

某装置单级悬臂离心泵振动原因及处理分析

李俊庆 霍世栋 刘武 苏飞
(中国石油独山子石化公司设备检修公司 新疆 独山子 833699)

摘要: 某石化公司炼油厂中间原料装置由于下游生产装置工艺参数调整,有多台原料输送泵及环保鼓风机只能在小流量,憋压工作状态下运行,这些设备在运行中都出现设备振动速度值超标,在振动监测频谱中均出现了与叶轮流道有关的振动特征频率,设备现场振动均表现出驱动端轴承部位振动增大而且该部位水平方向振动明显大于垂直方向振动。
关键词: 振动超标; 振动监测数据; 小流量; 工作频率; 叶轮流道

1 基本概况

某石化公司炼油厂中间原料装置,主要负担炼油厂下游深加工装置的原料输送供给,负责给蜡油加氢、催化柴油加氢等装置输送原料等。在实际运行中,由于下游装置转产,限产等等工艺调整,该装置需要调整原料供给量,这就会造成设备运行工况的改变,从而影响设备的运行状态。2020 年 3 月 14 日和 16 日班组在日常巡检监测中陆续发现该装置两台单级悬臂离心油泵 P-10、P-22 振动监测数据超标。

根据 GBT29531 振动标准,泵的振动级别分为 A、B、C、D 四级。中心高 225~550mm,转速 1800~4500r/min 的泵属于第三类设备。

这两台泵均为第三类,设备允许的运行振动标准为 B 区不超 4.5mm/s (注: A 区 - 新交付使用的泵,应达到的状态或优良状态;B 区泵可以长期运行或合格状态;C 区泵尚可短期运行但必须采取相应补救措施或为不合格状态;D 区为泵不允许运行状态),而在 3 月 14、16 两日这两台设备驱动端轴承部位振动监测数据分别为: (3.14 日) P-22: 水平 5.7mm/s、垂直 3.2mm/s; (3.16 日) P-10: 水平 4.81mm/s、垂直 2.5mm/s。设备驱动端水平振动烈度均超过设备可以长

期运行的合格状态。所以就对这两台设备的振动原因进行分析和判断,从而找出解决办法。

2 原因分析

2.1 数据分析

2.1.1 基本数据查询

我们分别调取了这两台设备的振动监测状态监测数据,P-22 该泵从 19 年 10 月至 2020 年 3 月 12 日基本隔一月运行在 2020 年 3 月前设备运行平稳。设备振动在标准范围内平稳波动。3 月 12 日,班组监测发现泵驱动端部位轴承水平振动值 3Hv 在 3.2~5.8mm/s 范围内有规律波动 (如下图 1)。

泵 P-10 前期一直作为备用泵停机备用,3 月 16 当天切泵运行泵前驱动端轴承振动超标。

2.1.2 振动数据分析

分别查看两台设备驱动端水平、垂直振动监测波形图及频谱图。图 2、图 3 是 P-22 驱动端振动监测波形频谱图。

从 P-22 的波形图中可看出波形杂乱不规整,一个周期中有很多的小的振动冲击说明该泵运行中冲击较多,波形中有非常明显的突出波峰,在频谱图中可看出振动冲击主要以 3X 倍频为主。(该泵转速为 2980,则该泵的转频 X 为 X=50Hz) 而三倍频在设备监测频率中为非典型的设备故障

