

第19章 活塞式压缩机的修理

第1节 机身（曲轴箱）的修复

（一）机身或曲轴箱的轴承孔或轴承座孔表面磨损的修复

1. 轴承孔磨损的原因

由于承受循环载荷的滚动轴承的外圈和内圈同孔或轴的配合表面过盈量小，或配合表面的粗糙度过高，在运行过程中可能产生相对转动或爬行而产生磨损。

2. 修复的方法

（1）刷镀法 磨损量 $<0.5\text{mm}$ ，而且均匀，可用刷镀法修复。因为刷镀可严格控制尺寸，刷镀后可不需加工。刷镀技术的核心是刷镀溶液。

（2）喷涂法 磨损量很大，而且极不均匀，可用金属喷涂方法修复。采用金属喷涂方法，最后要按标准要求精加工到规定的尺寸。

（3）镶套粘结法 采用镶套粘结是应用无机粘结技术，见图19-1-1。

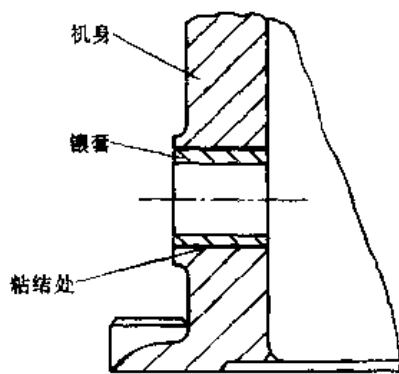


图19-1-1 镶套粘结

被粘结表面应尽可能制作粗糙些，粗糙度一般为 $R_{a.50}\sim 25\mu\text{m}$ ；或车成浅螺纹沟，譬如用 60° 尖刀车削，其切削深度为 0.3mm ，进给量为 $0.5\sim 0.7\text{mm}/r$ 。轴和孔的配合间隙在 $0.2\sim 0.4\text{mm}$ 之间。如果

粘结并附加螺纹拧紧，则可获得更满意的效果。

无机粘结剂种类很多，在应用特制的氧化铜粉和特殊处理的磷酸铝溶液时，其配比为 $4\sim 4.5\text{g}$ 药粉加入 1mL 液体均匀调合为好。粘结程序一般为：首先将粘结表面按要求加工好，将被粘结表面用丙酮或四氯化碳清洗干净，调胶（按比例调均匀），粘结，最后烘烤。每一步骤均很重要，但其中调胶尤为重要，应特别注意。

3. 修理技术要求

1) 轴承孔的直径公差配合和表面粗糙度应达到表19-1-1所列要求。

表19-1-1 轴承孔的直径公差和表面粗糙度

| 轴承类别 | 配合公差 | 表面粗糙度 R_a (μm) |
|------|------|----------------------------------|
| 滚动轴承 | J7 | 0.8 |
| 滑动轴承 | H7 | |
| 轴承座孔 | H8 | 1.6 |

2) 孔的圆度和圆柱度：孔径 $D\leq 200$ 不低于7级精度；孔径 $D>200$ 不低于8级精度。

3) 孔轴心线的同轴度：轴承孔与轴承座孔（L型、V型和W型等机身或曲轴箱）轴心线对它们的公共轴心线的同轴度不低于8级精度。

（二）机身（曲轴箱）油池渗油的修复

油池经过检查发现渗油时，可用浸渗技术进行修复。其方法有内压浸渗法和真空压力浸渗法两种。浸渗剂有水玻璃型，合成树脂型和厌氧型三种。水玻璃型浸渗剂应用比较广泛。修复后，需用煤油试漏，不见印出油痕即好。

第2节 曲轴的修复

（一）轴颈磨损的修复

曲轴主轴颈和曲柄销颈的磨损达到表19-2-1中

表19-2-1 轴颈允许的磨损量 (mm)

| 轴颈直径 | 圆度和圆柱度 | |
|---------|--------|------|
| | 主轴颈 | 曲柄销颈 |
| <100 | 0.1 | 0.12 |
| 100~200 | 0.2 | 0.22 |
| 200~300 | 0.25 | 0.3 |

的数值, 应进行修理。

1. 手工修理

磨损量小于0.05mm时, 先用手锤, 而后用研磨夹具研磨。研磨夹具见图19-2-1。研磨夹具的铸铁瓦的内径, 应按所修理轴颈尺寸决定, 铸铁瓦内径的圆度和圆柱度应不低于6级精度; 其宽度应略宽于轴瓦的宽度, 铸铁瓦的圆角比轴颈圆角大1mm。研磨工艺分细研与精研, 研磨膏要选好, 不能有杂质, 粗颗粒的研磨膏能拉伤轴颈表面。在研磨过程中应勤检查, 勤清洗。同时要特别注意圆角的光滑度, 并不应小于原设计尺寸。

