

第十七章 电 站 阀 门

编写单位 哈尔滨锅炉厂
 上海电站辅机厂
编 写 人 吴惠彬 龚鉴棠 俞萍钧
主 审 人 吴承佑 秦根龙

常用符号表

<p>A——通流面积(m^2)</p> <p>A_j——安全阀阀瓣内径截面积(mm^2)</p> <p>A_t——安全阀阀座的喉口面积(mm^2)</p> <p>b——密封面宽度(cm)</p> <p> 安全阀计算用系数</p> <p>d——阀杆直径(cm)</p> <p> 管子内径(mm)</p> <p>d_j——安全阀阀瓣密封面有效接触直径(mm)</p> <p>d_t——安全阀喉口直径(mm)</p> <p>D——管子外径(mm)</p> <p>D_1——密封面内径(cm)</p> <p>D_2——密封面外径(cm)</p> <p>D_m——密封面平均直径(cm)</p> <p>D_{gm}——轴承平均直径(cm)</p> <p>DN——公称通径(mm)</p> <p>D_s——阀体中腔最大直径(cm)</p> <p>D_z——阀体支管内径(cm)</p> <p>F——关闭时作用在阀杆上的总力(N)</p> <p> 全开启时介质对安全阀阀瓣的作用力(N)</p> <p> 调节阀的流通面积(cm^2)</p> <p>F'——开启时作用在阀杆上的总力(N)</p> <p>F_b——必需的密封力(N)</p> <p>F_j——从阀瓣下方流入介质压力作用力(N)</p> <p>F'_j——从阀瓣上方流入介质压力作用力(N)</p> <p>F_m——关闭时闸板密封力(N)</p> <p>F'_m——开启时闸板密封力(N)</p> <p>f_g——轴承摩擦系数</p> <p>f_j——关闭时防转结构的摩擦力(N)</p> <p>f'_j——开启时防转结构的摩擦力(N)</p> <p>f_t——阀杆与填料的摩擦力(N)</p> <p>G——阀瓣、闸板重力(N)</p> <p>H——填料总高度(cm)</p> <p>h——单圈填料高度(cm)</p> <p>h_1——减温减压阀阀前蒸汽焓(kJ/kg)</p> <p>h_2——减温减压阀阀后蒸汽焓(kJ/kg)</p> <p>K_D——安全阀的额定排量系数</p> <p>K_v——调节阀的额定流量系数(m^3/h 或 t/h)</p>	<p>M——关闭阀时最大力矩(N·cm)</p> <p>M'——开启阀时最大力矩(N·cm)</p> <p>M_{max}——阀最大操作力矩(N·cm)</p> <p>M_d——关闭时阀杆端部摩擦力矩(N·cm)</p> <p>M'_d——开启时阀杆端部摩擦力矩(N·cm)</p> <p>M_g——关闭时推力轴承的力矩(N·cm)</p> <p>M'_g——开启时推力轴承的力矩(N·cm)</p> <p>M_L——关闭时阀杆螺纹处的摩擦力矩(N·cm)</p> <p>M'_L——开启时阀杆螺纹处的摩擦力矩(N·cm)</p> <p>M_m——关闭时阀杆凸肩支承处的摩擦力矩(N·cm)</p> <p>M'_m——开启时阀杆凸肩支承处的摩擦力矩(N·cm)</p> <p>M_t——阀杆与填料摩擦力矩(N·cm)</p> <p>$M_{(1)}$、$M_{(2)}$——安全阀阀座点(1)和点(2)处所受的合成弯矩(N·cm)</p> <p>p——介质压力(MPa)</p> <p> 安全阀入口表压力(MPa)</p> <p>p_1——阀前介质压力(MPa)</p> <p> 安全阀排汽弯头出口处蒸汽绝对压力(MPa)</p> <p>p_2——阀后介质压力(MPa)</p> <p> 安全阀排汽管入口处蒸汽绝对压力(MPa)</p> <p>PN——公称压力(MPa)</p> <p>p_s——水压试验压力(MPa)</p> <p>p_w——工作压力(MPa)</p> <p>Δp——压差(MPa)</p> <p>Δp_c——临界压差(MPa)</p> <p>q_s——安全阀实际排量(kg/s)</p> <p>q_B——减温水流量(m^3/h 或 t/h)</p> <p>q_m——安全阀额定排量(kg/s)</p> <p> 流量(kg/s 或 kg/h)</p> <p>q_v——减温减压阀进口流量(m^3/h 或 t/h)</p> <p>q_t——安全阀的理论排量(kg/h)</p> <p>q_v——体积流量(m^3/s 或 m^3/h)</p>
---	--

q ——密封面设计比压(MPa)	σ^{200} ——200℃时材料的许用应力(MPa)
q_{vj} ——密封面预紧比压(MPa)	σ_c ——挤压应力(MPa)
q_b ——密封面必需比压(MPa)	σ_L ——拉应力(MPa)
$[q]$ ——密封面许用比压(MPa)	σ_w ——弯曲应力(MPa)
S_B ——阀体壁厚(cm)	σ_y ——压应力(MPa)
t ——工作温度(℃)	σ_z ——合成应力(MPa)
管子壁厚(mm)	ρ ——密度(g/cm ³ 或kg/m ³)
v ——流速(m/s)	μ ——摩擦系数
$[\sigma]$ ——材料许用应力(MPa)	τ ——切应力(MPa)
σ ——温度 t ℃时材料的许用应力(MPa)	

第一节 概 论

一、阀门在电站中的应用

在火力发电机组上阀门主要用于汽水管道。随着火力发电机组向高参数、大容量发展,阀门的尺寸和工作参数也愈来愈高,工作条件更加恶劣,其结构更加复杂,并且向单功能专用化方向发展。因此电站阀门可以认为是以“高温高压”或“特殊结构”为特征的阀门。

阀门在火力发电机组上主要用于下列系统:

(1) 锅炉给水系统。调节阀与给水调节和运行方式、给水方式、给水泵型式(恒速还是变速泵)等有关。对于大容量机组,若采用变速泵、汽动泵或带液力联轴器的电动泵时,调节阀的作用显得无关紧要;若采用恒速给水泵,定压给水调节时,调节阀将承受很大的压差,工作条件极为恶劣。

(2) 减温水系统。喷水减温调节阀也是锅炉的重要附件之一。如果水源从给水泵后引出,采用恒速给水泵时则阀门所承受的压差很大,应用一般结构的调节阀就不能适应工作的需要。

(3) 锅筒和蒸汽出口集箱附件。除了锅筒上的高低水位指示附件外,还有安全阀、对空排汽阀、紧急放水阀、连续排污阀、疏水阀和主汽阀等。其工作参数取决于锅炉的蒸汽参数。

(4) 起动系统。为了解决直流锅炉起动而设置起动系统。其中分离器进口调节阀、过热器进口调节阀等都是属于特殊阀门,要求能经受高压汽水混合物的冲刷和侵蚀。

(5) 旁路系统。为了配合再热机组起停和事故工况下机炉协调而设置旁路系统。其中高低压旁路装置的旁路调节阀是重要的关键设备。

(6) 高压给水加热器保护系统。高压给水加热

器的进出口三通阀、疏水调节阀和控制系统组成其保护系统,要求保持加热器内规定的冷凝水位和一旦加热器发生事故工况能迅速解列。让高压给水不经过加热器从三通阀的旁路支管流过。

以上这些系统对某些阀门提出了非常严格的要求,如要求在2~5s内快速开启和关闭、要在高温高压下工作,要在高压差下经受汽水混合物的冲刷和侵蚀等。某些阀门将直接关系到整个设备的安全可靠性。因此要求阀门制造厂提供优质产品,同时也要求运行人员严格按技术规程进行操作。

二、阀门的分类

(一) 按功能和结构分类

(1) 关闭阀类。用于切断或连通介质流动,有闸阀、截止阀、旋塞阀、球阀、蝶阀、隔膜阀、电磁阀等。

(2) 调节阀类。用于调节介质的流量、压力、温度、水位等,有减温减压阀、减压阀、给水调节阀、喷水调节阀、水位调节阀、节流阀、旁路调节阀等。

(3) 安全阀类。用于保护设备的安全,如超压保护、介质倒流保护、事故工况保护等。有安全阀、泄压阀、止回阀、高加保护阀等。

(4) 分流阀类。用于分配、分离或混合介质。有分配阀、疏水阀等。

(二) 按操作方式分类

(1) 手动阀;

(2) 气动阀;

(3) 电动阀;

(4) 液动阀;

(5) 电液阀;

