

## 第6章 分馏塔的修理

### 第1节 国产小型制氧设备的类型及其配套的单元设备

机械工业通常使用小型制氧设备。国产小型制氧设备的类型及国产小型制氧设备配套的单元设备列于表6-1-1及表6-1-2。

表6-1-1 国产小型制氧设备的类型

设备型号	加工空气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	产量 (Nm <sup>3</sup> /h)		纯度 (%)		压力 (MPa)		工艺流程特点	耗电量 (kW·h/m <sup>3</sup> )		启动时间 (h)	运转周期 (月)	制造厂
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	启动	正常		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			
KGON-15/20	120	15	20	99.7	99.9997	19.6	8.8 ~11.8	高压流程, 可获得纯氧、纯氮双高产品		2	22	3	哈尔滨制氧机厂
KFS-120	120	18	75	99.0	99.8	19.6	8.3 ~9.8	高压流程, 节流制冷	1.875	0.5	18	1	哈尔滨制氧机厂
KFS-120-3	120	20	—	99.6	—	19.6	8.3 ~9.8	高压流程, 节流制冷	1.95	—	18	1	哈尔滨制氧机厂
KGON-20/60	126	20	60	99.5	99.6	19.6	7.8 ~12.7	高压流程, 节流制冷, 液空吸附器清除CO <sub>2</sub> 、乙炔					自贡机械一厂
KGON-25/30Y	216	25	30 (L/h)	99.2	99.2	19.6	<19.6	高压流程, 活塞式膨胀机制冷, 液空吸附器清除CO <sub>2</sub> 、乙炔			4~5	7~10 (天)	自贡机械一厂

(续)

设备型号	加工空气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	产量 (Nm <sup>3</sup> /h)		纯度 (%)		压力 (MPa)		工艺流程特点	耗电量 (kW·h/m <sup>3</sup> )		启动时间 (h)	运转周期 (月)	制造厂
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	启动	正常		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			
230①	230	30		99.2		21.57	10.79 ~ 12.75	高压流程, 下塔填料式	2.04		22~24	1	杭州制氧机厂
KZN-100	300	—	100	—	99.999	3.9	1.67 ~2.45	中压流程, 长活塞制冷			8	3	邯郸制氧机厂
KZON-20/ 100	300	20	100	99.5	99.999	3.9	16.7 ~2.45	中压流程, 长活塞制冷			8	3	邯郸制氧机厂
KZON-35/ 100	300	35	100	99.7	99.9997	5.39	2.75 ~3.43	中压流程, 可获纯氧、纯氮产品	1.91		11	6	哈尔滨制氧机厂
23-300②	300	50	—	99.2 ~99.7	—	5.39	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.34			1~1.5	杭州制氧机厂
KFS-300	300	50	—	99.6	—	4.9 ~5.39	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.5		8	2	哈尔滨制氧机厂
KFS-300 -1	300	40	100	99.8	99.995	4.9 ~5.39	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷			9	2	哈尔滨制氧机厂
KZO-50	300	50		99.5		3.92	1.67 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.45		8	3	邯郸制氧机厂
KZON-50/ 100	300	50	100	99.5	99.5	3.92	1.65 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.45		8	3	邯郸制氧机厂
KZON-50/ 100-1	300	50	100	99.5	99.999	3.92	1.65 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.45		8	3	邯郸制氧机厂

(续)

设备型号	加工空气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	产量 (Nm <sup>3</sup> /h)		纯度 (%)		压力 (MPa)		工艺流程特点	耗电量 (kW·h/m <sup>3</sup> )		启动时间 (h)	运转周期 (月)	制造厂
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	启动	正常		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			
KFL-300 -2	300	50	200	99.2 ~99.7	99.5	4.9 ~5.39	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷			~8	2	邯郸制氧机厂
KFZ-300 -3	300	50	200	99.2	99.5	3.92	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.4		8	1.5~2	吴县制氧机厂
KZON-50/100	330	50±5	100±5	99.2	99.99	3.92	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.1		8	3	四川空分设备厂
KZON-20/100	330	20	100	99.2	99.999	3.92	2.94	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.1		8	2	四川空分设备厂
KZON-50/120	425	50±5	120±5	99.6	99.9995	1.47	0.88 ~1.47	低压流程, 返流气膨胀, 采用气体轴承透平膨胀机制冷			~12	12	哈尔滨制氧机厂 邯郸制氧机厂
KZO-50	458	50		99.6		1.37	1.18	采用返流气体膨胀及液氧泵, 获高压氧气	1.45		10~12	6	哈尔滨制氧机厂
13-860	860	150	600	99.2		4.9	2.45 ~2.75	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.1 ~1.2		~12	2	杭州制氧机厂
KPS-860 -1	860	150	600	99	99.95	4.9	2.45 ~2.75	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.1 ~1.2		12	2	江西制氧机厂

(续)

设备型号	加工空气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	产量 (Nm <sup>3</sup> /h)		纯度 (%)		压力 (MPa)		工艺流程特点	耗电量 (kW·h/m <sup>3</sup> )		启动时间 (h)	运转周期 (月)	制造厂
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	启动	正常		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			
KFS-860-1(II)③	860	150	600	>99.2	99.95	3.92 ~4.41	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.4		8	2	杭州制氧机厂
KFS-860-2	860	150	600	99.2	99.95	3.92	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷	1.17		12	2	吴县制氧机厂
KZON-150/600-3④	860	150	600	99.2	99.95	3.92 ~4.9	1.67 ~1.86	中压流程, 气体轴承透平膨胀机制冷, 并提取液氧	12.74		12	6	江西制氧机厂
KZON-150/600-3⑤	1020	150	600	99.5	99.95	3.92 ~4.41	1.96 ~2.45	中压流程, 活塞式膨胀机制冷			8~10	2	杭州制氧机厂
27-1800⑥	1800	300						双压流程带蓄冷器					杭州制氧机厂
KFZ-1800	1800	300	300	99.5	99.99	1.47	1.18 ~1.47	中压流程, 油轴承透平膨胀机制冷, 带液氧泵			~20	12	邯郸制氧机厂
KZON-300/600	1800	300	600	99.5	99.9	1.47	1.18 ~1.47	中压流程, 油轴承透平膨胀机制冷, 分子筛纯化器可用预冷机组	1.23		12~15	12	邯郸制氧机厂

(续)

设备型号	加工空气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	产量 (Nm <sup>3</sup> /h)		纯度 (%)		压力 (MPa)		工艺流程特点	耗电量 (kW·h/m <sup>3</sup> )		启动时间 (h)	运转周期 (月)	制造厂
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	启动	正常		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			
KZON-300 /600-1 KZON-300 /600-2⑦	1800	300	600	99.6	99.99	1.47	1.18 ~1.47	中压流程, 油轴承透平膨胀机制冷, 分子筛纯化器可用预冷机组	1.23		12~15	12	邯郸制氧机厂

- ① 一次性产品。
- ② 原采用洗涤塔, 干燥器纯化空气。
- ③ I型系采用洗涤塔, 干燥器纯化空气, 其他单机结构相同。
- ④ 可提取液氮≥15L/h, 纯度99.95%。
- ⑤ 可提取氧气3m<sup>3</sup>/h, 纯度99.99%。变型产品 KZON-170/550 分馏塔型号 FON-170/550, 产氧170Nm<sup>3</sup>/h, 纯度99.5%, 产氮550Nm<sup>3</sup>/h, 含10ppmO<sub>2</sub>。
- ⑥ 该类型制氧设备有少部分工厂使用。
- ⑦ KZON-300/600-2型为钢质分馏塔, 结构与KZON-300/600-1相同。

表6-1-2 国产小型制氧设备配套的单元设备

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KGON- 15/20	分馏塔	FON-15/20	双级精馏	1600×1120×9280			哈尔滨 制氧机厂
	纯化器	HXK-120 /220	分子筛吸附	1500×1050×3000	1		
	空压机	1LY-2/200	双列四级双 作用水冷活塞 式	1135×625×1065	1.8	JQ81-4 40kW	
	氧压机	2LY-0.5/165	三列三级单 作用水冷活塞 式				
	氧灌充器	GC-8		3790×1580×500	0.14		
KFS-120 KFS-120 -3	分馏塔	FL-20/75	双级精馏	1600×1120×6750	2		哈尔滨 制氧机厂
	纯化器	HXK-120 /200	分子筛吸附	1500×1050×3000	1		
	空压机	1LY-2/220	双列四级双 作用水冷活塞 式	1135×625×1605	1.8	JQ81-4 40kW	
	氧压机	2LY-0.5/165	三列三级单 作用水冷活塞 式	1291×1093×1983	1.1	JO <sub>2</sub> -71-8 13kW	
	氧灌充器	GC-8		3790×1580×500	0.14		

(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用 电 机 (电 炉) 型 号 及 功 率	
KGON-20 /60	分馏塔	FON-20/60	双级精馏	1200×950×3700	1.63		自贡机 械一厂
	干燥器	GZ-180/200	硅胶干燥	1300×350×1750	0.45	(5kW)	
	空压机	2Z2-2.1/200	双列四级双作用 水冷活塞式	1760×500×1270	0.75	JO <sub>2</sub> -92-10	
	氧压机	2LY-0.5/165	双列三级单作用 水冷活塞式				
	氧灌充器	GC-6		2500×950×1850	0.096		
KZON-25 /30Y	分馏塔	FON-25 /30Y					自贡机 械一厂
	干燥器	GZ-180/200	硅胶干燥	1300×350×1750	0.45	(5kW)	
	空压机	2Z2-3.6/200	双列四级双作用 水冷活塞式	1760×500×1270	2.3	JD <sub>2</sub> -92-6 75kW	
	膨胀机	PZK-1.75/ 200-6	高压活塞式	1390×660×1440	0.52	JO <sub>2</sub> -41-4	
	液氧泵	BPO-28/150	卧式活塞式				
230	分馏塔		双级精馏, 下塔 填料式				杭州制 氧机厂
	干燥器						
	空压机						
	氧压机						
	灌充器						
KZN-100	分馏塔	FN-100	单级精馏	1870×900×5900	2.03		邯郸制 氧机厂
	纯化器	HXK-300/40	分子筛吸附	2220×1600×2930	2.3	(15kW)	
	空压机	L2-5.55/40	L型双列三级水 冷活塞式	1990×900×1580	3.21	JR <sub>2</sub> -250M-6 75kW	
	膨胀机	PZK-5/40-6	长活塞	855×800×1840	0.91	JO <sub>2</sub> -52-6	
KZON-20/ 100①	分馏塔	FON-20/100	双级精馏	1870×900×7900	2.37		邯郸制 氧机厂
	纯化器	HXK-300/40	分子筛吸附	2220×1600×2930	2.3	(15kW)	
	空压机	L2-5.55/40	L型双列三级水 冷活塞式	1990×900×1580	3.21	JR <sub>2</sub> -250M-6 75kW	
	膨胀机	PZK-5/40-6	长活塞	855×800×1840	0.91	JO <sub>2</sub> -52-6	
	氧压机	2Z2.7-1.1 /150	双列四级无润滑	1163×820×1924	2.31	JO <sub>2</sub> -71-4 22kW	
	充氧台	5×2		3790×500×1330	0.17		
	氧灌充器	GC-10		3700×800×2300	0.67		

(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KZON-35 /100	分馏塔	FON-35/100	双级精馏				哈尔滨 制氧机厂
	纯化器	HXK-300/55	分子筛吸附	2026×1600×2700	1.93		
	空压机	1-5/55	卧式单列三级双 作用水冷活塞式	4300×2000×1925	5.85	IR115-6 75kW	
	膨胀机	55-210	活塞式	1325×1010×1980	~1.5	JO <sub>2</sub> -62-8 10kW	
	氧压机	2LY-1.1/150	三列三级活塞式	1291×1003×1983	1.8		
	氧灌充器	GC-8		3790×1580×500			
23-300	分馏塔	50	双级精馏	1040×1720×7003	4.1		杭州制 氧机厂
	洗涤塔		立式双塔喷淋式	5300×1600×7060	7.06		
	干燥器	50×2	硅胶干燥	3290×1150×2225	1.44	(5kW)	
	空压机	1-5/55	卧式单列三级双 作用水冷活塞式	4300×2000×2250	5.85	AM6-115-6 75kW	
	膨胀机	55-210	活塞式	1325×1010×1980	~1.5	JO <sub>2</sub> -62-8 10kW	
	氧压机	2-1.5/220	二列四级水冷活 塞式			28kW	
	氧灌充器	5×2		3790×500×795	0.12		
KFS-300	分馏塔	FL-50	双级精馏	2460×1600×7300	2.5		哈尔滨 制氧机厂
	纯化器	HXK-300/55	分子筛吸附	2026×1600×2700	1.93		
	空压机	1-5/55	卧式单列双作用 水冷活塞式	4300×2000×1925	5.85	JR115-6 75kW	
	膨胀机	55-210	活塞式	1325×1010×1980	~1.5	JO <sub>2</sub> -62-8 10kW	
	氧压机	3Z 3.5-1.5 /150	三列三级活塞式	1975×1580×2120		JR-82-8 28kW	
	氧灌充器	GC-8		3790×1580×500			
KFS-300 -1	分馏塔	FON-40/150	双级精馏	1014×1720×8500	3.3		哈尔滨 制氧机厂
	纯化器	HXK-300/55	分子筛吸附	2026×1600×2700	1.93		
	空压机	1-5/55	卧式, 单列双作 用水冷活塞式	4300×2000×1925	5.85	JR115-6 75kW	
	膨胀机	55-210	活塞式	1325×1000×1980	1.4	JO <sub>2</sub> -62-8 10kW	
	氧压机	2LY-1.1/150 -1	三列三级活塞式				
	氧灌充器	GC-8		3790×1580×500			

(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KZO-50②	分馏塔	FO-50	双级精馏	1870×900×6000	1.83		邯郸制 氧机厂
	纯化器	HXK-300/40	分子筛吸附	2220×1600×2930	2.3	(15kW)	
	空压机	L2-5.55/40	L型二列三 级水冷活塞式	1990×900×1580	3.21	JR3-250M-6 Y315S-6 75kW	
	膨胀机	PZK-5/40-6	长活塞	855×800×1840	0.91	JO <sub>2</sub> -52-6	
	氧压机	2-1.67/150 ZZ 2.7-1.1 /150	三列三级活 塞式	1975×1580×2200	3.23	JO <sub>2</sub> -82-8 28kW	
二列四级无 润滑			1163×820×1924	2.31	JO <sub>2</sub> -82-4		
KZON-50 /100③	分馏塔	FON-50/200	双级精馏	1870×900×7300	2.18		邯郸制 氧机厂
	纯化器	HXK-300/40	分子筛吸附	2220×1600×2930	2.3	(15kW)	
	空压机	L2-5.55/40	L型二列三 级水冷活塞式	1190×900×1580	3.21	Y315S-6 75kW	
	膨胀机	PZK-5/40-6	长活塞	855×800×1840	0.91	JO <sub>2</sub> -52-6	
	氧压机	2-1.67/150 ZZ 2.7-1.1 /150	三列三级活 塞式	1975×1580×2200	3.23	JO <sub>2</sub> -82-8 28kW	
			二列四级无 润滑	1163×820×1924	2.31	JO <sub>2</sub> -82-4	
	充氧台	5×2		3790×500×1330			
氧灌充器	GC-10		3700×800×2300	0.67			
KZON-50 /100-1④	分馏塔	FON-50/100	双级精馏	2053×1056 ×10200	2.85		邯郸制 氧机厂
	纯化器	HXK-300/40	分子筛吸附	2220×1600×2930	2.3	(15kW)	
	空压机	L2-5.55/40	L型二列三 级水冷活塞式	1990×900×1580	3.21	Y315S-6 75kW	
	膨胀机	PZK-5/40-6	长活塞	855×800×1840	0.91	JO <sub>2</sub> -52-6	
	氧压机	2-1.67/150 ZZ 2.7-1.1 /150	三列三级活 塞式	1975×1580×2200	3.23	JO <sub>2</sub> -82-8 28kW	
			二列四级无 润滑	1163×820×1924	2.31	JO <sub>2</sub> -82-4	
	充氧台	5×2		3790×500×1330	0.17		
氧灌充器	GC-10		3700×800×2300	0.67			
KFL-300 -3	分馏塔	FL-50/200	双级精馏				邯郸制 氧机厂
	纯化器	HXK-300/55	分子筛吸附			(15kW)	
	空压机	1-5/55	卧式单列, 双作用水冷活 塞式	4360×2000×1925	5.85	Y315S-6 75kW	
	膨胀机	55-210	活塞式	1325×1000×1980	1.4	JO <sub>2</sub> -62-8 10kW	



(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KFL-300-3	充氧台	5×2		3790×500×1330	0.17		邯郸制 氧机厂
KFZ-300 -3	分馏塔	FON-50/120	双级精馏	1060×1916×8390	3.12		吴县制 氧机厂
	纯化器	HXK-300/45	分子筛吸附	2740×1280×3010	1.8	(15kW)	
	空压机	L2-5.55/40	L型双列三 级水冷活塞式	1942×915×1583	3.21	Y315S-6 75kW	
	膨胀机	PZK-5/40-6	单缸无润滑 活塞式	915×812×1750	0.74		
	氧压机	2-1.67/150	三列三级活 塞式	1975×1580×2120	2.84	JR82-8 28kW	
	氧罐充器	GC-10		3790×500×1795	0.147		
KZON-50 /100	分馏塔	FON-50/100	双级精馏	1058×1916×8610	3.2		四川空 分设备厂
	纯化器	HXK-300/40	分子筛吸附	4040×1314×3060	2.87		
	空压机	L4-5.5/40	L型活塞式	1850×1154×1688	2.9	JR-115-6	
	膨胀机	PZK-5/40-6	单缸单作用 活塞式	810×915×1750	0.733	JO <sub>2</sub> -52-6	
	氧压机	3Z3-1.67 /150	三列三级活 塞式	1975×1580×2200	2.8	JR82-8 28kW	
	氧罐充器	GC-10		3790×500×795	0.147		
KZON-20 /100④	分馏塔	FON-20/100	抽压力氮产 品	1060×1890×8750	3.4		四川空 分设备厂
	纯化器	HXK-300/40	分子筛吸附	4040×1314×3060	2.87		
	空压机	L4-5.5/40	L型三级活 塞式	1850×1154×1688	2.9	JR-115-6	
	膨胀机	PZK-5/40-6	单缸单作用 活塞式	810×915×1750	0.733	JO <sub>2</sub> -52-6	
	氧压机	3Z3-1.67/ 150	三列三级活 塞式	1975×1580×2200	2.8	JR-82-8 28kW	
	氧罐充器	GC-10		3790×500×795	0.147		
	空气预冷器	UF-380/40	氟里昂冷冻 机组	1000×1500×2000	0.405	JO <sub>2</sub> -41-4	
KZON-50 /120	分馏塔	FON-50/120	板式换热器	2850×1600 ×10000	5.3		哈尔滨 制氧机 厂、邯郸 制氧机 厂
	纯化器	HXK-425/13	分子筛吸附	2700×1950×2460		(20kW)	吴县制 氧机厂 配套
	空气预冷器	UF-425/13	F-12冷冻 机组	800×450×598		13kW	
	空压机	L3.5-8.6/16	活塞式, 无 润滑	2060×960×1780	6.3	JR <sub>3</sub> -250M-t A101型, 75kW	

(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KZON- 50/120	膨胀机	PLPN-5.5/5 -0.4	气体轴承透 平式制冷	514×278×250			江西制 氧机厂
	液氧泵	BPO-75/6.7 -221	无级变速, 真空绝热	1150×1110×870			自贡机 械一厂
	氧灌充台	GC-10-1		3830×865×2000	0.146		
KZO-50	分馏塔	FO-50					哈尔滨 制氧机厂
	纯化器	HXK-480/16	分子筛吸附	3400×1600×3068		(21kW)	
	膨胀机	PLN-8/4- 0.25	气体轴承, 透平制冷	479×300×250			
	空压机	L-3.5-9.4 /14	三级, 无润 滑	2060×983×1805	2.8	JR-115-6	
	液氧泵	BPO-6.5 /220	卧式活塞式	710×810×420		JZT22-4	
	氧灌充器	GC-8		3790×1580×500			
13-860	分馏塔	140/600	双级精馏			(15kW) (加热器)	杭州制 氧机厂
	洗涤塔	立式双 塔, 喷淋 式					
	干燥器	硅胶干 燥					
	空压机	1-15/50	卧式单列三 级双作用活塞 式		~10	JR137-8 215kW	
	膨胀机	5-110/12	立式双缸活 塞式			14kW	
	氧压机	2-1.67/150	三列三级活 塞式	1975×1580×2120	2.84	JR82-8 30kW	
	充氧台	GC-24		8000×500×1800			
KFS-860 -1	分馏塔	140/600-1	双级精馏				江西制 氧机厂
	洗涤塔	XT-90	立式双塔喷 淋式				
	干燥器	170×2	硅胶干燥				
	空压机	1-15/50	卧式单列三 级活塞式		~10	JR137-8 215kW	
	膨胀机	1LP-16.6 /50-b	双缸活塞式			14kW	
	氧压机	2-2.833/150	立式三列三 级活塞式	1975×1580×2120	2.8	55kW	
	充氧台	GC-24		8000×500×1800	0.31		

(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KFS-860- I KFS-860- II	分馏塔	140/600-1	双级精馏				杭州制 氧机厂
	纯化器	HXK-960/45	分子筛吸附	2000×3100×4000			
	空压机	5L-16/50	L型三级水 冷活塞式	5300×1670×3200	2.8	TDK118/ 2.6-14	
	膨胀机	PZK-14.3/ 40-6	单缸单作用 活塞式	980×1214×2125	2.15	JO <sub>2</sub> -L71-6 17kW	
	氧压机	2-2.833/150	立式三列三 级活塞式	1975×1580×2120	2.8	55kW	
	充氧台	GC-24		8000×500×1800	0.31		
KFS-860 -2	分馏塔	FON-150/ 600-1	双级精馏	2270×1590×9000	5		吴县制 氧机厂
	纯化器	HXK-960/40	分子筛吸附	3090×1840×3985	4.6	(36kW)	
	空压机	5L-16/60	L型三级水 冷活塞式	5300×1670×3200	2.8	TDK118/2.6 -14	
	膨胀机	PZK-14.3/ 40-6	单缸活 塞 式, 无润滑	980×1214×2125	1.58	JO <sub>2</sub> -L71-6	
	氧压机	2-2.833/150	三列三级活 塞式	1975×1580×2120	2.8	JR82-4	
	氧灌充器	GC-24		8000×500×1800	0.31		
KZON-150 /600-3	分馏塔	FON-150/ 600-3	双级精馏	2270×1690×9560	7	(13.9kW) (加热炉)	江西制 氧机厂
	纯化器	HXK-600/40	分子筛吸附	3900×1805×2180	3.5	(45kW)	
	空压机	L5.5-16/50	L型三级水 冷活塞式	4900×3700×3000	3.65	JR137-8	
	膨胀机	PLK-8.33× 2/20-6	中压气体轴 承, 透平式	430×260×190	0.5		
	氧压机	2-1.67/150 2-2.833/150	三列三级活 塞式	1975×1580×2120 2230×1250×2115	2.84 2.5	JR82-8 JR82-4	
	液氮提取装置	KZON-150/ 576-15Y	外循环	φ200×1021	0.06		
KZON-160 /600-3	分馏塔	FON-150/ 600-3	双级精馏	2270×1590×8725	5	(15kW) (加热炉)	杭州制 氧机厂
KZON-170 /550 (变型)	纯化器	HXK-960/45	分子筛吸附	2000×3100×4000	4.7	(36kW)	
	空压机	2D8-17/45	卧式对称平 衡, 活塞式	6000×1500×1300	8.8	200kW	
	膨胀机	PZK-14.3 /45-6	单缸单作用 活塞式	980×1214×2125	2.15	JO <sub>2</sub> -L71-6 17kW	
	氧压机	3Z3.5-1.67 /150	三列三级活 塞式	2030×1580×2145	2.8	JR82-8 (28kW)	

(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KZON-150 /600-3 KZON-170 /550(变型)	氧灌充器	GC-24		8000×500×1800			杭州制氧 机厂
	制氮装置	XKAr-3	分子筛吸附 制氮		8		
27-1800⑥	分馏塔	300/2	双压流程带 蓄冷器				杭州制 氧机厂
	空压机						
	膨胀机						
	氧压机						
	氧灌充器						
KFZ-1800	分馏塔	FL-300/300	双级精馏, 上下塔分开 安装,带液氧 泵		14	JR-100 (加热器)	邯郸制 氧机厂
	空压机	DY8-30/15	对称平衡, 二列三级活塞 式	5880×1490×1133	8.5	TDK173/16 -16	
	纯化器	HX-1800/15	分子筛吸附		~9.6	(96kW)	
	膨胀机	1TP-26/14.7 -30/-4.8	中压油轴承 透平式	682×280×700	0.33 (二台)		
	氧压机	2LY-5.8/30	立式三列三 级双作用无润 滑		3.8	JR115-6 75kW	
	液氧泵	BPO5-3/10 (50FY-3.1 /10)	迷宫密封		0.1	JO2-21-2 1.5kW	
KZON-300 /600⑦	分馏塔	FON-300/ 1000	双级精馏, 铝环流筛板塔	2690×1900× 10150	11.8		邯郸制 氧机厂
	纯化器	HXK-1800/ 15	分子筛吸附	4560×3282×5180	6.5	(19kW)	
	空气预冷 器	UF-1800/15	氟里昂冷冻 机组	2550×1610×1490	1.8		
	空压机	DY8-30/15	对称平衡, 二列三级活塞 式	5880×1490× 11133	8.5	TDK173/16 -16 600V, 320 kW	
	膨胀机	1TP-26/14.7 -4.8 1TP-30/14.7 -4.8	中压油轴承 透平式	682×280×700 -28×280×700	0.016 0.016		
	氧压机	SZ2-5.5/30	三级双作用 无润滑	1677×750×1840	4.2	JR <sub>2</sub> -250M-6 75kW	
KZON-300 /600-1⑧ KZON-300 /600-2⑨	分馏塔	FON-300/ 1000-1 FON-300/ 600-2	铝质, 双级 精馏 钢质, 双级精 馏	2690×1900× 11300	12.05		邯郸制 氧机厂

(续)

设备型号	配 套 单 元 设 备						制造厂
	名 称	型 号	特 点	外形尺寸 (mm) (长×宽×高)	重 量 (t)	配用电机 (电炉)型 号及功率	
KZON-300 /600-1⑦	纯化器	HXK-1800/ 15	分子筛吸附	4550×3282×5186	6.5	(19kW)	部 群 制 氧 机 厂
KZON-300 /600-2⑦	空气预冷器	UP-1800/15	氟利昂冷冻机组	2550×1610×1490	1.8		
	空压机	2D12-34.4/ 20	二列三级对称平衡式	5974×1385×1484	10	TDK-173/ 16-16 6000V, 400 kW	
	膨胀机	PLK-25/ 18.5-5.8		650×450×310	0.061		
	氧压机	3Z2-5.5/30	三级双作用无阀滑	1677×750×1840	4.2	JRa-250M-6 75kW	

- ① 充氧台和氧灌充器由用户任选其一。  
 ② 2-1.67/150和2Z 2.7-1.1/150型氧压机由用户任选其一。  
 ③ 充氧台和氧灌充器由用户选其一，2-1.67/150和2Z 2.7-1.1/150型氧压机由用户选其一。  
 ④ 可生产液氧。  
 ⑤ 配洗涤塔、干燥器。  
 ⑥ 该类型制氧设备有少部分工厂使用。  
 ⑦ 空气预冷器由用户选用。

## 第2节 热 交 换 器

### (一) 热交换器的技术规格与结构

分馏塔的热交换器的技术规格列于表6-2-1~表6-2-3, 其结构示于图6-2-1~图6-2-11。

表6-2-1 国产小型分馏塔热交换器技术规格

分馏塔 系列型号	绕管隔层	层次	管径× 壁厚 (mm)	管数	每层外径 (mm)	管子总长 (m)	绕管长 (m)	圈数	每圈 节距 (mm)	绕向	垫条 数量	垫条规格① (宽×厚×长) (mm)	
30	氮 气 隔 层	1	φ10× 1.5	2		44.3						10×0.8	
		2	φ10× 1.5	2		48.3						10×0.8	
		3	φ10× 1.5	2		52.3						10×0.8	
		4	φ10× 1.5	2		56.3						10×0.8	
	氧 气 隔 层	1	φ10× 1.5	2		48.3						10×0.8	
50	上 热 交 换 器	氧 气 隔 层	1	φ8×1	3	112.6	28.0	24.7	75.3	9	右	6	5×0.8×2130
			2	φ8×1	4	130.2	24.5	21.65	56.5	9	左	8	5×0.8×2136
			3	—	—	—	—	—	—	—	—	8	5×0.8×2130

(续)

分馏塔 系列型号	绕管隔层		层次	管径× 壁厚 (mm)	管数	每层外径 (mm)	管子总长 (m)	绕管长 (m)	圈数	每圈 节距 (mm)	绕向	绕条 数量	绕条规格① (宽×厚×长) (mm)	
50	上热 交换器	氮 气 隔 层	1	φ8×1	4	151.0	27.0	24.0	53.3	9	右	8	5×0.5×2130	
			2	φ8×1	5	169.8	24.5	21.6	42.6	9	左	12	5×1.4×2000	
			3	φ8×1	6	188.6	23.0	20.1	35.4	9	右	12	5×1.4×2000	
			4	φ8×1	6	207.4	25.0	22.2	35.4	9	左	12	5×1.4×2000	
			5	φ8×1	7	226.2	23.5	20.6	30.1	9	右	16	5×1.4×2000	
			6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	5×0.5×2130
	下热 交换器	氧 气 隔 层	1	φ8×1	2	114.0	23.5	20.6	61.9	9	右	8	5×1.5×1200	
			2	—	—	—	—	—	—	—	—	8	5×1.5×1200	
		氮 气 隔 层	1	φ8×1	2	138.0	25.0	22.2	54.5	9	左	8	5×1.5×1120	
			2	φ8×1	3	157.0	20.0	16.85	36.0	9	右	8	5×1.5×1120	
			3	φ8×1	4	178.0	17.5	14.4	26.9	9	左	12	5×1.5×1120	
			4	—	—	—	—	—	—	—	—	12	5×1.5×1120	
	缩分 热交换器		1	φ8×1	3	87.0	11.0	10.2	41	9	右	8	4×0.5×1060	
			2	φ8×1	3	104.6	13.3	12.5	41	9	左	12	4×0.8×1060	
			3	φ8×1	3	130.2	15.5	14.7	41	9	右	12	4×0.8×1060	
			4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	4×0.5×1060
150	热 交 换 器	氮 气 隔 层	1	φ10×1	2	135.6	30.6	28.4	72	10.5	右	6	0.8	
			2	φ10×1	2	158.6	33.4	31.2	67	11.25	左	6	1.5	
			3	φ10×1	2	181.6	33.4	31.2	58	13.05	右	6	1.5	
			4	φ10×1	3	204.6	31.5	29.3	48	10.5	左	8	1.5	
			5	φ10×1	3	227.6	33.6	31.4	46	10.96	右	8	1.5	
			6	φ10×1	3	250.6	33.2	31.0	41	12.3	左	8	1.5	
			7	φ10×1	4	273.6	32.0	29.8	36	10.5	右	10	1.5	
			8	φ10×1	4	296.6	33.7	31.5	35	10.8	左	10	1.5	
			9	φ10×1	4	319.6	33.3	31.1	32	11.8	右	10	1.5	
			10	φ10×1	5	342.6	32.4	30.2	28.8	10.5	左	10	1.5	
	I	氧 气 隔 层	1	φ10×1	4	366.6	30.2	28.0	25	10.5	右	12	1	
			2	φ10×1	4	388.6	31.9	29.7	25	10.5	左	12	1	
		缩分 层	1	φ10×1	6	412.6	21.2	19.0	15	11.5	右	14	0.8	
	热 交 换 器	氮 气 隔 层	II	1	φ10×1	2	145.0	25.6	23.4	55	10.5	右	6	1
				2	φ10×1	2	167.0	26.9	24.7	50	11.5	左	6	1
				3	φ10×1	3	189.0	22.8	20.6	36.6	10.5	右	6	1
4				φ10×1	3	211.0	25.3	23.1	36.6	10.5	左	8	1	
5				φ10×1	3	233.0	28.0	25.8	36.6	10.5	右	8	1	
6				φ10×1	3	255.0	26.8	24.6	32.0	12.3	左	8	1	
7				φ10×1	4	277.0	25.3	23.1	27.5	10.5	右	10	1	
8				φ10×1	4	299.0	27.2	25.0	27.5	10.5	左	10	1	
9				φ10×1	4	321.0	27.3	25.1	25.7	11.25	右	10	1	
10				φ10×1	5	343.0	25.3	23.1	22.0	10.5	左	10	1	

(续)

分馏塔 系列型号	绕管隔层	层次	管径× 壁厚 (mm)	管数	每层外径 (mm)	管子总长 (m)	绕管长 (m)	圆整	每隔 节距 (mm)	绕向	绕条 数	绕条规格① (宽×厚×长) (mm)			
150	热 交 换 器	氧 气 隔 层	1	φ10×1	4	366.6	27.0	24.8	22.0	10.5	右	12	0.8		
		2	φ10×1	5	378.2	23.2	21.0	17.6	10.5	左	12	0.8			
300/2	氧 气 隔 层	1	φ10×1.5	2	129±1	28.0	26.8	71.5		右	6	8×0.5×1510			
		2	φ10×1.5	3	151±1	22.3	21.1	47.7		左	6	8×1×1510			
		3	φ10×1.5	3	173 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub>	25.6	24.4	47.7		右	6	8×1×1510			
		4	φ10×1.5	3	195 <sup>+1.5</sup> <sub>-3</sub>	29.0	22.7	47.7		左	6	8×1×1510			
		5	φ10×1.5	4	217 <sup>+1.5</sup> <sub>-3</sub>	24.5	23.3	35.8		右	8	8×1×1510			
		6	φ10×1.5	4	239 <sup>+2</sup> <sub>-4</sub>	27.0	25.8	35.8		左	8	8×1×1510			
		7	φ10×1.5	4	261 <sup>+2</sup> <sub>-4</sub>	29.4	28.2	35.8		右	8	8×1×1510			
		8	φ10×1.5	5	283 <sup>+2</sup> <sub>-4</sub>	25.8	24.6	28.6		左	10	8×1×1510			
	微 分 隔 层	1	φ10×1.5	3	306 <sup>+2</sup> <sub>-4</sub>	30.6	28.0	30.0		右	12	8×6.5×955			
		2	φ10×1.5	4	328 <sup>+2</sup> <sub>-4</sub>	25.6	22.5	22.5		左	12	8×1×955			
FL-300 /300	氧 氮 热 交 换 器	氧 气 隔 层	1	φ8×0.75	4	100	30.8	29.8	95.0		左	8	5×0.8		
			2	φ8×0.75	5	118	29.2	28.2	76.0		右	12	5×1.5		
			3	φ8×0.75	5	146	33.5	32.5	76.0		左	12	5×1.5		
			4	φ8×0.75	6	154	30.0	29.0	64.3		右	12	5×1.5		
			5	φ8×0.75	7	172	30.3	29.3	54.3		左	12	5×1.5		
			6	φ8×0.75	8	190	29.3	28.3	47.5		右	16	5×1.5		
			7	φ8×0.75	8	208	32.0	31.0	47.5		左	16	5×1.5		
			8	—	—	—	—	—	—		—	18	5×0.8		
	换 器	氧 气 隔 层	1	φ8×0.75	10	228	28.2	27.2	38		右	18	5×0.8		
			2	φ8×0.75	10	246	30.3	29.3	38		左	18	5×1.5		
			3	φ8×0.75	11	264	29.6	28.6	34.5		右	18	5×1.5		
			4	φ8×0.75	12	282	29.0	28.0	31.6		左	18	5×1.5		
			5	—	—	—	—	—	—		—	22	5×0.8		
			污 氮 热 交 换 器	污 氮 隔 层	1	φ8×0.75	5	150.5	35.0	32.0			右	10	0.8
					2	φ8×0.75	6	169	32.1	30.1			左	10	1.5
3	φ8×0.75	6			187.5	35.4	33.4			右	12	1.5			
4	φ8×0.75	7			206	33.7	31.7			左	12	1.5			
5	φ8×0.75	7			224.5	36.5	34.5			右	16	1.5			
6	φ8×0.75	8			243	34.9	32.9			左	16	1.5			
7	φ8×0.75	9			261.5	33.1	31.1			右	16	1.5			
8	φ8×0.75	9			280	35.4	33.4			左	18	1.5			
9	φ8×0.75	10	298.5	34.6	32.6			右	18	1.5					
10	φ8×0.75	10	317	36.7	34.7			左	18	1.5					
11	φ8×0.75	11	335.5	35.1	33.1			右	20	1.5					
12	φ8×0.75	12	354	34.3	32.3			左	20	1.5					
13	φ8×0.75	12	372.5	36.0	34.0			右	22	1.5					
14	φ8×0.75	13	391	35.8	33.8			左	24	1.5					
15	φ8×0.75	14	409.5	34.3	32.3			右	24	1.5					
16	—	—	—	—	—	—		—	24	0.5					