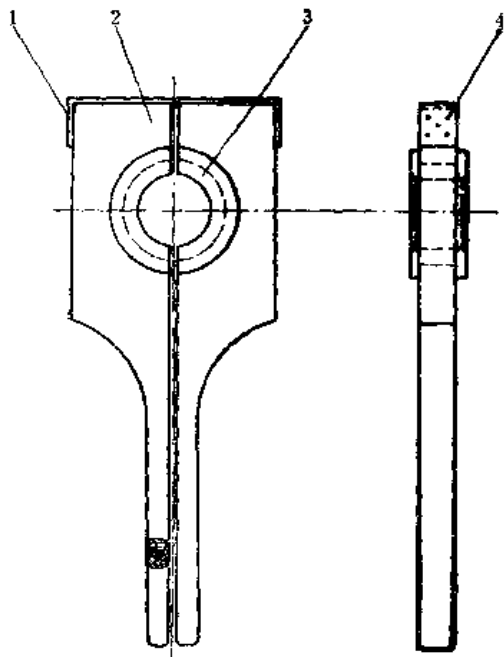


图19-2-1 研磨夹具

1—牛皮带 2—木夹 3—铸铁瓦 4—钉子

2. 刷镀修复

轴颈磨损大于0.05mm, 而小于0.5mm, 且较均匀, 可用刷镀技术修复。要点见本章第1节的刷镀方法。

3. 金属喷涂修复

轴颈磨损很大, 即大于0.5mm时, 或几经修理, 尺寸小于极限尺寸, 或烧研严重等情形下, 应用金属喷涂技术进行修复。但轴颈的圆角尺应是 $R/d = 0.06 \sim 0.08$ 。最小不小于表19-2-2中所规定的数值。

表19-2-2 轴颈与轴瓦最小圆角半径 (mm)

| 轴颈直径 d | 最小圆角半径 R | |
|----------|------------|------|
| | 轴颈 | 轴瓦 |
| 30~50 | 2.0 | 2.5 |
| 50~70 | 2.5 | 3.0 |
| 70~100 | 3.0 | 4.0 |
| 100~150 | 4.0 | 5.0 |
| 150~200 | 5.0 | 6.0 |
| 200~250 | 6.0 | 7.0 |
| 250~300 | 7.0 | 8.0 |
| >300 | 9.0 | 10.0 |

4. 镶套粘结

安装滚动轴承的轴颈, 在修理时, 可将轴颈部分磨小, 再制作一个薄壁套与之配合, 见图19-2-2。粘结后再磨削加工到所需尺寸。

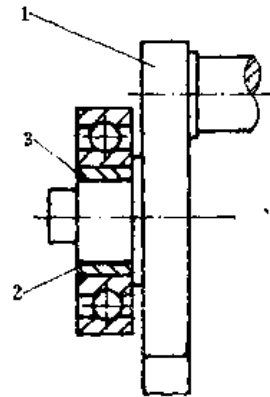


图19-2-2 轴颈磨小镶套粘结

1—轴 2—粘结层 3—镶套

(二) 弯曲变形的修复

1. 冷压法

对弯曲变形不大的小钢质曲轴, 可用机械方法加压校正。即用V形架将曲轴架在平台上, 弯曲凸面部位朝上以便加压, 在对应位置的下面放置千分表, 借以观察加压时的变形量。准备就绪后, 分阶段缓慢增加压力, 最后一次压下量不能过大, 避免产生塑性变形。校正时的反弯曲量不宜超过原弯曲

量的1~1.5倍。在加压过程中还应根据变形的方向与程度，用小铜锤沿轴表面进行敲击冷作，以便将集中的塑性变形化为分散的微量塑性变形，避免应力集中，增强曲轴的耐疲劳强度。

2. 热压法

对弯曲变形量大的曲轴，应采用热压校正法，即用V形架将曲轴架在平台上，先用氧、乙炔火焰对弯曲凸面加热，温度控制在500~550℃之间，当轴表面呈暗红色时，对弯曲凸面加上压力，其方法同冷压法。在加压过程中继续对弯曲部位进行缓慢加热，温度要均匀。用热压法一般要反复进行数次，直至稍有反向弯曲为止。

