

磁力泵常见故障原因分析及解决办法

齐 浩

中国石油化工股份有限公司洛阳分公司 河南 洛阳 471012

摘要: 某装置磁力泵在日常使用过程中,经常出现不同类型的故障,付出高额维修费用的同时,给安全生产带来了一定的威胁,本文主要从单级卧式磁力泵配件的角度,对近年来的磁力泵故障进行分类统计,分析磁力泵故障原因,并提出解决方法。

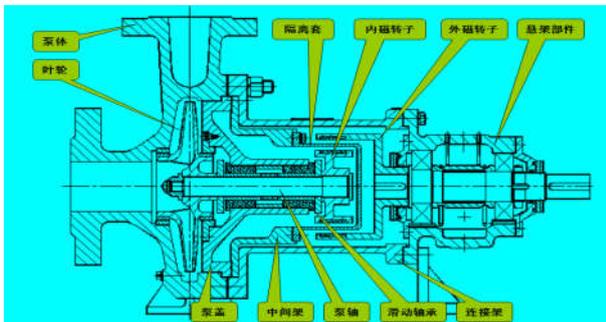
关键词: 磁力泵; 推力盘; 消磁; 原因分析

1 磁力泵简介

近年来,随着安全意识的不断提高和磁力传动技术的日趋成熟,磁力泵的应用范围越来越广,但是,磁力泵在实际使用中出现故障的频率也在不断增加,而且故障后果相对严重,损失较大,所以更多的了解、掌握磁力泵的工作原理和故障原因,对设备安全、平稳、高效的运行有着重大的意义。

1.1 工作原理

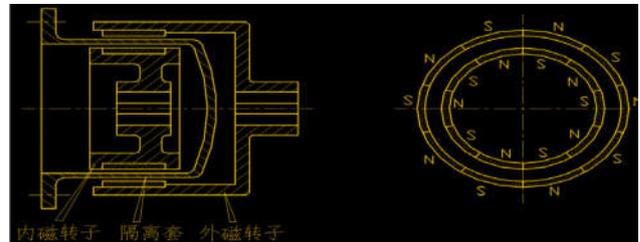
磁力泵主要由泵壳、叶轮、轴、滑动轴承、推力盘、磁力传动器等组成。关键部件磁力传动器由外磁转子、内磁转子及不导磁的隔离套组成。磁力泵是根据永磁体的特性“同极相斥、异极相吸”的原理,利用永磁体的磁力传动实现扭矩无接触传递的一种新型泵,当电动机带动外磁转子旋转时,磁场能穿透空气隙和非磁性物质,带动与叶轮相连的内磁转子做同步旋转,实现动力的无接触传递,将动密封转化为静密封。由于泵轴、内磁转子被泵体、隔离套完全封闭,从而消除了炼化化工行业易燃易爆、有毒有害介质通过泵动密封泄漏的安全隐患。



1.2 磁力传动原理

将多对磁体按规律排列组装在磁力传动器的内磁转子和外磁转子上,如下图,使磁体部分相互组成完整耦合的磁力系统。当内外两磁极处于异极相对时,此时磁系统的磁能最低,当磁极转动到同极相对,此时磁系统的磁能最大。当去除外力后,由于磁系统的磁极互相排

斥,磁力将使磁系统恢复到磁能最低的状态,带动磁转子旋转。



2 磁力泵主要配件故障原因分析及解决办法

某装置有9台磁力泵,输送介质均为碱,扬程在32-175m之间,流量在25-40m³/h之间,介质中含有少量杂质,各泵在入口加装有Y型过滤器,近期发生多起磁力泵故障情况,下面就本装置磁力泵的故障现象进行原因分析及处理。

2.1 隔离套泄漏

2.1.1 点蚀损坏

内磁转子与介质接触并在隔离套内部运转,内磁转子转动过程中势必引起介质在隔离套与内磁转子的间隙中产生旋转流动,如泵输送的介质为碱液或碱渣,隔离套材质为合金钢,介质对隔离套存在一定的腐蚀作用,当介质夹带微量杂质长期在隔离套内高速旋转时,会对隔离套内部产生一定的冲刷作用,虽然在底部增加挡板,对中间位置冲刷情况有所缓解,但周围还是比较严重。本装置已发生1次因腐蚀减薄和冲刷导致的隔离套损坏,造成介质外漏。

解决办法: 提高隔离套材质,选用具有高耐磨性能的材料制作隔离套,这样可以减少对隔离套的腐蚀,延长使用寿命,同时调整底部防涡流挡板的宽度和高度,减少磁涡流的产生,减缓对隔离套的冲刷,同时可以减少热量产生。从流体力学角度出发,重新设计隔离套形式,阻止或避免介质在隔离套与内磁转子的间隙中产生快速旋转涡流,减少对隔离套的冲刷。

