

经典教材、优秀畅销书

/ 刘迎春 叶湘滨 编著 /

# 传感器

## 原理、设计与应用

(第5版)

第五版



国防工业出版社

National Defense Industry Press

# 传感器原理、设计与应用

(第5版)

刘迎春 叶湘滨 编著



国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书全面系统地论述了各种传感器的基本原理、基本特性、信号调节电路以及它们在物理量、化学量、生物量、电量等测量中的应用。

全书共 23 章。第 1 章至第 3 章为传感技术总论,介绍了传感器的基本概念、基本理论,传感器特性分析方法与标定方法;第 4 章至第 10 章论述常见的、应用广泛的传感器,它们是电阻应变式、电容式、电感式、压电式、磁电式、热电式和光电式等传感器;第 11 章至 22 章介绍国内外研制与开发的新型传感器,它们是智能、光纤、图像、气体、湿度、红外、固态压阻、微波、超导、液晶、生物和机器人等传感器,反映了当代传感器技术的新发展与新成就。第 23 章介绍了网络传感器。

本书可作为检测技术与仪器、自动控制、自动化仪表等专业的教材,亦可作为有关专业科研人员与工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

传感器原理、设计与应用 / 刘迎春, 叶湘滨编著.  
— 5 版. — 北京: 国防工业出版社, 2015. 6  
ISBN 978 - 7 - 118 - 09487 - 9

I. ①传… II. ①刘… ②叶… III. ①传感器 IV.  
①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 145621 号

※

国防工业出版社出版发行  
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)  
北京奥鑫印刷厂印刷  
新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 23 $\frac{3}{4}$  字数 541 千字  
2015 年 6 月第 5 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 59.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777 发行邮购:(010)88540776  
发行传真:(010)88540755 发行业务:(010)88540717

# 前 言

在科技飞速发展的信息时代,传感器作为信息感知与采集部件位于各种测试、控制与管理系统中的最前端,作用非常重要。因此,传感器的性能与质量直接影响系统的好坏,它对系统工作状况起决定性作用。

《传感器原理、设计与应用》一书是为适应科技发展与有关专业教学需要而编写的,自1989年第1版出版以来,一直深受高校师生欢迎,现已发行十余万册,非常畅销。据不完全统计,已被二十余所院校选为教材,获得了良好社会效益,曾获得第九届全国优秀畅销书奖。

本书前4版是由国防科技大学出版社出版的,第1版是按照国防科技大学仪表与测试系统专业的“传感器原理”课程大纲的要求,集作者多年教学与科研经验,参考国内外相关资料编写的。对当时应用较广泛的传统传感器,如电位计式、应变式、电容式、电感式等传感器的基本原理、基本特性和应用作了详细论述,还介绍了某些传感器的设计知识。同时,对光纤、气敏、湿敏和智能等新型传感器也作了介绍。编写中力争内容全面、丰富、新颖,同时又具有一定的深度和广度,叙述力求简明、深入浅出、概念清楚,适应各层次读者的需要。

第2版是在第1版发行5年之后,利用重印的机会,对内容与结构进行了一次较大的调整,以满足新的教学需要,同时也反映了5年来传感器技术的发展状况。传统传感器部分删去了比较陈旧和应用不多的章节,将新型传感器由原来的1章,扩充为6章,即智能、光纤、气敏、湿敏、固态图像、红外传感器各为一章,使本书具有与传感器技术学科发展相适应的水平。

第3版及第4版除对部分章节与结构调整外,又增加了微波、超导、液晶、生物和机器人等新型传感器,使本内容既丰富、实用,又先进、新颖。

在第5版出版之际,我们对第4版内容又进行了一次全面修改与调整,使其更合理、更完善。同时,我们也注意到随着计算机技术、网络技术与通信技术的高速发展与广泛应用,出现了网络化的自动测试系统。传感器是网络化自动测试系统必不可少的部件,它也必然顺应网络化这一潮流,于是出现了网络传感器的概念。此次出版增加了网络传感器一章,在保持前4版特色的基础上,反映现代传感技术的新发展、新成就。

