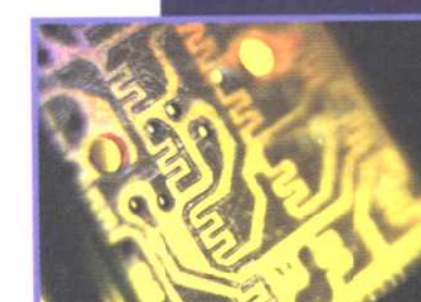
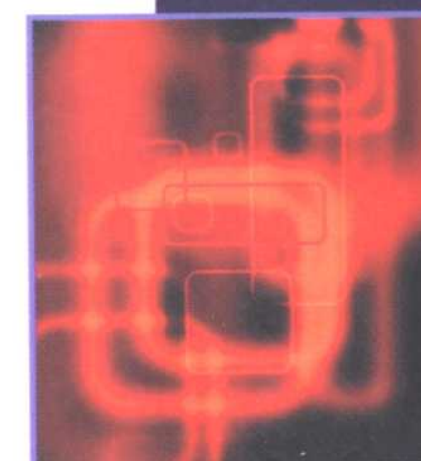
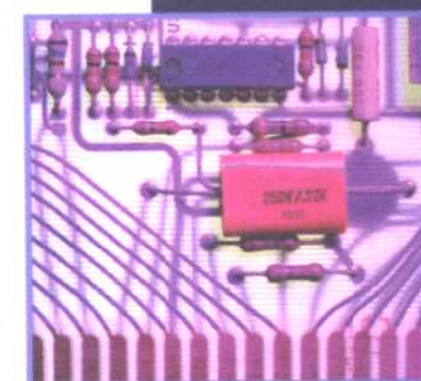
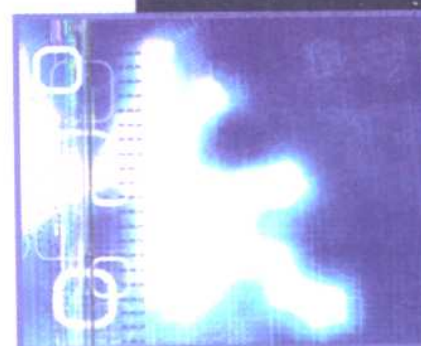


传感器应用与电路设计

赵继文 主 编

何玉彬 副主编



 科学出版社

传感器与应用电路设计

赵继文 主 编

何玉彬 副主编

科 学 出 版 社

2002

内 容 简 介

本书是一本系统论述传感器及其应用电路技术的新作。针对目前国内市场上出现的各类传感器,分别介绍了其原理、功用、性能和特点,结合典型示例,介绍了各类传感器在现代工农业生产及自动化领域中的使用方法和应注意的问题,并提供了设计的应用电路。本书内容详实,信息量大,叙述简明扼要,是一本极有使用价值的工具书。

本书适用于从事计算机应用、自动化技术和计量测试等专业,也可供传感器应用领域的科技人员及高等院校师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

传感器与应用电路设计/赵继文主编,何玉彬副主编. —北京:科学出版社,2002

ISBN 7-03-010475-7

I. 传… II. 赵… III. 传感器 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 039947 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地新华书店经销

*

2002年9月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2002年9月第一次印刷 印张: 56 3/4 插页: 2

印数: 1-3 500 字数: 1 380 000

定价: 80.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

《传感器与应用电路设计》

编 委 会

主任委员

赵继文

副主任委员

(以姓氏笔画为序)

石国庆 刘文崑 何玉彬

委 员

(以姓氏笔画为序)

石国庆 刘文崑 何玉彬 李 菁
赵继文 高宗海 郭福田

主要作者简介



赵继文:研究员,1939年3月生,陕西城固人。1962年兰州大学无线电物理专业毕业,从事自动测控、智能化仪器和计算机外部设备研究40年,获多项国家发明专利和省、部级科技进步奖,发表学术论文50多篇,出版专著21种(1200万字)。享受国务院颁发的政府特殊津贴,并获“陕西省有突出贡献专家”称号。



