

# 消防泵前后密封改造

## 大庆油田储运销售分公司

成果主要创造人：刘君

成果参与创造人：徐立军 唐克 王岳 李琳 杨仁庆

**摘要：**葡北油库消防泵在基建安装时轴封为填料密封，经过 4 年的运行，轴套的磨损现象日益严重，压盖处的泄漏后腐蚀的现象也越来越明显。超出限量的冷却水四处喷溅影响了机组现场环境；老化的填料盘根还增加了机组的泄漏，造成能耗上升，机组运行震动增大等隐患，给员工带来了不必要的工作量；所以对机组的轴封进行改造刻不容缓。2014 年对消防岗 5 台消防泵进行轴封改造，将填料密封更换成集装式机械密封。计划通过改造，杜绝机组冷却水四处喷溅问题，减少设备现场操作以及检修的工作量，提高生产效率，一定程度节约能源，提高设备运行安全可靠。

**关键词：**消防泵；改造；盘根；密封；节能；降耗

## 1 立项依据与指导思想

### 1.1 立项依据

葡北油库消防泵在基建安装时轴封为填料密封，经过 4 年的运行，轴套的磨损现象日益严重，压盖处的泄漏后腐蚀的现象也越来越明显。超出限量的冷却水四处喷溅影响了机组现场环境；老化的填料盘根还增加了机组的泄漏，造成能耗上升，机组运行震动增大等隐患，给员工带来了不必要的工作量；所以对机组的轴封进行改造刻不容缓。

### 1.2 指导思想

2014 年对消防岗 5 台消防泵进行轴封改造，将填料密封更换成集装式机械密封。计划通过改造，杜绝机组冷却水四处喷溅问题，减少设备现场操作以及检修的工作量，提高生产效率，一定程度节约能源，提高设备运行安全可靠。

## 2 目前消防泵采用的密封效用分析

### 2.1 泵结构简介及运行介绍

目前，葡北油库消防岗所用的 XBD10-120 消防泵是上海浦东特种消防设备有限公司生产的，此类泵是 XDB 型单级双吸离心消防泵，主要零部件有泵体、泵盖、叶轮、轴、双吸密封环、轴套、联轴器等组成。主要性能参数为：流量 120m<sup>3</sup>/h，额定扬程 110m 水柱，轴径 45mm，额定功率 200kW。葡北油库消防岗 5 台消防泵机组原配为机械密封轴封形式，同样为 XDB 系列卧式离心泵，其机械密封形式值得借鉴，从侧面也能证明消防岗 5 台消防泵机组机械密封改造能够获得成功。

该 5 台泵是葡北油库罐区和生活区提供消防喷淋动力的设备。工作介质为自来水，无固体杂质，水质的 PH 值为 7 左右，常温。此种泵在机组里装有 5 台，3 台消防喷淋冷却水泵，2 台为泡沫消防泵，平时工作时扬程在 110m。

### 2.2 轴封改造的背景

随着机械密封技术不断创新，新材料、新工艺、新产品不断涌现，机械密封在高速、正压、非生水水泵应用较为普遍和成熟，机械密封的寿命由 1 年延长 2 年，甚至更长。填料密封已不能满足较高的密封要求，而机械密封技术的快速发展，加快了填料密封的淘汰速度。再者目前的大环境也要求技术改造的同时充分考虑节能降耗效果。

### 3 总体设计及改造过程

#### 3.1 总体设计

目前，市面上广泛被离心泵采用的机械密封有两类，一类是集装式机械密封，另一类为分离式机械密封，两类机械密封的区别见表 1。

集装式机械密封	分离式机械密封
弹簧不与介质接触	弹簧与介质接触
O 形圈无磨损	O 形圈易产生磨损
确保设备的密封稳定性	密封稳定性较差
安装简便（纯粹整体式结构）	安装容易产生人为误差
最佳平衡设计	非平衡设计或台阶平衡设计

表 1 集装式机械密封、分离式机械密封和盘根密封的性能对比表

根据上表的比较，我们确定选取集装式机械密封作为消防泵机组轴封改造的选型。同时，根据葡北油库消防泵的实际运行工况和工作介质的性质和参数，选配大庆市顺达石油机械设备有限公司生产并应用比较广泛的 CARTEX 型机械密封。CARTEX 型机械密封的性能如下：

