

## 第4章 锅炉房辅助设备的检修

### 第1节 除尘器检修

#### (一) 各类锅炉烟尘排放

##### 1. 锅炉出口烟尘浓度和烟气黑度

锅炉出口排出的烟尘可分为两种：一种是颗粒很小的炭黑（即烟炱），其直径约为 $0.05\sim 1\mu\text{m}$ ，这是不完全燃烧产物，是造成排烟黑度的主要部分，只有通过改进燃烧装置，合理调节燃烧来解决；另一种是烟气中夹带的飞灰，其微粒约 $5\sim 100\mu\text{m}$ ，这是煤中灰分的一部分，可以通过除尘的方法来解决。飞灰的多少决定于烟气的含尘浓度。各类锅炉出口烟尘浓度（烟气初始含尘浓度），主要决定于锅炉的燃烧方式，不同燃烧方式的锅炉所排出烟气浓度差别很大，经过大量的测试和统计工作，各类锅炉出口烟气的浓度可参见表4-1-1。

表4-1-1 各类锅炉出口烟尘浓度表

序号	锅炉燃烧方式	出口烟尘浓度 ( $\text{g}/\text{Nm}^3$ )	
		平均值	变化范围
1	往复炉排	0.8	0.5~1.5
2	手烧自然引风	1.2	0.6~2
3	手烧机械引风	2.5	1.5~5
4	链条炉排	3	2~5
5	振动炉排	4	3~8
6	抛煤机炉	7	5~13
7	煤粉炉	20	10~30
8	沸腾炉	40	26~60

从表4-1-1中看出锅炉出口烟尘浓度相差很大，而且都偏高。要使排烟的烟尘浓度符合国家《工业三废排放试行标准》的有关要求，就要根据锅炉的燃烧条件，燃烧性质，负荷情况等因素，一方面要

改进燃烧设备和操作方法，另一方面要选用效率高，适应性能好的除尘器。

#### 2. 影响出口烟尘浓度和黑度的因素

1) 燃烧方式的影响 燃烧方式对烟尘浓度的影响，如表4-1-1中所列。对烟尘黑度的影响，一般认为：机械上燃式燃烧，明火反烧为林格曼0级，这是因为明火反烧，火焰是由上向下四周扩燃，可燃气体穿过火层，得到充分燃烧；推动往复炉排一般为林格曼1级左右。这是因为往复炉排有周而复始的送煤动作，有周期性的排烟作用；链条炉排的燃烧方式，调整合理，一般亦为林格曼1级左右；手工投煤的燃烧方式，由于周期性燃烧，冒黑烟较浓，一般为林格曼4~5级。

2) 锅炉负荷的影响 经过环保部门大量试验，锅炉出口的烟尘浓度和黑度，随锅炉的负荷增加而增加。实践表明：运行负荷为额定负荷的60%时，烟尘浓度仅为额定负荷运行时的烟尘浓度的30%；如运行负荷为额定负荷的80%时，烟尘浓度则达到额定负荷时的65%，锅炉负荷增高，烟尘浓度增加更大。

3) 燃料性质的影响 煤中的挥发物，含灰量以及煤的颗粒度，对烟尘的排尘量和黑度影响较大。挥发份和其他混合杂物含量越大，越容易冒黑烟，含硫多的煤，硫化物多，含灰多的煤，粒度愈细，排尘量大。

4) 燃烧操作的影响 燃料燃烧的好坏，直接影响烟气的黑度和烟尘浓度。燃烧愈好，锅炉效率高，烟尘浓度和黑度都小，因此，改善燃烧，合理调整操作非常重要。

#### 3. 国家对烟尘排放的要求

为控制烟尘对大气的污染，保护人民的健康和环境卫生，我国制定了《工业三废排放试行标准》，规定了工业锅炉烟肉出口含尘量不得大于 $200\text{mg}/$

$\text{Nm}^3$ 。根据我国目前的具体情况, GB3841—83《锅炉烟尘排放标准》对各类区域的锅炉烟尘排放指标作了如表4-1-2所列的规定。

表4-1-2 各类区域锅炉烟尘排放标准  
(GB3841—83)

区域类别	适用地区	标准值	
		最大容许烟尘浓度 ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	最大容许林格曼黑度 (级)
1	自然保护区、风景游览区、疗养地、名胜古迹区、重要建筑物周围	200	1
2	市区、郊区、工业区、县以上城镇	400	1
3	其它地区	600	2

## (二) 锅炉除尘器的配置

### 1. 除尘器的选用

1) 除尘器的总效率 在选用除尘器时, 总希望除尘器总效率要高, 经过除尘器后, 烟尘排放浓度能达到标准, 这是选用除尘器的主要目的。然而, 任何一种设备都有它的适用范围。锅炉出口烟气中尘粒的大小对除尘器效率影响很大, 不同型式的除尘器对于不同粒径的烟尘适应性不同。一般情况是: 当烟尘粒径在 $10\mu\text{m}$ 以上时, 干式离心除尘器就有较好的除尘效率; 当 $10\mu\text{m}$ 以下的尘粒占大部分时, 则静电除尘器或湿式除尘器有较好的除尘效率。因此, 选择除尘器, 应根据烟气中尘粒的粒度组成不同选择不同型式的除尘器。烟气中尘粒的不同粒径的分散度由锅炉燃烧方式所确定。见表4-1-3。

表4-1-3 不同燃烧方式烟尘的颗粒组成(%)

烟尘粒度 ( $\mu\text{m}$ )	手烧炉	链条炉	抛煤机炉	煤粉炉	沸腾炉
<10	5	7	11	25	4
10~19	3	8	12	24	6
20~43	22	10	19	30	10
44~73	10	13	14	13	6
74~149	9	19	17	6	48
>149	51	43	27	2	26

所以, 锅炉的燃烧方式是选择除尘器所考虑的主要问题。

2) 烟气含尘浓度 烟气含尘浓度对除尘器的效率和压力损失影响很大, 它是选择除尘器的重要指标。不同型式的除尘器对烟尘浓度适应性不同。例如, 双级蜗旋除尘器, 当烟气初始含尘浓度在 $0.1\sim 1\text{g}/\text{m}^3$ 的范围内时, 除尘效率基本上平稳地保持较理想数值, 当含尘浓度高于 $15\text{g}/\text{m}^3$ 时, 除尘效率就显著下降。静电除尘器的效率也随进口烟气含尘浓度的增加而降低。烟气的初始含尘浓度与锅炉的燃烧方式密切相关, 不同的燃烧方式的锅炉所排出的烟气初始含尘浓度相差很大, 详见表4-1-1。

3) 负荷的适应能力 各种除尘器都有其相适应的设计额定负荷(烟气量 $\text{m}^3/\text{h}$ ), 当实际烟气量与设计额定负荷有出入时, 将会引起除尘效率的变化。例如, 旋风除尘器对含尘烟气的进口流速有一定的要求, 当实际烟气量低于设计额定负荷的70%时, 除尘效率就显著下降。工业锅炉在实际运行中负荷变化较大, 烟气量变化范围大, 因此, 在选择除尘器时, 应注意考虑这个因素。

4) 除尘器的阻力损失 除尘器的阻力也是选择除尘器型式的一个重要因素。阻力大, 增加引风机容量, 耗电量增加。因此, 当除尘器选定后, 要使烟气系统的总阻力与锅炉引风机的全压相适应, 即包括除尘器在内的烟气系统总阻力不得超过引风机全压的85%~90%。

5) 锁气器的选择, 锁气器是除尘器的关键部件之一。要充分提高各种类型的除尘器的除尘效率, 必须选择较好的锁气器或密封装置。除尘器一般是在负压状态下运行, 系统中有任何不严密地方, 都会造成漏风, 降低除尘器的效率。有的单位曾经做过试验: 当漏风量为5%时, 除尘效率下降到50%; 当漏风量为15%时, 除尘效率下降到0。

### 2. 几种除尘器的技术特性

除尘器的种类很多, 通常有如下几种: 利用烟尘粒度的重力, 在减缓流速的情况下, 使烟尘沉降下的叫重力沉降除尘器; 利用烟尘气流运动方向的急剧转变产生的惯性离心力而将烟尘分离出来的叫惯性除尘器; 借助烟尘高速旋转运动而产生的强大离心力, 将一定粒度烟尘分离出来的叫离心力除尘器; 带有烟尘的烟气通过滤层, 烟尘阻留在上面而被分离出来的叫过滤式除尘装置; 利用液体(水)

形成的水膜,对烟尘进行洗涤,把烟尘中的尘洗下来的叫湿式除尘器,通过高压静电的作用,使烟尘中的尘受定向电流的作用而被吸下来的叫电气除尘装置。这些除尘装置各有自己的优缺点和一定的适用范围,这里不一一叙述,现将几种常用的除尘器技术特性列于表4-1-4中。

### 3. 工业锅炉产品除尘器推荐的配套型号

根据《中华人民共和国环境保护法》的规定,为控制锅炉排尘浓度,减少污染,改善环境,机械工业部制定了《工业锅炉产品配套旋风除尘器规程》(JB/Z218-84)。该规程规定工业锅炉出厂时,根据锅炉产品的出力、燃烧方式,选配合适的除尘器。

表4-1-4 常用几种除尘器的技术特性

序号	型号	处理风量 ( $m^3/h$ )	进口流速 ( $m/s$ )	适用于 锅炉容量 ( $t/h$ )	冷态特性		热态特性		集粒径 ( $\mu m$ )	耗钢量 ( $kg/1000m^3 \cdot h$ )
					20°C阻力 (Pa)	效率 (%)	200°C阻力 (Pa)	效率 (%)		
1	XZZ-D450	1744~2155	17~21	0.5		89~91.7	568~887	88.4~92.2	>10	76~92
	XZZ-D550	2693~3320	17~21	1		89~91.7	568~887	88.4~92.2		76~92
	XZZ-D750	5031~6214	17~21	2		89~91.7	568~887	88.4~92.2		76~92
2	XZD/G	3300	21	1	860	94.45	679~940	86.66~93.71	>10	38.1
	XZD/G	6500	21	2	860	94.45	679~940	86.66~93.71		34.37
	XZD/G	12000	21	4	860	94.45	679~940	86.66~93.71		32.77
3	XCX/G	5500	26	2	894	95.83	800~900	86~94	>10	71
	XCX/G	11000	26	4	894	95.83	800~900	86~94		109.41
	XCX/G	16500	26	6	894	95.83	800~900	86~94		120.12
	XCX/G	27500	26	10	894	95.83	800~900	86~94		114.32
4	XS-1A	3000	26	1	360	93.4			>10	65
	XS-1B	3000	25	1	600	94.3				64
	XS-2A	6000	25	2	360	93.4				59
	XS-2B	6000	25	2	600	94.3				61
5	XS-4A	12000	26	4	360	93.4			>10	57
	XS-4B	12000	25	4			600	92		58
	XS-6.5A	20000	34	6.5	620	93				35
	XS-10A	28000	35	10			650	93		42
	XS-20A	58000	35	20	650	93				40
6	XWD-4	16800	29.4	4	1660	95	1000	95	>5	156
	XWD-10	27000	29.4	10	1660	95	1000	95		156
	XWD-20	54000	29.4	20	1660	95	1000	95		156
7	多管立式旋风式		15~20	$\geq 6.5$	500~800	60~80			>5	10~200
8	双级蜗旋		15~25	2~10	500~800	80~90			>10	30~36
9	离心水膜式(麻石)		15~20	$\geq 10$	400~600	85~90			>5	
10	布袋除尘		12~30		600~1500	90			>1	
11	静电除尘		0.9~5		100~200	80~90			>0.5	

表4-1-5 工业锅炉产品除尘器配套型号表

锅炉 额定容量 (t/h)	锅炉燃烧方式		除尘器型号
	手 燃 炉	自然引风 机械引风	
<1	手 燃 炉	自然引风	XZS, XZY, XDP
		机械引风	XZZ, SG
		下饲式	XZZ, SG
		链条炉排	XZZ, SG
		往复炉排	XZZ, SG
1		链条炉排	XND-1, XPX-1
		往复炉排	XS-1, XZD-1
		振动炉排	XZZ-1, XG-1
2		链条炉排	XND-2, XPX-2
		往复炉排	XS-2, XZD-2
		振动炉排	XZZ-2, SG-2
4		链条炉排	XND-4, XPX-4
		往复炉排	XS-4, XZD-4
		振动炉排	XZZ-4, SG-4
6		链条炉排	XS-6, XZD-6
		往复炉排	双级涡旋(改进型)-6
		抛煤机炉	XCX-6, XWD-6, 二级除尘
		沸腾炉, 煤粉炉	二级除尘
10		链条炉排	XS-10, XZD-10
		往复炉排	双级涡旋(改进型)-10
		抛煤机炉	XCX-10, XWD-10, 二级除尘
		沸腾炉, 煤粉炉	二级除尘
20		链条炉排	XCX-20, XS-20, XWD-20, XZD-20, 双级涡旋(改进型)-20
		抛煤机炉	XCX-20, XWD-20, 二级除尘
		沸腾炉, 煤粉炉	二级除尘
≥35		链条炉排 抛煤机炉 沸腾炉, 煤粉炉	自行协商选配

注: 1. 对环境保护要求高的特殊地区, 不排除用户要求使用二级除尘或湿法除尘的可能。

2. 随着除尘器新型号的出现, 旧型号将逐步被淘汰。

工业锅炉产品除尘器配套型号按表4-1-5规定。

### (三) 除尘器的常见故障

#### 1. 干式除尘器

1) 磨损: 有旋风子磨损、导向器磨损、壳体磨损等。含尘量越多、颗粒越粗, 磨损易快。主要决定锅炉燃烧方式、负荷和煤质。气流均匀, 被磨损的部位将出现正常的均匀磨损; 气流偏流, 将出现局部磨损。

2) 堵灰、积灰, 主要原因是内壁粗糙潮湿, 容易挂灰; 烟气速度低、烟气偏流、拐弯或死角。

3) 漏风: 主要原因是连接法兰、检查孔、放灰斗不严密; 旋风筒磨穿有漏洞。除尘系统的漏风问题(即气密性)是影响除尘效率的决定因素, 甚至微量的漏风都会使除尘效率显著下降。如“C”型除尘器下端落灰管不严密而漏风时, 若漏风量达到25%时除尘效率几乎降到零。

4) 防磨层或保温层脱落: 其主要原因有: 施工质量不佳, 震动, 冷热变化过急频繁, 烟气流冲刷防磨层等原因。

#### 2. 湿式除尘器(水膜旋风除尘器)

1) 水膜不均匀或不形成水膜: 其主要原因有: 溢水槽不平, 喷嘴堵死或损坏, 水压不稳或流量不足, 内壁高低不平等。

2) 除尘器筒体内壁局部损坏, 瓷砖破碎脱落。其主要原因: 施工质量差, 内衬瓷砖或辉绿岩衬板灰缝过宽, 凸凹不平; 冷热变化过急过快, 骤冷骤热; 水膜不均等。

3) 烟气带水。其主要原因:

① 进入除尘器的烟气量超过设计值。这是锅炉超载运行或烟气进除尘器前烟道严重漏风, 致使烟气量过大, 除尘器进口的速度和在筒体内断面的上升速度超过允许流速。

② 灰斗底部排灰水管的水封破坏失效, 通过排水管处大量漏入空气, 破坏水膜将筒体内水分带出。

③ 由于系统烟气量增大, 或因为烟气入口处严重堵塞, 或锅炉管久未清灰等原因, 引起除尘器内部负压增大, 将溢水槽内的水抽走; 或供水突然中断, 溢水槽内的水被抽走而不能起水封作用, 不能形成水膜。这时除尘器效率降低, 烟气严重带水。

④ 除尘器内壁漏风、漏水, 空气将水膜冲散

而使烟气带水。特别是麻石除尘器，麻石的灰缝损坏脱落，容易造成漏风。

⑤ 烟气入除尘器筒体处上沿和烟气非进入侧的挡水被堵塞而失去作用，使烟气进口断面处形成水帘。烟气以一定速度进入时吹散水帘而使烟气大量带水。

⑥ 溢水环上部的挡水，未制作或未按图施工。

烟气带水是湿式除尘器比较容易出现的一种不良现象，它导致烟道积灰，引风机积灰发生震动。甚至烧坏风机电机，钢制的设备也易受腐蚀。

4) 烟气入口处断面的堵塞。其主要原因：

① 烟气进入除尘器筒体处上沿和烟气入口处进入侧的挡水被堵塞，自上而下的水流会溅入烟气进口附近，使烟气入口处潮湿累积烟尘而堵灰。

② 烟气进口速度偏小，使烟尘有可能沉降在不光滑和有局部阻力的地方。

③ 灰斗排灰水管被堵后，除尘器积水，水倒流烟道进口。

上述原因均使烟气进口处，首先从上部开始积灰，如不及时清灰，日积月累，由上而下将烟气进口断面四周堵成一个中空小洞。出现这种现象后，一方面除尘器阻力大大增加，另一方面烟气进口处气流造成紊乱，破坏切线旋转上升而降低除尘效率。

5) 灰斗排水管堵塞。其主要原因：

① 由于给水量不足，烟气带水过多而造成筒体内壁水量少，灰水浓度大，在灰水与排水管间堵塞。

② 除尘器顶部直角转弯处曲率不够或不够光滑，造成死角积灰。积灰过重，发生突然倒塌，造成排水管堵塞。

③ 除尘器经过检修后，对筒体的内部清理不够，杂物仍留于筒体内。

④ 除尘器在供水时，有时无水，造成排灰管积灰而引起堵塞。

排灰水管堵塞是除尘器运行中一个较危险的故障，如不及时清除，筒内积水很快溢入烟气进口的水平烟道，严重时迫使锅炉停运。

6) 当水膜除尘器的冲灰水采用闭式循环系统时，系统的配水易被堵塞、管道腐蚀、磨蚀。其主要原因是：

① 沉淀池容积太小，沉淀时间短，浮灰过多，

灰、渣被吸入循环管道系统，结果堵塞喷嘴或沉积于溢水槽中，甚至堵塞管道。

② 水膜除尘器的排灰水一般为酸性，锅炉灰斗的炉渣水为弱碱性。当这两种水同入沉淀池中，不能完全中和。随着循环使用的延长，循环水 pH 值下降，酸度增加，这时管道腐蚀加重，加上水流、灰渣等的冲刷，腐蚀速度加快，致使管道破裂。

3. 旋风除尘器运转中的事故和锁气器工作性能鉴别

(1) 旋风除尘器事故鉴别法：

1) 如果烟质恶化，压力损失增加，那是由于旋风除尘器外筒下部堆积烟尘，引起内部气流混乱而将烟尘卷入上升气流中，一起被排出烟筒。

2) 如果烟质恶化，而压力损失减少，则可能由于以下几个因素所致：

① 除尘器的内筒被烟尘磨穿，而使烟气发生短路；

② 由于除尘器外筒被烟尘磨穿，除尘器内部气流流型遭受破坏；

③ 由于锁气装置不严密，漏入的空气形成上升气流，导致除尘效率下降。

(2) 锁气器工作性能鉴别法 锁气器的工作性能，主要取决于灰柱的自封程度与灰柱上表面位置。对于设有视镜的锁气器，灰柱高度可直接观察，灰柱的自封程度可根据气泡与灰柱表面的稳定性确定。对于无视镜装置的锁气器，其灰柱高度，可用金属自上而下或自下而上轻轻击打锁气器上部短管，根据声音判断灰柱自封程度，可参照表 4-1-6 鉴别。

表4-1-6 对无视镜的锁气器  
工作性能鉴别法

序号	现象	工况鉴别
1	排灰口连续下灰，表面不烫手，烟质正常	正常
2	排灰口连续下灰，表面不烫手，烟质恶化	配重太重
3	排灰口连续下灰，表面烫手，烟质较差	配重太轻
4	排灰口连续下灰，表面不烫手，烟质较差	锁气筒筒盖漏气
5	排灰口不下灰也无吸风感觉，烟质恶化	堵塞
6	排灰口不下灰但有吸风感觉，烟质恶化	锁气器大量漏风

#### (四) 除尘器的检修内容和质量要求

##### 1. 检修内容

###### (1) 小修内容:

1) 检查除尘器人孔门, 进出口调节门以及所有连接法兰处是否严密, 有否漏风现象, 并予以消除。

2) 用水冲刷除尘器旋风子的积灰和堵灰。

3) 湿式水膜除尘器更换喷嘴或清理溢水槽脏物和堵漏。

4) 检查排灰斗或冲灰装置是否灵活, 严密, 并予以修理和故障排除。

###### (2) 中修内容:

1) 检修除尘器的防磨护板, 根据要求给以补焊或换新。

2) 检查旋风子导向器的磨损情况, 磨损严重者应换新。

3) 检查湿式除尘器的内衬腐蚀、脱落和麻石灰缝损坏情况, 并进行局部修复。

4) 湿式除尘器稳压水箱、上水管道、截门的检查和修理。

5) 彻底清除除尘器的堵灰和积灰。

6) 防爆门的检查和换新。

7) 检修除尘器的保温层。

###### (3) 大修内容:

1) 多管式除尘器的小旋风子大量更换, 其他型式除尘器旋风筒体的更换。

2) 除尘器进口和出口烟气管磨损腐蚀检修, 烟管的更换。

3) 湿式除尘器内衬的更新。

##### 2. 除尘器检修质量要求

###### (1) 干式除尘器

1) 多管式除尘器的旋风子、导向叶片或双级蜗旋除尘器的叶轮, 磨薄不得超过原厚度的1/2。导向叶片有严重磨损现象者应予换新, 新装的导向叶片应保持原来的斜度, 导向叶片与旋风子套管间的间隙不得超过0.5~1mm。

双级蜗旋除尘器新装的叶轮应符合图纸的制造要求。

2) 除尘器的旋风筒体, 出、入口烟道钢板不得磨穿, 重要部位不得薄于3mm。

3) 必须清除除尘器内部烟尘的粘附、堆积。旋风子、叶轮、烟道不得有堵灰现象。

4) 除尘器内部的耐磨涂料不得脱落。

5) 隔板应严密, 烟气不得走短路。

6) 挡板应完整牢固。调节开关应灵活, 应标有明显的开关指示标志。

7) 灰斗、落灰管、人孔门、检查口、筒体以及除尘器与相邻烟道的连接法兰处, 均应采用石棉橡胶垫密封, 各螺栓应均匀紧固, 确保系统严密不漏气。

8) 防爆门破坏者应换新, 防爆铁皮的厚度应适当。

9) 放灰装置应严密。干式放灰装置有转动式和闪动式两大类, 转动式放灰装置, 为了使转动叶轮与外壳贴合紧密以保持旋转密封可靠, 一般在转动叶轮外边镶有一条耐磨的橡皮。闪动式放灰装置, 其下灰管和圆锥, 平板应严密, 上面不得粘有灰尘, 使用时应有一定自封作用的灰柱高度。

