



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
(五年制) 高等职业教育电子信息类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

传感器原理与应用

主 编 张存礼 周乐挺

副主编 孟凡文 石文兰



北京师范大学出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

传感器原理与应用

主 编 张存礼 周乐挺

副主编 孟凡文 石文兰



北京师范大学出版社

内容简介

本书是根据教育部高职高专教育教学要求编写的,为教育部推荐教材。全书共分 10 章内容,前 9 章主要介绍了常用传感器的工作原理和应用,第 10 章简要介绍了智能传感器和机器人传感器的发展与工作原理,并且编写了实验实训部分,供读者选用。

本书可作为各类高职、高专的电气、电子、计算机、机电一体化及相关专业的教学用书,也可作为上述相关专业技术人员的技术参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

传感器原理与应用 / 张存礼, 周乐挺著. —北京: 北京师范大学出版社, 2005. 10

(21 世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 7-303-07805-3

I. 传... II. ①张... ②周... III. 传感器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 116196 号

北京师范大学出版社出版发行

(北京新街口外大街 19 号 邮政编码: 100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人: 赖德胜

北京新丰印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 185 mm × 260 mm 印张: 15.5 字数: 322 千字

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 3 000 册 定价: 21.00 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈地研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3. 教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4. 教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5. 反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近 20 年的职业教育出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对 2/3 年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007 年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司 5 年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院	常州轻工职业技术学院
山东劳动职业技术学院	河北工业职业技术学院
济宁职业技术学院	太原理工大学轻纺学院
辽宁省交通高等专科学校	浙江交通职业技术学院
浙江机电职业技术学院	保定职业技术学院
杭州职业技术学院	绵阳职业技术学院
西安科技大学电子信息学院	北岳职业技术学院
西安科技大学机械学院	天津职业大学
天津渤海职业技术学院	北京轻工职工职业技术学院
天津渤海集团公司教育中心	石家庄信息工程职业学院
连云港职业技术学院	襄樊职业技术学院
景德镇高等专科学校	九江职业技术学院
徐州工业职业技术学院	青岛远洋船员学院
广州大学科技贸易技术学院	无锡科技职业学院
江西信息应用职业技术学院	广东白云职业技术学院
浙江商业职业技术学院	三峡大学职业技术学院
内蒙古电子信息职业技术学院	西安欧亚学院实验中心
济源职业技术学院	天津机电职业技术学院
河南科技学院	漯河职业技术学院
苏州经贸职业技术学院	济南市高级技工学校
浙江工商职业技术学院	沈阳职业技术学院
温州大学	江西新余高等专科学校
四川工商职业技术学院	赣南师范学院

前 言

新技术革命的到来,世界开始进入信息时代。在利用信息的过程中,首先要解决的就是要获取准确可靠的信息;单靠人们自身的感觉器官来获取的信息,在研究自然现象和规律以及现代的生产活动中已远远不够了。传感器正是人们获取自然界信息的主要途径和手段。随着现代科学技术的飞速发展,传感器在非电量检测与工业生产过程中的应用越来越广泛,无论在自动化生产工程中,还是在电子加工技术、计算机技术、信息处理技术以及许多新领域的开发研究中,都离不开利用传感器的检测来获取信息。要想及时正确地获取各种信息,解决工程、生产及科研中遇到的各种具体的检测问题,就必须合理地选择和善于应用各种传感技术。这就要求工程技术人员必须掌握或了解传感器的工作原理、性能和参数。

我国的高等职业教育的根本任务是培养适应我国经济发展的高等技术应用型人才,所以,高等职业教育在对电子、电气、计算机、机电一体化等高等技术应用型专业人才的培养过程中,使学生掌握传感器的工作原理,为在以后的生产实践中能合理地应用各种传感器打下良好的理论和实践基础,《传感器原理与应用》就成为教学中的必修课。为适应我国高等职业技术教育的发展,满足职业技术教育的需要,作者根据多年的教学经验,并查阅了许多相关的资料,在北京师范大学出版社的组织下,编写了本教材。

作为高职教材,本书力求适应高职教育的特点,尽量做到具有新颖性、通用性和实用性。全书共分10章内容,前9章主要介绍了常用传感器的工作原理和应用,第十章简要地介绍了智能传感器和机器人传感器的发展与工作原理,并且编写了实验实训部分,供读者选用。本书可作为各类高职、高专的电气、电子、计算机、机电一体化及相关专业的教学用书,也可作为上述相关专业技术人员的技术参考书。

