

第10章 工艺设备的修理

第1节 洗涤塔的修理

(一) 常见洗涤塔规格及性能

常见洗涤塔规格及性能见表10-1-1。

(二) 三层洗涤塔的技术条件及修前检查

1. 三层洗涤塔的技术条件

1) 外壳在焊接后的垂直性, 外壳顶部中心至地面地脚中心之偏差不得大于20mm。

2) 外壳在安装后的圆度误差不得超过4mm。

3) 洗涤塔内各底层在焊接后不得漏气。用压力为5kPa的空气进行试验, 在一小时内, 压力降低不得超过0.5kPa。

4) 各水管及汽管的接头处一定要密封, 在0.7MPa的压力下不得漏气、漏水。

5) 安装管螺纹时, 要先涂上白色铅油然后再拧紧, 这样可以防止漏水和便于拆卸。

6) 排水管的水封高度应满足表10-2-1。

表10-1-1 常见洗涤塔规格及性能

名称 \ 规格	φ1.5×6.8	φ1220	φ1620×6	φ2650	φ3500	φ4000	φ4016
煤气处理量(Nm ³ /h)	1500	1500~2000	3200	6000~9000	6000~8600	11000	15000
塔直径×壁厚(mm)	φ1520×5	φ1220×8	φ1620×6	φ2650×8	φ3500×8	φ4000×10	φ4016×8
塔高(mm)	6800	6200	9500	18000	15000	14000	15600
填料层高度(mm)	1500/2	1000/2					
塔进口管径(D _N)	400	400	500				
塔出口管径(D _N)	300	250	400				
填料种类	焦炭		矩鞍环		木格	木格	木格
煤气压力(kPa)	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
喷嘴前水压(MPa)		0.2~0.25					
冷却水进口温度(°C)			30~35	30	25~30	25~30	25~30
冷却水出口温度(°C)			45~50	40	35~40	30~45	40~45
冷却水单位耗量(L/Nm ³)	4~5.3	10.0	12.5	10	12	10	13.2
喷头最大出水量(t/m ³)				140	103.2	200	213
煤气进口温度(°C)	150	100~200	80~90	100	80~90	80~90	85
煤气出口温度(°C)	30~40	35~40	35~40	40	35~40	35~40	35
设备总重(kg)	6550①	2846	7900	20000①	16474①	21000	20584

① 包括填料重量。

2. 三层洗涤塔设备修理前的检查

1) 先将需要修理的设备与运行网路用卡堵板或盲板隔开, 用蒸汽吹扫, 自放散管放散。然后打开人孔进行自然通风。化验内部气体, 当一氧化碳含量小于 0.03mg/L 时为合格。

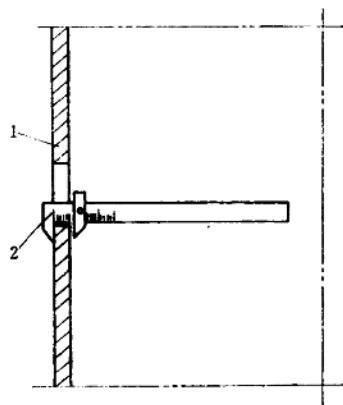


图10-1-1 塔壁厚度的检查方法

1—洗涤塔 2—专用测量卡尺

2) 进入设备内部进行清理。

3) 检查洗涤塔设备的腐蚀情况。方法是: 先用手锤自上而下的敲打设备外壁, 按照厚薄发音的

不同, 初步判断设备腐蚀状况, 画上标志, 然后选定几点腐蚀严重处用超声波测厚仪或钻孔的方法检查, 钻孔直径为 $5\sim 16\text{mm}$, 将内外毛刺铲平, 去净污物后, 可用专门的卡尺测出实际壁厚, 如图10-1-1所示, 测量完毕后应用电焊将孔焊堵。