用热压法校正过的曲轴，要进行消除应力退火处理。即对加热部位要缓慢地加热到150~200℃的退火温度，当一达到此温度时，应迅速用绝热材料加以保温，待温度降至50~70℃时，再自然冷却。

(三) 键槽磨损的修复

键槽磨损宽度不超过原宽度5%时，可加宽修复，但加宽程度不得超过原来宽度的15%。使用的键应按扩大后的键槽宽度配制。若键槽磨损宽度大于5%时，应先焊补，然后加工到原设计尺寸。

(四) 修理技术要求

1) 轴颈直径配合公差与其表面粗糙度见表19-2-3。

表19-2-3 轴颈配合公差与表面粗糙度

| 部位 | 与滚动轴承配合 | 与滑动轴承配合 | 表面粗糙度 $R_a(\mu\text{m})$ |
|------|---------|---------|-----------------------------|
| | 配合级别及代号 | | |
| 主轴颈 | K6 | h6 | 0.4 |
| 曲柄销颈 | — | | |

2) 曲柄销轴心线与主轴颈轴心线距离偏差 $\delta \leq 0.1\text{mm}$ 。

3) 主轴颈与曲柄销颈的圆度和圆柱度不低于7级精度。

4) 曲柄销颈轴心线对曲轴公共轴心线的平行度不低于6级精度。

5) 曲轴键槽中心面对其键槽轴的轴心线的对称度不低于9级精度。

第3节 连杆的修复

(一) 连杆大端变形的修复

由于连杆大端瓦（指薄壁瓦）的余面高度太大，或两侧垫片（指厚壁瓦）的厚度不一致，或放置不当，当连杆螺栓拧紧时便产生变形，见图19-3-1。

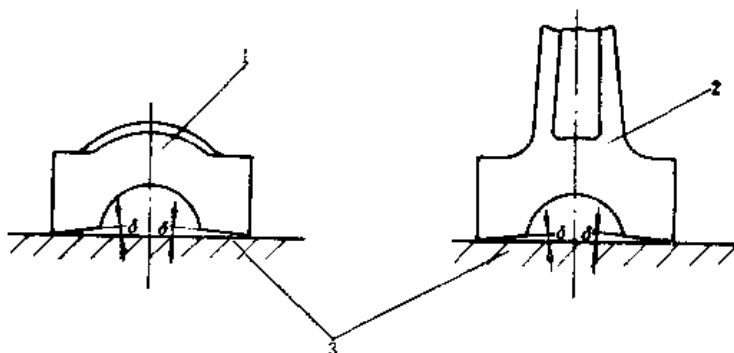


图19-3-1 连杆大端变形
1—大端盖 2—连杆体 3—平板
 δ —间隙

(1) 镗修大端孔 将连杆体和大端盖的两剖分面，分别磨去少许，使剖分面垂直于杆体，然后将大端盖组装在杆体上，按大、小孔中心距尺寸，重镗大端孔达到规定尺寸。

(2) 检修两螺栓孔 检查两螺栓孔的圆度、平行度、圆柱度及两螺栓孔的两端平面对其轴心线的垂直度。若不符合规定要求，应进行镗孔或铰孔修复。并按修复后孔径配制螺栓。

(二) 连杆小头孔磨损的修复

由于小头衬套与小头孔的配合松动，在运转中发生相对转动而磨损。

(1) 镗小头孔 将套取出，量准大、小头孔中心距尺寸，按技术要求镗削小头孔。

(2) 配衬套 按镗孔实际尺寸，制作衬套外径，保证其过盈量。衬套与孔的配合应是H7/r6。或用镶套粘结法修复，见图19-3-2。

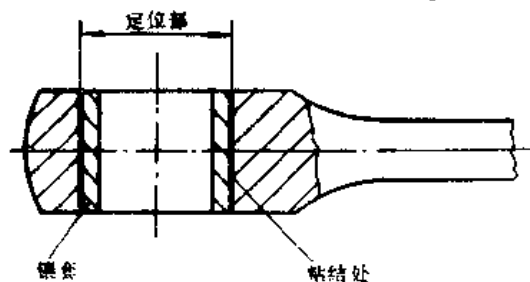


图19-3-2 连杆镶套粘结

(三) 连杆体的弯曲、扭曲变形的修复

1. 校正变形

在测得连杆变形量后, 对中、小型连杆, 可用机械加压冷校法进行校正。大型连杆用机械热压法校正。其操作方法与校正曲轴变形的的方法相同。

2. 偏差的修正

校正后的连杆, 要对大、小端平面进行磨削或刮研修正, 使其平行。同时, 注意不要因热压校正而引起新的裂纹或其他有损质量的缺陷。

(四) 连杆螺栓头及螺母支承面的修复与更换

1. 螺栓头部与螺母支承面的修复

螺栓、螺母的支承面与孔端面如有接触不良或划伤、擦痕等情况, 进行刮研修复。

2. 螺栓和螺母的更换

在使用过程中, 一旦发现有以下情况之一时, 应立即予以更换。

