

仪表工必需知道的自动化知识

第一单元、仪表的基本概念

一、测量、测量误差、直接测量和间接测量

1. 什么是测量误差?

答: 测量值与真实值之间的差值, 叫测量误差.

2. 什么是直接测量和间接测量?

答: 直接测量是指被测参数直接以一定的标准量比较出来。间接测量是将直接测量到的数据代入一定的公式, 计算出所要求的被测参数值。

3. 什么是测量?

答: 是将被测参数信号形式进行转换和传送, 并将其与相应测量单位进行比较的过程, 叫测量。

二、仪表误差、变差、灵敏度和灵敏限。

1. 什么是仪表的允许误差, 仪表的精度及精度等级?答: 允许误差指仪表在规定的正常情况下允许的百分比误差的最大值。仪表的精度指允许误差去掉百分号(%)后的值。精度等级是国家统一规定, 划分的一系列标准百分比的值。

2. 什么是仪表的变差?答: 指在外界条件不变的情况下, 使用同一仪表对某一参数进行正反行程测量时, 二者之间的差值。

3. 什么是仪表的灵敏度和灵敏限?答: 灵敏度是用来表达测量仪表对被测参数变化的灵敏程度。灵敏度由仪表测量指示值的变化量和引起此变化的被测参数的变化量之比表示。灵敏限是指引起仪表指示值发生可见变化的被测参数的最小变化量。

4. 什么是测量系统的动态误差?答: 是指测量系统中被测参数信息处于变动状态下仪表指示值与被测参数实际值之间的差异。

三、压力、工程大气压、物理大气压、表压力、绝对压力。

- 1、什么是压力?答：压力是垂直而均匀地作用在单位面积上的力。
- 2、什么是工程大气压?答：工程大气压是工业上常用的单位，即 1KG 垂直而均匀地作用在 1 平方厘米的面积上所产生的压力，以 kgf/cm^2 表示。
- 3、什么是物理大气压?答：物理大气压等于水银密度为 13.5951 克/厘米³，和重力加速度为 980.665 厘米/秒² 时，高度为 760mm 的汞柱作用在底面上所产生的力。

四、压电效应、压磁效应、压电阻效应。

- 1、什么是压电效应?当某些晶体受压发生机械变形时，在其相对的两个面上产异性电荷，这种没有外电场存在，由于变形而引起的电现象叫压电效应。
- 2、什么是压磁效应?当铁磁物质受压后，不仅材料内部的机械应力随压力变化，而且材料的导磁系数也随之发生变化，这种现象称压磁效应。
- 3、什么是压电阻效应?当半导体晶体受压时，会暂时改变晶体结构的对称性，从而改变了半导体的导电机构，表现为其电阻率的变化，这一效应称压电阻效应。

五、模拟显示仪表、数字显示仪表、图像显示仪表。

- 1、模拟显示仪表：是以指针(记录笔)的偏转角或位移量来模拟显示被测参数的连续变化，他的缺点是传到机构多，精度低，速度慢。模拟显示仪表有：动圈显示仪表、自协平衡式显示仪表、自动平衡式显示仪表。
- 2、数字显示仪表：直接从数字形式显示出被测参数值，精度高，速度快。
- 3、图象显示仪表：用屏幕的方法直接用图形、字符、曲线以及数字等方式进行显示。

第二单元、常用仪表的测量工作原理及操作

1、热电阻测量原理及操作。

原理：利用热敏电阻在一定温度范围内，电阻值与温度值存在线性关系的测温原理。

常见的热电阻有：铂电阻、铜电阻、锰电阻、碳电阻。

操作：热电阻在测量传送电阻信号时，采用的三线制，这是为了在传送时，减少因导线的阻值而引起的测量误差。在检查其阻值时，要注意哪两根线为公用线。

2、热偶测量原理及操作。

原理：两块不同的金属一头连接在一起，另两头之间就有电势差并且在一定的范围内其电势差与温度存在线性关系。

操作：采用两线制，检查时，检测其阻值应很小。

3、压力变送器测量原理及操作。

原理：薄膜金属应变测量元件。

操作：在连线时，注意接线的正负极。在使用时应缓慢的打开手阀，避免对膜盒的瞬间冲击，检查仪表接口有无泄露，以免引起测量误差。在拆下时，应先关闭手阀，在确定手阀以关闭的情况下，缓慢的卸表，边卸边晃动变送器，以便放出剩余气体。