(6) 电磁阀。

第二节 阀门术语和主要性能参数

一、术语

(1) 阀门。利用一个可移动的启闭件打开或限制通路方法,以控制管道内介质流量、压力、流向的装置。

(2) 截止阀。用阀瓣作启闭件并沿阀座轴线移动,以实现启闭动作的阀门。截止阀主要用于截断流

体,在对调节性能要求不高的场合也可用于调节流量。常见的截止阀阀体流通形式有直通式、直流式和直角式。

(3) 闸阀。用闸板作启闭件并沿阀座轴线垂直方向移动,以实现启闭动作的阀门。

(4) 球阀。用带圆形通孔的球体作启闭件,球体

随阀杆转动,以实现启闭动作的阀门。

(5) 蝶阀。用圆形蝶板作启闭件,并随阀杆转动,以实现启闭动作的阀门。按对密封的要求不同,蝶阀可分别设计成具有截断、调节或截断兼调节的功能。

(6) 隔膜阀。用弹性隔膜作为启闭件和密封件的截断阀。

(7) 电磁阀。依靠供电线圈产生的电磁力驱动活动铁心使阀瓣启闭的阀门。一般有无填料型和有填料型两种。通电前,阀门处于常闭状态,通电后阀门立即开启为常闭式;也有常开式的。

(8) 止回阀。能自动阻止流体回流的阀门,又称单向阀。通常,流体在压力作用下使阀瓣开启,从进口侧流向出口侧。当进口压力低于出口侧时,阀瓣在流体压力和本身重力的作用下自动地将通道关闭,阻止流体逆流。

(9) 安全阀。用以防止锅炉、压力容器等设备或管道因超压而发生损坏的阀门。当被保护体内的流体压力达到略高于正常压力的某一规定值(即安全阀开启压力)时,安全阀自动开启,排放部分流体,使压力下降。当压力下降到略低于正常工作压力的某一值(即安全阀回座压力)时,安全阀自动关闭,停止排放流体,并保持密封。通常有重锤式和弹簧式两类。

(10) 调节阀。控制管道和设备的流体流量、压力、温度或液位的阀门。通常为自动的。

(11) 节流阀。靠缩小流通截面、增加阻力来控制流体流量或降低流体压力的调节阀,大多为手操的。

(12) 减压阀。利用节流原理将流体的进口压力减低并自动保持在某一需要的出口压力的调节阀。

(13) 疏水阀。从蒸汽管道或用汽设备中自动排除凝结水和空气,并阻止蒸汽通过的分流阀门。按动作原理可分为热静力型、热动力型和机械型三类。

(14) 排空气阀。供水管道使用的能自动排出空气阀门。

(15) 截止止回阀。兼有截止和止回功能的阀门。

(16) 启闭件。用于截断或调节介质流动的一种活动零件,如闸阀的闸板、截止阀、调节阀的阀瓣等。

(17) 阀体。阀门主要零件,是介质通道和承受介质压力部件。

(18) 阀盖。与阀体连接并承受介质压力的零件。

(19) 阀杆。与阀瓣连接,使阀瓣作开闭或旋转动作的杆状零件。

(20) 阀瓣。利用轴向位移来切断或调节介质流

动的启闭件。

(21) 阀座。安装在阀体上与启闭件组成密封副的零件。

(22) 密封面。启闭件与阀座紧密贴合,起密封作用的两个接触面。

(23) 上密封。当阀门全开时,阻止介质进入填料函以免渗漏的一种密封结构。

(24) 内压自密封。利用介质压力使阀体与阀盖实现密封的可拆卸式的连接结构。

(25) 电动(气动或液动)装置。利用电力(气压或液压)使阀门全开或全关的驱动装置。

(26) 电动(气动或液动)执行机构。在闭环调节系统里用来操纵阀门的开度对被调量进行调节的驱动装置。

(27) 公称压力。符合有关标准规定系列、用来表征特定材质阀门在一定温度范围内所允许的工作压力值。

(28) 公称通径。符合有关标准规定系列、用来表征阀门口径的名义内径值。

(29) 强度试验。按标准规定的介质、试验压力和持续时间对阀体、阀盖的强度和紧密性进行检验。

(30) 密封试验。按标准规定的介质、试验压力和持续时间对密封面的密封性进行检验。

二、公称通径和接管尺寸

电站阀门常用的公称通径(DN)和接管尺寸见表 4-17-1。对于公称压力 $PN \leq 10\text{MPa}$ 的阀门,阀门与管子的连接多数采用法兰连接,法兰标准按 JB82—59;对于 $PN > 10$ 的电站阀门,阀门与管子的连接大都采用焊接连接,焊接坡口的尺寸和形状基本上按图 4-17-1;对于 $DN \leq 32$ 的锻造阀,阀门与管子的连接采用焊接对接或承插式,其尺寸和形状按表 4-17-2。

三、公称压力、工作压力和试验压力

(一) 温压表

按我国标准,阀门的工作温度等于或小于阀体、阀盖材料基准温度时,阀的公称压力就是阀门的最大工作压力。公称压力用符号 $PN(\text{MPa})$ 表示,钢制阀门的基准温度为 200°C ,当工作温度高于 200°C 时,阀的允许工作压力 p_a 和相应的工作温度 t 的关系见温压表(表 4-17-3)。水压试验压力按 GB1048—70 规定:公称压力 $PN = 0.25 \sim 32\text{MPa}$ 时,水压试验压力 $p_s = 1.5PN$; $PN = 40 \sim 80\text{MPa}$ 时, $p_s = 1.4PN$; $PN = 100\text{MPa}$ 时, $p_s = 1.3PN$ 。

表 4-17-1 焊接端阀门的接管尺寸 (mm)

DN10	PN10.0	PN20.0 p_{s410}	PN25.0 p_{s414}	PN32.0 p_{s417}	p_{s722}	p_{s420}
10	φ16×3	φ16×3	φ16×3	φ16×3		
15	φ18×2				φ22×4	φ22×4
20	φ25×2.5	φ28×4	φ28×4	φ28×4		
25	φ32×3				φ32×5	φ32×5
32	φ38×3	φ42×3.5	φ42×5	φ42×5		
40	φ45×3				φ51×6.5	φ51×7.5
50	φ57×3					φ76×12
60		φ76×6	φ76×7.5	φ76×10	φ76×10	
80	φ89×4.5				φ108×14	φ108×16
100	φ108×5	φ133×10	φ133×13	φ133×16	φ133×16	φ133×18
125		φ168×13	φ168×16	φ168×20	φ168×20	φ168×24
150	φ159×7	φ194×15	φ194×18	φ194×22	φ194×22	φ194×26
175		φ219×16	φ219×20	φ219×26	φ219×26	φ219×30
200	φ219×10			φ245×28	φ245×30	φ273×36
225		φ273×20	φ273×26	φ273×30		
250	φ273×12	φ325×24	φ325×30	φ325×36	φ325×40	φ377×50
300	φ325×14		φ377×36	φ377×42	φ377×45	φ426×56
350			φ426×40	φ426×50	φ426×50	φ426×60

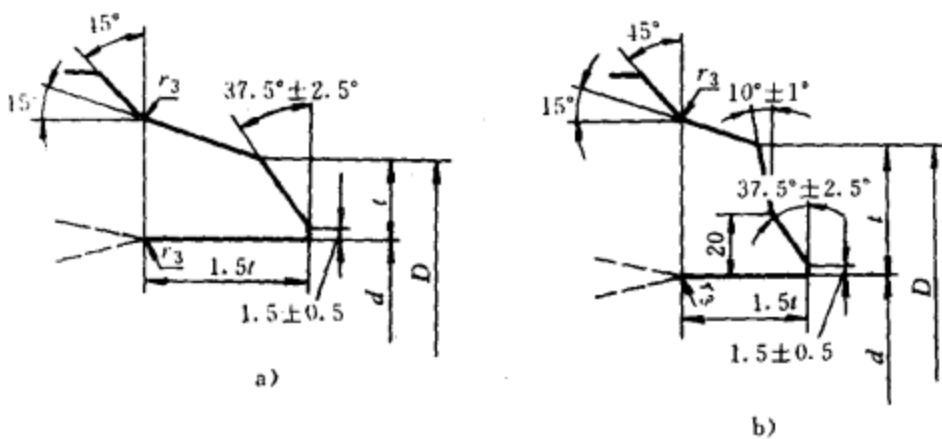


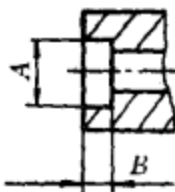
图 4-17-1 对接坡口的形状及尺寸

a) $t=5\sim 20\text{mm}$ b) $t>20\text{mm}$

D —管子外径 d —管子内径 t —管子厚度

表 4-17-2 插入式管端的尺寸

(mm)



DN	10	15	20	25	32	40	50
A	16.3	22.4	28.4	32.4	42.4	48.4	60.6
B	10	10	12	12	12	12	15

已知阀体、阀盖材料的许用应力，
阀在工作温度下的允许工作压力为

$$p_t = \frac{[\sigma]^t}{[\sigma]^{200}} PN (\text{MPa}) \quad (4-17-1)$$

式中 p_t ——工作温度 t 时阀门的允许工作压力 (MPa);

$[\sigma]^t$ ——温度 $t^\circ\text{C}$ 时材料的许用应力 (MPa);

