



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专电子信息类系列教材

传感器与检测技术

(第二版)

俞志根
左希庆 等 编著
周晓邑

免费提供电子课件



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
浙江省“十一五”重点建设教材

高职高专电子信息类系列教材

传感器与检测技术

(第二版)

俞志根 左希庆 周晓邑 等 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共 10 章,分 4 个模块。基础知识模块侧重于传感器及检测技术一般概念的介绍;传统传感技术和现代传感技术这两个模块是本书的重点,主要介绍各种传感器的典型应用;信号处理与抗干扰技术模块重点介绍组成检测系统时对信号的处理要求及抗干扰技术的发展趋势。第二版在第一版的基础上,在每种传感器的最后都给出了几个典型应用电路的设计与制作内容,各院校可根据情况选择一种电路让学生进行训练,并写出设计制作报告,以取得更好效果,为毕业设计打基础并有利于培养学生的职业素养。

本书适合作为高职高专院校应用电子、工业自动化、机电一体化等专业的教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

传感器与检测技术/俞志根等编著. —2 版. —北京:科学出版社, 2010

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高职高专电子信息类系列教材)

ISBN 978-7-03-027851-7

I. ①传… II. ①俞… III. ①传感器-检测-高等学校:技术学校-教材
IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 103677 号

责任编辑:孙露露/责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

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>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 7 月第 二 版 印张:17 1/4

2010 年 7 月第一次印刷 字数:384 000

印数:1—3 000

定价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62138978-8212

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

第二版前言

本书主要根据第一版的使用情况和高职高专院校工科专业的需要,结合教育部新的教学改革思想,以应用电子技术、工业自动化、检测技术应用、机电一体化等专业学生为适用对象,遵循“理论够用为度,突出应用性”的编写原则,以传感器在工业控制中的应用为主线编排内容。

全书共分10章,包括4个知识模块:第1章为基础知识模块;第2~6章为传统传感技术模块;第7~9章为现代传感技术模块,第二版中,本模块增加了数字式传感器内容;第10章为信号处理与抗干扰技术模块,最后设计了一个综合性温度表设计制作内容,以培养学生的综合应用能力。每章均安排有一定的传感器典型应用电路设计与制作内容,可作为培养学生职业技能的实训教学内容。另外,每章后面均安排了一定的习题,以检验学生灵活运用所学理论知识的能力,充分发挥学生的主观能动性,调动他们的学习积极性。

在本书编写过程中,主要针对高职学生的特点和高职教育的特色,充分考虑了各工科学专业的不同需求,因此本书具有以下几方面的特点:

(1) 根据教学实际需要精选教材内容。本书内容的选取充分考虑到我国目前工业生产中检测与控制的要求及传感器的最新应用情况,以被测信号的获取、传输处理为核心,从最基本的概念分析入手,理论分析简捷透彻,深入简出,内容精炼,重点突出传感器的应用情况分析,知识面宽、应用性强。

(2) 由于检测技术是自动化技术的四大支柱技术之一,是以传感器应用研究为主要内容的一门应用性技术学科,所以本书以传感器应用为主线,以必需、够用为尺度,以掌握应用为重点,理论推导从简,加强了理论知识和实际应用的结合。

(3) 本书结构新颖,层次分明,语言简洁,易于教学与自学。每个传感器类型都给出了一至两个典型应用电路,可进行电路的设计制作训练,以加深学生对测量电路的理解。

(4) 本书配有电子课件,可到科学出版社网站(www.abook.cn)下载或发邮件至主编邮箱 yzg@hzvtc.net 索取。

本书由俞志根、左希庆、周晓邑、吴国强、周夕良、周志青编著。俞志根负责第1章到第10章的大部分编写及全书的总纂工作;左希庆负责第7章的编写;周晓邑参编了第3章的部分内容;吴国强参编了第5章的部分内容;周夕良参编了第6章的部分内容,周志青参编了第2章的部分内容。在本书的编纂过程中得到了校内外广大同行专家的大力支持和批评指正,在此向他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促,加上作者水平有限,书中难免存在一些问题和不足,欢迎广大读者批评指正。

第一版前言

近几年我国的高职高专教育蓬勃发展,已占领了高等教育的半壁江山。由于高职高专学生的数理基础较为薄弱,而现有的检测技术类教材过于强调知识的完整性,理论性偏强,已不适应高职高专教育的需要。本书主要针对高职高专工科专业的需要,并结合编者多年的教学实践编写,适合作为应用电子技术、工业自动化、机电一体化等专业的专业基础课教材。建议学时72课时左右,可根据不同专业的实际需要做适当调整。

