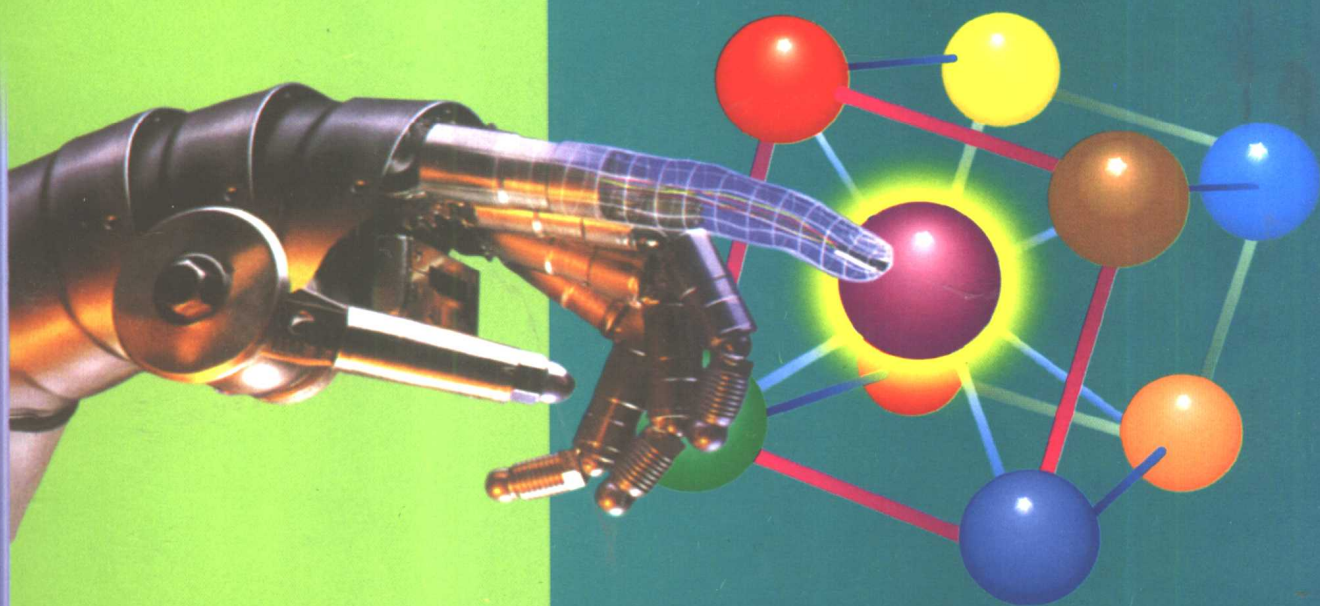


何希才 编著

传 感 器

及其应用

CHUANGANQI
JIQI YINGYONG



國防工業出版社

传感器及其应用

何希才 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

传感器及其应用/何希才编著. —北京:国防工业出版社, 2001.5

ISBN 7-118-02483-X

I. 传... II. 何... III. 传感器—基本知识
IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 05654 号

内 容 简 介

本书主要介绍常用传感器应用技术及其应用电路的设计, 内容包括温度传感器、光电传感器、磁敏传感器、力敏传感器、湿敏传感器、气敏传感器等的原理、特性参数及选用原则, 并提供较多的应用电路实例, 这些电路设计合理、结构新颖、性能优良、实用性强。

本书可供传感器应用电路的设计人员使用, 也可作为大专院校师生参考书。

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 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 314 千字
2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月北京第 1 次印刷
印数: 1—4000 册 定价: 19.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

前 言

传感器作为电子信息技术的三大支柱之一,其应用非常广泛,目前已经研制出各类传感器,很容易买到。但是,作为应用系统设计人员如何根据系统要求选用适宜传感器,并与自己设计的系统连接起来,从而构成性能优良的监控系统,这就需要解决传感器的选用和接口两大问题。本书从应用角度出发,根据编者的实践,并参考了国外的最新资料,主要介绍了常用传感器的外特性及选用原则,并提供了较多的传感器基本应用电路及接口电路。读者可从本书中直接选用适用的传感器应用电路,还可对本书提供的电路稍加修改应用到自己设计的系统中。本书可供传感器应用电路的设计人员、大专院校师生和无线电爱好者阅读与参考。

