

应用型本科规划教材

传感器技术与应用

主 编 孙运旺

副主编 李林功

浙江大學出版社

应用型本科院校信电专业基础平台课规划教材系列

编委会

主任 顾伟康

副主任 王 薇 沈继忠 梁 丰

委员 (以姓氏笔画为序)

方志刚 古 辉 李 伟

何杞鑫 林雪明 张增年

唐向宏 夏哲雷 钱贤民

蔡伟健

总 序

近年来我国高等教育事业得到了空前的发展,高等院校的招生规模有了很大的扩展,在全国范围内发展了一大批以独立学院为代表的应用型本科院校,这对我国高等教育的持续、健康发展具有重大的意义。

应用型本科院校以着重培养应用型人才为目标,目前,应用型本科院校开设的大多是一些针对性较强、应用特色明确的本科专业,但与此不相适应的是,当前,对于应用型本科院校来说作为知识传承载体的教材建设远远滞后于应用型人才培养的步伐。应用型本科院校所采用的教材大多是直接选用普通高校的那些适用研究型人才培养的教材。这些教材往往过分强调系统性和完整性,偏重基础理论知识,而对应用知识的传授却不足,难以充分体现应用类本科人才的培养特点,无法直接有效地满足应用型本科院校的实际教学需要。对于正在迅速发展的应用型本科院校来说,抓住教材建设这一重要环节,是实现其长期稳步发展的基本保证,也是体现其办学特色的基本措施。

浙江大学出版社认识到,高校教育层次化与多样化的发展趋势对出版社提出了更高的要求,即无论在选题策划,还是在出版模式上都要进一步细化,以满足不同层次的高校的教学需求。应用型本科院校是介于普通本科与高职之间的一个新兴办学群体,它有别于普通的本科教育,但又不能偏离本科生教学的基本要求,因此,教材编写必须围绕本科生所要掌握的基本知识与概念展开。但是,培养应用型与技术型人才又是应用型本科院校的教学宗旨,这就要求教材改革必须淡化学术研究成分,在章节的编排上先易后难,既要低起点,又要有坡度、上水平,更要进一步强化应用能力的培养。

为了满足当今社会对信息与电子技术类专业应用型人才的需要,许多应用型本科院校都设置了相关的专业。而这些专业的特点是课程内容较深、难点较多,学生不易掌握,同时,行业发展迅速,新的技术和应用层出不穷。针对这一情况,浙江大学出版社组织了十几所应用型本科院校信息与电子技术类专业的教师共同开展了“应用型本科信电专业教材建设”项目的研究,共同研究目前教材的不适应之处,并探讨如何编写能真正做到“因材施教”、适合应用型本科层次

信电类专业人才培养的系列教材。在此基础上,组建了编委会,确定共同编写“应用型本科院校信电专业基础平台课规划教材系列”。

本专业基础平台课规划教材具有以下特色:

在编写的指导思想,以“应用类本科”学生为主要授课对象,以培养应用型人才为基本目的,以“实用、适用、够用”为基本原则。“实用”是对本课程涉及的基本原理、基本性质、基本方法要讲全、讲透,概念准确清晰。“适用”是适用于授课对象,即应用型本科层次的学生。“够用”就是以就业为导向,以应用型人才为培养目的,达到理论够用,不追求理论深度和内容的广度。突出实用性、基础性、先进性,强调基本知识,结合实际应用,理论与实践相结合。

在教材的编写上重在基本概念、基本方法的表述。编写内容在保证教材结构体系完整的前提下,注重基本概念,追求过程简明、清晰和准确,重在原理,压缩繁琐的理论推导。做到重点突出、叙述简洁、易教易学。还注意掌握教材的体系和篇幅能符合各学院的计划要求。

在作者的遴选上强调作者应具有应用型本科教学的丰富经验,有较高的学术水平并具有教材编写经验。为了既实现“因材施教”的目的,又保证教材的编写质量,我们组织了两支队伍,一支是了解应用型本科层次的教学特点、就业方向的一线教师队伍,由他们通过研讨决定教材的整体框架、内容选取与案例设计,并完成编写;另一支是由本专业的资深教授组成的专家队伍,负责教材的审稿和把关,以确保教材质量。

