

锅炉一次风机周期性振动异常原因分析及处理

董吉柱

(深能合和电力(河源)有限公司,广东 河源 517000)

摘要:基于某一次风机的结构和工作原理,针对一次风机主轴承箱运行过程中出现振动趋势随环境温度变化周期性波动的问题进行剖析,采取振动监测、淋水试验、频谱分析等方法进行深入研究,利用排除法找到了一次风机主轴承箱运行过程中振动异常的根本原因。研究表明:一次风机混凝土基础被扰动导致混凝土基础整体强度不足,进而引发一次风机主轴承箱运行过程中振动异常并随环境温度变化出现周期性波动。通过对一次风机混凝土基础进行注浆加固,不仅使主轴承箱振动趋势随环境温度变化问题得到明显改善,而且一次风机主轴承箱运行过程中最大振动值由4.3降至2.6 mm/s,振动趋势显著降低并达到标准水平。

关键词:轴流式风机;轴承箱振动;周期性波动;淋水试验;注浆加固

中图分类号:TK221

文献标识码:A

DOI:10.16146/j.cnki.rndlgc.2023.04.019

[引用本文格式]董吉柱. 锅炉一次风机周期性振动异常原因分析及处理[J]. 热能动力工程, 2023, 38(4): 148-155. DONG Ji-zhu. Cause analysis and treatment of abnormal periodic vibration of boiler primary air fan[J]. Journal of Engineering for Thermal Energy and Power, 2023, 38(4): 148-155.

Cause Analysis and Treatment of Abnormal Periodic Vibration of Boiler Primary Air Fan

DONG Ji-zhu

(Shenneng Hehe Electric Power (Heyuan) Co., Ltd., Heyuan, China, Post Code: 517000)

Abstract: Based on the structure and working principle of a primary fan, the problem that the vibration trend of the main bearing box of the primary fan fluctuates periodically with the change of the ambient temperature during the operation was analyzed, vibration monitoring, water spray test, frequency spectrum analysis and other methods were taken to conduct in-depth research, and the root cause of abnormal vibration of the main bearing box of the primary fan during the operation was found by using the elimination method. The research results show that the disturbance of the concrete foundation of the primary air fan causes the overall strength of the concrete foundation to be insufficient, resulting in the abnormal vibration of the main bearing box of the primary air fan during the operation and the periodic fluctuation with the change of the ambient temperature. Through the grouting reinforcement of the concrete foundation of the primary fan, not only the vibration trend of the main bearing box with the change of ambient temperature has been significantly improved, but also the maximum vibration value of the main bearing box of the primary fan during operation has been reduced from 4.3 to 2.6 mm/s, so the vibration trend has been significantly reduced and reached the standard level.

Key words: axial flow fan, vibration of bearing box, periodic fluctuation, water spray test, grouting reinforcement

引 言

随着电力企业逐步由生产型向经营型转变,由高耗能企业向节约型企业发展^[1],按照深能集团公司的部署和安排,广东河源电厂一期工程 2×600 MW 燃煤机组的 1,2 号机组分别于 2015 和 2016 年实施了节能技术及环保超低排放技术改造,同步开展 1,2 号机组首次 A 级检修工作,以便于提高机组运行的经济性,达到节能效果,使改造后烟气中的主要污染物排放浓度达到燃气轮机机组的排放标准。

针对节能降耗,尤其是风机的降本增效在国内已经有非常多的研究。唐忠顺^[2]认为火电厂广泛配置大容量、高参数的锅炉,这促使风机也向着大容量、高参数、高转速、高效率、高度自动化、高可靠性和低噪音的方向发展。何小锋^[3]认为目前国内火电厂配置的一次风机广泛采用双级动叶可调轴流式风机,轴流风机以其流量大、启动力矩小、对风道系统变化适应性强等优势逐步成为火电厂的主流风机。

随着双级动叶可调轴流式风机的广泛应用,相关振动问题也逐渐暴露。针对 1 号机 B 侧一次风机(以下简称“1B 一次风机”)和 2 号机 B 侧一次风机(以下简称“2B 一次风机”)主轴承箱在夏季环境温度较高时运行过程中出现间歇性振动大产生的原因进行多方面分析,采取可靠的措施消除了 1B 一次风机主轴承箱和 2B 一次风机主轴承箱在运行过程中的间歇性振动大缺陷,有效的提高了风烟系统和机组运行的安全性和稳定性,为同类型风机主轴承箱出现类似的振动大问题提供参考建议和借鉴价值。