何玉彬:副教授,1964年4月生,安徽贵池人。1986年毕业于二炮工程学院电力系统及自动化专业,获学士学位;1993年就读于西安交通大学工程力学专业,1999年获力学博士学位。主要从事自动控制、测控力学、神经网络控制、机电设备管理与故障诊断等技术研究和科研管理工作,并长期兼职翻译工作。获多项省、部级科技进步奖,发表学术论文40余篇,出版《神经网络控制技术及应用》等专著和译著10余种。

前 言

传感器(Transducer 或 Sensor)是指那些对被测对象的某一确定信息具有感受与检出功能,并使之按一定规律转换成与之对应的有用输出信号的元器件或装置,简而言之,是获取和转换信息的一种工具,其核心部件是用来感知和转换外部信息的敏感元件。传感器技术就是关于传感器及其敏感元件与材料的一门综合型技术。

早在电子技术应用于工农业生产和科学研究的初期,传感器技术就已用于各种电量、非电量的测量。随着现代计算机和自动化技术的发展,作为各种信息的感知、采集、转换、传输和处理的功能器件,传感器的作用日显突出,已成为自动检测、自动控制系统和计量测试中不可缺少的重要技术工具,其应用已遍及工农业生产和日常生活的各个领域。众所周知,现代社会已步入信息时代,传感技术、计算机技术与信息技术一起已成为支撑整个现代信息产业的三大支柱。可以设想,如果没有高度保真和性能可靠的传感器及其应用技术,那么信息的准确获取就成了一句空话,信息技术和计算机技术也就成了无源之水。因此,加强传感器技术的研究、开发和应用已成为时代发展的必然要求。

无论是从设计还是从应用角度看,传感器技术既是一门分散型技术,又是一门知识密集型技术。它涉及的知识面宽,交叉学科多,应用条件杂,使用范围广。因此,在工程实践中,要充分发挥传感器的作用,必须了解传感器的原理、性能、使用特点和方法,以便根据不同的目的,选择相应的产品,构成所需要的检测系统或装置。然而,目前我国尚未有一本这样的传感器著作,可以帮助指导传感器工程师们正确而方便地实现上述目标。本书写作的目的旨在为广大科技人员从事科学研究和生产建设提供方便快捷的传感器应用指南。与其它同类书籍相比,本书侧重介绍了目前国内外市场上出现的各类传感器的性能和特点,并结合具体应用示例,讲述了这些传感器的使用方法和应注意的问题。本书的出版将为推动我国工农业生产特别是自动化领域技术的发展起到铺路搭桥的作用,并也对科学技术的发展起到积极的促进作用。

全书共分 5 篇 20 章。

第 1 篇介绍了各类电量传感器和光传感器的工作原理、结构特点、技术参数及适用范围,并通过典型示例,说明了电量传感器和光传感器的使用方法和应注意的问题。

第 2 篇介绍了各类测力、称重、压力及流量等力学传感器的工作原理、结构特点、技术参数及适用范围,并通过工程中典型的检测系统,说明了测力、称重、压力及流量传感器的使用方法和应注意的问题。

第 3 篇介绍了各类温度传感器的工作原理、结构特点、技术参数及适用范围,主要包括热电偶温度传感器、热电阻温度传感器、pn 结温度传感器、红外、光纤等新型温度传感器及温度变送器等,并通过实例,说明了上述各类温度传感器的典型应用。

第 4 篇介绍了各类化学传感器的工作原理、结构特点、技术参数及适用范围,主要包括电化学传感器、光化学传感器、气敏元件和气体传感器、湿度和水分测量仪及物性量传感器等,并通过典型应用,说明了化学传感器的使用方法和应注意的问题。

第5篇介绍了传感器应用电路,包括电桥电路、信号放大器、信号分离、运算及变换电路等,并通过典型应用实例,说明了传感器电路的应用方法和应注意的问题。

本书绪论由赵继文编写。第1篇的第1章原稿由孙福林编写,张亚琦对其中的1、2、4节进行了补充,赵继文对全章进行了改写,之后孙福林又作了补充。第2章由赵继文和熊民宣合写;第2篇的第1、2章由何玉彬和盛玮编写,第3、4章原稿分别由王鸿雁和周秉直编写,何玉彬、何春兴和李向荣对其进行了改写;第3篇由郭福田编写;第4篇的第1、2章原稿分别由宋俊峰和耿征编写,靳建辉编写了第2章的第5节,并对第1章的第1节作了补充,第3章原稿由李菁和高旭辉编写,第4章由李菁编写,第5章由李菁、高春昱和孙喜荣合写,李菁对全篇作了改写并进行了统稿;第5篇的第1章由高宗海编写,第2章由高宗海和李大成编写,第3章由高宗海和刘文静编写,第4章由刘文静编写。赵继文审阅、修改了第3、4、5篇,何玉彬协同赵继文统稿全书。