$[\sigma]^{200}$ —— 200°C 时阀体、阀盖材料的许用应力 (MPa)。

各国都有自己国家的温压表，并以国家标准的形式公布，这些标准与

我国标准相近似，仅仅在推荐材料和允许工作压力的数值上略有出入。美制温压表对公称压力的定义，其与公制标准截然不同，例如压力级为 600 磅级的钢阀，在常温时允许工作压力为 10.75MPa，最大工作压力相当于压力级的 2.5 倍。

(二) 非标准级阀门的公称压力和工作压力

1. 特殊级阀

如果把按上述温压表选用的标准阀称为标准级阀，遵循美制标准的厂商生产特殊级阀，即对于相同尺寸和压力级的阀门，特殊级阀比标准级阀的工作

压力高出达 25%左右,但特殊级阀在毛坯的检验上比标准级阀更加严格,要求按有关标准对阀门铸锻

受压件和重要零件的原材料进行无损探伤,诸如射线检查、磁粉检查、超声波和着色检查等。

表 4-17-3 阀门温压表

		基准温度 (°C)	工作温度 (°C)									
20、25 ZG230—450		200	250	300	350	400	425					
15CrMo ZG20CrMo		200	320	450	490	500	510	515	525	535	545	
12Cr1MoV 15Cr1MoV ZG20CrMoV ZG15Cr1Mo1V		200	320	450	510	520	530	540	550	560	570	
PN (MPa)	p_n (MPa)	允许工作压力 p_n (MPa)										
1.0	1.5	0.98	0.88	0.78	0.69	0.63	0.55	0.49	0.44	0.39	0.35	
1.6	2.4	1.57	1.37	1.23	1.08	0.98	0.88	0.78	0.69	0.63	0.55	
2.5	3.8	2.45	2.16	1.96	1.76	1.57	1.37	1.23	1.08	0.98	0.88	
4.0	6.0	3.92	3.53	3.14	2.74	2.45	2.16	1.96	1.76	1.57	1.37	
6.3	9.5	6.27	5.49	4.90	4.41	3.92	3.53	3.14	2.74	2.45	2.16	
10.0	15	9.80	8.82	7.84	6.96	6.27	5.49	4.90	4.41	3.92	3.53	
16.0	24	15.68	13.72	12.25	10.98	9.8	8.82	7.84	6.96	6.27	5.49	
20.0	30	19.60	17.64	15.68	13.72	12.25	10.98	9.80	8.82	7.84	6.96	
25.0	38	24.50	22.05	19.60	17.64	15.68	13.72	12.25	10.98	9.80	8.82	
32.0	48	31.36	27.44	24.50	22.05	19.60	17.64	15.68	13.72	12.25	10.98	
42.0	58	41.16	37.04	32.93	28.81	25.73	23.15	20.58	18.52	16.46	14.41	
50.0	70	49.00	44.10	39.20	35.28	31.36	27.44	24.50	22.05	19.60	17.64	
63.0	90	62.72	54.88	49.00	44.10	39.20	35.28	31.36	27.44	24.50	22.05	
80.0	110	78.40	69.58	62.72	54.88	49.00	44.10	39.20	35.28	31.36	27.44	
100.0	130	98.00	88.20	78.40	69.58	62.72	54.88	49.00	44.10	39.20	35.28	

特殊级阀通常是对焊接支管的阀门而言,不适用于带法兰管端的阀门。从公称压力讲,特殊级阀应用于 PN20 以上的高压阀门,这类阀门应用于较高的压力所带来的好处比起增加的检验费用具有更高的经济性。

特殊级阀应该有自己单独的温压表,当工作温度低于 250°C 时,其允许的最高工作压力比起标准级阀来稍高,常温时甚至完全相等。这两类阀的水压强度试验压力也完全相同,其目的是保证水压试验时阀体应力不超过阀体材料屈服限的 90%。

2. 定点设计法

撇开温压表,将阀门强度按实际工作参数进行设计,这种设计方法叫定点设计法。用这种方法设计的阀门只能用于所规定的工作压力和温度。例如 $p = 14\text{MPa}$, $t = 540^\circ\text{C}$ 工作参数的合金钢阀,按照温压表(表 4-17-2)查得在 540°C 时 PN25.0 的最高工作压力为 12.5MPa, PN32.0 的最高工作压力为 16MPa,所以该阀应该设计成公称压力 PN32.0。但是,如果按定点设计法设计该阀的尺寸与 PN25.0 大体相同,用 $p_{54} 14\text{MPa}$ 表示应用于压力 $p =$

14MPa, 温度 $t=540^{\circ}\text{C}$ 。定点设计法主要应用于高温 高压阀, 工作参数愈高, 带来的经济利益也愈多。

第三节 电站阀门材料

一、阀体和阀盖材料的选用

阀体和阀盖是阀门的重要零件之一, 是主要受压零件, 并直接承受介质的温度、冲蚀及管道和阀杆

的附加作用力。所用材料应具有足够的强度和韧性以及良好的冷、热加工工艺性。常用的阀体、阀盖材料列于表 4-17-4。

表 4-17-4 常用阀体、阀盖材料

标准代号	材料牌号	适用范围	
		公称压力(MPa)	介质温度($^{\circ}\text{C}$)
GB5675-85	HT200 HT250	≤ 0.8	0~250
GB1348-88	QT400-18	≤ 1.6	-10~350
GB5676-85	ZG230-450	≤ 32.0	≤ 450
JB2633-81	20、25	≤ 40.0	≤ 450
JB2633-81 JB2640-81	15CrMo ZG20CrMo ZG20CrMoV	P_{5410}	540
JB2633-81 JB2640-81	12Cr1MoV 15Cr1Mo1V ZG15Cr1Mo1V	P_{5714}	570
JB2633-81	1Cr18Ni9Ti	≤ 6.3	<600

二、阀杆材料的选用

阀杆是阀门中的重要零件, 阀杆材料必须具有足够的强度和韧性, 能耐介质及填料的腐蚀, 耐擦伤, 工艺性要好。为了提高阀杆表面耐腐蚀, 耐擦伤性能, 一般应对其进行表面处理。常用阀杆材料列于表 4-17-5。

表 4-17-5 常用阀杆材料

材料	适用范围		表面处理
	公称压力(MPa)	介质温度($^{\circ}\text{C}$)	
35	≤ 6.3	≤ 350	氮化
40Cr, 1Cr13, 2Cr13	≤ 32.0	≤ 450	镀铬、氮化、表面淬火
38CrMoAlA	P_{5410}	540	氮化
20Cr1Mo1V1	P_{5714}	570	氮化, 磷镍化学镀层

三、密封面材料的选用

密封面材料是保证阀门密封性能的关键因素。密封面在流体的压力、温度作用下必须具有一定强度和耐腐蚀性。对于密封面间有相对运动的阀门, 还要求耐擦伤性能好、摩擦系数小、耐磨损。对于受高速流体冲刷的阀门, 还要求耐冲蚀能力。密封面材料列于表 4-17-6。

四、填料的选用

填料的功用是保证阀杆与阀盖间的密封。在介质的压力和温度作用下, 阀杆在静止和动作时, 填料应具有: 密封性好(具有一定强度和弹性), 热稳定性好(不易烧失、不易老化), 耐介质腐蚀, 不腐蚀阀杆, 摩擦系数小且不易擦伤阀杆等性能。

石棉编织填料与水、蒸汽等介质接触后, 由于填料中的氯离子和石墨等的电化作用, 常常使阀杆表面产生点腐蚀。对要求严格的阀门, 应使用经过缓蚀处理的石棉填料。填料的选用范围列于表 4-17-7。

表 4-17-6 密封面材料

材 料	适 用 范 围		说 明
	公称压力(MPa)	介质温度(°C)	
聚四氟乙烯			使用压力和温度与有无填充物有关
1Cr18Ni12Mo2Ti 2Cr13, 3Cr13 EDCr, EDCrMn	≤32.0	≤450	
38CrMoAlA(氮化)	$P_{54}10$	540	
硬质合金 Wc Tic EDCoCr			高温高压阀
喷焊合金 Co-Cr-W Ni-Cr-B-Si Fe-Cr-B-Si			一般高、中压阀

表 4-17-7 填料的选用

填 料	型 式 (型 号)	常 用 范 围
聚四氟乙烯	“O”形圈与“V”形成型填料	-250~250°C(与有无填充物有关), 当用于超高压时, 需与金属垫圈组合使用
油浸石棉编织填料	YS250, YS350, YS450, YS550	250~550°C的中、高压蒸汽、水、重质油等
橡胶石棉编织填料	XS250, XS350, XS450	250~450°C的中、高压蒸汽和水等
柔性石墨填料	RMS	-196~600°C的中、高压蒸汽、水等
柔性石墨缠绕填料	RSM	
石棉缠绕填料	BSP	250~600°C的中、高压蒸汽、水等

五、紧固件材料的选用

紧固件主要是螺栓、双头螺栓、双头螺柱和螺母, 它们在阀门上承受流体压力和温差引起的作用力和垫片的密封力, 对防止流体外漏起着重大的作用。因此, 所选用的材料必须保证这些紧固件在使用