《传感器及其应用技术》全书共分8章。第1章概论,介绍了传感器的定义、特性与发展以及信号传输与处理方式。第2章温度传感器,主要介绍热电偶、热电阻、热敏电阻以及pn结、集成、热辐射、光纤等温度传感器的特性与应用电路。第3章光电传感器,主要介绍光敏电阻、光敏晶体管、光电耦合器、光电池以及PSD和固态图像传感器的特性参数与应用电路。第4章磁敏传感器,主要介绍霍尔传感器、磁敏电阻及磁敏二极管等的应用电路。第5章力敏传感器,主要介绍半导体力敏传感器的特性及应用实例。第6章湿敏传感器,主要介绍湿敏传感器的参数与应用技术。第7章气敏传感器,主要介绍半导体气敏传感器及气敏集成传感器的应用实例。第8章常用传感器应用电路的设计,主要结合温度传感器、光电传感器、磁敏传感器、超声波传感器及电流传感器,介绍传感器应用电路的设计方法。

本书提供的电路设计合理,结构新颖,性能优良,实用性强,它为系统设计人员提供了有益的参考。本书编写过程中参考了刘洪梅、张微等提供的资料,并得到王桂琴、何川、王英剑、王力等同志的支持与帮助,表示感谢。由于编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,希广大读者批评指正。

编 者

2001年1月

目 录

第1章 概论

1-1 传感器的定义及其作用	1
1-2 传感器的特性	3
1-3 传感器的发展	5
1-4 信号传输方式	6
1-5 信号处理方式	7

第2章 温度传感器

2-1 概述	11
2-2 热电偶	13
2-3 热电阻	21
2-4 热敏电阻	22
2-5 pn 结温度传感器	24
2-6 集成温度传感器	30
2-7 热辐射温度传感器	35
2-8 光纤温度传感器	37
2-9 热敏磁性温度传感器	41
2-10 弹性温度传感器	52
2-11 变色温度传感器	57
2-12 其他温度传感器	63
2-13 温度测量方式	68

第3章 光电传感器

3-1 概述	79
3-2 光敏电阻	80
3-3 光敏二极管	84
3-4 光敏三极管	87
3-5 光电耦合器	89
3-6 光电池	93

3-7 PSD 传感器	95
3-8 固态图像传感器	104

第4章 磁敏传感器

4-1 概述	113
4-2 霍尔元件	113
4-3 集成霍尔传感器	123
4-4 磁敏电阻	126
4-5 磁敏晶体管	135
4-6 其他磁敏传感器	138

第5章 力敏传感器

5-1 概述	141
5-2 力敏传感器的特性	142
5-3 力敏传感器的基本应用	144
5-4 力敏传感器应用实例	152

第6章 湿敏传感器

6-1 概述	155
6-2 湿敏传感器的参数	156
6-3 湿敏传感器的种类	158
6-4 湿敏传感器应用技术	160

第7章 气敏传感器

7-1 概述	167
7-2 半导体气敏传感器	168
7-3 恒电位电解式气敏传感器	171
7-4 气敏集成传感器	173

7-5 气敏传感器应用实例	176
---------------------	-----

第8章 常用传感器应用电路的设计

8-1 传感器放大电路的设计	180
8-2 温度传感器应用电路的 设计	189
8-3 光电传感器应用电路的	

设计	197
8-4 磁敏传感器应用电路的 设计	200
8-5 超声波传感器应用电路的 设计	203
8-6 电流传感器应用电路的 设计	205

第 1 章 概 论

1-1 传感器的定义及其作用

1. 传感器的定义

人们通常将能把非电量转换为电量的器件称为传感器,传感器实质上是一种功能块,其作用是来自外界的各种信号转换成电信号。它是实现测试与自动控制系统的首要环节。如果没有传感器对原始参数进行精确可靠的测量,那么,无论是信号转换或信息处理,或者最佳数据的显示和控制都将无法实现。传感器技术是现代信息技术的主要内容之一,信息技术包括计算机技术、通信技术和传感器技术。计算机和通信技术发展极快,相当成熟,对此运用自如的工程技术人员也非常多,但精通而灵活使用传感器技术的工作者却很少,这是因为传感器应用技术都需要使用模拟技术,而模拟技术有很多问题难以解决。为了适应现代科学技术的发展,世界众多国家都把传感器技术列为现代的关键技术之一。本书主要介绍常用传感器的应用技术、传感器应用电路的设计以及应用电路实例,这样有助于读者设计最佳的各种监控系统。