4、差压式液位计的工作原理。

原理：充硅油的测量盒的膜片经两个偶合管脚联合，差压经操作棒造成一种引起扭曲杆变形的力，扭曲杆被放在薄膜式应变电阻被排列成为一惠斯登电桥以将压差转换为一均衡的电压信号。电子放大器将测量室的信号转换为二线制 4—20mA DC 输出信号并且可提供惠斯登电桥。

操作：在连线时，注意接线的正负极。在使用时，应先打开变送器的平衡阀，关闭高低压室的手阀，打开高低压室引压管线上的手阀，缓慢的打开高低压室的手阀，然后关闭平衡手阀即可。

第三单元、自动控制系统的基本概念

一、调节对象、被调参数、调节参数、调节通道

1.什么是调节对象？ 在生产过程中被控制的设备或机器。

2. 什么是被调参数？

指调节对象中的应保持在预定化幅度内并把它进行调节的参数。

3. 什么是调节参数?

指作用于调节对象并使被调参数趋于稳定的参数。

4. 什么是干扰?

是指破坏系统平衡状态而引起被调参数变化的外界因素。

5. 什么是干扰通道?

是由于干扰产生点到被调参数之间的所有环节称干扰通道。

二、调节规律、变送器、调节器、执行器。

1. 什么是调节规律?

就是指调节器的输出信号与输入信号之间随时间变化的规律。

在研究调节器的调节规律时,将调节器从系统中断开,单独研究调节器的输出信号与输入信号的关系。在分析调节器的调节规律时,通常在调节器的输入端加入一个阶跃信号,即突然出现某一偏差时,输出信号随阶跃输入信号的变化规律。调节器的调节规律实际上表征调节器的动态特性,可以用传递函数的形式来描述。调节器的基本调节规律是比例(P)、积分(I)、微分(D)及其组合。

2. 什么是变送器?

变送器在自动检测和调节系统中的作用,是将各种工艺参数,如压力、差压、温度、流量、液位、成分等物理量变换成相应的统一标准信号,再传送到指示记录仪、运算器和调节器,供指示、记录、调节。

按照被测参数分类,变送器主要有:差压变送器、压力变送器、温度变送器、流量变送器等。

构成:通常由输入转换部分、放大器和反馈部分组成。输入转换部分包括敏感元件,他的作用是感测被测参数,并把被测参数转换成某一中间模拟量。中间量可以是电压、电流、位移和作用力等物理量。反馈部分把变送器的输出信号转换成反馈信号。放大器把中间模拟量和反馈量的差值放大,并转换成标准输出信号。

3. 什么是调节器?

调节器通常是对输入信号与给定信号之偏差进行PID运算,并把运算结果以统一信号送到执行器,实现自动调节。

调节器必须有检测偏差和进行 PID 运算的两个关键部分。偏差检测电路一般称为输入电路。偏差信号通常采用电压形式，所以输入信号和给定信号在输入电路内都以电压形式进行比较。如果输入信号是电流，必须通过一个精密电阻转换成相应的电压。输入电路同时还必须具备内外给定电路的切换开关，正-反作用切换开关和偏差指示等部分。PID 运算电路是调节器产生调节作用的关键部分，他包括放大器和 PID 反馈电路两部分。