1 设备基本情况

广东河源电厂一期工程 2×600 MW 燃煤机组

分别于 2008 和 2009 年投产,每台机组配备双级动叶可调轴流式引风机(型号为 ANT-3200/1600B)、送风机(型号为 ANN 2520/1400N)及一次风机(型号为 ANT-1813/1250N)各 2 台并联运行。

1.1 工作原理

一次风机的工作原理是通过入口滤网吸入环境中的空气,由轴流风机叶片的旋转挤压推进力使空气流体获得能量。当轴流风机叶片持续旋转时,空气流体持续轴向流入,在叶片通道内获得能量,再沿轴向持续流出。一次风机轴向流出的冷一次风,一部分进入空气预热器的分隔仓被加热成为热一次风后进入磨煤机入口风道;另一部分通过旁路进入磨煤机入口,与热一次风混合后作为磨煤机出口温度的调节风。综上所述,一次风的主要作用是干燥煤粉并输送至炉膛,协助燃烧。

1.2 相关参数

如图 1 所示,广东河源电厂一期工程 2×600 MW 燃煤机组锅炉采用的一次风机为双级动叶可调轴流式一次风机。

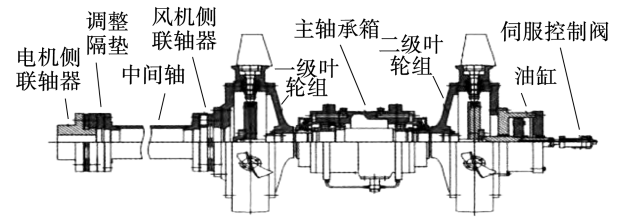


图 1 双级动叶可调轴流式一次风机示意图
Fig. 1 Schematic diagram of two-stage movable blade adjustable axial flow primary air fan

一次风机的型号为 ANT-1813/1250N,叶轮直径为 1 813 mm。风机电机型号为 YKK630-4,额定功率为 2 240 kW,额定电压为 6 000 V,额定电流为 256 A,转速为 1 490 r/min,轴承形式为滑动轴承。一次风机主轴承箱上设有 3 个振动测点,分别为测点 X1,X2,Y,如图 2 所示。

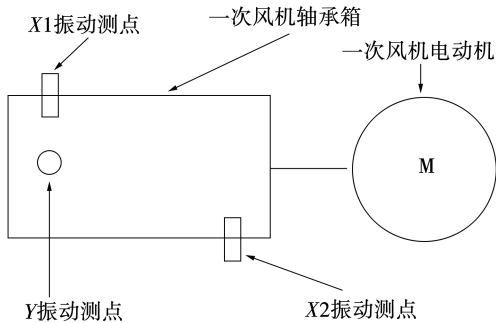


图 2 一次风机主轴承箱振动测点布置图

Fig.2 Layout of vibration measuring points of main bearing box of primary air fan

2 主轴承箱振动情况概述

2015 ~ 2016 年超低排放技术改造项目实施过程正值 1,2 号机组 A 级检修时间窗口,在此期间对 1,2 号机组的 4 台一次风机进行解体检修。检修工作主要内容为:更换叶柄轴承、密封件、液压缸和旋转油封,主轴承箱解体检修及电机和风机联轴器中心数据校验等。同时,为完成超低排放技术改造项目中 8 台烟冷器钢结构的安装工作,对 1,2 号机组 4 台一次风机的混凝土基础外侧区域进行不同程度的开挖,以满足 8 台烟冷器钢结构混凝土基础的强度。一次风机混凝土基础外侧区域开挖实物图如图 3 所示。



图 3 4 台一次风机混凝土基础外侧区域开挖实物图

Fig.3 Physical drawing of excavation outside concrete foundation of four primary air fans

在 1,2 号机组 4 台一次风机 A 级检修结束并网运行期间,发现 2B 和 1B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动趋势随环境温度升高而增大,随环境温度降低而减小,X1 向振动趋势随环境温呈现明显的周期性波动,如图 4 所示。图中选取时间为