全书以传感器在工业控制中的应用为主线,遵循理论够用为度、突出应用性的编写原则。全书共分10章,包括4个知识模块:第1章为基础知识模块;第2~6章为传统传感技术模块;第7~9章为现代传感技术模块;第10章为信号处理与抗干扰技术及系统集成模块。另外,每章后面均安排了一定的习题,用以检验学生灵活运用所学理论知识的能力,充分发挥学生的主观能动性,调动他们的学习积极性。为加强对学生动手能力的培养,应配合进行专门的实训教学,使学生学会对各种传感器的选用和检测系统的集成。

本书在编写过程中主要针对高职高专学生的特点和高职高专教育的特色,充分考虑各工科专业的不同需求,具有以下几方面的特点:

(1) 根据教学实际需要精选教材内容。本书内容的选取充分考虑到我国目前工业生产中检测与控制的要求及其传感器的最新应用情况,以被测信号的获取、传输处理为核心,从最基本的概念分析入手,理论分析简洁透彻,深入浅出,内容精炼,重点突出传感器的应用情况分析,知识面宽,应用性强。

(2) 由于检测技术是自动化技术的四大支柱之一,是以传感器应用研究为主要内容的一门应用性技术学科,所以本书以传感器应用为主线,理论知识以必需、够用为尺度,以掌握应用为重点,理论推导从简,加强了理论知识和实际应用的统一。

(3) 本书结构新颖,层次分明,语言简洁,易于教学与自学。

(4) 本书配有电子课件,可到科学出版社网站(www.abook.cn)下载或发邮件至主编辑邮箱 yzg@hzvtc.net 索取。

本书由湖州职业技术学院的俞志根任主编,并负责第1~10章的大部分编写及全书的总纂工作;吴国强任副主编,负责第5章的编写;周志青参编了第8章的部分内容;左希庆参编了第3章的部分内容。江西工贸职业技术学院的周晓邑任副主编,负责第6章的编写。平顶山工业职业技术学院的庞元俊任副主编,负责第3章和第4章的编写。浙江省金华技师学院的徐灵参编了第2章和第5章的部分内容。在本书的编纂过程中,得到了校内外广大同行的大力支持和批评指正,在此向他们表示衷心的感谢。

另外,本书配有实训教程——《传感器与检测技术实训教程》。实训教程按《传感器与检测技术》一书中传感器出现的先后顺序,共设计了19个实训项目,其中有7个为验证性实训,另安排了12个自主设计性实训,用以检验学习者灵活运用所学理论知识

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 传感器与检测技术基础	1
1.1 传感器基础知识	1
1.1.1 传感器的命名与代号	1
1.1.2 传感器的灵敏度与分辨率	2
1.1.3 传感器的线性度与非线性误差	3
1.1.4 传感器的迟滞与重复性	3
1.2 检测技术基础	4
1.2.1 检测技术的概念与作用	4
1.2.2 检测系统的基本组成	5
1.2.3 检测技术的发展趋势	6
1.3 测量误差的概念及其处理方法	6
1.3.1 测量定义及测量误差	6
1.3.2 随机误差的处理方法	11
1.3.3 系统误差的消除方法	16
1.4 电桥电路在测量中的应用	18
1.4.1 直流测量电桥分析	18
1.4.2 交流测量电桥分析	21
1.5 电阻电桥设计制作与性能测试	22
1.5.1 目的与要求	22
1.5.2 电阻电桥设计	22
1.5.3 电阻电桥的制作	22
1.5.4 电阻电桥的性能测试	23
小结	23
思考题	24
第 2 章 电阻式传感器	25
2.1 电阻应变片	25
2.1.1 电阻应变效应	25
2.1.2 电阻应变片的类型及常用材料	26
2.1.3 电阻应变计的型号及选用	28
2.1.4 电阻应变片的应用	30
2.2 热电阻及热敏电阻	33