温度下有足够的抗松弛强度与冲击韧性。当公称压力 $P_N \geq 20.0\text{MPa}$ 或工作温度 $t \geq 450^\circ\text{C}$ 时, 直接承压的主螺栓应采用带缩径的弹性螺栓或全长螺纹结构, 并应进行磷化处理以防止长期高温作用下引起螺纹间的粘结。其材料选用见表 4-17-8。

表 4-17-8 紧固件材料的选用

名 称	公称压力 (MPa)	介 质 温 度 (°C)				
		≤300	≤350	≤425	≤450	≤530
螺 柱 和 螺 栓	1.6, 2.5	25		25, 35	30CrMoA	
	4.0, 6.3, 10.0	35			30CrMoA	25Cr2MoVA
	16.0, 20.0	35	35Cr, 40MnVB		35CrMoA	20Cr1Mo1V1
	32.0	40MnVB		35CrMoA		
螺 母	1.6, 2.5	Q235-A, 20		20, 25		
	4.0, 6.3, 10.0	25, 35				25Cr2MoVA 30CrMoA 35CrMoA
	16.0, 20.0	35			40Mn, 35Cr	
	32.0	40Mn	40Cr			

第四节 截断阀的种类和受力计算

截断阀一般分为闸阀、截止阀、球阀、蝶阀、隔膜阀及旋塞阀等。其中闸阀和截止阀在电站中使用较广,隔膜阀、球阀常用于低压和低温及途径有一定限制的耐腐蚀场合;蝶阀大多用于常温、低压介质和大口径管道。各种截断阀的流阻、动作时间、密封性能及应用范围各不相同,一般需根据介质参数及系统要求选择合适的截断阀。

一、截断阀的结构和特点

(一) 闸阀

闸阀零件较多,结构长度较短,但高度较高。适用的压力、温度和途径范围较广($DN50\sim 1800\text{mm}$, $PN0.1\sim 40.0\text{MPa}$, $t\leq 570^\circ\text{C}$),具有密封性能好,流体阻力小,全行程启闭时间长,操作扭矩小等特点。

常见的闸板结构有弹性闸板和楔式双闸板两种。电站中一般采用明杆楔式闸阀,中低压闸阀采用中法兰密封,阀杆为升降式,如图 4-17-2 所示。高

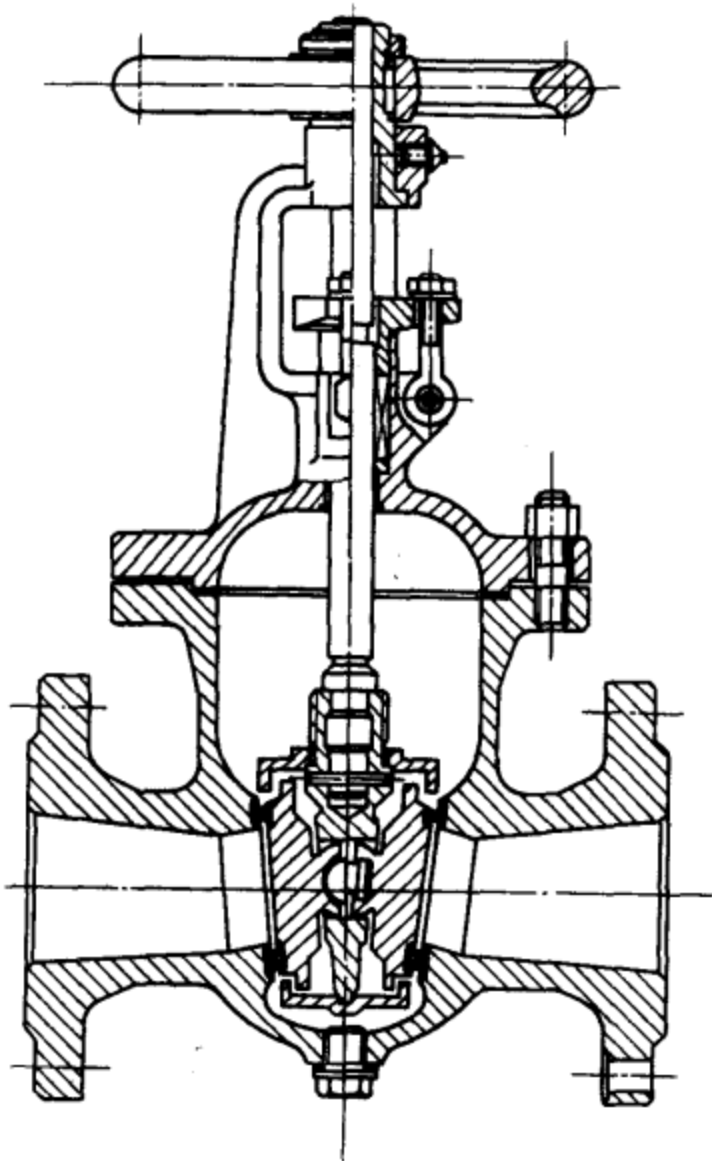


图 4-17-2 明杆楔式双闸板闸阀

温高压闸阀一般采用自密封结构,如图 4-17-3 所示。

为了减少启闭扭矩,对大扭矩闸阀可设置旁路阀;对双面强制密封的闸阀,应在中腔与支管间装平衡阀,以防止启动过程因温度升高时,密闭的中腔介质压力升得过高,而导致危及中腔强度。

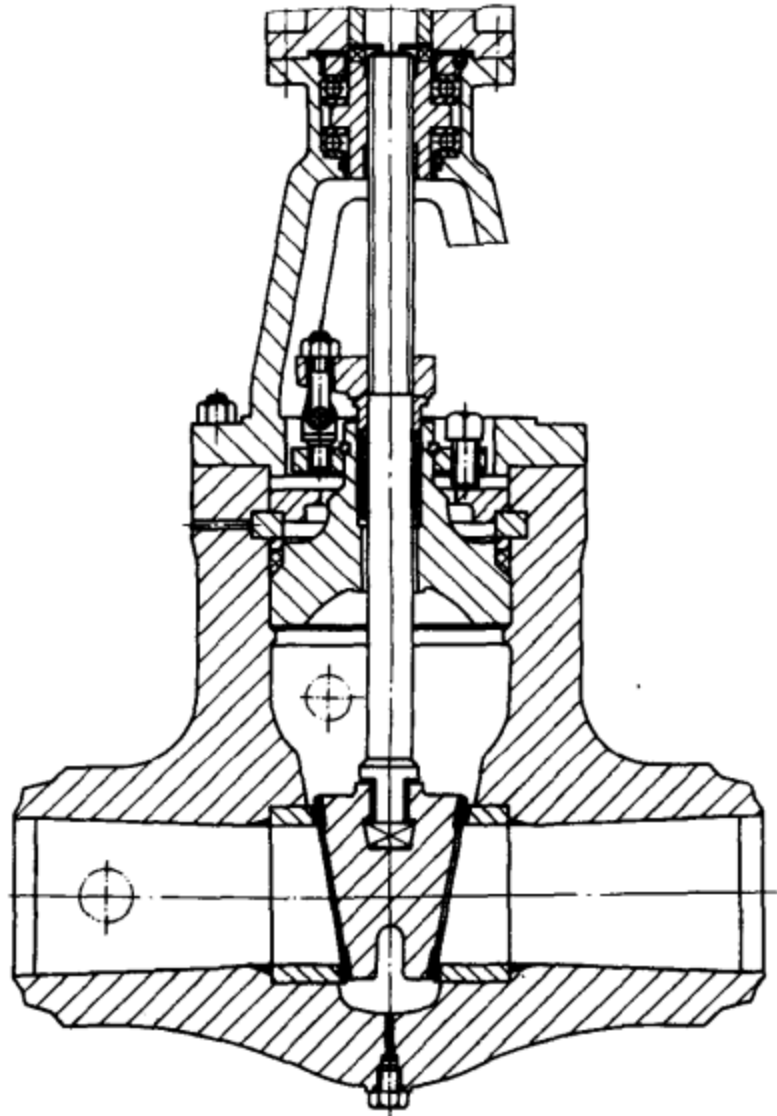


图 4-17-3 明杆楔式弹性闸板闸阀

(二) 截止阀

截止阀结构比闸阀简单,结构长度比闸阀长;使用的压力、温度范围较广($PN0.6\sim 40.0\text{MPa}$, $t\leq 570^\circ\text{C}$);但由于操作扭矩大,途径受到一定限制($DN\leq 200\text{mm}$);密封性能良好,但具有流阻大、阀瓣易受冲蚀等特点。

最常见的截止阀有直通式(图 4-17-4)、直流式(图 4-17-5)和角式(图 4-17-6)。其中直流式阻力损失较小。角式高压平衡阀操作扭矩小,适用于高压差,途径较大场合。