4. 什么是执行器？

执行器在自动调节系统中的作用是接受来自调节单元的控制信号，使调节阀的开度产生相应的变化。从而达到调节流量的目的。

三、反馈、正反馈、负反馈。

1. 反馈：指把系统的输出信号以一定的方式又引回到输入端。
2. 正反馈：指加入的反馈信号使系统的输入信号增加的反馈。
3. 负反馈：指加入的反馈信号使系统的输入信号减少的反馈。

四、自动调节系统的组成。

自动调节系统由调节对象，调节阀，测量变送，调节器四部分组成。

五、比例、积分、微分。

1. 比例调节规律(P)：是指其输出信号与偏差量之间成比例关系。比例调节特性的优点是反应速度快，调节作用能立即见效，既当有偏差信号输入时，调节器的输出立即与偏差成比例的变化。输入的偏差信号越大，输出的调节作用也越强，这就是比例调节器的一个显著特点。
2. 积分调节规律(I)：其输出信号与偏差信号的积分成正比。当偏差存在时，积分调节器的输出信号将随时间不断增长或减小，只有当输入偏差等于零时，输出信号才停止变化，而稳定在某一数值上。调节器的输出信号变化的快慢与输入偏差的大小和积分速度成正比，调节器的输出变化方向由偏差的正负决定。
3. 微分调节规律(D)：是指其输出信号与偏差信号的变化速度成正比。这种调节器使用在系统中，即使偏差很小，但只要出现变化趋势，既可马上进行调节。故有“超前”调节之称。但他的输出只能反映偏差信号的变化速度，不能反映偏差

的大小，调节结果也不能消除偏差，所以不能单独使用这种调节器。他必须常与比例或积分调节规律组合构成 PD 或 PID 调节器。

第四单元、执行器的原理、分类、特点及作用

一、执行器的原理。

1. 电动执行器的工作原理：执行器由伺服电机、机械减速和位置发送器三部分组成。执行器接受伺服放大器或电动操作器的输出信号，控制伺服电机的正反转，经机械减速器后变成输出力矩去推动调节机构动作。与此同时，位置发送器将调节机构的角位移转换成相对应的 4-20mADC 信号，作为阀位指示，并反馈到前置磁放大器的输入端作为位置反馈信号以平衡输入信号。
2. 气动执行器的工作原理：气动执行机构接受气动调节器或阀门定位器输出的气压信号，并将其转换成相应的推杆直线位移，以推动调节机构动作。

二、执行器的分类及特点。

执行器按其使用的能源形式可以分为气动、电动和液动三大类。

- (1)以气动执行机构操作的执行器称为气动执行器或气动调节阀；
- (2)以电动执行机构操作的执行器称为电动执行器或电动调节阀；
- (3)以液动执行机构操作的执行器称为液动执行器或液动调节阀；

特点：

1. 气动执行器具有结构简单、动作可靠稳定、输出力大、安装维修方便、价格便宜和防火防爆等优点，广泛应用于石油、化工、冶金、电力等部门。缺点是滞后大，不适合远传，（传输距离限制在 150 米以内）。为了克服此缺点可采用电/气转换器或电/气阀门定位器，使传送信号为电信号，现场操作为气动。
2. 电动执行器具有动作快、特别适用于远距离的信号传送、便于和电子计算机配合使用等优点。一般来说，电动执行器不适用于防火防爆的场合。但如果采用防爆结构，也可以达到防火防爆的目的。

三、气开式调节阀、气关式调节阀的选择原则

选择原则：压力信号中断时，应保证设备和操作人员的安全。

四、电/气阀门定位器的作用。

作用：

1、提高气动执行机构的灵敏度和精度，改善气动执行器的静特性。

下列影响气动执行机构的灵敏度和精度的因素均可减小。

- a. 执行机构部分的薄膜和弹簧的不稳定性和各可动部分的摩擦力。
 - b. 当调节阀阀前阀后压差过大时所产生的不平衡力。
 - c. 由于调节介质的黏度大或带有悬浮物、固体颗粒等对阀杆移动所产生的阻力。
- 2、 加快阀杆的移动速度，减小系统的传递滞后。

