# 第3章 思考题与习题

## 1．基本练习题

（1）在过程控制中，哪些仪表是属于过程控制仪表？在过程控制系统中，大多数调节器是电动的，而执行器多数是气动的，这是为什么？气动单元组合仪表与电动单元组合仪表各单元之间的标准统一信号又是如何规定的？

答：

1）在过程控制中，过程控制仪表有：调节器、电/气转换器、执行器、安全栅等。

2）调节器选电动的因为电源的问题容易解决，作用距离长，一般情况下不受限制；调节精度高，还可以实现微机化。执行器多数是气动的，因为执行器直接与控制介质接触，常常在高温、高压、深冷、高粘度、易结晶、闪蒸、汽蚀、易爆等恶劣条件下工作，选气动的执行器就没有电压电流信号，不会产生火花，这样可以保证安全生产和避免严重事故的发生。

3）气动仪表的输入输出模拟信号统一使用0.02~0.1MPa 的模拟气压信号。电动仪表的输入输出模拟信号有直流电流、直流电压、交流电流和交流电压四种。各国都以直流电流和直流电压作为统一标准信号。过程控制系统的模拟直流电流信号为4~20mA DC，负载250 Ω ；模拟直流电压信号为1~5V DC。

（9）执行器由哪几部分组成？它在过程控制中起什么作用？常用的电动执行器与气动执行器有何特点？

答：

1）执行器由执行机构和调节机构（调节阀）两部分组成。在过程控制系统中，他接受调节器输出的控制信号，并转换成直线位移或角位移来改变调节阀的流通面积，以控制流入或流出被控过程的物料或能量，从而实现对过程参数的自动控制。

2）特点：气动执行器具有结构简单、工作可靠、价格便宜、维护方便、防火防爆的等优点，电动执行器优点是能源取用方便。信号传输速度快和便于远传，缺点就是结构复杂。价格贵，适用于防爆要求不高或缺乏气源的场所。

（10）简述电动执行机构的组成及各部分的工作原理。

答：

主要由伺服放大器和执行器两大部分组成，电动执行器是电动单元组合仪表中的执行单元，以伺服电动机为动力的位置伺服机构。电动执行器接受调节器来的0~10mA或4~20MA的直流信号，将其线性地转换成0~900的机构转角或直线位置位移，用以操作风门、挡板、阀门等调节机构，以实现自动调节。

（11）什么叫气开式执行器和气关式执行器？它们是怎样组合的？试举两例分别说明它们的使用。

答：

1）所谓“气开”，是指当前气压信号p>0.02MPa时，阀由关闭状态逐渐打开；“气关”则相反，即指当前气压信号p>0.02MPa时，阀由全开状态逐渐关闭。

2）组合如表3-1所示：

表3-1 执行器组合表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 执行机构作用方式 | 阀体作用方式 | 执行器气开、气关形式 |
| 正 | 正 | 气关 |
| 正 | 反 | 气开 |
| 反 | 正 | 气开 |
| 反 | 反 | 气关 |

3）举例：一般加热器选用“气开”式，这样当控制信号中断时，执行器处于关闭状态，停止加热，使设备不会因为温度过高发生事故或危险。

又如，锅炉进水的执行器则应选用“气关”式，即当控制信号中断时，执行器处于打开状态，保证有水进入锅炉，不致产生烧干或爆炸事故。

（12）在过程控制系统中，为什么要使用电-气转换器？试简述其工作原理。

答：

1）由于气动执行器有一系列优点，绝大多数使用使用电动调节仪表的系统也是用气动执行器，为使气动执行器能够接受电动调节器的控制信号，必须把调节器输出的标准电流信号转换为20~100kPa的标准气压信号。这个过程由电气转换器完成。