在本书的编写过程中,西安交通大学博士生导师刘君华教授、科学出版社王淑兰编审、西安理工大学机械与精密仪器工程学院院长郭俊杰教授和西安电子科技大学云立实先生给予了大力支持与帮助,并提出了许多宝贵的意见;西安交通大学朱惠贤副教授还特为本书提供了一些有关温度传感器的资料;赵鹏、李淑妮和唐擎等为本书做了许多辅助工作,作者在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者

2002年1月

目 录

绪论	1
----------	---

第 1 篇 电量传感器和光传感器

1 电量传感器	11
1.1 霍尔电流传感器	11
1.2 霍尔电压传感器	34
1.3 霍尔电流·电压传感器的典型应用	38
1.4 真有效值 AC/DC 转换器	56
1.5 G 系列新型电量隔离传感器/变送器	60
1.6 WB 系列新型电量隔离传感器	93
2 光传感器	111
2.1 光敏电阻器	111
2.2 光敏二极管	115
2.3 光敏三极管	133
2.4 光电池	149
2.5 光控晶闸管	155
2.6 光电耦合器	159
2.7 光电开关式传感器	182
2.8 热释红外线传感器	184
2.9 紫外线传感器	187
2.10 半导体硅色敏器件	188
2.11 图像传感器	190
2.12 光功率传感器	196
附录 1	200
附表 1-1 电量传感器型号	200
附表 1-2 光传感器型号	204

第 2 篇 测力、称重、压力及流量传感器

1 测力传感器	213
1.1 轮辐式测力传感器	213
1.2 弯曲梁式测力传感器	216
1.3 剪切梁式测力传感器	217
1.4 悬臂梁式测力传感器	223
1.5 扳环式测力传感器	225

1.6	桥式测力传感器	229
1.7	筒式测力传感器	233
1.8	轴销式特种测力传感器	237
1.9	典型测力仪表介绍	241
2	称重传感器	244
2.1	轮辐式称重传感器	244
2.2	弯曲梁式称重传感器	245
2.3	剪切梁式称重传感器	250
2.4	悬臂梁式称重传感器	253
2.5	板环式称重传感器	259
2.6	桥式称重传感器	261
2.7	典型称重仪表与装置	262
3	压力传感器	278
3.1	压阻式压力传感器	278
3.2	MPX 系列硅压力传感器	326
3.3	压电式压力传感器及电位器式压力传感器	340
3.4	应变式压力传感器	346
3.5	压力变送器	372
3.6	专用压力传感器及其它	422
4	流量传感器	431
4.1	速度式流量传感器	431
4.2	差压式流量传感器	453
4.3	容积式流量计	463
4.4	质量流量计	479
4.5	转子流量计	486
附录 2		495
附表 2-1	测力传感器型号	495
附表 2-2	称重传感器型号	497
附表 2-3	压力传感器型号参数	499
附表 2-4	流量传感器型号	503

第 3 篇 温度传感器

1	热电偶传感器	507
1.1	热电偶传感器的工作原理	507
1.2	热电偶的主要技术参数	508
1.3	装配式热电偶	527
1.4	铠装热电偶	529
1.5	特殊热电偶	531
1.6	热电偶用补偿导线	537

1.7 热电偶的适用范围与应用举例	540
2 热电阻传感器	543
2.1 金属热电阻	543
2.2 热敏电阻	553
3 PN 结温度传感器	570
3.1 PN 结温度传感器	570
3.2 集成温度传感器	574
4 新型温度传感器	581
4.1 红外温度传感器	581
4.2 石英晶体温度传感器	590
4.3 光纤温度传感器	592
5 温度变送器	596
5.1 温度测量模块	596
5.2 温度变送器	601
附录 3	608
附表 3-1 热电偶温度传感器型号	608
附表 3-2 热电阻温度传感器型号	609
附表 3-3 PN 结温度传感器型号	610
附表 3-4 红外温度传感器(探头)型号	611
附表 3-5 红外温度计型号	612
附表 3-6 温度测量模块、前端型号	614
附表 3-7 温度变送器型号	615