- 1) 螺纹损坏或配合松动。
- 2) 发现裂纹。
- 3) 螺栓产生过大的残余变形。

(五) 修理技术要求

1) 连杆大、小端孔直径公差为H7级精度; 螺栓孔直径公差为H8级精度; 各孔表面粗糙度不大于 $R_a 1.6\mu\text{m}$ 。

2) 连杆大、小端孔的圆柱度不低于7级精度。

3) 连杆小头孔对大端孔轴心线的平行度不低于6级精度。

4) 两螺栓孔轴心线的平行度不低于9级精度; 两螺栓孔的两端面对其轴心线的垂直度不低于6级精度。

第4节 滑动轴承轴瓦的修理

(一) 厚壁轴瓦磨损与拉伤的修理

曲轴主轴瓦和连杆大端瓦的磨损未超过最大允许极限时, 可用垫片来调整间隙, 或用刮研来修复接触面。当用刮研方法修复时, 轴颈与瓦的接触面积要大于总面积的80%, 接触点要均匀分布。安装

时要量准轴与瓦的配合间隙。切勿用过分拧紧螺栓或松弛螺栓的办法调整间隙。同时要防止轴瓦错位, 以免影响油膜形成或拉伤轴颈。多轴承的安装, 要先从中间位置的轴承开始。

(二) 轴承合金的浇注与焊补

1. 准备工作

首先将轴瓦原有的合金除净, 特别对燕尾槽底部要细心清理。其后用10%~15%的盐酸溶液清洗, 而后置于70~100℃热水中清洗。然后, 在75~90℃的10%苛性钠溶液内浸泡, 中和酸性, 最后用70~100℃的热水清洗干净。同时, 立即将清洗干净的轴瓦投入熔化的锡坩锅中挂锡。所挂锡底要均匀, 要薄, 厚度约0.1~0.2mm, 表面呈银色。锡挂好后, 就可浇注合金。

2. 浇注合金

(1) 合金材料 压缩机常用的轴承合金为ZChSnSb11-6, 其化学成分与硬度应符合国标GB1174-74《铸造轴承合金》的规定, 见表19-4-1。

(2) 合金熔化 将合金破碎成小块放在坩锅中, 上覆盖20~40mm厚的木屑, 并放入少量氯化钡, 加热至380~480℃, 合金熔化, 即可浇注。

(3) 模具预热 在浇注前, 模具就应预热到200℃左右, 也将轴瓦预热到200~230℃, 轴瓦装入模具后, 即可浇注预先熔化好的轴承合金。浇注过程要快, 但到浇注终了时要减慢浇注速度。浇注时要清除渣滓和其他杂质, 以免注入轴瓦内。

(4) 加工余量 加工余量与轴颈大小有关, 一般可参考表19-4-2中的数据。

表19-4-1 轴承合金化学成分及硬度
(GB1174-74)

| 牌号 | 主要成分(%) | | | 杂质含量(≤%) | | | | | | 硬度 HB |
|-------------|---------|-------|---------|----------|-----|------|------|------|------|----------|
| | Sa | Sb | Cu | Fe | As | Zn | Pb | Bi | 总计 | |
| ZChSnSb11-6 | 余量 | 10~12 | 5.5~6.5 | 0.1 | 0.1 | 0.03 | 0.35 | 0.05 | 0.55 | 30 |

表19-4-2 轴瓦合金层加工余量 (mm)

| 轴径直径 | <50 | 100~200 | 200~300 |
|------|-----|---------|---------|
| 加工余量 | 5 | 10 | 10~15 |

