



仪表工试题集

第 二 册

化工自动化及仪表 编辑部

目 录

第 一 册

序言

编写说明

第一部分 化工测量及仪表	(1)
一、测量误差与仪表质量指标	(1)
测量误差的估计和处理	(1)
仪表的质量指标	(6)
二、压力	(12)
压力测量与压力单位	(12)
液柱式压力计	(19)
弹性式压力计	(25)
电测式压力计	(29)
活塞式压力计	(31)
三、物位	(33)
玻璃液位计	(33)
静压式液位计	(33)
浮力式液位计	(47)
电容式物位计	(53)
放射性同位素物位计	(55)
四、流量	(59)
流量单位与常用物理参数	(59)
差压式流量计	(62)
转子流量计	(77)
涡轮流量计	(82)
容积式流量计	(84)
电磁流量计	(87)
靶式流量计	(89)
旋涡流量计	(91)
流量标准装置	(92)
五、温度	(95)
温标及其换算	(95)
热电偶温度计	(96)
热电阻温度计	(108)
其他温度计	(112)

六、显示仪表·····	(114)
动圈式显示仪表·····	(114)
电子电位差计·····	(120)
电子平衡电桥·····	(132)
第二部分 流程分析仪器 ·····	(134)
样品预处理·····	(134)
热导式分析器·····	(139)
磁性氧分析器·····	(144)
氧化锆氧分析器·····	(148)
红外线分析器·····	(151)
气相色谱仪·····	(159)
pH值测定仪 ·····	(178)
工业电导仪·····	(186)
可燃气体检测器·····	(190)
第三部分 气动调节仪表 ·····	(193)
一、基础知识·····	(193)
二、变送单元·····	(195)
三、调节单元·····	(200)
四、运算单元及其他·····	(207)
五、显示单元·····	(209)
六、集装式调节仪表·····	(211)
第四部分 电动调节仪表 ·····	(216)
一、基础知识·····	(216)
二、变送单元·····	(218)
三、调节单元·····	(225)
四、运算单元·····	(233)
五、显示单元·····	(235)
六、安全栅·····	(238)
七、动圈式调节仪表·····	(240)
第五部分 新型控制装置 ·····	(242)
组装式电子综合控制装置·····	(242)
工业控制机·····	(242)
集中分散型综合控制系统·····	(243)
微型计算机·····	(244)
可编程调节器·····	(253)

第 二 册

第六部分 执行器 ·····	(257)
一、结构与类型·····	(257)

二、选用与计算.....	(260)
结构型式的选择.....	(260)
气开、气关的选择.....	(261)
流量特性的选择.....	(262)
流通能力和口径计算.....	(265)
不平衡力计算.....	(270)
三、辅助装置.....	(271)
四、安装与使用.....	(272)
第七部分 自动控制系统	(277)
一、基础知识.....	(277)
对象特性.....	(277)
传递函数和方块图.....	(279)
系统的过渡过程.....	(282)
二、简单调节系统.....	(283)
调节系统的组成.....	(283)
调节规律.....	(287)
系统投运与参数整定.....	(291)
系统的故障判断和处理.....	(297)
三、复杂调节系统.....	(300)
串级调节系统.....	(300)
均匀调节系统.....	(303)
比值调节系统.....	(304)
选择性调节系统.....	(307)
前馈调节系统.....	(309)
分程调节系统.....	(311)
四、典型设备调节系统.....	(312)
流体输送设备.....	(312)
传热设备.....	(314)
精馏塔.....	(315)
化学反应器.....	(317)
锅炉.....	(317)
五、报警与连锁系统.....	(321)
继电线路基本元件.....	(321)
基本继电线路.....	(325)
逻辑分析方法.....	(329)
基本报警线路.....	(331)
基本连锁线路.....	(335)
六、图例识别.....	(338)
第八部分 仪表电路基础	(341)

一、直流电路	(341)
二、交流电路	(347)
三、简单放大器	(355)
四、运算放大器	(365)
五、数字电路	(381)
第九部分 常用仪器、工具和材料	(389)
一、常用电工仪器	(389)
电流表、电压表	(389)
标准电阻、电阻箱	(392)
电桥	(393)
万用表	(397)
直流电位差计	(401)
检流计	(402)
标准电池	(404)
直流分压箱	(405)
兆欧表	(406)
二、常用电子仪器	(407)
电子管电压表	(407)
数字电压表	(408)
示波器	(409)
稳压电源	(412)
三、常用工具和材料	(412)
测电笔	(412)
手电钻	(413)
电烙铁	(414)
螺丝刀、扳手、丝锥、扳牙、游标卡尺	(415)
常用材料	(416)
第十部分 其他	(418)
一、仪表供气供电	(418)
二、管线敷设	(419)
三、保温伴热	(420)
四、防火、防爆	(423)
五、防腐、防毒	(427)
六、机械识图知识	(433)
附录一 仪表维修工人技术等级标准	(437)
一、化学工业部标准	(437)
二、石油工业部标准	(440)
三、上海市标准	(443)
附录二 仪表维修工应会参考试题	(447)

第六部分 执 行 器

一、结构与类型

6—1 填空:

1. 执行器按其能源形式可分为()、()、()三大类。
2. 执行器由()和()两个部分组成。
3. 执行器常用的辅助装置有()和()。

答案: 1. 气动, 电动, 液动 2. 执行机构, 调节阀 3. 阀门定位器, 手轮机构

6—2 填空:

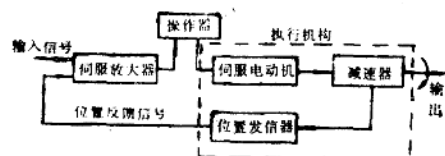
1. 气动薄膜执行机构分为正作用和反作用两种型式, 信号压力增大时推杆向()动作的叫正作用式, 信号压力增大时推杆向()动作的叫反作用式。
2. 气动薄膜执行机构的行程有()、()、()、()、() mm六种规格。
3. 气动薄膜执行机构的薄膜有效面积有()、()、()、()、()、() cm^2 六种规格。

答案: 1. 上, 下 2. 10, 16, 25, 40, 60, 100 3. 200, 280, 400, 630, 1000, 1600

6—3 DKJ型电动执行器由哪几部分组成? 简述其工作原理。

答: DKJ型电动执行器由伺服放大器、伺服电动机、减速器、位置发信器和电动操作器组成。其工作原理框图如图所示。

来自调节器的输入信号, 在伺服放大器内与位置反馈信号相比较, 其偏差经伺服放



大器放大后, 去驱动伺服电动机旋转, 然后经减速器输出角位移。位置发信器将执行机构输出轴角位移转换成与输入信号相对应的直流信号(0~10mA或4~20mA), 作为位置反馈信号。执行机构的旋转方向决定于偏差信号的极性, 而又总是朝着减小偏差的方向转动, 只有当偏差信号小于伺服放大器的不灵敏区时, 执行机构才停转, 因此执行机构的输出位移与输入信号始终成正比关系。配用电动操作器可实现自动调节系统的自动 $\rightleftharpoons$ 手动无扰动切换。手动操作时, 由操作开关直接控制电动机电源, 使执行机构在全行程转角范围内操作。自动调节时, 二相伺服电动机由伺服放大器供电, 输出轴转角随输入信号而变化。(吴泾化工厂 胡永健)

6—4 填空:

1. 据你所知, 写出十种常见的调节阀结构型式: ()、()、()、()、()、()、()、()、()、()。
2. 调节阀阀芯型式一般分为()、()两大类。
3. 四种常见的上阀盖型式为: ()、()、()、()。
4. 国内常用的调节阀填料有()和

“第六部分 执行器”试题中, 凡未注明作者姓名的, 均由化工部自动化研究所王森编写。

() 两种。

答案: 1. 直通单座调节阀, 直通双座调节阀, 角型调节阀, 高压调节阀, 三通调节阀, 隔膜调节阀, 蝶阀, 球阀, 偏心旋转调节阀, 套筒型调节阀 2. 直行程阀芯, 角行程阀芯 3. 普通型, 散(吸)热型, 长颈型, 波纹管密封型 4. 聚四氟乙烯, 石墨石棉

6——5 说明下述符号的意义和单位:

D_s, d_s, P_s 。

答: D_s ——公称通径, 单位 mm

d_s ——阀座直径, 单位 mm

P_s ——公称压力, 单位 kgf/cm^2

6——6 说明下列调节阀型号所表示的含义:

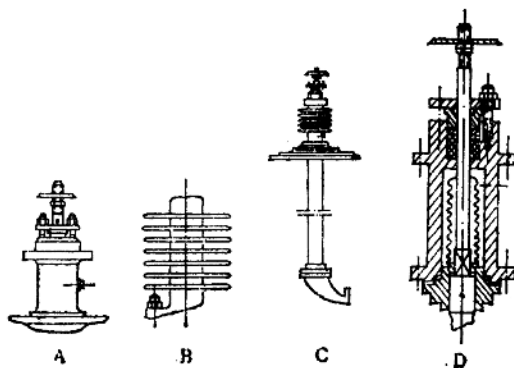
1. ZMBP—64K

2. ZMAN—40 BG

答: 1. 表示气动薄膜直通单座调节阀, 执行机构为有弹簧直行程作用式, 公称压力为 64kgf/cm^2 , 整机为气开式, 普通型。

2. 表示气动薄膜直通双座调节阀, 执行机构为直行程正作用式, 公称压力为 40kgf/cm^2 , 整机为气关式, 高温型。

6——7 说明下图所示的四种上阀盖型式及其使用场合。



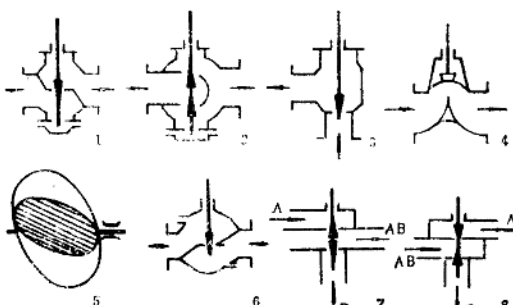
答: A——普通型, 适用于一般场合, 工作温度 $-20 \sim +200^\circ\text{C}$;

B——散(吸)热型, 适用于高温或低温场合, 工作温度 $-60 \sim +450^\circ\text{C}$;

C——长颈型, 适用于深冷场合, 工作温度 $-60 \sim -250^\circ\text{C}$;

D——波纹管密封型, 适用于有毒性、易挥发和贵重流体的场合。

6——8 根据下列结构示意图写出相应调节阀的名称。



答案: 1——直通单座, 2——直通双座, 3——角型, 4——隔膜阀, 5——蝶阀, 6——阀体分离阀, 7——合流型三通调节阀, 8——分流型三通调节阀。

(武汉葛店化工厂 蒋伯雄、徐祥生)

6——9 叙述直通单座调节阀与直通双座调节阀的特点及应用场合。

答: 直通单座调节阀有调节型和切断型两种。它的特点是泄漏量小, 单体阀芯结构, 容易保证密闭, 甚至完全切断。由于流体对单座阀芯的推力所形成的不平衡力很大, 尤其在高压降、大口径时不平衡力更大, 故需配用大推力的执行机构或阀门定位器。在要求泄漏量小、管径小、阀前后压力降较低的情况下用它较合适。