10) 除尘器及其管道外部应保温完整。脱落、损坏应修复。

###### (2) 湿式除尘器(水膜旋风除尘器)

1) 彻底清除除尘器进出口烟道、内壁和排灰管的积灰和堵灰。

2) 溢水槽内不允许有沉积泥砂、青苔等杂物。溢水槽的水越入区前、后缝隙必须疏通。溢水边的水平度不得超过 $\pm 1\text{mm}$ 。当采用喷嘴供水时, 必须清理和更换喷嘴, 调节喷水方向。

3) 筒体的内衬, 如系瓷砖砌筑, 瓷砖的灰缝不得超过3mm, 如系辉绿岩砌筑, 其灰缝不得超过4mm。内表面不得有凹凸不平现象, 不得脱落。如瓷砖局部脱落、麻石除尘器麻石灰缝局部腐蚀和脱落, 必须进行修复。

4) 供水压应稳定, 要求充足可靠, 给水均匀。供水系统截门开关灵活, 不漏水。

5) 排灰水管的水封、排灰装置应严密, 不得漏风。排灰水管磨损时应当更换。

6) 挡水板(环)不得腐蚀穿洞, 更换时应按图纸制造和施工。

7) 除尘器检修完后, 要进行全面地严密性试验。湿式除尘器还要进行水膜厚度的试验, 水膜厚度一般为1mm以上。如发现水膜不均、溢水边高低不平或喷嘴安装不当, 必须重新检修。

#### (五) 干式除尘器耐磨涂料的敷设工艺

目前出厂干式旋风除尘器, 大部分都敷设好耐

磨层。但当耐磨层磨损较严重时，可重新敷设或局部进行修补。耐磨涂料的配方列于表4-1-7。

表4-1-7 耐磨层材料成分比

第一 种	规 格	重量百分比
2°烧粘土骨料	模数 $n = 2.4 \sim 2.9$ , 密度 $1.38 \sim 1.4$ (波美度 $40^\circ$ )	32%
3°烧粘土骨料		48%
矾土熟料细粉		20%
水玻璃		15%
氟硅酸钠		1.5%
第二 种	规 格	重量百分比
矾土熟料骨料	小于 $3.0\text{mm}$ 统料	70%
矾土熟料细粉		30%
水玻璃		15%
氟硅酸钠	模数 $n = 2.4 \sim 2.9$ , 密度 $1.38 \sim 1.4$ (波美度 $40^\circ$ )	1.5%

表4-1-7中的两种配方可按材料情况，任选一种。水玻璃和氟硅酸钠的用量是按干料的总重量为100%时外加百分比。水玻璃用量可按施工情况略增减些。

首先将矾土熟料细粉和氟硅酸钠混合搅拌均匀，然后加各种骨料进行干拌。待干拌均匀后，再加水玻璃进行湿拌。必须作到拌合均匀，且水玻璃用量不可过大，拌合到手握成团，放开手即成数块时即可使用。一次拌合量不宜过多，并且不能在施工过程中另加水玻璃或水重拌，一般拌料的数量以施工15~30分钟的用量为宜。施工时先在除尘器内壁涂上一层水玻璃，然后将涂料逐段进行涂抹，用木锤拍打耐磨涂料，直至表面出浆为止，并立即用抹子将表面压光。这一步骤对保证涂料的耐磨性能以及同壳体的结合来说是非常重要的。

对局部磨损较严重的修补办法，可参照上述配方进行调配，但水玻璃与细粉的比例宜加大些，调成水泥沙浆的样子。在待修补部位上先涂一层水玻璃，然后加入涂料，压紧抹平，干燥一、二天后即可投入运行。

耐磨涂料敷设前，应将敷设部位的老耐磨涂料铲去，并用砂布对除尘器壳体和龟甲网进行除锈。先用空气吹净残留的灰尘，然后在敷设部位涂上水玻璃，再涂敷耐磨涂料。

## (六) 辉绿岩耐酸胶泥的配方和使用

辉绿岩耐酸胶泥常用于麻石除尘器上作为灰缝的砌筑，亦可用于作为辉绿岩制品砌筑的灰浆或砌筑瓷砖等，在湿式除尘器的检修中会经常用到。

辉绿岩耐酸胶泥的配方：

辉绿岩粉 1000份重 (按重量比)

氟硅酸钠 50份重

水玻璃 不大于375份重

对辉绿岩粉粒度要求通过1600孔/cm<sup>2</sup>筛。对氟硅酸钠要求纯度93%以上，通过3600孔/cm<sup>2</sup>筛。对水玻璃要求密度在1420~1500 (kg/m<sup>3</sup>)，模数2.5~3.0。实践经验证明，氟硅酸钠加入量十分重要，最好按下式计算：

$$K = \frac{1.5AP}{B}$$

式中  $K$ ——应加入氟硅酸钠数量 (g/kg 辉绿岩粉)；

$A$ ——水玻璃加入量 (g/kg 辉绿岩粉)；

$P$ ——水玻璃中Na<sub>2</sub>O的含量 (%)；

$B$ ——在商品氟硅酸钠中Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>的含量。

水玻璃比重越大，其加入量应越少，反之则相反，一般最少加入量不少于250g/kg辉绿岩粉。

耐酸胶泥的制作是将辉绿岩粉和氟硅酸钠按上述比例均匀混合后，通过200孔/cm<sup>2</sup>筛子过筛。混合物应在适当温度下干燥 (不经火焰直接加热)，经过干燥后的混合物应放在密封容器内，以保持清洁干燥。然后将干燥的混合物按比例与水玻璃混合均匀即可。制备好的胶泥凝固很快，故每次制备量只能供使用20分钟，必须随调随用。

制作胶泥的现场温度要求不低于15℃。

水膜除尘器内衬的砌筑，亦可用酚醛胶泥作粘接剂。酚醛胶泥配方：

酚醛树脂 100 (按重量比)

辉绿岩粉 100~150

苯磺酰氢 8~10

关于上述两种胶泥，现已得广泛的应用，如锅炉水力除灰、除尘管道或槽子的内壁上均可涂抹胶泥。管道或槽子的材料可以是钢、铸铁或水泥。在涂抹前预先将需要涂抹的部位上的污物、铁锈去除干净，如有孔洞，可用胶皮紧贴在外壁上，待涂抹干了后，取下胶皮。要涂抹的部位越粗越好。如果为钢板槽可在内表面焊一层钢板网。

辉绿岩胶泥作为防腐耐磨的内衬时，胶泥涂抹自然凉干后，最后应进行酸洗工作。酸洗工作一般在胶泥干燥三昼夜后进行。硫酸浓度为78%左右。用马根刷子蘸刷2~3次。每次刷酸前，先用干软的毛刷刷去表面上结晶状的硫酸钠。两次刷酸之间要相隔6小时，硫酸刷好凉干后，即可放水使用。

修补麻石除尘器或对麻石除尘器勾缝时，亦可采用环氧树脂胶泥。环氧树脂胶泥的配比(重量比)%如下：

环氧树脂(6101)	100
乙二胺	6~8
邻苯二甲酸二丁脂	10
石英粉	180~220

作为环氧树脂胶泥中的填料石英粉，应采用

120~200目。配料前石英粉必须进行干燥。先将邻苯二甲酸二丁脂与环氧树脂进行搅拌，均匀后再入乙二胺，最后掺入石英粉，迅速拌匀，立刻使用。所配胶泥要求半小时内用完。如果不严格控制配比和工序，会影响粘结质量。

### (七) 水膜除尘器的几项改进措施

目前我国使用的水膜除尘器，从结构上来看，有砖砌结构，有水泥钢筋结构，有钢制圆筒结构，内层衬以瓷砖或辉绿岩。近几年来，南方各省(有湖南、广东)根据具体情况，创造了麻石水膜除尘器，以石代钢，为国家节约了大量钢材。由于麻石具有耐磨、耐腐蚀能力强，原料来源丰富，因此，在各地获得了广泛的应用。

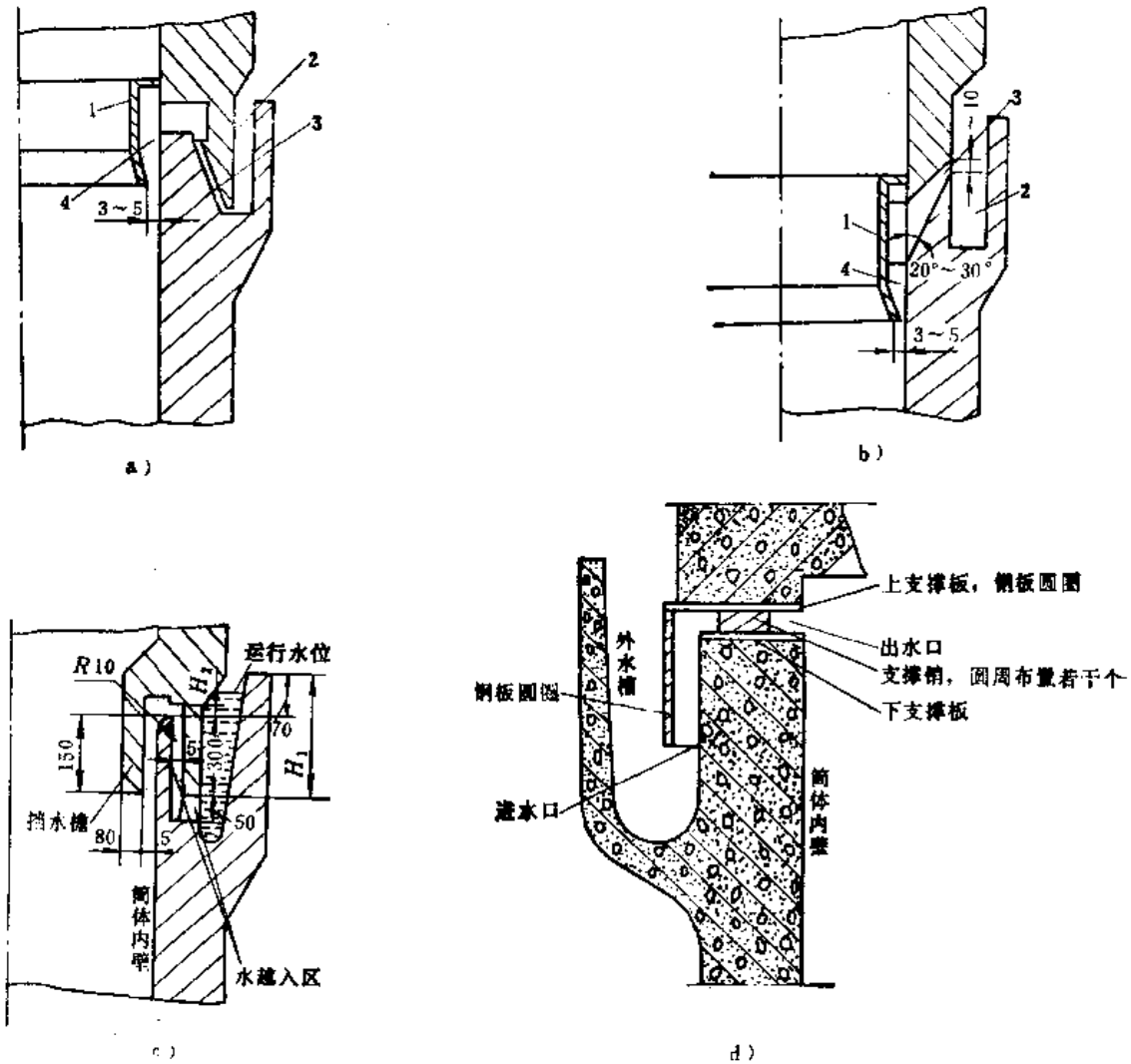


图4-1-1 外置式溢流槽示意图

a) 宽缝环形溢流槽式 b) 窄缝环形溢流槽式 c) 麻石成形环形溢流槽 d) 混凝土结构环形溢流槽

1—挡水带 2—水槽 3—溢流槽 4—溢水口



水膜除尘器具有处理烟气量大, 适用广泛, 性能稳定, 除尘效率一般较干式旋风除尘器高, 效率达90%以上。如果设计合理, 管理适当, 效率可达95%以上。但较为普遍的问题是除尘器出口烟气带水, 直接影响锅炉引风机的安全和寿命。针对这个问题, 各使用单位做了许多试验和改进工作, 并取得了一定的成效, 现概括如下:

(1) 正确选取各项设计参数 参数的选择, 对除尘器烟气带水和效率有较大的影响。一般认为, 烟气切向进口流速取 $18\sim 20\text{ m/s}$ 为宜, 不应超过最大允许流速, 其极限进口流速为 $21\text{ m/s}$ 。除尘器的烟气上升速度一般取 $3\sim 4\text{ m/s}$ , 最大不应超过最大允许流速, 其极限上升流速为 $5\text{ m/s}$ 。流速过大, 带水严重。除尘器烟气进口的高宽比, 一般取1.75。水膜的有效高度(即从烟气进口中心线到溢水口高度)一般至少取筒体直径的4倍。如采用并联组合布置的水膜除尘器组, 应力求各单个除尘器在烟气负荷分配上的均匀性, 确保最适宜的流速。

(2) 改变出口烟道的引出方式 改除尘器烟气引出管水平切向引出为垂直轴向引出, 并适当增加引出管垂直管段的高度, 促使烟气沿垂直管段上升过程中水滴依靠其重力自然分离。其垂直管段高度一般为 $1500\text{ mm}$ , 最小不低于 $1200\text{ mm}$ 。

(3) 改变供水方式, 改善水膜工况 水膜除尘器供水方式主要有喷嘴式和溢流槽式(外置或内置)。运行实践证明, 外置溢流槽式大大优于喷嘴式。这是因为外置溢流槽式给水是依靠具有一定高度的水封静压力来实现的, 因而供水压力稳定, 且对水质要求不甚严格。而喷嘴式水压波动较大, 喷口附近水的流速不稳定; 当流速太低时, 水流量小水膜无法覆盖整个圆筒内壁; 而当流速太高时, 极易溅起水滴, 加剧除尘器出口烟气带水。此外, 喷嘴式对水质的要求较严格, 当水中含有较多的泥砂或其它机械杂质时, 喷嘴易堵塞而断水, 导致供水沿筒壁周向分布不均, 水膜工况也随之变坏。

(4) 缩小溢流口宽度 并在此环形溢流缝周围加装环状挡水帘(图4-1-1)。

溢流缝宽度最大不得超过 $8\text{ mm}$ , 挡水帘罩离不小于 $300\text{ mm}$ , 以防止供水从溢流缝流出时直接受到筒内负压的扰动和沿筒壁旋转上升的烟气气流的直接冲击。

(5) 增设稳压水箱 在除尘器顶部平台上应

设置高位稳压水箱, 借助液体静压保证溢流口供水压力与流速的稳定, 使溢水流进筒内后沿筒壁形成均匀的水膜。

(6) 严格要求施工质量 溢水槽溢水边的水平对除尘器内壁形成有着重要的影响, 因此, 要严格进行控制。溢水边要求, 其水平度不能超过 $\pm 1$ 毫米。施工时, 可采用溢水的办法来校平。溢水时检查沿内壁水膜层的厚度, 要求沿周内壁水膜均匀。

要求内壁平整、光滑。灰缝不能过大。特别是在砌筑麻石时, 要求灰浆充满整个砌缝, 筒体不得漏风。

外置式溢流槽水封的液面高度, 一般应控制该处水的静压力为引风机的全风压加 $1500\text{ Pa}$ 为宜。否则, 筒内负压增加时, 而使水封破坏。

(7) 在出口段加装除雾板 目前在除尘系统应用最多的除雾板为旋流板(图4-1-2)。它是由一组按同一旋向焊接在中间圆形盲板与板环上的叶片构成。当高速旋转上升的烟气气流通过旋流板时, 由于其流通截面的改变和叶片的导流作用, 其旋转强度增加, 使烟气中夹带的水滴和雾沫再次在离心力作用下抛向筒壁, 并沿筒壁下流与淋洗面的水膜汇合, 经排灰水排出。此外, 由于旋流板还兼有折

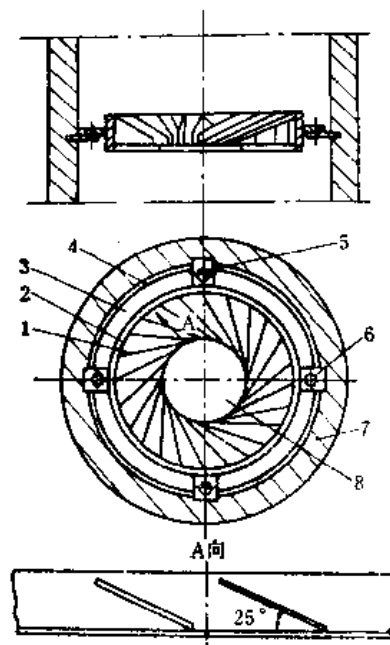


图4-1-2 旋流板结构示意图

1—旋流叶片 2—板环 3—板缘 4—溢流器 5—紧固螺栓 6—支架与支承 7—除尘内壁 8—盲板

流, 惯性碰撞等作用, 除尘效率可进一步提高。单块旋流除雾板制做容易, 固定于除尘器顶部附近。对内径小于1600mm的除尘器, 旋流板以上的净空高度不小于除尘器内径。当速度3~5 m/s时, 其除雾效率可达85%以上。阻力损失约增加100~300Pa。由于用作旋流板系单板操作, 设计时可不考虑设置降液管, 直接利用板环与内筒壁8~10mm间隙即可满足降液的需要。

除雾板的叶片, 对于 $D_{\text{内}} \leq 1600\text{mm}$ 的除尘器, 一般可取24~30片, 采用3~5mm厚硬塑料板或不锈钢板制成。叶片仰角一般可取 $25^\circ \sim 30^\circ$ , 旋流板的旋向应与筒内烟气旋转方向相反, 以保证较高的分离效率。

## 第2节 运煤除灰设备检修

### (一) 运煤(或输渣)皮带输送机检修

#### 1. 运煤(或输渣)皮带机的常见故障

##### (1) 运输皮带跑偏

1) 皮带两边拉力不一样, 一边紧一边松, 使之跑偏。可调整从动滚筒拉紧螺栓, 如果往左边偏, 根据皮带松紧可拉紧左边拉杆或松右边拉杆。

2) 皮带支架变形或滚筒安装位置不合适, 滚筒位置偏斜, 托滚与输送机纵向中心线不垂直。可调整或检修支架, 调整滚筒或托滚。

3) 运输皮带一边磨坏或拉裂多处, 使皮带一边过长而跑偏。这时将皮带修补或更换皮带。

4) 皮带补接不好形成一边松一边紧。可调整拉紧装置。

##### (2) 运输皮带打滑

1) 起动时负荷太大。不能带负荷起动。可在主动轮处将皮带往下压, 以增加摩擦力。

2) 运输皮带太湿也容易打滑。保持运输皮带干燥。

3) 运输皮带太松使之打滑。这时要调整拉紧螺栓拉紧。

4) 滚筒外皮磨损严重, 使其外径减小。这时更换滚筒或滚筒外皮。

##### (3) 运输皮带磨损、破裂

1) 刮煤(渣)板不起作用, 运输皮带上粘满了煤渣、灰渣而磨损。

2) 经常负荷起动, 容易磨损或拉破。

3) 滚筒破裂而划破。托滚不转动, 皮带张力太大。

4) 支架损坏或挡煤板、刮渣板不合适而划破皮带。

5) 皮带本身是一边松一边紧而拉坏。

6) 输渣皮带灰渣冷却不够, 将皮带烧坏。

根据上述原因, 除加强检查, 保持设备处于良好的运行状况外, 应根据故障情况, 小块局部破损, 可打卡子或贴补, 如大面积破损则需更换一部分或整条皮带。

#### (4) 滚筒破裂损坏

1) 皮带和滚筒接触面太小。

2) 皮带和滚筒是滑动摩擦, 而不是滚动摩擦。

3) 皮带上粘的煤渣或灰渣太多。

处理方法: 检修好刮煤(或渣)板, 保持皮带清洁, 调整滚筒和皮带, 增加接触面, 保证受力均匀。调整支架, 检修滚筒, 使滚筒能轻快地滚动。如果滚筒一头磨损, 局部破裂, 可临时补焊后调头使用, 如果两头损坏, 应立即更换。托滚或支滚的破损, 一般都进行换新。

#### 2. 皮带运输机的检修周期和检修内容

(1) 检修周期 一般每年进行一次小修, 10年或10年以上进行一次大修。周期的长短决定于负荷性质, 运转时间以及管理等诸因素, 可根据具体情况确定。

(2) 检修内容 皮带输送机可分为小修和大修两种。

##### 1) 小修内容

① 清理检查减速机。

② 检查更换部分托滚和支滚。

③ 检查修补落煤筒及部分挡板。

④ 检查修理刮煤板(或刮渣板)以及拉紧装置。

⑤ 检查清理各部轴承并加注黄油。

⑥ 皮带的粘补或打卡子。

⑦ 皮带跑偏故障的处理。

##### 2) 大修内容:

① 检修减速机。

② 皮带的粘接或更新。

③ 主动滚筒、被动滚筒、拉紧装置的检修或更新。

④ 输送机支架的调整、加固或更新。

## ⑥ 设备缺陷的消除。

### 3. 皮带输送机检修质量要求

#### (1) 减速机

1) 齿轮径向跳动不许超过 0.05mm, 齿轮轴弯曲不得超过 0.02mm。轴颈应符合各种配合要求。

2) 齿轮齿顶间隙为 0.2~0.3 倍模数。

3) 齿轮磨损不许超过 1.5mm。

4) 齿面接触应在 85% 以上。

5) 旧轴承(滚珠轴承)间隙不许大于 0.25mm, 其轨道及滚珠不许有麻点、起皮和硬伤等, 珠架应完整。

轴承外壳与减速机壳应保持 0.05mm 紧力。

轴承盖须严密, 不许漏油。

6) 各零件和装配应符合图纸技术文件的规定, 转动轻快、平稳。

7) 变速箱内部应清洗干净, 所用机油为 30~40 号机油, 油位清晰。润滑脂为钠基质润滑脂。减速机不准漏油。

8) 减速机与主滚筒联接的靠背轮、与电机联接的靠背轮应符合“齿轮检修质量”的要求。

9) 减速机地脚螺丝不得弯曲、不得断裂、松动和滑扣。

#### (2) 运输皮带

1) 运输皮带无破损和拉裂, 皮带磨损厚度超过其原厚度的 50% 时, 应进行更换。局部破损处补胶时应按补胶工艺进行。

2) 皮带及卡子无断裂、卡子装正, 合拢后两侧周长误差不得超过 5mm。

3) 皮带调整后跑偏不得超过 10mm, 不允许有打滑现象。

(3) 输送机前、后大滚筒(主动轮、被动轮)