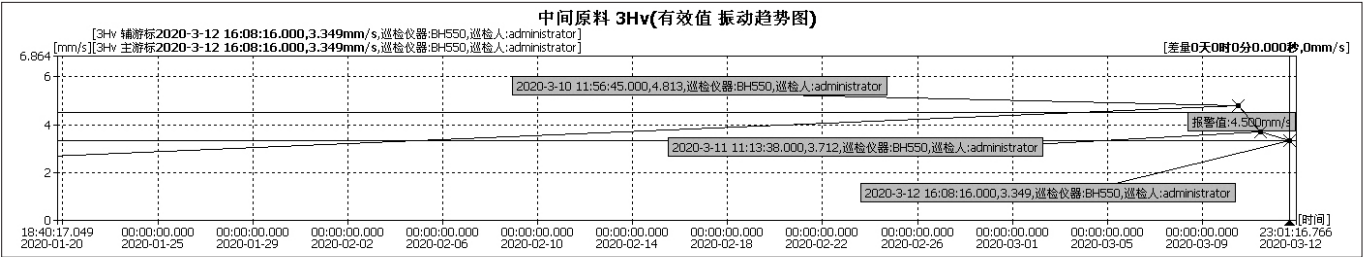


图 1 振动趋势图

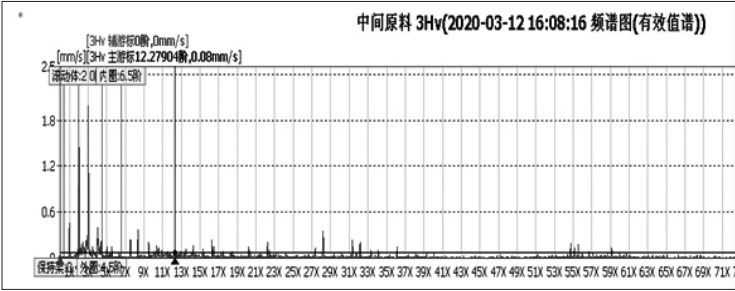


图 2 驱动端水平振动波形图

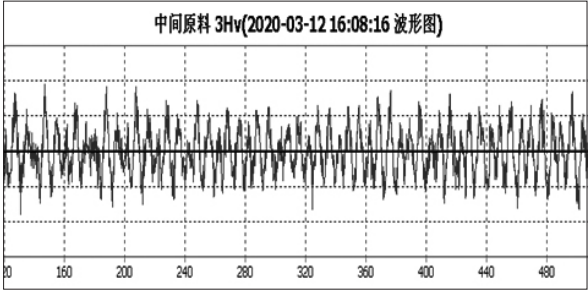


图 3 驱动端水平振动频谱图

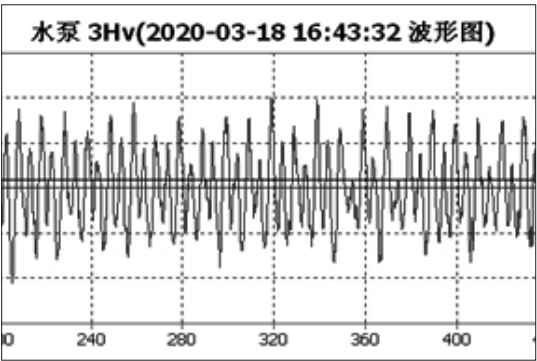


图 4 驱动端振动波形图

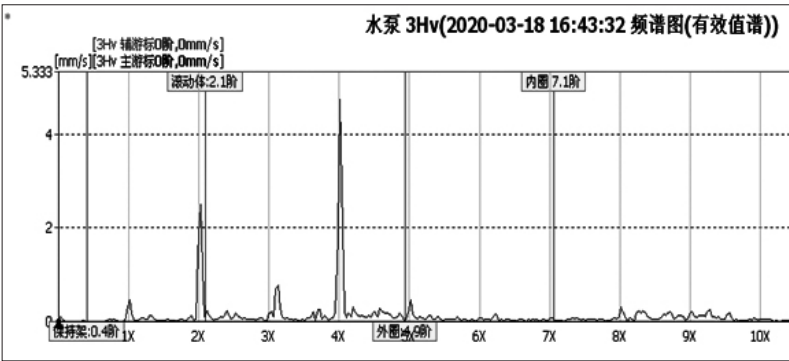


图 5 驱动端水平振动频谱图

振动频率。

泵 P-10 驱动端水平振动监测波形图 4 中看出该泵振动冲击波形很干净,说明该泵振动冲击频率不多,频谱图 5 中可看到只有四个明显的冲击频率,其中以 4X 倍频为主(该泵转速为 2980,则该泵的转频 X 为 $X=50\text{Hz}$)而四倍频在设备监测频率中也是非典型设备故障振动频率。

结合以上数据分析,两台设备振动部位振动冲击频率均已非典型设备故障频率为主,我们可以初步判断该装置两台设备振动超标与设备本身故障无关,而在振动监测波形频谱记录中出现的 3X 及 4X 倍的非设备典型故障频率到底是从哪来的哪?

3 现场勘察

继续查找两台设备振动监测波形频谱记录里的非典型故障频率到底是什么原因引起的?两台设备振动改变的时间点很接近,而且两台设备处于同一装置同一泵房。很有可能设备振动与工艺变化有关,与工艺技术人员进行对接得知,三月份由于下游加氢装置两套装置限产,原料需求降低,该装置外输原料量降低了 40%,而这两台泵正好就是加氢装置原料输送泵。这下我们可能肯定这两台设备振动与工艺变化有很大关系。对两台设备进行现场查验发现泵 P-10、P-22 入口无异常,但是出口阀开度均很小,开度不足整体开度的 30%,两台设备均处于小流量憋压运行。这时我们就可以肯定该装置两台设备振动值偏高与设备小流量憋压运行有关。

