

检测及传感技术

Jiance Ji Chuangan Jishu



主编 ◆ 赵建英

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机电类

检测及传感技术

主编 赵建英

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书是为高职高专机电类、电气类专业“测试技术”课程编写的教材。全书共 13 章, 主要包括传感器与检测技术的基本知识, 各种传感器的工作原理、基本结构、主要性能、测量转换电路和应用方法, 同时介绍了传感器信号的处理方法、抗干扰技术以及自动检测技术的综合应用。

本书可供高等职业教育电气电子类、机电类专业选作教材, 也可作为中等职业技术教育的机电技术应用、电气自动化等专业的教材, 还可作为相关专业的岗位培训教材和自学用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

检测及传感技术 / 赵建英主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2007.2

21 世纪高等职业技术教育规划教材. 机电类
ISBN 978-7-81104-525-3

I. 检… II. 赵… 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 (2007) 第 021222 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机电类

检 测 及 传 感 技 术

主 编 赵建英

*

责任编辑 黄淑文

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13.375

字数: 331 千字 印数: 1—3 000 册

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-525-3

定价: 22.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机电类

编 委 会

主 任 张 雪

副主任 郭晋荣

成 员 (按姓氏笔画为序)

张 龙 张爱民 李益民 李雪芳

连苏宁 邵剑平 武可庚 祖国庆

赵建英 徐汇音 陶若冰

前 言

当今时代,是“信息时代”。计算机被称为“大脑”,传感器被称为“五官”。信息的获取和处理离不开“大脑和五官”。作为获取和提供信息的检测技术及传感器倍受重视,并进入了一个飞速发展的新阶段。由于检测及传感技术的空前发展,其应用领域不断深入和扩大,人们越来越迫切地渴求了解这方面的知识。

本书作为“21世纪高等职业技术教育规划教材——机电类”系列教材之一,是为高职高专机电类、电气类专业“检测及传感技术”课程编写的教材。本书的主要内容包括传感器与检测技术的基本知识,各种传感器的工作原理、基本结构、主要性能、测量转换电路和应用方法,同时介绍了传感器信号的处理方法、抗干扰技术以及自动检测技术的综合应用。为适应高等职业教育的教学特点,突出学生的能力培养,充分考虑学生的实际情况,在教材内容的选取上,力求实用、够用,注重与相关知识的联系,适合高职高专的教学特点和学生的认知能力。在教学内容的表达和陈述上,力求理论与实际相结合,注重引导学生利用已有知识探索和学习新知识、新技术。

本书共十三章,由赵建英主编。各章编写人员分别为:赵建英编写绪论、第十、十二、十三章、附录,王诗颂编写第二、四、九章,林辉编写第三、七、十一章,李红编写第一、五、六、八章。

本书可作为高等职业教育和高职高专机电一体化、自动控制、工业自动化、仪器仪表、电子信息、物理、计算机应用等专业的教材,也可作为中等职业技术教育的机电技术应用、电气自动化等专业的教材和参考用书,或作为相关专业的岗位培训教材和自学用书。建议讲授学时为60~80。

由于编者水平有限,书中难免存在错误与不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006年11月

目 录

绪 论	1
第一章 传感器与检测技术的基本知识	4
第一节 传感器基本知识	4
第二节 检测技术基本知识	8
第三节 测量误差与精度	13
第四节 弹性敏感元件	18
复习思考题	23
第二章 电阻式传感器	24
第一节 电阻应变式传感器	24
第二节 热电阻传感器	32
第三节 气敏、温敏电阻传感器	36
复习思考题	40
第三章 电感式传感器	41
第一节 自感式传感器	41
第二节 差动变压器式传感器	46
第三节 电涡流式传感器	51
复习思考题	54
第四章 电容式传感器	55
第一节 电容式传感器的工作原理与类型	55
第二节 电容式传感器的测量转换电路	59
第三节 电容式传感器的应用	62
复习思考题	65
第五章 压电式传感器	66
第一节 压电式传感器的工作原理	66
第二节 压电式传感器的测量转换电路	70
第三节 压电式传感器的结构和应用	72
复习思考题	75
第六章 霍尔式传感器	76
第一节 霍尔式传感器的工作原理	76
第二节 霍尔集成电路	79