2. 传感器的作用及其分类

(1)传感器的作用

①信息的收集。科学研究中的计量测试,产品制造与销售中所需的计量等都要由测量而获得准确的定量数据。

对某种特定要求,需检测目标物的存在状态,把某状态信息转换为数据。

对系统或装置的运行状态进行监测,也由传感器来实现,发现异常情况时,发出警告信号并启动保护电路工作。这样可以对系统或装置进行正常运行与安全管理。

判断产品是否合格,或人体各部位的异常诊断等都需由传感器的测量来完成。

②信息数据的交换。把以文字、符号、代码、图形等多种形式记录在纸或胶片上的信号数据转换成计算机、传真机等易处理的信号数据。或者读出记录在各种媒介体上的信息并进行转换。例如,磁盘与光盘的信息读出磁头就是一种传感器。

③控制信息的采集。检测控制系统处于某种状态的信息,并由此控制系统的状态,或者跟踪系统变化的目标值。

(2)传感器的分类

传感器的检测对象非常多,主要有数量、长度、面积、立体、位置、含量、线性变位、旋转变位、畸变、压力、转矩、流量、流速、加速度、振动、成分配比、水分、离子浓度、混浊度、粒状体、比重/密度、伤痕、湿度、热量、温度、火灾、烟、有害气体和气味等 29 种。检测手段主要有射线(γ 射线、X 射线等)、紫外线、可见光线、激光、红外线、微波、电、磁和声波等 9 种。

传感器千差万别,种类繁多,有不同的分类方式。这里只介绍一些基本类型。

①按构成分类。基本型传感器,组合型传感器,应用型传感器。

基本型传感器是一种最基本的单个变换装置。组合型传感器是由不同单个变换装置组合而构成的传感器。而应用型传感器是基本型传感器或组合型传感器与其他机构组合而构成的传感器。例如,热电偶是基本型传感器,若把它与红外线辐射转为热量的热吸收体组合,则构成红外线辐射传感器,这是一种组合传感器。如果这种组合传感器应用于红外线扫描机构中就是一种应用传感器。

②按机理分类。结构型传感器,物性型传感器,混合型传感器和生物型传感器。

结构型传感器是基于某种结构的变换装置的一种传感器。例如,电容压力传感器就属于这种传感器,当外加压力改变时,电容极板发生位移,电容量发生变化,如果谐振装置中采用这种电容,其谐振频率就随电容量发生变化,检测谐振频率的变化就能测量压力的大小。

物性型传感器是一种利用物质具有的物理或化学特性来构成的,它对应力、温度、电场、磁场等有一定依赖关系,并能进行变换。这种传感器一般没有可动结构部分,易小型化,构成一种所谓固态传感器。

混合型传感器是结构型与物性型传感器组合而成的一种传感器。

生物型传感器是利用微生物或生物组织中生命体的活动现象作为变换结构的一部分。这可为生物、医学范围内提供一种有用的传感器。

③按作用形式分。主动型和被动型传感器。

主动型传感器有作用型和反作用型,此种传感器对被测对象能提供一定探测信号,能检测探测信号在被测对象中所产生的变化,或者由探测信号在被测对象中产生某种效应而形成信号。检测探测信号变化方式的称为作用型,检测产生响应而形成信号方式的称为反作用型。雷达与无线电频率范围探测器是作用型实例,而光声效应分析装置与激光分析器是反作用型实例。

被动型传感器只是接收被测对象本身产生的信号。例如,红外辐射温度计,红外摄像装置等。

④按变换工作能量供给形式分。能量变换型与能量控制型传感器。

能量变换型传感器在进行信号转换时不需要另外提供能量,把输入信号能量变换为另一种形式能量而输出。例如,太阳能电池和压电加速度传感器属于这类传感器。能量型传感器在进行信号转换时,需要先供给能量,由输入信号控制供给的能量,并检测能量的变化作为输出信号。电阻应变传感器与光电管等是其实例。

⑤按输出信号形式分。模拟信号与数字信号。

输出为模拟信号的传感器的输出为连续的模拟信号。而输出周期性信号的传感器实质上也是模拟信号传感器。但周期信号容易变为脉冲信号,可作为准数字信号使用。因此,可以称为准数字信号传感器。例如,利用振动的传感器就是这种类型。