第五单元、防爆仪表的概念及防爆措施

1、 隔爆型仪表。

是指仪表壳体能承受内部发生爆炸时的压力，内部发生爆炸不能引起外界爆炸的仪表，标志为 d。

2、 本安型仪表。

是指仪表的电路系统在正常工作或故障状态下产生的电火花和热效应均不能点燃规定的爆炸性混合物的仪表，标志为：ia。

3、 安全栅、安全栅的种类。

安全栅：它安装在控制室内，作为控制室仪表与现场仪表的关联设备，一方面传输信号，另一方面控制流经危险场所的能量在爆炸性气体或混合物的点火能量以下，以确保系统的安全火花性能。

安全栅的种类：

- a. 电阻式安全栅：电阻式安全栅是利用电阻的限流作用，把流经场所的能量限制在临界值以下，从而达到防爆的目的。
- b. 齐纳安全栅：是基于齐纳二极管反向击穿性能而工作。
- c. 中继放大式安全栅：它是由电阻式安全栅发展而来，利用放大器的高输入阻抗来增大串联在输入回路里的限流电阻阻抗，以实现安全火花防

d. 隔离式安全栅:它是通过隔离、限压和限流等措施,限制流入危险场所的能量,来保证安全火花性能的。主要措施有:绝缘、限能。

四、防爆型仪表使用时注意的事项。

1. 检查仪表壳体有无 EX 标志,防爆标志与现场危险物质的规定是否相符。
2. 本安型变送器必须配安全栅,才能在危险场合使用。
3. 仪表外壳必须有良好的接地。
4. 在危险场合,必须先断电,才能开盖。
5. 本安型变送器的进线电缆的规格由联合取证的安全栅规定。

第六单元、基本的电工知识

一、基本的电气知识

1. 欧姆定律:流过电阻 R 的电流 I 与两端的电压 U 成正比。其数学表达式: $U=R*I$
2. 全电路欧姆定律:全电路是指单回路,若单回路中电源的电动势为 E ,内阻为 r ,负载电阻为 R ,则电流等于电动势被回路的全部电阻所除。其数学表达式为: $I=E/(R+r)$ 。

3. 基尔霍夫定律:

(1)电流定律:在任何一瞬间,流进节点的所有电流之和等于从它流出的所有电流之和。

(2)电压定律:沿任何一回路循环一周,各段电压的代数和为零。

4. 电阻的串、并联:

串联:电阻一个接一个连成一串时,称为串联。其特点是各电阻流过的电流相同。

串联电阻的等效电阻 R 为各电阻之和。 $R=R_1+R_2+R_3+。。。+R_n$

并联:各电阻的一端连在一起,另一端也连在一起,称为并联。其特点是各电阻受到同一电压。并联的等效电阻的倒数等于各电阻倒数之和。

$$1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3+。。。+1/R_n$$

二、三相异步电动机变频调速的工作原理

三相异步电动机由定子绕组所产生的同步旋转磁场的转速为： $n_0=60f/p$ 转/分。其中 f 为交流电的频率， p 为绕组的极对数。实际上电机以比 n_0 略有差异的转速 $n(n<n_0)$ 旋转， $n=(1-s)60f/p$ ，故称为异步电动机。由此公式我们看出，只要适当的改变电机电源的频率 f ，电机的转速就会相应成比例的改变。这就是变频调速的基本原理。

操作技能

一、自控工艺流程图的阅读和理解

1、符号及意义

TCV--温度调节阀	TW--带测温套管测试头	LI--液位指示
TI/T--温度指示	TR--温度记录	TS--温度手动多点切换指示
TJI--温度多点巡回指示	TIC--带手动切换的温度指示调节系统	
PCV--压力调节阀	PI/P--压力或真空指示	
PIS/PA-压力或真空指示报警	PISA--压力联锁报警	
PIT/PRA--压力指示集中记录报警	PFI--压缩比指示	
TRC/PIC--温度压力串级调节系统	FO--限流孔板	FR--流量记录
FRQ--流量记录积算	FI--就地流量指示	
FIQ--流量指示积算	TE/FRQ--带温度补偿的流量记录、积算算	
LCV--液位调节阀	FQ--流量积算	
LI/LX/TVR--电视监视液位计		