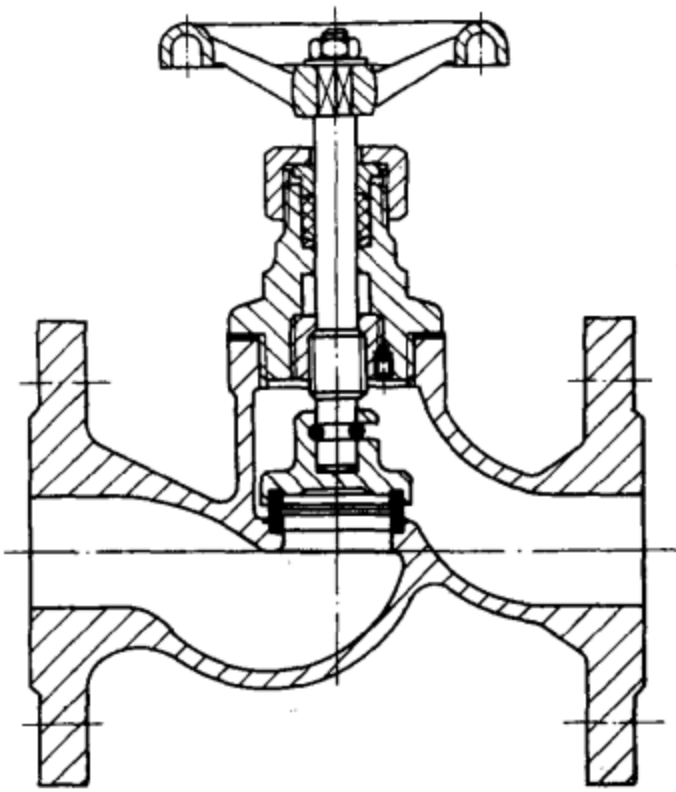


图 4-17-4 直通式截止阀

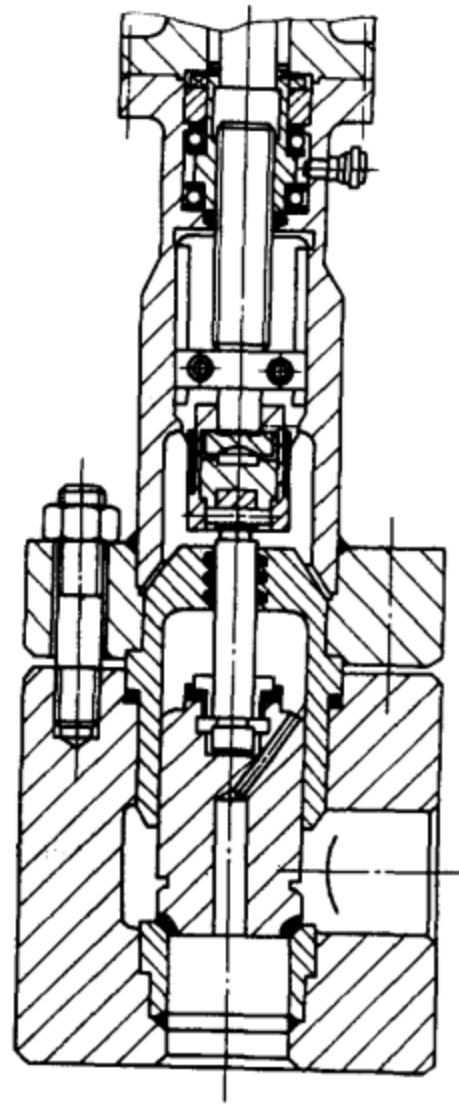


图 4-17-6 角式高压平衡阀

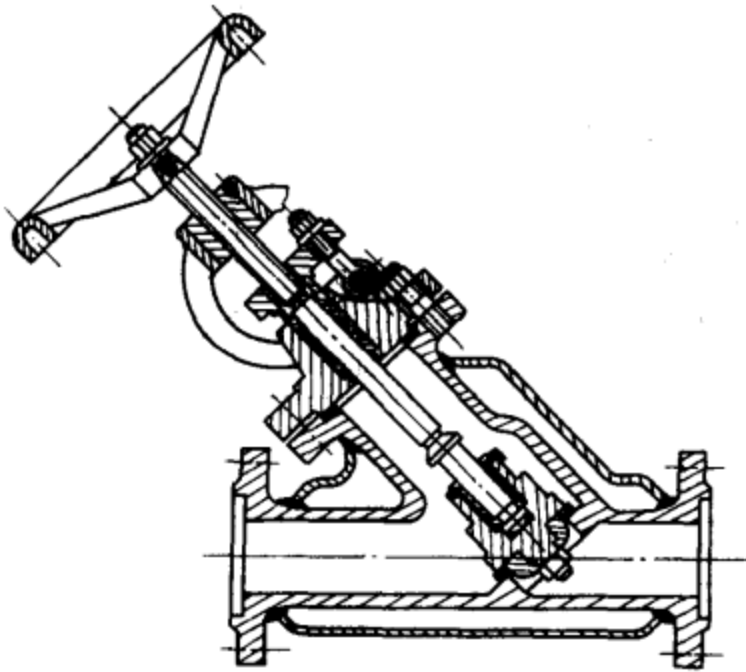


图 4-17-5 直通式截止阀

(三) 蝶阀

蝶阀结构简单,用于中、低压介质大口径的管道 ($DN100 \sim 1500\text{mm}$ 、 $PN0.25 \sim 1.0\text{MPa}$ 、 $t \leq 80^\circ\text{C}$)。流体阻力和操作扭矩都比较小,全行程启闭时间短。

蝶阀的蝶板常见有中心对称板、斜置板、偏置板等 3 种。中心对称板的流阻小,但密封性能差,一般用于流量调节;斜置板的密封性能好,但加工比较复杂;偏置板分单偏心和双偏心两种,密封性能好,流阻大,适用范围较广。图 4-17-7 为常见的蝶阀结构。

其中图 a, 图 b, 图 c 3 种是阀杆直接带动蝶板,图 d 的是通过杠杆带动蝶板。

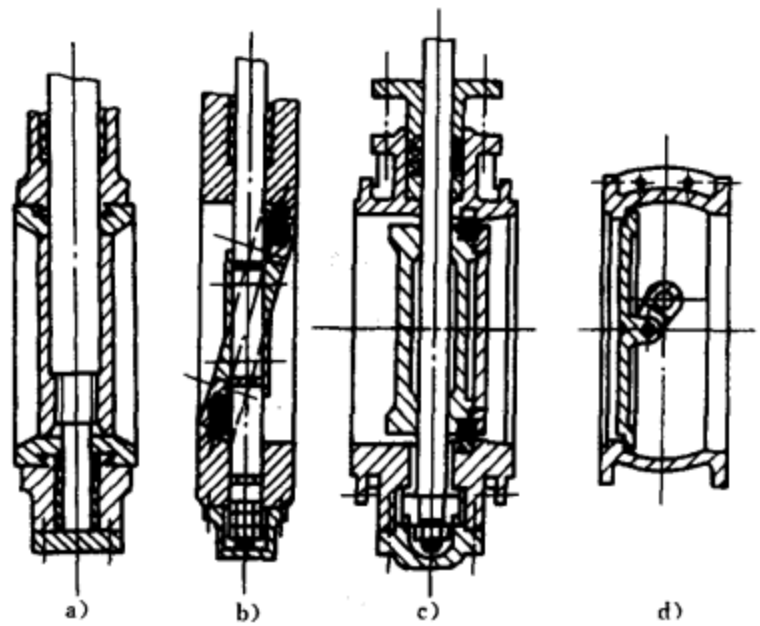


图 4-17-7 蝶阀

a)中心对称板 b)斜置板 c)偏置板 d)杠杆式

二、密封面比压值的确定

(一) 必需比压

保证密封面密封的所需最小压力称为必需比压,以 q_b 表示。

$$q_b = m \frac{a+cp}{\sqrt{b}} \quad (\text{MPa}) \quad (4-17-2)$$

式中 m ——与介质性质有关的系数, 常温液体 $m=1$; 常温空气、蒸汽等气体以及高于 100°C 的液体 $m=1.4$;

p ——介质压力(MPa);

a, c ——与密封面材料有关的系数, 见表 4-17-9;

b ——密封面宽度(cm)。

式(4-17-2)适用于平面接触的密封面, 表面粗糙度达到 $R_a 0.4 \sim 0.2 \mu\text{m}$, $q_b \leq 80 \text{MPa}$ 的比压值的计算。对于 $R_a 0.2 \mu\text{m}$ 以上的刚性密封面, q_b 按计算值下降 25%。密封面采用两种不同材料时, 按硬度较

低材料计算。

表 4-17-9 a, c 系数值

密封面材料	a	c
钢、硬质合金	3.5	1
青铜、黄铜、铸铁	3.0	1
铝、铝合金、硬聚氯乙烯、聚四氟乙烯	1.8	0.9
中硬橡胶	0.4	0.6
软橡胶	0.3	0.4

