

聚四氟乙烯活塞环代替金属活塞环 在300公斤空气锤上的应用

康 世 东

(平顶山高压开关厂设备能源科设备组)

摘 要

作者在300公斤空气锤上使用聚四氟乙烯活塞环代替金属活塞环的改造获得了成功。文中对设备改造前后的使用情况作了对比,并介绍了聚四氟乙烯环的配合尺寸及设备使用经验。

一、设备改造前的状况

我厂是在一台50年代生产的300公斤空气锤上以塑料活塞环代替金属活塞环于81年11月份改造成功的。

因设备年久老旧,压缩缸、工作缸的几何精度、光洁度均已丧失;可设备又是生产中的关键,为工厂资金所限,不能单靠设备更新的办法解决。对此我们把基点放在采用新技术、新材料对老旧设备的改造上,以期取得相同的经济效益。

原设备过去曾经几次大修,修后交检验时总存在“达不到原设备公称能力”的现象,其中明显的是打击能力不够,同时还发现工作缸体拉伤。在大修时对缸体孔进行了镗削加工,由于设备条件有限,镗削后的缸体几何精度、光洁度都不高。此外,金属活塞环材质的加工精度和热处理定型难度也都比较大。围绕这些问题进行分析研究,确定影响打击能力并使之降低的主要原因是:活塞作往复运动时,涨圈与缸体孔内壁密闭性不好,使气体从活塞环与缸体孔壁间缝隙漏出泄通大气;或者因密闭性不好,高低压气室串通造成气体回流;还有操纵阀套与芯的配合间隙过大产生漏泄。但后者可能性很小,也比较容易解决。我们同时还检查了金属涨圈使用情况,发现涨圈周围与缸体壁接触面积不好,磨损不均匀,缸体内表面拉研伤也不均匀,说明气锤在工作时涨圈未能与缸体孔表面很好的贴合,周围有大量间隙,气体从间隙漏泄,迫使打击能力降低。

通过实际观察,证明分析结果是正确的。出现这些情况,主要是涨圈本身的材质缺陷、加工条件、热处理等技术问题没有解决。涨圈加工质量要求高,工艺性复杂,如:粗精车削的加工卡压方法,防止应力变形,热处理的“热定型”等。要解决这些技术问题,设备维修部门比起生产厂来存在一定的难度。“聚四氟乙烯”材料(以下简称F₄)具有优越的化学稳定性、热稳定性、自润滑性和介电绝缘性能,在-180~+250℃的温度范围内机械性能

无显著变化,在常温下几乎耐所有介质的腐蚀,且摩擦系数较低。不利的因素是F₄的机械强度和硬度都较低,在外力作用和高速条件下容易发生蠕变(即冷流性),使制品尺寸不稳定。其次它的导热系数很低,热膨胀系数较大,分解温度在390℃,故用来作涨圈材料时必须加入各种填料改善其不足。

根据以上材料特性,很适合空气锤的工作条件,于是决定从涨圈上改进,以填充F₄材料做活塞环取代金属活塞环。我厂使用的活塞环材料是从南京塑料二厂购买的填充F₄活塞环坯料进行加工制造的。

二、填充F₄活塞环加工技术条件

1.活塞环的外径尺寸。填充F₄活塞环应有一定的初涨力,使它能与缸体有良好的接触,其外径应略大于缸径(见图3),增大值取缸径的13/1000为好(即 $0.013 \times D$,D为缸体孔直径)。

2.活塞环的断面积。活塞环的轴向宽度“B”与径向厚度“H”的比值为1.25(即 $B/H=1.25$),且不可过小。厚度“H”过大会降低活塞环的柔韧性、弹性和密闭性,磨损速度加快,材料内部容易产生疏松组织,降低耐磨性能,产生严重的偏磨,缩短使用寿命(见图3)。

3.填充F₄活塞环的开口形式及开口量(见图3)。开口形式有直开口、斜开口和搭接开口三种。我厂采用直开口形式,加工简便、强度较高。

开口量计算经验公式: $0.01 \times D$ (D为缸体孔直径)

精确计算方法是:活塞环在一定工作温度下的伸长量,再加上适当的系数。

其计算公式为: $\Delta L = a \cdot \Delta t \cdot L + a$ (mm)

式中: ΔL 为活塞环的计算开口量(mm);

a为填充F₄活塞环的线膨胀系数($7 \sim 8$) $\times 10^{-6}$ (1/℃);

Δt 为填充F₄活塞环的工作温度与室温之差(℃);

L为填充F₄活塞环的中径长度(mm);

a为允许间隙,一般取值0.5~1(mm)。

4.填充F₄活塞环的侧向间隙(见图2)。保证适当的侧向间隙,以防止活塞在运行时卡死。当活塞两侧处在不同的气压作用下时,活塞环被压向低压一侧,而在高压一侧产生了间隙,高压气体就通过此间隙进入槽底产生背压。由于侧间隙较小,压力气体通过时就起到减压作用;又因小于背压力,对活塞不会有任何损坏,只能使活塞与缸体孔壁紧密贴合,保证锤击能力。

侧向间隙一般保持在0.25~0.30mm之间为好。

精确计算公式为: $\Delta B = a \cdot \Delta t \cdot B + b$ (mm)

