

第7章 制氧机器设备的修理

活塞式压缩机的修理，见第19章“活塞式压缩机的修理和易损零件的制造”一章。

第1节 膨胀机

(一) 小型制氧设备配套的膨胀机技术规范

国产小型制氧设备的膨胀机技术规范见表7-1-1。

(二) 活塞式膨胀机

1. 活塞式膨胀机的修理

国产小型制氧设备配套的活塞式膨胀机传动部分机构的修理的技术条件与活塞式压缩机基本相同。

活塞式膨胀机工作原理，是将压缩气体在气缸中绝热膨胀，通过活塞、连杆、曲轴输送外功，再传给制动电机。

膨胀机的充气量，是利用改变进气凸轮的角

表7-1-1 国产小型制氧设备的膨胀机技术规范

空分设备系列	型号	特点	进气量 (m ³ /h)	进气压力 (MPa)	排气压力 (MPa)	进气温度 (°C)	排气温度 (°C)	气缸直径 (mm)	活塞行程 (mm)	转 速 (r/min)	介质	制动电机功率 (kW)
50	55-210	立式单缸活塞式	210	5.39	0.59	-100	-160	85	160	130	空气	10
	PZK-5/40-6	立式单缸活塞式	300	3.92	0.59	-100		78	120	300	空气	7.5
	PLZK-2.53/18-6	透平式动压气体轴承	152	1.77	0.59			—	—	180000	空气	—
	PLN-6/4-0.25	透平式气体轴承	359 ^①	0.39	0.0245			—	—	62600 ^②	污氮	—
150	50-110/12	立式双缸活塞式	1000	4.9	0.59	-80	-120	110	200	170	空气	14
	ILP-16.6/50-6	立式双缸活塞式	1000	4.9	0.59	-80	-110	110	200	170	空气	14
	PZK-14.3/40-6	立式单缸活塞式	860	3.92	0.59	-100	-125	125	180	300	空气	17
	PLK-8.33×2/20-6 ^③	透平式气体轴承	500	1.96	0.59	-100		—	—	10700	空气	—
300	ITP-30/14.7-4.8	透平式油轴承	1800	1.44	0.47	-140	-167 ~-170	—	—	41700	空气	—
	ITP-28/14.7-4.8	透平式油轴承	1560	1.44	0.47	-140	-167 ~-170	—	—	41700	空气	—

① 设计流量。

② 设计转速。

③ 吴县制氧机厂生产PLK-8.33×2/20-6-Ⅱ型透平膨胀机的技术规范与其相同。

度，通过机械传动（或液压传动）进行调节。其充气量调节机构，分别可见图7-1-1~图7-1-3。

膨胀机进气凸轮安装的方位与曲轴转角有关，即凸轮的作用与活塞的往复运动过程必须正确，控制进、排气阀在正确位置启闭，才能使膨胀机正常工作。因此在修理时（特别是组装进气凸轮时），应掌握膨胀机的工作过程。

当活塞达到上死点时，进、排气阀杆均应打开，为此，提前进气过程约 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。活塞达到下死点时，进、排气阀杆亦应全开，为此，提前排气过程约 $12^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。

（1）充气量调节机构组装的技术要求

1）凸轮组装时，与滑键配合不能装反（有双导向键时，如55-210型膨胀机进气凸轮）。

2）ILP-16.6/50-6型（50-110/12型）膨胀机充气量调节机构的被动齿轮与主轴上的主动齿轮组装时，必须按齿上打的字号进行啮合。

3）55-210型膨胀机充气量调节机构油柱塞与

液压导管垫片必须压紧密封，防止漏油。

4）如凸轮表面磨损，可镀铬修复，若磨损严重，重新加工时，材料可选用45号钢。其外缘在铣床上加工后，应用角规和特制样板在磨床上精磨，且表面经渗碳处理，或淬火后进行回火，以达到要求的硬度。

（2）气阀的修理 活塞式膨胀机气阀一般为长杆式。它利用自动密封的原理，当气阀处于关闭时，有一个较大的压力作用在阀顶上，这更有利于对气体的密封。气阀是严格按照控制凸轮的角度开启，并利用弹簧力（拉力或推力）的作用下而强制关闭的。气阀升高范围一般为 $3\sim 8\text{mm}$ 。气阀的典型结构示于图7-1-4及图7-1-5。

气阀的长期启闭，阀杆与阀座的密封面的撞击，会产生磨损或沟痕，造成密封不良，使空气膨胀前、后温差和压力差均会缩小，影响制冷效率，应按下列程序进行修理。

1）阀杆与阀座密封不良，应采用研磨方法修

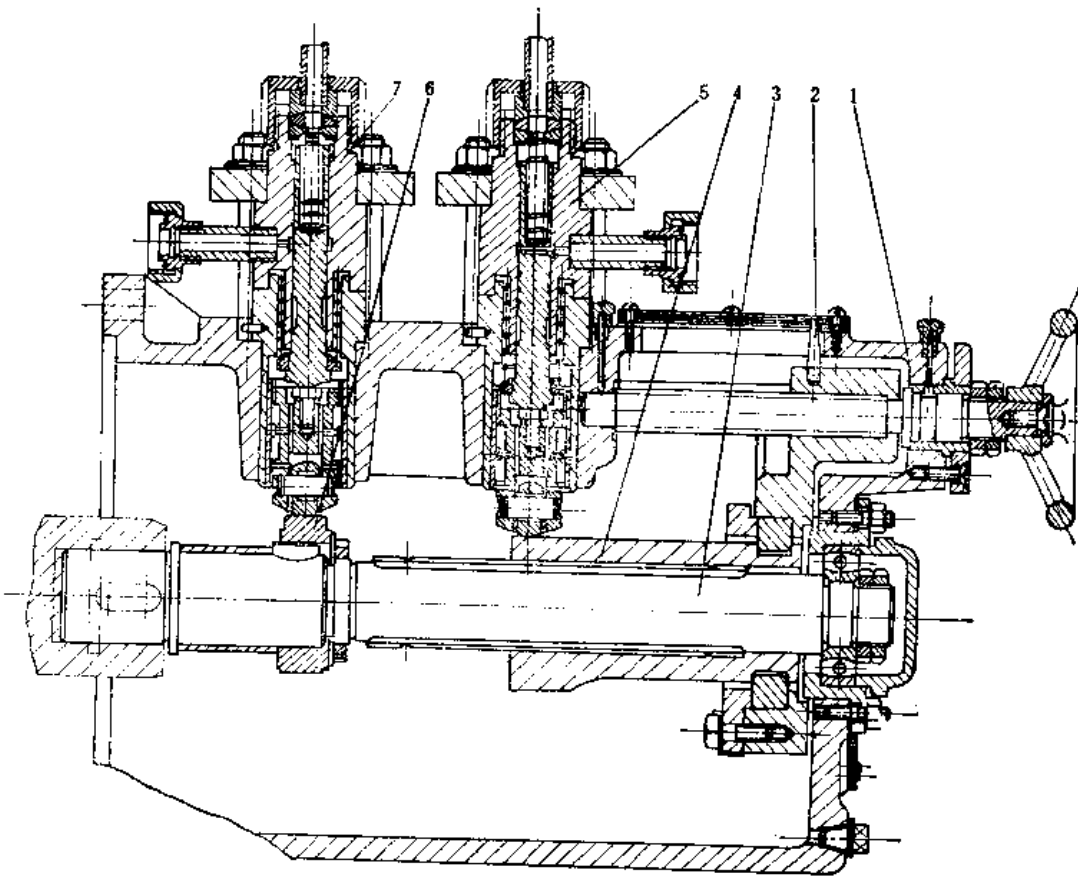


图7-1-1 55-210型膨胀机充气量调节机构

1—体壳 2—指针 3—控制轴 4—进气凸轮 5—进气油塞 6—排气齿轮 7—排气油塞

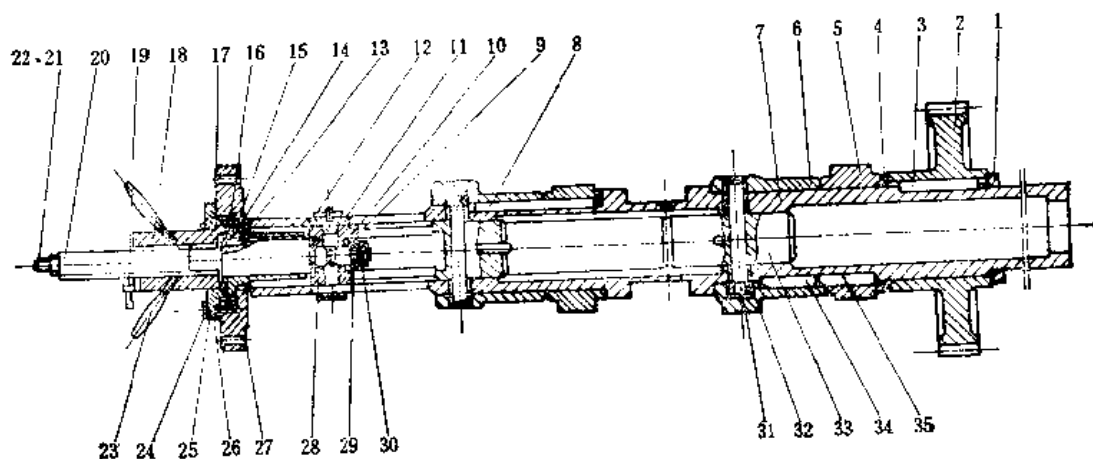


图7-1-2 ILP-16.6/50-6型膨胀机充气量调节机构

- 1、4—调整垫圈 2—从动齿轮 3、8、13、34、35—键 5—排气凸轮 6、32—进气凸轮 7—凸轮轴
 9、10、22、27—垫片 11—滑块 12—量 14—挡油圈 15—轴套 16、30、31—销 17—左盖板
 18—调整螺母 19—锁紧螺钉 20—调整螺杆 21—油接头 23—手柄 24—螺钉 25—止退垫圈
 26—凸缘 28—滑块座 29—螺母 33—控制轴