2.2.1	热电阻	33
2.2.2	热敏电阻	35
2.3	压敏电阻	39
2.3.1	压敏电阻的工作原理	39
2.3.2	压敏电阻的型号	40
2.3.3	压敏电阻的应用	41
2.4	气敏电阻	42
2.4.1	气敏电阻的工作原理及其特性	42
2.4.2	常用的气敏电阻	43
2.4.3	气敏电阻的应用	44
2.5	湿敏电阻	45
2.5.1	湿敏电阻的型号命名方法	46
2.5.2	常见类型及其应用	46
2.6	光敏电阻	48
2.6.1	工作原理	48
2.6.2	基本特性及其主要参数	49
2.6.3	光敏电阻型号命名方法	51
2.6.4	光敏电阻的应用	52
2.7	电阻传感器应用电路的设计与制作	53
2.7.1	电子称重测量电路	53
2.7.2	自动空气清新器控制电路	55
2.7.3	恒温控制电路	56
2.7.4	湿度控制电路	58
	小结	60
	思考题	61
第3章	电容式传感器	62
3.1	电容式传感器的基本原理及性能特点	62
3.1.1	变面积式电容传感器	62
3.1.2	变间隙式电容传感器	63
3.1.3	变介电常数式电容传感器	64
3.2	电容式传感器的常用测量电路	65
3.2.1	双T电桥电路	65
3.2.2	运算放大器测量电路	65
3.2.3	脉冲调制电路	66
3.2.4	调频电路	67
3.2.5	消除电容传感器寄生电容的方法	68
3.3	电容式传感器的应用	70
3.3.1	在物位测控中的应用	70

3.3.2	在压力测量中的应用	74
3.3.3	在位移测量中的应用	78
3.3.4	电容式指纹传感器	82
3.4	电容式接近开关电路的设计与制作	83
3.4.1	采用分立元件设计的电容式接近开关电路	83
3.4.2	采用集成电路设计的电容感应式开关电路	84
	小结	85
	思考题	85
第4章	电感式传感器	87
4.1	自感式电感传感器	87
4.1.1	原理分析	87
4.1.2	测量电路	89
4.2	差动变压器	91
4.2.1	工作原理分析	91
4.2.2	常用测量电路	93
4.3	电涡流式传感器	94
4.3.1	结构原理与特性	94
4.3.2	测量电路	97
4.4	电感式传感器的典型应用	98
4.4.1	位移测量	98
4.4.2	振动检测	100
4.4.3	位置控制	101
4.5	电感式金属感应接近开关电路	103
4.5.1	工作原理	103
4.5.2	元件选择与制作	103
4.5.3	调试	104
	小结	104
	思考题	104
第5章	热电偶传感器	105
5.1	热电偶的工作原理及其基本结构	105
5.1.1	热电偶的工作原理	105
5.1.2	热电偶的基本定律	107
5.1.3	热电偶结构	109
5.2	常用热电偶及其测温线路	111
5.2.1	热电偶材料	111
5.2.2	热电偶种类	111
5.2.3	热电偶的冷端补偿方法	116
5.2.4	热电偶测温线路	120

5.3 热电偶应用实例	122
5.3.1 热电偶在温度测量仪中的应用	122
5.3.2 热电偶温度变送器	122
5.4 典型热电偶测温电路制作	123
5.4.1 热电偶温度测量放大电路	123
5.4.2 热电偶测温电路制作	124
5.4.3 电路制作实施方案	125
小结	126
思考题	126
第6章 压电式传感器	128
6.1 基本原理分析	128
6.1.1 压电效应	128
6.1.2 石英晶体的压电效应	128
6.1.3 压电陶瓷的压电效应	130
6.2 压电材料及压电元件的结构	131
6.2.1 压电材料	131
6.2.2 压电元件的常用结构形式	133
6.3 测量电路	133
6.3.1 等效电路	133
6.3.2 基本测量电路	134
6.4 压电式传感器的应用	136
6.4.1 5100 系列压电式力传感器	136
6.4.2 电荷型石英压力传感器	136
6.4.3 压电式加速度传感器	137
6.5 用压电传感器设计的天气预报电路	139
6.5.1 天气预报原理	139
6.5.2 天气预报仪的主要电路	140
6.5.3 电路的制作与调试	142
小结	143
思考题	143
第7章 光电传感器	144
7.1 概述	144
7.2 光电器件	145
7.2.1 外光电效应器件	146
7.2.2 内光电效应器件	148
7.2.3 光生伏特效应器件	151
7.3 光电传感器	153
7.3.1 光电传感器的类型	153