2、搞清楚各个点之间的关系：如 LV 液位调节阀的调节量是受 LT 液位变送器测量结果控制。

二、一些 DCS 常见故障的处理

1、报警故障：DCS 控制系统一些点设有报警信号，处理报警信号时要分清楚报警类别，如：罐里没有液位，造成液位低报，现在要分析低报的原因，进液阀没动作，调节关系值设定不好，液位变送器测量不准，还是液量太小等因素，按检查的结果具体处理。

2、操作站死机：激活操作站就行了。

3、接线端松动：定期紧固螺丝。

第三单元、数字万用表和信号发生器的使用

数字万用表的使用

1. 数字万用表的位数确定：常见数字万用表有 $3\frac{1}{2}$ 位、 $3\frac{2}{3}$ 位、 $3\frac{3}{4}$ 位、 $4\frac{1}{2}$ 位等等，一般 $3\frac{1}{2}$ 位至 $4\frac{1}{2}$ 位数字万用表是便携式， $5\frac{1}{2}$ 位以上为台式。 $3\frac{1}{2}$ 位显示值从 0000 至 1999， $3\frac{2}{3}$ 位显示值从 0000 至 2999， $3\frac{3}{4}$ 位显示值从 0000 至 3999。

2. 数字万用表的分辨率：分辨率式数字万用表末位一个数字所代表的物理量值；分辨率随量程的增大而成比例增大。例如：DT-930-F 直流电压 200mV 档的分辨率为 $10\mu\text{V}$ ，而 2V 档的分辨率为 $100\mu\text{V}$ 。

3. 自动量程转换的特点：一些中高档的数字万用表在测量时能够自动转换量程，使测量误差减小，使用很方便。但每次测量都从最大量程开始，逐渐减少到合适量程，当所测量值较小时，读数等待时间较长。

4. 数字万用表与指针式万用表比较的特点：准确度高；读数方便；灵敏度高；使用方便；测量范围广；过载保护；测量电压或电流时，对电路状态影响小。

5. 怎样测电压：

(1)将黑表笔插入“COM”孔中，红表笔插入“V/ Ω ”孔中。

(2)把量程开关拨到合适量程位置，表笔与电源或负载并联进行测量；

6. 怎样测电流：

(1)将黑表笔插入“COM”孔中，红表笔插入“A”孔中(被测电流 200mA 以下)或插到“10A”插孔中(被测电流在 200mA 至 10A 之间)。

(2)先把量程开关拨到合适量程位置，表笔与负载串联进行测量；

7. 怎样测电阻：

(1)将黑表笔插入“COM”孔中，红表笔插入“V/ Ω ”孔中。

(2)把量程开关拨到合适量程位置，表笔与负载并联进行测量；

(3)在测量电阻时，确保切断电路电源。

低频信号发生器的使用

以 XD-2 型信号发生器说明使用方法：

- (1)将仪器面板上“输出细调”旋扭逆时针旋到底，接通电源，预热 3-5 分钟；
- (2)频率选择：根据所需的频率，将面板上的“频率范围”开关拨至相应的一档，然后用三个“频率调节”旋扭“*1”，“*0.1”，“*0.01”按照十进制原则调到所需的频率。
- (3)电压输出：正弦电压由面板上“输出”接线柱上输出。调节“输出细调”旋扭，可使电压表指示某一数值，同时将“输出衰减”开关置于某档位置上(转换“输出衰减”开关时电压表指示不变)，此时输出电压幅度为电压指示值在缩小所选“输出衰减” dB 值对应的倍数。

来源：海川化工