

# 浅谈双壳体油浆泵的磨蚀及维修

张旭亮

(中海石油宁波大榭石化有限公司 浙江宁波 315812)

**摘要:**在 DCC 或 FCC 装置中,双壳体油浆泵是最为重要的动设备,用于建立分馏塔底油浆循环、提供反应器提升管油浆回炼,并通过油浆外甩来控制油浆中催化剂固体含量。油浆泵输送介质中包含催化剂颗粒和胶质的催化油浆,属于固液两相流,且介质温度较高,大部分都在 350℃以上。随着原油产品的日益重质化,油浆中的固体颗粒增多,这些固体颗粒在输送过程中会对油浆泵产生严重冲刷及磨蚀,导致泵送效率降低、过流部位磨蚀、设备稳定性降低。在 DCC 或 FCC 装置中都存在这一问题。而双壳体油浆泵能否正常运行还影响装置目标产品的质量和反应系统的平稳运行。因此分析油浆泵过流部件的磨蚀机理,提出延长油浆泵抗磨蚀寿命修复方案,对 DCC 或 FCC 装置的平稳运行有重要意义。

**关键词:**双壳体;内衬里;磨蚀;衬板;马氏体不锈钢;

## The abrasion and maintenance of double shell oil slurry pump

Xuliang Zhang

(CNOOC Ningbo Daxie Petrochemical Co., Ltd, Ningbo, Zhejiang, 315812)

**Abstract:**In the DCC or FCC unit, the double-shell slurry pump is the most important rotating equipment for establishing the slurry circulation at the bottom of the fractionating tower and providing the reactor riser for slurry recovery, the solid content of catalyst in slurry can be controlled by slurry external flinging. Slurry transportation medium contains catalyst particles and colloid, belongs to solid-liquid two-phase flow, and the medium temperature is high, most of them are above 350 ° C. With the heavy quality of crude oil products, the number of solid particles in slurry increases, these solid particles will cause serious erosion and erosion to slurry pump during transportation, it results in the decrease of pumping efficiency, the abrasion of flow-through part and the decrease of equipment stability. This is a problem in both DCC and FCC devices. The normal operation of the double-shell slurry pump also affects the quality of the target product and the smooth operation of the reaction system. Therefore, it is very important for the smooth operation of DCC or FCC unit to analyze the abrasion mechanism of flow-through parts of slurry pump and put forward a repair scheme to prolong the anti-abrasion life of slurry pump.

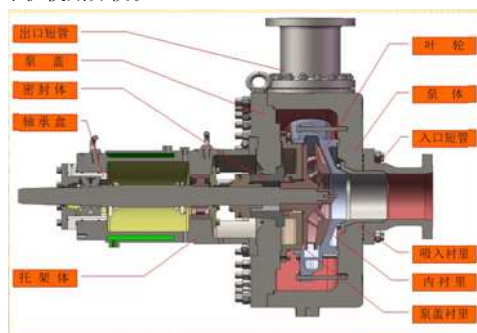
**Keywords :** double-shell; Lining; Abrasion; Lining Plate; Martensitic stainless steel

### 油浆泵典型结构特点

典型的双壳体油浆泵结构见图一:采用内泵壳(衬里组件)+外泵壳(承压壳)组合形式,外泵壳材料多为马氏体不锈钢,最高设计压力 5.0MPa,最高工作温度可达 420℃;内壳体组件材料一般采用高铬耐磨金属,国内一般常用有 KmTBCr15Mo2 和 Cr26 等牌号,在进口设备中经常采用 ASTM A743 CA6NM;这些材料硬度较高,在油浆中固体含量超标时(沉降器跑催化剂或碎焦块大量脱落),可在介质发生磨蚀、冲蚀的情况下为设备的性能提供最高的安全性和保持最长的稳定性保障。同时衬里从入口短管开始沿着介质流动的方向一直到出口短管,整个外壳体内部都被耐磨金属包裹。保证输送介质与外壳体没有相对运动。当出现性能变化时,衬里部件可单独或全套更换,也可根据磨损量调整内部间隙或重新修正以延长油浆泵的使用寿命<sup>[2]</sup>。