直通双座调节阀阀体内有上下两个阀芯和阀座。该阀关闭时, 泄漏量大。双座阀可通过下阀盖改变阀杆与阀芯的连接以改变阀门开启方式而不需采用反作用执行机构。由于流体对上下两个阀芯的作用力方向相反, 所以阀芯所受的不平衡力较小, 允许使用压差也较大。但由于阀体内流路复杂, 用于高压差时, 对阀体的冲蚀损伤较严重, 也不宜用在高粘度、含悬浮颗粒或含纤维的场合。仅适用于一般场合。直通双座调节阀的流通能力

较同口径的单座阀大20~25%。(胡永健)

6——10 填空(大、小):

1.直通双座调节阀的不平衡力较(),泄漏量较(),而同口径直通单座调节阀的不平衡力较(),泄漏量较()。

2.套筒阀不平衡力特别()。

答案: 1.小,大,大,小 2.小

6——11 下面有关隔膜式调节阀优点的叙述中哪一条是错的?

- A、其流通能力较双座阀大
- B、泄漏量小
- C、有耐强腐蚀的能力
- D、耐流体冲刷性能好、寿命长

答案: D (上海溶剂厂 纪纲)

6——12 叙述偏心旋转阀的优点。

答: 偏心旋转阀又称凸轮挠曲阀,其优点主要为:

1.阀芯同阀座接触紧密,泄漏量小(约0.01%)。

2.流路简单,流阻小,适合用来控制含有固体悬浮颗粒和高粘度的流体。流通能力比同口径的其他阀大。

3.流体不平衡力小,允许压差大。

4.可调范围大(可达100:1),改变定位器中的凸轮可方便地得到直线或等百分比流量特性。

5.阀体散热性好,能耐较高温度(-195~+400℃)。

6.结构简单,体积小,重量轻,价格低。

6——13 试述套筒调节阀的主要优点,并说明为什么具有这些优点?

答: 套筒阀的主要优点有:

1.稳定性高

这是由于套筒阀由关到全开全行程内轴向不平衡力递减,因此没有不稳定区,加之套筒导向,使阀在任意开度都稳定。

2.允许压差大

这是由于采用了平衡式阀塞结构,作用于阀塞上的轴向不平衡力减少。

3.空化作用小,噪声低

这是由于采用了笼式结构。空化作用对节流流体材料的破坏及空化作用引起的振动、噪声大大减少。

4.通用性强,应用广泛

只需改变套筒,就可得到不同的流量特性和流通能力。

5.寿命长

节流面与密封面分开,均匀分布的窗口减少了流体的冲刷。(纪纲)

6——14 通径相同的单座阀a、双座阀b和偏心旋转阀c的流通能力是

1. $a > b > c$ 2. $c > b > a$

3. $b > a > c$ 4. $b > c > a$

答案: 2

(纪纲)

6——15 叙述数字调节阀的工作原理和特点。

答: 数字阀是一种位式数字执行器,由一系列并联安装的按二进制排列的控制阀组成。它有一个控制阀体,体内有一系列开闭式流孔,这些流孔的大小按照二进制的顺序排列。每一流孔都有自己的孔塞、孔座和阀门促动器,阀门促动器由气压信号和电信号控制。数字阀能直接接受计算机来的并行二进制数码信息,可在很大范围内精密调节流量。(胡永健)

二、选用与计算

结构型式的选择

6——16 选择执行机构和调节阀的依据是什么?

答: 1. 根据工艺条件, 选择合适的调节阀的结构形式和材质。

2. 根据工艺对象的特点, 选择合适的流量特性。

3. 根据工艺操作参数, 选择合理的阀门尺寸。

4. 根据阀杆受力大小, 选择足够推力的执行机构。

5. 根据工艺过程的要求, 选择合适的辅助装置。 (胡永健)

6——17 气动执行机构的选择:

1. 一般情况下应选用()执行机构。

2. 调节阀口径大或压差高时可选用()执行机构。

3. 双位式调节一般选用()执行机构。

4. 大转矩蝶阀应选用()执行机构。

答案: 1. 薄膜式 2. 活塞式 3. 无弹簧气动薄膜 4. 气动长行程。

6——18 填空:

1. 选择电动执行机构需要考虑的主要问题是(), 它不但要大于(), 还应合理匹配。

2. 直行程电动执行机构通常用来推动()、()、()、()等, 它直接安装在()上与()相连。

3. 角行程电动执行机构通常用来推动()、()、()等, 除直接

安装在阀体上与阀轴连接外, 还可通过()、()、()等与阀轴连接。要求执行机构的有效角位移必须与调节机构全开到全关之间动作范围相同, 如有不符, 可用()的办法来调整。

4. 多转式电动执行机构通常用来推动()、()等, 它直接安装在阀体上与阀杆相连。

答案: 1. 执行机构的输出力或力矩, 负荷力或力矩 2. 直通单座阀, 双座阀, 三通阀, 角形阀, 阀体, 阀杆 3. 蝶阀, 球阀, 偏心旋转阀, 连杆, 杠杆, 钢索, 改变曲柄长度 4. 闸阀, 截止阀 (胡永健)

6——19 调节阀的选择:

1. 调节阀前后压差较小, 要求泄漏量小, 一般可选用()阀。

2. 调节低压差、大流量气体, 可选用()阀。

3. 调节强腐蚀性流体, 可选用()阀。

4. 既要求调节, 又要求切断时, 可选用()阀。

5. 噪音较大时, 可选用()阀。

答案: 1. 单座 2. 蝶 3. 隔膜 4. 偏心旋转 5. 套筒 (镇江合成纤维厂 袁炳华)

6——20 填空:

气动调节蝶阀特别适用于()的场合。它分为气开式和气关式两种, 由气开式改装成气关式, 只需将蝶阀的轴转(), 再与曲柄上另一键槽用键固定即可。

答案: 大口径、大流量、低压差, 70 (胡永健)

6——21 控制高粘度、带纤维、细颗粒的流体选用下列哪种调节阀最为合适?