7.3.2 光电传感器的常用光源	154
7.3.3 光电转换电路	155
7.4 常见的光电传感器及应用	156
7.4.1 透射式光电传感器的应用	157
7.4.2 漫反射型光电传感器	157
7.4.3 遮光式光电传感器	160
7.4.4 光电式带材跑偏检测器	160
7.4.5 包装充填物高度检测	161
7.5 光电转速测量装置的设计与制作	162
7.5.1 光电转速传感器结构原理	162
7.5.2 光电转速传感器检测装置	162
7.5.3 转速测量原理	163
小结	163
思考题	164
第8章 霍尔传感器	165
8.1 霍尔效应与霍尔元件	165
8.1.1 霍尔效应	165
8.1.2 霍尔元件	167
8.1.3 温度特性及补偿	168
8.1.4 零位特性及补偿	171
8.2 集成霍尔传感器	172
8.2.1 开关型集成霍尔传感器	172
8.2.2 线性型集成霍尔传感器	173
8.2.3 差动霍尔电路(双霍尔电路)	174
8.3 霍尔传感器的应用	175
8.3.1 一般应用	175
8.3.2 应用实例	177
8.4 霍尔测速电路的设计与制作	187
8.4.1 脉冲信号的获得	187
8.4.2 测速电路设计	188
8.4.3 测速电路制作	189
小结	189
思考题	189
第9章 新型传感器	190
9.1 光纤传感器	190
9.1.1 光纤传感器基础知识	190
9.1.2 光纤传感器的应用	192
9.2 红外线传感器	194



9.2.1	红外辐射的产生及其性质	194
9.2.2	红外线传感器的类型	195
9.2.3	红外线传感器的应用	195
9.3	超声波传感器	200
9.3.1	超声波的发生	200
9.3.2	超声波的接收	201
9.3.3	超声波的传播特性	202
9.3.4	超声波在自动检测中的应用	203
9.3.5	超声波测距电路设计与制作	206
9.4	激光传感器	209
9.4.1	激光的本质	210
9.4.2	激光的形成	211
9.4.3	激光的特点	212
9.4.4	激光器	213
9.4.5	激光的应用	215
	小结	218
	思考题	218
第 10 章	信号处理及系统集成	219
10.1	信号处理技术	219
10.1.1	微弱信号放大	219
10.1.2	线性化处理技术	222
10.2	噪声源及噪声耦合方式	227
10.2.1	噪声源	228
10.2.2	噪声耦合方式	230
10.3	共模与差模干扰	232
10.3.1	差模干扰	233
10.3.2	共模干扰	234
10.3.3	共模干扰抑制比	234
10.4	常用的干扰抑制技术	236
10.4.1	屏蔽技术	236
10.4.2	接地技术	237
10.4.3	浮置	239
10.4.4	平衡电路	239
10.4.5	滤波	240
10.4.6	光耦合器	242
10.4.7	脉冲电路中的噪声抑制	242
10.5	典型检测系统简介	243
10.5.1	盐浴炉温度控制系统	244

10.5.2 超声波汽车测距告警装置	246
10.6 热电偶温度表的设计与制作	249
10.6.1 温度表硬件电路设计	249
10.6.2 温度表的软件设计	252
小结	254
思考题	255
附录	256
参考文献	259

第 1 章

传感器与检测技术基础

1.1 传感器基础知识

传感器就是能感知外界信息并将其按一定规律转换成可用信号的机械电子装置。简言之,传感器就是将外界被测信号转换为电信号的电子装置,它由敏感器件和转换器件两部分组成,有的半导体敏感器件可以直接输出电信号,其本身就构成传感器。敏感器件品种繁多,就其感知外界信息的原理而言,可分为:物理类,基于力、热、光、电、磁和声等物理效应;化学类,基于化学反应的原理;生物类,基于酶、抗体和激素等分子识别功能。通常,根据其基本感知功能可分为热敏元件、光敏元件、气敏元件、力敏元件、磁敏元件、湿敏元件、声敏元件、放射线敏感元件、色敏元件和味敏元件等十大类。

1.1.1 传感器的命名与代号

教学指导

传感器的命名与代号是本章的第一个学习重点,它是本课程的基础知识之一,是学习传感器的基础。要通过网络搜索等途径熟练掌握传感器的命名与代号组成情况,为认识传感器打好基础。

1. 传感器的命名

传感器的命名由主题词加四级修饰语构成。

主题词——传感器;

第一级修饰语——被测量,包括修饰被测量的定语;

第二级修饰语——转换原理,一般可后续以“式”字;

第三级修饰语——特征描述,指必须强调的传感器结构、性能、材料特征、敏感元件及其他必要的性能特征,一般可后续以“型”字;