第三节 霍尔式传感器的应用	81
复习思考题	83
第七章 热电偶传感器	84
第一节 热电偶传感器的工作原理	84
第二节 热电偶的材料、结构及种类	86
第三节 热电偶的温度补偿	89
第四节 热电偶的应用	91
复习思考题	93
第八章 光电式传感器	95
第一节 光电效应及光电器件	95
第二节 光电式传感器的应用	103
复习思考题	110
第九章 数字式传感器	111
第一节 光栅传感器	111
第二节 光电编码器	116
第三节 感应同步器	119
第四节 磁栅传感器	123
复习思考题	126
第十章 其他传感器	127
第一节 超声波传感器	127
第二节 红外传感器	131
第三节 集成传感器	133
第四节 智能传感器	136
复习思考题	139
第十一章 传感器的信号处理	140
第一节 传感器信号的预处理	140
第二节 测量放大器	143
第三节 有源滤波器	149
第四节 传感器信号的非线性校正	152
第五节 A/D 转换器	156
复习思考题	158
第十二章 检测系统中的抗干扰技术	159
第一节 干扰的来源	159
第二节 噪声源及噪声耦合方式	160
第三节 干扰的途径与作用方式	164

第四节 抑制干扰的措施和抗干扰技术	167
复习思考题	173
第十三章 检测技术的综合应用	174
第一节 检测系统的可靠性	174
第二节 传感器的标定与选择	177
第三节 微机在检测技术中的应用	180
第四节 自动检测技术综合应用实例	183
复习思考题	191
附 录	192
附录一 实 验	192
附录二 传感器分类表	195
附录三 几种常用传感器性能对照表	196
附录四 热电阻分度表	197
附录五 镍铬-镍硅(镍铝)热电偶分度表	198
附录六 铂铑 10-铂热电偶分度表	200
参考文献	204

绪 论

在人类的各種生产活动和科学实验中，为了了解和掌握整个过程的进展及其最终结果，经常需要对各种基本参数或物理量进行检查和测量，从而获得必要的信息，作为分析、判断和决策的依据。由此我们可以认为，检测技术就是人们为了对被测对象所包含的信息进行定性的了解和定量的分析掌握所采取的一系列技术措施，是自动检测技术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提取、信息转换以及信息处理的理论和技术为主要内容的一门应用技术学科。随着人类社会进入信息时代，以信息的获取、转换、显示和处理为主要内容的检测技术已经发展成为一门完整的技术科学，在促进生产发展和科技进步的广阔领域发挥着重要作用。

一、自动检测在国民经济中的地位和应用

检测技术在大型设备安全经济运行监测中已得到了广泛应用。电力、石油、化工、机械等行业的一些大型设备通常在高温、高压、高速和大功率状态下运行，保证这些关键设备安全运行在国民经济中具有重大意义。为此，通常设置故障监测系统，来对温度、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。即使设备发生故障也可以从监测系统提供的数据中找出故障原因，缩短检修周期，提高检修质量。同时，在日常运行中，这种连续监测可以及时发现设备故障前兆，采取预防性检修措施。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。可以通过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。

检测技术已成为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检测技术的又一个应用领域。传统的检测方法只能将产品区分为合格品和废品，起到产品验收和废品剔除的作用。这种被动检测方法，对废品的出现并没有预先防止的能力。在传统检测技术基础上发展起来的主动检测技术或称之为在线检测技术，使检测和生产加工同时进行，及时用检测结果对生产过程主动进行控制，使之适应生产条件的变化或自动地调整到最佳状态。这样检测的目的已经不只是单纯的检查产品的最终结果，同时还要过问和干预造成这些结果的原因，从而进入质量控制的领域。