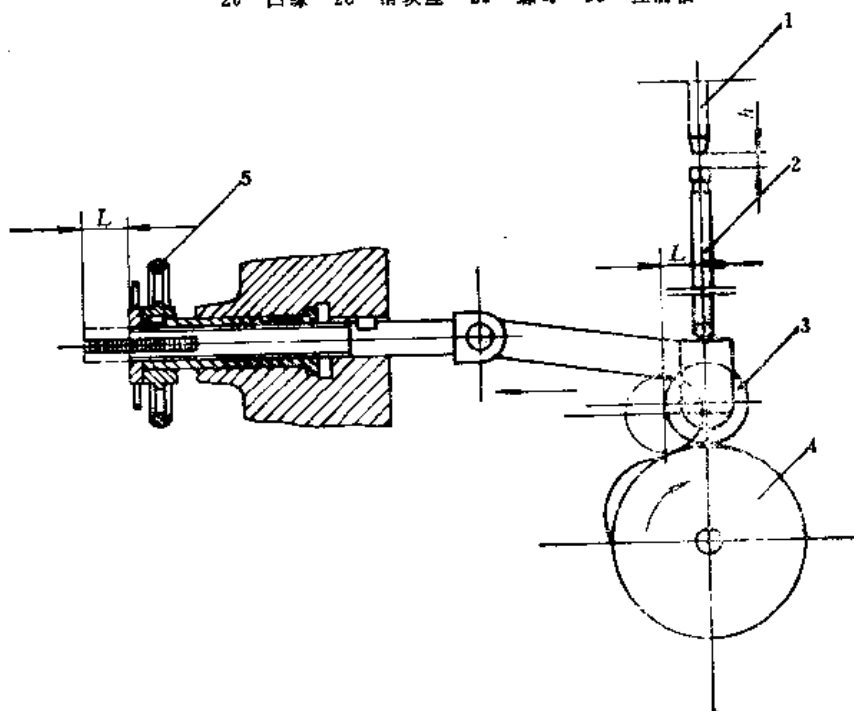


图7-1-3 PZK-14.3/40-6型膨胀机充气量调节机构

- 1—阀杆 2—顶杆 3—滚轮 4—进气凸轮 5—手轮

复，一般应将阀杆与阀座卸下，将阀座垂直固定在夹具上（不得将阀座夹伤和变形）。

2) 将阀杆装入阀座内，并在阀座内装有特制的导向套。在阀杆与阀座的密封面均匀的涂上研磨膏，并使阀杆与阀座的密封面对中吻合，转动阀杆进行研磨。

3) 研磨时，应根据研磨面的磨损和沟痕情况，可分粗研磨和精细研磨先后两次进行。

4) 根据磨损沟痕，配制研磨膏。一般可采用 100° 、 120° 、 150° 或 180° 的白刚玉（或绿刚玉、单晶刚玉）磨粉，用N15号机械油调成膏状进行粗研磨。然后再采用M28或M30白刚玉（或绿刚玉、单

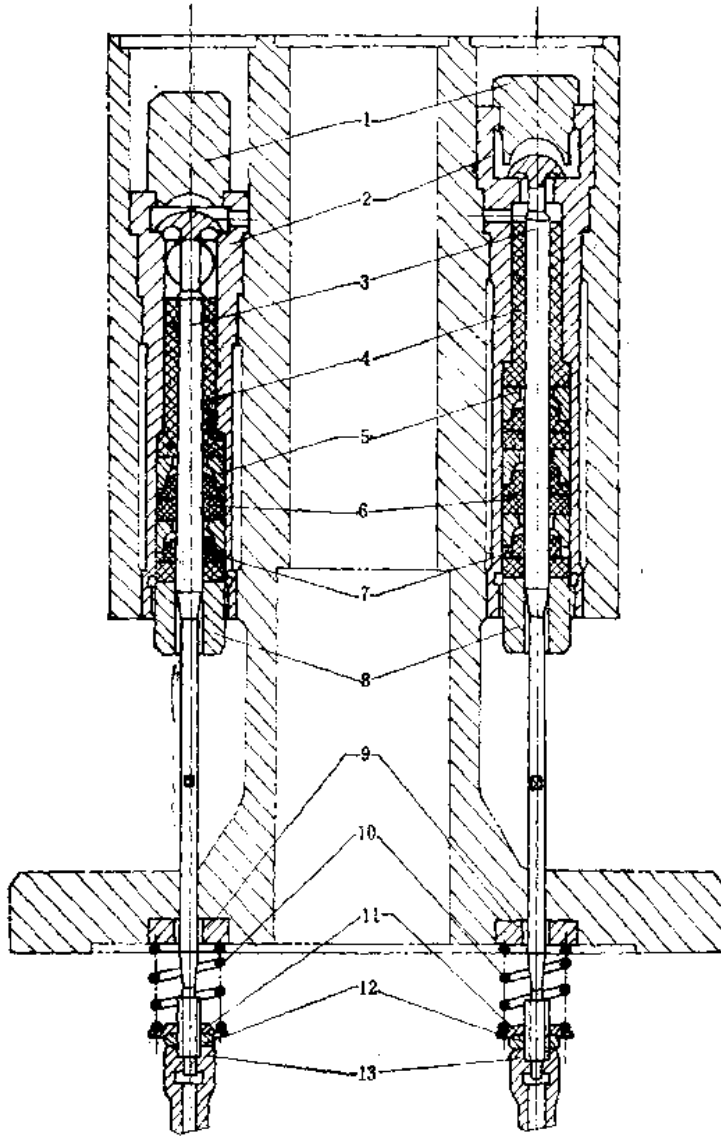


图7-1-4 55-210型膨胀机进、排气阀结构
 1—压盖 2—阀座 3—阀杆 4—衬套 5—压套 6—垫环 7—密封圈
 8—螺塞 9—弹簧座 10—弹簧 11—垫圈 12—螺母 13—连接螺母

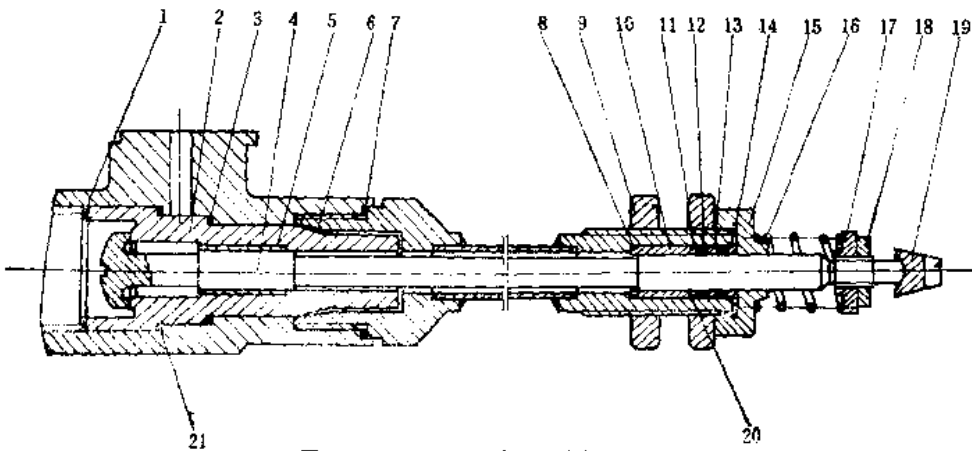


图7-1-5 ILP-16.6/50-6型膨胀机排气阀结构
 1、3、7、8、20、21—垫片 2—阀座 4—阀杆 5—衬套 6—阀杆外壳 9—螺母 10—衬圈 11—压圈
 12—密封圈 13—密封座 14—密封座 15—弹簧上座螺母 16—弹簧 17—弹簧座 18—锁紧螺母 19—支块

晶刚玉) 微粉, 用 1/3 的 N15 号机械油加 2/3 的煤油调成膏状进行精细研磨。

5) 研磨后, 将磨膏擦拭干净, 用煤油试验, 不应渗漏。

6) 如果阀杆或阀座严重磨损, 沟痕较深, 不易研磨时, 可在车床上车削加工, 表面粗糙度应在 $R_a 1.6 \mu\text{m}$ 以下, 必要时再进行研磨。

7) 对不能修复的阀杆, 应更换新件。阀杆通常采用 3Cr13 或 1Cr18Ni9Ti 等不锈钢制成, 阀杆先经渗碳处理, 在最后加工完成后, 进行淬火 (在 $780 \sim 800^\circ\text{C}$ 的温度时水冷) 和回火 (在 $180 \sim 200^\circ\text{C}$)。用 1Cr18Ni9Ti 材料制成的阀杆, 仅经过表面氮化处理, 即可进行磨削加工。

(3) 气缸的修理 气缸内表面有擦伤、拉毛、磨损等缺陷时, 可进行精磨或镗缸修复。

气缸镜面的磨损量最大允许范围为: 气缸直径在 $100 \sim 150\text{mm}$ 时, 沿气缸圆周的均匀磨损应小于 0.5mm , 圆柱度磨损应小于 0.25mm ; 气缸直径在大于 $150 \sim 300\text{mm}$ 时, 沿气缸圆周的均匀磨损应小于 1mm , 圆柱度磨损应小于 0.4mm 。

1) 气缸表面有轻微的擦伤或拉毛时, 可用半圆形油石, 沿缸壁圆周方向用手工往复研磨, 直至用手触摸无明显感觉为止。

2) 气缸磨损圆柱度误差大于 $0.5 \sim 0.75\text{mm}$, 或擦痕深度大于 0.5mm 时, 应进行镗缸。

气缸镗孔后, 气缸直径尺寸的增大量不得大于原尺寸的 2%。气缸壁厚尺寸的减少量不得大于原尺寸的 1/12。由于气缸直径的增大而增加的活塞力, 不得大于原设计的 10%。

气缸内孔镗去的尺寸, 不应大于原直径的尺寸 2mm , 如必须大于 2mm 时, 应重新配制与气缸内径相适应的活塞及活塞环。如果镗孔尺寸增大量大于 10mm 时, 应银缸套。

3) 镗孔后应进行珩磨, 表面粗糙度应在 $R_a 0.8 \mu\text{m}$ 以下。

(4) 活塞环的技术要求 活塞环一般不进行修理, 如发现有下列情况应及时更换。

- 1) 活塞环断裂或严重擦伤。
- 2) 活塞环已失去应有的弹力。
- 3) 活塞环厚度径向磨损 $1 \sim 2\text{mm}$ 。
- 4) 活塞环宽度轴向磨损 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 。

5) 活塞环在活塞槽中两侧间隙超过原间隙 $1 \sim 1.5$ 倍。

6) 活塞环与气缸镜面配合间隙总长大于气缸圆周 50%。

7) 活塞环重量减轻 10%。

(5) 革制皮碗的技术要求 革制皮碗是采用厚度 $4 \sim 4.5\text{mm}$ 、水分不超过 16% 的铬鞣料制成。皮革的表面必须平滑, 厚度均匀。首先将皮革在其 10 倍重的二氯乙烷溶剂室温下浸泡清洗, 脱去油脂, 时间不应少于 24 h, 且中间应更换一次二氯乙烷溶剂, 然后将皮革在空气中干燥, 然后在 75°C 左右温度下的熔融石蜡中浸渍 $3 \sim 5\text{min}$, 再清除皮革表面上残留的石蜡, 再在 $80 \sim 85^\circ\text{C}$ 温度下, 放在压模中热压成型, 并在其中冷却至室温。压制时, 将皮革的表面做为皮碗的外表面。成型后皮碗表面不应有皱褶和损伤, 且直径应比气缸直径大 $2 \sim 3\text{mm}$ 。然后集装套在特制木制模型上, 放置阴凉干燥处。

皮碗安装在活塞上不应过紧, 应均匀地挤压气缸的圆周镜面上, 否则容易磨偏。但必须注意皮碗与气缸之间, 不得落入任何固体颗粒, 使气缸表面和皮碗磨坏。

2. 活塞式膨胀机的改进

活塞式膨胀机存在着结构比较复杂、制冷效率比较低、操作比较麻烦等弱点, 从技术发展来看, 它将被透平膨胀机所代替。但目前国内利用活塞式膨胀机占的比例还很大, 一时难以全部更新。因此, 有必要在条件允许情况下, 予以改进, 以发挥活塞式膨胀机的最大效率。