4) 设备的腐蚀状况应记入专门的设备档案中。

5) 如腐蚀严重, 已达到报废标准时, 则应更换新的。可参照一般安装规范进行施工。

洗涤塔设备的报废标准应根据设计规定采用。设计未作规定者, 可按设备刚度及强度进行计算。一般情况下, 设备的允许腐蚀量主要决定于刚度。

(三) 喷水嘴的特性

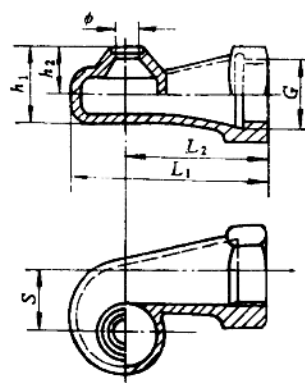
1. 渐开线形喷水嘴

此型喷水嘴又名螺旋喷水嘴、涡形喷水嘴。其喷射角一般约为 68° , 流量系数小, 一般常用于洗涤塔中。

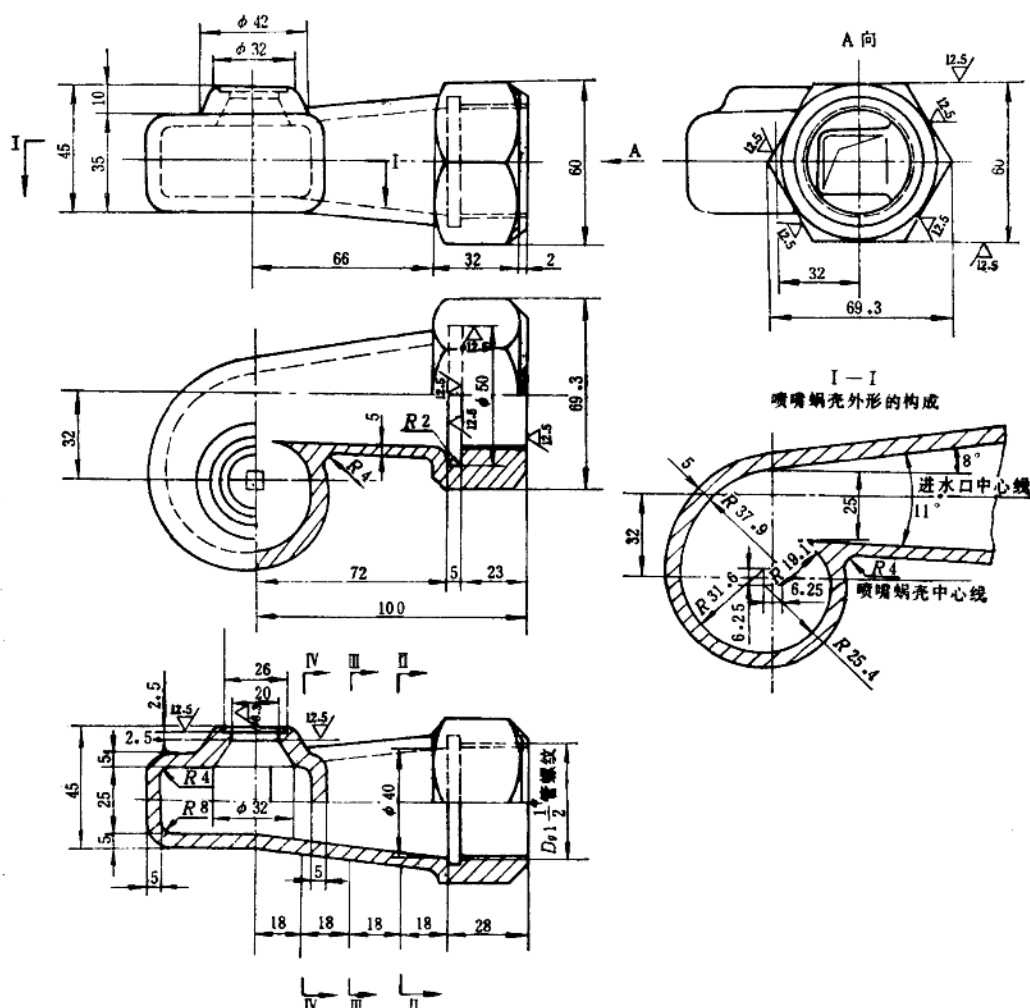
(1) 渐开线喷水嘴结构、规格及外形尺寸
渐开线型喷水嘴结构、规格及外形尺寸见表10-1-2, $D_g 20$ 喷水嘴加工图见图10-1-2所示。

(2) 供水压力与喷水量的关系 喷口直径为

表10-1-2 渐开线形喷水嘴外形尺寸



ϕ (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	L_1 (mm)	L_2 (mm)	G (mm)	S (mm)	重量 (kg)
6	29	18	101	77	1	16	0.3
9	29	18	101	77	1	16	
10	24.5	14.25	101	80	3/4	16	
12	29	18	101	77	1	16	
15	37	22.5	~124	100	1 1/4	25	
20	45	27.5	140	100	1 1/2	32	1.0
25	52	33	187	142	2	32	1.52
							2.2

图10-1-2 D₂₀喷水嘴加工图

φ6、φ9、φ12mm的渐开线形喷水嘴供水压力与喷水量的关系见图10-1-3；而φ10、φ15、φ20和φ25mm喷水嘴，供水压力与喷水量的关系见图10-1-4。

供水压力与喷淋高度 h 、喷淋直径 D 的有关参数见表10-1-3。

2. 矩形三线螺旋芯喷水嘴

矩形三线螺旋芯喷水嘴的结构和性能列于表10-1-4。

喷水嘴与供水压力的关系按下式计算：

$$Q_s = 3600kA\sqrt{\frac{2gP_s \times 10^5}{\rho}}$$

式中 Q_s ——喷水量(m^3/h)；

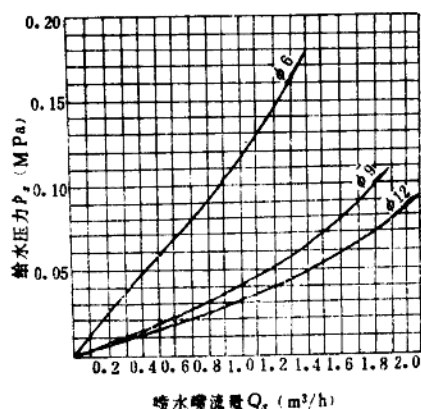


图10-1-3 φ6、φ9、φ12渐开线形喷水嘴性能曲线

k —— 流量系数, 一般取0.42;

A —— 喷口截面积(m^2);

p_s —— 供水压力(MPa);

ρ —— 水的密度(kg/m^3);

g —— 重力加速度 (m/s^2)

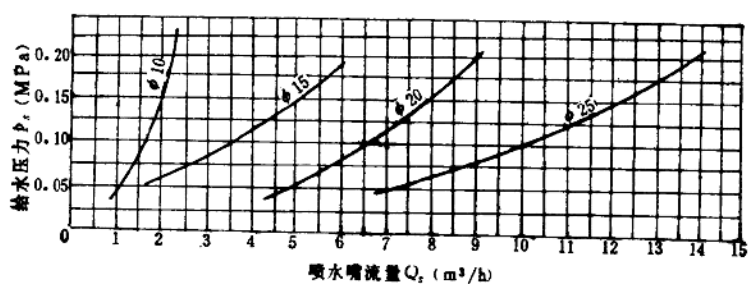
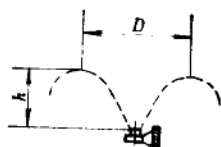


