

# 第11章 煤气管道的修理

## 第1节 管道修理的技术要求

1) 管子应采用：无缝钢管 (GB8162—87)、水煤气输送钢管 (GB3091~3092—82)、电焊接管 (YB242—63)、螺旋焊管 (SYB10004—63)。

2) 管道用法兰和法兰盖 (堵板) 应分别符合 JB81—59 和 JB86—59。

3) 管道使用的阀门，在安装前应按出厂试验标准进行水压强度试验，并按公称压力，用空气进行严密性试验。试验合格后方可安装。如不合格，必须进行研磨或加工，直到合格为止。

4) 管道组装与焊接。

① 管道在组装过程中，应随时清除落入管道内的杂物。当施工间断或每日收工时，应将两端管口临时封死。

② 管道的壁厚小于或等于 3.5mm 时可不开坡口，但对口间隙必须保证 1~1.5mm。当壁厚大于 3.5mm 时，应加工成 V 形坡口，其尺寸一般应符合表 11-1-1 的要求。

③ 手工切割坡口时，边缘毛刺、熔渣、锯齿

等，应进行加工，保证管口的平整，凸凹误差为 ±1mm。管口边 30mm 范围内的管子表面应清除油漆和锈斑等脏物。

④ 管道对接错口值不应大于壁厚的 20%，对焊接管最大不超过 2mm。

⑤ 两根管子对接焊时，两管的纵向焊缝应错开，在管道的焊缝上不应接焊支管，所有焊缝之间的距离不应小于 80mm。

⑥ 穿越铁路、公路的管段，应尽量减少环向焊口。

⑦ 管道焊接时所用焊条，一般应符合以下要求：

管道材质	Q215-A、 10号钢	Q235-A、 20号钢	16Mn
电焊条标号	T42-X	T50-X	T55-X

⑧ 使用的焊条应有出厂合格证。如没有则应作焊条的化学成分和机械性能试验，试验结果符合规定时方可使用。

⑨ 管道所有的焊口，均必须进行外观质量检查，其质量标准应符合表 11-1-2 所列的要求。

表 11-1-1 管道坡口尺寸

管壁简图	壁 厚 $\delta$ (mm)	间 隙 $a$ (mm)	钝 边 $b$ (mm)	坡口角度 $\beta$ (rad)
	4~6	2	1~1.5	1.047198~1.22173
	7~10	2~3	1.5~2	1.047198~1.22173

表11-1-2 焊缝外部质量标准

项 目	质 量 标 准
焊缝宽度	管壁厚度(mm) 3.5~4    5    6    7    8
	焊缝宽度(mm) 5~6    10~12    11~13    11~14    12~15
焊缝高度	不大于壁厚的40%，仰焊部位不大于5mm
咬 边	深度0.5mm，连续长度不大于40mm，总长度不大于150mm
裂 纹	不允许
表面气孔	深度1mm，且不多于5个

## 第2节 常用计算公式和 计算表

### (一) 常用计算公式

常用计算公式见表11-2-1。

图11-2-1 根据公式  $d_s = 804 \frac{p_2}{p - p_2}$  绘制

式中  $d_s$ ——工作状态下饱和气体的含湿量 (g / Nm<sup>3</sup>干气)；

$p_2$ ——温度  $t$  °C时水蒸汽分压 (kPa)；

$p$ ——饱和气体的绝对压力 (kPa)；

用法：由已知的气体压力换算成绝对压力与温度标尺做连线，延伸与  $d_s$  标尺相交，交点即所求的  $d_s$  值。

例  $p = 112.8 \text{ kPa}$ ， $t = 30^\circ\text{C}$ ，由图解法求得  $d_s = 31.5 \text{ g / Nm}^3$  干气。

图11-2-2根据公式  $k_v = \left(1 + \frac{d_s}{804}\right) \left(\frac{273+t}{273}\right)$

$\times \frac{101.332}{p}$  绘制。

式中  $d_s$ ——工作状态下饱和气体含湿量 (g / Nm<sup>3</sup>干气)；

$t$ ——饱和气体温度 (°C)；

$p$ ——饱和气体绝对压力 (kPa)。

使用方法：由右侧辅图  $p$  出发，引垂线与已知温度线相交，由此交点引水平线与  $p - p_2$  标尺交一点 (a)；再由 (a) 点与  $t$  标尺之已知温度点划直线，与  $k_v$  标尺的交点即为所求的  $k_v$  值。

例  $p = 112.8 \text{ kPa}$ ， $t = 40^\circ\text{C}$ ，用图解法求得  $k_v = 1.1$ 。

表11-2-1 煤气管道常用计算公式

序号	计算内容	计 算 公 式	备 注
1	管子内径	$d = \sqrt{\frac{Q_0}{2826v_0}} \text{ (m)}$	$v_0$ 选择 $D_g 200 \sim 400$ 时取 4~10 (m/s) $D_g 500 \sim 800$ 6~14 (m/s) $D_g 900 \sim 1200$ 8~18 (m/s) $D_g 1300 \sim 1500$ 11~20 (m/s)
2	直管段的压力降	$\Delta p_1 = 9.8\lambda \cdot \frac{v_0^2}{2g} \cdot \frac{L}{d} (\rho_0 + d_s) \cdot k_v \text{ (Pa)}$	$\lambda$ ——摩擦系数 对于净煤气管道 $\lambda = 0.3$

(续)

序号	计算内容	计算公式	备注
3	局部压力降	$\Delta p_0 = 9.8 \xi \cdot \frac{v_0^2}{2g} (\rho_0 + d_c) \cdot k_0 \quad (\text{Pa})$	$\xi$ ——局部阻力系数见表
4	单根管道的跨距 (按强度条件决定支架最大允许跨距)	$l = \sqrt{\frac{k[\sigma]_m \cdot Z \cdot \phi}{100q}} \quad (\text{m})$	$k$ ——弯距系数的倒数 对于中间跨(包括中间固定点) $k = 10$ 对于端跨(包括补偿器处) $k = 8$ 对于平面转弯跨 $k = 6.5$ , 但支点到管道转折中心距离不应大于直径的2倍或1m
5	单根管道的跨距 (按刚度条件决定支架最大允许跨距)	$l = \sqrt[3]{\frac{48EJi}{9.8 \cdot 10^4}} \quad (\text{m})$	$i$ ——管道坡度, 取0.003~0.005
6	管道的补偿量	$\Delta l = \alpha (t_1 - t_2) L \quad (\text{cm})$	$\alpha$ ——管道线膨胀系数( $\text{cm}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) 当 $t < 75^\circ\text{C}$ 时 $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$ $t_1$ ——管壁计算最高温度 $t_1 = 60^\circ\text{C}$ $t_2$ ——当地采暖室外计算温度( $^\circ\text{C}$ )

注: 表中符号

 $Q_0$ ——标准状态下的煤气流量 ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ); $v_0$ ——标准状态下煤气流速( $\text{m}/\text{s}$ ); $L$ ——管道长度( $\text{m}$ ); $\rho_0$ ——标准状态下的煤气密度 ( $\text{kg}/\text{Nm}^3$ ); $d_c$ ——工作状态下的煤气含湿量( $\text{g}/\text{Nm}^3$ ), 见图11-2-1; $k_0$ ——体积校正系数, 见图11-2-2; $g$ ——落体重力加速度  $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ; $d$ ——管道内径 ( $\text{m}$ ); $q$ ——计算荷载 ( $\text{kg}/\text{m}$ ), 包括基本计算荷载及预留荷载; $[\sigma]$ ——许用弯曲应力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) 表11-2-15。

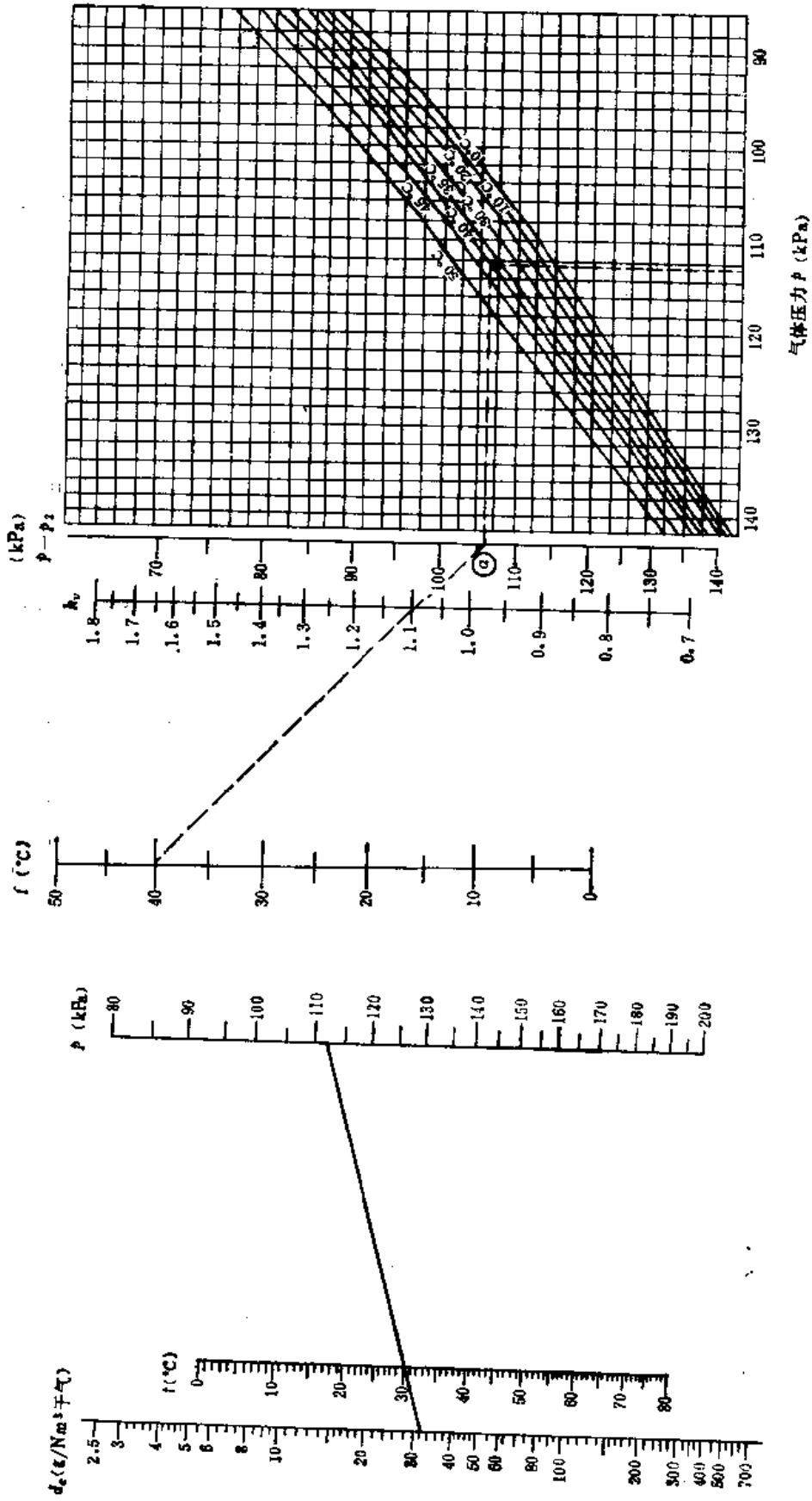


图11-2-1 工作状态下的煤气含湿量

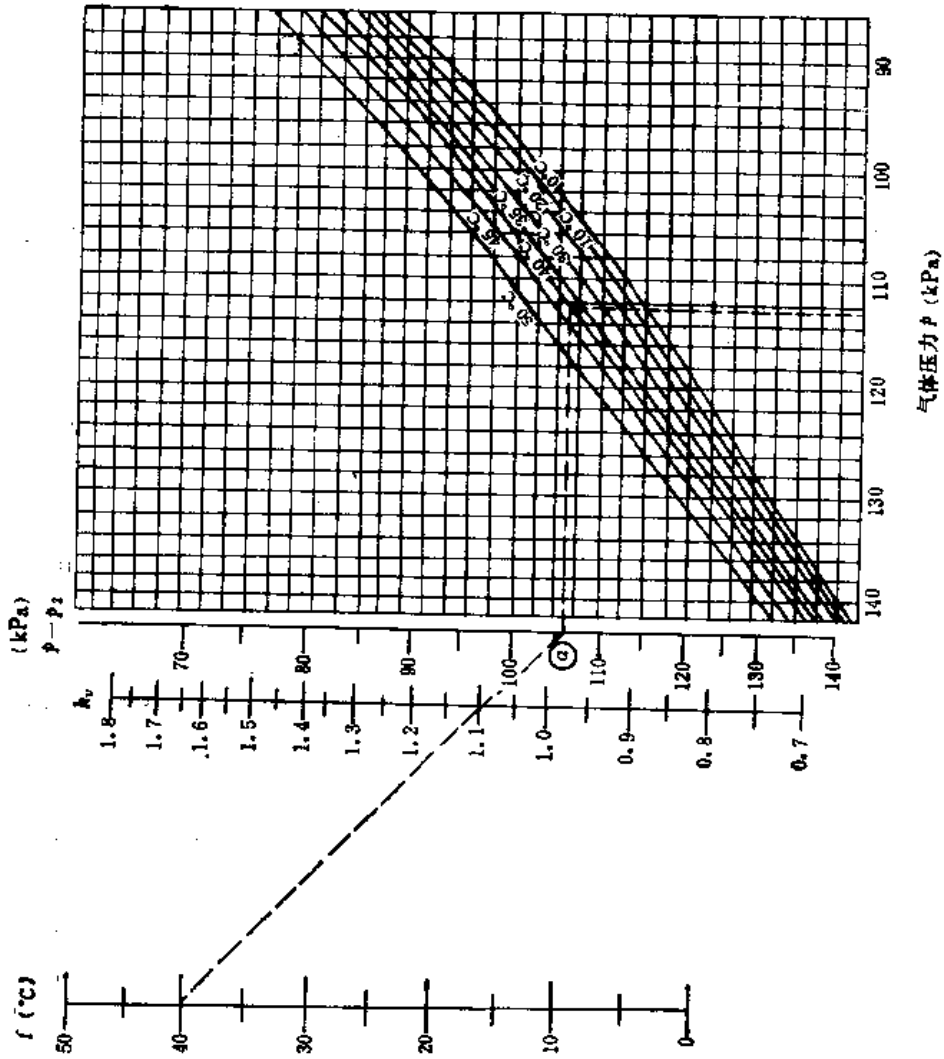


图11-2-2 工作状态下的饱和和气体体积换算系数 $k_g$ 计算图

## (二) 常用计算表

- 1) 煤气管道的流量计算列于表11-2-2。
- 2) 100m净煤气直管段的煤气压力降及修正系数分别列于表11-2-3和表11-2-4。
- 3) 局部阻力系数列于表11-2-5。
- 4) 冷、热煤气管道的技术特性分别列于表11-2-6和表11-2-7。

5) 煤气管道与其它管道、电缆的最小净距列于表11-2-8~表11-2-11。

6) 标准压力下不同温度的水蒸汽在饱和气体中的分压力列于表10-2-12。

7) 管道断面惯性矩和断面系数分别列于表10-2-13和表10-2-14。

8) 钢材的力学性能及许用应力列于表10-2-15。

表11-2-2 煤气管道的流量计算表

公称直径 (mm)	速度 (m/s)													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
32	7.1	10.7	14.3	17.8	21.4	24.9	28.5	32.1	35.6	39.2	42.8	46.3	49.9	53.5
40	9.5	14.2	19.0	23.8	28.5	33.3	38.0	42.8	47.5	52.3	57.0	61.8	66.5	71.3
50	15.9	23.8	31.8	39.7	47.6	55.6	63.5	71.5	79.4	87.4	95.3	103.2	111.2	119.1
70	23.9	35.8	47.8	59.7	71.7	83.6	95.6	107.5	119.4	131.4	143.3	155.3	167.2	179.2
80	36.6	55.0	73.3	91.6	109.9	128.3	146.6	164.9	183.3	201.6	219.9	238.2	256.5	274.9
100	63.5	95.3	127.1	158.8	190.6	222.4	254.1	285.9	317.7	349.4	381.2	413	444.7	476.5
125	97.1	145.6	194.1	242.6	291.1	339.6	388.2	436.7	485.2	533.7	582.2	630.8	679.3	727.8
150	137.6	206.4	275.2	344	412.8	481.6	550.5	619.3	688.1	756.9	825.7	894.5	963.3	1032.1
200	242.3	363.5	484.6	605.8	726.9	848.1	969.2	1090.4	1211.5	1332.7	1453.8	1575	1696.1	1817.3
250	379.1	568.6	758.2	947.7	1137.2	1326.8	1516.3	1705.9	1895.4	2084.9	2274.5	2464	2653.6	2843.1
300	540	810	1080	1350	1620	1890	2160	2430	2700	2970	3240	3510	3780	4050
350	753	1130	1507	1883	2260	2637	3013	3390	3767	4144	4520	4897	5274	5650
400	969	1450	1938	2423	2908	3392	3877	4361	4846	5331	5815	6300	6785	7269
500	1511	2287	3023	3779	4534	5290	6046	6802	7557	8313	9069	9825	10580	11336
600	2167	3250	4333	5417	6500	7584	8667	9750	10834	11917	13000	14084	15167	16250
700	2835	4252	5669	7086	8504	9921	11339	12756	14173	15590	17007	18425	19842	21259
800	3692	5538	7384	9230	11076	12922	14767	16613	18459	20305	22151	23997	25843	27689
900	4642	6963	9283	11604	13926	16246	18567	20888	23209	25529	27850	30171	32492	34813
1000	5720	8580	11440	14300	17160	20020	22880	25740	28600	31460	34320	37180	40040	42900
1100	6914	10371	13827	17284	20741	24198	27655	31112	34569	38026	41482	44939	48396	51853
1200	8220	12330	16440	20551	24661	28772	32882	36992	41102	45213	49323	53433	57543	61654