本书由济宁职业技术学院的张存礼老师、河北工业职业技术学院的周乐挺老师任主编,济宁职业技术学院孟凡文老师、河北工业职业技术学院石文兰老师任副主编。张存礼老师负责全书的统稿工作,并编写了绪论、第1章、第3章、第10章;周乐挺老师编写了第5章、第6章、第7章;孟凡文老师编写了第2章、第4章,石文兰老师编写了第8章、第9章;济宁职业技术学院的王爱玲老师、马艳霞老师编写了实验实训部分,河北工业职业技术学院的魏京璇、谢园、高梅老师参与了第5章、第6章、第7章的编写。

在编写的过程中,济宁职业技术学院的刘利斌老师、骆永纪老师、刘庆刚老师、袁

卫华老师、张玉香老师提出了不少宝贵意见,得到了济宁职业技术学院分管教学领导和机电系的关心和支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,经验不足,书中错误之处恳请广大读者批评指正。

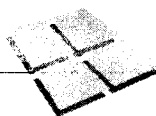
编 者

2005 年 4 月

目 录

绪论	(1)
一、传感器的地位和作用	(1)
二、传感器的定义及其组成	(1)
三、传感器的分类	(2)
四、对传感器的一般要求	(3)
五、传感器的发展趋向	(4)
六、本课程的任务和教学要求	(5)
第1章 传感器与测量的基本知识	(6)
1.1 测量的基本知识	(6)
1.1.1 测量	(6)
1.1.2 测量方法	(7)
1.1.3 测量系统	(8)
1.1.4 测量误差	(9)
1.1.5 测量精度与分辨率	(10)
1.2 传感器的一般特性	(11)
1.2.1 传感器的静态特性	(12)
1.2.2 传感器的动态特性	(13)
1.2.3 传感器的主要技术指标	(14)
1.3 提高传感器性能的方法	(15)
本章小结	(17)
思考题与习题	(19)

第2章 电阻应变式传感器与应用	(21)
2.1 电阻应变片的工作原理、结构和特性	(21)
2.1.1 电阻应变片的工作原理	(21)
2.1.2 电阻应变片的结构	(24)
2.1.3 电阻应变片的特性	(25)
2.2 电阻应变计的测量电路	(27)
2.3 电阻应变计的温度误差与补偿	(30)
2.3.1 温度误差产生的原因分析	(30)
2.3.2 温度误差补偿的措施	(31)
2.4 电阻应变式传感器的应用	(33)
本章小结	(36)
思考题与习题	(37)
第3章 电感式传感器及其应用	(39)
3.1 自感式传感器	(39)
3.1.1 变隙式电感传感器的结构与工作原理	(39)
3.1.2 螺旋管式电感传感器的结构与工作原理	(42)



3.1.3 自感式传感器的测量电路与应用	(45)
3.2 差动变压器式传感器 ...	(49)
3.2.1 变隙式差动变压器的结构与工作原理	(49)
3.2.2 螺旋管式差动变压器的结构与工作原理	(51)
3.2.3 差动变压器的测量电路与应用	(57)
3.3 电涡流式传感器	(62)
3.3.1 电涡流式传感器的基本结构与工作原理	(62)
3.3.2 电涡流的形成范围	(65)
3.3.3 电涡流式传感器的测量电路与应用	(66)
本章小结	(69)
思考题与习题	(74)
第4章 电容式传感器与应用	(78)
4.1 电容式传感器的定义、分类及特性	(78)
4.1.1 电容式传感器的定义与分类	(78)
4.1.2 电容式传感器的特性	(79)
4.2 电容式传感器的测量电路	(82)
4.3 电容式传感器的应用 ...	(85)
本章小结	(88)
思考题与习题	(88)
第5章 压电式传感器与应用	(89)
5.1 压电效应与压电材料 ...	(89)
5.1.1 压电效应	(89)
5.1.2 压电材料	(90)
5.2 压电式传感器的工作原理	(92)
5.3 压电式传感器的等效电路与测量电路	(94)
5.3.1 压电式传感器的等效电路	(94)
5.3.2 压电式传感器的测量电路	(94)
5.4 压电式传感器的应用 ...	(96)
本章小结	(98)
思考题与习题	(99)
第6章 霍尔式传感器与应用 ...	(101)
6.1 霍尔元件与霍尔效应	(101)
6.2 霍尔元件的主要特性	(103)
6.3 霍尔传感器的基本测量电路	(105)
6.4 霍尔传感器的误差与补偿	(108)
6.4.1 零位误差与补偿	(108)
6.4.2 温度误差与补偿	(109)
6.5 霍尔式传感器的应用	(111)
本章小结	(113)
思考题与习题	(114)
第7章 热电式传感器与应用 ...	(116)
7.1 热电偶温度传感器 ...	(116)
7.1.1 热电偶的材料与常用热电偶	(117)
7.1.2 热电偶的工作原理 ...	(119)
7.1.3 热电偶冷端温度补偿	(123)
7.1.4 热电偶测量线路	(127)
7.2 热敏电阻传感器	(129)
7.2.1 热敏电阻的工作原理	(129)
7.2.2 热敏电阻的主要特性及参数	

