

离心式风机基础共振的诊断及处理

范文龙 (中国石化乌鲁木齐石化公司设备检验检测院, 新疆 乌鲁木齐 830019)

摘要: 炼油厂精制车间新建项目的两台离心式风机安装完成后开机振动超标, 通过现场采集设备壳体振动数据并进行分析和诊断, 最终判断振动超标是因为风机转子不平衡故障和基础的刚度不足导致。通过加强基础刚度和对转子进行现场动平衡校验, 成功地消除了振动故障, 使两台风机安全平稳运行, 装置顺利验收。

关键词: 离心式风机; 振动; 动不平衡; 基础刚度

1 设备概况

乌石化公司炼油厂精制车间硫磺回收装置新建的环保项目在验收前期试车过程中发现关键配套设备——K301A 和 K301B 两台离心式风机振动严重超标。通过现场振动监测发现两台风机振动特性相同, 均是冷态启动至工作转速时风机壳体振动严重超标。两台风机多次试运行均是因为振动较大最终导致停机, 严重影响了环保项目的验收和中交。

设备检验检测院对振动数据和振动信号进行有效分析, 正确诊断出振动故障原因, 为设备的平稳运行提供有针对性的解决方案。最终两台风机采用相同的消缺措施和处理方法: 两台风机均是首先增强基础刚度, 对基础进行加固; 然后对风机转子进行现场动平衡校验, 取得了显著的效果, 最终将振动控制在允许范围内, 达到验收标准。

炼油厂精制车间 4 万 t 硫磺回收装置新建项目的离心式风机 K301A/B 位于该装置水平地面上, 由异步电动机驱动, 采用悬臂安装方式, 电机和风机轴承箱均安装在钢结构的基座上, 该基座是空腔。出厂时厂家对风机转子进行了动平衡校验。

2 振动监测与诊断

的壳体振动, 将振动测点布置在风机和电机两端的轴承座上, 结合现场实际监测情况, 分别对各测点的垂直方向和水平方向进行振动测量, 测点分布简图如图 1。

2019 年 8 月 30 日风机试运行, 现场采用 SKF CMXA-75 数据采集仪对满负荷状态下运行的风机进行了振动监测, 监测结果见表 1。

表 1 K301B 振动监测结果 (振动烈度值单位: mm/s)

测点	1V	1H	2V	2H	3V	3H	4V	4H
振动值	6.0	9.0	2.7	5.7	4.6	8.5	7.7	16.0
gE 值	1.2	2.0	0.8	0.6	0.8	1.4	1.8	2.0

注: V- 垂直方向; H- 水平方向

监测结果显示各测点垂直方向和水平方向的振动值均超标, 频谱图中显示, 各测点垂直方向、水平方向的振动主要是工频振动, 时域波形近似于正弦波, 见图 2、图 3 所示风机 1# 测点和电机 4# 测点的频谱图。

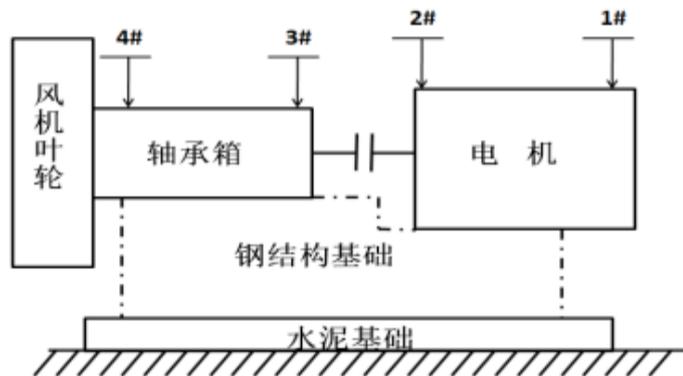
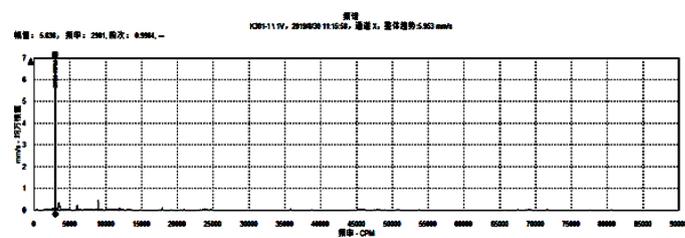
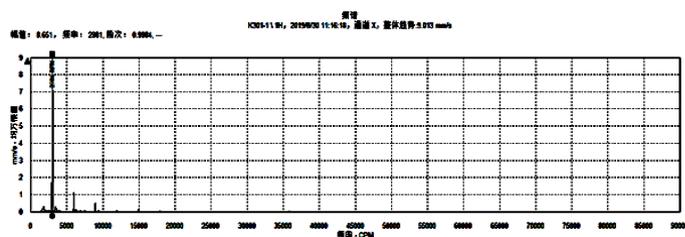


