

风机振动故障诊断及处理

陈莲芳, 徐夕仁

(山东大学 能源与动力工程学院, 山东 济南 250061)

摘 要: 采用 CSI2120 双通道振动采集仪对山东临沂某电厂风机、电动机的振动频谱及相位数据进行收集, 在此基础上对故障进行了诊断分析, 找出风机产生振动的原因是电动机与风机之间的齿型联轴器存在断齿、裂纹和齿面凹坑情况, 且联轴器裂纹是引起振动幅值随负荷显著变化的根本原因。依据该诊断结论进行了处理, 取得显著效果。该风机的振动特征及处理过程具有代表性。给出分析、诊断的思路和处理方法, 可以为类似风机的振动诊断和处理提供参考。

关 键 词: 风机振动; 振动频谱; 故障诊断; 处理

中图分类号: TM621 文献标识码: B

1 前 言

山东临沂某发电厂为 300 MW 进口发电机组, 其锅炉配置有 2 台离心式引风机, 水平布置、双吸叶轮、转子两端轴瓦支撑、进风量挡板可调, 在 50% 额定负荷下工作; 电动机配置为鼠笼式异步电机, 其额定电压为 3 kV, 功率为 1 677 kW, 水平布置、轴瓦两端支撑, 风机与电动机之间采用齿型联轴器连接。

2002 年 11 月 1 日开始, 一次风机电动机轴承振幅逐渐增大, 且振动幅值和轴瓦温度都随负荷升高而增加, 并有继续加剧的趋势。机组满负荷时, 电动机驱动端轴承振幅高达 $85 \mu\text{m}$, 用红外线测温仪测得轴瓦温度达 92°C 。为查找设备问题, 消除隐患, 于 11 月 13 日采用 CSI2120 双通道振动采集仪对轴承的振动频谱及相位数据进行收集, 根据收集数据对故障进行了细致的分析。

2 故障分析

现场测取的电动机和风机驱动端轴承水平方向的振动幅值明显高于垂直、轴向的振动幅值。电动机轴承水平方向的振幅为 $85 \mu\text{m}$ (峰—峰值), 风机为 $40 \mu\text{m}$ (峰—峰值), 电动机驱动端水平方向的振

动值较大, 仅由振动值上看似乎是电动机问题, 为进一步明确故障原因, 采取了以下的分析步骤。

2.1 电动机轴承的频谱分析

首先从电动机轴承的频谱分析入手, 了解设备的基本运行状态, 分别收集由电动机轴承盖的水平、垂直、轴向 3 个方向采集设备运转状态下的数据。

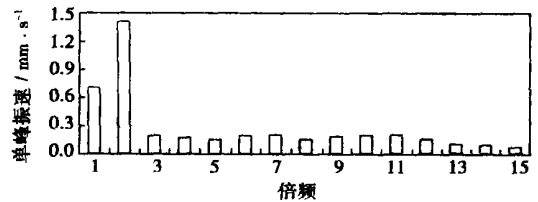


图 1 电动机驱动端水平方向振动频谱

图 1 为转速 $1 489 \text{ r/min}$ 、频率 24.83 Hz 时电动机驱动端水平方向振动频谱图; 图 2 为电动机非驱动端的轴向振动频谱图。

由图 1 可以明显地看出, 电动机驱动端水平方向以 1 倍频和 2 倍频分量为主要分量, 多数情况超过 1 倍频分量, 2 倍频下的振幅约为 1 倍频下振幅的 2 倍, 3 倍频以上工作频率下的振幅较小。而从图 2 可以看出, 电动机非驱动端轴向以 1 倍频振动为主。

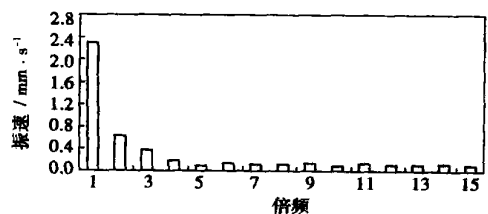


图 2 电动机非驱动端轴向振动频谱

依据齿型联轴器连接的不对中转子系统主要振动特征: 齿型联轴器不对中故障的特征频率为角频率的 2 倍; 由不对中故障产生的对转子的激振力随转速的升高而增大; 激励振幅与不对中量成正比, 随不对中量的增加, 激振力产生的振幅呈线性加大。

通过对电机驱动端与非驱动端振动频谱比较分析, 发现水平 1 倍频均超标, 并伴有 2 倍频、3 倍频、4 倍频等工作频率下的振动, 且 2 倍频基频谐波较突出, 显示联轴器有对中问题; 同时风机的振动对负荷变化比较敏感, 振动幅值随负荷的增加而升高现象比较明显, 因此可以推断风机与电动机间齿型联轴器存在对中问题, 角向不对中问题突出。

轴系若具有过大的不对中量时, 即使转子能够联接上, 也会导致联轴器不符合其运动条件而使转子在运动中产生巨大的附加径向力和附加轴向力, 使转子发生异常振动和轴承的早期损坏, 这对转子系统具有更大的破坏性。

2.2 电机轴承与风机轴承的振动相关性分析

为进一步明确联轴器对中问题, 对电动机及风机轴承进行相位分析。由于设备处于运行状态, 无法在联轴器处加装鉴相标志, 无法采用常规的手段获得联轴器两端轴承的相位情况, 因此采用相关分析的方法来获取需要相位数据。