第四级修饰语——主要技术指标,如量程、精确度、灵敏度等。

各级修饰语举例可参见附表 1。

题目中的用法:在有关传感器的统计表格、图书索引、检索及计算机汉字处理等特殊场合,应采用上述顺序,如传感器、位移、应变 [计] 式、100mm。

正文中的用法:在技术文件、产品样本、学术论文、书刊的陈述句中,作为产品名

称应采用与上述相反的顺序,如 10mm 应变式位移传感器。

2. 传感器的代号

依次为:主称(传感器)—被测量—转换原理—序号。

主称——传感器,代号 C;

被测量——用一个或两个汉语拼音的第一个大写字母标记,见附表 2;

转换原理——用一个或两个汉语拼音的第一个大写字母标记,见附表 3;

序号——用一个阿拉伯数字标记,厂家自定,用来表征产品设计特性、性能参数、产品系列等。若产品性能参数不变,仅在局部有改动或变动时,其序号可在原序号后面按顺序加注大写字母 A、B、C 等(其中 I、Q 不用)。

例如,应变式位移传感器: C WY-YB-20; 光纤式压力传感器: C Y-GQ-2。

传感器是获取被测量信息的元件,其质量和性能的好坏直接影响到测量结果的可靠性和准确度,衡量其质量的特性有许多,主要包括静态和动态两个方面。当被测量不随时间变化或变化很慢时,可以认为输入量和输出量都与时间无关。表示它们之间关系的是一个不含时间变量的代数方程,在这种关系基础上确定的性能参数为静态特性;当被测量随时间变化很快时,就必须考虑输入量和输出量之间的动态关系。这时,表示它们之间关系的是一个含有时间变量的微分方程,与被测量相对应的输出响应特性称为动态特性。这里主要介绍几个常用的静态特性。

1.1.2 传感器的灵敏度与分辨率

教学指导

传感器的灵敏度这个概念是本章的第二个重点内容,也是个难点,学习时一定要注重理解和掌握。灵敏度是反映传感器使用性能的关键指标,且是有单位的。

1. 灵敏度

灵敏度是指传感器或检测系统在稳态下输出量变化和引起此变化的输入量变化的比值,可表示为

$$s = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{或} \quad s = \frac{dy}{dx} \quad (1.1)$$

它是输入与输出特性曲线的斜率。

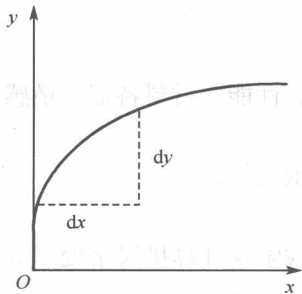


图 1.1 检测系统灵敏度

如果系统的输出—输入之间有线性关系,则灵敏度 s 是一个常数;否则,它将随输入量的大小而变化,如图 1.1 所示。

一般希望灵敏度 s 在整个测量范围内保持为常数。这样,可得均匀刻度的标尺,使读数方便,也便于分析和处理测量结果。

由于输入和输出的变化量一般都有不同的量纲,所以灵敏度 s 也是有量纲的。如输入量为温度 ($^{\circ}\text{C}$), 输出

量为标尺上的位移(格),则 s 的量纲为格/ $^{\circ}\text{C}$ 。如果输入量和输出量是同类量,则此时 s 可理解为放大倍数。因此,灵敏度比放大倍数有更广泛的意义。

如果检测系统由多个环节组成,各环节的灵敏度分别为 s_1 、 s_2 、 s_3 ,而且各环节以图1.2所示的串联方式相连接,则整个系统的灵敏度可用式(1.2)表示,即

$$s = s_1 s_2 s_3 \quad (1.2)$$

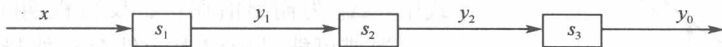


图 1.2 串联系统示意图

提高灵敏度,可得到较高测量精度,但应当注意,灵敏度越高,测量范围往往越窄,稳定性也越差。

2. 分辨率

分辨率是指检测仪表能够精确检测出被测量最小变化值的能力。输入量从某个任意值缓慢增加,直到可以测量到输出的变化为止,此时的输入量就是分辨率。它可以用绝对值,也可以用量程的百分数来表示。它说明了检测仪表响应与分辨输入量微小变化的能力。灵敏度越高,分辨率越好。一般模拟式仪表的分辨率规定为最小刻度分格值的一半。数字式仪表的分辨率是最后一位的一个字。