图 1 振动测点分布简图

在非旋转部件上进行机械振动的测量, 应该在轴承、轴承支座或者其他对动力有明显响应并能表示机器整体振动特性的结构上进行测量^[1]。因此为了准确测量设备

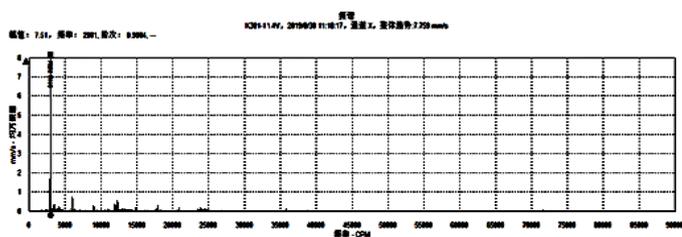


(a) 测点 1V

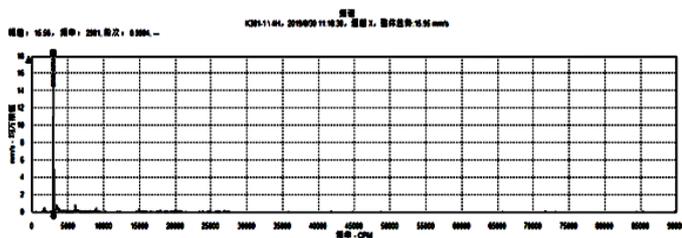


(b) 测点 1H

图 2 满负荷时电机 1# 测点频谱图



(a) 测点 4V



(b) 测点 4H

图3 满负荷时风机4#测点频谱图

风机满负荷运行时,分别对风机和电机轴承箱垂直方向、地脚螺栓部位垂直方向、基座垂直方向从上至下依次进行振动监测,发现钢结构基座垂直方向的振动最大为12mm/s,风机和电机地脚螺栓部位垂直方向的振动最大为8mm/s,频谱图中均是工频分量十分突出。

设备基础刚度不足时,在其振动频谱图中一般仅出现工频分量。从振动机理分析,任何转子系统都会存在或多或少的质量不平衡,该不平衡会引起一定的振动,而基础刚度不足会加剧该不平衡所引起的振动幅度,而其本身并不会引起任何振动。经监测风机地脚螺栓部位、基座的频谱图中均是工频突出,时域图近似于正弦波。

根据所监测的数据和振动图谱分析认为:该风机转子存在动不平衡故障,虽然出厂时对风机转子进行了平衡校验,但是没有达到平衡精度要求:

①各测点的振动频谱图中,谐波能量均是集中于工频,振动波形均近似于正弦波;

②风机相位稳定。振动和相位呈现出动不平衡特征;

③从频谱中的频率成份可以看出,转子对中良好,符合标准;频谱图中没有出现较突出的低频分量和高频分量,说明没有出现机械松动和摩擦故障;评判轴承运行状态的振动尖峰能量值,即轴承gE值,按照标准应该控制在4以内,应用CMXA-75数据采集仪监测风机和电机的轴承gE值均在允许范围内,即轴承性能良好,因此排除轴承故障,各测点的轴承gE值监测结果见表1。

机械系统的振动响应中包含什么频率成份,必然有与之相应的同频激振源。一个或几个频率分量的幅值增大,必然是相对应的激振力的幅值增大而引起的。根据振动监测结果,结合振动图谱分析认为:出厂时风机转子的动平衡校验没有达到平衡精度要求,存在原始不平

衡量;风机和电机的基础刚度不足,基础没有起到有效的减振作用,导致风机在高负荷运转时加剧了转子不平衡所引起的振动,使得振动随着负荷增大而增大。综合考虑,设备的振动是由于基础刚度不足和风机转子不平衡故障共同作用而引起的。

3 处理措施

根据诊断结果,首先要加强基础的刚度、提高自振频率。安装单位对钢结构基础进行了水泥浇筑灌浆。2019年9月20日对基础加固处理之后,在风机满负荷运行状态下,对其转子进行了现场动平衡校验。现场动平衡是转子在它本身的轴承和机架上,而不是在动平衡机上进行的。能够在转速、负载、安装条件和支撑条件都与工作状态相同或相近的情况下,对转子进行平衡校正的一种方法^[2]。现场动平衡校验不需要拆解、抽转子、运输等工序,检修时间短、平衡效果和精度直观准确。

表2 现场动平衡校验过程及结果

平衡前 振动值 (mm/s)	平衡过程						平衡后 振动 (mm/s)
	第一次配重		第二次配重		残余不平衡量		
	位置 (°)	质量 (g)	位置 (°)	质量 (g)	位置 (°)	质量 (g)	
16	211	285	235	106	140	13	0.6

平衡前,风机满负荷运行,风机4#测点水平方向最大,振值为16mm/s,测试部位选择4#测点水平方向,配重部位为风机轮毂。平衡后,风机满负荷运行4#测点水平方向振动烈度值降低为0.6mm/s,其他测点的振动值也均控制在允许范围内。

4 结论

通过对离心式风机K301B故障成因的分析,在逐一排除不对中、机械松动、摩擦和轴承故障的可能性之后,根据所监测的图谱特点、频率结构以及振动特性,最后确定引起风机振动的原因是风机转子叶轮质量不平衡和基础刚度不足,同时总结出判断基础刚度差的典型振动故障特征:

①振动频率主要是工频分量占优,时域波形图近似于正弦波;

②在垂直方向上,各测点振动没有衰减的特性,减振效果差。这两点是区别于其他工频振动的重要特征,文中提出的监测方法和诊断方法可以有效地诊断出旋转机械基础刚度差的故障隐患。

参考文献:

- [1] 杨国安.机械振动基础[M].北京:中国石化出版社,2012.
- [2] 杨国安.转子动平衡实用技术[M].北京:中国石化出版社,2012.

作者简介:

范文龙(1982-),男,北京工业大学毕业,助理工程师,长期从事转动设备状态监测与故障诊断工作。