

旋壳泵轴承损坏原因分析及处理

轴承故障问题的分析与处理——锦西石化分公司加氢精制装置旋壳泵在运行过程中轴承损坏，结合旋壳泵结构特点，对可能造成轴承损坏的原因进行分析。针对故障原因，采取合理修复方案，检修取得良好效果。

文 / 李楠

旋壳泵，又称旋转喷射泵、皮托管泵，是一种结构和工作原理都很独特的小流量高压泵，属极低比转数泵。旋壳泵的主要特点有：适合于小流量、高扬程输送；结构简单体积小，维修量小，使用寿命长；密封可靠性强；适应性强，在石油、化工、冶金以及造纸等行业均有广泛应用。

加氢精制旋壳泵型号 HXK400-S1。其性能参数见表 1。

故障现象

加氢精制装置除盐水泵定位轴承型号 FAG 7313-B-XL-TVP-UA。运行时测量轴承温度 72℃，泵体振动 7.2 mm/s，并伴有异响。轴承累计运行 9 768 h。

拆解检查发现轴承的保持架以碳化变形（保持架尼龙材质），轴承滚珠非均匀分布。轴承内套与轴承外套表面有高温摩擦印迹，如图 1。

表 1 加氢精制旋壳泵性能参数

介质	除盐水
出 / 入口压力 (MPa)	6.5/0.1
操作温度 (℃)	40
转速 (r/s)	4 200

检测与分析

根据旋壳泵结构特点，造成轴承损坏的原因可能有以下几点：

轴承箱检测

1. 测量计算法检测轴承外径与轴承箱内径配合公差；检测方法：使用内径量表和外径千分尺分别测量轴承箱内径和轴承外径几何尺寸。

定位轴承 7313 侧轴承箱内径尺寸： $D_1=140.07\text{ mm}$

定位轴承 7313 轴承外径



图 1 损坏的轴承保持架

$d_1=140\text{ mm}$

定位侧轴承箱内径与轴承外径配合间隙：

$$\delta_1=D_1-d_1$$

$$\delta_1=140.07-140=0.07\text{ mm}$$

支撑轴承 6217 轴承箱内径尺寸 $D_2=150.01\text{ mm}$

支撑轴承 6217 轴承外径 $d_2=150\text{ mm}$

定位侧轴承箱内径与轴承外径配合间隙：

$$\delta_2=D_2-d_2$$

$$\delta_2=D_2-d_2=0.01\text{ mm}$$

滚动轴承外径与轴承箱内径配合公差 Js7/h6。标准值： $-0.0125\sim+0.0375\text{ mm}$ 。

由此定位轴承侧轴承箱内径尺寸超差 $0.07-0.035=0.035\text{ mm}$ 。

2. 轴承箱前后轴承里孔同心度检测。检测方法：借助镗床检测轴承箱前后里孔同轴度；打百分表测得支持轴承里孔与定位轴承里孔同轴度偏差 0.18 mm，如图 2。

定位轴承游隙检测

检测方法：自制轴承游隙检测工装。轴头位置打百分表。抬轴法测定轴承定位后轴承游隙

PROCESS-Tip

* 更多信息请扫描二维码：



chem.vogel.com.cn

* 反馈编码：A201143

本文作者供职于锦西石化分公司。

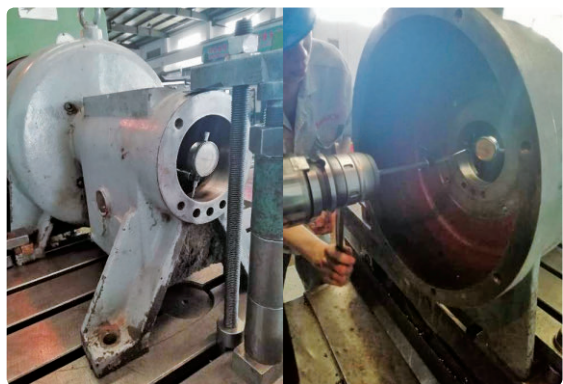


图2 轴承箱前后里孔同轴度检测

0.03 mm, 如图3。

定位轴承轴向力分析

根据旋喷泵结构可以分析得出, 其轴向力主要由以下两部分组成:

A. 转子腔内产生轴向力 P 腔

$$P_{\text{腔}} = P_1 \times \pi \times P_{\text{管}}^2 / 2 \text{ (N)}$$

P_1 —集流管 A—A 断面区域压力平均值 (Pa)

d 管—集流管 A—A 断面直径 (m)

B. 进口处产生的轴向力 P 进

$$P_{\text{进}} = P_2 \times \pi \times (D_2 - d_{\text{管}})^2 / 4 \text{ (N)}$$

P_2 —叶轮进口处压力 (Pa)

D —叶轮进口直径 (m)

现分析 P 腔、 P 进, 由于转子腔随主轴高速旋转, 其中心位置液体压力很低, 即 P_1 很小, 且 d 管不大, 因此可以判定 P 腔很小。再来分析 P 进, 由于叶轮进



图3 自制轴承游隙检测工装

口处压力 P_2 不大, 实际值 0.1 Mpa。加之 $(D_2 - d_{\text{管}})^2 / 4$ 值不大 (旋壳泵属于小流量泵, D 较小), 所以 P 进也不会大。通过以上分析得出, 旋壳泵轴向力较小, 对轴承运行状态影响很小。

润滑状态

故障发生时观察轴承箱油位在轴承箱 1/2~2/3 之间, 属于正常工作油位。润滑油油质清澈无机杂和乳化现象。非润滑不良导致轴承损坏。

通过以上检测发现轴

承箱存在两点问题。问题 1: 轴承外径与轴承箱内

径配合超差; 问题 2: 轴承箱里孔同轴度偏差。承外径与轴承箱内径配合超差, 造成轴承与轴承箱配合间隙增大, 轴承外套与轴承箱内壁发生滑动, 增大机泵振动。轴承箱里孔同轴度偏差, 使前后轴承不同心, 轴承运行时受额外摩擦力, 造成轴承温度高。这些问题最终导致轴承损坏。

处理方法

第一步, 修正轴承箱里孔。借助镗床对轴承箱前后里孔进行扩孔。修正后保证: 1. 轴承箱前后里孔圆柱度不大于 0.01 mm; 2. 轴承箱前后里孔同轴度“零对零”。扩孔后定位轴承侧里孔值 $D_1' = 140.26$ mm, 支撑轴承侧里孔 $D_2' = 150.15$ mm, 如图 4。

第二步, 对扩孔后的轴承箱前后里孔刷镀修复。轴承箱里孔尺寸需满足轴承外套与轴承箱里孔配合公差 Js7/h6。修复后轴承箱里孔与轴承外套配合预留配合值 0.01 mm。刷镀后推力轴承侧里孔



图4 轴承箱扩孔后效果



图5 轴承箱刷镀修复后效果图

值 $D_1' = 140.01$ mm。支撑轴承侧里孔 $D_2' = 150.01$ mm。如图 5。

第三步, 转子回装前做动平衡检测。平衡精度等级 G2.5, 修正后不平衡量 32.3 g·mm。

运行效果

检修后机泵振动值下降到 2.1 mm/s, 轴承运行温度 42℃。机泵性能参数正常。检修取得良好效果。

结语

本文对可能造成机泵轴承损坏的原因进行分析, 找出引起本次轴承损坏的根本原因。针对轴承箱存在的两点故障问题, 采用先机加工保证轴承箱里孔同轴度前提下, 再刷镀恢复轴承与轴承箱配合公差的修复方法。使机泵检修取得良好效果。为今后轴承故障问题的分析与处理积累宝贵经验。