第 4 篇 化学传感器

1 电化学传感器	621
1.1 电位型电化学传感器	621
1.2 电流型电化学传感器——测氧仪和溶氧测定仪	638
2 光学式化学传感器	641
2.1 TB-850 型光导纤维探头式比色计	641
2.2 光电浊度计	643
2.3 FDT-1 型光纤双波长光度滴定仪	647
2.4 非色散红外传感器	649
2.5 分光光度计	651
3 气敏元件和气体传感器	658
3.1 可燃性气体半导体气敏元件	658
3.2 MQ51 型氢敏场效应管	662
3.3 气体检定管	663
3.4 气体分析仪	665
4 湿度和水分测定仪	714

4.1 湿度测量仪	714
4.2 卡尔-费休法微量水分测定仪	717
4.3 电阻式木材测湿仪和电容式粮食水分测定仪	720
5 物性量传感器	723
5.1 黏度传感器	723
5.2 密度传感器	748
5.3 电导传感器	753
5.4 旋光传感器	756
附录 4	761
附表 4-1 电化学传感器型号一览表	761
附表 4-2 光学式化学传感器	764
附表 4-3 气敏元件和气体传感器	765
附表 4-4 湿度和水分测定仪	771
附表 4-5 物性量传感器	771

第 5 篇 传感器应用电路

1 电桥电路	777
1.1 直流电桥	777
1.2 交流电桥	778
2 信号放大器	780
2.1 常用集成运算放大器	780
2.2 直流放大器	793
2.3 仪器放大器	796
2.4 交流放大器	809
2.5 微电流放大器	810
3 信号分离、运算及变换电路	812
3.1 信号分离电路	812
3.2 信号运算电路	841
3.3 信号变换电路	850
4 传感器电路应用实例	876
4.1 简单测量电路举例	876
4.2 测量系统举例	881

绪 论

一、概述

1. 传感器和敏感元件

传感器(trasducer)是将感受到的外界信息,按照一定的规律转换成所需的有用信息的装置。它获取的信息可以是各种物理量、化学量和生物量,而转换后的信息也有各种形式。例如电、光、温度、声、位移、压力等物理量可以通过传感器相互转换。但是,通常是将非电量或电量转换成易于处理和传输的电量。有些传感器的这种转换是可逆的,即输入量为电量,而输出量为机械量或热工量等。例如以电磁感应的法拉第定律为基础的磁电式传感器就是将电量转换成了机械量。

从信息技术的角度来看,传感器是获取和转换信息的一种工具,这些信息包括电、磁、光、声、热、力、位移、振动、流量、湿度、浓度、成分等。传感器的核心部件是敏感元件,它是传感器中用来感知外界信息和转换成有用信息的元件。传感技术是关于传感器及其敏感元件与材料的一门综合性技术。

传统的传感器有的由纯机械结构组成,例如金属弹性元件在压力变化时引起的形变带动指针可制成测流体压力的压力计;双金属片因温度变化引起形变可制成温度计;差动变压器、电感线圈、可变电容器、电位器因被测物位置变化而引起电量变化可制作成位移传感器、力传感器、加速度传感器等力学量传感器。这种直接以机械量输出或电量输出的传统式传感器(又称结构型传感器)称之为机电型传感器。

近年来由于半导体微电子技术的飞跃发展,在半导体材料基础上,运用微电子加工技术,发展起各种门类的敏感元件。这在国际上被通称为固态敏感元件(solid state sensors)。光敏元件就是利用光子能量激发半导体载流子引起电导率变化和反向电流变化,形成光电效应,制成光敏二极管、光敏三极管、光电池、光控晶闸管和图像传感器等。利用半导体材料受力后电阻率变化,可制成力敏元件。利用半导体单晶和半导体陶瓷的电阻率随温度的变化,可以制成温敏元件,尤其是半导体陶瓷利用其成分的多样性可制成不同温度系数、正负温度系数的温度敏感元件。利用半导体中洛伦兹力的作用所产生的霍尔效应可做成磁敏元件,利用其因磁引起电阻变化的效应也可制成另一种磁阻式磁敏元件。利用半导体陶瓷元件的电阻率随施加电压的变化,可制压敏元件。用 MOS 场效应管结构,把金属栅改成钽金属栅,利用钽吸附氢而改变功函数的特点可制成氢气敏元件;利用溶液离子对场效应管栅介质的界面作用可制成离子敏感元件或离子敏场效应管(IS-FET);ISFET 的栅介质涂以各种酶的膜,又可制成生物敏元件。还有广泛应用的陶瓷型气敏元件、湿敏元件等等,不再一一叙述。