相信这套精心策划、认真组织、精心编写和出版的系列教材会得到广大院校的认可,对于应用型本科院校信息与电子技术类专业的教学改革和教材建设起到积极的推动作用。

系列教材编委会主任

顾伟康

2006年7月

前 言

本书克服了以往教材原理过于繁复、实用技术内容少且单一的不足之处,在内容和写法上作了较大改变以适应目前高等院校应用型本科生的特点,重点强调了实际的应用。

全书共分12章,第1章介绍了传感器的基本概念和基本特性等有关内容;第2章为基本电量传感器,主要包括电位器式位移传感器、电感式和电容式传感器;第3章为光电传感器,包括光电效应、光敏电阻原理及应用、光电式传感器的原理及应用;第4章为力敏传感器,包括弹性敏感元件的基本特性,应变式压力传感器,压阻式、压电式等传感器的原理与应用;第5章为磁敏传感器,也是目前使用比较广泛的传感器,主要包括霍尔式、磁阻式、磁敏晶体管、压阻式等传感器的原理与应用;第6章为超声波传感器,在介绍各种超声波传感器的基础上主要介绍在各方面的应用;第7章为温度传感器,包括温度传感器的选用原则、热电偶工作原理、热电阻基本应用电路、集成温度传感器的应用;第8章为湿度传感器,主要讲解湿度的基本概念,各种湿度传感器的基本结构、工作原理和应用;第9章为气敏传感器,包括各种气敏传感器的结构原理和应用;第10章是生物传感器,主要介绍了生物传感器的基本概念和在各领域中的应用;第11章为传感器的智能化与微型化,简单介绍了智能传感器和微型传感器的基本概念和应用;第12章为传感器的接口技术,包括传感器的信号的预处理方法、信号放大器、传感器与微机的接口技术等。

本书结构紧凑、内容丰富新颖、具有普遍的实用性,且语言简练、通俗易懂,充分体现了新知识、新技术、新工艺和新编排的精神和科学性,更体现了以学生为本位、以能力为目标的指导思想。

本书由浙江万里学院电子信息学院孙运旺任主编,浙江大学宁波理工学院信科系李林功任副主编。浙江万里学院电子信息学院郑敏华、应艳杰和浙江大学宁波理工学院钟伟红参编。其中,第1章、第10章和第11章由孙运旺编写;第3章、第12章由李林功编写;第6章和第7章由钟伟红编写;第2章、第4章和第5章由应艳杰编写;第8章和第9章由郑敏华编写。全书由孙运旺统稿。在这里

要特别感谢参考文献中所列的各位作者,包括众多未能在参考文献中一一列出资料的作者,正是因为他们各自领域里的独到见解和特别的贡献为编写本书提供了宝贵的参考资料,使本书能够在总结已有经验的基础上,吸取众家之长,才有了这本具有自己特色的传感器教材。

在本书编写过程中,所有参编老师团结合作,精益求精;同时浙江大学何杞鑫教授、合肥工业大学马修水教授以及浙江万里学院电信学院张增年副教授提供了宝贵的意见和建议;浙江大学陈裕泉教授审阅了全书,在此一并表示衷心感谢。

传感技术所涉及的知识非常广泛,而且技术本身在飞速发展,在编写本书的过程中,由于作者的水平和知识有限,难免有疏漏和不妥之处,恳请读者不吝赐教。

编者

2006年7月

目 录

第 1 章 传感器基础知识	1
1.1 传感器的概念与定义	1
1.1.1 传感器的概念	1
1.1.2 传感器的定义	2
1.2 传感器的作用	2
1.3 传感器的基本组成	3
1.4 传感器的分类	4
1.4.1 按输入量(被测对象)分类	4
1.4.2 按输出量分类	4
1.4.3 按基本效应分类	4
1.4.4 按工作原理进行分类	4
1.4.5 按能量变换关系进行分类	5
1.5 传感器的基本特性	5
1.5.1 传感器的静态特性	5
1.5.2 传感器的动态特性	7
1.6 传感器的发展方向.....	10
思考与练习	12
第 2 章 基本电量传感器	13
2.1 电位器式位移传感器.....	13
2.1.1 电位器式位移传感器基本原理.....	13
2.1.2 电位器式位移传感器的噪声与结构.....	15
2.1.3 非线绕电位器式位移传感器.....	16
2.1.4 电位器式位移传感器的应用.....	16
2.2 电感式传感器.....	17
2.2.1 自感式位移传感器.....	17
2.2.2 差动式自感传感器.....	21
2.2.3 互感式电感传感器.....	22

