

第 1 章

检测技术基础

本章知识点:

- 检测技术基本概念
- 检测系统的组成
- 检测系统的分类
- 智能检测技术

基本要求:

- 掌握检测技术基本概念、组成与分类

能力培养目标:

通过本章的学习,掌握检测技术基本概念、检测技术在工业中的作用及检测系统的组成,理解检测系统的分类与智能检测技术的含义。

1.1 检测的基本概念及方法

1.1.1 检测的基本概念

检测就是检查和测量,是信息获取的过程,是人们借助于专门设备,通过一定的技术手段和方法,对被测对象收集信息、取得数量概念的过程。它是从客观事物中提取有关信息的过程,是人们认识客观事物的方法。

检测是一个比较的过程,包括比较、平衡、误差和读数,这一过程的核心是比较,即将被测对象与它同性质的标准量进行比较,获得以被检测量为标准量的若干倍数量的概念。此外,检测还必须进行一定的变换。因为人们的感官能直接给出定量概念的被测量不多,绝大多数的被测量都要变换为某一个中间变量,然后才能给出定量的概念。例如,人的感官对温度只能给出定性的冷与暖的感觉,而要想得出定量的温度,则需要利用物质热胀冷缩原理,把温度变为中间变量(如长度),然后进行比较和测量。因此,变换是实现检测的必要手段和有效途径。再如,在自动检测控制系统中,多数被检测量是模拟量,通常需要将其转换成数字量,才能送到计算机中进行数据处理。因此,必须用传感器将模拟量变换成为标准电量(如电压或电流),再经 A/D 转换器送入微处理器中进行分析处理。

检测的目的就是求取被检测量的真值。所谓真值是指在一定的客观条件下,某物理量确切存在的真实值。但是,真值是永远无法获得的,因为在检测中会不可避免地产生各种误差,这些误差是由于测量设备、测量方法和手段以及检测者本身因素造成的而且影响无法克服。例如,

在检测温度时,热量可以通过温度传感器从被测物体上传导出来,这将导致温度的下降。因此,检测结果并未反映出被测对象的真实面貌,而仅仅是一种近似值。

检测可以在一个物理变化过程中进行,也可以在此过程之外或过程结束后对提取的样本进行操作,前者称“在线”检测,后者称“离线”检测。

根据检测对象不同,可分在线和实时两类检测。在线和实时是两个不同的概念。在线不一定是实时,而实时必定是在线。如果监控系统与检测对象直接连接进行检测,这种方式叫在线方式。在线方式不一定要求实时。实时是指信号的输入、计算、分析、处理和输出都必须在规定时间内完成,即及时完成,如果超出了这个时限,就失去了控制的时机,控制就失去了意义。实时的概念不能脱离具体过程,如温室大棚的温度控制,如果延迟1s,仍然可以认为是实时;而在军事领域中的导弹控制系统,当目标状态发生变化时,必须在短时间内及时控制,否则就不能实现目标攻击。

1.1.2 检测信号及其分类

1. 信息与信号

信息是人和外界作用过程中互相交换内容的名称,是人类社会和自然界中需要传送、交换、存储和提取的抽象内容。信息具有客观性,它存在于一切事物之中,事物的一切变化和运动都伴随着信息的交换和传送。同时,信息具有抽象性,只有通过一定的形式才能把它表现出来。它不是物质,也不是能量,而是事物运动的状态和方式。例如,语言文字是社会信息,商品广告是经济信息等。

由于信息的抽象性,为了交换和传送,必须通过一定的表现形式将它表示出来。人们把表示信息的语言、文字、图像、数据等称为消息,而信息是消息之中赋予人们新知识与新概念的内容。可见,信息是消息的内容,而且是预先不知道的内容。通常人们说:“这张报纸信息量大”或“那个消息不含一点信息”就体现了消息和信息之间的关系。