近期光导纤维也进入了敏感技术领域,利用光纤可以制作不同功能的光纤传感器,例如光纤式位移传感器、光纤压力传感器、光纤式磁传感器、光纤光电开关等。光纤传感器

具有抗电磁干扰,安全、耐恶劣环境和高灵敏度等突出的优点。

敏感元件是构成传感器的敏感元,但同一敏感元件因装置不同可以构成为不同的传感器。例如力敏元件所受的力是一定质量物体的加速度引起的,在这种情况下力敏元件就构成了加速度传感器。又如利用霍尔磁敏元件和永磁体的距离可以组成位置传感器。由此可看到,不同用途的传感器是由不同功能的敏感元件构成的。敏感元件是敏感技术的基础元件,它的质量、水平是传感器质量、水平的物质基础。

2. 传感器和计量测试技术的关系

传感器是计量测试的前沿环节。如果没有传感器对原始信息进行准确、可靠的采集和转换,那么,准确、可靠的计量测试是难以实现的。试想在一个计量测试系统中,若传感器的误差很大,后级的检测电路、放大器以及计算机处理系统再精确也是徒劳的。

3. 传感器和电子计算机的关系

众所周知,电子计算机只能接收数字信号,对非电量式模拟信号是无能为力的。因此它需要由传感器把非电量转换成电量,再把模拟信号转换成数字信号,然后才能送入计算机进行处理,再由计算机发出各种控制命令。由此可知在现代化的测控系统中,传感器和计算机都是不可缺少的环节。

若以人作比喻,人的“感觉”来自五官,视觉可以感觉到物体的形状、大小和颜色,听觉可以感觉到声音,嗅觉可以感觉到气味,味觉可以感觉到酸、甜、苦、辣,触觉可以感觉到冷、热等。当外界刺激通过五官及神经传到人的大脑时,由大脑进行处理,并指挥四肢作出相应的反映。在一个计算机测控系统中,输入计算机的信号是由传感器送给的,计算机输出信号发送给执行机构。这个测控系统与人作比较,计算机就相当于人的大脑,传感器就相当于人的五官,执行机构就相当于人的四肢。他们是一一对应的。从这一形象的比喻可以看出,传感器和电子计算机的结合对信息和自动化技术起着重要的作用。

4. 传感器的应用领域和重要性

目前,在国防、航空、航天、交通运输、能源、机械、石油、化工、轻工、纺织等工业部门和环境保护、生物医学工程等方面都大量使用各种各样的传感器。例如在航空、航天方面,大型飞机在云层中的自动驾驶,在恶劣的气候条件下安全着陆;人造卫星在太空中遥感、遥测等都大量地安装着各种各样的传感器。在工业生产方面,自动化生产流水线离不开传感器。又如在家用电器方面,全自动洗衣机、洗碗机也都安装着传感器。

概括而言,传感器可以提高劳动生产率,提高产品质量;可以减轻劳动强度,改善劳动条件;可以节约能源,降低消耗;可以保证设备安全运行和提高使用寿命;可以完成人原来所不做的工作,从而促进科学技术的发展。

二、传感器的分类

传感器种类繁多,同一被测量可以用不同类型的传感器,同一类传感器可以用于多种量的测量。以下介绍四种分类方法:

1. 按照被测量的性质分类

(1) 机械(力学)量传感器

位移、力、速度、加速度、重量、几何尺寸等。

(2) 热工量传感器

温度、压力、流量、液位、物位等。

(3) 化学量传感器

浓度、黏度、湿度、酸碱度(pH 值)、气体化学成分、液体化学成分等。

(4) 生物量传感器

血糖、血压、酶等传感器。

(5) 探伤传感器

表面探伤、材料内部裂纹或缺陷、材质判别等传感器。

2. 按照输出量的性质分类

(1) 参量型传感器

这类传感器输出是非源的电参量,使用时需要辅助电源。电参量包括电阻、电容、电感和频率等。它们又可分为电阻式(电位器、热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻、磁敏电阻、气敏电阻等),电感式(自感、互感、压磁、涡流等),电容式等。