2.2.4	电涡流式传感器	26
2.2.5	电感传感器典型应用	28
2.3	电容式传感器	32
2.3.1	电容式传感器的基本结构原理	32
2.3.2	电容式传感器的等效电路	34
2.3.3	电容式传感器的测量电路	35
2.3.4	电容式传感器的优缺点分析	37
2.3.5	电容式传感器的应用举例	37
	思考与练习	39
第3章	光电传感器	40
3.1	光电效应	40
3.1.1	外光电效应	41
3.1.2	内光电效应	41
3.1.3	光生伏打效应	41
3.2	光敏电阻	41
3.3	光敏二极管	42
3.4	光敏三极管	45
3.5	光电池	48
3.6	光电耦合器	49
3.7	红外线传感器	50
3.8	色彩传感器	53
3.9	光纤传感器	56
3.10	图像传感器	59
3.11	光电元件特性	68
3.12	实践	71
	思考与练习	73
第4章	力敏传感器	74
4.1	弹性敏感元件的基本特性	74
4.1.1	刚度与柔度	74
4.1.2	弹性滞后	75
4.1.3	弹性后效与蠕变	75
4.1.4	固有振动频率	75
4.2	应变式压力传感器	76
4.2.1	应变式压力传感器的基本原理	76
4.2.2	电阻应变片的横向效应	77
4.2.3	电阻应变片的温度误差与温度补偿	77
4.2.4	应变式压力传感器测量电路	79

4.2.5 应变片式压力传感器的应用举例	80
4.3 压阻式压力传感器	82
4.3.1 压阻式力传感器基本原理	82
4.3.2 半导体应变片的温度补偿	82
4.3.3 压阻式传感器的应用举例	83
4.4 压电式压力传感器	84
4.4.1 压电效应	85
4.4.2 压电传感器的等效电路	87
4.4.3 压电元件常用结构形式	88
4.4.4 压电式传感器的测量电路	89
4.4.5 压电式传感器的应用举例	90
4.5 谐振式压力传感器	91
4.5.1 谐振式传感器的基本原理	91
4.5.2 谐振式传感器测量的特点	92
4.5.3 谐振式传感器的测量电路	92
4.5.4 谐振式传感器的应用举例	93
思考与练习	95
第5章 磁敏传感器	96
5.1 霍尔传感器	96
5.1.1 霍尔传感器基本原理	96
5.1.2 霍尔传感器的主要特性	98
5.1.3 霍尔传感器的连接方式和输出电路	99
5.1.4 霍尔传感器的误差分析与补偿	101
5.1.5 霍尔传感器的应用举例	103
5.2 磁阻传感器	104
5.2.1 磁阻传感器的基本原理	104
5.2.2 磁阻传感器的结构	105
5.2.3 磁阻传感器的温度补偿电路	106
5.2.4 磁阻传感器的应用举例	106
5.3 磁敏二极管	107
5.3.1 磁敏二极管的结构	107
5.3.2 磁敏二极管的工作原理	108
5.3.3 磁敏二极管的主要特性	108
5.3.4 磁敏二极管的应用举例	110
5.4 磁敏三极管	111
5.4.1 磁敏三极管的结构	111
5.4.2 磁敏三极管的工作原理	111
5.4.3 磁敏三极管的主要特性	111

