

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 $\pm 1\text{mm}$ 。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

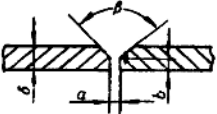
管壁简图	壁 厚 δ (mm)	间 隙 a (mm)	钝 边 b (mm)	坡口角度 β (rad)
	4~6	2	1~1.5	1.047198~1.22173
	7~10	2~3	1.5~2	1.047198~1.22173

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，连接长度不大于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/Nm³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 $k_s = \left(1 + \frac{d_s}{804}\right) \left(\frac{273 + t}{273}\right)$

$\times \frac{101.332}{p}$ 绘制。

式中 d_s ——工作状态下饱和气体含湿量 (g/Nm³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_s 标尺的交点即为所求的 k_s 值。

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

表11-2-1 燃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	$d = \sqrt{\frac{Q_0}{2826 v_0}} \text{ (m)}$	v_0 选择 $D_g 200 \sim 400$ 时取 $4 \sim 10 \text{ (m/s)}$ $D_g 500 \sim 800$ $6 \sim 14 \text{ (m/s)}$ $D_g 900 \sim 1200$ $9 \sim 18 \text{ (m/s)}$ $D_g 1300 \sim 1500$ $11 \sim 20 \text{ (m/s)}$
2	直管段的压力降	$\Delta p_1 = 9.8 \lambda \cdot \frac{v_0^2}{2g} \cdot \frac{L}{d} (\rho_0 + d_s) \cdot k_s \text{ (Pa)}$	λ ——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	$\Delta p_2 = 9.8 \xi \cdot \frac{v_0^2}{2g} (\rho_0 + d_c) \cdot h_v \quad (\text{Pa})$	ξ ——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)	$l = \sqrt{\frac{k[\sigma]_w \cdot Z \cdot \phi}{100g}} \quad (\text{m})$	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)	$l = \sqrt[3]{\frac{48EJi}{q \cdot 10^4}} \quad (\text{m})$	i ——管道坡度, 取0.003~0.005
6	管道的补偿量	$\Delta l = \alpha (t_1 - t_2) L \quad (\text{cm})$	α ——管道线膨胀系数($\text{cm/m} \cdot ^\circ\text{C}$) 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 (Nm^3/h);
 v_0 ——标准状态下煤气流速 (m/s);
 L ——管道长度 (m);
 ρ_0 ——标准状态下的煤气密度 (kg/Nm^3);
 d_c ——工作状态下的煤气含湿量 (g/Nm^3), 见图11-2-1;
 h_v ——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 (m);
 q ——计算荷载 (kg/m), 包括基本计算荷载及预留荷载;
 $[\sigma]_w$ ——许用弯曲应力 (N/mm^2), 表11-2-15;
 Z ——管道断面系数 (cm^3), 见表11-2-14;
 ϕ ——焊缝系数, 焊缝不作超声波与射线检查, 对于碳钢单面手工焊, $\phi = 0.8$, 双面手工焊, $\phi = 0.9$, 对于16Mn (或16MnCu) 低合金钢单面手工焊, $\phi = 0.7$, 双面手工焊, $\phi = 0.8$;
 E ——管道材料的弹性模量 (kg/cm^2), 见表11-2-15;
 J ——管道断面惯性矩 (cm^4), 见表10-2-13;
 q_1 ——操作荷载 (kg/m), 包括金属重量, 正常操作时水的荷载及预留荷载。

