特制敏感功能材料”的观点，也就是说可以人工合成各种特定需要的敏感功能材料。现在这项技术国外已进入实用研究阶段，功能陶瓷、石英、记忆合金、化学气相沉积金刚石、多孔硅、功能高分子、纳米级超细粉末等材料倍受重视，为新型传感器的诞生提供了基础。

2、高度重视传感器技术的开发

国外技术界普遍认为，市场竞争是以技术实力为基础的，经济竞争归根结底是技术的竞争。谁的技术发展快，对新产品投入多，谁就能适应市场的发展，并在竞争中立于不败之地。足够的科研经费及高素质的科研人才是两大主要支柱。

据报导，美国霍尼韦尔公司的固态传感器发展中心每年用于设备购买、维护和更新的费用为 5000 万美元，目前拥有包括计算机辅助设计、单晶生长、加工、图形发生器，分步重复照像、自动涂胶和光刻、等离子刻蚀、溅射、扩散、外延、蒸镀、离子注和化学气相沉积、扫描电镜、封装和屏蔽动态测试等最先进的成套设备和生产线，而且大约每三年左右就要更新其中大部分仪器设备。该公司声称只有这样，才能保证其技术领先水平。

另据报导，美国福克斯波罗公司用于新产品开发费高达销售总收入的 10% 以上，而且呈逐年增长的趋势。1983 年其年销售 5 亿美元，而开发费就有 4600 万美元。

3、高度重视工艺研究

传感器原理不难，也不保密，而最保密的是生产工艺。在国外，甚至有人认为“传感器”不是一



般的工业产品，而是一种完美的工艺品。

1995 年同济大学任恕教授发表了《中国特色的化学传感器——敏感针》，这种针与中国传统针灸所用针的外形相同，但却具有能探测人体穴位温度、pH 值、PO₂ 值和新陈代谢等四种功能，均用仪器显示读数，已应用于生物医学的研究和临床。这种敏感针是如何制作的，其工艺至今仍属秘密，并申请专利保护。

又比如：用超微粉粒制作气敏传感器，其灵敏度可以提高 1~2 个数量级。这种直径小于 100 Å 的超微粉粒制作工艺，也是关键保密技术范围。

工艺上的新突破，能带来传感器技术新飞跃。所以许多国外公司都不惜重金加强工艺研究，靠工艺上突破获得技术领先。美国 EG&G 集成传感器公司在 1997 年宣布，研制成功专为汽车安全气囊应用的最新集成硅加速度计 3265 型，每只售价仅 5 美元。国外高精度水晶温度传感器年稳定度可达 0.001°，而东北传感器技术研究所林江 1995 年发明的一种新型水晶谐振式温度传感器，其分辨高达 0.0005°C。这些都是在工艺上取得突破的成功范例。

4、高度重视质量管理与市场分析

新产品面世，首先从设计理论分析，到各种模型试验、样机性能考验以至失败原因分析等都提出相应技术分析报告。首先在设计阶段就组织质量、软件试验，产品设计工程技术人员共同对影响产品设计的可靠性、可测性和可检性进行研讨，从而形成保证新产品质量的佳技术方案和质量验收文件。国外厂商对传感器都要严格按其各项标准进行严格检验。如性能全面检测、寿命试验，失效分析、各种规律性误差测定与补偿，并且把各种数据建库（有生产数据、批次、时间、检验标定数据、实验数据、用户反馈数据等），从而大大增加了产品自身的生命力和竞争力。

市场需求调研分析很重要，开发产品目的是要投放市场，卖得出去并获利。国外厂商十分重视市场调研分析，在一个新产品开发定下来之前，市场调研分析报告堆起来就有数十厘米厚，其中主要是应

用前景、技术、工艺的先进性、可行性、国家或行业优惠政策、投入产出比、综合效益分析、市场需求、综合可行性讨论等诸多方面。正是如此，才保证一个产品开发出来即能投入应用并获得。