(1) 55-210 型膨胀机活塞结构的改进 55-210 型膨胀机活塞设计是采用皮碗密封, 见图 7-1-6, 易磨损, 使用寿命短, 特别是皮碗置于头部, 在运行中产生的摩擦热使膨胀后气体终温升高, 降低了膨胀机效率, 因此, 可改进为聚四氟乙烯活塞环密封, 其结构可分别参照图 7-1-7 ~ 图 7-1-12。其技术条件如下:

1) 气缸套可采用 3Cr13 不锈钢材料加工, 热处理硬度 460HB。

2) 活塞头盖及活塞头采用 1Cr18Ni9Ti 不锈钢材料, 活塞体和活塞杆可采用 45 号钢材料, 并用 TA1NB-2 不锈钢焊条焊接。焊接后, 经高温退火处理, 消除焊接应力。

3) 活塞环, 导向环采用填充聚四氟乙烯材料, 其配料比为: 聚四氟乙烯 70%, 玻璃粉 (SiO_2 , 300 目以上) 15%, 青铜粉 (ZQSn6-6-3, 300 目

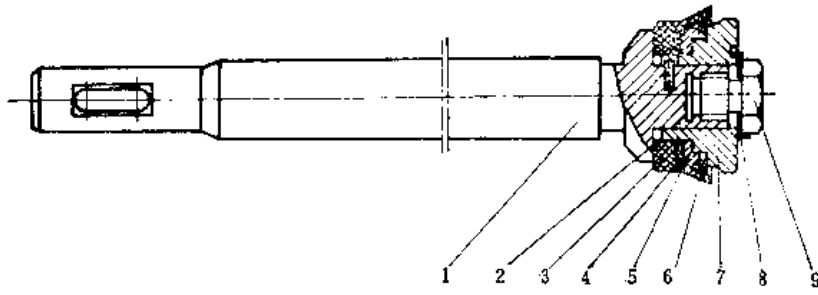


图7-1-6 55-210型膨胀机活塞结构

1—活塞杆 2—调节垫片 3—衬座 4—皮碗 5—压环 6—弹簧圈 7—压座 8—垫圈 9—螺钉

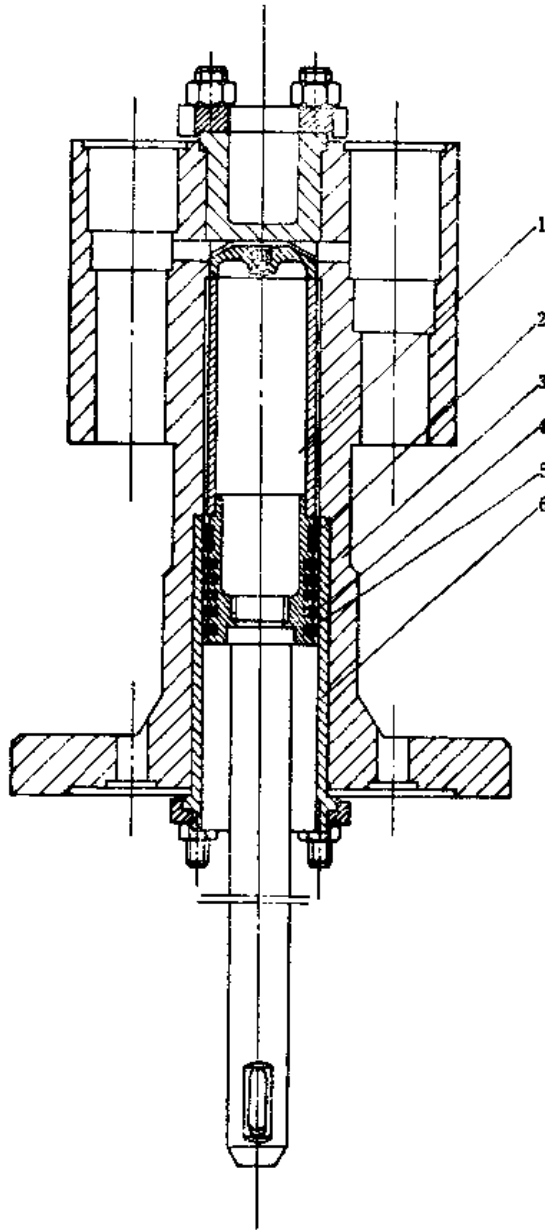


图7-1-7 55-210型膨胀机活塞改进后结构

1—活塞 2—导向环 3—缸体 4—活塞环 5—弹力环 6—气缸套

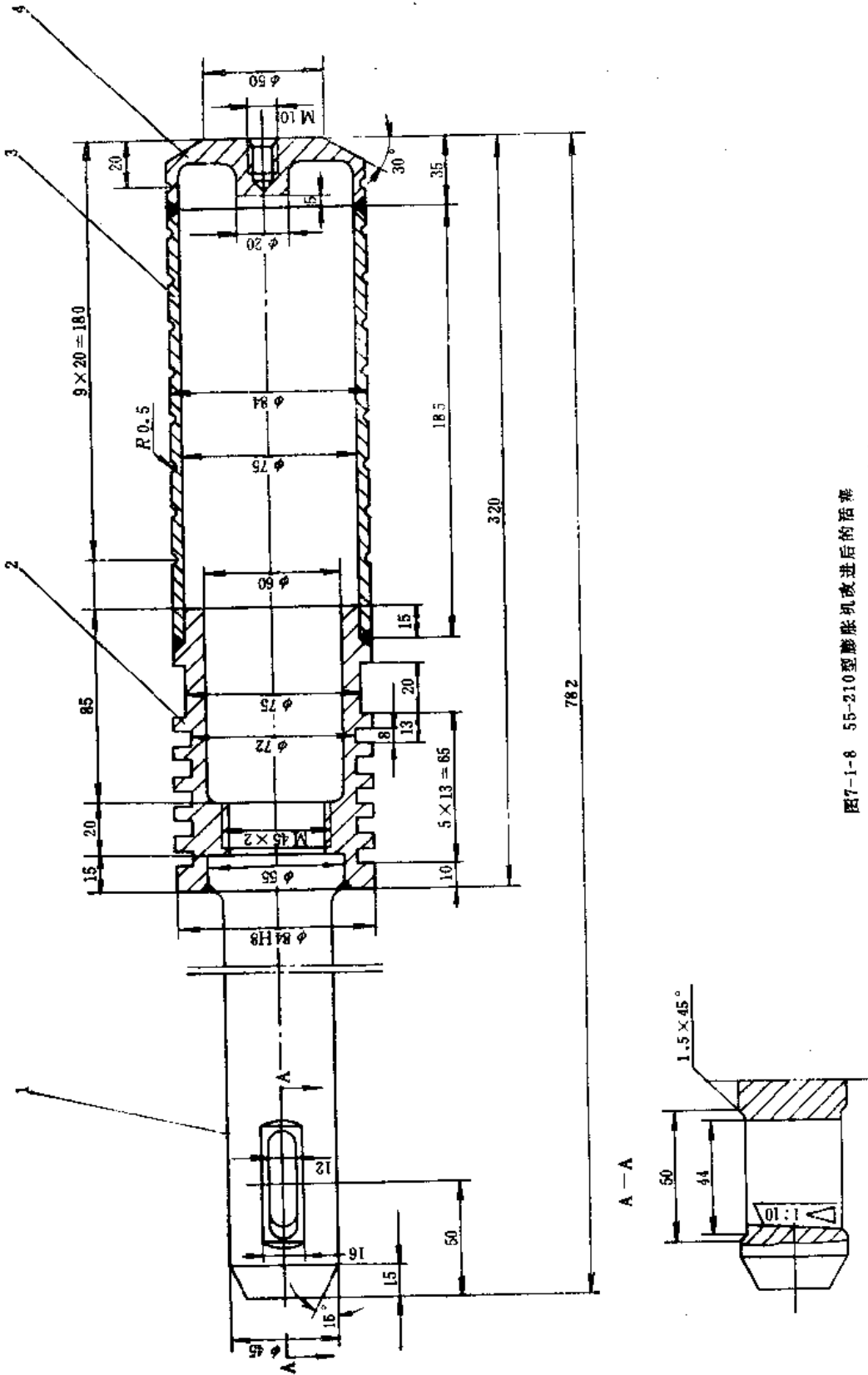


图7-1-8 55-210型膨胀机改进后的活塞
 1—活塞杆 2—活塞体 3—活塞头 4—活塞头盖

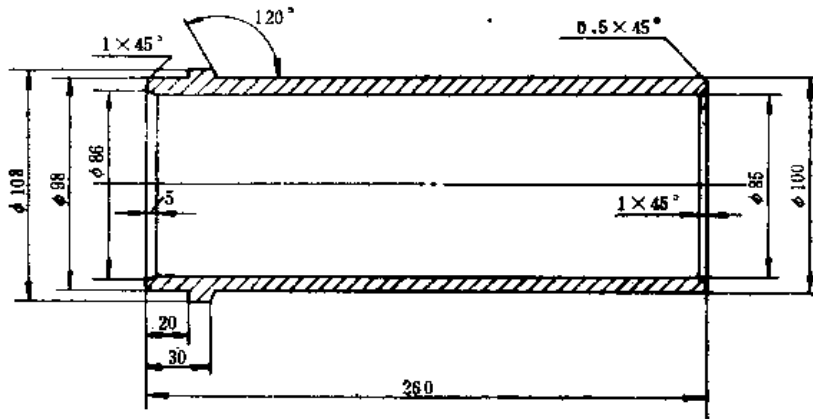


图7-1-9 55-210型膨胀机改进后的气缸套

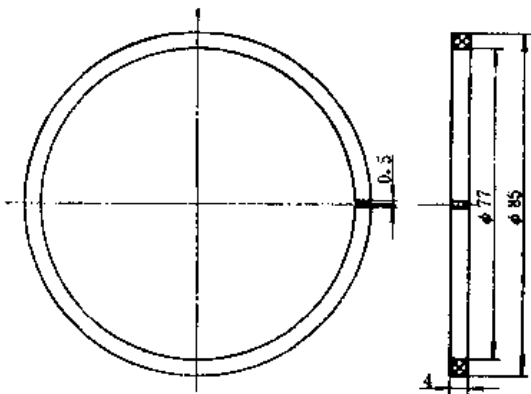


图7-1-10 55-210型膨胀机活塞环

以上) 10%，二硫化钼 (MoS_2) 5%。

4) 弹力环可采用调质 3Cr13 材料加工，硬度 300~350HB。

5) 装配后，活塞与气缸径向单面间隙为 0.45~0.5mm。

6) 装配后，气缸内余隙为 0.5~0.75mm。

(2) 50-110/12 型膨胀机活塞结构的改进

50-110/2 型膨胀机活塞见图 7-1-13。该活塞环材料为金属，且用油润滑。此设计润滑油不仅浪费较大，而且会随膨胀空气入分馏塔内，给分馏塔带来不安全因素。因此，可改进为无润滑填充聚四氟乙烯活塞环密封。其结构可分别参照图 7-1-14~图 7-1-17。其技术条件如下：