- 1) 应用工况：清水介质；
- 2) 运行参数：温度为常温；
- 转速为 1000RPM 以下；
- 压力为 0.5MPa 以内。

可以看出，CARTEX 型机械密封完全适合我油库消防泵机组的运行工况。CARTEX 型机械密封的结构特点：弹簧内置式集装型机械密封，介质与弹簧隔离，有效地提高了机械密封在恶劣工况的使用寿命，进一步扩大了机械密封的适用领域，采用小弹簧，使密封断面受力均匀。集装式设计，大大减少了安装、调试难度，便于安装。可根据客户具体连接尺寸设计，平衡设计可使用在压力较高场合。CARTEX 型机械密封的简单易用，也是我们选择它作为改造所用机械密封的原因之一。

#### 3.1 改造过程

##### 3.1.1 加工机械密封

根据轴套和盘根室尺寸及压盖螺栓孔中心距确定机械密封的形式为静止、非平衡、单端面、多弹簧型，各部件材质应用如下：

- 1) 静环：碳化硅；特点：高硬度，使用寿命长；
- 2) 动环：石墨；特点：硬度适中，导热及润滑性能良好；
- 3) 辅助密封：乙丙橡胶；特点：耐磨、抗撕裂，使用寿命长（忌油）；
- 4) 弹簧：1Cr18Ni9；
- 5) 金属部件：304 不锈钢；
- 6) 垫片：V 氟橡胶。

##### 3.1.2 加工轴套

材质选用的是 1Cr17 钢。（由 KSB 提供官方配件）。

##### 3.1.3 安装

详细安装步骤如下：

- 1) 对泵体本身结构不做任何改动；
- 2) 将填料腔外端面的压盖螺栓孔由 2 个增加至 4 个，以保证机械密封安装时压盖受力均匀；

- 3) 在填料腔和压盖直接增加一层垫片，确保压盖的密封性能；
- 4) 取消填料、分水环、填料压盖；
- 5) 保留原有的外部循环管路系统，该系统仅在启动时使用，正常运行时可关断填料腔冷却水；
- 6) 从机械密封内冲洗口接一根公称直径 8mm 管子并入原卸压孔，并安装球阀进行控制。整个安装过程简单，实际安装时间仅仅两工作日，加上调试以及机组解体、组合的时间，在 1 周内完成所有改造工作。

## 4 技术关键与创新

### 4.1 技术关键

本次改造的关键是将原有填料密封改造为集装式机械密封，以达到降低了机械损失，水泵的效率的目的。

### 4.2 创新

- 1) 采用性能优良的 CARTEX 型集装式机械密封；
- 2) 改造后节能效果及经济效益明显。

## 5. 现场应用情况与效益分析

### 5.1 改造效果

设备经过机械密封改造后，明显具备以下优点

- 1) 不再需要调节冷却水，机械密封靠内循环水冷却，降低了操作工的操作强度，节约了冷却水；
- 2) 不再会因为填料老化而出现设备故障，设备运行安全性得以提高；
- 3) 消防泵日常保养周期大大延长，每两年更换密封圈即可，检修工作量和难度大为减少；
- 4) 不再存在填料的二次污染；
- 5) 生产现场不再出现盘根甩水造成的脏乱现象。