.....	(130)
7.3 热电阻传感器	(132)
7.3.1 金属热电阻	(132)
7.3.2 热电阻传感器的应用	(135)
本章小结	(136)
思考题与习题	(137)
第8章 光栅传感器与应用	(138)
8.1 莫尔条纹原理	(138)
8.1.1 形成莫尔条纹的光学原理	(138)
8.1.2 莫尔条纹的种类	(139)
8.2 光栅式传感器	(141)
8.2.1 光栅的基本知识	(141)
8.2.2 光栅式传感器	(142)
8.3 辨向原理与细分技术	(144)
8.3.1 辨向原理	(144)
8.3.2 细分技术	(145)
8.4 光栅传感器的应用 ...	(147)
本章小结	(148)
思考题与习题	(149)
第9章 光电传感器与应用	(150)
9.1 光电器件	(150)
9.1.1 光敏电阻	(150)
9.1.2 光敏二极管与光敏三极管	(152)
9.1.3 光电池	(153)
9.2 光纤传感器	(156)
9.2.1 光纤传感器基础	(156)
9.2.2 光调制与解调技术 ...	(159)
9.2.3 光纤传感器的应用实例	(162)
本章小结	(166)
思考题与习题	(168)

第10章 智能传感器与机器人传感器简介	(169)
10.1 智能式传感器	(169)
10.1.1 智能式传感器概述	(169)
10.1.2 智能传感器信号的采集	(175)
10.1.3 传感器的智能化	(178)
10.2 机器人传感器	(184)
10.2.1 机器人传感器概述	(184)
10.2.2 机器人视觉传感器	(186)
10.2.3 机器人触觉传感器	(190)
本章小结	(195)
思考题与习题	(197)
附 录 实验实训	(198)
实验一 箔式应变片性能——单臂电桥	(198)
实验二 箔式应变片三种桥路性能比较	(199)
实验三 箔式应变片的温度效应	(200)
实验四 应变电路的温度补偿	(201)
实验五 半导体应变计性能	(201)
实验六 半导体应变计直流半桥测试系统	(202)
实验七 箔式应变片与半导体应变片性能比较	(203)
实验八 移相器实验	(204)
实验九 相敏检波器实验 ...	(205)
实验十 箔式应变片组成的交流全桥	(207)