本书可作为仪器科学与技术、自动控制等有关专业本科生的必修教材、研究生的选修教材以及相关专业技术人员参考书。

由于水平所限,书中疏漏与不妥之处欢迎广大读者批评指正。

作者

2015年元月于北京

# 目 录

<b>第 1 章 传感器概论</b> .....	1
1.1 传感器的组成与分类 .....	1
1.1.1 传感器的定义 .....	1
1.1.2 传感器的组成 .....	1
1.1.3 传感器的分类 .....	1
1.2 传感器在科技发展中的重要性 .....	2
1.2.1 传感器的作用与地位 .....	2
1.2.2 传感器技术是信息技术的基础与支柱 .....	2
1.2.3 科学技术的发展与传感器的密切关系 .....	3
1.3 传感器技术的发展动向 .....	3
<b>第 2 章 传感器的特性</b> .....	5
2.1 传感器的静态特性 .....	5
2.1.1 线性度 .....	5
2.1.2 灵敏度 .....	7
2.1.3 迟滞(迟环) .....	7
2.1.4 重复性 .....	8
2.2 传感器的动态特性 .....	8
2.2.1 动态参数测试的特殊问题 .....	8
2.2.2 研究传感器动态特性的方法及其指标 .....	9
2.2.3 传感器的数学模型 .....	10
2.2.4 传递函数 .....	11
2.2.5 频率响应函数 .....	11
2.2.6 脉冲响应函数 .....	12
2.3 传感器动态特性分析 .....	13
2.3.1 传感器的频率响应 .....	13
2.3.2 传感器的瞬态响应 .....	17
2.4 传感器的无失真测试条件 .....	19
2.5 传感器的标定 .....	20
2.5.1 传感器的静态特性标定 .....	20
2.5.2 传感器的动态特性标定 .....	21
2.5.3 振动传感器的标定 .....	23
2.5.4 压力传感器的标定 .....	24

<b>第3章 传感器中的弹性敏感元件</b> .....	32
3.1 引言 .....	32
3.2 弹性敏感元件的基本特性 .....	32
3.2.1 弹性特性 .....	32
3.2.2 弹性滞后 .....	33
3.2.3 弹性后效 .....	33
3.2.4 固有振动频率 .....	34
3.3 弹性敏感元件的材料 .....	34
3.4 弹性敏感元件的特性参数计算 .....	35
3.4.1 弹性圆柱(实心 and 空心) .....	35
3.4.2 悬臂梁 .....	36
3.4.3 扭转棒 .....	38
3.4.4 圆形膜片和膜盒 .....	39
3.4.5 弹簧管 .....	40
3.4.6 波纹管 .....	42
3.4.7 薄壁圆筒 .....	43
<b>第4章 电阻应变式传感器</b> .....	45
4.1 电阻应变式传感器的工作原理 .....	45
4.2 电阻应变片的工作原理 .....	45
4.2.1 金属的应变效应 .....	45
4.2.2 电阻应变片的结构和工作原理 .....	46
4.2.3 电阻应变片的横向效应 .....	48
4.3 电阻应变片的种类、材料和参数 .....	49
4.3.1 电阻应变片的种类 .....	49
4.3.2 电阻应变片的材料 .....	51
4.3.3 应变片的主要参数 .....	52
4.4 电阻应变片的动态响应特性 .....	53
4.4.1 应变波的传播过程 .....	54
4.4.2 应变计的可测频率的估算 .....	54
4.5 粘合剂和应变片的粘贴技术 .....	56
4.5.1 粘合剂 .....	56
4.5.2 应变计粘贴工艺 .....	57
4.6 电阻应变式传感器的温度误差及其补偿 .....	58
4.6.1 温度误差及其产生原因 .....	58
4.6.2 温度补偿方法 .....	60
4.7 电阻应变式传感器的信号调节电路及电阻应变仪 .....	61
4.7.1 测量电桥的工作原理 .....	61
4.7.2 电阻应变仪 .....	65
4.8 电阻应变式传感器的种类 .....	66