A. 蝶阀 B. 套筒阀 C. 直通双座阀

D. 偏心旋转阀 E. 角形阀

答案: D

(纪纲)

气开、气关的选择

6——22 有人认为, 气动执行器的气开、气关就是正作用与反作用, 这种理解对吗? 为什么?

答: 这种理解不对。

气动执行器由执行机构和调节阀两部分组成。气动执行器一般采用气动薄膜(有弹簧)执行机构, 其作用方式有正、反两种。信号压力增大时, 推杆下移的叫正作用执行机构; 信号压力增大时, 推杆上移的叫反作用执行机构。

调节阀分为正、反装两种。阀杆下移时, 阀芯与阀座间流通面积减小的称为正装式, 反之称为反装式。

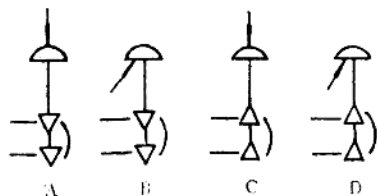
气动执行器的作用方式分为气开和气关两种, 有信号压力时调节阀关, 无信号压力时调节阀开的为气关式, 反之则为气开式。气动执行器的气开、气关是由执行机构的正、反作用和调节阀的正反装组合而成, 组合方式见下表。

执行机构	调节阀	气动执行器
正	正	气关
正	反	气开
反	正	气开
反	反	气关

所以, 把气开、气关理解为正、反作用是不对的。

(天津石化公司化工厂 李宝俊)

6——23 试确定下列气动薄膜调节阀



是气开式还是气关式。

答案: A——气关

B——气开

C——气开

D——气关

(湖北大悟县化肥厂 熊行宪)

6——24 如何选用气动调节阀的气开式和气关式?

答: 选用上述两种型式的气动调节阀, 要从以下几方面考虑:

1. 事故条件下, 工艺装置应尽量处于安全状态。例如, 化肥厂碳化固定副塔液位调节阀常采用气关式, 以保证事故状态下阀处于全开位置, 使固定副塔不会满液位带水, 造成高压机事故。

2. 事故状态下, 减少原料或动力消耗, 保证产品质量。例如, 炼油厂蒸馏塔进料调节阀一般用气开式, 事故时阀门关闭, 停止进料, 而回流量调节阀一般用气关式, 事故时阀门全开, 保证回流量, 防止不合格产品蒸出。

3. 考虑介质的特性。例如, 蒸馏塔塔釜内是易结晶、易凝固的液体时, 再沸器蒸汽流量调节阀应采用气关式, 以防止事故时塔釜内物料结晶或凝固。

(江苏吴县化肥厂 周海泉)

6——25 在下述情况下, 应选用何种作用方式的气动调节阀? (气开、气关)

1. 加热炉的燃料油(气)系统, 应选用()式。

2. 加热炉的进料系统, 应选用()式。

3. 油水分离器的排水线上, 应选用()式。

4. 容器的压力调节, 若用排出料来调节, 应选用()式; 若用进入料来调节, 应选用()式。

5. 蒸馏塔的流出线, 应选用()式。

6. 蒸馏塔的回流线, 应选用()

式。

答案：1.气开 2.气关 3.气开 4.气关，气开 5.气开 6.气关

(南京炼油厂 李 建)

6——26 下述情况下，应选用何种型式的气动调节阀？（气开、气关）

1.加热器中加热用蒸汽调节阀，可选用（ ）式。

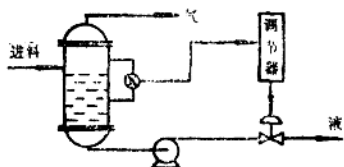
2.换热器中冷却水调节阀，应选用（ ）式。

3.入设备工艺介质调节阀，若介质为易燃气体，应选用（ ）式。

4.介质为易结晶物料，应选用（ ）式。

答案：1.气开 2.气关 3.气开 4.气关

6——27 图示一液面调节回路，工艺要求故障情况下送出的气体中也不许带有液体，试选取调节阀气开、气关形式和调节器的正、反作用，再简单说明这一调节回路的工作过程。



答：因工艺要求故障情况下送出的气体不许带液，故当气源压力为零时，阀门应打开，所以调节阀是气关式。当液位升高时，要求调节阀开度增大，由于所选取的是气关调节阀，故要求调节器输出减少，调节器是反作用。

其工作过程如下：液位↑→液位变送器输出↑→调节器输出↓→调节阀开度↑→液体输出↑→液位↓。（胡永健）

6——28 如何改变气动薄膜调节阀的气开、气关形式？

答：改变气开、气关形式可通过改变调

节阀的正、反装或改变执行机构的正、反作用来实现。

对于直通双座阀和Dg25以上的直通单座阀，可通过改变调节阀的正、反装来实现。

对于单导向阀芯的高压阀、角型阀、Dg25以下的直通单座阀以及隔膜阀、三通阀等，只能通过改变执行机构的正、反作用来实现。

流量特性的选择

6——29 填空：

1.被调介质流过阀门的相对流量（ $Q/Q_{\max}$ ）与阀门相对行程（ l/L ）之间的关系称为调节阀的（ ）。

2.阀前后压差保持不变时，上述关系称为（ ）。

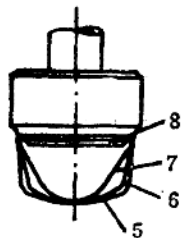
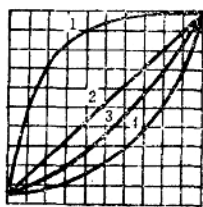
3.实际使用中，阀前后压差总是变化的，此时上述关系称为（ ）。