一般情况下,信息不便于传送和交换,往往需要借助于某种便于传送和交换的物理量作为运载手段,运载信息的物理量被称为信号,它所携带的信息则体现在信号的变化之中。信号具有能量,它描述了物理量的变化过程,是时间或空间的函数。它包含光信号、声信号和电信号等。例如,古代人利用点燃烽火台而产生的滚滚狼烟,向远方军队传递敌人入侵的信息,这属于光信号;当我们说话时,声波传递到他人的耳朵,使他人了解我们的意图,这属于声信号;遨游太空的各种无线电波信号、通信网络中的电话语音、视频图像信号等,都可以用来向远方表达各种信息,这属于电信号。在作为信号的众多物理量中,电是应用最广泛的物理量,因为它容易产生、传输和控制,也容易实现与其他物理量的相互转换。

信号是信息的表现形式,是运载信息的工具,是信息传输的载体。信息蕴含于信号之中,是信号的具体内容。

2. 信号的分类

信号的分类有很多种方法。按照实际用途区分,信号包括电视信号、广播信号、雷达信号、通信信号等;按照性质划分,信号可分为静态信号和动态信号。静态信号是不随时间变化的信号,那么随时间变化的信号就称为动态信号。按照所具有的时间特性区分,动态信号又分为确定性信号和随机性信号(又称为非确定性信号)等。其详细分类如图1-1所示。

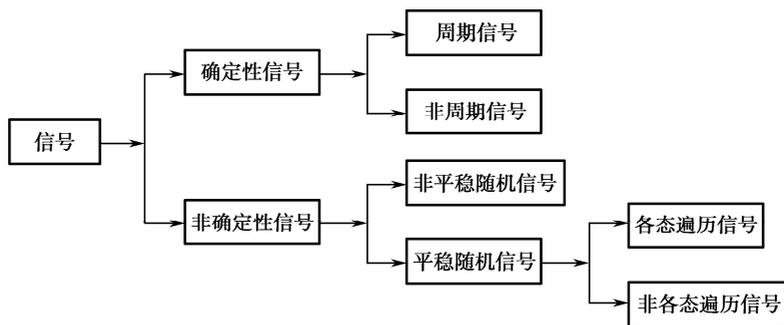


图 1-1 动态信号分类

确定性信号可以用函数解析式、图表和波形等来表示。它可以分为周期信号和非周期信号两类。当信号按一定时间间隔周而复始重复出现时称为周期信号，否则称为非周期信号。

周期信号的波形每经过一定时间重复一次，一旦确定了信号在一个周期内的形状，则其他任时刻的波形就可以准确确定。周期信号有两种，一种是谐波（正弦或余弦）信号，一种是由频率不同的谐波叠加而成的复杂周期信号。

复杂周期信号可以表示为

$$x(t) = x(t + kT) \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots \quad (1-1)$$

其中， k 为任意整数，则称 $x(t)$ 为周期函数，其周期为 T 。如图 1-2 所示为周期信号。

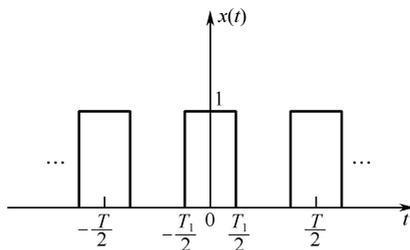


图 1-2 周期信号

非周期信号不具有重复性，其波形在有限时间内不会重复出现，也可把非周期信号看成周期为无穷大的周期信号。非周期信号包括瞬变信号和准周期信号。瞬变信号是在有限时间范围内存在，或随着时间增加而幅值衰减至零的信号，如图 1-3 (a) 所示。准周期信号也是由多个频率成分叠加的信号组成的，但叠加后各个频率成分不存在公共周期，如图 1-3 (b) 所示。

