

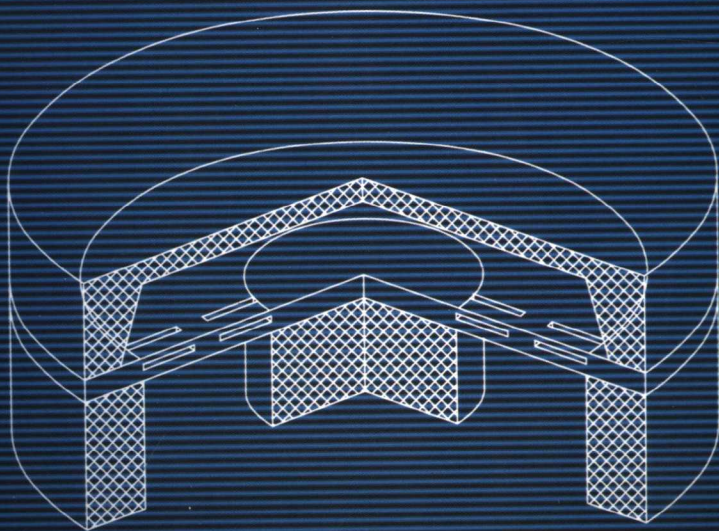
仪器科学与技术



国防科工委「十五」规划
教材

传感器技术及应用

● 樊尚春 编著



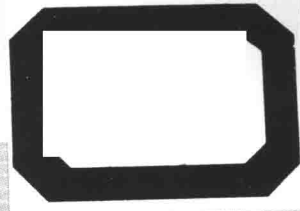
北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社

西北工业大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

哈尔滨工程大学出版社



国防科工委“十五”规划教材·仪器科学与技术

传感器技术及应用

樊尚春 编著

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社 西北工业大学出版社
哈尔滨工业大学出版社 哈尔滨工程大学出版社

内容简介

本教材较系统地介绍了传感器技术涵盖的主要内容,包括传感器的特性及其评估;传感器中常用的弹性敏感元件的力学特性;电位器式传感器;应变式传感器;压阻式传感器;热电式传感器;电容式传感器;变磁路式传感器;压电式传感器;谐振式传感器;声表面波传感器;光纤传感器;微机械传感器以及智能化传感器等。

本教材在每一章都配有适量的思考题与习题,在一些重点章节有应用实例与分析。

本书可作为仪器科学与技术、测控技术与仪器、电气工程与自动化、信息工程以及自动化等专业本科生的教材,也可以作为机械工程、机械电子工程专业本科生的教科书或参考书,还可供相关专业的师生和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

传感器技术及应用/樊尚春编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2004.8
ISBN 7-81077-478-6

I. 传… II. 樊… III. 传感器 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 0277'

传感器技术及应用

樊尚春 编著

责任编辑 刘晓明

责任校对 戚爽

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083)

发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16

印张:27.75 字数:622千字

2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

印数:5 000册

ISBN 7-81077-478-6 定价:36.00元



前 言

本教材是根据国防科工委本科生仪器科学与技术一级学科专业重点教材建设计划制定的教学大纲而编写的,也适用于其他相关学科专业。

作为信息获取的关键环节,传感器在当代科学技术中占有十分重要的地位。现在,所有的自动化测控系统,都需要传感器提供赖以作出实时决策的信息。随着科学技术的发展与进步,特别是系统自动化程度和复杂性的增加,对传感器测量的准确度、稳定性、可靠性和实时性的要求越来越高。业已表明:传感器技术已经成为重要的基础性技术;掌握传感器技术,合理应用传感器几乎是所有技术领域工程技术人员必须具备的基本素养。本教材便是在这样的大背景下,综合国内外传感器技术发展过程和最新进展,参考借鉴国内外大量专家、学者的教材和论著,以及作者近20年在该技术领域积累的教学、科研与工程实践的体会编著而成的。

