

# 离心式引风机周期性振动超标原因分析与治理

张茂珍

(山西昱光发电有限责任公司 山西 朔州 036902)

**摘要:** 本文对最常见的离心式引风机周期性振动超标原因进行了分析和研究,使用逐一排除的方法最终确定了振动超标的两个主要原因。通过对引风机叶片的开裂部位用耐磨耐腐蚀焊条进行了堆焊,同时对引风机基础重新进行了浇筑。通过长期运行观察后,取得了很好的效果,使得离心式引风机频繁振动超标的问题得到彻底解决,对同类型风机设备振动缺陷的消除具有非常好的借鉴作用。

**关键词:** 引风机; 振动; 超标; 治理

## 0 引言

引风机作为电站锅炉的三大风机,也是辅机中最重要的设备,它运行情况的好坏直接关系到锅炉是否能够连续安全稳定地运行,而引风机振动往往是影响其能否稳定运行的关键,克服和解决引风机振动问题,将大大提高机组安全稳定运行水平。在火电厂锅炉所有三大风机中,引风机由于运行条件较其他风机恶劣,所以它的故障率一直也较高。据有关统计资料显示,引风机平均每年发生故障2次,而送风机平均每年发生故障仅为0.4次,所以在引风机由于振动而发生故障后对现场生产和机组运行安全稳定运行影响较大。并且引风机发生振动故障后,一方面诊断过程比较复杂,处理时间长且难度大,另一方面振动故障一旦发生并酿成事故,将会造成非常严重的影响和后果。因此,能及时诊断出引风机运行中产生振动的原因,通过采取有针对性的措施后解决问题,是火电厂安全稳定运行的重要保障,本文通过对某电厂5号炉乙侧引风机承力侧轴承水平振动周期性超标原因进行了分析,并提出了具体解决措施后,运到现场实际检修工作中,取得了良好的效果。

## 1 设备概况

某电厂5号锅炉系济南锅炉厂制造,型号为YG260/9.81/540-M3型,平衡式通风,配有2台陕西骊山鼓风机厂生产的型号为Y4-73-11 №21D的悬臂离心式引风机,引风机具体性能参数如表所示。

## 2 原因分析

某电厂5号炉乙侧引风机从2019年开始承力侧轴承水平振动值频繁超标,造成引风机被迫停运找动平衡,每次找完动平衡仅能坚持运行最多1个月振动值再次严重超标,对机组安全稳定运行影响十分严重。由于5号

表 M5-29N015.5D型引风机主要技术参数表

风量 / (m <sup>3</sup> /h)	206916 ~ 385617
风压 / Pa	3869 ~ 2714
叶轮直径 / mm	2100
调节方式	挡板调节
润滑方式	油池飞溅润滑
转速 / (r/min)	980
电压 / V	6000

炉乙侧引风机振动始终处在一个较高水平,当处理引风机振动问题时,首先应该判断出是引风机的风机在振动,还是由于拖动它的电机振动引起风机共振。但经过现场多次测量发现5号炉乙侧引风机电机和推力侧轴承箱水平和垂直振动都较小,唯独承力侧轴承水平振动偏大,这基本能确定发生故障的部位主要是在风机上,与电机无关。对于引风机存在振动的问题,主要从气流、机械和风机基础等方面进行细致分析并逐一排除,直至找到问题的根本。

### 2.1 叶轮动不平衡造成的振动

由于叶轮动不平衡造成的振动存在两方面特点:一是水平振动大;二是谐波能量集中于基频。

从现场测量数据情况来看,5号炉乙侧引风机主要就是水平振动周期性超标,且每次找完动平衡振动都能下降,对于这种叶片是机翼形状的风机,正常运行中叶轮存在动不平衡的原因大致可以分为两种:叶轮叶片的磨损与叶片进灰。5号炉引风机前安装有静电除尘器,烟气中含尘颗粒对叶片几乎没有磨损,但机翼型叶片如果端部焊缝磨开就可能致细灰进入叶片内部。在大修期间吊出叶轮进行仔细检查,果然发现每个机翼型叶片端部几乎都有裂纹,裂纹形貌如图1所示,用锤击打就会有细灰从裂缝中留出,所以基本可以确定,机翼型叶片进灰后叶轮不平衡是造成引风机频繁振动超标的主要原因之一。



图1 引风机叶轮机翼型叶片端部焊缝开裂情况

## 2.2 风机轴与电机轴不同心引起的振动

如风机轴与电机轴不同心也称为不对中,由其引起的振动最大特征就是水平与垂直振动均较大,与对轮联轴器靠近的轴承水平振动增大,但从现场测量数据来看,与联轴器靠近的推力侧轴承和电机的水平、垂直振动均都很小,所以可确定引风机频繁振动与联轴器中心无关。