2.1.2 焊缝开裂

此前,本装置磁力泵所用的隔离套均为焊接制造,焊接质量成了隔离套寿命长短的一个主要因素,本装置近期有5台磁力泵出现隔离套位置泄漏,其中4台为焊缝处泄漏。

解决办法:要求厂家提高焊接质量,焊后进行热处理,并进行100%无损探伤,能够检测焊缝内部缺陷,在进行产品供货时提供相应检测报告和合格证;与厂家沟通,提议采用整体锻造或者冲压的方式进行加工,避免产生焊缝,这可能会增加制造成本,提高隔离套采购价格,但实际使用相对较为安全,需要整体权衡;选用非金属材料,不会出现焊缝。

2.2 滑动轴承损坏

磁力泵的滑动轴承靠内部介质及其本身润滑,没有外部润滑介质,所以对输送介质要求较高,首先不能携带铁磁杂质或大颗粒杂质,否则会对滑动轴承产生严重磨损;其次对配合间隙也有一定要求,滑动轴承间隙建议在0.6-0.7mm左右,间隙太小容易造成滑动轴承的磨损加剧,产生大量热量,当热能不能及时被带走或长期紧密摩擦时,会导致滑动轴承的快速损坏,一旦滑动轴承损坏,可能导致机泵抱轴,造成机泵严重损坏,因此,磁力泵对介质及检修质量要求较高,需要在日常运行和检修时加倍关注,提高磁力泵滑动轴承的使用寿命。

解决办法:在泵入口加装40-60目过滤器,过滤除去介质中大颗粒的杂质,而且需要定期清理,防止出现过滤器堵塞造成磁力泵抽空,磁力泵抽空会导致轴承失去润滑,同时转动过程产生的大量热量无法被带走,造成磁力泵快速故障;检修安装时要精确测量间隙,把误差控制在最小,将磁力泵检修的间隙测量作为检修的A级质量控制点进行管理,重视回装质量;当输送碱液等易结晶或沉淀的介质后要及时冲洗,方法是:停泵后向泵腔内灌注清水,运转1min后排放干净;根据不同的输送介质选择不同的滑动轴承材质,工程陶瓷具有很好的耐热、耐腐蚀、耐摩擦性能,所以磁力泵的滑动轴承可采用工程陶瓷制作,但工程陶瓷脆性大且膨胀系数小,所以轴承间隙不得过小,以免发生抱轴事故。

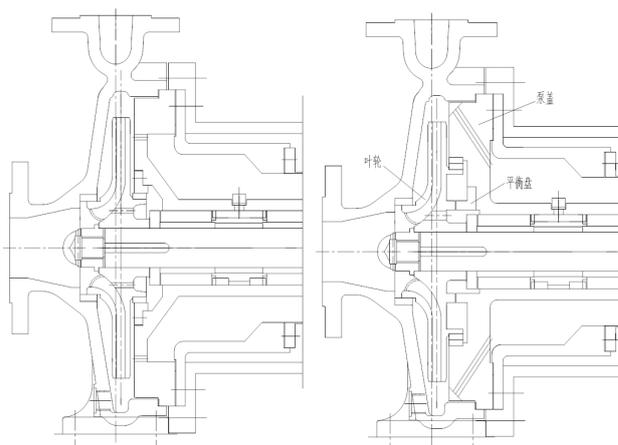
2.3 推力盘碎裂

本装置磁力泵推力盘材质一般为硬质合金,滑动轴承材质一般多为SiC,当推力盘与滑动轴承接触时,首先磨损滑动轴承,推力盘一般不会损坏,但本装置磁力泵P702B近期出现推力盘损坏现象。

当P702B刚开始启动时,约2分钟,即发生泵轴卡死现象,立即停泵检修,拆开发现叶轮侧滑动轴承和推力

盘损坏,叶轮背部出现大的凹坑,经过测量发现叶轮背部口环与泵盖的间隙0.5mm,正常为0.3mm,叶轮前口环间隙0.29mm正常。所以判断为泵轴向力平衡系统被破坏,泵叶轮向后轴向力过大,造成推力盘与滑动轴承频繁或持续接触,产生过高热量无法快速带走,从而造成推力盘碎裂。

解决办法:对滑动轴承的间隙进行重新精确测量,将轴承间隙控制在合格范围内,经与泵厂家沟通,将泵叶轮及泵盖进行了相应改型,改造前后对比图片如下。



改造前泵的结构

改造后泵的结构

改造内容为,改变叶轮背部结构,增加一平衡盘,从而在叶轮背部形成一个密封腔,当刚开始启泵时,整个转子会产生向后的轴向力,此时平衡盘与叶轮背部的间隙变小,此密封腔体积减小,过流减少,叶轮背部压力上升,从而产生向前的轴向力,推力盘与叶轮背部的间隙变大,此密封腔体积增大,过流增加,此时叶轮背部压力下降,再次产生向后的轴向力,如此反复,最终实现一个动态平衡,此平衡在开泵后会迅速建立。这样能更好的平衡轴向力,减少推力盘与滑动轴承的频繁接触,降低推力盘故障率。

