

# 丁醇装置羰基反应器循环泵机械密封改造

高 然 ( 兖矿鲁南化工有限公司丁醇车间, 山东 滕州 277527 )

**摘要:** 对丁醇装置羰基反应器循环泵采用的机械密封结构做出简介。针对丁醇装置羰基反应器循环泵运行期间机械密封频繁发生泄漏的现象, 通过集装机封拆检检查发现机械密封动环、静环辅助密封圈膨胀变形, 失去密封作用, 导致机械密封失去作用, 发生泄漏, 经过和工艺、厂家沟通分析分析, 该羰基反应器循环泵介质和机械密封动环、静环密封 O 型圈发生反应, 判断该泵机械密封动环、静环密封 O 型圈材质不适应工况介质。在更换提升机械密封动环、静环密封 O 型圈材质后, 解决了机封频繁泄漏的问题。

**关键词:** 丁醇装置; 机械密封; 密封 O 型圈

兖矿鲁南化工有限公司丁醇车间建有 15 万 t 丁醇装置, 采用英国 DAVY/DOW 低压羰基合成技术, 以丙烯为原料生产丁醛、丁醇、异丁醇等。羰基反应器是该工艺生产包中关键设备, 羰基反应的主要场所, P5101 丁醇装置羰基反应器循环泵作为该反应器循环泵承担着羰基反应器母液循环的作用, 关键设备。该泵采用集装式背靠背双端面机械密封, C53B 系列密封辅助系统, 介质端密封采用自冲洗, 大气侧采用白油冲洗。该位号泵有两台, 一开一备, 自 2013 年投产以来, 该机泵频繁出现机械密封泄漏问题, 时间有长有短, P5101A 羰基反应器循环泵振动偏大, 机械密封最短使用时长 3 天, P5101BP 羰基反应器循环泵泵振动较小, 最长使用时长 83 天。泄漏过程都是先漏白油, 接着是羰基母液 ( 泵内介质 ), 最后大量泄漏, 由于羰基母液里面含有铑催化剂, 价格较高, 现场基本上是在白油出现泄漏后, 加强监控, 定时补充白油, 若白油里面出现醛味, 就立即停泵检修, 更换集装机封。由于运行时间较短, 频繁检修, 维护成本大大增加, 且无法达到安全长周期稳定运行, 存在重大安全隐患。以下是文章对机械密封选型进行分析, 和对机械密封材质提升做了改进, 以便于提高该泵的运行周期, 降低运行时的安全隐患。

## 1 机械密封基本情况

P5101AB 羰基反应器循环泵为悬臂梁式离心泵, 入口压力 1.8~1.9MPa, 出口压力 2.2~2.4MPa, 流量为: 904m<sup>3</sup>/h, 扬程: 65m, 转速: 1470r/min, 输送介质: 羰基母液 ( 三苯基膦、铑催化剂、丁醛, 异丁醛等 ), 机械密封采用集装式背靠背双端面机械密封, C53B 系列密封辅助系统 ( 图 2 ), 介质端密封采用自冲洗, 大气侧采用白油冲洗。泵厂家选用的是丹东克隆机械密封 C8BK-90/TP/C89B-88/B9 ( 图 1 )。

由图 1 可以看出, 介质端机械密封主要作用就是密封泵内介质, 保证泵稳定运行, 大气侧机械密封为白油密封液, 保证介质侧出现泄漏能够起到密封作用, 延长运行时间。