人们通常认为:传感器是通过敏感元件直接感受被测量,并把被测量转变为可用电信号的一套完整的测量装置。对于传感器,可以从三个方面来把握:一是传感器的工作机理——体现在其敏感元件上;二是传感器的作用——体现在完整的测量装置上;三是传感器的输出信号形式——体现在可以直接利用的电信号上。

本教材在编写中遵循“一条主线、三个重点、两个基础、若干个独立模块”的原则,注重传感器理论知识以及传感器结构组成、设计思路、误差补偿和应用特点等的介绍;注重典型的、常规的传感器与近年来出现的新型传感器技术的介绍;注重在国防工业与一般工业领域中应用的传感器的介绍。

本教材共分15章。

第1章是绪论,介绍有关传感器的基本概念、功能、发展过程、分类、特点以及本教材的主要内容等。

第2章则重点介绍传感器的静、动态特性的描述与数据处理。其中包括传感器静、动态特性的一般描述方式;典型静、动态测试数据的获取

过程;典型静、动态数据处理过程,即利用实际数据计算、分析和评估传感器自身的静、动态特性等。同时,本章对非线性传感器静态性能指标计算进行了有益的讨论,对传感器的噪声及其减小的方法进行了简要介绍。

第3章介绍在传感器中应用的基本弹性敏感元件的力学特性;基于实际的测量过程,结合具体弹性敏感元件(如弹性柱体、弹性弦丝、梁、平膜片、波纹膜片、E形膜片、圆柱壳、弹簧管、波纹管等)的几何边界条件和被测物理量的作用方式,给出其位移特性、应变特性、应力特性以及振动特性;简要介绍了弹性敏感元件常用的材料。

第2,3章属于传感器技术内容中重要的基础部分。

第4~7章介绍变电阻传感器,包括电位器式、应变式、压阻式和热电阻式传感器等。在电位器式传感器部分,介绍其基本构造、工作原理、输出特性、阶梯特性和阶梯误差,非线性电位器的特性及其实现,电位器的负载特性、负载误差以及改善措施,电位器的结构与材料等。在应变式传感器部分,介绍金属电阻丝产生应变效应的机理,金属应变片的结构及应变效应,应变片的横向效应及减小横向效应的措施,应变片的动态响应特性,电阻应变片的温度误差及补偿方法;详细介绍电桥原理、差动检测原理及其应用特点等。在压阻式传感器部分,介绍半导体材料产生压阻效应的机理、特点,单晶硅的晶向、晶面,压阻效应与金属应变效应的比较,单晶硅的压阻系数,扩散电阻的阻值与几何参数的确定,压阻式传感器温度漂移的补偿等。在热电阻式传感器部分,重点介绍金属热电阻和半导体热敏电阻的特性、应用特点及测温电桥。考虑到热电式传感器的测量对象的特殊性,还有针对性地介绍温度的概念、温度标准的传递以及温度传感器的标定与校正等;同时也介绍了在温度测量中常用的热电偶、半导体P-N结传感器的测温原理;介绍常用的非接触测温系统,如全辐射式测温系统、亮度式测温系统和比色式测温系统等。

第8章对电容式传感器进行讨论,介绍电容式变换元件的基本结构形式、特性、等效电路以及典型的信号转换电路;介绍电容式传感器的结构及抗干扰问题等。

第9章对变磁路式传感器进行讨论,介绍电感式和差动变压器式变换元件的基本结构形式、特性、等效电路以及典型的信号转换电路;介绍电涡流效应、霍尔效应等;还介绍了磁栅式位移传感器与感应同步器。



第10章介绍压电式传感器。其中分析并讨论石英晶体、压电陶瓷、聚偏二氟乙烯等常用压电材料的压电效应及应用特点,还介绍压电换能元件的等效电路及信号转换电路;对压电式传感器的抗干扰问题进行了讨论。