5.4.4 磁敏三极管的应用	113
5.5 压磁式传感器	113
5.5.1 压磁式传感器的基本原理	114
5.5.2 压磁传感器的主要特性	114
5.5.3 压磁式传感器的应用举例	116
思考与练习	116
第6章 超声波传感器	117
6.1 超声波的物理性质	117
6.1.1 传播速度	117
6.1.2 反射与折射现象	117
6.1.3 传播中的衰减	118
6.2 超声波的发射和接收	118
6.3 应用	119
6.3.1 探伤	119
6.3.2 距离测量	120
6.3.3 流量测量	121
思考与练习	123
第7章 温度传感器	124
7.1 基本概念	124
7.1.1 温标	124
7.1.2 温度传感器的分类	124
7.1.3 选用原则	125
7.2 热电偶	125
7.2.1 工作原理	125
7.2.2 标准化热电偶	127
7.2.3 热电偶冷端温度的处理	127
7.2.4 热电偶的结构形式	130
7.3 金属热电阻(热电阻)	131
7.3.1 常用热电阻温度特性	131
7.3.2 热电阻传感器的结构	132
7.3.3 热电阻基本应用电路	133
7.4 半导体热敏电阻(热敏电阻)	134
7.4.1 热敏电阻的原理	134
7.4.2 热敏电阻的外形结构	134
7.4.3 热敏电阻的应用	134
7.5 集成温度传感器	136
7.5.1 集成温度传感器概况	136

7.5.2 AD590 集成温度传感器应用实例	136
思考与练习	138
第 8 章 湿度传感器	139
8.1 湿度的基本概念	139
8.1.1 相对湿度和绝对湿度	139
8.1.2 露点	139
8.2 电阻式湿度传感器	140
8.2.1 碳膜电阻式湿度传感器	140
8.2.2 陶瓷电阻式湿度传感器	140
8.2.3 高分子电阻式湿度传感器	142
8.2.4 氯化锂湿度传感器	142
8.2.5 结露传感器	143
8.3 电容式湿度传感器	145
8.3.1 陶瓷电容式湿度传感器	145
8.3.2 高分子电容式湿度传感器	146
8.3.3 IH3605 集成电容式湿度传感器	148
8.4 湿度传感器的典型应用	149
8.4.1 湿度传感器的基本参数和特性	149
8.4.2 湿度传感器的接口电路	150
8.4.3 应用举例	153
思考与练习	154
第 9 章 气敏传感器	155
9.1 半导体气敏传感器	156
9.1.1 SnO ₂ 系列气敏传感器	156
9.1.2 烧结型 SnO ₂ 气敏传感器	156
9.1.3 薄膜型 SnO ₂ 气敏传感器	157
9.1.4 厚膜型 SnO ₂ 气敏传感器	157
9.1.5 氧化锌(ZnO)系气敏传感器	158
9.1.6 氧化铁系气敏传感器	159
9.1.7 MOS 二极管气敏传感器	159
9.1.8 Pb-MOSFET 气敏传感器	160
9.2 固体电解质气敏传感器	161
9.3 接触燃烧式气体传感器	162
9.4 气敏传感器的典型应用	163
9.4.1 气敏传感器的主要参数和特性	163
9.4.2 气敏传感器的接口电路	163
9.4.3 气敏传感器的应用举例	165

思考与练习	167
第 10 章 生物传感器	168
10.1 生物传感器的基本概念	168
10.2 生物传感器的特点	169
10.3 生物传感器的种类	169
10.4 生物传感器基本结构和工作原理	169
10.5 生物传感器主要应用	174
10.5.1 发酵工业	174
10.5.2 环境监测	175
10.5.3 医学领域	177
10.5.4 食品工业	178
10.6 发展前景	179
思考与练习	179
第 11 章 传感器的智能化与微型化	180
11.1 智能传感器	180
11.1.1 智能传感器的基本概念	180
11.1.2 智能传感器的特点	181
11.1.3 智能传感器的功能	181
11.1.4 智能传感器的原理与构成	182
11.1.5 智能传感器的应用	182
11.2 微型传感器	187
11.2.1 由计算机辅助设计(CAD)技术和微机电系统(MEMS)技术引发的传感器微型化	187
11.2.2 由敏感光纤技术引发的传感器微型化	187
11.2.3 微型传感器应用现状	188
11.3 多功能传感器	188
11.3.1 多功能传感器的执行规则和结构模式	189
11.3.2 多功能传感器的研制与应用现状	189
思考与练习	190
第 12 章 传感器接口技术	191
12.1 传感器接口特点	191
12.2 常用传感器接口电路	192
12.3 传感器与微型计算机的接口	205
12.3.1 传感器与微型计算机接口的一般结构	205
12.3.2 多路模拟开关	207
12.3.3 采样保持器	209