1) 主动、被动滚筒应完整。滚珠轴承符合要求, 转动灵活。滚筒破裂应进行更换。当采用补焊时, 焊后必须磨光。

2) 主动、被动滚筒的主轴全长弯曲不得超过 0.5mm。轴颈应符合配合要求。滚筒椭圆度不得超过 1% 滚筒直径。

3) 拉紧装置的调整丝杆应完整、灵活好用。

4) 轴承架、轴与轴承的配合、轴承外套与架的配合等按要求进行。

(4) 皮带的托滚、支滚、立挡滚, 支架等

零件应完整; 滚筒应转动灵活, 不缺油, 不窜轴, 位置不得偏斜; 托滚安装时, 要与皮带输送机纵向中心线垂直; 皮带桁架不得有裂纹或变形, 在运转时, 不得发生振动或位移。

(5) 刮煤板(或刮渣板)应完整。刮板的平衡重锤的位置或重量, 应调整合适, 使刮板紧紧地接触到皮带的表面上, 但不得有过大的压力。

刮板式清理器的胶皮条磨损到其金属架与皮带的距离小于 5mm 时, 必须移动翻板或更换胶皮条, 以防皮带卡到金属骨架上受到破损。固定胶皮条时, 要使自由端有自由活动的可能, 以便调整它的皮带表面的接触情况。刮板清理器固定装置要齐全, 搬动要灵活好使。

(6) 下料斗(即落煤、落渣斗)挡皮应完整, 严密不漏煤; 控制开关灵活好用; 下料的钢板磨损腐蚀不得超过原厚度的 1/2。在修补或制造下料斗时, 必须防止焊接变形, 保证焊接质量。

(7) 试车与验收 试车前, 各部轴承与减速机内必须有足够的润滑油。试车中应检查以下各部运转情况:

1) 减速机齿轮啮合良好, 运转正常, 无异常噪音等现象。减速机伸出轴与滚筒主轴连接的靠背轮的振动, 不得超过 0.1mm。

2) 滚动轴承温度不得超过 60℃。

3) 皮带不跑偏和其他异常现象, 接头应良好。

4) 各部托滚转动灵活。

5) 各部防护罩齐全, 支架不摇晃。

6) 张紧装置、清理刮板位置合适, 调整使用状态良好。

经试车运转, 各部无异常现象, 符合质量要求后, 才可正式移交生产。

### 4. 运输皮带接口的几种方法和冷粘技术的应用

带式输送机的运输皮带的接口, 过去在维修中经常采用下述几种方法:

1) 金属连接法 主要是打龙型卡子, 锰钢板卡铆钉铆接。用这种方法, 对滚筒和板卡磨损快, 寿命短, 有噪声, 有振动, 不适于安装电子称的传感器(要求比较平稳)。

2) 缝合法 主要是用牛筋或尼龙绳把接头缝合在一起, 用这种方法缝合的运输带, 容易拉裂和破口, 磨损快, 寿命短。

3) 热粘法 主要是用聚氯乙烯、环氧树脂或生胶为主要原料的胶接法。这种胶接法的工艺过程需加热硫化, 需用电或蒸汽加热的笨重胶接工具, 劳动强度大。

采用的化学冷粘技术具有一系列优点。它不但具有耐老化、耐油、耐水, 耐化学腐蚀和气密性好等优良综合性能, 而且操作方便。工艺简单、固化快、胶粘力强, 成本低和效果好等特点。特别是接口平滑、运行平稳, 适于安装电子称的传感器。

(1) 胶粘剂的性能和配比 氯丁胶粘采用氯丁橡胶为基料, 配以酚醛树脂、金属氧化物和防老剂调制而成。

由于氯丁橡胶的结晶性高, 极性大, 有优异的粘合力, 是一种室温固化的溶液型橡胶粘合剂。其特点如下:

1) 不需硫化就有很好的凝聚力。

2) 通过改性, 能广泛用于粘合各类材料。

3) 涂胶前如用列克那(聚异氰酸酯胶JQ-1)作固化剂, 则可显著缩短固化时间。

4) 适合于粘合柔软性物体, 能够缓解由于膨胀、收缩而引起的应力集中。

各种氯丁胶粘剂的主要技术性能列于表4-2-1。

采用冷粘技术后, 对冷粘胶带与原胶带各取三个试样在拉力试验机上进行破坏性试验, 其结果列于表4-2-2。

试验结果表明, 冷粘皮带的强度, 接近于原皮带的强度。

为了缩短固化时间, 特别是在抢修接头时, 一般氯丁胶粘剂中加一定量的列克那, 常使用的配比是:

氯丁胶粘剂: 5分(按重量计)

列克那(JQ-1) 1分(按重量计)

表4-2-1 胶粘剂的主要技术性能(粘接24小时后)

项 目	氯 丁 胶 粘 剂			固化剂(列克那)
	LDN-2	FN-309	LR-202	JQ-1
抗剥强度(MPa)	≥0.4	≥0.3	≥0.4	0.4
抗拉强度(MPa)		≥1.0		
干燥剩余物(%)	20±0.5	30±2	20±0.5	
生产单位	四川重庆长寿化工厂	山东化工厂	山东淄博工农化工厂	辽宁大连染料厂

注: 抗剥强度指皮带与橡胶的粘结强度; 抗拉强度指金属与橡胶的胶粘强度。

表4-2-2 原胶带与冷粘带破坏性试验结果

项 目	原 胶 带			冷 粘 胶 带		
	1	2	3	1	2	3
试样编号						
试样规格(mm)	60×250			60×250		
冷粘台阶数 <i>i</i>				3		
接头总长度 <i>L</i> (mm)				150		
破断负荷(N)	14319	16476	16182	16378	14711	15593
破断负荷平均值(N)	15659			15561		

(2) 运输带接头粘接工艺 现以309胶为例, 将胶带的冷粘工艺简述如下:

1) 接头设计的基本原则是: 尽可能避免过多的应力集中, 减少产生剥离、劈开和弯曲的可能性;

合理增大胶接面积, 以提高接头的承载能力; 防止层间剥离。

为了使接头的强度不弱于原胶带的强度, 采用分层搭接(如图4-2-1)。其分层数即台阶数  $i$ , 通常取为3~5, 具体随帆布层数而定, 每个台阶应保留一层完整的帆布帘线面。台阶长度按以下经验公式计算。对于宽度较小的胶带,  $l$  值还要适当加大些。

$$l = (0.2 \sim 0.3) B$$

式中  $B$  —— 胶带宽度 (mm);

$l$  —— 切割台阶长度 (mm)。

为了使胶带运行平稳, 减少接头和皮带滚筒和托滚的冲击, 各台阶以作成  $\alpha = 30^\circ \sim 60^\circ$  的斜度为宜(图4-2-2)。

根据运动方向, 皮带的前接头应从胶带下面保护层开始划线, 后接头应从上面保护层开始划线, 参见图4-2-1。

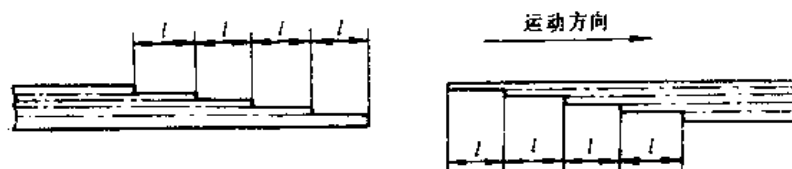


图4-2-1 接头分层搭接

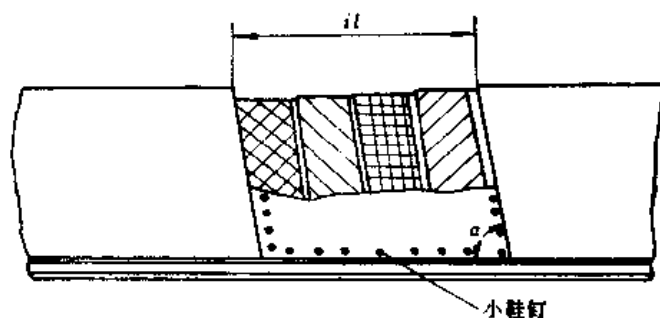


图4-2-2 台阶作成斜度

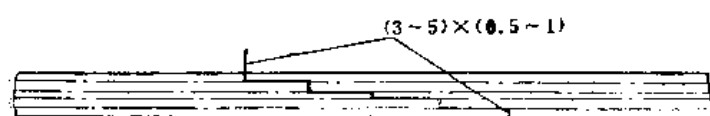


图4-2-3 胶带上下面接缝处涂胶

2) 分层台阶表面的处理: 刀子必须按照划好的线进行垂直切割, 以免歪斜而造成“上下”台阶合拢时互相顶碰或出现空隙; 割切时下力要轻重适宜, 千万不要切伤应保留的帆布层; 帆布上残留的橡胶, 用三相工频手提砂轮机(型号J3S-150, 功率350W, 电压380V, 转速2700r/min; 砂轮规格 $\phi 50 \times \phi 32 \times 20$ ), 或用木锤刀将帆布上的胶打磨干净而不伤帆布; 台阶表面必须干净, 胶粘面不得有油污, 水点及灰尘等脏物。

3) 配胶: 309胶粘剂具有较高的胶粘强度, 如条件允许胶粘后放置24小时, 即使不加固化剂也能获得较高的胶粘强度。但若生产要求尽快交付使用, 就需加入5%~20%(按重量计)的JQ-1列克那胶固化剂。固化剂加得多固化时间即短, 加得少则固化时间长。如309胶和固化剂以5:1(按重量计)配制, 则胶接头经2小时固化就可交付使用。

由于胶粘剂中的防老剂和稳定剂容易沉淀, 故调胶前要搅拌均匀, 以免影响胶粘质量。

309胶或固化剂都是常温固化的胶液, 容易凝固, 因此要现配现用, 调胶量不能过多, 操作要迅速, 及时使用。

4) 涂胶一般涂刷二或三遍。胶液要涂刷均匀

并完全浸润胶粘面, 切忌造成局部缺胶或气孔。每遍涂胶厚度以0.05~0.1mm为宜, 太厚时里面不易干。刷完第一遍后, 待胶粘面的胶液充分挥发、干透(以不粘手为宜), 再进行第二遍涂胶。为了加快胶液充分挥发, 提高粘接速度, 可用照明弧光灯(碘弧灯——功率1kW, 电压220V)进行烘烤。待到不粘手而稍有粘住时, 即可进行粘接。

5) 粘接时从接头中间推向两侧, 以利空气向两旁排出。合拢时要注意粘合的正确位置, 因一旦合上便很难剥开, 即使能剥开, 再次合拢后胶粘强度也将大为降低。合拢后, 在胶带的上下面的接缝处灌涂以半凝固的胶液, 其宽度以3~5mm、高度以0.5~1mm为宜(图4-2-3)。

6) 加压和固化: 将粘合后的接头放到厚15mm左右的平钢板上(或平台上), 用木锤或橡胶锤从中间向四周锤实, 然后再均匀锤实一遍(包括接缝)。如图4-2-2所示, 将锤实后的接头周围钉上几十个小鞋钉, 以防周边开胶翘起而影响强度。如两边铺上平板, 用卡子夹紧, 如图4-2-4所示, 则不需要钉鞋钉, 而且加压的质量更好。

粘好的胶带接头在常温下(25±5℃), 固化2小时即使用。如环境温度低或生产条件许可, 可适当延长固化时间, 以取得更好的效果。

(3) 局部磨损或破洞的胶补 对于胶带上的局部磨损或破洞, 以往是截去损坏的一段胶带, 另加接一段新胶带, 既费工, 又要耗费胶带。现在可采用上述冷粘工艺来胶补, 但胶粘结构有所区别, 示于图4-2-5和4-2-6。

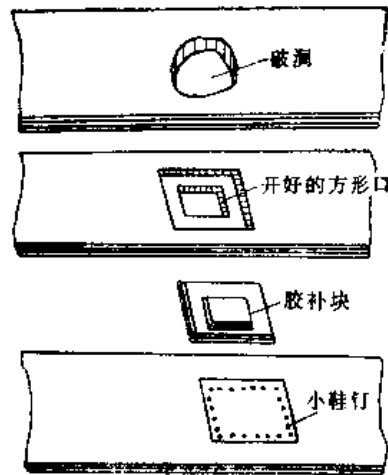


图4-2-6 挖补结构

(4) 胶带冷粘工艺应用实例 胶带冷粘工艺, 现已得到广泛应用, 现将几个实例列于表4-2-3, 可供参考。

(二) 多斗提升机的维护检修

1. 多斗提升机的技术性能

多斗提升机主要用于垂直提升, 布置比较紧凑, 占地面积少, 一般用于中等容量锅炉房。它有如下优缺点: 有标准产品, 供选择订货; 横截面上外形尺寸小, 便于布置; 对过载的敏感性大, 故要求安装给料设备, 使料斗充满四分之三以下。给料设备的生产率应小于提升机的生产率; 料

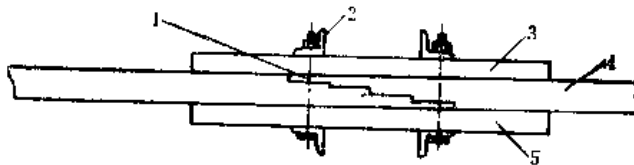


图4-2-4 皮带接口加压

1—皮带接口 2—卡子 3—上平板(胶木) 4—橡胶带  
5—下平板(胶木)

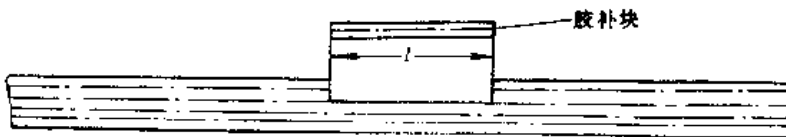


图4-2-5 局部磨损胶补结构

表4-2-3 胶带冷粘应用实例

胶带特性	例 1	例 2	例 3	例 4
输送带规格(mm)	700×11000	650×141000	700×24200	500×150000
胶带输送速度(m/s)	1.5	1.2	1.5	1.5
输送物料	碎矿石	矿渣、煤	石灰石合格料	煤
输送量(t/h)	120~150	矿渣:150~160 煤:100~120	150	40~80
冷粘部位	连接接头	连接接头	局部磨损挖补	连接接头
接头台阶数 i	3	3	1	4
台阶长度 l (mm)	200	200	1350	120
接头斜度 α	20°	90°	90°	90°
309胶: 固化剂	5:1	5:1	5:1	5:1
固化时间(h)	1.5	2	2	2
冷粘日期	1982, 8, 20	1982, 11, 12	1982, 9, 10	1983, 7, 16

斗在舀取物料时易卡住，故料斗易损坏，磨损亦较大；运行过程中有碎煤、掉煤现象，并有噪音。

多斗提升机相对皮带运输机而言，有一定的维护、检修工作量。但只要加强管理，有一套操作制度，运行基本可靠。

多斗提升机的主要特性和技术规范，见表4-2-4和表4-2-5。

多斗提升机的安装图见图4-2-7

HL300提升机的总图见图4-2-7。该提升机具

有各种不同类型，其类型取决于下列制法和装法：

(1) 按料斗型式分为两种制法

S制法——带有深圆底型的料斗；

Q制法——带有浅圆底型的料斗。

(2) 按上部区段卸料口的型式分为两种制法

X<sub>1</sub>制法——带有倾斜法兰盘的卸料口；

X<sub>2</sub>制法——带有水平法兰盘的卸料口。

(3) 按下部区段进料口的型式分为两种制法

J<sub>1</sub>制法——进料口的底与水平面成45°角；

表4-2-4 多斗提升机主要特性

型 号	D 型 提 升 机				PL 型 提 升 机			HL 型 提 升 机		
	D160	D250	D350	D450	PL250	PL350	PL450	HL300	HL400	
索引 构件	名称	橡 胶 运 输 带				板 链			锻 造 环 形 链	
	规格	B = 200 4层	B = 300 5层	B = 400 4层	B = 500 5层	单 链 t = 200	双 链 t = 250	双 链 t = 320	双 链 t = 50, d = 18	双 链 t = 50, d = 18
料斗	分深圆底形，浅圆底形两种料斗，料斗固定于橡胶带上				角形料斗链条固定于背面	大容量料斗链条固定于料斗两侧		分深圆底形，浅圆底形两种，料斗链条固定于料斗背面		
卸料特征	间断布置料斗，快速离心卸料				连续布置料斗，慢速重力卸料			间断布置料斗，料斗利用“舀取法”进行装料，利用“离心投料法”进行卸料		
适应输送物料	粉状粒状，小块状无磨琢性或半磨琢性的散状物料，如煤、砂、焦末、水泥、碎矿石等				块状比重较大，磨琢性的物料如煤、碎石、矿石、卵石等，适宜于输送易碎物料，如焦炭、木炭等			粉状粒状及小块状的无磨琢性及磨琢性的物料如煤、水泥、石块、砂、粘土、碎石等		
适用温度	被输送物体温度不得超过60℃，如采用耐热橡胶带允许150℃				被输送物料温度在250℃以下			允许输送温度较高的物料		
提升高度	约在4~30m范围内				约在5~30m范围内			约在4.5~30m范围内		
输送量	3.1~66m <sup>3</sup> /h				22~100m <sup>3</sup> /h			16~17.2m <sup>3</sup> /h		

表4-2-5 常用斗式提升机技术数据

提升机型号	胶 带 离 心 斗 式 提 升 机								环 链 离 心 斗 式 提 升 机				
	D160		D250		D350		D450		HL300		HL400		
	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	
输送量(m <sup>3</sup> /h)	8.0	3.1	21.6	11.8	42	25	69.5	48	28	16	47.2	30	
料斗	容积(L)	1.1	0.65	3.2	2.6	7.8	7.0	14.5	15	5.2	4.4	10.5	10
	斗距(mm)	300		400		500		640		500		600	
提料皮带(或链条)，每米重(kg)	4.72	3.8	10.2	9.4	13.9	12.1	21.3		24.8	24	29.2	28.3	
料斗运行速度(m/s)	1.0		1.25						1.25				
传动链轴转速(r/min)	47.5				37.5				37.5				
物料最大块度	25		35		45		55		40		50		

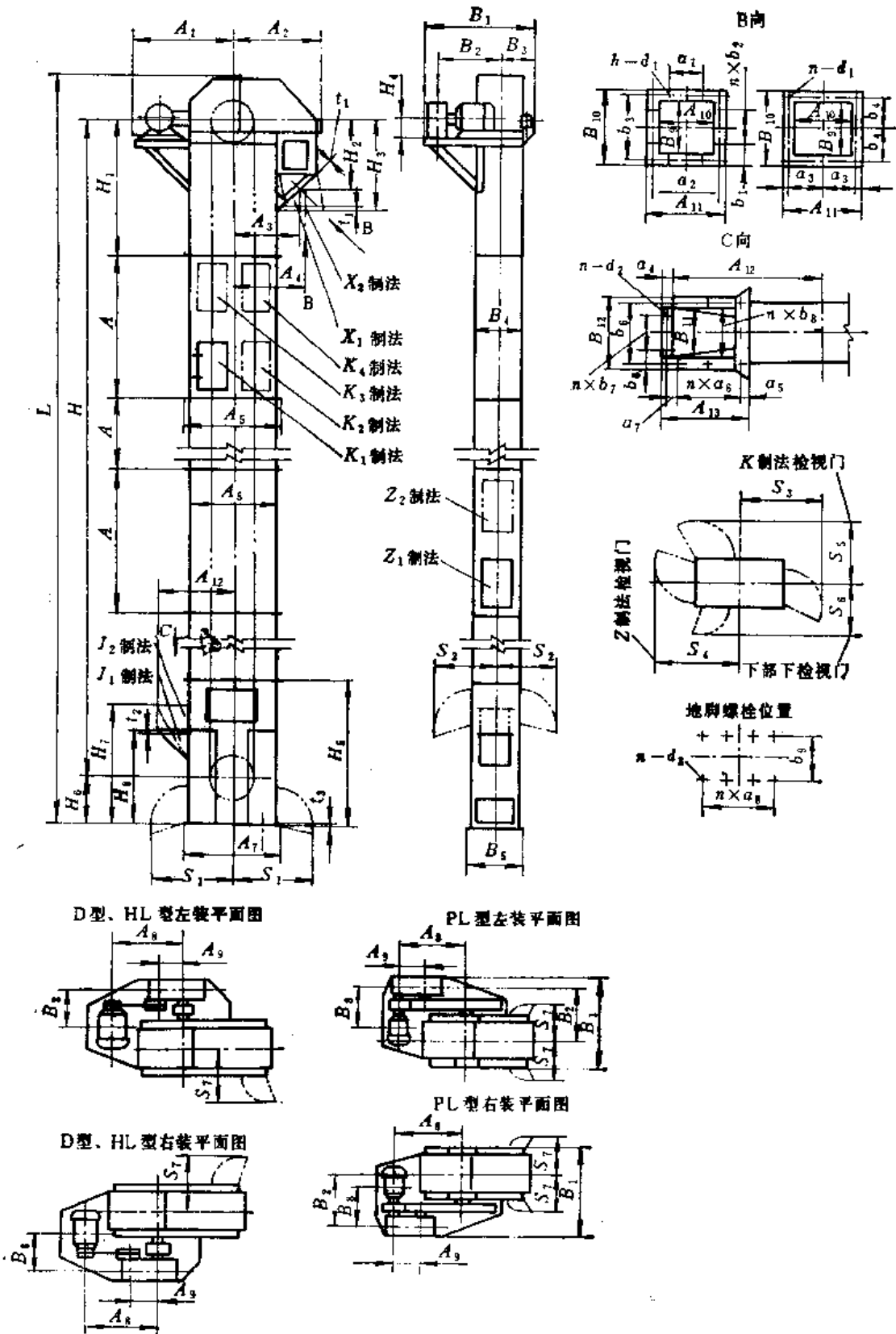


图4-2-7 多斗提升机图形尺寸



J<sub>2</sub>制法——进料口的底与水平面成60°角。

(4) 按中部机壳侧面检视门的位置分为四种制法

K<sub>1</sub>制法——中部机壳侧面左下端有检视门；

K<sub>2</sub>制法——中部机壳侧面右下端有检视门；

K<sub>3</sub>制法——中部机壳侧面左上端有检视门；

K<sub>4</sub>制法——中部机壳侧面右上端有检视门。

(5) 按中部机壳端面检视门的位置分为两种制法

Z<sub>1</sub>制法——中部机壳端面下端有检视门；

Z<sub>2</sub>制法——中部机壳端面上端有检视门。

(6) 按驱动装置对提升机的相对位置及驱动装置的功率分为左装、右装及表4-2-6所列的四种制法

(7) HL300提升机的技术规范 HL300提升机的技术规范见表4-2-7。

(8) 在订货时应根据选好的高度H和各种制法，装法按规定格式编写本机的订货代号

例如，HL300，高度=11.66m，具有QX<sub>2</sub>J<sub>2</sub>-

K<sub>2</sub>Z<sub>2</sub>C<sub>3</sub>的右装提升机的订货代号为

右装提升机HL300Q-X<sub>2</sub>J<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>Z<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>-11.66