4 振动原因分析

4.1 受力原因分析

根据单级悬臂离心泵结构图(如图 6)所示,如果离心泵出口开度过小,输送介质会在泵腔产生憋压,泵腔压力升高。

正常运转过程中叶轮旋转时叶轮流道也会与介质接触产生冲击,但是泵设计时就考虑到这种冲击,会使用各种手段平衡掉这部分冲击。而一旦改变工况就会破坏这种平衡,这时就会产生一个平衡之外的作用力给叶轮,对叶轮造成冲击。而这个冲击的频率正好就是叶轮流道的数目 $A \times$ 泵旋转频率 X ,所以我们在这两台设备振动监测波形频谱记录中看到的非设备典型故障频率就应该是设备的叶轮流道通过频率。

4.2 驱动端振动值的差异表现分析

根据上面悬臂离心泵的结构图,我们可以看到当泵体内压力升高时,叶轮会受到一定的额外轴向作用力,而泵驱动轴承正是使用的轴向推力轴承,所以驱动端受轴向作用力比非驱动端要大;同时悬臂因为泵自身结构,泵体驱动端刚性没有非驱动端刚性大,转子一旦受到额外作用力时由于驱动端刚性比非驱动端刚性差,所以驱动端的振动监测数值比非驱动端高。由于以上两个方面的原因导致单级悬臂离心泵一旦转子叶轮受到额外的作用力时,驱动端振动值会大于

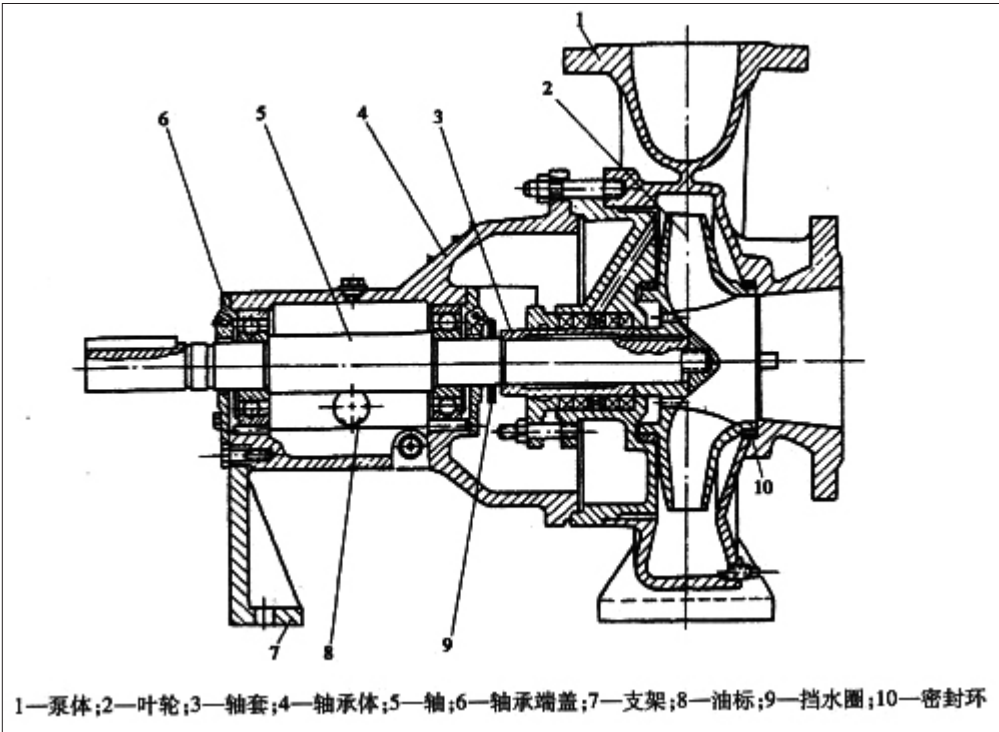


图 6 悬臂式离心泵结构图

非驱动端振动值。

而驱动端水平振动大于垂直振动的原因依然与悬臂式离心泵的结构有关,根据上图6可以看出悬臂离心泵驱动端垂直方向有一个刚性支撑,但是水平方向没办法加装支撑,所以一旦设备受力振动,驱动端垂直方向受刚性支撑的约束振动变化会很小,但是水平方向的作用力没有约束,所以水平方向的振动会表现的更加明显。