4.8.1	电阻应变式力传感器	66
4.8.2	应变式压力传感器	72
4.8.3	应变式加速度传感器	75
<b>第5章</b>	<b>电容式传感器</b>	<b>76</b>
5.1	电容式传感器的工作原理及结构形式	76
5.1.1	变间隙的电容式传感器	77
5.1.2	变面积的电容式传感器	81
5.1.3	变介电常数的电容式传感器	81
5.2	电容式传感器的等效电路	83
5.3	电容式传感器的信号调节电路	84
5.3.1	运算放大器式电路	84
5.3.2	电桥电路	85
5.3.3	调频电路	86
5.3.4	谐振电路	86
5.3.5	二极管T型网络	87
5.3.6	脉冲宽度调制电路	88
5.4	影响电容传感器精度的因素及提高精度的措施	89
5.4.1	温度对结构尺寸的影响	90
5.4.2	温度对介质介电常数的影响	90
5.4.3	漏电阻的影响	90
5.4.4	边缘效应与寄生参量的影响	90
5.4.5	增加原始电容值,减小寄生电容和漏电的影响	91
5.5	电容传感器的应用	91
5.5.1	膜片电极式压力传感器	91
5.5.2	电容式加速度传感器	93
5.5.3	电容式应变计	93
5.5.4	荷重传感器	94
5.5.5	振动、位移测量仪	94
5.5.6	电容测厚仪	95
<b>第6章</b>	<b>电感式传感器</b>	<b>96</b>
6.1	变磁阻式传感器	96
6.1.1	工作原理	96
6.1.2	等效电路	97
6.1.3	输出特性分析	100
6.1.4	传感器的信号调节电路	102
6.1.5	影响传感器精度的因素分析	103
6.1.6	电感式传感器应用举例	104
6.2	差动变压器	105
6.2.1	螺管形差动变压器	105



6.2.2	差动变压的信号调节电路	110
6.2.3	差动变压器应用举例	112
6.3	涡流式传感器	113
6.3.1	高频反射式涡流传感器	113
6.3.2	低频透射式涡流传感器	116
6.3.3	涡流式传感器的应用	117
<b>第7章</b>	<b>压电式传感器</b>	119
7.1	压电式传感器的工作原理	119
7.1.1	压电效应	119
7.1.2	压电常数和表面电荷的计算	121
7.2	压电材料	123
7.2.1	压电晶体	123
7.2.2	压电陶瓷	123
7.3	压电式传感器的等效电路	126
7.4	压电式传感器的信号调节电路	127
7.4.1	电压放大器(阻抗变换器)	127
7.4.2	电荷放大器	131
7.5	压电式加速度传感器	132
7.5.1	工作原理	132
7.5.2	灵敏度	132
7.5.3	频率特性	133
7.5.4	压电式加速度传感器的结构	135
7.6	压电式测力传感器	136
<b>第8章</b>	<b>磁电式传感器</b>	138
8.1	磁电式传感器的工作原理	138
8.2	动圈式磁电传感器	138
8.2.1	动圈式磁电传感器工作原理	138
8.2.2	动圈式磁电传感器结构	139
8.2.3	信号调节电路和记录仪器	140
8.3	磁阻式磁电传感器	140
8.4	磁电式传感器的频率响应特性	142
<b>第9章</b>	<b>热电式传感器</b>	144
9.1	热电偶	144
9.1.1	热电偶的基本原理	144
9.1.2	热电偶的类型及结构	152
9.1.3	热电势的测量及热电偶的标定	158
9.1.4	热电偶的传热误差和动态误差	161
9.2	热电阻	164
9.2.1	金属热电阻	164



