

2006 版新编

调节阀设计及应用实务全书

中国知识出版社

第四卷

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
12	计算内外径比值		K	$\frac{D_n + 2S'_B}{D_n}$	
13	轴向应力		σ_z	$\frac{p}{K^2 - 1} + Q_{FZ} / \frac{\pi}{4} (D_w^2 - D_n^2)$	MPa
14	关闭时阀杆总轴向力		Q_{FZ}	表 4-93 序号 1	N
15	计算外径		D_w	$D_n + 2S'_B$ (表 5-74 序号 19)	mm
16	许用合成应力	$[\sigma_z]$		$[\sigma]$	MPa
17	实际厚度	S_B		$S_B + C$	mm
18	腐蚀余量		C	设计给定	mm
19	实际外径	D_w		$D_n + 2S_B$	mm

注：1. $\sigma_z < [\sigma_z]$ ，为合格。

3. 内压自密封式阀盖(见图 2-5 和表 2-7)

4. 锻钢高压阀体中空(见图 2-6 和表 2-8)

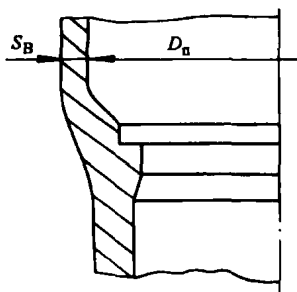


图 2-5 内压自密封式阀盖

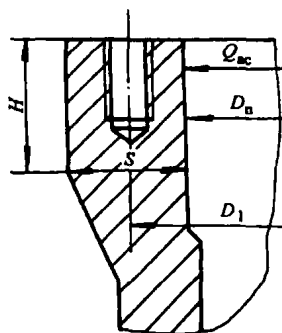


图 2-6 锻钢高压阀体中空结构

表 2-7 厚度 (厚壁圆筒形, T_1)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	预算厚度	S_0		$\frac{D_n}{2} (K_0 - 1)$	mm
2	计算内径		D_n	设计给定	mm
3	预算内外径比值		K_0	$\sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma] - \sqrt{3} p}}$	MPa
4	许用应力		$[\sigma]$	$\sigma_b / 4.25$ 或 $\sigma_s / 2.3$ 较小值	MPa
5	抗拉强度		σ_b		MPa
6	计算压力		p	PN 设计给定	MPa
7	计算厚度	S'_B		设计给定	mm
8	合成应力	σ_z		$\sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_r - \sigma_t)^2 + (\sigma_t - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2]}$	MPa
9	径向应力		σ_r	$-p$	MPa

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
10	切向应力		σ_t	$\frac{K^2+1}{K^2-1} \cdot p$	MPa
11	计算内外径比值		K	$(D_n+2S'_B)/D_n$	
12	轴向应力		σ_z	$\sigma_{z1}+\sigma_{z2}$	MPa
13			σ_{z1}	$p/(K^2-1)$	MPa
14			σ_{z2}	$Q_{Y1}/\frac{\pi}{4}D_n^2(K^2-1)$	MPa
15	必须预紧力		Q_{Y1}	表 5-86 序号 20	MPa
16	许用合成应力	$[\sigma_z]$		$[\sigma]$	N
17	实际厚度	S_B		S'_B+C	mm
18	腐蚀余量		C	设计给定	mm
19	实际外径	D_w		D_n+2S_B	mm

注：1. $\sigma_z < [\sigma_z]$ ，为合格。

2. $S_B > S'_B$ ，为合格。

表 2-8 边缘强度验算 (T_8)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	合成应力	σ_z		$\sigma_w+\sigma_L$	MPa
2	弯曲应力		σ_w	$0.614Q_{MR}/KD_nS^2$	MPa
3	密封环径向作用力		Q_{MR}	Q_{ac} ，表 5-86 序号 5	N
4	系数		K	$1.86/\sqrt{D_1S}$	
5	螺栓孔中心圆直径		D_1	表 5-121 序号 11；设计给定	mm
6	图示		S	设计给定	mm
7	计算内径		D_n	表 5-86 序号 2；设计给定	mm
8	拉应力		σ_L	$Q_{LZ}/\pi D_1S$	MPa
9	螺栓计算载荷		Q_{LZ}	表 5-121 序号 1	N
10	加强厚度高度	H'		$\pi/4K$	mm
11	实际加强厚度高度	H		设计选定	mm
12	许用弯曲应力	$[\sigma_w]$		查表 3-3 (或表 3-5)	MPa