(2) 电量式传感器

电量式传感器输出是电量(电势或电流)。它们又可分成热电偶式、光电池式、电极电位式、磁电式和压电式等。电量传感器一般不需要电源,因为它自身是有源的,故也称为发电型传感器,又被称为能量控制型传感器。

3. 按照传感器的工作机理分类

(1) 机电型传感器

这类传感器利用结构参数的变化来感受和转换信号,前面已经叙述过了,它们是传统传感器直接以机械量或电量输出。

(2) 固态型传感器

这类传感器由固体敏感元件构成,利用材料某种特性随被测量的变化来感受和转换信号,而其结构参数在信号转换过程中基本上不变。

4. 按照传感器的机电耦合特性分类

(1) 单向传感器

在非电量的电测中,一般情况下输入为机械量和热工量等,而输出为电量,这是一种单向转换传感器,是不可逆转换的。

(2) 双向传感器

有的传感器具有反向转换功能,即输入量为电量时,可以输出机械量或热工量等。例如动圈型电动式的速度传感器,当输入量为振动速度时,其输出量为与之成正比的电压;若此传感器的线圈输入一个电量,则输出量为芯轴的运动,其幅值和频率随输入量而变

化,于是变成了一个激振器。

实际上传感器是人为地分类的,目的是可以分类地研究其共性,以利于应用、研究和发展。上述的四种分类方法,显然第一种是按照测量目的而分类的,第二种和第三种基本上都是按照工作原理分类的,第四种是按照转换功能分类的。第一种分类方法有利于传感器的应用者,后三种分类方法有利于研究、开发传感器。本书采用第一种分类方法把几类主要常用传感器分篇编写,以利于读者应用传感器。

三、传感器的基本性能

1. 精确度

精确度是精密度和准确度二者意义的总和。精确度指标中精度等级的概念非常重要。

精度等级:在工程测试中为表示仪器测量结果的可靠程度引入一个表示仪器精度等级的概念,用 A 表示。 A 以一系列百分比数值表示。 A 通常是仪器在规定工作条件下其最大允许误差 Δy 相对于仪器示值全程 $y(FS)$ 的百分数。表示为:

$$A\% = (\Delta y / y) \times 100\%$$

这个概念现在被约定俗成地广泛用于各种测试、各类仪表和传感器。式中的 Δy 可以是仪器的非线性、重复性、回滞等各单项的最大误差值(此时 A 就成为各单项的精度等级),但这各单项指标中以非线性最为重要,常用它代表总体的精度等级,也有用各单项指标中 A 值最大者作为总体精度等级的情况。

2. 输入输出特性

(1) 灵敏度(S)

它表明传感器在稳态工作时输出增量对输入增量的比值即 $S = \Delta Y / \Delta X$ 。为了使用的方便,显然需要 S 为恒值,这就是希望输入输出关系特性是一条直线,这时称传感器工作在线性状态。 S 用输出、输入量的实际单位之比表示(如 mV/mm)。

灵敏限、分辨率也是表示输入输出关系特性的两大指标。这里特别指出,数字表的分辨率指标往往较高,若由数字表和传感器组成一个仪器系统,由于传感器精度等级的限制(工业用一般为 0.3% 左右),那么仪器系统示值的可靠程度就不会如数字表分辨率那样理想。如一个 $(0 \sim 200)^\circ C$ 量程,0.5% 精度的温度传感器配 3 位半数字表构成一个测量系统,数字表指示中低于 $0.1^\circ C$ 的示值就没有实际意义。所以对于数字式仪器系统要把系统中各部分的分辨率和精度联系起来考虑才能衡量其示值的可靠程度,才能达到最有效最经济的配置。

