

离心泵常见故障原因分析及处理措施

商赞辉 古文威 刘树华 李金华

中海石油(中国)有限公司湛江分公司 广东省 湛江市 524000

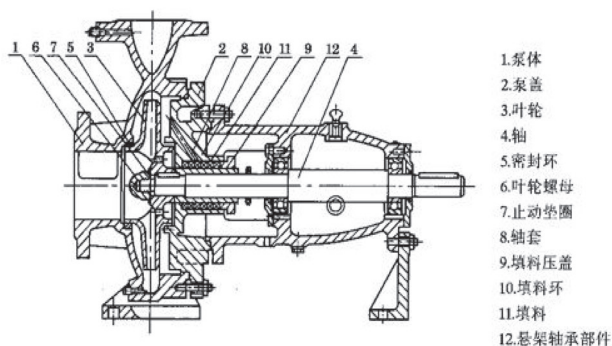
摘要: 离心泵是一种机械装置,其主要功能是将液体输送并提升液体的能量。无论是在日常生活中,还是大中型企业中,应用非常广泛。本文主要介绍离心泵的结构组成、工作原理,重点分析离心泵常见故障原因及处理措施。

关键词: 离心泵; 结构原理; 机械故障; 原因分析; 处理措施

一、离心泵的工作原理

通过利用转子叶片与液体的相互影响,离心泵能够有效地将动力源设备的能量传导至液体中。在这个过程中,液体会经历由叶片进入到离开过程,在此期间,它的运动能力和压力都会有所提升。当液体排放出去后,绝大部分的运动能力会转化为压力能,并继续沿管道向上流动。与此同时,叶片进水口因为液体的释放形成了真空或者较低的压力环境,这使得液体池内的液体受到表面压力的影响,从而被推挤进入叶片的进水口。如此一来,持续运转的叶片便可以实现不停歇的抽取和输出液体过程。

二、离心泵的结构组成



离心泵由泵壳、泵盖、泵体、叶轮、密封环、泵轴、机械密封或填料密封、联轴器、轴承等构成。

三、常见故障原因分析及处理措施

离心泵常见故障有以下几种:机械密封泄漏、轴承温度过高、噪音振动大、流量不足。

(一) 机械密封泄漏

离心泵机械密封泄漏主要发生在以下几个地方:(1)轴套与轴之间的密封处;(2)动环与轴套之间的密封处;(3)动、静环密封面之间的密封处;(4)静环与静环座之间的密封处;(5)密封端盖与泵体之间的密封处。

1. 摩擦副密封失效

使用耐磨性较差、摩擦系数较大的材料,过大的端面比压(包括弹簧比压),以及密封面进入沙粒、机械杂质等固体颗粒都可能导致密封面磨损过快,进而引起密封失效^[1]。某装置闭排泵用于将闭式排放系统收集的带压流体泵入生产流程进行处理,属于该装置的关键设备。带压流体包含生产水、含油污水等等,因此含有少许的固体颗粒。闭排泵运行过程中,当密封面一打开,带压流体中的固体颗粒在液体压力作用下进入动静环密封面,闭排泵长时间高速运转,固体颗粒在高速旋转作用下将密封面磨出凹槽,致使动静环密封面无法紧密贴合,出现泄露。

处理措施: 定期清洗闭排泵进口滤器,确保进口滤器高效可用;材质方面,选择耐磨性较好的材质制作的动静环;动静环密封面磨损严重无法密封的情况下需要对动静环进行更换。

2. 高温产生密封失效

某装置热媒循环泵高位油箱内冷却盘管穿孔,冷却海水与机封冷却润滑油混合,高位油箱底部盐巴积聚,使机封冷却效果变差,导致机封温度高。当石墨环的温度超过正常值时,会导致表面产生树脂,同时摩擦面周围的树脂会变为炭化物,从而导致密封面泄漏加剧,密封失效;而橡胶密封圈在超温条件下继续使用会导致密封圈快速老化、开裂、硬化失去弹性,最终导致密封失效^[2]。

处理措施: 通过对冷却盘管穿孔位置焊补,高位油箱和机封冷却润滑油管线清洗,解决了机封温度高的问题。

3. 弹簧失效

在机械密封作用过程当中,由于在机械密封动环上的鳃孔出现堵塞的状况,导致输送介质会不断的残留,这样的话就可能造成使弹簧的失效^[3],某装置闭排泵输送的介质中含有油污,在长期运转累积下,机械密封弹簧内塞满油泥,在

闭排泵停止运转的时候,机械密封弹簧不能复位,导致动静环密封面出现泄露。有时在运转过程中也会出现突然性泄露。有时正常运转后闭排泵做切换使用,运转和停止时没有出现泄露,但是当再次启动时会出现泄露,这是由于闭排泵停止运转,温度降低,油泥凝固,卡死机械密封弹簧。