实验十一	激励频率对交流全桥的影响	(208)	实验二十八	霍尔式传感器的交流激励特性	(222)
实验十二	交流全桥的应用——振幅测量	(208)	实验二十九	霍尔式传感器的应用——振幅测量	(222)
实验十三	交流全桥组成的电子秤	(209)	实验三十	霍尔式传感器的应用——电子秤	(223)
实验十四	差动变压器性能	(209)	实验三十一	电涡流式传感器的静态标定	(223)
实验十五	差动变压器零残电压的补偿	(210)	实验三十二	被测材料对电涡流传感器特性的影响	(224)
实验十六	差动变压器的标定	(211)	实验三十三	电涡流式传感器的振幅测量	(225)
实验十七	差动变压器的振动测量	(212)	实验三十四	电涡流传感器的称重实验	(225)
实验十八	差动螺旋管式电感传感器位移测量	(213)	实验三十五	电涡流式传感器电机测试实验	(226)
实验十九	差动螺旋管式电感传感器振幅测量	(214)	实验三十六	磁电式传感器	(226)
实验二十	激励频率对电感传感器的影响	(215)	实验三十七	压电加速度式传感器	(227)
实验二十一	热电式传感器——热电偶	(216)	实验三十八	电容式传感器特性	(228)
实验二十二	热敏式温度传感器测温实验	(217)	实验三十九	力平衡式传感器	(229)
实验二十三	PN 结温度传感器	(218)	实验四十	双平行梁的动态特性——正弦稳态	(230)
实验二十四	光纤位移传感器——位移测量	(218)	实验四十一	微机检测与转换——数据采集处理	(231)
实验二十五	光纤传感器——转速测量	(220)	参考文献		(233)
实验二十六	光电传感器的应用——光电转速测试	(220)			
实验二十七	霍尔式传感器的直流激励特性	(221)			

绪 论

一、传感器的地位和作用

新技术革命的到来,世界开始进入信息时代。在利用信息的过程中,首先要解决的就是要获取准确可靠的信息,单靠人们自身的感觉器官来获取的信息,在研究自然现象和规律以及现代的生产活动中已远远不够了。而传感器正是人们获取自然界信息的主要途径和手段。

在自动化生产过程中,人们为了有目的地对生产过程进行控制,就需要用传感器检测,获取生产流程中的各种有关信息,然后对它们进行分析、判断,以便进行自动控制;让设备工作在最佳状态;并使产品达到最好的质量。如果没有众多优良的传感器,现代化生产也就失去了基础。

在科学技术中,传感器更具有突出的地位。例如对深化物质的认识,开拓新能源、新材料等具有重要尖端技术的研究;对超高温、超低温、超高压、超高真空、超强磁场、超弱磁场的研究等。现代科学技术的发展,又进入了许多新的领域:宏观上要观察上千年的茫茫宇宙,微观上要观察小到 10^{-13}cm 的粒子世界,纵向要观察数十万年的天体演化,短到 10^{-24}s 的瞬间反应。显然,要获取大量人类无法获取的信息,没有传感器是不可能的。实践证明,许多基础科学研究的障碍,首先就在于对象信息的获取存在困难,而一些新机理和高灵敏度检测传感器的出现,往往会导致该领域内的突破;一些传感器的发展,往往是一些边缘科学开发的先驱。

计算机的发展和应用,给人类文明带来了巨大的影响。特别是超大规模集成电路出现后,计算机的核心部件有了巨大的发展,同时也要求外部设备与之配合。计算机的外部设备主要就是传感器,因而传感器的发展将使计算机的功能得到更加充分的利用,同时也将促进计算机的进一步发展;反之,传感器的不足又会极大地限制计算机功能的发挥。可以说,计算机与传感器的协调发展,对科学技术的发展起着决定性的作用。

目前,传感器早已渗透到工业生产、宇宙开发、海洋探测、环境保护、资源调查、健康管理、生物工程,甚至文物保护等各个领域。可以毫不夸张地说,从茫茫的太空,到浩瀚的海洋,以至各种复杂的工程系统,几乎每一个现代化项目,都离不开传感器。

由此可见,传感器技术在发展经济、推动社会进步中起着十分明显的重要作用。相信在不远的将来,传感器技术将有一个飞跃的发展,会达到与其重要地位相称的新水平。

二、传感器的定义及其组成

传感器是将感受到的外界信息,按照一定的规律转换成所需要的有用信息的装



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。但是,通常是由检测的非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。

从信息角度来看,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。传感器一般由敏感元件、转换元件、转换电路三部分组成。其框图如图 0-1 所示。

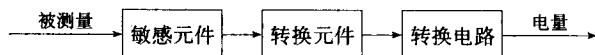


图 0-1 传感器组成框图

图中,敏感元件:它是传感器的核心部件,用来感知外界信息和转换成有用信息的元件。直接感受被测量,并输出与被测量成确定关系的某一物理量。

转换元件:敏感元件的输出就是它的输入,它把输入转换成电路参数量。

转换电路:上述电路参数接入转换电路,便可转换成电量输出。

实际上,有些传感器很简单,有些则较复杂。最简单的传感器只由一个敏感元件(兼转换元件)组成,它在感受被测量时直接输出电量,如热电偶就是如此。有些传感器由敏感元件和转换元件组成,没有转换电路。有些传感器,转换元件不止一个,要经过若干次转换。