2017 年 5 月 10 ~ 14 日。

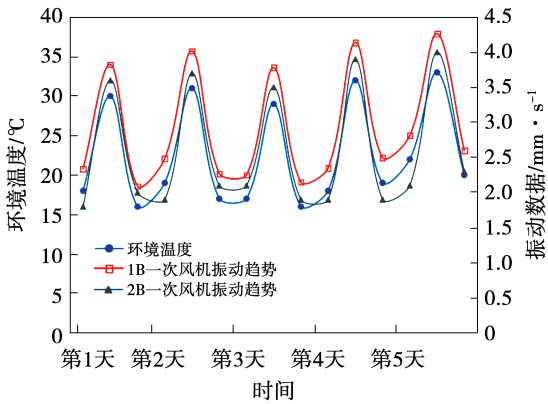


图 4 振动趋势随环境温度变化趋势

Fig.4 Vibration trend changes with ambient temperature

鉴于 1B 和 2B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动趋势与环境温度变化趋势具有明显的相关性,经检修人员综合评估,尝试每天在 10 ~ 17 点对 1B 一次风机混凝土基础及其周边区域进行淋水试验,以达到对 1B 一次风机混凝土基础进行物理降温的效果。经过 3 天的淋水试验发现,1B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向波动幅度逐步降低。当 1B 一次风机混凝土基础停止淋水后,1B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向波动幅度开始逐渐增加,如图 5 所示。图中选取时间为 2017 年 9 月 11 ~ 20 日。

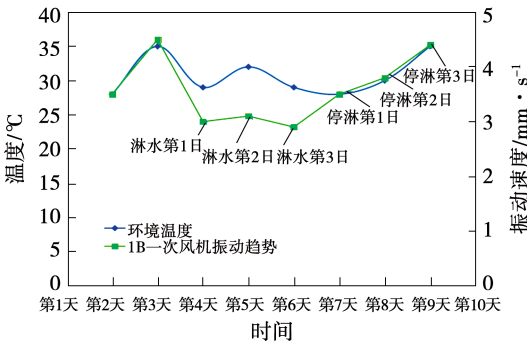


图 5 主轴承箱振动趋势

Fig.5 Vibration trend of main bearing box

检修人员在现场发现,1B 和 2B 一次风机运行过程中 2 台 B 侧一次风机混凝土基础较 2 台 A 侧一次风机有明显振感。为验证运行过程中 4 台一次风机在混凝土基础振动实际情况,检修人员对 4 台一次风机本体混凝土基础和电机混凝土基础进行选点并测试振动数据。测点布置如图 6 所示。测点 4

对面为测点 1,测点 3 对面为测点 2;测点 5 表示测试位置,对应表 1 混凝土测点 5。



图 6 4 台一次风机混凝土基础测点布置
Fig.6 Layout of measuring points of concrete foundation of four primary air fans

检修人员通过连续就地监测 4 台一次风机混凝土基础振动数据发现,2 台 B 侧一次风机混凝土基础 X 向振动数据较 2 台 A 侧一次风机混凝土基础 X 向振动数据明显偏大,且与集控室控制系统中主轴承箱运行过程中振动数据有明显同步趋势。1,2 号机组一次风机混凝土基础振动监测数据如表 1 和表 2 所示。因 1,2 号机组系统参数设置略有区别,为便于监测数据与系统数据对比分析,1 号机组相关数据单位为 mm/s,2 号机组相关数据单位为 μm ,表中 X,Y,Z 代表混凝土基础横轴、纵轴、竖轴 3 个方向振动数据,X1,X2 代表集控室控制系统显示的横轴数据,Y1 代表集控室控制系统显示的纵轴数据。

表 1 1 号机组 2 台一次风机混凝土基础振动监测数据

Tab.1 Vibration monitoring data of concrete foundation of two primary air fans of No.1 unit

机组负荷/MW	温度/℃	混凝土测点	1A 一次风机混凝土基础振动速度/mm·s ⁻¹			1B 一次风机混凝土基础振动速度/mm·s ⁻¹			1A 一次风机主轴承箱振动速度/mm·s ⁻¹			1B 一次风机主轴承箱振动速度/mm·s ⁻¹		
			X	Y	Z	X	Y	Z	X1	X2	Y1	X1	X2	Y1
490	31	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	1.7	1	0.7	4.5	2.2	0.6
490	31	2	0.1	0.2	0.2	1.5	0.1	1.3	1.7	1	0.7	4.5	2.2	0.6
490	31	3	0.5	0.1	0.8	1.4	0.1	0.9	1.7	1	0.7	4.5	2.2	0.6
490	31	4	0.2	0.5	0.8	0.1	0.1	1.0	1.7	1	0.7	4.5	2.2	0.6
490	31	5	0.2	0.1	0.1	1.6	0.1	0.9	1.7	1	0.7	4.5	2.2	0.6
471	33	1	0.1	0.1	0.1	1.8	0.1	0.8	1.6	0.9	0.7	4.4	2.2	0.6
471	33	2	0.8	0.1	0.8	1.6	0.1	1.2	1.6	0.9	0.7	4.4	2.2	0.6
471	33	3	0.5	0.2	0.8	1.4	0.1	0.9	1.6	0.9	0.7	4.4	2.2	0.6
471	33	4	0.2	0.5	0.2	1.9	0.1	0.8	1.6	0.9	0.7	4.4	2.2	0.6
471	33	5	0.2	0.2	0.1	1.8	0.2	0.8	1.6	0.9	0.7	4.4	2.2	0.6