9.2.2	半导体热敏电阻	169
9.3	晶体管和集成温度传感器	171
9.3.1	工作原理	171
9.3.2	集成温度传感器的典型应用	174
<b>第10章</b>	<b>光电式传感器</b>	<b>176</b>
10.1	光电管	176
10.2	光电倍增管	177
10.3	光敏电阻	178
10.3.1	光敏电阻的工作原理	178
10.3.2	光敏电阻的结构	178
10.3.3	光敏电阻的主要参数	178
10.3.4	光敏电阻的基本特性	179
10.4	光敏二极管和光敏晶体管	181
10.4.1	工作原理	181
10.4.2	基本特性	182
10.5	光电池	184
10.5.1	工作原理	184
10.5.2	基本特性	185
10.6	光电式传感器的应用	186
10.6.1	模拟式光电传感器的应用	186
10.6.2	脉冲式光电传感器的应用	188
<b>第11章</b>	<b>智能传感器</b>	<b>189</b>
11.1	概述	189
11.2	智能传感器的构成	189
11.3	压阻压力传感器智能化	190
11.3.1	智能压阻压力传感器硬件结构	190
11.3.2	智能压阻压力传感器软件设计	190
11.3.3	非线性与温度误差的修正	191
11.3.4	实验结果与结论	192
11.4	智能传感器的发展方向与途径	193
<b>第12章</b>	<b>光纤传感器</b>	<b>195</b>
12.1	概论	195
12.1.1	光纤传感技术的形成及其特点	195
12.1.2	光纤传感器的光源	195
12.1.3	光纤传感器的光探测器	195
12.1.4	光纤传感器的分类	195
12.2	光纤以及光在其中的传输	196
12.2.1	光纤及其传光原理	196
12.2.2	光在普通光纤内的传输	197

12.2.3	光在特殊光纤内的传输	199
12.3	光调制技术	200
12.3.1	相位调制与干涉测量	200
12.3.2	频率调制	201
12.4	光纤位移传感器	202
12.4.1	光纤开关与定位装置	203
12.4.2	传光型光纤位移传感器	205
12.4.3	受抑全内反射光纤位移传感器	207
12.4.4	光纤微弯位移传感器	209
12.4.5	光纤干涉型位移传感器	211
12.5	光纤速度、加速度传感器	212
12.5.1	光纤激光渡越速度计	212
12.5.2	利用马赫-泽德干涉仪的光纤加速度计	212
12.5.3	倾斜镜式光纤加速度计	213
12.6	光纤振动传感器	215
12.6.1	相位调制光纤振动传感器	216
12.6.2	利用光弹效应的光纤振动传感器	218
12.7	光纤温度传感器	220
12.7.1	相位调制型光纤温度传感器	220
12.7.2	热辐射光纤温度传感器	223
12.7.3	传光型光纤温度传感器	225
12.8	光纤流量、流速传感器	227
12.8.1	光纤旋涡流量计	227
12.8.2	光纤激光多普勒测速计	229
12.9	光纤压力传感器	230
12.9.1	利用马赫-泽德干涉仪制作的光纤压力传感器	230
12.9.2	偏振型光纤压力传感器	232
<b>第13章</b>	<b>固态图像传感器</b>	<b>235</b>
13.1	引言	235
13.2	固态图像传感器的敏感器件	236
13.2.1	电荷耦合器件(CCD)	236
13.2.2	电荷注入器件(CID)	240
13.2.3	庠链式器件(BBD)	241
13.2.4	MOS式光电变换器件	241
13.3	固态图像传感器的种类	241
13.3.1	线型固态图像传感器	242
13.3.2	面型固态图像传感器	244
13.3.3	固态图像传感器主要特性	250
13.3.4	固态图像传感器的应用	254

<b>第 14 章 气体传感器</b> .....	258
14.1 概述 .....	258
14.1.1 气体传感器及气体检测方法 .....	258
14.1.2 气体传感器的分类 .....	259
14.2 半导体气体传感器 .....	260
14.2.1 半导体气体传感器及其分类 .....	260
14.2.2 主要特性及其改善 .....	260
14.2.3 表面控制型电阻式传感器 .....	263
14.2.4 体控制型电阻式传感器 .....	266
14.2.5 非电阻式半导体气体传感器 .....	267
14.2.6 半导体气体传感器的应用 .....	269
14.3 红外吸收式气敏传感器 .....	272
14.4 接触燃烧式气敏传感器 .....	273
14.5 热导率变化式气体传感器 .....	274
14.6 湿式气敏传感器 .....	275
<b>第 15 章 湿度传感器</b> .....	276
15.1 湿度及湿度传感器 .....	276
15.1.1 湿度及其表示方法 .....	276
15.1.2 湿度传感器及其特性参数 .....	277
15.1.3 湿度传感器的分类 .....	278
15.2 电解质系湿度传感器 .....	278
15.2.1 无机电解质湿度传感器 .....	279
15.2.2 高分子电解质湿度传感器 .....	280
15.3 半导体及陶瓷湿敏传感器 .....	282
15.3.1 涂覆膜型 .....	283
15.3.2 烧结体型 .....	283
15.3.3 薄膜型 .....	285
15.4 有机物及高分子聚合物湿度传感器 .....	286
15.4.1 胀缩性有机物湿敏元件 .....	286
15.4.2 高分子聚合物薄膜湿敏元件 .....	287
15.5 湿度传感器的应用 .....	288
<b>第 16 章 红外传感器</b> .....	290
16.1 红外辐射的基本知识 .....	290
16.1.1 红外辐射 .....	290
16.1.2 红外辐射术语 .....	291
16.1.3 红外辐射源 .....	292
16.2 红外传感器 .....	293
16.2.1 常见红外传感器 .....	293
16.2.2 红外传感器的性能参数 .....	295