2.4 磁转子消磁

近年来,磁力泵磁转子消磁的相关事件已经屡见不鲜,相对来说,磁转子的价格较高,维修一次费用也相对较高,所以非常重视对磁转子的保护,避免消磁情况的发生。磁力泵在正常操作条件下,基本不存在随时间推移而老化的现象。但当泵超载、堵转或操作温度高于磁转子许用温度时就会发生消磁。因此,磁力泵在操作时应注意以下几点:

a.泵运转时,必须用少量的液体对内磁转子与隔离套之间的环隙区域和滑动轴承的摩擦副进行冲洗、冷却,其流量通常为泵设计流量的2%-3%,内磁转子与隔离套

之间的环隙区域由于涡流而产生高热量。当冷却润滑油不够或冲洗孔不畅、堵塞时,将导致介质温度高于永磁体的工作温度,使内磁转子逐步失去磁性,使磁力传动器失效。

b.当磁力传动器的从动部件在过载情况下运行或转子卡死时,磁力传动器的主、从动部件会自动滑脱,保护机泵。此时磁力传动器上的永磁体在主动转子交变磁场的作用下,将产生磁损,造成永磁体温度升高,磁力传动器失效。本装置P702B推力盘损坏的同时造成了机泵转子卡死,同时导致机泵磁转子消磁,被迫进行更换,大大增加了设备检修费用,增加了机泵故障率。

c.严禁空转和介质抽空,保证磁力泵的实际流量不能低于该泵的最小流量(安全流量),在出口阀关闭的情况下,泵连续运转时间不得超过2min,以防磁力传动器过热而失效。

d.所有流体输送泵,在工作时均可能出现汽蚀、过载、低流量、零压头、无流量等故障,特别是无人值守的工况,一旦发生故障将造成重大损失,磁力泵一般输送的都是不可大量外漏的介质,所以现场进行临时操作时严禁离人,以免造成机泵故障时不能得到及时处理,造成更大的经济损失,例如机泵抽空后如不及时停泵,可能会造成磁转子过热而消磁。

由此得知,温度过高是造成磁力泵磁转子消磁的主要原因,所以找到产生温度过高的主要原因就找到了问题的根源。由于输送的介质来源是固定的,不会有太大温度波动,所以,温度过高主要是机泵工作时产生的,产生的热量不能及时带走时,导致机泵温度过高,造成磁转子消磁。

针对以上几种情况,除了在操作上制定规章制度以外,还可以采取不同的应对办法进行解决,在必要的情况下,对于一些连续运转的高危机泵,可以增加辅助设施,来达到实时监控的目的,这种技术在部分磁力泵上已经得到了很好的应用。

a.在磁力泵隔离套外表面装设铂电阻温度传感器检测环隙区域的温升,以便温度超限时报警或停机。温度传感器输出的仅仅是一个随温度变化的电阻信号,需要配

套一台测量仪表来显示温度及设定报警限值,报警值可以设定在比入口介质温度高10~15℃。

b.功率监控器是一种以微处理器为基础的数字式综合型负荷监视控制保护装置,通过采集电流、电压,进行运算电动机功率P,此数据既作为功率保护参数也可显示,电动机在运行中,功率如超过上限设定值或低于下限设定值,输出继电器断开,机泵停机,对泵实施高可靠性保护。泵在运行过程中,其电功率始终与被输送液体的流量及密度呈线性比例关系,根据流体力学原理,泵电机功率P值的大小可以反映出泵的实际流量,对泵电机功率的监控,可以有效提高泵的保护精度和灵敏度。

c.磁力泵输送介质温度超过规定时,需由外部提供冷却,如设置隔热腔,腔内注入压力高于密封压力的冷却液,冷却内磁转子和轴承;也可采用带夹层的隔离套,夹层内通入冷却液;或泵体设置冷却夹套或冷却盘管等。但结构复杂,成本较高。

3 结论

如今,在化工厂里,磁力驱动泵已经是非常常见的机泵形式,它凭借着高稳定性、可靠性等优越条件,已经逐步被广泛应用,但随之而来较高的维修费用也让很多人对其“敬而远之”,但如果掌握了磁力泵的故障原理,能够分析出磁力泵故障的根本原因,并提前采取应对措施,注重磁力泵的日常运行管理和检修工作,按规程操作,降低磁力泵的故障率,那么它的优势将会非常明显。本装置通过对磁力泵P702B的改造,目前运行非常平稳,对其他磁力泵也采取了相应措施,磁力泵的故障率大大下降,降低检修费用的同时,避免了高危介质大量外漏,消除了磁力泵运行的安全隐患。

参考文献

- [1]宋扬.磁力泵内磁钢消磁原因分析及改进[J].中国石油和化工标准与质量, 2011, (09):101.
- [2]赵克中.磁力驱动技术与设备[M].北京:化学工业出版社, 2004: 113-115.
- [3]曹卫东、朱荣生.卧式磁力泵轴向力平衡及回流孔设计[J].流体机械, 2006, 34(01): 43-46.