3. 机械加工

1) 在对开面间, 垫上与轴瓦允许最大磨损量同等尺寸的垫片。

2) 按技术要求达到最高精度。

3) 若预定对轴瓦进行刮研时, 应留有 0.1~0.15mm 的刮研余量。

4. 合金层的焊补

1) 若浇注后的合金层表面出现有小的气孔, 可用 350~380℃ 的熔铁进行补焊。

2) 合金层局部不够加工时, 也可用焊补方法修复。修补时首先要除油脱脂, 其次将轴瓦原有合金层表面烤焙一层, 再用合金条补焊。如果表面有不平现象, 可以熨平, 然后进行精加工。但要注意: 合金层应无脱壳现象。轴瓦合金层的剥落面不得超过 100mm², 而且在每片轴瓦上不得多于两处。焊补用合金料应与原有轴承合金的牌号相同。

(三) 修理技术要求

1) 轴瓦内圆表面应光洁, 不得有外来夹杂物及孔眼, 合金层与壳体应牢固粘合, 不得有脱壳现象。

2) 轴瓦表面及对开平面应光滑平整, 不允许有裂纹、划痕、碰伤及压伤。

3) 轴瓦合金层的表面粗糙度, 当留有刮研量时, 应不大于 $R_a 0.4\mu\text{m}$ 。

4) 在压紧状态下, 轴瓦对口平面对外圆母线的平行度在 100mm 长度内, 不大于 0.02mm。

5) 连杆小头衬套内, 外圆的圆柱度不低于 7 级精度; 同轴度不大于 0.02mm。

第 5 节 气缸的修复

(一) 气缸镜面磨损与严重拉伤的修复

1. 气缸镜面磨损的修复

气缸(包括缸套)在使用一个相当时期就要产生磨损, 最大磨损部位在气阀孔附近, 相当于活塞在止点时最外的第一道活塞环的位置。此处活塞速度降为零。并由于环对缸壁的压力大, 可能使它咬在缸壁上。若磨损量超过表 19-5-1 中的数值, 同时镜面上有明显的机械损伤或轴向沟槽时, 可采用镗、磨或珩磨方法进行修理。气缸镜面经镗孔后, 留珩磨余量见表 19-5-2。

表 19-5-1 气缸镜面允许磨损量 (mm)

| 气缸直径 | <100 | 100~150 | 150~300 | 300~400 | 400~700 | 700~1000 | 1000~1200 | 1200~1500 |
|--------|------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|
| 圆周均匀磨损 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.75 | 2.0 |
| 圆度、圆柱度 | 0.15 | 0.25 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 |

表 19-5-2 气缸珩磨余量 (mm)

| 气缸直径 | 铸铁气缸或套 | 锻钢气缸 |
|---------|-----------|-----------|
| 25~125 | 0.02~0.10 | 0.01~0.04 |
| 150~275 | 0.08~0.16 | 0.02~0.05 |
| 300~500 | 0.12~0.20 | 0.04~0.06 |

2. 镗套或配制活套

1) 若镗缸直径需大于原尺寸 2mm 以上才能消除气缸镜面的缺陷时, 则应按新缸直径尺寸配制活套环和活塞。

2) 镗缸时, 气缸镜面发现疏松或其他缺陷, 缸径需扩大 10~25mm 时, 则应镗气缸套。缸套厚度应根据气缸工作直径和长度来确定。一般对中等直径气缸的缸套厚度取 8~10mm, 对大直径气缸的缸套厚度取 16~25mm。缸套与缸体的配合常采用过盈配合。对长度较长的缸套, 为了便于缸套压入缸体, 往往将缸套外圆直径制成不同直径的两段式或三段式(对特别长的缸套适用)。其过盈部分的过盈量等于 $(0.0001\sim 0.0002)D$, 其间隙部位的间隙值等于 $(0.00005\sim 0.0001)D$ 。此处 D 为缸套外圆直径。

镗套时要注意:

1) 缸套内径要留有珩磨余量, 其余量见表 19-5-2。缸套压入缸体后, 进行镗磨或珩磨。

2) 镗磨或珩磨缸套时, 必须按缸体原来的定位基准找正。

(二) 气阀孔与气阀支承座密封面损伤的修复

气阀支承座密封面有轻微损伤、划痕时, 可在气阀上涂以研磨膏进行对研, 直至接触面平整贴合为止。

若密封面损伤严重时, 应进行镗削与研磨修复。

- 2) 摩擦表面的圆柱度应不低于7级精度。
- 3) 摩擦表面的轴心线对与活塞和十字头配合部位的外圆轴线的同轴度，应不低于8级精度。
- 4) 摩擦表面修复后，应进行磁粉探伤检查，不得有裂纹。

关系。因此，在压缩机运转过程中，要经常注意冷却器排出气体的温度，特别是Ⅰ级冷却器，要尽可能使排出气体温度达到或接近Ⅰ级吸气温度。冷却器的出水温度应控制在40℃以内。一旦发现冷却器有不正常现象时，要及时进行检查与修理。

第7节 冷却器的修复

(一) 冷却器的种类

冷却器的效率对节约压缩机的能耗有着密切的 1.