## 2 机封故障做的原因分析

从机封结构和介质属性, 结合机械密封常见的故障情况, 可以十分清楚地分析出机械密封出现的故障和原

因。下面是针对机封故障做的原因分析。

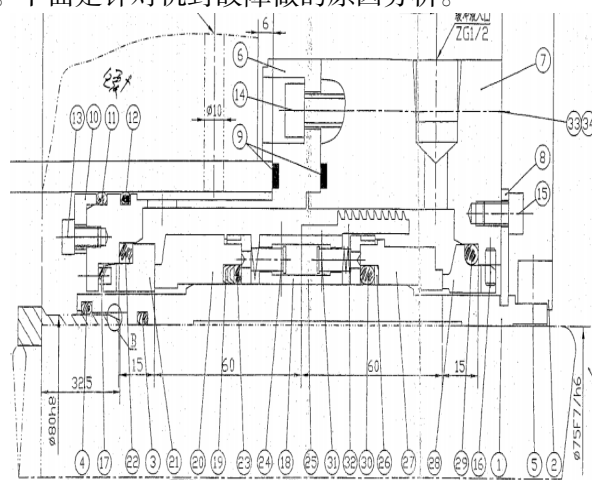


图 1

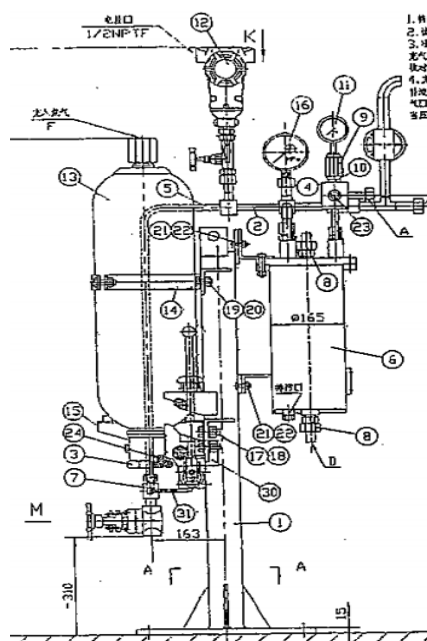


图 2

故障现象 1: 机械密封轴套处介质泄漏。原因分析: 机械密封轴套与轴通过传动环紧固螺钉固定在泵轴上, 泵内介质与大气隔离是通过 ( 图 1 ) ④聚四氟乙烯包覆氟橡胶 O 型圈、③氟橡胶 O 型圈密封。通过泄漏集装机封拆检发现, 泵长时间运转, 叶轮径向跳动首先会使④聚四氟乙烯包覆氟橡胶 O 型圈的外层聚四氟乙烯层折断

开裂,致使泵内介质微漏与③氟橡胶 O 型圈起反应,使其膨胀变形,最终机械密封失效。

故障现象 2:机械密封介质侧与泵腔处介质泄漏。原因分析同故障现象 1。

故障现象 3:机械密封大气侧静环处泄漏。原因分析:机械密封大气侧静环处泄漏,首先要分析泄漏的是密封白油还是含有泵内介质的混合液,通过嗅觉可以分辨出来。若是白油泄漏,可以通过补充白油进行补液密封,泄漏量超过 6 滴/min 时,在进行检修更换;若是通过嗅觉判断泄漏的是介质,应立即停车检修,更换集装封。

在此处发生泄漏问题,通过泄漏集装封拆检发现,机械密封发生泄漏的原因大致分为以下三种:

A 介质侧已经发生泄漏,由于白油密封液压力高于机封内压力,白油密封液需要不时的进行补充,致使白油密封液使用量增加。

B 介质侧已经发生泄漏,由于白油密封液压力小于机封内压力,白油密封液未泄漏,机械密封辅助系统中囊式蓄能器的胶囊材质为氟橡胶或者为丁晴橡胶,介质与胶囊起反应,辅助密封系统随后失效,介质逐渐充满蓄能器,泵内介质逐渐成为大气侧密封液,辅助密封系统压力和泵内压力基本一致。

C 当辅助密封系统内的泵内介质与大气侧静环密封 O 型圈发生反应,运行一段时间后,O 型圈膨胀变形,介质开始往外泄漏,静环和动环压缩量受 O 型圈膨胀变化,会发生静环碎裂等故障,泄漏量加大,整体集装机械密封失效。

上述三种情况都需要更换集装封,在 A 现象发生后通过拆检疾风可以发现,由于长时间运行,加上叶轮径向跳动,在机封弹簧座和轴套之间,由于②密封挡环材质为聚四氟乙烯和轴套摩擦致使轴套出现凹坑、划痕,从而②密封挡环失效,导致泄漏。改善此现象措施:更换挡圈材质,耐磨强度减低,不损坏轴套,经实验发现全氟醚材质最好,聚四氟乙烯包覆氟橡胶次之。

B 现象是 A 现象的持续,由于大气侧机械密封 O 型圈材质为氟橡胶,与泵内介质发生反应比聚四氟乙烯要强烈,一般在发生 A 现象后很短的时间内就会发生 B 现象,再进一步发生 C 现象,过程很短,在实际操作运行中要求现场巡检,必须到位,泄漏发生后必须立即停止泵的运行,减少因泄漏损失催化剂,降低生产厂本。