注：1. $\sigma_z < [\sigma_w]$ ，为合格。

2. $H' < H$ ，为合格。

5. 锥形过渡部分(见图 2-7 和表 2-9)

六、厚壁球形体壁厚计算式

(见图 2-8 和表 2-10)

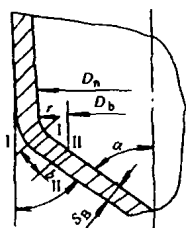


图 2-7 锥形过渡部分结构

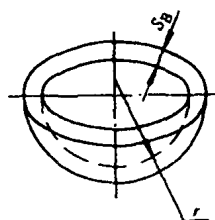


图 2-8 厚壁球形体结构

表 2-9 锥形过渡部分强度验算 (T₉)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	I-I 外弯曲应力	σ_{w1}		$\frac{\rho (D_n + 2S_B) K}{2 (S_B - C)}$	MPa
2	计算压力		ρ	表 4-90 序号 5; 设计给定	MPa
3	计算内径		D_n	表 4-86 序号 2; 设计给定	mm
4	实际厚度		S_B	设计选定	mm
5	腐蚀余量		C	设计给定	mm
6	形状系数		K	查表 4-93 (根据 r/D_n)	
7	过渡部分半径		r	设计给定	mm
8	I-I 处拉应力	σ_{L1}		$\rho D_b / 2 (S_B - C) \cos \alpha$	MPa
9	图示		D_b	设计给定 (根据 b)	mm
10	图示		b	设计给定 ($b \leq 10S_B$, b 不大于锥形部分母线长之半)	mm
11	许用弯曲应力	$[\sigma_w]$			MPa
12	许用拉应力	$[\sigma_L]$			MPa

注: $\sigma_{w1} < [\sigma_w]$, $\sigma_{L1} < [\sigma_L]$, 为合格。表 2-10 厚度 (厚壁球形体, T₁₀)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	计算厚度	S'_B		$\{2pr / (400 [\sigma_L] - p)\} + C$	mm
2	计算压力		ρ	设计给定	MPa
3	球形体的半径		r	设计给定	mm
4	许用拉应力		$[\sigma_L]$		MPa
5	腐蚀余量		C	设计给定	mm
6	实际厚度	S_B		设计选定	mm

注: 1. $S_B \geq S'_B$, 为合格。

2. 管路附件压力-温度额定值是根据材料相应温度下的许用应力制定的, 故不进行高温核算。

七、密封面、环上总作用力及计算比压计算式

($M_1 \sim M_8, H_1$)

八、平面密封

(见图 2-9 和表 2-11)

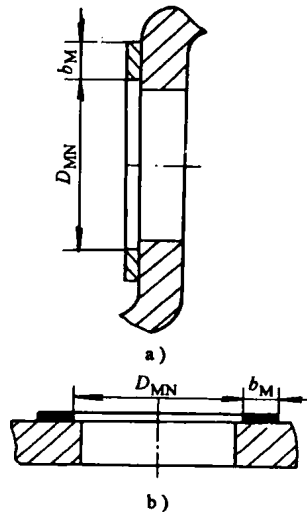


图 2-9 平面密封

a)垂直平面 b)水平平面

表 2-11 密封面上总作用力及计算比压 (M_1)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q_{MZ}		$Q_{MJ} + Q_{MF}$	N
2	密封面处介质作用力		Q_{MJ}	$\frac{\pi}{4} (D_{MN} + b_M)^2 p$	N
3	密封面内径		D_{MN}	设计给定	mm
4	密封面宽度		b_M	设计给定	mm
5	计算压力		p	P_N 设计给定	MPa
6	密封面上密封力		Q_{MF}	$\pi (D_{MN} + b_M) b_M q_{MF}$	N
7	密封面必需比压		q_{MF}		MPa
8	密封面计算比压	q		$Q_{MZ} / \pi (D_{MN} + b_M) b_M$	MPa
9	密封面许用比压	$[q]$			MPa

注： $q_{MF} \leq q \leq [q]$ ，为合格。

九、高压、带弹簧平面密封

(见图 2-10 和表 2-12)