注：1. 概略计算时，一般可不考虑压力修正系数。

2.  $D_N150$ 以上为无缝管。

3.  $D_N500$ 以上为焊接钢管。

表11-2-3 100m净煤气直管段的压力降

管径×壁厚 (mm)	管道截面积 $F_0$ ( $m^2$ )	煤气流速 $v_0$ ( $Nm^3/s$ )	煤气流量 $Q_0$ ( $Nm^3/h$ )	压力降 $\Delta P_{100}$ (Pa)					
				$Q_H^p = 5025$ $\rho_0 = 1.24$	$Q_H^p = 5860$ $\rho_0 = 1.19$	$Q_H^p = 6700$ $\rho_0 = 1.13$	$Q_H^p = 7500$ $\rho_0 = 1.08$		
108×4	0.0079	2	56.5	92.1	88.2	84.3	80.4		
		3	84.8	207.8	198.9	190.1	181.5		
		4	113.0	368.5	354.8	337.1	323.4		
		5	141.3	574.3	553.7	527.2	504.7		
		6	169.6	830.1	797.7	758.5	727.2		
		7	197.8	1129	1086	1033	988.9		
		8	226.1	1475	1418	1349	1292		
		9	254.3	1867	1794	1707	1636		
		133×4	0.0156	2	88.3	73.5	70.6	67.6	64.7
3	132.5			165.6	159.7	151.9	145.0		
4	176.6			295	283.2	266.6	258.7		
5	220.8			460.6	443.0	421.4	400.8		
6	264.9			663.5	638.0	606.6	581.1		
7	309.1			903.6	868.3	826.1	791.8		
8	353.3			1180	1135	1079	1034		
9	397.4			1494	1436	1366	1308		
159×4.5	0.0225			2	127.2	61.7	58.8	55.9	53.9
		3	190.8	138.2	133.3	126.4	121.5		
		4	254.3	246.0	236.2	224.4	215.6		
		5	317.9	384.2	369.5	351.8	336.1		
		6	381.5	552.7	532.1	505.7	484.1		
		7	445.1	752.6	724.2	688.9	659.5		
		8	508.7	983.9	945.7	899.6	861.4		
		9	572.3	1245	1197	1139	1090		
		219×6	0.0428	2	242.2	44.1	43.1	41.2	39.2
3	363.3			100.0	96.0	92.1	88.2		
4	484.4			178.4	171.5	162.7	155.8		
5	605.5			278.3	267.5	254.8	244.0		
6	726.5			400.8	384.2	366.5	350.8		
7	847.6			545.9	524.3	498.8	478.2		
8	968.7			712.5	685.0	651.7	624.3		
9	1090			901.6	867.3	825.2	790.0		
273×7	0.0671			3	568.7	80.4	77.4	73.5	70.6
		4	758.3	143.1	138.2	131.3	124.5		
		5	947.9	224.4	215.6	204.8	195.0		
		6	1137	322.4	310.7	295.0	280.3		
		7	1327	439.0	422.4	401.8	382.2		
		8	1517	574.3	551.7	525.3	498.8		
		9	1706	726.2	698.7	664.4	631.1		
		10	1896	896.7	862.4	820.3	779.1		
		325×8	0.0955	4	1079	119.6	114.7	108.8	104.9
				5	1349	186.2	179.3	170.5	163.7
6	1619			268.5	257.7	245.9	235.2		
7	1889			365.5	351.8	334.2	316.5		
8	2159			477.3	458.6	437.1	414.5		
9	2428			604.7	581.1	552.7	529.2		
10	2698			745.8	716.4	682.1	653.7		
11	2968			902.6	867.3	825.2	780.9		

(续)

管径×壁厚 (mm)	管道截面积 $F_0$ ( $m^2$ )	煤气流速 $v_0$ ( $Nm^3/s$ )	煤气流量 $Q_0$ ( $Nm^3/h$ )	压力降 $\Delta P_{100}$ (Pa)			
				$Q_H^P = 5025$ $\rho_0 = 1.24$	$Q_H^P = 5860$ $\rho_0 = 1.19$	$Q_H^P = 6700$ $\rho_0 = 1.13$	$Q_H^P = 7500$ $\rho_0 = 1.08$
377×6	0.1332	4	1506	100.9	97.0	92.1	88.2
		5	1882	157.8	151.9	144.1	138.2
		6	2259	227.4	218.5	207.8	198.9
		7	2635	309.7	297.9	283.2	271.5
		8	3012	403.8	388.1	369.5	353.8
		9	3388	511.6	492.0	467.5	447.9
		10	3765	631.1	606.6	577.2	552.7
		11	4141	764.4	735.0	698.7	669.3
		5	2422	139.2	134.3	127.4	121.5
		6	2906	200.9	193.1	183.3	175.4
		7	3391	272.4	262.6	249.9	239.1
8	3875	356.7	343.0	326.3	311.6		
426×6	0.1714	9	4359	450.8	433.2	412.6	394.9
		10	4844	556.6	535.1	509.6	488.0
		11	5328	673.3	647.8	616.4	590.0
		12	5812	801.6	770.3	733.0	702.7
		6	4532	160.7	153.9	147.0	140.1
		7	5288	218.5	209.7	200.0	191.1
		8	6043	285.2	274.4	260.7	249.9
529×6	0.2673	9	6798	360.6	321.3	330.3	316.5
		10	7554	445.9	428.3	407.7	390.0
		11	8309	539.0	518.4	492.9	472.4
		12	9064	641.9	617.4	587.0	562.5
		13	9820	753.6	724.2	688.9	659.5
		6	6476	134.3	129.4	122.5	117.6
		7	7555	182.3	175.4	167.6	159.7
630×6	0.3819	8	8635	239.1	229.3	218.5	208.7
		9	9714	301.8	290.1	276.4	264.6
		10	10793	373.4	358.7	341.0	326.3
		11	11872	451.8	434.1	412.6	394.9
		12	12952	537.0	516.5	490.9	470.4
		13	14031	630.1	605.6	576.2	551.7
		7	9916	159.7	152.9	146.0	140.1
720×6	0.5013	8	11333	200.0	200.0	190.1	182.3
		9	12749	263.6	253.8	241.1	231.3
		10	14166	325.4	312.6	297.9	285.2
		11	15582	394.0	378.3	360.6	345.0
		12	16999	468.4	450.8	428.3	410.6
		13	18415	549.8	529.2	502.7	482.2
		14	19832	638.0	617.4	583.1	558.6
		7	12915	140.1	134.3	127.4	122.5
820×6	0.6529	8	14760	182.3	175.4	166.6	159.7
		9	16605	231.3	222.5	211.7	202.9
		10	18450	285.2	274.4	260.7	250.0
		11	20295	345.0	332.2	315.6	301.8
		12	22140	410.6	394.9	375.3	360.0
		13	23985	482.2	463.5	441.0	422.4
		14	25830	560.0	537.0	511.6	490.0

(续)

管径×壁厚 (mm)	管道截面积 $F_0$ ( $m^2$ )	煤气流速 $v_0$ ( $Nm^3/s$ )	煤气流量 $Q_0$ ( $Nm^3/h$ )	压力降 $\Delta P_{100}$ (Pa)			
				$Q_H^f = 5025$ $\rho_0 = 1.24$	$Q_H^f = 5860$ $\rho_0 = 1.19$	$Q_H^f = 6700$ $\rho_0 = 1.13$	$Q_H^f = 7500$ $\rho_0 = 1.08$
920×6	0.8245	8	18639	162.7	155.8	148.9	142.1
		9	20969	205.8	197.9	188.2	180.2
		10	23299	253.8	244.0	232.3	222.5
		11	25629	306.7	295.0	281.3	270.0
		12	27959	365.5	351.8	334.2	320.5
		13	30289	429.2	411.6	392.0	375.3
		14	32619	497.8	478.2	454.7	436.1
		15	34949	571.3	548.8	522.3	500.0
1020×6	1.0161	6	17228	82.3	79.4	75.5	72.6
		8	22971	145.0	141.1	134.3	128.4
		10	28714	228.3	219.5	208.7	200.0
		12	34457	329.3	316.5	300.9	288.1
		14	40200	477.9	431.2	409.6	393.0
		16	45942	585.1	562.5	535.1	512.5
		18	51685	740.9	712.5	677.2	648.8
		20	57428	914.3	879.1	836.9	800.7
1120×6	1.2277	6	20816	74.5	71.5	68.6	65.7
		8	27765	133.3	128.4	121.5	116.6
		10	34694	207.8	200.0	190.1	182.3
		12	41633	300.0	288.1	274.4	262.6
		14	48571	407.7	392.0	373.4	355.7
		16	55510	532.1	511.6	487.1	466.5
		18	62449	674.2	647.8	616.4	590.0
		20	69388	832.0	799.7	761.5	729.1
1220×6	1.4593	8	32891	122.5	117.6	111.7	106.8
		10	41239	191.1	183.3	174.4	167.6
		12	49487	274.4	264.6	250.9	241.1
		14	57734	374.4	359.7	342.0	327.3
		16	65982	480.0	469.4	446.9	428.3
		18	74230	618.4	593.9	565.5	541.9
		20	82478	763.4	734.0	697.8	669.4
		22	90725	923.2	887.9	844.8	808.5
1320×6	1.7109	8	43514	143.1	137.2	130.3	125.4
		10	48349	178.4	169.5	160.7	153.9
		12	58019	253.3	244.0	232.3	222.5
		14	67689	345.0	332.2	315.6	302.8
		16	77358	450.8	434.1	412.6	394.9
		18	87028	571.3	548.8	522.3	499.8
		20	96698	704.6	677.2	644.8	617.4
		22	106368	852.6	820.3	780.1	746.8
1420×6	1.9825	9	50422	132.3	127.4	121.5	116.6
		10	56024	163.7	157.8	149.9	143.1
		12	67229	209.7	226.4	215.6	206.8
		14	78434	320.5	308.7	293.0	281.3
		16	89639	419.4	402.8	383.2	367.5
		18	100844	530.2	509.6	485.1	464.5
		20	112049	654.6	629.2	598.8	573.3
		22	123254	792.8	761.5	724.2	693.8

注：1. 根据公式： $\Delta P_{100} = 1.7905 \frac{v_0^2}{d} (\rho_0 + 0.04745) (Pa)$  计算。

2. 煤气温度  $t = 35^\circ C$ ，绝对压力  $P = 101.332 kPa$ ，相对含湿量  $d_c = 0.04745 kg/Nm^3$ 。



表11-2-4 压力降修正系数k

煤气温度 <i>t</i> (°C)	煤气绝对压力 $P_{dp} + P$ (Pa)	k 值			
		$Q_H^p = 5025$ $\rho_0 = 1.24$	$Q_H^p = 5860$ $\rho_0 = 1.19$	$Q_H^p = 6700$ $\rho_0 = 1.13$	$Q_H^p = 7500$ $\rho_0 = 1.08$
30	102900	0.944	0.943	0.943	0.942
	107800	0.898	0.897	0.897	0.896
	112700	0.856	0.856	0.855	0.855
	117600	0.818	0.818	0.817	0.817
	122500	0.784	0.783	0.783	0.782
35	102900	0.982	0.982	0.982	0.982
	107800	0.933	0.933	0.933	0.933
	112700	0.889	0.889	0.889	0.889
	117600	0.849	0.849	0.848	0.848
	122500	0.812	0.812	0.812	0.812
40	102900	1.028	1.029	1.029	1.030
	107800	0.976	0.976	0.977	0.977
	112700	0.928	0.929	0.929	0.929
	117600	0.886	0.886	0.886	0.886
	122500	0.846	0.846	0.847	0.847
45	102900	1.086	1.087	1.089	1.090
	107800	1.029	1.030	1.031	1.032
	112700	0.977	0.978	0.978	0.980
	117600	0.930	0.931	0.932	0.933
	122500	0.888	0.888	0.889	0.889
50	102900	1.160	1.162	1.165	1.167
	107800	1.096	1.098	1.100	1.102
	112700	1.038	1.040	1.042	1.044
	117600	0.987	0.988	0.990	0.991
	122500	0.940	0.941	0.942	0.944
55	102900	1.256	1.260	1.264	1.269
	107800	1.183	1.186	1.190	1.194
	112700	1.117	1.120	1.123	1.127
	117600	1.059	1.061	1.064	1.067
	122500	1.006	1.008	1.011	1.013
60	102900	1.386	1.391	1.399	1.405
	107800	1.298	1.303	1.310	1.316
	112700	1.221	1.226	1.231	1.237
	117600	1.153	1.157	1.162	1.167
	122500	1.092	1.095	1.100	1.104

注：本表根据  $k = \frac{\rho_0 + d_s}{\rho_0 + 0.04745} \times \frac{273 + t}{273 + 35} \times \frac{101332}{P_{dp} + P} \times \frac{0.804 + d_c}{0.8515}$  计算

式中  $Q_H^p$ ——煤气发热(kJ/Nm<sup>3</sup>)；

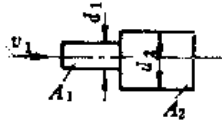
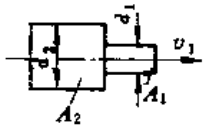
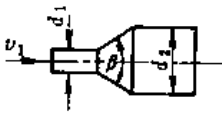


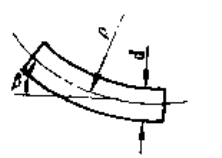
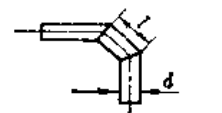
$\rho_0$ ——标准状况下煤气密度(kg/Nm<sup>3</sup>)；

$P_{dp}$ ——地区大气压力(Pa)；

$P$ ——煤气压力(Pa)；

$d_s$ ——工作状态下煤气含湿量(kg/Nm<sup>3</sup>)。

表11-2-5 局部阻力系数

名称	简图	阻力系数 $\zeta$								
突然扩大		$\zeta = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$								
		$A_1/A_2$	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	
		$\zeta$	0.81	0.64	0.36	0.25	0.16	0.04	0	
突然缩小		$\zeta = 0.5 \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)$								
		$A_1/A_2$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
		$\zeta$	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
逐渐扩大		$d_2/d_1$	$\beta$							
			$10^\circ \sim 15^\circ$		$20^\circ \sim 30^\circ$			$45^\circ \sim 90^\circ$		
		1.25~1.75	0.05		0.15			0.45		
	2.0~2.50	0.1		0.3			0.7			
逐渐收缩		$l/d_1$	$\beta$							
			$10^\circ$	$30^\circ$	$60^\circ$	$100^\circ$				
		0.05 0.10 0.60	0.45 0.40 0.28	0.36 0.25 0.13	0.30 0.18 0.12	0.35 0.27 0.23				
焊接弯头		$\beta$	$15^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$	
		$\zeta$	0.06	0.10	0.17	0.32	0.68	1.06	1.27	
圆角弯头		$\beta$	$r/d$							
			1	1.5	2	3	4	5		
		$30^\circ$	0.14	0.11	0.092	0.076	0.063	0.055		
		$45^\circ$	0.19	0.15	0.13	0.11	0.088	0.077		
		$60^\circ$	0.23	0.18	0.16	0.13	0.11	0.094		
	$90^\circ$	0.30	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12			
90° 焊接弯头 (一块板)		$t/d$	0.710	0.943	1.174	1.420	1.500	1.850		
		$\zeta$	0.510	0.415	0.384	0.377	0.376	0.390		

