

# 齿轮泵轴封装配工艺的改进措施

崔峰 王治康 马凤龙(独山子石化公司设备检修公司乙烯钳工车间,新疆 克拉玛依 833699)

**摘要:**消防泡沫泵是化工生产装置的重要设备,轴封部位的渗漏会对装置突发意外情况时的应急处理能力造成不利影响。通过分析轴封的结构和工作原理,采用正确的安装工艺,顺利完成了装配,使设备重新恢复了平稳运行。

**关键词:**消防泡沫泵;轴封;安装工艺

## 0 引言

某化工生产装置消防泡沫系统中的核心机械设备是一套在装置发生火灾等意外情况时为各消防管线输送足够压力泡沫液的齿轮泵,介质为3%泡沫原液与97%的消防水混合液,其作用为该装置所有消防栓提供泡沫灭火剂。为保证在规定的灭火时间内有充足的泡沫液,该设备必须时刻处在备用状态,泡沫储罐内必须充满泡沫液,使用过程中不足时,该泵应立刻启动,向储罐添加泡沫。该泵轴封为斯科特提供的唇型密封,该泵厂家为爱德华兹(美国),轴封为原厂配套的斯科特三层唇型密封(材质为改性聚四氟乙烯)。

该唇形密封(ECS01-P)的密封原理是依靠唇口侧两道V型弹性元件包裹在轴径处,靠泵体内部压力作用于与轴接触的部位来实现密封的效果。在压力作用下,唇形密封件的两道密封唇被压向旋转轴表面,压力通过衬垫传递到其接触点上。唇缘接触点的压力始终大于流体压力,于是防止了流体泄漏。第三道V型密封的作用是防止外部杂质和颗粒物进入唇口,保护主密封件。此类唇形密封无论在高压或低压下都有很高的密封效率,而且对磨损有一定的补偿作用。

表1 消防泡沫泵设备参数

制造厂家	斯科特
设备型号	150-344
转速	1470rpm
吸入/排出压力	0.1/1.5MPa
轴承类型	滚动轴承
密封型式	唇形密封

## 1 故障现象及原因分析



图1 使用自制二级扩压工具先将唇封扩张定型



图2 唇形密封预安装至工作部位



图3 拆检后发现唇封依旧出现安装破损



图4 新旧唇封进行对比

在2021年1月28日,该泵因轴封处泄漏量超标进行检修,检修内容为更换轴承、骨架油封、唇封。在不变更设备的前提下,我们采用了扩压定型的方式,先将唇形密封安装在轴上,使唇封处于工作位置,再将轴承座均匀推入。由于唇封外径与壳体配合为过渡配合,给安装造成了很大的不便,尝试了三次才勉强装入,而且

还不能保证装配的精度。如图 1, 图 2。

检修完毕后, 该泵投用 2 个月后再出现轴封部位轻微渗漏的现象。经过故障分析, 还是确定唇型密封唇口安装不当所造成的。2021 年 4 月我们再次组织对该泵进行了检修, 经解体检查发现渗漏部位的轴封唇口部位损坏依旧较严重, 在间断的开停泵过程中唇口部位与旋转轴相互摩擦, 造成了唇口磨损, 导致了密封失效而泄露。由于唇口翻边, 此次运行过后还造成了配合部位齿轮轴的磨损, 给检修造成了更大的困难。



图 5 拆检后唇封密封部位产生轴磨损



图 6 轴封唇口损坏 (拆除后)



图 7 轴封唇口损坏 (拆除后)

通过上述故障现象, 可以判断出轴封部位泄漏的主要原因: 轴封的唇口翻边、损伤, 导致泄漏。

由于轴封在安装时必须保证唇口朝内的特殊性, 及转子轴肩部位直径突变, 造成轴封安装困难, 说明了以往传统安装轴封的工艺存在缺陷, 唇口容易被轴肩损伤导致密封泄露。询问了各个同行, 联系生产厂家, 都没给出合理的方案。

根据两次解体检修后我们得出结论, 要达到使用要求, 合理安装唇封是当下必须解决的问题。

## 2 改进措施

为了确保轴封安装后不再出现唇口翻边的故障, 我们通过实测, 得到允许设备变更的提议下, 决定改造齿轮轴、改进唇封安装工艺的手段来达到目标。具体方案如下:

### 2.1 经过实际测绘, 计算改造后的唇封安装部位

唇封的橡胶唇口部位自由状态下直径为  $\phi 36.8\text{mm}$ , 工作位置直径为  $\phi 41.5\text{mm}$ , 初始安装倒角为 C2, 在装配时不容易将唇封唇口完整安装到位, 唇口翻边造成密封失效导致泄漏。