① 绕条规格栏中，一个数据的表示其厚度，两个数据表示宽×厚。

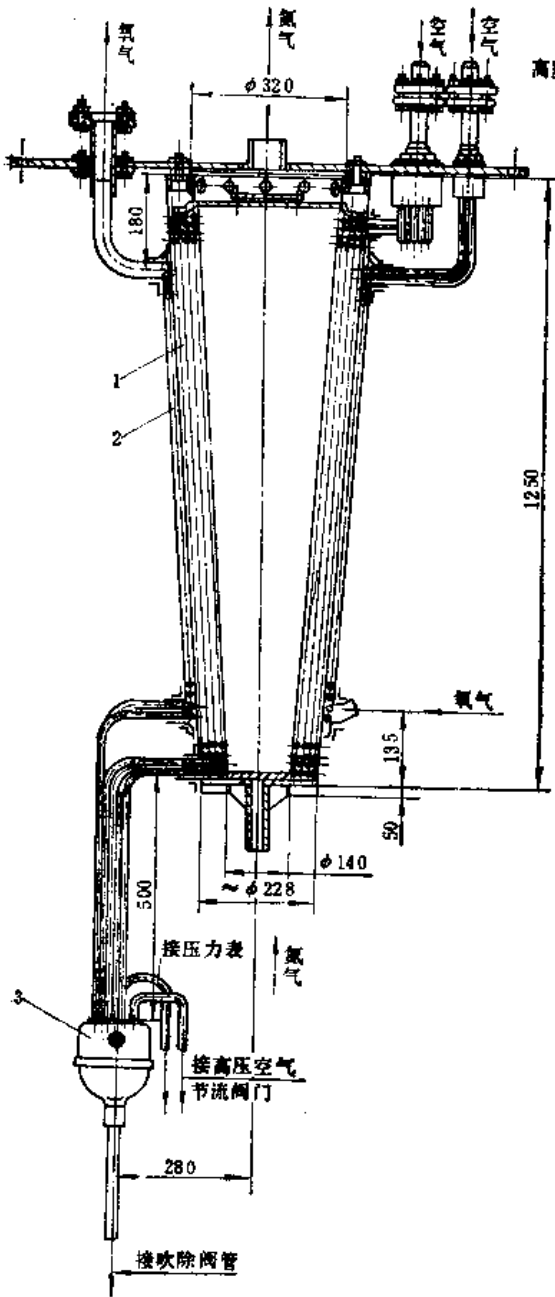


图6-2-1 国产30型分馏塔的热交换器  
1—氮气隔层 2—氧气隔层 3—集合器

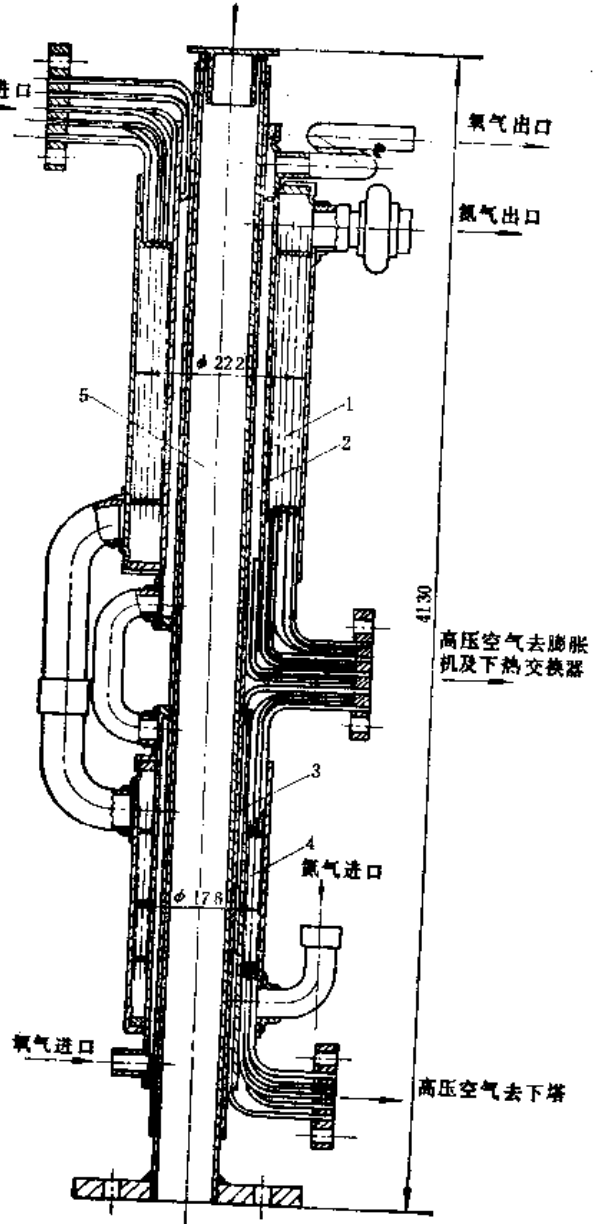


图6-2-2 国产50型分馏塔的热交换器  
1, 4—氮气隔层 2, 3—氧气隔层 5—中心支柱



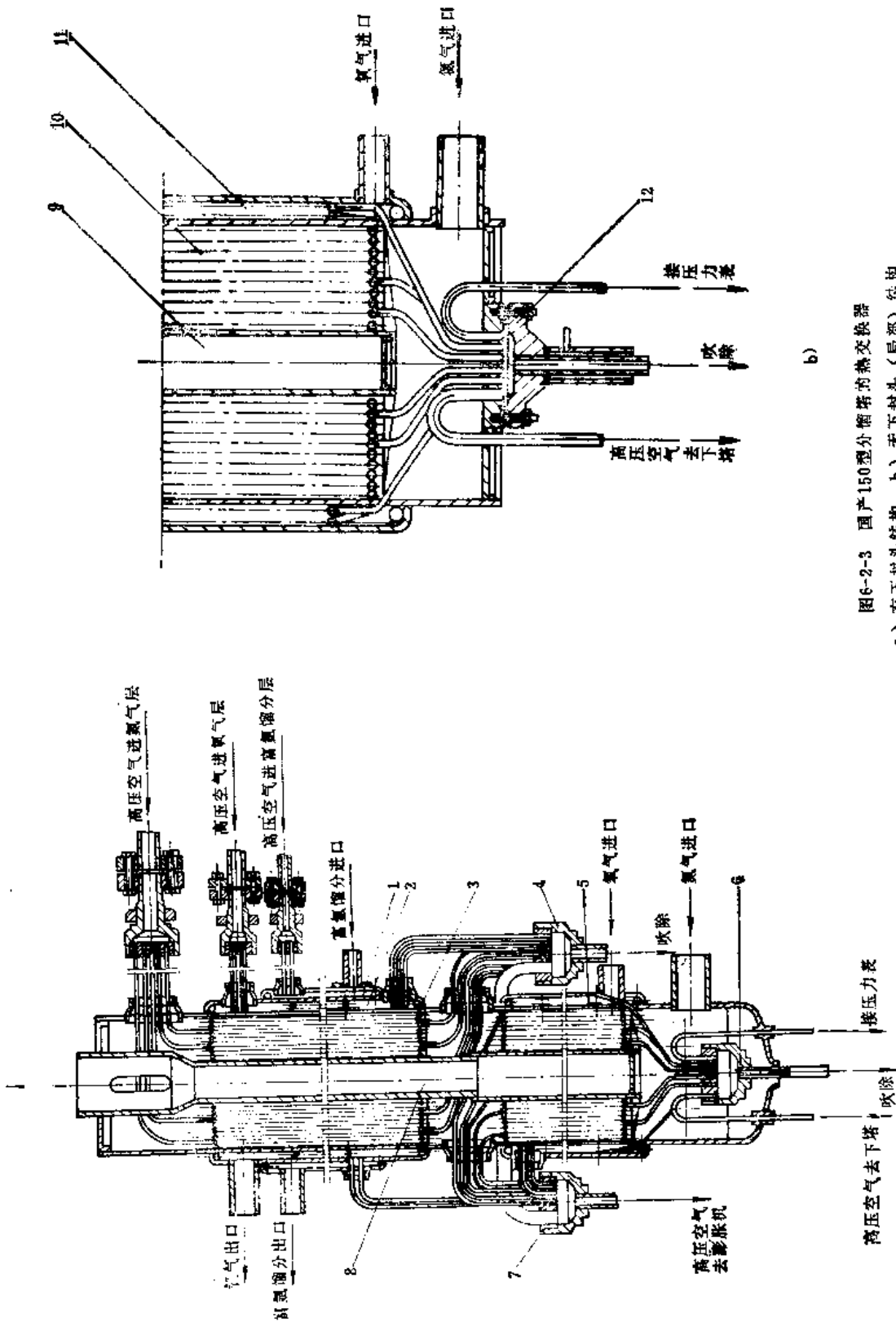


图6-2-3 国产150型分馏塔的热交换器

a) 有下封头结构 b) 无下封头(局部)结构

1—筛分隔层 2、5、11—氮气隔层 3、10—氧气隔层 4、6、7、12—集合器  
8、9—中心支柱

表6-2-2 国产小型分馏塔液空(液氮)过冷器技术规格

分馏塔 系列型号	名称	层次	管径×壁厚 (mm)	管数	每层中径 (mm)	管子总长 (m)	绕管长 (m)	圈数	绕向	垫条 数量	垫条规格③ (宽×厚×长) (mm)		
50①	液空过冷器	1	φ8×1	2	67	8.5	7.95	37.5	右	6	5×2×920		
		2	φ8×1	3	89	7.7	7.1	25					
		3	φ8×1	3	111	9.5	8.9	25	右	6	5×3×920		
		4	—										
	液氮过冷器	1	φ8×1	2	67	5.0	4.45	21	右	6	5×2×520		
		2	φ8×1	3	89	4.5	3.95	14					
		3	φ8×1	3	111	5.5	4.95	14	右	6	5×3×520		
		4	—										
150②	液空(液氮)过冷器	1	φ10×1	2	84	—	7.1	24	左	6	8×2×534		
		2	φ10×1	3	112		6.4	16					
		3	φ10×1	3	140	—	7.85	16	左	6	8×4×534		
		4	φ10×1				4	168				7.1	12
		5	—	—	—	—	—	—	6	8×2×534			
FL-300 /300	液 氮 过 冷 器	内 隔 层 ( 纯 氮 )	1	φ8×0.75	3	99	11.7	10.7	34.5	左	8	1	
			2	φ8×0.75	3	119	13.9	12.9	34.5				右
			3	φ8×0.75	4	139	—	12.35	11.35	26	左	12	2.5
			4	φ8×0.75									
			5	—	—	—	—	—	—	—	16	1	
			外 隔 层 ( 污 氮 )	1	φ8×0.75	3	183	16.4	15.4	27	左	16	1
				2	φ8×0.75	4	203	13.75	12.75	20			
	3	φ8×0.75		4	223	—	15.0	14.0	20	左	16	2.5	
	4	φ8×0.75											4
	5	φ8×0.75		4	263	—	17.5	16.5	20	左	18	2.5	
	6	φ8×0.75											5
	7	—		—	—	—	—	—	—	—	18	1	

① 50型分馏塔液氮过冷器与液空过冷器有一体结构和分开单独结构两种。

② 150型分馏塔液氮过冷器与液空过冷器结构相同。

③ 垫条规格栏中，一个数据的表示其厚度。

表6-2-3 FL-300/300型分馏塔液化器技术规格

名称	层次	管径×壁厚 (mm)	管数	每层中径 (mm)	管子总长 (m)	绕管长 (m)	圈数	绕向	垫条 数量	垫条规格 (厚度) (mm)	
FL-300/300 液化器 上 部	1	φ8×0.75	2	117	10.18	8.68	23.6	右	8	0.5	
	2	φ8×0.75	2	135.5	11.50	10.00	23.6				左
	3	φ8×0.75	2	154	—	12.90	11.40	23.6	右	10	1.5
	4	φ8×0.75									
	5	φ8×0.75	2	191	—	15.05	13.55	23.6	右	12	1.5
	6	φ8×0.75									
	7	φ8×0.75	3	228	—	12.75	11.25	15.7	右	16	1.5
	8	φ8×0.75									
	9	φ8×0.75	3	265	—	14.60	13.10	15.7	右	16	1.5
	10	φ8×0.75									
	11	φ8×0.75	4	302	—	12.90	11.40	11.8	右	18	1.5
	12	φ8×0.75									

(续)

名称	层次	管径×壁厚 (mm)	管数	每层中径 (mm)	管子总长 (m)	管长 (m)	圈数	绕向	垫条 数量	垫条规格 (厚度) (mm)	
FL-300/30 液化器	上部	13	4	339	14.10	12.50	11.8	右	20	1.5	
	液化器	14	—	—	—	—	—	—	20	0.5	
	下部	1	$\phi 8 \times 0.75$	4	117	10.58	8.78	23.9	右	8	0.5
		2	$\phi 8 \times 0.75$	5	135.5	9.67	8.17	19.2	左	10	1.5
		3	$\phi 8 \times 0.75$	6	154	9.18	7.68	15.9	右	10	1.5
		4	$\phi 8 \times 0.75$	6	172.5	10.11	8.61	15.9	左	12	1.5
		5	$\phi 8 \times 0.75$	7	191	9.72	8.22	13.7	右	12	1.5
		6	$\phi 8 \times 0.75$	8	209.5	9.39	7.89	12.0	左	16	1.5
		7	$\phi 8 \times 0.75$	8	228	10.09	8.59	12.0	右	16	1.5
		8	$\phi 8 \times 0.75$	9	246.5	9.71	8.21	10.6	左	16	1.5
		9	$\phi 8 \times 0.75$	10	265	9.50	8.00	9.6	右	16	1.5
		10	$\phi 8 \times 0.75$	11	283.5	9.25	7.75	8.7	左	18	1.5
		11	$\phi 8 \times 0.75$	11	302	9.75	8.25	8.7	右	18	1.5
		12	$\phi 8 \times 0.75$	12	320.5	9.50	8.00	7.95	左	18	1.5
13	$\phi 8 \times 0.75$	12	339	9.97	8.47	7.95	右	20	1.5		
14	—	—	—	—	—	—	—	20	0.5		