12.3.4 A/D 转换器(ADC).....	211
12.3.5 传感器与微型计算机接口应用实例	215
12.4 抗干扰技术.....	217
12.5 线性化.....	221
12.6 器件选择.....	223
12.6.1 外围电路器件选择	223
12.6.2 传感器选择	224
思考与练习.....	225
参考文献	226

第 1 章 传感器基础知识

在当今处于信息时代的社会中,科学技术的日新月异和生产过程的高度自动化已成为人所共知的必然趋势,而它们的共同要求是必须建立在不断发展与提高的信息工业基础上。人们只有从外界获取大量准确、可靠的信息,并经过一系列的科学分析、处理、加工与判断后,才能认识、掌握自然界和科学技术中的各种现象及与其相关的变化规律。工业生产过程的现代化面临的第一个问题是必须采用各种传感器来检测、监视和控制各种静态及动态参数,使设备或系统能正常运行并处于最佳状态,从而保证生产的高效率、高质量。所以,进行信息采集的传感器技术是重要的基础,此后,才有后期的信息分析、处理、加工、控制等技术问题。当然,人们在早期是通过自身的感觉器官与外界保持接触,在一定程度上和一定范围内获得颇有意义与有限的重要信息,以维持与指导人类的正常生活和生产活动。

目前,传感技术早已渗透到工业生产、环境保护、资源调查、医学诊断、生物工程、宇宙开发、海洋探测甚至文物保护等广泛的领域,对推动国民经济发展和社会进步起到了极为重要的作用,而且随着人类认识范围的不断扩大,这种作用将越来越显得重要。现代化生产和科学技术的发展不断地应用于传感技术中,这也有力地推动着传感技术的现代化。传感技术与现代化生产和科学技术的密切关系,使传感技术成为一门十分活跃的技术学科,几乎渗透到人类的一切活动领域,发挥着越来越重要的作用。

1.1 传感器的概念与定义

1.1.1 传感器的概念

传感器是人类探知自然界信息的触角,它最早出自于“感觉”一词。人们通过自己的眼睛可以感觉到物体的形状和颜色;用自己的鼻子可以感觉到气味;用自己的耳朵可以感觉到声音;用自己的触觉可以感到物体的重量和温度。这种视觉、嗅觉、听觉、味觉和触觉是人感觉外界刺激所必须具备的感官,称作“五官”。这就是所谓的天然传感器。

传感技术与信息科学息息相关,在信息科学领域里,传感器被认为是生物体“五官”的工程模拟物。它是自动检测和自动转换技术的总称。它是以研究自动检测系统中的信息获取、信息转换和信息处理的理论和技术为主要内容的一门综合性的技术学科,与计算机、通信和自动化控制技术构成一条从信息的采集、处理、传输到应用的完整信息链。

传感器是一种能把特定的被测信号按一定规律转换成某种可用信号输出的器件或装

置,以满足信息的传输、处理、记录、显示和控制等要求。这里“可用信号”是指便于处理、传输的信号,一般为电信号,如电压、电流、电阻、电容、频率等。在我们每个人的生活里,处处都在使用着各种各样的传感器,如电视机、音响、VCD、空调遥控器等所使用的是红外线传感器;电冰箱、微波炉、空调机温控所使用的是温度传感器;家庭使用的煤气灶、燃气热水器报警所使用的是气体传感器;家用摄像机、数码照相机、上网聊天视频所使用的是光电传感器;轿车所使用的传感器就更多,如速度、压力、油量、爆震传感器、角度线性位移传感器等。这些传感器的共同特点是利用各种物理、化学、生物效应等实现对被测信号的测量。由此可见,在传感器中包含两个不同的概念,一是检测信号;二是能把检测的信号转换成一种与被测量有对应的函数关系的、而且便于传输和处理的物理量。如我们家庭常使用的遥控器是把光信号转换成电信号;楼道照明的声控开关是把声音转换成电信号。所以传感器又经常被称为变换器、转换器、检测器、敏感元件、换能器等,这些不同的称谓,反映在不同的学科领域中,是根据同一类型的器件在不同领域中的应用而得来的。