表 2 2 号机组 2 台一次风机混凝土基础振动监测数据

Tab.2 Vibration monitoring data of concrete foundation of two primary air fans of No.2 unit

机组负荷/MW	温度/℃	混凝土测点	2A 一次风机混凝土基础振动幅度/ μm			2B 一次风机混凝土基础振动幅度/ μm			2A 一次风机主轴承箱振动幅度/ μm			2B 一次风机主轴承箱振动幅度/ μm		
			X	Y	Z	X	Y	Z	X1	X2	Y1	X1	X2	Y1
507	31	1	1	5	6	22	16	3	1.7	0.7	0.6	4.3	2.2	0.7
507	31	2	1	3	4	27	18	3	1.7	0.7	0.6	4.3	2.2	0.7
507	31	3	2	4	4	27	27	2	1.7	0.7	0.6	4.3	2.2	0.7
507	31	4	1	2	5	22	6	3	1.7	0.7	0.6	4.3	2.2	0.7
507	31	5	2	4	5	22	9	4	1.7	0.7	0.6	4.3	2.2	0.7
411	33	1	1	4	8	19	12	2	2	0.7	0.5	3	1.5	0.6
411	33	2	1	3	4	20	13	3	2	0.7	0.5	3	1.5	0.6
411	33	3	1	4	5	23	20	3	2	0.7	0.5	3	1.5	0.6
411	33	4	1	3	7	19	7	2	2	0.7	0.5	3	1.5	0.6
411	33	5	1	4	6	18	9	5	2	0.7	0.5	3	1.5	0.6

检修人员使用频谱仪对 1B 和 2B 一次风机的振动进行了分析测试,表 3 给出了沿一次风机轴线方向,从电机自由端、电机驱动端直至风机本体的振动速度分布。由表 3 数据可以看出,振动超标主要发生在一次风机本体区域,且 1B 一次风机振动明显高于 2B 一次风机。

表 3 沿一次风机轴线方向各点振动速度对比 (mm/s)
Tab.3 Comparison of vibration velocity of each point
along the axis of primary air fan (mm/s)

设备	测点方向	电机自由端	电机驱动端	风机本体
1B 一次风机	X	3.7	3.1	5.6
	Y	1.4	0.8	1.4
	Z	0.6	0.3	2.5
2B 一次风机	X	2.2	2.7	3.5
	Y	0.6	0.5	1.0
	Z	0.2	0.2	2.1

3 主轴承箱振动异常原因分析及应对措施

3.1 原因分析

综合上述情况和数据分析,总结出一次风机主轴承箱振动异常的原因可能包括以下几点:

(1) 一次风机轴系膨胀不畅是造成主轴承箱振动异常的常见原因。一次风机入口温度变化较快、转子及蜗壳膨胀量不一致、风系统中灰尘较大、径向装配间隙较小或不规则等情况都会造成动静部分产生摩擦,致使一次风机主轴承箱振动速度突升^[4-5]。

(2) 在不考虑一次风机本体和电机地脚螺栓松动的情况下,如果一次风机在液压缸同心度、旋转油封同心度、联轴器同心度^[6-8]等轴系中心校准工作中存在较大偏差时,仍将导致一次风机主轴承箱在运行过程发生较大振动。

(3) 一次风机主轴承箱未按照规范要求安装或者安装质量不达标会造成一次风机主轴承箱在运行过程中发生不同程度的振动,如主轴承箱底座与主轴承箱的接触面积及间隙不满足设计要求^[9]、主轴承箱固定螺栓的紧固力不均匀或者达不到设计紧固力矩等都会导致一次风机主轴承箱在运行过程中发生较大振动。

(4) 一次风机转子动态不平衡也是造成主轴承

箱运行过程中振动异常的常见原因。由于一次风机本身问题,一次风机在运行时局部部件振动或产生不稳定的偏心力会破坏风机动平衡^[10],造成一次风机主轴承箱在运行过程中产生较大振动。

(5) 一次风机气动性能与系统运行工况不匹配,在实际运行过程中会引发失速现象^[11],出现单侧一次风机抢风或喘振等不稳定工作状态^[12-14],致使主轴承箱在运行过程中产生较大振动。

