

多级卧式离心泵故障分析及处理

张 敏

(宁夏红寺堡扬水管理处, 宁夏 中卫 755000)

摘 要 离心泵是一种常见的流体动力性设备, 它是由液体在一定压力条件下通过叶轮的作用而形成的具有旋转运动性能的机械结构。它可以在高温、高压、粉尘或其他恶劣环境下工作, 并能保持其正常的性能和可靠性, 具有效率高、压力低、体积小等特点。社会的发展和工业技术的进步对离心泵的要求也越来越高, 因此对其可靠性和使用寿命的研究就显得尤为必要, 本文针对离心力原理及常见的故障进行分析, 深入研究相应的解决措施, 以期对相关行业发展提供帮助。

关键词 多级卧式离心泵 窜量调整 轴承配合

中图分类号: TH31

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)03-0007-03

1 多级卧式离心泵理论基础

1.1 多级离心泵简介

随着社会的发展和科技的进步, 人们对生活质量的要求不断提高, 离心泵的应用范围也越来越广, 使其在工业、农业、医药等行业中都有广泛的使用价值。多级离心泵是一种新型的无叶轮式叶轮, 它由两个叶轮组合而成, 其中一个为单轴旋转叶片, 另一个为双轴旋转叶片, 当转子转速较高时可以通过调节每个叶轮的高度来改变离心力。多级卧式离心泵具有结构简单、易于制造、制造成本低、可靠性高等优点, 但由于其工作环境恶劣, 在运转过程中会产生大量的热和噪声。因此对于一些特殊的工况, 例如高温, 腐蚀性气体污垢有毒物质, 粉尘易燃易爆的液体等, 需要定期进行维护。

1.2 离心泵的水力特性

(1) 离心泵的叶轮和蜗杆的转速较高, 在叶轮的转动过程中, 由于蜗杆的高速旋转会使其压力作用在蜗杆上, 这样会使其温度升高, 当温度达到一定程度时液体就会凝固, 当它的速度大于能量的传递时它就会从蜗壳中出来, 从而形成一个循环, 这个时候因为流体具有的粘性, 所以它的动能转化为热能, 因此可以提高效率。(2) 离心泵的叶轮和蜗轮的直径比较大, 通常情况下叶片与水的接触面积较大, 同时在轴向的方向有可能受到水平或者垂直的外力, 这都有可能导导致轴向变形。(3) 离心泵的叶轮表面粗糙度比一般斜面的表面要大, 并且容易出现污垢。如果发生了泄漏, 那么将会造成严重的后果: 一方面它会影响到设备的使用寿命; 另一方面还会对环境产生污染。

1.3 离心泵的流动特性

在离心泵的运行过程中, 其内部的流体流动是非常复杂的现象(如流道内的气体压力和温度), 这些因素都会对泵的正常工作的产生影响, 因此必须对其流动特性进行分析: (1) 叶轮的直径比叶轮的轴径小, 这样就会导致离心力的作用力增大, 从而使叶轮磨损加剧, 严重时可能引起喘振; (2) 当转速较高时, 叶片与压盘的接触面积较大, 压盘的摩擦力也很大, 此时容易出现喘振。当速度较低时, 压盘的寿命又很短, 所以喘振的发生是不可避免的, 但若在高速运转下, 由于气流的紊动, 则有必要增加压紧板的厚度来防止喘震; (3) 离心泵的出口比一般的大一些, 它的入口容积大小不一定要大, 如果流量太大, 那么排气的效果反而不好, 甚至还会引发排气中断。

2 多级卧式离心泵故障分析

2.1 窜量调整不合理引起机封泄漏

由于离心泵的工作条件恶劣, 在运行过程中难免会出现窜量调整不合理的现象: (1) 当泵的转速过低时, 离心力压缩机的压力就会下降, 导致润滑油液面降低, 从而使压差变大, 这样就容易造成漏液和流道堵塞; (2) 若水的比降不大于 0.5%, 那就说明因为流体流动的阻力太大而使其粘度变小, 因此要对其进行适当的调整, 若是低于 0.02% 那就要调节到合适的黏度; (3) 若是含水量较高, 则一般都需要调小或减少进水口的出口位置, 以避免因含水量升高而引起的漏料。^[1]

2.2 振动引起机封磨损泄露

因为离心泵的振动频率高, 所以在正常工作的时候会产生大量的热和噪声, 这些热和噪音都会对设备

造成严重的损坏以至于发生故障：(1) 叶轮的设计不合理。由于叶轮的结构原因，在叶轮的内部有很多的间隙存在，导致了流体的流动速度过快，从而使气体的压力降低，就容易出现泄漏现象；(2) 压盘的应力不够，使得压盘的表面发生形变，这样就很可能引起形变的进一步扩展，最终使其性能下降。如果压盘的材料太差或者是制造工艺的不理想，都将加速其弹性变形，最后又会引起形变；(3) 主轴的稳定性较差。当轴的转速超过一定值时，轴上的摩擦力也随之增大，润滑油的黏度就越低，动平衡性越差，动静相互作用的力也越大，这将增加轴承的热负荷，加剧轴承的疲劳破坏，同时还会影响到其他零件的使用寿命。^[2]