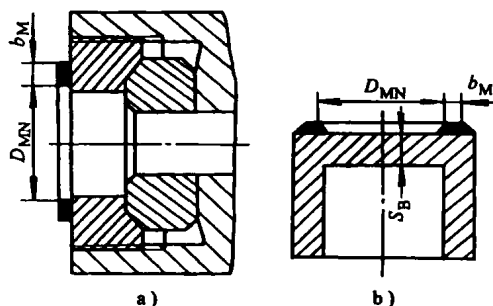


图 2-10 高压、带弹簧平面密封结构

a) 垂直密封平面 b) 水平密封平面

表 2-12 密封面上总作用力及计算比压 (高压、带弹簧, M_2)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q_{MZ}		$Q_{MJ} + Q_{MT}$	N
2	密封面处介质作用力		Q_{MJ}	$\frac{\pi}{4} (D_{MN} + b_M)^2 p$	N
3	密封面内径		D_{MN}	设计给定	mm
序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
4	密封面宽度		b_M	设计给定	mm
5	计算压力		p	P_N 设计给定	MPa
6	弹簧预紧力	Q_{MT}		$F_1 \frac{G}{8} \frac{d^4}{nD_2^3}$	N
7	预加变形量		F_1	设计给定	mm
8	材料切变模量		G	GB/T1239.2—1989	MPa
9	弹簧直径		d	设计给定	mm
10	弹簧中径		D_2	设计给定	mm
11	弹簧有效圈数		n	设计给定	圈
12	密封面必需比压	q_{MF}			MPa
13	密封面计算比压	q		$Q_{MZ} / \pi (D_{MN} + b_M) b_M$	MPa
14	密封面许用比压	$[q]$			MPa

注: $q_{MF} < q < [q]$, 为合格。

十、带有卸压阀的平面密封

(见图 2-11 和表 2-13)

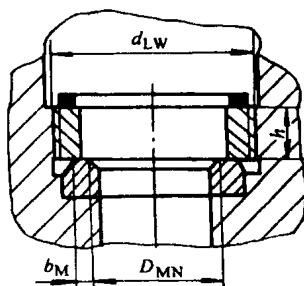


图 2-11 带有卸压阀的平面密封结构

十一、高压带有内旁通的平面密封

(见图 2-12 和表 2-14)

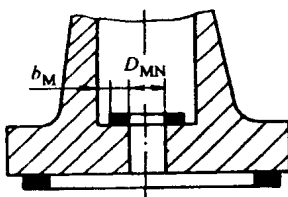


图 2-12 高压带有内旁通的平面密封结构

表 2-13 密封面上总作用力及计算比压 (带有卸压阀, M_3)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q_{M2}		$Q_{MF} + Q_{MJ}$	N
2	密封面上密封力	Q_{MF}		表 4-78 序号 8	N
3	密封面处介质作用力	Q_{MJ}		$\frac{\pi}{4} [(D_{MN} + b_M)^2 - d_F^2] p$	N
4	密封面内径		D_{MN}	设计给定	mm
5	密封面宽度		b_M	设计给定	mm
6	阀杆直径		d_F	设计给定	mm
7	计算压力		p	设计给定	MPa

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
8	密封面计算比压	q		$Q_{M2}/\pi (D_{MN}+b_S) b_S$	MPa
9	密封面必需比压	q_{MF}			MPa
10	密封面许用比压	$[q]$			MPa

注： $q_{MF} < q < [q]$ ，为合格。

表 2-14 密封面上总作用力及计算比压（高压， M_1 ）

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q_{M2}		$Q_{M1}+Q_{MF}$	N
2	密封面处介质作用力		Q_{M1}	$\frac{\pi}{4} (D_{MN}+b_M)^2 p$	N
3	密封面内径		D_{MN}	设计给定	mm
4	密封面宽度		b_M	设计给定	mm
5	计算压力		p	P_N 设计给定	MPa
6	密封面上密封力		Q_{MF}	$\pi (D_{MN}+b_M) b_M q_{MF}$	N
7	密封面必需比压		q_{MF}		MPa
8	密封面计算比压	q		$Q_{M2}/\pi (D_{MN}+b_M) b_M$	MPa
9	密封面许用比压	$[q]$			MPa