油浆泵叶轮大部分采用闭式叶轮,相比较普通离心泵,通过采用相对较大的进口直径、减少叶轮叶片数、设计较宽的流道等处理手段可最大限度地避免碎焦块、催化剂颗粒等固体颗粒积聚造成的堵塞;在叶轮的前后盖板上设计了径向圆柱形的副叶片,除了能够平衡转子运转过程中由于前后盖板的压差产生的轴向力外,还可以使

泵体内回流量减少,提高泵的运行效率;同时能够有效带走密封腔部位的固体颗粒,降低密封腔压力,保障机械密封的安全稳定运行。通过以上措施大大提高了泵的运行可靠性。另外在泵入口可增设诱导轮,使泵抗汽蚀能力大大增强,有效降低泵的必须汽蚀余量。轴承体组件由背靠背安装的成对角接触球轴承和圆柱滚子轴承组合而成,在一定范围内可承受可变轴向力及径向力。推力轴承安装在轴承盒内,可通过调整垫片调整叶轮与衬里之间的运转间隙,结构简单可靠,维护使用方便。



图一、油浆泵典型结构图

## 一、油浆泵过流部位磨蚀及冲刷原因分析

油浆泵一般的冲刷磨蚀大部分都出现在叶轮前后背叶片与内衬里配合的端面位置,叶轮内部很少出现磨蚀的迹象,其原因如下:

1. 出现磨蚀是固体颗粒与金属壁面接触并发生相对运动,通过叶轮的输送作用在高速旋转下相互碰磨,固体颗粒量大且始终处于循环状态,这就导致金属衬里处于被冲刷的状态;从冲刷位置来看,内衬里与叶轮配合位置从叶轮入口侧开始一直到出口,这些部位与叶轮的前后背叶片有相互作用,磨损最为严重,越靠近出口侧,磨损越严重;固体颗粒对材料壁面的磨蚀对设备的使用寿命和可靠性产生重要影响。在蜗壳中,固体颗粒主要分布在蜗壳近壁处,浓度随颗粒直径的增大而增大,隔舌部位和第八断面部位的磨蚀速率较大,磨蚀速率随着固体含量的增加而增加<sup>[3]</sup>。

2. 在叶轮流道内,含固流体在叶轮旋转作用下被输送到泵出口,在叶轮内部,介质和叶片之间基本不存在相对运动;在叶轮出口位置,输送介质的相对速度矢量沿叶片表面并与叶片相切,存在相对运动,因此叶片出口必然发生颗粒冲刷磨蚀。总体来看,叶轮磨蚀相对于衬里部件降低很多,因此该类类型的衬里部件属于常用备件,在设备运行中当电机电流有较大上升时就要关注设备的运行情况,以便及时处理,保障装置的稳定运行。



图二、油浆泵衬里典型磨蚀照片

## 二、修复方案

从衬里磨蚀冲刷位置来看,主要是在与背叶片的结合部位,而且是整个面积较大部位,其余结构及连接部位都没有磨蚀迹象。对于绝大多数进口油浆泵内衬里材质均为 ASTM CA6NM(马氏体不锈钢),可以通过补焊修复,达到原来的尺寸,满足运行状态;从而降低成本,减少备件消耗,提高设备的利用率,具体修复方案如下:

3.1 通过光谱分析检验复核磨蚀后内衬里材质是否为 CA6NM;如果是高铬耐磨金属则无法修复,需要整套更换。

3.2 如果衬里材质确认为马氏体不锈钢,需要先对油浆泵内衬里内部磨蚀部位进行加工,如下图四所示对存在冲刷磨蚀的部分全部车除,然后检测加工剩余部位的厚度。若厚度足够( $\geq 12\text{mm}$ ),则按照如下方案进行修复:

a) 加工出内衬里内部斜面,按图示部位对衬里内表面加工若干通孔;

b) 加工衬板,留有加工余量,将衬板按照设计的配合尺寸装入衬里,同时配打盲孔;