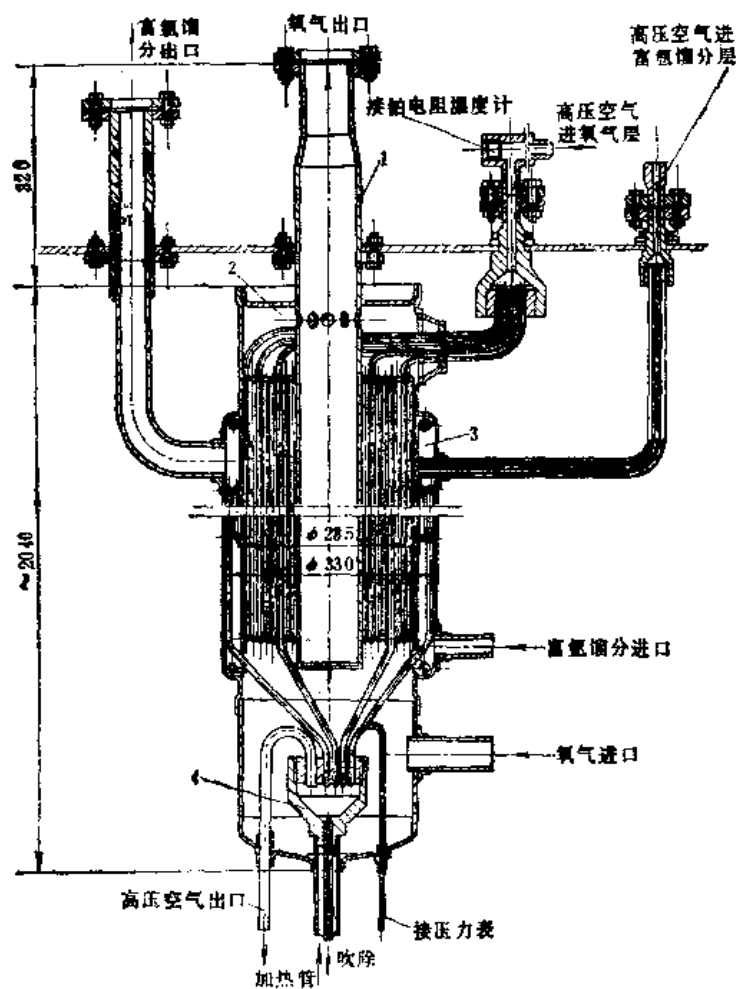


图6-2-4 国产300/2型分馏塔的热交换器

1—中心支柱 2—氧气隔层 3—馏分分层 4—集液器

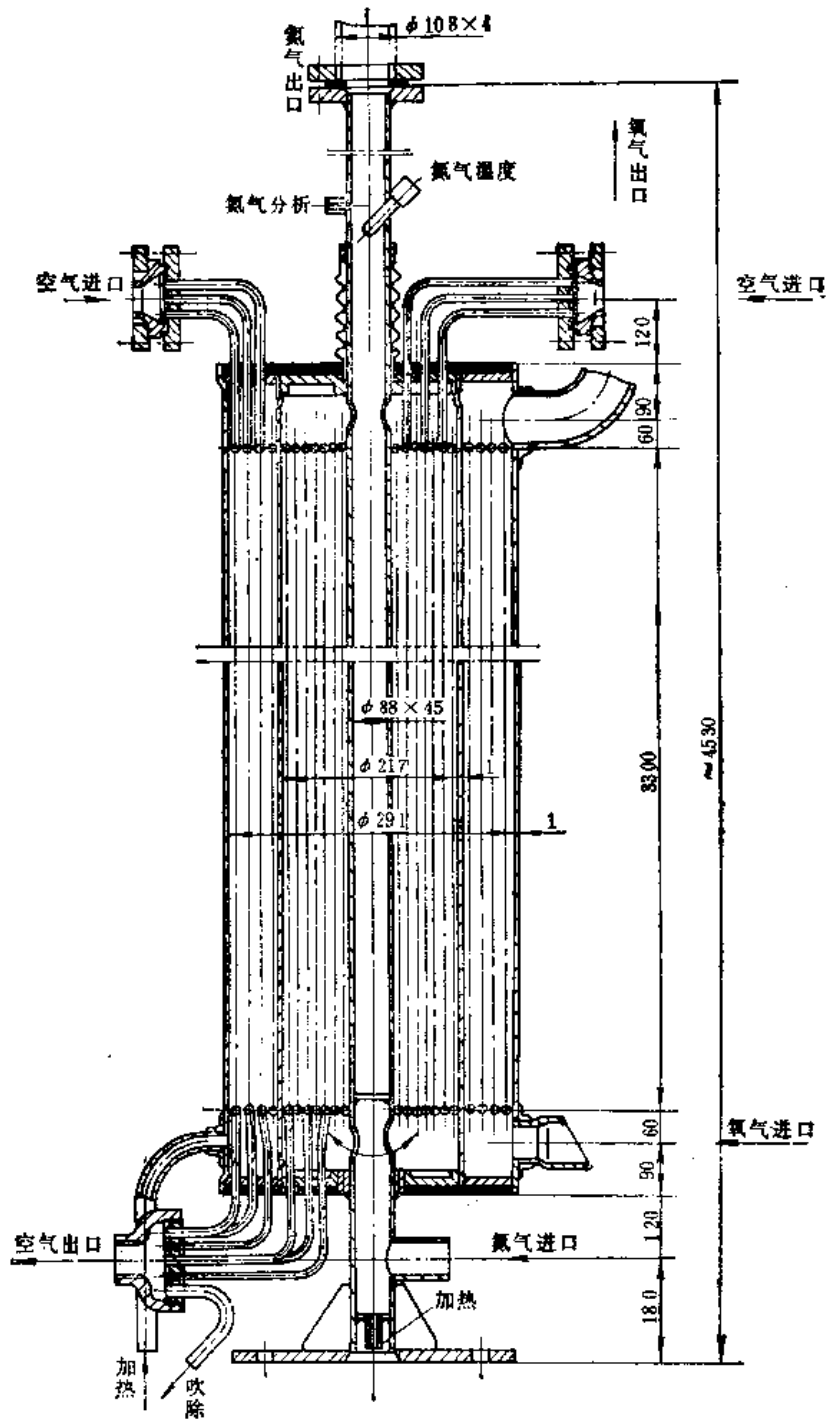


图6-2-5 国产FL-300/300型分馏塔的氧、氮热交换器

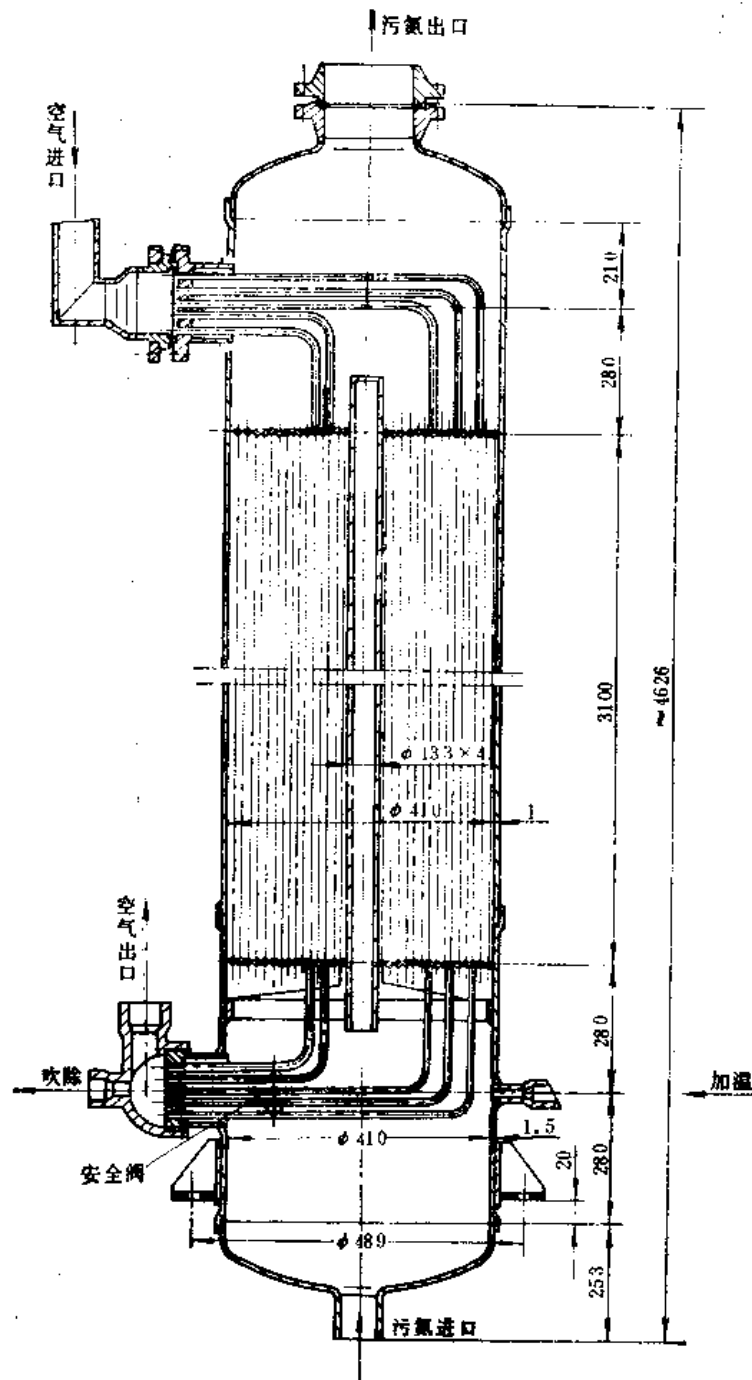


图6-2-6 国产FL-300/300型分馏塔的污氮热交换器

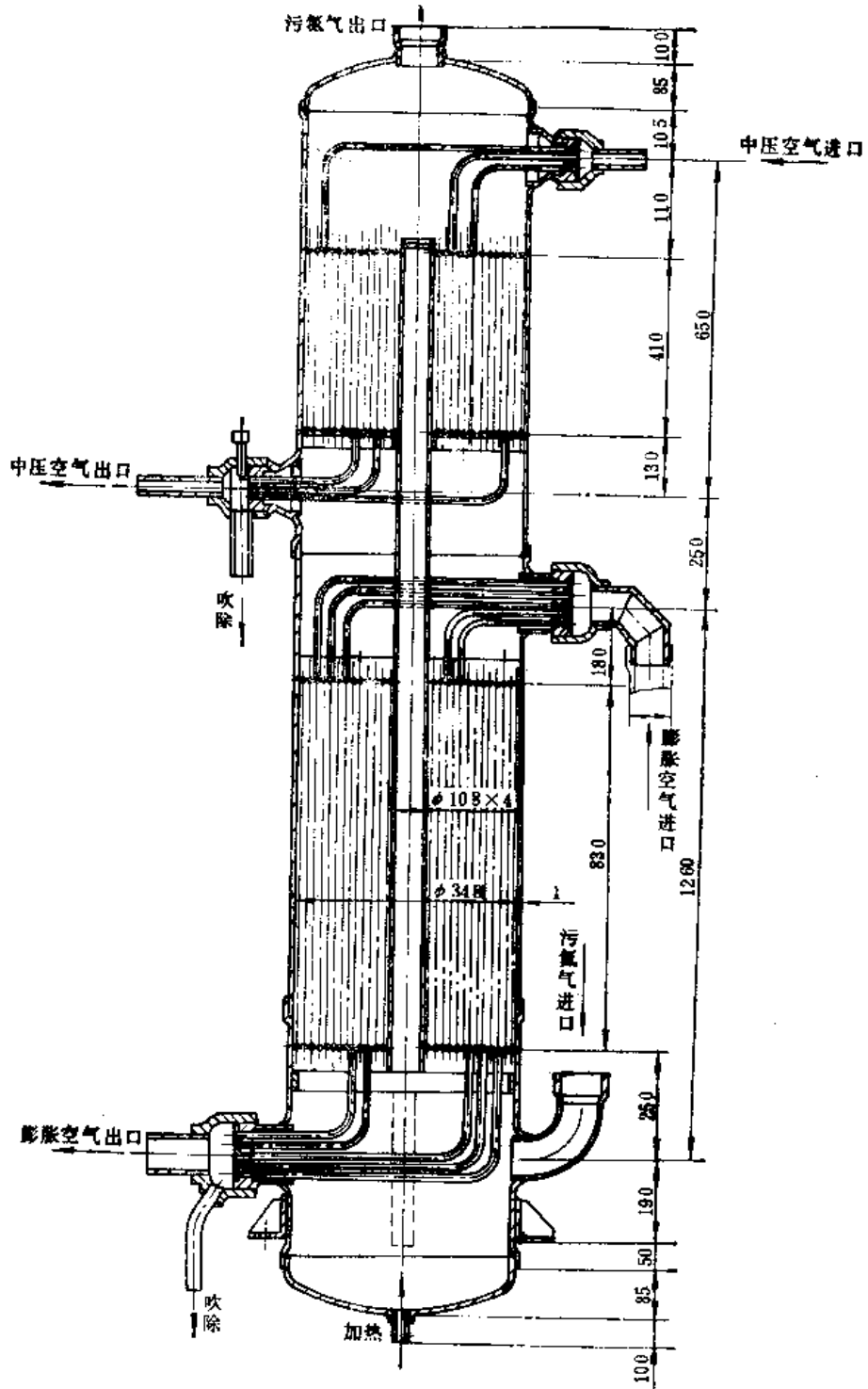


图6-2-7 国产FL-300/300型分馏塔的液化器

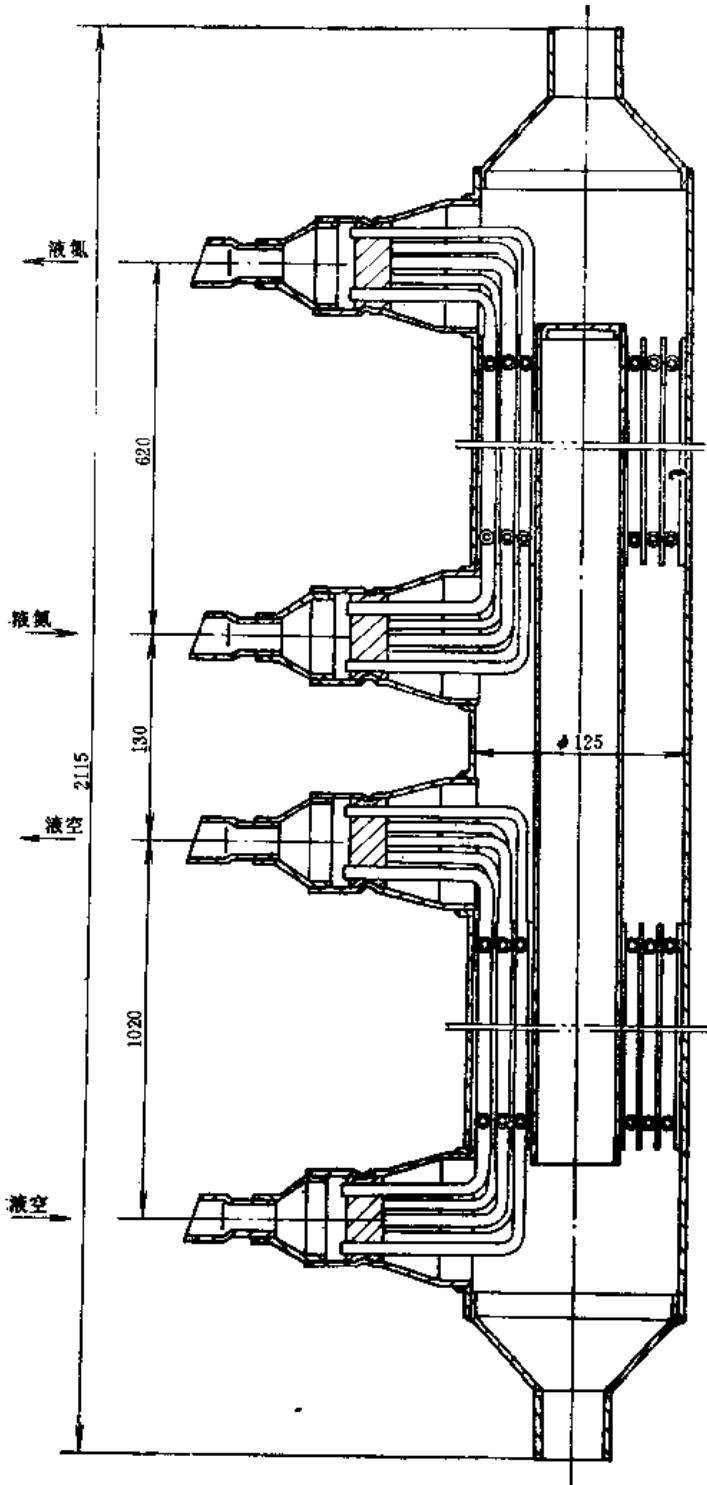


图6-2-8 国产50型分馏塔的液空(液氮)过冷器

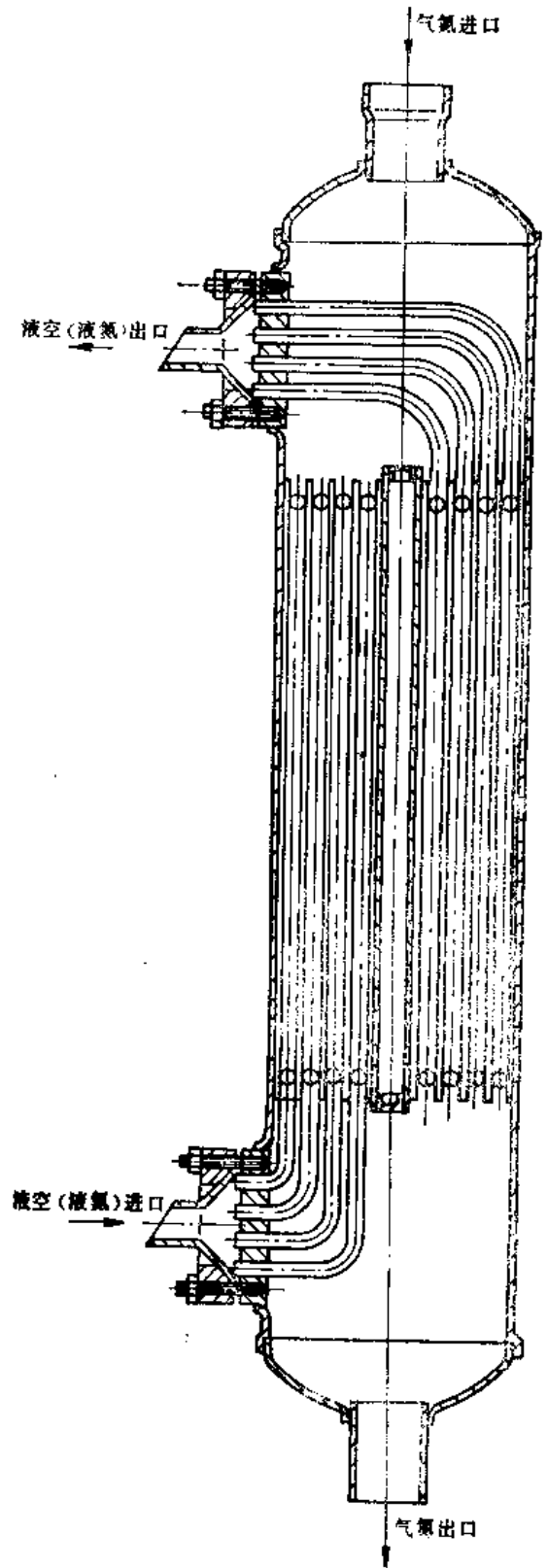


图6-2-9 国产150型分馏塔的液空(液氮)过冷器

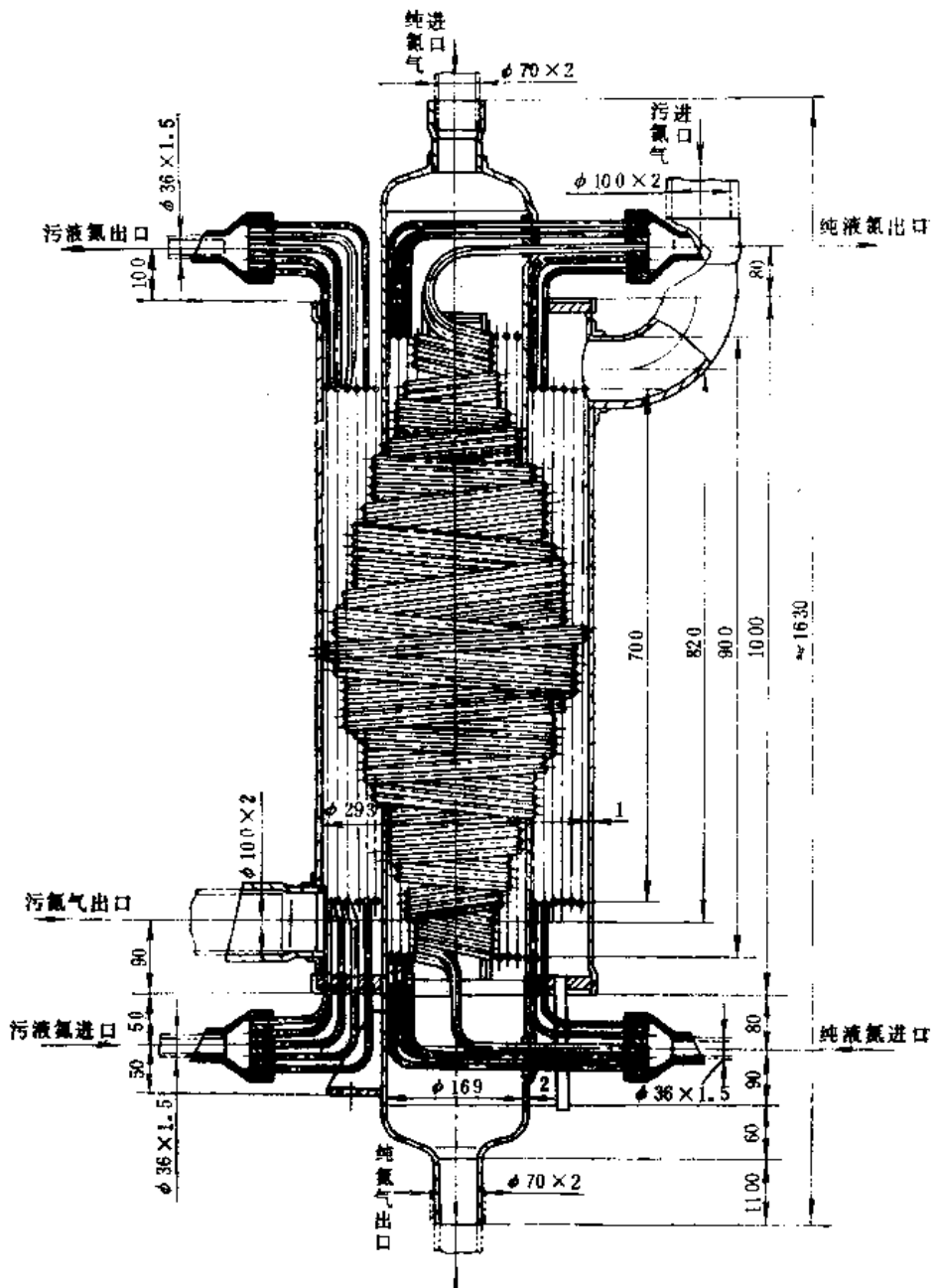


图6-2-10 国产FL-300/300型分馏塔的液氮过冷却器



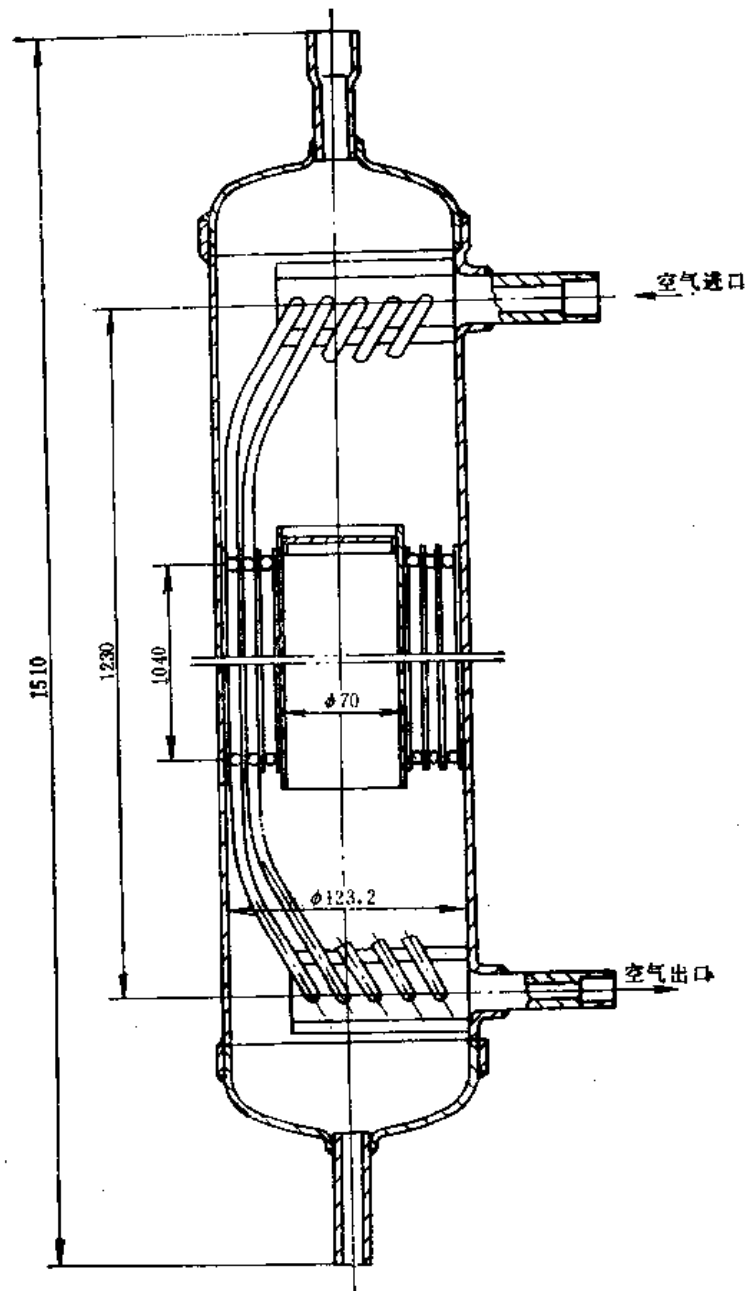


图6-2-11 国产50型分馏塔的分馏热交换器

## (二) 热交换器的故障检查与修理

### 1. 不取下热交换器检查故障的方法

热交换器不取下时检查故障的方法列于表6-2-4。

经过上述初步检查后，如查明铜管，隔层内筒和外筒确有破裂泄漏，则应进一步查明其破裂泄漏的部位。

铜管的破裂部位（以国产150型分馏塔为例）可用下列方法确定：

1) 将氧气和馏分气体的进口管与分馏塔接管脱开，将分馏塔接管口处用盲板堵死。

2) 在氧气和馏分进口处各焊一接头，用胶管各接一个U形差压管，里面装满清水，并将氧气、氮气及馏分阀门关闭（必须将阀门关严或用盲板堵死）。

表6-2-4 热交换器的故障及其检查方法

检查步骤	故障	检查方法
运转中 检查	铜管破裂	1. 在操作条件不变的情况下, 有时热交换器热端的温差会显著增加 2. 从热交换器前和热交换器后取氧气及氮气的试样做比较分析, 如两点的氧气纯度有显著差别, 则说明氧气隔层内的铜管破裂, 如氮气纯度有显著差别, 则说明氮气隔层内的铜管破裂 (或隔层内筒泄漏)
	隔层内筒泄漏	氧气流到氮气隔层中去, 从而氧气产量减少, 热交换器前和热交换器后的氮气纯度有显著差别
	外筒泄漏	1. 隔层流出的分馏气体产量减少 2. 保温壳有冻霜出现
加温 and 拆除绝热物后的检查	筒壳泄漏	开动空气压缩机, 使压缩空气流经热交换器, 打开高压空气节流阀门, 使下分馏筒内压力保持 0.49MPa, 再打开液体空气 (或液体氮气) 节流阀门, 在上分馏筒内压力维持在 0.049MPa, 用肥皂液涂抹热交换器表面所有焊接处, 检查之
	铜管破裂	关闭高压空气、液空和液氮等节流阀, 氧气、氮气排放阀, 以及分馏塔上所有调节、吹除及分析取样阀门, 当高压空气流入热交换器达到最大工作压力时, 将高压空气入分馏塔热交换器的阀门关闭, 观测上分馏筒的压力计, 如指针上升, 则说明铜管已破裂

3) 打开高压空气进热交换器各阀及高压空气压力表阀, 关闭其余各阀, 通入的高压空气使热交换器内保持 4.9MPa 压力, 如上塔压力上升, 则说明氮气隔层内的铜管有泄漏; 如氧气或馏分进口处连接的 U 形差压管中水面上升或吹出时, 则说明氧气或馏分隔层内的铜管有泄漏。

4) 确定热交换器 I 或 II 某个隔层内的铜管泄漏方法是:

将热交换器 I 与 II 中间的高压空气连接管封死, 先检查热交换器 I。关闭热交换器中部吹除阀和高压空气进馏分隔层阀及氧气、氮气、馏分排出阀, 并关闭液空、液氮节流阀, 与下塔隔绝, 使高压空气进入热交换器 I 的氧气和氮气隔层内的铜管

中, 将空压机压力保持在 4.9MPa 压力 (此时分馏塔上高压表已切断)。如上塔压力上升, 则说明热交换器 I 中氮气隔层铜管有泄漏; 如氧气隔层连接的 U 形管中水面上升或吹出, 则说明热交换器 I 中氧气隔层中铜管有泄漏。

检查热交换器 II: 关闭高压空气进氧气隔层和氮气隔层的阀门及热交换器下部吹除阀, 高压空气进膨胀机阀以及各节流阀。打开高压空气进馏分隔层的阀门, 使高压空气进入热交换器 II 的氮气隔层和氧气隔层的铜管中, 并保持 4.9MPa 压力。用与检查热交换器 I 的同样观察方法, 即可确定热交换器 II 的氮气隔层、氧气隔层中有铜管泄漏。

隔层内筒泄漏部位的检查: 关闭氮气、氧气和馏分的排出阀门及液空、液氮节流阀。将氧气进口处连接的 U 形差压管拔去, 用胶管接上氮气瓶和压力表, 气瓶上安有减压阀。通入氮气, 使氧气隔层内保持 0.049MPa 压力。如馏分进口处连接的 U 形差压管中液面上升或吹出时, 则说明氧气与馏分之间的隔层内筒泄漏; 如上塔压力上升时, 则说明氧气与氮气之间的隔层内筒泄漏。但还必须进一步来检查是热交换器 I 或 II 的部位。这时必须将热交换器 I 和 II 之间的氧气隔层连接管切断并封死, 在氧气排出口再接一 U 形差压管。在氮气隔层内通入 0.049MPa 压力的氮气, 当发现氧气隔层进出口两个 U 形差压管中, 某一个液面有上升或吹出时, 即可确定隔层内筒泄漏的部位。

外筒泄漏部位的检查: 可将热交换器低压部分充以 0.049MPa 压力, 然后在外部用肥皂溶液涂抹检查。

## 2. 取下热交换器铜管泄漏部位检查方法

当确定热交换器内铜管泄漏后, 必须将热交换器拆下, 对铜管逐根检查, 找出某根铜管泄漏。其检查方法, 列于表 6-2-5, 并参阅图 6-2-12。

## 3. 热交换器的修理方法

(1) 铜管泄漏的修理方法 对泄漏的铜管, 可采用堵管的方法进行修理。用紫铜车一长 20~30mm、直径比铜管内径小 0.5mm 左右的堵塞, 并挂锡, 将泄漏的铜管两端内壁用刮刀清除氧化层, 将堵塞轻轻打入并与管壁贴合, 塞入深度 25~35mm, 将铜管两端用锡铅焊料封平。

堵管的总数不能超过热交换器铜管总数的 15%, 否则会使传热面积减少过多, 影响传热效果。

表6-2-5 钢管泄漏的检查方法

泄漏部位	检查方法	备注
热交换器 I 氮气隔层	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 将热交换器氮气进口和出口管及热交换器底部封头通向加温的管端用盲板堵死, 并在氧气出口管的盲板上接通 0~0.098 MPa 压力表</li> <li>2. 将管板 1 和 4 上的集合器取下</li> <li>3. 在管板 1 的各管端中分别通以气体, 在管板 4 处找出相应的管子另一端, 并加锥形橡胶塞 9, 垫以 2 mm 厚的钢板 10, 并旋紧法兰盘 11 上的螺钉 12, 将其密封</li> <li>4. 用气嘴 (见图 6-2-13) 将各管中通气进行试验<sup>①</sup>, 如氮气隔层压力上升, 则说明该管已经泄漏</li> </ol>	如上部氮气隔层与氧气隔层内部都有钢管泄漏, 可将管板 4 的管子全部用锥形胶塞 9 堵塞, 然后用法兰盘 11 密封, 再分别将管板 1、2 全部管子逐根检查
热交换器 I 氧气隔层	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 将热交换器氧气进口和出口管用盲板堵死, 并在氧气出口的盲板上接通 0~0.098 MPa 压力表一只</li> <li>2. 将管板 2 及 4 上的集合器取下</li> <li>3. 在管板 2 的各管端中通以气体, 在管板 5 处找出相应的管子另一端, 用氮气隔层同样的检查方法, 找出氧气隔层的泄漏管</li> </ol>	
热交换器 I 馏分隔层	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 将热交换器馏分的进口和出口管用盲板堵死, 并在馏分出口的盲板上接通 0~0.098 MPa 压力表一只</li> <li>2. 将管板 3 和 5 上的集合器取下</li> <li>3. 在管板 3 的各管端中通以气体, 在管板 5 处找出相应的管子另一端, 用氮气隔层同样的检查方法, 找出馏分隔层的泄漏管</li> </ol>	
热交换器 II 氮气隔层	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 将热交换器底部封头取下 (对没有底部封头的 150 型分馏塔的热交换器, 可直接将下部集合器取下), 再将管板 5 及 6 上的集合器取下, 在管板 6 上装配与其螺纹相配合的用普通碳钢制成的并挂锁的圆盘 7, 并将钢制的锥体 8 装配在氮气隔层筒壳下端与圆盘 7 之间, 并用锡铅焊料钎焊密封</li> <li>2. 在管板 5 的氮气隔层各钢管中, 分别通以气体, 在管板 6 端找出相应的管端做上标记</li> <li>3. 将氮气隔层的钢管在管板 5 的一端加锥形胶塞, 用法兰密封</li> <li>4. 在管板 6 端氮气隔层钢管中, 用气嘴逐根检查, 即可找出泄漏管</li> </ol>	如下部氮气隔层及氧气隔层都有钢管泄漏, 可将管板 5 的管子全部用锥形橡胶塞 9 堵塞, 然后用法兰盘密封, 再分别将管板 6 全部管子逐根检查
热交换器 II 氧气隔层	检查方法同上一栏, 但只将其中第二条改为检查氧气隔层中的钢管即可	

① 上述试验, 应用洁净的压缩空气或氮气, 经减压阀, 用橡胶管连接另一端的气嘴 (见图 6-2-13), 试验压力为 0.49~0.98 MPa, 为避免低压隔层爆破, 试验时, 压力应缓慢上升, 并注意低压部分压力上升或超压。

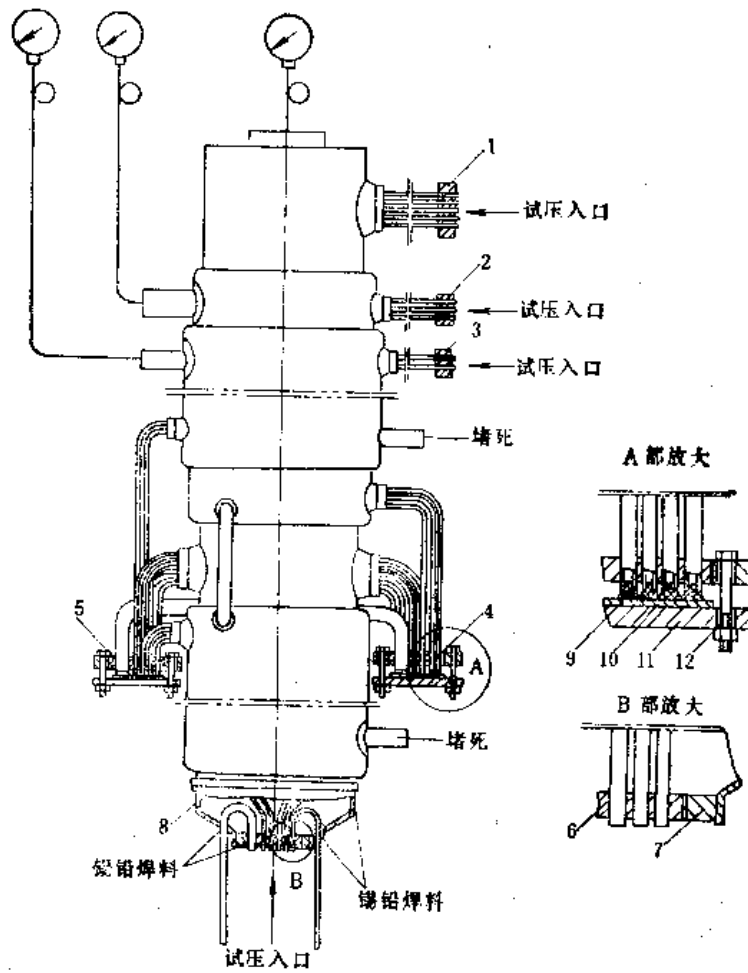


图6-2-12 热交换器铜管泄漏的检查方法

1、2、3、4、5、6—盖板 7—圆盘 8—锥体 9—橡胶塞 10—铜板 11—法兰盘 12—螺钉

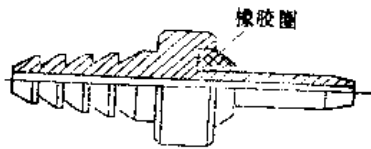


图6-2-13 气嘴

(2) 隔层筒壳泄漏修理方法 热交换器隔层外部筒壳泄漏可用补焊方法进行修复。当纵焊缝锡焊处泄漏时，采用锡铅焊料补焊；当在筒壳银焊处泄漏时，必须将泄漏处用刮刀刮去氧化层，采用银焊料补焊。补焊时宜快且牢。在焊区周围用湿布进

行冷却，避免隔层内焊锡点熔化。

热交换器内部隔层筒壳泄漏，必须将外层的绕管和筒壳拆掉，补焊后重新绕管。

(3) 国产50型分馏塔中的热交换器的典型修理 在生产中常在中心管与上、下盖板焊接处产生破裂，这主要由于中心管系钢制，而上、下盖板系铜制，当设备经多次运行和加温时，二者金属热膨胀系数不同，产生内部应力，使焊缝处破裂。应参照图6-2-14进行修理。将上、下盖板2和4与中心管3焊接处烤开，上、下各加一个1mm厚的由T2铜板制成的补偿接头1和5，补偿接头与中心管和盖板的连接，均用铜-锌焊料焊接（必须注意，补偿接头与盖板焊接端应与中心管脱开）。

表6-2-6 铜管外径的允许公差 (mm)

外径	公称尺寸	6	7	8	9	10
	公差	-0.15	-0.15	-0.20	-0.20	-0.20

表6-2-7 铜管壁厚的允许公差 (mm)

壁厚	公称尺寸	0.5	0.75	1.0	1.5
	公差	±0.10	±0.10	±0.10	±0.15

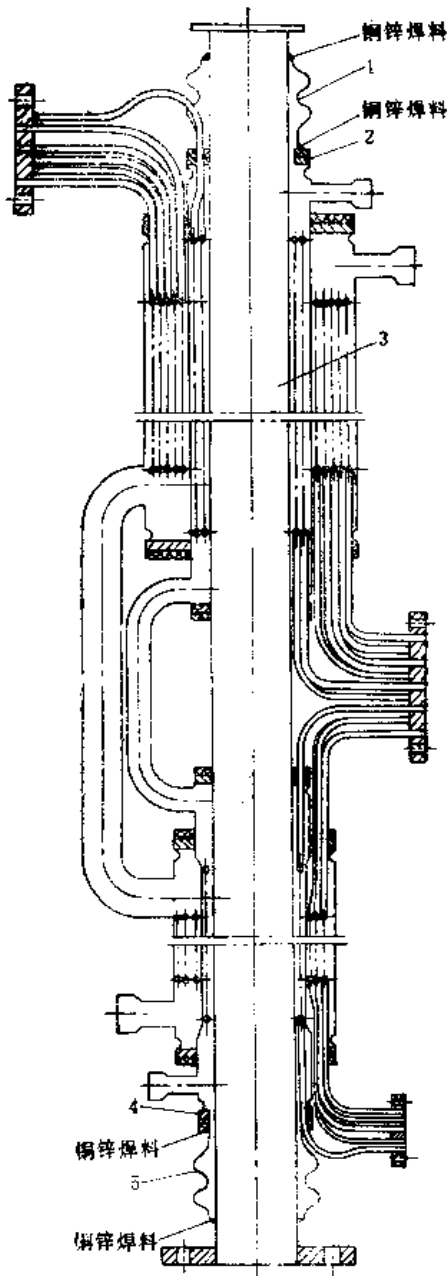


图6-2-14 国产50型分馏塔中热交换器  
典型修理示意图

1、5—补偿接头 2—上盖板 3—中心管 4—下盖板

### (三) 横流蛇管式热交换器零件的技术条件

#### 1. 热交换器的铜管

1) 铜管材料为T2-M, 其外径和壁厚公差应符合表6-2-6及表6-2-7的规定。

2) 铜管外表面不得有裂纹、重皮和局部凸出等缺陷, 但对凹痕、刻痕和毛刺等缺陷可进行修理, 但修理的管壁应符合表6-2-7的规定。

3) 铜管须经退火处理, 在全长范围内软性均匀, 并按绕管机架滚相应直径绕成圆盘。

4) 每根铜管的长度不得短于12m, 绕制热交换器时, 铜管总长在12m以上时允许焊接。

5) 管接头应采用料302银钎料渗透焊接, 接头应同轴, 光滑平整, 不应有烧伤、堵塞管孔和管外挂瘤等缺陷。管头一端的扩口长度应为管直径的1.5倍, 渗透深度得不少于接头长度的2/3。

6) 铜管焊接前, 由负责焊工用与制件相同的材料、焊料和焊接工艺方法, 焊试验接头数个, 用手锯剖开, 观测其渗透情况, 没有缺陷时, 方允许正式焊接。

7) 管接头焊好后, 应用X光检查焊缝质量, 抽检数为10%。如发现缺陷, 抽检数应增加到30%; 仍发现缺陷时, 必须逐个检查, 将有缺陷的管接头切去, 重新焊接。

8) 焊接后, 将每盘铜管进行水压试验, 试验压力为最高工作压力的1.5倍, 时间不少于10min, 再以最高工作压力的1.15倍作气压试验, 时间不少于1h, 不得有泄漏和变形。

#### 2. 中心管

1) 中心管应用10号或20号无缝钢管或H62黄铜管制成。用黄铜管时, 表面须进行金黄处理; 用无缝钢管时, 表面须经盐酸浸洗除锈, 再进行挂锡处理。

2) 中心管应预先校直, 垂直度误差应在1000:1范围内。圆柱度误差和外径偏差应在7级精度范围内。凹陷和凸出不得超过圆柱度公差范围。

#### 3. 管板和集合器

1) 低于-60°C以下的管板和集合器, 应采用HFe59-1-1铁锰黄铜或HPb59-1铅黄铜制成; 高于

-60°C的可采用10号或20号钢制成。

2) 管板和集合器坯料允许锻压制成, 但不允许有裂纹和重皮等缺陷。

3) 管板上圆孔中心线与管板平面的垂直度偏差不许大于100:2。

4) 管板和集合器的螺纹应达到三级精度。

#### 4. 筒壳

1) 筒壳应采用T3铜板制成, 板材表面不得有裂纹、重皮、斑点和凸凹痕迹等缺陷。

2) 筒壳板材应预先退火处理, 最好以一块板材制成。如不能以一块板材制成时, 允许纵向拼接, 筒壳上下两截拼接时, 纵焊缝要相互错开150mm以上。

3) 筒壳拼接时, 应采用302银焊料斜接, 斜接深度15~20mm, 接头焊缝成“弓”字形, 接头厚度应与基本金属厚度基本相同。

### (四) 绕管工作

#### 1. 绕管的技术条件

1) 绕管时必须缓慢, 每分钟不应超过4圈, 且绝不许将绕管拉扁、拉伸和挤压等现象。

2) 各层绕管绕完后, 两端轴向长度应基本一致, 否则, 可按图样要求, 允许增减半圈来进行补救。

3) 各层绕管方向一层为右旋, 另一层为左旋, 交错缠绕。管与管之间的距离间隙应保持均匀。

4) 绕管必须拉紧, 不许有过松现象, 但各层绕管之径向不得成多角形。

5) 各层绕管间应用垫条隔开, 在绕体轴向每隔100~150mm用料603锡铅焊料段焊于绕管上, 段焊长度为15~20mm, 在轴向两端30mm内应与绕管

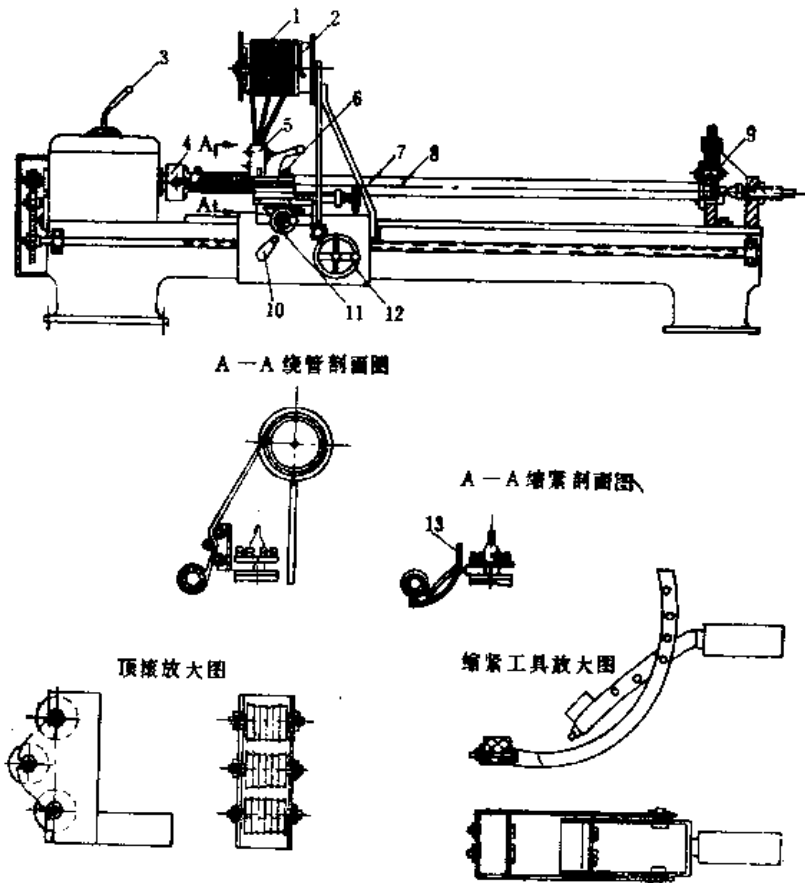


图6-2-15 绕管机

1—绕管 2—架滚 3—离合器手把 4—卡盘 5—顶滚 6—工具架

7—移动工具架手把 8—中心管 9—尾架 10—对合螺母手把

11—横向移动手把 12—纵向移动手轮 13—缠紧工具

焊牢。相邻两层绕管间垫条的焊接处应错开。

## 2. 绕管方法

热交换器的绕管可在绕管机(图6-2-15)上进行,步骤如下:

1) 将中心管8装在绕管机卡盘4和尾架9上,由画线盘找正后,再将顶滚5紧固在工具架6上。

2) 按图样技术要求,将垫条均布地焊在中心管周围。

3) 将成盘的绕管1按每层根数套在绕管机架滚2上,再将绕管一端穿过顶滚,管头应留足装管板的尺寸外,按中心管圆周外切线方向,见图6-2-16,用料603锡铅焊料牢固地焊在中心管上。

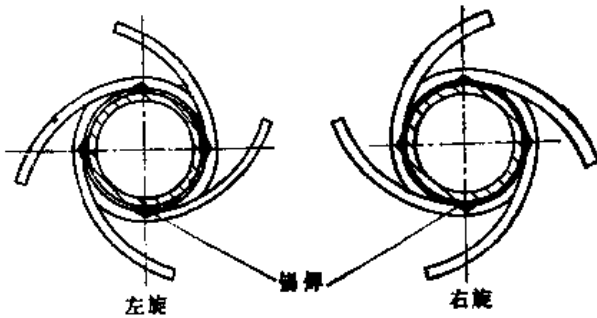


图6-2-16 绕管端与中心管的焊接方向

4) 缠绕时,为了避免把铜管拉扁,缠管前应在相邻两垫条间垫以厚约3~4mm、宽30~50mm且比垫条长250~300mm的橡胶垫条,并用数条布带将其绑扎在中心管上。

5) 旋转纵向移动手轮12和移动工具架手把7,调整顶滚与中心管的相应位置,启动电动机,搬动离合器手把3,开动绕管机,旋转横向移动手把11,使顶滚顶紧绕管,合上对合螺母手把10,进行缠绕。缠绕至绑扎的布带处时,需将其解下。达到所要求圈数后,停止绕管机,倒转横向移动手把11,退回顶滚,然后抽出绕管内的橡胶垫条(因各层绕管数量不同,可用改变绕管机主轴与丝杠的转速比来调整,而左旋或右旋可用改变绕管机丝杠的正转或反转来获得)。

6) 取下顶滚,换上橡胶缩紧工具13,将其压紧在开始绕管的位置。开动绕管机,缩紧绕管。为使缩紧工具易于在绕管上滑动,应随时向压紧面浇注清水。绕管的轴向间隙不均匀时,可用橡胶手锤进行调整,但不得将绕管敲扁。缩紧至末端时,先

停绕管机,再将绕管按图6-2-16所示用料603锡铅焊料将绕管焊牢。

7) 在绕管过程中,每层绕管每绕一圈都要用料603锡铅焊料点焊。点焊应错开,且不许焊面过大而增大气阻。

8) 每绕完一层后,应按表6-2-8的要求进行气密试验。压力降不大于0.098MPa,以无泄漏、无变形为合格,上一层检查后,才能焊下一层垫条,然后进行下一层缠绕工作。

表6-2-8 热交换器的压力试验要求

分馏塔型号	试压部分	水压试验 (MPa)		气压试验① (MPa)		最高工作压力 (MPa)
		不少于10 min	不少于1 h	不少于10 min	不少于1 h	
20	管内	29.4	22.5	—	—	19.6
	管间	—	—	0.12	0.09	0.059
30	管内	32.4	24.8	—	—	21.6
	管间	—	—	0.14	0.10	0.069
50	管内	8.10	6.20	—	—	5.39
	管间	—	—	0.12	0.09	0.059
150	管内	7.40	5.64	—	—	4.90
	管间	—	—	0.10	0.075	0.049
300/2	管内	29.4	22.5	—	—	19.6
	管间	—	—	0.14	0.10	0.069
FL-300/300	管内	2.20	1.70	—	—	1.47
	管间	—	—	0.10	0.075	0.049

① 气压试验时,须将热交换器放置于水槽内进行。

## (五) 筒壳组装

筒壳按尺寸下料后,将纵向焊缝搭接,一端压制成型,见图6-2-17,搭接宽度为25~30mm,并将搭接焊缝和筒壳两端用氧-乙炔焰挂锡。装配前,要清除绕管间的氯化铜残渣。

组装时,先将筒壳包于绕管上,在绕管部分每隔300~400mm用夹箍(图6-2-18)夹住(夹箍与筒壳之间须垫以橡胶板)。在相邻两夹箍之间用橡胶手锤(或垫以橡胶板用木锤)敲打,并随之旋紧夹箍之螺母,逐个移动夹箍的位置,直至筒壳外部可清楚地看出绕管的旋向,使筒壳与绕管贴合为止(但也有热交换器筒壳与绕管间垫有数条较薄的垫

条，可不用手锤敲打，将筒壳包紧即可），然后用料603锡铅焊料将纵向搭接缝焊牢。

筒壳装配完成后，要按表6-2-8的规定进行气密试验，并按表6-2-9的规定进行气阻试验，合格后方可缠绕外隔层的绕管。

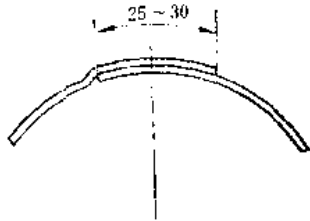


图6-2-17 筒壳搭接压型

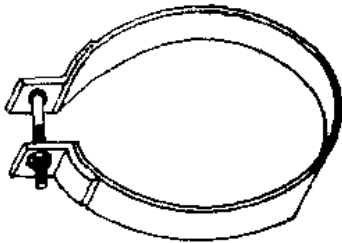


图6-2-18 夹箍

### (六) 集热器装管

集热器的内螺纹、管板和绕管一端约100mm的表面挂锡，挂锡工作应在装管铺锡前1~3h进行。绕管挂锡可用氧-乙炔焰进行。挂锡后的表面应光滑，并应用套规逐根检查，不得有扁、毛刺等现象，否则应修正之。

绕管装入管板的部分必须校直，不得交叉紊乱，并应考虑到管的弯曲弧，留足管的长度，然后将管子锯成如图6-2-19所示的“山形”或“斜形”，并保持管的间隙均匀，有顺序地进行装管。装管时允许用木锤轻轻敲打管板，但不得碰伤管皮或将管弯扁。

铜管装入管板后，将管头锯齐，高于管板2~3mm，去毛刺后用冲头胀紧，见图6-2-20。将管板1装入集热器体2（集热器体与管板系挂锡螺纹配合，如配合过紧时，允许用氧-乙炔焰进行预热，但预热温度必须适合，以免将已挂好的锡层烤坏），再倒过来铺锡。

热交换器组装完成后，全部用工作压力进行气

密试验。然后用清洁的压缩空气或氮气吹干，外部涂一层酚醛清漆。

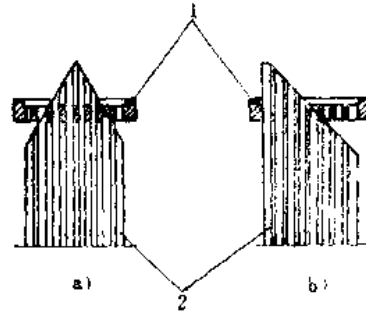


图6-2-19 装管时截断形状

a) 山形 b) 斜形  
1—管板 2—铜管

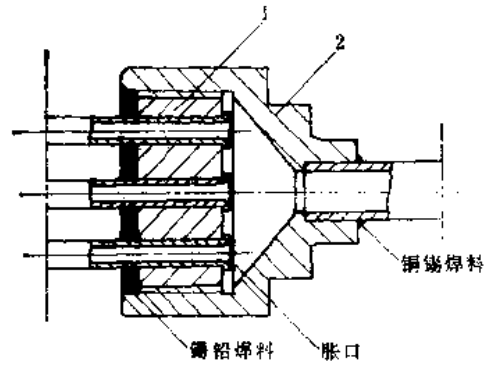


图6-2-20 集热器

1—管板 2—集热器体

### (七) 热交换器气阻试验工艺方法

气阻试验的方法如图6-2-21所示。试验介质一般采用清洁的空气，用足够气量的鼓风机以满足所需要的压力。如一个鼓风机出口压力达不到试验压力的要求，可用两个鼓风机串联使用。

风量和风压可由 $V_1$ 、 $V_2$ 及 $V_3$ 阀门来调节。U形差压计 $P_1$ 是测定风压用的， $P_2$ 和锐孔流量板 $Q$ 是测量流量用的， $P_3$ 则是测定阻力的。

试验步骤如下：

- 1) 打开 $V_1$ 及 $V_3$ 阀门，关闭 $V_2$ 阀门。
- 2) 开动鼓风机。
- 3) 缓慢打开 $V_2$ 阀门，并通过 $V_1$ 和 $V_3$ 阀门来调节风量和风压，达到要求后，才可检查全部连接管道有无泄漏， $P_3$ 差压计之汞柱差即为测定的阻力。

气阻试验不许少于三次，然后取其平均值，应符合表6-2-9的规定。



表6-2-9 热交换器气阻试验要求

分馏塔型号	通过部分	通过空气压力 (MPa)	通过空气量 (20°C, m <sup>3</sup> /h)	阻力 (kPa)
30	氮气隔层	0.059 ~0.069	140	25~49
	氧气隔层	0.059 ~0.069	30	19~35
50	氮气隔层	0.059	180	15~21
	氧气隔层	0.059	50	10~19
150	氮气隔层	0.049 ~0.059	600	18~25
	氧气隔层	0.049 ~0.059	150	20~29
	馏分隔层	0.049 ~0.059	50	约 6
300/2	氧气隔层	0.059	300	19~28
	馏分隔层	0.069	80	6~8
FL-300/300	氮气隔层	0.059 ~0.069	300	19~28
	氧气隔层	0.059 ~0.069	300	19~28