第11章介绍先进的谐振式传感器。其中详细讨论机械谐振敏感元件的谐振现象,谐振子的机械品质因数 Q 值,谐振式传感器闭环自激系统的基本结构及幅值、相位的实现条件和敏感机理及特点,谐振式传感器输出信号的检测等。

第12章介绍声表面波传感器。其中包括声表面波叉指换能器的基本特性及其基本分析模型,声表面波谐振器的结构组成、工作原理以及频率与温度的稳定性问题。

第13章介绍光纤传感器。其中包括光纤的结构与种类、传光原理、集光能力及其传输损耗;详细介绍光纤传感器中应用的强度调制、相位调制、偏振态调制、频率调制的原理及其应用特点;简要介绍分布式光纤传感器。

第14章介绍近年来迅速发展起来的微机械传感器,包括其发展过程、所应用的材料与加工工艺;通过微机械传感器的典型实例说明其特点、发展前景。

第15章对代表传感器发展大趋势的智能化传感器的组成原理、功能和涉及到的基本传感器、应用软件以及发展前景进行扼要讨论,并以一些实例说明它能完成过去传统传感器无法实现的功能。

在第4~15章中都介绍一些测量典型参数的传感器,包括其结构组成、设计思路、应用特点以及误差补偿等。

本教材由北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院测控与信息技术系樊尚春教授编著。

在教材编写过程中,参考并引用了许多专家、学者的教材与论著;严谱强教授、李德胜教授审阅了全稿并提出了许多宝贵的意见与建议,在此一并表示衷心感谢。

传感器技术领域内容广泛且发展迅速,由于编著者学识、水平有限,教材中的错误与不妥之处,敬请读者批评指正。

作者

2004年3月

联系方式:shangcfan@vip.sina.com; 010-82332166

目 录

第 1 章 绪 论

1.1 传感器的作用与功能	1
1.2 传感器的分类	3
1.2.1 按工作原理分类	3
1.2.2 按被测量分类	5
1.3 传感器技术的特点	5
1.4 传感器技术的发展	6
1.4.1 新材料、新功能的开发与应用	6
1.4.2 微机械加工工艺的发展	7
1.4.3 传感器的多功能化发展	8
1.4.4 传感器的智能化发展	9
1.4.5 传感器模型及其仿真技术	9
1.5 与传感器技术相关的一些基本概念	10
1.6 本教材的特点及主要内容	10
思考题与习题	11

第 2 章 传感器的特性

2.1 传感器静态特性的一般描述	12
2.2 传感器的静态标定	12
2.2.1 静态标定条件	12
2.2.2 传感器的静态特性	13
2.3 传感器的主要静态性能指标及其计算	14
2.3.1 测量范围	14
2.3.2 量 程	14
2.3.3 静态灵敏度	14
2.3.4 分辨力与分辨率	15
2.3.5 漂 移	15
2.3.6 温 漂	16
2.3.7 传感器的测量误差	16
2.3.8 线性度	16
2.3.9 符合度	19
2.3.10 迟 滞	19
2.3.11 非线性迟滞	20



2.3.12	重复性	20
2.3.13	综合误差	22
2.3.14	计算实例	23
2.4	非线性传感器静态性能指标计算的进一步讨论	26
2.4.1	问题的提出	26
2.4.2	数据的基本处理	27
2.4.3	误差的描述	28
2.4.4	符合度的计算	28
2.4.5	迟滞的计算	29
2.4.6	符合性迟滞的计算	29
2.4.7	重复性的计算	30
2.4.8	综合误差的计算	31
2.4.9	计算实例	33
2.5	传感器动态特性方程	41
2.5.1	微分方程	41
2.5.2	传递函数	42
2.5.3	状态方程	43
2.6	传感器动态响应及动态性能指标	43
2.6.1	时域动态性能指标	44
2.6.2	频域动态性能指标	50
2.7	传感器动态特性测试与动态模型建立	57
2.7.1	传感器动态标定	57
2.7.2	由实验阶跃响应曲线获取传感器传递函数的回归分析法	58
2.7.3	由实验频率特性获取传感器传递函数的回归法	64
2.7.4	应用实例——高频响、低量程的加速度传感器幅频特性测试及改进	66
2.8	传感器噪声及其减小的方法	70
2.8.1	传感器噪声产生的原因	70
2.8.2	传感器的信噪比	71
2.8.3	传感器低噪声化的方法	72
	思考题与习题	73
第3章	基本弹性敏感元件的力学特性	
3.1	概述	76
3.2	弹性敏感元件的基本特性	76
3.2.1	刚度与柔度	76
3.2.2	弹性滞后	77
3.2.3	弹性后效与蠕变	77
3.2.4	弹性材料的机械品质因数	78