空气压缩机常用冷却器的结构型式见表 19-7-

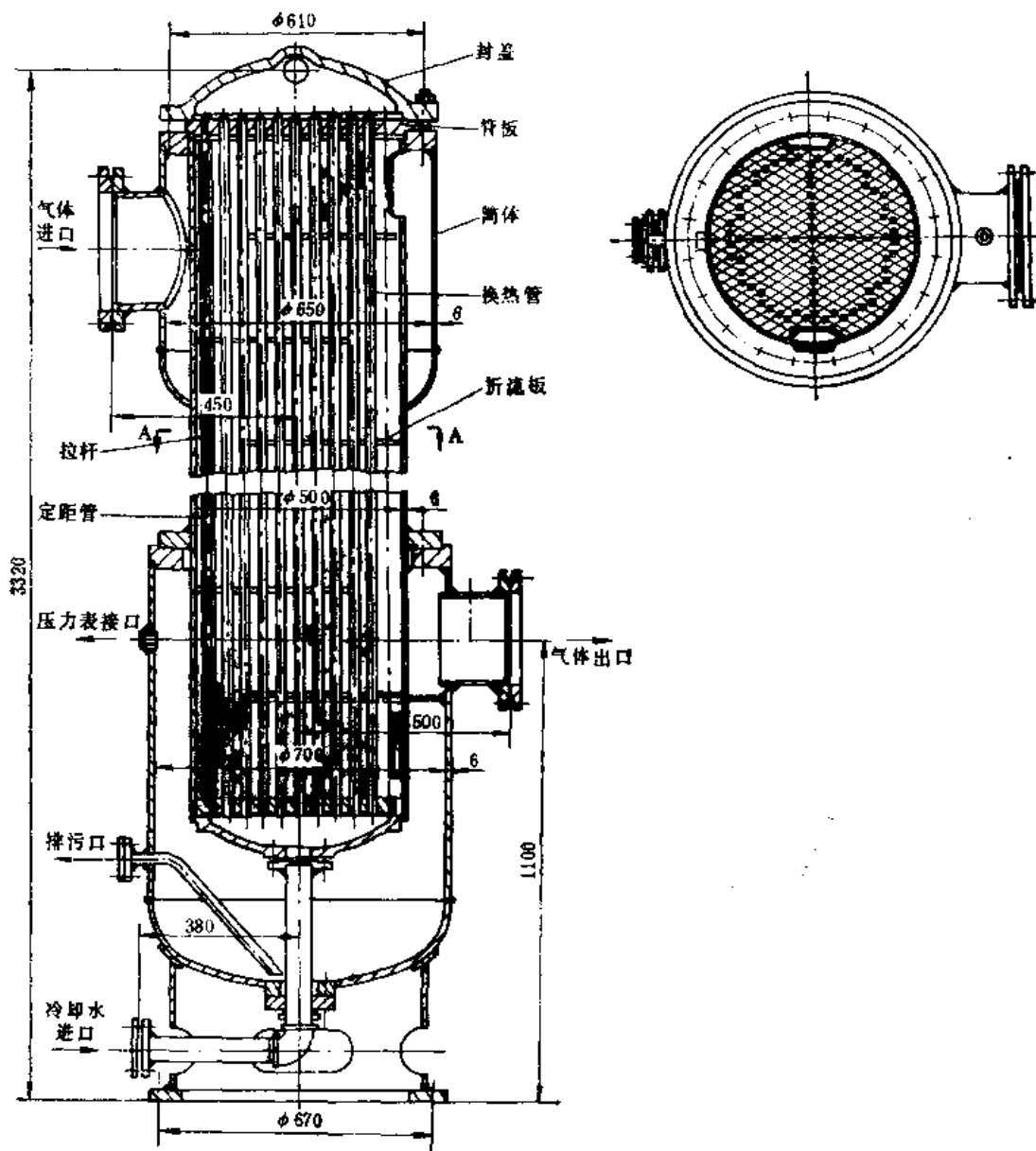
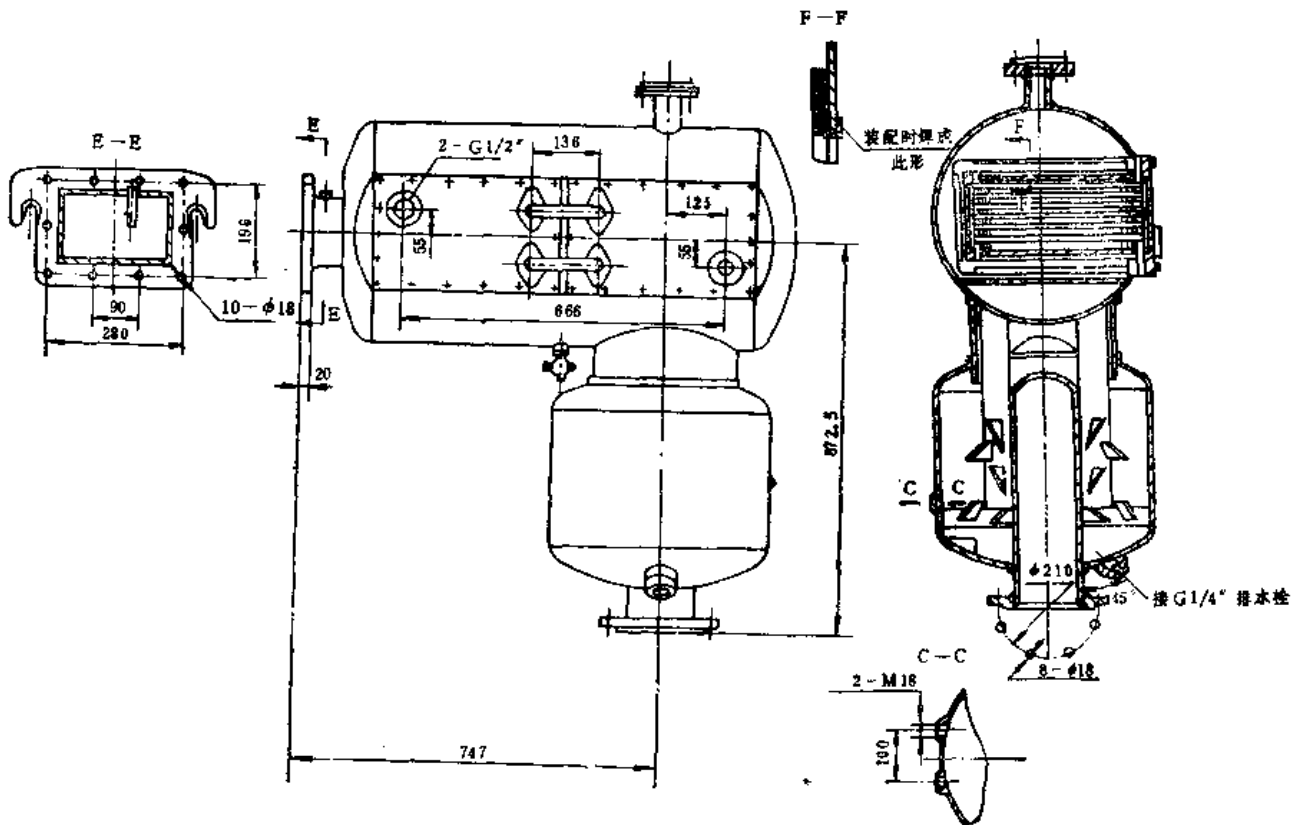