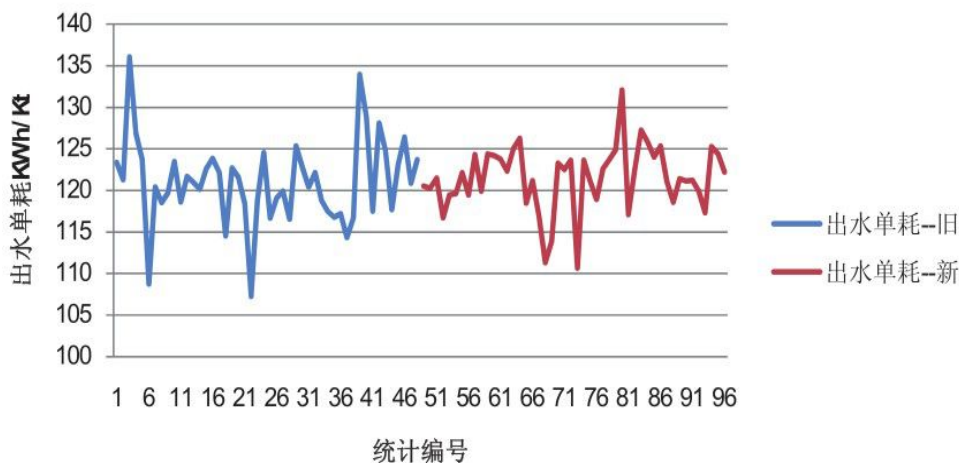
### 5.2 设备改造后节能效果分析：

#### 5.2.1 节能效果验证方法

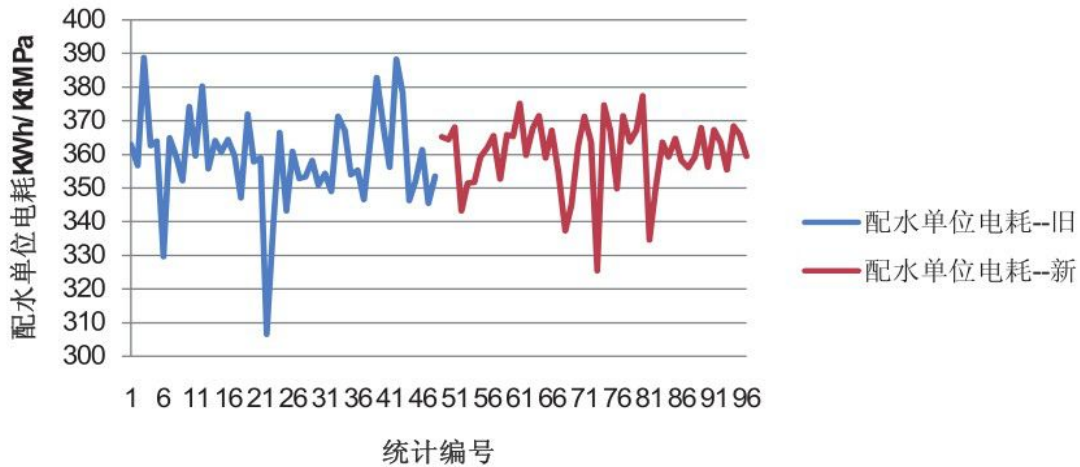
消防泵泵轴封经过改造成机械密封形式，节能角度从原理上讲仅仅避免（减少）了泵壳泄漏以及填料和泵轴之间摩擦所造成的能量损耗，节能效果不会特别明显。为了检验机械密封改造的节能效果，我们对消防泵机组运行数据进行了详细统计，取了 100 组数据，改造前后各 50 组，统计的数据包括：流量（m<sup>3</sup>）、压力水量（m<sup>3</sup>/MPa）、电量（kwh），通过计算出水单耗（kwh/Kt），配水单位电耗（kwh/KtMPa）来验证效果。

### 5.3 节能效果验证过程

消防泵机组出水单耗变化对比

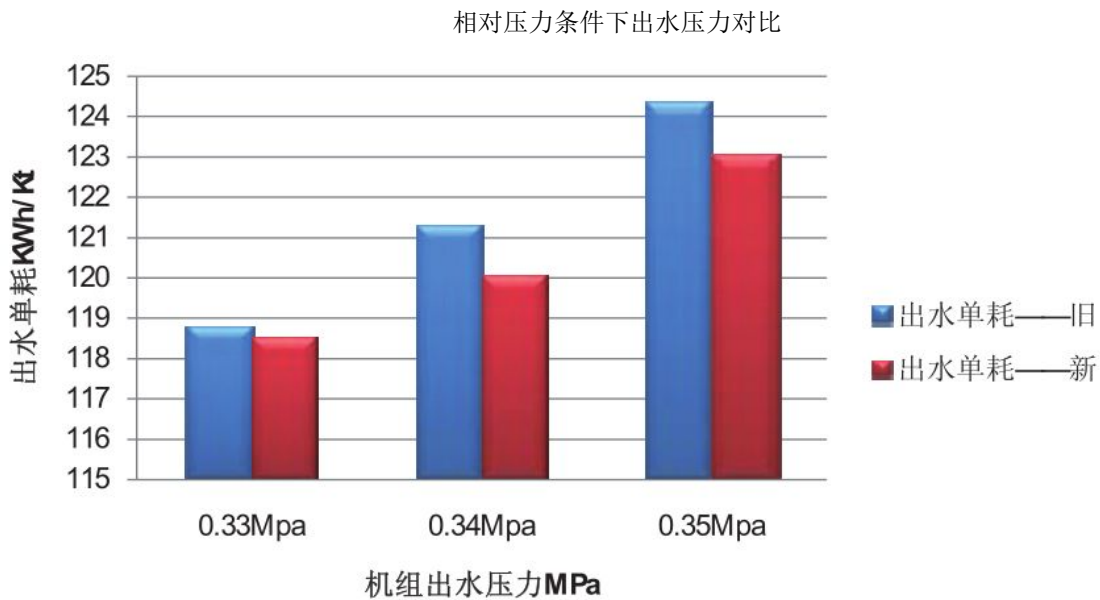


图一 消防泵机组单位电耗变化对比



图二

从图 1 和图 2 可以看出，机械密封安装前后，机组的出水管耗和配水单位电耗没有显著的变化，数据均在基本相同的区间来回变动。为了进一步明确节能效果，我们对统计的数据进行了平均化处理（以压力为参照物），并作对比，如图 3。