(6) 一次风机混凝土基础出现超过规范允许值的不均匀沉降现象或混凝土基础因外在条件致使其设计强度、整体性被破坏^[15],导致一次风机混凝土基础承载力降低,造成一次风机运行过程中轴系同心度出现不同程度的破坏,进而致使主轴承箱在运行过程中出现较大振动。

鉴于 1B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动趋势与环境温度变化趋势具有明显的相关性,且 1B 一次风机在夜晚或冬天运行时,主轴承箱 X1 向振动很小,可以确定该振动不是由一次风机动不平衡引起的。因此,该振动主要是由支撑系统强度不足、混凝土基础强度不足或接触不良引起的。

3.2 应对措施

3.2.1 复核轴系膨胀及中心数据

一次风机轴系膨胀方面应严格按照一次风机安装、运行、维护说明书要求进行调整。在安装一次风机联轴器前,先用拆下来的安装螺钉对各挠性元件进行测量,安装完毕后,一次风机侧与电机侧联轴器轴向距离最大公差为 $\pm 0.5\text{ mm}$,两个半联轴器轴端间距的轴向公差最大为 $\pm 1\text{ mm}$ ^[16],以满足一次风机在运行过程中轴系膨胀需要,避免因风机轴系膨胀过大或过小导致主轴承箱运行过程中振动偏大或超标。查询 2015 ~ 2016 年 1,2 号机组 4 台一次风机 A 级检修相关记录发现,4 台一次风机 A 级检修后的轴系膨胀方面相关验收数据均已达标,说明一次风机主轴承箱运行中的振动问题与轴系膨胀无直接关系。

一次风机检修过程中,应严格控制轴系中心校准工作质量。一次风机液压缸同心度和旋转油封同心度公差不大于 0.05 mm ,一次风机与电机联轴器角向偏差最大公差不大于 0.05 mm ,避免因轴系同心度超标造成主轴承箱在运行中振动偏大或超

标^[16]。查询2015~2016年1,2号机组4台一次风机A级检修相关记录发现,4台一次风机A级检修后的轴系同心度方面相关验收数据均已达标,说明一次风机主轴承箱运行中的振动问题与轴系同心度无直接关系。

3.2.2 复核主轴承箱安装及检修工艺

一次风机主轴承箱安装前应确认安装方向是否正确。主轴承箱底座与主轴承箱的接触面应为加工面并要用红丹检测,若主轴承箱底座与主轴承箱的接触面积过小,则应该对主轴承箱底座加工面进行研磨至符合标准,以保证主轴承箱和主轴承箱底座的接触面积不低于总接触面积的2/3、间隙不大于0.1 mm。固定主轴承箱螺栓的强度等级应不低于8.8级,且在安装前对螺杆涂抹二硫化钼以免生锈腐蚀,并依据螺栓大小使用相应的力矩扳手紧固螺栓,以保证主轴承箱两侧紧固力均衡,避免主轴承箱在运行过程中因安装质量问题造成振动偏大或超标^[16]。查询2015~2016年1,2号机组4台一次风机A级检修相关记录发现,4台一次风机A级检修后的主轴承箱安装方向、主轴承箱与主轴承箱底座的接触面积和间隙、主轴承箱固定螺栓材质等级和紧固力矩等方面相关验收数据均已达标,说明一次风机主轴承箱运行中的振动问题与主轴承箱与主轴承箱底座的接触面积和间隙、主轴承箱固定螺栓材质等级和紧固力矩等无直接关系。

检修过程中,对一次风机主轴承箱返厂解体检修,更换轴承、密封组件等配件,检修后在返修单位做空转试验和加载试验。查询2015~2016年1,2号机组4台一次风机A级检修相关记录发现,4台一次风机A级检修后空转试验振动和加载试验振动等各项测试数据均已达标,说明一次风机主轴承箱运行中的振动问题与一次风机主轴承的检修质量无直接关系。

3.2.3 复核系统运行工况

检修后,通过集控室控制系统对一次风机运行参数进行对比分析。同台机组的两侧一次风机在运行过程中动叶开度基本相同的前提下,两侧一次风机电机电流偏差在2 A以内。从同台机组两侧一次风机运行参数反馈来看,同台机组两侧的一次风机动叶开度和电机电流偏差处于合格范围。检修人员