敏感元件与转换元件在结构上常是装在一起的,而转换电路为了减小外界的影响也希望和它们装在一起,不过由于空间的限制或其他原因,转换电路常装入电箱中。尽管如此,因为不少传感器要在通过转换电路之后才能输出电量信号,从而决定了转换电路是传感器的组成环节之一。一般情况下,转换电路后面的后续电路,如信号放大、处理、显示等电路就不再包括在传感器范围之内了。

三、传感器的分类

传感器行业是知识密集、技术密集的行业,它与许多学科有关,其种类十分繁多,分类方法也很多。

首先,按照传感器的工作机理,可分为物理型、化学型、生物型等。

其次,按构成原理,可分为结构型和物性型两大类。

结构型传感器是利用物理学中场的定律构成的,包括动力场的运动定律,电磁场的电磁定律等。物理学中的定律一般是以方程给出的,对于传感器来说,这些方程也就是许多传感器在工作时的数学模型。这类传感器的特点是传感器的性能与它的结构材料没有多大关系。例如差动变压器,无论是使用坡莫合金或铁淦氧做铁心,还是使用铜线或其他导线做绕组,都是作为差动变压器而工作的。

物性型传感器是利用物质定律构成的,如虎克定律、欧姆定律等。物质定律是表示物质某和客观性质的法则,这种法则大多数是以物质本身的参数形式给出的,这种参数的大小决定了传感器的主要性能。因此,物性型传感器的性能随材料的不同而异。例如,光电管就是物性传感器,它利用了物质法则中的外光电效应,显然,其特性

与涂在电极上的材料有着密切的关系。

此外,也有基于守恒定律和统计定律的传感器,但为数很少。

第三,根据传感器的能量转换情况,可分为能量控制型传感器和能量转换型传感器。

能量控制型传感器,在信息变换过程中,其能量需要外电源供给。如电阻、电容、电感等电路参量传感器都属于这一类传感器;基于电阻效应、磁阻效应、热阻效应、光电效应、霍尔效应等的传感器也属于此类传感器。能量转换型传感器,主要由能量变换元件构成,它不需要外电源。如基于压电效应、热电效应、光电效应的传感器都属于此类传感器。

第四,按物理原理可分为:

(1)电参量式传感器,包括电阻式、电感式、电容式三个基本形式,以及由此派生出来的电触式、差动变压器式、涡流式、压磁式、感应同步变压器式、容栅式等;

(2)磁电式传感器,包括磁电感应式、霍尔式、磁栅式等;

(3)压电式传感器;

(4)光电式传感器,包括一般光电式、光栅式、激光式、光电码盘式、光导纤维式、红外式、摄像式等;

(5)气电式传感器;

(6)热电式传感器;

(7)波式传感器,包括超声波式、微波式等;

(8)射线式传感器;

(9)半导体式传感器;

(10)其他原理的传感器等。

有些传感器的工作原理具有两种以上原理的复合形式,如不少半导体式传感器,也可看成电参量式传感器;有些传感器不属于前面 9 类,则可列入第 10 类,如振荡式和振筒式传感器、力平衡传感器等。

第五,另外,还可以按传感器的使用来分类,如位移传感器、压力传感器、振动传感器、温度传感器等;根据传感器输出的是模拟信号还是数字信号,可分为模拟传感器和数字传感器;根据转换过程可逆与否可分为双向传感器和单向传感器等。

四、对传感器的一般要求

各种传感器,由于原理、结构不同,使用的环境条件不同,其技术指标也不尽相同。但是对传感器的基本要求却具有下列共性:

(1)可靠性;

(2)静态精度;

(3)动态性能;

(4)抗干扰能力;



- (5)通用性;
- (6)小的轮廓尺寸;
- (7)低成本;
- (8)低能耗等。

可靠性、静态精度与动态性能的要求是不言而喻的。传感器是通过检测功能来达到各种技术目的的,很多传感器在动态条件下工作,精度不够,动态性能不好或出现故障,整个工作就无法进行。在某些设备上往往装有许多传感器,若有一个传感器失灵,就会影响全局,造成严重后果。所以对传感器的工作可靠性,静态精度和动态性能是最基本的要求。