(续)

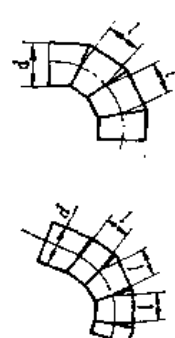
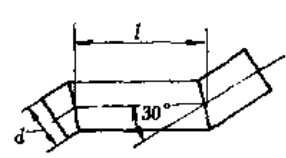
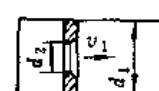
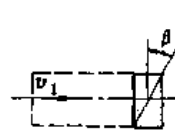

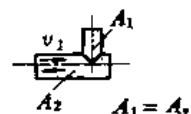
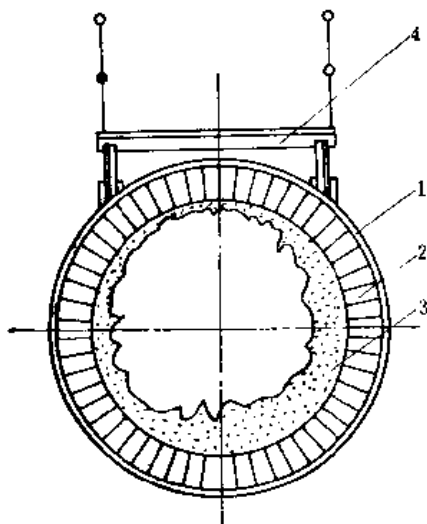
名称	简图	阻力系数 $\zeta$														
90°焊接弯头 (二块板)																
		$l/d$	1.23	1.44	1.67	1.70	1.91	2.37								
		$\zeta$	0.347	0.320	0.300	0.299	0.312	0.337								
焊接弯头																
		$l/d$	1.23	1.67	2.37	3.77	5 以上									
		$\zeta$	0.300	0.378	0.264	0.242	0.242									
流量孔板																
		$d_1/d_2$	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	$d_1/d_2 > 3$							
		$\zeta$	0.9	5.5	14	30	90	195	$\left(\frac{d_1^2}{0.61d_2^2} - 1\right)^2$							
蝶阀																
		$\beta$	0°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	70°	80°	90°
		$\zeta$	—	750	330	150	80	45	28	15	9	5.5	3	1.2	0.35	0.15
90°导向弯头		$\zeta = 0.23$														
90°急转弯头		$\zeta = 1.5$														
闸阀全开		$D_g(\text{mm})$	15~100		125~250		>300									
		$\zeta$	0.5		0.25		0.15									

表11-2-6 冷煤气管道的技术特性

名称	公称管径 (mm)	外径 (mm)	壁厚 (mm)	重量 (kg/m)	外表面积 (m <sup>2</sup> /m)	有效断面 (m <sup>2</sup> )	无绝热时		有保温层时(厚50mm)			排水器 最大间距 (m)
							最大跨距 (m)	支架荷重 (kg/m)	最大跨距 (m)	支架荷重 (kg/m)	保温层 重量 (kg/m)	
无缝 钢管	50	57	3.75	3.68	0.179	0.00208	—	—	—	—	—	根据地 形确定, 一般小于 200m
	70	76	3.5	5.40	0.238	0.00385	—	—	—	—	—	
	80	89	3.25	6.87	0.279	0.00534	—	—	—	—	—	
	100	108	4	10.26	0.339	0.00785	6	20	5.0	34	8.7	
	125	133	4	12.73	0.418	0.0123	6.5	30	5.5	43	10	
	150	159	4.5	17.15	0.488	0.0177	7.5	40	6.5	55	11.5	
	200	219	6	31.52	0.688	0.0336	9.5	70	8.5	88	15	
	250	273	7	45.92	0.858	0.0525	11.0	10.5	10.5	127	18	
300	325	8	62.54	1.020	0.0750	12.5	145	12.0	170	21		
焊 接 钢 管	350	377	6	54.80	1.185	0.121	13.0	168	12.0	195	24	200
	400	426	6	62.10	1.34	0.134	14.9	208	13.0	235	26	
	500	529	6	77.30	1.66	0.209	15.5	295	14.5	330	32	
	600	630	6	92.40	1.98	0.300	17.0	363	16.0	405	38	
	700	720	6	105.60	2.26	0.393	19.0	430	18.0	475	42	
	800	820	6	120.30	2.58	0.488	20.0	477	19.0	528	48	
	900	920	6	135.20	2.89	0.590	22.0	525	21.0	580	53	
	1000	1020	6	150.00	3.21	0.730	23.5	575	22.5	635	59	
	1100	1120	6	164.90	3.52	0.880	25.0	620	24.0	688	64	
	1200	1220	6	179.60	3.84	1.145	26.0	670	25.0	742	70	
	1300	1320	7	227.00	4.15	1.340	29.0	750	28.0	826	75	
	1400	1420	7	244.00	4.46	1.642	30.0	800	29.0	882	81	
	1500	1520	8	278.3	4.78	1.782	33.5	885	32.5	975	86	
	1600	1620	8	318.00	5.09	2.030	34.0	950	33.0	1045	92	
1700	1720	8	337.70	5.41	2.290	35.0	1010	34.0	1110	97		
1800	1820	8	357.40	5.72	2.560	35.0	1075	—	—	—		
2000	2020	8	397.00	6.35	3.160	35.0	1200	—	—	—		

表11-2-7 热煤气管道的技术特性



1—管壁 2—内衬 3—积灰 4—走台

管外径及 厚度 (mm × mm)	断面阻 力矩 (cm <sup>3</sup> )	断面惯性 力矩 (cm <sup>4</sup> )	每米负荷重 (kg)					最大 跨度 (m)	断面压应力 (N/mm <sup>2</sup> )
			管自重 (kg)	内衬重 (kg)	灰重 (kg)	走台重 及负荷 (kg)	总重 (kg)		
1220 × 8	8030	489700	239.0	780	950	400	2370	16	9261
1320 × 8	9560	620000	258.8	850	1100	400	2610	17	9604
1420 × 8	10900	776000	278.5	930	1350	400	2960	17	9604
1520 × 10	16100	1217000	372.3	1000	1550	400	3320	19	9065
1620 × 10	18300	1475000	397.0	1070	1800	400	3670	20	9800
1720 × 10	20500	1767000	421.6	1140	2100	400	4060	20	9702
1820 × 10	23000	2095000	446.2	1200	2400	400	4450	20	9457
2020 × 10	28200	2846000	495.6	1350	3000	400	5250	20	9114
2220 × 10	34300	3813000	545.0	1500	3700	400	6150	21	9604
2420 × 10	40800	4944000	594.2	1650	4500	400	7150	21	9457
2520 × 10	44300	5585000	618.8	1700	4900	400	7620	21	9310
2620 × 10	47900	6280000	643.6	1800	5400	400	8250	21	9261
2820 × 10	55500	7836000	693.0	1950	6300	400	9350	22	9898
3020 × 10	63700	9631000	742.2	2100	7300	400	10550	22	9702
3220 × 10	72500	11680000	791.5	2200	8400	400	11800	22	9604
3520 × 10	86700	15269000	865.5	2400	10200	400	13870	22	9457

表11-2-8 厂区架空煤气管道与建筑物、构筑物和管线的最小水平净距

序号	建筑物、构筑物和管线名称	水平净距 (m)	
		一般情况	特殊情况
1	房屋建筑	5	3
2	铁路钢轨外侧边缘	3	
3	道路路面边缘	1.5	0.5
4	架空电力线路外侧边缘	1 kV以下	1.5
		1~10kV	2
		35kV	4
5	照明、电信杆柱中心	1	
6	电缆管或沟	1	
7	其它地下管道或地沟	1.5	
8	熔化金属、熔渣出口及其它火源	10	可适当缩短, 但应采取隔热保护
9	煤气管道	0.6	0.3

- 注: 1. 当煤气管道与其它建筑物或管道有标高差时, 其水平净距应指投影至地面的净距。  
 2. 安装在煤气管道上的栏杆、平台等任何凸出结构, 均作为煤气管道的一部分。  
 3. 架空电力线路与煤气管道的水平距离, 应考虑导线的最大风偏情况。  
 4. 厂区架空煤气管道与地下管、沟的水平净距, 系指煤气管道支柱基础与地下管道或地沟的外壁之间的距离。  
 5. 当煤气管道的支柱或突出地面的基础边缘距离路面更近于煤气管道外沿时, 其与路面边缘的净距应以支柱或基础边缘计算。

表11-2-9 厂区架空煤气管道与铁路、道路、架空电力线路和其它管道交叉时最小净距

序号	铁路、道路、导线和管道名称	交叉最小净距 (m)	
1	铁路轨面	5.5	
2	道路路面	5.0	
3	人行道路面	2.5	
4	架空电力线路	1 kV以下	2.5
		1~10kV	3
		35kV	4
		氧气管、燃油管、乙炔管	0.25
6	水管、热力管、不燃气体管	0.1	

- 注: 1. 表中序号 1 不包括行驶电气机车的铁路。  
 2. 架空电力线路与煤气管道的交叉最小净距, 应考虑导线的最大垂度。  
 3. 第 5、6 项只限于管径 < 300mm; 当管径 ≥ 300mm 时, 其最小净距应为 0.3m。

表11-2-10 厂区架空煤气管道与在同一支架上平行敷设的其它管道的最小水平净距

序号	其它管道公称直径(mm)	煤气管道公称直径(mm)		
		<300	300~600	>600
1	<300	100	150	150
2	300~600	150	150	200
3	>600	150	200	300

表11-2-11 车间架空冷煤气管道与其它管线的最小水平、垂直和交叉净距

序号	车间管线名称	水平净距 (m)	垂直净距 (m)	交叉净距 (m)
1	氧气管、乙炔管、燃油管	0.5	0.5	0.25
2	水管、热力管、不燃气体管	同表11-2-10	0.25	0.1
3	电线：滑触线	不允许平行敷设	1.5	0.5
4	电线：裸导线	不允许平行敷设	1.0	0.5
5	绝缘导线	不允许平行敷设	1.0	0.3
6	电 纜	不允许平行敷设	0.5	0.3
7	穿有导线的电线管	不允许平行敷设	0.5	0.1
8	插接式母线、悬挂式干线	不允许平行敷设	1.5	0.5
9	非防爆型开关、插座、配电箱等	不允许平行敷设	1.5	1.5

注：煤气的引出口与电气设备不能满足上述距离时，允许二者安装在同一柱子的相对侧面。如为空腹柱子时，应在柱子上装设非燃烧体隔板，局部隔开。

表11-2-12 标准压力下，不同温度时水蒸汽在饱和和气体中的分压力

温度 (°C)	水蒸汽在饱和 气体中的分压力 (kPa)	温度 (°C)	水蒸汽在饱和 气体中的分压力 (kPa)	温度 (°C)	水蒸汽在饱和 气体中的分压力 (kPa)	温度 (°C)	水蒸汽在饱和 气体中的分压力 (kPa)
0	0.608	25	3.158	50	12.307	75	38.530
1	0.675	26	3.354	51	12.925	76	40.178
2	0.706	27	3.560	52	13.582	77	41.865
3	0.755	28	3.766	53	14.269	78	43.630
4	0.814	29	3.991	54	14.975	79	45.454
5	0.872	30	4.227	55	15.710	80	47.347
6	0.932	31	4.472	56	16.485	81	49.298
7	1.000	32	4.737	57	17.279	82	51.318
8	1.069	33	5.011	58	18.123	83	53.397
9	1.147	34	5.305	59	18.986	84	55.564
10	1.226	35	5.609	60	19.888	85	57.800
11	1.314	36	5.923	61	20.829	86	60.105
12	1.402	37	6.257	62	21.810	87	62.478
13	1.500	38	6.600	63	22.830	88	64.950
14	1.598	39	6.973	64	23.879	89	67.480
15	1.706	40	7.355	65	24.978	90	70.108
16	1.814	41	7.757	66	26.126	91	72.814
17	1.932	42	8.179	67	27.312	92	75.610
18	2.059	43	8.610	68	28.537	93	78.492
19	2.197	44	9.071	69	29.812	94	81.464
20	2.334	45	9.552	70	31.136	95	84.533
21	2.481	46	10.062	71	32.509	96	87.691
22	2.638	47	10.581	72	33.931	97	90.947
23	2.805	48	11.131	73	35.412	98	94.310
24	2.981	49	11.709	74	36.951	99	97.772
						100	101.332

表11-2-13 管道断面惯性矩J

管道外径 D (mm)	J (cm <sup>4</sup> )						
	管道 计 算 壁 厚 δ <sub>j</sub> (mm)						
	3	3.5	4	5	6	7	8
108	136	157	177	215	250		
133	259	299	337	412	483		
159	447	519	585	717	844		
219	1187	1375	1561	1924	2277	2619	2951
273	2319	2690	3058	3780	4485	5173	5846
325	3933	4567	5196	6434	7649	8840	10010
377	6163	7161	8152	10110	12030	13920	15780
426	8917	10366	11810	14650	17460	20220	22620
529	17145	19945	22720	28250	33710	39090	44430
630			38530	47940	57250	66470	75600
720			57660	71770	85760	99650	113400
820			85350	106300	127100	147700	168200
920			120700	150400	179900	209200	238300
1020			164700	205300	245700	285900	325600
1120			218300	272200	325700	379100	432000
1220			282400	352200	421600	490700	559300
1320			358000	446500	534600	622400	709500
1420			446000	556300	666100	775500	884400

注：本表根据公式  $J = \pi D_p^3 \delta_j / 8$  计算。  
 式中  $D_p$ ——管道平均直径 (cm)；  
 $\delta_j$ ——计算壁厚 (cm)。

表11-2-14 管道断面系数Z

管道外径 D (mm)	Z (cm <sup>3</sup> )						
	管道 计 算 壁 厚 δ <sub>j</sub> (mm)						
	3	3.5	4	5	6	7	8
108	25.18	29.10	32.78	39.81	46.30		
133	38.80	44.96	50.68	61.95	72.63		
159	56.23	65.28	73.58	90.19	101.2		
219	108.4	125.6	142.6	175.7	207.9	239.2	269.5
273	170.0	197.0	224.0	276.9	328.6	379.0	428.3
325	242.0	281.0	319.8	395.9	470.7	544.0	616.0
377	326.9	379.9	432.4	536.3	638.2	738.5	837.1
426	418.6	486.7	554.5	687.8	819.8	949.3	1079.0
529	648.8	754.1	859.4	1068	1274	1478	1680
630			1233	1522	1817	2110	2400
720			1602	1994	2382	2768	3150
820			2082	2593	3100	3602	4102
920			2624	3270	3971	4548	5180
1020			3229	4025	4818	5606	6384
1120			3898	4861	5816	6770	7714
1220			4630	5774	6911	8044	9169
1320			5424	6765	8100	9431	10750
1420			6282	7835	9382	10920	12456

注：本表根据公式  $Z = 2J/D$  计算。  
 式中  $J$ ——管道断面惯性矩 (cm<sup>4</sup>)；  
 $D$ ——管道外径 (cm)。



表11-2-15 钢材的力学性能及许用应力

(N/mm<sup>2</sup>)

温度 (°C)		钢							16Mn(16MnCu)
		A2	钢10	钢15	A3、A3F	钢20	钢25	A5	
常温	抗拉强度 $\sigma_b$	350	340	380	390	420	460	500	520
	屈服点 $\sigma_s$	220	210	230	240	250	280	280	350
	弹性模量E		$2.02 \times 10^5$	$2.02 \times 10^5$	$2.1 \times 10^5$	$2.02 \times 10^5$	$2.02 \times 10^5$		$2.1 \times 10^5$
	许用应力 $[\sigma]$	122	117	128	133	139	155	155	194
	局部许用应力 $[\sigma]_l$	165	158	173	180	188	209	209	262
	许用弯曲应力 $[\sigma]_b$	167	160	175	182	192	212		266
100	抗拉强度 $\sigma_b$		410		378		508	516	(522)②
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$		215		217		337	313	$\sigma_s = 312(335)$ ②
	弹性模量E		$1.95 \times 10^5$	$1.96 \times 10^5$	$2.04 \times 10^5$	$1.87 \times 10^5$	$2.0 \times 10^5$		$2.08 \times 10^5$
200	抗拉强度 $\sigma_b$		495	410	485	413	570	590	(527)②
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$		215	210	251	234	337	313	$\sigma_s = 271(313)$ ②
	弹性模量E		$1.85 \times 10^5$	$1.88 \times 10^5$		$1.79 \times 10^5$	$1.95 \times 10^5$		$2.05 \times 10^5$
300	抗拉强度 $\sigma_b$		525	430	413	424	550	592	(598)②
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$		180	175	149	170	202	207	$\sigma_s = 277(307)$ ②
	弹性模量E		$1.75 \times 10^5$	$1.75 \times 10^5$	$1.88 \times 10^5$	$1.7 \times 10^5$	$1.89 \times 10^5$		$1.97 \times 10^5$
400	抗拉强度 $\sigma_b$		330	385			476		(517)②
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$		170	155	(450°C)		168		$\sigma_s = 252(317)$ ②
	弹性模量E		$1.6 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5$	$1.66 \times 10^5$	$1.51 \times 10^5$	$1.67 \times 10^5$		$1.89 \times 10^5$