16.2.3	红外传感器使用中应注意的问题	297
16.3	红外测温	297
16.3.1	红外测温的特点	297
16.3.2	红外测温原理	297
16.4	红外成像	298
16.4.1	红外成像原理	298
16.4.2	红外成像仪	299
16.5	红外分析仪	301
16.6	红外无损检测	302
16.6.1	焊接缺陷的无损检测	302
16.6.2	铸件内部缺陷探测	302
16.6.3	疲劳裂纹探测	303
<b>第 17 章</b>	<b>固态压阻式传感器</b>	<b>304</b>
17.1	半导体的压阻效应	304
17.1.1	压阻效应	304
17.1.2	压阻系数	305
17.2	固态压阻式压力传感器	307
17.3	固态压阻式加速度传感器	308
17.4	固态压阻式传感器的输出特性及补偿方法	308
17.4.1	电桥平衡失调与零位温漂补偿	308
17.4.2	灵敏度温度系数补偿	309
17.4.3	非线性及其补偿	311
<b>第 18 章</b>	<b>微波传感器</b>	<b>312</b>
18.1	微波的基本知识	312
18.1.1	微波的性质与特点	312
18.1.2	微波振荡器与微波天线	312
18.2	微波传感器及其分类	313
18.2.1	反射式微波传感器	313
18.2.2	遮断式微波传感器	313
18.2.3	微波传感器的特点与存在的问题	313
18.3	微波传感器的应用	313
18.3.1	微波湿度(水分)传感器	313
18.3.2	微波液位计	314
18.3.3	微波物位计	314
18.3.4	微波测厚仪	315
18.3.5	微波温度传感器	316
<b>第 19 章</b>	<b>超导传感器</b>	<b>317</b>
19.1	超导光传感器	317
19.1.1	超导可见光传感器	317

19.1.2	超导红外传感器	317
19.2	超导微波传感器	318
19.3	超导磁场传感器	318
<b>第20章</b>	<b>液晶传感器</b>	<b>319</b>
20.1	液晶及其性质	319
20.1.1	液晶的概念	319
20.1.2	液晶的分类与性质	319
20.2	液晶传感器	319
20.2.1	液晶电磁场传感器	319
20.2.2	液晶电压传感器	320
20.2.3	液晶超声波传感器	320
20.2.4	液晶温度传感器	320
<b>第21章</b>	<b>生物传感器</b>	<b>321</b>
21.1	概述	321
21.2	生物传感器原理、特点与分类	321
21.2.1	生物传感器的基本原理	321
21.2.2	生物敏感膜	322
21.2.3	生物传感器的特点	322
21.2.4	生物传感器的分类	322
21.3	生物反应基本知识	323
21.3.1	酶反应	324
21.3.2	酶作用机理	324
21.3.3	微生物反应	326
21.3.4	免疫学反应	327
21.3.5	生物学反应中的物理量变化	328
21.4	生物活性材料固定化技术	328
21.5	酶传感器	329
21.6	微生物传感器	332
21.6.1	呼吸机能型微生物传感器	332
21.6.2	代谢机能型微生物传感器	333
21.7	免疫传感器	334
21.8	生物组织传感器	335
21.9	半导体生物传感器	336
21.9.1	酶光敏二极管	336
21.9.2	酶FET	337
21.10	生物传感器应用与未来	337
<b>第22章</b>	<b>机器人传感器</b>	<b>339</b>
22.1	概述	339
22.1.1	机器人与传感器	339