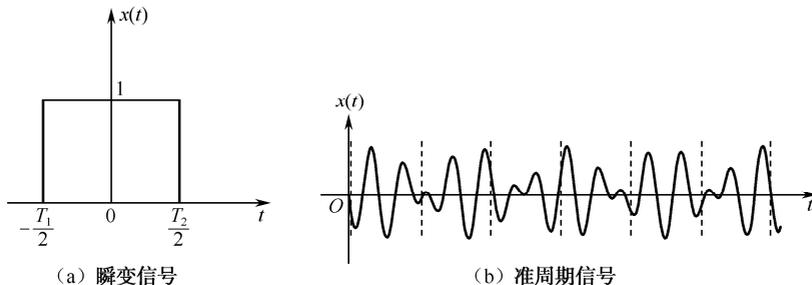


图 1-3 非周期信号

随机性信号是无法用数学关系式表达的信号，即取值具有不确定性的信号，如电子系统中的起伏热噪声、雷电干扰信号、加工零件的尺寸、机械振动、环境的噪声等。随机信号在任一

时刻的幅值都是随机的，其波形在无限长时间内不会重复，如图 1-4 所示。随机信号服从统计规律，因此可以用概率和统计的方法进行研究，其特性可以用统计特征参数进行描述。

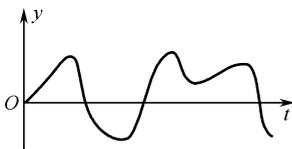


图 1-4 随机信号

动态信号根据波形又可分为连续信号和离散信号。若在所讨论的时间间隔内，对于任意时刻都可以给出确定的函数值，这种信号称为连续信号。连续信号可以是连续的，也可以是离散的。对于时间和幅值都是连续的信号又称为模拟信号。例如，三相交流电压、交流电流都是模拟信号。

数字信号通常是指将模拟信号在时间上和幅值上都经过量化后得到的信号，也就是说，数字信号是指定义域和值域均离散的信号。所谓量化，是利用一组数值来表示变量的过程。所以，数字信号可以用一系列的数（序列）来表示。

1.1.3 检测方法

检测方法是实施检测所采用的具体手段。检测方法不仅对完成检测任务非常重要，而且还影响到检测的数据精度，甚至还影响到检测结果的可信度。因此，需要针对不同的检测任务，进行认真而具体的分析，采取切实可行的检测方法并选择适当的检测仪器设备。如果检测方法不当，即使选择再先进的检测仪器设备，也不能得到满意的检测结果。

检测方法很多，可按不同的方法分类。

1. 按检测过程分类

根据检测过程，检测方法可分为直接法、间接法和联立法。

(1) 直接法。在使用仪表进行检测时，对仪表的读数不需要经过任何的运算，就能得到所需要的检测结果，这种方法称为直接法。例如，用电磁式电流表检测电路中的电流，用弹簧管式压力表检测流体压力等。直接法的特点是操作简单、检测方便，但检测精度不易达到很高。目前，这种方法被广泛应用于工程检测上。

(2) 间接法。在使用仪表进行检测时，首先对与被测量有确定关系的几个量进行检测，然后将检测量的值代入已知的函数关系式中，经过计算得到所需要的结果，这种方法称为间接法。间接法需要的检测手续较多，花费的检测时间较长，但往往能得到较高的检测精度。这种方法多用于科学实验室中的实验室检测，工程检测中也有应用。

(3) 联立法。在应用仪表进行检测时先检测出若干个中间量，再经过联立方程组求解后才能得到所需要的结果，这种方法称为联立法，又称组合法。在进行联立测量时，一般需要改变测试条件，才能得到联立方程组所需要的数据。联立法的操作过程复杂、花费时间较长，但它是一种特殊的精密检测方法，多用于某些科学试验或某些特殊的场合。

2. 按检测方法分类

根据获取数据的方式，检测可分为偏差式、零位式和微差式。

(1) 偏差式。在检测过程中用仪表指针的位移（即偏差）确定被测物理量数值的方法称为偏差式检测法。这种检测方法的标准量具不在仪表内，而是事先用标准量具对仪表刻度进行校准。当对被测量进行测量时，按照仪表指针在刻度上的示值来确定被测量的数值。它以直接方式实现被测量与标准量的比较，检测过程比较简单、迅速，但检测结果的精度比较低。这种方法在工程检测中应用较为广泛。