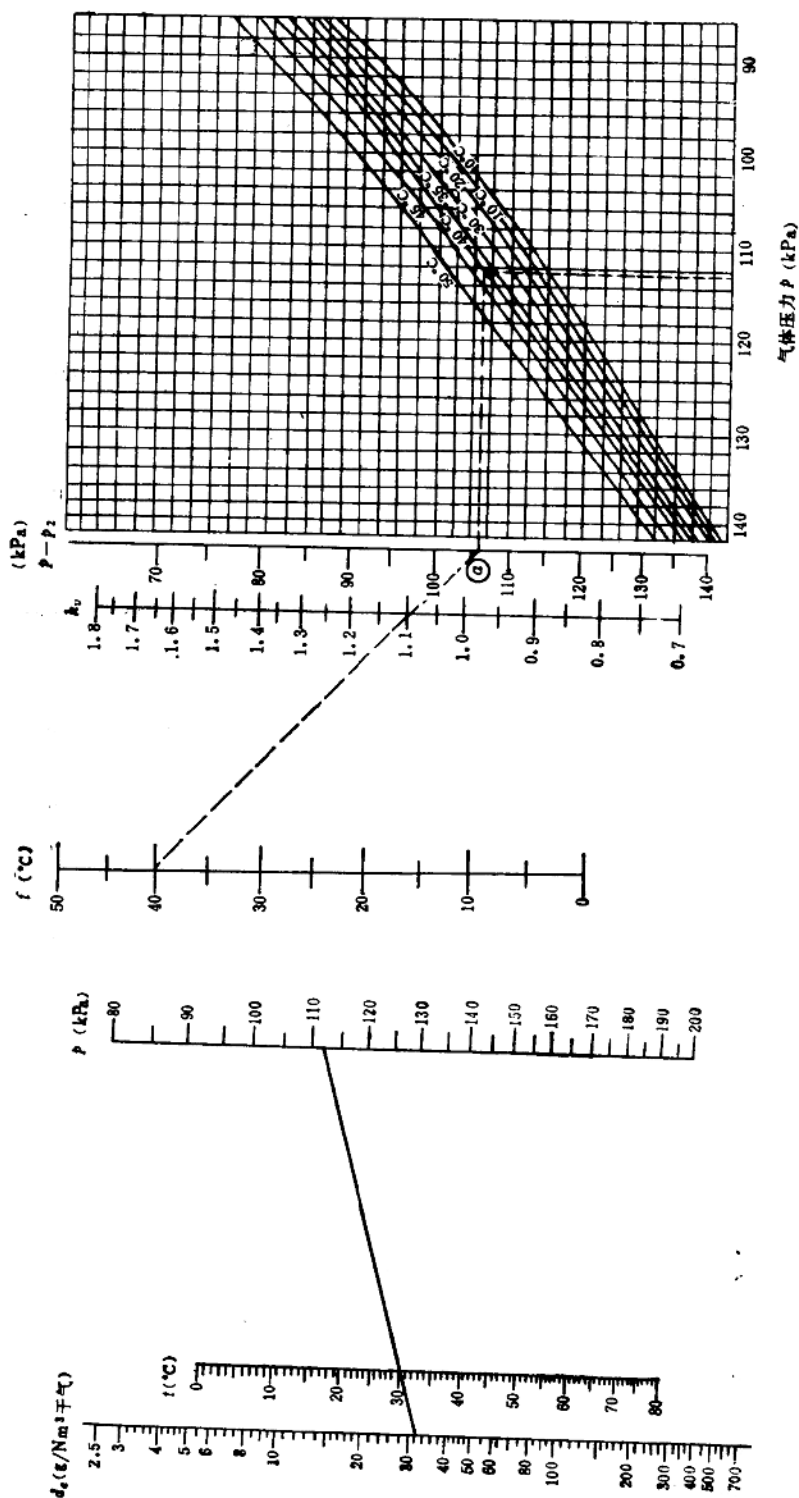


图11-2-1 工作状态下的煤气含氧量

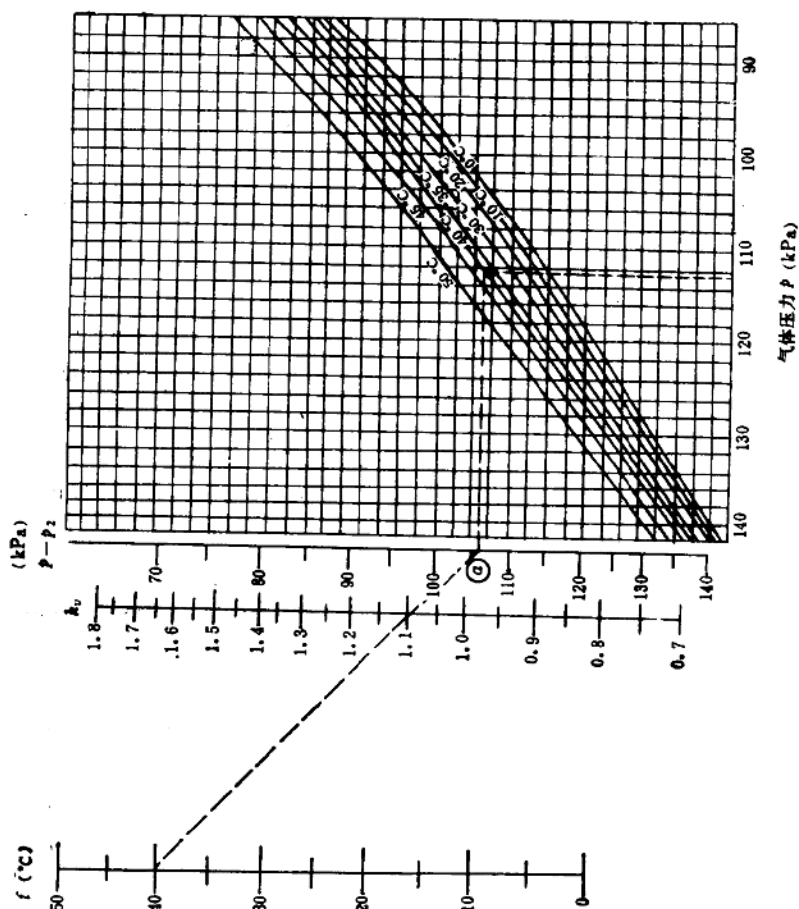


图11-2-2 工作状态下的煤气含氧量

(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

速度 (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
流量 (m ³ /h)														
公称直径 (mm)														
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	2267	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 ΔP_{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	430.8
		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	790.9