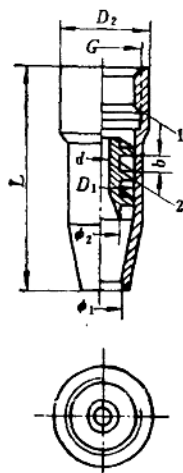
图10-1-4 $\phi 10$ 、 $\phi 15$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 25$ 渐开线形喷水嘴性能曲线

表10-1-3 供水压力与喷淋高度 h 、喷淋直径 D 的关系



供水压力 (MPa)	喷 水 嘴 直 径 (mm)							
	$\phi 25$		$\phi 20$		$\phi 15$		$\phi 10$	
	D (m)	h (m)	D (m)	h (m)	D (m)	h (m)	D (m)	h (m)
0.05	5	2.5	4.5	2.3	2.5	2	1.5	1
0.1	6	2.5	5.5	3	4.5	3	2	1.5
0.15	7	4	6	3.5	4.5	3.5	2.5	2.5
0.2	7	4.5	6.5	4	5.5	3.5	2.5	2.5
0.25	7	5	6.5	4	5.5	3.5	2.5	2.5
0.3	7	5	6.5	4	5.5	3.5	2.5	2.5

表10-1-4 矩形三线螺旋芯喷嘴尺寸及性能表



1—外壳 2—螺旋芯

喷水量 (m ³ /h)	外 壳 尺 寸				螺 旋 芯 尺 寸 (mm)				重 量 (kg)
	ϕ_1 (mm)	G (in)	L (mm)	D ₂ (mm)	ϕ_2	D ₁	d	b	
1	7	1/2	58	30	7	14	3.15	2.8	0.3
2	10	3/4	74	35	10	20	4.5	4	0.4
2.9	12	1	88	45	12	24	5.4	4.8	0.5
4	14	1	97	45	14	28	6.3	5.6	0.59
5.2	16	1 1/4	108	55	16	32	7.2	6.4	0.70
6.6	18	1 1/4	117	55	18	36	8.1	7.2	0.87
7.3	19	1 1/2	122	55	19	38	8.55	7.6	0.96
8.1	20	1 1/2	127	55	20	40	9	8	1.08
9	21	1 1/2	131	60	21	42	9.45	8.4	1.28
10.8	23	2	143	70	23	46	10.25	9.2	1.36
11.7	24	2	146	70	24	48	10.8	9.6	1.46
12.7	25	2	151	70	25	50	11.25	10	1.59
13.7	26	2	154	70	26	52	11.7	10.4	1.70
14.8	27	2	157	70	27	54	12.15	10.8	1.80
15.9	28	2 1/2	170	85	28	56	12.6	11.2	2.05
17.1	29	2 1/2	175	85	29	58	13.05	11.6	2.22
18.3	30	2 1/2	179	85	30	60	13.5	12	2.39
19.5	31	2 1/2	184	85	31	62	13.95	12.4	2.82
20.8	32	2 1/2	187	85	32	64	14.4	12.8	3.08

注：1. 喷水量是按有效供水压力 $P_s = 0.15 \text{ MPa}$ 计算的；2. 有效供水压力为 0.15 MPa 时，喷洒角一般为 75° 。

(四) 洗涤塔设备的加固、焊补与变形校正

1. 洗涤塔设备的加固

洗涤塔设备因刚度不够而产生局部变形时(某厂洗涤塔高21.1m、直径4m、壁厚8mm,安装7年后,发现下部变形20mm,见图10-1-5所示),可采用图10-1-6的方法,在设备内壁或外壁焊以支撑板。