(2) 零位式。在检测过程中，用指零仪表的零位指示检测系统的平衡状态，当检测系统达

到平衡时,用已知的基准量确定被测未知量的方法,称为零位式检测法,又称为补偿式检测法或平衡式检测法。应用这种方法进行检测时,标准量具放在仪表内,在测量过程中,标准量与被测量进行比较;调整标准量直到被测量与标准量相等,使指针仪表回零。例如,用平衡电桥测量电阻、电容、电感等就是典型的应用实例。零位式检测法的特点是检测精度高,但检测过程比较复杂,需要进行平衡操作,花费时间较长;采用自动平衡操作,可加快检测过程,但由于受工作原理的限制,反应速度不会很高。因此这种方法适用于缓慢变化信号的检测。

(3) 微差式。这种方法是综合了偏差式与零位式的优点而提出的检测方法。它将被测量与已知的标准量进行比较,并取得差值后,用偏差法测得此差值。应用这种方法进行检测时,标准量具放在仪表内,并且在检测过程中,标准量直接与被测量进行比较,由于二者的值很近,因此,检测过程不需要调整标准量,而只需要检测二者的差值。利用微差法可以测量稳压电源输出电压的微小变化,其测量原理图如图 1-5 所示。

利用微差法测量稳压电源的基本电路由电位差计和稳压源构成,初始时调节 RP_1 ,使 I 恒定;使稳压源负载电阻 R_L 为定值,调节 RP ,使检流计指针为零,再增加或减小 R_L ,此时检流计指示即由负载微小变化产生。此电路中要求检流计内阻很高,具有反应速度快且检测精度高的特点,特别适用于在线控制参数的检测。

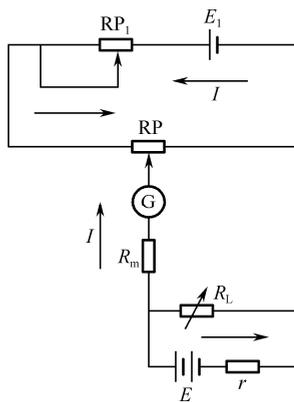


图 1-5 微差法测量稳压电源输出电压

3. 按接触关系分类

根据检测敏感元件与被测介质的接触关系,检测方法可分为接触式和非接触式两种。

(1) 接触式。接触式检测法是将仪表的敏感元件与被测对象相接触。敏感元件从被测对象得到能量或被带动产生运动,使得敏感元件产生转换作用。如用热电偶、电感式测厚仪进行检测都是接触式检测。接触式检测法可用于静态或运动速度缓慢的物质参数检测。

(2) 非接触式。非接触式检测法的敏感元件与被测对象之间无机械接触,当被测参数(如 X 射线测厚仪中 X 射线强度随厚度衰减)变化或被测物体能量变化(如红外测温仪中仪表接收的红外线随被测温度变化)时,检测仪表辐射能量随之变化,根据仪表辐射能量变化的大小检测出被测物理量的值。这种方法适用于高速运动或环境恶劣场合的检测。

4. 按被测量的变化快慢分类

根据被测量的变化快慢,可分为静态检测和动态检测两类。

(1) 静态检测。被测信号相对于仪表的动态特性变化缓慢,这种检测称为静态检测。静态检测系统的输入/输出关系可用代数方程描述,其输出的检测结果是一个稳定值(或恒定值)。这种检测系统的响应速度远快于被测信号的变化速度。它适用于被测值不变化(如成品的尺寸)或变化缓慢(如室内温度)信号的检测。

(2) 动态检测。对于变化速度快或需要观察变化过程的被测信号,为了保证结果真实可靠,需要检测系统具有足够的快速反应能力。被测信号和检测系统的输入/输出关系一般都需要用含时间变量的微分方程描述;为保证被测量具有足够的精度(在允许的误差范围内),采样周期必然很短,即需要快速采样。只有满足这种要求的检测系统,才能实时地检测出被测信号的变化情况,这种检测称为动态检测。为了实现动态检测,除了敏感元件具有快速转换功能外,信号