处理措施:在对闭排泵月度保养过程中加入机械密封冲洗管的清洗;虽然设备有定期切换表,但是执行效果不是很好,改变以往长时间使用一台泵的做法,在闭排泵现场张贴设备切换时间表,记录闭排泵的切换日期;切换泵后,马上在停止运行的闭排泵进口排气管的位置接入淡水冲洗闭排泵内残留的油水混合物并持续盘车一段时间,直到出口排气管位置有干净的水流排出,减少油水混合物对泵内零部件的损伤,防止油泥凝固卡死机械密封弹簧,导致再次启泵运行时机械密封泄露。另外,当出现上述这种情况通常需要拆卸机械密封,对机械密封进行解体清洗,清洗后回装。拆卸后的机械密封总成由于油泥凝固解体困难,通常在柴油浸泡后更容易解体。

4. 安装不当

常见的机械密封泄漏原因之一就是安装问题。在修复过程当中,如果维护者未能妥善保护好机械密封的动态和静态环之间的接触区域,那么在安装阶段可能会导致碰撞损伤或者破坏;新的和旧的动态和静态环密封垫之间可能存在尺寸差异,也可能是由于磨损或是没有紧密贴合;动态和静态环表面的杂质并未完全清除;V形密封垫的安装方式错误或者是安装的时候颠倒了边缘;轴套部分出现了泄漏,这可能是由于密封垫遗漏或者压力不足造成的;弹簧受到损害,其力度分布不均,单一的弹簧位置不正,多个弹簧长度不同且需要替换已经失去作用的弹簧;密封室的一侧端面与轴线的垂直度不足;轴套上的密封垫的活动部位受到了腐蚀,而并没有及时更改这些已受侵蚀的轴套。这些都是由于维修人员安装不当导致机械密封泄露。某装置一离心泵经过国产化改造后运行一段时间非驱动端机械密封出现泄露,拆检后发现该机械密封损坏无法使用,需要更换,现场只有改造前的新的机械密封,经过数据测量发现新旧机械密封总长和安装后的压缩量均不相同,新机械密封压缩量偏小,为了保证新机封的压缩量,通过增加垫片将动环外移确保了新机封的压缩量。

处理措施:对新的机械密封进行检查,确认固定螺栓紧固;轻拿轻放密封面朝上保护好密封面;测量新旧机械密封的尺寸并进行对比,确认尺寸合适;安装时仔细检查密封面内清洁干净、无异物;用手压紧动环弹簧,感知弹簧力是否

合适;对密封圈活动处存在腐蚀点的轴套及时更换;通常在安装机械密封时由有经验的老师傅安装或者老师傅在旁边指导新员工安装,保证机械密封安装的正确性。

(二) 轴承温度高

离心泵正常运转时,转速较高,轴承需要在高速状态下持续运转,由于运转时间较长,便会产生大量的热量,如果热量得不到及时的释放,就会造成轴承温度高,当轴承的温度超过允许的温度后会加速轴承的磨损,损坏轴承,进而导致设备出现故障,其他位置也会出现损坏,影响设备正常使用。查询个人维修记录,总结导致轴承温度高的原因主要有以下几点:

1. 某装置闭排泵驱动端和非驱动端均为润滑脂润滑冷却,当润滑脂过量或者不足都会导致轴承温度高。

处理措施:一般对于选用润滑脂的圆柱滚子轴承和四点接触球轴承,润滑脂一般加入量为填满轴承的 $1/2 \sim 2/3$ 为宜,运转 1500 小时后,应替换润滑脂。

2. 某装置货油泵、洗舱泵、专用压载泵的轴承均为润滑油润滑冷却,油封损坏导致润滑油泄露,同时因泵舱环境温度高,导致润滑油不能及时冷却,再者润滑油没有外加冷却的途径,导致热量不能散发,更加不能起到冷却作用。

对于润滑油轴承的需油量计算按如下公式:

$$Q=0.075DB \quad (1)$$

式中 Q ——需油量,单位为 g/h;

D ——轴承内径,单位为 cm;

B ——轴承宽度,单位为 cm。

处理措施:定期保养检查泵舱通风机,确保通风机正常可用,尽可能的降低泵舱内部温度;及时更换损坏的油封,加注润滑油,确保轴承有足够的润滑。

3. 轴承间隙小、轴承磨损或者松动、轴承装配不良,都会使轴承温度高,一般是因为在安装过程中因安装不规范使轴承预载荷过大导致游隙被吃掉,轴承摩擦过大。而轴承预紧力一般通过弹簧压在轴承外圈来控制,另外也有通过用螺母夹紧转矩和夹紧力的关系来确定成对安装相同型号的滚子轴承。