检测技术和装置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，反映物流的数量、状态和趋向的信息流则是人们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。所谓自动化,就是运用各种技术工具与方法代替人来完成检测、分析、判断和控制工作。一个自动化系统通常由多个环节组成,分别完成信息获取、信息转换、信息处理、信息传送及信息执行等功能。在实现自动化的过程中,信息的获取与转换是极其重要的组成环节,只有精确及时地将被控对象的各项参数检测出来并转换成易于传送和处理的信号,整个系统才能正常地工作。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。在自然科学各个领域内,人们所从事的研究工作,一般是利用已有的知识对观测、试验的结果进行概括和推理,然后发现其规律性,并上升到理论。因此检测手段的水平在很大程度上决定着科学研究的深度和广度。检测技术的水平越高,提供的信息就愈丰富、愈可靠,科学研究取得突破性进展的可能性就愈大。同时理论研究的一些成果也必须通过实验或观测加以验证,而这是离不开检测手段的。另一方面,现代化生产和科学技术的发展也不断地对检测技术提出新的要求,成为推动检测技术向前发展的动力。

总之,检测技术已渗透到人类的一切活动领域。近年来,随着家电工业的兴起,自动检测技术也进入了人们的日常生活当中。例如,电冰箱中的温度传感器、监视煤气溢出的气敏传感器、防止火灾的烟雾传感器、防盗用的光电传感器,等等;在机械制造业中,通过对机床的加工精度、切削速度、床身振动等许多静态、动态参数进行在线测量,可控制加工质量;在化工、冶金、电力等行业中,如果不随时对生产工艺过程中的温度、压力和流量等参数进行自动检测,生产过程就无法控制,甚至产生危险;在交通领域,一辆现代化汽车所用的传感器就多达数十种,用以检测车速、方位、转矩、振动、油压、油量和温度等;在国防科研中,检测技术用得更多,许多尖端的检测技术都是因国防工业需要而发展起来的,如研究飞机的强度,就要在机身、机翼上贴几百片应变片,并进行动态特性的测试。

有人把计算机比喻为人的大脑的延续,称之为“电脑”;而把传感器比喻为人的感觉器官的延续,称之为“电五官”(视、听、味、嗅、触)。没有“电五官”就不能实现自动化,没有自动检测技术就没有自动保护、自动报警和自动诊断系统,就不能实现自动计量和自动管理。特别是近年来将传感器与微型计算机有机结合后,带微处理器的新型“智能化”仪器不断涌现,实现了生产过程的自动控制,从而大大提高了劳动生产率,提高了产品质量,减轻了劳动强度和改善了劳动条件。

二、自动检测技术在机电产品中的作用

机电一体化技术是科学技术发展的必然产物,它使生产实现了自动化,提高了效率,增加了经济效益。作为高科技代表的机电一体化系统,一般由机械本体、自动检测技术、控制技术和执行机构四个部分组成,如图 1 所示。自动检测技术是把代表机械本体的工作状态、生产过程等工业参数通过传感器转换成电量,从而便于采用控制技术使控制对象按给定的规律进行变化,推动执行机构实时地调整机械本体的各种工业参数,使机械本体处于自动运行状态,并实行自动监视和自动保护。由此可见,自动检测技术是机械本体与控制技术的“纽带”和“桥梁”,在机电产品中起着关键的作用。

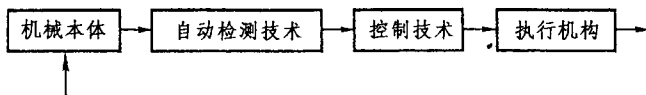


图 1 机电一体化系统的组成

三、本课程的内容和学习方法

传感器与检测技术涉及的内容比较广，包括信息的获得、测量方法、信号的转换、处理和显示、误差的分析以及干扰的抑制、可靠性问题等。因此，本课程先介绍传感器与检测技术的基本概念，然后介绍将被测量转换成电量的各类传感器、测量转换电路及其应用，同时简要介绍传感器信号的处理、检测技术应用中涉及的一些问题和计算机在这一领域的应用。

将被测量转换成电量的方法很多，对信号的处理中还会遇到各种转换电路和显示装置，因此会涉及许多门基础课程。与本课程有关的基础课程有数学、物理、电工技术、电子技术以及计算机技术等，尤其与物理学、电工技术、电子技术的关系更为紧密。

