

## 第一章 概论

测试技术：属于信息科学范畴，是信息技术三大支柱（测试控制技术、计算机技术和通信技术）之一。

测量、计量和测试是三个含义相近的术语。

测量：以确定被测对象量值为目的的操作过程。

计量：实现单位统一和量值准确的测量。

测试：带有试验性质的测量或者说是测量和试验的综合。

### § 1.1 测试的意义

1、没有测量就没有科学。

测试是人们认识客观世界的手段之一，是科学研究的基本方法。

2、认识客观世界的方法一般有两种：理论分析和实验测量。实验测量更为重要。

1) 实验研究定量地验证理论的正确性和可靠程度。

2) 对象复杂难以进行理论分析和计算，离不开测试的方法。

3) 一般的机械设计也需要依靠工程试验得出的试验数据和某些经验公式来进行。

3、闭环自动控制中，检测被控对象状态参数的环节是必不可少的，没有工艺流程数据的测试和采集，就无法实现自动化生产。

4、在线检测，可以监视设备的运行情况，消除故障隐患，保证设备的安全与经济运行。

5、在产品开发、质量控制、生产管理方面都离不开测试技术。

6、使用先进的测试技术是经济高度发达和科技现代化的重要标志之一。

### § 1.2 测试方法和测试系统的组成

#### 一、测量方法

测量过程：把被测量与同性质的标准量进行比较，从而获得被测量是标准量的若干倍的数量概念。

需要进行某种转换：在大多数场合下，无法将被测量直接与同性质的标准量进行比较，需要进行某种转换。

变换：往往是实现测量的必要手段，通常使用传感器来实现变换。

传感器：将被测量按照一定规律转换成便于应用的某种物理量的装置。

传感器的输出：有机械量、光学量和电量等。

测量方法一般有两种：

1) 传统的机械仪表往往将力、压力和温度等变换为弹性元件本身的弹性变形，这种变形经过机械机构放大、传递后成为仪表指针的偏转或移动，借助刻度盘指示出被测量的大小。

★必须在现场观测，一般用于检测静态量或缓慢变化的被测量。

2) 非电量电测法

把被测非电量变换成电量，然后进行测量。

非电量电测法的特点：

a：能连续测量，自动记录，便于通过反馈去自动控制和调整生产过程。

b：通过电量放大器很容易将被测量放大很多倍，可以测极其微小的量。

c：既可以测静态量也可测动态量，而且也可测瞬时量。

d：可以有线或无线实现远距离遥测。

e：可利用计算机进行自动测试以及分析和处理测试数据。

#### 二、测量系统组成

非电量电测系统按照信息流的过程来划分，一般分为信息的获得、转换、处理和显示记录等几部分。

### 1) 传感器的作用

传感器直接作用于被测量，作为信息探测、感知和捕获的器件，是测试系统的首要环节和关键部件。

### 2) 信号调理

采用的转换电路的类型与传感器的工作原理有关，主要有：电桥、调制与解调、电荷放大器等电路。

此外，信号通常还需要进行必要的放大、阻抗变换、滤波、A/D或D/A转换等处理。

这部分电路与转换电路统称为传感器的测量电路、也称为信号调理电路。

### 3) 信号处理

通常信息是通过一定形式的信号来传递的，信号是信息的载体，信息总是蕴涵在某些信号之中。

测试的基本任务是获取被测对象的有关信息，而传感器输出的是某种形式的信号，需要对这些信号进行分析和处理，从信号中提取所需的信息。

信号分析和信号处理没有明确的界限。

信号分析：把研究信号的构成和特征称为信号分析。

信号处理：把信号经过必要的变换以获得所需信息的过程称为信号处理。

### 4) 显示记录环节

显示记录环节是将被测量的量值或信号的波形以及分析的结果显示、存储起来。

### 5) 激励装置

某些被测对象处于静止状态时，无法产生载有所需信息的信号。这时，要选用合适的方式激励被测对象。

上述组成测试系统的环节除了传感器之外，其他的某些部分可能根据情况被简化。

## § 1.3 测试技术的发展

近年来测试技术引人瞩目的发展是传感器技术和计算机测试技术的发展。

### 一、传感器技术的发展

#### 1、物性型传感器大量涌现

物性型传感器是依靠敏感材料本身的某种性质随被测量的变化来实现信号的转换的。

#### 2、微型化、智能化、多功能化传感器的开发

微型传感器是利用集成电路技术、微机械加工与封装技术制成的体积非常微小的传感器。

智能传感器是由传感器和微分处理器结合构成的。

多功能传感器由两种以上功能不相同的敏感元件组成，可以用来同时测量多种参数。

#### 3、新型传感器的开发

例如：光纤传感器、固体图像传感器、红外传感器、化学传感器和生物传感器等。

### 二、计算机测试技术的发展

#### 1、计算机自动测试系统

由于计算机对信号采集和处理具有速度快、信息量大和存储方便等特点，以计算机为中心的自动测试系统得到迅速发展与应用。

#### 2、虚拟仪器技术将成为测控系统发展的必然方向。

虚拟仪器是在通用计算机平台上，用户根据自己的需求定义和设计仪器的测试功能，通过图形界面（通常称为虚拟前面板）进行操作的新一代仪器。

它由通用计算机、模块化功能硬件和控制专用软件组成。

其实质是将仪器的硬件和计算机充分结合起来，以实现并扩展传统仪器的功能。是一种基于图形开发、调试和运行程序的集成化环境。

---

## § 1.4 测量误差的概念

### 一、测量误差

#### 1、真值

真值即真实值，是指在一定条件下，被测量客观存在的实际值。

1) 理论真值：如三角形的内角和恒为 $180^\circ$ 。

2) 约定真值：国际上公认的某些基准量值。

3) 相对真值：在实际测量中常把高一精确度等级的计量仪器的测量值作为低一等级仪器测量值的真值。

#### 2、误差的表示方法

##### 1) 绝对误差

绝对误差是指测得值与被测值真值之差，即

$$\Delta = x - x_0$$

式中 $\Delta$ ——绝对误差；

$x$ ——测得值；

$x_0$ ——被测量真值。

##### 2) 相对误差

相对误差 $\delta$ 是被测量的绝对误差与其真值之比，一般用百分数表示。即

##### 3) 引用误差

是指仪器仪表示值的最大绝对误差与仪表的测量上限值或量程之比。

### 3、误差的分类

#### 1) 系统误差

误差的大小及符号在测量过程中不变或按一定的规律变化，称为系统误差。

#### 2) 随机误差

在实际测量条件下，多次测量同一量值时，误差的大小和符号没有一定规律，以不可预知的方式变化着，这类误差称为随机误差。

#### 3) 粗大误差

明显超出规定条件下可能出现的误差称为粗大误差，也称疏失误差。