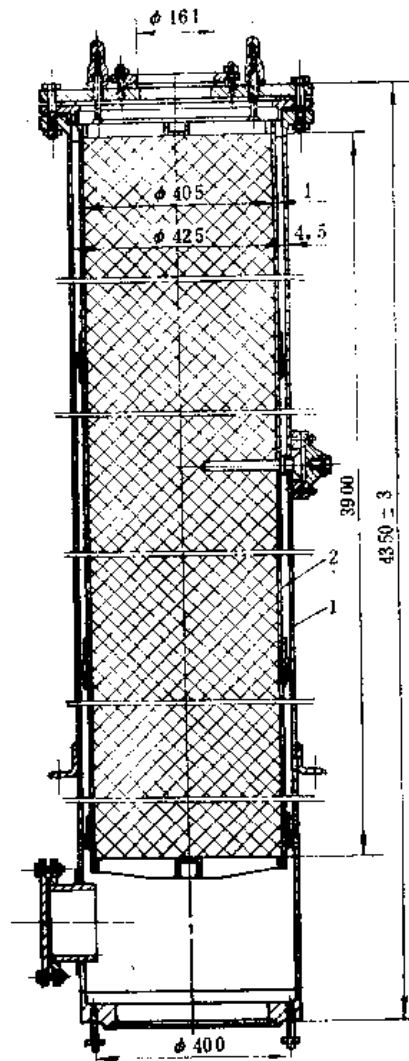


图6-3-1 国产300/2型分馏塔的氮蓄冷器  
1—外筒 2—内筒

425mm, 内筒2用1mm厚的H62黄铜板制成, 内筒装有蓄冷盘, 见图6-3-2。内筒依次焊接, 共五件

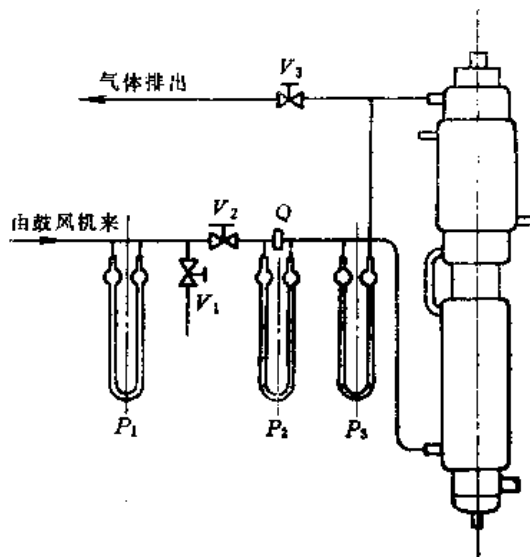


图6-2-21 气阻试验方法

### 第3节 蓄冷器

国产300/2型分馏塔的氮蓄冷器示于图6-3-1。外筒1是用15MnV锅炉钢板卷制而成, 内径尺寸为

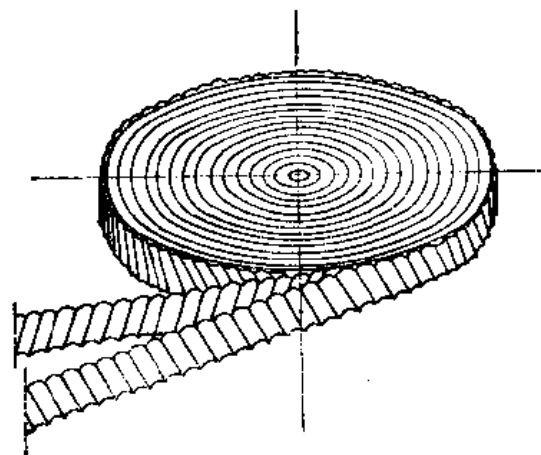


图6-3-2 蓄冷盘

组成。

### (一) 蓄冷器的技术条件

1) 蓄冷盘用宽50mm、厚0.46mm的铝带制成，铝带上开有两行切口，切口长50mm，中间间隔10mm，并轧成倾斜45°的波纹。用两条波纹相反的铝带同时卷绕。

蓄冷盘在蓄冷器内分成上、中、下三层，总高度为3900mm。各层蓄冷盘的特性列于表6-3-1。

2) 铝带的尺寸是：厚度为 $0.46_{-0.05}^{+0.05}$ mm；宽度为 $50_{-1.0}^{+0.5}$ mm。

3) 铝带卷绕必须均匀盘紧，波纹不得拉长、变形或高低参差。直径每增加20~30mm，用铝圆钉铆牢，铝圆钉应铆于铝带中部。直径为150mm时，钉距为50~80mm；直径大于150mm时，钉距为150~200mm。

4) 蓄冷盘重量的允许误差为其公称重量的±5%。如重量相差不多时，可用改变波纹高度来修正。

表6-3-1 蓄冷盘的特性

项 目	上层	中层	下层
波纹节距(mm)	4.71	3.92	3.14
波纹高度(mm)	1.9~2	1.5~1.6	1~1.1
铝带厚度(mm)	$0.46_{-0.05}^{+0.05}$	$0.46_{-0.05}^{+0.05}$	$0.46_{-0.05}^{+0.05}$
每层盘数(盘)	17	27	34
每层高度(mm)	50	50	50
φ405时每盘重量(kg)	3.97	4.86	6.47
每层重量(kg)	67.5	126	220
总重量(kg)	413.5		

### (二) 蓄冷器检修与组装

蓄冷器累计工作近一年，就需用四氯化碳清洗油迹。

蓄冷器外筒焊道泄漏时，可用T42牌号的焊条进行补焊。补焊前必须将原焊道铲成V型沟槽，清除锈蚀，长度不应小于泄漏部位长的2~3倍。补焊时应将内筒和蓄冷盘取出。补焊后，外筒必须进行水压试验，试验压力为其最高工作压力的1.5倍，时间不少于10min，压力不允许下降。合格后，应用氮气将筒内水分吹干。

蓄冷盘装入前，蓄冷器内壁要涂一层酚醛清漆，装入前要在平板上进行检查，不得有个别突出和折边现象，并用直尺检查端面，盘高50mm的偏差不得大于1mm。装入后，蓄冷盘应保持几何形状良好，使盘与盘之间密合，全部蓄冷盘重量和高度的公差值应符合规定范围。

蓄冷盘的空心应适当地填以铝带，以保证蓄冷盘和内筒壁间的装配紧密，如有间隙，可用另外的铝带片塞实。

蓄冷盘全部装入后，用螺钉紧固所有法兰盘之后，应以无油压缩空气或压缩氮气进行气密试验。试验压力为其最高工作压力，时间不少于1h，用肥皂液涂抹焊缝和法兰盘橡胶石棉垫片处，均不许泄漏。

### (三) 蓄冷器的操作故障及其消除方法

蓄冷器操作时的主要故障为强制阀门、自动阀门和切换器的机构阀门泄漏或损坏。

(1) 自动阀门和强制阀门泄漏的检查 由上塔排氮和自动阀后所取的气体试验的分析数据，若纯度不同，则表明蓄冷器的自动阀漏气。由自动阀后和气体主要干线所取的气体试样的分析数据，若纯度不同，则表明强制阀漏气。

(2) 切换器的故障及其消除 切换器故障及其消除方法列于表6-3-2。

表6-3-2 B型切换器故障及其消除

序号	故障	故障原因	消除方法
1	活门不能及时供气	活门气密性不良	研磨或更换活门片
2	出气压力过低	1.管路或接头有漏气现象 2.供气压力过低	1.检查消除之 2.调整供气压力

(续)

序号	故障	故障原因	消除方法
3	活门出气 压力过高	供气压力过高	调整供气压力
4	油路系统 供油不足	1. 油箱内储油不足 2. 油管接头有 泄漏 3. 给油器柱塞 磨损较大 4. 柱塞行程不 够	1. 添油 2. 检查消除之 3. 检查给油 器, 或更换柱塞 4. 调整行程为 4 mm
5	轴承过热	1. 润滑不良 2. 安装不正确	1. 添油 2. 重新安装, 校正同轴度

### 第4节 冷凝蒸发器

#### (一) 冷凝蒸发器的技术规格与结构

国产小型分馏塔冷凝蒸发器技术规格列于表6-4-1, 其结构示于图6-4-1~图6-4-5。

表6-4-1 国产小型分馏塔冷凝蒸发器技术规格

空分 设备 系列	设备型号	铜管径 ×壁厚 (mm)	铜管 长度 (mm)	铜管 数 (根)	铜管 间距 (mm)	传热 面积 (m <sup>2</sup> )	备注
(30)	230	φ7×0.5	475	630	11	6.1	非 系列 产品
50	23-300	φ7×0.5	511	1078	11	11.2	
	KFZ-300						
	KFZ-300-3						
	KZON-50/100			1028		~10.7	
150	13-860	φ8×0.5	600	2213	11	约31.3	
	KFS-860-1						
	KFS-860-2						
	KZON-170/550						

(续)

空分 设备 系列	设备型号	铜管径 ×壁厚 (mm)	铜管 长度 (mm)	铜管 数 (根)	铜管 间距 (mm)	传热 面积 (m <sup>2</sup> )	备注
300	27-1800	φ8×0.5	735	3006	11	52.0	一 次 性 产 品
	KFZ-1800		885			56.6	

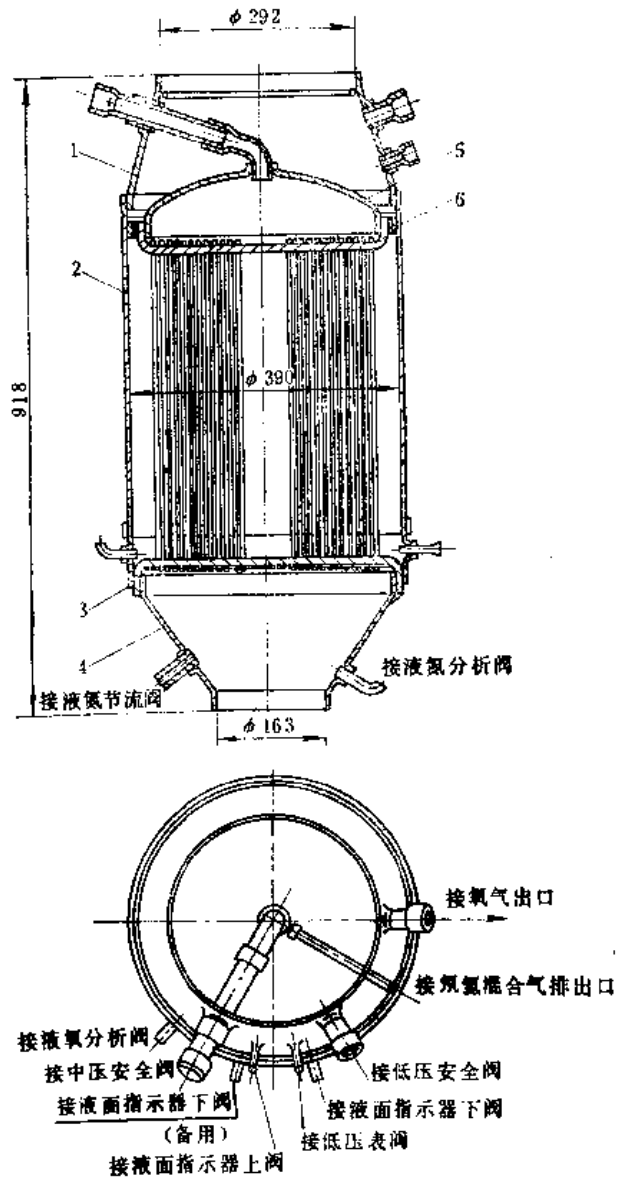


图6-4-1 国产30型分馏塔的冷凝蒸发器

1—上锥体 2—外筒 3—下管板 4—下锥体  
5—封头 6—上管板

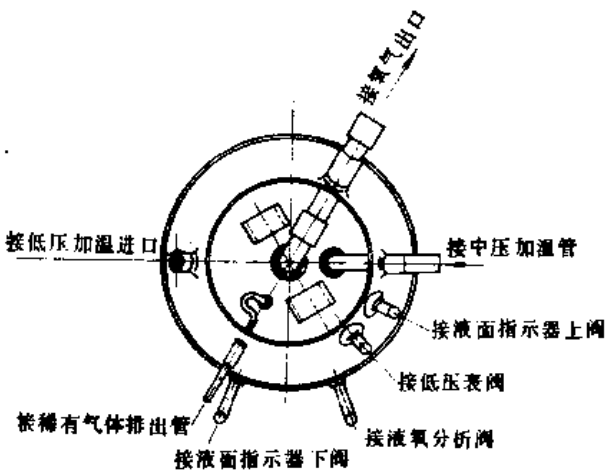
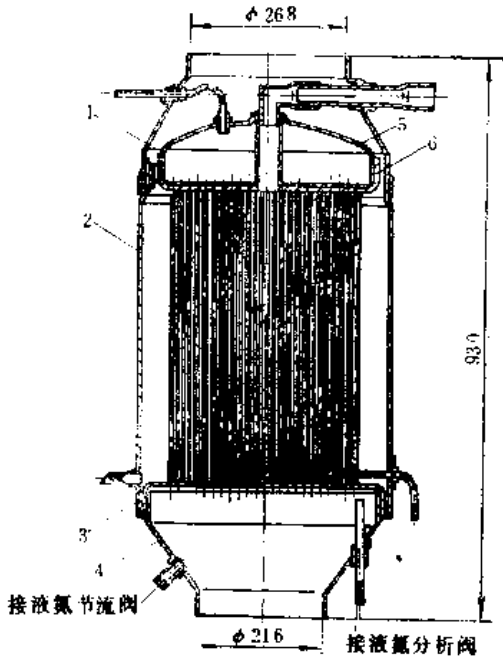


图6-4-2 国产50型分馏塔的冷凝蒸发器  
1—上锥体 2—外筒 3—下管板 4—下锥体 5—封头 6—上管板

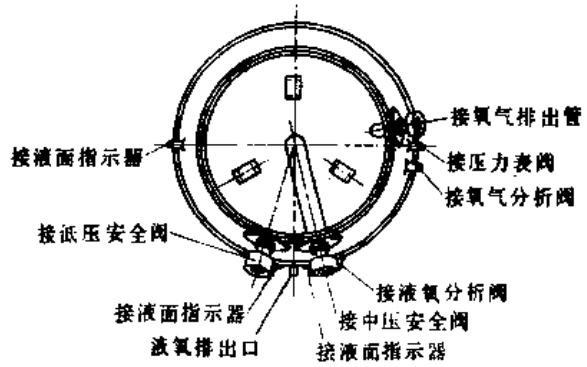
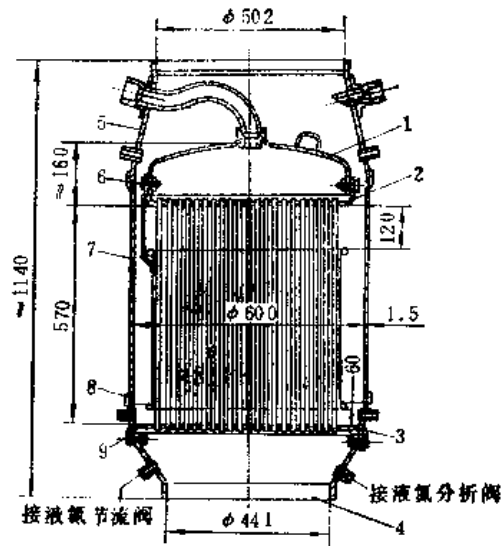


图6-4-3 国产150型分馏塔的冷凝蒸发器  
1—封头 2—上管板 3—下管板 4—下锥体 5—上锥体 6、9—螺钉 7—外筒 8—筒圈

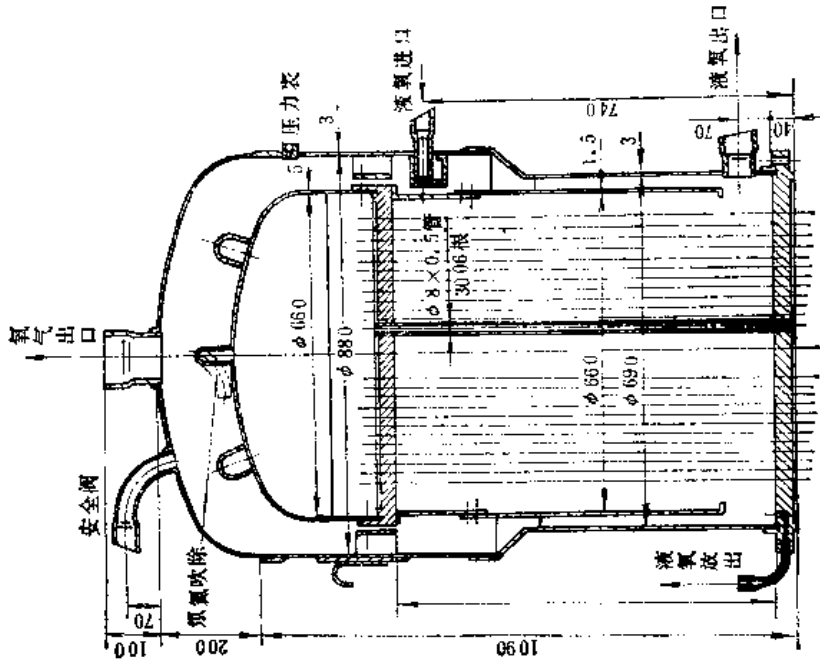


图6-4-5 FL-300/300型分馏塔的冷凝蒸发器

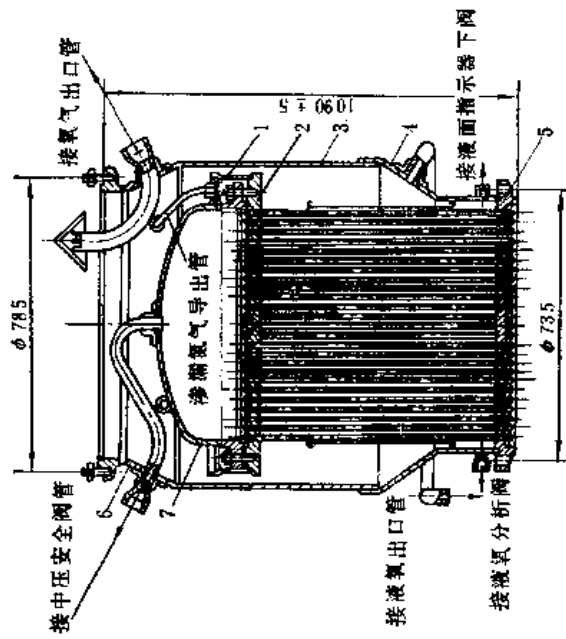


图6-4-4 国产300/2型分馏塔的冷凝蒸发器  
1--顶封装置 2--上管板 3--外筒 4--下壳体 5--下管板 6--上壳体 7--封头

(二) 冷凝蒸发器故障的检查与修理

冷凝蒸发器发生故障时，应参照下列步骤进行检查与修理。

1. 不取下冷凝蒸发器检查故障的方法

不取下冷凝蒸发器时检查故障的方法见表6-4-2。

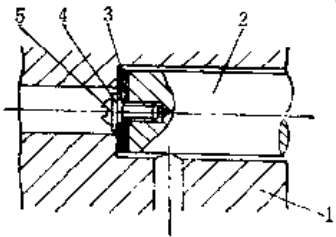


图6-4-6 试压用密封阀杆

1—阀体 2—阀杆 3—铅垫 4—垫圈 5—螺栓

2. 取下冷凝蒸发器检查故障的方法

图6-4-7为小型分馏塔冷凝蒸发器铜管破裂检查示意图，检查步骤如下：

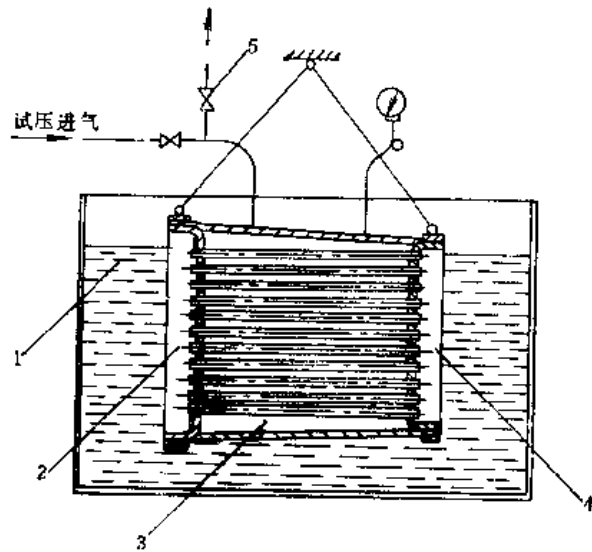


图6-4-7 冷凝蒸发器铜管破裂检查示意图

1—水槽 2—下管板 3—圆钢筒 4—上管板 5—排气阀

1) 将下锥体、外筒、上锥体和上封头全部熔掉，用锡-铅焊料将特制锥形软钢圆筒3焊在上管板4和下管板2上（圆筒与管板周围间隙须均匀，在1.5~2cm范围内。渗焊深度应在20~25mm范围内），在圆筒上接0~0.98MPa压力计和试压进气

表6-4-2 冷凝蒸发器的故障检查

检查判断步骤	可能发生的故障	检查判断方法
运转中检查判断	铜管破裂或铜管与管板焊缝、封头与中压安全阀等连接焊缝泄漏	1. 氧气（液氧）纯度有明显下降，无法调节 2. 上分馏筒压力上升（在调节阀门开度未变情况下）
加温吹除后的检查	铜管破裂或铜管与管板焊缝、封头与中压安全阀等连接焊缝处泄漏	准备工作： 1. 取下液空、液氮节流阀杆，换上特制的试压用密封阀杆，见图6-4-6 2. 关闭各通过、加温、吹除、分析及液面计等阀门 3. 氧气、氮气及馏分等气体排出阀门用盲板堵死（注意试压时不许超压） 4. 封闭膨胀机进出口阀门 5. 检查上分馏筒安全阀必须严密 6. 全开高、中、低压压力表阀门 7. 在氧气分析网上接一胶管，插入盛有水的水杯中 检查过程： 开动空压机，打开高压空气节流阀，使下分馏筒内保持最高工作压力，观测上分馏筒的压力表指针是否上升或水杯中有否气泡逸出，如发现现有泄漏现象，再进一步拆出绝热物后检查

(续)

检查判断步骤	可能发生的故障	检查判断方法
拆出绝热物后的检查	封头与中压安全阀, 管板与封头焊缝处泄漏, 铜管破裂	除将液空、液氮及通过等阀门导入上分馏筒的管路烤开, 用盲板封死, 使上、下分馏筒连通管隔绝外, 其他准备工作和试验方法与加温吹除后相同的检查方法进行检查, 如发现泄漏, 必须取下上分馏筒检查
	外筒焊缝泄漏	开动空压机, 使上、下分馏筒均保持其最高工作压力, 用肥皂液涂抹在冷凝蒸发器所有焊缝是否泄漏
取下上分馏筒后的检查	封头与中压安全阀, 管板与封头焊缝处泄漏, 铜管破裂	取下上分馏筒后, 使下分馏筒保持最高工作压力, 用肥皂液先检查冷凝蒸发器封头与中压安全阀管道及管板与封头等连接焊缝处是否泄漏。可不必将冷凝蒸发器取下, 然后在冷凝蒸发器管间注满清水, 检查管板以下有气泡逸出时, 则必须将冷凝蒸发器取下进行检查

管各一个, 并在试压管与气源间接一排放阀门, 然后将冷凝蒸发器按管的水平方向悬吊在水槽上端。

2) 干净压缩空气或压缩氮气经试压进气管送入, 使圆筒上的压力计保持在 $0.49\text{MPa}$ , 再将冷凝蒸发器缓慢落入水槽中, 在每排铜管落入水中时, 详细观察有无冒泡, 如铜管两端有气泡冒出时, 则可确定此管已经破裂; 如铺锡层脱焊或管板上出现沙眼, 可直接看到冒泡位置, 则要将泄漏部位做好标记, 以便修理。

### 3. 冷凝蒸发器的修理方法

如冷凝蒸发器铜管已破裂, 可用紫铜车削长 $20\sim 30\text{mm}$ 、直径比铜管内径小 $0.5\text{mm}$ 左右的堵塞, 并挂锡, 将泄漏的铜管两端内壁用刮刀清除氧化层, 将堵塞轻轻打入, 与管壁贴合, 塞入深度 $25\sim 35\text{mm}$ , 将铜管两端用锡铅焊料封平。但堵管数不

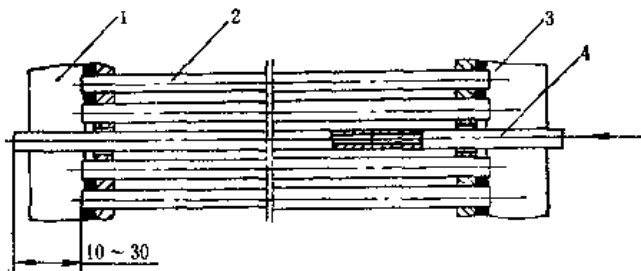


图6-4-8 换管操作示意图

1, 3—管板 2—铜管 4—圆钢棒

能超过总管的10%, 否则要换新管。换管可按图6-4-8所示的操作, 首先将冷凝蒸发器横放在木板上, 用两只焊枪同时将破裂铜管两端管板铺锡处局部熔化, 再用略小于管外径的圆钢棒, 顶在破裂铜管的一端, 用手锤轻轻敲打, 至铜管另一端顶出 $10\sim 30\text{mm}$ 时, 可用钳子夹住抽出。

装管前, 应用氯化锌溶液将局部熔化之焊锡洗净, 具体作法可参考第4节冷凝蒸发器中“装管”与第11节分馏塔的焊接中“管板铺锡”。

堵管或换管后, 应按照图6-4-7的检查方法再检查一次。

在实际工作中, 如堵塞的管子比较分散, 而且数量又超过10%, 换管后施焊是比较困难的, 因焊料与金属表面经多次烤后容易产生氧化膜层和污秽, 不易熔合, 焊完后很易出现气孔。如个别处有泄漏, 可将该部分铺锡烤去, 将管端的氧化层仔细刮除, 重新施焊。如泄漏处较多, 不易修复, 最好将管子全部拆除重行装配。

在装配之前, 管板和管子的两端必须重新仔细地除净氧化层后, 再进行挂锡(参照本节冷凝蒸发器的组装工艺方法)。

从冷凝蒸发器拆下的旧管, 管端极易变形。因此, 可沿管板锯下, 以便再次利用。但这样锯下的铜管, 一般比原尺寸短 $50\sim 60\text{mm}$ , 这些旧管能否利用, 则应根据冷凝蒸发器实际运行时的管子液面工作高度来决

定。

冷凝蒸发器修理后的试压工作，应按表6-4-3和图6-4-9及图6-4-10进行强度和气密试验。

表6-4-3 冷凝蒸发器修理后强度和气密试验

试验项目	试压部分	试压方法	试压过程及技术标准	参考图号
强度试验	管内	水压	在下锥体2底部用锡-铅焊料焊凹形封盖3，下锥体除留一个管接头接0~1.57MPa压力计5之外，其他管接头全部施焊密封，在封头1的中压安全阀管上接一试验介质的进入管（接管前，在冷凝蒸发器管内充满清水），将冷凝蒸发器平稳地放置在木板4上 用水压机压入清水，使压力达到0.88MPa，在保持10min后，压力降不得大于0.049MPa，并不得渗漏	6-4-9
气密试验	管内	气压	冷凝蒸发器达到强度试验要求后，将清水放尽，并放入水槽中。用干净的压缩空气或氮气进行气密试验，管内压力保持0.59MPa，详细检查，不得有冒泡现象	6-4-9
强度试验	管间	水压	在上锥体2牢焊凹形封盖3，其周围的管接头和封头4上的中压安全阀管接头处全部施焊密封，在外筒1下端周围的管接头，留两个管接头用以安装0~0.59MPa的压力计5和试压进入管，其余亦全部施焊密封，然后将冷凝蒸发器管间注满清水（从试压进入管注入，在压力表接头处出水后，称为注满），再将冷凝蒸发器吊离地面20~30mm 用0.17MPa的压力，试压时间不少于10min，压力不下降，外表面一切焊缝没有渗漏的为合格	6-4-10
气密试验	管间	气压	水压试验合格后，放尽冷凝蒸发器管间的清水。并将冷凝蒸发器倒置在水槽中。在管间用0.059MPa压力的清洁的压缩空气或氮气，进行气密试验，详细检查，不许有冒泡现象	6-4-10

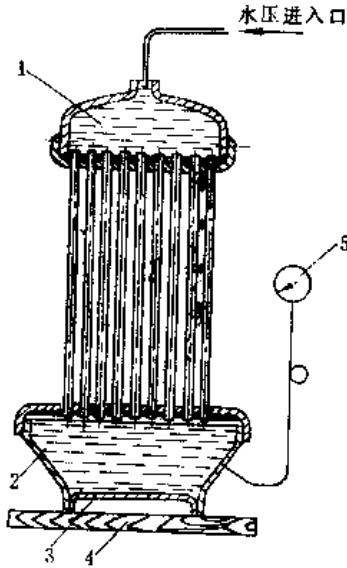


图6-4-9 冷凝蒸发器管内强度试验  
1—封头 2—下锥体 3—凹形封盖  
4—木板 5—压力计

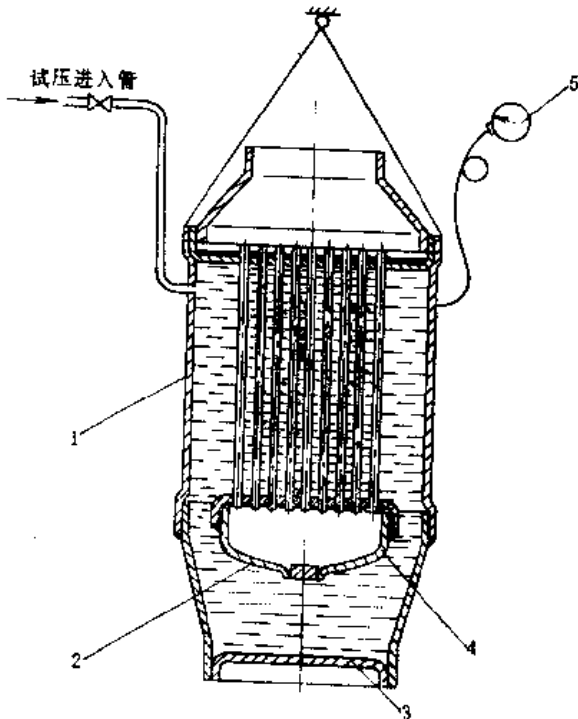


图6-4-10 冷凝蒸发器管间强度试验  
1—外筒 2—上锥体 3—封盖  
4—封头 5—压力计



### (三) 冷凝蒸发器的铜管和零件的技术条件

#### 1. 铜管

1) 铜管材料、壁厚偏差、圆度误差和外表面的技术条件, 应参照“绕制热交换器的铜管”中的规定。

2) 铜管不得退火, 以保持其硬度。

3) 铜管在截断前, 要进行0.98MPa的水压试验, 保持10min, 不渗漏和变形即为合格。

4) 铜管截断长度的允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

5) 铜管要经脱油处理

#### 2. 锥体和外筒

1) 锥体和外筒均用H62黄铜板制作, 板材表面不得有裂纹、重皮、斑点和凸凹痕迹等缺陷。

2) 锥体和外筒单件采用铜-锌焊料对缝焊接, 如两件对接时, 其纵焊缝应错开200mm以上。

3) 组装前要经过脱油处理。

#### 3. 管板和封头

1) 小型分馏塔的冷凝蒸发器的管板和封头一般采用H62黄铜板热压成型, 然后进行机械加工(封头只加工与管板焊接部分)。

2) 管板的管孔应与管板平面垂直, 管孔的孔径应大于管径0.3~0.5mm。上下管板需用模具紧固在一起, 管孔同时加工。

3) 管板和封头在挂锡前要进行脱油处理, 并用磨石和布轮磨削和抛光, 不得有黑皮斑点痕迹(挂锡工作按“管板挂锡”进行)。

### (四) 冷凝蒸发器的组装工艺

#### 1. 装管

装管在图6-4-11所示的装管架上进行。

将装管架擦拭干净, 不得有油污。校平底座6, 将下管板5扣置在底座上, 使下管板与底座之间距离符合规定的管头伸出尺寸, 再将圆架2装配在底座上的四只支柱4上, 旋紧圆架上的四只螺杆7, 使顶块8将上管板1固定, 调整螺母3和三根标准尺寸铜管, 以确定上下管板之距离尺寸和平行性, 并使上下管板的管孔位置相对。

铜管与管板正式组装前, 先在管板外圈的管孔内, 装入数根标准铜管, 用锡-铅焊料与管板焊牢, 以免管板位移。装铜管时, 应由管板中心逐圈向外进行。当铜管装入管孔时, 如发现有过紧现象, 应

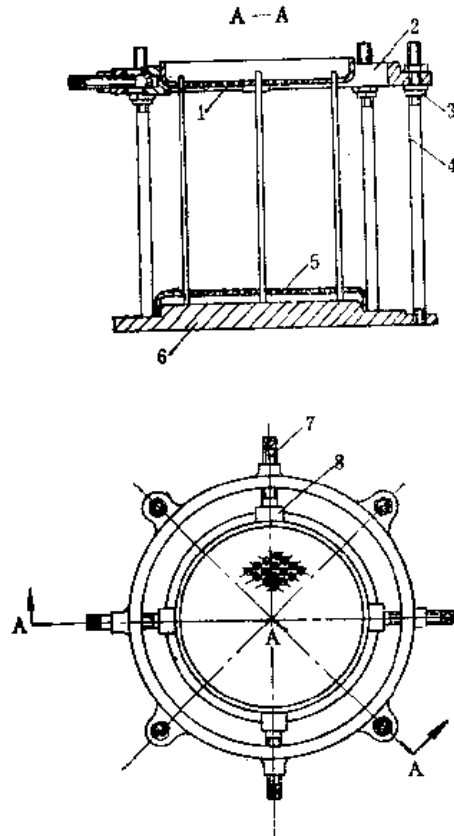


图6-4-11 装管架

1—上管板 2—圆架 3—调整螺母 4—支柱  
5—下管板 6—底座 7—螺杆 8—顶块

用钻头或绞刀将管孔划一下重装, 但孔内锡面不许损坏。装管时, 允许用木锤轻轻敲打铜管, 但不得将铜管打弯或打扁。铜管全部装完后, 上下管板须进行铺锡(可按第11节分馏塔的焊接中“管板铺锡”进行)。

此外, 装管工作人员必须穿戴清洁的工作服并戴上手套工作。

#### 2. 锥体、外筒、筒圈和封头的组装

组装前, 一切零件要经过脱油, 并分别将上、下锥体, 筒圈上的管接头和封头的吊环全部焊好, 将锡焊处用氧-乙炔焰预热挂锡。

组装时, 分别将封头和下锥体同上下管板和下管板配钻并攻螺纹, 用螺钉紧固, 用锡-铅焊料渗透焊接。管内经强度和气密试验后, 将筒圈用锡-铅焊料牢焊在下管板上, 再用锡-铅焊料将外筒与上锥体渗透焊接成一体后, 再装在筒圈上, 外筒和筒圈亦用锡-铅焊料渗透焊接, 然后将中压安全阀管焊上(在两个焊件焊接时, 其纵焊缝必须错开)。

管间经强度和气密试验后, 用无油热空气或氮气, 将管内和管间进行干燥, 不得有残留水分。

组装后, 外表面应涂一层酚醛清漆。

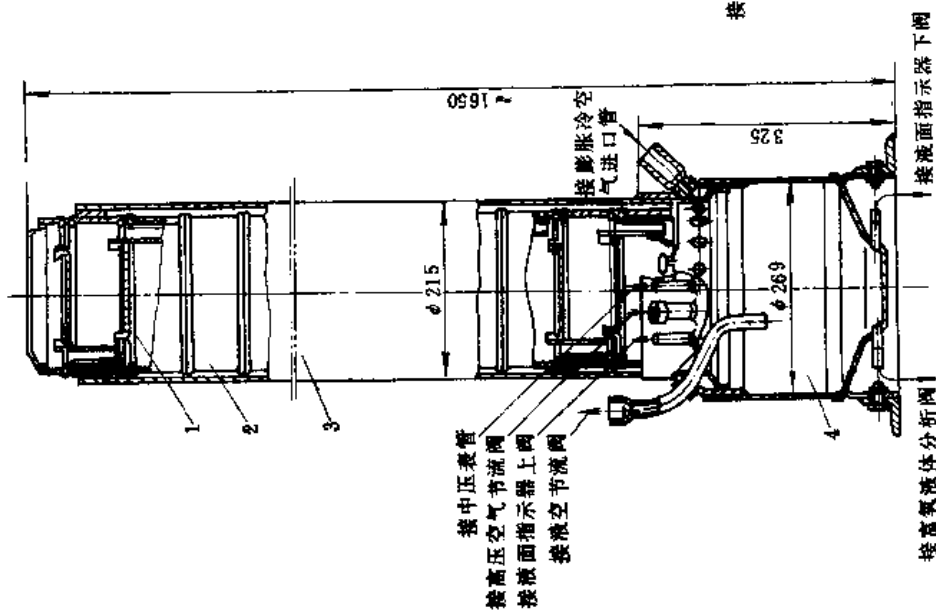
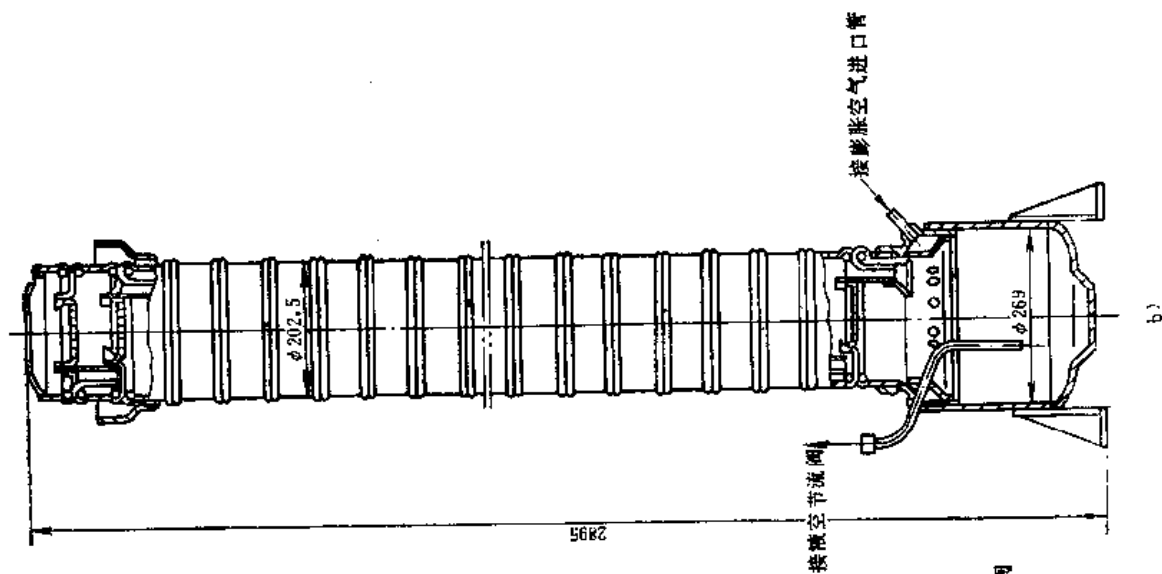
## 第5节 分 馏 筒