图 8 安装唇封处倒角不能满足使用要求

我们经过测绘, 决定利用轴肩到骨架油封的有效长度, 加工一处安装唇型密封的导向角, 由于安装顺序的限制, 两处唇型密封必须先装入壳体后, 再同步安装至齿轮轴上。这样就必须使唇口进入部位的轴径小于唇口最小直径, 安装时就不会将唇型密封唇口挤成翻边, 可以保证唇型密封正确的安装到工作位置。

改造前使用激光熔覆技术修复齿轮轴的损伤表面, 经过表面热处理, 实际测绘后可以满足使用要求。



图 9 唇封工作部位磨损后激光熔覆处理

经过测绘, 轴肩距骨架油封的安装位置为 15mm, 维修人员利用该尺寸加工了一处导向角, 可以解决唇封安装时内径能顺利通过突变部位, 不至于唇封密封唇口翻边。

经查阅标准, 做出设计: 唇封进入工作位置的最小直径定为  $\phi 36.5\text{mm}$ , 由于定位轴承有加工圆角, 所以轴肩处预留 1.5mm 台阶, 不会导致轴承安装位置的变

化。此处直径小于唇封唇口自由直径  $\phi 36.8\text{mm}$ ，唇封安装时唇口最小直径就能顺利通过突变部位，唇口便不会被轴肩挤翻边可以实现整体安装。实际工作位置直径为  $\phi 41.5\text{mm}$ 。

图 10 是实测零件图。

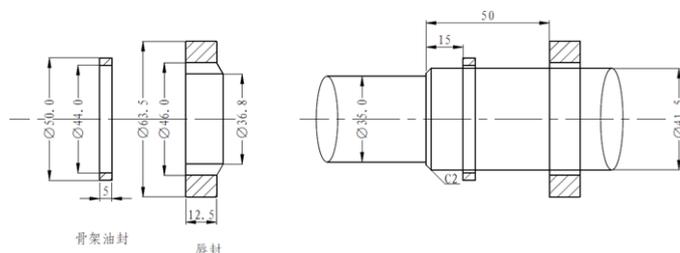


图 10 轴封尺寸及转子安装轴封部位的尺寸

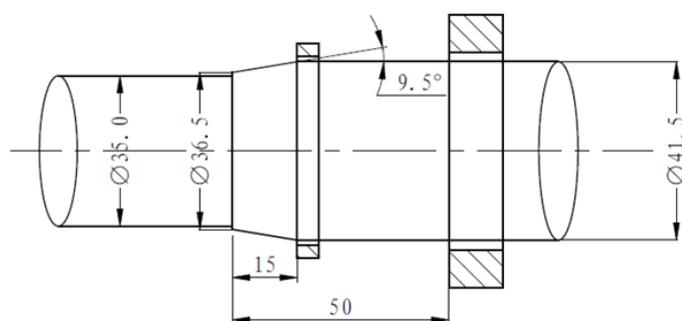


图 11 转子安装轴封部位的改造尺寸



图 12 经过找正后加工锥角



图 13 转子改造效果测试  
经过公式计算：

$$\Delta \phi = \phi_{\max} - \phi_{\min} = \phi 41.5\text{mm} - \phi 36.5\text{mm} = 5\text{mm}$$

另外轴向可改造部位长度为： $L=15\text{mm}$ 。

根据公式：

$$\tan \alpha = \frac{\Delta \phi}{L} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3}$$

查表得出： $\alpha = 9.5^\circ$ ，确定锥度为  $19^\circ$ 。

经过计算得出需要加工锥角为  $19^\circ$ ，起始部位为  $\phi 35\text{mm}$  至  $\phi 41.5\text{mm}$  处轴肩，最终交由机加工负责实施加工。

## 2.2 安装时为确保安装效果，我们使用专用工具进行辅助配合

预先使用唇封扩张器（锥度为  $20^\circ$  小端直径为  $\phi 30\text{mm}$ ，表面粗糙度  $1.6 \mu\text{m}$ ）对唇封的唇口进行预扩张，保证在装配过程中唇封的密封唇口部位保持向内张口状态，从而避免安装时唇口损伤，保证了安装后的密封效果。



图 14 预安装唇型密封的扩张器



图 15 专用工具将唇口预扩张

## 3 效果验证

轴封安装完毕后，手动盘动转子，确认无任何卡涩、阻力均匀。设备试车后，现场无任何漏点，连续 3 个运行周期都未再发生渗漏现象，说明我们的改进措施是有效的。

## 4 结论

在缺少设备资料的不利条件下，通过认真分析进口设备的轴封结构和工作原理、采用正确合理的装配技术，顺利完成装置关键设备的检修，保障设备平稳可靠运行。同时，在检修过程中，遇到问题的解决思路、专用工具的设计和加工制作及使用、检修方案的制订和修订，都为同类型设备的检修提供了有益的参考。