## 2.3 轴承存在缺陷引起的振动

假如风机运行中轴承存在一定缺陷,那么肯定会造成风机叶轮轴承系统的支撑刚度下降,在激振力不是太大时会造成较大的振动。特别是轴承水平振动及垂直振动应当会同时发生变化,不应该仅水平振动比较明显。从现场对轴承检查情况来看,轴承内圈跟滚珠都完好无损,压轴承间隙也在标准范围内,所以轴承存在缺陷对振动的影响基本可以排除。

## 2.4 引风机进出口烟道振动引起的振动

5号炉引风机在进、出口烟道以及风机壳体连接处设计并安装有非金属膨胀节,用来补偿进出口烟道在受热膨胀后对风壳和整体的振动影响。而且假如风机进出口烟道存在一定问题,那么风机壳体的振动应当比较强烈,但现场实际测量发现风机壳体振动并不是非常严重,处于正常水平,因此基本排除引风机振动与进出口烟道气流及振动有关。

## 2.5 引风机气流因素对振动的影响

在遇到较大的气流时,一般来讲引风机两侧轴承会出现不稳定的振动。而且在引风机振动发生异常的过程中,风机电流、出入口挡板的开度、风机进出口压力等相关参数基本处于平稳状态,从现场也未感觉到有明显的噪声,所以基本可以排除掉喘振以及旋转失速等一些气流因素而引发的不稳定振动的可能性。

## 2.6 风机基础支撑刚度不足引起的振动

为进一步确认振动与引风机的支承刚度是否不足有关系,在锅炉带80%经济负荷运行情况下,用测振仪对此引风机推力侧和承力侧轴承箱以及风机底部支撑基

础的振动进行了多次测量。通过对测量数据观察分析可以得出,引风机各个位置的轴向振动、水平振动和垂直振动之间的差别较大,引风机轴承结构如图2所示。图2中承力侧轴承座4点位置径向水平振动为 $240\mu\text{m}$ ,垂直方向振动 $28\mu\text{m}$ ,相差8~10倍,最终可研判出该引风机横向支承刚度非常差。该引风机沿着主轴方向共设有3组支承,中间支承组在下图推力和承力两个轴承座位置,是引风机的轴承总成和叶轮以及转子等部位的主要受力和支承点,可以定为重点对象来进行研究。由图2所示的中间支承看出,承力侧轴承箱水泥基础上部振动 $120\mu\text{m}$ ,中部 $90\mu\text{m}$ ,下部 $70\mu\text{m}$ ,通过振动的衰减特性可以看出此部位抗振性能非常差。从现场将基础拆除后情况来看,此风机基础由四根地脚预埋件组成,只是横向连接而没有纵向连接,浇筑体内部明显疏松,设备基础设计是六根预埋件,而在实际施工时只安装了其中4根,这样使得风机的整个支撑结构就变得非常单薄,风机经过长期运行后,极易有横向支撑刚度不足问题发生,进一步影响到整台风机的运行,这种现象跟现场实际检测结果非常吻合。

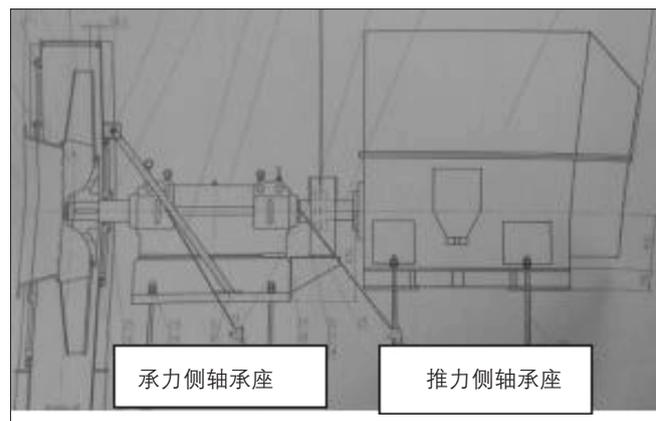


图2 5号炉乙侧引风机结构示意图

综上所述,造成5号炉乙侧引风机承力侧轴承水平振动频繁超标的原因有两个:一是叶轮的机翼型叶片端部磨损开裂进灰导致叶轮不平衡引起振动;二是引风机轴承座基础支承刚度不足。