通过学习本课程，应达到以下目的：

- ① 掌握常用传感器的工作原理、结构、性能、特点，并能正确选用。
- ② 熟悉测量误差的基本知识、传感器的测量转换电路和信号的处理方法。
- ③ 掌握传感器的基本概念和自动检测系统的组成，对常用检测系统应有一定的分析与维护能力。
- ④ 了解抗干扰技术和自动检测系统的可靠性问题。
- ⑤ 了解计算机在自动检测系统中的应用。
- ⑥ 针对生产过程中有关工艺参数的测量能提出相应的检测方案。

本课程的内容系统性不强，各种传感器的原理也不同，因此在学习中应注重对各种传感器的原理、性能、应用进行比较分析；摸索和总结解决信息获取和转换的基本思路；注重分析转换电路的原理，明确传感元件与测量转换电路之间的联系；同时加强对相关课程的学习。

第一章 传感器与检测技术的基本知识

本章通过对传感器与检测技术的基本知识、测量误差以及检测系统中弹性敏感元件的介绍,使读者对传感器与自动检测技术有一个基本了解,为后面章节内容的学习做好知识准备。

第一节 传感器基本知识

一、传感器的定义与组成

我国国家标准中传感器的定义是:“能感受规定的被测量并按照一定规律转化成可用输出信号的器件和装置。”为了能更加具体确切地表明它的特征,我们可以对传感器的定义理解为:传感器是一种以一定的精确度把被测量转化为与之有确定对应关系、便于应用的某种物理量的测量装置。

传感器的定义包含了以下几方面的含义:传感器是一个测量装置,能够对某些量进行检测;传感器的输入量是某一被测量,该被测量可能是物理量,也可能是化学量、生物量等;传感器的输出量要便于传输、转换、处理、显示等,一般是以电量输出;输出量与输入量之间有一定的规律和联系。

传感器通常由敏感元件、传感元件及测量转换电路三部分组成,如图 1.1。

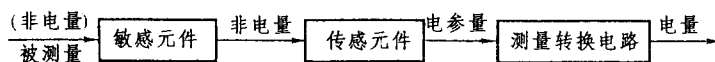


图 1.1 传感器组成框图

敏感元件: 在传感器中直接感受被测量,并输出与被测量成一定联系的另一物理量的元件,如电阻式传感器中的弹性敏感元件可将力转换为位移。

传感元件: 能将敏感元件的输出量转换为适于传输和测量的电参量的元件,如应变片可将应变转换为电阻量。

测量转换电路: 可将传感元件输出的电参量转换成易于处理的电量信号的部分。常用的转换电路有电桥电路、放大器、谐振电路等,它一般决定传感器的输出信号形式。常见的输出信号有电压、电流、频率和脉冲等。

实际上,并不是所有的传感器都能明显分清敏感元件、传感元件和测量转换电路三部分,有些传感器是合二为一或三者合为一体的,如结构最简单的热电偶传感器,它由一个敏感元件(兼转换元件)构成。其结构如图 1.2 所示,两种不同的金属材料 A 和 B,一端连接在一起,放在被测温度 T 中,另一端为参考端,温度为 T_0 ,这样就会在回路中产生一个与温度 T 、 T_0 有关的电动势,从而可测得温度。显然,热电偶传感器将被测量温度转换为与之有对应关系的电动势输出。

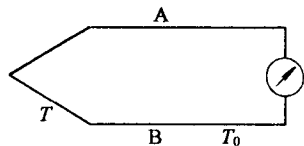


图 1.2 热电偶原理图

随着集成技术的发展和在传感器中的应用,传感器的测量转换电路可以安装在传感器的壳体内,或与敏感元件一起集成于同一芯片上。如湿度传感器就将感受到的被测量直接转换为电信号,没有中间转换环节。

关于传感器,我国曾出现过多种名称,如发送器、变送器、检测器等,它们的功能相同或相近,在本书中依据国标规定统一使用传感器这一名称。

二、传感器的作用和分类

(一) 传感器的作用

传感器是人类探知自然界信息的触角。在人类文明的发展历史中,感受处理外部信息的传感技术一直扮演着一个重要的角色。在古代,传感技术由人的感官来实现,人观天象而仕农耕,察火色而冶钢铁。但是自人类进入信息时代以来,传感技术越来越多地由人造“器官”即传感器来实现,它是人类五官的延伸,因此又形象地称其为“电五官”。