图19-7-1 管壳式冷却器

表19-7-1 常用冷却器的结构型式

| 结构型式 | 结构特征 | 使用压力 (MPa) |
|---------------|---|------------|
| 管壳式 (列管式) | 由筒体、封盖、芯子所组成。芯子由一束胀接(或焊接)在两头管板上的换热管、折流板、傍路挡板、拉杆和定距管组成。冷却水在管内流动, 气体在管间流动, 体积大且重, 见图19-7-1 | <3~5 |
| 元件式 (散热片式) | 由壳体和芯子元件组成。芯子元件由一束铜管插入铜质大散热片中, 冷却水在管中流动, 一般为6程, 每程管数为12根。气体在散热片间直流而过。效率高, 体积小, 广泛应用于L型空气压缩机中。见图19-7-2 | <3 |
| 板式 (缝隙板式) | 由若干片具有缝隙板式的冷却单元用螺栓组合而成。压缩空气穿过缝隙板式冷却片, 由离心式风扇产生的冷却空气, 经过导流罩吹向冷却片而冷却压缩空气。它适用于小型、移动式或特别缺水地区的压缩机。见图19-7-3 | <0.8 |
| 套管式 (小列管式) | 若干换热管置于筒体内, 气体在管内流动, 冷却水在管间流动。体积小, 重量轻, 适用于中、高压压缩机。见图19-7-4 | >4 |