1) 活塞头盖和活塞头采用 1Cr18Ni9Ti 不锈钢材料，活塞体采用 45 号钢材料，定位环采用 1Cr13 不锈钢材料，压紧螺母采用 H62 黄铜材料，并用 TAINB-2 不锈钢焊条焊接。焊接后经高温处理，消除焊接应力。

2) 活塞环和导向环采用填充聚四氟乙烯材料，其成分配比与 55-210 型膨胀机活塞改进的活塞环、导向环相同。

3) 弹力环选用材料，以及装配后活塞与气缸径向间隙等技术条件，与 55-210 型膨胀机改进的技术条件相同。

4) 装配后气缸内余隙为 0.8~1.2mm。

(3) 50-110/12 型膨胀机气缸冷却水套的改进 50-110/12 型膨胀机由于改为无润滑的填充聚四氟乙烯活塞环进行密封，活塞环及导向环与气缸壁运行中在干摩擦的情况下产生一定摩擦热。特别是膨胀机在启动初期，尤为严重，加剧了活塞环及导向环的磨损和密封性能的降低。这部分热量会直接影响膨胀机的制冷效率，因此必须增加气缸冷却水套装置，来克服这一不足。气缸冷却水套的结构，可参照图 7-1-18。其技术要求如下：

1) 按图 7-1-18 的尺寸车削沟槽，直径为 $\phi 140\text{mm}$ ，宽 $10^{+0.5}\text{mm}$ ，表面粗糙度为 $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。