22.1.2 机器人传感器的分类 .....	339
22.2 触觉传感器 .....	340
22.2.1 触觉 .....	341
22.2.2 压觉 .....	343
22.2.3 力觉 .....	344
22.2.4 滑觉 .....	349
22.3 接近觉传感器 .....	351
22.4 视觉传感器 .....	353
22.4.1 机器人视觉 .....	353
22.4.2 视觉传感器 .....	354
22.5 听觉、嗅觉、味觉及其他传感器 .....	355
<b>第 23 章 网络传感器 .....</b>	<b>357</b>
23.1 网络传感器的概念及特点 .....	357
23.2 网络传感器的分类 .....	358
23.2.1 现场总线网络传感器 .....	358
23.2.2 TCP/IP 协议网络传感器 .....	358
23.2.3 无线网络传感器 .....	359
23.3 无线传感器网络 .....	359
23.3.1 无线传感器网络概念及特点 .....	359
23.3.2 无线传感器网络的体系结构 .....	360
23.3.3 无线传感器网络开发与应用 .....	361
<b>参考文献 .....</b>	<b>365</b>

# 第 1 章 传感器概论

## 1.1 传感器的组成与分类

### 1.1.1 传感器的定义

传感器是能感受规定的被测量并按照一定规律转换成可用输出信号的器件或装置。通常由敏感元件和转换元件组成。其中,敏感元件是指传感器中能直接感受被测量的部分,转换元件指传感器中能将敏感元件输出转换为适于传输和测量的电信号部分。

有些国家和有些学科领域,将传感器称为变换器、检测器或探测器等。应该说明,并不是所有的传感器都能明显分清敏感元件与转换元件两个部分,而是二者合为一体。例如半导体气体、湿度传感器等,它们一般都是将感受的被测量直接转换为电信号,没有中间转换环节。

传感器输出信号有很多形式,如电压、电流、频率、脉冲等,输出信号的形式由传感器的原理确定。

### 1.1.2 传感器的组成

通常传感器由敏感元件和转换元件组成。但是由于传感器输出信号一般都很微弱,需要有信号调节与转换电路将其放大或转换为容易传输、处理、记录和显示的形式。随着半导体器件与集成技术在传感器中的应用,传感器的信号调节与转换电路可能安装在传感器的壳体里或与敏感元件一起集成在同一芯片上。因此,信号调节与转换电路以及所需电源都应作为传感器组成的一部分。如图 1-1 所示。



图 1-1 传感器组成方块图

常见的信号调节与转换电路有放大器、电桥、振荡器、电荷放大器等,它们分别与相应的传感器相组合,构成传感器系统。

### 1.1.3 传感器的分类

传感器的种类繁多,不胜枚举。因此,传感器分类方法很多,表 1-1 给出了常见的分类方法。



表 1-1 传感器的分类

分类方法	传感器的种类	说 明
按输入量分类	位移传感器、速度传感器、温度传感器、压力传感器等	传感器以被测物理量命名
按工作原理分类	应变式、电容式、电感式、压电式、热电式等	传感器以工作原理命名
按物理现象分类	结构型传感器	传感器依赖其结构参数变化实现信息转换
	物性型传感器	传感器依赖其敏感元件物理特性的变化实现信息转换
按能量关系分类	能量转换型传感器	传感器直接将被测量的能量转换为输出量的能量
	能量控制型传感器	由外部供给传感器能量,而由被测量来控制输出的能量
按输出信号分类	模拟式传感器 数字式传感器	输出为模拟量 输出为数字量

## 1.2 传感器在科技发展中的重要性

### 1.2.1 传感器的作用与地位

人类社会已进入信息时代,人们的社会活动主要依靠对信息资源的开发及获取、传输与处理。传感器处于研究对象与测试系统的接口位置,即检测与控制系统之首。因此,传感器成为感知、获取与检测信息的窗口,一切科学研究与自动化生产过程要获取的信息,都要通过传感器获取并通过它转换为容易传输与处理的电信号。所以传感器的作用与地位就特别重要了。