2.3 泵体加工制造质量不过关

加工过程中加工材料的质量会直接影响到压铸机的使用寿命，因此在压铸时要严格控制好原材料的质量和加工制造质量：(1) 在压铸前，要对原料进行预热处理，防止因高温而使其发生变形，从而造成不必要的损失；(2) 在压铸前，应检查其表面是否存在裂纹、砂眼、孔隙等缺陷，如果有这些问题应及时更换，以保证压铸机的正常运行。同时还要注意不要把压力室的水箱盖拧紧，以防水箱内的水流入泵体，导致压力室的密封圈遭到破坏；(3) 对轴承的润滑也是至关重要的环节之一，因为它可以减少摩擦降低热量，提高耐磨性，延长设备的使用年限。但是由于轴承的间隙过小，会使轴承的耐磨性变差，所以必须选用合适的润滑油，否则会因过松而损坏零件。

2.4 轴和轴承的配合精度不达标

轴和轴承的配合精度不达标是离心泵故障的主要原因之一，具体表现有：(1) 轴的过盈变形；(2) 轴承的间隙过盈或放松；(3) 装配质量差。

解决这个问题的方法是：在轴的设计中，应尽量避免出现一些小的偏差，如在轴的两端盖上加工孔应注意孔的深度和螺栓孔的位置。或在安装后，将其放在轴承的装夹中，以保证其刚度，减少因装夹而引起的窜油现象，此外还可以通过调整轴承的间隙来消除由于间隙过大而产生的松弛。另外还可采取适当的补偿措施，以减小因弹簧的弹性变形所造成的影响。例如：对锥面的表面进行磨削，使之光滑，或者采用较低的磨削量，来提高锥面上的摩擦系数从而降低因磨损而导致的窜油的情况发生。^[3]

2.5 密封材料不合适，导致磨损严重出现故障

目前，离心泵的密封材料主要有橡胶、塑料和玻璃等。其中以橡胶的摩擦效果最明显，但是由于其价

格昂贵，并且在使用过程中容易老化，所以在日常的维护中一般都要更换新的密封胶。而对于多级卧式离心泵来说，它本身的密封性能就比较差，而且在运转的时候也会出现磨损从而导致轴承的损坏以及润滑油的泄露等问题的发生。另外，因为其自身的结构特点，它也会造成磨损的现象出现。此外，这些材料的耐热性较差，因而当温度过高时，它们就会产生高温，如果这时不加以注意，很可能还会引起火灾。离心泵的外壳和主轴的表面没有足够的强度和刚度，因此很容易被腐蚀进而使轴的变形加剧，最终引发故障。

2.6 施工人员缺乏专业性

部分操作人员对技术知识的理解不透彻，导致在设备的维护和保养过程中出现了问题，从而造成了故障的发生。还有的操作人员在工作时，没有按照标准的程序进行，或者是不按正确的步骤去执行，导致机器的故障率增加。(1) 粗心大意，对技术指标的不熟悉，会使效率降低，影响生产。(2) 技术人员的业务水平不高，会使其操作错误，导致故障的产生。还有的人认为只要把零件的毛刺清理干净就可以了，实际并非如此。这些都是由于他们的疏忽大意，没用足够的时间和精力去学习新的专业技能和新的理论和方法，以及缺乏实践经验导致的。

3 多级卧式离心泵故障分析及处理

3.1 半窜量的调整

半窜量的调整是离心泵故障分析中的一个重要部分，主要用于对离心泵的维修诊断：(1) 由于离心力作用，当叶轮与压盘间的相对速度大于一定值时，压盘的转速会逐渐降低，此时压盘的转角会增大，这样就可以通过调节转角的大小来解决；(2) 由于离心泵的工作环境恶劣，在运行时泵壳和轴承的温度很高，所以会出现异常的运转情况。这样的话我们就需要调整润滑油的粘度，从而保证其稳定地进入到离心泵内；(3) 当流体进入多级卧式离心泵的壳体后，通过改变壳体的位置来实现对液体的有效控制，如在壳体内部设置一个可调节的液位差，使其保持在正常值范围内；(4) 当输送的流体速度过快，而又没有及时地进行处理，则容易引起液体的流动方向偏移以及偏析，这时就有必要对其采取一定的调整措施来解决。^[4]

3.2 动静环高低的调整

调整环的设置是为了保证离心泵的正常运转，在调整环的过程中，要注意以下几点：(1) 调整环的位置要选择离心力的中心线附近，这样可以使它的转速稳定，同时还能够减少离心泵的磨损量。(2) 调节