3.2.5	位移描述	79
3.2.6	应变描述	80
3.2.7	应力描述	83
3.2.8	广义胡克定律	85
3.2.9	固有谐振频率	86
3.2.10	弹性元件的热特性	86
3.3	基本弹性敏感元件的力学特性	88
3.3.1	弹性柱体	88
3.3.2	弹性弦丝的固有振动	92
3.3.3	悬臂梁	93
3.3.4	双端固支梁	95
3.3.5	周边固支圆平膜片	96
3.3.6	周边固支矩形平膜片	99
3.3.7	周边固支波纹膜片	103
3.3.8	E形圆膜片	104
3.3.9	薄壁圆柱壳体	107
3.3.10	弹簧管(包端管)	110
3.3.11	波纹管	111
3.4	弹性敏感元件的材料	112
	思考题与习题	113
第4章 电位器式传感器		
4.1	概 述	114
4.2	线绕式电位器的特性	115
4.2.1	灵敏度	115
4.2.2	阶梯特性和阶梯误差	115
4.2.3	分辨率	116
4.3	非线性电位器	116
4.3.1	功 用	116
4.3.2	实现途径	116
4.4	电位器的负载特性及负载误差	118
4.4.1	电位器的负载特性	118
4.4.2	电位器的负载误差	119
4.4.3	减小负载误差的措施	120
4.5	电位器的结构与材料	122
4.5.1	电阻丝	122
4.5.2	电 刷	123
4.5.3	骨 架	124



4.6 非线绕式电位器	125
4.7 典型的电位器式传感器	125
4.7.1 电位器式压力传感器	125
4.7.2 电位器式加速度传感器	127
思考题与习题	128
第5章 应变式传感器	
5.1 应变式变换原理	131
5.2 金属应变片	132
5.2.1 结构及应变效应	132
5.2.2 横向效应及横向灵敏度	133
5.2.3 电阻应变片的种类	136
5.2.4 电阻应变片的材料	137
5.2.5 应变片的主要参数	140
5.3 应变片的动态响应特性	141
5.3.1 应变波的传播过程	142
5.3.2 应变片工作频率范围的估算	143
5.4 应变片的温度误差及其补偿	145
5.4.1 温度误差产生的原因	145
5.4.2 温度误差的补偿方法	146
5.5 电桥原理	149
5.5.1 电桥的平衡	149
5.5.2 电桥的不平衡输出	150
5.5.3 电桥的非线性误差	151
5.6 典型的应变式传感器	153
5.6.1 应变式力传感器	154
5.6.2 应变式加速度传感器	163
5.6.3 应变式压力传感器	165
5.6.4 应变式位移传感器	168
5.6.5 应变式转矩传感器	171
思考题与习题	171
第6章 压阻式传感器	
6.1 压阻式变换原理	174
6.1.1 半导体材料的压阻效应	174
6.1.2 单晶硅的晶向、晶面的表示	175
6.1.3 压阻系数	176
6.2 扩散电阻的阻值与几何参数的确定	181
6.3 典型的压阻式传感器	183