式中: ΔB 为计算活塞环与活塞槽侧向间隙;

a为填充F₄活塞环的线膨胀系数($7 \sim 8$) $\times 10^{-6}$ (1/℃);

Δt 为填充F₄活塞环的工作温度与室温之差(℃);

B为填充F₄活塞环的宽度(mm);

b为允许间隙,一般取值0.1(mm)。

5. 活塞与缸体之间要有足够的径向间隙。填充 F₄ 活塞环的弹性模数低，在工作过程中不可避免会产生压缩，如果间隙过小，会发生活塞与缸体孔壁的磨损拉伤缸壁；间隙过大，活塞对活塞环的阻流作用减弱，活塞环受剪切力的作用容易产生蠕变而损坏。活塞与缸体孔之间的径向单边间隙一般为缸体孔径的 $(0.005 \sim 0.007) \times D$ (mm) 为好 (见图 1)。

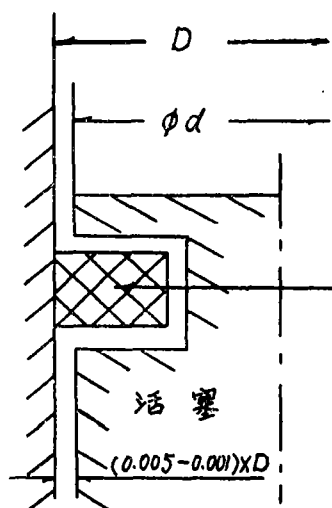


图 1 缸体与活塞单边间隙图

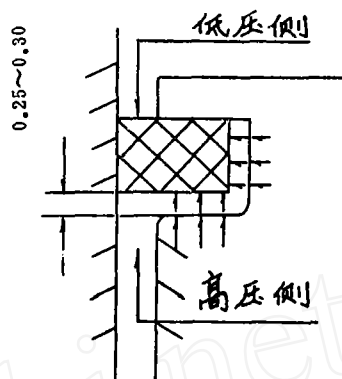


图 2 活塞环产生背压力示意图

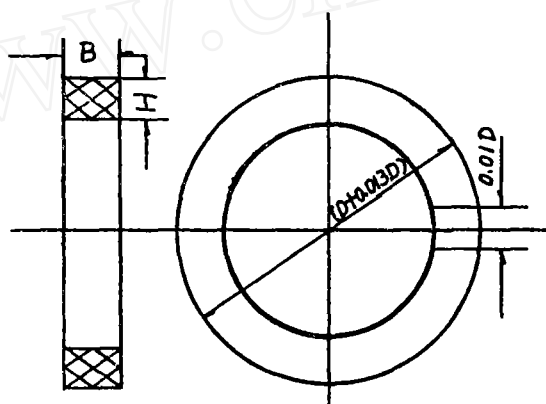


图 3 活塞环自由状态几何尺寸图

三、使用 F₄ 活塞环的优点

1. 提高密封性。由于填充 F₄ 活塞环柔韧性好，在背压情况下能自动适应缸体的形状，并能紧贴缸壁，在实际运行三年中，从未出现过锤击能力下降的现象。同时，经检查缸体孔壁的光洁度较修理时提高了一级，目视鉴别能达到 $\nabla 7$ 以上。

2. 延长缸体使用寿命。填充 F₄ 活塞环的摩擦系数低，根据“薄膜转移”理论，活塞环与缸体摩擦时，能将 F₄ 转移到缸体表面上形成一层薄膜，从而变成填充 F₄ 自身之间相对摩擦，因此摩擦系数就更低，这就保护了缸体。又由于气锤基础变形，砧座不均匀下沉，工作

中的打击点不正,受力不均,使上下锤砧受打击后产生变形,导致工作缸的活塞往复运动不能垂直进行,致使缸体拉研。填充 F₄ 活塞环具有质软、摩擦系数低的特点,因而弥补了上述的不足。

3. 节约润滑用油。在少油或缺油情况下,使用填充 F₄ 活塞环具有很好的自润滑性能,可以实现活塞环的无油润滑。

4. 延长活塞环使用寿命。当填充 F₄ 活塞环使用一段时间后,出现磨损使密封性能降低时,可在活塞环底部(活塞环背面)按测得磨损后的实际尺寸,采用加垫紫铜皮的办法来补救,活塞环还可继续使用。

5. 提高缸体净化程度和安全性。缸体润滑油多,一是浪费,二是由于活塞环经常处于高温和压力下工作,油品容易发生氧化而产生“残炭”。使用填充 F₄ 涨圈能在少油或缺油条件下正常工作,从而弥补了上述缺点。

6. 大幅度减少设备修理停机台时。金属活塞环制造工艺复杂,加工周期长,而填充 F₄ 活塞环可以购买成型体,锯开后即可使用。如缸体磨损内径增大,可购买填充 F₄ 坯料(筒状),按磨损后增大的实际内径,用简单胎具在车床上进行切制,加工成型后不须作任何处理即可使用,因而节省了大量设备维修时间。

The Application of PTFE Piston Ring Substituting for Metal One to a 300 Kg Steam Hammer

Kang Shidong

(Equipments Group, Division of Equipments and Energy Sources,
Pingdingshan High Pressure Switchgear plant)

Abstract

The author has successfully replaced the metal piston ring by PTFE for a steam hammer and checked the performance of the modified hammer against the original. The applying experience and tolerance of PTFE piston ring is reported.