注：1. 常温机械性能中，钢10、钢15、钢20、钢25为无缝管的性能；A3为钢板卷制管的性能。

2. 温度100°C以上为短机械性能。

3. A2、A3、A3F、A5取自GB700—79，该标准已更新为GB700—88。

① 为 $D_N \leq 1000$ mm管道的许用弯曲应力。

② 16MnCu的高温机械性能比表中的温度高40°C，即分别为140°C，240°C，340°C。

### 第3节 常用附件及其规格

#### (一) 煤气闸阀

(1) Z44W-1平行式双闸板闸阀

1) 允许最高工作温度：200°C。

2) 宜直立安装，亦可水平安装。

3) 性能规范：公称压力 $p_N$ ，1MPa；强度试验压力 $p_s$ ，1.5MPa；密封试验压力，1MPa。

4) 主要尺寸和重量见表11-3-1。

(2) Z42W-0.1楔式双闸板闸阀

1) 允许最高工作温度：100°C。

2) 宜直立安装，亦可水平安装。

3) 性能规范：公称压力 $p_N$ ，0.1MPa；强度试验压力 $p_s$ ，0.4MPa；密封试验压力，

0.1MPa。

4) 主要尺寸和重量见表11-3-2。

(3) Z542W-0.1锥齿轮传动楔式双闸板闸阀

1) 允许最高工作温度：100°C。

2) 宜直立安装，亦可水平安装。

3) 性能规范：公称压力 $p_N$ ，0.1MPa；强度试验压力 $p_s$ ，0.4MPa；密封试验压力，0.1MPa。

4) 主要尺寸和重量见表11-3-3。

(4) Z942W-0.1电动楔式双闸板闸阀

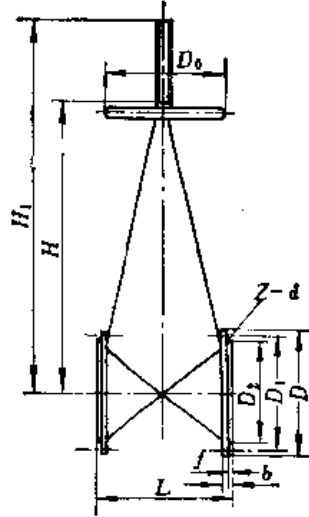
1) 允许最高工作温度：100°C。

2) 宜直立安装，亦可水平安装。

3) 性能规范：公称压力 $p_N$ ，0.1MPa；强度试验压力 $p_s$ ，0.4MPa；密封试验压力，0.1MPa。

4) 主要尺寸和重量见表11-3-4。

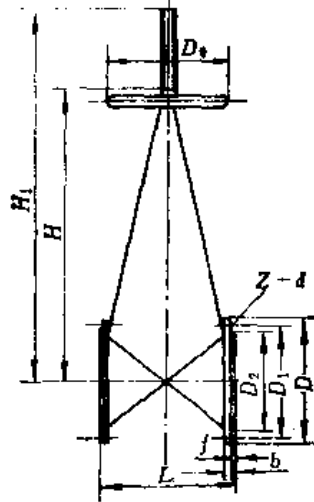
表11-3-1 Z44W-1平行式双瓣蝶阀主要尺寸及重量



阀体、阀盖、阀板——灰铸铁 阀杆——优碳钢 阀杆螺母——黄铜 填料——油浸石棉盘根

公称直径 $D_N$ (mm)	主要连接尺寸和外形尺寸 (mm)										孔数 $Z$ (个)	重量 (kg)
	$L$	$D$	$D_1$	$D_2$	$f$	$b$	$\approx H_1$	$\approx H$	$D_0$	$d$		
50	180	160	125	100	3	20	268	337	140	18	4	15.6
65	195	180	145	120	3	20	305	390	140	18	4	19.1
80	210	195	160	135	3	22	348	438	180	18	4	25.3
100	230	215	180	155	3	22	396	516	180	18	8	31.1
125	255	245	210	185	3	24	478	624	240	18	8	62
150	280	280	240	210	3	24	555	729	240	23	8	66
200	330	335	295	265	3	26	716	944	320	23	8	103
250	450	390	350	320	3	28	852	1140	320	23	12	196
300	500	440	400	368	4	28	990	1331	400	23	12	246
350	550	500	460	428	4	30	1116	1504	400	23	16	360
400	600	565	515	482	4	32	1258	1699	500	25	16	450
450	650	615	565	532	4	32	1409	1875	500	25	20	—

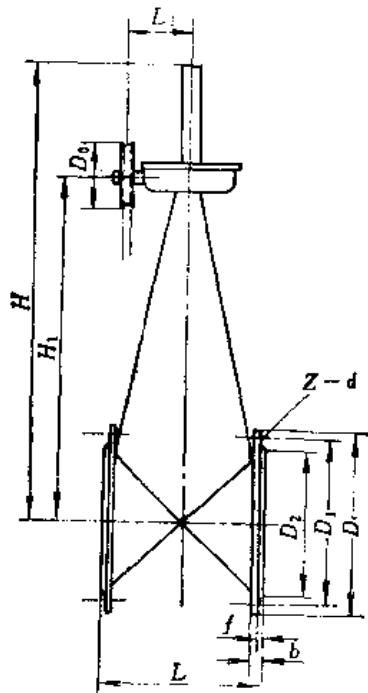
表11-3-2 Z 42W-0.1 模式双闸板闸阀主要尺寸及重量



阀体、阀盖、闸板——灰铸铁 阀杆——优碳钢 阀杆螺母——黄铜 垫片——橡胶石棉板

公称直径 $D_N$ (mm)	主要连接尺寸和外形尺寸 (mm)										孔数 $Z$ (个)	重量 (kg)
	$L$	$D$	$D_1$	$D_2$	$f$	$b$	$\approx H_1$	$\approx H$	$D_0$	$d$		
300	330	435	395	362	4	24	1037	1359	400	23	12	270
350	330	485	445	412	4	26	1231	1609	500	23	12	—
400	330	535	495	462	4	28	1282	1707	500	23	16	390
450	330	590	550	518	4	28	1389	1844	500	23	16	—
500	350	640	600	568	4	30	1606	2113	640	23	16	890
600	390	755	705	670	5	30	1895	2473	640	25	20	1260

表11-3-3 Z 542W-0.1 锥齿轮传动模式双闸板闸阀主要尺寸及重量

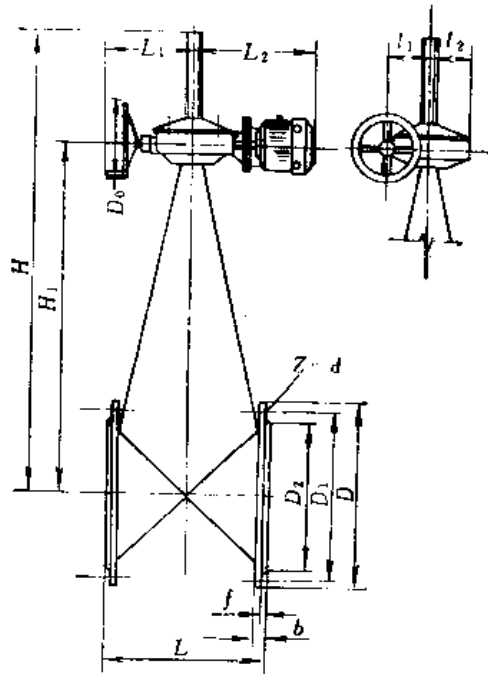


阀体、闸板、阀盖——灰铸铁 阀杆——优碳钢 阀杆螺母——黄铜  
垫片——橡胶石棉板 填料——油浸石棉盘根

(续)

公称直径 $D_N$ (mm)	主要连接尺寸和外形尺寸 (mm)											孔数 $Z$ (个)	重量 (kg)
	$L$	$D$	$D_1$	$D_2$	$f$	$b$	$L_1$	$\approx H_1$	$\approx H$	$D_0$	$d$		
600	390	755	705	670	5	30	389	1958	2463	451	25	20	1315
700	430	860	810	775	5	30	389	2247	2913	451	25	24	1765
800	470	975	920	880	5	34	439	2543	3328	520	30	24	2144
900	510	1075	1020	980	5	36	439	2823	3688	520	30	24	2655
1000	550	1175	1120	1080	5	36	439	3013	3938	520	30	28	3118
1200	700	1400	1340	1295	5	40	825	3831	5249	640	30	32	
1400	900	1620	1560	1510	5	44					34	36	

表11-3-4 Z 842W-0.1电动楔式双闸板闸阀主要尺寸及重量



阀体、阀盖、闸板——灰铸铁 阀杆——优碳钢 阀杆螺母——黄铜 填料——油  
浸石棉盘根 垫片——橡胶石棉板

公称直径 $D_N$ (mm)	主要连接尺寸和外形尺寸 (mm)															孔数 $Z$ (个)	电动特性		重量 (kg)
	$L$	$D$	$D_1$	$D_2$	$f$	$b$	$L_1$	$L_2$	$l_1$	$l_2$	$\approx H_1$	$\approx H$	$D_0$	$d$	电机		开或关时间 (min)		
600	390	755	705	670	5	30	399	670	180	193	1983	2549	250	25	20	JO <sub>2</sub> -41-6T <sub>2</sub>	1.0	1375	
700	430	860	810	775	5	32	399	670	180	193	2278	2954	250	25	24	JO <sub>2</sub> -41-6T <sub>2</sub>	1.2	1624	
800	470	975	920	880	5	34	478	737	233	240	2577	3383	400	30	24	JO <sub>2</sub> -41-6T <sub>2</sub>	1.23	2160	
900	510	1075	1020	980	5	36	478	737	233	240	2857	3743	400	30	24	JO <sub>2</sub> -41-6T <sub>2</sub>	1.4	2814	
1000	550	1175	1120	1080	5	36	478	737	233	240	3047	3993	400	30	28	JO <sub>2</sub> -41-6T <sub>2</sub>	1.55	3172	
1200	700	1400	1340	1295	5	40	526	829	292	310	3712	4945	500	34	32	JO <sub>2</sub> -51-6T <sub>2</sub>	2.07	6520	
1400	900	1620	1560	1510	5	44	526	829	292	310	5437	6647	500	34	36	JO <sub>2</sub> -51-6T <sub>2</sub>	2.4	—	

## (二) 手、电动煤气蝶阀

(1) 主要性能规范 该阀是一种密闭型蝶阀，适用于煤气、烟气、空气及可燃性气体介质的管路作启闭及调节。

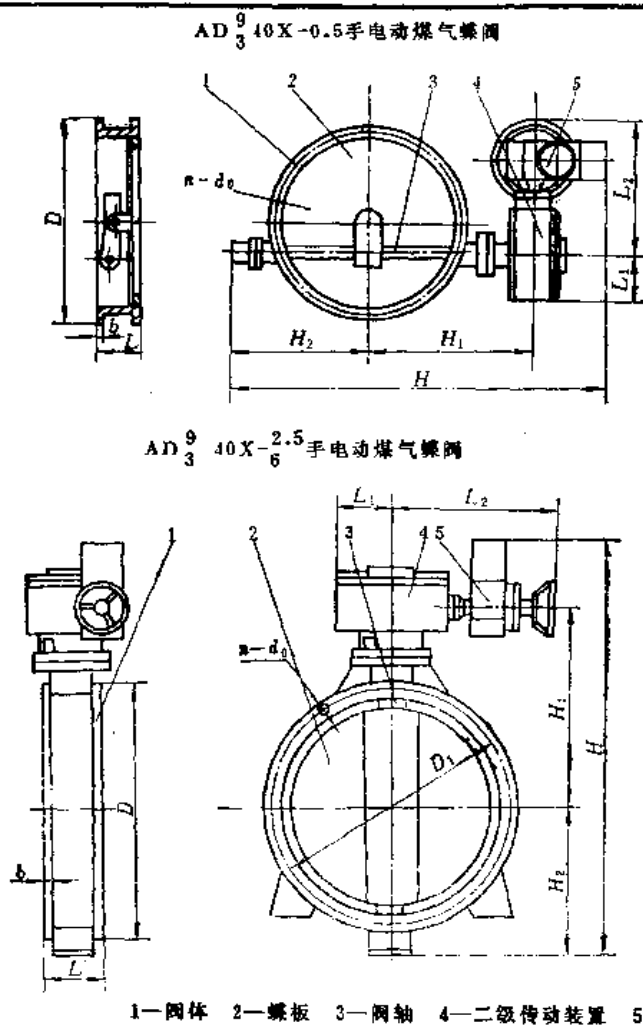
型 号	公称口径 $D_N$ (mm)		公称压力 $P_N$ (MPa)	试验压力 $p_s$ (MPa)		工作压力 MPa	介质温度 $^{\circ}\text{C}$	适用介质
	电动	手动		壳体	密封			
AD940X-0.5 AD340X-0.5	200~3000	50~3000	0.05	0.075	0.055	0.05	$\leq 80$	煤气、烟 气、空气、 天然气
AD940X-2.5 AD340X-2.5			0.25	0.375	0.275	0.25		
AD940X-6 AD340X-6			0.6	0.9	0.66	0.6		

### (2) 主要零件材料

公称口径 $D_N$ (mm)	零 件 名 称				
	阀体	蝶板 材	阀轴	密封属 质	填料
50~450	灰铸铁	灰铸铁	不锈钢	橡胶	石棉
500~3000	Q235-A	Q235-A	不锈钢	橡胶	石棉

(3) 主要尺寸和重量见表11-3-5。

表11-3-5 手电动煤气蝶阀的主要尺寸及重量



(续)

$D_N$ (mm)	$P_N$ (MPa)	$D$ (mm)	$D_1$ (mm)	$L$ (mm)	$b$ (mm)	$H$ (mm)	$H_1$ (mm)	$H_2$ (mm)	$n-d_0$ (mm)	重量 (kg)
50	1.0	165	125	45		260	80	180	4-18	3.0
80	1.0	200	160	49		300	95	205	6-18	4.3
100	1.0	220	180	54		325	114	211	8-18	5.3
125	1.0	250	210	58		380	127	253	8-18	7.6
150	1.0	285	240	58		420	145	275	8-22	8.5
200	0.05	320	280	152	18	570	245	240	8-18	50
	22				570	55				
	22				570	60				
250	0.05	375	335	165	22	620	275	270	12-18	60
	0.25			203	24	620				140
	0.6			203	24	620				180
300	0.05	440	395	178	22	650	305	300	12-22	80
	0.25			203	24	650				180
	0.6			203	24	650				240
350	0.05	490	445	190	22	680	330	325	12-22	120
	0.25			203	26	680				240
	0.6			203	26	680				360
400	0.05	540	495	216	22	740	365	350	16-22	180
	0.25			203	28	740				360
	0.6			203	28	740				450
450	0.05	595	550	222	24	800	380	375	16-22	240
	0.25			203	30	800				450
	0.6			203	30	800				580
500	0.05	645	600	228	24	850	405	400	20-22	300
	0.25			203	32	850				580
	0.6			203	32	850				650
600	0.05	755	705	390	24	1140			20-26	360
	0.25			203	36	1140				580
	0.6			203	36	1140				750
700	0.05	860	810	430	26	1280			24-26	700
	0.25			305	36	1280				800
	0.6			305	40	1280				900
800	0.05	975	920	470	26	1485			24-30	850
	0.25			305	38	1485				950
	0.6			305	44	1485				1200
900	0.05	1075	1020	510	28	1640	800	790	24-30	1200
	0.25			305	40	1640				1300
	0.6			305	48	1640				1500

(续)