2) 密封套法兰与气缸密封采用 $\phi 5\text{mm}$ 铅丝，水套两半轴向采用 3.5~4mm 橡胶板用螺钉紧固密封。

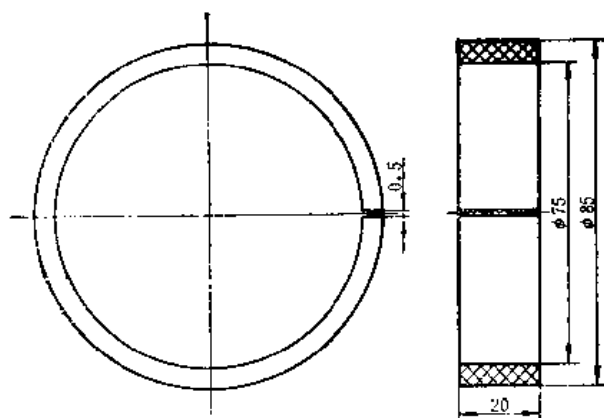


图7-1-11 55-210型膨胀机导向环

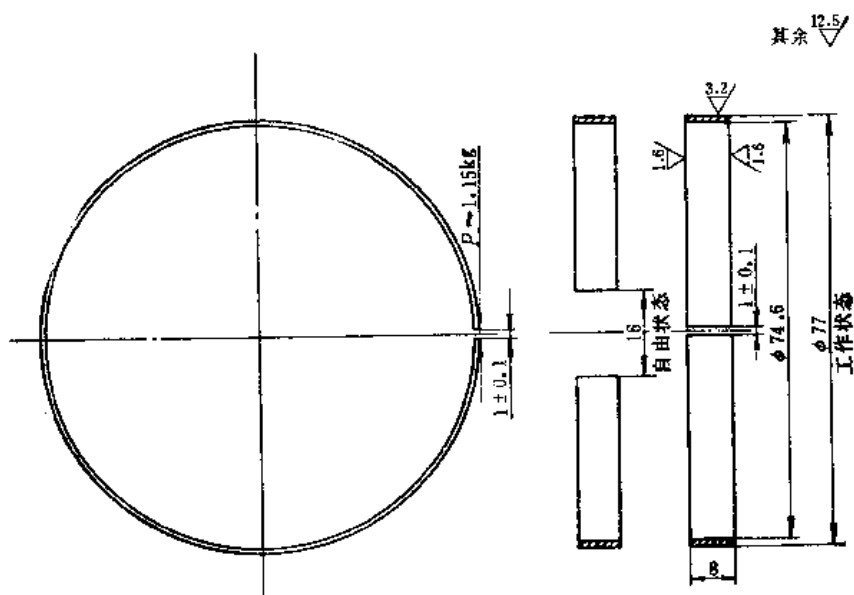


图7-1-12 55-210型膨胀机弹力环

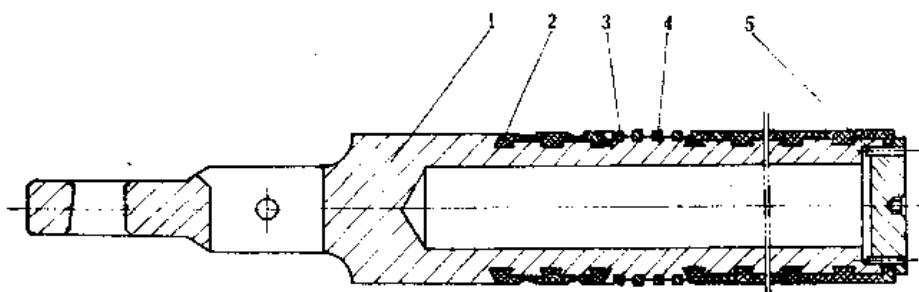


图7-1-13 50-110/12型活塞结构

1—活塞体 2—销金 3—刮油环 4—活塞环 5—阀头

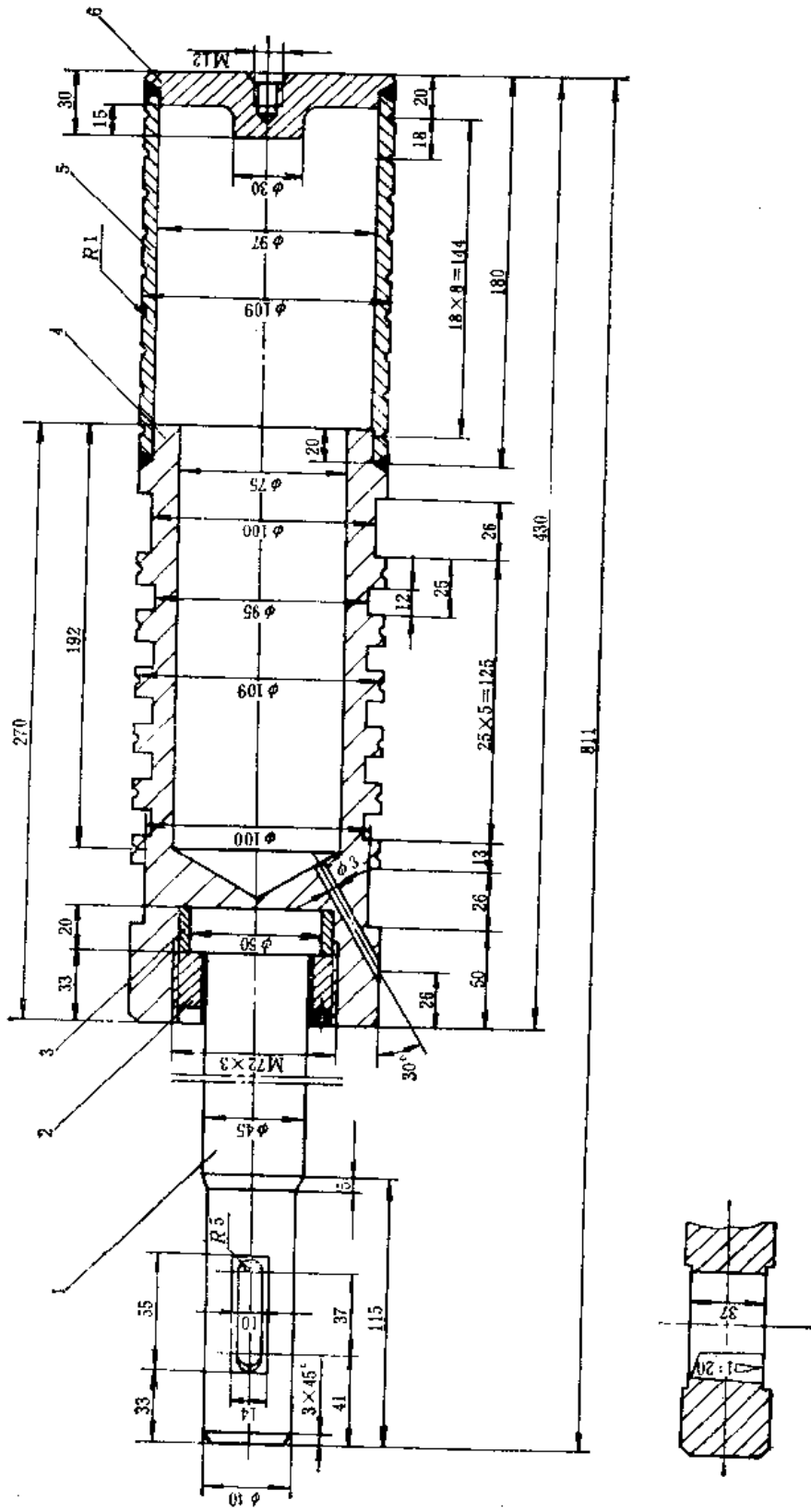


图7-1-14 50-110/12型膨胀机活塞改进后结构
 1—活塞杆 2—螺母 3—定位环 4—活塞体 5—活塞环 6—活塞头盖

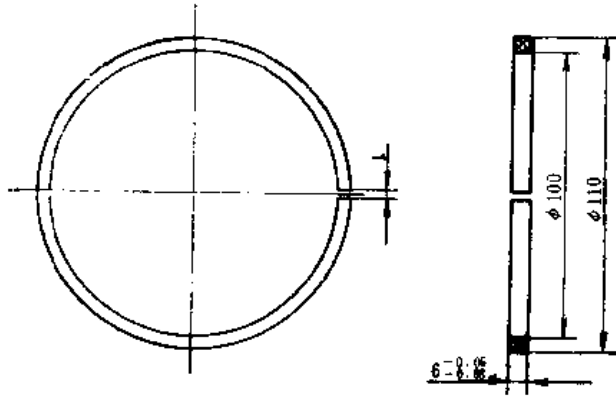


图7-1-15 50-110/12型膨胀机活塞环

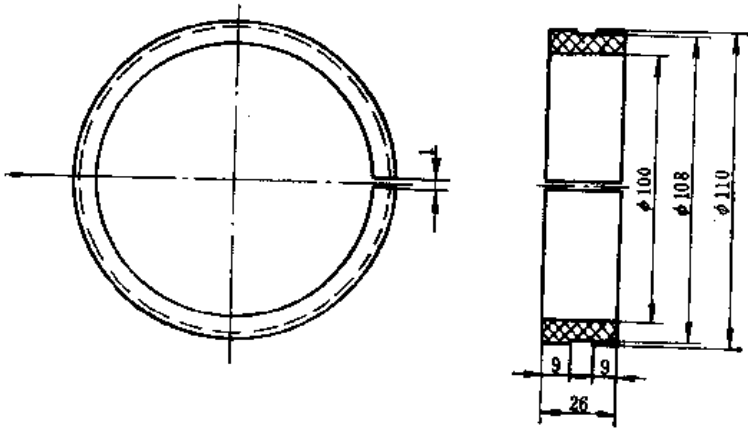


图7-1-16 50-110/2型膨胀机导向环

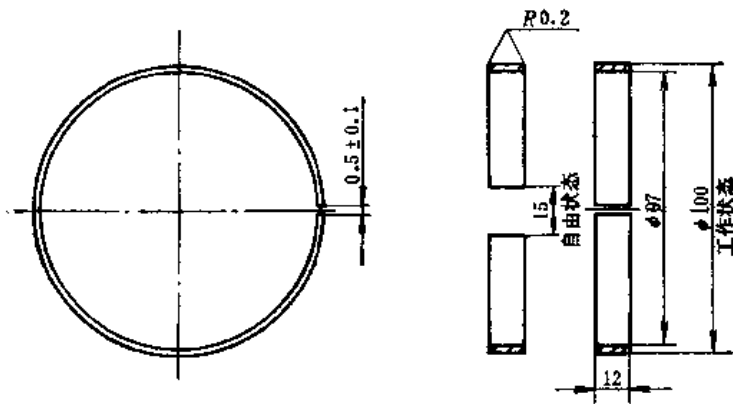


图7-1-17 50-110/2型膨胀机弹力环

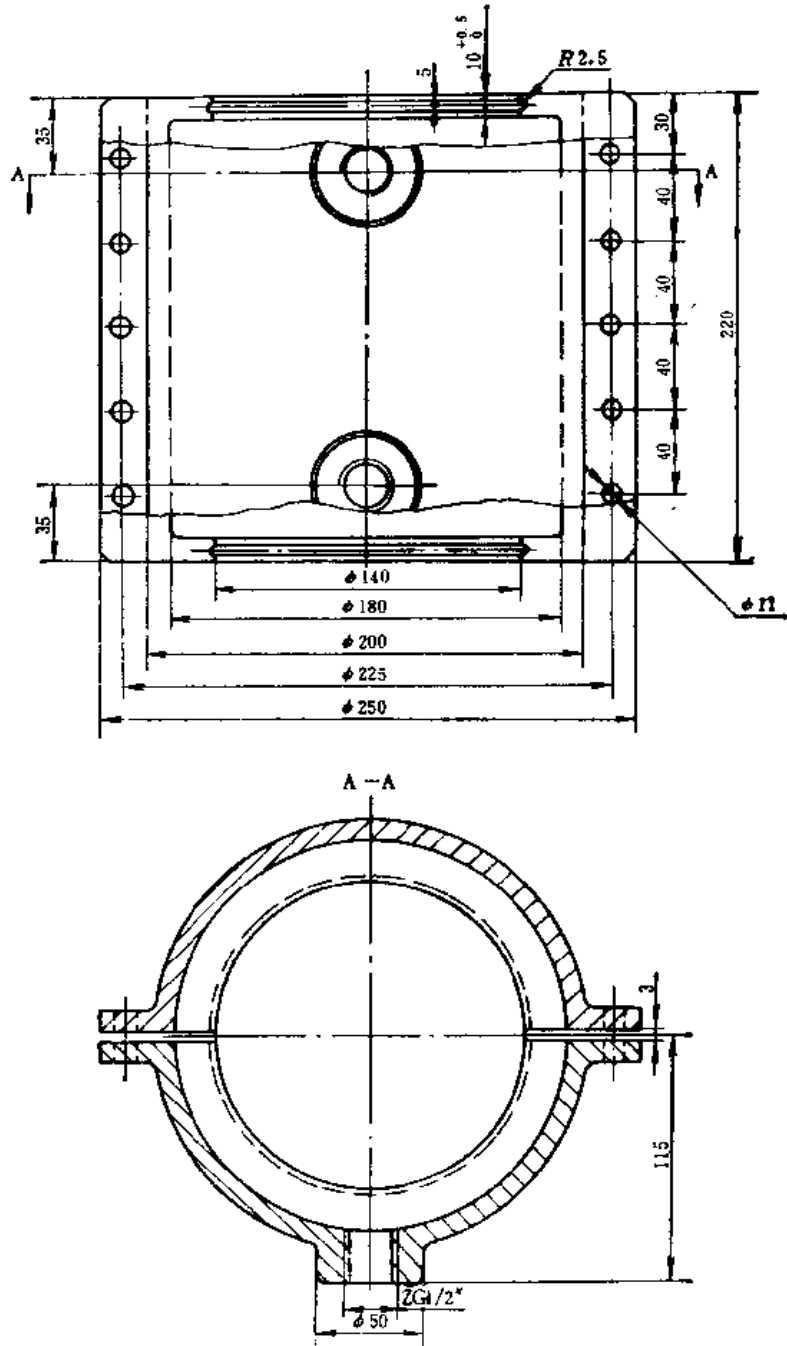


图7-1-18 50-110/12型膨胀机气缸冷却水套

(三) 透平膨胀机

1. 透平膨胀机的修理

(1) 透平膨胀机组装各部配合间隙 透平膨胀机组装各部配合间隙，见图7-1-19、图7-1-20及表7-1-2。

(2) 透平膨胀机修理和组装的技术要求

1) 透平膨胀机修理和组装的现场应清洁无

尘，并在工作台上铺上橡胶板，防止对零部件磕碰划伤。

2) 零件要清除毛刺，机芯的每一个零件可用四氯化碳清洗，并吹除干净。

3) 轴承小孔用小于0.35mm钢针通透，保证各气孔均畅通无阻。

4) 必须采用白纺绸对机芯进行擦拭，不许用其他粗布。

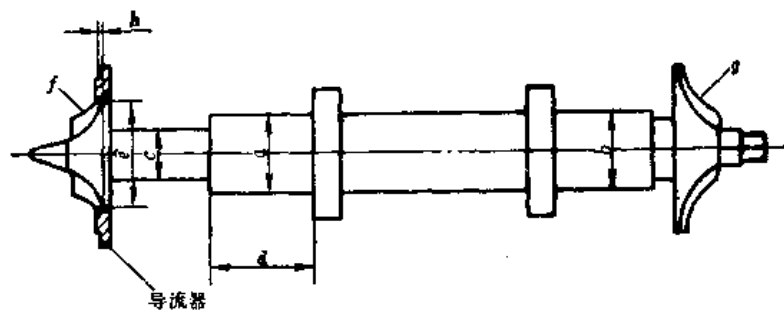


图7-1-19 PLK-8.33×2/20-6 (PLK-8.33×2/20-6 II)
型透平膨胀机组装各部配合间隙示意图

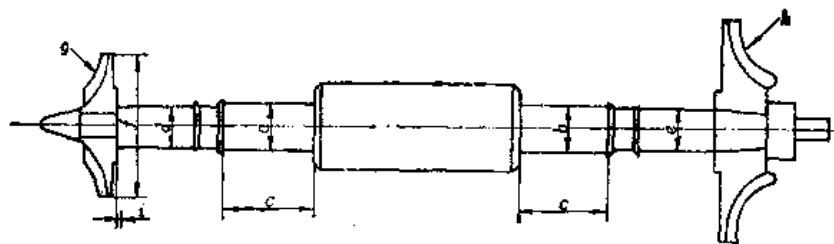


图7-1-20 ITP-30/14.7-4.8 (ITP-26/14.7-4.8) 型
透平膨胀机组装各部配合间隙示意图

表7-1-2 透平膨胀机组装各部间隙表

型号	间隙部位	公称尺寸 (mm)	间隙尺寸 (mm)	制造厂
PLK-8.33× 2/20-6 II	轴承直径 a 的径向间隙	$a = \phi 25$	0.07~0.08	吴县制氧机厂
	轴承直径 b 的径向间隙	$b = \phi 25$	0.07~0.08	
	密封套直径 c 的径向间隙	$c = \phi 16$	0.12~0.15	
	轴承轴向尺寸 d 的间隙	$d = 36$	0.09~0.12	
	工作轮与导流器内环直径 e 的间隙	$e = \phi 36.5$	0.1	
	工作轮与气缸壁间隙 f		0.1~0.15	
	风机轮与端盖副间隙 g		0.5~0.8	
PLK 8.33× 2/20-6	轴承直径 a 的径向间隙	$a = \phi 25$	0.045~0.065	江西制氧机厂
	轴承直径 b 的径向间隙	$b = \phi 25$	0.045~0.065	
	密封套直径 c 的径向间隙	$c = \phi 16$	0.12~0.15	
	轴承轴向尺寸 d 的间隙	$d = 36$	0.09~0.12	
	工作轮与导流器内环直径 e 的间隙	$e = \phi 36.5$	0.1	
	工作轮与气缸壁间隙 f		0.2~0.3	
	风机轮与风机进口管壁间隙 g		0.5~1	
	导流器流道底面高于工作轮流道底面高度间隙 h		0.1	

(续)

型号	间隙部位	公称尺寸 (mm)	间隙尺寸 (mm)	制造厂
ITP-30/14.7 -4.8 (ITP-26/ 14.7-4.8)	轴承直径 a 的径向间隙	$a = \phi 22$	0.06~0.09	邯郸制氧机厂
	轴承直径 b 的径向间隙	$b = \phi 22$	0.06~0.09	
	轴承轴向尺寸 c 的间隙	$c = 18$	0.06~0.09	
	密封套直径 d 的径向间隙	$d = \phi 20$	0.02~0.04	
	密封套直径 e 的径向间隙	$e = \phi 20$	0.02~0.04	
	工作轮与导流器内环直径 f 的间隙	$f = \phi 70$	0.5	
	工作轮与气缸壁间隙 g		0.08~0.1	
	风机轮与气缸壁间隙 h		1~1.2	
	工作轮与密封套轴向间隙 i		0.14~0.2	

5) 转子工作轮、风机轮的拆卸, 必须使用适合的扳手及专用工具。

6) 组装转子时, 一定要对准工作轮、风机轮背面与主轴止推面的动平衡划线标记。

7) 试验气源必须经净化过滤, 无尘埃和水分。

8) 各组装部位配合间隙尺寸, 必须符合规定要求。

9) 组装时, 轴承不能敲打, 更不许将固体颗粒或杂物带入轴承内。

10) 机体装入控制箱之前所有管路必须吹除干净。

11) 轴承若有轻度擦伤, 可在零级平板上用金相砂纸上研磨; 主轴若有轻度擦伤, 可用金相砂纸打光; 若主轴外圆和止推面擦伤比较严重, 可在外圆磨床上精磨; 若轴承止推面需用平面磨床精磨(要保持带气囊槽一定深度), 其磨削量的大小, 应保证在调整各部间隙在规定范围之内, 如磨削量较多, 最好委托制造厂作一次动平衡检查。

(3) 小型透平膨胀机主要零部件荐用材料
小型透平膨胀机主要零部件荐用材料见表7-1-3。

2. 透平膨胀机拆卸与组装

150m³/h 制氧机配套的 PLK-8.33×2/20-6 型透平膨胀机的结构特点为橡皮加稳空气轴承; PLK-8.33×2/20-6-Ⅱ型透平膨胀机的结构特点为多排切向小孔供气轴承刚性组装, 除此以外, 这两种类型的膨胀机其它结构基本相同。可参照图7-1-21对PLK-8.33×2/20-6型典型透平膨

