我国传感技术的现状及发展之路

宁波控泰电气有限公司　杨青锋

【摘　要】　称重传感器是电子衡器的核心部件，其技术发展水平是衡量一个国家电子称重技术和电子衡器产品现代化程度的重要依据。称重传感技术是传感技术领域中的一个分支，它具有传感技术发展的所有特点。要全面认识它，必须了解和掌握我国传感技术的现状和发展之路，这对推进我国称重传感器和衡器工业的技术发展有积极的作用！

【关键词】　传感技术；传感器；技术现状；发展方向

一、概述

现代信息技术的三大基础是信息的采集、传输和处理技术，即传感技术、通信技术和计算机技术，它们分别构成了信息技术系统的“感官”、“神经”和“大脑”。传感器技术是当今世界令人瞩目、迅猛发展的高新技术之一，也是当代科学发展的一个重要标志，与通信技术、计算机技术共同构成 21 世纪信息产业的三大支柱。

信息采集系统的首要部件是传感器，且置于系统的最前端。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。在一个现代自动检测系统中，如果没有传感器，就无法监测与控制表征生产过程中各个环节的各种参量，也就无法实现自动控制。在现代技术中，传感器实际上是现代测试技术和自动化技术的基础。因此各发达国家都将传感器技术作为本世纪重点技术加以发展，随着国内工业自动化、信息化和国防现代化水平的提高，传感器的年需求量持续增长，传感器的应用也越来越广泛，已渗透到各个专业领域，但是目前国内传感器技术的创新和新产品开发能力落后于国外先进水平，制约了我国工业自动化和信息化技术的发展。

目前世界上有 40 多个国家的 5000 多个企业研制生产传感器，产品 20000 多种。我国研制生产的传感器共 10 大类，42 小类，6000 多个品种。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%		

二、国内外传感技术的发展现状

1、我国传感技术的现状

近 30 年来，经过科技攻关，敏感元件与传感器的制造技术有了长足的进步，在设计、关键工艺、可靠性、产品开发等方面均有不同程度的突破与创新。如“九五”攻关完成的传感器 CAD 技术，可以实现传感器的全过程设计（即从工艺模拟到核心器件设计，再到结构设计，最后到温度补偿）；微机械加工技术，在国内首次实现了用微机械加工工艺批量生产压力传感器；开发出了包括力敏、磁敏、热敏、湿敏、气敏等在内的多个品种、多个规格的传感器。但在先进技术方面，我国传感器的整体水平与国外发达国家相比仍有较大差距。主要表现在：

（1）核心制造技术严重滞后于国外，产品品质勉强过关，传感器数字化、智能化、微型化已成趋势，大多数产品已变成现实，且在不断完善和更新换代，而我国的传感器虽然所涉足的研究开发领域基本与国外相差无几，但由于在某些核心制造工艺技术上还严重滞后于国外，所以差异较大，主要表现为：

1）产品的种类和规格不全，新品匮乏

我国目前传感器产品品种数为 6000 个左右，而国外已达 20000 多个，产品品种满足率远远满足不了国内传感器市场需求，从行业产品结构看，老产品比例占 60%以上，新产品不足 40%，高新技术类产品更少，数字化、智能化、微型化产品严重欠缺。从总体看，品种不配套、系列不全、低档产品多、高档产品少、缺乏市场竞争力。

2）制造工艺及设备落后，产品品质不好

经过多年开发，虽然在制造工艺和产品质量上均有所提高，但由于批量生产工艺的稳定性、可靠性问题没有得到根本解决，限制了其应用领域和产业的发展。有些高性能产品，不是靠工艺保证，而是靠筛选分档。从技术角度看，由于国内传感器生产工艺与工艺设备相对落后，微机械加工技术和封装技术不够先进，手工操作比较多，检测手段不规范等等，造成主要性能指标和使用寿命与国外同类产品差距较大，因此，在化工、电站、冶金、石油、环保、机械等领域重大工程中，许多高性能传感器仍依赖于进口。

3）技术含量和技术创新落后

企业自主开发与技术创新能力差。由于多种因素影响，大多企业仍以手工方式生产

技术含量低或国外已停产的产品，很多新公司就是国外产品的推销商和代理商，在多数院校和研究院所中，对高技术的跟踪和对高技术附加值产品的研发能力还是可以的，但其成果以样品居多，距产业化较远，自主开发和拥有自主知识产权的科研成果不多。