$D_N$ (mm)	$P_N$ (MPa)	$D$ (mm)	$D_1$ (mm)	$L$ (mm)	$b$ (mm)	$H$ (mm)	$H_1$ (mm)	$H_2$ (mm)	$n-d_0$ (mm)	重量 (kg)
1000	0.05	1175	1120	550	30	1800	870	850	28-30	1400
	0.25			305	42	1800				1600
	0.6			305	52	1800				1800
1200	0.05	1375	1320	630	30	2105			32-30	1700
	0.25	1375	1320	381	44	2105			32-30	1900
	0.6	1405	1340	381	60	2105			32-33	2100
1400	0.05	1575	1520	710	32	2362			36-30	2000
	0.25	1575	1520	381	48	2362			36-30	2200
	0.6	1630	1560	381	68	2362			36-36	2400
1600	0.05	1790	1730	790	32	2562			40-30	2100
	0.25	1790	1730	457	51	2562			40-30	2500
	0.6	1830	1760	457	76	2562			40-36	2800
1800	0.05	1990	1930	870	34	2942			44-30	2300
	0.25	1990	1930	457	54	2942			44-30	2800
	0.6	2045	1970	457	84	2942			44-39	3100
2000	0.05	2190	2130	950	34	3227			48-30	2700
	0.25	2190	2130	508	58	3227			48-30	2900
	0.6	2265	2180	508	92	3227			48-42	3400
2200	0.05	2405	2340	1000	36	3480			52-33	2900
	0.25	2405	2340	508	68	3480			52-33	3400
	0.6	2475	2390	508	92	3480			52-42	3700
2400	0.05	2605	2540	1100	38	3750			56-33	3300
	0.25	2605	2540	533	58	3750			56-33	3600
	0.6	2685	2600	533	92	3750			56-42	3900
2600	0.05	2805	2740	1200	40	3900			60-33	3500
	0.25	2805	2740	533	60	3900			60-33	4000
	0.6	2905	2810	533	95	3900			60-48	4200
2800	0.05	3030	2960		40	4200			64-36	3700
	0.25	3030	2960		60	4200			64-36	4200
	0.6	3115	3020		95	4200			64-48	4700
3000	0.05	3230	3160		40	4500			68-36	4100
	0.25	3230	3160		60	4500			68-36	4600
	0.6	3315	3220		95	4500			68-48	4900

注: 1. 电动装置如需防爆型, 订货应标明防爆等级。

### (三) 电动通风蝶阀

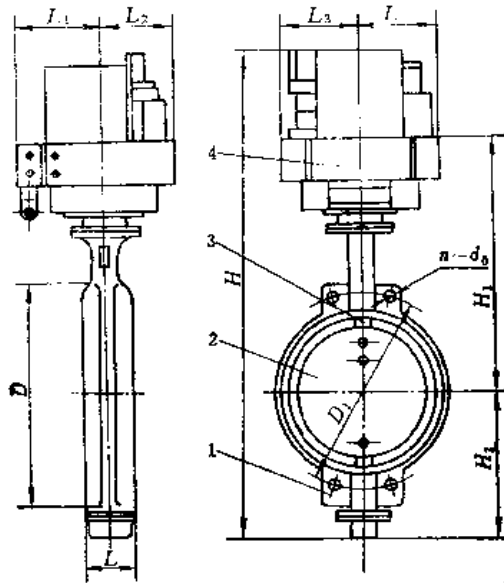
#### (1) 主要性能规范

公称通径 $D_N$ (mm)	100~3000
公称压力 $P_N$ (MPa)	0.01
壳体试验压力 $P_s$ (MPa)	0.1
适用温度 $t$ (°C)	-30~250
适用介质	含尘烟气、空气、粉状固体

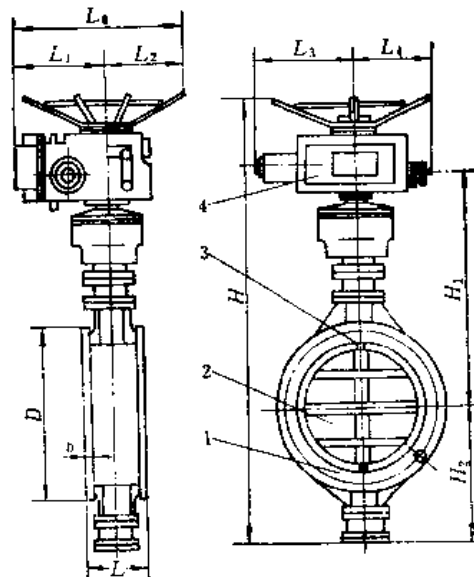
(2) 主要尺寸和重量 见表11-3-6和表11-3-7。

表11-3-6 电动通风蝶阀主要尺寸和重量

AD971H-0.1电动对夹通风蝶阀



AD941H-0.1电动法兰连接通风蝶阀



1—阀体 2—蝶板 3—轴 4—电动传动装置



主要尺寸及重量  $D_N100\sim500$ 对夹式  $D_N600\sim3000$ 钢板焊接法兰式

公称通径 $D_N$	$D$	$D_1$	$L$	$b$	$H$	$H_1$	$H_2$	$L_0$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$n-d_0$	重量
mm														(kg)
100	220	190	40	对夹	575	305	110	270	140	130	105	105	6-11	40
150	260	225	40	对夹	630	340	135	270	140	130	105	105	6-11	40
200	300	260	40	对夹	685	365	160	270	140	130	105	105	6-11	54
250	340	300	40	对夹	740	390	190	270	140	130	105	105	6-11	60.5
300	380	340	40	对夹	805	415	215	270	140	130	105	105	6-11	73
350	430	400	70	对夹	870	445	240	270	140	130	105	105	12-14	88
400	485	455	70	对夹	935	480	285	270	140	130	105	105	12-14	103
450	545	510	70	对夹	1390	630	450	270	140	130	105	105	12-14	126
500	600	565	70	对夹	1450	690	510	270	140	130	105	105	12-14	138
600	712	668	100	16	1575	795	620	280	140	140	349	170	16-16	182
700	812	768	100	16	1675	890	675	280	140	140	349	170	16-16	232
800	926	878	120	18	1890	985	730	440	240	200	349	170	20-18	375
900	1026	978	120	18	1990	1070	790	440	240	200	349	170	20-18	455
1000	1126	1078	150	20	2150	1155	850	440	240	200	349	170	20-18	525
1100	1206	1161	150	20	2380	1255	950	440	240	200	349	170	26-20	605
1200	1330	1270	150	20	2580	1355	1050	440	240	200	349	170	26-20	762
1400	1520	1470	150	20	2780	1450	1150	440	240	200	349	170	26-20	932
1600	1720	1670	200	20	2910	1515	1205	440	240	200	349	170	26-20	1172
1800	1920	1870	200	20	3110	1615	1305	440	240	200	349	170	26-20	1402
2000	2140	2080	250	22	3370	1765	1435	440	240	200	399	170	26-22	1880
2200	2340	2280	250	22	3570	1865	1535	440	240	200	399	170	26-22	2080

表11-3-7 阀门采用的电传动装置的主要参数

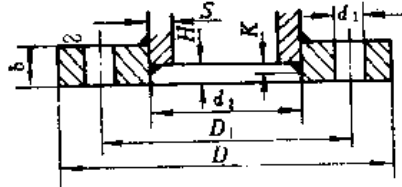
公称直径 $D_N$ (mm)	公称压力 $P_N$ (MPa)	电传动装置		转矩 (N·m)	最大手柄力/启闭转90° 所需时间 (N) (s)	重量 (kg)	力矩电机 电机功率 (kW)	电机型号	电压 (V)	频率 (Hz)	接法	启动电流 额定电流 (A)
		型号	规格									
100	0.01	Q5	Q5-1(2)W	50	21	20	0.5N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.2
150	0.01	Q5	Q5-1(2)W	50	21	20	0.5N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.2
200	0.01	Q10	Q10-1(2)W	100	42	28	1N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.35
250	0.01	Q10	Q10-1(2)W	100	42	28	1N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.35
300	0.01	Q10	Q10-1(2)W	100	42	28	1N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.35
350	0.01	Q15	Q15-1(2)W	150	64	28	1N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.5
400	0.01	Q15	Q15-1(2)W	150	64	28	1N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.5
450	0.01	Q15	Q15-1(2)W	150	64	28	1N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.5
500	0.01	Q15	Q15-1(2)W	150	64	28	1N·m	AJ5634-10	380	50	Y	0.5
600	0.01	Q30	Q30-1W	300	82	32	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
700	0.01	Q30	Q30-1W	300	82	32	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
800	0.01	Q60	Q60-1W	600	200	105	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
900	0.01	Q60	Q60-1W	600	200	105	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
1000	0.01	Q60	Q60-1W	600	200	105	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
1100	0.01	Q120	Q120-1W	1200	300	122	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
1200	0.01	Q120	Q120-1W	1200	300	122	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
1400	0.01	Q120	Q120-1W	1200	300	122	0.37	YDF221-4	380	50	Y	1.37
1600	0.01	Q250	Q250-1W	2500	400	122	0.55	YDF221-4	380	50	Y	1.6
1800	0.01	Q250	Q250-1W	2500	400	122	0.55	YDF221-4	380	50	Y	1.6
2000	0.01	Q500	Q500-1W	5000	500	130	1	YDF90-4	380	50	Y	2.7
2200	0.01	Q500	Q500-1W	5000	500	130	1	YDF90-4	380	50	Y	2.7
2400	0.01	Q500	Q500-1W	5000	500	130	1.1	YDF90-4	380	50	Y	2.7
2600	0.01	Q500	Q500-1W	5000	500	130	1.1	YDF90-4	380	50	Y	2.7
2800	0.01	Q500	Q500-1W	5000	500	130	1.1	YDF90-4	380	50	Y	2.7
3000	0.01	Q500	Q500-1W	5000	500	130	1.1	YDF90-4	380	50	Y	2.7

## (四) 法兰

(1) 平法兰 平法兰主要尺寸及重量见表11-3-8。

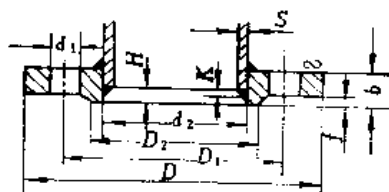
(2) 凸缘法兰 凸缘法兰主要尺寸及重量见表11-3-9和表11-3-10。

表11-3-8 平法兰主要尺寸及重量

工作压力0.1MPa 其它 $R_a12.5\mu m$ 

公称直径 $D_N$ (mm)	法 兰 尺 寸					螺 栓		焊 接			重 量 (kg)
	$D$ (mm)	$D_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$b$ (mm)	$d_1$ (mm)	规格	数量	$S$ (mm)	$H$ (mm)	$K$ (mm)	
25	100	75	34	12	12	M10	4	3.5	5	4	0.61
32	120	90	43	12	14	M12	4	3.5	5	4	0.87
40	130	100	49	12	14	M12	4	3.5	5	4	1.02
50	140	110	61	12	14	M12	4	3.5	5	4	1.12
70	160	130	78	12	14	M12	4	4	6	5	1.39
80	185	150	91	12	18	M16	4	4	6	5	1.72
100	205	170	116	12	18	M16	4	4	5	6	2.02
125	235	200	142	14	18	M16	8	4	5	6	2.80
150	260	225	162	14	18	M16	8	4.5	5	6	3.46
200	315	280	222	14	18	M16	8	6	6	6	4.13
250	370	335	276	14	18	M16	12	6	6	6	4.91
300	435	395	328	14	23	M20	12	6	6	6	6.50
350	485	455	380	16	23	M20	12	6	6	7	8.33
400	535	495	430	16	23	M20	16	6	6	7	9.16
450	590	550	482	18	23	M20	16	6	6	8	11.09
500	640	600	532	18	23	M20	16	6	6	8	13.11
600	765	705	634	18	25	M22	20	6	6	8	17.26
700	860	810	724	18	25	M22	24	6	6	8	22.24
800	975	920	824	18	30	M27	24	6	6	8	27.75
900	1075	1020	924	20	30	M27	24	6	7	8	34.56
1000	1175	1120	1024	20	30	M27	28	6	7	8	37.84
1100	1275	1220	1124	20	30	M27	28	6	7	8	41.56
1200	1375	1320	1224	20	30	M27	32	6	7	8	44.84
1300	1475	1420	1324	20	30	M27	36	7	8	8	48.12
1400	1575	1520	1424	20	30	M27	36	7	9	8	51.84
1500	1685	1630	1524	22	30	M27	40	7	10	9	65.19
1600	1785	1730	1624	22	30	M27	40	7	10	9	69.56
1700	1885	1830	1724	24	30	M27	44	7	10	9	78.21
1800	1985	1930	1824	24	30	M27	44	7	10	9	84.88
2000	2185	2130	2026	24	30	M27	48	8	8	10	92.68
2200	2400	2340	2226	26	34	M30	52	8	8	10	119.4
2400	2600	2540	2426	26	34	M30	56	8	8	10	129.8
2600	2800	2740	2626	28	34	M30	60	8	8	10	151.0
2800	3030	2960	2826	28	40	M36	64	8	8	10	188.6
3000	3230	3160	3026	30	40	M36	68	8	8	10	215.9
3200	3430	3360	3226	30	40	M36	72	8	8	10	229.9
3500	3730	3660	3526	32	40	M36	80	8	8	10	266.8

表11-3-9 凸缘法兰主要尺寸及重量

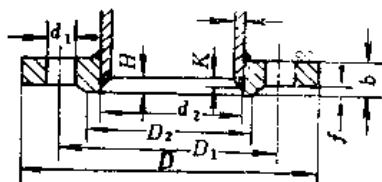


工作压力0.25~0.6MPa 其它R<sub>a</sub>12.5μm

公称直径 D <sub>N</sub> (mm)	法 兰 尺 寸							螺 栓		焊 接			重量 (kg)
	D (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	d <sub>2</sub> (mm)	f (mm)	b (mm)	d <sub>1</sub> (mm)	数量	规格	K (mm)	S (mm)	H (mm)	
10	75	50	32	18	2	12	12	4	M10	3	3	4	0.313
15	80	55	40	23	2	12	12	4	M10	3	3	4	0.333
20	90	65	50	28	2	14	12	4	M10	3	3	4	0.536
25	100	75	60	35	2	14	12	4	M10	4	3.5	5	0.642
32	120	90	70	43	2	16	14	4	M12	4	3.5	5	1.097
40	130	100	80	49	3	16	14	4	M12	4	3.5	5	1.22
50	140	110	90	61	3	16	14	4	M12	4	3.5	5	1.35
70	160	130	110	78	3	16	14	4	M12	5	4	6	1.66
80	185	150	125	91	3	18	18	4	M16	5	4	6	2.48
100	205	170	145	116	3	18	18	4	M16	5	4	6	2.89
125	235	200	175	142	3	20	18	8	M16	5	4	6	3.94
150	260	225	200	162	3	20	18	8	M16	5	4.5	6	4.47
200	315	280	255	222	3	22	18	8	M16	7	6	8	6.1
250	370	335	310	276	3	24	18	12	M16	9	8	10	8.1
300	435	395	362	328	4	24	23	12	M20	9	8	10	10.3
350	485	455	412	380	4	26	23	12	M20	10	9	11	12.6
400	535	495	462	430	4	28	23	16	M20	10	9	11	15.2
450	590	550	518	482	4	28	23	16	M20	10	9	11	17.6
500	640	600	568	532	4	30	23	16	M20	10	9	11	20.7
600	755	705	670	634	5	30	25	20	M22	10	9	11	26.6
700	860	810	775	724	5	32	25	24	M22	10	9	11	36.0
800	975	920	880	824	5	34	30	24	M27	10	9	11	48.0
900	1075	1020	980	924	5	36	30	24	M27	10	9	11	57.0
1000	1175	1120	1080	1024	5	36	30	28	M27	10	9	12	63.0
1200	1375	1320	1280	1224	5	36	30	32	M27	11	10	12	74.0
1400	1575	1520	1480	1424	5	38	30	36	M27	11	10	12	91.0
1600	1790	1730	1690	1624	5	38	30	40	M27	11	10	12	115.0

注：公称直径1200、1400、1600仅属0.25MPa者。

表11-3-10 焊接法兰主要尺寸及重量



工作压力1 MPa 其它R<sub>a</sub>12.5μm

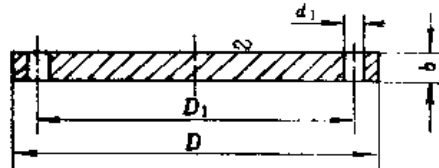
(续)

公称直径 $D_N$ (mm)	法 兰 尺 寸								螺 栓		重量 (kg)
	$D$ (mm)	$D_1$ (mm)	$D_2$ (mm)	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$b$ (mm)	$f$ (mm)	$H$ (mm)	数量 (个)	规格	
25	115	85	65	14	35	14	2	5	4	M12	0.89
32	135	100	78	18	43	16	2	5	4	M16	1.40
40	145	110	85	18	49	18	3	5	4	M16	1.71
50	160	125	100	18	61	18	3	5	4	M16	2.09
65	180	145	120	18	78	20	3	6	4	M16	2.84
80	195	160	135	18	81	20	3	6	4	M16	3.24
100	215	180	155	18	116	22	3	6	8	M16	4.01
125	245	210	185	18	142	24	3	6	8	M16	5.40
150	280	240	210	23	170	24	3	6	8	M20	6.12
200	335	295	265	23	222	24	3	8	8	M20	8.24
250	390	350	320	23	276	26	3	10	12	M20	10.70
300	440	400	368	23	328	28	4	10	12	M20	12.9