数字信号输出的传感器是输出1与0两种信号的传感器,应用极广。两种信号可由电路的通断、信号的有无、绝对值的大小、极性的正负等来实现。实例有双金属温度开关等。

数字传感器是一种获得代码信号输出的传感器,敏感元件本身为数字量的极少,一般

与编码器组合而成。如旋转编码器能检测旋转角,线性编码器能检测位置、距离等。一般要经模/数转换器转换为数字信号。

⑥按传感器的特殊性分类。上面介绍的五种分类是传感器的基本类型。按特殊性分有下列类型。

按检测功能可分为检测温度、压力、湿度、流量、流速、加速度、磁场、光通量等,其中最常用的是温度传感器,其次是压力、流量传感器。

按转换现象的范围可分为电化学传感器、电磁传感器、力学传感器、光应用传感器。

按材料分有陶瓷传感器、有机高分子材料传感器、半导体传感器、气体传感器等。

按用途分为工业、民用、科研、医疗、农用、军用等。还有汽车、宇宙飞船、防灾等采用的传感器。

按功能用途分有计测用、监视用、检查用、诊断用、控制用、分析用等传感器。

3. 传感器的选用

传感器千差万别,即便对于相同种类的测量量也可采用不同工作原理的传感器,因此,要根据需要选用最适宜的传感器。

(1) 测量条件

如果误选传感器,就会降低系统的可靠性。为此,要从系统总体考虑,明确使用的目的以及采用传感器的必要性,绝对不要采用不适宜的传感器与不必要的传感器。测量条件列举如下,即测量目的,测量量的选定,测量的范围,输入信号的带宽,要求的精度,测量所需要的时间,过输入发生的频繁程度。

(2) 传感器的性能

选用传感器时,要考虑传感器的下述性能,即精度,稳定性,响应速度,模拟信号或者数字信号,输出量及其电平,被测对象特性的影响,校准周期,过输入保护。

(3) 传感器的使用条件

传感器的使用条件即为设置的场所,环境(湿度、温度、振动等),测量的时间,与显示器之间的信号传输距离,与外设的连接方式,供电电源容量。

1-2 传感器的特性

1. 静态特性

对传感器静态特性的基本要求是:输入为0时,输出也应为0;输出相对于输入应保持一定的对应关系。例如,如图1-1所示,若传感器的输入量为 x ,输出量为 y ,则 $y = f(x)$,最好 x/y 为恒定的比例关系。

(1) 灵敏度与信噪比(S/N)

选用传感器首要考虑的是灵敏度。如果达不到测量时所必须的灵敏度,这种传感器不能采用。但灵敏度高的传感器不一定是最好的传感器。这是因为它易受噪声的影响。除环境噪声外,还有来自传感器本身输出的噪声。必须用信号与噪声的相互关系全面来衡量传感器。

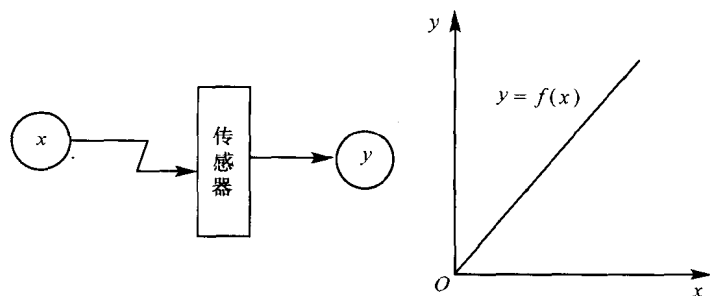


图 1-1 输入/输出的关系

传感器输出信号中的信号分量与噪声分量的平方平均值之比,称为信噪比(S/N)。 S/N 小,信号与噪声就难以分清,若 $S/N=1$,就完全分辨不出信号与噪声。因此, S/N 至少也要大于 10。

(2)线性

输入与输出量之间为直线性比例关系,称为线性关系。然而理想线性关系的传感器极少。实际上大都为非线性关系。采用电子电路也不能使其完全线性化。此外,还有补偿电路、放大器、运算电路等引起的非线性。

(3)时滞

输入量增加到 X_1 ,如果输出量为 y_1 ,再继续增加输入量然后减少到 x_1 ,这时其输出量为 y_2 。实际上输出量 y_1 和 y_2 不相等,有一定的差值,即为时滞(回差)。这样,输入与输出不是一一对应的关系。因此,要尽量选用时滞小的传感器。

(4)环境特性

周围环境对传感器影响最大的是温度。目前,很多传感器材料采用灵敏度高,而信号易处理的半导体。然而,半导体对温度最敏感,实际应用时要特别注意。

除温度之外,还有气压、湿度、振动、电源电压及频率等都影响传感器的特性。

(5)稳定性

理想特性的传感器是加相同大小输入量时,输出量总是大小相同。然而,实际上传感器特性随着时间而变化,因此,对于相同大小输入量,其输出量是变化的。连续工作时,即使输入量恒定,传感器输出量也会朝着一个方向偏移,这种现象称为温漂。需要注意的是,除传感器本身的温漂外,还有安装传感器元件的机构的温漂,以及电子电路的温漂。