5 解决措施

要解决该装置两台设备的振动问题,根据上述数据采集分析及受力原因分析,我们提出以下解决措施

(1) 调整工艺,减少设备憋压,降低设备受力。

(2) 提高泵体驱动端刚性,在泵体驱动端加装水平支撑。

(3) 暂时不做处理,加强监测,待工艺恢复正常后根据情况决定是否实行第二条方案。

结合现场及生产实际情况,两台设备振动值没有继续增大迹象,我们决定暂时不做处理等到工艺恢复正常后视设备运行情况再做相应处理。

6 后期运行情况

(上接第75页)

时与国际接轨。加强检验人员专业技术培训,使其熟练掌握当前主流检验技术。利用新型检测方式与检测材料,对起重机进行全方位的检验,最大限度降低安全隐患。同时,在检验时一定要严格按照国家制定的规章制度来执行,严格执行好三项检验制度和验收签字程序。对于仪器设备具体指标(如量程、准确度、灵敏度等)都要进行严格审核,确定符合国家检验标准以及相关安全规定后方可使用。针对桥门式起重机受外界因素影响较大的问题,检验人员在开展检验工作前一定要确认外界环境对起重机操作安全性没有直接影响,确保检验工作过程安全。另外,要注重检验细节处理,对于关键节点要加强控制。二是提升检验人员素质。检验工作最终决定权在于检验人员,因此,高素质的检验人员是有效完成检验工作的关键。要加强检验人员的专业技术水平和职业道德培训,提高其专业技术水平,提升其职业道德素养。

3.2 强化资料完整性

检验时,一定要结合实际情况,严格按照检验结果做好相关记录,对于桥门式起重机的额定起重量、生产编码以及生产厂家等信息要予以标示,明确桥门式起重机工作等级类别,做好施工台账管理,特别是故障台账,完整的故障台账是查找问题的重要依据,施工人员一定要做好实际施工情况记录和核查工作,在后期检验时可以提供相关设备管理记录和数据信息,部分起重机存在设计变更,资料保管人员需要将制造单位或设计方同意签发的设计变更文件做好存档处理。

3.3 严格安装工艺流程

在起重机的设计安装时,一定要严格按照设计标准来实施,实现对设备与人员的安全保护。要选择稳定可靠的平

我们决定对该设备不做处理,加强日常监测巡检,确保设备运行平稳,两月后工艺恢复正常后,设备驱动端振动值恢复到B区运行。

7 结语

化工设备种类繁多,单级悬臂离心泵是其中应用最广泛的设备,其运行中会出现各种各样的问题,而设备振动对设备的影响非常大,同时设备自身故障引起的振动会以特殊的波形频率显示出来,这时我们就需要使用合理的科学有效的振动监测手段对振动原因进行细致的分析,找出引起设备振动的最根本原因,再根据原因做出相应的对策和合理的处理措施。同时对于一些同类工况的设备我们可以从相同的角度出发去查找原因、分析处理。这样就能提高我们的工作效率,减少不必要的工作。

参考文献:

- [1] 姚新华,何耀辉.立式离心泵电机滚动轴承故障振动分析诊断[J].设备管理与维修,2011(2):19-22.
- [2] 于红.离心泵滚动轴承故障诊断方法研究及应用[D].北京:中国石油大学,2008.

台来进行相关安装工作,针对不同的地形条件,制定具体安装方案。一是要打好地基基础,以确保桥门式起重机运行安全,需要严格检查其安装基础,使其部件安装、结构安装都符合国家标准,避免安全隐患发生。二是留足安全距离。在起重机安装时一定要充分考虑与周边建筑物或者高压线之间留足距离,防止安全事故发生。三是科学设置防护装置,严禁工作人员私自拆除,提高起重机安全系数,满足设计方案需求。

3.4 注重安装偏差控制

要想有效解决起重机啃轨问题就要严格把好起重机轨道安装关,使得安装好的轨道偏差值符合标准,还要注意车轮和轨道安装时的同向性。同时,在起重机电机选择上应当选用同型号、同厂家的电动机,确保转速、功率一致性。

3.5 健全电力系统

一是要认真研究设计图纸,保障接地保护装置科学合理设置,发挥接地网保护作用,提升起重机整体运行效果。二是设计时要做好总线路接触器的设计,安装时严格按照设计图纸执行。

4 结语

桥门式起重机的检验工作过程中会遇到各种问题,需要相关工作人员高度重视、逐一解决,保障桥门式起重机安全运行,为企业发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 成小周.桥门式起重机检验中存在的问题及建议研究[J].内燃机与配件,2020(02):158-159.
- [2] 黄斌,席东青.分析桥门式起重机检验中遇到的问题及解决措施[J].化工管理,2019(36):154.