注： $q_{MF} < q < [q]$ ，为合格。

十二、球面或平面密封

（见图 2-13 和表 2-15）

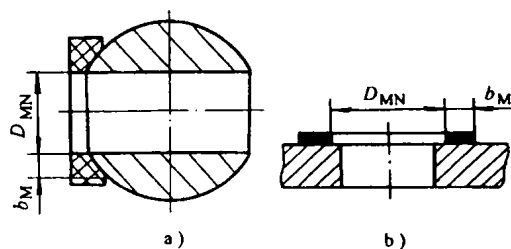


图 2-13 球面或平面密封结构

a) 球面密封 b) 平面密封

十三、隔膜阀密封面

（见图 2-14 和表 2-16）

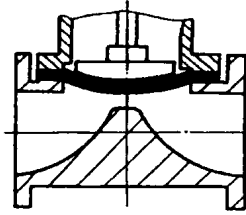


图 2-14 隔膜阀密封面结构

表 2-15 密封面上总作用力及计算比压 (M₅)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q_{M2}		Q_{M1}	N
2	密封面处介质作用力	Q_{M1}		$\frac{\pi}{4} (D_{MN} + b_M)^2 p$	N
3	密封面内径		D_{MN}	设计给定	mm
4	密封面宽度		b_M	设计给定	mm
序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
5	计算压力		p	PN 设计给定	MPa
6	密封面必需比压	q_{MF}			MPa
7	密封面计算比压	q		$Q_{M1} / \pi (D_{MN} + b_M) b_M$	MPa
8	密封面许用比压	$[q]$			MPa

注: $q_{MF} < q < [q]$, 为合格。

表 2-16 密封面上总作用力与计算比压 (M₆)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q_{M2}		$Q_{M1} + Q_{MF}$	N
2	密封面处介质作用力	Q_{M1}		$\frac{\pi}{4} r_k^2 p$	N
3	计算半径		r_N	方形 $1 \frac{1}{4} r_k$	mm
				圆形 $1 \frac{1}{8} r_k$	mm
4	中口半径		r_k	设计给定	mm
5	计算压力		p	PN 设计给定	MPa
6	密封面上密封力	Q_{MF}		$2.5 b_M r_N p$	N
7	密封面宽度		b_M	设计给定 (以阀瓣计算)	mm
8	密封面上计算比压	q		$Q_{M2} / 2 b_M r_N$	MPa
9	密封面必需比压	q_{MF}		$\frac{a + CPN}{\sqrt{b_M} / 10}$	MPa
10	系数		a		
11	系数		C		
12	密封面上许用比压	$[q]$			MPa

十四、锥面密封

(见图 2-15 和表 2-17)

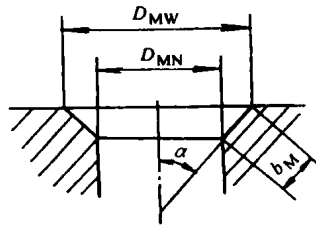


图 2-15 锥面密封结构

十五、球面密封

(见图 2-16 和表 2-18)

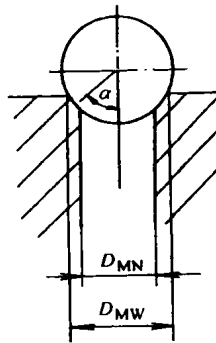


图 2-16 球面密封结构

十六、内压自封式密封环

(见图 2-17 和表 2-19)

表 2-17 密封面上总作用力及计算比压 (M₇)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q _{MZ}		Q _{MJ} +Q _{MF}	N
2	密封面上介质作用力		Q _{MJ}	表 4-78 序号 2	N
3	密封面内径		D _{MN}	设计给定	mm
4	密封面外径		D _{MW}	设计给定	mm
5	密封面锥半角		α	设计给定	
6	密封面宽度		b _M	设计给定	mm
7	计算压力		p	PN 设计给定	MPa
8	密封面上密封力		Q _{MF}	$\frac{\pi}{4} (D_{MW} - D_{MN}) (1 + f_M / \tan \alpha) q_{MF}$	N
9	密封面摩擦因数		f _M		
10	密封面计算比压	q		Q _{MZ} /sinα (D _{MW} +D _{MN}) πb _M	MPa
11	密封面必需比压	q _{MF}			MPa
12	密封面许用比压	[q]			MPa