(6)精度

精度是评价系统的优良程度。精度分为准确度和精密度。所谓准确度就是测量值与真值偏离程度,为修正这种偏差需要进行校正,完全校正是很麻烦的。因此,使用时尽可能地减小误差。

所谓精密度就是即使测量相同对象,每次测量也会得到不同测量值,即为离散偏差。精密度高的传感器价格也高,使用时注意不要弄坏。

2. 动态特性

传感器要检测的输入信号是随时间而变化的,传感器的特性应能跟踪这输入信号的

变化,这样可以获得准确的输出信号。如果变化太快,就可能跟踪不上,这就是响应特性,即为动态特性。动态特性是传感器的重要特性之一。传感器输入与响应的关系如图 1-2 所示。



图 1-2 输入与响应的关系

1-3 传感器的发展

传感器技术将是 21 世纪人们在高新技术发展方面争夺的一个制高点,在国外,各发达国家都将传感器技术视为现代高新技术发展的关键,从 20 世纪 80 年代起,日本就将传感器技术列为优先发展的高新技术之首,美国等西方国家也将此技术列为国家科技和国防技术发展的重点内容。我国在 20 世纪 80 年代以来也已将传感器技术列入国家高新技术发展的重点。21 世纪是人类全面进入信息电子化的时代,作为现代信息技术的三大支柱之一的传感器技术必将有较大的发展,概括起来有以下几个方面。

(1) 集成化

半导体集成技术与厚、薄膜技术,使传感器集成化成为可能。把信息摄取、放大、变换、传输以及信息处理和存储都制作在同一基片上,它具有反馈功能。传感器的集成化为敏感元件的小型化与薄型化以及为提供高质量、长寿命、低功耗、低售价和特殊功能的新一代的敏感元件创造了条件。

传感器集成化的另一个含义是把一些同样的单个传感器配置于同一个面上。将一些传感器配成一行,称为一维传感器;将一些传感器配置成矩阵,称为二维传感器。

(2) 多功能化

传感器的功能化一般是指传感器本身不仅具有检测功能,而且还兼有信号处理等其他的功能。并且,传感器与其他功能复合,从而产生出新的功能,也是功能化的一种类型。例如,有一种热敏传感器它是由温度传感器与开关元件集成化而构成的。对这种元件,要将其集电结的反向饱和电流设计成灵敏地随温度而变化,能起控温作用的结构形式。这种器件同时具备温度传感器与开关两种功能。

利用多种物理、化学、生物效应或传感器与相应电子测量电路相结合,使传感器多功能化,这是目前传感器的一种趋势。例如,超微粒热/湿/气敏多功能敏感器件以及集成温度传感器、集成压力传感器、集成磁阻传感器等都属于此类。

(3) 智能化

①提供了过程数据处理功能智能传感器。这种传感器不但能放大信号,并能使信号数字化,再用软件实现信号调节。一般来说,传感器不能输出线性信号,而过程控制却把线性度作为重要的追求目标。智能传感器通过查表方式可使非线性信号线性化。当然对每个传感器要单独编制这种数据表。另外,智能传感器还能通过数字滤波器对数字信号

滤波,从而减少噪声或其他相关效应的干扰。还能用软件实现非线性补偿和其他更复杂的补偿,这是因为查询表几乎能产生任意形状的曲线。

有时必须测量和处理几个不同的物理量,这样将给出各自的数据,智能传感器中的微处理器使用户很容易实现多个信号的加、减、乘、除运算。最重要之点是智能传感器可把过程的数据处理放到接近信号产生点进行,这样带来了极大好处:其一是因为把附加信号发送到控制室成本较高,而智能传感器就省去了附加传感器和引线的成本;其二是由于附加信息是在信息的应用点检测到的,这样就大大降低了长距离传输的负效应,如噪声、电压降等,从而使信号更准确;其三是可以简化主控制器中的软件,提高控制环的速度。

②自诊断能力。智能传感器提供先进的自诊断功能:一是专为特定物理条件下工作而设计的装置,智能传感器可以监视其工作环境,并当环境条件接近临界极限时能给出报警信号;二是智能光电传感器能通过分析其输入信号状态给出诊断信息,如果反射器校正发生偏移或透镜表面受污染则给出报警信息;三是当传感器内部发生故障时,智能传感器可自己监测出内部出现的临界参数,如果某个参数超出规定的指标,将给出报警信号。通过内部测试环节,传感器可检测出不正常现象或部分故障。