图三

从图 3 可以明显看出，机械密封安装以后，在相同的压力条件下，机组的出水单耗变化在 1% 左右，节能效果如预期，并不明显。

#### 5.4 改造经济效益核算

虽然通过统计，消防泵机组经过轴封改造，节能效果并不明显，但是积水成渊，在机械密封的使用寿命内，累计下来节约的费用仍然是一笔不小的费用：

1) 通过更换机械密封，显而易见将省下原先更换填料的费用。以目前的填料使用情况来计，机组每年至少系统更换 1 次盘根填料，重量在 3kg 左右，加上日常保养所更换的数量，一年合计在大约 4kg。目前，采购的 GFO 材质填料每公斤价格为 0.1 万元左右，由此可计算出每年节约的填料费用为 0.4 万元。

2) 更换机械密封的同时也更换了消防泵的轴套, 等于节约了一套不锈钢轴套的费用。KSB 原产不锈钢轴套, 材质为 1Cr17, 价格在 2 万左右, 使用寿命为 3 年(根据官方手册), 这样折算下来每年可节约轴套费用 0.7 万元。同时更换了机械密封, 轴套基本不存在磨损, 长远来看节约的成本更高。

3) 节约电费: 以节约用电 1% 为标准, 消防泵运行情况为 2 用 3 备, 同时考虑到每天试运的关系导致消防系统不是 24h 满负荷运行, 如果以 5% 负荷计, 则该机组一年运行时间为  $365 \times 24 \times 0.66 \times 0.05 = 289.08$  小时, 取 300h 计算。机组配套功率为 200kW, 通常耗电量为每小时 180 度左右, 取 180kW 为轴功率, 如此一年可节约用电  $180 \times 300 \times 0.1 = 5400$  kWh, 目前工业用电的平价单价为 0.67 元 / 度, 以此计则每年可节约电费约 0.5 万元。

4) 其它费用: 轴封改造后节省的降低工人劳动强度及降低设备检修难度和工程量的隐性成本。目前, 行业上机械密封的寿命一般以 3 年做计算, 3 年的话,

可节约成本 6 万余元, 已经和更换机械密封的投资金额相当, 其中还不包括节约的隐性成本。此外消防泵机组运行环境好, 采用的机械密封为国际一线品牌、质量好, 相对来说使用寿命将会远远大于 3 年。3 年后该机械密封继续运行的话, 就等于是直接为企业降低了运行成本。

## 6. 结论及建议

消防泵机组经过轴封改造后, 机组运行时轴封不再有漏泄现象, 消防泵运行稳定。没有了盘根填料和泵轴之间的相互摩擦直接延长了泵轴的使用寿命, 几个大修期都不需要更换新轴。同时, 机械密封较填料密封降低了机械损失, 在一定程度上提高了水泵的效率(机械密封消耗的功率只相当于填料密封的 10%~15%); 杜绝了填料对清水的二次污染, 环保。同时, 从经济效益上, 设备轴封形式经过改造, 能够实现节能减排的目的, 实现了企业减负、利国利民的双赢。

### 参考文献

[1] 匡照忠. 化工机器与设备[M]. 北京: 化学工业出版社,

2006: 58-161.

[2] 周浩. 浅谈城市噪声污染及其防治[J]. 中国环境管理,

2005(3): 38.

[3] 新春梅, 樊灵, 邱琦, 陈花玲. 螺杆制冷压缩机振动噪声

研究综述[J]. 流体机械, 2002, 30(10): 60.

### 作者简介:

唐克(1985年10月生), 男, 汉族, 2008年7月毕业于东北石油大学, 现任大庆油田储运销售分公司葡北油库设备管理员。

徐立军(1964年7月生), 男, 汉族, 1986年7月毕业于东北石油大学, 现任大庆油田储运销售分公司资产设备管理部主任。

王岳(1985年6月生), 男, 汉族, 2003年7月毕业于齐齐哈尔大学, 现任大庆油田储运销售分公司资产设备管理部科员。

杨仁庆(1981年8月生), 男, 汉族, 2005年7月毕业于黑龙江科技学院, 现任大庆油田储运销售分公司庆哈输油大队设备管理员。

---