在现代工业生产尤其是自动化生产过程中,必须使用传感器来监视和控制生产过程中的各个参数,使设备工作在正常状态或最佳状态,以使产品得到最好的质量。因此可以说,没有优良的传感器的使用,现代化生产就无法得到保障。

在基础学科领域中,传感器的地位更为突出,现代科学技术的发展,进入了许多新领域:例如在宏观上要观察遥远的宇宙空间,微观上要观察微小的粒子世界,纵向上要研究长达上千光年的天体演化,短到一瞬即逝的化学反应。此外,在对物质认识及开拓新能源、新材料等高端技术领域的研究,如超高温、超低温、超高压、超高真空、超强磁场、超弱磁场等。显然,要获取大量人类感官无法直接获取的信息,没有相适应的传感器是根本不可能实现的。许多领域研究的障碍,对信息的难以获取是主要原因之一,同样一些新机理和高灵敏度传感器的出现,往往会推动某领域研究的新突破。一些传感器的发展,往往是一些学科领域开发的先驱。

在汽车工业及家用电器的自动化进程中,传感器也扮演着重要的角色;在环境保护、航天技术、遥感技术这些高端领域也充分地利用了传感器的检测功能。

由此可见,传感器技术在发展经济、促进科学技术发展、推动社会进步方面的重要作用是非常明显的。目前,传感器技术已经成为一些发达国家最重要的热门技术之一,它已经成为一个国家现代化水平的标志之一。

(二) 传感器的分类

目前,传感器已渗透到军事、科学和人类生产、生活等各个领域。可以说,几乎每一个

现代化的项目，都离不开各种各样的传感器，所以传感器种类繁多，五花八门，为了能很好地掌握它、应用它，必须要有一个科学的分类方法。下面简单介绍几种常用的分类方法。

1. 按工作原理分类

按工作原理可以分为参量传感器、发电传感器、数字传感器和特殊传感器。其中，典型的参量传感器有：电阻式传感器、电感式传感器、电容式传感器等；发电传感器有：光电池、热电偶传感器、压电式传感器、霍尔式传感器等；数字传感器有：光栅式传感器、脉冲式传感器、磁栅式传感器、感应同步器等；特殊传感器有：超声波传感器、红外探测器、激光检测器等。

这种分类方法的优点是把传感器按工作原理系统的归纳起来，便于学习和研究。本书将按照此分类方法介绍各种传感器。

2. 按被测量性质分类

按被测量性质可以分为机械量传感器、热工量传感器、成分量传感器、状态量传感器、探伤传感器等。其中，机械量有：力、长度、位移、速度、加速度等；热工量有：温度、压力、流量等；成分量传感器是可检测各种气体、液体、固体化学成分的传感器，如检测可燃性气体泄漏的气敏传感器等；状态量传感器是检测设备运行状态的传感器，如由干簧管、霍尔元件做成的各种接近开关；探伤传感器是用来检测金属制品内部的气泡和裂缝、检测人体内部器官的病灶等的传感器，如超声波探头、B超、CT探测器等。

这种分类方法给使用者提供了方便，容易根据被测量对象来选择所需要的传感器。

3. 按输出量形式分类

按输出量形式可分为模拟式、数字式和开关式传感器。模拟式传感器是输出与被测量成一定关系的模拟信号，如果要与计算机配合或用数字显示，还必须经过模/数转换电路；数字式传感器输出的是数字量，可直接与计算机连接或作数字显示，读取方便，抗干扰能力强；开关式传感器输出是开关信号（高电平或低电平），主要用于行程控制，优点是定位精确、操作频繁，安装调整方便。

4. 按传感器的结构分类

按传感器的结构可以分为直接式传感器、差分式传感器和补偿式传感器。直接式传感器是单独直接将被测量转换为输出的电量信号，它的结构简单，但是灵敏度低、易受干扰；差分式传感器是把两个相同型号的直接传感器接在转换电路中，使两个传感器接收的相同干扰信号相减，而有用的信号相加，这样极大地提高了灵敏度和抗干扰能力；补偿式传感器是显示装置的输出信号自动跟踪被测量变化而变化，把输出的电信号反向转换成非电量，再与被测量进行比较，把产生的偏差信号通过传感器转换成电量，再经过测量、放大后输出，这样大大提高了测量精度和抗干扰能力，但是这类传感器结构复杂、价格高，所以只使用在一些要求高的测量场合。