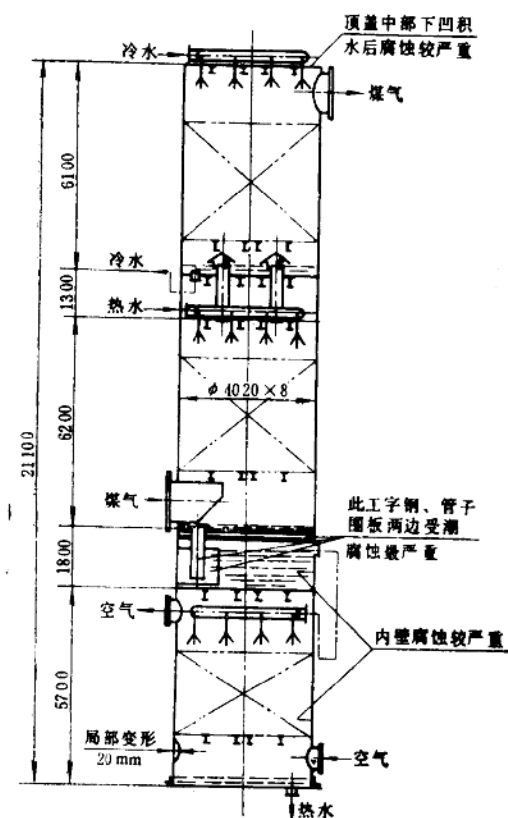


图10-1-5 洗涤塔局部变形和腐蚀情况

洗涤塔设备因大面积腐蚀而引起设备刚度不够而需加固时,可采用图10-1-7的方法。

2. 洗涤塔设备的焊补

(1) 非穿透性裂缝的焊补 焊补前,应将裂缝两面铲光,深度为裂缝最大深度,互成50°~60°的角,然后焊补。

焊补时,应采用性能不低于T42的电焊条。

长度小于100mm的裂缝,可一次焊完;大于

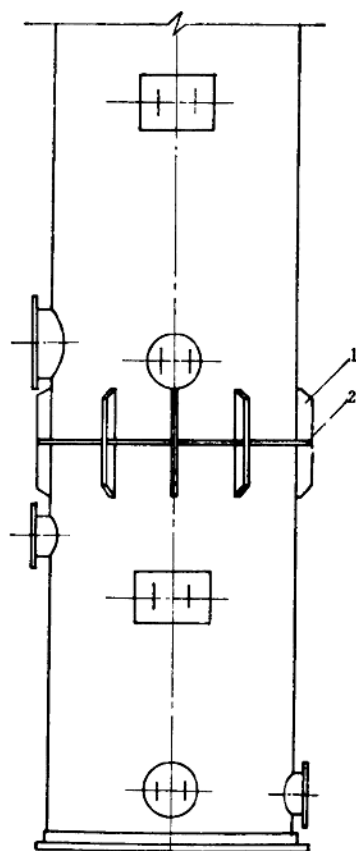


图10-1-6 洗涤塔局部加固

1—扁钢制加强板 2—扁钢制圈箍

100mm的裂缝,则应采用分段退焊(图10-1-8),以减少其内应力。

(2) 穿透性裂缝的焊补 焊补穿透性裂缝时,整个壁厚都应进行铲光,做成坡口。如裂缝较长时,同样亦应采用分段退焊法。

3. 洗涤塔设备的挖补

如洗涤塔设备局部腐蚀严重,可将已损坏部分挖去,补以新钢板。挖去部分的长度应比裂缝长50~100mm,宽度应不小于250mm,以免焊补时产生热应力。

施焊顺序可按图10-1-9的要求进行。

如挖补部分面积较大时,应设置临时支架加固之,见图10-1-10。

焊补上的补片应与本体齐平,曲率亦应相吻合。

4. 洗涤塔设备局部变形的矫正

设备产生局部变形时,可采用如图10-1-11的

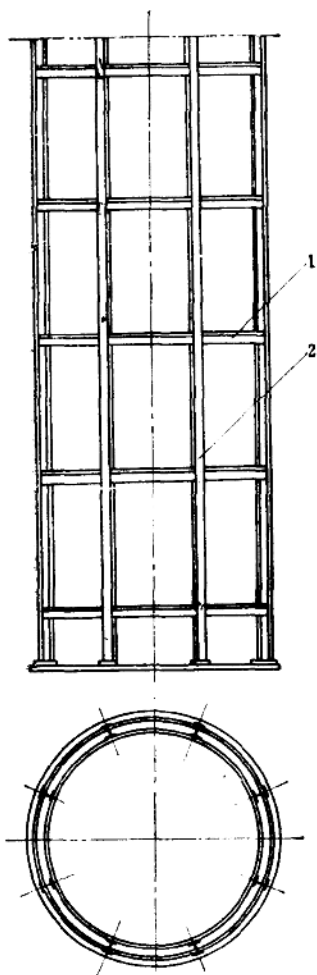


图10-1-7 洗涤塔的全面加固
1—角钢 2—工字钢

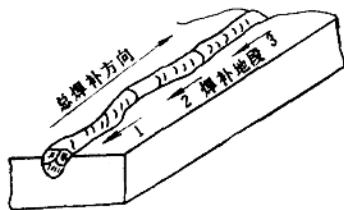


图10-1-8 长裂缝的焊补

方法进行矫正。矫正时应将局部加热到 $850\sim 900^{\circ}\text{C}$ 。当温度降到 600°C 以下时，应停止矫正工作。矫正可分一次到数次来完成。

曲率较大的缺陷，应采用挖补法进行修理。

塔顶中部下凹亦是常见的局部变形现象，可在冷状态下用千斤顶顶回，下部加工字钢梁加固。

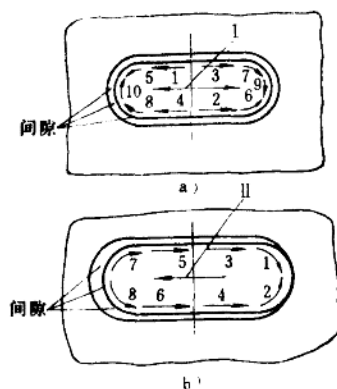


图10-1-9 补片的焊接顺序

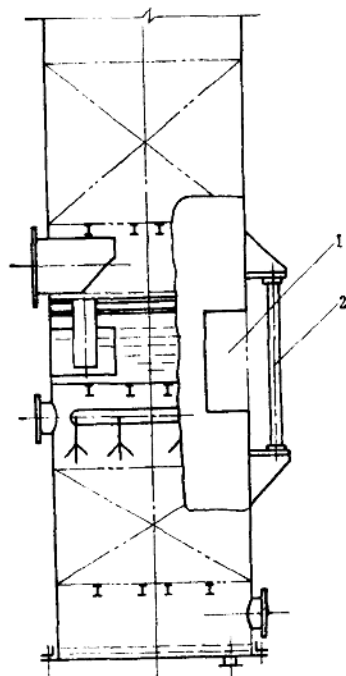


图10-1-10 挖补设备时的临时加固
1—挖去部分 2—临时支架

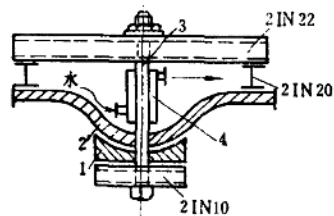


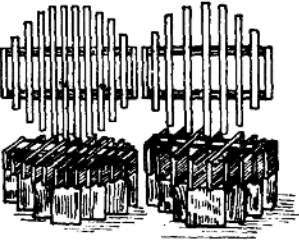
图10-1-11 局部变形的矫正
1—压模 2—凸出部分 3—螺栓 4—水冷套

(五) 填充物及其清洗

1. 填充物的特性

各种填充物的特性见表10-1-5。

表10-1-5 各种填充物的特性

填充物及其规格		1 m ³ 容 积的填充 物个数	1 m ³ 填 充物的表 面 (m ²)	自由体积 (%)	1 m ³ 填 充物的 重量 (kg)
木格栅(宽×高×间距, mm)					
	12.5×100×25	265	61.0	67	200
	12.5×100×50	160	36.0	69	190
	25.0×100×25	200	50.0	50	300
	25.0×100×50	130	33.0	65	210
	25.0×150×25	130	46.0	50	300
填料环(外径×高×厚, mm)					
	钢制				
	15.0×15.0×0.5	235500	356.0	92	650
	25.0×25.0×0.8	51600	208.0	92	630
	生铁制				
	25.0×25.0×2.0	50400	214.0	80	1400
	50.0×50.0×3.0	6600	109.0	84	1100
	陶制(乱堆积)				
	35×35×4	11700	140.0	78	505
	50×50×5	4670	90.0	78.5	530
	陶制(整齐排列)				
	50×50×5	5860	110.0	73.5	650
	80×80×2	1560	80.0	72.0	690
	100×100×10	765	60.0	72.0	670
	25		120.0	53.0	600
	40		85.0	55.0	590
焦炭(mm)					
		75	41.0	58.0	500