就地监测同台机组两侧一次风机、进出口风道及非金属补偿器等位置未见明显剧烈振动等异常现象^[17],同时未见一次风机失速报警装置异常,说明一次风机在该时段内未发生失速问题^[18]。以上现象均已说明同台机组两侧一次风机在运行过程中均未出现抢风或喘振等不稳定的工作情况,进而说明一次风机主轴承箱运行中的振动问题与一次风机气动性能和系统运行工况无直接关系。

3.2.4 复核设备基础

鉴于1B一次风机混凝土基础四周的泥土曾在2016年度超低排放技术改造期间开挖、回填过,且振动问题主要出现在开挖、回填后,因此混凝土基础与周围回填土接触强度不足或不密实应该是引起主轴承箱振动的故障源之一。应考虑对混凝土基础四周及底部进行高压注浆,提高四周泥土的密实程度和一次风机混凝土基础的整体强度。

4 主轴承箱振动异常处置方案及效果

由于1B和2B一次风机主轴承箱运行中的振动存在共性问题,因此在2020年10~12月2号机组A级检修时间窗口对2B一次风机轴系膨胀量、轴系同心度、主轴承箱与轴承箱基础接触面和间隙等重要项目再次进行校验,检修后相关验收数据均已达到规范要求。

由于1B和2B一次风机本体区域存在明显振动,因此在2020年10~12月2号机组A级检修时间窗口对2B一次风机混凝土基础进行加固处理,借此判断是否因一次风机混凝土基础以下地基土水土流失、基础刚性下降^[19]或外在扰动造成一次风机主轴承箱振动异常。2B一次风机混凝土基础使用注浆镀锌花管进行加固,以便提高一次风机混凝土基础的端阻力和侧阻力^[20]。注浆镀锌花管加固工艺采用双排4分镀锌花管(外径21.3 mm,壁厚2.8 mm),一排为垂直设置,另一排为倾斜设置,倾角45°~65°不等,纵向间距250 mm,前后排间距800~2 625 mm不等。镀锌花管采用人工打入式施工,孔位偏差小于50 mm,垂直度偏差小于1%。注浆材料为P.O.42.5R普通硅酸盐水泥浆,水灰比为0.45~0.6,一次注浆,注浆压力不小于2 MPa,水泥用量不少于180 kg/m。

对 2B 一次风机本体及其混凝土基础进行注浆加固处置后,2B 一次风机主轴承箱运行过程中振动速度趋势随环境温度波动已显著减缓,且主轴承箱运行过程中振动值波动范围已明显减小。在同时间段内,1B 一次风机主轴承箱运行过程中振动速度趋势随环境温度波动仍呈现明显的周期性,同时振动速度波动范围较大。混凝土基础加固后相关振动趋势如图 7 所示。该趋势图时间节点为 2021 年 5 月 10 日 09:01 分~5 月 15 日 18:02 分,此时段广东已进入持续高温天气,选取此时段数据具有代表性。

选取 2020 年 5 月 10 日~15 日与 2021 年 5 月 10~15 日相关数据进行对比分析发现,2B 一次风机检修后和混凝土基础加固后,主轴承箱运行过程中 X1 向振动区间值较加固前有明显收窄。在选取时间段内,2021 年的平均温度高于 2020 年 2.874℃,2B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动平均值降低了 0.529 mm/s。由此可见,2B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动趋势受环境温度影响已显著降低,且已降低至合格振动范围内。

同时间段内对 1B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动区间值、温度区间值、温度平均值、X1 向振动平均值等数据分析发现,1B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动趋势受环境温度影响显著,未见减缓。2B 一次风机检修、混凝土基础加固前/后相关数据统计如表 4 所示。热控技术人员在 2020 年 2 号机组 A 级检修时间窗口将 DCS 运行控制系统中 2B 一次风机主轴承箱相关测点单位修正为 mm/s。

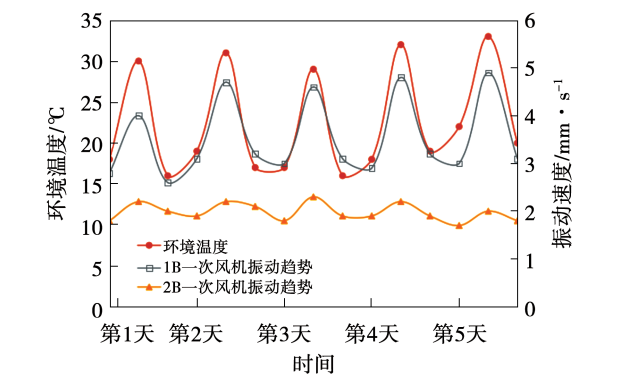


图 7 2B 一次风机混凝土基础加固后相关振动趋势图
Fig.7 Relevant vibration trend diagram of concrete foundation of 2B primary air fan after reinforcement