如果提升机不代驱动装置则在提升机规定代号

表4-2-6 驱动装置的四种制法

驱动装置的制法	驱动装置的功率 kW	电动的功率与型号	圆柱齿轮减速器		重量 kg
			右装驱动装置	左装驱动装置	
C <sub>1</sub>	45	JO-52-6	LQ400-N-3Y	LQ400-N-4Y	638
C <sub>2</sub>	70	JO-62-6	LQ400-N-3Y	LQ400-N-4Y	710
C <sub>3</sub>	70	JO-62-6	LQ500-N-3Y	LQ500-N-4Y	892
C <sub>4</sub>	10	JO-63-6	LQ500-N-3Y	LQ500-N-4Y	907

表4-2-7 HL300提升机的技术规范

输送量 m <sup>3</sup> /h	S 制法		Q 制法	
	高度 H (m)	功率 P (kW)	高度 H (m)	功率 P (kW)
当充填系数 $\psi = 1$ 时，对于各种密度的被输送物料提升机的最大许用高度H及与此相关传动轴上所需功率	28		16	
	0.8	S 制法	59m	6.35kW
	1.0		52m	7.55kW
	1.25		41m	8.7kW
	1.6		31m	9.1kW
	2.0		24m	9.7kW
	0.8	Q 制法	64m	4.36kW
	1.0		60m	6.12kW
	1.25		49m	5.3kW
	1.6		39m	5.3kW
2.0	29m		5.35kW	
料斗	容积 (L)	S 制法		5.2
		Q 制法		4.4
	斗距 (mm)	S 制法		500
		Q 制法		500
运行部分(料斗牵引链条)每米重量 (kg)	S 制法		24.8	
	Q 制法		24	

(续)

牵引链条	型 式	锻 造 环 形 链
	元钢直径 (mm)	18
	节距 (mm)	50
	破断负荷 (kg)	17800
料斗运动速度 (m/s)		1.25
传动链轮轴转数 (r/min)		37.5
被输送物料的一般块度 (mm)		40

内将驱动装置的代号去掉, 并在规定代号后加注不代驱动装置字样。

## 2. 多斗提升机的维护检修

(1) 煤在进入提升机前, 必须设有煤栅, 或者经过破碎装置破碎, 使大块煤破碎后再进入输送机, 以免卡住。

(2) 输送碎煤时不宜潮湿, 否则煤末会粘在煤斗上不能卸下, 影响输送速度。因此, 要经常注意清除料斗上粘有的煤末和竖井中的掉煤。

(3) 对过载敏感性大, 所以要求安装料斗设备时, 应使料斗充满四分之三以下。运行时, 提升机的生产率应小于提升机计算生产率。否则, 会卡住或拉断胶带。

(4) 料斗在“舀取”物件时, 容易磨损和损坏。所以要定期检查料斗的壁厚磨损。当料斗壁厚有缺口或厚度少于原厚度1/3时应进行补焊和更换, 当料斗变形和损坏时, 应换新的。

(5) 料斗不能自动“舀取”煤和“离心”卸煤时, 应检查胶带, 环链, 料斗的紧固件是否紧固, 灵活等, 并及时加以修复。

(6) 运行时要观察和调整胶带或环链的松紧度, 防止偏移。检查防止偏移挡板是否磨损和脱落, 并及时修复。

(7) 胶带, 环链被拉断, 主要是被卡住, 或超载等原因, 修复胶带、环链比较麻烦, 工作量较大。因此, 要注意检查和维护。

(8) 为便于检修, 在头部传动机构应考虑安装检修平台和起重设备。

## (三) 双齿辊式破碎机的检修

### 1. 双齿辊式破碎机的工作特性和技术数据

双齿辊式破碎机工作部件是两个齿辊, 其中一

个齿辊是固定的, 另一个是可活动的, 并带有缓冲弹簧, 可沿水平滑轨移动, 以调整两辊间隙。煤进破碎机后被齿辊夹住, 通过两辊间隙时被齿辊剪破或压碎, 当夹住不易破碎的大块煤时, 活动辊子上的弹簧被压缩, 间隙变大使大块煤通过。间隙变大的程度决定于大块物料的硬度和辊子缓冲弹簧的刚度, 这样可以保护破碎机, 以免在铁块等不易破碎物通过时, 设备遭受破坏。

双齿辊式破碎机的理论破碎量:

$$Q = 3600 \cdot \mu \cdot F \cdot V \cdot r \quad (\text{t/h})$$

式中  $\mu$  ——考虑物料松散度和辊子的有效长度的系数, 可取  $\mu = 0.27$ ;

$F$  ——出料缝隙面积, 为辊子间的工作缝宽度  $H_0$  与辊子长度  $L$  的乘积 ( $\text{m}^2$ );

$V$  ——辊子的圆周速度  $V = \frac{\pi D n}{60}$  ( $\text{m/s}$ ), 一

般取  $1.5 \sim 1.9$  ( $\text{m/s}$ );

$r$  ——物料堆积容积重量 ( $\text{t/m}^3$ );

$D$  ——辊子直径 ( $\text{m}$ );

$n$  ——辊子转数 ( $\text{r/s}$ )。

$$\begin{aligned} \therefore Q &= 3600 \mu \cdot H_0 L \cdot r \cdot \frac{\pi D n}{60} \\ &= 60 \pi \mu H_0 L D n r \quad (\text{t/h}), \end{aligned}$$

所需功率, 按下式计算:

齿辊式破碎机电动机功率与辊子长度  $L$  与圆周速度成正比, 可按经验公式:

$$N_D = K \cdot V \cdot L = K L \frac{\pi D n}{60} \quad (\text{kW})$$

式中  $K$  ——系数, 对于碎煤的齿辊式破碎机  $K = 0.85$ 。

双齿辊式破碎机主要技术数据见表4-2-8。

### 2. 破碎机的常见故障

双齿辊式碎煤机的常见故障见表4-2-9。

表4-2-8 主要技术数据表

型 号		2PGC $\phi$ 450 $\times$ 500				2PGC $\phi$ 600 $\times$ 750			
齿辊转数		64				50			
最大进料粒度(mm)		100	200			300	600		
最大出料粒度(mm)		~25	~50	~75	~100	~50	~75	~100	~125
生产能力(m <sup>3</sup> /h)		25	35	45	55	60	80	100	125
电动机	型 号	JB21-8		JB22-8		BJ02-81-8			
	功率(kW)	8		11		22			
	转数(r. p. m)	725		725		735			
重量(不包括电动机)(kg)		3765				6712			
参考价格(元)		10200				20000			

表4-2-9 碎煤机的常见故障及处理方法

故障现象	故障原因	处理方法
碎煤机辊筒牙齿磨损和掉牙	材料不耐磨, 煤质较硬, 进煤混有铁块, 石子等杂物, 造成掉牙	用耐磨材料堆焊, 亦可栽焊牙齿
破碎后煤块太大	牙齿磨损, 牙齿间距过大; 破碎间隙控制不合适, 调整弹簧失效; 进煤块太大或负荷过大	堆焊牙齿, 调整间隙; 更换弹簧或加垫片, 减少负荷
滚筒入口堆煤或堆积在一端	入口前置筛子堵塞, 没有起到过筛分类的作用, 加重了碎煤机的负荷造成堆积。或入口布煤不均造成一端进煤过多或堆积	清除筛子上的杂物, 或加装导向板, 改善入口的布煤情况
被动滚筒窜轴造成轴承损坏	进煤不均, 两滚之间的间隙一头大一头小, 造成轴向力; 调整弹簧的弹力不一致, 在挤压过程中造成轴向力	改善进煤方式, 校正弹簧, 消除轴向力

### 3. 碎煤机的检修周期和检修内容

检修周期, 每年小修一次, 每两年中修一次,

隔5~6年大修一次。

#### 1) 小修内容

- ① 检查清洗各部轴承、瓦座。变速箱检查、换油。
- ② 清除入口筛子的杂物, 检修或更换筛子及导向板等。

③ 检查滚齿尖的磨损情况。

④ 检修外罩的密封情况。

⑤ 更换三角皮带。

⑥ 调整两轮(滚筒)之间的轴线间隙。

#### 2) 中修内容

① 检修或更换轴承轴瓦。

② 检修变速箱。

③ 检修或堆焊滚轮齿尖、

④ 检修或更换调节弹簧。

#### 3) 大修内容

① 更换两个滚轮。

② 更换滚轮主轴。

③ 检修或更换传动大齿轮。

④ 检修或重新校正底座。

#### 4. 检修质量要求

1) 机架的纵、横向倾斜度均不应超过0.20/1000。

2) 滚轮轴的直线度不得超过0.2mm; 轴颈应光滑, 不得有伤痕及毛刺, 并符合配合要求。

3) 滑动轴承的配合应符合下列规定:

① 轴瓦与轴颈的接触弧面应为90~100°。

② 接触面上的接触点数, 在每25×25mm<sup>2</sup>面积内, 铜瓦不少于3个点, 合金瓦不应少于2个点。

③ 轴瓦与轴颈之间的顶间隙应为轴颈直径的0.10%~0.15%，每侧的侧向间隙应为顶间隙的50%~70%。

4) 滚轮与滚轮之间的距离应符合设备技术文件规定，两滚轮（即动、被滚轮）的轴线应平行，平行度不应超过0.20/1000。

5) 一个滚轮的齿尖应对准另一滚轮的齿槽。齿高磨损不得低于原高度的1/2。磨损后，应进行检修，亦可进行堆焊。

6) 两边的弹簧受力应均匀。弹簧不得有裂纹，残断。调整片齐全，松紧适当。

7) 调整丝杆不得弯曲，丝扣完整，不得锈住。

8) 传动大牙轮接触良好，齿面磨损不得超过原厚度的1/5。

9) 两皮带轮的轮宽中心线应在同一平面上（两轴平行），其偏移为：三角皮带轮不应超过1mm；两轴的平行度不应超过0.5%；检查时，可依据轮的边缘为基准。皮带轮的轮缘摆差：

① 径向摆差不应超过0.15mm；

② 端面摆差不应超过0.08mm。

10) 各种附件齐全完整。安全罩完整、牢固，地脚螺丝紧固。油杯清洁整齐。

11) 试运转

① 空转不得低于1h。

② 载荷运转不得低于2h。

③ 轴承温度不得超过65℃。

④ 无异常噪声。

#### (四) 马丁氏除渣机的检修

##### 1. 马丁氏除渣机结构原理及主要技术规格

MC型马丁氏除渣机是链条炉排锅炉作为灰渣破碎及排渣的常用机械化设备，对结焦性强的燃煤比较适应。它是安装在锅炉出渣口框架上，如图4-2-8所示。

MC型马丁氏除渣机前侧装有行星齿轮减速箱16，减速箱的输入轴上装拉臂8。曲柄9空套在拉臂上并通过保险板7带动拉杆10作往复运动。摆杆11连杆13和杆14组成四边形连动机构，当拉杆作往复运动时牵动该机构作来回摆动。同时推渣器轴6在一定角度范围内作摆动并通过推渣器曲柄4带动推渣器5往复运动，逐渐把灰渣推到出口处。碎渣器轴I和II的右端分别装着齿轮5并互相啮合着，当杆14左右摆动时，使装在其上之掌牙12作彼此间歇地推动齿轮使碎渣轴I和II能连续相向转动，成块的灰渣碰到轴上的刀齿即被轧碎，因此，它能完成碎渣和推渣的双重任务。

在除渣机左侧有一进水柜，内可装控制水位的浮筒装置，机内的水，它既可冷却灰渣又对锅炉起水封作用。

MC型马丁氏除渣机的主要技术规格见表4-2-10。

##### 2. 马丁氏除渣机的常见故障

马丁氏除渣机的常见故障及排除方法见表4-2-11。

表4-2-10 主要技术规格

项 目	产 品 规 格 型 号	
	MC-2 型	MC-4 型
连续排渣量 kg/h	2000	4000
碎渣尺寸(mm)	<100	<100
配用电机	JO <sub>2</sub> -22-6 A 301 功率 1.1(kW) 转速 930(r.p.m)	JO <sub>2</sub> -32-6 A 301 功率 2.2(kW) 转速 940(r.p.m)
行星齿轮减速箱	XC-2型 总传动比 i = 916 出轴转速 n = 1.015(r.p.m)	XC-2(A) 总传动比 i = 145.8 出轴转速 n = 6.5(r.p.m)
适应锅炉额定蒸发量(t/h)	6、10、20	10、20、35

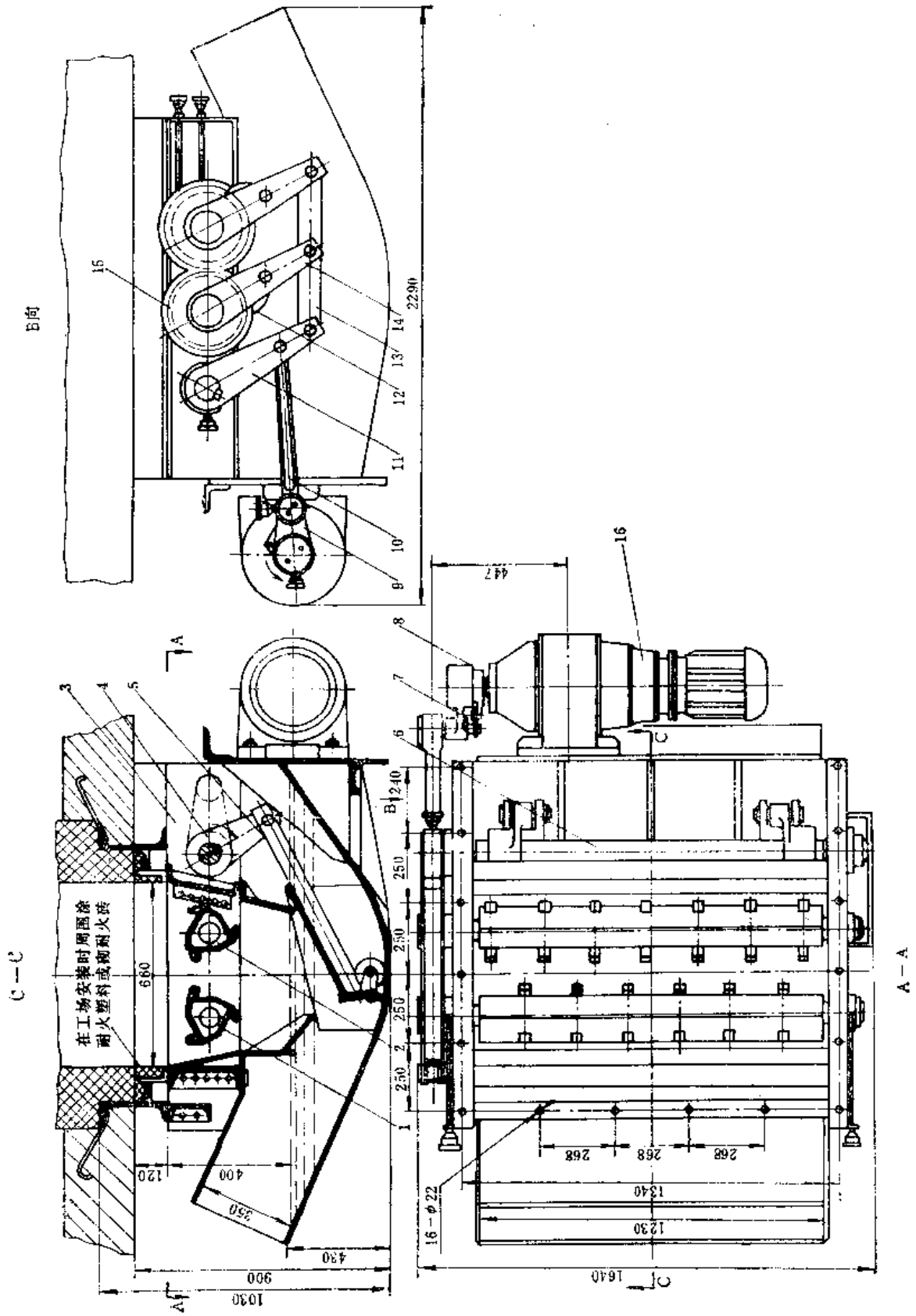


图4-2-8 MC型马丁式除渣设备总图

表4-2-11 常见故障及排除方法

现象	故障原因	排除方法
断保险片	(1) 护排片, 耐火砖, 大块坚硬的焦渣掉在碎渣机里, 使之卡住 (2) 除渣机底板磨损或焊接后, 凹凸不平, 挡住推板或推板支吊损坏, 阻力过大引起过载 (3) 碎渣机润滑不好或轴承套间隙过大, 进入了灰渣, 造成抱轴, 或因灰渣冷却不够, 温度过高变形卡 (4) 除渣机积灰太多或底部渣“起板”或“板死”, 阻力太大 (5) 保险片本身强度不够或经较长时间运行保险片过度疲劳或孔偏移太大	停机后把除渣机从出渣口框架卸下, 进行检查, 排除所有故障
电动机烧保险或顶坏变速箱零部件	(1) 电动机单相运行 (2) 齿轮着装配不当 (3) 除渣机保险片不合要求, 强度太大, 中间孔 $\phi 38$ 不够大 (4) 阻力太大, 保险片不起保险作用	修复变速箱, 检查电源, 保险片中间的孔适当加大
保险片折断频繁且无其他故障	(1) 保险片中间孔 $\phi 38$ 太大 (2) 保险安装后不平整, 有受扭曲状态	(1) 把保险片调整装正 (2) 把孔 $\phi 38$ 稍为改小点
碎渣除渣机底部磨穿漏水	水封水进入炉渣后, 略显碱性 $pH=8.3$ , 加上推板往复运动, 磨损速度快, 容易磨穿	进行局部挖补或更换底板
推板磨损, 腐蚀损坏	主要是推板长期浸泡在炉渣, 水封中, 加上往复运动, 容易腐蚀损坏	停机进行更换

### 3. MC型马丁氏除渣机的维护与检修

(1) 除渣机在运行中应经常检查各个润滑点, 定期加入润滑剂。各部件推荐润滑剂的使用方法见表4-2-12。

(2) 经常检查水位 校正浮筒阀以调整水位线, 进水温度不应超过 $20^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 要定期检查电动机的电流值 减速箱温升、噪音异声等项记入运行日志。

(4) 检查保险板使用情况 注意是否扭曲或有松动, 中间圆孔是否变形等现象。

(5) 同钢炉本体进行小修 (紧急事故例外)  
检修时, 应先放尽机壳内存水, 然后从框架上卸下。首先清除机内存渣; 然后检查各活动部件磨损

情况; 浸水部分的锈蚀情况; 机壳变形情况; 减速箱运转情况等。并着重对下列部件进行调整或更换。备件清单见表4-2-13。

1) 推渣器上的薄板应进行调整, 磨损超过 $8\text{mm}$ 后更换新片。

2) 机壳底部磨损达 $10\text{mm}$ , 应换新或修补平整, 滚轮磨损严重应换新轮。

3) 碎渣轴 I、轴 II 上的刀齿磨损太多时, 可用生铁电焊条堆补, 刀齿掉落要补上 (易损件应有备件)。

4) 各活动部件磨损, 如拉杆轴销与拉杆孔的磨损, 其直径差不得超过 $1.5\text{mm}$ , 超过者应换新件。

表4-2-12 推荐润滑剂的使用方法

润滑部位	用油种类	加换油周期	备注
行星齿轮减速箱	机油 $10^{\circ}$	40000h	正常油位, 插入油针时应在二刻线中间
旋盖式油杯	钙钠基润滑脂	每班加入一次	
齿轮啮合面	钙钠基润滑脂	每月一次	

表4-2-13 MC型马丁氏除渣机备件清单

序号	零件图号	名称	每台件数	材料	备注
1	MCI-1-31	保险板	1	A3F	配备件4块
2	MCI-5-4	推渣器齿板	2	A3F	配备件2块
3	MCI-3-0	刀齿	24	20	
4	MCI-4-0	刀齿	27	20	
5	MCI-5-5	液轮	2	45	
6	MCI-11	轴衬	1	ZQSn-6-6-3	在拉杆上(MCI-10)
7	MCI-13	轴衬	1	ZQSn-6-6-3	在拉杆上(MCI-10)
8	MCI-12	轴衬	2	ZQSn-6-6-3	在推渣器曲柄上(MCI-8)
9	MCI-14	轴衬	4	HT20-40	碎渣器轴上
10	MCI-15	轴衬	2	HT20-40	推渣器轴上

5) 试车时, 运转灵活轻松, 无噪音和异常现象。

### (五) 圆盘式出渣机的维护和检修

#### 1. 圆盘式出渣机的技术特性

圆盘式出渣机(或称转轮)或捞渣机, 常配套用于6、10、20、35、40 t/b 锅炉的出渣。此种除渣设备安全可靠, 操作维护比较简单, 水封炉膛,

湿式出渣是国内外普遍采用的出渣设备之一。PL-1型采用坐地安装, 如图4-2-9所示。PL-<sup>2</sup>/<sub>3</sub>型既可直接吊式安装, 也可坐地安装, 其图如图4-2-10和图4-2-11所示。