注: 1. 木格栅宜用针叶类木材制成(如松木、落叶松、杉木、银松或椴木), 其含水量不得超过15%(重量比)。因纵木强度较差, 故用它制作时, 总高度不得超过20层。

2. 含水量15%的木材密度如下。

落叶松	670	(kg/m ³)
松 木	500	(kg/m ³)
椴 木	470	(kg/m ³)
银 松	400	(kg/m ³)

2. 填充物的清洗

陶制填料环和木格栅是最常用的填充物，但运行一定时间后常被焦油及带出物所堵塞。

最常用的清洗方法是在运行中或停用后通以蒸汽吹扫，然后将油从排水口放出。堵塞严重时则必须吊出来进行清洗。木格可用机械工具清理；瓷环、阶梯环等陶制填料可放在浓度为5%~10%的碱

性溶液中通蒸汽煮沸，除去的焦油，可以回收利用。焦炭填料一般不清洗，用作其它当燃料用。

第2节 水力止逆阀的修理

水力止逆阀分湿式水力止逆阀（图10-2-1）、干湿式水力止逆阀（图10-2-2）和干式止逆阀（图

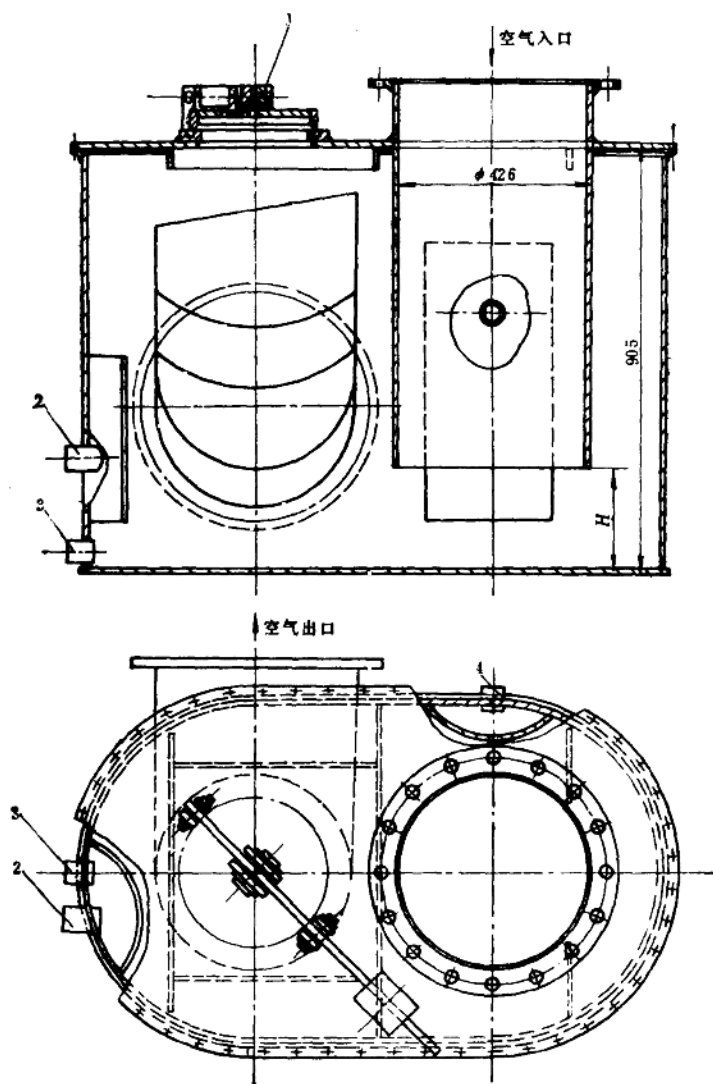


图10-2-1 湿式水力止逆阀

1—自然通风盖 2—出水溢流管 3—排水管 4—进水管

10-2-3) 三种, 其中湿式水力止逆阀应用较为广泛。

湿式水力止逆阀的技术条件如下:

1) 各部件在制造中, 在焊缝的一面涂上白粉, 另一面涂上煤油, 以检查焊缝的严密性。如有

缺陷, 要凿掉重新补焊。

2) 用压力为 5kPa 的压缩空气试验设备的气密性。在 1h 内压降不应超过 0.6kPa 。

3) 水封的有效高度见表10-2-1。

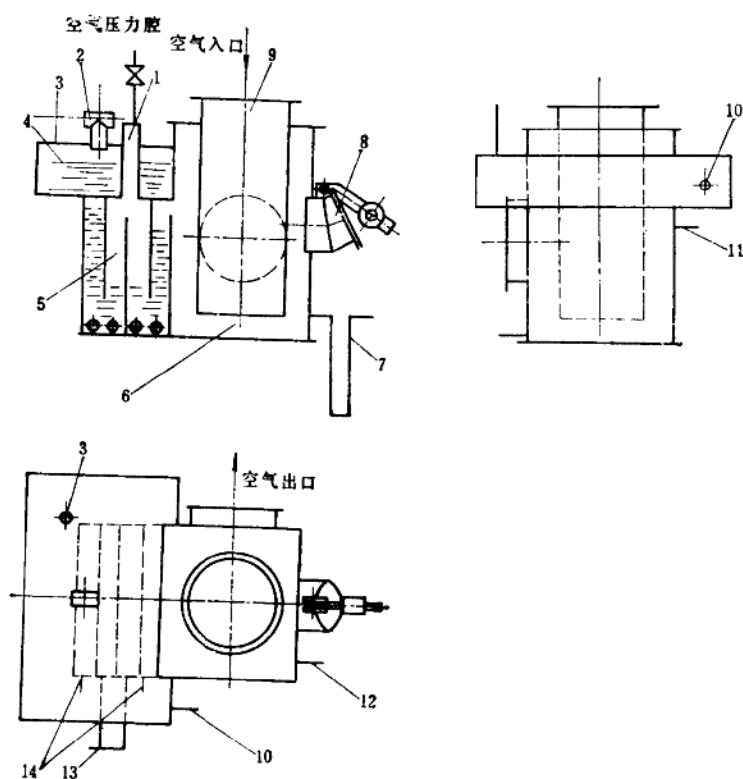


图10-2-2 干湿式水力止逆阀

1—空气进入压力腔管 2—排气管 3—给水管 4—储水箱 5—压力腔
6—水封体 7—水封槽溢流管 8—防爆阀(通风阀) 9—空气入口
10—水箱溢流 11—验水阀 12—水封槽放水 13—蒸汽入口 14—放水

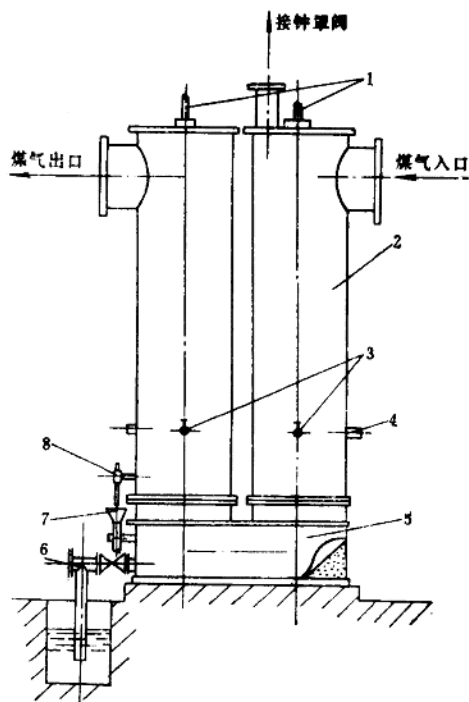
表10-2-1 水封的有效高度

最大工作压力 (Pa)	水封的有效高度 (mm)
<3000	最大工作压力 $\times 0.1 + 150$, 但 ≤ 250
3000~10000	最大工作压力 $\times 0.1 + 1.5$
>10000	最大工作压力 $\times 0.1 + 500$

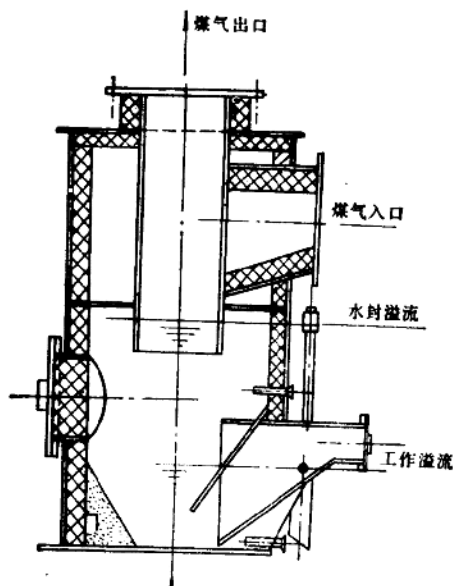
注: 煤气排送机后的煤气最大工作压力等于煤气排送机前可能达到的最大工作压力加煤气排送机的最大升压。

(续)

规格 名称	$\phi 1620/\phi 1220$	$\phi 1120/\phi 1620$	$\phi 1120/\phi 1620$	$\phi 1420$	$\phi 1020/\phi 1020$	$\phi 630/\phi 630(\text{I})$	$\phi 630/\phi 630(\text{II})$
煤气设计负荷 (Nm^3/h)	5000~8000	6000	6000	6000	3000	1200~1500	1200~1500
煤气进口温度 ($^{\circ}\text{C}$)	550	500	500~550	300~350	<500	<500	<500
煤气出口温度 ($^{\circ}\text{C}$)	90	90	90	100	100	100~200	100~200
冷却水进口温度 ($^{\circ}\text{C}$)	55	55	55~60	35	35~40	35~40	30~40
冷却水出口温度 ($^{\circ}\text{C}$)	80	70	60~70	80	45~50	45~50	45~50
冷却水单位耗量 (t/Nm^3)	4.6	4	4	4	4	4.8~6	4.8~6
煤气压力 (kPa)	1~2	1~1.5	1~1.5	1.2	<1.5	<1	<1
水封高度 (kPa)	工作时不小于 3		设备内不小于 3 设备外不小于 5	工作时不小于 3	3	3	3
竖管类型	双竖管	斜管+单竖管	斜管+单竖管	单竖管	双竖管	斜管+单竖管	双竖管
出渣方式	高压水冲渣	循环水带渣	循环水带渣	高压水冲渣	循环水冲渣	循环水冲渣	循环水冲渣