变换电路的动态响应也要好，同时还应有快速记录、记忆器件。

5. 按检测系统是否增加能量分类

(1) 主动式。在检测过程中，主动式检测需要外加辅助能源。因为检测系统的输出信号的强弱（大小），除了反映被测量的大小以外，还依赖于辅助能源的大小；检测系统施加的能量会影响信号大小，故称其为主动式。

(2) 被动式。在检测过程中，检测系统的输出只与被测量有关，即只从被测对象中获取能量，不需要加入辅助能源，故称其为被动式检测。如用热电偶检测温度，热电偶只从被测温度场中获取热能，并通过热电效应转换为热电动势，热电动势是温度的单值函数，而没有其他辅助能量成分。

1.2 检测技术的作用

检测技术是自动控制技术、微电子技术、通信技术、计算机科学和物理学等学科有机结合、综合发展的产物，是工业生产的耳目，是监测、控制、保证和提高产品质量的重要手段。随着现代工业的科学技术的发展，检测技术的重要性越来越被人们所重视。检测技术对于控制和改进产品生产过程中的质量、保证设备的安全运行以及提高生产率、降低成本等方面都起着重要的作用，是发展现代工业和科学技术必不可少的重要手段之一。目前，检测技术已经广泛应用于化工、冶金、水利、电力、电子、航空、轻工、纺织和楼宇自动化等行业。

随着现代科学技术的迅速发展，人类社会步入信息时代。在信息时代中，人们的社会活动将主要依靠对信息资源的开发及获取、传输与处理。而检测通常包含了测量、计量、计算、检测、判断等多层含义，其目的是采用物理、化学或生物的方法，获取被检测对象运动或变化的信息，通过信息转换和处理，使其成为易于人们阅读和识别表达（信息显示、转换和运用）的量化形式。可以说，检测技术的发展标志着一个国家的信息化水平和工业发展程度。

检测技术是科学研究的先行官，在现代科学研究中起着越来越重要的作用。科学技术的发展突破通常以检测技术的水平为基础。同时，科学技术的发展又促进检测技术的发展。俄国化学家门捷列夫指出“科学是从测量开始的”。我国著名科学家钱学森院士在新技术革命的论述中提到“新技术革命的关键技术是信息技术，信息技术由测量技术、计算机技术和通信技术三部分组成。测量技术是关键和基础”。广义地说，任何实验科学的结论，都是对实验数据统计推断的结果。而数据的获得，只有靠检测来完成。

检测技术是现代工业生产的推动器，是带动国民经济增长的一个关键领域。检测技术或系统在工业生产中起着把关者和指导者的作用，如在生产过程中产品质量的控制、节能和生产过程的自动化等，这些都要从生产现场获取各种参数，运用科学规律和系统工程的做法，综合有效地利用各种先进技术，通过自控手段和装备，使每个生产环节得到优化，进而保证生产规范化，提高产品质量，降低成本，满足需要，保证安全生产。

检测技术是现代国防军事战斗力的重要保证，在国防中对检测技术的应用更多、要求更高。研制一架飞机，从设计零部件到样机试飞，都要经过许许多多严格的检测，如为研究飞机强度，要在机身、机翼上贴上成百上千的电阻应变片；在试飞时要检测发动机的转速、转矩、温度振动等参数，以及机上特征点的应力、温度、振动、管道内的压力、流量等也需要同时监测，并要自动存储、记录下来，供进一步分析。一架飞机大概需要 3600 只传感器及其配套监测仪表。

在导弹、卫星的研制和控制过程中，则需要动态检测的参量更多，要求更高。

在各种现代装备系统的设计和制造工作中，检测技术已占到首位。检测系统的成本已达到该装备系统总成本的50%~70%，它是保证现代工程装备系统性能指标和正常工作的重要手段，是其先进性能及实用水平的重要标志。以火力发电厂为例，为了实现安全高效发电，火力发电厂除了实时监测电网电压、电流、功率因数、频率、谐波分量等电气量外，还要实时监测发电机、汽轮机各个部位的振动（振幅、速度、加速度）以及动力系统中的各种设备运行中的非电量参数，如压力、温度、流量、液位等（对于一台300MW的发电机组，各类测量点数达到一万多点），并实时分析处理、判断决策、调节控制，以使系统处于最佳工作状态。