四、全球传感器技术发展热点

微型化、集成化、多功能化、智能化、系统化低功耗、无线、便携式将成为新型传感器的特点。传感器支持工艺是微加工技术，包括微电子和机械加工技术，传感器技术竞争将从芯片制造工艺转化到封装技术竞争。新的封装工艺诸如阳极粘合、倒装焊接，多芯片组装等工艺将会有新的更大发展，抓住信息产业的飞速发展和环保生态产业的兴起，21 世纪的传感器市场将会有更大发展，抓住传感器发展机遇，不失时机地开发新产品，逐步形成产业，将会形成国民经济新的增长点。

1、多传感器信息融合技术

美国空军技术学院利用信息融合方法检验运动目标，研究工作中选用了前视红外传感器和距离传感器，将近 100 幅前视红外图像和数十幅距离图像进行信息融合比较分析，采用特征级融合分析方法和贝叶斯最小误差分类准则，使运动目标检测准确率大大提高。

2、微型电子机械系统专用传感器新技术

世界各国对微型电子机械系统（MEMS）给予极高重视，美国宇航局（NASA）很早就给予支持，美国国防部高级研究计划局（ARPA）等机构每年投资 2000 万美元，德国每年投资 7000 万美元，日本通商产业省（MITI）则拟订了一个十年内投资 2 亿美元的计划，美国的硅谷已成为当今世界 MEMS 研究中心。据报导，微型惯性、微型流量控制传感器和微型生态芯片、微型挡板、微型阀门和微型泵等微型制动器等将于 21 世纪初进入市场。随着传感器技术、固态技术、微电子技术、计算技术等学科的飞速发展，一种高精度、低驱动、高可靠性、低功耗、占用空间小、重量轻和快速响应的崭新的微型电子机械系统的传感器即将在世界展现。



3、纳米技术

美国国家关键技术委员会曾向克林顿总统提交了一份《美国国家关键技术》报告，报告中第八项为“纳米技术”，在该项报告中指出：“对于先进的纳米级技术的研究可能导致纳米机械装置和传感器的产生”，纳米技术的发展，可能导致许多领域产生突破性进展。因而，世界各国纷纷把纳米技术纳入自己的关键技术中，日本以 1.5~2.0 亿美元/年巨额投资于纳米技术，我国也成立了纳米技术国家重点实验室。

所谓纳米(nano)表示十亿分之一米，即 10^{-9}m ，相当于 10 个氢原子紧密排在一起。所谓纳米技术，是一门在纳米空间(0.1~100nm)内研究电子、原子和分子的运动规律及特性，通常操作单个原子、分子或原子团、分子团，以制造具有特定功能的材料或器件为最终目的的一门崭新技术。

纳米材料是纳米级的超细微粒经压制烧结而成，被认为是完全纯净、结构上没有缺陷；具有抗紫外线、抗红外线、抗可见光、抗电磁干扰等奇异功能。例如，纳米硅的光吸收系数要比普通单晶硅增大几十倍，普通情况下，陶瓷是脆性材料，应用范围有限，而纳米陶瓷却变成韧性，在室温下可以弯曲，塑性变形达 100%。美国 IBM 公司苏黎士研究所宾尼格和洛旭于 1981 年发明了扫描隧道显微镜，于 1986 年荣获诺贝尔物理奖，这是纳米技术一个重大进展。纳米电子技术和纳米制造技术的发展，促进了纳米传感器的诞生。它必将极大地丰富传感器的理论，推动传感器的制造水平、拓宽传感器的应用领域。

未来的战争是电子信息战，其重要特征之一就是窃取和反窃取情报。坦克、大炮等有可能退出历史舞台。纳米传感器也可打扮成树叶、草坪、蚂蚁、苍蝇等，用空投等方法将其投入到所需预定地方，构成一个分布式传感器网络，用以收集情报。进行拍照、窃听、引起计算机病毒、敌人昏睡。也有人预测，可以组建一支纳米机器虫部队、怀揣形形色色的纳米级武器，在纳米级马达驱动下，去执行各