## (一) 分馏筒的技术规格与结构

国产小型分馏塔的上、下分馏筒的技术规格列于表6-5-1，其结构示于图6-5-1~图6-5-16。

表6-5-1 国产小型分馏塔的上、下分馏筒技术规格

空分设备系列	型 号	塔板直径 (mm)	塔板数 (块)	塔板间距 (mm)	筛孔孔径 (mm)	筛孔间距 (mm)	液空进料 口位置⑧	塔板型式	与冷凝蒸发器 连接形式	
30	上分馏筒 (上塔)	230①	290	48	70	0.8	3.25	32	对流筛板式	锡铅焊料钎 接
	下分馏筒 (下塔)		160	1100	—	—	—	—		
60②	上分馏筒 (上塔)	23-300 KFZ-300 KFZ-300-3 KZON-50 /100	265	48	75	0.8	3.25	32	对流筛板式	锡铅焊料钎 接
			52	24						
			54	25						
	下分馏筒 (下塔)	23-300 KFZ-300 KFZ-300-3 KZON-50 /100③	198	22	75	0.8	3.25	—		
			32							
			34							
150④	上分馏筒 (上塔)	13-860 KFS-860-1 KFS-860-2 KZON-170 /550	500	48	80	0.9	3.25	32	环流筛板式	锡铅焊料钎 接
			52					36		
			66							
	下分馏筒 (下塔)	13-860 KFS-860-1 KFS-860-2 KZON-170 /550⑤	400	24	80	0.9	3.25	—		
			46							
27-1800	上分馏筒 (上塔)	27-1800	700	42	80	0.9	3.25	26	环流筛板式	
	下分馏筒		540	24	80	0.9	3.25	—		



a)

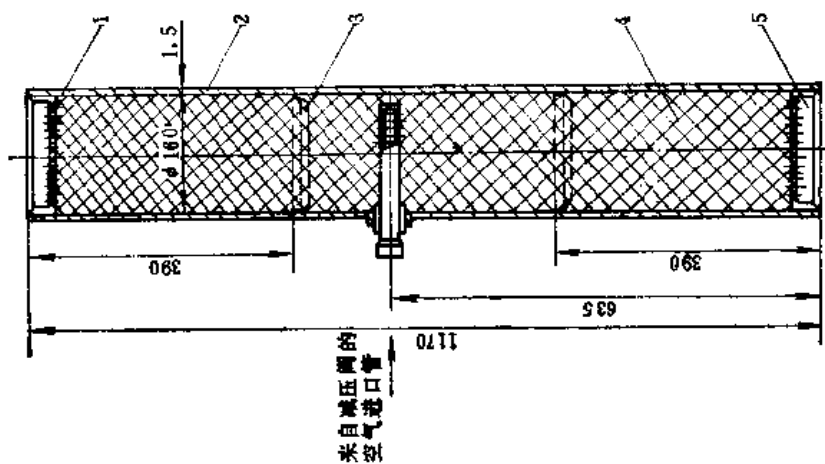


图6-5-1 国产30型分馏塔的下分馏筒

1—上孔板 2—筒 3—集流环 4—填料环 5—下孔板

图6-5-2 国产50型分馏塔的下分馏筒

a) 有内筒结构 b) 无内筒结构  
1—塔板 2—内筒 3—外筒 4—蒸发器

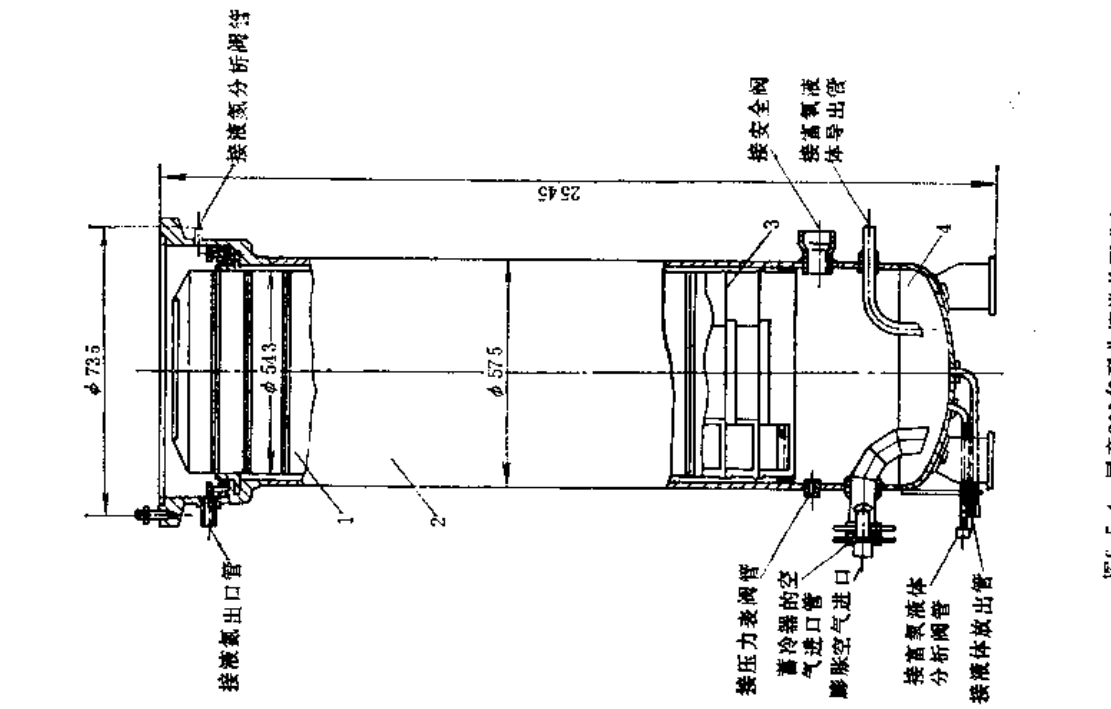


图6-5-4 国产300/2型分馏塔的下分馏筒  
1—内筒 2—外筒 3—塔板 4—蒸发器

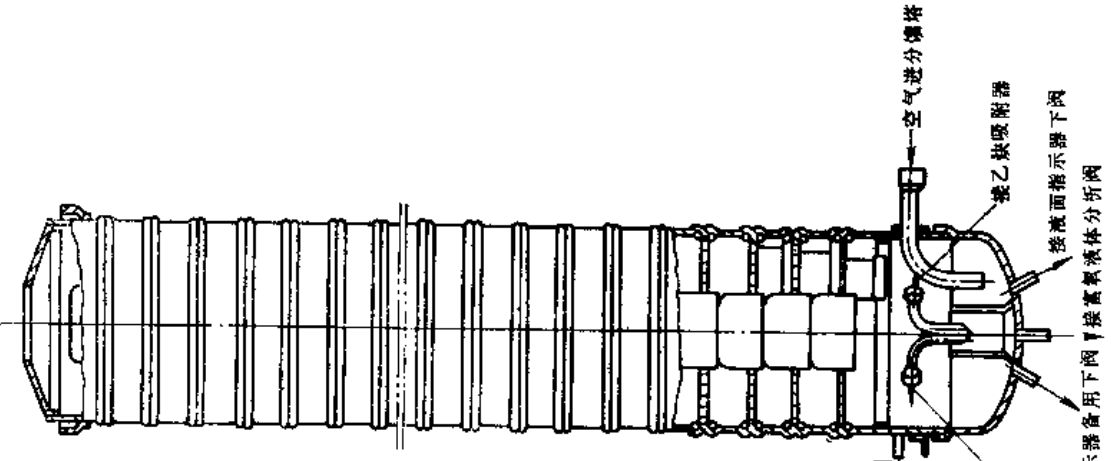


图6-5-3 国产150型分馏塔的下分馏筒  
a) 有内筒结构 b) 无内筒结构  
1—内筒 2—外筒 3—塔板 4—蒸发器

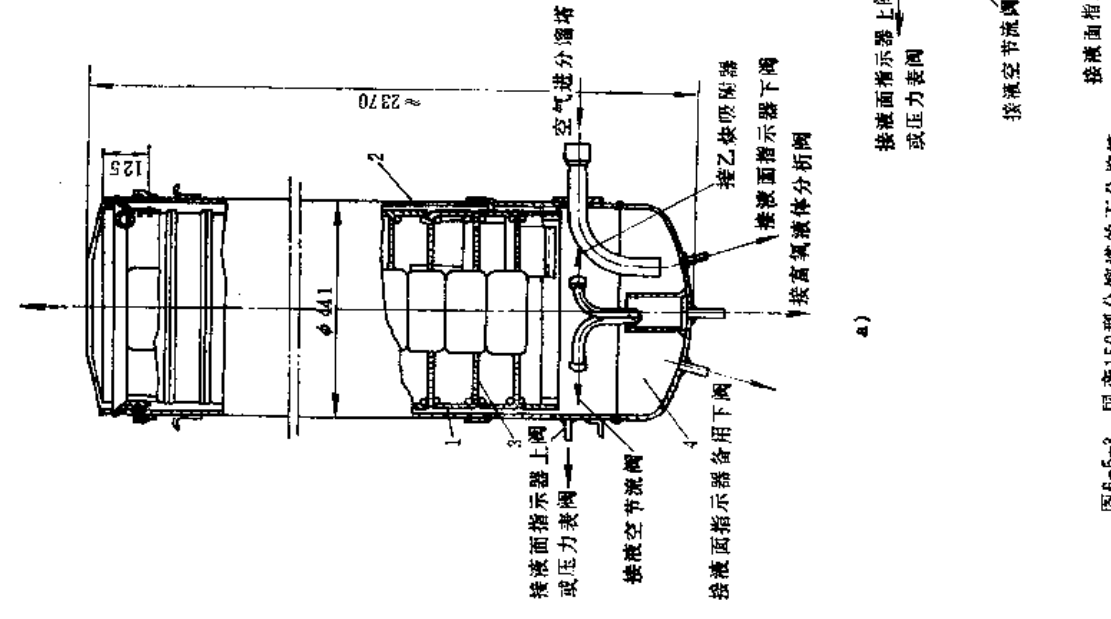


图6-5-3 国产150型分馏塔的下分馏筒  
a) 有内筒结构 b) 无内筒结构  
1—内筒 2—外筒 3—塔板 4—蒸发器

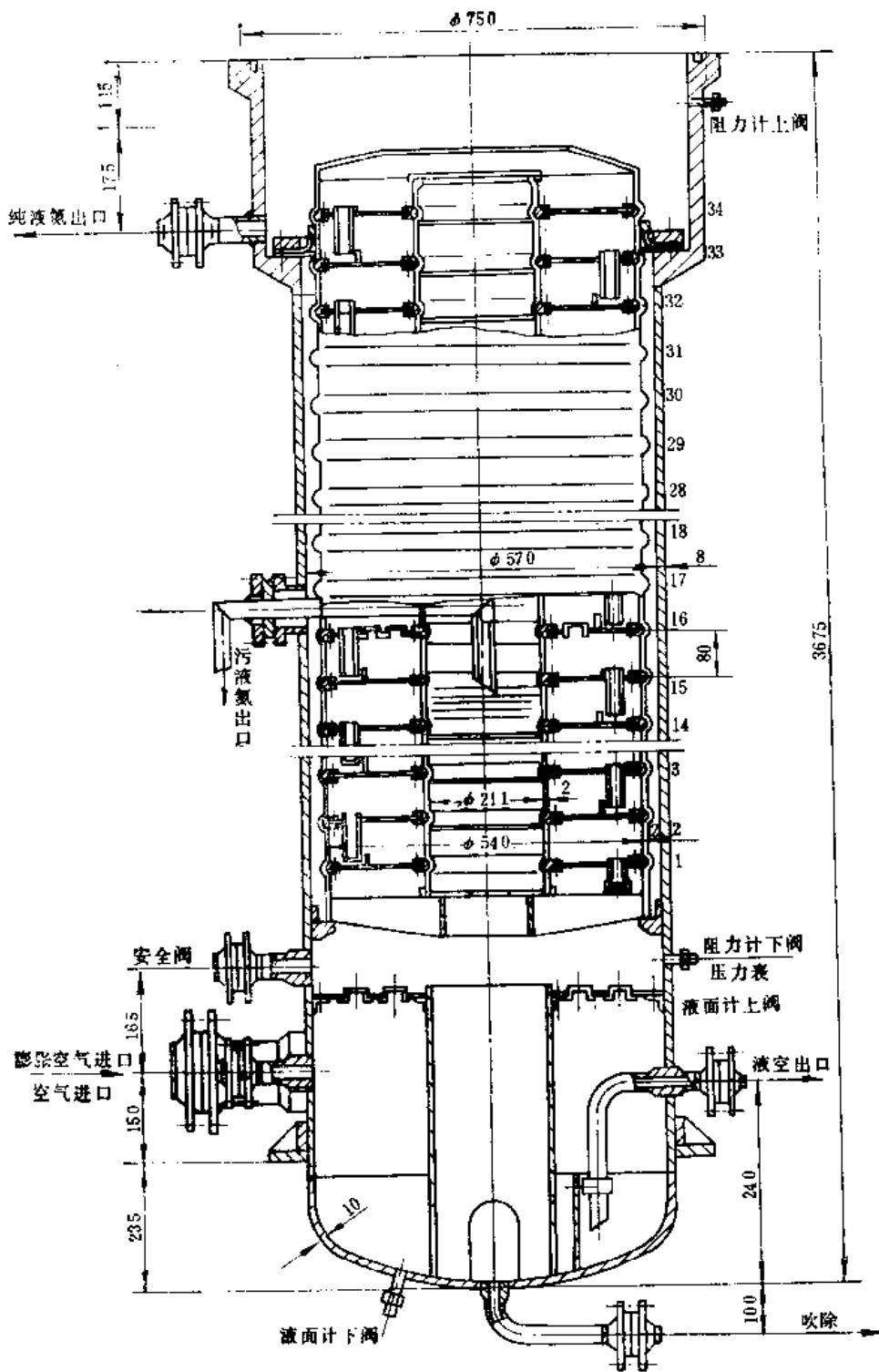


图6-5-5 国产FL-300/300型分馏塔的下分馏塔

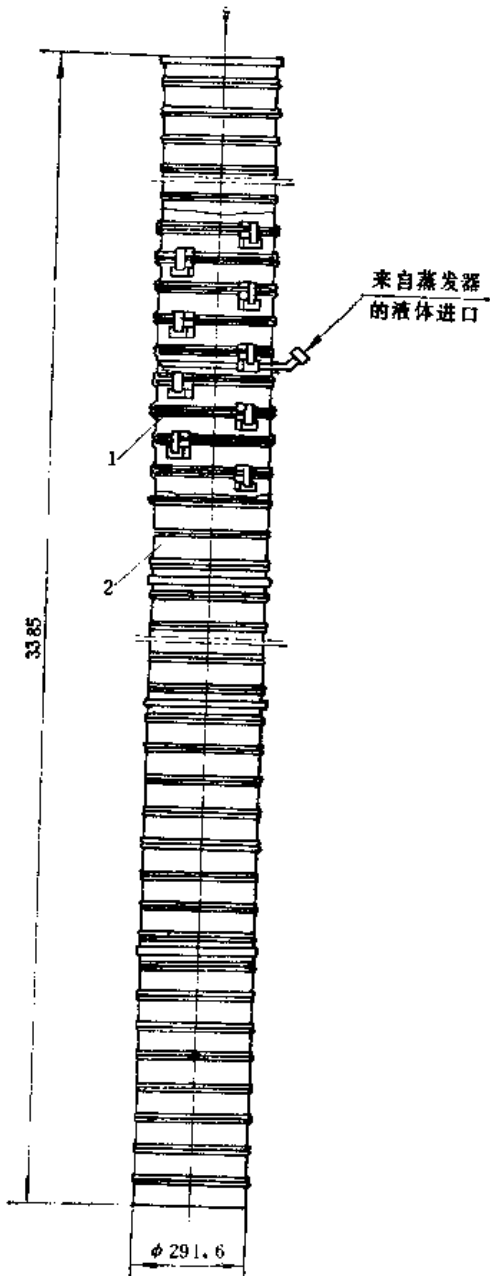


图6-5-6 国产30型分馏塔的上分馏筒  
1—塔板 2—筒体

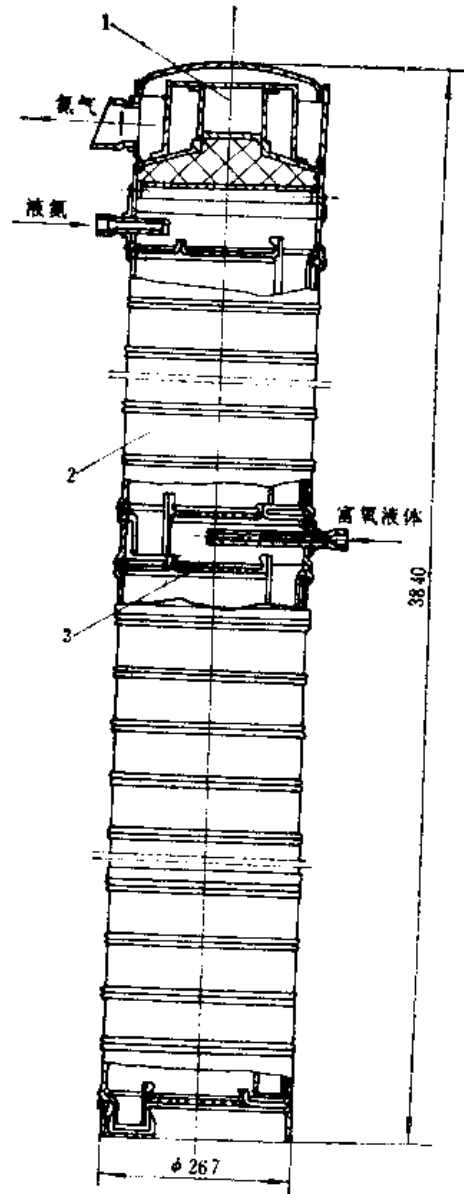


图6-5-7 国产50型分馏塔的上分馏筒  
1—补偿分离器 2—筒体 3—塔板

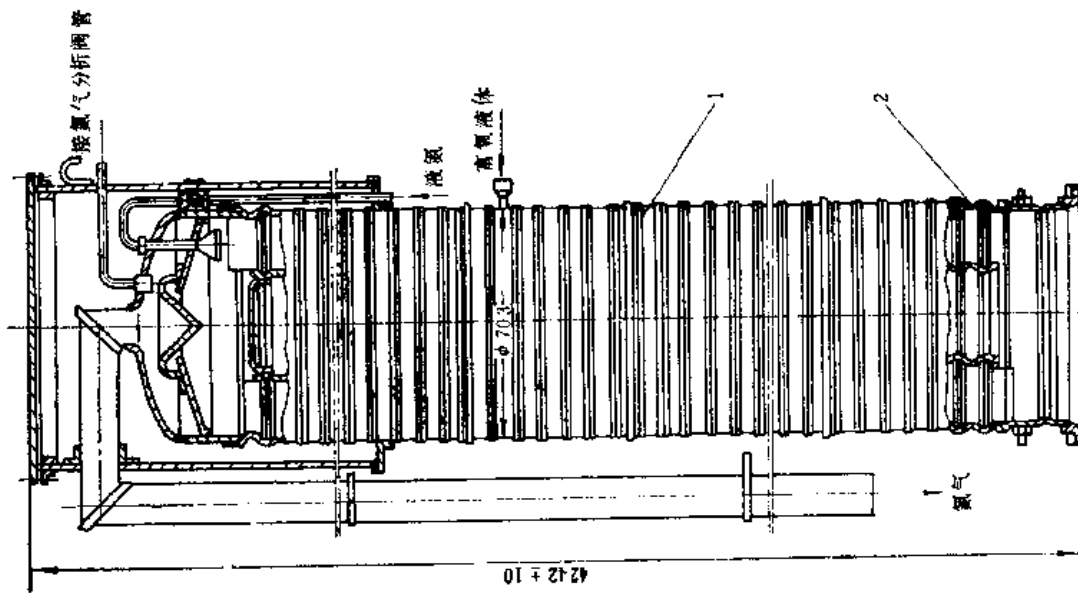


图6-5-9 国产300/2型分馏塔的上分馏筒

1—筒体 2—塔板

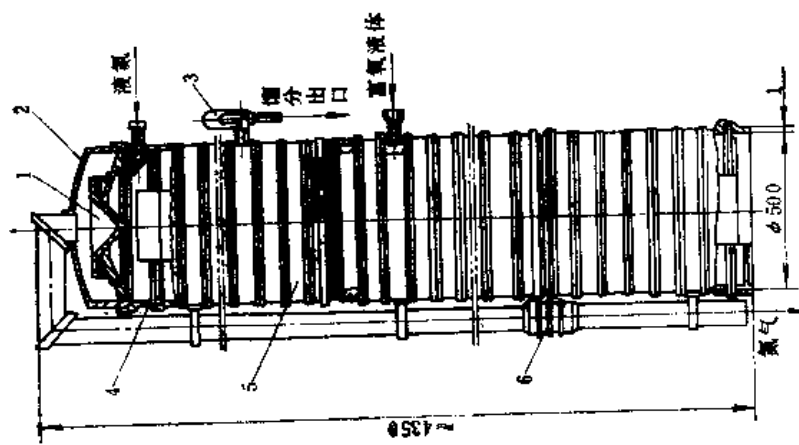


图6-5-8 国产150型分馏塔的上分馏筒

1—罩 2—盖 3—气液分离器 4—塔板  
5—筒体 6—补管

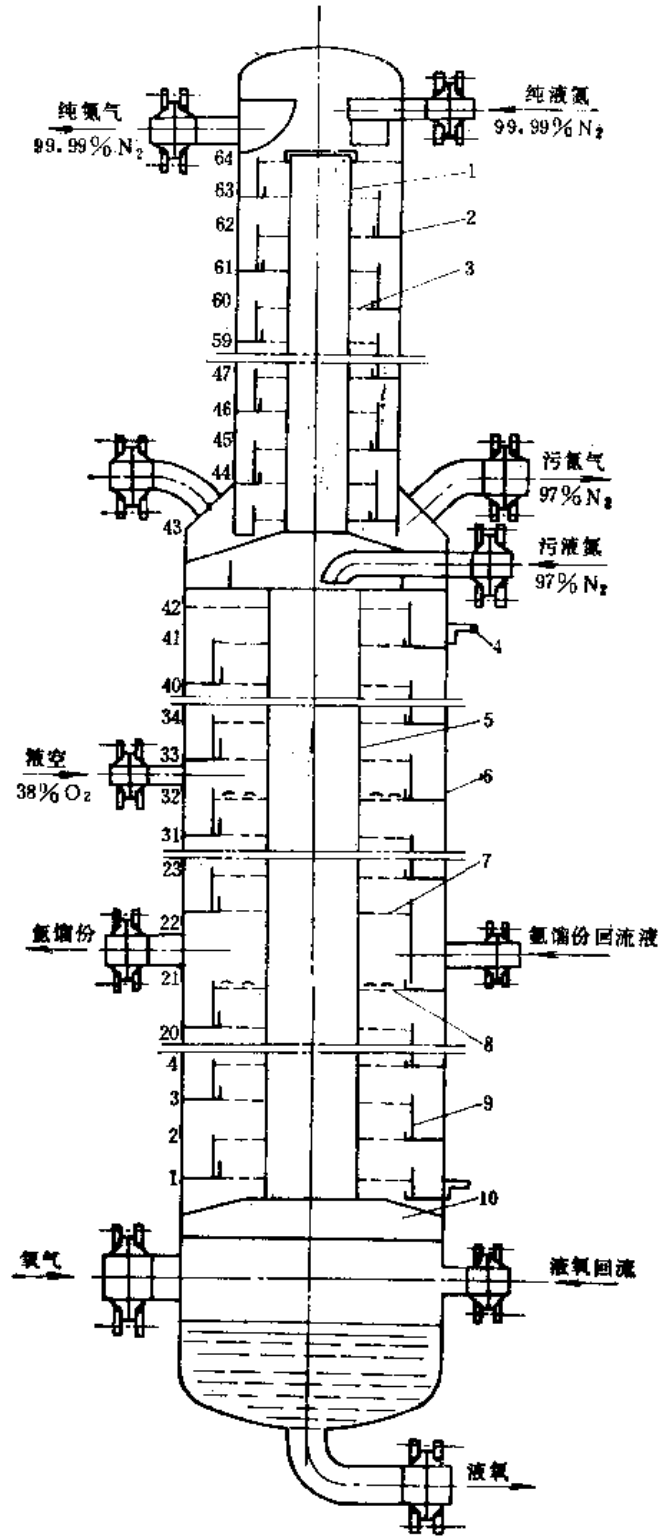


图6-5-10 国产FL-300/300型分馏塔的上分馏筒  
 1—中心筒 2—塔筒 3—塔板 4—校正块 5—中心筒 6—塔筒  
 7—塔板 8—浮阀塔板 9—溢流槽 10—支承架



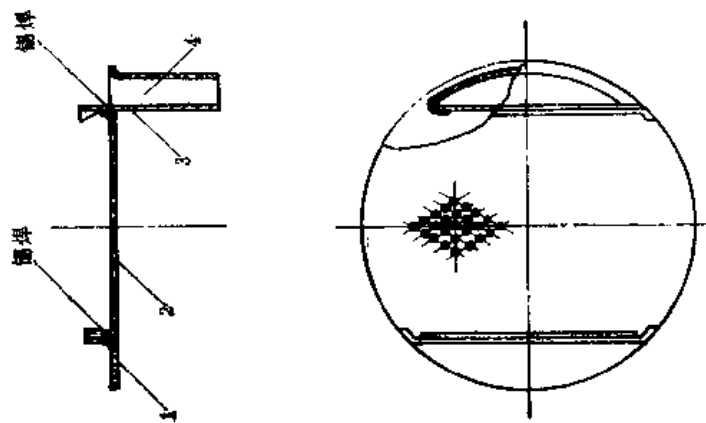


图6-5-11 国产50型分馏塔的塔板  
1、3—挡板 2—孔板 4—溢流筒

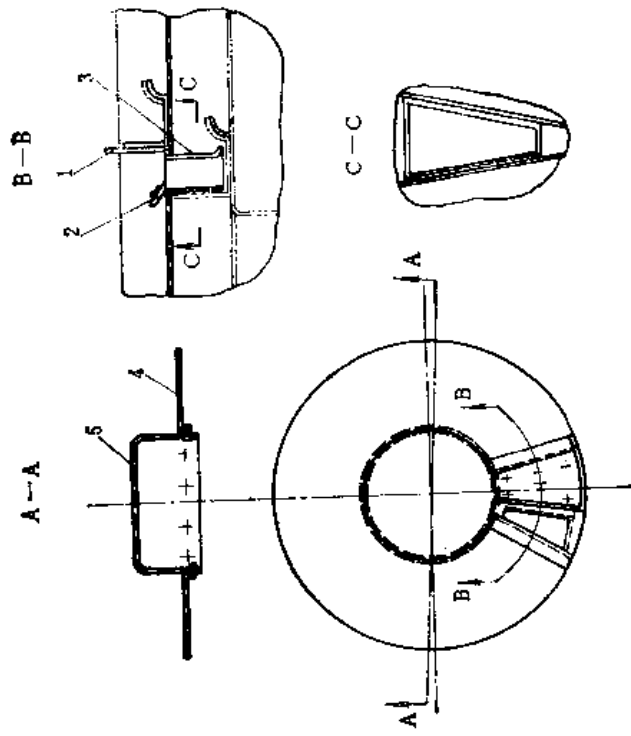


图6-5-12 国产150型分馏塔的塔板  
1—接水槽 2—左右溢流板 3—溢流筒  
4—孔板 5—中心罩

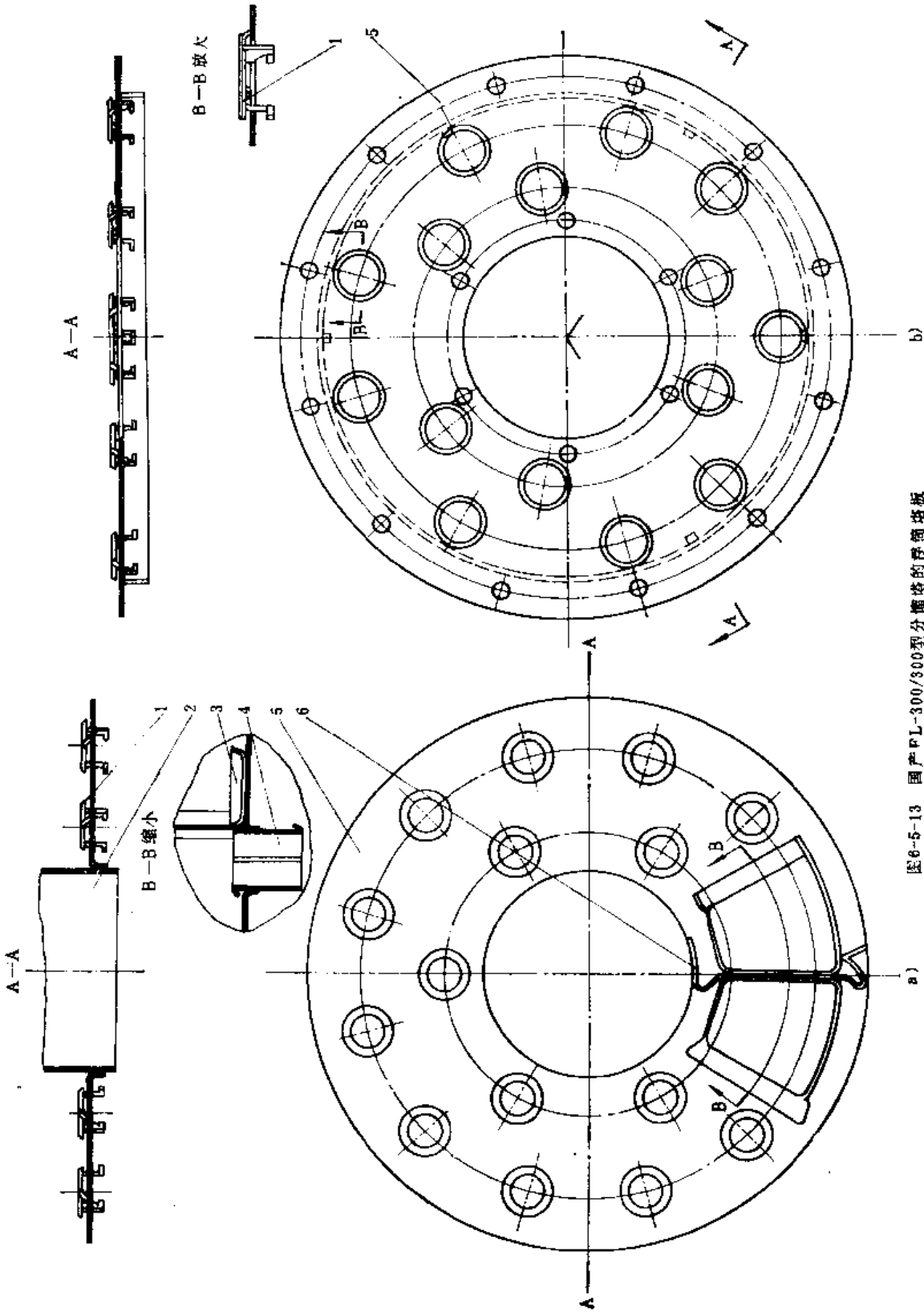


图6-5-13 国产FL-300/300型分馏塔的分馏塔板

- 1—浮阀 2—中心孔 3—接液槽
- 4—溢流槽 5—孔板 6—挡板

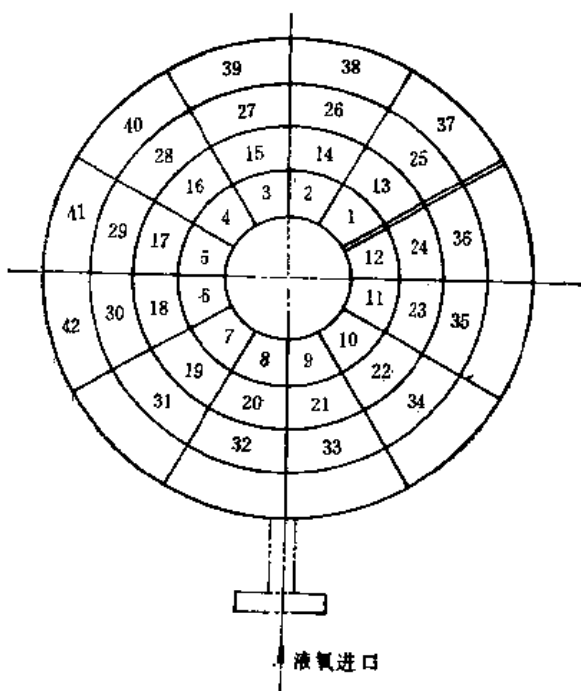


图6-5-14 国产FL-300/300型分馏塔  
上塔塔板安装位置

说明：图中数字表示塔板号，数字位置表示从塔顶往下看时溢流槽的位置，以液氧进口位置作相对定位

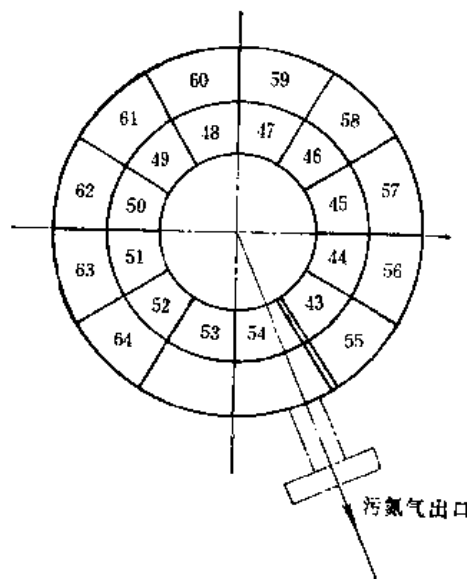


图6-5-16 国产FL-300/300型分馏塔辅塔塔板安装位置

说明：图中数字表示塔板号。数字位置表示从塔顶往下看时溢流槽的位置，以污氮气出口位置作相对定位

### (二) 分馏筒故障的修理

分馏筒的故障及其消除方法列于表6-5-2。

表6-5-2 分馏筒的故障及其消除方法

故障	故障原因	消除方法
塔板(或填料)堵塞	随压缩空气带入硅胶、分子筛等粉末，或油质、固体二氧化碳等积聚在塔板上	用四氯化碳、二氯乙烷、三氯乙烯或水进行清洗
分馏筒焊缝破裂，或分馏筒与导液管连接焊缝泄漏	分馏塔超压运行，或分馏筒爆炸	拆下更换或修理，详见“修理和装配工艺”
分馏筒下沉或倾斜，并与连接管焊缝处泄漏	分馏筒固定抱箍松弛，在工作中受压力冲击或震动，使分馏筒歪斜。或由于塔壳密封不严，绝热材料吸潮冻结，导致单位容积内重量增加，使分馏筒负荷过重	应重新安装就位进行调整，用铅垂法测定其总高的垂直度，其误差不大于1000:1。将抱箍与筒壳中间垫好垫片，紧固和拉紧支架

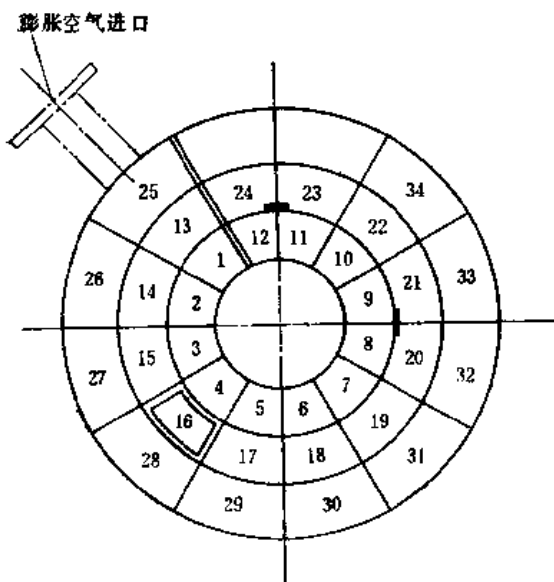


图6-5-15 国产FL-300/300型分馏塔下塔塔板安装位置

说明：图中数字表示塔板号。数字位置表示从塔顶往下看时溢流槽的位置，以膨胀空气进口位置作相对定位。涂黑小长方形表示第16块塔板上污液氮抽出口在内筒上的开口

(续)