图10-3-1 $\phi 1020/\phi 1020$ 双竖管

1—喷嘴 2—筒体 3—蒸汽吹扫管 4—上水管 5—下筒体 6—正常溢流水封 7—下水漏斗 8—最高液位溢流管

图10-3-2 $\phi 1420$ 带隔离水封的旋风除尘器

$\phi 700\text{mm}$, 流量每小时约为5t。

(一) 竖管专用喷嘴的特性

为了防止焦油、尘等带出物的堵塞, 竖管专用喷嘴宜按图10-3-3的结构尺寸制造。喷嘴试验时, 水压力应为0.1MPa, 离地面高1m时, 喷洒面积为

(二) 双联竖管的改装

由于双联竖管在日常工作中沉淀大量的焦油及带出物, 清理劳动量大。近年来, 不少工厂改制为

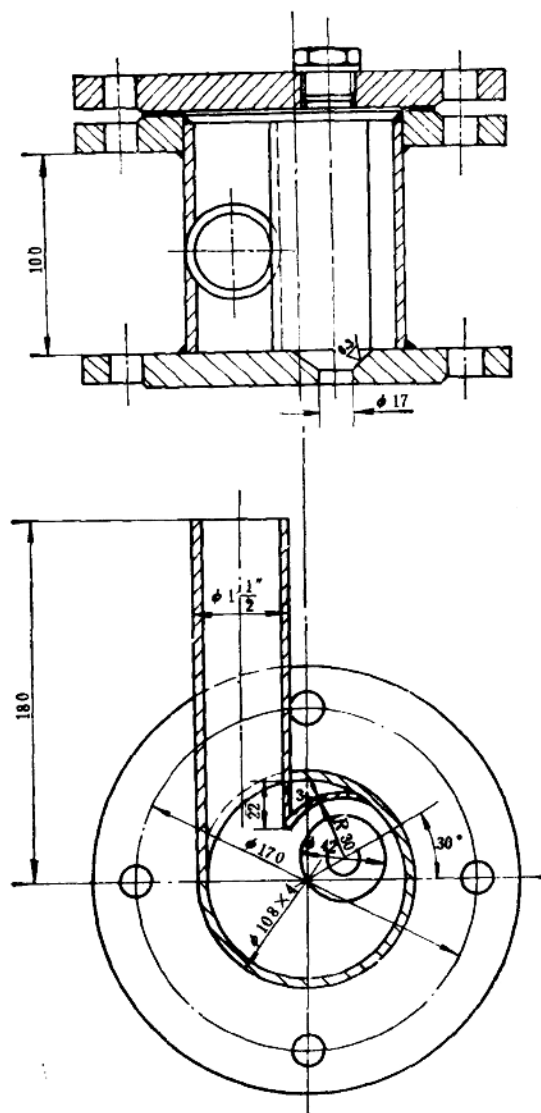


图10-3-3 竖管专用喷嘴

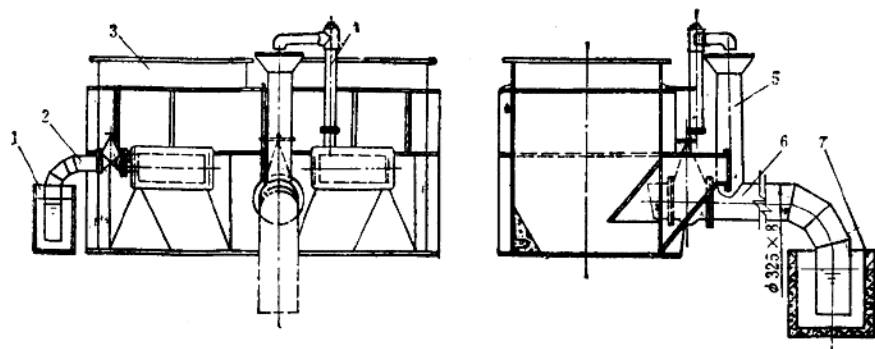


图10-3-4 竖管改装图

1—安全水封 2—安全水封管 3—双联竖管下部 4—水封溢水管
5—溢水漏斗管 6—生产炉安全水封管 7—混凝土水封槽

下部出水、渣系统，如图10-3-4所示，收到了一定的效果。

第4节 煤气排水器的规格和安装要求

煤气排水器的规格列于表10-4-1。

(一) 煤气排水器的安装要求

1) 沿管线坡度布置在最低点，使冷凝水排除干净。其坡度 $i = 0.003 \sim 0.005$ 。

2) 设置在单独的房间里，便于装卸。冬天应保持室温 $+5^{\circ}\text{C}$ 以上。

3) 上水管道禁止与上水干线直接接通，以免造成虹吸。

4) 上水管道和煤气冷凝水管道在焊接后应进行通水试验，在焊缝处不准有泄漏。

5) 引入水封内的煤气冷凝水管管径不应小于 D_{80} 。

6) 排出的含酚污水应收集处理。其收集方法一般采用管道敷设，排入煤气站热水池。

(二) 煤气排水器的维护

1) 进入煤气排水器间工作时，必须二人同行，一人操作，一人监护。

2) 每年应对排水器内部清理一次，其清理的方法为：

① 关闭煤气管道下部煤气冷凝水入排水器阀门，并将阀门下侧的法兰用堵板堵死。

② 关闭上水阀。

③ 开启排水器下部排水阀。

④ 打开法兰清理孔，用工具将内部杂物清理干净。

3) 每年应对排水器除锈、刷油一次。

4) 每五年应对排水器筒体进行测厚一次，并将测量结果存入档案。

5) 如需动火，应遵守煤气动火规程。

6) 排水器间如在正常运行中需更换泄漏的冷凝水管道、上水管道及蒸汽管道时，可在铁锯上涂上干油脂，在切断有关阀门后，轻轻将管段锯断，然后临时用胶管替代，胶管二头应用铁丝或卡子固定，待下次检修动火时进行修复。