③组态功能。灵活的组态功能大大减少了用户需要研制和更换必备的不同传感器类型和数目,利用智能传感器的组态功能可使同一类型的传感器工作在最佳状态,并且能在不同场合从事不同的工作。

④存储功能。智能传感器可以存储大量的信息,用户可随时查询。

⑤数字通信。智能传感器本身带有微控制器,因此属于数字式的,能配置与外部连接的数字串行通信,把串行通信配接到装置上,可以有效地管理信息的传输,使数据只在需要时才输出。

⑥自适应技术。自适应技术可延长器件或装置的寿命,同时也扩大其工作领域,因为它能自动适应不同的环境条件。自适应技术提高了传感器的重复性和准确度。因为其校正和补偿数值已不再是一个平均值,而是测量点的真实修正值。

1-4 信号传输方式

传感器把检测到的信号传输到控制器有用电缆与不用电缆的两种方式。电缆包括传输电信号的电线与传输光信号的光纤。不用电缆即采用微波、调频波和电磁波等进行传输。

(1) 电线

传感器传输信号最常用的是传输电信号的电线。然而,用电线传输信号时,在传输途中易受噪声的干扰,降低传输可靠性。为此,采用抗噪声能力强的材料,另外还要采取相应措施,尽可能地防止噪声的串入,或者采用适当手段消除已混入的噪声。

最好的办法是隔离,即考虑屏蔽与接地等。抗噪声能力强的电线,如图 1-3 所示。

对导线中流过电流而产生的电磁场是均匀的,而构成双导线的二根线接受相同的噪声,因此,线间不会有压差。扁平电缆也属于这种。屏蔽线是用金属网裹住心线,对外来的噪声有很强的抗干扰能力。单层屏蔽达不到要求时,可采用双层屏蔽线或同轴电缆等。

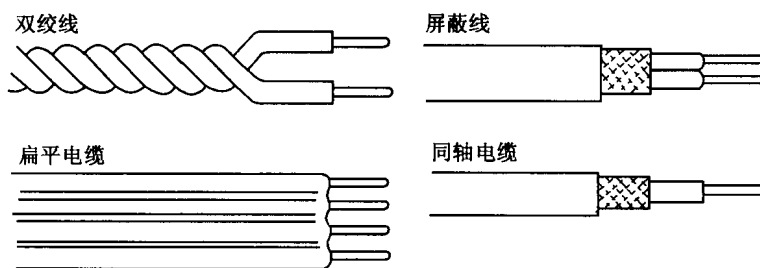


图 1-3 电线的种类

(2) 光纤

光纤对电气噪声有很强的抗干扰能力。它有如下优点：

- ①光可以自由传输；
- ②信号衰减小(不放大,也可以传送 10km 远)；
- ③传输信息量大；
- ④直径细(约 $125\mu\text{m}$),重量轻；
- ⑤材料是玻璃。因此,电气绝缘性好,对电磁感应有很强的抗干扰能力。

另外,光纤还作为光计测中的传感器,应用极广。光传感器与电气传感器相比,响应速度快,可遥测,也可用在有爆炸危险的环境中。

光纤种类如表 1-1 所列。

表 1-1 光纤种类

名 称	主要成分	损耗/km	特 征
石英玻璃	SiO_2	2~4dB	损耗低,价高
多成分玻璃	$\text{SiO}_2, \text{NE}_2\text{O}$,其他	5~8dB	线粗,适应性弱
PCF	SiO_2 ,硅树脂	5~8dB	线粗,损耗中等
塑 料	丙烯基,有机材料	500~1000dB	损耗大,价廉

(3) 机械结构

传感器与被测对象之间还需要机械结构的连接。机械结构的功能是把被测对象的变化准确地传送到传感器,传感器进行检测变换。机械结构设计时须注意以下几方面：

- ①结构上的偏斜与间隙尽可能地小,这样可消除不需要的传输信号及其误差。
- ②对于控制杆与环形结构,要注意减少信号的非线性与温度等的影响。

1-5 信号处理方式

传感器测量控制系统框图如图 1-4 所示。传感器检测变换的信号送往计算机,由计算机进行处理,然后,计算机根据指令把处理结果送至控制、显示及记录装置等。

该系统的信息处理流程如图 1-5 所示。传感器输出信号通过输入接口电路变换为计算机易处理的数字信号,然后输入到计算机,计算机将该信号处理为控制等装置所要求的信号格式,通过输出接口电路输出,驱动控制装置,并显示与记录。