抗干扰能力也是十分重要的,因为使用现场总是存在着多种干扰,总会出现各种意想不到的情况,因此就要求传感器的抗干扰能力要强,适应环境的能力要强。其他几项要求也是显而易见的。

五、传感器的发展趋向

传感器的发展趋向包括社会对传感器需要的新动向和传感器技术发展的新趋势两个方面的内容。

1. 社会发展对传感器需求的新动向

社会需求是传感器发展的强大动力,随着现代科学技术,特别是大规模集成电路技术的飞速发展和“电脑”的普及,传感器在新的技术革命中的地位和作用将更为突出;竞相开发和应用传感器的热潮已在世界范围内掀起。这是因为:①“电五官”落后于“电脑”的现状,已成为微型计算机的进一步开发和应用的一大障碍;②许多有竞争力的新产品开发和卓有成效的技术改造,都离不开传感器;③传感器的应用直接带来了明显的经济效益和社会效益;④传感器普及于社会的各个领域,将造成良好的销售前景。

2. 传感器的发展趋势

目前的传感器,无论在数量上还是在质量上和功能上,都远不适应社会多方面发展的需要。当前,人们在充分利用先进电子技术条件,研究和采用合适的外部电路以及最大限度地提高现有传感器的性能价格比的同时,正在寻求传感器技术发展的新途径。

(1)开发新型传感器

由于传感器的工作机理是基于各种效应和定律,于是启发人们进一步地探索具有新效应的敏感功能材料,并由此研制出具有新原理的新型物性型传感器,这是发展高性能、多功能、低成本和小型化传感器的重要途径。其中利用量子力学诸效应研制的高灵敏阀传感器,用来检测极微信号,是传感器发展的新趋势之一。

(2)传感器的集成化和多功能化

固态功能材料——半导体、电介质、强磁体的进一步开发和集成技术的不断发

展,为传感器集成化开辟了广阔的前景。

这里所谓的集成化,就是在同一芯片上,将众多同一类型的单个传感器集成为一维线性、二维阵列(面)型传感器,或将传感器与调理、补偿等电路集成一体化。前一种集成化使传感器的检测参数由点到线到面到体多维图像化,甚至能加上时序,变单参数检测为多参数检测;后一种集成化使传感器由单一的信号变换功能,扩展为兼有放大、运算、干扰补偿等多功能——实现了横向向纵向的多功能。

(3)传感器的智能化

“电五官”与“电脑”相结合,就是传感器的智能化。智能传感器不仅具有信号检测、转换功能,同时还具有记忆、存储、解析、统计处理以及自诊断、自校准、自适应等功能。如进一步将传感器与计算机的这些功能集成在同一芯片上,就构成了智能传感器。

(4)研究生物感官,开发仿生传感器

大自然是生物传感器的优秀设计师。它经过漫长的岁月,不仅造就了集多种感官于一身的人类本身,而且还设计了许多多功能奇特、性能高超的生物传感器。例如,狗的嗅觉(灵敏阈为人的 10^6 倍)、鸟的视觉(视力为人的 8~50 倍)、蝙蝠、飞蛾、海豚的听觉(主动性生物雷达——超声波传感器)、蛇的接近觉(分辨率达 0.001°C 的红外测温传感器)等。这些生物的感官性能,是当今传感技术所望尘莫及的。研究它们的机理,开发仿生传感器,也是非常引人注目的方向。

六、本课程的任务和教学要求

本课程是机电工程类、电气工程类的专业技术基础课。主要讲授工程检测中常用的传感器的原理,以及应用这些传感器测量诸如压力、应力、温度、位移、转速和振动等参数的方法。

本课程的任务是:

(1)使学生掌握各类传感器的基本理论,掌握几何量、机械量及有关测量中常用的各种传感器的基本结构、工作原理、主要性能及特点;

(2)使学生初步掌握有关测量的一些基本知识,了解工程检测中常用的基本电路;

(3)使学生具有初步选用传感器的能力,为在今后工作中根据生产实际合理地选择和使用传感器打下良好的基础;

(4)使学生了解传感器的发展和研究方向。