表7-1-3 小型透平膨胀机主要零部件荐用材料

零部件名称		荐用材料
蜗壳		ZHS180-3 ZL402 1Cr18Ni9Ti
工作轮		LD5
风机轮		LD5
主轴		3Cr13 40Cr
导流器		2Cr13 ZHF ₆ 59-1-1 H62
轴承	轴承体	H62
	轴承衬	TSQ-A ZQPb30
密封套		1Cr13 1Cr18Ni9Ti
密封衬		ZChSnSb11-6 Sn4.5~5.5其余Pb
轴承套		3Cr13 1Cr18Ni9Ti
扩压器		ZHS180-3 ZL402
风机进口管		ZHS180-3 ZL402
外离体		3Cr13 1Cr18Ni9Ti

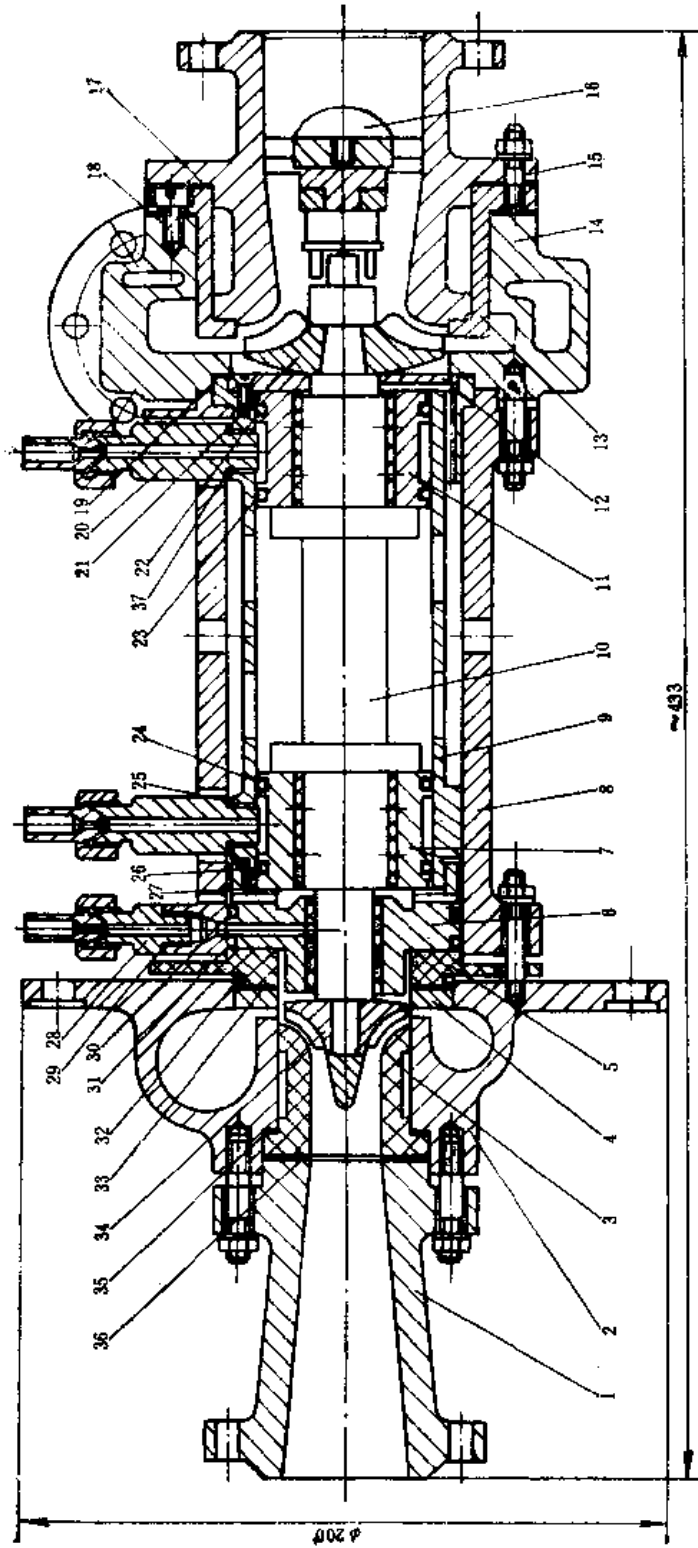


图7-1-21 PLK-8.33×2/20-6型蒸汽膨胀机的结构

- 1—扩压器 2—铜壳 3—气缸壁 4—导流器 5—绝热板 6—密封套 7、11—空气轴承
- 8—外筒体 9—轴承套 10—轴 12—限位板 13—限位环 14—风机蜗壳 15—风机进口管 16—传感器 17、18、19、25、27、29、33、35、36、37—垫片 20—轴承气接头
- 21—风机轮 22、23、24、26、30、31、32—密封胶圈 28—密封气接头 34—工作轮

胀机的拆卸与组装。

(1) 控制箱(或分馏塔)拆卸步骤

- 1) 切断各路气源、电源和水源。
- 2) 卸下风机端进排气管上的螺栓。
- 3) 卸下风机蜗壳底部的支承螺栓。
- 4) 卸下工作蜗壳与外筒体连接的螺母,取下机体。
- 5) 卸下轴承气接头螺母、密封气接头螺母,用螺盖密封。

(2) 机体拆卸步骤

- 1) 卸下风机蜗壳与外筒体连接的螺母,取下风机蜗壳。
- 2) 卸下两个轴承气接头。
- 3) 将机芯从外筒取出。
- 4) 卸下工作轮和风机轮两端螺母(注意风机端是左旋螺纹)。
- 5) 拧松密封套,拆脱工作轮。
- 6) 用专用套子,卸下风机轮。
- 7) 卸下限位板与轴承套连接的螺钉,取下限位板。
- 8) 取出主轴和轴承。

(3) 机芯组装步骤

- 1) 将两只轴承分别套好O型橡胶圈。
- 2) 将一只轴承装入轴承套右端,对准轴承与轴承套的排气方向。
- 3) 装上限位板用螺栓紧固(注意轴承排气孔对准限位板十字槽)。
- 4) 装进主轴,再把另一只轴承装入左端。
- 5) 拧上密封套(垫好垫片),用手拉动主轴,将轴向间隙用千分表测量,调整至规定范围内。

6) 装上两只轴承气接头,分别用0.06MPa、0.6MPa压力试验转子起浮情况。

7) 转子起浮良好后,把主轴两端工作轮及风机轮装上(动平衡划线标记应对齐),并用螺母拧紧。

8) 再检查一次转子起浮情况,良好后,机芯组装即可完成。

(4) 外壳组装步骤

1) 在密封套上装好O型胶圈,取下轴承气接头,把调整好的机芯装入外筒体内,再装上轴承气接头,装上风机蜗壳。

2) 在密封套端装上绝热板、垫片和导流器,

调整好导流器流道底面高于工作轮流道底面的规定尺寸(调整时,不装密封套和绝热板上的密封胶圈,调整好后再将密封胶圈装上)。

3) 将工作蜗壳与绝热板及外筒体的连接螺栓均匀地紧固。

4) 将气缸壁装入蜗壳内,调整好工作轮与气缸壁的规定间隙,再装上与扩压器的密封垫片和扩压器。

5) 接通轴承气,分别通入0.06MPa、0.6MPa压力,手感主轴气浮情况必须轻松灵活。

6) 在风机蜗壳上装好垫片,并与限位板用螺栓紧固,再装好风机进口管用垫片,调整好风机轮与风机进口管间隙至规定范围内。

7) 再一次通入轴承气,检查转子气浮情况,如轻松灵活,可把轴承气接头用密封螺母封死。

(5) 控制箱(或分馏塔)组装步骤

1) 将装好的机体工作轮端蜗壳拆下,把工作蜗壳用螺栓紧固在控制箱(或分馏塔)上(如拆装不熟练,也可采用整机安装)。

2) 拆下风机进口管,将轴承气接头螺母、密封气接头螺母接上,通入0.06~0.1MPa压力,再把外筒体与工作蜗壳用螺母交叉拧紧,边紧螺母,边转动风机轮,转动灵活即可。

3) 装上风机进口管,再将风机蜗壳底部支承螺栓顶好。

4) 连接工作蜗壳进、出口管及风机进、出口管、水管,接好转速表磁力传感器线路,即可试运转。

(6) 透平膨胀机各部配合间隙调整方法 透平膨胀机各部配合间隙调整方法列于表7-1-4。

表7-1-4 透平膨胀机各部配合间隙调整方法

序号	间隙部位	间隙尺寸(mm)	调整方法
1	工作轮与气缸壁间隙	0.2~0.3	用气缸壁端面底部与工作蜗壳止口底面间垫片来调整 1.用深浅尺测量工作蜗壳端面止口深度尺寸,再用卡尺测量气缸壁端面厚度尺寸 2.将气缸壁装入工作蜗壳内,使气缸壁圆弧面与工作轮圆弧面贴合,再用深浅尺测量

(续)

序号	间隙部位	间隙尺寸 (mm)	调整方法
1	工作轮与气缸壁间隙	0.2 ~0.3	铜壳止口剩余深度尺寸 3.用铜壳端面止口深度尺寸, 减去止口剩余尺寸与气缸壁端面厚度尺寸之和, 即气缸壁端面底部与工作铜壳止口底面的间隙尺寸。此间隙尺寸加上工作轮与气缸壁允许间隙尺寸, 即选用垫片的厚度
2	风机轮与风机进口管壁间隙	0.5~1	用风机进口管与限位环连接垫片来调整 1.将风机进口管装入限位环内, 使风机进口管端面弧面与风机轮弧面贴合 2.用塞尺测量风机进口管与限位环连接的间隙尺寸, 此间隙尺寸加上风机轮与限位环的允许间隙尺寸, 即选用垫片厚度
3	轴与轴承轴向间隙	0.09 ~0.12	用密封套与轴承套之间垫片调整
4	轴与轴承径向间隙	0.045 ~0.065	用零件机械加工的公差尺寸和精度来保证
5	导流器流道底面高于工作轮流道底面高度	0.1	用导流器与绝热板之间垫片来调整
6	工作轮与密封套端面间隙	0.2 ~0.3	用零件机械加工的公差尺寸和精度来保证
7	密封套径向间隙	0.12 ~0.15	用零件机械加工的公差尺寸和精度来保证
8	工作轮与导流器内环间隙	0.1	用零件机械加工的公差尺寸和精度来保证