故障	故障原因	消除方法
分馏筒周期性的精馏工况恶化, 用清洗法无效	由于制造或修理质量上的缺陷, 造成塔板倾斜, 塔板溢流通道尺寸较小, 或溢流挡板边缘皱折, 塔板与接水槽相互对位偏差较大	严格按“修理和装配工艺”重新进行装配

### 1. 修理和装配工艺

1) H62黄铜塔板用烙铁焊接, 焊料采用料603锡铅焊料, 铝质塔板采用氩弧焊接。

2) 塔板如不平, 允许放在平台上用木锤轻轻敲击, 进行平整。必要时, 要将塔板上零件拆除后平整, 但不允许将筛板上小孔直径缩小, 否则, 需用冲针修复。

3) 塔板焊接破裂处应进行重焊。

4) 塔板在装入分馏筒之前必须进行严格脱脂。

5) 分馏筒组装应分节进行, 须将分馏筒放在平板上, 用划线盘校正筒槽的水平。

6) 固定圈(铜圈先挂锡)在平台上用木锤找平。

7) 铜质筒槽内侧也要挂锡。

8) 将下固定圈点焊在筒槽内, 放上塔板, 再将上固定圈嵌在筒槽内。用直尺和水平仪检查塔板的水平度。如符合要求, 可将上固定圈与塔板接触处均布地点焊, 再检查塔板的水平度, 使塔板与筒壳的轴向中心线垂直, 点焊时顺序按相对的位置进行。

9) 上固定圈与塔板及筒槽之间各施满焊。

10) 焊接相邻两片塔板时, 溢流管与接水槽必须对准在相应的位置。

### 2. 装配的技术条件

1) 筒壳用T4铜板(或LF2铝板)卷制, 铜质筒壳采用斜接焊成。直径在 $\leq 300\text{mm}$ 的, 允许有一个纵向焊缝; 直径在 $> 300\sim 500\text{mm}$ 的, 允许有两个纵向焊缝。焊缝应采用料301银钎料斜接, 斜接宽度为 $15\sim 20\text{mm}$ (斜接即将接头在宽度范围内用机械方法磨削成斜面, 搭接焊的厚度应与基体厚度基本相同), 接头焊缝成“弓”字形。

2) 筒壳在卷制前, 板材必须退火, 每节筒壳内装入的塔板数应为4~6片。

3) 筒壳的槽线和一端扩口是在滚床上滚压制成, 槽线应与筒的轴向中心线垂直。相邻两槽的间距和平行度误差均不许大于 $\pm 1\text{mm}$ , 而任何两槽平行度误差不许大于 $\pm 2\text{mm}$ 。

4) 筒壳上下两端必须与筒壳轴向中心线垂直。其圆柱度误差, 直径小于或等于 $500\text{mm}$ 的, 为 $\pm 1\text{mm}$ ; 直径大于 $500\sim 800\text{mm}$ 的, 为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

5) 对有内外筒结构铜制的下分馏筒, 其外筒用H62黄铜板对接焊成, 高度小于或等于 $2000\text{mm}$ 的, 允许有一条横向焊缝; 高度大于 $2000\sim 3000\text{mm}$ 的, 允许有两条横向焊缝。焊料应采用铜-锌焊料。

6) 两焊件焊接时, 其纵焊缝应均匀错开, 间距不得小于 $200\text{mm}$ 。

7) 敲制封头时, 圆角处的壁厚减薄不得大于原壁厚的10%。

8) 塔板孔内应光洁、无毛刺, 孔径允许偏差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。塔板的平面度误差, 直径小于或等于 $500\text{mm}$ 的, 为 $0.8\text{mm}$ ; 直径大于 $500\sim 1000\text{mm}$ 的, 为 $1\text{mm}$ 。

9) 孔板拼接时, 其间隙不许大于 $1\text{mm}$ 。溢流板的高度偏差, 不许大于 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

10) 组装时的塔板, 孔板毛刺面应向上。

11) 塔板装入分馏筒后, 应与分馏筒的轴向中心线垂直, 其误差不许大于 $1\text{mm}$ , 相邻两片塔板距离的偏差不许大于 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

12) 相邻两分馏筒的焊缝间隙应均匀, 约在 $0.2\sim 0.3\text{mm}$ , 渗焊深度为 $20\sim 25\text{mm}$ , 在分馏筒全长范围内, 其垂直度误差不许大于 $1000:1$ 。

13) 下分馏筒的焊缝, 如有条件时, 应进行X光检查。受检处应均布, 长度为焊缝总长的 $1/3$ , 但“T”形接头处, 应全面检查。

14) 对有内外筒结构的下分馏筒之外筒, 应在内筒装入前, 按工作压力的1.5倍进行水压试验, 经干燥后, 再装入内筒。对下分馏筒与冷凝蒸发器采用法兰盘的连接结构, 其法兰盘面的平面度误差不得大于 $1000:1$ 。

15) 下分馏筒内液氮槽的垫圈, 必须进行密封检查。试验方法是在液氮槽内盛入有效高度90%的水, 放置 $24\text{h}$ , 以不渗漏为合格。

16) 分馏筒装配后, 用干净的压缩空气或氮气, 以最大工作压力进行气密试验, 并用肥皂液详细检查焊缝处, 以不渗漏为合格。

17) 分馏筒装配后, 应清除表面的氯化铜和污垢, 并涂一层酚醛清漆。

### 第6节 乙炔吸附器

#### (一) 乙炔吸附器的结构

乙炔吸附器的结构示于图6-6-1~图6-6-3。

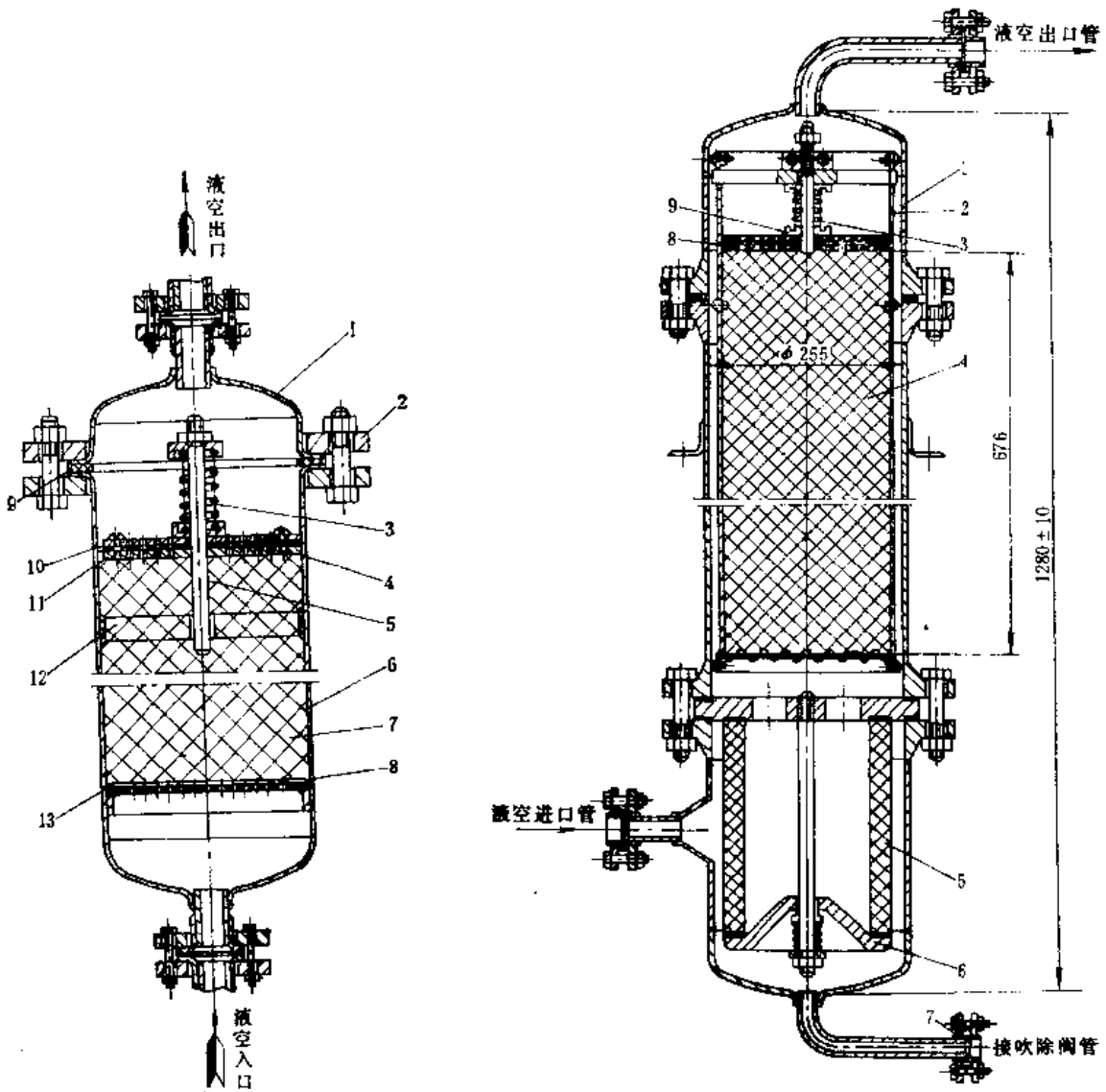


图6-6-1 国产150型分馏塔的乙炔吸附器

- 1—上封头 2—插套法兰盘 3—弹簧 4—上孔板 5—螺栓 6—筒壳 7—硅胶 8—下孔板 9—垫片 10—垫圈 11—螺钉 12—铜板 13—铜圈

图6-6-2 国产300/2型分馏塔的乙炔吸附器和二氧化碳过滤器

- 1—外筒 2—内筒 3—压紧弹簧 4—硅胶 5—陶瓷过滤器 6—内盖 7—法兰盘 8—孔板 9—压板

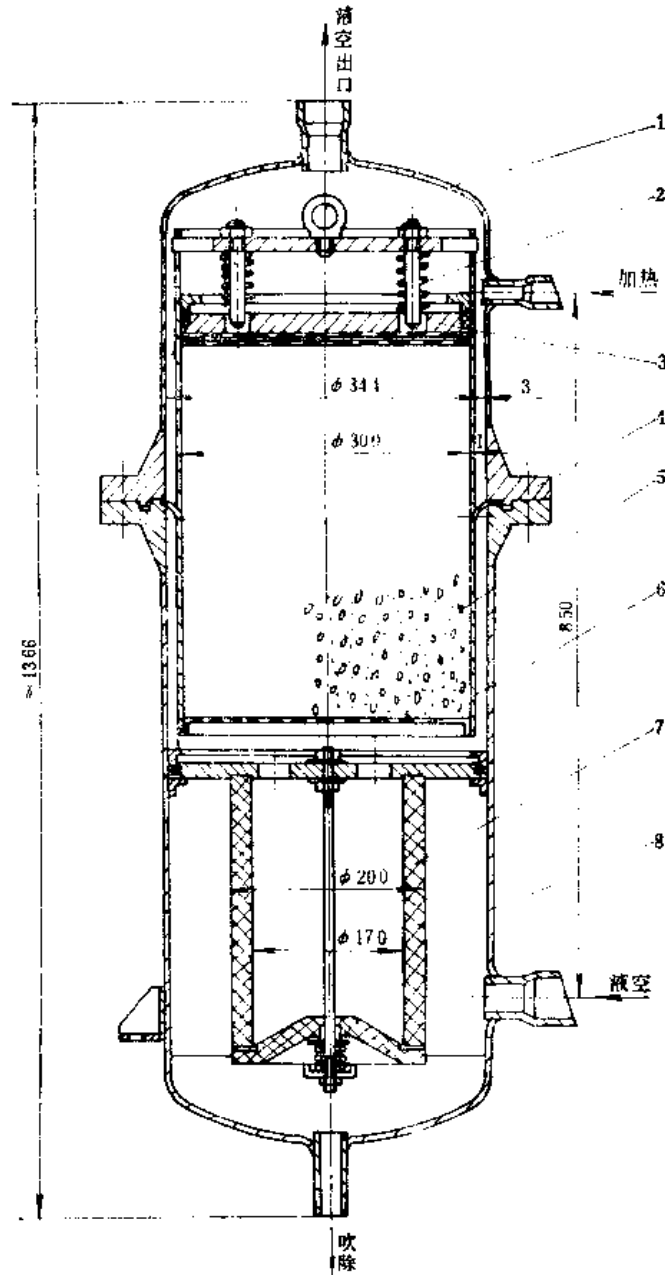


图6-6-3 国产FL-300/300型分馏塔的乙炔吸附器和二氧化碳过滤器  
 1—封头 2—弹簧 3—压板 4—法兰盘 5—硅胶 6—筒 7—陶瓷过滤器 8—外筒

### (二) 乙炔吸附器的故障及其消除方法

乙炔吸附器发生故障及消除方法，可参照表6-6-1。

表6-6-1 乙炔吸附器工作中的故障及其消除方法

故障	故障原因	消除方法
吸附剂效率降低	1. 吸附剂吸附乙炔已饱和，或再生不够彻底 2. 有较多的吸附剂变成碎粒及粉末，或失效 3. 新装的吸附剂的湿度超过标准(按重量不超过2%) 4. 设备清洗时，吸附器阀门关闭不严，使水进入吸附剂内	1. 进行彻底加热再生 2. 检查更换 3. 按技术条件进行筛选和活化 4. 吸附剂再生，并研磨阀门

(续)

故障	故障原因	消除方法
乙炔吸附器与下塔压差大于0.049MPa	1.原料空气中二氧化碳清除不够彻底,使吸附剂被固体二氧化碳堵塞 2.吸附器下孔板被油或其它杂质堵塞	1.彻底清除原料空气中二氧化碳 2.拆下吸附器,取出吸附剂,用溶剂清洗下孔板和网

### (三) 乙炔吸附器的修理

焊缝表面如有气孔裂缝等渗漏现象时,可将原来焊道适当锉掉,进行补焊。经补焊后,吸附器必须进行水压试验和气密试验。如有条件的最好经X光检查。

法兰盘密封面泄漏时,应对V形密封槽清除干净,对铜质密封圈应作退火处理。可将密封圈加热至600~700°C,然后立即放在水槽中冷却,去掉所产生的氧化皮。对铝质法兰盘应采用镀锡的铜质密封圈。法兰盘密封面如有刻痕,应在车床上修复。法兰的螺栓要均匀地交叉进行紧固,使密封面平整。最好应对法兰上螺栓在设备冷却后再紧固一次。

吸附器的铜质零件采用四氯化碳溶剂脱脂,铝质零件采用三氯乙烷溶剂脱脂,并用氮气吹干,然后才可将吸附剂装入吸附器。此外,上孔板必须放平,以使弹簧均匀地压在吸附剂上。

对有内外筒的乙炔吸附器,内筒与外筒间隔板处必须密封,以防液空走短路。密封处应用石墨石棉线,不得用石蜡石棉线。

乙炔吸附器管道的阀门必须密封,如有泄漏,必须研磨修好。

### (四) 乙炔吸附器用吸附剂硅胶的技术条件

乙炔吸附器中的吸附剂为硅胶。硅胶( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )是由硅酸溶胶凝缩而成人造含水硅石,具有很多的内表面细孔结构,是一种可再生高活性的吸附剂。

硅胶颗粒有条状和球状两种。按孔径的大小可分为2~4nm细孔硅胶;8~10nm粗孔硅胶,作为乙炔吸附器的吸附剂应采用粒度5~7mm球状细孔硅胶。其技术条件见本篇附录(三)的常用吸附剂的技术性能。

硅胶应包装于内衬塑料的纸袋或胶合板的木桶中,或有密封盖的圆铁筒中。

为保证吸附剂的质量和有较高的吸附能力,吸附剂在充装时应做好以下工作:

1) 硅胶应具有牌号、规格和生产厂的质量证明书。使用部门还必须检查其湿度和堆重。

2) 硅胶在装入吸附器前应用3mm筛子筛选,去除微粒。

3) 对硅胶进行活化处理。将硅胶放在有高30~50mm边缘的金属板上,在180~200°C的炉内进行干燥;或装入有孔底板的圆柱状容器中,用200~220°C的氮气吹除的方法进行干燥,干燥程度必须进行到堆重不变为止。温度不得大于250°C,否则会使硅胶活性变坏。

4) 经过干燥的硅胶,最好立即装入吸附器内,或保存在密封的容器中,为使吸附剂充装密实,充装时应沿吸附器外壁轻敲。

5) 为防止空气中水分进入已干燥的吸附剂内,充装应尽量快些,并将吸附器上所有阀门关闭。

6) 对于装有一个吸附器的制氧设备,每开动一年至少应换吸附剂一次,对于装有两个交替使用吸附器的制氧设备,每开动两年应换吸附剂一次。

## 第7节 二氧化碳过滤器

### (一) 二氧化碳过滤器的故障及其消除方法

国产小型制氧设备中,300/2型和FL-300/300型分馏塔附有二氧化碳过滤器,它是与乙炔吸附器组装在一个筒体中(参看图6-6-2及图6-6-3)。

过滤器工作中的故障,主要发生在过滤元件多孔性陶瓷过滤管上。如陶瓷过滤管端表面不严密或损坏,将使蒸发器液体中固体二氧化碳清除不够彻

底,表现在节流阀堵塞,并使吸附器的硅胶内含有固体二氧化碳,造成阻力增大。此时,必须打开过滤器加以检查。如陶瓷过滤管孔隙被油和机械杂质固体微粒所堵塞,将引起过滤器阻力较快的增大,这时过滤器必须加温和吹扫;如效果不好,必须将陶瓷过滤管取出,用溶剂洗涤并干燥;如经过洗涤仍不能消除,则应更换新的陶瓷过滤管。

## (二) 国产二氧化碳过滤器的陶瓷管的技术条件

1) 多孔性陶瓷过滤管用陶土制成,其材料成分,应符合下列要求:

- 石英砂 83%~85%
- 钠质水玻璃 13%~15%
- 硅氟化钠 2%

2) 原料粒度为0.2~0.75mm。

3) 圆筒系在压力机的压力下,在压模中借振动器成型,然后在900~1200℃温度下焙烧9~10h。

4) 滤管长度不够时,允许用两节或三节以水玻璃胶结,胶结处的强度不得低于滤管的强度。

5) 厚度不均匀和外形圆柱度误差不得大于5mm。

6) 内外表面不允许有裂纹和缩孔,在端面不得有大于1.5mm的刻痕和缩痕等缺陷。端面应与轴向中心垂直,误差不得大于4mm。

7) 滤管内受压极限强度为11.3MPa。

8) 滤管的空气渗透系数K值的大小,直接影响滤管的正常工作。一般小型分馏塔用的滤管空气渗透系数 $K \geq 10$ 。

$$\text{气体渗透系数 } K = \frac{Q\delta}{Fp}$$

(6-7-1)

式中  $K$  —— 空气渗透系数  $\left(\frac{\text{m}^3 \cdot \text{mm}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}}\right)$ ;

$Q$  —— 气体流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$F$  —— 滤管内表面积 ( $\text{m}^2$ );

$\delta$  —— 滤管厚度 (mm);

$p$  —— 阻力 (Pa)。

9) 表面气孔率是滤管中液体可通过的孔隙与滤管总体积之比值。一般要求表面气孔率不许少于35%~38%。

10) 毛细孔太小,应在0.07~0.08mm,允许偏差为 $\pm 0.005\text{mm}$ 。

## 第8节 分馏塔附件

### (一) 冷节流阀(冷弯阻阀)修理的一般技术条件

国产小型分馏塔的冷节流阀(冷弯阻阀)的结构示于图6-8-1~图6-8-4。其一般修理技术条件如下:

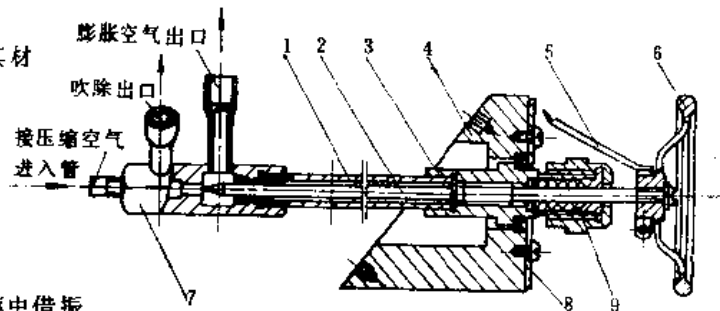


图6-8-1 国产50型分馏塔的高压空气冷节流阀  
1—外管 2—阀杆 3—填料体 4—阀架 5—指示器 6—手轮 7—阀体 8—刻度盘 9—填料

1) 阀体与填料体的材料,应采用HPb59-1黄铜,外管材料应采用1Cr18Ni9Ti不锈钢或H62黄铜,阀杆材料应采用2Cr13, 3Cr13或2Cr18Ni9不锈钢。

2) 填料体的密封材料,应采用涂蜡石棉绳。

3) 零件加工表面应光洁、无毛刺,在阀尖和阀孔接触部分,表面粗糙度数值应在 $R_a 0.4\mu\text{m}$ 以下。

4) 阀杆直线度误差不得大于10000:1,阀尖圆锥部分的圆度误差不得大于0.01mm。

5) 阀杆与阀体的配合螺纹,应按三级精度加工。

6) 零件在装配前,要用压缩空气吹除附在表面的残屑,并清洗脱油。

7) 外管为H62黄铜,与阀体和填料体连接螺纹密封部分。装配前需挂锡,用料603锡铅焊料钎焊密封。外管为1Cr18Ni9Ti,与阀体和填料体连接螺纹部分用料303银钎料钎焊密封。

8) 阀体、外管和填料体装配后,同轴度误差不得大于0.05mm。

9) 阀门装配后的开度,高压空气节流阀可开启3~5周,液空、液氮节流阀可开启8~12周。

10) 装配后,要将阀尖与阀孔配研,在阀杆完



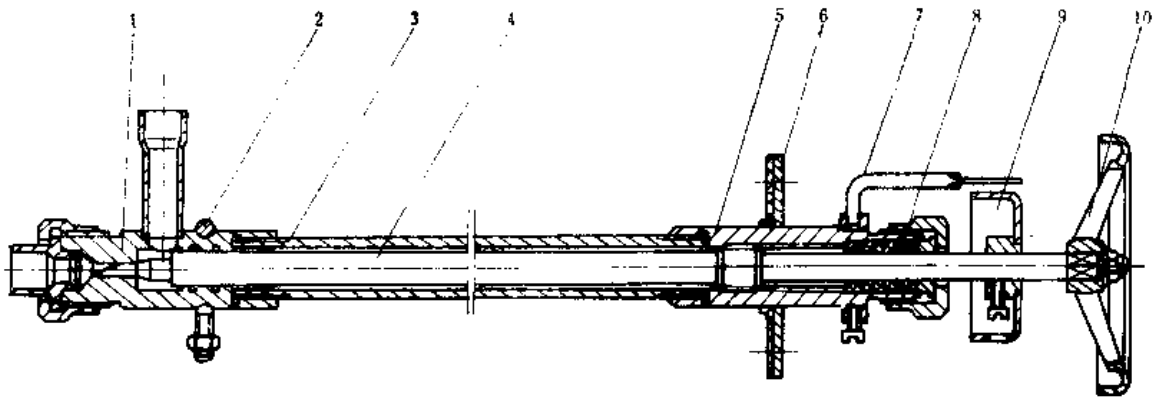


图6-8-2 国产150型分馏塔的高压空气冷节流阀

1—阀体 2—卡箍 3—套管 4—阀杆 5—螺套 6—法兰 7—指针 8—填料 9—刻度盘 10—手轮

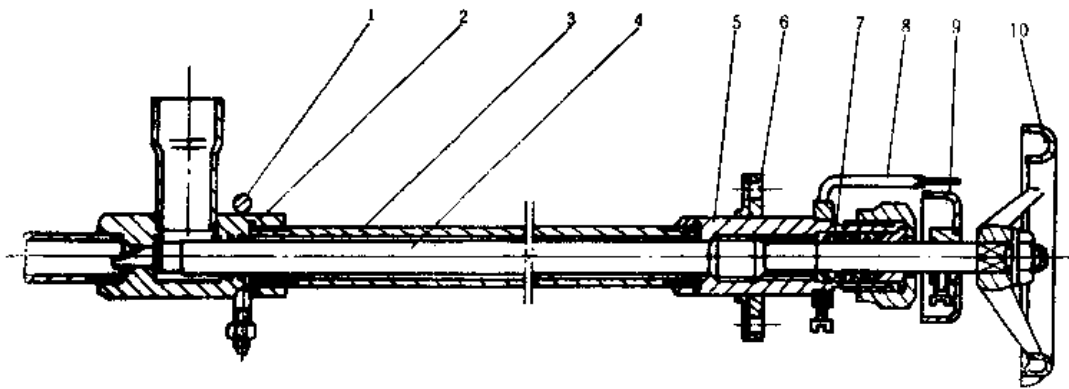


图6-8-3 国产150型分馏塔的中压冷节流阀

1—卡箍 2—阀体 3—套管 4—阀杆 5—螺套 6—法兰 7—填料 8—指针 9—刻度盘 10—手轮

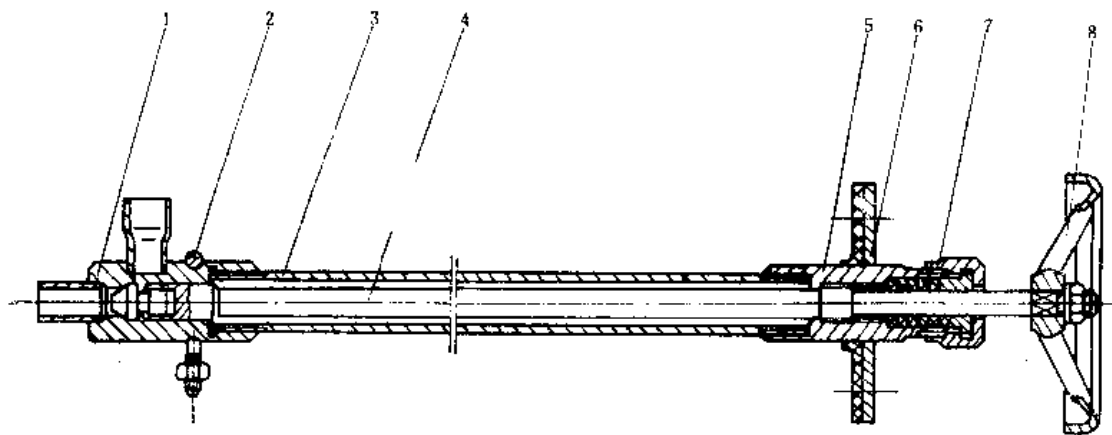


图6-8-4 国产150型分馏塔的冷旁路阀

1—阀体 2—卡箍 3—套管 4—阀杆 5—螺套 6—法兰 7—填料 8—手轮

全关闭后，必须保持密封，并处于开闭自如状态。

11) 在冷节流阀（冷弯阻阀）前后，分别以1.5倍工作压力做强度试验，时间不少于5min，然后再以工作压力做气密试验，用肥皂液检查各连接处和表面，以不渗漏为合格。

12) 阀的外壳部分焊接后作钝化处理，否则，要涂酚醛清漆。

## (二) 安全阀修理的一般技术条件

小型分馏塔及压缩机一般采用全启式弹簧安全阀和杠杆式安全阀。其结构示于图6-8-5及图6-8-6。

安全阀是一种保护装置，当压力超过允许值时，阀瓣自动开启，排出所增高的介质压力后，压力复原，阀瓣就自动关闭。

### 1. 安全阀的校验

1) 安全阀应定期校验，分馏塔的安全阀，一般每运行一个周期校验一次；空压机、氧压机安全阀每运行三个月左右校验一次，但水润滑的氧压机，存在锈蚀问题，应根据情况，适当缩短校验期。

2) 安全阀适用介质为空气或其他气体时，则试验介质用空气或氮气。

3) 安全阀的开启压力：在工作压力小于或等于0.98MPa时，为其工作压力加上0.049MPa；在工作压力大于0.98MPa时，为其工作压力的1.1倍。开启压力偏差：当开启压力小于或等于0.98MPa时，为 $\pm 0.0196$ MPa；当开启压力大于0.98MPa时，为开启压力的 $\pm 2\%$ 。

4) 校验用的压力计应为小于或等于0.4级标准压力计。

5) 安全阀校验后，加以铅封。

### 2. 安全阀的修理

1) 安全阀主要零件材料：阀体、阀盖，如为低压安全阀，则采用HT200铸铁，如为大于1.57MPa的中压或高压安全阀，则采用铸钢或锻钢；阀杆、阀座、阀瓣采用3Cr13不锈钢（低压安全阀瓣材料有采用ZQSn6-6-3锡青铜）；弹簧采用60Si2-Mn硅锰钢。

2) 阀座与阀瓣的密封面不得有泄漏。泄漏时，应采用精茶油酸和白玉微粉研磨，如仍泄漏，可将阀瓣及阀座在车床上精加工，表面粗糙度数值在 $R_{a}0.4\mu\text{m}$ 以下，然后再进行研磨，达到不泄漏为

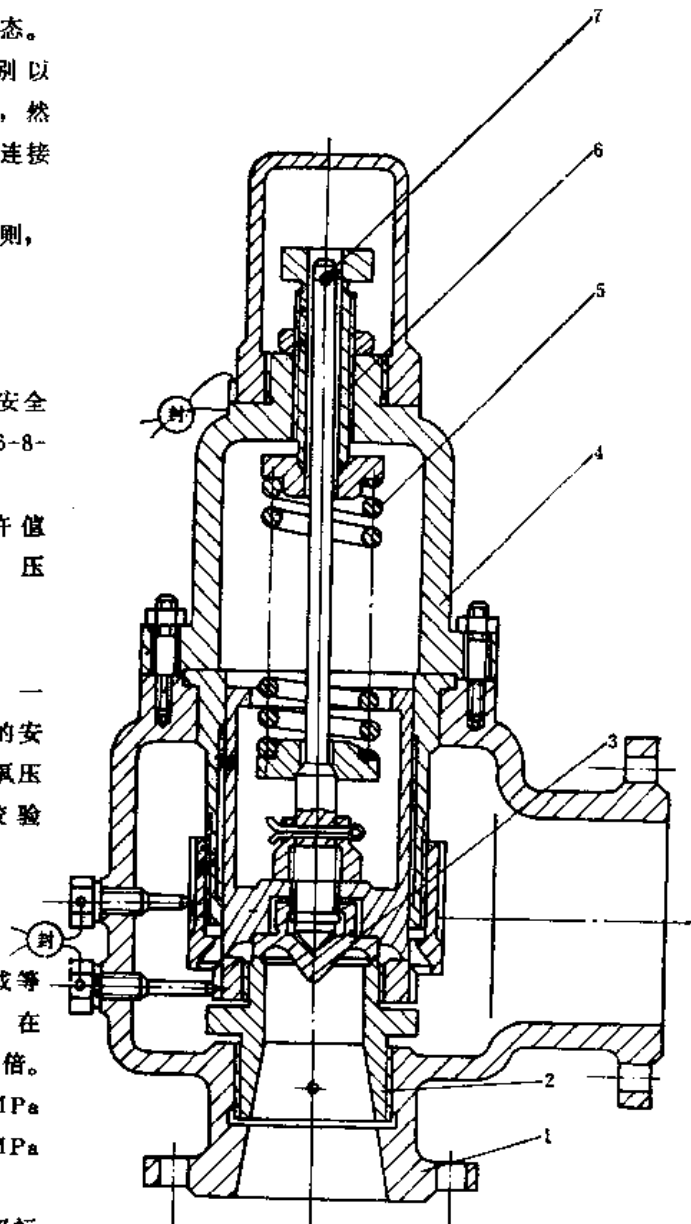


图6-8-5 全启式弹簧安全阀

1—阀体 2—阀座 3—阀瓣 4—阀盖  
5—弹簧 6—调节螺套 7—阀杆

止。

3) 弹簧式安全阀可用旋转调节螺套来改变弹簧对阀瓣的密封力；杠杆式安全阀，用移动重锤的位置或改变重锤重量来调节阀瓣的密封力，重锤移动后，应加以固定。

4) 阀瓣与导向套之间，以及其它间隙配合的零件，保持规定的间隙，不得有卡滞现象，并保证阀瓣与阀座的密封和开启灵活。

5) 阀杆的尖端和阀瓣的凹穴须准确接触中

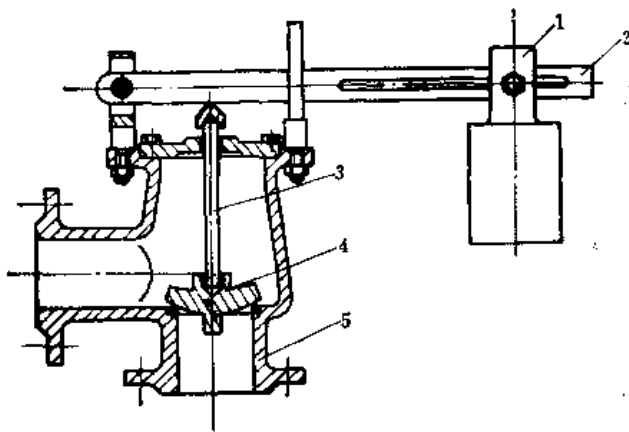


图6-8-6 杠杆式安全阀

1—重锤 2—杠杆 3—阀杆 4—阀瓣 5—阀体

心，不得有偏移。

6) 凡经补焊修整的阀体，应按其1.5倍工作压力进行水压试验，并按工作压力进行气密试验。试验压力应逐渐升至规定值，压力持续时间不少于2min。

7) 安全阀在拆装时，应将零件的污秽、毛刺、尖棱、氧化皮等清除干净。

安全阀用弹簧的机械加工和装配等其它技术要求，可参照JB452—77《弹簧式安全阀技术条件》的规定。

### (三) 自动阀修理的一般技术条件

国产300/2型分馏塔氮蓄冷器的自动阀箱和自动阀门的结构示于图6-8-7。其修理的一般技术条件如下：

1) 阀箱和阀座用ZL7铝合金铸成，阀盘、阀杆、轴套和半锥体等零件用LY-11（淬火并自然时效）高强度硬铝加工制成，弹簧用QS13-1硅锰青铜制成。

2) 阀座与阀盘工作接触的表面如有磨损、划痕，应在磨床上进行精磨，然后配研，研磨表面粗糙度应在 $R_a0.4\mu\text{m}$ 以下。装配后注入煤油进行试验，不得渗漏。

3) 轴套与两只半锥体在装配时必须配研，使接触面贴合。

4) 每只自动阀门装配后，必须保证阀杆运动灵活，并以工作压力对阀的密封面作气密性检查，允许漏气量为 $0.7\sim 1\text{L}/\text{min}$ ，但其他各处均不得泄漏。

5) 自动阀门在装入阀箱前要脱油处理，装入阀箱后再以 $0.59\text{MPa}$ 压力的空气进行试验，阀箱上各自动阀门的总漏气量允许不超过各单只自动阀门的允许漏气量总和的1.4倍。

6) 自动阀门应按氮气和空气流向装配，在氮

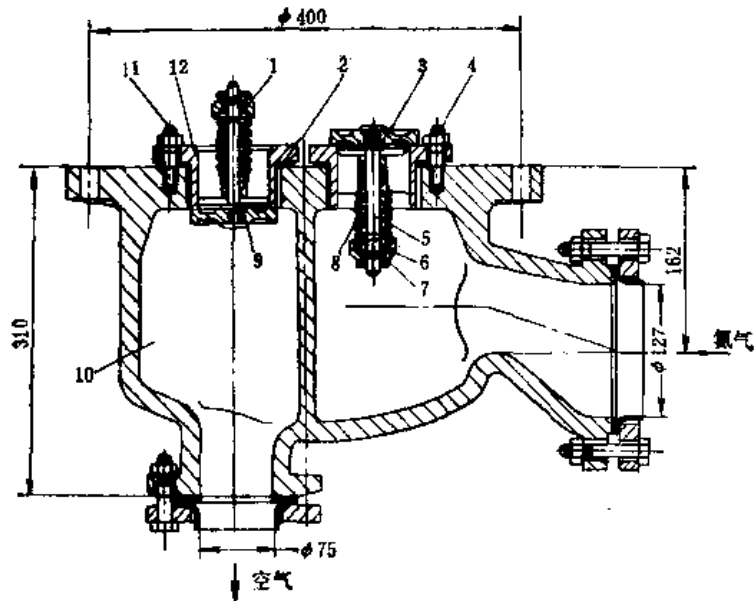


图6-8-7 国产300/2型分馏塔氮蓄冷器的自动阀箱和自动阀门装配图

1—弹簧圈 2—垫圈 3、9—阀盘 4、12—阀座 5—阀杆  
6—轴套 7—半锥体 8—弹簧 10—阀箱 11—螺栓

气通路上自动阀门的弹簧应向下端在空气通路上自动阀门的弹簧应向上端。

**(四) 强制阀修理的一般技术条件**

国产300/2型分馏塔氮氢冷器的强制阀的结构示于图6-8-8, 其修理的一般技术条件如下:

1) 强制阀累计工作时间达2000 h, 应检查填料函和耐油橡胶衬碗的密封情况, 更换缓冲气缸内的机油; 累计工作达一年, 应检查双鞍形阀顶和阀体上的气密圈、气缸和缓冲活塞的磨损情况。

2) 阀杆采用3Cr13不锈钢, 各连接处均采用橡胶石棉垫圈密封, 填料函内采用石蜡石棉绳填

料。

3) 拆除磨损的气密圈, 在磨床上精磨, 然后配研, 研磨表面的粗糙度在 $R_a0.4\mu\text{m}$ 以下。

4) 装配后, 活塞杆运动必须灵活, 活塞行程按图样规定调整至17mm。

5) 装配后, 两端气缸应以0.59MPa压力进行气密试验, 5min后不泄漏即为合格。在阀顶关闭时, 阀体内以0.59MPa压力作气密试验, 两气密圈间的漏气量不得大于4L/min。试验合格后, 外表面应喷漆。

6) 应在缓冲气缸内注入约90%气缸容积的GB443—84的N15号机械油。用调整缓冲活塞上的

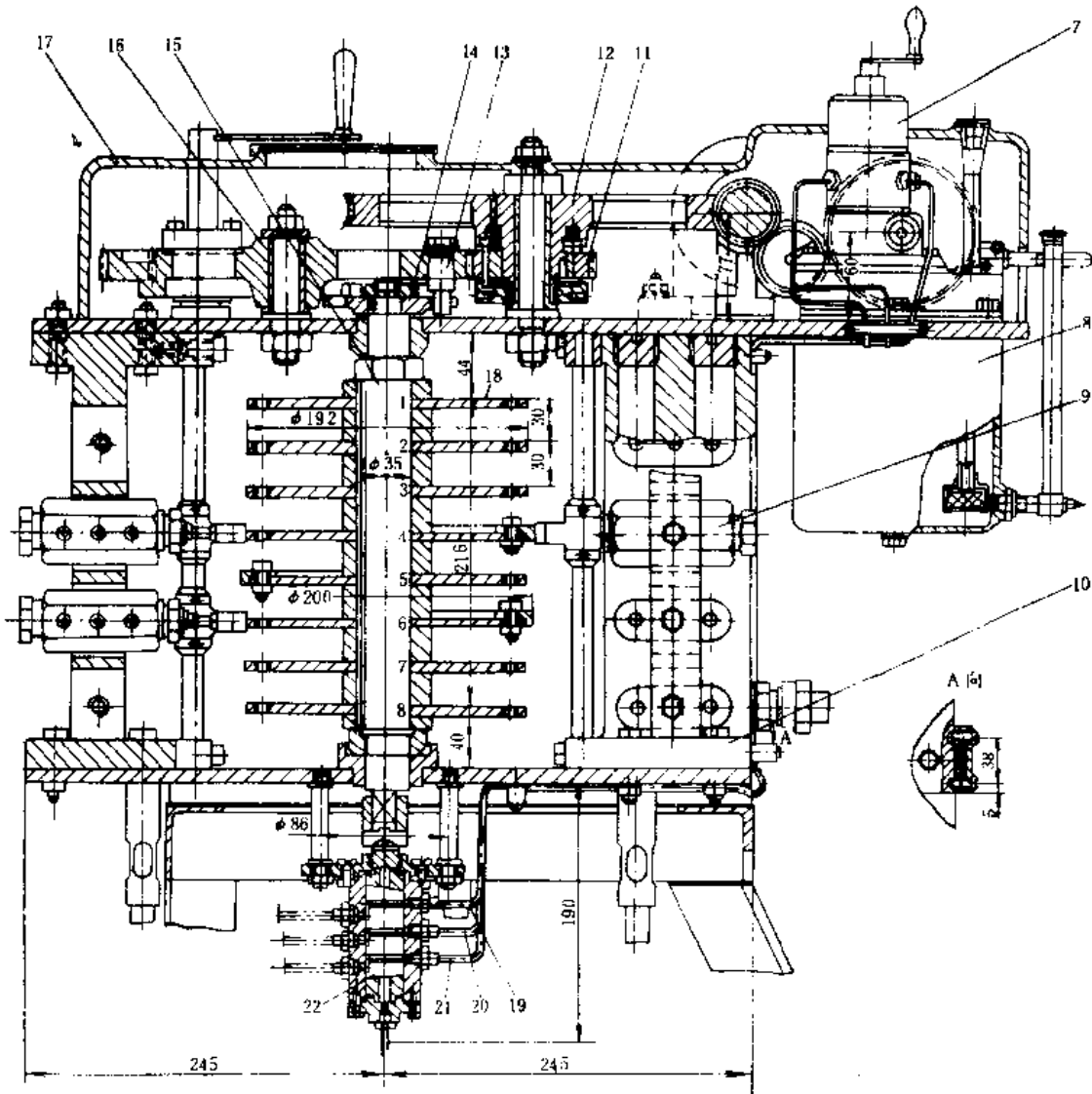


图6-8-9 国产

1—带轮 2—蜗杆轴 3, 16—从动齿轮 4—齿轮 5, 11—主动齿轮 6—游轮 7—注油器 8—油箱 9—活门 10—泵

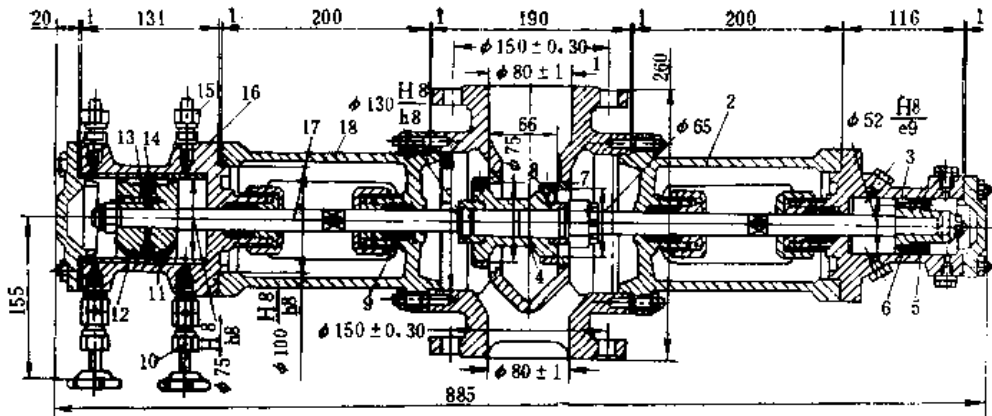
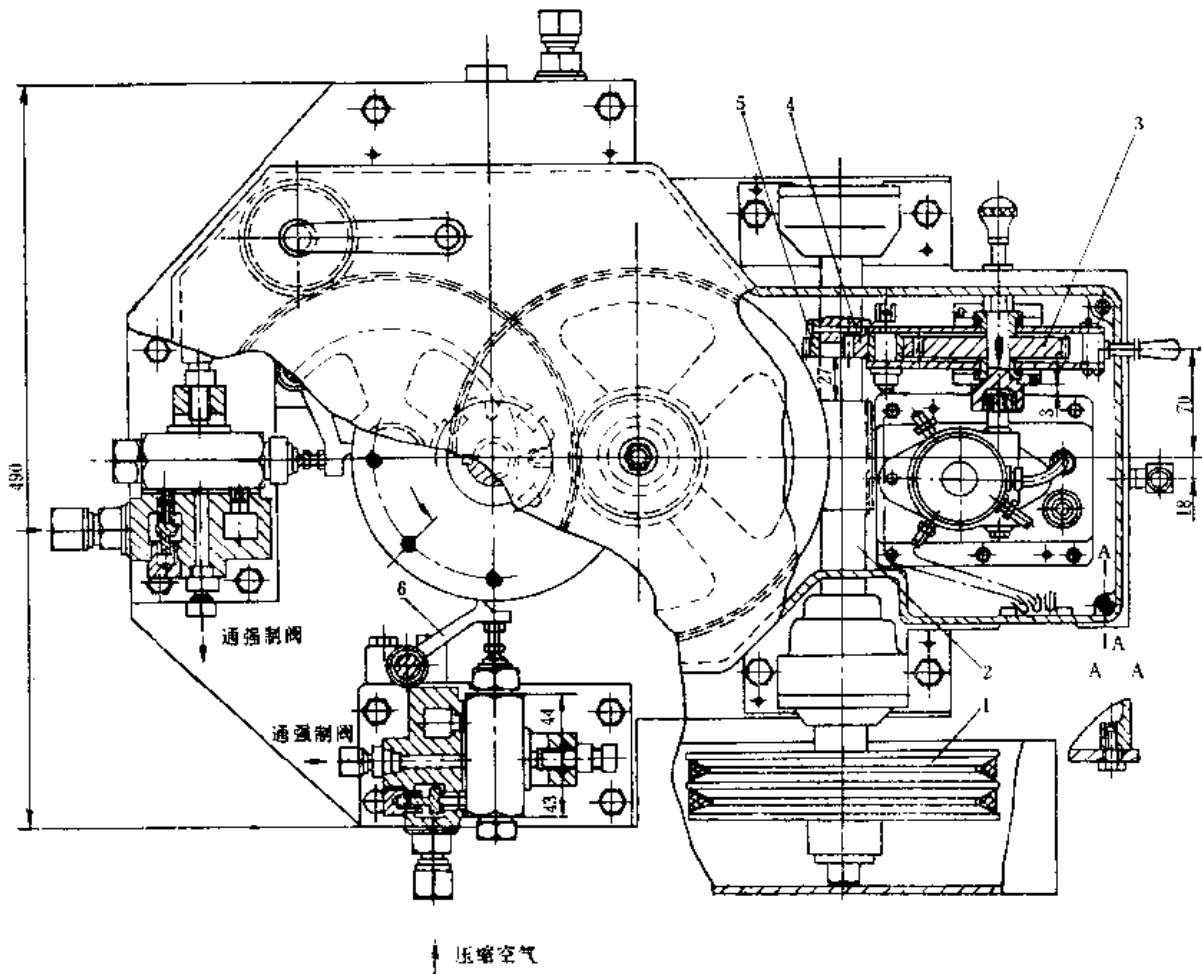


图6-8-8 国产300/2型分馏塔氮蓄冷器的强制阀

- 1—阀体 2、18—中间腔 3—缓冲气缸 4—双鞍形阀顶 5—螺钉 6—缓冲活塞 7—阀座 8—阀瓣 9—填料 10—吹除阀门 11、12—活塞 13—衬碗 14—环 15—管接头 16—气缸 17—阀杆



8型切换器

- 气管 12—蜗轮 13—销钉 14—马尔特十字盘 15—凸轮轴 17—上盖 18—凸轮 19、20、21—油管 22—分配盘

螺钉或增减气缸内的注油量,来控制开启或关闭阀顶的时间,该时间应保持在0.5~1s范围内,并保证强制阀门开闭平稳。

7) 强制阀在安装使用前,应用压缩空气将阀体内部吹净,并进行脱油处理。

### (五) 切换阀修理的一般技术条件

国产8型切换器及活门的结构示于图6-8-9及图6-8-10。其修理的一般技术条件如下,

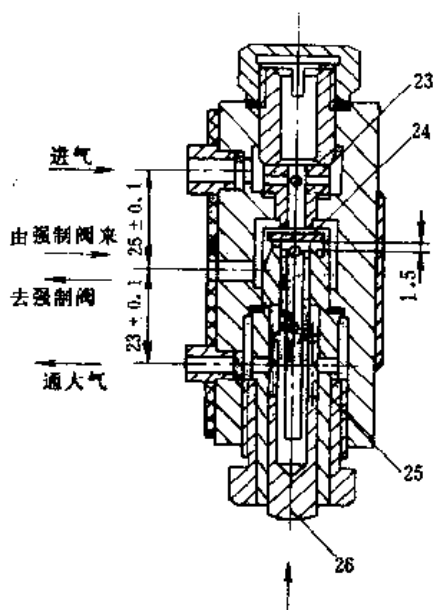


图6-8-10 国产8型切换器的活门  
23—活门座 24—活门片 25—弹簧 26—顶杆

#### 1. 切换器的检修

1) 切换器累计工作达2000h,应检查油箱、滤网和注油器,用煤油清洗,并用压缩气体吹干,然后更换新油,进而检查聚气管、活门和供气管路系统的气密性。

2) 切换器累计工作时间达一年,应拆除并检查传动部分的轴承、齿轮、聚气管、活门、注油器、分配盘、供气管路系统和供油管路系统等全部零件,再用煤油清洗后吹干,对损坏的零件予以更换。

3) 聚气管的进气管采用 $\phi 16/1\text{mm}$ 无缝钢管,聚气管的排气管采用 $\phi 8/1\text{mm}$ 无缝钢管,供油管采用 $\phi 6/1.5\text{mm}$ T3铜管。在装配前用压缩空气吹净管内残留的固体颗粒,以免运转时发生堵塞。

4) 切换器的密封垫圈用橡胶石棉板制成。

5) 滤网用170目的铜丝网制成。

6) 活门片用较硬的胶木制成,装配时,活门座与空心杆的接触面须进行研磨,经0.59MPa压力

的气密试验,当5min后不泄漏即为合格。

7) 活门上的弹簧在工作状态下,弹力应小于0.59MPa。可借改变杠杆游轮的螺钉高度来调整弹簧的弹力。

#### 2. 检修后的试运转

1) 旋紧切换器底架的地脚螺钉,调整好三角带的松紧程度。

2) 油箱、注油器和各摩擦面要加入新的润滑油。传动部分采用GB443—84的N68号机械油,主动轴承采用钙基润滑油。

3) 用手柄摇动注油器,检查供油管路系统,不得泄漏,分配器各出口油管应有润滑油滴出,再用手柄摇动凸轮轴数转,检查运转情况是否正常。

4) 接好进气管路,通入0.59MPa的压缩空气,用手柄再摇动凸轮轴数转,吹扫各活门,检查活门接头和供气管路系统,以不泄漏为合格。

5) 开动电动机,检查电动机电流。如电流过大,检查机械部分有无杂音和故障,开动10min左右,停车并检查机械部分和注油器有无发热现象,如正常,则继续开动2~3h,注意检查电动机电流、温升和各部之音响,然后停车进行全面检查各机械部分,如运转时电动机电流和温升正常,机械部分音响正常,又无发热现象,即可将活门的各出气管和分配器的输油管路,分别连接各相应的强制阀门上,正式使用。

## 第9节 分馏塔的拆卸与组装

### (一) 分馏塔的拆卸

分馏塔拆卸时步骤如下:

1) 关闭分馏塔上全部仪表阀门,并卸下全部仪表。

2) 在分馏塔周围绑起便于拆卸的脚手架,并架设好手动起重设备。

3) 拆下必要的保温塔壳,清除内部的绝热材料,并清扫干净。

4) 在上塔筒、冷凝蒸发器及下塔筒相互连接的锡焊处四周画上标记,法兰盘连接处打好字号,并做好管口方位标记。

5) 用铅垂法检查塔筒的垂直度,并做好记录。

6) 在熔开分馏塔的连接管路时,先熔小管,

后熔大管。尽量将熔化的焊料向外吹掉。当管端温度下降为常温时，用洁净的布头包扎捆牢，并拴好标签。

7) 分馏塔的拆卸，应分成上塔筒、冷凝蒸发器及下塔筒三个部分由上至下顺序进行，对其它单元设备应从外至内顺序进行。对筒壁较薄的容器，应注意防止损伤表面和碰瘪。拆卸时应按图6-9-1吊装示意图进行。塔筒在熔开之前，用能承受所需要拉力并无油的绳子2拴在处于重心位置的抱箍3上，在塔筒与抱箍之间垫以橡胶板，绳子之间用支撑1撑开。将绳子吊在手动起重设备上，使绳子2受到轻微拉力，但不得吊之过紧。当熔开连接焊缝或卸开法兰盘时，慢慢吊起，然后再轻轻放在垫有橡胶板的平板或木架上，并将塔筒各管口用清洁无油布头绑牢，避免脏物进入。

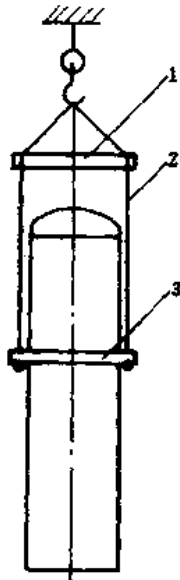


图6-9-1 吊装示意图

1—支撑 2—绳子 3—抱箍

## (二) 分馏塔的组装

分馏塔组装时步骤如下：

1) 分馏塔的组装，分下塔筒、冷凝蒸发器及上塔筒三个部分由下至上顺序进行，其它单元设备应由内向外顺序进行。

2) 每装完一个部分，需用铅垂法在四周检查垂直度，并用垫以橡胶石棉板的支架抱箍固定，在分馏塔总高范围内，其误差不得大于1000:1，蓄冷器在总高范围内，其偏差不得大于1000:1.5。

3) 对冷凝蒸发器与上、下塔筒用法兰连接的分馏塔，垫片必须压平，周围螺栓紧固受力应均匀，不得泄漏。对用锡-铅焊料钎焊的分馏塔，焊缝必须渗透均匀，不得有夹渣或气孔。

4) 分馏塔内采用木质垫块或支块，应干燥、清洁、不能有烧焦碳化、油迹、裂纹等缺陷。

5) 蓄冷器冷端连接的自动阀箱应在蓄冷器吊装前就位。

6) 焊接管接头时，高压部分应采用银钎焊，中压及低压部分均采用锡钎焊（铝管采用氩弧焊接）。铜管头扩口长度为管径1~1.5倍。

7) 管路在装配前应做好一切准备工作，对配管用氮气或无油空气彻底吹除脏物，对更换新管要严格脱脂并吹干。

8) 配管焊接就位顺序应当是先大管后小管，先下部后上部。

9) 液体管与气体管尽量避开，其间距不应小于200mm。管与管之间避免交叉，不能躲避时，两管之间距离不小于20mm，并用橡胶石棉板隔开。

10) 分馏塔内的低温冷管应尽量靠近主体设备，其管壁与保温塔壳间距不小于200mm。

11) 直径 $\geq 50$ mm的配管要用卡箍固定，控制、测量仪表和分析小管均应有顺序地用木夹夹在一起。管间距离不小于20mm，并在管的两端拴好标签。

12) 配管时，应按拆卸的标签就位，如更换新管，需在塔筒或阀体连接处做成一伸缩弯管（ $R > 3d$ ， $d$ 为管的外径）作为冷热补偿。

13) 吹除管焊接时，应保持有不小于1/10的斜度，以利水分导出。

14) 液体排放管应按图6-9-2配置。管子溢流点靠近塔筒向上引出后要高于塔内液面高度100~200mm，并做成Ω形且与保温塔壳距离不小于200mm，再与阀件连接。这样在排出阀门关闭时，靠近保温塔壳的一段管子内形成死蒸气，避免阀门冻结。

15) 通向液面指示器下阀及液体分析阀的管路，应按图6-9-3配置。管路自塔筒引出后（此段宜短），应即转成水平引至保温塔壳附近，再沿保温塔壳平行地铺设不小于500mm一段，然后转向阀件连接。这样在密封情况下，阀门不会冻结。

16) 通向液面指示器上阀，阻力计上、下阀，气体分析阀及压力表阀的配管，应按图6-9-4配置。

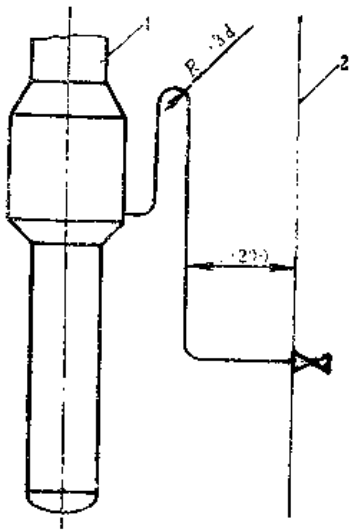


图6-9-2 液体排放管配置图  
1—塔筒 2—保温塔壳

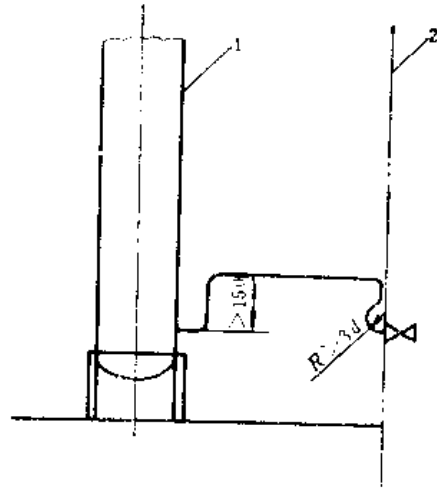


图6-9-4 液面计气体管, 阻力计管气  
体分析及压力表管配置图  
1—塔筒 2—保温塔壳

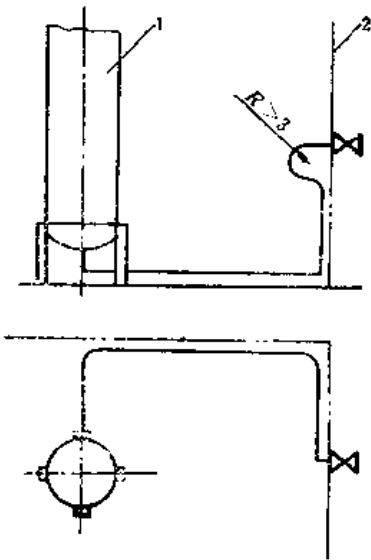


图6-9-3 液面计液体管及液体分析管配置图  
1—塔筒 2—保温塔壳

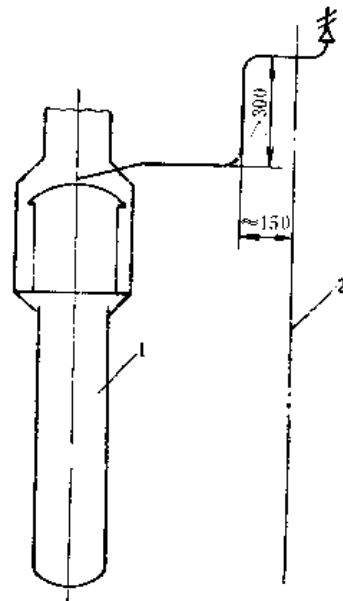


图6-9-5 安全阀管配置图  
1—塔筒 2—保温塔壳

自塔筒引出后（此段宜短），应即转成垂直向上铺设不小于150mm一段，再转成水平至保温塔壳附近，然后转向与阀件连接。

17) 安全阀的管路，应按图6-9-5配置。如塔筒的安全阀管接出口与安全阀在同一水平，或高于安全阀时，则管子自设备接出后（此段不宜长），应即转成垂直向上铺设不小于300mm一段，再沿水

平（安全阀位置高于引出管时）或向下弯成Ω形弯折，然后再转向安全阀连接。

18) 乙炔吸附器及二氧化碳过滤器的加热与吹除管，应按图6-9-6配置。将配管做成U形，高度应大于150mm，然后沿保温塔壳呈平行铺设不小于200mm一段，再转向与阀件连接，以免冻结。

19) 管道与阀体焊接时，应先把阀门关闭，管道与阀体之间应避免有过大的应力存在。安装后的阀门应启闭灵活，阀架与塔壳连接处必须用隔热板



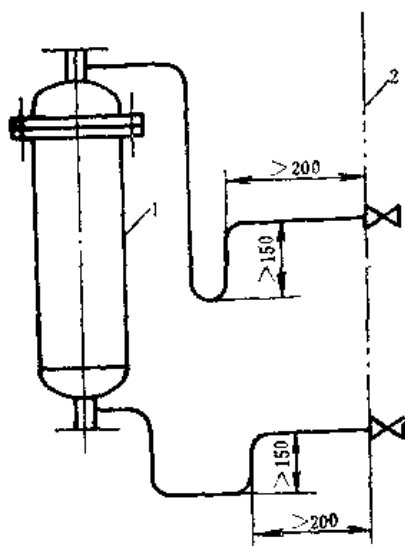


图6-9-6 乙炔吸附器加热及吹除管配置图  
1—乙炔吸附器 2—保温塔壳

垫好。

20) 液空吸附器和液氧吸附器中的吸附剂，应在装置冷试结束后正式开车前装入。在装入前，吸附剂应根据其技术说明进行筛选和活化处理。

21) 安全阀在分馏塔试压前校验和铅封。

22) 组装后，清除塔筒和管道焊接处的污垢和残迹。

## 第10节 分馏塔的气密试验

### (一) 组装后的检查

分馏塔检修组装后，必须对各单元设备及管道焊缝、法兰盘连接等处进行气密试验。试验时按

高、中、低压各系统分段进行。

气密性试验的介质为干燥无油空气。试验压力应缓慢上升，并在升压中，停留几次，每次停留一定时间，然后再继续升至最高工作压力。分馏塔组装后的气密检查应按表6-10-1进行。

试压检查结束后，应将检漏的肥皂液用热水擦洗干净，避免它对金属腐蚀。

如需对系统试压残留率计算时，其试压要求应按表6-10-2规定。残留率计算方法参照“氧气管道的检修和试验”进行。

### (二) 预冷和加温后的检查

分馏塔在装入绝热物前，必须进行一次预冷和加温后的检查，目的是进一步检查分馏塔安装或检修质量，以保证分馏塔的焊缝和法兰盘连接处具有可靠的气密性。检查步骤如下：

1) 启动分馏塔，使分馏塔尽可能冷却达到较低的温度，保持1~2h，使所有设备及管道表面结上白霜，在试过程中，可根据结霜情况来判断泄漏部位，并做好记录。

2) 冷冻后，应将法兰连接螺栓、阀门零件进行均匀的紧固，但应注意，紧固时，阀门应处于灵活状态。

3) 清除结霜，但不得将霜融化在保温塔壳内，预冷结束后进行加温，然后按其最高工作压力进行气密性试验。

### (三) 保温壳内绝热材料的填装

分馏塔组装后，经气密试验合格后，方可进行绝热材料的填装。填装步骤如下：

表6-10-1 分馏塔气密检查的方法

检查系统	高压系统						中压系统		低压系统	
	21.6		4.9		0.49		0.049			
工作压力(MPa)	21.6						4.9		0.49	
试验压力(MPa)	21.6						4.9		0.49	
停压时压力(MPa)	4.9	9.8	15.7	21.6	2.94	4.9	0.29	0.49	0.029	0.049
停压时间(min)	1	1	依检查完为准	60	依检查完为准	60	1	60	1	60
检查方法	不检查	不检查	一般检查	细致检查	一般检查	细致检查	不检查	细致检查	不检查	细致检查

表6-10-2 试压残留率要求

管道系统	设计压力(MPa)	试验压力(MPa)	停压时间(h)	残留率(%)
中压	0.59	0.59	12	≥95
低压	0.098	0.098	12	≥98

1) 用苫布将分馏塔与其它设备隔开, 防止飞尘落入其它设备上。

2) 分馏塔绝热材料一般采用珠光砂(密度 $\leq 80\text{kg/m}^3$ ), 矿渣棉(密度 $\leq 150\text{kg/m}^3$ ), 碳酸镁(密度 $130\sim 190\text{kg/m}^3$ )。有关绝热材料性能可参照本篇附录(四)。

3) 填装的绝热材料应干燥, 不准混有可燃物质。

4) 填装绝热材料前, 安装好低压表, 使所有塔筒及管道内充气, 并保持 $0.049\text{MPa}$ 压力, 然后微开各计器管阀门。将各铂热电阻的低温电缆与仪表接通并通电, 以便随时检查计器管路和铂热电阻的低温电缆在填装过程中是否碰坏。

5) 清除塔内杂物, 基础表面不得有积水。

6) 填装的绝热材料必须填满装实, 在填装过程中, 允许用橡胶手锤敲击塔壳, 以免出现空洞和死角。开车后, 应定期检查, 补充绝热材料, 使塔壳内处于“饱满”状态。

7) 塔壳上各封闭盖板和连接面均用橡胶垫片垫好, 用螺钉紧固密封, 使塔内绝热材料与外界湿空气隔绝。

8) 将分馏塔外壳清扫干净, 清除周围杂物并拆除脚手架。

#### (四) 试压检查的安全技术要求

1) 试压用的压力表及安全阀应准确, 并处于灵敏状态。

2) 试压时, 必须有专人分区包干, 认真负责地检查各部分泄漏情况。

3) 试压压力应缓慢上升, 不允许压力瞬间增

加或超过规定的压力值。

4) 试压人员应站在架子上用肥皂液检查气密情况, 不得攀登在受压容器或管路上进行气密检查。

5) 对受压容器及管路不得敲打, 对焊缝泄漏处不得采用防漏剂来修补。

6) 当发现泄漏时, 做好标记, 待泄压后再进行修补。

7) 试压时, 严禁非试压人员在附近逗留。

### 第11节 分馏塔的焊接

根据分馏塔制造的材质、结构及所处的压力不同, 在修理中基本分为锡焊、黄铜气焊、银焊和铝合金氩弧焊四种焊接工艺方法。

由于分馏塔是处在低温和压力下工作, 因此焊接工作应符合下列技术要求:

1) 焊缝应具有较高的强度和冲击韧度。

2) 焊缝不得有毛细缩孔。

3) 在承受一定压力下, 焊缝应具有良好的气密性。

4) 采用的焊料, 应符合图样上的技术条件。

5) 焊缝和焊件须保持清洁, 溶剂不得对其污染和腐蚀。

6) 应让具有一定经验, 并经考试合格的焊工担任焊接工作。

#### (一) 焊料及其配制

常用钎焊材料及性能见表6-11-1, 锡-铅焊料亦可按表6-11-2进行配制。

表6-11-1 常用钎焊材料及性能

牌号	名称及国际代号	主要成分 (%)	熔化温度 (°C)	密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	抗拉强度 (MPa)	一般用途
料102	铜锌钎料 2号 H1CuZn52	Cu48 $\pm$ 2, Zn余量	860~870	8.2	205.9	钎焊紫铜或含铜量大于68%的铜合金
料103	铜锌钎料 3号 H1CuZn46	Cu54 $\pm$ 2, Zn余量	885~890	8.3	343.2	钎焊铜、黄铜、青铜及铜等
料301	10%银钎料 H1AgCu53-37	Ag10 $\pm$ 0.3, Cu53 $\pm$ 1, Zn余量	815~850	8.45		钎焊铜及含铜量大于58%的黄铜
料302	25%银钎料 H1AgCu40-35	Ag25 $\pm$ 0.3, Cu40 $\pm$ 1, Zn余量	745~775	8.7		钎焊铜及其合金, 钎焊时要求构件清洁

(续)

牌号	名称及国际代号	主要成分 (%)	熔化温度 (°C)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	抗拉强度 (MPa)	一般用途
料303	45%银钎料 H1AgCu30-25	Ag45±0.5, Cu30±0.5, Zn余量	660~725	9.1		钎焊铜、不锈钢及铜件, 钎焊缝有满意的光洁和强度
料602	锡铅焊料2号 H1SnPb68-2	Sn29~30, Sb1.5~2, Pb余量	183~256	9.7	32.4	钎焊黄铜、白铁皮等不耐压的构件
料603	锡铅焊料3号 H1SnPb58-2	Sn39~40, Sb1.5~2, Pb余量	183~235	9.3	37.3	锡钎焊、挂锡、管板铺锡等, 在钎焊空分设备被广泛采用

表6-11-2 锡-铅焊料的配制

焊料名称	配制原料 (%)	配料成分 (%)	配 制 方 法
锡-铅焊料	Sn≥99.5 Pb≥99.5 Sb≥99.5	Sn39~40① Sb1.5~2 Pb余量	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 焊料的熔化应采用石墨坩埚或生铁锅</li> <li>2. 在熔化过程中, 按原料的熔点不同, 应先熔化熔点较高的材料, 即先熔化锡(Sb), 再熔化铅(Pb), 后熔化锡(Sn), 以免熔点低的配料大量烧损</li> <li>3. 因配制原料密度不同, 在浇注时, 必须将锅内熔化的焊料随时搅拌</li> <li>4. 用特制的生铁或钢制模子铸成所需要尺寸的条状</li> </ol>

① 配料成分可根据需要进行配比。

**(二) 助钎剂及其配制**

助钎剂主要是在钎焊过程中, 有效熔解基本金属和钎料表面的氧化膜, 抑制其再氧化, 并改善钎料的热稳定性和润湿性。

助钎剂一般适用于钎接温度小于或等于450°C的称为软助钎剂, 大于450°C称为硬助钎剂。

对铜锌、银和锡铅等钎料的助钎剂见表6-11-

3。

助钎剂的配制方法见表6-11-4~表6-11-6。

表6-11-3 铜锌、银和锡铅等钎料的助钎剂

钎料牌号	名称及国际代号	旧 牌 号	选用的助钎剂
料102	铜锌钎料2号 H1CuZn52	ПМЦ48	粉301
料103	铜锌钎料3号 H1CuZn46	ПМЦ54	粉301
料301	10%银钎料 H1AgCu53-37	MCP10	剂102
料302	25%银钎料 H1AgCu40-35	MCP25	剂102
料303	45%银钎料 H1AgCu30-25	MCP45	剂102
料602	锡铅焊料2号 H1SnPb68-2	ИОС30	ZnCl <sub>2</sub> 溶液
料603	锡铅焊料3号 H1SnPb58-2	ИОС40	ZnCl <sub>2</sub> 溶液

表6-11-4 锡-铅焊料的助钎剂的配制

助 钎 剂 名 称	氯化锌 (ZnCl <sub>2</sub> ) 溶 液
配 制 方 法	
第 一 种 方 法	第 二 种 方 法
在1L水中溶解0.33~0.45kg固体氯化锌, 溶解时用木棒搅拌, 使固体氯化锌完全消失。当溶液中呈现白色沉淀时, 应加少量浓盐酸, 至白色沉淀完全消失为止 (对铜件钎焊或挂锡时, 应在氯化锌溶液中加入氯化锡, 其重量约为氯化锌的1/10)	在1L盐酸中加入约0.3~0.5kg锌, 但锌的需用量须按盐酸浓度的不同来决定。配制时, 将盐酸倒入瓷质容器中, 然后投入少量锌块, 至容器底部的锌块没有氢气逸出时为止

表6-11-5 铜-锌焊料的助钎剂的配制

助钎剂名称	配 制 方 法
	1. 50%的硼砂, 35%的硼酸, 15%的磷酸二氢钠的混合物
	2. 20%的硼砂, 70%的硼酸, 10%的氯化钠的混合物
	3. 20%的硼砂, 80%的硼酸的混合物
<p>1. 将硼砂放在不锈钢锅中, 加热至600~700℃ (硼砂加热到550℃时, 结晶水不能完全除净) 除去结晶水。当硼砂将近烘干时, 则会翘起很高, 应将翘起的硼砂翻过再烘, 烘至无水蒸汽出现并呈现出微微的蓝色为止</p> <p>2. 冷却后, 碾成粉末, 并用0.25~0.14号筛子筛过</p> <p>3. 按熔剂的配方仔细调配, 然后储存在密封的玻璃容器内</p> <p>注: 1. 用硼砂作助钎剂, 钎焊后其残渣不易清除, 故采用以硼砂为主的混合物。</p> <p>2. 硼砂的结晶水不完全除净时, 当受热易起泡沫, 妨碍钎焊质量。</p>	

表6-11-6 银焊料的助钎剂的配制

助钎剂名称	配 制 方 法
50%的硼砂, 35%的硼酸, 15%的氯化钾的混合物	
<p>1. 将硼砂的结晶水完全除净</p> <p>2. 将氯化钾放在不锈钢锅中, 加热至250℃, 保持4~5h, 进行烘干</p> <p>3. 按熔剂的成分比例混合调配, 再进行熔化, 随时用瓷棒或不锈钢棒搅拌熔化的熔剂。熔化完毕, 待冷却后, 碾成粉末, 并用0.25~0.14号筛子筛过, 然后储存在密封的玻璃容器中</p>	

(三) 锡焊

所谓锡焊, 即采用锡-铅焊料对铜与铜, 或铜与黄铜的容器、管件进行钎焊。

锡焊如采用氧-乙炔焰加热的普通焊枪进行, 应根据焊件的厚度来选择焊嘴型号, 以中性焰 (氧气和乙炔相等  $O_2:C_2H_2 \approx 1.1$ ) 进行钎焊。

锡焊如采用烙铁进行钎焊时, 应根据钎焊零件接头形式则按图6-11-1选用。

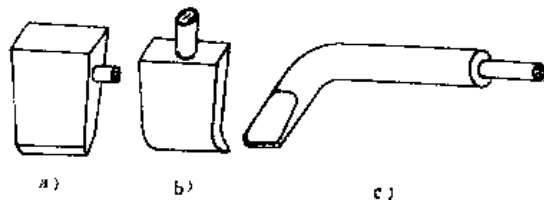


图6-11-1 烙铁

a) 用于直角缝 b) 用于容器底部圆缝 c) 用于圆角缝

烙铁为T1铜料制成，其重量应根据使用方便和焊件大小来选择，一般为0.25~1kg。烙铁的工作部分要适当磨尖，以便焊接较小的锐角的焊件，并应磨光挂锡，便于附着焊料。