可以说，检测技术已经深深地渗透到人类的科学研究、工程实践和日常生活的各个方面。

1.3 检测系统的组成

检测系统需要完成的工作是：从被测对象中获得代表其特征的信号（或信息），对已获得的信号进行转换和放大；对已获得的足够大的信号按需要进行变换，使其成为所需要的表现形式，并与标准量进行比较；把检测结果以数字或刻度的形式显示、记录或输出。要完成这些工作，一般用简单敏感转换元件是不够的，需要用多个环节或部件构成一个检测系统来实现。检测系统主要由敏感元件、信号的转换与处理电路、显示电路和信号传输组成，如图1-6所示。

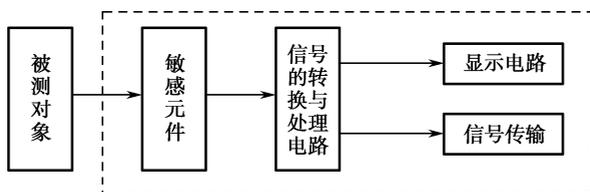


图 1-6 检测系统结构示意图

1.3.1 敏感元件

敏感元件是检测系统从被测对象获取特征信号的首要环节。它是按照物理定律（如热电、光电、压电等）和某种转换规律将被测量转换为易于变换和处理的信号形式（如电、光等）。敏感元件是一个广义的概念，可以是一个简单的器件，也可以是结构复杂的传感器、变换器，它的主要功能是变换。从能量变换角度分析，可将变换功能分为单形态能量变换和双形态能量变换。

1. 单形态能量变换

这种变换形式是将A形态能量（反映被测量）作用于物体，遵照一定的物理定律转换成B形态的能量（反映变换后的物理量）。这种变换的特点是变换时所需的能量取自被测介质，不需要从外界补充能量。因此，这种变换的前提条件是从被测介质中取出变换所需的能量后，不影响被测介质的物理状态。这种变换的结构与形式都比较简单，但要求变换器中消耗的能量应尽量少。

2. 双形态能量变换

这种变换形式是将A形态的能量（反映被测量）和B形态的能量（参比量）同时作用于被

测对象，按照一定的物理定律转换成 B 形态或 C 形态的能量（反映变换后的物理量）。例如，用霍尔效应检测磁场，要将霍尔元件置于被测磁场中，并在霍尔元件中通入电流，这时霍尔元件上有霍尔电动势 E_H 产生，也就是说将磁场能量和电能同时作用于霍尔元件上，通过霍尔效应转换成电能输出。

这种变换形式的特点是变换过程所需要的能量不从被测对象（磁场）取得，而是从附加的能量（参比电流源）取得。其优点是附加电源的电平高，从而使变换后的信号较强。由于不从被测介质吸取能量，这种变换不破坏被测介质的物理状态。这种变换器的结构一般比较复杂。

1.3.2 信号的转换与处理电路

信号的转换与处理电路完成的功能是将敏感元件所获得的代表被测量特征的信号转换成能进行显示或输出的信号，主要有以下几方面的变换。

1. 信号形态的变换

敏感元件不一定将被测对象直接转换成电流或电压形态。如电感式位移传感器是将铁芯的位移变化转换为电感量的变化，半导体压力传感器是将被测压力转换为电阻的变化。信号处理电路的功能，首先是将电感、电阻等不易变换、处理、传输的信号形态变换成易于传输和处理的电流、电压形态。

2. 放大或阻抗变换

敏感元件或传感器将被测对象一次转换成电压或电流信号，但此信号通常还很微弱（如毫伏级或微伏级）并兼有高内阻（如高达 $10^7\Omega$ ）。这时需要对这种微弱的信号进行放大或阻抗变换，变换成具有一定电平输出、内阻又较适中的形式。此时，信号处理电路将承担信号放大或阻抗变换的功能。