第2节 液氧泵

HPO5-3/10型 (50FY3.1/10型) 液氧泵是供上分馏塔底部与下分馏塔上部冷浸蒸发器液氧循环的设备。

液氧泵的结构为离心式, 采用充气迷宫式直槽密封。迷宫密封是液氧泵的关键部件, 当其发生故障时, 会有大量液氧泄漏或将泵轴卡住。

(一) 迷宫密封组件的加工

迷宫密封组件是由转动的内迷宫套和静止的外迷宫套组成。二者的直槽相啮合, 属于非接触密封, 不存在磨损问题。

内迷宫套采用3Cr13材料由车床加工制成, 见图7-2-1。外迷宫套采用ZC6SnSb11-6铅基轴承合金制成, 见图7-2-2。

外迷宫套加工工艺过程是: 首先铸坯, 然后粗车, 钻圆周气孔, 圆内气孔槽, 再用厚度6mm圆盘铣刀沿圆柱面母线铣口。

将内迷宫套装入外迷宫套内, 在压力机上用两个半圆压模。均匀地挤压外迷宫套, 使之与内迷宫套的直槽相啮合, 这时外迷宫套的开口基本合拢, 用锡焊料, 以乙炔-氧中性焰及小号焊嘴焊接。将特制芯轴装入内迷宫套内并固定, 在车床上加工外迷宫套的1:40锥度, 使其与内迷宫套内孔的同轴度误差不大于0.02mm。将芯轴垂直于水平面, 使外迷宫套固定, 然后垂直轻轻敲击芯轴, 正反敲击数次, 使内迷宫套与外迷宫套转动灵活为止, 其

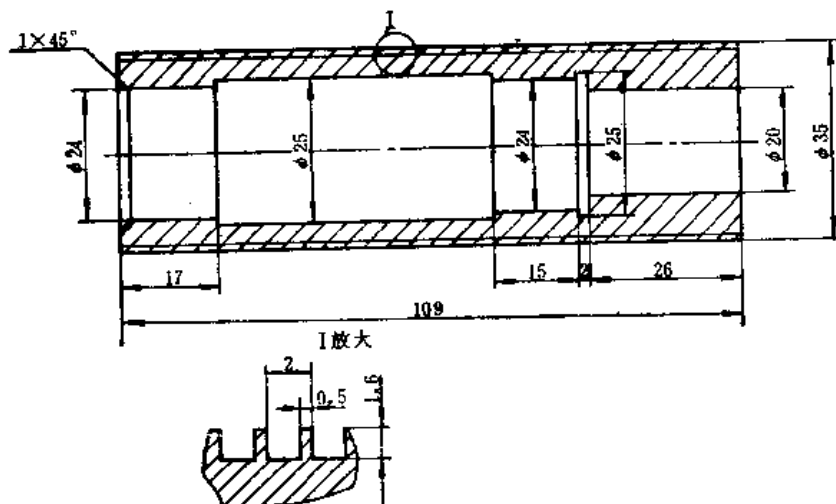


图7-2-1 内迷宫套

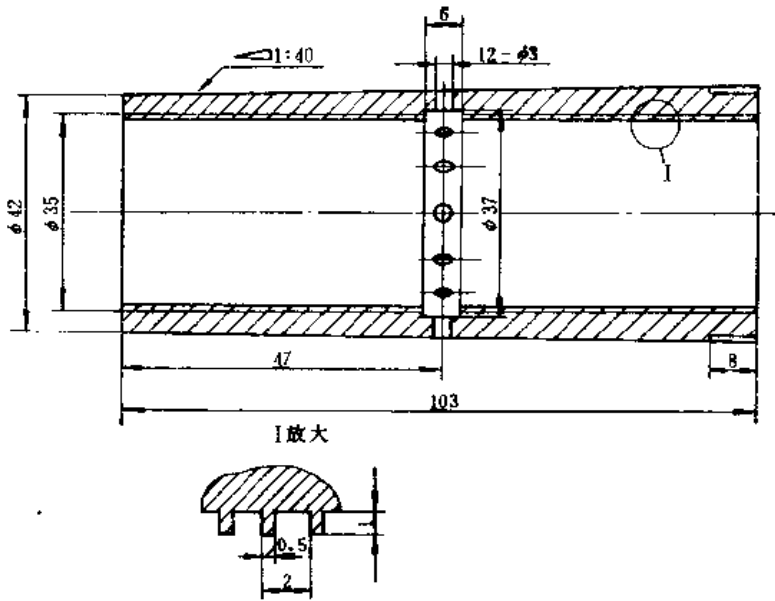


图7-2-2 外迷宫套

间隙应保持在0.02~0.04mm。

(二) 迷宫套的组装

迷宫套的组装见图7-2-3。外迷宫套装入密封壳体3内用螺钉固定，轴与内迷宫套组装的密封铅条4、密封壳体3、泵体铜垫片5等，应具有良好

的密封性能。但应该注意，垫片的厚度也是保证内迷宫套与外迷宫套的直槽间隙尺寸的关键。如垫片厚度不适合，可能会产生内、外迷宫套的轴向相对位移，以至直槽相互挤压。因此，在调整垫片和紧固螺母的同时，随时盘动液氧泵的轴，并保持转动灵活。

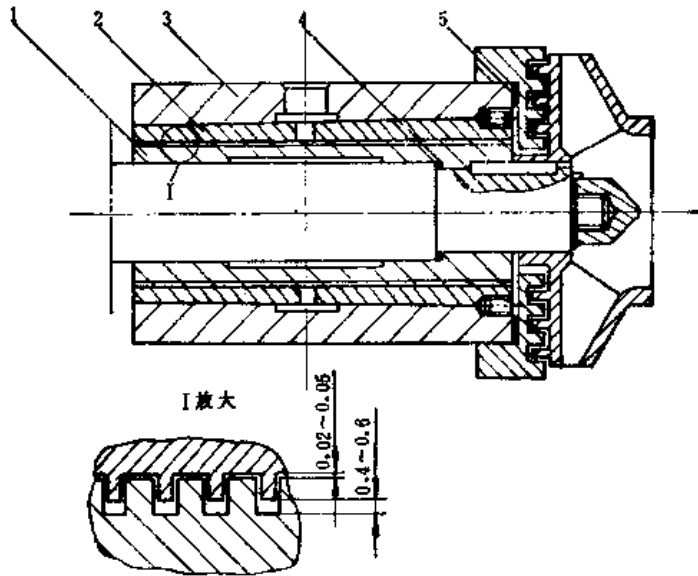


图7-2-3 迷宫套的组装

1—内迷宫套 2—外迷宫套 3—密封壳体 4、5—垫片

第3节 活塞式氧压机

(一) 小型制氧设备配套的氧压机技术规范

小型制氧设备配套的氧压机技术规范见表7-3-1。

(二) 活塞式氧压机修理技术要求

活塞式氧压机与活塞式空压机一般修理技术要求相同，可参照第19章“活塞式压缩机的修理和易损零件的制造”，本节仅对活塞式氧压机修理中的特殊技术要求叙述如下：

在修理氧压机时，凡是接触氧介质的零件要严禁粘有油污。在更换新的零件时，新零件需用四氯化碳清洗。

由于氧压机的压缩介质为氧气，因此，凡对接触氧气的零件的材料都应具有耐磨、耐腐蚀（特别是水润滑氧压机）、耐高温并在高压氧中不易着火

等特点。材料的选用见表7-3-2。

2-1.67/150型氧压机一级气缸套的卷筒焊接及加工装配时应参照下列要求：

1) 材料采用1Cr18Ni9Ti不锈钢板，材质应符合GB1220—84的规定。卷筒坯料焊接，其圆度误差应小于2mm。

2) 气缸套及焊接坡口应参照图7-3-1要求。焊条采用TA1Nb-2（奥132）牌号进行焊接。内外表面焊接堆积高度应与筒体表面相平，焊缝必须焊透。

3) 焊接后应进行热处理，以消除内应力。

4) 内孔焊缝经加工后表面不应有气孔、夹渣等缺陷。

5) 气缸套与气缸体的组装见图7-3-2。气缸套 $\phi 285H8$ 与气缸体下止口 $\phi 315f9$ 的同轴度公差为0.04mm。

6) 气缸体下止口平面，对气缸套 $\phi 285H8$ 每100mm长的垂直度公差0.02mm。

7) 气缸套与缸体组装间隙不得大于0.01mm，过盈不得大于0.07mm。

表7-3-1 小型制氧设备配套的氧压机技术规范

空分设备系列	型 号	特 点	生产量 (m^3/min)	最终压力 (MPa)	级数	转 速 (r/min)	电动机功率 (kW)	空分设备型号
20	2LY-0.5/165-1	立式三列三级 单作用水冷式	0.5	16.18	3	210	13	KFS-120
50	2-1.67/150	立式三列三级 单作用水冷式	1.67	14.7	3	190	30	23-300 KFZ-300 KFZ-300-3
	2LY-1.1/150	立式三列三级 单作用水冷式						KFS-300
	2-1.5/220	立式双列四级 水冷式	1.5	14.7	4	240	28	23-300
150	2-1.67/150	立式三列三级 单作用水冷式	1.67	14.7	3	190	30	13-860 KZON-170/550
	2-2.833/150	立式三列三级 单作用水冷式	2.833	14.7	3	330	55	KFS-860-1 KFS-860-2
	2Z2-3/165-1	立式双列五级 无润滑油冷式	3	16.18	5	485	55	
	2Z2-2.83/165		2.83			455		
300	3Z2-5.8/30	立式三列三级 双作用无润滑油冷式	5.8	2.94	3	500	75	KFZ-1800