注: q_{MF} ≤ q ≤ [q], 为合格。

表 2-18 密封面上总作用力及计算比压 (M₈)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封面上总作用力	Q _{MZ}		Q _{MJ} +Q _{MF}	N
2	密封面上介质作用力		Q _{MJ}	表 4-78 序号 2	N
3	密封面内径		D _{MN}	图示, 设计给定	mm
4	密封面外径		D _{MW}	图示, 设计给定	mm
5	密封面与球面接触半角		α	图示, 设计给定	
6	密封面宽度		b _M	设计给定	mm
7	计算压力		p	PN 设计给定	MPa
8	密封面上密封力		Q _{MF}	$\frac{\pi}{4} (D_{MW} - D_{MN}) (1 + f_M / \tan \alpha) q_{MF}$	N
9	密封面摩擦因数		f _M		
10	密封面计算比压	q		Q _{MZ} /sinα (D _{MW} +D _{MN}) πb _M	MPa
11	密封面上必需比压	q _{MF}			MPa
12	密封面上许用比压	[q]			MPa

注: q_{MF} ≤ q ≤ [q]

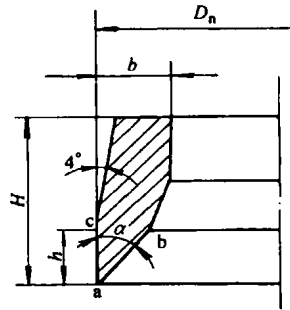


图 2-17 内压自封式密封环结构

第二节 阀杆强度核算计算式($G_1 \sim G_{12}$)

一、升降杆(明杆)强度验算

(见图 2-18 和表 2-20)

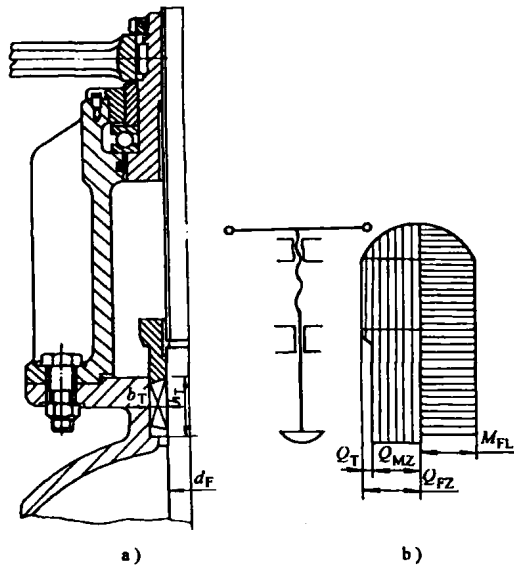


图 2-18 升降杆

a) 升降杆(明杆)结构 b) 升降杆(明杆)受力分析图

二、旋转升降杆(暗杆)强度验算

(见图 2-19 和表 2-21)

表 2-19 密封环上总作用力及计算比压 (自封式, H_1)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	密封环处介质作用力	Q_{D1}		$\frac{\pi}{4} D_n^2 p$	N
2	计算内径		D_n	设计给定	mm
3	计算压力		p	PN 设计给定	MPa
4	a-c 处计算比压	q_{ac}		Q_{ac}/F_{ac}	MPa
5	a-c 处计算载荷		Q_{ac}	$Q_{D1}/\tan(\alpha+\rho)$	N
6	密封环楔角		α	设计给定	
7	摩擦角		ρ	设计给定 ($f_p=0.2$)	
8	a-c 处计算面积		F_{ac}	$\pi D_n h_0$	mm ²
9	计算接触高度		h_0	设计给定 (取 $\frac{1}{2}h$)	mm
10	图示		h	设计给定	mm
11	a-b 处计算比压	q_{ab}		Q_{ab}/F_{ab}	MPa
12	a-b 处计算载荷		Q_{ab}	$Q_{D1} \frac{\cos \rho}{\sin(\alpha+\rho)}$	N
13	a-b 处计算面积		F_{ab}	$\pi (D_n - b_0) b_0 / \sin \alpha$	mm ²
14	计算接触宽度		b_0	设计给定 (取 $1/3b$)	mm
15	图示		b	设计给定	mm
16	密封环必需比压	q_{Y1}			MPa
17	密封环许用比压	$[q]$		$K\sigma_s$	MPa
18	系数		K	设计给定 (0.95)	