信号形态变换、放大或阻抗变换的电路又称为前置放大电路、接口电路、信号调理电路等，常见的有电桥、电荷放大器、隔离放大器和程控增益放大器等。

3. 功能性变换

经过放大处理的信号，按照检测的要求，还要进行一定的变换处理。若被测信号为模拟信号，而输出或显示需要数字量时，信号处理电路则完成模拟到数字的信号转换（即 A/D 转换）；若放大输出与被测对象存在非线性关系，而又需要显示或输出与被测对象为线性关系，这就需要加入线性化电路。通常要根据检测系统的功能来确定相应的信号处理电路。

1.3.3 显示电路

显示电路的作用是将被测对象以人能感知的形式表现出来。显示的形式通常有模拟式和数字式两大类。

1. 模拟式

模拟式显示是将被测对象变换成为表针的线位移或角位移，其值从刻度盘上表针对应的位置读出。刻度盘的形状有条形和圆盘形，其刻度有均匀（线性）和非均匀（非线性）两种。显示电路的作用是把被测对象的量值变换成驱动表针运动的电流值，这种电路一般比较简单。

2. 数字式

数字式显示是将被测量变换成为数字的形式显示出来,使人一目了然,并且便于读取。随着微电子技术的发展,数字式显示还可以实现图形显示、数据存储和数据显示等。

1.3.4 信号传输

检测系统的输出,一是以数字的形式显示出来,二是为上位系统或自动控制系统提供数据。这时往往需要将信号(数据)传输一定距离,这就需要对信号进行传输。按信号的类型可将信号传输分为模拟型与数字型,按传输介质类型可将信号传输分为有线型与无线型。

1. 模拟型与数字型传输

模拟型传输的信号可以是电压信号,也可以是电流信号;一般电流信号传输比电压信号传输的效果好,这是因为电流信号比电压信号的抗干扰能力强。数字型传输的信号可以是脉冲序列,也可以是某种形式的编码信号。通常数字型传输系统比模拟型传输系统的抗干扰能力强。

2. 有线型与无线型传输

有线型传输是用导线传输信号,其传输效果与传输导线类型有关,应根据实际需要选择合适的导线类型。如传输距离近且要求不高,一般选用普通导线即可;如传输距离较远且需要有一定的抗电磁干扰能力,需要用双绞线;当信号频率高或信号较弱,抗干扰性能要求高时,需选用屏蔽电缆或同轴电缆。

信号的无线传输是通过高频信号作为载波、被传输的信号作为调制信号,将调制后的信号以无线电波的形式进行信号的传输。这种信号的传输方式用于信号传输距离远或不宜使用导线的场合。

1.4 检测系统的分类

随着科技和生产的迅速发展,检测系统(仪表)的种类不断增加、种类繁多。其分类方法很多,工程上常用的几种分类方法如下。

1. 按被测参量分类

(1) 热工量:①温度、热量、比热、热流、热分布;②压力、压差、真空度;③流量、流速、风速;④物位、液位、界面。

(2) 机械量:①位移、尺寸(长度、厚度、角度)、形状;②力、应力、力矩;③重量、质量;④转速、线速度;⑤振动、加速度、噪声。

(3) 物性和气体化学成分、液体化学成分:①成分量、酸碱度、盐度、浓度、黏度;②密度、比重。

(4) 状态量:颜色、透明度、磨损量、裂纹、缺陷、泄漏、表面质量。

严格地说,上述的各量都是状态量。但习惯上不少量已纳入热工量、机械量、成分量等。因此,在这里指的状态量是除了上面所列的一些量以外的状态量。

2. 按被测量的检测转换方法分类

这里主要指非电量。非电量被测量转换成电量的方法很多，最主要的有以下几类：

- (1) 电磁检测：①电阻式、电位计式、应变丝式、压阻式、热电阻式；②电感式、自感式、互感式（差动变压器）、电容式、阻抗式（电涡流式）、磁电式、热电式、压电式、霍尔式；③振频式、振弦式、振桶式、振片式、感应同步器、磁栅。
- (2) 光学检测：光电式、激光式、红分式、光栅、光导纤维式。
- (3) 超声波检测。
- (4) 同位素检测。
- (5) 微波检测。
- (6) 电化学检测。