若将计算机比喻为人的大脑,那么传感器则可以比喻为人的感觉器官。可以设想,没有功能正常而完美的感觉器官,不能迅速而准确地采集与转换欲获得的外界信息,纵有再好的大脑也无法发挥其应有的作用。科学技术越发达,自动化程度越高,对传感器的依赖性就越大。所以,20世纪80年代以来,世界各国都将传感器技术列为重点发展的高新技术,备受重视。特别是近年来随着物联网技术的出现,传感器与传感器技术受到高度关注,迎来了更大的发展机遇。

### 1.2.2 传感器技术是信息技术的基础与支柱

前面谈到,现在人类社会已经进入信息时代,因而信息技术对社会发展,科学进步将起决定性作用。现代信息技术的基础是信息采集、信息传输与信息处理,它们就是传感器技术、通信技术和计算机技术。而且传感器在信息采集系统中处于前端,它的性能将会影响整个系统的工作状态与质量。因此,人们对传感器在信息社会中的作用与重要性,又有新的认识与评价。

### 1.2.3 科学技术的发展与传感器的密切关系

传感器的重要性还体现在它已经广泛地应用于各个学科领域。例如工业自动化、农业现代化、军事工程、航天技术、机器人技术、资源探测、海洋开发、环境监测、安全保卫、医疗诊断、家用电器等领域,都与传感器有密切关系。而且传感器发展水平,会对其他学科发展产生制约作用。科学技术上的每一个发现与进步,都离不开传感器与检测技术的保证。

## 1.3 传感器技术的发展动向

传感器技术所涉及的知识非常广泛,渗透到各个学科领域。但是它们的共性是利用物理定律和物质的物理、化学和生物特性,将非电量转换成电量。所以如何采用新技术、新工艺、新材料以及探索新理论,以达高质量的转换效能,是总的发展途径。

当前,传感器技术的主要发展动向,一是开展基础研究,发现新现象,开发传感器的新材料和新工艺;二是实现传感器的集成化与智能化。

### 1. 发现新现象

利用物理现象、化学反应和生物效应是各种传感器工作的基本原理,所以发现新现象与新效应是发展传感技术的重要的工作,是研制新型传感器的重要基础,其意义极为深远。例如利用超导技术研制成功高温超导磁传感器,是传感器技术的重大突破,其灵敏度比霍尔器件高,仅次于超导量子干涉器件,而其制造工艺远比超导量子干涉器件简单,它可用于磁成像技术,具有广泛推广价值。

### 2. 开发新材料

传感器材料是传感器技术的重要基础,由于材料科学的进步,人们在制造时,可任意控制它们的成分,从而可以设计制造出用于各种传感器的功能材料,例如半导体氧化物可以制造各种气体传感器,而陶瓷传感器工作温度远高于半导体,光导纤维的应用是传感器材料的重大突破,用它研制的传感器与传统的相比有突出的特点。有机材料作为传感器材料的研究,引起国内外学者极大兴趣。

### 3. 采用微细加工技术

半导体技术中的加工方法如氧化、光刻、扩散、沉积、平面电子工艺、各向异性腐蚀以及蒸镀、溅射薄膜工艺都可引进用于传感器制造,因而制造出各式各样新型传感器。例如,利用半导体技术制造出压阻式传感器,利用薄膜工艺制造出快速响应的气敏、湿敏传感器,日本横河公司利用各向异性腐蚀技术进行高精三维加工,在硅片上构成孔、沟、棱、锥、半球等各种形状,制作出全硅谐振式压力传感器。

我国某传感器研究所研制的硅压阻式复合传感器可以同时测量压力与温度。

### 4. 智能传感器

智能传感器是一种带微处理器的传感器,它兼有检测、判断和信息处理功能,是传感器集成化与微处理机构相结合的产物。

### 5. 新一代航天传感器研究

众所周知,在航天器的各大系统中,传感器对各种信息参数的检测,保证了航天器按