(二) 许用比压

各种材料密封面允许承受的最大压力称为许用比压, 以 $[q]$ 表示, 其值见表 4-17-10。

表 4-17-10 密封面材料的许用比压 $[q]$

密封面材料	材料硬度	$[q]$ (MPa)	
		无滑动	有滑动
黄铜	HPb59-1, HMn58-2-2 H62	80	20
	HSi80-3	100	25
青铜	QAL9-4	80	25
	QAL10-3-1.5, QAL10-4-4	100	35
奥氏体不锈钢	1Cr18Ni9Ti, 1Cr18Ni12Mo2Ti	150	15
马氏体不锈钢	2Cr13 3Cr13 1Cr17Ni2	250	25
		HRC35~40	45
氮化钢	38CrMoAlA	300	80
硬质合金	TDCoCr-1 SR-STL3	250	80
	TDCr-Ni(含 Si)	HB280~320	
铸铁	HT200 及其他	30	20
中硬橡胶		5	
聚四氟乙烯		20	15
尼龙			30

注: 钢和铜合金的牌号也适用于铸造和堆焊情况。

设计时设计比压 q 应满足 $q_b < q < [q]$

三、必需密封力计算

(一) 平面密封(图 4-17-8a)

$$F_b = 25\pi(D_2^2 - D_1^2)q_b = 100\pi D_m b q_b \quad (\text{N}) \quad (4-17-3)$$

(二) 锥面密封(图 4-17-8b)

$$F_b = 25\pi(D_2^2 - D_1^2)(1 + \mu_m \cot\theta)q_b = 100\pi D_m b q_b \sin\theta (1 + \mu_m \cot\theta) \quad (\text{N}) \quad (4-17-4)$$

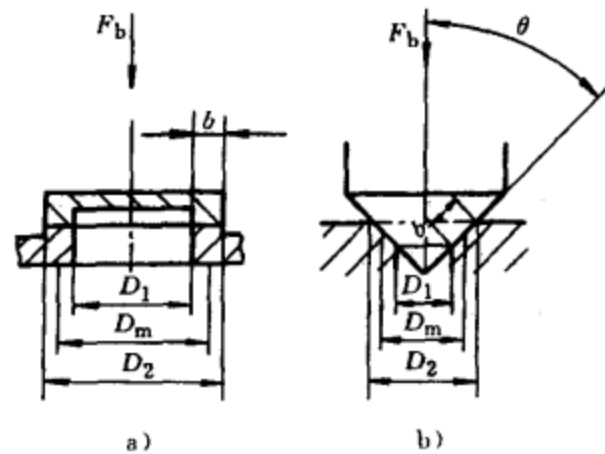


图 4-17-8 必需密封力作用图
a) 平面密封 b) 锥面密封

通常取 $\theta=30^\circ\sim 45^\circ$ ，密封面摩擦系数 μ_m 见表 4-17-12 中的注 2。

四、摩擦力和摩擦力矩计算

(一) 阀杆与填料间摩擦力和摩擦力矩

1 摩擦力

石棉填料

$$f_t = 14dH \frac{3p}{1+\lg p} = 42dH \frac{p}{1+\lg p} \quad (\text{N}) \quad (4-17-5)$$

式中 d ——阀杆直径(cm);
 H ——填料总高度(cm);
 p ——介质压力(MPa)。

塑料填料

$$f_t = \pi dhZ \times 120p\mu_t = 120\pi\mu_d Zh p \quad (\text{N}) \quad (4-17-6)$$

式中 Z ——填料圈数;
 h ——单圈填料高度(cm);
 μ_t ——填料摩擦系数, 聚四氟乙烯 $\mu_t=0.05$,
 尼龙 $\mu_t=0.1\sim 0.15$ 。

2. 摩擦力矩

旋转阀杆

$$M_t = \frac{1}{2} f_t d \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-7)$$

旋转升降阀杆

$$M_t = \frac{1}{2} f_t d \cos \alpha_L \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-8)$$

式中 α_L ——螺纹升角, $\alpha_L = \arctan \frac{t}{\pi d_0}$, 其中 t 为螺纹节距, d_0 为螺纹中径。

(二) 阀杆梯形螺纹处的摩擦力矩和阀杆总受力

1. 摩擦力矩

关闭瞬间

$$M_{L1} = \frac{1}{2} F d_0 \tan(\alpha_L + \rho_L) \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-9)$$

开阀瞬间

$$M'_{L1} = \frac{1}{2} F' \cdot d_0 \cdot \tan(\rho'_L - \alpha_L) \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-10)$$

式中 F 、 F' ——关闭和开启时作用在阀杆上的总力(N);

d_0 ——阀杆螺纹中径(cm);

ρ_L 、 ρ'_L ——关闭、开阀时螺纹副的摩擦角, 其值见表 4-17-11。

表 4-17-11 螺纹副 μ 、 ρ 值

螺母材料 (阀杆材料为钢)	螺纹在介质外				螺纹在介质内	
	润滑良好		润滑不好		μ_L	ρ_L
	μ_L	ρ_L	μ_L	ρ_L		
青铜、黄铜、铸铁	0.15	8°32'	0.17~0.22	9°39'~12°24'	0.2~0.25	11°29'~14°02'
钢	0.2	11°29'	0.25	14°02'	0.3~0.35	16°42'~19°17'

注: μ_L 为关闭时螺纹副的摩擦系数, 开阀时摩擦系数 $\mu'_L = \mu_L + 0.1$ $\tan \rho'_L = \mu'_L$ 。

2. 作用在阀杆上的总轴向力

(1) 截止阀

1) 旋转升降杆。当介质从阀瓣下方流入, 阀门关闭时

$$F = F_j + F_b + f_t \sin \alpha_L - G \quad (\text{N}) \quad (4-17-11)$$

$$F_j = 25\pi D_m^2 P \quad (\text{N})$$

式中 G ——阀瓣(闸板)重力(N)。

当介质从阀瓣上方流入, 阀门开启时

$$F' = F'_j + f_t \sin \alpha_L + G \quad (\text{N}) \quad (4-17-12)$$

$$F'_j = 25\pi(D_m^2 - d^2)P \quad (\text{N})$$

2) 升降杆。当介质从阀瓣下方流入, 阀门关闭时

$$F = F_j + F_b + f_t + f_j - G \quad (\text{N}) \quad (4-17-13)$$

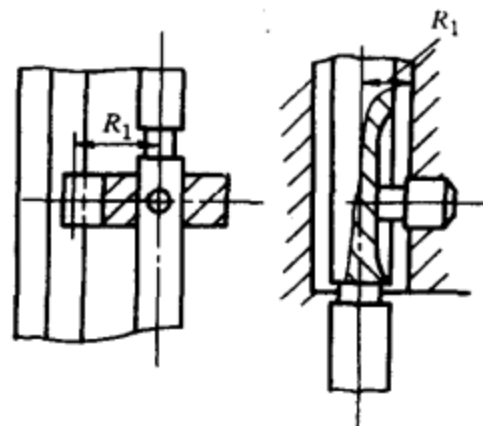


图 4-17-9 防转结构

$$f_j = \frac{F_j + F_b + f_t}{\frac{R_1}{\mu_j R_0} - 1} \quad (\text{N})$$

式中 f_j ——关闭时防转结构的摩擦力;

R_1 ——计算半径, 见图 4-17-9 所示(cm);

μ_j ——防转结构中的摩擦系数，取 0.2；
 R_u ——关闭时的摩擦半径(cm)按下式计算。

$$R_u = \frac{d_0}{2} \tan(\alpha_L + \rho_L)$$

当介质从阀瓣上方流入开启时

$$F' = F'_j + f_t + f'_j + G \quad (\text{N}) \quad (4-17-14)$$

$$f'_j = \frac{F'_j + f_t}{\frac{R_u}{\mu_j R'_u} - 1} \quad (\text{N})$$

式中 f'_j ——开启时防转结构的摩擦力；
 R'_u ——开阀时阀杆螺纹摩擦半径(cm)，按下式计算。

$$R'_u = \frac{d_0}{2} \tan(\rho'_L - \alpha_L)$$

(2) 闸阀

1) 楔式闸板关闭时

$$F = F_m + F_d + f_t - G \quad (\text{N}) \quad (4-17-15)$$

暗杆 $f_t = 0$

$$F_d = 25\pi d^2 P \quad (\text{N})$$

式中 F_m ——关闭时密封力，按下式计算。

单面自动密封

$$F_m = \frac{\mu_m F_j}{\cos\varphi(1 - \mu_m \tan\varphi)} - G \quad (\text{N})$$

单面强制密封

$$F_m = 2(F_b + F_j)(\tan\varphi + \mu_m)\cos\varphi - F_j\cos\varphi \times [\tan(\rho_m + \varphi) + \tan\varphi] - G \quad (\text{N})$$