三、传感器的基本特性和要求

传感器的特性主要是指输出与输入之间的关系。当输入量为常量或变化极慢时，这一关

系就称为静态特性；当输入量随时间变化较快时，这一关系就称为动态特性。传感器除了描述输出、输入关系的特性之外，还有与使用条件、使用环境、使用要求等有关特性。所以评价传感器的性能指标是多方面的，在本书中主要介绍其静态特性的一些指标。

1. 线性度

线性度是指传感器输出、输入的实际特性曲线和拟合直线之间的最大偏差与输出量程范围之百分比，即

$$\gamma_L = \frac{|\Delta_L|_{\max}}{y_{\max} - y_{\min}} \times 100\% \quad (1.1)$$

式中 γ_L ——线性度；

$|\Delta_L|_{\max}$ ——最大非线性绝对误差；

$y_{\max} - y_{\min}$ ——输出量程范围。

线性度又称为非线性误差。通常人们总是希望传感器的输出、输入间具有确定的关系，并且最好是线性关系，但是一般情况下，输出、输入不会符合所要求的线性关系，同时由于存在迟滞、摩擦、间隙、松动以及外界条件等各种因素的影响，输出、输入对应关系的唯一确定性也不能实现，只能接近线性，这样实际曲线与理论直线之间存在的偏差也就是传感器的非线性误差。

拟合直线的选取有多种方法，常用的拟合方法有理论拟合、端点拟合、最小二乘拟合等。选取拟合直线的主要依据是：能够获得较小的非线性误差、使用方便及计算简便等。图 1.3 所示为端点拟合法，因而得到的线性度称为端点线性度。

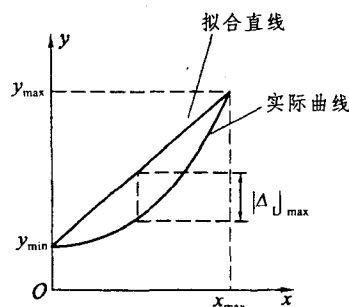


图 1.3 线性度示意图

2. 灵敏度

灵敏度是指传感器在稳定状态时，输出变化量与输入变化量的比值，用 K 来表示。线性传感器的灵敏度为一常数，就是拟合直线的斜率，即

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (1.2)$$

非线性传感器的灵敏度不是常数，是一随输入量变化的量，即

$$K = \frac{dy}{dx} \quad (1.3)$$

3. 重复性

重复性表示传感器在同一工作条件下，被测输入量按同一方向作全程连续多次重复测量时，所得输出值的一致程度。它反映了传感器的精密程度。

从误差性质讲，重复性误差属于随即误差，可按照随机误差的分析方法进行分析。

4. 迟滞

迟滞表明传感器在正（输入量增大）反（输入量减小）行程中输出、输入曲线不重合的

程度。也就是说,对应于同一大小的输入信号,传感器正、反行程的输出信号大小不等。它反映了传感器的机械部分和机构材料方面的一些弱点,如轴承摩擦、元件磨损、间隙不当以及材料本身的物理性滞后等。迟滞会引起分辨率变差,所以希望迟滞越小越好。

5. 分辨力和阈值

分辨力是指当一个传感器的输入从非零的任意值缓慢地增加时,只有在超过某一输入增量后输出才变化,这个输入增量称为传感器的分辨力。如果用该值相对满量程输入值之百分比则称为分辨率。

当一个传感器的输入从零开始缓慢地增加,只有在达到某一值后才测得出输出变化,则这个值称为传感器的阈值。

分辨力说明了传感器可测量的最小输入变量;阈值说明了传感器可测出的最小输入量。

6. 零漂和温漂

零漂是指传感器在无输入(或输入值长时间不变)的情况下,其输出值偏离原示值的最大偏差与满量程的百分比。

温漂是指温度每升高 1°C 时,传感器输出值的最大偏差与满量程之比。

7. 动态特性

如果传感器检测的输入信号是随时间而变化的,这时传感器必须能够跟随输入信号的变化,才能够获得准确的输出信号。这种传感器的输出跟随输入信号变化的特性称为动态特性。传感器的动态性能指标分为时域和频域两种。