6.3.1 压阻式压力传感器	183
6.3.2 压阻式加速度传感器	191
6.4 压阻式传感器温度漂移的补偿	195
思考题与习题	197
第7章 热电式传感器	
7.1 概 述	199
7.1.1 温度的概念	199
7.1.2 温 标	199
7.1.3 温度标准的传递	200
7.1.4 温度计的标定与校正	200
7.1.5 测温方法与测温仪器的分类	201
7.2 热电阻测温传感器	202
7.2.1 金属热电阻	202
7.2.2 半导体热敏电阻	204
7.2.3 测温电桥电路	206
7.3 热电偶测温	208
7.3.1 热电效应	208
7.3.2 热电偶的工作机理	209
7.3.3 热电偶的基本定律	210
7.3.4 热电偶的误差及补偿	212
7.3.5 热电偶的组成、分类及特点	216
7.4 半导体 P-N 结测温传感器	217
7.5 其他测温系统	218
7.5.1 全辐射式测温系统	218
7.5.2 亮度式测温系统	219
7.5.3 比色式测温系统	220
7.6 应用实例	221
7.6.1 基于热敏电阻的双功能温度报警器	222
7.6.2 基于热电阻的气体质量流量传感器	226
思考题与习题	227
第8章 电容式传感器	
8.1 基本电容式敏感元件	230
8.2 电容式敏感元件的主要特性	231
8.2.1 变间隙电容式敏感元件	231
8.2.2 变面积电容式敏感元件	233
8.2.3 变介电常数电容式敏感元件	234
8.2.4 电容式敏感元件的等效电路	234



8.3 电容式变换元件的信号转换电路	235
8.3.1 交流不平衡电桥	235
8.3.2 变压器式电桥线路	236
8.3.3 二极管电路	237
8.3.4 差动脉冲调宽电路	239
8.3.5 运算放大器式电路	241
8.4 典型的电容式传感器	241
8.4.1 电容式压力传感器	241
8.4.2 电容式加速度传感器	242
8.5 电容式传感器的结构及抗干扰问题	243
8.5.1 温度变化对结构稳定性的影响	243
8.5.2 温度变化对介质介电常数的影响	244
8.5.3 绝缘问题	244
8.5.4 寄生电容的干扰与防止	245
思考题与习题	246

第9章 变磁路式传感器

9.1 电感式变换原理	248
9.1.1 简单电感式变换原理	248
9.1.2 差动电感式变换元件	253
9.2 差动变压器式变换元件	254
9.2.1 磁路分析	255
9.2.2 电路分析	256
9.3 电涡流式变换原理	257
9.3.1 电涡流效应	257
9.3.2 等效电路分析	258
9.3.3 信号转换电路	259
9.4 霍尔效应及元件	261
9.4.1 霍尔效应	261
9.4.2 霍尔元件	262
9.5 典型的变磁路式传感器	263
9.5.1 变磁阻式加速度传感器	263
9.5.2 霍尔式振动位移传感器	263
9.5.3 电涡流式振动位移传感器及其应用	263
9.5.4 电磁式振动位移传感器及其应用	264
9.5.5 差动电感式压力传感器	265
9.5.6 力平衡伺服式加速度传感器	266
9.5.7 磁电式涡轮流量传感器	269