预紧力的确定一般按照下面的公式进行^[4]:

$$F_{ao} \geq 0.5F_a \quad (2)$$

式中 F_{ao} ——预紧力,单位为 N;

F_a ——轴向力,单位为 N。

轴承内的摩擦损失几乎完全转化为热量,导致轴承温度上升,轴承的热量计算可以使用下面的方程式进行计算^[5]。

摩擦力矩的估算公式:

$$M=0.5 \mu Fd \quad (3)$$

式中 M ——摩擦力矩, 单位为 $\text{N} \cdot \text{mm}$;

μ ——轴承的摩擦因数;

F ——轴承载荷, 单位为 N ;

d ——轴承内径, 单位为 mm 。

4. 联轴器对中不良, 导致轴承温度升高。通过检查对中数据、调整对中数据来消除因对中不良导致的轴承温度升高。

(三) 噪音振动大

造成离心泵噪音振动大的原因有很多种, 在这里主要介绍我在工作中遇到的造成离心泵噪音振动大的原因, 主要有以下几点:

1. 所谓气蚀, 是当离心泵开始运行并含有气体时发生的, 因为气体的密度极低, 因此其产生于转子上的离心力也相对较弱, 这导致了叶轮中心区域无法生成足够的压力来吸引位于泵入口以下的水进入泵中, 从而引发无法传输流质的现象。这种气蚀会导致泵体过热、震动增大及噪声上升, 同时也会使输出流量下降, 最终可能导致设备故障甚至破坏, 因此在开启之前务必确保泵体内充满了液体。

2. 某装置新增闭排泵运行时甲板和设备存在高振动的问题, 影响机组正常运行。造成新增闭排泵机械密封和轴承损坏频率高, 备件更换频繁, 维修成本增加。为了确保机器的平稳运作, 该装置依据新增加的闭排泵实况进行了反复的研究和多方的探讨, 并结合了承包公司技术人员的多次实地考察。经过对振动的收集与模拟模型构建后, 他们发现了闭排泵底部的甲板有刚性不够的问题。由于这种现象, 周围的甲板产生了共振, 进而使得设备受到影响而出现超过标准的震动情况。然而, 因为实际情况限制, 大范围的强化构造并不现实。所以我们决定采取局部降低振动的方法, 即增强设备底部的甲板部分结构。

在新增闭排泵底座反底加装焊接工字梁, 对机组结构局部加强, 单台新增闭排泵安装 8 个减震器, 进出口管线焊接加装 2 个减震器, 两台新增闭排泵共安装 16 个减震器, 进出口管线共安装 4 个减震器。振动治理效果明显, 新增闭排泵运行时甲板振动值降低 92%, 新增闭排泵运行时振动值降低

65%, 解决了新增闭排泵振动大的问题。

3. 轴承损坏导致振动变大, 专业检测机构人员在对某装置新增闭排泵 B 泵检测时发现振动数值变大, 通过对振动检测仪频谱分析, 确定是轴承损坏, 通过更换新轴承解决了泵振动大的问题。

(四) 流量不足

存在多种可能原因会导致离心泵的流量下降: 如吸入管路管道漏气; 吸入管路与排出管路之间直接连通^[6]; 例如, 某个设备叶轮遭受严重的腐蚀而造成其输出量减少, 需要替换新的叶轮; 主甲板上的开排泵因为叶轮内被塑料链条或塑料袋阻塞, 使得输出的流量降低, 因此必须清除这些堵塞物; 进水过滤器的堵塞也会影响到排放量的输出, 所以需要对其进行清洁处理; 另外, 如果发现开排泵的叶轮与泵体的间隙太大, 也可能引起流量的不稳定, 此时就需要调整并更换它们间的密封件。可见只要仔细排查不难发现故障原因, 从而找到解决方法。

四、结束语

离心泵在该装置正常生产中起着至关重要的作用, 当离心泵处于不佳状态, 就会使工作效率大大降低, 因此在日常工作中要做好离心泵的维护保养, 才是解决离心泵故障的“良药”。我们需要注意保证泵的润滑状态良好, 流量调节过程平缓, 做好日常巡检和在线检测工作, 问题早发现早解决。

参考文献:

- [1] 姚一初. 热油泵机械密封失效分析与对策 [J]. 云南化工, 2016, 43 (4): 80-82.
- [2] 姚一初. 热油泵机械密封失效分析与对策 [J]. 云南化工, 2016, 43 (4): 80-82.
- [3] 段云跃. 成品油管道主输泵机械密封失效主要原因分析与对策 [J]. 中国设备工程, 2018 (1): 72-74.
- [4] 周明. 双螺杆泵常见问题分析 [J]. 通用机械, 2018 (1): 33-35.
- [5] 潘楚滨. 螺杆泵的工作原理 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [6] 李福天. 螺杆泵 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.