种特殊任务。

4、化学传感器新技术

化学传感器在工农业生产、家庭安全、环境监测、能源、医疗卫生等领域具有十分重要的作用，需求将越来越迫切。

化学传感器今后发展重点是微型化、智能化、多功能化。深入研究有机、无机生物类化学传感器的工作原理，提高敏感材料功能设计能力，灵活地应用微机械加工技术，敏感膜修饰技术，微电子技术、光纤技术、生物工程技术等多种技术融合，使传感器性能最优化。

5、仿生传感器新技术

应用仿生学、传感器学、计算科学原理制作仿生传感器取得了重大进展，生物传感器是跨学科的科学，它着眼于保健、环境、农业和食品工业的检测需求。例如德国、日本和意大利等国的科学家利用电化学原理研究了能对酸、甜、苦、辣、咸等五种滋味和酒的品味进行检测的味觉传感器；能对食品新鲜程度进行检测的电子舌；能探测空气中有毒、爆炸性气体、毒品气味的电子鼻。该领域的研究必将大大促进人工智能学和机器人学的飞跃发展。

五、传感器的未来发展趋势

当今传感器技术发展大体经历了以下四阶段：

- (1)结构型传感器，如应变式位移计；
- (2)物性型传感器，如固态压阻式压力传感器；
- (3)智能型传感器，如美国霍尼韦尔公司的 ST-3000 型智能压力传感器，它带有微处理器，具有检测和信息处理功能以及自诊断、自适应功能；
- (4)分子型传感器，它是利用分子的构形和构象以及由此而表现出电磁现象为理论基础而制作的，其显著特点是：尺寸小到分子级，并由一个大分子或几个分子器件所构成。

1985 年武汉首届国际传感器学术交流会上，上海同济医科大学任恕教授首先提出分子传感器，预示借助基因工程、生物合成分子传感器。1998 年 7 月北京第七届化学传感器国际会议上，新加坡南洋



理工大学教授发表了《纳米级乙醇传感器尺寸效应与气敏特征》一文，表明他们在分子型传感器研制获重大进展。

人体是各类传感器会集之处，而且绝大部分生物体内的传感器都是分子传感器。到目前为止，真正的传感器，只有在生物体内能够找到。这就提示我们，可以借助基础工程、生物合成分子传感器系统。预计未来 21 世纪分子传感器时代即将到来。

六、中国传感器市场现状与产业方向

目前我国传感器第一大用户为冶金行业，所需 100 种专用高附加值传感器几乎全部依靠进口（例如钢水包的高温称重传感器）。

从节能、环保、提高汽车安全性和舒适性等方面分析，汽车工业对传感器也将会有一个较大的市场需求。

我国化工行业，安全监测的传感器市场，几乎全部被美国本特律公司所占领，全国二十几个大型化肥厂，四川占 3/4 以上，对传感器的需求量都比较大。因此国产传感器替代进口产品已势在必行。

未来的发展给了我们机遇与挑战。结合我国传

感器技术的现状，加大投资力度，加快建设步伐，抓紧产业技术改造和产品结构的调整，紧紧依靠科技进步，重视基础研究，注重多学科交叉研究，主动、积极拓宽信息、环保、国防科研、医疗保健、能源、化工、冶金、交通、机械等应用领域，为我国国民经济发展和国防现代化建设作出应有贡献。

参考文献：略

Market analysis and development review of sensor technology

Abstract: This paper introduce sensor technology condition and tendency. Then analyzes the distance between interior and exterior in sensor tendency and the reasons that led to the result.

Keywords: Sensor, Condition and tendency

作者简介

于凌宇：信息产业部国营第七九四厂，河南省鹤壁市 706 信箱（458000）

读者服务卡编号 001□