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
19	屈服点		σ_s		MPa
20	必需预紧力	Q_{YJ}		$\pi (D_n - b) q_{DJ} \cdot \frac{\sin(\alpha + \rho)}{\cos \rho}$	N
21	单位长度必需比压		q_{DJ}	设计给定 $\left(\begin{array}{l} \rho \leq 30 \\ \rho = 30 \sim 70 \end{array} \right)$	MPa

注: $q_{YJ} < q_{ac} < [q]$, $q_{YJ} < q_{ab} < [q]$ 为合格。

表 2-20 强度验算 (明杆, G_1)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	关闭时阀杆总轴向力	Q'_{FZ}		$K_1 Q_{MJ} + K_2 Q_{MF} + Q_P + Q_T$	N
2	开启时阀杆总轴向力	Q''_{FZ}		$K_3 Q_{MJ} + K_4 Q_{MF} - Q_P + Q_T$	N
3	阀杆最大轴向力	Q_{FZ}		取 Q'_{FZ} 及 Q''_{FZ} 中较大值	N
4	系数		$K_1 \sim K_4$		
5	密封面处介质作用力		Q_{MJ}	表 4-78 序号 2	N
6	密封面上密封力		Q_{MF}	表 4-78 序号 8	N
7	阀杆径向截面上介质作用力		Q_P	$\frac{\pi}{4} d_F^2 p$	N
8	阀杆直径		d_F	设计给定	mm
9	计算压力		p	P_N 设计给定	MPa
10	阀杆与填料摩擦力		Q_T	$\psi d_F b_T p$	N
11	系数		ψ		
12	填料深度		h_T	设计给定	mm
13	填料宽度		b_T	设计给定	mm
14	轴向应力	σ_L		Q'_{FZ} / F_S	MPa
15		σ_Y		Q''_{FZ} / F_S	MPa
16	阀杆最小截面积		F_S		mm
17	扭应力	τ_N		M'_{FL} / W_S	MPa
18	关闭时阀杆螺纹摩擦力矩		M'_{FL}	$Q'_{FZ} R_{FM}$	N · mm
19	螺纹摩擦半径		R_{FM}		mm
20	阀杆最小断面系数		W_S		mm ²
21	合成应力	σ_Z		$\sqrt{\sigma_Y^2 \text{ (或 } \sigma_L^2) + 4\tau_N^2}$	MPa
22	许用拉应力	$[\sigma_L]$			MPa
23	许用压应力	$[\sigma_Y]$			MPa
24	许用扭应力	$[\tau_N]$			MPa
25	许用合成应力	$[\sigma_Z]$			MPa

注: 1. $\sigma_L < [\sigma_L]$, $\tau_N < [\tau_N]$, $\sigma_Y < [\sigma_Y]$, $\sigma_Z < [\sigma_Z]$, 为合格。

2. 工作压力随工作温度而改变的比值, 比相应温度下材料许用应力改变的比值为大, 故不进行高温核算。

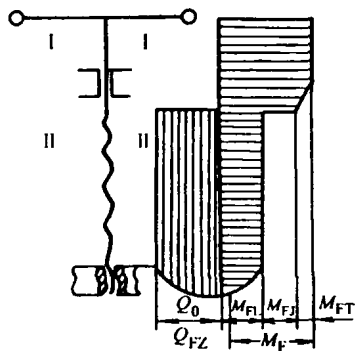


图 2-19 旋转升降杆（暗杆）受力分析图

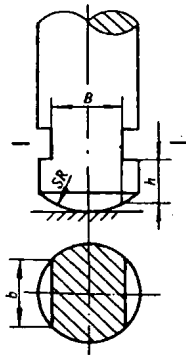


图 2-20 阀杆头部结构

三、阀杆头部强度验算

(见图 2-21 和表 2-22)