9.5.8 磁栅式位移传感器	271
9.5.9 感应同步器式位移传感器	272
思考题与习题	278
第 10 章 压电式传感器	
10.1 石英晶体	280
10.1.1 石英晶体的压电机理	280
10.1.2 石英晶体的压电常数	282
10.1.3 石英晶体几何切型的分类	285
10.1.4 石英晶体的性能	285
10.1.5 石英压电谐振器的热敏感性	285
10.2 压电陶瓷	287
10.2.1 压电陶瓷的压电机理	287
10.2.2 压电陶瓷的压电常数	287
10.2.3 常用压电陶瓷	288
10.3 聚偏二氟乙烯	289
10.4 压电换能元件的等效电路	289
10.5 压电换能元件的信号转换电路	290
10.5.1 电荷放大器与电压放大器	290
10.5.2 压电元件的并联与串联	291
10.6 压电式传感器的抗干扰问题	292
10.6.1 环境温度的影响	292
10.6.2 环境湿度的影响	294
10.6.3 横向灵敏度	294
10.6.4 基座应变的影响	295
10.6.5 声噪声	295
10.6.6 电缆噪声	296
10.6.7 接地回路噪声	296
10.7 典型的压电式传感器	297
10.7.1 压电式加速度传感器	297
10.7.2 压电式压力传感器	299
10.7.3 压电式超声波传感器	301
10.7.4 压电式温度传感器	303
思考题与习题	306
第 11 章 谐振式传感器	
11.1 谐振状态及其评估	308
11.1.1 谐振现象	308
11.1.2 谐振子的机械品质因数 Q 值	310



11.2 闭环自激系统的实现	311
11.2.1 基本结构	311
11.2.2 闭环系统的实现条件	312
11.3 敏感机理及特点	313
11.3.1 敏感机理	313
11.3.2 谐振式测量原理的特点	314
11.4 频率输出谐振式传感器的测量方法比较	314
11.5 谐振弦式压力传感器	316
11.5.1 结构与原理	316
11.5.2 特性方程	316
11.5.3 激励方式	317
11.6 振动筒式压力传感器	317
11.6.1 结构与原理	317
11.6.2 特性方程	318
11.6.3 激励方式	319
11.6.4 特性线性化与误差补偿	320
11.7 谐振膜式压力传感器	322
11.7.1 结构与原理	322
11.7.2 特性方程	322
11.8 石英谐振梁式压力传感器	323
11.8.1 结构与原理	323
11.8.2 特性方程	324
11.9 谐振式科里奥利直接质量流量传感器	325
11.9.1 谐振式质量流量传感器工作结构与原理	325
11.9.2 信号检测电路	328
11.9.3 密度的测量	329
11.9.4 双组分流体的测量	330
11.9.5 特点	331
思考题与习题	332
第12章 声表面波传感器	
12.1 概述	334
12.2 声表面波叉指换能器	335
12.2.1 叉指换能器的基本特性	335
12.2.2 叉指换能器的基本分析模型	337
12.3 声表面波谐振器	339
12.3.1 结构组成及其工作原理	339
12.3.2 频率和温度的稳定性	341



12.4 典型的声表面波传感器	341
12.4.1 SAW 应变传感器	341
12.4.2 SAW 压力传感器	343
12.4.3 SAW 加速度传感器	346
12.4.4 SAW 气体传感器	347
12.4.5 SAW 流量传感器	351
12.4.6 SAW 湿度传感器	353
思考题与习题	354
第 13 章 光纤传感器	
13.1 概 述	355
13.2 光 纤	355
13.2.1 光纤的结构与种类	355
13.2.2 传光原理	356
13.2.3 光纤的集光能力	359
13.2.4 光纤的传输损耗	360
13.3 强度调制光纤传感器	362
13.3.1 光纤微弯传感器	362
13.3.2 反射式光纤位移传感器	363
13.3.3 反射式光纤压力传感器	367
13.4 相位调制光纤传感器	368
13.4.1 相位调制的原理	368
13.4.2 相位调制光纤压力传感器	369
13.4.3 相位调制光纤力传感器	370
13.4.4 基于萨格纳克干涉仪的光纤陀螺	371
13.5 频率调制光纤传感器	373
13.6 分布式光纤传感器	374
思考题与习题	376
第 14 章 微机械传感器	
14.1 概 述	378
14.1.1 微传感器的发展	378
14.1.2 微传感器中应用的材料	378
14.1.3 微传感器中应用的加工工艺	379
14.1.4 微传感器中敏感结构的模型问题	380
14.1.5 微传感器中微弱信号的处理问题	380
14.2 硅电容式集成压力传感器	381
14.3 硅电容式微机械加速度传感器	382
14.3.1 单轴加速度传感器	382