近年来由于信息科学和半导体微电子技术的不断发展,使传感器与微处理器、微机有机地结合,传感器的概念又得到了进一步的扩充。如智能传感器,它是集信息检测和信息处理于一体的多功能传感器。与此同时在半导体材料的基础上,运用微电子加工技术,发展起各种门类的敏感元件,它们被称为固态敏感元件,如光敏元件、力敏元件、温敏元件、磁敏元件、压敏元件、气敏元件、物敏元件等等。随着光通信技术的发展,近年来,利用光纤的传输特性,已研究开发出不少光纤传感器。光纤传感器具有良好的电绝缘性(具有80kV/20cm的耐高压特性),可用于高压送电设备的电场和电流的测量;光纤可以进行极低损失的传播,不受来自天线和电器设备等电磁性的干扰,可成为远距离传感系统的传输通路等等。

目前,传感器技术的含义在不断扩充和发展,它已成为一个综合性的交叉学科,它涉及国防、工业、农业、民用等各个领域,所以传感器是高智能技术的标志,也是现代科学发展的基础。

1.1.2 传感器的定义

国家标准《传感器通用术语》中,对传感器的定义作了这样的规定:“传感器是指能感受(或响应)规定的被测量并按一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置。”

广义上说,传感器是指在测量装置和控制系统输入部分中起信号检测作用的器件。

狭义上把传感器定义为能把外界非电信息转换成电信号输出的器件或装置。人们通常把传感器、敏感元件、换能器、转换器、变送器、发送器、探测器的概念等同起来。

1.2 传感器的作用

随着现代科学技术的高速发展,人类已进入瞬息万变的信息时代,人们在从事工农业生产和科学实验等工作中,常常需要对信息资源进行开发、采集、传输和处理。传感器处于研究对象与检测系统的接口位置,是感知、获取与检测信息的窗口,它提供系统赖以进行决策和处理所必需的原始数据。

无论是现在还是将来,传感器技术的日新月异都必将对科学技术的迅猛发展、人类生存环境的改变以及向未来空间的拓展起到重要的作用。

(1) 传感器在工业自动化系统中的作用

在工业自动化生产过程中,以传感器—微机为核心的自动检测与控制系统正在石油、电力、航天、冶金、机械制造、动力机械、化工、生物等领域得到广泛的应用。如图 1-1 所示是传感器在任何一个自动控制系统中的应用框图。

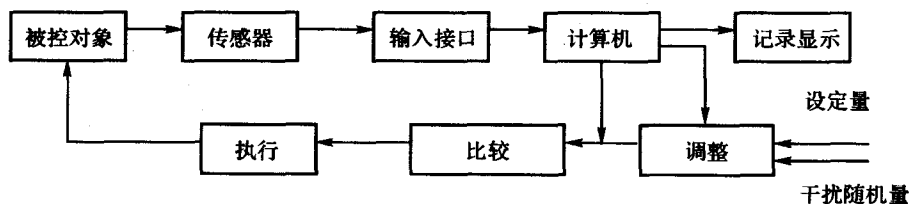


图 1-1 微机化自动检测与控制系统的基本组成

(2) 传感器在航空航天中的作用

飞机、火箭、宇宙飞船等飞行器上,要使用传感器对飞行速度、加速度、飞行距离及飞行方向、飞行姿态进行检测。

(3) 传感器在资源探测与环境保护中的作用

传感器用于陆地、海洋、太空资源以及空间环境、气象等方面的测量,以便于开发与利用,如测定农田土地状态、作物分布;掌握森林资源、渔业资源、海洋资源等等。在环境保护方面,可用于对大气、水质污染、放射性、噪声的检测等。