（2）专业技术人力资源匮乏，产业发展后劲不足

传感器及其产业的特点之一是技术密集，由于技术密集，也自然要求人才密集。从目前国内的情况看，能够适应当今传感器技术发展需求的具有高水平的科研队伍及中青年科技专家、技术骨干、学术带头人相对缺乏，使行业技术更新换代步伐慢，产业发展后劲不足。

（3）产业的统筹规划不足，投资力度不够

在我国，虽然在“七五”、“八五”、“九五”、“十五”、“十一五”的科技攻关中均有立项，但局限性较大。目前存在的问题是重复分散、统筹规划不足、科研投资强度偏低、科研设备落后、科研和生产脱节，影响了科研成果的转化，使我国传感器产品综合实力较低。其次是由于政府重视不够，在信息技术发展的过程中，对传感器技术重要性的认识滞后于计算机技术和通讯技术，发展需求的资源投入规模和强度太小，使传感器技术的发展速度缓慢，制约了信息技术的飞速发展。

2、发达国家传感技术的现状

国外发展传感器技术主要有两条不同途径，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，由引进、消化、仿制到自行改进设计创新的路子。前者花钱多，而后者花钱少，发展速度更快。

（1）国外传感器的研究、开发、生产的应用方面发展速度很快

1）十分重视对传感器技术开发。例如：美国霍尼威尔公司的固态传感器发展中心每年用于研究设备的投资达 5000 万美元或更多，拥有包括计算机辅助设计、单晶生长、加工、图形发生器、同步重复照像、自动涂胶和光刻、等离子刻蚀、减射、扩散、外延、蒸镀、离子注入化学气相沉积、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，并且大约每三年左右更新其中大部分仪器设备。

2）重视传感器制作工艺研究。传感器原理不难、也不保密，而最保密的是工艺，国外的传感器公司普遍不惜重金加强工艺研究，依靠工艺突破保持技术领先。

3）重视质量管理与市场分析。新产品面世，从设计理论分析到模型试验、样机性能测试、失败原因分析等均提出相应技术分析报告。在设计阶段组织质量、软件试验，产品设计工程技术人员共同对影响产品设计可靠性、可测性和可检性的各种因素进行研讨，形成保证新产品质量的最佳技术方案和质量验收文件。

（2）国外传感器的研究、开发、生产趋势

1）开发传感器新材料。陶瓷、高分子、生物、智能材料等新型材料的开发与应用，

不仅扩充了传感器的各类，而且改善了传感器的性能，拓宽了传感器的应用领域。如新一代光纤传感器、超导传感器、焦平面陈列红外探测器、生物传感器、诊断传感器、智能传感器、基因传感器及模糊传感器等。

2）微结构和传感器的微型化。微电子工艺、微机械加工和超精密加工等先进制造技术在各类传感器的开发和生产中的不断普及，使传感器正在从传统的结构设计向以微机械加工技术为基础、仿真程序为工具的微结构技术方向发展。如采用微机械加工技术制作的 MEMS 产品（微传感器和微系统），具有划时代的微小体积、低成本、高可靠性等独特的优点。

3）传感器的多功能化。多功能体现在传感器能测量不同性质的参数，实现综合检测。例如：集成有压力、温度、湿度、流量、加速度、化学等不同功能敏感元件的传感器，能同时检测外界环境的物理特性或化学特性，进而实现对环境的多参数综合监测。

4）传感器的集成化。使传感器由单一功能、单一检测向多功能和多点检测发展。

5）传感器的智能化。近年来，智能化传感器发展开始同人工智能相结合，创造出各种基于模糊推理、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，称为软传感器技术，它已经在家用电器方面得到利用，相信未来将会更加成熟。

6）传感器的网络化。网络传感器的开发，使测控系统主动进行信息处理以及远距离实时在线测量成为可能。

3、我国传感器行业市场情况分析

从上世纪 80 年代开始，经过三十来年的发展，现已形成了一定规模的产业格局，取得了一些骄人的成绩，主要表现在：（1）综合实力得到加强。目前我国从事传感器开发生产的单位达到 2000 余家，传感器行业产值每年都以 10%～15%的速率增长。（2）拓宽了开发领域。研究开发领域已经由过去的少数品种扩展到光敏、热敏、力敏、电压敏、磁敏、气敏、湿敏、声敏、射线敏、离子敏、以及各种传感器、变送器、二次仪表等多种类、多形式产品，主要产品有 6000 多种，热敏电阻器、可燃性气体传感器、光电二极管等十几个品种已形成一定规模的生产能力。（3）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。（4）已建成“传感器国家工程研究中心”和敏感技术国家重点实验室，形成了近百个院校、研究所组成的，具有较高水平的传感器骨干科研队伍。