3. 按使用性质分类

常见的有标准表、实验室用表和工业用表等三种。

(1) 标准表。顾名思义是专门用于校准非标准仪表和系统的。它本身必须经过有关计量部门的定期检定，并具有检定合格证书，方可使用。标准表的精度等级必须高于被校表，而其本身又是根据量值传递的规定由更高一级的标准表检定的。

(2) 实验室用表。这类表多用于实验室中，它的使用环境条件较好，故往往无特殊的防水防尘措施，对于温度、相对湿度、机械振动等的允许范围也较小。这类仪表与系统的精密等级虽较工业用表偏高，但使用条件要求较严，只适于实验室条件下读数，不适于远距离观察及传送信号等。

(3) 工业用表。这类表是长期安装使用于工业生产现场上的仪表与系统。这类仪表与系统为数最多，据安装地点的不同，又有现场安装及控制室安装之分，前者应有可靠的防护，能抵御环境条件恶化的影响，其显示也应醒目。工业用表的精度一般不很高，但能长期连续工作，并具有足够的可靠性。在某些场合下使用，还必须保证不因仪表引起事故，如在易燃易爆环境条件下使用时，应有很好的防爆能力等。

4. 按测量方法或仪表各环节的连接方式分类

前已述及，检测系统由传感器、信号调理及显示等环节所组成。这些环节可以是开环或以串联方式连接，也可以是闭环或以反馈方式连接，因此有开环或串联式系统及闭环或反馈式系统之分。

1.5 智能检测技术

智能是指能随内、外部条件的变化，具有运用已有知识解决问题和确定正确行为的能力。智能往往通过观察、记忆、想象、思考、判断等表现出来。推理、学习和联想是智能的三个要素。推理就是从一个或几个已知的判断（前提），逻辑地推断出一个新判断（结论）的思维形式。推理过程包括从个别到一般（归纳推理）和从一般到个别（演绎推理）两种方式。学习就是根据环境变换，动态地改变知识。学习方式有机械学习、指导学习、实例学习、类推学习等。联想就是通过与其他知识的联系，能主动地认识客观事物并解决实际问题。

智能检测就是利用计算机及相关仪器,实现检测过程智能化和自动化。智能检测包括测量、处理、性能测试、故障诊断和决策输出等内容。由于智能检测能充分地开发和利用计算机资源,在人工最少参与的条件下,获得最佳和最满意的结果,并具有测量速度快、处理能力强、工作可靠、使用方便灵活和能实现检测、诊断、管理一体化等优点,所以得到了人们的普遍关注。

我们知道,计算机只能接收数字信号,而工业现场的信号大部分是连续信号,且不只是一路,而常常是多路。那么,计算机如何接收这些信号,并保持这些信号不失真,这就是数据采集技术。数据采集方式有顺序控制数据采集和程序控制数据采集两种。顺序控制数据采集对于各路被采集参数,按照时间顺序依次进行轮流采样,系统的性能完全由硬件设备来确定。在每次采集过程中,所采集参数的数目、采样点数、采样速率、采样精度等都固定不变。若要改变这些指标,就必须改变接线或更换某些硬件设备。采集数据时,控制多路传输门的启闭信号来自脉冲分配器,在时钟脉冲的推动下,这些信号周而复始地打开或关闭。

伴随着一些先进技术,如信息传感技术、数据处理技术及计算机控制技术的飞速发展和不断变革,智能检测技术也向着综合化、系统化及标准化、仪器虚拟化、网络化等方向发展。

习题

1. 什么是检测?检测的目的是什么?
2. 检测系统由哪几部分组成?
3. 信号的转换方式有哪些?
4. 检测系统有几种分类方式?按被测量的检测转换方法分为哪几种?
5. 什么是智能检测?