(2) 线性度

线性传感器测出的输入输出曲线与某一规定直线不吻合的程度,称为非线性误差,或称为线性度。在输出特性曲线与规定直线间,垂直方向上的最大偏差 ΔY_{max} 相对于最大输出 Y 的百分数,即为非线性误差 E 。表示为:

$$E = (\Delta Y_{max} / Y) \times 100\%$$

(3) 回滞

它指输入量在进程和回程时输入输出关系特性不一致的程度。回滞 H 是在同一输入量下, 进程与回程输出量的最大偏差 $\Delta Y_{\max}$ 相对于最大输出 Y 的百分数。表示为:

$$H = (\Delta Y_{\max} / Y) \times 100\%$$

(4) 量程

指传感器测量上、下限值的范围。

3. 稳定性

工作条件不变, 工作性能在规定时间内保持不变的能力。

4. 动态特性

(1) 频响

是指传感器能保持其各项性能指标的情况下, 能工作的最高频率(有时也顾及最低频率)。

(2) 稳定时间

指从输入信号阶跃变化起、到输出信号进入并不再超过对最终稳态值 Y_s 规定的允差区时的时间间隔。

5. 可靠性

表示对于规定条件, 在规定时间内完成所要求功能的能力。它有一整套科学的、周密的衡量方法。

四、科学技术的发展对传感器性能的要求

随着科学技术的发展, 人们要求获得的信息不断地增加, 因而对传感器也提出了越来越高的要求。概括起来有以下几个方面:

1. 高性能

高灵敏度, 高精确度, 线性, 再现性, 高速响应, 互换性, 无滞后现象等。

2. 高可靠性

长寿命, 耐恶劣环境, 遇到破坏时具有失效保险功能。

3. 小型化集成传感器

将敏感元件与信号测量及处理电路都集成在同一芯片上, 使检测与信号处理一体化, 从而使得整个传感器体积小型化。

4. 多维化传感器

利用电子扫描方法, 把多个传感器单元制作在一起, 使其可以识别空间和复杂物体的状态, 即所谓多维化传感器。例如 CCD 图像传感器就是已研究成功的一例。

5. 智能化

智能化是传感器的一个极为重要的发展方向,将在下节中单列介绍。

6. 利用最新原理开发新型传感器

由于科学技术的发展,人们对获取的信息范围越来越大,对于测量的要求越来越高。因之要求利用新原理(新的物理、化学、生物效应)开发、研制新型传感器。例如在机器人工业中极需仿人五官功能的新传感器;又如在宇宙、地球科学和海洋开发等领域也需要大量的新型传感器。

五、智能传感器系统

1. 智能传感器系统的概念

随着计算机的普及应用和信息处理技术的飞速发展,相应出现了智能传感器。早期,人们认为“传感器的敏感元件及其信号调理电路与微处理器集成在一块芯片上就是智能传感器”。这种说法强调了从工艺上把传感器和微处理器二者紧密结合起来。随着传感器技术的发展,人们逐渐发现把传感器和微处理器集成在一块芯片上构成智能传感器,并不是必需的,且不经济。关键是传感器要通过信号调理电路与微处理器或微计算机结合后要赋予“智能”。若没有赋予足够的“智能”结合,只能说是传感器微机化,不能说是智能传感器。进而认为“所谓智能传感器,是一种带有微处理器兼有检测信息和信息处理功能的传感器”,“传感器通过信号调理电路与微处理器赋予智能的结合且兼有检测信息与信息处理功能的传感器就是智能传感器”。真正的“智能”必须具备学习、推理、感知、通信以及管理等功能。这样就突破了传统的传感器仅起检测信号的功能,而且具有智能化的信息处理功能。这样的系统由敏感元件、信号调理电路和微处理器或微计算机组成,并赋予智能功能,就组成了一个智能传感器系统。它可以集成化后同装在一个小壳体里,也可以分散地组成一个系统。

2. 智能传感器的特点

(1) 数据处理功能

智能传感器不仅能对被测量进行测量,而且能够根据所测出的量计算出未知量。并能实现自动采集数据、自动调零、自动平衡、自动标定、自动校正、自动补偿、自选量程等功能。

(2) 自诊断功能

自诊断功能是智能传感器的独特功能。传感器通电后,通过自检,可以诊断有无故障及故障在何处,有的还可以自动排除故障,令其继续正常工作。

(3) 多种形式输出功能

智能传感器通常配有面板数字显示、CRT 显示及打印机打印输出等形式。它通过 D/A 转换后,还可以输出模拟信号,根据需要还可以配有 RS-232C 串行输出或 IEEE-488 标准总线输出。