技术要求

水压试验, 5分钟不得有渗漏。
 气室压力: 0.4MPa; 水室压力: 0.3MPa。

图19-7-2 4L-20/8中间冷却器

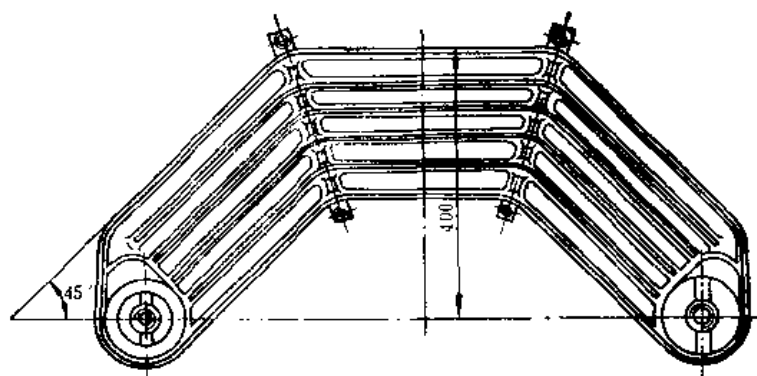


图19-7-3 縫隙板式中间冷却器
(BV型, DVY型, VY型及CV型空气压缩机用)

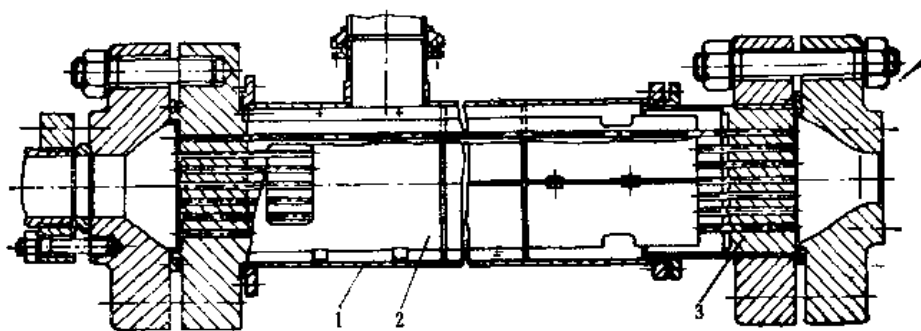


图19-7-4 “小列管”式冷却器单元结构
1—壳体 2—假壳 3—管板

(二) 列管式冷却芯子泄漏的修复

1. 泄漏产生的原因

- 1) 锈蚀;
- 2) 折流板与换热管相互磨蚀;
- 3) 换热管与管板胀接松动或开焊。

2. 修复方法

- 1) 个别管泄漏时, 可将换热管端头用木塞堵死。数量较多时, 应换新管, 并固定折流板。
- 2) 换热管与管板重新焊牢。

(三) 散热片式冷却芯子泄漏的修复

(1) 泄漏产生的原因

- 1) 锈蚀;
- 2) 冷却管与管板胀接松动。

(2) 修复方法

- 1) 钢管铜片制作的芯子元件, 应更换铜管铜片制作的芯子元件。
- 2) 冷却管与管板胀接松动时, 应重胀接, 并

整个芯子浸锡, 其锡层厚度一般在0.1~0.3mm范围内。

(四) 縫隙板式冷却器漏气的修复

(1) 漏气产生的原因

- 1) 縫隙板式冷却单元破裂;
- 2) 冷却片单元间橡胶密封圈损坏。

(2) 修复方法

- 1) 更换或修补破裂的冷却片单元。
- 2) 或将不能修复的冷却单元的气路堵死。
- 3) 更换耐高温、耐油橡胶密封圈。
- 4) 旋紧连接冷却片单元的螺母, 避免冷却片间漏气现象的发生。

(五) 修理技术要求

修复后的冷却器, 必须经水压试验检查。在试验压力下, 历时5分钟不得有渗漏现象发生。气室试验压力为工作压力的1.5倍。水室试验压力为0.3MPa。