烙铁的预热应采用木炭炉或无烟的弱火焰中进行，预热温度应在250~500℃范围内。

焊件在钎焊前，接头表面应先挂锡，具体工艺方法如下：

(1) 板材接头表面挂锡 对一般较大板材工件，应用焊枪加热挂锡。首先在焊件接头背面加热到100℃左右，在接头表面上刷氯化锌溶液，继续加热，涂上焊锡，待焊料开始熔化较均匀时，用清洁的棉布或棉纱头在焊锡层上擦拭，使锡层厚度一致并光亮均匀地附着在预焊缝的表面上。

(2) 管头表面挂锡 将管头预热到100℃左右，用毛刷将氯化锌溶液刷在管头表面上，将管头向下，继续加热，并同时使焊锡熔化附着在管头表面上，或用浇淋焊锡熔液的方法进行挂锡，然后用清洁的棉布或棉纱头在锡层上擦拭，使管头表面锡层附着均匀并光亮。但不得将管头浸入氯化锌溶液或锡锅内，避免产生堵塞。

(3) 管板挂锡 管板挂锡示于图6-11-2。应采用热浸挂锡方法。挂锡前将管板1表面的氧化锈清除干净，悬挂在锡锅2的锡面上进行预热。将锡锅2内的熔化焊锡温度稳定在270~350℃。当铜质管板预热温度达80~100℃时（铜质管板预热温度达100~150℃），然后将管板吊高一些，将管板表面均匀地刷上氯化锌溶液，缓慢地浸入锡锅中，并微微的转动约10~20s，待焊锡完全附着在管板上，即可取出。随即趁热摇动数次，用无油压缩空气吹除，以减少表面附着多余的焊锡，并用清洁棉布或棉纱头进行擦拭。

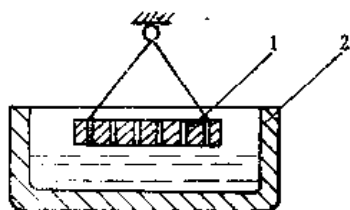


图6-11-2 管板挂锡  
1—管板 2—锡锅

管板较大或较薄时，必须缓慢冷却，以免脆

裂。

### 1. 板材搭接渗透焊

为使焊锡顺利渗入，钎焊时，焊缝应与水平线倾斜20°~30°，见图6-11-3。

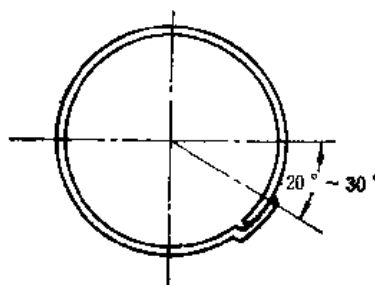


图6-11-3 板材搭接示意图

板材厚度<1.5mm，应采用烙铁钎焊；厚度≥1.5mm，应采用焊枪进行钎焊。

将焊缝预热到一定温度，在焊缝间隙中渗入氯化锌溶液，用焊枪在焊缝两边继续加热和熔融焊锡，至溢满为止。但不得直接对板材挂锡表面加热，避免其表面氧化和烧损。

焊接后，在焊缝处一般应进行补强，即在搭接边缘处堆补鱼鳞状焊道，其宽度应将焊缝全部覆盖为止，见图6-11-4。

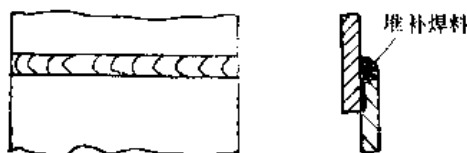


图6-11-4 堆补形式

### 2. 管子（或圆筒）接头渗透焊

管子（或圆筒）接头的钎焊，应采用插入配合方式。尽量采用立焊，不应放平滚焊，如必须采取平焊时，可加工成如图6-11-5所示的形式。

管子接头外套形式见图6-11-6，应在特制的模具中冲压制成。管头（或圆筒）配合后，周围要有适当间隙，一般0.2~0.3mm，配合插入深度应为管子直径的1~1.5倍。

管子预热到一定温度，在焊缝间隙渗入氯化锌溶液，然后进行钎焊。如钎焊厚度不同的两焊件时，应将厚的多加热，使两焊件温度相近。

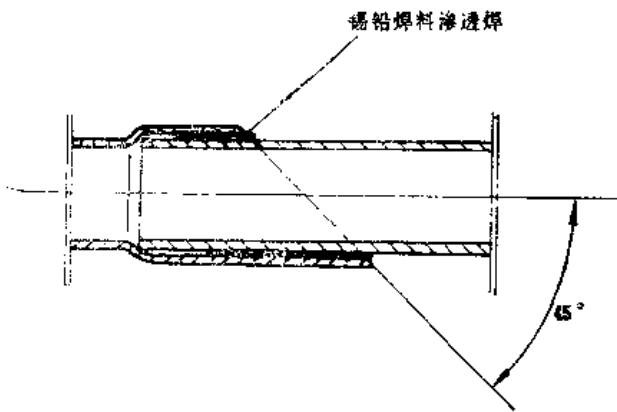


图6-11-5 平焊形式

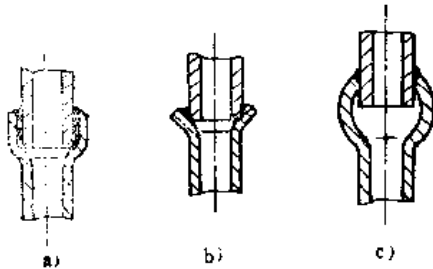


图6-11-6 管子接头外套形式

a) 正确 b) 不正确 c) 不正确

相邻两焊缝之间距离很近时，为避免在焊接中将相邻的焊缝烤化，应用湿布或水喷淋予以冷却。

### 3. 管板铺锡

管板铺锡主要包括冷凝蒸发器管板、集热器管板的铺锡。

管板铺锡是在铜管与管板装配后进行的。铜管与管板的镀锡表面不得碰破，管头伸出管板应平整，高度应符合图样要求。

铺锡时，先用干燥的氮气将管板吹除干净，当管板预热至120~180℃时，将氯化锌溶液用毛刷刷在管板上，用氧气-乙炔中性焰由管板边缘逐渐向

在铺锡全部过程中，中间不得停止工作。

冷凝蒸发器管板铺锡后，应在一端放置光源，在另一端检查，如发现堵塞，用烧红的钢丝通开，如通不开，应将管的两端用特制的铜塞塞住，用锡-铅焊料密封，或更换新管。

管板铺锡补漏时，应严格控制温度在250℃左右，且不得影响附近的焊锡。

### (四) 黄铜气焊

黄铜气焊可采用普通焊枪进行，但应按焊件厚度来选择焊嘴容量。

焊接时，宜采用氧化焰， $O_2:C_2H_2=1.3\sim 1.4$ 。但乙炔气中硫化氢( $H_2S$ )和磷化氢( $PH_3$ )会影响焊接质量，宜过滤清除。

焊接板材时，多采用对接。在板厚 $s \leq 3mm$ 的，采用单面焊，可不开坡口，不留钝边，间隙控制在0.5~3mm范围内。板厚 $s > 3mm$ 的，采用双面焊，均应开V形坡口，并留钝边和间隙，间隙尺寸应为板厚 $s \pm 1mm$ 。V形坡口尺寸见图6-11-7。

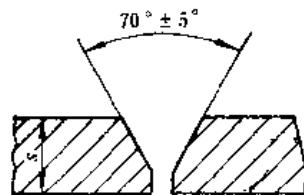


图6-11-7 V形坡口

焊接前，焊件表面一般用三氯乙烯或四氯化碳或机械方法清除油污和氧化膜，直至露出金属本色。板料的焊缝接头边缘应先找平，高低差不能超过板厚度的15%~20%。

圆筒的焊接是由数个圆弧对接而成的，对接

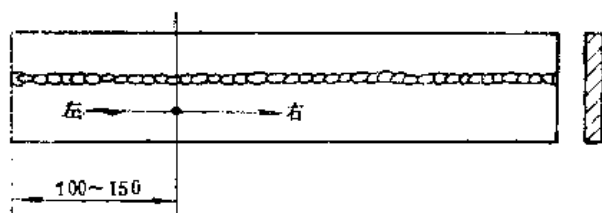


图6-11-8 直缝焊程序

必须将其熔融，使焊料与其很好的熔合。

环形焊缝焊接顺序应按图6-11-9箭头指示方向分四段完成，以减少由于内应力而扭曲的可能。先以 $ac$ 方向，次以 $bd$ 方向，其次以 $bc$ 方向，最后以 $ad$ 方向顺序焊接。当焊至定位焊和“T”形焊缝时，必须使焊料熔化均匀，使之与焊件有很好的熔合，并用焊枪在直焊缝或“T”形焊缝周围加热，以免焊缝产生裂纹。

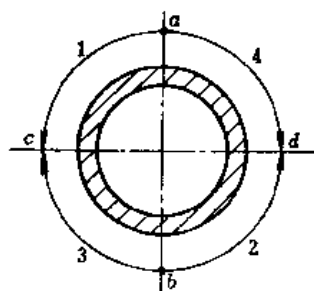


图6-11-9 环形焊缝焊接顺序

## (五) 钎焊

### 1. 钎焊的一般要求

(1) 平面与平面的接头间隙一般应在 $0.05\sim 0.08\text{mm}$ 范围内，管径较大的接头间隙一般应在 $0.2\sim 0.25\text{mm}$ 范围内。

(2) 接头装配时，不得倾斜，并保持焊缝间隙均匀，便于焊料顺利渗入。

(3) 焊件接头表面清洗干净并露出本色。

(4) 焊料应采用直径 $1\sim 3\text{mm}$ 的丝状焊料，或是厚度为 $0.1\sim 0.3\text{mm}$ 的片状焊料。

### 2. 管头钎焊方法

钎焊焊料可采用预置或随时加入两种方法。

预置焊料钎焊这种钎焊方法见图6-11-10，能得到良好的焊缝质量，焊料最好采用片状（其厚度应与焊缝间隙相适合），或采用丝状焊料弯成圆

圈套在管的外边肩缘上，放入焊料数量应稍微超过充填焊缝所需的数量。焊接时，先将焊缝表面预热至 $200^{\circ}\text{C}$ 左右，将钎剂撒在焊缝上，再均匀加热焊件使其温度略高于焊料熔化温度，但焊件受热时间不宜过长。

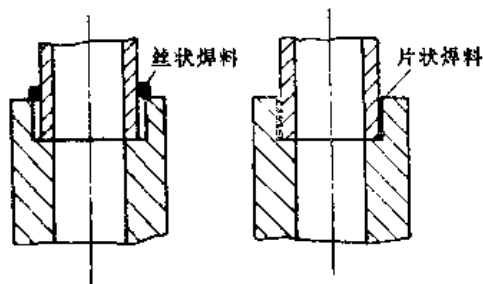


图6-11-10 预置焊料钎焊方法

随时加入焊料的方法是将丝状焊料预热，蘸着钎剂随时送入焊缝（为使钎剂均匀地分布在焊缝表面，最好采用糊状钎剂，一般用水调制，但避免加热时产生气泡影响质量，最宜用酒精调制），加热使焊料熔化，填满焊缝后，火焰逐渐离开焊缝，使焊缝的温度缓慢下降。焊接时，如两件材料不同，或材料相同而厚度不同，则应多加热熔点较高或较厚的材料。

### 3. 板材“弓”字形斜接方法

板材“弓”字形斜接示于图6-11-11。首先将板材焊缝接头用机械方法加工成斜面，使两焊件搭接厚度与板材厚度相同。在垂直与斜面剪口深度为 $10\sim 15\text{mm}$ ，两剪口距离 $30\sim 40\text{mm}$ ，将两焊件相互插入，并进行平整。用银焊料按“弓”字形焊

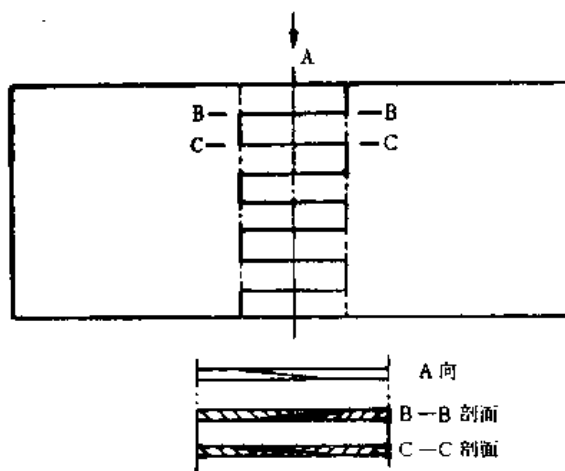


图6-11-11 板材“弓”字形斜接

缝，进行双面焊接。焊接后，再将焊件接头平整，清除污垢和焊瘤。

**(六) 钎焊的主要缺陷及其消除方法**

钎焊的主要缺陷及其消除方法，列于表6-11-7。

表6-11-7 钎焊的主要缺陷及其消除方法

主要缺陷	产生缺陷的原因	消除方法
焊料不能很好地附着在焊缝的表面上或不能很好地渗入焊缝内	1. 焊缝表面不清洁，或有氧化膜 2. 焊件的加热温度不够 3. 助钎剂熔解氧化物性能不良 4. 焊缝的间隙过大	1. 进行表面清洁处理 2. 适当地提高焊件温度 3. 更换合乎技术要求的助钎剂 4. 整修间隙
焊缝充填金属有裂纹或气孔	1. 焊缝间隙过大 2. 焊料脏污 3. 焊件加热不足或不均匀 4. 在焊料渗入焊缝中而未凝固时，焊件移动 5. 助钎剂熔解氧化物性能不好 6. 乙炔气中含杂质多	1. 整修间隙 2. 对焊料清洁处理 3. 适当地提高焊件的温度，火焰应多指向断面较大或熔点较高的焊件，使温度均匀地同时上升 4. 烤开重焊，在焊料渗入焊缝中未凝固前不许移动 5. 更换符合技术要求的助钎剂 6. 乙炔气应进行净化，清除杂质
焊件金属熔化咬边	加热温度过高	降低温度至焊件熔化温度以下，重新焊接

**(七) 钎焊后质量的检查**

每道工序焊完后，要进行焊缝的气密性和强度的中间检查或最后检查。

**1. 外观检查和质量要求**

1) 用目测或借助放大镜检查焊缝外表面，不得有气孔、裂纹、夹渣、凹陷和焊瘤等缺陷。

2) 铜焊或银焊的对接单面焊时，反面未焊透程度，不得大于板厚度的15%~20%，缺陷部分长度应不大于20mm，在100mm长的焊缝中不得有

两处以上缺陷，缺陷部分的间距应不小于30mm。

3) 板厚度在5mm以下时的焊缝不得有咬边现象。

4) 焊波不应低于焊件的坡口，焊波宽度应超过坡口宽度的6~10mm，焊波高度应为焊波宽度的1/6~1/12。

**2. X光检查的质量要求**

1) 用X光检查焊缝的缺陷，是以焊缝投影面积10×50mm作为统计单位，按点数法分三级标准计算，一级为优良品，二级为合格品，三级为返修品。

2) 焊缝中每一个缺陷，按表6-11-8给予相应系数（缺陷大小系指缺陷最大的一面尺寸，即气孔直径或夹渣长度等。缺陷之间距离小于缺陷本身尺寸时，应合并计算）。

表6-11-8 焊件缺陷系数计算表

缺陷大小 (mm)	≤0.5	0.6~1.0	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~4.0
系数	1	3	12	18	30

3) 10×50mm范围内缺陷系数的总和对不同厚度铜板的相应等级列于表6-11-9。

4) 气孔直径大于板厚度的1/3，或夹渣长度大于板厚度的1/2和有纵向或横向裂纹等缺陷，一般列为3级品。

图6-11-12为铜焊缝X光检查缺陷评定参考示意图。

**3. 压力试验的技术要求**

受压容器（包括管接头）在每道工序焊完后，中间压力试验应按表6-11-10进行。

表6-11-9 焊件缺陷系数的等级

板厚 (mm)	黄铜			紫铜		
	≤2	2.1~5	5.1~10	10.1~15	≤2	2.1~5
等级						
1级	3	6	9	12	9	12
2级	24	30	36	45	36	45
3级	凡系数总和大于2级者					



板厚 \ 等级	一 级 品	二 级 品
黄铜(2mm以下)		
黄铜(2.1~5mm)		
黄铜(5.1~10mm) 紫铜(2mm以下)		
黄铜(10.1~15mm) 紫铜(2.1~5mm)		

图6-11-12 铜焊缝缺陷评定参考示意图①

① 本图参照日本JIS规范制订, 可作参考。其中二级品相当于JIS规范的四级品, 但作了如下补充:

a. 原规范对1mm以下缺陷系数相同, 现增加0.5mm以下一类。

b. 原规范对板厚度5mm以下的缺陷均按现厚度2mm以下的计算, 现加入厚度2.1~5mm一类缺陷。

表6-11-10 压力试验技术要求

名 称	工作压力 $P$ (MPa)	气压试验 $P_g$ (MPa)	水压试验 $P_s$ (MPa)
铜、黄铜和铜合金焊缝(包括锡焊、铜焊和银焊)	$P \leq 0.069$	$P_g = P$ 试压时间应保持10~20min, 焊缝处不得渗漏	$P_s = P + 1$ 试压时间应保持1~2h, 焊缝处不得有渗漏和变形
	$P > 0.069$		$P_s = 1.5P$ 试压时间应保持1~2h, 焊缝处不得有渗漏和变形

注: 气压试验时, 较大件用肥皂液涂抹焊缝, 较小件应放在水槽内进行检查。

### (八) 铝合金氩弧焊

对铝合金制造的分馏塔进行补焊时, 采用钨极手工氩弧焊接的工艺方法, 并根据母材的材质来选择相当牌号的焊丝, 见表6-11-11。

氩弧焊用氩气的纯度要求一般为: 氩含量应在99.9%~99.99%范围内, 手工氩弧焊常用电极为纯钨、钍钨和铈钨, 不同直径电极的许可电流见表6-

11-12。

若在较大的电流下, 采用小直径的电极, 则易造成电极的严重烧损及焊缝夹钨; 若在较小的电流下, 采用大直径的电极, 则易造成电弧的不稳定燃烧。

铝及铝合金钨极手工氩弧焊, 应根据板的厚度选用焊丝直径、钨极直径、喷嘴直径及氩气流量等规范, 见表6-11-13。

表6-11-11 根据母材选用焊丝

母 材	L3	LF2	LF3	LF21	LF2+LF21
焊 丝	L2, L3	LF2, LF3, LF11	LF3, LF11	LF21	LF2, LF3, LF11

表6-11-12 不同直径电极的许可电流

电极材料	电 极 直 径 (mm)				
	$\phi 3$	$\phi 4$	$\phi 5$	$\phi 6$	$\phi 7$
	许 用 电 流 (A)				
纯钨极	100~140	140~180	220~320	300~390	360~420
钍钨极		140~250	320~375	340~420	400~460
铈钨极		150~270	345~405	365~455	430~497

表6-11-13 铝及铝合金钨极氩弧焊专用规范

板厚度 (mm)	焊丝直径 (mm)	钨极直径 (mm)	喷嘴直径 (mm)	氩气流量 (L/min)	预热温度 (°C)	焊接电流 (A)	焊接层次 (正/反)	坡口形式
1	2	1.5~2	8~10	4~6		30~45	1	
1.5	2	2	8~10	4~6		30~50	1	
2	2~3	2~3	8~10	4~6		50~70	1	
3	3	3	10~12	8~10		80~120	1	
4	3~4	3~4	10~12	8~10		80~140	1	
5	4	3~4	12~14	10~12		100~140	1	
6	4~5	4~5	12~14	10~12		160~220	1或1/1	无坡口 V型坡口
8	5	4~5	12~14	12~14		200~260	2/1	V型坡口
10	5	5	12~14	12~14	90~120	260~300	2/1	V型坡口

### 1. 焊前准备

1) 母材及焊丝在施焊前应严格去油、清洗,也可对母材局部清理,清理范围在焊缝两侧30~50mm处。可采用钢丝刷或刮刀进行清除油污,也可采用化学方法清除油污。用汽油、丙酮或三氯乙烯等溶液擦拭后,用60~70℃热水冲洗粘附在材料表面的污垢并擦干。

2) 对于渗漏补焊部位,应铲除其一部分焊缝金属,清理表面氧化膜及脏物,并用热水和酒精洗净表面的肥皂水,然后烘干。

3) 焊丝可放在50%硝酸溶液中老化1min左右,用清水冲洗干净并干燥。

### 2. 焊接注意事项

1) 氩弧焊设备必须使用可靠,以保证焊接质量。在焊枪漏水、电弧不稳定燃烧情况下,不允许进行焊接。

2) 手工氩弧焊应采用引弧板,严禁在焊件或焊缝内直接引弧,以免使焊件表面造成凹坑和焊缝夹钨。

3) 对中厚铝板的手工氩弧焊,可进行预热,一般温度不应超过250℃。预热采用氧-乙炔焰的焊枪加热,宜采用中性焰或弱的还原焰,尽可能在补焊两侧预热,以防止焊缝氧化。

4) 熄弧坑应高于基本金属,弧坑不得有裂纹或疏松组织。如发现缺陷,必须铲掉重焊。熄弧坑过高部分应予铲修。

5) 在进行多层焊时,焊完一层以后,应用机械方法清除氧化膜。为保证焊缝成形,层间电流可逐步减小。

### 3. 焊接质量要求

1) 焊缝表面必须平整,美观、鳞纹均匀,不得有明显变形和焊瘤及团状焊珠等缺陷。

2) 焊缝及母材表面不得有引弧点。

3) 焊缝加强高一般为0~4mm。

4) 焊缝不允许有下凹及深度大于0.5mm的咬边,裂纹疏松组织的弧坑以及未熔合、未焊透等缺陷。

5) 对工作压力在0.49MPa以上的塔筒如有条件,对补焊的焊缝可采用手提式X射线机进行检查,其焊缝应根据JB1580-75“铝制焊接容器技术条件”符合Ⅰ级以上标准为合格。

6) 对焊缝进行气密试验。用氮气或无油压缩空气缓慢升至最高工作压力,用肥皂液进行检查,

补焊处不得有泄漏。

7) 焊缝补焊不能多次反复在一个部位进行。一个部位一般不应超过2次,更不能使焊缝形成严重隆起。

### 4. 焊接缺陷及防止措施

铝合金单面氩弧焊可能产生的缺陷及其防止措施列于表6-11-14。

表6-11-14 铝合金单面氩弧焊可能产生的缺陷及防止措施

缺陷内容	产生原因	防止措施
气孔	主要产生织气泡	1. 氩气纯度符合技术要求 2. 焊枪不得漏水、漏气,气路不宜过长 3. 环境湿度应保持70%以下 4. 对母材及焊丝的污垢、氧化膜等应清除彻底 5. 焊前对焊件按技术要求加温预热 6. 采用细鳞纹,快加丝、快移动的操作,对横焊或仰焊尽量减少在熔池停留时间
缩孔	在焊缝停弧接头处,突然熄弧	熄弧时,焊枪向前移动慢慢收弧。熄弧重新焊时,应退回一段距离
未焊透	1. 焊接电流太小 2. 焊接速度太快	1. 适当增大电流 2. 减慢焊接速度
未熔合	阴极雾化作用	1. 定位点焊时,间隙尽可能减小 2. 焊区及接合面在严格清理后应及时焊接 3. 接合面最好用锉刀倒角1~2×45°
焊瘤	1. 间隙太大 2. 焊接电流过大 3. 焊接速度太慢 4. 接合面处理不洁	1. 定位点焊前应使间隙尽量减小 2. 适当减小电流 3. 选择正确的焊接速度,使焊枪均匀地移动,但节距要小 4. 焊件接合面要彻底清理干净

(续)

缺陷内容	产生原因	防止措施
焊缝内部凹陷	1. 仰焊时电流过大 2. 焊接速度过慢 3. 熔池中熔化金属自重下坠	1. 调整适合的电流 2. 适当加快焊接速度 3. 加丝时, 焊丝要插向熔池, 并尽量减少在熔池停留时间

## 第12节 脱油工作

在制氧设备中, 分馏塔、热交换器、蓄冷器以及凡是与氧气或液氧接触的零件、容器和管道, 在检修和装配前, 必须进行脱油。一般采用的脱油溶剂有: 四氯化碳, 二氯乙烷, 三氯乙烯和乙醇。其中以四氯化碳为最常用。但对铝制件(压力容器、阀门、管路)的脱脂应严禁使用四氯化碳, 因四氯化碳对铝的腐蚀性大, 必须用三氯乙烯溶剂。此外, 不得使用已经分解的溶液, 因为这些溶液是酸性的。

四氯化碳遇水和空气时, 能腐蚀黑色和有色金属, 故零件、容器和管道等用四氯化碳溶剂脱油时应预先干燥。

### (一) 管子和管道脱油

管子一端堵住, 从管子另一端注入溶剂后, 将管的两端全部封闭。放置水平位置, 停留时间不少于10~15min, 同时应将管子转动3~4次, 使管内表面全部被溶剂浸泡和洗刷。

管子脱油的溶剂量, 按管子内径和长度而定, 其数据参照表6-12-1的规定。

表6-12-1 管子脱油四氯化碳溶剂用量

管子内径 (mm)	3	6	10	15	20	25	30	40	
需用溶剂 (L/m)	0.006	0.02	0.06	0.12	0.2	0.3	0.4	0.5	
管子内径 (mm)	50	70	80	100	125	150	200	250	300
需用溶剂 (L/m)	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.4	1.8	2.2	2.5

脱油后放掉溶剂, 用清洁的压缩空气、氮气或

过热蒸汽(采用二氯乙烷时, 必须用氮气吹除)吹除, 直至溶剂的气味完全消失为止。为了使溶剂较快的吹除干净, 对吹除介质氮气或空气应加热到60°C, 流速不低于15m/s。吹除后, 将管子两端封闭, 避免脏物进入。

如在安装好的氧气管道内脱油时, 应将管道分成若干没有逆流的管段, 分别进行脱油, 然后用60~70°C清热的热空气或氮气吹除干燥。

碳钢管内表面进行脱油时, 可采用喷砂处理。可使用石英砂, 但严禁使用钢砂。喷砂后用干燥空气或氮气吹除。

### (二) 零件和垫片的脱油

零件和垫片的脱油工作, 应在露天或通风场所进行。

较小的零件和金属垫片的脱脂, 应放入盛有溶剂的容器中浸泡, 时间不少于5~10min, 然后吹干或自然蒸发干燥, 至溶剂气味完全消失为止。

对于紫铜垫片, 可加热至600~700°C退火处理, 然后放在水槽中冷却, 将产生的氧化皮除掉, 可不再进行脱油处理。

对于非金属垫片, 可用四氯化碳进行脱油, 即将垫片浸泡在溶剂中, 时间不应少于1.5~2h, 然后将垫片用铁丝串上(垫片不得相互碰撞)挂在露天或通风场所干燥, 时间不应少于24h。

石棉垫片的脱油, 可在300°C温度下焙烧2~3min, 然后在垫片上涂一层石墨粉, 可不需用溶剂清洗。

### (三) 分馏塔的脱油

由于分馏塔长期运行, 当采用油润滑的空压机的润滑油量过多、吹除不够及时、各级油水分离不净、油润滑的膨胀机注油量过多及膨胀过滤器效果不良时, 均能将油带入分馏塔内。

#### 1. 分馏塔脱油的一般要求

1) 分馏塔脱油前, 应彻底加温。并将绝热材料加温至零度以上。

2) 分馏塔的脱油溶剂, 四氯化碳、二氯乙烷或三氯乙烯等, 应有出厂合格证。溶剂中不得含有机械杂质及混浊物。

3) 采用二氯乙烷溶剂清洗分馏塔时, 首先必须用水清洗。

4) 分馏塔溶剂注入方法, 可采用压力清洗

罐，只允许用氮气压入塔内。

5) 根据分馏塔的生产系列，其脱油清洗溶剂的需用量可参考表6-12-2的规定。

表6-12-2 分馏塔脱油用四氯化碳溶剂用量参考表

分馏塔系列 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	溶剂用量 (kg)	脱油方法
20	230~250	注入法
50	270~290	注入法
150	600~650	注入法
300	950~1050	注入法

## 2. 分馏塔的清洗设备

脱油溶剂注入分馏塔内，采用示于图6-12-1的压力清洗罐进行清洗。

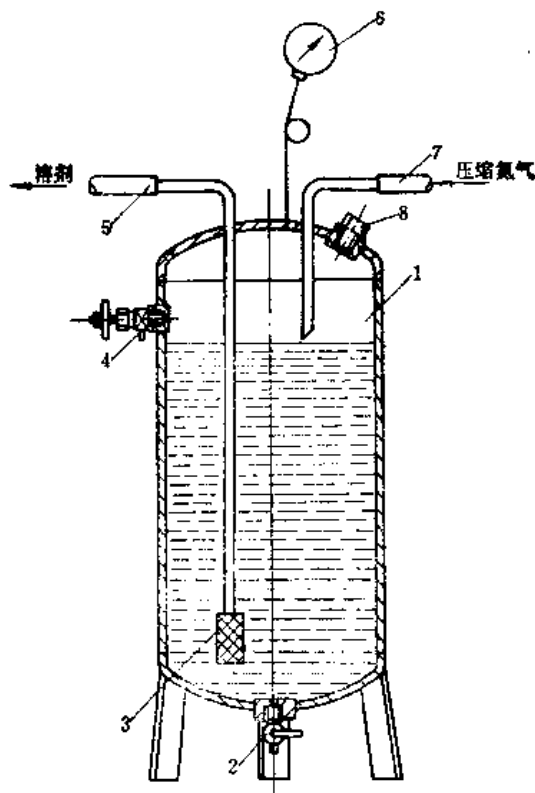


图6-12-1 压力清洗罐

- 1—溶剂罐 2—排气阀 3—过滤器 4—排气阀  
5—出口管 6—压力表 7—氮气入口管  
8—入口旋塞

压力清洗罐的容积应根据分馏塔生产系列而定。溶剂罐是压力容器，因此在制造后，应进行1.5倍工作压力的强度试验。在溶剂罐1上安装有压

缩氮气入口管7，溶剂出口管5，排气阀2，过滤器3，排气阀4，压力表6，溶剂入口旋塞8等。

钢瓶中的氮气，经减压0.2~0.25MPa压力后，由氮气入口的胶管7进入溶剂罐1中，将溶剂经出口胶管5压入塔内。在向塔内压入过程中，当连接胶管波动时，说明溶剂罐1内溶剂已全部压出，可将排气阀4打开，将罐内余气排出，然后卸下溶剂入口旋塞8，将溶剂注满溶剂罐1内，关闭排气阀4和旋塞8，可继续向塔内注入。

为了避免分馏塔脱油后的溶剂流失和蒸发，应将溶剂排放到一个容器内。可使用如图6-12-2所示的溶剂收集器，由胶管2分别与分馏塔各排出阀连接，经收集总管3汇集流入容器1中。

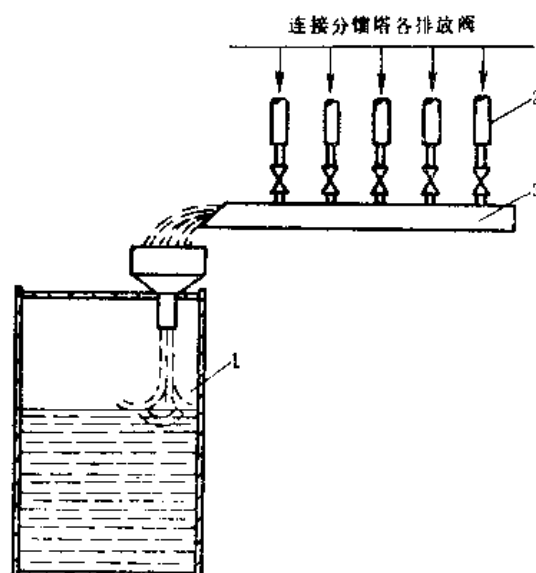


图6-12-2 溶剂收集器

- 1—容器 2—胶管 3—收集总管

## 3. 分馏塔清洗准备工作

将高压空气进分馏塔的阀门卸开，关闭各节流阀，封闭与膨胀机连接管路（配有安装分馏塔内的透平膨胀机应拆下）。

将分馏塔上的分析阀、吹除阀及液面计阀，分别与溶剂收集器的胶管连接。

将压力清洗罐的溶剂出口胶管及氮气入口胶管，分别与分馏塔脱油部位的溶剂进口管及充有氮气的钢瓶相连接。

## 4. 溶剂脱油方法

由于分馏塔中的热交换器的油污比分馏筒内要多，为了节约溶剂，也为了更有利于溶剂不过早的

被油污染，因此，脱油顺序应先清洗上分馏筒，再清洗下分馏筒，最后清洗热交换器。

(1) 上分馏筒及冷凝蒸发器管间 (FL-300/300型分馏塔的冷凝蒸发器管间需单独脱油) 的脱油 溶剂由上分馏筒液氮导入管处 (或焊在上分馏筒顶部的专用清洗接头) 压入，直至溶剂由冷凝蒸发器底部液氧排出阀流出为止。由于上分馏筒耐压强度较低，不允许注满溶剂浸泡，应采用喷淋方法冲洗。连续清洗 3~5 次，每次间断时间不应少于 20 min。

(2) 下分馏筒及冷凝蒸发器管内的脱油 对带有液空吸附器的分馏塔，必须将节流阀和液空吸附器的通过阀关严，溶剂不得进入液空吸附器。溶剂从中压安全阀连接管口压入，至溶剂在中压安全阀管内充满为止。应连续脱油 2~3 次，每次间断时间不少于 2 h，至流出的溶剂无油为止。

(3) 热交换器的清洗 将溶剂从高压空气吹除阀压入热交换器管，直至压入的溶剂从高压空气进分馏塔的管路流出为止。应连续清洗 2~3 次，每次间断时间不应少于 2 h，至流出溶剂干净无油为止。

为了改善脱油效果，在对上分馏筒及下分馏筒脱油时，应在其底部通入 9.8~19.6 kPa 压力的氮气，以便使注入的溶剂以鼓泡的形式从上部排出。

泡罩式塔板脱油时，应采用四氯化碳溶剂。采用四氯化碳后，可不再用水冲洗。因为泡罩式塔板上积水后，加温时间会大大延长。

分馏塔采用二氯乙烷或乙醇等溶剂脱油后，应用清洁无杂质的自来水冲洗。冲洗方法与溶剂脱油方法相同。

此外，溶剂循环使用时，应用细纱布对浮油进行过滤。储存和收集溶剂的容器，应放置在厂外通风处。

#### 5. 脱油后吹除

用溶剂脱油后，如用加温吹除，排出的蒸气必

须用胶管导至室外，至无溶剂气味为止；如用清水冲洗，必须采用热空气将分馏塔内水分彻底吹净。吹除时间不应少于 8 h。

因二氯乙烷及乙醇易燃，如脱油后由于某种原因未能用水冲洗时，必须用纯度 95% 以上的氮气进行吹除。

#### (四) 脱油工作的安全技术

分馏塔和管路以及设备零件的脱油溶剂有四氯化碳、二氯乙烷及乙醇，而四氯化碳和二氯乙烷均具有毒性，二氯乙烷和乙醇均具有燃烧与爆炸危险，因此，采用四氯化碳作为脱油溶剂最为常用。

四氯化碳对人体是有害的。它有强烈的麻醉作用，与皮肤接触后易被吸收，当连续工作时间较长，或通风条件不好时，极易中毒，引起强烈头痛、呃逆、恶心、呕吐、腹痛、视力障碍，神经性颤动，抽搐，甚至休克。

四氯化碳虽然不能燃烧，但与烟火接触达到高温时会分解。在常温时与强酸接触时，均能产生剧毒气体，在空气中，即使微少的含量也能引起中毒，强碱接触时，会变质，失去脱油作用。因此，在采用各种溶剂脱油时，应根据其不同特性，采取下列相应措施。

1) 采用四氯化碳或二氯乙烷溶剂脱油时，应在露天或通风良好地方进行。空气中四氯化碳最高允许浓度为  $25 \text{ mg/m}^3$ 。

2) 脱油的工作人员，应穿带好防毒的劳动保护用品，工作 1~2 h 进行交替一次。

3) 溶剂由一个容器注入另一个容器时，应在露天安全场所进行，并不得飞溅或流失在地上。

4) 脱油现场应严禁烟火。

5) 溶剂不得与强酸、强碱接触。

6) 当不幸发生四氯化碳或二氯乙烷中毒时，应将患者送到新鲜空气处吸入氧气及进行人工呼吸，严重时应及时送至医院抢救。