## (五) 平塔板

平塔板主要尺寸及重量见表11-3-11。

表11-3-11 平塔板主要尺寸及重量



工作压力0.1MPa

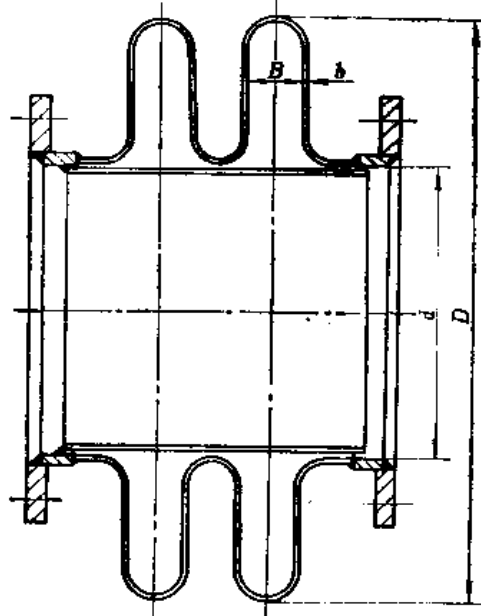
其它 $R_a12.5\mu m$ 

公称直径 $D_N$ (mm)	塔 板 尺 寸				螺 栓		重量 (kg)
	$D$ (mm)	$D_1$ (mm)	$b$ (mm)	$d_1$ (mm)	数量	规格	
25	100	75	10	12	4	M10	0.58
32	120	90	10	14	4	M12	0.84
40	130	100	10	14	4	M12	0.99
50	140	110	10	14	4	M12	1.16
70	160	130	10	14	4	M12	1.53
80	185	150	10	18	4	M16	2.03
100	205	170	10	18	4	M16	2.51
125	235	200	10	18	8	M16	3.25
150	260	225	10	18	8	M16	4.01
200	315	280	12	18	8	M16	7.15
250	370	335	12	18	12	M16	9.89
300	435	396	14	23	12	M20	15.79
350	485	445	14	23	12	M20	19.76
400	535	495	20	23	16	M20	32.68
450	590	550	22	23	16	M20	46.1
500	640	600	24	23	16	M20	59.4
600	755	705	26	25	20	M22	89.4
700	860	810	28	25	24	M22	116.2
800	975	920	28	30	24	M27	160.4
900	1075	1020	30	30	24	M27	209.6
1000	1175	1120	30	30	28	M27	260.6
1200	1375	1320	30	30	28	M27	344.9
1400	1575	1520	30	30	32	M27	453.0
1600	1790	1730	30	30	36	M27	586.0

(六) 波形膨胀节

波形膨胀节见表11-3-12。

表11-3-12 波形膨胀节



安装时应根据环境温度进行拉伸或压缩

安装时的环境温度(°C)	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
拉伸量(mm)	0.5L	0.375L	0.25L	0.125L	0				
压缩量(mm)					0	0.125L	0.25L	0.375L	0.5L

$L = \Delta l \cdot n$  式中  $L$ ——全补偿能力,  $n$ ——级数

公称直径 $D_N$ (mm)	膨 胀 节 尺 寸 (mm)				$\Delta l$ —一级补 偿性能 (mm)	一级压应力 (N)	作用于凸形上 的煤气推力 (N)	作用于开闭 器盲板上的 煤气推力 (N)
	$d$	$D$	$b$	$B$				
$D_0$	$d$	$D$	$b$	$B$	$\Delta l$	$S_0 = \frac{S_1}{\Delta l}$	$P_1$	$H_1$
200	207	600	3	90	20	2940	1765	618
400	414	800	3	90	20	4120	2650	2450
500	517	900	3	90	20	4900	3040	3825
600	619	1000	3	90	20	5400	3630	5490
800	808	1250	3.5	110	20	6860	5395	9810
1000	1008	1450	3.5	110	20	8830	6375	15400
1200	1208	1850	3.5	110	20	9810	7850	22170
1400	1408	1900	4	130	20	12260	9810	30210
1500	1504	2000	4	130	20	12750	10300	31630
1600	1604	2100	4	130	20	13240	11280	39435
1800	1804	2300	4	130	20	15200	12260	49930
2000	2004	2500	4	130	20	18150	13730	61600
2200	2204	2700	4	130	20	19620	15690	74555
2500	2504	3000	4	130	20	22560	17165	96140
2800	2804	3300	4	130	20	23540	18540	120660
3000	3004	3500	4	130	20	27470	20110	138710
3200	3204	3700	4	130	20	28450	21090	157745
3500	3504	4000	4	130	20	29430	22070	188745

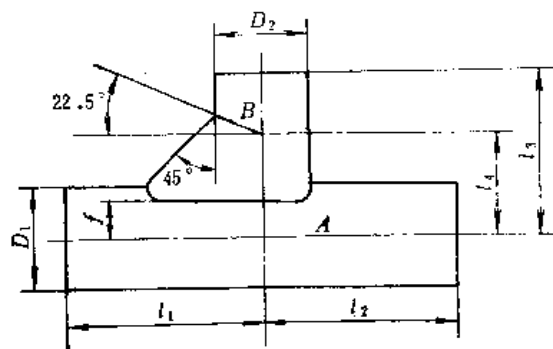
注: 1. 煤气的计算压力为0.02MPa。

2. 膨胀圈的一级补偿性能 $\Delta l$ 是最大补偿性能之2/3~3/4。

## (七) 三通管

三通管主要尺寸及重量见表11-3-13。

表11-3-13 三通管主要尺寸及重量



$D_1 \times D_2$ (mm)	$l_1$ (mm)	$l_2$ (mm)	A部分重量 (kg)	$l_3$ (mm)	$l_4$ (mm)	$f$ (mm)	B部分重量 (kg)
350 × 350	700	550	52	650	370	0	29
400 × 350	700	550	65	700	395	100	37
400 × 400	700	550	67	700	420	0	48
450 × 350	700	550	75	700	420	146	36
450 × 400	700	550	70	750	445	106	44
450 × 450	850	550	71	800	470	0	61
500 × 400	700	550	82	750	472	157	42
500 × 450	850	550	87	800	496	115	55
500 × 500	850	550	75	830	523	0	72
600 × 400	700	550	101	800	523	233	40
600 × 500	850	550	106	900	574	172	63
600 × 600	950	650	103	950	625	0	112
700 × 500	850	550	125	950	618	244	62
700 × 600	950	650	135	1000	669	174	86
700 × 700	1100	650	125	1050	714	0	122
800 × 400	700	550	138	900	616	350	40
800 × 600	950	650	162	1050	719	262	84
800 × 800	1200	700	150	1200	814	0	159

(续)

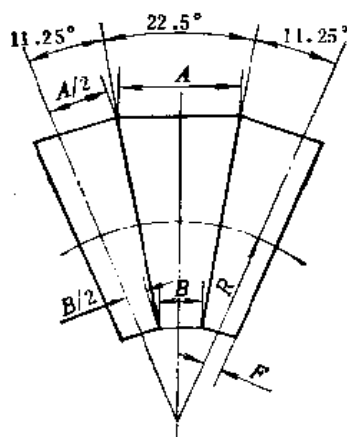
$D_1 \times D_2$	$l_1$	$l_2$	A部分重量	$l_3$	$l_4$	$f$	B部分重量
(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
900×500	850	550	197	1050	718	376	60
900×800	1200	700	233	1250	863	296	142
900×900	1300	800	217	1300	913	0	223
1000×500	850	550	228	1100	768	436	59
1000×600	950	650	252	1150	819	401	81
1000×800	1200	700	269	1300	913	304	142
1000×1000	1450	850	264	1450	1013	0	286
1100×600	950	650	281	1250	871	463	73
1100×800	1200	700	311	1400	965	381	133
1100×1000	1450	850	346	1550	1065	231	253
1100×1100	1700	900	310	1650	1113	0	392
1200×600	950	650	303	1250	919	532	69
1200×800	1200	700	338	1400	1013	452	132
1200×1000	1450	850	378	1550	1112	335	252
1200×1200	1700	900	343	1650	1213	0	390
1300×800	1200	700	379	1400	1265	517	120
1300×1000	1450	850	437	1550	1164	418	231
1300×1200	1700	900	450	1650	1265	252	332
1300×1300	1900	1000	370	1750	1313	0	487
1400×800	1200	700	405	1500	1113	580	129
1400×1000	1450	850	468	1650	1212	494	244
1400×1200	1700	900	486	1750	1312	363	348
1400×1400	1900	1000	404	1900	1413	0	524
1500×800	1200	700	500	1550	1163	640	129
1500×1000	1450	850	578	1700	1262	563	238
1500×1200	1700	900	611	1800	1362	453	344
1500×1500	2100	1100	597	2050	1512	0	673
1600×1000	1450	850	624	1750	1311	629	236
1600×1200	1700	900	662	1850	1411	533	333
1600×1400	1900	1000	686	2000	1511	390	486
1600×1600	2200	1100	642	2150	1612	0	752
1800×1200	1700	900	776	1950	1511	675	328
1800×1400	1900	1000	800	2100	1611	569	515
1800×1600	2200	1100	865	2250	1711	415	704
1800×1800	2400	1200	773	2400	1812	0	942
2000×1400	1900	1000	940	2200	1711	718	434
2000×1600	2200	1100	1021	2350	1810	603	669
2000×1800	2400	1200	1030	2500	1910	438	874
2000×2000	2650	1350	910	2650	2012	0	1156



## (八) 弯管

(1) 45°弯管 主要尺寸及重量见表11-3-14。

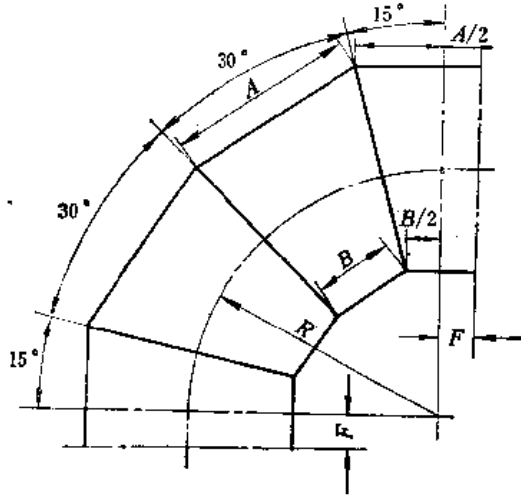
表11-3-14 45°弯管主要尺寸及重量



公称直径 $D_N$ (mm)	外径 (mm)	壁厚 (mm)	$R$ (mm)	$F$ (mm)	$B/2$ (mm)	$A/2$ (mm)	$A$ (mm)	$B$ (mm)	重量 (kg)
200	219	6	260	39	30	73.5	147	60	9.24
250	273	7	260	42	24.5	79.0	158	49	13.72
300	325	8	260	42	19.5	84.0	168	39	18.66
350	377	6	300	42	22	97	194	44	17.96
400	426	6	350	42	27.5	112	224	55	22.88
450	478	6	400	42	32	127	254	64	24.44
500	529	6	450	42	37	142	284	74	34.6
600	630	6	490	52	35	160	320	70	46.1
700	720	6	540	52	36	179	358	72	56.9
800	820	6	640	52	46	209	418	92	74.5
900	920	7	680	60	44	227	454	88	105.1
1000	1020	7	730	60	44	246.5	493	88	123.4
1100	1120	7	790	60	46	270	540	92	145.4
1200	1220	7	850	60	48	292	584	96	168.5
1300	1320	7	910	70	50	314	628	100	197.8
1400	1420	7	970	70	51	337	674	102	224.5
1500	1520	8	1020	70	51	357	714	102	286.7
1600	1620	8	1080	70	53	379	758	106	320.9
1800	1820	8	1190	80	55	421	842	110	399.3
2000	2020	8	1310	90	59	465	930	118	489.4
2200	2220	8	1400	90	61	507	1014	122	576.4
2400	2420	8	1530	90	63	549	1098	126	670.4

(2) 90°弯管 主要尺寸及重量见表11-3-15。

表11-3-15 90°弯管主要尺寸及重量

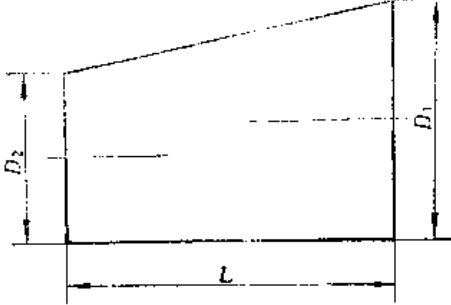


公称直径 $D_N$ (mm)	外径 (mm)	壁厚 (mm)	$R$ (mm)	$F$ (mm)	$A/2$ (mm)	$B/2$ (mm)	$A$ (mm)	$B$ (mm)	重量 (kg)
200	219	6	260	32	99	40.5	198	81	12.1
250	273	7	260	32	106	33	212	66	22.1
300	325	8	260	32	113	26	226	52	30.1
350	377	6	300	42	131	30	262	60	31.1
400	426	6	350	42	151	36.5	302	73	40.2
450	478	6	400	42	171	43	342	86	50.7
500	529	6	450	42	191.5	49.5	383	99	62.4
600	630	6	490	52	216	47	432	94	82.4
700	720	6	540	52	241	48	482	96	102.5
800	820	6	640	52	281.5	61.5	563	123	136.5
900	920	7	680	60	305.5	59	611	118	191.3
1000	1020	7	730	60	332.5	59	665	118	226.4
1100	1120	7	790	60	362	61.5	724	123	267.4
1200	1220	7	850	60	391	64	782	128	310.9
1300	1320	7	910	70	421	69.5	842	139	365.2
1400	1420	7	970	70	450	69.5	900	139	414.2
1500	1520	8	1020	70	477	69.5	954	139	530.4
1600	1620	8	1080	70	506.5	72	1013	144	596.4
1800	1820	8	1190	80	563	75	1126	150	741.1
2000	2020	8	1310	90	621.5	80	1243	160	906.6
2200	2220	8	1400	90	672.5	77.5	1345	145	1055.6
2400	2420	8	1530	90	734	85.5	1468	171	1255.2

### (九) 偏心异径管

偏心异径管主要尺寸见表11-3-16。

表11-3-16 偏心异径管主要尺寸



$D_1 \times D_2$ (mm)	L (mm)	$D_1 \times D_2$ (mm)	L (mm)
400 × 350 ~ 450 × 400	300	1100 × 600 ~ 1600 × 1400	900
500 × 400 ~ 500 × 450	500	1800 × 1200 ~ 1800 × 1600	1400
600 × 400 ~ 600 × 500	700	2000 × 1400 ~ 2200 × 2000	1760
700 × 500 ~ 1000 × 800	850		

## 第4节 煤气管道的维护

煤气管道运行中必须定期进行下列检查工作：

- 1) 测定、检查各用户进口的煤气压力和温度。
- 2) 检查管路上各阀门、防爆铝板是否正常。防爆铝板一般每两年更换一次，半年检查一次。
- 3) 检查排水器的工作情况。
- 4) 检查管道的严密性，是否有漏气、损坏现象。

用户进口煤气压力不足的主要原因为：排送机工作压力下降。除滴器填料阻力增大。冬季管道积水冻冰，产生堵塞。用户进口放散管溢漏或未关闭。相应的消除方法为：调正排送机进出口阀门，使压力达到工作参数。更换除滴器填料或用蒸汽吹扫，减少阻力损失。冬季由于室外温度低，煤气中饱和水冷凝结霜、冻冰，造成管道堵塞。发现管路冻冰时，应先分段测定各点煤气压力，确定冻冰区段后，再用蒸汽吹扫。

用户压力波动的主要原因是管道内积水，因此，必须定期进行地下排水器的抽、排水工作和地上排水器工作状况的检查。

如图11-4-1的装置，可以帮助维护人员正确判断排水器的工作是否正常。其操作方法是：检查人员在戴好氧气呼吸器的情况下，关闭阀门2，打开阀门4，如有煤气漏出或凝结水流出，则说明排水器畅通，否则便是堵塞。如发现排水器堵塞，可将阀门1或阀门2关闭，从吹扫口通入蒸汽吹扫之。