(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 ΔP_{100} (Pa)			
				$Q_H^f = 5025$ $\rho_0 = 1.24$	$Q_H^f = 5860$ $\rho_0 = 1.19$	$Q_H^f = 6700$ $\rho_0 = 1.13$	$Q_H^f = 7500$ $\rho_0 = 1.08$
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
426×6	0.1714	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
		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
529×6	0.2673	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
		9	6798	360.6	342.3	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
630×6	0.3819	6	6476	134.3	129.4	122.5	117.6
		7	7555	182.3	175.4	167.6	159.7
		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
720×6	0.5013	7	9916	159.7	152.9	146.0	140.1
		8	11333	218.5	209.7	199.1	191.1
		9	12749	285.2	274.4	260.7	249.9
		10	14166	360.6	342.3	330.3	316.5
		11	15582	445.9	428.3	407.7	390.0
		12	16999	539.0	518.4	492.9	472.4
		13	18415	641.9	617.4	587.0	562.5
		14	19832	753.6	724.2	688.9	659.5
820×6	0.6529	7	12915	140.1	134.3	127.4	122.5
		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 ΔP_{100} (Pa)			
				$Q_H^P = 5025$ $\rho_0 = 1.24$	$Q_H^P = 5860$ $\rho_0 = 1.19$	$Q_H^P = 6700$ $\rho_0 = 1.13$	$Q_H^P = 7500$ $\rho_0 = 1.08$
920×6	0.8245	8	18639	162.7	155.8	148.9	142.1
		9	20969	205.8	197.9	188.2	180.3
		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	72.5
		8	22971	146.0	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	27755	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	356.7
		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	32991	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	668.4
		22	90725	923.2	887.9	844.8	808.5
1320×6	1.7109	9	43514	143.1	137.2	130.3	125.4
		10	48349	176.4	169.5	160.7	153.9
		12	58019	253.8	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： $\Delta P_{100} = 1.7905 \frac{v_0^2}{d} (\rho_0 + 0.04745) (P_A)$ 计算。

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

表11-2-4 压力修正系数 k

煤气温度 t (°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 $k = \frac{\rho_0 + d_g}{\rho_0 + 0.04745} \times \frac{273 + t}{273 + 35} \times \frac{101332}{p_{dp} + P} \times \frac{0.804 + d_g}{0.8515}$ 计算

式中 Q_H^p ——煤气发热(kJ/Nm³)，

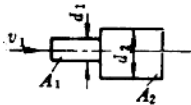
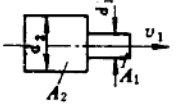
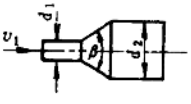
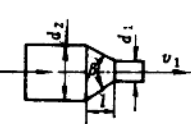
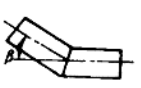
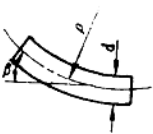
ρ_0 ——标准状况下煤气密度(kg/Nm³)，

p_{dp} ——地区大气压力(Pa)，

P ——煤气压力(Pa)，

d_g ——工作状态下煤气含湿量(kg/Nm³)。

表11-2-5 局部阻力系数

名 称	简 图	阻 力 系 数 ζ								
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	
		ζ	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
		ζ	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
逐渐扩大		d_2/d_1	β							
			$10^\circ \sim 15^\circ$		$20^\circ \sim 30^\circ$		$45^\circ \sim 90^\circ$			
		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	β							
			10°	30°	60°	100°				
		0.05	0.45	0.36	0.30	0.35				
		0.10	0.40	0.25	0.18	0.27				
		0.60	0.28	0.13	0.12	0.23				
焊接弯头		β	15°	20°	30°	45°	60°	80°	90°	
		ζ	0.06	0.10	0.17	0.32	0.68	1.06	1.27	
圆角弯头		β	R/d							
			1	1.5	2	3	4	5		
		30°	0.14	0.11	0.092	0.076	0.063	0.055		
		45°	0.19	0.15	0.13	0.11	0.088	0.077		
		60°	0.23	0.18	0.16	0.13	0.11	0.094		
90°	0.30	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12				
90°焊接弯头 (一块板)		l/d	0.710	0.943	1.174	1.420	1.500	1.850		
		ζ	0.510	0.415	0.384	0.377	0.376	0.390		