4.理想流量特性取决于（ ）。

5.工作流量特性取决于（ ）和（ ）。

答案：1.流量特性 2.理想流量特性 3.工作流量特性 4.阀芯形状 5.阀芯形状和配管状况

6——30 调节阀阀芯形状和理想流量特性曲线分别如图所示，试注明图中的1~8各为何种流量特性。



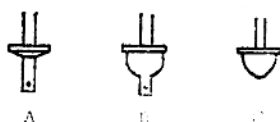
答案：2、7——直线

4、5——等百分比

1、8——快开

3、6——抛物线

6——31 下列调节阀阀芯是何种流量特性的?



答案: A——快开特性

B——对数特性

C——线性特性 (袁炳华)

6——32 下面是关于调节阀直线特性和等百分比特性的叙述,试将 A、B、C…分别填入相应的栏目。

A. 相对流量 ($Q/Q_{\max}$) 与相对行程 (l/L) 成正比。

B. 相对流量 ($Q/Q_{\max}$) 与相对行程 (l/L) 成对数关系。

C. 单位行程变化所引起的流量变化 ΔQ 与当时流量 Q 成正比。

D. 单位行程变化所引起的流量变化 ΔQ 相等。

E. 相同的行程变化 Δl , 产生相同的流量变化 ΔQ 。

F. 阀门行程变化时, 流量 Q 随之成比例地变化。

G. 阀门行程变化时, 流量 Q 随之变化, 并且其变化比 $\Delta Q/Q$ 保持一定。

H. 相同的行程变化, 产生与当时流量 Q 成相同比例的流量变化。

I. 调节阀的放大系数为一常数。

J. 调节阀的放大系数随流量增大而增大。

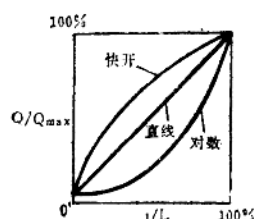
直线特性	等百分比特性

答案:

直线特性	等百分比特性
A D E F I	B C G H J

6——33 一台气动薄膜调节阀, 若阀杆在全行程的 50% 位置, 则流过阀的流量是否也在最大量的 50%?

答: 不一定, 要以阀的结构特性而定。在阀两端压差恒定的情况下, 如果是快开阀, 则流量大于 50% (如图); 如果是直线阀, 则流量等于 50%; 如果是对数阀 (等百分比阀), 则小于 50%。



(长岭炼油厂 朱炳兴)

6——34 有一等百分比调节阀, 其最大流量为 $50 \text{ Nm}^3/\text{h}$, 最小流量为 $2 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 。若全行程为 3 cm, 那么在 1 cm 开度时的流量是多少?

解: 可调比为

$$\begin{aligned} R &= Q_{\max}/Q_{\min} \\ &= 50 \text{ Nm}^3/\text{h} / 2 \text{ Nm}^3/\text{h} \\ &= 25 \end{aligned}$$

于是在 1 cm 开度下的流量为

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\min} R^{1/L} \\ &= (2 \text{ Nm}^3/\text{h}) (25)^{1 \text{ cm} / 3 \text{ cm}} \\ &= 5.85 \text{ Nm}^3/\text{h} \end{aligned}$$

(兰化公司石油化工厂 李腾扬)

6——35 有一等百分比调节阀, 其可调比为 32。若最大流量为 $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$, 那么开度在三分之二和五分之四下流量分别为多少?

解: 在开度为三分之二下的流量:

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\max} R^{1/L-1} \\ &= 100 \times 32^{(\frac{2}{3}-1)} \\ &= 31.5 (\text{Nm}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

在开度为五分之四下的流量:

$$Q = (100 \text{ Nm}^3/\text{h}) (32)^{\frac{4}{5} - 1} = 50 \text{ Nm}^3/\text{h} \quad (\text{李腾扬})$$

6—36 选择调节阀流量特性的步骤是什么?

答: 调节阀流量特性的选择, 主要是指直线特性和等百分比特性的选择, 其步骤是:

1. 根据调节系统特点, 选择希望得到的工作特性。其原则是:

$$\text{调节对象放大系数} \times \text{调节阀放大系数} = \text{常数}$$

若调节对象放大系数为常数, 则应选用放大系数为常数的直线特性阀; 若调节对象放大系数随负荷的加大而变小, 则应选用放大系数随负荷加大而变大的等百分比特性阀。

2. 根据工艺配管情况, 选择相应的理想特性。工艺配管情况以阻力比 S 来表示:

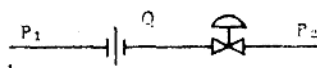
$$S = \frac{\text{调节阀全开时阀前后压差}}{\text{系统总压差}}$$

由所选工作特性和 S 值, 可按下表决定理想特性。

配管情况	工作特性	理想特性
$S \approx 1 \sim 0.6$	直线 等百分比	直线 等百分比
$S = 0.6 \sim 0.3$	直线 等百分比	等百分比 等百分比
$S < 0.3$	不宜进行控制	