计算机对传感器输入的数据要进行特性补偿、运算处理、格式化以及组编成适合于控制的数据,根据控制指令输送到外设。

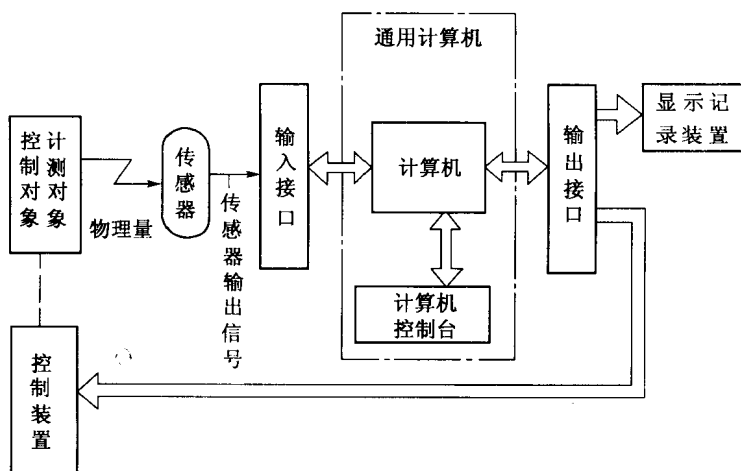


图 1-4 测量控制系统框图

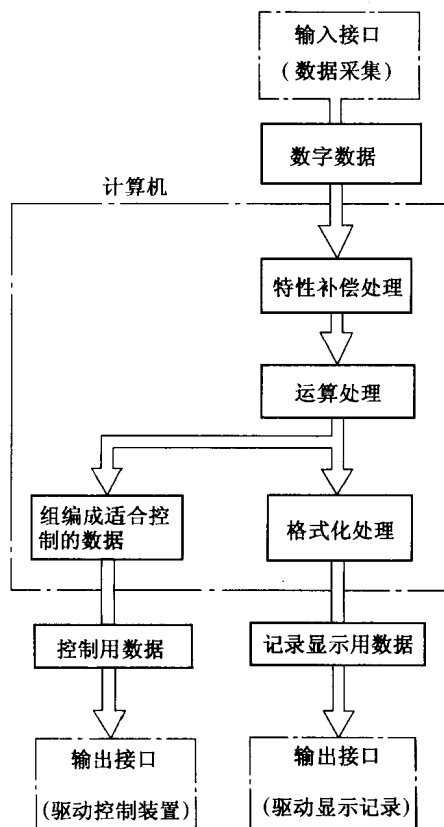


图 1-5 测量控制系统信号处理流程图

(1) 特性补偿

①输入输出特性补偿。一般来说,传感器的输入输出特性是非线性的,不能直接显示与记录,必须进行非线性校正,即补偿。模拟信号输出传感器的典型输入输出特性如图 1-6所示。

图 1-6(a)表示通过原点的直线,线性度好。输出值乘以系数即可直接显示其真值。

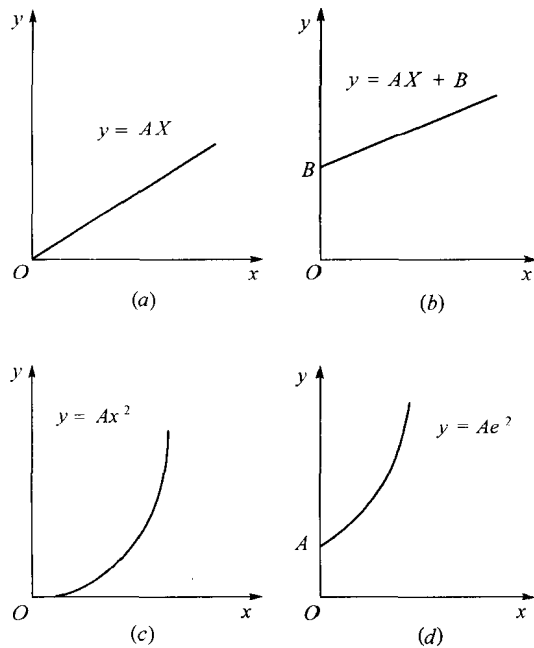


图 1-6 模拟传感器的输入输出特性

图 1-6(b) 表示不通过原点的直线, 需要进行减去 B 值处理。图 1-6(c) 是平方特性, 需要求平方根运算以及系数补偿。图 1-6(d) 是指数形式的特性, 需要对数变换处理。