式中 ρ_m ——闸阀关闭时密封面摩擦角， $\rho_m = \arctan\mu_m$ ；

φ ——闸板的半锥角(°)。

2) 楔式闸板开启时

$$F = F'_m + f_t + G - F_d \quad (\text{N}) \quad (4-17-16)$$

暗杆时 $f_t = 0$

式中 F'_m ——开启时密封力，按下式计算。

单面自动密封

$$F'_m = \frac{\mu'_m F_j}{\cos\varphi(1 + \mu'_m \tan\varphi)} + G \quad (\text{N})$$

单面强制密封

$$F'_m = 2(F_b + F_j)(\mu'_m - \tan\varphi)\cos\varphi - F_j\cos\varphi \times [\tan(\rho'_m - \varphi) - \tan\varphi] + G \quad (\text{N})$$

式中 ρ'_m ——闸阀开启时密封面摩擦角， $\rho'_m = \arctan\mu'_m$ 。

闸阀密封力的简化计算见表 4-17-12。

(三) 阀杆端部支承处的摩擦力矩

结构见图 4-17-10 所示。

表 4-17-12 闸阀密封力简化算式 (N)

φ	摩擦系数	单面强制密封	单面自动密封
2°52'	$\mu_m = 0.2$	$F_m = 0.5F_b + 0.2F_j$	$F_m = 0.2F_j$
	$\mu'_m = 0.3$	$F'_m = 0.5F_b + 0.3F_j$	$F'_m = 0.3F_j$
	$\mu_m = 0.25$ $\mu'_m = 0.35$	$F_m = 0.6F_b + 0.25F_j$ $F'_m = 0.6F_b + 0.35F_j$	$F_m = 0.25F_j$ $F'_m = 0.35F_j$
5°	$\mu_m = 0.3$ $\mu'_m = 0.4$	$F_m = 0.7F_b + 0.3F_j$ $F'_m = 0.7F_b + 0.4F_j$	$F_m = 0.3F_j$ $F'_m = 0.4F_j$
	$\mu_m = 0.15$ $\mu'_m = 0.25$	$F_m = 0.47F_b + 0.14F_j$ $F'_m = 0.33F_b + 0.25F_j$	$F_m = 0.16F_j$ $F'_m = 0.24F_j$
	$\mu_m = 0.2$ $\mu'_m = 0.3$	$F_m = 0.58F_b + 0.2F_j$ $F'_m = 0.42F_b + 0.31F_j$	$F_m = 0.21F_j$ $F'_m = 0.29F_j$
	$\mu_m = 0.25$ $\mu'_m = 0.35$	$F_m = 0.67F_b + 0.24F_j$ $F'_m = 0.52F_b + 0.36F_j$	$F_m = 0.26F_j$ $F'_m = 0.34F_j$
	$\mu_m = 0.30$ $\mu'_m = 0.40$	$F_m = 0.77F_b + 0.29F_j$ $F'_m = 0.62F_b + 0.41F_j$	$F_m = 0.31F_j$ $F'_m = 0.39F_j$

注：1. 大口径阀门和工作温度 $t \leq 120^\circ\text{C}$ 的阀门，选用 2°52'，其他选用 5°。
 2. 硬质合金 $\mu_m = 0.15$ ，马氏体不锈钢 $\mu_m = 0.2$ ，灰铸铁和铜合金 $\mu_m = 0.25$ ，奥氏体不锈钢 $\mu_m = 0.30$ 。
 3. 当用于润滑介质时， μ_m 值可减小；而用于高温介质 $t \geq 480^\circ\text{C}$ 时，则 $\mu'_m = \mu_m + (0.15 \sim 0.20)$ 。

关闭时

$$M_d = 0.165F^3 \sqrt{\frac{FR_0}{100E}} \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-17)$$

开启时

$$M'_d = 0.22F'^3 \sqrt{\frac{F'R_0}{100E}} \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-18)$$

式中 E ——材料弹性模量(MPa);

R_0 ——阀杆端部曲率半径(cm)。

(四) 阀杆凸肩或阀杆螺母凸肩支承处摩擦力矩结构见图 4-17-11 所示。

关闭时

$$M_u = \frac{F}{4}(d_1 + d_2)\mu_u (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-19)$$

开启时

$$M'_u = \frac{F'}{4}(d_1 + d_2)\mu'_u (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-20)$$

式中 d_1, d_2 ——凸肩尺寸(cm), 见图 4-17-11 所示;

μ_u, μ'_u ——关闭和开启时支承处的摩擦系数, 见表 4-17-13。

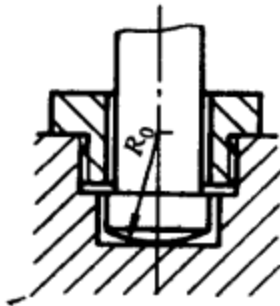


图 4-17-10 阀杆端部支承

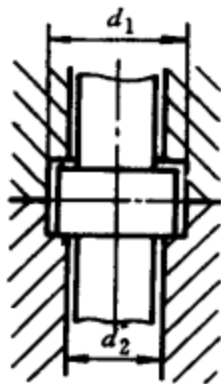


图 4-17-11 凸肩尺寸

表 4-17-13 μ_u, μ'_u 值

凸肩材料	支承材料	μ_u	μ'_u
钢	青铜	0.20	0.30
钢	铸铁	0.22	0.32
钢	钢	0.30	0.40
黄铜	铸铁	0.20	0.30

五、截断阀启、闭的最大力矩

(一) 截止阀

1. 旋转升降杆(图 4-17-4)

关闭时

$$M = M_L + M_t + M_d \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-21)$$

开启时

$$M' = M'_L + M_t + M'_d \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-22)$$

2. 有防转结构的升降杆

关闭时

$$M = M_L + M_u \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-23)$$

开启时

$$M' = M'_L + M'_u \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-24)$$

(二) 闸阀

1. 升降杆(明杆)(图 4-17-3)

关闭时

$$M = M_L + M_u \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-25)$$

开启时

$$M' = M'_L + M'_u \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-26)$$

2. 升降杆(装有推力轴承的明杆阀门)

关闭时

$$M = M_L + M_g \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-27)$$

$$M_g = F \cdot f_g \frac{D_{gm}}{2} \quad (\text{N} \cdot \text{cm})$$

式中 M_g ——关闭时推力轴承的摩擦力矩(N·cm);

f_g ——轴承摩擦系数, 取 0.005~0.01;

D_{gm} ——轴承平均直径(cm)。

开启时

$$M' = M'_L + M'_g \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-28)$$

$$M'_g = F' f_g \frac{D_{gm}}{2} \quad (\text{N} \cdot \text{cm})$$

3. 旋转杆(暗杆)

关闭时

$$M = M_L + M_t + M_u \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-29)$$

开启时

$$M' = M'_L + M_t + M'_u \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (4-17-30)$$

(三) 手轮圆周力

启闭阀门时作用于手轮的圆周力 F_s 为

$$F_s = \frac{2M_{\max}}{D_s} \quad (\text{N}) \quad (4-17-31)$$

式中 M_{\max} ——最大操作力矩, 取 M 和 M' 中大者(N·cm);

D_s ——手轮直径, 通常应满足 $F_s \leq 735\text{N}$, 否则就应加大手轮直径或采用手动减速传动和电动传动装置。

第五节 阀门主要零件设计计算

一、阀体壁厚计算

阀体壁厚除了考虑强度之外,还应考虑其刚度。阀体壁厚尺寸取决于其形状及工作介质参数。由于阀体结构复杂,一般不可能设计成等强度壳体。在设计时,往往对最薄部位的强度进行计算或校核。至于刚度,在系统管道布置时,一般不考虑阀体承受管道膨胀力(或基本不承受),在阀体支管的断面系数与管道断面系数的比值大于1(即 $W_{支管}/W_{管道} > 1$)的前提下也不作专门考虑。

(一) 圆筒形及腰鼓形阀体(见图 4-17-12)的壁厚

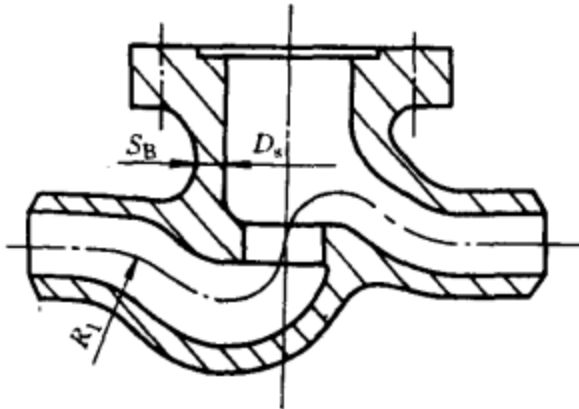


图 4-17-12 圆筒形阀体

$$S_B = \frac{1.32pD_s}{2[\sigma] - 1.2p} + C \quad (\text{cm}) \quad (4-17-32)$$

- 式中 S_B ——考虑腐蚀裕量时阀体壁厚(cm);
 p ——介质压力(MPa);
 D_s ——阀体中腔最大内径(cm);
 $[\sigma]$ ——阀体材料许用应力(MPa),见表 4-17-14;
 C ——阀体壁厚附加裕量(cm),见表 4-17-15。