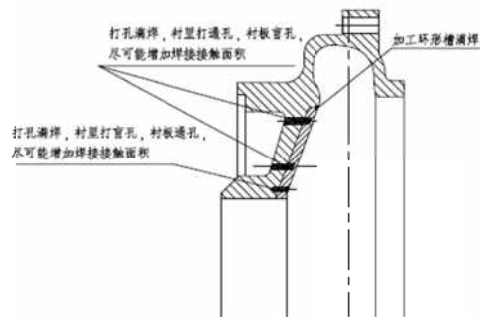
c) 按照既定的焊接工艺对加工的孔、槽进行满焊,保证焊接质量;马氏体不锈钢的焊接,目前多采用焊条电弧焊,焊接时宜选用较小的焊接电流和尽快的焊接速度以及窄焊道、分段跳跃焊,防止因应力集中产生裂纹。

d) 焊接的同时采取必要的保温措施,尽可能的减小焊接应力;焊前需对衬里部件经  $200 \sim 400^\circ\text{C}$  的预热,焊后缓冷到  $150 \sim 200^\circ\text{C}$ 。同时在焊接时每焊  $50\% \sim 60\%$  要进行锤击(30~50次为宜),目的是清除焊接应力,把拉应力变为压应力,防止焊缝产生裂纹,影响焊接效果。

e) 焊接完成后按照设计图纸将衬里部件加工至要求的配合尺寸;

f) 焊接前按照焊接规范要求开坡口,建议采用 Cr+Ni 的焊接材料

进行施焊。



图四、维修方案示意图

3.3 如果衬里内部磨蚀冲刷严重,机加工后剩余厚度不足(焊接量太大,会导致变形),则需要将剩余部分全部切除,然后重新设计被切削的部分的相关配合尺寸,加工成形后与原衬里部件组焊,再加工至原设计尺寸。



图五 油浆泵衬里修复后照片

## 3.4 焊接衬板材质及硬度保证

通过化学成分分析确定待修复零件的材质,结合国内的材质与热处理工艺,严格控制焊接衬板的化学成分及基体硬度。焊接衬板粗加工后必须进行热处理,保证硬度 HRC36~40 左右,焊接完成后再进行精加工。

## 3.5 焊接及焊缝无损检查

a) 对加工后的焊接部位进行清理,做渗透探伤检测。

b) 渗透检测无缺陷后,将焊接部位清理干净,并确保干燥。

c) 焊接过程中预热后逐层堆焊:每焊一层,焊后进行锤击消应力,保温缓冷,24 小时后进行着色检测,无裂纹再预热进行下一层焊接。若仍有裂纹,需要再对焊接工艺进行调整。焊接完成后对焊接位置进行打磨处理,保证焊接位置光滑平整。

## 三、结束语

双衬里油浆泵结构形式在催化裂化及 MTO 装置有大量的该类型设备在装置使用,由于其工况的特殊性,内衬里部件的消耗量很大,通过分析设备的冲刷磨蚀的机理,提出合理的维修改造方案,极大的降低设备维护成本,提高了设备的利用率。经过长时间的运行对比,维修后的衬里部件使用寿命并不比新备件短,但其成本降低了近 90%,经济效益十分客观;另外内衬里部件修复工作可在国内开展,时效性更高,值得大面积推广。

## 参考文献

- [1] 沈光辉 全衬里油浆泵的使用及维护[J]. 石油与化工设备, 2010, 13(9): 42-44.
- [2] 雷细根 易拥军等 新型油浆泵在炼厂催化裂化装置中的应用 [J]. 排管机械, 2005, 23(2): 1-3.
- [3] 尚伟 吴艳萍 重油催化裂化装置油浆泵过流部位磨蚀机理及应对措施[J]. 化工机械, 2018, 45(04): 474-477.
- [4] 孙辉, 武利春等. 浅谈重油催化裂化装置油浆系统结焦与预防措施[J]. 化工管理, 2014(14): 196.