6—37 根据图示的调节系统和干扰方向, 选择调节阀的流量特性(直线、等百分比)。

1. 干扰为压力 P_1 或 P_2 , 应选()。
2. 干扰为给定值 Q , 应选()。
3. 干扰为压力 P_2 , 应选()。
4. 干扰为压力 P_3 , 应选()。
5. 干扰为给定值 P_1 , 应选()。



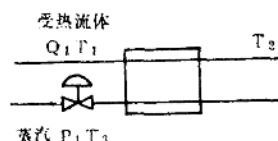
a. 流量调节系统, 被调参数: 流量 Q



b. 压力调节系统, 被调参数: 压力 P_1



c. 液位调节系统, 被调参数: 液位 H



d. 温度调节系统, 被调参数: 流体出口温度 T_2

6. 干扰为流入量 Q , 应选()。
7. 干扰为给定值 H , 应选()。
8. 干扰为加热介质温度 T_3 或入口压力 P_1 , 应选()。
9. 干扰为受热流体流量 Q_1 , 应选()。
10. 干扰为受热流体温度 T_1 , 应选()。
11. 干扰为给定值 T_2 , 应选()。

答案: 1、3、7、8、9——等百分比
2、4、5、6、10、11——直线

6—38 根据下述情况, 选择调节阀的流量特性。(直线、等百分比、快开)

1. 调节阀经常在小开度下工作时, 宜选用()特性。
2. 二位调节应选用()特性。
3. 当被调介质含有固体悬浮物时, 宜选用()特性。
4. 程序控制应选用()特性。
5. 在非常稳定的调节系统中, 可选用

() 特性。

答案：1. 等百分比 2. 快开 3. 直线
4. 快开 5. 等百分比或直线

6——39 解决分程调节系统中调节阀的平滑过渡问题可采取哪些措施？

答：可采取以下措施：1. 当两个阀的C值很接近时采用直线特性调节阀；2. 采用等百分比调节阀；3. 用信号重叠的办法。

(胡永健)

6——40 填空：

1. 调节阀所能控制的最大流量 (Q_{max}) 与最小流量 (Q_{min}) 之比，称为调节阀的 ()，以R表示。

2. 当阀两端压差保持恒定时，上述流量比称为 ()。

3. 实际使用中，阀两端压差是变化的，这时上述流量比称为 ()。

4. 理想可调比取决于 ()。

5. 实际可调比取决于 () 和 ()。

6. 我国生产的直通单、双座调节阀，R值为 ()。

答案：1. 可调比 2. 理想可调比 3. 实际可调比 4. 阀芯结构 5. 阀芯结构，配管状况 6. 30

6——41 有两个调节阀，其可调比 $R_1 = R_2 = 30$ ，第一个阀最大流量 $Q_{1max} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ ，第二个阀最大流量 $Q_{2max} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$ ，采用分程调节时，可调比可达到多少？

解：第一个阀的最小流量为

$$Q_{1min} = 100/30 = 3.3 (\text{m}^3/\text{h})$$

第二个阀的最小流量为

$$Q_{2min} = 4/30 = 0.134 (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\therefore R = Q_{1max}/Q_{2min} = 100/0.134 = 740$$

可调比可达740。

(兰化公司化肥厂 丁金荣)

6——42 调节阀可控制的最小流量与泄漏量是一回事，这句话对吗？

答：不对。可控最小流量 (Q_{min}) 是可调流量的下限值，它一般为最大流量 (Q_{max}) 的 2~4%，而泄漏量是阀全关时泄漏的量，泄漏量仅为最大流量的 0.01%~0.1%。

6——43 填空 (大、小、好、差)：

1. 关小与调节阀串联的切断阀，会使可调比变 ()，流量特性变 ()。

2. 打开与调节阀并联的旁路阀，会使可调比变 ()，流量特性变 ()。

3. 对可调比来说，切断阀比旁路阀的影响要 ()。

4. 对流量特性来说，切断阀比旁路阀的影响要 ()。

答案：1. 小，差 2. 小，差 3. 小 4. 大

流通能力和口径计算

6——44 填空：

1. 流通能力C的定义是：调节阀全开，阀前后压差为 ()，流体重度为 () 时，每 () 所通过的流体 () 数。

2. 国外采用 C_v 值，称为流量系数， C_v 的定义是：调节阀全开，阀前后压差为 () 时，温度 () 的清水每 () 所通过的流体 () 数。

3. C 值和 C_v 值的换算关系是：1 C_v = () C 。

答案：1. 1 kgf/cm^2 ，1 gf/cm^3 ，小时，立方米 2. 1 lb/in^2 ，60°F，分钟，美加仑 3. 1.17

6——45 若调节阀全开时，阀前后压差为 4 kgf/cm^2 ，每小时通过的清水流量为 100 m^3 ，问阀的流通能力C为多少？ C_v 值为多少？

解：已知 $Q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ ， $\Delta P = 4 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ ， $\gamma = 1 \text{ gf}/\text{cm}^3$

$$\text{则 } C = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P/\gamma}} = \frac{100}{\sqrt{4/1}} = 50$$

$$C_v = 1.17C = 1.17 \times 50 = 58.5$$

6——46 若调节阀的流通能力 C 为 50, 当阀前后压差为 16 kgf/cm^2 、流体重量为 0.81 gf/cm^3 时, 所能通过的最大流量是多少?