1.1.3 传感器的线性度与非线性误差

线性度是用实测的检测系统输入/输出特性曲线与拟合直线之间最大偏差与满量程输出的百分比来表示的,即

$$E_t = \frac{\Delta_m}{Y_{FS}} \times 100\% \quad (1.3)$$

由于线性度是以所参考的拟合直线为基准算得的,所以基准线不同,所得线性度就不同。拟合直线的选取方法很多,采用理论直线作为拟合直线,确定的检测系统线性度,称为理论线性度。理论直线通常取连接理论曲线坐标零点和满量程输出点的直线,如图1.3所示。

采取不同的方法选取拟合直线,可以得到不同的线性度。如使拟合直线通过实际特性曲线的起点和满量程点,可以得到端基线性度;使拟合直线与特性曲线上各点偏差的平方和为最小,可得到最小二乘法线性度等。

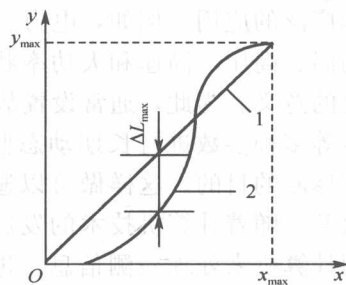


图 1.3 理论线性度示意图
1—理论拟合曲线; 2—实际曲线

1.1.4 传感器的迟滞与重复性

1. 迟滞

迟滞特性表明检测系统在正向(输入量增大)和反向(输入量减小)行程期间,输入/输出特性曲线不一致的程度。即对同样大小的输入量,检测系统在正、反行程中,

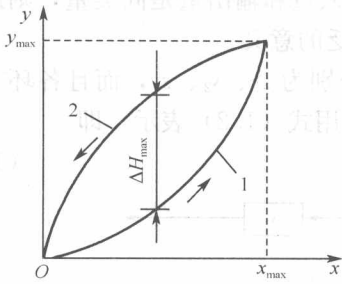


图 1.4 迟滞特性示意图

1—正行程；2—反行程

往往对应两个大小不同的输出量。通过实验，找出输出量的这种最大差值，并以满量程输出 Y_{FS} 的百分数表示，就得到了迟滞的大小（见图 1.4），即

$$E_i = \frac{\Delta_m}{Y_{FS}} \times 100\% \quad (1.4)$$

式中， Δ_m 为输出值在正、反行程期间的最大差值。

迟滞可能是由仪表元件存在能量吸收或传动机构的摩擦、间隙等原因造成的。

2. 重复性

重复性是指传感器在检测同一物理量时每次测量的不一致程度，也叫稳定性。重复性的高、低与许多随机因素有关，也与产生迟滞的原因相似，它可用实验的方法来测定。

1.2 检测技术基础

1.2.1 检测技术的概念与作用

检测技术是人们为了对被测对象所包含的信息进行定性地了解 and 定量地掌握所采取的一系列技术措施，它是产品检验和质量控制的重要手段。借助于检测工具对产品进行质量评价是人们十分熟悉的，这是检测技术最重要的应用领域。另外，随着新型检测技术的不断成熟和发展，它在大型设备安全经济运行和监测中得到了越来越广泛的应用。例如，电力、石油、化工、机械等行业的一些大型设备，通常都在高温、高压、高速和大功率状态下运行，保证这些关键设备的安全运行具有十分重要的意义。为此，通常设置故障监测系统以对温度、压力、流量、转速、振动和噪声等多种参数进行长期动态监测，以便及时发现异常情况，加强故障预防，达到早期诊断的目的。这样做可以避免严重的突发事件，保证设备和人员安全，提高经济效益。随着计算机技术的发展，这类监测系统已经发展到故障自诊断系统。可以采用计算机来处理检测信息，进行分析、判断，及时诊断出设备故障并自动报警或采取相应的对策。

检测技术也是自动化系统中不可缺少的组成部分。任何生产过程都可以看作是由物流和信息流组合而成的，反映物流的数量、状态和趋向的信息流则是管理和控制物流的依据。为了有目的地进行控制，首先必须通过检测获取有关信息，然后才能进行分析判断以便实现自动控制。因此，自动检测与转换是自动化技术中不可缺少的组成部分。

检测技术的完善和发展推动着现代科学技术的进步。人们在自然科学各个领域内从事的研究工作，一般是利用已知的规律对观测、试验的结果进行概括、推理，从而对所研究的对象取得定量的概念，并发现它的规律性，然后上升到理论。因此，现代化检测手段所达到的水平在很大程度上决定了科学研究的深度和广度。检测技术达到的水平越