(4) 传感器在医学领域中的作用

传感器在医学上可用于对人体温度、血压及腔内压力、血液及呼吸流量、心脑电波、脉搏及心音等进行高准确度的检测,还能实现对患者的自动检测和监护。

(5) 传感器在家用电子产品中的作用

传感器在家用电器中得到广泛的应用,如电冰箱、微波炉、洗衣机、空调机、热水器、家庭影院、数码相机、液晶电视等都用到了各种不同的传感器。

(6) 传感器在军事领域里的作用

利用超声波在水底探测鱼雷、潜艇,用压电陶瓷制成的压电引信可以用作弹丸引爆装置,利用红外线可以探测地形、地物和军事目标,红外雷达可以搜索、跟踪、测距,可以搜索到上千公里外的目标等等。

1.3 传感器的基本组成

传感器一般由两个基本元件组成:敏感元件与转换元件。

在完成非电量到电量的变换过程中,并非所有的非电量参数都能一次直接变换为电量,往往是先变换成一种易于变换成电量的非电量(如位移、应变等),然后再通过适当的方法变换成电量。所以,把能够完成预变换的器件称为敏感元件。在传感器中,建立在力学结构分析上的各种类型的弹性元件(如梁、板等)称为敏感元件,统称为弹性敏感元件。而转换元件是能将感觉到的被测非电量参数转换为电量的器件,如应变计、压电晶体、热电偶等。转换元件是传感器的核心部分,是利用各种物理、化学、生物效应等原理制成的。新的物理、化学、生物效应的发现,常被用到新型传感器上,使其品种与功能日益增多,应用领域更加广泛。

应该指出的是,并不是所有的传感器都包括敏感元件与转换元件,有一部分传感器不需要起预变换作用的敏感元件,如热敏电阻、光电器件等。传感器的基本组成如图 1-2 所示。

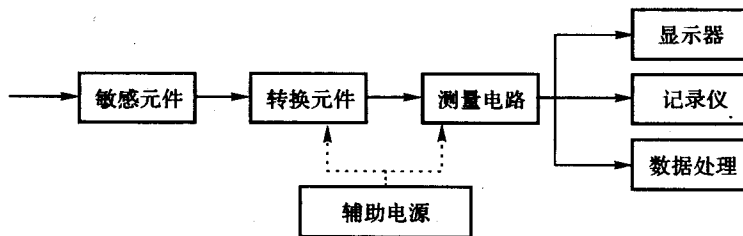


图 1-2 传感器的基本组成

1.4 传感器的分类

传感器的种类繁多,随着材料科学、应用技术和制造工艺的发展,传感器的品种如雨后春笋般层出不穷,如何分门别类,这将是传感器领域中的一大课题。

传感器的分类方法很多,比较常见的有下列几种。

1.4.1 按输入量(被测对象)分类

输入量即被测对象,按此方法分类,传感器可分为物理量传感器、化学量传感器和生物量传感器三大类。其中,物理量传感器又可分为温度传感器、压力传感器、位移传感器等。这种分类方法给使用者提供了方便,容易根据被测对象来选择所需要的传感器。

1.4.2 按输出量分类

传感器按输出量不同可分为模拟式传感器和数字式传感器两类。模拟式传感器是指传感器的输出信号为模拟量。数字式传感器是指传感器的输出信号为数字量。

1.4.3 按基本效应分类

根据传感技术所蕴涵的基本效应,可以将传感器分为物理型、化学型、生物型。

物理型是指依靠传感器的敏感元件材料本身的物理特性变化来实现信号的变换,如水银温度计是利用水银的热胀冷缩现象把温度变化转变为水银柱的高低变化,从而实现对温度的测量。

化学型是指依靠传感器的敏感元件材料本身的电化学反应来实现信号的变换,如气敏传感器、湿度传感器。

生物型是利用生物活性物质选择性的识别来实现测量,即依靠传感器的敏感元件材料本身的生物效应来实现信号的变换。待测物质经扩散作用进入固定化生物敏感膜层,经分子识别,发生生物学反应,产生的信息被相应的化学或物理换能器转变成可定量和可处理的电信号。如本酶传感器、免疫传感器。

1.4.4 按工作原理进行分类

传感器可按其工作原理命名,如应变式传感器、电容式传感器、电感式传感器、压电式传