(二) 带支管的球形阀体(图 4-17-13)的壁厚

$$S_B = \frac{1.32pD_s}{4[\sigma]Z_1 - 1.2p} + C \quad (\text{cm}) \quad (4-17-33)$$

$$Z_1 = 1 - \frac{2}{\pi} \sin^{-1} \frac{D_s}{D_s}$$

- 式中 z_1 ——削弱系数;
 D_s ——阀体支管内径(cm)。

(三) 带弯曲支管阀体(图 4-17-14)的壁厚

$$S_B = \frac{1.32pD_s}{2[\sigma]Z_2 - 1.2p} + C \quad (\text{cm}) \quad (4-17-34)$$

表 4-17-14 锻件许用应力

温度 (°C)	[σ](MPa)				
	20	25	15CrMo	12Cr1MoV	15Cr1MoV
20	122	130	147	147	
200	98	104	126	126	
250	89	95	119	119	
300	79	86	110	110	
350	74	79	104	104	
400	68	74	98	98	159
425	66	72	96	96	155
450	61	61	95	95	148
475			93	92	143
500			88	89	138
525			58	82	111
540				67	92

- 注: 1. 表中所列数值,均指符合相应标准或技术条件规定热处理的钢种。
 2. 铸钢的许用应力按查表数值降低 70%,经过特殊检查合格的铸钢,可偏高一些。

表 4-17-15 阀体壁厚附加裕量

$S_B - C$ (cm)	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤4.0
C (cm)	0.6	0.4	0.3	0.2

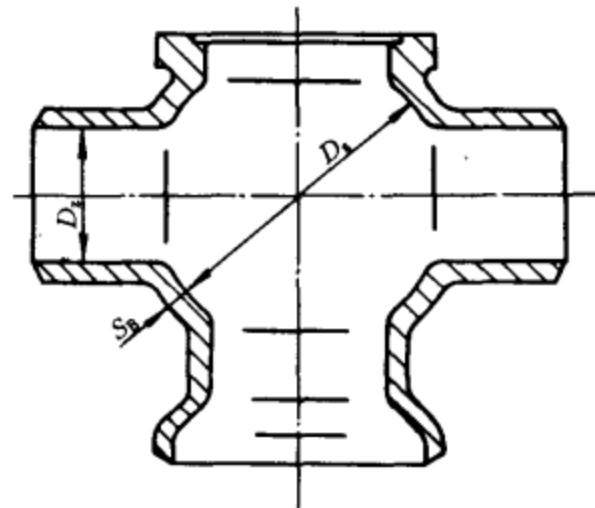


图 4-17-13 球形阀体

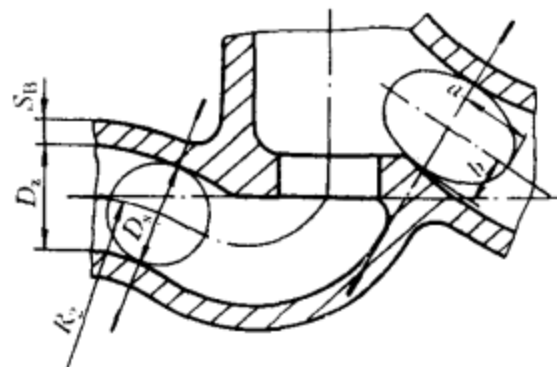


图 4-17-14 弯曲支管阀体

$$z_2 = 1 - \frac{D_2}{2R_2}$$

式中 z_2 ——削弱系数；

R_2 ——支管弯曲半径(cm)。

二、压力自紧密封计算

(一) 阀体顶部设计

1. 阀体顶部结构

见图 4-17-15 所示，一般取 $R_2 > 10\text{mm}$ ， α 为 30° 或 45° 。

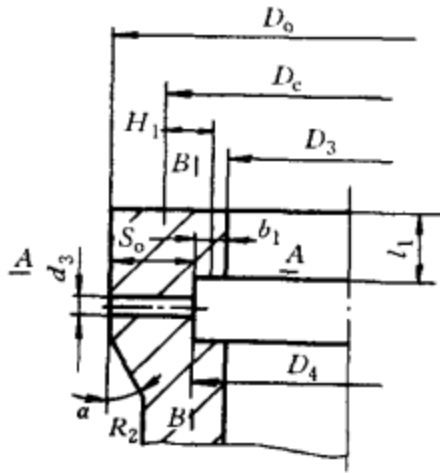


图 4-17-15 阀体顶部结构

2. 阀体顶部强度

阀体顶部要承受中腔介质压力作用力，危险断面为阀体放置四合环处，必须对该两断面进行强度校核计算。

(1) A—A 断面强度校核

$$\text{合成应力 } \sigma_z = \sigma_L + \sigma_{w\max} \leq [\sigma] \quad (4-17-35)$$

$$\begin{aligned} \text{拉应力 } \sigma_L &= \frac{\frac{1}{4}\pi D_3^2 p}{\pi S_0(S_0 + D_4) - 4S_0 d_3} \\ &= \frac{\pi D_3^2 p}{4\pi S_0(S_0 + D_4) - 16S_0 d_3} \end{aligned}$$

最大弯曲应力

$$\begin{aligned} \sigma_{w\max} &= \frac{\frac{1}{4}\pi D_3^2 p H_1}{6 \frac{\pi D_c}{\pi D_c} \left(-\frac{1}{2} C'_\varphi E''_\varphi - C_\varphi E'_\varphi\right)} S_0^2 \\ &= \frac{3D_3^2 H_1 p}{2D_c S_0^2} \left(-\frac{1}{2} C'_\varphi E''_\varphi - C_\varphi E'_\varphi\right) \end{aligned}$$

$$H_1 = Z_0 + 0.5b_1$$

$$\text{当 } \frac{D_0}{D_4} \leq 1.45 \text{ 时: } Z_0 = \frac{1}{4}(D_0 - D_4)$$

$$\text{当 } \frac{D_0}{D_4} > 1.45 \text{ 时: } Z_0 = \frac{D_0 - D_4}{6} \cdot \frac{2D_0 + D_4}{D_0 + D_4}$$

式中 σ_z ——断面合成应力(MPa)；

σ_L ——断面拉应力(MPa)；

$\sigma_{w\max}$ ——断面最大弯曲应力(MPa)；

H_1 ——载荷作用点至重心的距离(cm)；

Z_0 ——阀体顶部法兰径向截面重心离凹槽内周边距离(cm)；

D_0 、 D_3 ——端部法兰外径和凹槽内圆周面直径(cm)；

D_c ——端部法兰径向断面重心的圆周直径(cm)；

D_4 ——阀体自紧密封处内腔直径(cm)；

S_0 ——凹槽部分阀体的壁厚(cm)；

d_3 ——装拆孔直径(cm)；

C_φ 、 C'_φ 、 E'_φ 、 E''_φ ——系数，根据 βl_1 数值查表 4-17-

16，其中 β 为系数， $\beta = \sqrt{\frac{10.9}{D_c^2 S_0^2}}$ 。

(2) B—B 断面强度校核

切应力

$$\tau = \frac{\frac{1}{4}\pi D_3^2 p}{\pi D_4 l_1} = \frac{D_3^2 p}{4D_4 l_1} \leq [\tau] \text{ (MPa)} \quad (4-17-36)$$

弯曲应力

$$\sigma_w = \frac{3\left(\frac{1}{4}\pi D_3^2 p\right) b_1}{\pi D_4 l_1^2} = \frac{3D_3^2 b_1 p}{4D_4 l_1^2} \leq [\sigma_w] \text{ (MPa)}$$

(4-17-37)

式中 b_1 ——凸台宽度(cm)；

l_1 ——凸台高度(cm)；

$$[\tau] = 0.6[\sigma]$$

$$[\sigma_w] = 0.7[\sigma]$$

(二) 阀盖自密封处设计

1. 阀盖自密封处结构

见图 4-17-16 所示，一般取 α_1 为 30° 至 45° 。

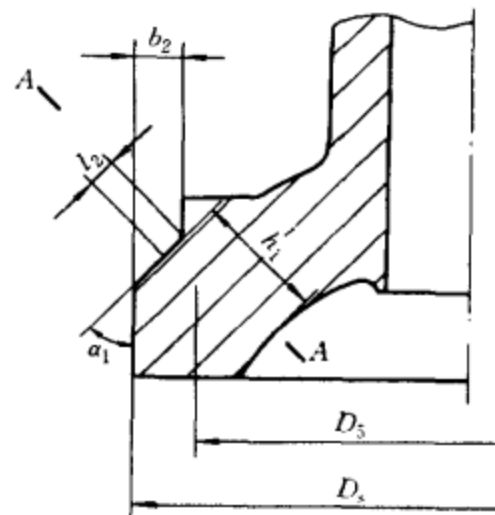


图 4-17-16 阀盖自密封

2. 阀盖自密封处的强度校核

阀盖自密封处强度校核，就是对危险断面合成应力的校核。