除此之外还有各种形式的输入输出特性。因此, 需要进行相应处理, 运用计算机软件极易实现。

②有效输出量获取。有时要消除传感器输出量中无效的物理量。例如, 为了能在宽范围内温度变化来测量物体的应变, 就有应变传感器因温度变化而产生的输出量, 这种输出量是无效的, 而往往又不能忽略。因此, 就要把温度传感器与应变传感器合在一起, 测量其温度, 基于此值补偿应变传感器的输出值。输出量只是有效的物理量。

(2) 运算处理

传感器的输出信号要经过各种运算处理, 变成有效信号。传感器输出信号送入计算机, 成为计算机的输入信号。使用运算处理的信号有两种方式。

一种方式是输入计算机信号(传感器输出信号)仅某个时刻使用有效。例如: 根据输入信号挑选产品的优劣, 即仅到某设定值时(例如产品合格参数)输入信号有效。

另一种方式是记录输入数据, 积累并综合利用。典型实例有用直方图形式、数字记录、暂存记录、取平均值等。

直方图形式是根据传感器输出数据信息了解产品加工精度的分布情况。它用于大批量生产管理与大量实验数据处理。

数字记录形式是以一系列的时效数据形式存储传感器输出的数据, 用于以后的检查生产产品的状态。

暂存记录形式是把传感器输出数据作为周期性时效数据, 用于推断与预测事故。

取平均方式是把传感器检测次数累加, 取平均数据, 用于提高测量精度。

(3) 格式化处理

格式化处理是把传感器检测的数据进行处理,易于显示与记录。例如:行打印机、CRT 显示器、 x - y 绘图仪等装置都需要易于辨认的数据。

(4)组编适合于控制装置的信息。

经过特性补偿与运算处理的数据要组编成适合于控制装置的信号,以便于进行控制。

第2章 温度传感器

2-1 概 述

温度传感器是检测温度的器件,其种类最多,应用最广,发展最快。众所周知,日常使用的材料及电子元件大部分特性都随温度而变化,但作为实用传感器必须满足如下一些条件。

①在使用温度范围内温度特性曲线要求达到的精度能符合要求。为了在较宽的温度范围内进行检测,温度系数不宜过大,过大了就难以使用,但对于狭窄的温度范围或仅仅定点的检测,其温度系数越大,检测电路也能越简单。

②为了将它用于电子线路的检测装置,要具有检测便捷和易于处理的特性及一定的量。随着半导体器件和信号处理技术的进步,对温度传感器所要求的输出特性应能满足要求。

③特性的偏移和蠕变越小越好,互换性要好。

④对于温度以外的物理量不敏感。

⑤体积要小,安装要方便。为了能正确地测量温度,传感器的温度必须与被测物体的温度相等。传感器体积越小,这个条件越能满足。

⑥要有较好的机械、化学及热性能。这对于使用在振动和有害气体的环境中特别重要。

⑦无毒、安全以及价廉、维修、更换方便等。

温度传感器一般分为接触式和非接触式两大类。所谓接触式就是传感器直接与被测物体接触进行温度测量,这是温度测量的基本形式。这种方式的特点是通过接触方式把被测物体的热量传递给传感器,从而降低了被测物体的温度,特别是被测物体热容量较小时,测量精度较低。因此,采用这种方式要测得物体的真实温度,前提条件是被测物体的热容量要足够大于温度传感器。而非接触方式是测量物体热辐射而发出的红外线从而测量物体的温度,可进行遥测,这是接触方式所做不到的。表 2-1 列出温度传感器的种类、特征及其应用范围。

由表中可知,接触式温度传感器有热电偶、热敏电阻以及铂热电阻等,利用其产生的热电动势或电阻随温度变化的特性来测量物体的温度,一般还采用与开关组合的双金属片或磁继电开关进行温度控制。热电偶是铜-康铜、镍铬-镍铝、铂-铂铑等不同金属或合金的接合界面上出现温度差而产生热电动势,测量其热电动势从而测量物体温度的传感器。热敏电阻是一种如氧化半导体陶瓷那样的电阻体,其阻值随温度变化非常显著,热敏电阻有具有正温度系数的 PTC,负温度系数的 NTC,还有达到一定温度时阻值急剧变化的 CTR。利用阻值随温度变化的热敏电阻、铂热电阻等传感器是将测温电阻构成桥路对温度进行测量,这样可消除由于环境温度变化引起的温漂,并能减小测量值的偏移及噪声。