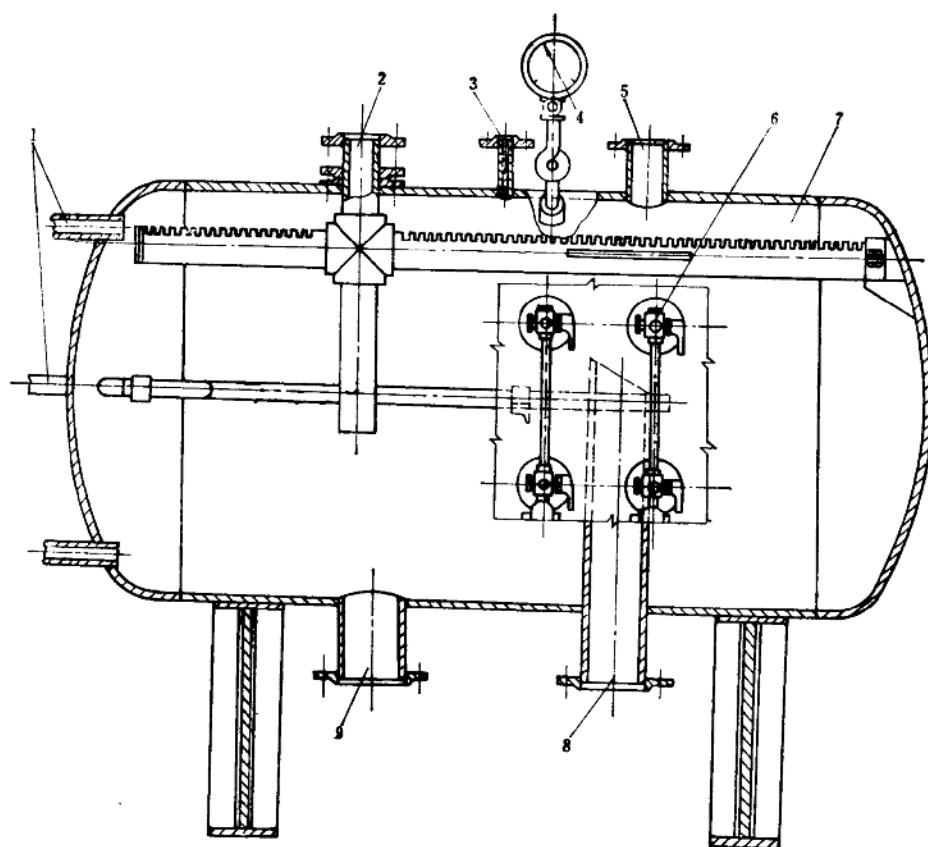


图10-5-1 蒸汽汇集器

1—注水管 2—蒸汽引出口 3—通气孔 4—压力表装置 5—安全阀装置
6—液面指置 7—壳体 8—汽水混合物进口 9—出水口

- 2) 每季校对安全阀一次。
- 3) 每班应将安全阀杆抬起一次，以防锈蚀。
- 4) 每季应校对压力表一次。
- 5) 各水、汽阀门应不漏水、漏汽。
- 6) 水、蒸汽自动调节装置应处于良好工作状态。

态。

7) 工作压力一般为 0.05MPa ，安全阀校验压力为 0.07MPa 。

第6节 电滤器的修理

(一) C型电滤器的技术规格

C型电滤器的技术规格列于表10-6-1，与其配套的高压静电整流装置型号、规格和主要参数列于表10-6-2。

表10-6-1 C型电滤器的技术规格

序号	名称	单位	C-26	C-39	C-72	C-97	C-140	C-148	C-180
1	外径/壁厚	m/mm	1850/6	2412/6	3316/6	3916/8	4216/8	4616/8	4616/8
2	圆柱体高	m	—	8.6	10.06	9.5	9.2	11.845	11.570
3	总高	m	8.913	10.733	12.893	11.17	12.77	13.300	12.70
4	沉淀极数	根	26	39	72	97	140	148	180
5	电晕极数	根	26	39	72	93	140	148	180

(续)

序号	名 称	单位	C-26	C-39	C-72	C-97	C-140	C-148	C-180
6	沉淀极(管径×壁厚)	mm/mm	254×2	256×3	254/2	254/2	254/2	254/2	254/2
7	沉淀极长度	m	3.5	4	3.5	4	3.5	3.5	3.5
8	电晕极(有效总长度/直径)	m/mm	80.5/2	148/2	238/2	353.4/2	462/2	488/3	602/2
9	有效断面积	m ²	1.275	1.91	3.53	4.75	6.86	7.2	8.82
10	煤气进、出口管径	mm	478	620	1020	1020	1220	1220	1420
11	焦油排出管(管径×壁厚)	mm/mm	108×10	108×4	—	159×4.5	159×4.5	159×4.5	159×8
12	设备总重量	kg	6040	—	—	21312	—	—	32500
	其中:金属	kg	5000	10970	—	—	24240	27654	30510
13	设计最大工作能力	m ³ /h	6000	12000	—	30000	45000	26000~ 45000	~50000
		Nm ³ /h	3000	3800	7000	~11000	~25000	~32000	—
14	工作温度	℃	80~120	80~120	80~120	80~120	80~120	50	80~120

表10-6-2 高压静电整流装置型号规格和主要参数

项目 参数 型号	输 入		输 出		外形尺寸 L × B × H (mm)	
	电压 (V)	电流 (A)	电压 (kV)	电流 (mA)	控 制 器	高压整流变压器
GGAj02-A	220	4.6	80	10	570×300×440	600×600×1220
		9.1		20		
GGAj02-B	380	13	40	100	800×500×1800	550×540×1000
		27		200		950×820×1400
		46	60	200		888×880×1500
		82		400		
		220		1000		888×900×1500
		330		1500		888×1200×1750
		440	80	2000		
		56		200		
		112		400		
		280		1000		888×880×1500
		388		1500		888×900×1500
		512		2000		888×1200×1750