出渣机的主要性能见表4-2-14。

#### 2. 出渣机的常见故障及其排除方法

圆盘出渣机的常见故障及其排除方法见表4-2-

15。

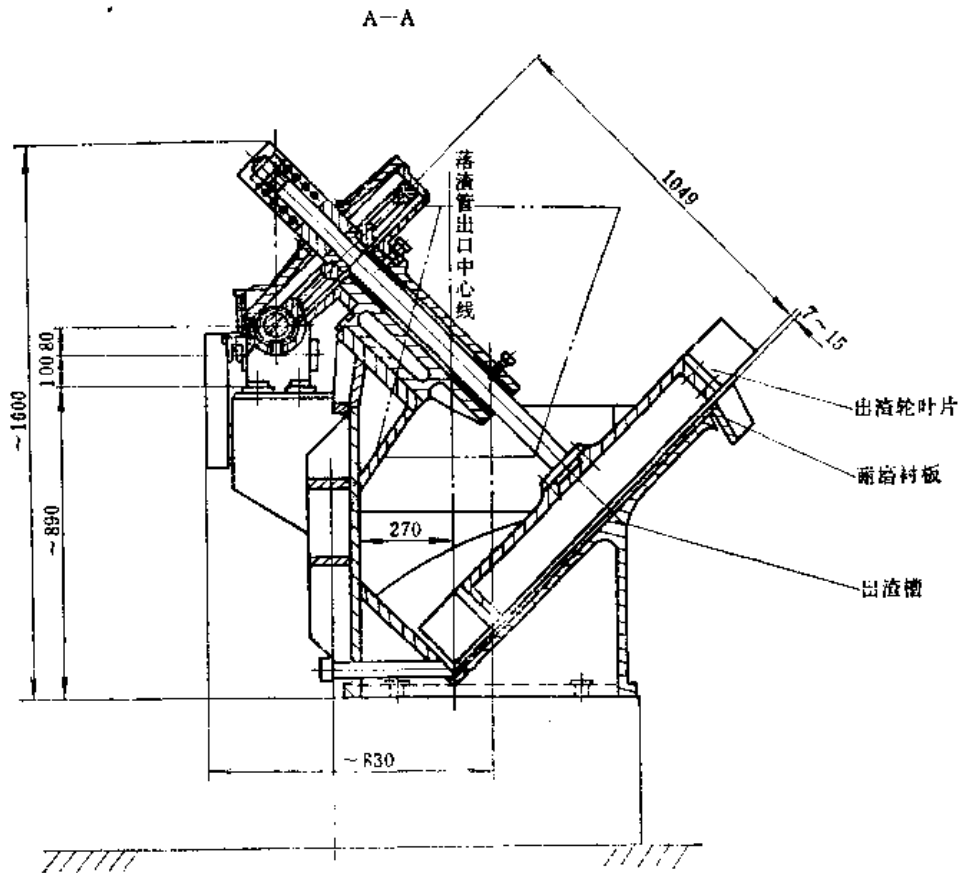


图4-2-9 PL-1型出渣机坐地安装示意图

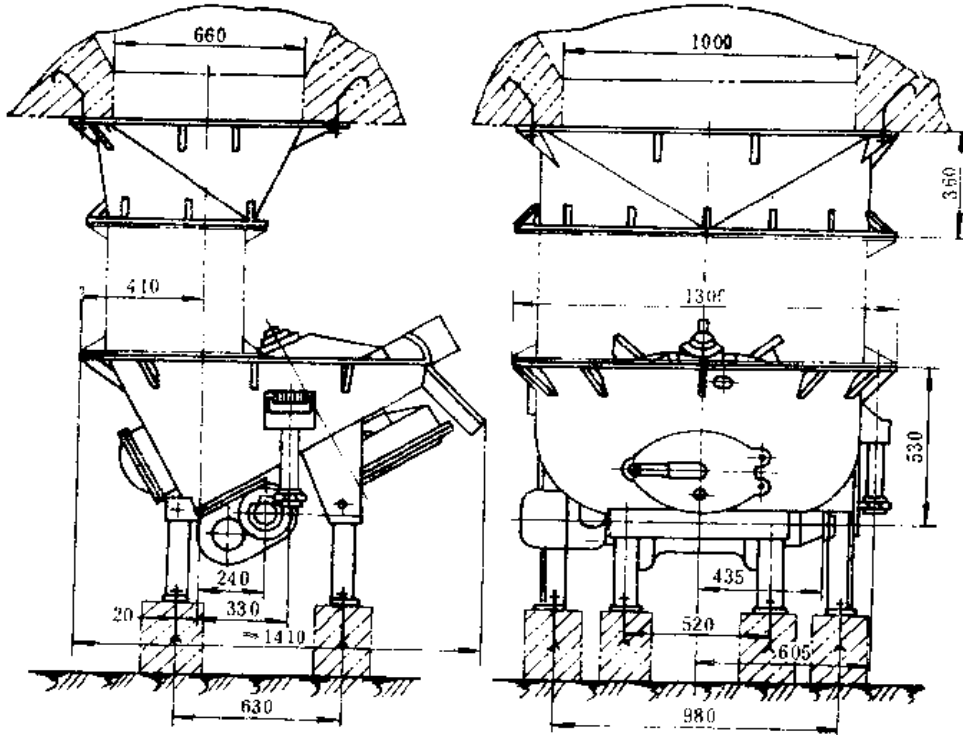


图4-2-10 PL- $\frac{2}{3}$ 型捞渣机坐地安装示意图

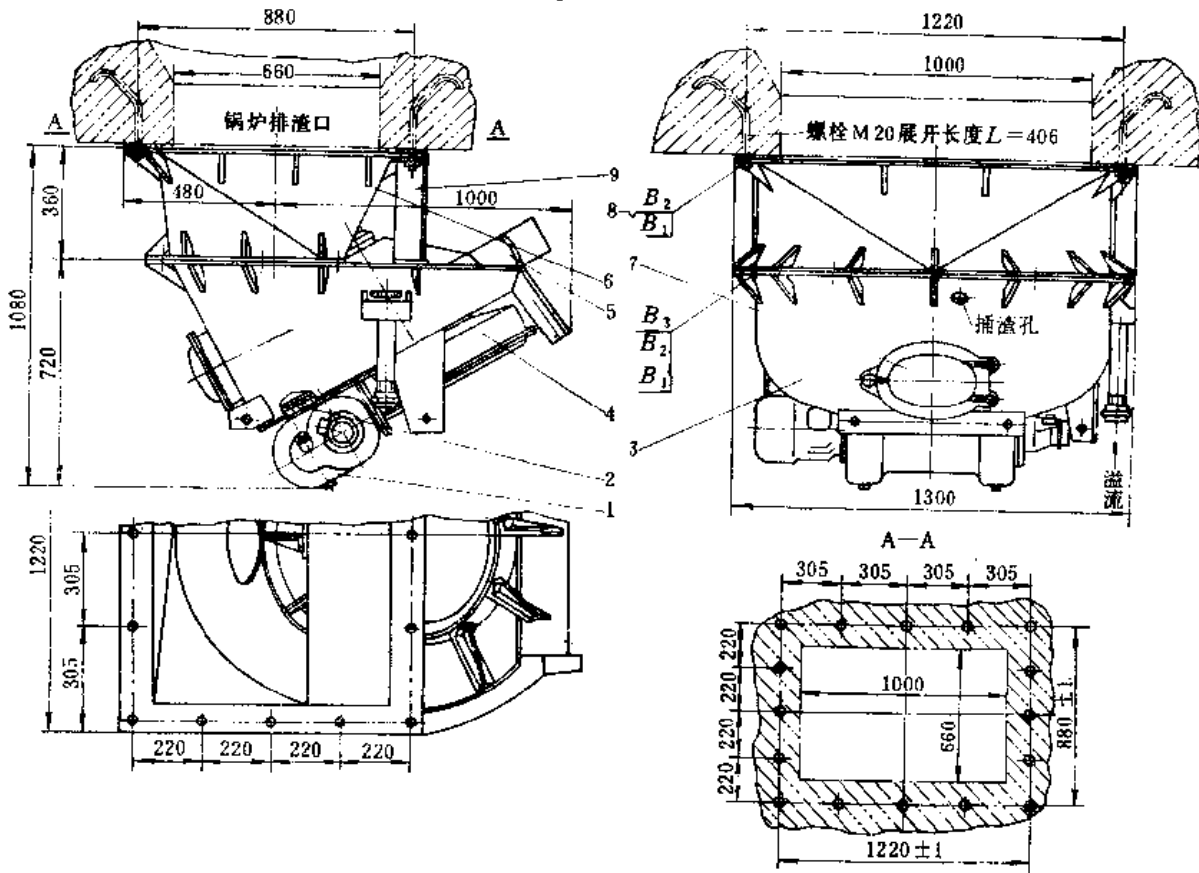


图4-2-11 PL- $\frac{2}{3}$ 型圆盘捞渣机直接吊式安装示意图

1—前级传动 2—衬板 3—机壳 4—末级(圆盘)传动 5—圆盘 6—排渣斗 7—手孔盖 8—预埋螺栓 9—轴杆



表4-2-14 PL-1型、PL-2和PL-3型捞渣机主要性能参数

序号	项 目	型 号	PL-1	PL-2	PL-3
1	额定出渣能力(t/h)		1	2	3
2	最大出渣能力(t/h)		3	4	6
3	圆盘直径(mm)			1060	1060
4	圆盘转速(r. p. m)		0.88	1.14	1.71
5	圆盘转向(俯视)		顺时针	顺时针	顺时针
6	圆盘额定扭矩(kg·M)			170	170
7	瞬时最大扭矩(kg·M)			~500	~500
8	驱动电机(kW)		1.1	1.1	1.1
9	外型尺寸(连同渣斗)			1500×1300×1100	1500×1300×1100
10	总重(连同渣斗)(kg)		1600	1250	1250

表4-2-15 圆盘出渣机的常见故障及其排除方法

现象	故障原因	排除方法
圆盘卡住	(1) 掉入铁件和砖头 (2) 渣块太大 (3) 渣量过多, 超载 (4) 转动轴未润滑, 造成抱轴	(1) 清除铁件和砖头, 并防止杂物进入出渣机 (2) 不适于强结焦情况, 应进破碎 (3) 连续运转时, 不要灰渣积得太多才开动 (4) 注意维护保养, 定期加油润滑
出渣能力降低或不出渣	(1) 叶片磨损或脱落 (2) 出渣轮叶片与耐磨衬板间隙过大	(1) 更换叶片 (2) 更换耐磨衬板并调整其间隙
不能水封或漏水不能溢流	(1) 出渣槽被磨破或密封不好 (2) 没有补充新水 (3) 溢流管堵塞	(1) 检修出渣槽并使之严密不漏 (2) 检修自来水出口 (3) 疏通溢水管

### 3. 圆盘出渣机的维护和检修

(1) 变速箱、蜗轮、蜗杆要定期加油润滑, 并定期换油。

(2) 要经常注意水封, 疏通进水和溢水管, 并使漏渣斗插入水中大于100mm。

(3) 出渣机应设卡住自动停机并同时报警的电气装置, 附近设反转启动按钮, 以利排除卡阻等情况。

(4) 要及时清除出渣机叶轮叶片上的积灰和出渣槽中的大块焦渣。

(5) 出渣轮、叶片, 耐磨板, 磨损超过原厚度的2/3时应更换新的。

(6) 出渣槽漏水和不严密时应及时修复。

## 第3节 水处理主要设备检修

### (一) 固定床离子交换器检修

#### 1. 离子交换器软化的基本原理及其结构

水中含有的 $Ca^{+2}$ 、 $Mg^{+2}$ 盐类, 都是形成硬度的物质。为防止在锅炉金属壁上产生水垢, 须将水中的 $Ca^{+2}$ 及 $Mg^{+2}$ 用其他不形成硬度的阳离子( $Na^+$ 、 $H^+$ )来置换, 从而使水得到软化。在工业锅炉水处理设备中, 钠离子交换软化设备是应用最多的一种。钠离子交换软化的基本原理是: 当原水经过钠型离子交换剂层时, 水中的 $Ca^{+2}$ 、 $Mg^{+2}$ 等阳离子与交换剂中的 $Na^+$ 进行交换, 使水得到了软化。离子交换器通常是指压力式离子交换器。按再生方式不同, 它可分为顺流再生和逆流再生两种离子交换器。

顺流再生离子交换器主要由交换器本体、进水装置、再生液装置、底部排水装置、排气管、观察孔、人孔及支柱等组成(图4-3-1)。

逆流再生的离子交换器除了上述装置外, 还有中间排液装置, 供逆流再生时排再生废液用。为防止逆流再生时交换剂乱层, 在中间排液装置上面设置150~200mm的压实层。压实层的材料可用交换剂或比交换剂轻的聚苯乙烯小白球(25~30目)。逆流再生离子交换器结构示于图4-3-2。

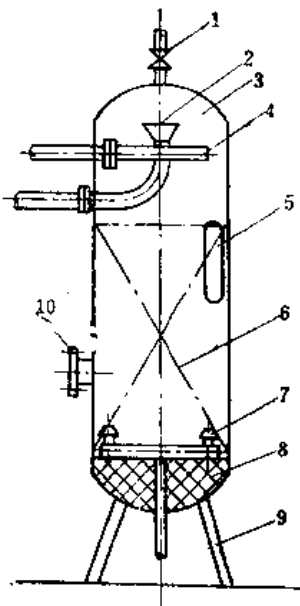


图4-3-1 顺流再生离子交换器结构示意图  
1—排水管 2—进水管 3—交换器本体 4—进再生液装置 5—观察孔 6—交换剂 7—排水装置 8—支承层 9—支柱 10—人孔门

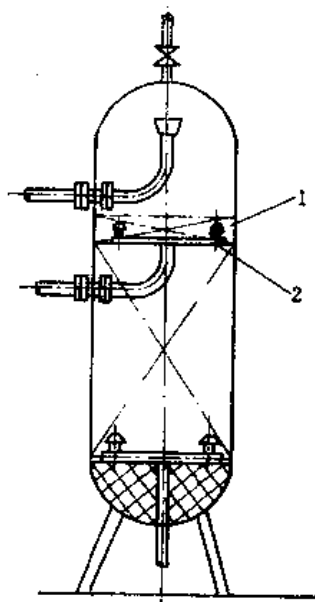


图4-3-2 逆流再生离子交换器结构示意图  
1—压实层 2—中间排液装置

目前我国生产的交换器有直径为 $\phi 500$ 、 $\phi 750$ 、 $\phi 1000$ 、 $\phi 1200$ 、 $\phi 1500$ 、 $\phi 2000$ 、 $\phi 2500$ 、 $\phi 3000$  mm等几种，交换剂层高度有1500、2000、2500mm等几种。交换器本体大都采用金属材料制成，内部涂以防腐涂料。

2. 离子交换器常见故障及其消除方法

离子交换器的常见故障，一般可分为两大类，

它们由设备方面的原因和化学、操作管理方面的原因所造成。现将这两方面的原因所造成的故障，分别列于表4-3-1和表4-3-2中，以供参考。

表4-3-1 离子交换器常见故障（主要是设备方面）及其消除方法

故障情况	可能产生的原因	消除方法
树脂漏泄（造成软水中含交换剂颗粒，或造成交换剂流失）	(1) 出水装置或进水装置上的滤网（或排水帽）破坏 (2) 滤网网眼选择过大 (3) 滤网连接处缝合不严 (4) 滤网垫料间不严密，螺栓没有固紧 (5) 进水喷头破坏，脱落等	卸出树脂，检修出水或进水装置，更换滤网、排水帽、垫料及其不合要求的零件，扎好滤网，使连接处缝合严密，并固紧螺栓
离子交换器流量不够	(1) 交换剂高度不符合要求（或太低） (2) 进水管道和排水系统的水头阻力过大	(1) 增加交换剂层高度 (2) 改变进水管道和排水系统，以降低其水头阻力
反洗过程中有交换剂漏失	(1) 排水和进水装置破坏 (2) 反洗强度太大 (3) 交换器截面上流速分布不均匀 (4) 交换剂质量不好，耐磨性差	(1) 更换排水和进水装置 (2) 降低反洗强度 (3) 检修或改进水流分配装置 (4) 改换质量良好的交换剂
软水和再生液在交换器内的分布不均匀	(1) 交换剂上层受污染后被压实，交换剂层中个别地带板结或成团 (2) 反洗时把破碎了的交换剂颗粒堆积到交换剂层表面某些地点 (3) 排水系统坏了 (4) 进水或进再生液分配装置有毛病	(1) 清除污染物，更换结成团的交换剂 (2) 把破碎了的交换剂掏清，并补充新剂 (3) 修理或更换损坏的系统 and 进水或再生液分配装置
离子交换器内发生腐蚀	(1) 防腐涂料选择不当 (2) 防腐施工工艺不良，如衬胶施工，涂刷环氧树脂不符合质量要求 (3) 进水系统装置材料选择不当	(1) 改善防腐涂料，重新做防腐层 (2) 改进施工方法，保证施工质量 (3) 严格按设计选材和施工

表4-3-2 离子交换器常见故障（主要是化学操作管理方面）及其排除方法

故障情况	可能产生的原因	消除方法
周期制水量减少	(1) 还原用食盐质量低 (2) 再生用盐量太少 (3) 食盐溶液浓度太小 (4) 盐液流速太快，与失效的离子交换剂接触时间不够 (5) 阳离子交换剂被悬浮物污染 (6) 生水中 $Al^{3+}$ 、 $Fe^{3+}$ 等阳离子太多，离子交换剂“中毒” (7) 反洗强度不够或反洗不完全 (8) 正洗时间过长，水量过大 (9) 排水系统遭到破坏或水流不均匀	(1) 用化学分析来检查食盐质量，必要时用苏打将盐溶液软化 (2) 增加还原食盐用量 (3) 增加食盐溶液浓度 (4) 减慢盐液流速 (5) 生水过滤澄清，清洗离子交换剂 (6) 用1%~2%的酸经常冲洗离子交换剂 (7) 调整反洗水压力和流量 (8) 减少正洗水量 (9) 检修排水系统或重新反洗离子交换剂层
交换剂急剧焦化	(1) 水温过高或 pH 值太大，超出交换剂稳定范围 (2) 还原时盐溶液浓度太大 (3) 预先用石灰软化时，进入离子交换器的碱度太高	(1) 降低水温及水的 pH 值 (2) 降低盐溶液浓度 (3) 适当降低离子交换器进水的碱度
再生用食盐耗量大	(1) 盐液流速过快 (2) 盐液中杂质多，易堵塞喷嘴，使盐水分配不均 (3) 盐水中杂质多带入交换层，同时反洗强度不够，杂质粘附在交换剂表面	(1) 调整盐液流速 (2) 改善盐水沉淀及过滤设备 (3) 增强反洗强度
正洗需要时间很长，才能将氯化物构成硬度的盐类除去	(1) 交换器中自排水帽至水混层表面的呆滞空间太大 (2) 交换器截面上流速分布不均匀	(1) 提高水混层表面以减少呆滞空间 (2) 检修和改善原水分配装置
整个软化过程软水硬度总是达不到要求	(1) 生水钠盐浓度太大（一般发生在含盐量大于 $1000mg/L$ ） (2) 阳离子交换剂表面被污染 (3) 盐水阀门漏水 (4) 并联系统中正在还原的离子交换器的出水阀门开启或关闭不严 (5) 交换剂层不够高或运行速度太快 (6) 水温过低（低于 $10^{\circ}C$ ）	(1) 改成二级软化 (2) 改善盐水沉淀过滤或增大反洗强度 (3) 修理盐水阀门，或于盐水管道上装两个阀门 (4) 关闭或修理出水阀门 (5) 增加交换剂层高度或降低运行速度 (6) 将生水温度提高到 $10^{\circ}C$ 以上
交换器失效曲线很倾斜	配水系统或排水系统不完善以致交换器截面水流不均匀	改善布水及排水装置，还可改装管道系统，使交换器可以串联运行，进行二级软化，充分利用残余交换能力
软水氯根增高	(1) 操作有误，软化时开启盐水阀门或盐水阀门未关闭，或再生时开启出水阀门 (2) 盐水阀门关不严而泄漏，或正在还原的离子交换器的出水阀门关不严而漏泄	(1) 严格执行操作规程 (2) 修理盐水阀门，或于盐水管道上装两个阀门，若不能检修，则提高交换器出口压力至 $0.15MPa$ ，并修理出水阀门

### 3. 离子交换器检修周期和检修内容

离子交换器执行计划检修，按检修内容，一般分为小修和大修两类。

#### 1) 一般小修内容

- ① 器内交换剂的检查和补充；
- ② 器内外防腐层的检查处理（防腐层脱落不足总面积的1/3时，可进行局部处理，超过1/3以上时应安排大修）；

③ 本体部分管道、阀门或附件的检修与更换；

④ 泄水装置、进水装置等局部处理或更换。

#### 2) 一般大修内容

- ① 大修包括小修的全部内容；
- ② 器内交换剂的清洗、预处理和大量更换；
- ③ 器内、外重新除锈防腐；
- ④ 本体及本体外全部管道、阀门或附件的检修及更换；

⑤ 本体内的泄水装置、布水装置的全部检修或更换。

3) 检修周期 一般大修周期为2~3年，小修每年可安排一次，亦可酌情办理。衬胶的交换器可每2~3年检查一次，根据粘胶情况适当延长检修周期。

### 4. 离子交换器安装检修质量要求

(1) 进水装置 进水装置的设计或改装，均应满足下列技术要求：

① 进水装置的出口面积必须满足最大进水流量的要求。

② 进水装置应进水均匀（水流分布均匀）。

③ 进水装置不宜使水直接冲刷交换剂层表面，应有适当高度的水垫层。一般水垫层的高度即为交换剂的反洗膨胀高度，它是交换剂层高的40%~60%。

④ 如果水垫层或设备高度不够，为防止交换剂流失，可选用防止小颗粒交换剂流失的进水装置或包以涤纶网。但这样要注意反洗时污泥等杂物堵塞或不易排出的污物。

进水装置的结构特点和使用范围列于表4-3-3。

#### 1) 漏斗式（图4-3-3）

① 漏斗的角度一般为60°或90°，用钢板制作，漏斗的安装位置高度为漏斗的顶部距交换器上封头约200mm。

表4-3-3 进水装置的结构特点和使用范围

序号	名称	结构特点	使用范围
1	漏斗式	漏斗角度一般为60°或90°，结构简单（图4-3-3）	一般多用于小直径离子交换器
2	喷头式	喷头有缝隙式和两开孔式，缝隙宽0.3~0.4mm，开孔式包扎过滤网（图4-3-4、4-3-5）	适用于φ1000离子交换器
3	十字支管式	进水较均匀（图4-3-6）	用得较为普遍
4	环形开孔式	结构较简单，进水较均匀（图4-3-7）	与十字支管式相同
5	辐射支管式	结构较复杂，布水较均匀（图4-3-8）	适用于直径较大的离子交换器
6	鱼刺式	结构较复杂，母管占去一定的面积（图4-3-9）	适用于直径较大的离子交换器
7	多孔板式	布水较均匀（图4-3-10）	多用于小型离子交换器

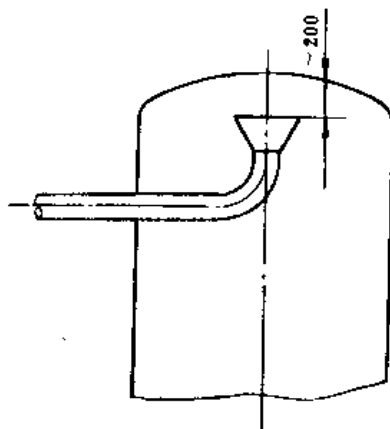


图4-3-3 漏斗式进水装置

② 进水漏斗的中心线应与本体（外壳）的中心线重合，其误差不允许超过交换器直径0.25%。

③ 进水漏斗边缘要水平，无毛刺。

④ 进水漏斗不得腐蚀穿洞，腐蚀剩余厚度不得薄于原厚度的1/2。

2) 喷头式 又分为缝隙式（图4-3-4）和开

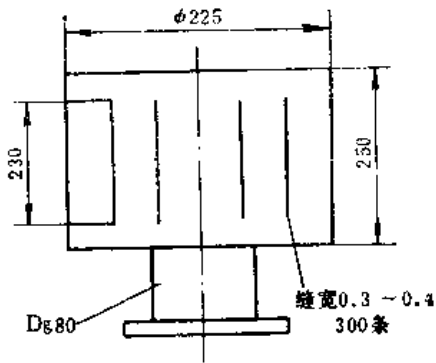


图4-3-4 缝隙式进水装置 (图中尺寸适用于 $\phi 1000$ 离子交换器)