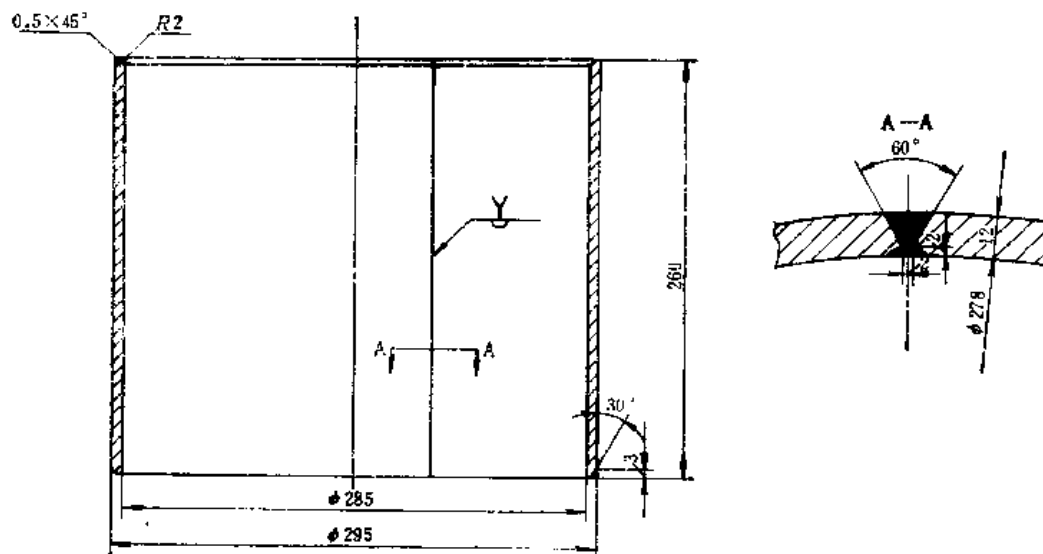


图7-3-1 一级气缸套及焊接坡口

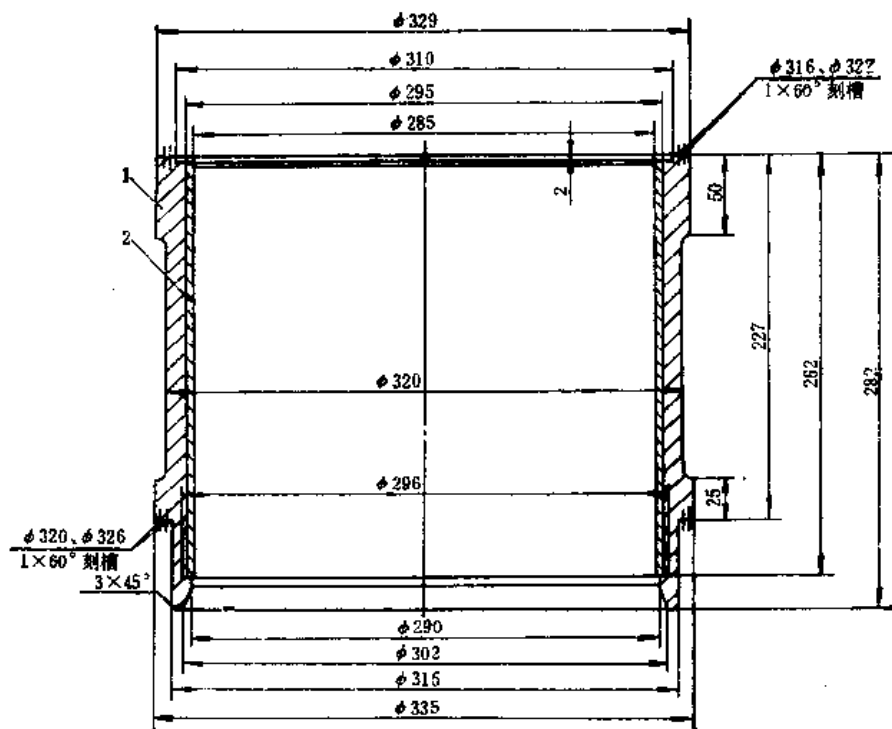


图7-3-2 一级气缸组装图

1—气缸体 2—气缸套

表7-3-2 氧压机接触氧气的主要
零部件材料的选用

序号	零部件名称	材 料 选 用
1	气缸	3Cr13(或9Cr18MoV)
2	气缸套	1Cr18Ni9Ti(或3Cr13)
3	气缸头	ZHPe59-1-1(或3Cr13)
4	活门压盖	ZHPe59-1-1(或3Cr13)
5	活门座: 低压级 高压级	ZHPe59-1-1(或HPb59-1) 1Cr18Ni9(或3Cr13, ZG2Cr13)
6	活门升高限制 器: 低压级 高压级	ZHPe59-1-1(或HPb59-1) 1Cr18Ni9(或3Cr13, ZG2Cr13)
7	缓冲片	3Cr13
8	活门片	3Cr13
9	活门弹簧	QSn6.5-0.1-Y (或Cr18Ni12Mo2Ti)
10	活塞体: 水润滑 无润滑(低 压级)	ZHPe59-1-1(或HPb59-1, 3Cr13) QT42-10(外表面镀铜)
11	活塞压盖	ZHPe59-1-1(或HPb59-1)
12	活塞杆	3Cr13
13	活塞头	3Cr13
14	活塞弹力环	1Cr18Ni9
15	活塞定位环	3Cr13
16	活塞间隔圈	HPb59-1
17	冷却管	T2-M(盘管式) 1Cr18Ni9Ti(套管式)
18	上密封函	ZHSi80-3(或H62)
19	密封函弹簧	QSn6.5-0.1-Y (或Cr18Ni12Mo2Ti)
20	活塞环(磷) 及导向环	填充聚四氟乙烯(聚四氟乙 烯75%, 玻璃纤维25%)(或 红铜纸)

(三) 2-1.67/150型氧压机上密封函防 止漏水方法

氧压机上的密封函不仅应对压缩氧介质具有良好的密封性能, 而还可保证气缸的润滑油在较长时

间内不能漏下。在2-1.67/150型氧压机密封函在设计上, 使用牛皮碗作密封材料, 密封时间较短, 性能不良, 会将大量润滑油流入机座润滑油中, 降低润滑油的润滑性能。参照图7-3-3及图7-3-4进行改进, 改进后密封性能达到满意效果, 一般能使用2000~4000h。

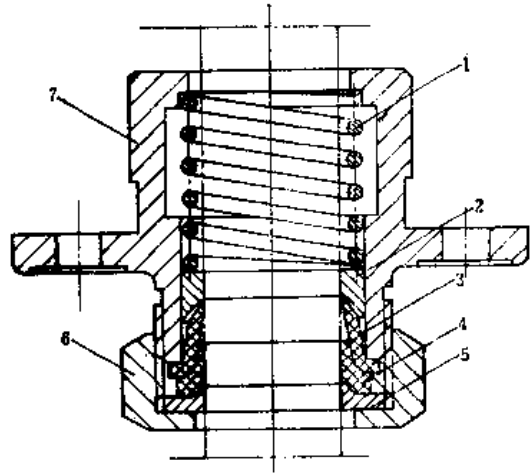


图7-3-3 上密封函改进后组装图
1—弹簧 2—压圈 3—密封圈
(磷草) 4—密封圈(橡胶)
5—压圈 6—压紧螺母 7—上
密封函

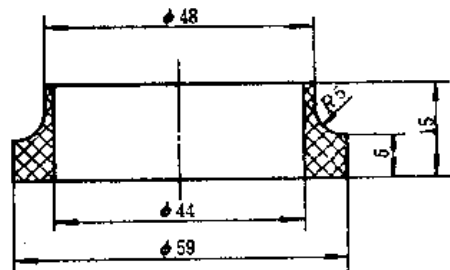


图7-3-4 密封胶圈

(四) 2-1.67/150型氧压机一级气缸拆 卸方法

2-1.67/150型氧压机一级气缸直接安装在中间座的止口上。由于设备长期运行, 而气缸浸在冷却水箱内, 锈蚀较多, 当取下气缸修理时, 可采用图7-3-5顶板和参照图7-3-6进行拆卸。

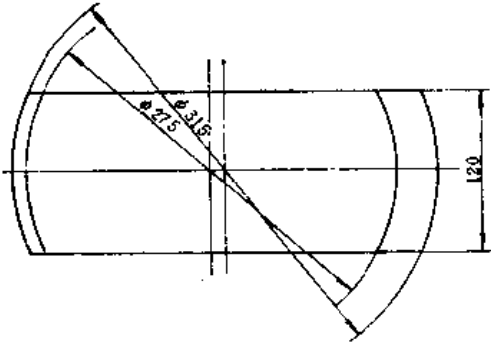


图7-3-5 顶板

顶板采用45号钢加工，然后进行淬火和低温回火，热处理硬度HRC48~55。

将3t液压千斤顶下部坐在机身上（将下密封

函先拆下，并垫好适合厚度的铁板），上部顶在顶板上，会方便的将气缸顶出。

(五) 2-1.67/150型氧压机曲轴端漏油防止方法

2-1.67/150型氧压机，原设计在机座盖端槽内装有毡封油圈，密封性能较差，在氧压机运行中，沿曲轴端有大量润滑油向外渗漏。为防止漏油，可参照图7-3-7进行改进。

首先将机座盖端面（靠皮带轮侧）车削4~5mm，再加工 $\phi 115^{+0.3}$ 、深10mm圆槽，内嵌入PD90×115×12骨架式橡胶油封；或90×115×12 J型无骨架橡胶油封。再用平面法兰2，和四只M6×20-Q沉头螺栓3紧固，并压紧油封4。但应注意，组装后平面法兰2和螺栓3与皮带轮端面之间，应有不小于10mm的间隙，防止摩擦。

对3Z4-1.67/150型氧压机，虽然端盖结构有所不同，但亦可参照上述改进方法进行。

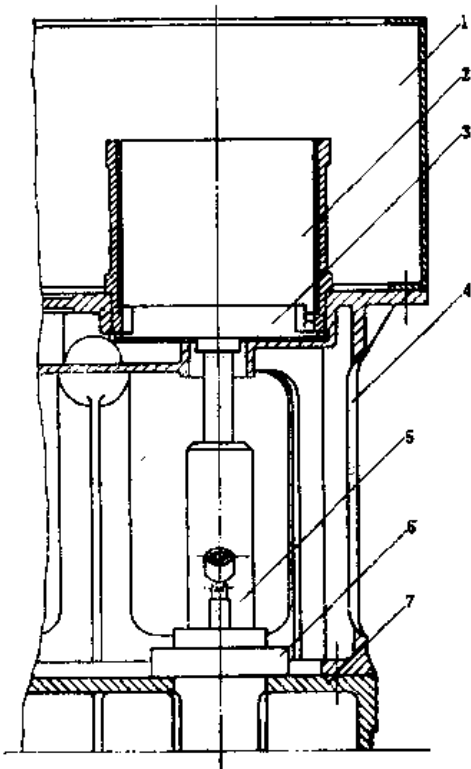


图7-3-6 一级气缸拆卸示意图

1—水箱 2—气缸 3—顶板 4—中间座
5—千斤顶 6—垫铁 7—机身

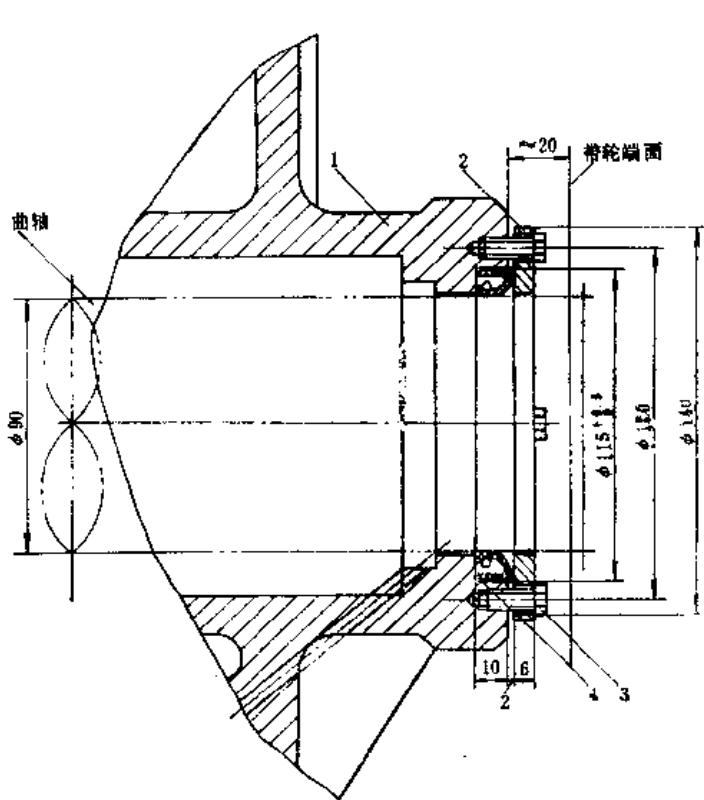


图7-3-7 防止漏油改进示意图

1—机座盖 2—平面法兰 3—沉头螺栓 4—油封