三、我国传感技术发展的方向和方式方法

1、我国传感技术的发展方向

（1）向高精度方向发展。随着自动化生产程度的不断提高，对传感器技术的要求也在不断提高，必须研制出具有灵敏度高、精确度高、响应速度快、互换性好的新型传感器以确保生产自动化的可靠性。

（2）向高可靠性、宽温度范围发展。传感器的可靠性直接影响到电子设备的性能，

研制高可靠性、宽温度范围的传感器将是永久性的方向，大部分传感器的工作范围都在–20℃～70℃，在军用系统中要求工作温度在–40℃～85℃，汽车、锅炉等场合对传感器的温度要求更高，而航天飞机和空间机器人甚至要求温度在-80℃以下，200℃以上。

（3）向微功耗及无源化发展。传感器一般都是非电量向电量的转化，工作时离不开电源，开发微功耗的传感器及无源传感器是必然的发展方向。

（4）向微型化发展。特别重视 MEMS 基本工艺的应用技术研究和专用工艺装备开发，使这些工艺在产业化生产中应用；先进的纳米级技术的研究。纳米技术的发展，可能导致传感器研究的许多领域产生突破性进展。

（5）向多维化、多功能化和模糊识别方向发展。未来的传感器将突破零维、瞬间的单一量检测方式，在时间上实现广延，空间上实现扩张（三维），检测量实现多元，检测方式实现模糊识别。

（6）向集成化（特别是集成式微型智能传感器）发展。集成式微型智能传感器是世界范围内全新的研究课题，具有巨大的潜在价值和广阔的应用市场。

（7）向智能化数字化发展。借助于敏感元件中不同的物理结构或化学物质及其各不相同的表征方式，用单独一个传感器系统来同时实现多种传感器的功能。具体为：

化学传感器：未来发展重点是深入研究有机、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，通过灵活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，可使传感器性能达到最优化。

生物传感器：生物传感器的研究是跨学科的课题，着眼于保健、环境、医药和食品工业的检测和需求。该领域的研究，将大大促进人工智能和机器人的发展。

分子传感器：人体集各种传感器于一体，其中绝大部分为分子传感器。截止目前，真正的传感器只有在生物体内能够找到，我们可借助基因工程、生物合成分子传感器系统。

采用硬件软化、软件集成、虚拟现实、软测量等人工智能的方法和技术，在传感器技术和计算机技术的基础上，研究开发具有拟人智能特性或功能的智能化传感器。

（8）向网络化发展。传感技术与智能技术结合之后，由孤立的元器件向系统化、网络化发展，并使传感器随着无所不在的计算机网络的发展而发展，这种技术上的飞跃不仅使传感器的性能大大提高，而且将带来高额的技术附加值，能够创造较大的经济效益。

2、我国传感技术发展的方式方法

我国传感技术发展的方式方法主要体现在以下几个方面：

（1）加速开发新型敏感材料：通过微电子、光电子、生物化学、信息处理等各种学科，各种新技术的互相渗透和综合利用，开发出更新式材料，研制出一批基于新型敏感材料的先进传感器。

（2）采用新的加工方法：新的加工方法如半导体的精密细微加工技术、静电封接技术、全固态封接技术等不但使传感器的性能指标得以提高，应用范围得以扩大，还可加工出原有工艺不能制造的新型传感器。

（3）采用新的原理：随着各相关学科的发展，人们对于自然认识的不断深化，会不断发现一些新的物理效应、化学效应、生物效应等，利用这些新的效应可开发出相应的新型传感器。

（4）采用新的构思：许多古老的原理或设计，在巧妙的构思下可以产生出新的传感器。如：对热敏感的热敏电阻可做成温度传感器，也可把酶固定在电阻表面，用来检测酶反应中产生的热量，根据酶反应的专一性，就可测定酶的生物含量，从而做成各种酶热敏电阻生物传感器。