2）工作原理：它是按力平衡原理设计和工作的。在其内部有一线圈，当调节器（变送器）的电流信号送入线圈后，由于内部永久磁铁的作用，使线圈和杠杆产生位移，带动挡板接近（或远离）喷嘴，引起喷嘴背压增加（或减少），此背压作用在内部的气动功率放大器上，放大后的压力一路作为转换器的输出，另一路馈送到反馈波纹管。输送到反馈波纹管的压力，通过杠杆的力传递作用在铁芯的另一端产生一个反向的位移，此位移与输入信号产生电磁力矩平衡时，输入信号与输出压力成一一对应的比例关系。即输入信号从4mA.DC改变到20mA.DC时，转换器的输出压力从0.02～0.1MPa变化，实现了将电流信号转换成气动信号的过程。

（13）在过程控制系统中，为什么要使用阀门定位器？它的作用是什么？

答：

1）电气阀门定位器除了能将电信号转换为气信号外，还能够使阀杆位移与送来的信号大小保持线性关系，即实现控制器来的输人信号与阀门位置之间关系的准确定位，故取名为定位器。

2）定位器可以使用在阀的不平衡力较大或阀杆移动摩擦力较大等场合，同时还可以利用定位器来改变阀的流量特性，改变执行器的正、反作用。在分程控制中，利用定位器可以使阀在不同的信号段范围内作全行程移动。

（14）什么是调节阀的流通能力，确定流通能力的目的是什么？它是怎样计算的？

答：

1)调节阀的流通能力指: 调节阀全开、阀前后压差为0.1MPa、流体重度为1g/cm3时，每小时通过阀门的流体流量（m3或kg）。

2)确定流通能力的目的是其调节阀的容量。

3)由流体力学理论可知，当流体为不可压缩时，通过调节阀的体积流量如式（3-4）所示：

 （3-4）

式中，为流量系数，它取决于调节阀的结构形状和流体流动状况，可从有关手册查阅或由实验确定；为调节阀接管截面积；为重力加速度；为流体重度。

（15）什么是调节阀的流量特性？调节阀的理想流量特性有哪几种？它们各是怎样定义的？调节阀的工作流量特性与阻力系数有关，而阻力系数又是怎样定义的？它的大小对流量特性有何影响？

答：

1）理想流量特性：在调节阀前后压差固定的情况下得出的流量特性称为固有流量特性，也叫理想流量特性。

2）常用理想流量特性：直线流量特性、等百分比（对数）流量特性、快开特性。

3）直线流量特性是指流过调节阀的相对流量与阀门的相对开度成直线关系。等百分比流量特性是指单位行程变化所引起的相对流量变化与该点的相对流量成正比关系。快开流量特性是指在小开度时就有较大的流量随着开度的增大，。流量很快达到最大，故称为快开特性。

4）阻力系数S定义为阀全开时阀前后压差与系统总压差的比值。

5)S=1时，工作流量特性为理想流量特性。当S<1时，阀全开时流量特性减小，随着S减小，直线特性趋向快开特性，对数特性趋向直线特性，S值愈小，流量特性变形程度愈大。在实际使用中，S选得过大或过小都有不妥之处。S选得过大，在流量相同情况下，管路阻力损耗不变，但是阀上压降很大，消耗能量过多；S选得过小，则对调节不利。

一般希望S值最小不低于0.3。

选择原则：S>0.6: 认为工作特性与理想特性相同；

0.3<S<0.6: 需要调整分析；

S<0.3: 流量特性畸变很大。

（16）直通双座调节阀与直通单座相比，有何优点？它们各自适用什么场合？

答：

1. 直通双座调节阀与直通单座相比，主要优点为：允许压差大。

2）直通单座适用于泄漏要求较严、压差不大的干净介质场合；直通双座调节阀适用于泄漏要求不严、压差较大的干净介质场合。

（17）智能电动执行器有哪些主要特点？它依据什么可以实现“一机多用”？

答:

1）主要特点为：具有智能化和高精度的控制功能；一体化的结构设计思想；具有智能化的自诊断与保护功能；具有灵活的组态功能，“一机多用”，提高了经济效益。

2）通过软件组态来实现“一机多用”。

（18）过程控制系统的所有仪表与装置是否都应考虑安全防爆？为什么？

答：

不是。现场的所有仪表应考虑安全防爆。非危险场所的仪表则不一定要防爆，现场仪表与非危险场所（包括控制室）之间必须经过安全栅。

（19）安全栅有在安全防爆系统中的主要作用是什么？简单齐纳式安全栅有何缺点？它是如何改进的？

答：

1）安全栅的作用是将送到现场信号能量限制在可能引起爆炸的极限能量之内。

2）缺点：一是固定的限流电阻大小难以选择。二是接地不合理通常一个信号回路只允许一点接地，两点以上接地会造成信号通过过大的缩短或形成干扰。

3）改进：第一点改进，由四个齐纳二极管和四个快速熔丝组成双重限压电路并取消了直接接地点，改为背靠背接地的齐纳二极管中心接地。第二点改进，用双重晶体管限流电路代替固定电阻，以达到近似理想的限流效果。

（20）与齐纳式安全栅相比，隔离式安全栅有何优点？

答：

隔离式安全栅与齐纳式安全栅相比较，有如下优点：

1）可以在危险区或安全区认为合适的任何一个地方接地，使用方便，通用性强；

2）隔离式安全栅的电源、信号输入、信号输出均可通过变压器耦合，实现信号的输入、输出完全隔离，使安全栅的工作更加安全可靠；

3）隔离式安全栅由于信号完全浮空，大大增强了信号的抗干扰能力，提高了控制系统正常运行的可靠性。

（5）如图3-7所示，冷物料通过加热器用蒸汽对其加热。在事故状态下，为了保护加热器设备的安全即耐热材料不被损坏，现在蒸汽管道上有一只气动执行器，试确定其气开、气关形式，并画出由PID电动器构成的控制系统结构框图。

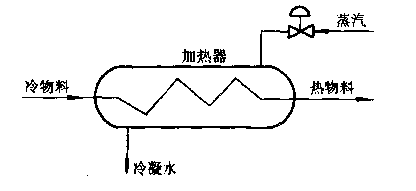


图3-7蒸汽加热器

答：

1）应选用气开形式，当出现故障导致信号中断时，执行器处于关闭状态，保证耐热材料不被损坏。

2）框图如图3-8所示：



图3-8 系统框图

（6）现测得三种流量特性的有关数据如表3-1所示。试分别计算其相对开度在10％、50％、80％各变化10％时的相对流量的变化量，并据此分析它们对控制质量的影响和一些选用原则。

表3-1 调节阀的相对开度与相对流量（R=30）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 相对开度(l/L)(%)  相对流量(q/qmax)(%) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 直线流量特性 | 3.3 | 13.0 | 22.7 | 32.3 | 42.0 | 51.7 | 61.3 | 71.0 | 80.6 | 90.3 | 100 |
| 对数流量特性 | 3.3 | 4.67 | 6.58 | 9.26 | 13.0 | 18.3 | 25.6 | 36.2 | 50.8 | 71.2 | 100 |
| 快开流量特性 | 3.3 | 21.7 | 38.1 | 52.6 | 65.2 | 75.8 | 84.5 | 91.3 | 96.13 | 99.03 | 100 |

答：

1）直线流量特性：

在10%开度

在50%开度

在80%开度

线性调节阀在小开度时流量的相对变化量大，灵敏度高，控制作用强，容易产生振荡；而在大开度时流量的相对变化量小，灵敏度低，控制作用较弱。由此可知，当线性调节阀工作在小开度或大开度时，它的控制性能较差，因而不宜用于负荷变化大的过程。

（2）对数流量特性

在10%开度

在50%开度

在80%开度

对数流量特性调节阀在小开度时其放大系数Kv较小，因而控制比较平稳；在大开度工作时放大系数Kv较大，控制灵敏有效，所以它适用于负荷变化较大的过程。

（3）快开流量特性

在10%开度

在50%开度

在80%开度

快开流量特性是指在小开度时候就有较大的流量，随着开度的增大，流量很快达到最大，快开流量特性的调节阀主要用于位式控制。