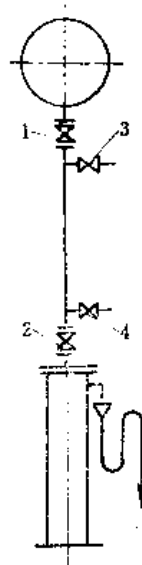


图11-4-1 排水器的检查装置

为了保证排水器的正常工作，应定期用蒸汽吹扫排水器将下部沉淀物冲出。并应在每年进行一次彻底清理。

需要清理运行中的排水器时，应事先在排水管上安装盲板。

吹扫、清理或检查排水器时，都必须有两人同时在场，并佩戴氧气呼吸器，一人工作，一人在安全地带进行监护。

必须定期（一般为半年一次）进行煤气管道的严密性检查。地下管道可在“抽气检查管”进行抽气检查，也可检查管道沿线的雪或草，漏气的地方雪呈黄色，草呈枯黄现象。地上煤气管道主要是依靠刷肥皂水的方法进行检查。

为了检查室内煤气管漏气与否，尚应定期检查室内空气的一氧化碳含量是否超过卫生标准（0.03 mg/L）。

必须定期的检查沿煤气管敷设的蒸汽管，因为蒸汽管道的漏气滴水会引起煤气管道的迅速腐蚀。

必须定期检查煤气管道的接地电阻，其电阻值不应大于30Ω。

在排水器维护及检查中含油、酸的污水禁止进入下水道，防止污染事故发生。

为了保持阀门的灵活可靠，应定期在阀门的丝杠上涂以防锈油膏，室外明杆阀门的丝杠上还应在以保护罩。

### 第5节 煤气管道的修理

煤气管道的一般修理内容

- 1) 排水器的清理和修理。
- 2) 法兰盘漏气的消除和垫的更换。
- 3) 阀的修理、注油和研磨。
- 4) 坡度的校正。
- 5) 防腐层和保温层的修理。
- 6) 抽、堵盲板。
- 7) 腐蚀的修理。
- 8) 裂缝的修理。
- 9) 接新煤气管。
- 10) 膨胀节的更换和漏气的消除。

第2至第4项内容均属一般工业管道的修理工作，可参阅本卷第6章“工业管道修理”和本章有关内容进行。现将煤气管道的一些专门修理技术介绍如下。

#### (一) 防腐层和保温层的修理

1) 煤气管道的防腐层及保温层一般每隔3~5年修理一次。

2) 地上煤气管道防腐层的修理技术可参阅本卷第10章。

3) 地下煤气管道的防腐要求及其结构列于表11-5-1及表11-5-2。其施工要求可参阅本卷第6篇“工业管道修理”。

4) 常用的保温材料及其性能列于表11-5-3。

5) 冷煤气管道的保温方法及材料消耗定额示于图11-5-1和表11-5-4。

6) 冷煤气管道及设备每平方米用漆定额列于表11-5-5，每米保温管道油漆消耗量列于表11-5-6。

7) 膨胀节的保温方法示于图11-5-2。为了进一步防止波形部分下部积水的结冰，应充以葱油（切割馏分300~360℃，密度1109~1115kg/m<sup>3</sup>），并应每隔2~3年于入冬前检查、加注一次。

8) 热煤气管道的砌砖要求示于图11-5-3。最常用的三种粘土砖的技术规格列于表11-5-7。常用几种直径的管道粘土砖消耗量列于表11-5-8。

表11-5-1 地下煤气管道的防腐要求

敷 设 地 点	防腐要求
敷设在低或正常腐蚀度土壤内	正常防腐
1.敷设在次高腐蚀度土壤内 2.敷设在低或正常腐蚀度土壤内的厂房引入段	加强防腐
1.敷设在高腐蚀度土壤内 2.敷设在次高腐蚀度土壤内的厂房引入段 3.敷设在潮湿的土壤内	特强防腐

表11-5-2 地下煤气管道防腐层的结构

防腐层层次 (从金属表面算起)	防腐层的结构		
	正常防腐	加强防腐	特强防腐
1	冷底子油	冷底子油	冷底子油
2	沥青玛璃脂	沥青玛璃脂	沥青玛璃脂
3	牛皮纸	防水卷材	防水卷材
4		沥青玛璃脂	沥青玛璃脂
5		沥青玛璃脂	沥青玛璃脂
6		牛皮纸	防水卷材
7			沥青玛璃脂
8			沥青玛璃脂
9			牛皮纸
防腐层最小厚度(m <sub>m</sub> )	3	6	9

表11-5-3 常用的保温材料及其性能

材料名称	成分	最高使用温度 (°C)	容重 (kg/m <sup>3</sup> )	热导率 (kCal/m·h·°C)
石棉硅藻土	按重量比: 不低于Ⅲ级的 石棉15%, 硅藻土85%	300	700	0.1395 + 0.000145 t
硅藻土预制块		350	600	0.097 + 0.002 t
蛭石水泥预制块	按体积比, 水泥: 焙烧蛭 石 = 1:10	500	480	0.08~0.12
泡沫混凝土	水泥(或粉煤灰等)和其他 材料中掺入泡沫剂制成	250	500	0.06~0.09
矿渣棉		700	250	0.05 + 0.000125 t
玻璃棉		450	130	0.06
玻璃短棉毡	玻璃纤维和粘合剂混合后 压成	350	80	0.05
软木	将软木细粒在高压下压制 成型后烘烤而成	120	250	0.06
水泥珍珠岩管壳	水泥: 膨胀珍珠岩体积比 1:5~12	<600	250~400	0.064 + 0.00011 t

注: 1.kcal/(m·h·°C) = 1.163W/(m·K)。

表11-5-4 冷煤气管道保温用料表

煤气管道 外径×壁厚 (mm)	煤气管中 煤气温度 (°C)	空气 温度 (°C)	每米管 子上煤 焦油消 耗量 (kg)	每米管 子上的 保温材料 消耗 (kg)	每米管 子上金 属网的 消耗量 (kg)	每米管 子上 φ2mm 钢丝消 耗量 (kg)	每米管子油漆消耗量 (一遍) (kg)					每米管子上15mm厚 度石棉、水泥灰层的 保护壳材料 (kg)		
							防 锈 漆	磁 油	沥 青 漆	耐 酸 漆	耐 热 漆	河 砂	400号 水 泥	Ⅵ号 石 棉
108×4	+30	±40	0.092	4.7	0.46	0.163	0.034	0.032	0.163	0.029	0.029	11.5	4.9	0.89
133×4	+30	±40	0.113	5.5	0.52	0.184	0.042	0.040	0.201	0.036	0.036	12.9	5.5	1.0
159×4.5	+30	±40	0.135	6.5	0.59	0.207	0.050	0.048	0.240	0.044	0.044	15.3	6.5	1.1
219×6	+30	±40	0.186	8.2	0.73	0.258	0.069	0.065	0.330	0.060	0.060	17.8	7.6	1.37
273×7	+30	±40	0.232	9.8	0.86	0.305	0.086	0.082	0.411	0.075	0.075	20.8	8.9	1.60
325×8	+30	±40	0.276	11.5	1.00	0.353	0.102	0.097	0.490	0.089	0.089	23.8	10.1	1.83
426×6	+30	±40	0.361	14.7	1.24	0.437	0.134	0.127	0.642	0.116	0.116	29.3	12.4	2.30
529×6	+30	±40	0.449	17.9	1.51	0.531	0.166	0.158	0.796	0.145	0.145	35.4	13.1	2.72
630×6	+30	±40	0.534	21.0	1.74	0.614	0.198	0.188	0.950	0.172	0.172	42.8	15.0	3.61
720×6	+30	±40	0.611	24.0	1.96	0.692	0.226	0.215	1.086	0.197	0.197	47.2	17.5	3.61
820×6	+30	±40	0.696	27.0	2.21	0.778	0.258	0.245	1.236	0.224	0.224	51.6	21.9	3.98
1020×6	+30	±40	0.865	32.5	2.69	0.950	0.320	0.304	1.538	0.279	0.279	60.8	30.7	4.67

注: 1.保温材料: 矿渣棉。包毡层厚度为40mm。

2.金属网规格: d = 0.89, 20#铁丝网(10×10) 2.5目/英寸。

3.每米管子上φ2mm钢丝卡圈间距100mm一个。

表11-5-5 每平方米用漆定额 (二遍)

(kg)

刷油类别	油漆名称				
	沥青漆	耐热漆	耐酸漆	调合漆	磁漆
石棉、水泥保温层壳	0.48	0.112	0.112	0.107	—
设备	0.48	0.087	0.087	0.08	0.095

表11-5-6 每米保温管道油漆消耗量 (一遍)

(kg)

管径	沥青漆	耐热漆	耐酸漆	调合漆
φ108×4	0.328	0.077	0.077	0.073
φ133×4	0.366	0.085	0.085	0.082
φ159×4.5	0.406	0.095	0.095	0.090
φ219×6	0.496	0.116	0.116	0.111
φ273×7	0.576	0.135	0.135	0.129
φ325×8	0.656	0.153	0.153	0.146
φ426×8	0.808	0.188	0.188	0.180
φ529×6	0.963	0.225	0.225	0.215
φ630×6	1.12	0.260	0.260	0.249
φ720×6	1.25	0.292	0.292	0.279
φ820×6	1.40	0.327	0.327	0.312
φ1020×6	1.70	0.397	0.397	0.380

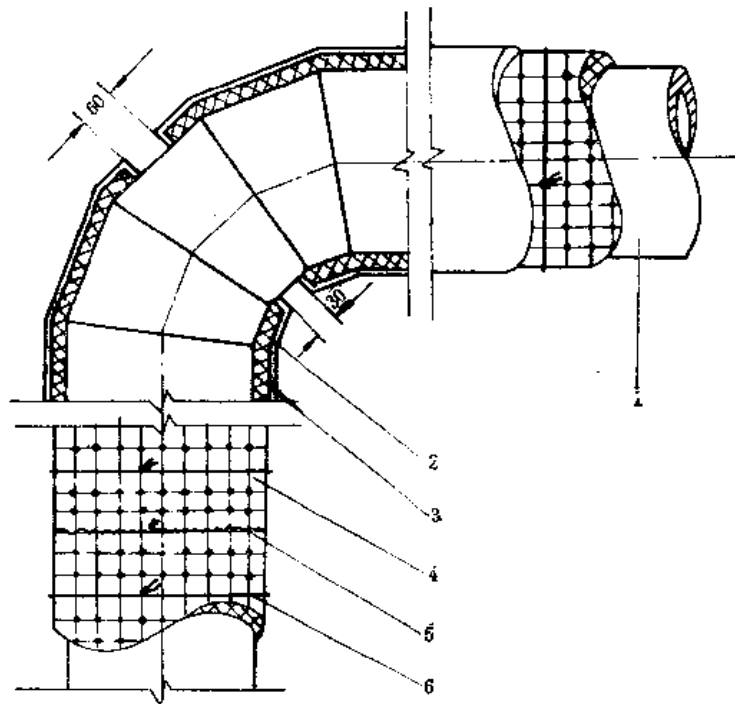


图11-5-1 冷煤气管道的保温

1—管子 2—水泥外壳 3—保温层 4—金属网  
5—金属网接头钢丝 6—铜丝网

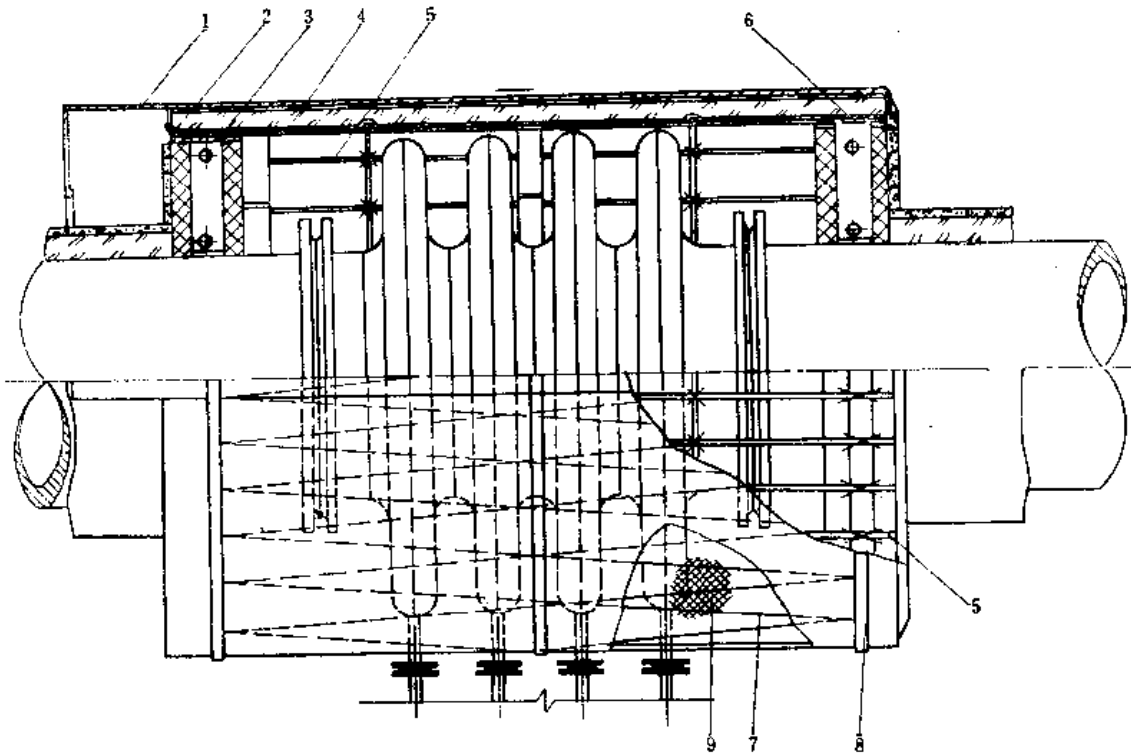


图11-5-2 膨胀节的保温

- 1—外壳 2—圆钢制滑动支架 3—滑动支架座 4—保温层 5—内骨架  
6—固定支架 7—钢丝 8—扁钢箍 9—钢丝网

表11-5-7 热煤气管常用的三种粘土砖的技术规格 (GB2992—82)

外形	标号	尺寸 (mm)				体积 (cm <sup>3</sup> )	重量 (kg)
		a	b	c	d		
	T <sub>x</sub> -3	114	230	65	—	1704.3	3.5
	T <sub>c</sub> -23	114	230	65	55	1573.2	3.2
	T <sub>c</sub> -22	114	230	65	45	1442.1	3.0

表11-5-8 常用几种直径的热煤气管的粘土砖消耗量

管道公称直径 (mm)	每圈粘土砖消耗量(块)		每米管子的粘土砖消耗量(kg)	
	T <sub>r</sub> -3	T <sub>c</sub> -23	T <sub>r</sub> -3	T <sub>c</sub> -23
1200	36	19	497	2215
1400	45	19	622	2215
1600	55	18	758	2100
1800	65	18	897	2100
2000	74	18	1022	2100
2200	83	18	1148	2100
2400	93	18	1285	2100
2600	102	18	1410	2100
2800	111	18	1532	2100
3000	121	18	1672	2100
3200	130	17	1798	1980