表 4 2B 一次风机检修、基础加固前/后相关数据统计表

Tab.4 Statistics of relevant data before and after maintenance and foundation reinforcement of 2B primary air fan

时间区间	设备状态	温度区间值/℃	X1 向振动区间值/mm/s	温度平均值/℃	X1 向振动平均值/mm·s ⁻¹
2020-05-10~	2B 一次风机检修、混凝土基础加固前	24.9~34.843	1.913~4.266	28.499	2.796
2020-05-15	1B 一次风机无任何相关工作	24.9~34.843	2.011~4.47	28.499	2.981
2020-05-10~	2B 一次风机检修、混凝土基础加固后	27.37~36.878	2~2.561	31.373	2.267
2020-05-15	1B 一次风机无任何相关工作	27.37~36.878	2.661~4.825	31.373	3.521

2B 一次风机检修和混凝土基础加固后,主轴承箱在高温季节运行过程中 X1 向振动降低至合格范围内,说明原 2B 一次风机主轴承箱运行过程中 X1 向振动趋势与环境温度变化趋势具有明显相关性和周期性波动的问题得到有效治理。由于 1B 与 2B 一次风机主轴承箱运行过程中振动异常问题存在共性,结合 2B 一次风机主轴承箱运行过程中振动异常问题的成功治理经验,检修人员在 2021 年 10~12 月 1 号机组 A 级检修时间窗口对 1B 一次风机进行检修和混凝土基础加固,解决了 1B 一次风机主轴承箱运行过程中振动异常问题,消除了 1B 一次风机运行中存在的安全隐患,进一步提高了 1B 一次风机运行的安全性和可靠性。

5 结 论

- (1) 设备混凝土基础强度不足是造成动叶可调轴流式风机主轴承箱振动速度随环境温度变化趋势出现周期性波动的主要原因。
- (2) 当设备混凝土基础强度不足时,混凝土基础进行注浆加固是一种非常有效的处理方法,可以为动叶可调轴流式风机运行过程中出现同类型故障治理提供参考依据。
- (3) 由于大体积混凝土结构复杂、施工技术要求高,导致其整体稳定性受环境温度变化和混凝土基础底部土质密实度影响尤为显著。
- (4) 当动叶可调轴流式风机主轴承箱出现振动

问题时,可以从轴系膨胀数据、轴系中心数据、主轴承箱安装工艺、主轴承箱检修工艺、系统运行工况、设备基础是否被扰动等方面进行逐一排查,查找主轴承箱振动原因,并采取相应的措施进行处理。

参考文献:

- [1] 王凤良,富学斌,许志铭.发电厂一次风机异常振动故障诊断及处理[J].风机技术,2014(3):88-92.
WANG Feng-liang, FU Xue-bin, XU Zhi-ming. Abnormal vibration fault diagnosis and treatment for primary fan in power plant[J]. Compressor, Blower & Fan Technology, 2014(3):88-92.
- [2] 唐忠顺. 600 MW 机组双级动叶轴流一次风机故障分析与处理[J]. 电站辅机, 2019, 40(3):6-9.
TANG Zhong-shun. Fault analysis and processing of two-stage moving blades primary axial-fan in 600 MW unit[J]. Power Station Auxiliary Equipment, 2019, 40(3):6-9.
- [3] 何小锋. 大容量机组轴流风机振动问题分析[J]. 热力发电, 2017, 46(1):129-132.
HE Xiao-feng. Vibration analysis of axial flow fan for large capacity unit[J]. Thermal Power Generation, 2017, 46(1):129-132.
- [4] 王志刚,李乔乔,关云龙,等.轴流式双级可调动叶一次风机振动分析及处理[J].黑龙江科技信息,2015(22):142-143.
WANG Zhi-gang, LI Qiao-qiao, GUAN Yun-long, et al. Vibration analysis and treatment of axial flow two-stage adjustable blade primary fan[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2015(22):142-143.
- [5] 钱云山,郭天武,胡政.锅炉一次风机轴向振动原因分析及改进措施[J].湖南电力,2012,32(5):58-60.
QIAN Yun-shan, GUO Tian-wu, HU Zhen. Cause analysis and improvement measures of axial vibration of boiler primary air fan[J]. Hunan Electric Power, 2012, 32(5):58-60.
- [6] 陈建飞. 600 MW 机组一次风机故障分析及处理[J]. 华电技术, 2015(6):48-51, 53.
CHEN Jian-fei. Analysis on fault of primary air fan of 600 MW unit and treatment[J]. Huadian Technology, 2015(6):48-51, 53.
- [7] 来敏华. 联轴器轴线偏心对轴系振动的影响[J]. 化工设备与管道, 2011, 48(2):29-31.
LAI Min-hua. Effect of eccentricity of coupling axes to vibration of shaft system[J]. Process Equipment & Piping, 2011, 48(2):29-31.
- [8] 张文义. 带长中间轴弹性联轴器同心度调整方法[J]. 宝钢技术, 2014(1):76-80.
ZHANG Wen-yi. Concentricity adjusting method of flexible couplings with long counter shaft[J]. Baosteel Technology, 2014(1):76-80.
- [9] 宋可可,刘寅琴.豪顿华轴流式通风机安装关键技术[J].科技资讯,2013(12):101.
SONG Ke-ke, LIU Yin-qin. Key installation technology of Howden axial flow fan[J]. Science & Technology Information, 2013(12):101.
- [10] 閃恒杰,张道瑞,李瑞华,等.双级动叶调节轴流式一次风机振动分析及处理[J].风机技术,2017,59(2):83-86.
SHAN Heng-jie, ZHANG Dao-rui, LI Rui-hua, et al. Analysis and treatment of vibration for an adjustable primary axial fan[J]. Compressor, Blower & Fan Technology, 2017, 59(2):83-86.
- [11] 李星勇. 锅炉一次风机失速现象分析[J]. 发电设备, 2018, 32(4):306-308.
LI Xing-yong. Analysis on stall phenomenon of a boiler primary air fan[J]. Power Equipment, 2018, 32(4):306-308.
- [12] 田卫朋. 轴流一次风机失速与喘振分析及处理[J]. 科技与企业, 2015(5):223-224.
TIAN Wei-peng. Analysis and treatment of stall and surge of axial flow primary fan[J]. Technology and Business, 2015(5):223-224.
- [13] 刘家钰,阮苗英.防止锅炉一次风机“抢风”技术措施[J].风机技术,2014(1):75-77.
LIU Jia-yu, RUAN Miao-ying. Technical measures to prevent air-flow of boiler primary blower[J]. Compressor, Blower & Fan Technology, 2014(1):75-77.
- [14] 刁润丽,李焯.某电厂一次风机振动异常诊断研究[J].广西节能,2021(2):32-34.
DIAO Run-li, LI Ye. Study on abnormal vibration diagnosis of primary air fan in a power plant[J]. Guangxi Jieneng, 2021(2):32-34.
- [15] 朱美军,梁冬景.某风机基础不均匀沉降的原因分析及处理方案[J].四川建筑,2014(3):109-111.
ZHU Mei-jun, LIANG Dong-jing. Cause analysis and treatment scheme of uneven settlement of a fan foundation[J]. Sichuan Architecture, 2014(3):109-111.
- [16] 一次风机 ANT-1813/1250N 安装、运行、维护手册[Z].豪顿华工程有限公司,2007,11(4):F12872.
Installation, operation and maintenance manual of primary air fan ANT-1813/1250N[Z]. Howden Hua Engineering Co., Ltd., 2007, 11(4):F12872.
- [17] 吴洪波,姜家渊.锅炉风机运行中常见故障的原因分析及处理[J].中国电力,2005,38(2):36-39.
WU Hong-bo, JIANG Jia-yuan. Analyses and solutions of common failures in fan operation[J]. Electric Power, 2005, 38(2):36-39.
- [18] 董彬. HU25038-22 型双级动叶可调风机失速分析与控制措施[J].电气技术,2015(1):64-67.
DONG Bin. The stall analysis and control measures of two-stage dynamic adjustable fan with the type of HU25038-22[J]. Electrical Engineering, 2015(1):64-67.
- [19] 时岩. 600 MW 机组一次风机振动大原因分析及处理[J]. 东北电力技术, 2014, 35(5):14-16, 30.
SHI Yan. Analysis and vibration treatment in primary air fan of 600 MW unit[J]. Northeast Electric Power Technology, 2014, 35(5):14-16, 30.
- [20] 赵卫全,杨锋,符平,等.灌浆技术在风机基础加固工程中的应用[J].水利水电技术,2009,40(9):75-77.
ZHAO Wei-quan, YANG Feng, FU Ping, et al. Application of grouting to reinforcement of wind turbine foundation[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2009, 40(9):75-77.