环的大小也很重要,一般情况下,会选用圆形地或者方形的固定式的盘子,来对盘子的旋转方向进行控制。但是也有例外,如果是矩形的盘子,那么它的直径就会变大,所以在转动的时候阻力也会变大,从而影响到轴向的压力和速度。而当使用摇动摇杆时,摇杆的摆动幅度必须大于其半径的一半以上,否则的话,当摇杆的长度超过了一定的数值后,就容易出现卡死的现象了,这时就要用砂轮来代替。^[5]

3.3 转子窜量的改进

转子窜量是离心泵故障分析中的重要参数,它主要是由于转子在运转时转速较高,惯性力较大,导致转子在机头内的压力差过大,从而造成动平衡问题。针对上述的影响因素,本文对离心泵的转子进行了改进,以减少其漏油现象:(1)增加了定子的刚度,减小了定子与静叶的间隙;(2)采用双螺杆的紧固方式,使静叶的转矩变大,同时也增大了动叶的漏油率;(3)在转子的运行过程中当转矩变小时,定子与静叶片的温差会逐渐加大,而转矩的变化又会进一步地放大压差,因此需要对轴承的预紧力和推力要求比较严格,预紧力的大小要控制好,这样可以有效地降低动轮的温差提高压气机的寿命。而对于转矩的调节则要通过改变弹簧的预拉应力来实现,预拉应力过大则容易引起喘振。

3.4 轴承跑内圈的处理

轴承的润滑是保证轴承正常工作的重要部分,如果轴承的温度过高,会造成其断裂或变形,从而影响其寿命,甚至导致轴承的损坏和崩溃:(1)在轴承的外圈处,应加一层油毡或尼龙,以防止由于油毡的热膨胀而使其松动;(2)在滚动体的内控处,应采用补油塞,以避免因不加油的原因而使内部压力急剧上升;(3)当轴向移动时,可适当减小压紧的力度轴向方向过粗,则可能会引起振动产生噪声,因此要及时更换新的压紧垫片,同时也要注意调整压紧垫片的厚度和螺栓的位置等;(4)当轴向发生轻微的形变时,可选用调质合金铸铁制成空心球波纹钢。这种铸铁具有较高的硬度、良好的耐磨性、抗疲劳强度高优点。但它的缺点是加工困难、成本高、维修不便,因此一般不推荐用此材料。^[6]

3.5 泵体密封圈的改进

针对离心泵的密封圈,可以采用橡胶材料或塑料等。在设计的时候要考虑到离心泵的工作环境,尽量避免在恶劣的条件下使用,因为这样会导致摩擦力的损失增加,需要对密封圈进行改进,使其具有更好的

抗磨损性能,同时还能减小噪音。为了防止水进入叶轮,应在叶轮与隔板之间加入一层软性的石棉油皮,以此来提高叶轮与隔板的接触面积,从而减少水的腐蚀和堵塞。由于软性的石棉油皮很容易被压缩,因此应该对其添加防锈剂,以延长它的寿命。而硬质石棉油皮,则不致被压缩,因而也不能完全地堵住它的边缘;而软质石子,则是耐磨、耐高温,而且不透气,能达到很好的吸振效果。另外,还得加进填料以改善润滑,降低噪声。

3.6 机械密封与轴承的更换

机械密封是防止机械零件与部件之间摩擦生热,从而影响其寿命和可靠性的重要措施之一。轴承是离心泵的关键部分,它直接承受着轴向压力,因此要定期对轴承进行检查,并及时更换润滑脂,以延长轴承的使用年限。(1)轴承油中的油脂应保持干净,以免油污、杂质等进入轴承,造成堵塞。(2)应采用防尘、防锈的材料或其他易磨损的合金制造的轴承外圈,如铁基环氧烷,内圈用橡胶卡环或涂布层等。(3)在轴与壳体的连接处,需用螺栓将其固定,以防因接触不良而损坏。如果发现密封表面的漏油,需立即拧紧密封胶皮带的螺母,拧紧密封胶皮带的螺钉,使已封胶皮带上的堵痕消失。

4 结语

本文深入研究了离心泵的故障诊断,首先介绍了离心泵的基本结构和工作原理,然后对其进行了简单的故障分析,包括叶轮磨损、叶轮盘损坏、轴向变形等,最后对离心泵的常见故障、解决方法以及排除措施做出了总结。

参考文献:

- [1] 刘起超,周云龙,梁超,等.离心泵运行状态在线监测与故障诊断装置研制与应用[J].热力发电,2019,48(01):30-35.
- [2] 李廷荣.浅析多级卧式离心泵故障分析及处理[J].石化技术,2019,26(08):198-199.
- [3] 唐拥军,熊生勇.多级卧式离心泵故障分析及处理[J].设备管理与维修,2016(03):88-90.
- [4] 郭琦,刘丹妮,高宏宏.浅析多级卧式离心泵故障分析及处理[J].中国设备工程,2021(14):76-77.
- [5] 徐留军.探讨卧式多级离心泵的检查及维修[J].科技资讯,2013(21):91.
- [6] 赵旭凌,周云龙.基于LabVIEW的离心泵在线监测与故障诊断系统设计及应用[J].东北电力大学学报,2017,37(02):66-72.