四、我国传感技术在发展中应重视的问题及采取的措施

1、加大科技投入，保证传感器技术及其产业的可持续发展

从战略发展考虑，国家应加大传感技术的科技投入力度，同时，国家在执行投资倾斜政策时，要注意支持传感器行业的骨干企业和特色企业，通过技术改造提高档次、扩大规模；重点支持具有发展潜力的地区形成生产基地，加大技术积累和相关投入，培育出传感器产业新的经济增长点，确保可持续性。

2、加大自主创新，提升自主知识产权程度

21 世纪传感器发展的总趋势是微型化、集成化、多功能化、智能化、网络化，传感器领域的主要技术将在现有基础上予以延伸和提高，尤其是微机械加工和纳米技术，应在现有技术基础上，在广泛吸收、消化、跟踪国外先进技术的同时，加大技术创新，努力发展专用技术、特色技术、自主知识产权技术，要以提高企业自身的创新与开发能力为突破口，采取以企业为主体、高等院校和科研院所广泛参与、利益共享、风险共担的产学研联合的机制，组织协同攻关，占领技术制高点，增强企业核心竞争力，并逐步实现自主开发、自我发展的良性循环，创造出具有自主知识产权的知名传感器品牌。

3、通过有效方式加快专业科技型技术人才的开发

对于任何产业来讲，要生存、要发展、要振兴、要参与国内外市场竞争并立于不败之地，从某种意义上说是人，或者说是高科技人才在起决定性作用，传感器产业也不例外。在此情况下，应大力开展人力资源开发，通过继续教育、再教育等多种方式加快培养与造就科技人才，着力培养新一代的传感技术高级技术人才。

4、建立有利于传感器技术快速转化的高效运行机制

科技主管部门推动企业以抓改革、抓创新、抓质量、抓市场、抓管理为主要任务，以传感器产业发展上规模、上档次、争份额、创利润为主要目标，建立有利于传感器技术与经济紧密结合、促进其科技成果快速转化的高效运行机制，基本形成传感器产学研科技经济一体化的发展模式，努力实现传感器产业从速度数量型向质量效益型转变，以

达到技术和经济双升级，创新和创业双赢的效果。

五、结论

当今，我国传感器产品及其产业化水平与国外发达国家相比还有很大的差距，而传感器技术的发展正处于转型升级的关键阶段。传感器需求量大、需求增长速度快，由于国内传感器的发展落后于需求的增加，国内绝大部分市场，特别是高端市场被国外占领，国内传感器所占领的都是一些技术含量低、品质要求低、赢利点低的市场！面对国际市场的竞争，我国传感器行业处于非常不利的地位，甚至在某些领域出现生存危机，因此，要抓住机遇，迎接挑战，坚持走科技与产业相结合的道路，加强具有自主知识产权的新型传感器的开发，加速现有科研成果的转化和产业化，迅速提高国产传感器的全球市场占有率，是我国传感器产业自身发展的当务之急，也是我国传感技术屹立于世界先进水平的必经之路。

参考文献

1．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）。
2．李景丽. 陈瑞球. 我国传感器现状及其发展趋势[J]. 仪表技术.2003 年第 05 期。
3．池雪莲. 传感器技术应用及发展趋势展望[J]. 襄樊职业技术学院学报.2006 年第 01 期。
4．陆遥. 传感器技术的研究现状与发展前景[J]. 科技信息, 2009 年第 19 期。
5．池雪莲. 传感器技术应用及发展趋势展望[J]. 襄樊职业技术学院学报. 2006 年 01 期。
6．陈津. 传感器技术应用综述及发展趋势探讨[J]. 科技创新导报 .2008 年 10 期。
7．杨大丽. 传感器技术的应用与发展趋势分析[J]. 科技信息(科学教研) .2007 年 24 期。
8．孙圣和. 现代传感器发展方向[J]. 电子测量与仪器学报. 2009 年 01 期。
9．陈津. 传感器技术应用综述及发展趋势探讨[J]. 科技创新导报. 2008 年 10 期。

作者简介

杨青锋（1979-　　），男，大学本科，工程师，现为中国衡器协会技术专家委员会委员；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；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，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。

通讯地址：浙江省宁波市江北区洪塘工业 A 区洪祥路 25 号（315033）