## 3 解决措施

通过上述对引风机周期性振动原因进行了分析,从以下两方面入手解决问题。

### 3.1 叶片开裂部位使用耐磨耐腐蚀合金焊条补焊

针对引风机叶轮机翼型叶片端部磨损开裂进灰的问题,由于使用耐磨耐腐蚀合金焊条补焊方法简便易行,施工工艺较为简单,焊接前不需要预热,并且焊接后免除热处理工艺,在风机易磨损部位使用,防腐效果较好。所以对叶片开裂部位使用耐磨耐腐蚀合金焊条补焊,选择适合的耐磨耐腐蚀焊条(使用高铬高铸铁的焊条:碳

含量 2.18%，铬含量 20%，钼含量 3% 等) 和焊接工艺。应注意：第一，盘动引风机叶轮，将需要堆焊叶片的焊接部位转动到水平位置并将转子固定牢固，开始焊接时为保证叶片不变形，采用对称焊接的方法施工；第二，焊接过程中合理把控焊接速度，防止焊接过程中应力过于集中而开裂；第三，为确保堆焊部位缓慢冷却下来，叶片焊后盖上石棉布，待彻底冷却后对施焊层的金属用硬度仪测量，实际硬度应处于 HRC55 ~ HRC60。在对引风机叶片开裂部位实施堆焊后，经半年多运行检验效果显著。

### 3.2 对引风机轴承座基础重新进行浇筑

在引风机旧基础拆除前，针对基础台板可能存在定位不准的难题，尝试使用激光投线仪来测量机械侧与电机侧（参照物）中心并进行定位，并且在经过制作基础平台框架，绑扎钢筋，焊接连接 6 条基础预埋螺杆，基础台板定位固定等工序后开始进行基础浇筑，本次基础浇筑最大的工艺改进之处在于浇筑一次到位，取消了二次灌浆的工序，在灌浆过程中由技术人员不停的测量数据，一旦发现中心存在偏差及时纠正，有效地控制了左右偏差和高低偏差，引风机基础浇筑现场施工过程，如图 3 所示。



图 3 引风机基础浇筑采用一次成型工艺现场施工图

## 4 治理效果分析

在 2021 年 5 月 1 日至 5 月 30 日 5 号炉停运前和检修结束后，12 月 1 日至 12 月 30 日分别对乙侧引风机承力侧轴承水平振动值进行了测量，对比结果如图 4 所示。

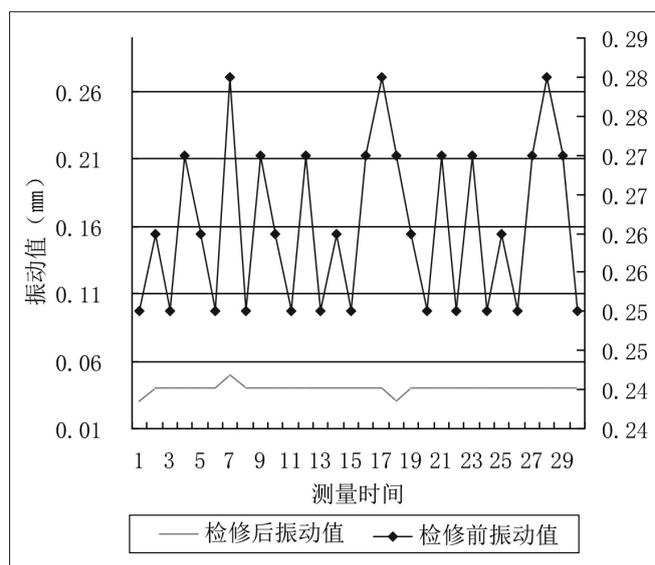


图 4 5 号炉乙侧引风机承力侧轴承水平振动值改造前后对比

从比较数据可以看出，5 号锅炉引风机通过对叶轮叶片的开裂部位进行补焊和对基础重新进行浇筑后，振动值基本维持在 0.04 mm 左右，振动值在优良水平，且没有反弹的迹象，引风机在经过一系列振动频繁超标治理改造后，达到了预期的改造目的。

## 5 结语

振动超标一直是困扰锅炉引风机稳定运行的最大因素，对整台机组安全高效运行影响很大，现场实践说明加强对振动原因进行研判，针对性制定问题解决方案，可以有效解决引风机周期性振动超标的难题，具有良好的经济效益，可为同类型风机设备振动消除提供重要的经验。

### 参考文献：

- [1] 屈维德，唐恒玲．机械振动手册（第二版）[M]．北京：机械工业出版社，2000.
- [2] 韩捷，张瑞林．旋转机械故障机理及诊断技术 [M]．北京：机械工业出版社，1997.
- [3] 中华人民共和国电力工业部．电力建设施工及验收技术规范锅炉机组篇 [M]．北京：中国电力出版社，2015.

**作者简介：**张茂珍(1986.01-)，男，山西忻州人，研究生，高级工程师，研究方向：循环流化床锅炉设备管理。