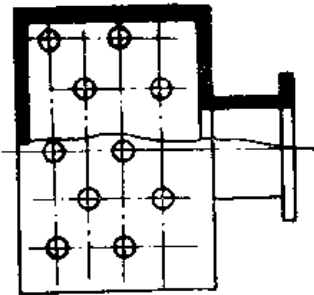


图4-3-5 开孔式进水装置

孔式 (图4-3-5) 两种。

① 喷头式进水管流速一般为  $1.5\text{m/s}$ 。缝隙或小孔流速一般为  $1\sim 1.5\text{m/s}$ 。

② 缝隙分布要均匀, 缝宽为  $0.3\sim 0.4\text{mm}$ , 其误差不得超过  $0.1\text{mm}$ 。缝隙不得有堵塞或腐蚀损坏。如缝隙堵塞或腐蚀损坏超过总数的  $1/4$  或经检修达不到要求者, 必须更换。

③ 开孔式进水装置外面包扎的过滤网 (涤纶网), 捆扎要牢固, 不得损伤, 划破或流失交换剂。

④ 缝隙式或开孔式的进水装置的中心线应与本体 (外壳) 的中心线重合, 其误差不许超过交换器的直径  $0.25\%$ , 并不得歪斜。

⑤ 连接法兰要严密, 螺栓要拧紧。

### 3) 十字支管式 (图4-3-6)

① 进水管流速为  $1.5\text{m/s}$ , 支管小孔流速为  $1\sim 1.5\text{m/s}$ 。布水要均匀, 孔的布置距母管远孔距密, 靠母管近孔距疏, 有利布水。

② 十字支管应互相垂直, 安装时要水平, 支管的水平误差不允许超过  $\pm 2\text{mm}$ 。

③ 十字支管的连接法兰要把紧, 要严密, 不得歪斜。

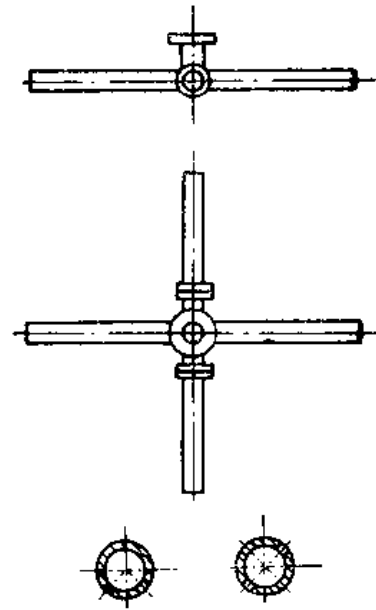


图4-3-6 十字支管进水装置

④ 十字支管上的小孔应朝下, 与支管中心线成  $45^\circ$ 。应在支管外面套上过滤网, 以免由于反流时交换剂流失。

⑤ 十字支管不得腐蚀、损坏。腐蚀、损坏严重时, 应更换或改用不锈钢管材或塑料管。

⑥ 十字支管较长时, 要设必要的托架, 以免变形。

4) 环形开孔式、辐射支管式和鱼刺式 (图4-3-7~4-3-9)。

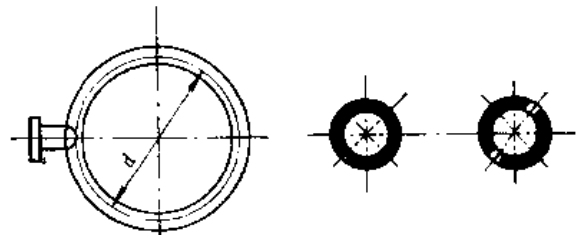


图4-3-7 环形开孔式进水装置

① 进水管流速及小孔流速均与十字支管式相同, 孔朝下, 布水要均匀。

② 环形管的圆度不得超过  $\pm 5\text{mm}$ 。其直径  $d$  约为离子交换器内径的  $1/2$ 。安装高度 (距离子层高度) 为离子交换器内径的  $1/4$ , 安装时, 其水平误差不超过  $\pm 2\text{mm}$ 。

③ 辐射式、鱼刺式的支管与母管垂直, 支管布置均匀。安装时, 其水平误差不超过  $\pm 2\text{mm}$ 。

④ 支管连接处及过滤网套应绝对严密, 不允许漏泄交换剂。

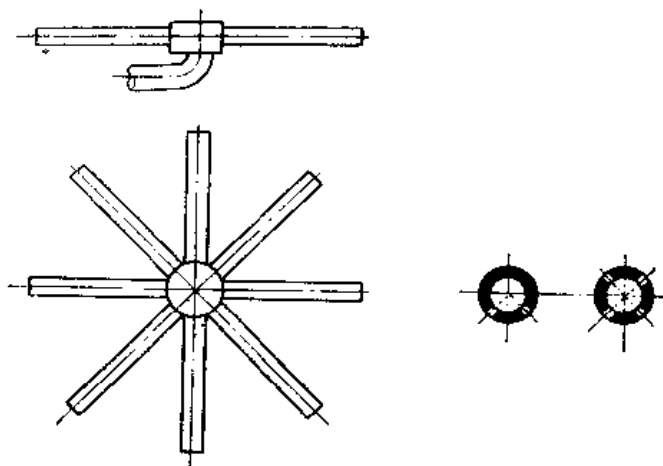


图4-3-8 辐射式支管式进水装置

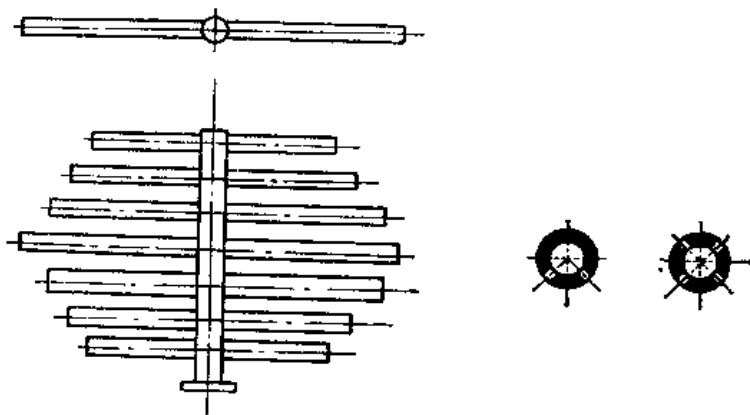


图4-3-9 鱼刺式进水装置

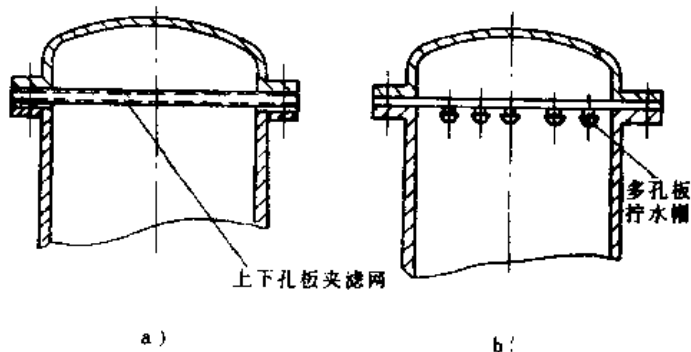


图4-3-10 多孔板进水装置

a) 多孔板进水装置 b) 多孔板加塑料水帽

⑤ 进水装置的零部件，如腐蚀严重，损坏者应更换。

5) 多孔板式(图4-3-10)；

① 多孔板进水装置就是在离子交换器上部安置整块钢板或塑料板，在板上再开孔或装置塑料水帽。在板上开孔时，应安装50~60目涤纶网，采用

多孔板拧水帽时，水帽缝隙不得大于0.3mm。水帽的安装高度应一致，允许误差为5mm。

② 多孔板安装要调整水平，其误差不超过±2mm。

③ 水帽缝隙要符合规定要求，水帽螺纹及管头螺纹应完整无缺。损坏时应修理或更换。

(2) 进再生液装置

1) 圆环形进再生液装置示于图4-3-11。环形管上开有小孔，其孔径为10~20mm，再生液是由均匀分布在环形管上的孔中流出来的，它的流速为1~1.5m/s。

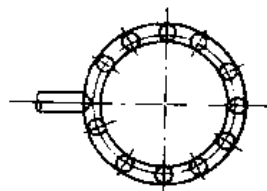


图4-3-11 圆环形进再生液装置

环的直径约为交换器内径的1/2~1/3。交换器直径在1m左右，环形管管径可采用Dg40mm；交换器直径大于1.5m时，环形管管径可取Dg50mm。

环形管安装时要求距交换剂的距离不能太近，环形管上孔眼的喷射力不能太大，要不然会把交换剂表面冲成凹凸不平，影响软化及还原效果，故有的交换器的环形管的孔眼做成向上喷射。

反洗时，要注意杂质堵塞孔眼。

管子腐蚀或滤网破裂，必须更换。

2) 支管型进再生液装置示于图4-3-12。这种型式较圆环型进再生液装置复杂，但再生液分布均匀。再生液从孔中流出，其小孔流速为0.5~1.0m/s。其安装，检修要求可参考进水装置。

3) 辐射型进再生液装置示于图4-3-13。

在辐射型进再生液装置中，再生液是从8根辐

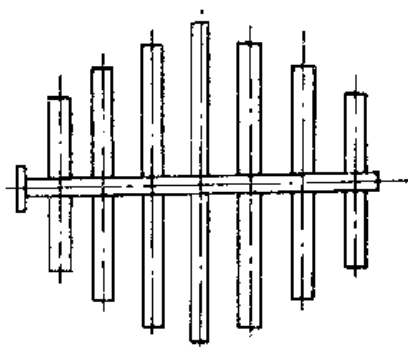


图4-3-12 支管形进再生液装置

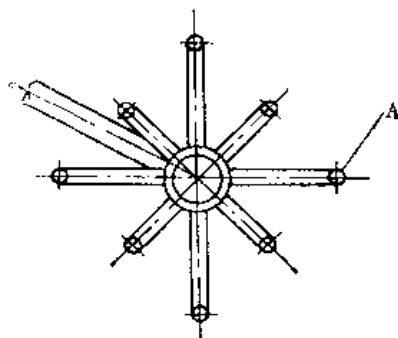


图4-3-13 辐射型进再生液装置

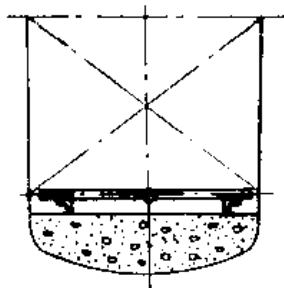


图4-3-14 鱼刺式排水装置

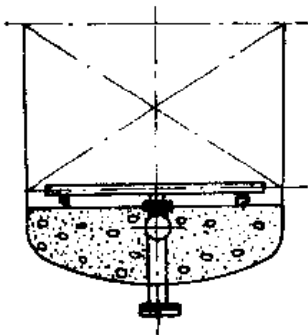
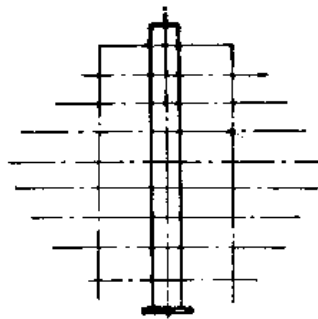
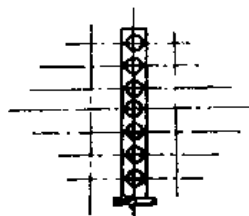


图4-3-15 母管支管式排水装置



射管的末端(管端压扁, 焊上圆形挡板, 如图4-3-13所示)流出来的。这8根管是由4根长管和4根短管排列组成的。长管的长度为交换器半径的 $3/4$ , 短管的长度为长管的 $1/2$ 。再生液在管中的流速一般取 $1.0 \sim 1.5 \text{ m/s}$ 。辐射型再生液装置, 也可以作成开孔式的。其安装检修要求可参考进水装置。

### (3) 底部排水装置

#### 1) 鱼刺式排水装置示于图4-3-14。

支管要与母管垂直, 支管水平误差不允许超过 $\pm 2 \text{ mm}$ ; 当支管上装置塑料水帽时, 要求水帽的缝隙不得超过 $0.3 \text{ mm}$ ; 水帽座的中心线应与支管的中心线垂直, 其高度应一致, 允许误差为 $5 \text{ mm}$ 。当支管上采用钻孔外包涤纶网和纱窗时, 要求包扎严密, 不许有交换剂流失, 钻孔的小孔的流速为 $0.3 \sim 0.5 \text{ m/s}$ 。

为了固定排水装置, 交换器底部用混凝土作为支承层。要求排水装置应尽量贴近垫层。

当采用混凝土作为支承层时, 底部浇灌混凝土工作, 应在排水装置检查和校正后进行。浇灌时应包扎管座上的螺纹, 一次浇灌的混凝土标号不能低于140号, 二次浇灌应用400号或500号水泥, 和通过 $1 \times 1$ 筛孔的砂子配成1:3的砂浆, 浇灌到泄水帽座上部边缘处, 其厚度一般为 $30 \sim 50 \text{ mm}$ 。混凝土干燥后, 应将帽座螺丝清理干净。

安装泄水帽时, 只能用手拧紧, 禁止使用扳手。

2) 母管支管式排水装置示于图4-3-15。基本与鱼刺式相同, 但布水较均匀, 结构较复杂。

3) 多孔板式排水装置示于图4-3-16和4-3-17。

图4-3-16结构型式的排水装置一般适用于直径 $\phi 2000 \text{ mm}$ 以下的交换器, 多孔板上的小孔直径 $\phi 6 \sim 12 \text{ mm}$ , 在保证强度的条件下小孔应尽量多开, 使小孔面积总和为出水管截面积的5倍左右。涤纶网一般选用50~60目。

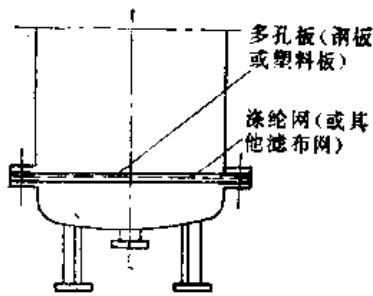


图4-3-16 多孔板夹涤纶网排水装置

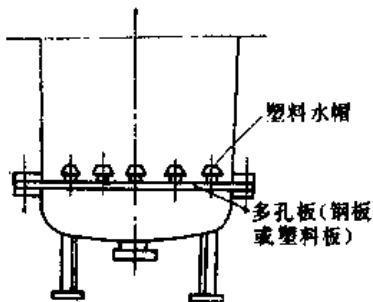


图4-3-17 多孔板加塑料水帽的排水装置

图4-3-17结构型式的塑料水帽布置数量为 $80\sim 100$ 个/ $m^2$ （不宜少于 $40$ 个/ $m^2$ ）。

这两种型式的结构安装、检修质量要求，可参考进水装置的有关要求。

4) 弓形孔板加石英砂垫层和塑料大水帽加石英砂垫层排水装置。

弓形孔板加石英砂垫层的排水装置结构示于图4-3-18，塑料大水帽加石英砂垫层的排水装置结构示于图4-3-19。这两种结构一般适用于大直径的离子交换器。

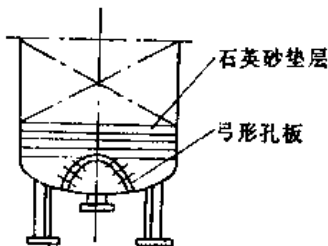


图4-3-18 弓形孔板加石英砂垫层的排水装置

弓形板顶部 $1/3$ 直径范围内不宜打孔。弓形板上的钻孔直径在 $\phi 6\sim 12$ mm，弓形孔板及大水帽的通水面积为出水管面积的 $3\sim 5$ 倍。石英砂垫层高度在 $700\sim 900$ mm之间。石英砂必须经过筛选，按级配比均匀排列，上细下粗，可参照表4-3-4的

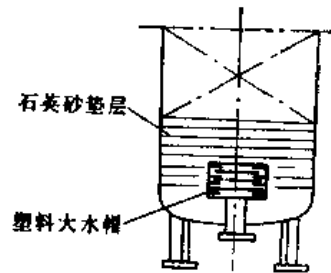


图4-3-19 塑料大水帽加石英砂垫层的排水装置

表4-3-4 石英砂垫层高度及粒径配置

编号	层高 (mm)	粒径 (mm)
1	120	1~2
2	80	2~4
3	100	4~7
4	100	7~15
5	100	15~25
6	200	25~35

数值配置。

石英砂在铺装前要用浓度为 $15\%\sim 20\%$ 的盐酸浸泡一昼夜，以除去可溶性杂质。

(4) 排气管 空气排气管一般装在交换器本体的顶部，排气管的直径约为进水管直径的 $1/3\sim 1/4$ 。

(5) 观察孔 为了观察交换剂装载高度，以及反洗时交换剂膨胀强度，为此，在交换器上下装观察孔。为便于观察清楚，最好在其对面也开设观察孔。

观察孔法兰要平整，玻璃透明，运行不得漏水。

(6) 人孔 对于小型的固定床离子交换器的上下封头一般可用法兰连接，以便检修。大型设备设两个人孔，一个设在上部，距交换剂层顶部 $200\sim 400$ mm，另一个设在下部，距排水装置上部 $200$ mm左右。

人孔的安装位置与正面成 $60^\circ$ 角为宜。

人孔门要求法兰盘平整光滑，安装、检修后不得漏水。

(7) 中间排液装置 中间排液装置的主要作用就是排出再生废液及作为反洗中排管上部压实层的反洗进水管。

1) 鱼刺式中间排液装置(图4-3-20)，支管可采取开孔，开缝隙和装水帽。在开孔或开缝隙的支管外部需要套上网套，网套一般采用二层。一



先包25目塑料编结窗纱，用80℃热水浇烫，窗纱立即紧箍支管上，然后外包60目涤纶网，用尼龙绳扎紧，防止交换剂流失。

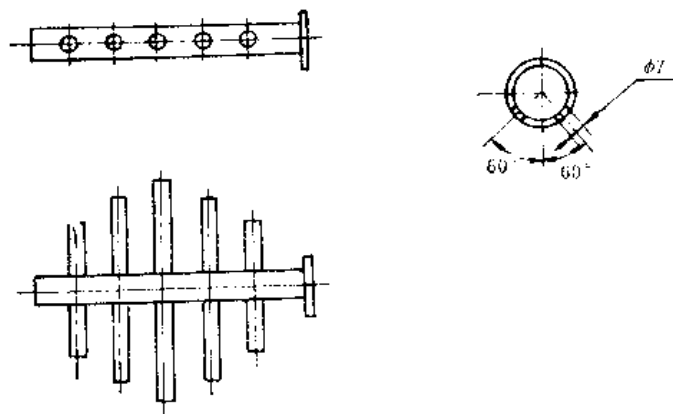


图4-3-20 鱼刺式中间排液装置

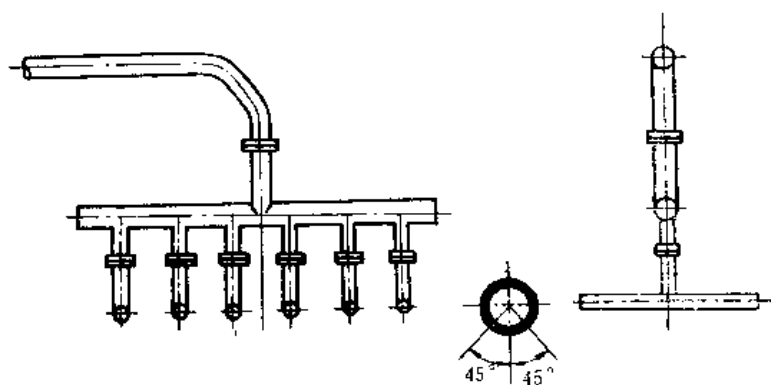


图4-3-21 母管支管式中间排液装置

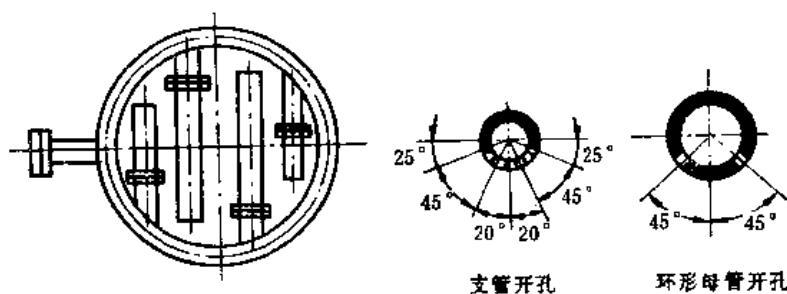


图4-3-22 环形母管支管式中间排液装置

中间排液装置，应该牢固，而且要求所有支管处于同一平面上，其水平误差不得超过 $\pm 2\text{mm}$ 。

2) 母管支管式中间排液装置(图4-3-21)，这种型式布水要比鱼刺式均匀，无中部死区面积，而且母管设在交换剂表面层，阻力较小，因此，采

用此种型式的较多。

支管型式同鱼刺式的母管一般都由一侧引出或中间引出，在实际运行中，效果无明显差异。但当设备直径较大时，采用自中间引出更为合理。

3) 环形母管支管式中间排液装置(图4-3-22)，在环形母管的支管上开孔或缝隙，然后再包以窗纱和涤纶网。或在支管上装塑料水帽。

中间排液装置的材料可采用钢管涂环氧树脂等防腐涂料，不锈钢管或聚氯乙烯塑料管等制成。

由于中间排液装置要承受较大的力，因此，支管要有足够的强度。一般母管上面有加强筋，母管两端与交换器筒壁必须用支架加固，以免在逆流再生时或逆向冲洗时，操作不当，冲坏中间排液装置。

中间排液装置结构可视具体情况加以选择，在改装设计或检修时要注意如下要求：

① 配水均匀，满足逆流再生最大排液量(如有顶压，亦要考虑排出作顶压用的压缩空气或水封)。

② 管道流速：母管流速为 $1\text{m/s}$ 左右，支管流速 $1\sim 1.5\text{m/s}$ 。

③ 小孔流速，一般小孔流速可采用 $0.3\sim 0.5\text{m/s}$ 。

④ 支管间距离应当适当，一般为 $200\text{mm}$ 左右。如果流速较低时，支管间距可以加大到 $250\text{mm}$ ，如果流速较高时，支管距离可缩小到 $130\sim 150\text{mm}$ 。