解: 体积流量:

$$Q = C \sqrt{\Delta P / \gamma} = 50 \sqrt{16 / 0.81} \\ = 222 (\text{m}^3/\text{h})$$

重量流量:

$$G = C \sqrt{\Delta P \gamma} = 50 \sqrt{16 \times 0.81} \\ = 180 (\text{t/h})$$

(四川化工厂 陈忠立)

6——47 要装一裂解气流量调节阀, 阀门全开时, 阀前压力(绝压)为 36 kgf/cm^2 , 阀后压力为 16 kgf/cm^2 , 裂解气最大流量为 $5000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, 重度为 23.3 kgf/Nm^3 , 操作温度为 93°C , 试计算阀的流通能力 C (用平均重度法)。

解: 因为 $P_2 < 0.5P_1$, 所以

$$C = \frac{Q_N}{330} \sqrt{\frac{\gamma_N(273+t)}{P_1}} \\ = \frac{5000}{330} \sqrt{\frac{23.3(273+93)}{36}} \\ = 38.86$$

6——48 要装一蒸汽流量调节阀, 被调介质为饱和水蒸汽, 阀门全开时, 阀前压力(绝压)为 16 kgf/cm^2 , 阀后压力为 15 kgf/cm^2 , 蒸汽最大流量为 1200 kgf/h , 试计算阀的流通能力 C (用平均重度法)。

解: 因 $P_2 > 0.5P_1$, 则

$$C = \frac{G_s}{16} \frac{1}{\sqrt{\Delta P(P_1 + P_2)}} \\ = \frac{1200}{16} \frac{1}{\sqrt{1 \times (16 + 15)}} \\ = 13.46$$

6——49 确定调节阀口径的步骤是什么?

答: 确定调节阀口径的步骤是:

1. 确定计算流量——根据生产能力、设

备负荷及介质状况, 确定 Q_{max} 和 Q_{min} 。

2. 确定计算压差——根据系统特点选定 S 值, 然后确定计算压差(阀门全开时的压差)。

3. 计算流通能力——选择合适的计算公式或图表, 求取最大和最小流量时的 C_{max} 、 C_{min} 。

4. C 值的选取——根据 C_{max} , 在所选产品型式标准系列中, 选取大于 C_{max} 并最接近的那一级 C 值。

5. 调节阀开度验算——要求最大流量时开度不大于 90%, 最小流量时开度不小于 10%。

6. 实际可调比的验算——一般要求实际可调比不小于 10。

7. 口径的确定——验证合适后, 根据 C 值决定。

6——50 拟选用一台直线流量特性的直通双座调节阀, 根据工艺要求, 最大流量 $Q_{max} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$, 最小压差 $\Delta P_{min} = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$, 最小流量 $Q_{min} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, 最大压差 $\Delta P_{max} = 5 \text{ kgf/cm}^2$, $S = 0.5$, 被调介质为水, 求阀门口径 D_g 应选多大?

解: 1. 计算流通能力

$$C_{max} = Q_{max} \frac{\sqrt{\gamma}}{\sqrt{\Delta P_{min}}} \\ = 100 \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{0.5}} = 140$$

2. 根据 $C_{max} = 140$, 查直通双座调节阀流通能力值表格, 得较大一档的 C 值为 160。

3. 验算开度

最大流量时的开度

$$K_{max} = \left[1.03 \sqrt{\frac{S}{\left(\frac{C^2 \Delta P_{min}}{Q_{min}^2 \gamma} - 1 \right)}} - 0.03 \right] \times 100\%$$

$$= \left[1.03 \sqrt{\frac{0.5}{0.5 + \left(\frac{160^2 \times 0.5}{100^2 \times 1} - 1 \right)}} \right]$$

$$= -0.03] \times 100\% \\ = 79.4\%$$

最小流量时的开度

$$K_{min} = [1.03 \sqrt{\frac{0.5}{0.5 + (\frac{160^2 \times 0.5}{20^2 \times 1} - 1)}} - 0.03] \times 100\% \\ = 10.3\%$$

因 $K_{max} < 90\%$, $K_{min} > 10\%$, 故满足要求。

4. 验算可调范围

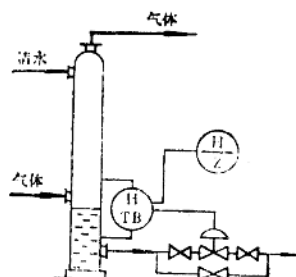
$$R_{实际} = 10 \sqrt{S} = 10 \sqrt{0.5} = 7$$

$$\frac{Q_{max}}{Q_{min}} = \frac{100}{20} = 5$$

因 $R_{实际} > \frac{Q_{max}}{Q_{min}}$, 故满足要求。

5. 根据 $C = 160$, 查表可得调节阀口径 $D_g = 100\text{mm}$ 。(摘录)

6—51 如图所示, 为一气体清洗塔



液位自动调节系统, 操作条件要求:

1. 流经清洗塔的清水循环量为 10 吨/小时;

2. 塔内压力为 12kgf/cm^2 (表压), 排水出口压力为常压;

3. 清洗塔任何时候不得漫水。

请计算选用调节阀的流通能力, 并确定选用调节阀的型号、规格。

解: 由公式 $C = \frac{G}{\sqrt{\Delta P \cdot \gamma}}$

$$\because G = 10 \text{ 吨/小时}, \gamma = 1 \text{ gf/cm}^3,$$

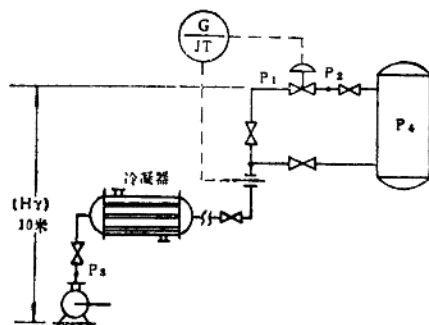
$$\Delta P = 12 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\therefore C = \frac{10}{\sqrt{12 \times 1}} \approx 2.89 \text{ (吨/小时)}$$