静态特性不考虑时间变化的因素,而动态特性是反映传感器对于随时间变化的输入量的响应特性。在利用传感器测量随时间变化的参数时,既要注意其静态特性,又必须考虑其动态性能指标。

第二节 检测技术基本知识

一、检测技术的基本概念

检测技术是自动检测技术的简称,它是以研究自动检测系统中的信息提取、信息转换以及信息处理的理论和技术为主要内容的一门应用技术学科。检测包含检查和测量两个方面,检查往往是获取定性信息,而测量则是获取定量信息。测量是检测技术的主要组成部分,人类生产力的发展促进了测量技术的进步,现代社会要求测量必须具有更高的准确度、更小的误差、更快的速度、更高的可靠性。为此,测量的方法也日新月异、精益求精。下面介绍测量的基本概念和测量的方法。

1. 测量的基本概念

测量是利用专门的技术和仪表设备,采用一定的方法取得被测对象某个量的大小和符号;或者取得一个变量与另一个变量之间的关系,如变化曲线等,从而掌握被测对象的特性、

规律的认识过程。

测量是获取被测对象量值的唯一手段，其实质上是一个比较的过程，即将被测量与一个同性质的、作为测量单位的标准量进行比较，从而确定被测量是标准量的倍数的比较过程。用天平测量物体的质量就是一个典型的例子。

测量结果一般表示为：

$$X = AX_0 \quad (1.4)$$

式中 X ——被测量；

X_0 ——标准量；

A ——比值。

可见，比值 A 的大小取决于标准量 X_0 的单位大小。因此在表示测量结果时，必须包含两个要素：一个是比值大小及符号（正或负）；另一个是说明比值 A 采用的单位，不注明单位，测量结果就没有实际意义。

2. 测量方法分类

测量方法是多种多样的，从不同角度出發，有不同的分类方法。根据被测量是否随时间变化，可分为静态测量和动态测量。例如，用压力式温度传感器测量电冰箱的温度就属于动态测量。

根据测量的手段不同，可分为直接测量和间接测量。用标定的仪表直接读取被测量的测量结果，该方法称为直接测量。例如，用电压表测量电压值。间接测量的过程比较复杂。首先要对与被测量有确定函数关系的中间量进行直接测量，然后将测量值代入函数关系式，经过计算求得被测量的数值。例如，为了求出某一电阻的阻值，可以将其放入一个电路中，测出它的电流和分压，然后利用 $R = U/I$ ，求出电阻值。

根据测量结果的显示方式，可分为模拟式测量和数字式测量。要求精密测量时绝大多数采用数字式测量。

根据测量时是否与被测对象接触，可分为接触式测量和非接触式测量。例如，用光电高温计测量温度就属于非接触测量。非接触测量由于测量时不影响被测对象的运行状况，因此是目前测量发展的趋势。

另外，在工业生产中，直接在生产流水线上监测产品质量的测量称为在线测量；反之，则称为离线测量。例如，现代数控加工机床均采用边加工、边测量的方式，就属于在线测量，它能保证产品质量的一致性。离线测量虽然能测出产品的合格与否，但无法实时监控生产质量。

根据测量的具体手段来分，又可分为偏差式测量、零位式测量和微差式测量。

(1) 偏差式测量

在测量过程中，被测量作用于仪表内部的比较装置，使该比较装置产生偏移量，直接以仪表的偏移表示被测量，这种测量方式称为偏差式测量。例如，用弹簧秤测量物体质量；用高斯计测量磁场强度等，均是直接以指针偏移的大小来表示被测量。在这种测量方式中，必须事先用标准量具对仪表刻度进行校正。该测量方法由于表盘上分度的精确度不是很高，所以测量精度一般不高，但是测量过程简单、迅速，所以使用较广泛。

另外，偏差式测量易产生灵敏度偏移和零点漂移。例如，随着时间的推移，弹簧的刚度