14.3.2 三轴加速度传感器	383
14.4 硅电容式表面微机械陀螺	384
14.5 微机械磁通门传感器	386
14.6 微机械二氧化碳气体传感器	386
14.7 微机械科氏质量流量传感器	387
14.8 毫米波图像传感器	389
14.9 基于皮拉尼真空计的微小型压力传感器	389
14.10 硅谐振式压力微传感器	390
14.10.1 热激励硅微结构谐振式压力传感器	390
14.10.2 差动输出的微结构谐振式压力传感器	395
思考题与习题	396
第 15 章 传感器技术的智能化发展	
15.1 传感器技术智能化的含义	398
15.2 基本传感器	401
15.3 智能化传感器中的软件	402
15.3.1 标度变换技术	402
15.3.2 数字调零技术	402
15.3.3 非线性补偿	402
15.3.4 温度补偿	403
15.3.5 数字滤波技术	403
15.4 典型应用	403
15.4.1 光电式智能化压力传感器	403
15.4.2 智能化差压传感器	404
15.4.3 全向空速智能化传感器	406
15.4.4 智能化结构传感器系统	407
15.4.5 嵌入式智能化大气数据传感器系统	408
15.4.6 智能化流量传感器系统	409
15.5 发展前景	410
思考题与习题	411
附 录	
附录 A 基本常数	412
附录 B 国际制词冠	413
附录 C 国际单位制(SI)的主要单位	413
附录 D 国际单位制(SI)下空气与常见液体的物理性质	419

参考文献

第 1 章 绪 论

1.1 传感器的作用与功能

中华人民共和国国家标准 GB7665—1987 对传感器(transducer/sensor)的定义是:能感受规定的被测量并按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(sensing element)是指传感器中能直接感受或响应被测量的部分;转换元件(transduction element)是指传感器中能将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输或测量的电信号部分。

根据国标的定义和传感器技术的内涵,传感器应当从三个方面来理解与把握,即

① 传感器的作用——体现在测量上。获取被测量,是应用传感器的目的,也是学习本课程的目的。

② 传感器的工作机理——体现在其敏感元件上。敏感元件是传感器技术的核心,也是研究、设计和制作传感器的关键,更是学习本课程的重点。

③ 传感器的输出信号形式——体现在其适于传输或测量的电信号上。输出信号时需要解决非电量向电信号转换以及不适于传输或测量的微弱电信号向适于传输与测量的可用的电信号转换的技术问题,反映了传感器技术在自动化技术领域的时代性。

因此,认识一个传感器就必须从其功能、作用上入手,分析它是用来测量什么“量”的;这个“量”为什么能够被测量,基于什么敏感机理感受被测量;通过什么样的转换装置或信号调理电路才能够给出可用的电信号输出。例如用于机载的电位器式压力传感器,如图 1.1.1 所示。它是用于测量气体压力的。真空膜盒为什么可以测量气体压力呢?因为气体压力使膜盒产生位移,经放大传动机构带动电刷在电位器上滑动。当电位器两端加有直流工作电压时,则可从电位器电刷与电源地端间得到相应的输出电压,因此该输出电压的大小即可反映出被测压力的大小。若想知道被测气体压力与传感器输出电压信号的定量关系,就必须深入研究、分析传感器的敏感元件,即真空膜盒自身在气体压力作用

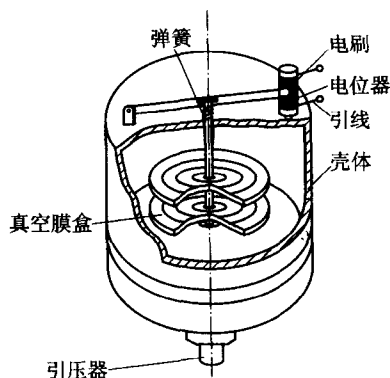


图 1.1.1 电位器式压力传感器