根据操作条件要求, 选用气动薄膜调节阀为: 单座阀, 气闭式, 公称压力 16kgf/cm^2 , 公称通径 20mm , 阀座直径 20mm , 流通能力 5 吨/小时。即 ZMAP-16B, $D_g 20$, $d_g 20$, $c = 5.00$ 。

(湖北大悟县化肥厂 熊行宪)

6—52 如图所示的流量调节系统,



工艺条件为: 最大流量 $G_{max} = 27000\text{kgf/h}$

正常流量 $G = 21000\text{kgf/h}$

管道内径 $D = 80\text{mm}$

介质重度 $\gamma = 1 \text{ gf/cm}^3$

泵出口压力 $P_3 = 11\text{kgf/cm}^2$

贮罐压力 $P_4 = 4 \text{ kgf/cm}^2$

试决定调节阀的流量特性、口径及型号。

解: 1. 流量特性的选择

因为是流量调节系统, 根据经验, 选用等百分比特性调节阀。

2. 确定计算压差

$$\text{系统总压降 } \Delta P = P_3 - P_4 - H\gamma$$

$$= 11 - 4 - 1 = 6 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

因系统中管路较长, 切断阀、弯头较多, 其阻力损失计算较复杂, 所以计算压差 ΔP_{min} 根据经验确定, 即最大流量时阀的开度为 90%, 此时

$$S = \frac{\Delta P_{min}}{\Delta P} = \frac{1}{3}$$

$$\Delta P_{m1s} = \frac{1}{3} \Delta P = \frac{6}{3}$$

$$= 2 (\text{kgf/cm}^2)$$

3. 计算流通能力 C_H

$$Q_{m1s} = \frac{G_{m1s}}{1000\gamma} = 27 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$C_H = \frac{Q_{m1s}}{\sqrt{\Delta P_{m1s} \cdot \gamma}} = \frac{27}{\sqrt{2 \times 1}}$$

$$= 19.09$$

$$C_{选} = C_m \cdot C_H = 1.41 \times 19.09 = 26.92$$

(C_m 为 C_H 的放大倍数, 可根据一定开度和流量特性查表求得。)

4. 根据 $C_{选}$ 查产品标准系列, 确定阀的型号和口径

选 ZMAP-64K ($C = 32$, $D_g = 50$, $d_g = 50$) (天津化工厂 贾其志)

编者按: 我国调节阀 C 值的计算方法, 到目前为止, 都是引用苏联的计算规定, 其误差较大。近年来, 有关部门已经制订了新的规定, 即将颁布。新规定和国际上通用的美国仪表学会 (ISA) 和国际电工委员会 (IEC) 颁布的计算方法基本一致, 并与 Fisher 和 Masoneilan 等公司的计算方法相类似。为此, 我们请化工部第六设计院包承鄂编写了以下 4 题 (6—53 至 6—56), 供进一步学习参考。

6—53 影响调节阀流量系数 (C 值) 计算精度的因素有哪些?

答: 有关因素如下:

1. 流经调节阀的流体特性的判别

流体特性的判别, 即是否会产生阻塞流。为此, 须引入各种调节阀结构对流体在阀内流动状态影响的压力恢复系数 F_L 、临界压差比系数 X_T 等, 才能较精确地得出产生阻塞流的条件。为了更精确地考虑气相介质密度在阀内的变化, 还须引入与阀结构 (节流口面积与阀体入口面积之比、流路形状等) 及压差比 $X = \Delta P/P_1$ 、介质比热比 $F_K = K/1.4$ (K 绝热指数, 空气为 1) 等因素有

关的膨胀系数 $Y = 1 - \frac{X}{3 F_K X_T}$ 。

2. 低雷诺数 ($Re < 2300$) 修正

即对于高粘度流体的低雷诺数修正。因为液体粘度高时或控制阀的 ΔP 、 C 值小时, 都会导致层流。

3. 渐缩管的影响

当调节阀装在渐缩管之间时, 控制阀的实际容量将减小。渐缩管同调节阀串联一起, 起着缩小或扩大的作用, 对整个系统造成额外的压降, 此时必须引入修正系数 R 。

4. 调节阀所能处理的最大流量

一般, 调节阀所能处理的最大流量应当比工艺所需最大流量高出 15% 至 50%, 计算口径时所用的正常流量和最大流量、在可能的情况下, 应当基于实际的操作条件, 而不计及其它任何“因素”。

5. 调节阀的压降

流体经过调节阀的压降可用其占系统中除调节阀以外的摩擦压降的百分比表示, 亦即阀阻比 S 。在使用中规定阀两端压降为摩擦压降的 50% 是可行的。就安装在特长或高压降管道上的调节阀而言, 流体流经调节阀的压降的百分比可以低些, 但至少应为整个系统压降的 15% 至 25%。

6—54 根据下列工艺参数, 计算调节阀的流量系数。

被调介质: 水

已知条件:

$$Q_{m1s} = 8.1 \text{ m}^3/\text{h}; Q_{m1s} = 4.0 \text{ m}^3/\text{h};$$

$$P_1 (\text{阀前}) = 2.335 \text{ kgf/cm}^2;$$

$$P_2 (\text{阀后}) = 1.335 \text{ kgf/cm}^2;$$

$$\rho_L (\text{密度}) = 0.9982 \text{ g/cm}^3;$$

$$t = 20^\circ\text{C};$$

$$P_v (\text{阀入口温度下的液体饱和蒸汽压})$$

$$= 0.02 \text{ kgf/cm}^2;$$

$$P_c (\text{热力学临界压力}) = 225.65$$

$$\text{kgf/cm}^2;$$

$$F_F (\text{临界压力比}) = 0.96 - 0.28$$