(续)

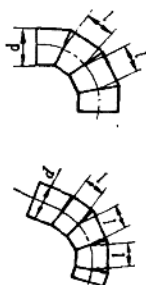
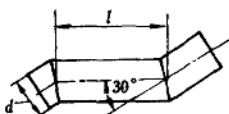
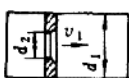
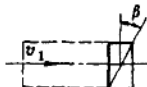
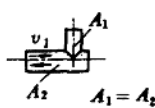
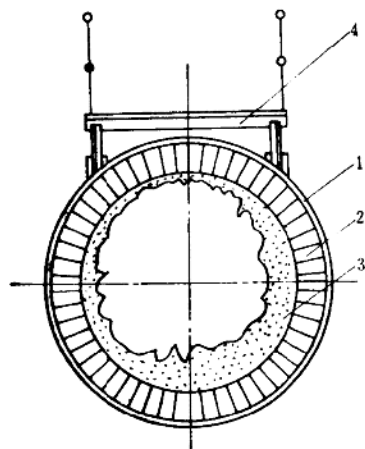
名 称	简 图	阻 力 系 数 ζ														
90°焊接弯头 (二块板)																
		l/d	1.23	1.44	1.67	1.70	1.91	2.37								
		ζ	0.347	0.320	0.300	0.299	0.312	0.337								
焊接弯头																
		l/d	1.23	1.67	2.37	3.77	5 以上									
		ζ	0.300	0.378	0.264	0.242	0.242									
流量孔板																
		d_1/d_2	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	$d_1/d_2 > 3$							
		ζ	0.9	5.5	14	30	90	195	$\left(\frac{d^2}{0.61d_1^2} - 1\right)^2$							
蝶 阀																
		ρ	0°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	70°	80°	90°
		ζ	—	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									
		ζ	0.5		0.25		0.15									

表11-2-6 冷煤管道的技术特性

名称	公称管径	外径	壁厚	重量	外表面积	有效断面	无绝缘时		有保温层时(厚50mm)			排水器
	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/m)	(m ² /m)	(m ²)	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)	最大间距 (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	0.0338	9.5	70	8.5	88	15	
	250	273	7	45.92	0.858	0.0525	11.0	10.5	10.5	127	18	
焊接 钢管	300	325	8	62.54	1.020	0.0750	12.5	145	12.0	170	21	200
	350	377	6	54.80	1.185	0.121	13.0	168	12.0	195	24	
	400	426	6	62.10	1.34	0.134	14.0	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	0.468	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	288.3	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 ³)	断面惯性 力矩 (cm ⁴)	每 米 负 荷 重 (kg)					最大 跨度 (m)	断面压应力 (N/mm ²)
			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 厂区架空燃气管道与建筑物、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 厂区架空燃气管道与铁路、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
5	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 $\leq 300\text{mm}$; 当管径 $\geq 300\text{mm}$ 时, 其最小净距应为 0.3m 。

表11-2-10 厂区架空燃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)	燃气管道公称直径(mm)		
		最小水平净距(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 缆	不允许平行敷设	0.5	0.3
7	穿有导线的电缆管	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气体中的分压力

[illegible]

表11-2-13 管道断面惯性矩 J

管道外径 D (mm)	J (cm ⁴)						
	管 道 计 算 壁 厚 δ_j (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	3633	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	22730	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)；
 δ_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 ³)						
	管 道 计 算 壁 厚 δ_j (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	3911	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 (cm⁴)；
 D ——管道外径 (cm)。

表11-2-15 钢材的力学性能及许用应力

(N/mm²)

温度 (°C)		钢							
		A2	钢10	钢15	A3、A3F	钢20	钢25	A5	16Mn(16MnCu)
常温	抗拉强度 σ_b	350	340	380	390	420	460	500	520
	屈服点 σ_s	220	210	230	240	250	280	280	350
	弹性模量 E		2.02×10^5	2.02×10^5	2.1×10^5	2.02×10^5	2.02×10^5		2.1×10^5
	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		265
100	抗拉强度 σ_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		1.95×10^5	1.96×10^5	2.04×10^5	1.87×10^5	2.0×10^5		2.08×10^5
200	抗拉强度 σ_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		1.85×10^5	1.88×10^5		1.79×10^5	1.95×10^5		2.05×10^5
300	抗拉强度 σ_b		525	430	443	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		1.75×10^5	1.75×10^5	1.88×10^5	1.7×10^5	1.89×10^5		1.97×10^5
400	抗拉强度 σ_b		380	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		1.6×10^5	1.6×10^5	1.66×10^5	1.51×10^5	1.67×10^5		1.89×10^5

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以上为短时机械性能。

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。