在安装、检修时支管间距离其误差应控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内。

⑤ 小孔孔径可参照下列比例选用，

$$\frac{\text{孔径}}{\text{壁厚}} = 1.25 \sim 3$$

在可能条件下，小孔可开得多一些，因为小孔

越多，排废液的均匀性越好，所以应选择比例值较小的有利。

⑥ 严密性检查：在安装或检修时，要特别注意施工质量，要检查涤纶网是否损坏，包扎是否严密，法兰接合处是否严密，排液装置是否固紧等。

### (8) 交换树脂

1) 外形：目前生产的树脂大多数是球形。树脂成球形百分数，一般用圆球率表示（可达90%以上）。用斜板滚动法测定。

球形树脂，填充状态好，装填量大，流量均匀，树脂层的压力损失小，耐磨性好。

2) 粒度：目前，国产树脂的粒度一般为16~50目（1.2~0.3mm），用分级筛方法测定。

3) 湿视密度即树脂在工作状态的堆积密度，是计算树脂装载体积的主要数据。湿视密度一般为0.65~0.75kg/m<sup>3</sup>。

4) 树脂装填高度：阳床一般为1.5~2.0m，阴床一般为2~2.5m。树脂要经过筛选并用水浸泡使其膨胀，要注意防止阳树脂和阴树脂混淆。

要防止交换剂沾污和变质。

## (二) 浮床法离子交换水处理设备

### 1. 浮床的工作原理和工艺特性

浮床法离子交换水处理设备，属于固定床离子交换水处理设备一种新工艺。它是将再生型的树脂装满交换器，运行时原水与再生液的流向相反，应用最广泛的是运行时原水的水流方向自下而上通过树脂层，再生液则是自上而下的通过树脂层，这种浮床称为运行浮床。

当树脂层固定时，离子交换是一层一层进行的。最下部先与原水接触，所以下部树脂首先变成钙型树脂层，该层为失效层。运行时间越长，下部钙型树脂层越厚。如图4-3-23所示。

在失效层上部进行离子交换的一层为钙型树脂与钠型树脂的混合层叫做工作层，工作层的上部为未交换层，仍为钠型树脂。

随着运行时间的增长，失效层越来越增大，工作层逐渐向上移动，未交换层越来越小，最后到漏

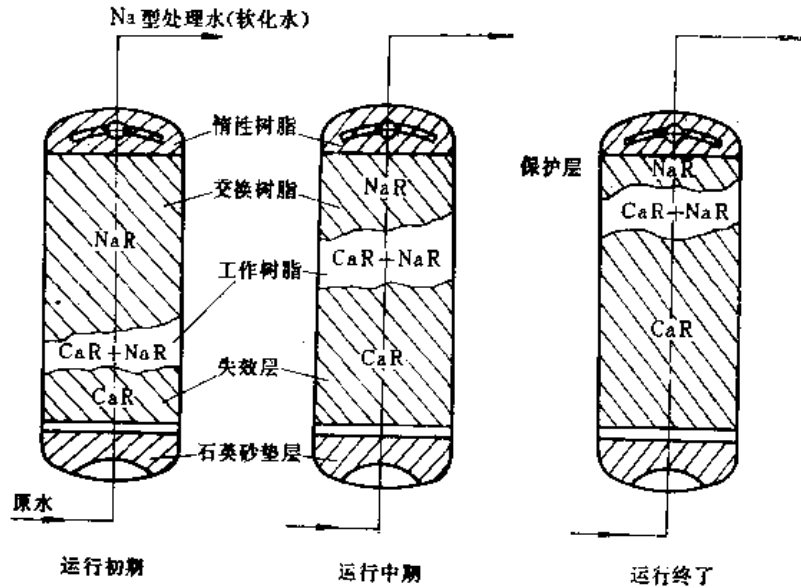


图4-3-23 浮床离子交换工作过程图

a) 运行初期 b) 运行中期 c) 运行終了

出微量Ca<sup>2+</sup>时，即为运行终点。此时，上部树脂层仍有未交换的钠型树脂，这一层未交换部分叫做保护层。

从以上浮床的工作过程来看，其工艺特性有如下几点：

1) 浮床希望在高流速下运行，一般交换流速可达40~60m/h。经试验证明只要运行流速在15m/h以上，树脂层底部的水垫层控制在100mm以下，浮床的乱层问题是可以避免的。

2) 树脂装填高度要适当。树脂再生后最初起床时，如果树脂层下无水垫层，则说明装树脂量过多，结果影响出力，树脂挤碎。但水垫层不能过大，最大不超过100mm。如果再生后最初起床时，树脂层下部呈流动状态，则说明装树脂量过少，结果出水质量不良或周期产水量小。在失效时，树脂体积缩小，失效时水垫层最大不超过300mm为好。

3) 浮床不需要经常反洗，因此不但自耗水率低，而且再生时间可以缩短。浮床最好连续运行（再生时除外），但也可以不连续运行。

4) 由于离子交换器内的树脂要尽量装满，故不能在交换器内反洗，因此要有体外清洗罐。

5) 为了防止碎树脂从上部漏出，故在树脂上部应放置密度小于1的惰性树脂，其颗粒直径可在1~1.5mm范围内。如无惰性树脂时，也可以不装。

2. 浮床设备结构特点

浮床设备结构，基本上与固定床水处理设备相似，只是由于在运行方式有些不同，从而在设备结构上有特殊要求。

浮床本体结构如图4-3-24所示。

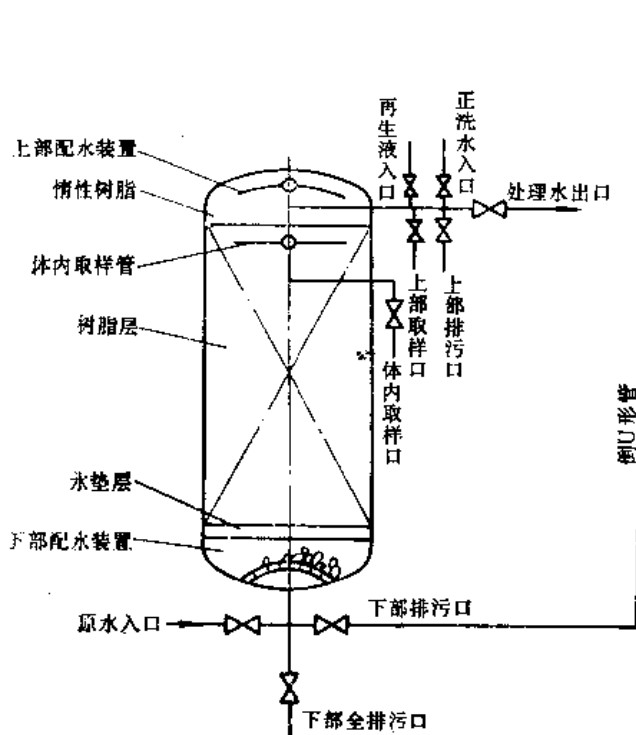


图4-3-24 浮床本体结构示意图

它主要包括：

(1) 上部装置 上部装置用来输出处理水与顺洗废液，并作为再生液分布装置与正洗时的布水装置。

上部装置的结构型式，目前使用的有多孔板式，多孔插管式，弧形孔管式以及其它形式等。对

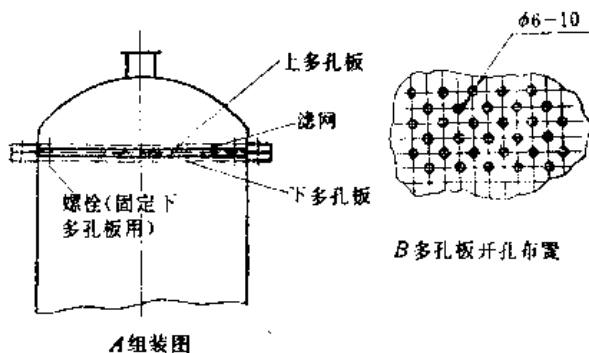


图4-3-25 多孔板式上部装置

于交换器本体直径在1.5m以下的交换器，可用多孔板式或多孔插管式，本体直径在2m以上的交换器，可用弧形管式或多孔插管式。

多孔板式上部装置见图4-3-25。多孔插管式又分为单插管式多插管式两种，其结构见图4-3-26和图4-3-27。弧形孔管式的结构见图4-3-28。

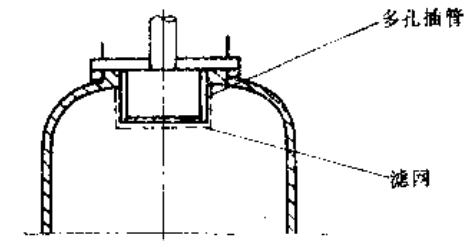


图4-3-26 单插管式上部装置

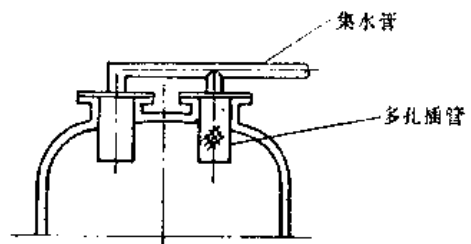


图4-3-27 多插管式上部装置

(2) 惰性树脂层 在上部装置的下边，有一层惰性树脂层。其作用是防止破碎树脂堵塞上部装置中的滤网，同时有利于再生液的分布。惰性树脂层在交换器内装填高度约为200~300mm。它可以用密度小于1000kg/m<sup>3</sup>颗粒直径1~1.5mm的聚丙烯或聚苯乙烯泡沫型料球作为惰性树脂层。如无惰性树脂时，也可以不装。

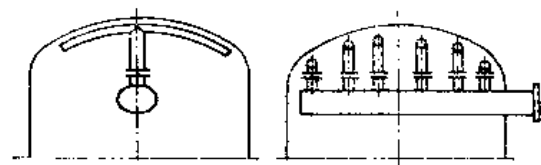


图4-3-28 弧形孔管式上部装置

(3) 树脂层与水垫层：树脂层的装填高度，阳床一般为1.5~2.0m，阴床一般为2~2.5m。在运行时树脂层下部应有较小的水垫层。一般认为树脂失效时的水垫层高度，应在100mm以下，这样可以有效的防止树脂乱层。

(4) 下部装置 下部装置在运行时起均匀布水作用,在再生与正洗时起防止树脂漏出与排出废液的作用。在弧形孔板的下部,装一个厚20mm圆形塑料挡板。用以防止运行时入口水冲乱石英砂垫层。对于小型设备大部分采用多孔板式的结构。

(5) 体内取样管 为了保证出口水质,可以在树脂层表面下200~300mm处,安装取样管,当此处取出水样失效时,即可停止运行。

(6) 空气管 浮床最高点安装空气管。在空气管端部为了防止树脂漏出,可装置水帽或滤网。

(7) 窥视孔 为了观察交换器内部树脂的数量与活动情况,在本体的上部、中部、下部各设一个窥视孔,如图4-3-29所示。

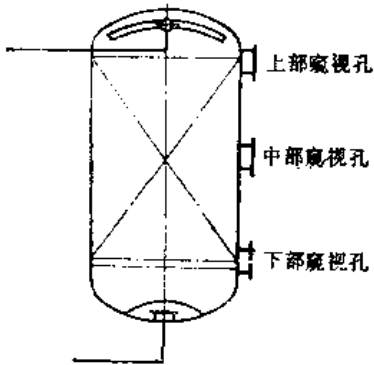


图4-3-29 窥视孔位置示意图

(8) 管道与阀门 管道一般按管道内流速为1~2 m/s选用。下部排污出口管要用倒“U”形管,以防再生与正洗时树脂层内侵入空气。如无倒“U”形管时,在再生与正洗阶段,要调整下部排污阀门的开度保持交换器内压力在0.05MPa以上,以防侵入空气。

### 3. 浮床树脂清洗和浮床设备维修

因为浮床内部要装满树脂,所以不能像顺流再生那样在体内清洗树脂,为此,要有体外清洗树脂的设备。体外清洗树脂有几种工艺:

(1) 空气擦洗清洗树脂 空气擦洗器的直径比交换器大,在树脂输送到空气擦洗器内以后,将器内水面降到距树脂层上部100mm左右,然后送进压缩空气进行擦洗,将树脂表面的污物擦净后,从下部进水由上部出水进行反洗,洗净后将树脂送回交换器。

树脂的输出、输入要用软化水,不能用硬水,以免影响树脂的再生程度。

(2) 水力清洗法清洗树脂 用软化水将离子交换器的树脂从上部送出到与交换器相等大的反洗器的下部,废水从反洗器上部与悬浮物同时排出。自离子交换器送出的树脂量约一半到反洗器的同时,交换器内的树脂也得到反洗。

(3) 其它方法清洗树脂 如在离子交换器上部放置高位塑料槽,反洗时,上部树脂与杂质进入高位槽中,杂质与废水被溢流排掉。

浮床设备的检修,与固定床一样。检修的有关质量要求,结合浮床的设备和工艺特点,按固定的检修要求进行。

## (三) 连续法离子交换水处理

### 1. 流动床的工艺流程

流动床是一种离子交换软化水处理装置,它是属于完全连续运转的水处理工艺过程,即钠阳离子交换树脂在流动床内所进行交换、再生、清洗、输送等过程都是连续的,不需停床或周期性的停床处理。所以,经一次调整运转正常后可连续稳定工作,并可根据用户条件采用全自动控制。

流动床目前和工业锅炉配套使用的有两种,一种为三塔式,安装总高度不高于5m;另一种为双塔式,安装总高度要求不低于7m。它们的工艺流程图分别见图4-3-30和图4-3-31所示。

它们的工艺流程,简述如下:

(1) 软化水流程 将加压至0.3~0.4MPa(3~4 kgf/cm<sup>2</sup>)的原水经原水流流量计计量后,从交换塔底部进入分水器,与塔内呈悬浮状的树脂进行逆流交换,最后软化水由交换塔顶部输出。

(2) 树脂流程 交换塔内经与原水交换而失效的树脂,称为饱和树脂。在三塔式系统内,利用交换塔与再生塔之位差,由交换塔底树脂输送管送入再生塔塔顶,与自下向上流的再生剂进行交换再生,再生好的树脂向下落,经I次清洗水清洗后,同样利用再生塔与清洗塔之位差,由再生塔底送入清洗塔顶进行II次清洗,清洗好的树脂,由水力喷射泵送入交换塔顶经分水器进入交换塔内。

在双塔式系统内,饱和树脂由水力喷射器连续抽出,送往再生清洗塔顶部。先后经过树脂贮存斗、再生段及清洗输送段,最后靠位差返回交换塔顶部,继续循环。

(3) 再生液流程 在盐液槽内制得的饱和食盐水(25%~26%)溶液,通过盐泵输送到高位盐液





### 3. 流动床离子交换水处理设备特点

流动床的成套设备包括：交换塔、再生清洗塔、盐液制备槽、高位盐液槽、树脂喷射器、盐液泵、转子流量计及输送管道等。现将主要关键设备的特点作一简单说明。

(1) 交换塔 它是用钢板内衬涂料或采用硬聚氯乙烯制成。分塔体、塔板、溢流槽等。塔内设三层塔板(阻留式分层挡板)，将塔体分隔成四个交换区(自下而上顺序分成四个区)，每块塔板由一个浮球装置和若干个过水单元组成。塔的截面积逐步扩大，上部形成一个扩口形的水垫层。上部水垫层主要起缓冲、变速和分离作用。水垫层高约0.5m，使通过树脂床的高流速的交换水，进入水垫层后流速减低一半。这样交换水冲起来的树脂，在水垫层中能自由沉降，重新回到交换塔。少数浮游的细小树脂，可被立式滤网截留在滤网上。

(2) 塔板——阻留式分层挡板 树脂在交换塔内的分层，主要是依靠挡板的控制作用。由于树脂分层效果的好坏，直接影响出水质量、树脂净再生率及再生剂的比耗，因此挡板是流动床交换塔的关键设备。挡板的结构形式，以采用阻留式分层挡板效果较好，其结构如图4-3-32所示。

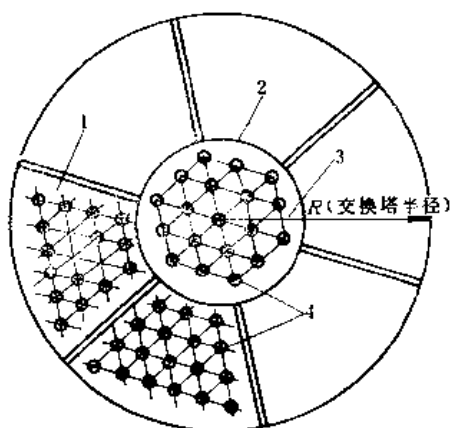


图4-3-32 阻留式分层挡板

1—扇形挡板 2—圆形挡板 3—浮球阀  
4—阻留式过水单元

扩口形流动床交换塔的每块分层挡板，由六块扇形挡板和一块圆形挡板拼装组成。挡板上每平方米设置60个阻留式过水单元如图4-3-33所示。每个单元由六个20mm的过水孔和一块阻留式盖板构成。盖板与过水孔的间距为3~4mm。盖板的边缘与过水孔的外沿水平距为10mm。它是根据树脂堆积

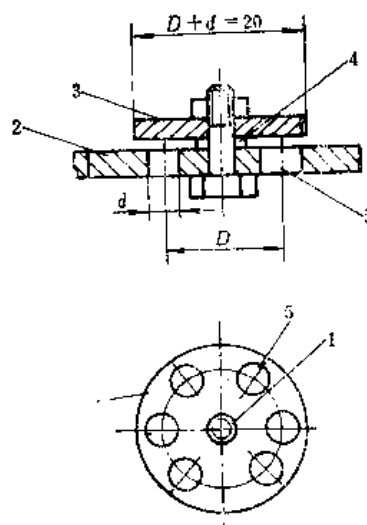


图4-3-33 阻留式过水单元

1—螺栓孔 2—扇形或圆形挡板 3—阻留盖板  
4—硬塑料垫板 5—过水孔

塌落角的特性来确定的。

每层挡板中心，设置一个控制降落树脂用的浮球阀，如图4-3-34所示。浮球的锥度为60°，浮球的密度约为1.055kg/m<sup>3</sup>左右，它是根据树脂的湿真密度和膨胀性能来确定的。其密度要准，才能起到“浮球阀”的作用，即运行时能浮起，停运时能关闭。阀孔呈漏斗状，阀孔下缩口的直径为交换塔直径的4%左右。阀孔上方设导框，阀孔下方设有分流板。

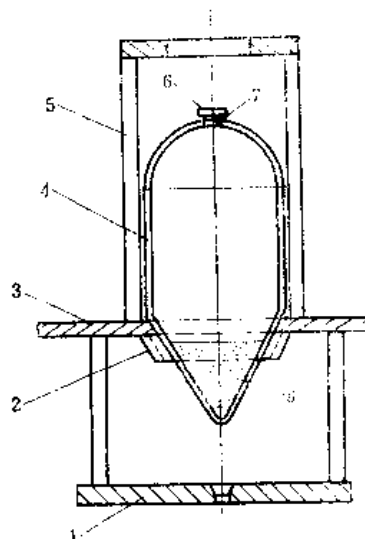


图4-3-34 降落树脂浮球阀

1—分流板 2—阀孔缩口 3—圆形挡板  
4—浮球 5—导框 6—活动堵塞  
7—调垂孔 8—铅粒

表4-3-7 流动床的常见问题及其处理方法

序号	故障现象	危害和原因	处理方法
1	再生废液管滤网堵塞, 废液管排出不畅或完全不能排出	危害: 不能正常排液, 使废液面升高致使废液流入回流管, 进入交换塔, 造成树脂失去软化能力 原因: ①碎树脂堵塞滤网; ②废液管垂直部分过长	(1) 交换塔最好在额定负荷下运行, 以利碎树脂排除 (2) 将废液管从上部断开 (3) 用清水反冲或人工洗刷滤网
2	再生塔“拉空”	危害: “拉空”时树脂循环受阻, 影响下落, 不利再生 原因: 塔内存有空气	(1) 防止空气进入塔内, 将塔内空气排除 (2) 在停床前, 将再生塔内树脂大部分送往交换塔, 减少再生塔内压力
3	交换塔内树脂层不好, (1) 交换时各区树脂层高度不一 (2) 停床时各区树脂层高度不一样	危害: 饱和度和程度减少, 区域饱和度差别缩小 原因: ①浮球阀关闭不严; ②浮球阀孔挂有杂质; ③过水单元漏树脂; ④虽已停床但塔底仍有输出	(1) 浮球密度不对 (2) 清除浮球阀杂质 (3) 矫正过水单元缝隙 (4) 关严喷射器阀门
4	树脂交换能力降低, (1) 出水质量不合格, 残余硬度达 0.05~10me/L (2) 树脂颜色变深呈黑褐色或至黑褐色	危害: ①水质恶化; ②树脂交换能力大部分丧失 原因: ①树脂出现铁中毒的现象; ②再生不良, 再生剂量不足或浓度降低	(1) 找出水源含铁的原因, 不使树脂和液体接触金属 (2) 盐液流量与清洗水量要搭配好
5	清洗效果不好, 软水氯根过高或输水残余硬度, ③增加盐耗	危害: ①增加软水氯根; ②增加软水残余硬度; ③增加盐耗 原因: ①盐耗过大; ②清洗水量过小; ③树脂循环过大, 树脂下降过快	(1) 按指标给足盐液和清洗水量 (2) 树脂下降速度不大于 3~4m/h

(3) 再生—清洗塔 再生—清洗塔直径较小, 一般只有交换塔的25%左右, 比较容易制造。直径300mm以下大都采用有机玻璃管制成。因此不必防腐, 且树脂、再生液、清洗水等流动情况可以看得很清楚, 对运行调整很方便。300mm直径以上的再生塔, 一般采用硬质聚乙烯塑料制成。其结构与双塔式移动床的再生—清洗塔相同。

#### 4. 流动床运行中常见问题及处理方法

流动床运行中常出现的问题及其处理方法见表4-3-7。

#### (四) 锅炉除氧设备检修

##### 1. 热力除氧器简介

氧气是热力设备为害最大的一种气体, 锅炉给水中溶解的氧气和其他气体, 如果不除掉, 在汽、水温度较高的情况下, 能加快氧的腐蚀速度。氧是导致锅炉设备发生腐蚀的最主要因素。完全除去溶解在锅炉给水中的气体, 是保护给水系统中所有设备不受腐蚀的基本方法, 也是保证热力设备的安全经济运行必不可少的手段。