### 3 机封改造方案及效果

综上所述,可以清楚地分析出机械密封发生泄漏的主要原因就是机械密封的辅助密封材质选型不合适,实际化工生产机械密封常用 O 型圈材质有:

全氟醚橡胶是四氟乙烯(TFE, CF<sub>2</sub>, -CF<sub>2</sub>, )。全氟甲基乙炔基醚(PMVE, CF<sub>2</sub>, -OCF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>, )、交联单体如全氟苯基乙炔基醚(CF<sub>2</sub>, -CF<sub>2</sub>-O-CF<sub>2</sub>)以及全氟苯氧丙基乙炔基醚(PTVE, CF<sub>2</sub>, -O-CF<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>, )-CF<sub>2</sub>, -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>, )等的共聚产物。具有良好的耐热性能和耐化

学介质性能和优异的橡胶弹性。

氟橡胶是指主链或侧链的碳原子上含有氟原子的一种高分子弹性体,是偏氟乙烯、六氟丙烯的二元和三元(第三单体为四氟乙烯)共聚物,具有耐高温、耐油、耐高真空及耐酸碱性。

聚四氟乙烯是由四氟乙烯经聚合而成的高分子化合物,具有优良的化学稳定性、耐腐蚀性,广泛应用于各种需要抗酸碱和有机溶剂场所。

聚四氟乙烯包覆氟橡胶是在氟橡胶的在外层包覆一层聚四氟乙烯,聚四氟乙烯包覆氟橡胶具有氟橡胶的一定弹性又有聚四氟乙烯的耐腐蚀性。

上述四种材料在机械密封机构和介质环境,首先排除原设计中使用的聚四氟乙烯和氟橡胶组合:其余材料进行组合可以得到:Ⅰ内外机械密封圈全为聚四氟乙烯包覆氟橡胶;Ⅱ内外机械密封圈为全氟醚+聚四氟乙烯包覆氟橡胶;Ⅲ内外机械密封圈全为全氟醚材质。具体机封 O 型圈分布为:

针对故障现象 1 改进措施:更换③④ O 型圈材质,通过实践使用,全氟醚+全氟醚材质最好,使用时间最长;全氟醚+聚四氟乙烯包覆氟橡胶使用时间次之;聚四氟乙烯包覆氟橡胶+聚四氟乙烯包覆氟橡胶使用时间再次之;氟橡胶+氟橡胶使用时间最短,较原设计使用时间也短。通过合理的经济价格参考,使用寿命等,综合考虑选用全氟醚+聚四氟乙烯包覆氟橡胶组合较为实用。

针对故障现象 2 改进措施:内压盖与密封腔相对静止,只需要更换 O 型圈材质为全氟醚材质即可。

针对故障现象 3 改进措施:在不考虑辅助密封囊式蓄能器损坏的情况下,更换两套背靠背串联的机械密封动、静环 4 条密封圈材质为全氟醚材质。

更换机封密封圈材质后,机泵运转 6 个月该位号机泵密封运转情况良好,白油机封侧未再出现白油泄漏、辅助密封系统压力不稳现象,在随后的拆卸机封后发现密封内部还是会有轻微的介质和白油互渗现象,应保持机封白油侧压力大于介质侧压力。改造后机封对工况的适应性大大提高,运行寿命长达 6-8 个月,此次机封的改造成功,大大提高了循环泵的长周期运行时间,减少了检修频次,保证了系统长周期稳定运行。

### 4 结论

在保持泵振动( $\leq 3\text{mm/s}$ )较小的情况下,通过现场实际分析及检修泵机封频繁泄漏的原因是由于在机封材质选择时未考虑到介质含有丁醛、异丁醛等有机溶液,和含有氟橡胶类的密封圈发生反应,从而使机械密封失去效果,发生泄漏。改造后杜绝了丁醛、异丁醛等有机溶液对 O 型圈的侵蚀,在根本上解决了机封泄漏的问题。

#### 作者简介:

高然(1983-),男,汉族,山东济宁金乡人,本科学历,工程师,主要从事化工设备管理。