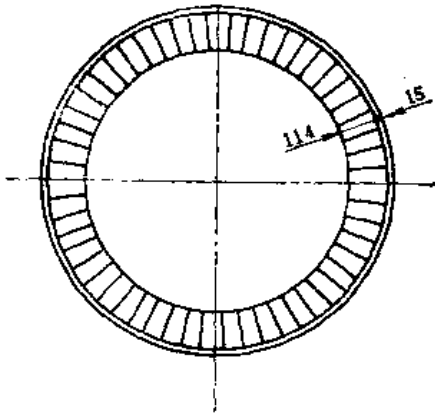


图11-5-3 热煤气管道的砌砖

砌砖厚度 113mm  
 砖缝 2~3mm  
 轴向膨胀缝 每4m留15~20mm  
 管子内壁与砖衬间隙 15mm

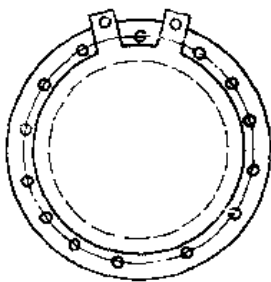


图11-5-4 盲板示意图

(二) 抽、堵盲板

(1) 盲板的制作及设计

1) 盲板只允许用钢板制作, 不能用其它材料。

2) 盲板上应设有穿钢丝绳的耳朵, 见图11-5

4。

3) 盲板制成后应用煤油进行渗透试验, 不渗油为合格。

4) 煤气工作压力为5和15kPa时, 盲板厚度与煤气管道直径的关系示于图11-5-5和图11-5-6。

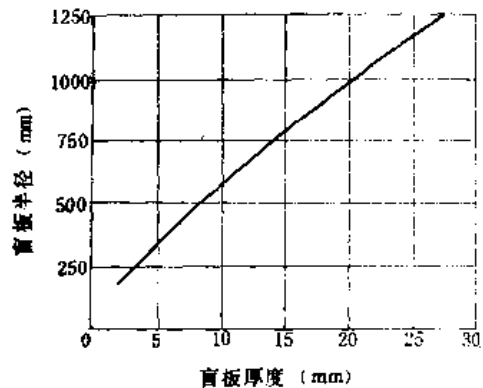


图11-5-5 煤气工作压力为5 kPa时, 盲板厚度与煤气管道直径的关系

5) 盲板的直径

$$D = D_1 - (d + 10)$$

式中  $D$  ——盲板直径(mm);  
 $D_1$  ——法兰螺孔中心线的直径(mm);  
 $d$  ——法兰螺孔直径(mm)。

(2) 抽、堵盲板前的准备工作

1) 按工作需要和现场条件准备操作平台, 梯子和工具。

平台应采用10倍安全系数。

平台与梯子都必须设有安全栏杆, 高度以1200



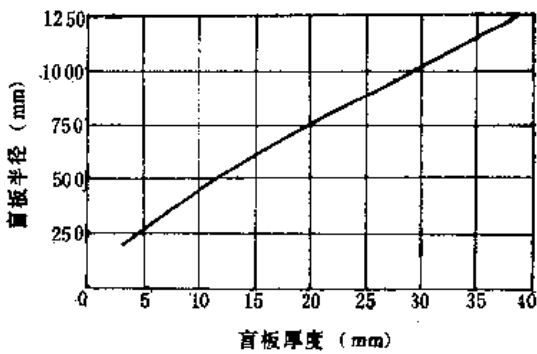


图11-5-6 煤气工作压力为15kPa时，盲板厚度与煤气管道直径的关系

mm为宜。

2) 在轴堵盲板方向的两侧，焊两对相互对称的支撑架，其间距为350~400mm，见图11-5-7。

3) 将煤气压力降低到0.5~2kPa，并在有煤气一侧设置压力表。

4) 为了防止煤气管的下沉（特别是向下抽盲板时），应酌情在法兰两侧架设临时支架。

5) 架设吊盲板用的起重桅杆见图11-5-8。

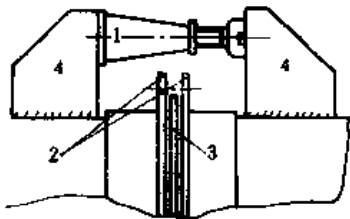


图11-5-7 撑开盲板的支撑架  
1—千斤顶 2—法兰 3—盲板 4—支撑架

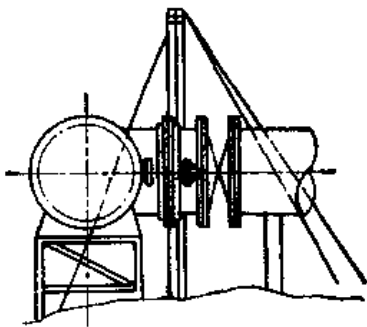


图11-5-8 吊盲板用的起重桅杆

(3) 盲板的抽、堵 盲板可以任何方向进行抽、堵，但从下、左、右抽、堵时，操作均不方便，易造成煤气的大量漏泄。因此，一般情况下，均应从上方进行抽、堵。带煤气抽、堵盲板时，所

有在场人员必须佩戴氧气呼吸器。

### (三) 管道腐蚀的修理

(1) 局部腐蚀的修理 蒸汽吹扫口阀门漏汽、滴水所引起的管道局部腐蚀，是较常见的管道损坏现象。一般情况下，可按如下几种情况区别对待：

1) 腐蚀面积不大时，可采用如图11-5-9所示的挖补方法，或采用如图11-5-10所示的方法，在腐蚀部位补以钢板。

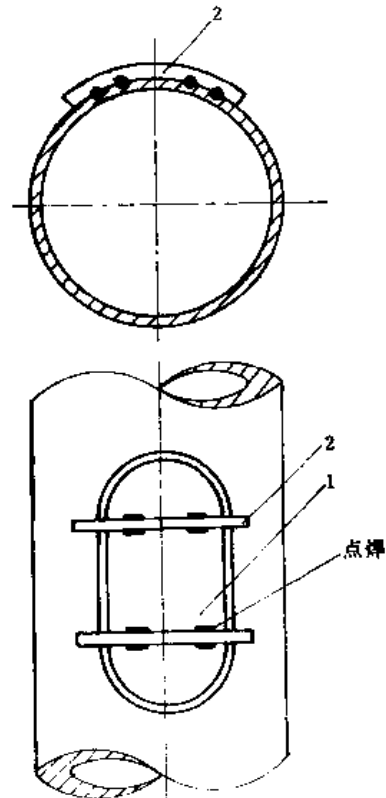


图11-5-9 煤气管道的挖补修理  
1—衬片 2—模板

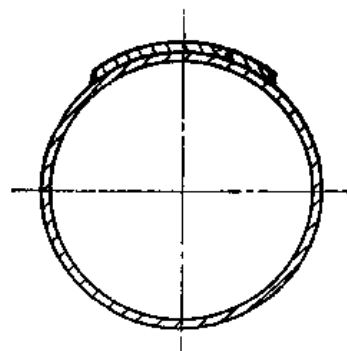


图11-5-10 在煤气管道外表焊补钢板

2) 因局部腐蚀而引起管道刚度不足时，可采

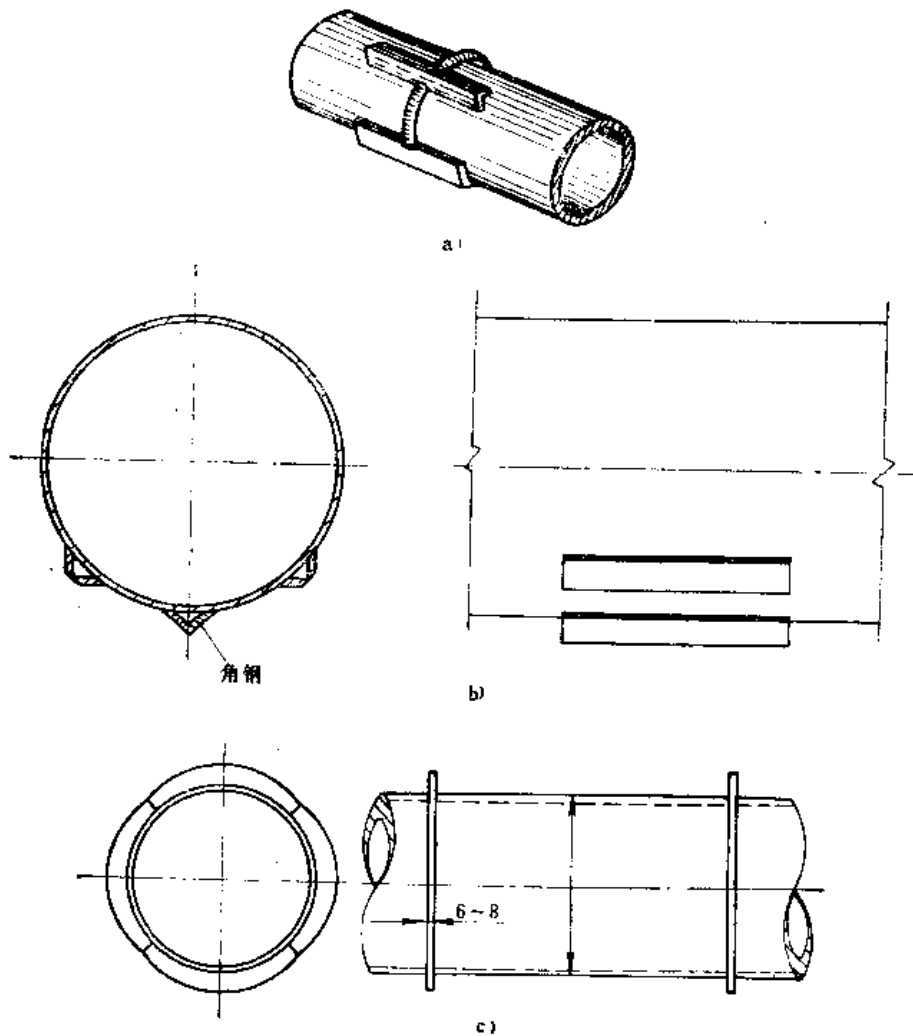


图11-5-11 管道的加固

a) 小管子的加固 b) 大管径的角钢加固 c) 加强圈加固

用如图11-5-11的方法进行加固。

(2) 整个管段的更换 整个管段腐蚀面积很大时，则应将此管段更换。

小管径管段更换时可采用如图11-5-12 a所示的方法对准中心；大管径管段更换时可采用如图11-5-12 b所示的方法对准中心。

采用如图11-5-13的方法更换整个管径时，则能保证新、旧管子中心线的自动重合。新管段的内径应较旧管段的外径大2~4mm。

为了防止管道的变形，更换整个管段时应在管段两侧架设临时支架。

管道的对接焊缝应按表11-5-9的要求预先铲出坡口。铲坡口前应先将焊缝边缘10~15mm内的铁锈除净。

管子补焊时，应采取防止产生内应力的措施。厚度为5~7mm的对接焊缝应分两层焊，厚度为8~15mm的对接焊缝应分三层焊，一般的施焊顺序示于图11-5-14。

所有焊补工作都应采用技术性能不低于T42的电焊条。

焊接完成后，应用刷肥皂水的方法检查焊缝质量。

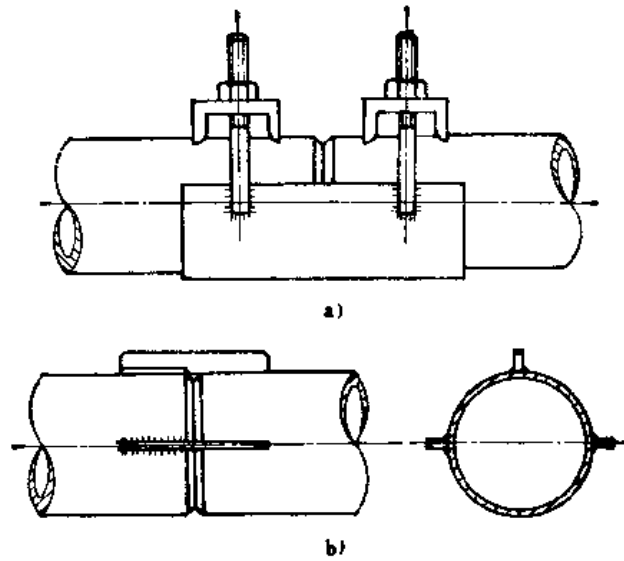


图11-5-12 管道中心的对准  
a) 小管径管子 b) 大管径管子

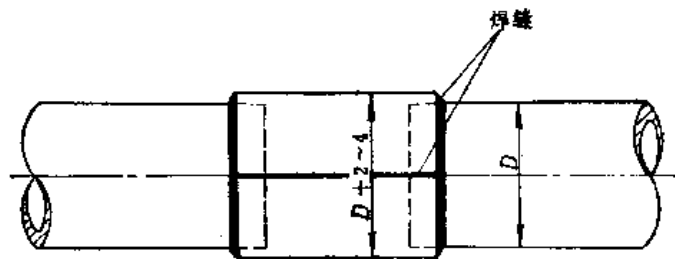


图11-5-13 自动对准管子中心的方法

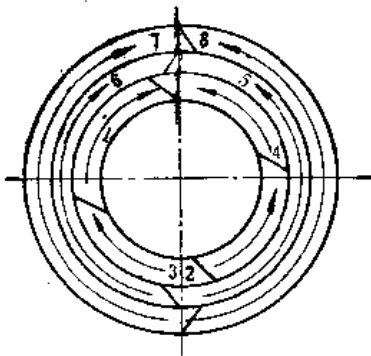


图11-5-14 管道的一般施焊顺序

#### (四) 管道裂纹的修理

##### (1) 管道产生裂纹的原因

- 1) 冬季施工, 焊接质量差, 产生内应力, 使用一定时间, 多次热胀冷缩后则自动开裂。
- 2) 管道内冷凝水结冰。

3) 原设计考虑热膨胀不够。

##### (2) 裂纹的一般修理方法

1) 打临时卡箍 见图11-5-15和图11-5-16, 如裂纹已经使煤气泄漏, 则工作人员应佩戴氧气呼吸器进行工作。

2) 焊补 焊补工作可待管道停用、煤气吹净后进行, 亦可带煤气进行。带煤气焊补的方法如下:

① 裂纹很小, 没有发生煤气漏泄或漏气量很小时可直接焊补。

② 裂纹较宽, 且已发生煤气漏泄时, 可先由戴氧气呼吸器的人, 用锋利的黄铜凿子将石棉绳凿入裂缝内, 并用腻子敛缝, 消除煤气漏泄后, 再在外面焊补钢板。

③ 裂纹较宽, 煤气漏泄量很大, 无法敛缝者, 可先将煤气压力降到 $200\sim 3000\text{Pa}$  (压力太低

易引起回火，压力太高则易将熔化的焊条吹出），再带煤气焊补钢板。如果漏泄量仍然较大时，则可采用如图11-5-15或图11-5-16的工具将补片加以压紧。

**(五) 在损坏的膨胀节上安装保护壳**

- 1) 参照图11-5-17，首先准备好上、下保护壳和螺栓、螺帽。
- 2) 用填石棉绳敛缝的方法，消除煤气漏泄。
- 3) 将保护壳固定在膨胀节上，并在膨胀节的凹槽中填满石棉灰。
- 4) 用钢板将上、下壳搭焊起来。

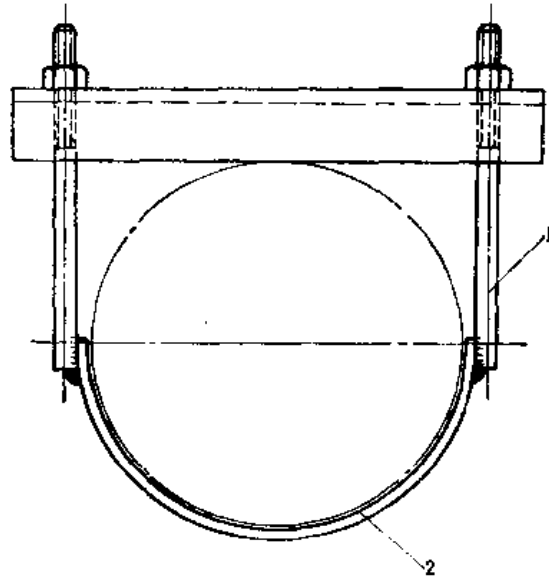


图11-5-15 管道临时卡箍之一  
1—卡箍 2—胶皮

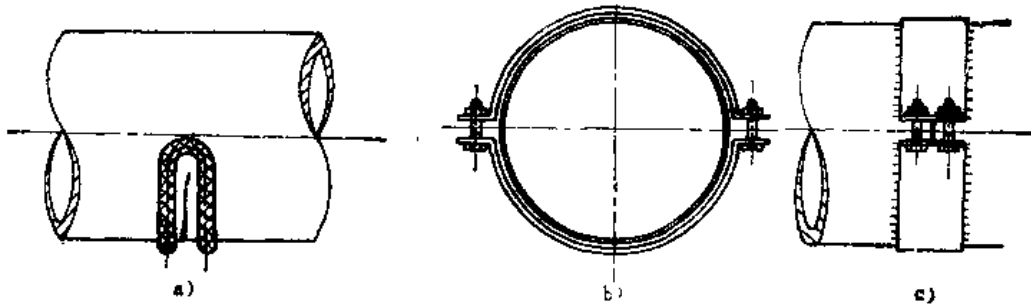


图11-5-16 管道临时卡箍之二  
a) 管箍下部的垫 b) 断面图 c) 正视图

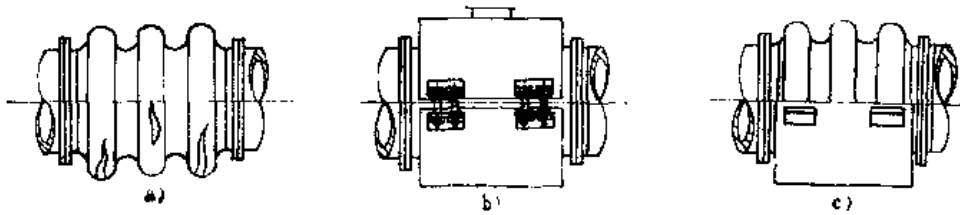


图11-5-17 在膨胀节上装保护壳  
a) 安装保护壳前的膨胀节 b) 安装完下部保护壳的情况 c) 安装完上下部保护壳的情况