常用除氧的设备是热力除氧器。它是在一定压力下将锅炉给水加热除去氧气的设备。除氧器包括了除氧头及装于其下的给水箱两大部分。

按照除氧器结构组成的不同可分为淋水盘式、喷雾式、填料式以及这几种结构的组合形式。

1) 淋水盘式除氧器。使水通过淋水盘的小孔后分成很细小水流, 被蒸汽加热除氧。

2) 喷雾式除氧器。使水通过喷嘴或喷管进行雾化后, 被蒸汽很好地加热而除去氧气。

3) 填料式除氧器。使水经过填料层后被分散成水膜状态, 增大水、汽接触面积。

单独使用填料除氧器的情况较少, 一般总是与喷雾式或淋水盘式除氧器联合使用。尤以喷雾填料式除氧器用得较多。

##### 2. 热力除氧器的检修周期和检修内容

1) 检修周期 每一年进行一次小修, 每两年到三年大修一次。

2) 小修内容

① 检查各截门是否严密, 并更换截门或盘根。

② 清理水位计和溢流装置。

③ 检查人孔门、各接头法兰是否滴漏并加修理。



④ 各种仪表的校验和修理。

3) 大修内容

① 包括小修内容。

② 水箱内部进行彻底清扫。

③ 除氧器内部及其所有零部件腐蚀情况的全面检查, 检修或更换喷嘴、填料等。

④ 水位计检修、人孔门及法兰螺丝的检查。

⑤ 安全门或水封装置的检修。

⑥ 更改项目。

⑦ 每2~3年内部油漆一次。

### 3. 热力除氧器检修质量要求

#### (1) 淋水盘式除氧器

1) 除氧器内的淋水盘孔碟表面及所有撑筋、加强筋, 均无严重腐蚀或焊缝脱裂现象。当零件腐蚀的减薄量达原厚度的1/2时, 应换新的。

2) 每一淋水盘必须水平安装, 并用水平仪进行校平, 其误差不得超 $\pm 1\text{mm}$ 。当淋水盘不水平或安装时, 使水流和汽流分布不均匀, 影响除氧效果。

3) 淋水盘内的小孔不得堵塞。当淋水盘腐蚀, 进水中所含杂质的沉积, 使小孔变小或堵塞时, 必须清理干净或更换新的。

4) 除氧器、水箱内壁无严重腐蚀, 无焊缝脱裂, 无密集大斑痕, 但必须除锈擦亮, 每2~3年涂锅炉漆一次。

5) 再沸腾管无堵塞及无严重腐蚀, 它们的焊接处无裂开现象。

6) 水位计玻璃管清晰完整, 阀门、考克应严密。

7) 人孔门无变形, 法兰平整, 当拧紧螺丝后不漏。

8) 安全阀, 水封装置在规定范围内动作灵敏。

9) 仪表齐全, 准确, 灵敏。

#### (2) 喷雾填料式除氧器

1) 上述淋水盘的条款亦适用喷雾填料式除氧器。

2) 喷嘴堵塞、损坏的必须修理或更换。保证雾化效果。

3) 挡汽板、进汽环等零件腐蚀不得超过原钢板厚度的1/2。

4) 填料一般要用不受腐蚀、不会污染水质, 又具有一定强度的材料组成。实际使用为不锈钢

( $1\text{Cr}_{18}\text{Ni}_{10}\text{Ti}$ ) 作为 $\Omega$ 形填圈(图4-3-35)。带孔的 $\Omega$ 形填圈, 比表面积 $Q = 194\text{m}^2/\text{m}^3$ , 填料的视密度 $\rho = 600\text{kg}/\text{m}^3$ , 每立方米填料的个数为:  $n = 110000$ 个。

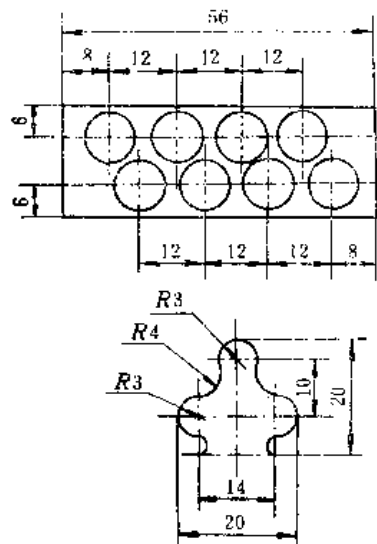


图4-3-35  $\Omega$ 形填圈

为了节约资金, 亦可用手表带的下脚料制成填圈。

5) 填料层必须牢牢固定在除氧器内, 以免填圈在运行中被蒸汽冲走或被水带入水箱中。

6) 填圈在填料层中必须装设均匀, 松紧程度一致, 否则蒸汽主流将在装设松或薄的地方突破, 不与水的主流接触而引起除氧效果差和水冲现象。

7) 如果填圈被带走, 应及时加以补充, 否则就会出现不均匀现象, 锈蚀严重的填圈应予以及时调换更新。

8) 自动调节装置应灵敏可靠。

### 4. 真空除氧装置

真空除氧亦属于热力除氧的范围, 不同的是它能在压力低于大气压下工作, 又因真空除氧可在较低的温度下除氧, 从而减少了或不用锅炉房的自用蒸汽量。

真空除氧除用于蒸汽锅炉给水除氧外, 对于热水锅炉, 因没有蒸汽, 故其补给水的除氧, 较为理想的方式是真空除氧。

(1) 低位水喷射真空除氧装置的热力系统除氧器由脱氧塔和除氧水箱组成。脱氧塔内借水喷射泵的作用形成真空。软水经离心泵加压, 通过排污热交换器(在没有连续排污的锅炉可改用回水

图例

	漏斗
	玻璃液位计
	继电器
	下水道
	温度计
	滤网
	流量计
	水银压差计
	压力表
	真空表
	旋塞
	电磁阀
	止回阀
	截止阀
	闸阀

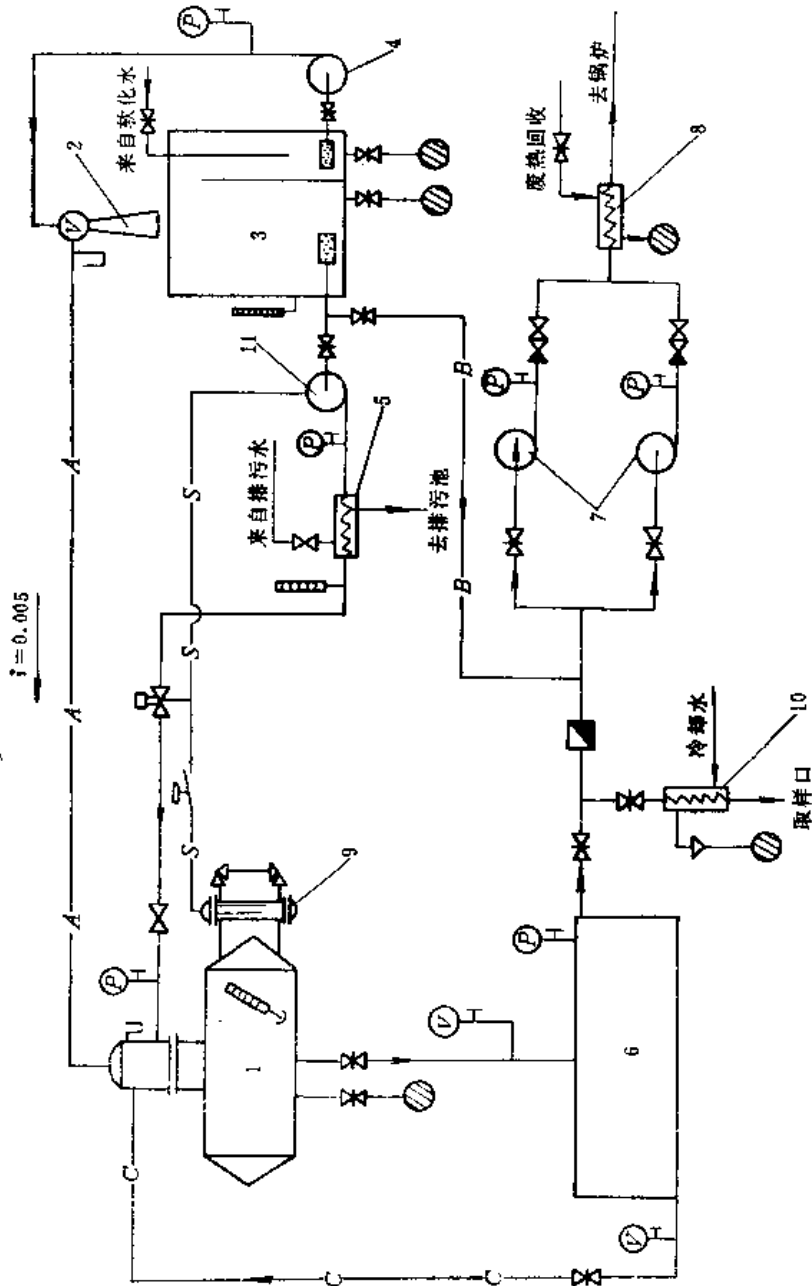


图4-3-36 低位水喷射真空脱氧装置热力系统示意图

1—除氧器 2—抽真空喷射泵 3—软水箱 4—循环泵 5—排污热交换器 6—引水装置 7—锅炉给水泵（两台）  
8—废热回收 9—液位自控信号变送器 10—取样器 11—软化水加压泵

器,热水锅炉可用锅炉出水加热软水,快装锅炉则用少量蒸汽加热软水)后,进入雾化喷嘴,使成雾状。雾滴在真空状态下沸腾,表面充满水蒸汽,则水中溶解气体就解析出来,不断为水喷射泵抽出。雾滴下落通过脱气塔下部的填料层,继续脱氧后汇入水箱,完成脱氧过程。其热力系统图4-3-36所示。

该系统中作为水喷射泵工作的循环水箱3,系以软水箱兼用,因有常温的软水不断注入,故可使循环水温度不致升高,可维持较高的真空度而得到良好的除氧效果。但在软水箱有回水的系统中,循环水箱就不能与软水箱兼用,而必须分开设置。

图4-3-36中的A线是抽气管,距离越短越好,可减小压降,并须有5%的倒坡,使管内不致因积水而堵塞,并可把带出的水滴流回除氧器,不浪费除氧水。

图4-3-36中的B线是旁通管,在除氧装置停用时,软水可直接供锅炉给水泵。C线是连通管,在引水装置启动前,打开连通管阀门,使引水装置内抽成真空。打开除氧水箱出水阀,除氧水就注入引水装置。启动后即关闭连通管阀门。B线是自控电路,借高低水位变化控制电磁阀及离心泵的开或关。

真空除氧系统中,抽真空的方法有多种:水喷射泵,蒸汽喷射泵、机械真空泵等,经过实践运行比较,以水喷射泵为最好。水喷射泵运行工况稳定,极限真空度高,如循环水温度为25℃,极限真空度可达95.992kPa以上。除氧效果好。一台配10t/h锅炉的除氧器,抽真空的水喷射泵所要求的循环泵件4配电机为7.5kW。

蒸汽喷射要求蒸汽压力稳定,蒸汽压力为0.6MPa(6kgf/cm<sup>2</sup>)真空度为79.993kPa,除氧水须加热至60℃,喷射泵耗汽量为100kg/h。排汽加热软水,回收废热。增加投资和自用蒸汽量增大。

机械真空泵设备投资较大,零件容易损坏,要消耗电力及润滑油。在真空除氧装置中基本上不采用。

## (2) 水喷射真空除氧的操作程序

① 关闭除氧器进出水阀门。

② 启动循环水泵抽至极限真空度,检查喷射泵与脱氧塔两只“U”形真空表读数是否一样。一般情况,两者基本相等。如差数过大,说明有问题,

应进行检查。可能除氧器或抽气管道有漏气,或抽气管道有堵塞。必须查出毛病并修复后,方可投入运行。

③ 启动软水加压泵并进水阀,进水至最高水位,进水泵用电磁阀自动切断。

④ 开连通管阀门,至连通管上真空表与脱气塔上真空表读数相等时,开除氧水箱出水阀,这时引水装置即灌水。启动引水泵,关连通管阀门。开去锅炉给水泵阀门,关软水箱出水管旁通阀(即B线上阀门)。这时除氧器就投入运行。去锅炉给水泵阀门是全开的,进水量由司炉工在炉前调节。

⑤ 检查进除氧器软水温度,调节排污阀,使进除氧器软水温度高出运行真空度下相对应的饱和温度3~5℃。

⑥ 取样化验,如残留含氧量不合标准,首先检查进水温度是否符合要求,其次应考虑化验药品配制是否正确,或是否过期。如均无问题,则应检查系统中是否有漏气现象。

## (3) 水喷射真空除氧装置的维护保养

① 水喷射真空除氧器,在真空度一定的情况下除氧效果与除氧器进水及循环水温差有关。当温差大于6℃时,除氧器有明显的脱氧效果,除氧水含量 $\leq 50\text{ppb}$ ,符合GB1576-85《低压锅炉水质标准》的规定。因此,必须保证软化水箱有一定的软化水进入,补充适量的薪水。

② 要保证系统的严密性。因为有一部分设备是在真空状态下运行,如密封性差,大气中的氧有可能渗入水中,破坏除氧效果。所以,一方面要做到保证循环水泵的正常工作,另一方面各管道、阀门的法兰处,必须保证严密。应经常进行检查维护。

为了保证得到更好的除氧效果,除氧器与水喷射泵的抽气连管不能过长,压降不能过大,应尽量缩短连管,经常使它畅通,防止堵塞。

## (五) 水处理设备检修的几项工艺规范

### 1. 水处理容罐除锈防腐的工艺要求

1) 任何水处理容罐均应采取除锈防腐措施,防止腐蚀,保证水质。

2) 进行防腐工艺的金属表面,应铲除焊瘤、棱角并进行除锈。

3) 金属表面除锈方法可采用喷砂法和化学法,要求如下:

① 手工法：用撬子、钢刷、粗砂布或用自制的专用工具除锈除污，然后用水冲洗擦干。

② 喷砂法：使用砂子（石英砂或金钢砂）应经筛分和烘干，砂子粒度为1~3mm，使用的压缩空气压力不低于0.5~0.6MPa。

③ 化学法：一般常使用的是10%~20%硫酸或10%~15%盐酸再加入缓蚀剂配制的洗液。酸洗处理后必须用20%石灰乳或5%碳酸钠溶液中和，再用空气吹扫，清水冲刷，然后用干净的布擦净，并迅速干燥。

4) 除锈清理后的金属表面应符合下列要求：

① 金属表面应呈均匀的金属本色，无孔洞、裂纹、铁锈、焊瘤及深度超过3~5mm的凸凹处。

② 衬胶设备的金属边缘及转角处应呈圆弧形，圆弧半径不小于5mm。

③ 锈污及脏物应清扫干净，并用汽油或苯彻底清洗。

5) 设备表面清理后，应经技术人员或有关人员验收，方能进行防腐层（刷漆或衬胶）施工。

6) 如遇有裂纹、腐蚀深坑以及其他异常现象时，需经修复后才能进行防腐工艺。

## 2. 塑料材料的焊接与使用技术规范

1) 塑料材料应根据材料的特性、制造厂的技术条件及焊接规定进行使用。

2) 塑料焊接的一般技术要求

① 塑料焊接过程是用特殊焊枪及交流电加热压缩空气，气流由焊枪喷出。热空气的温度以水银温度计距喷嘴5mm处进行测定。

② 焊接时要求焊枪的喷嘴距焊缝5mm左右移动加热。

③ 压缩空气进入焊枪的压力一般要求为0.08~0.1MPa，空气流量为2~3m<sup>3</sup>/h，喷嘴出口空气温度一般为220~230℃，焊条运行速度以160~220mm/min为宜。

④ 焊缝的坡口角度以35~45°为宜，对口间隙为0.5~1mm。根部焊接时应有1/2焊条横断面伸入焊缝下面。

⑤ 焊条应垂直于焊接表面，运条时加极小的力，以使焊条和基本材料间严密粘合。焊条被加热之部位应距离偏折点不远，焊后焊条边缘应挤出微量的浆为宜。

⑥ 焊条必须柔软、平直、无杂质。直径为

2~4mm的焊条，其直径误差允许为±0.5mm。

3) 塑料管道的使用规范

① 内径大于150mm的管道，塑料管的圆度不允许大于±5%，壁厚20mm以下的管子，其厚度误差不允许超过±15%，管壁应无分层、裂纹及显著凸凹。

② 穿过天棚和墙壁的管子，应装金属套管。地下管应铺设在管沟内，地面的管子应加保护层。

③ 塑料管直管部分，每隔30m应装膨胀节。

④ 管子应架设在支、吊架上，在金属卡箍和塑料管之间应装软垫（如软橡皮等），管子弯曲处不应装卡箍，支、吊架相互距离应为：

管径为50mm以上 2m

管径为25~50mm 1.5m

管径为20mm以下 1m

⑤ 管子在安装支吊架以前，应检查法兰连接的平行度，并消除不平 and 倾斜现象。

⑥ 重型截门应单独支架，避免管子受超重负荷。

⑦ 直径小于150mm的管子，应采用焊接法兰或外套法兰连接。

⑧ 管子的固定连接采用胶套盒或承插式焊接，自流管可采用对口焊接。

⑨ 不允许直接在管子上切丝扣。

⑩ 塑料管应尽量铺设在室内，如必须通过室外时应采取防冻措施，并注意塑料管承受的重量。

## 3. 水处理设备的衬胶技术规范

1) 衬里胶片的质量应符合以下要求

① 胶片应柔软光滑，表面平整，无折叠裂纹。用火花检验器检查应无孔洞、刀伤等缺陷。

② 折叠后不应有皱纹。

③ 断面无细孔和硫磺分布不均匀现象。

④ 胶片厚薄应均匀一致，其误差不应超过下列标准：

胶片厚度	允许误差
1.5~3mm	±0.25mm
4~6mm	±0.5mm
10mm	±1.0mm

2) 喷砂结束，经有关人员检查合格，在2小时内应立即开始衬胶施工。

3) 衬胶金属表面的转角、焊缝等凸凹不平的缺陷，必须用与衬里相同的胶料填平。

4) 胶浆牌号必须符合胶片的要求,其粘结力、均匀度、浓度应符合规定。

5) 胶浆必须涂刷均匀,不应有堆积现象,除手工工具不能伸入的设备外,不允许用灌注法去涂胶。

6) 胶片与金属表面应粘贴牢固,无气泡。铺胶后必须用皮锤依次敲击,或用烙铁烙平,烙胶时烙铁应从开始端向另一端移动,热烙时烙铁温度一般为70~80℃。

7) 根据现场和设备条件,衬里设备可在硫化釜内或直接硫化。直接硫化的设备,应装有压力表、温度计和安全门、疏水门等。

8) 衬里应根据胶料硫化要求,严格控制硫化温度和时间,升温 and 降温均应缓慢进行,不允许温度忽高忽低。硫化期间注意疏水的排放。

9) 衬里硫化后,用小木锤敲打以判断粘结情况,并用火花检验器检查其严密性,衬里质量应符合以下要求:

① 衬层与金属表面应结合严密,无开脱和裂缝。

② 橡胶表面不允许有深度大于0.5mm的擦破、凹部,粗糙和小孔。

③ 在边缘和法兰连接处的衬层,当螺丝把紧时可稍有脱开。

④ 箱、槽等容器的衬里,允许有20mm<sup>2</sup>以下的金属与橡胶脱开,其数量应符合以下规定:

a. 当衬里面积大于4m<sup>2</sup>的设备,应不多于3处;

b. 当衬里面积大于2m<sup>2</sup>的设备,应不多于2处;

c. 当衬里面积小于2m<sup>2</sup>的设备,应不多于1处。

⑤ 箱、槽等容器衬里与金属脱开超过上述第4项规定时,允许采用未经硫化的橡胶修补后硫化,但修补面积不允许超过衬里总面积的2%。

⑥ 管道及零件的衬层,不允许有长大于50mm,宽大于20mm,高大于1mm的突起和脱开处。小于以上规定的突起与脱开处,不允许多于2处。

⑦ 内径小于50mm的管道衬里,不允许修补。内径大于50mm的管道衬里,允许用未硫化的橡胶修补后进行硫化,修补面积不应超过衬里总面积的3%。

#### 4. 环氧塑料涂层工艺

在水处理设备的防腐技术中,环氧树脂塑料亦得到广泛的应用。环氧塑料,既可以用于管道的防腐,亦可以用作钢铁设备、水泥结构等容器的衬里。常用的有如下三种:一是环氧塑料涂层;二是环氧塑料加添加剂;三是环氧玻璃钢。现分别简述如下:

##### (1) 环氧塑料涂层:

环氧塑料配方:

6101*环氧树脂	100 g
二丁脂	20 g
乙二胺	8 g
丙酮(稀释)	20 g

先将环氧树脂加热至40~50℃,按配方加入二丁脂,搅拌均匀,再将乙二胺倒入,进行搅拌,使之达到均匀混合,即可作为涂料。在环氧塑料使用前,金属表面必须除锈、去污,直到均匀地露出金属本色为止;水泥表面必须光滑平整,清除污物。最后用酒精或丙酮擦洗,用干布擦净,即可涂刷环氧塑料。

环氧塑料一次不能配得过多,防止发热反应或硬化。根据需要分几次配用,随用随配,要求涂沫均匀。

##### (2) 环氧塑料加添加剂:

配方I:

6101环氧树脂	100 g
二丁脂	15 g
乙二胺(含量70%)	15 g
三氧化二铬	50 g
丙酮(调稀用)	50 g

配方II:

6101环氧树脂	100%	☆ 5 kg
二丁脂	15%	0.75 kg
乙二胺(含量70%)	10%	0.5 kg
滑石粉	100%	5 kg

☆ 按上述重量配方可刷两个φ1500mm的交换器内壁。

先将环氧树脂加热50~60℃称重,加入二丁脂、三氧化铬、搅拌均匀,最后加乙二胺,再搅拌即成。如刷油漆一样刷在管子表面上。丙酮作为稀料,随对随用。

配方时一次不能超过200g,防止发生化学反应时温度太高而变坏,因此,要做到现用现配。

管子表面应除锈和油污后，方能刷漆， $\phi 1''$ 钢管250m长需6101环氧树脂2kg。刷完后，将管子放在干净而又暖和的房间内24小时后便能安装使用。

(3) 环氧塑料玻璃钢 所谓环氧塑料玻璃钢就是环氧涂料夹玻璃布所构成的防腐层。在水处理设备的较大容罐内，可作为防腐内衬。此种内衬较衬胶成本低廉，施工亦较方便。

配方可选上述配方的任何一种，对被衬的容罐应进行除锈和清理，其要求和上述两项一样，涂刷

时和粘贴油毡一样，第一层为环氧塑料涂层，第二层粘贴玻璃布，第三层再刷涂料，这就所谓“两油一毡”。根据需要和设备的具体情况，亦可进行“三油两毡”。

施工时，要注意以下几点：

- 1) 要求被衬表面清洁，干燥。
- 2) 环氧塑料涂刷均匀。
- 3) 粘贴玻璃布时要将空气挤出，特别是转弯处，要仔细施工。
- 4) 玻璃布要去蜡。