表 2-21 强度验算（暗杆，G₂）

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1~13				同表 5-78 序号 1~13	
14	关闭时阀杆总力矩	M_F		$M_{F1} + M_{FT} + M_{TJ}$	N·mm
15	开启时阀杆总力矩	M'_F		$M'_{F1} + M_{FT} + M_{TJ}$	N·mm
16	关闭时阀杆螺纹摩擦力矩		M_{F1}	$Q'_{FZ} R_{FM}$	N·mm
17	开启时阀杆螺纹摩擦力矩		M'_{F1}	$Q_{FZ} R_{FM}$	N·mm
18	螺纹摩擦半径		R_{FM}		mm
19			R'_{FM}		mm
20	阀杆与填料摩擦力矩		M_{FT}	$Q_T d_{FJ} / 2$	N·mm
21	阀杆凸肩摩擦力矩		M_{TJ}	$(Q'_{FZ} - Q_T) f_{TJ} \frac{d_{FJ}}{2}$	N·mm
22			M'_{TJ}	$(Q_{FZ} - Q_T) f_{TJ} \frac{d_{FJ}}{2}$	N·mm
23	凸肩摩擦因数		f_{TJ}		
24			f_{TJ}	$f_{TJ} + 0.1$	
25	阀杆凸肩平均直径		d_{FJ}	设计给定	mm
26	I-I 断面扭应力	τ_{N1}		M_F / W_{S1}	MPa
27				M'_F / W_{S1}	MPa
28	I-I (断面) 断面系数		W_{S1}		mm ³
29	I-I 断面轴向应力	$\sigma_{1.2}$		Q'_{FZ} / F_{S2}	MPa
30				Q_{FZ} / F_{S2}	MPa
31	I-I 断面截面积		F_{S2}		mm ²
32	I-I 断面扭应力	τ_{N2}		M_{F1} / W_{S2}	MPa
33				M'_{F1} / W_{S2}	MPa

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
34	I-I (断面) 断面系数		W_{S2}		mm^3
35	I-I 断面合成应力	$\sigma_{\Sigma 2}$		$\sqrt{\sigma_{1,2}^2 \text{ (或 } \sigma_{\nu 2}^2) + 4\tau_{N2}^2}$	MPa
36	许用拉应力	$[\sigma_L]$			MPa
37	许用压应力	$[\sigma_Y]$			MPa
38	许用扭应力	$[\tau_N]$			MPa
39	许用合成应力	$[\sigma_{\Sigma}]$			MPa

注: 1. $\sigma_{1,2} < [\sigma_L]$, $\tau_{N1} < [\tau_N]$, $\sigma_{\nu 2} < [\sigma_Y]$, $\tau_{N2} < [\tau_N]$, $\sigma_{\Sigma 2} < [\sigma_{\Sigma}]$, 为合格。

2. 工作压力随工作温度而改变的比值, 比相应温度下材料许用应力改变的比值为大, 故不进行高温核算。

表 2-22 头部强底验算 (G_3)

序号	名称	符号	式中符号	公式或索引	单位
1	剪应力	τ		$(Q'_{FZ} - Q_T) / 2bh$	MPa
2	开启时阀杆总轴向力		Q'_{FZ}	表 4-87 序号 2	N
3	阀杆与填料摩擦力		Q_T	表 4-87 序号 10	N
4	图示		b	设计给定	mm
5	图示		h	设计给定	mm
6	许用剪应力	$[\tau]$			MPa

注: 1. $\tau < [\tau]$, 为合格。

四、阀杆稳定性验算

(见图 2-21 和表 2-23)

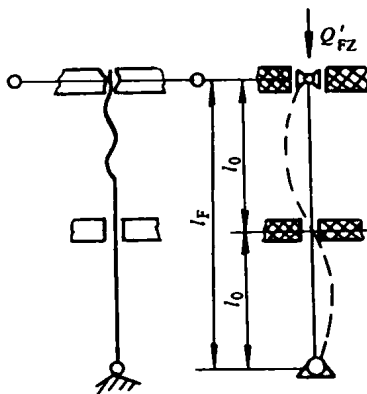


图 2-21 关闭时阀杆受力分析图

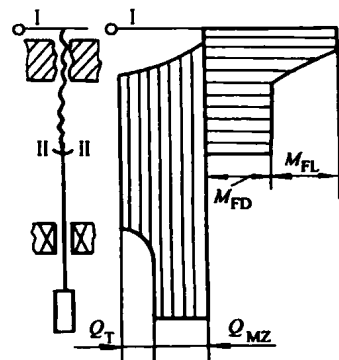


图 2-22 平行式升降杆闸阀阀杆受力分析图