采用 CS12120 双通道分析仪, 设置通道 A 为触发信号通道, 通道 B 为检测分析通道。在两侧信号相关值为 1 时, 测得此时的 1 倍频工作转速下两通道信号的相位差见表 1。

表 1 一次风机与电动机驱动端的振动相位差 (°)

	水平方向	垂直方向	轴向
相位差	170	164	156

通过表 1 可以看出, 风机驱动端与电动机驱动端水平、垂直、轴向的相位均接近 180°, 即相位相反。依据联轴器两侧同一方向的相位差在角位移不对中时约为 180° 的结论, 因此可证明联轴器对中存在严重问题。

综合以上 3 方面内容可判断联轴器对中故障是电动机异常振动的原因。下面分析联轴器故障机理及故障部位, 查找故障根本原因。

2.3 联轴器故障分析

对联轴器振动机理进行分析, 载荷的变化会引起齿轮刚性的变化, 从而引起齿轮的振动, 这种振动通常称为啮合振动。在正常情况下, 啮合振动是近似于简谐振动的小幅值振动, 该振动在频谱图上会

出现啮合频率及其各次谐波成份。当齿轮有缺陷时, 特别是当齿面均匀磨损后, 其谐波成份会变得格外地突出, 是齿轮磨损的一个灵敏度标志。啮合频率的各次谐波的幅值比基波的幅值上升得快。齿面上的点蚀、剥落等损伤也会在啮合频率及其各次谐波成份中表现出来。齿故障分析可从大周期故障分析和小周期故障分析两方面着手。

2.3.1 大周期故障分析

由于轴系中心扰动较大, 电动机气隙变化也较大, 其轴承振动信息的时域波形显示出了拍振信号的特征, 磁隙中心很不稳定。电动机与风机间齿型联轴器为 70 个齿的齿套连接方式, 啮合频率 $70 \times 24.82 = 1\,737\text{ Hz}$, 2 倍的啮合频率为 $2 \times 70 \times 24.82 = 3\,474\text{ Hz}$ 。

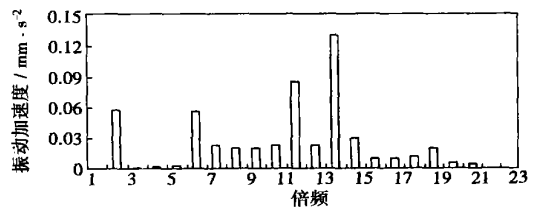


图 3 电动机驱动端轴承水平方向高频频谱

图 3 为转速 1 489 r/min、频率 24.82 Hz 时测取的电动机驱动端水平方向高频频谱图。由图 3 可以看出, 频率是以齿轮轴的旋转频率为基本频率, 预示齿轮存在齿轮偏心、局部断裂或裂纹等故障。

2.3.2 小周期故障分析

图 4 为电动机驱动端轴承的高频频谱图, 它显示出齿轮的啮合频率为基本频率。出现此频率特征的故障包括: 齿轮胶合、疲劳和磨损等。啮合频率的高次谐波产生是由于齿面存在多个小缺陷(如凹点)或断齿造成, 并且啮合频率及其谐波处的振幅随故障的恶化而加大。在 1、2 倍的啮合频率及其谐波处出现无限的以故障齿轮的运行频率为间隔的边带族, 且其振幅随故障的恶化而加大, 此故障特征符合齿断裂或凹坑。

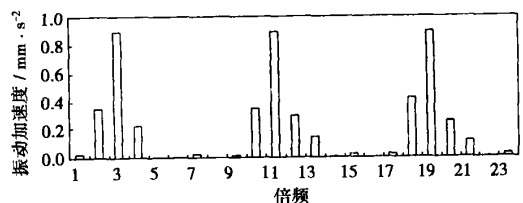


图 4 电动机驱动端轴承的高频频谱

依据上述齿轮的振动故障机理及特征可以明确地断定:电动机与风机之间的齿型联轴器存在断齿、裂纹和齿面凹坑情况,且联轴器裂纹是引起振动幅值随负荷显著变化的根本原因。

2.4 故障综合分析

由电动机轴承的频谱分析结论可以判断出电动机异常振动是因齿型联轴器存在对中问题,且角向不对中问题突出;从电动机轴承与风机轴承的水平、垂直、轴向振动相关分析可以明确判断出电动机异常振动的诱因为联轴器对中故障;由大周期故障分析可以判断齿型联轴器存在裂纹;小周期故障分析推断齿型联轴器存在断齿或齿面凹坑。

依据上述分析可以明确判断:电动机与风机之间的齿型联轴器存在断齿、裂纹和齿面凹坑情况,且联轴器裂纹是引起振动幅值随负荷显著变化的根本原因。

3 故障处理

根据以上设备故障分析结论,依据设备状态及机组运行负荷曲线,果断地决定选择夜间负荷低谷消除设备缺陷。

故障的处理步骤:

(1) 设备停运前准备联轴器备品,所需的工器具及相关材料;

(2) 检查电动机及风机的轴瓦磨损情况,调整轴瓦间隙符合标准:轴瓦顶隙 $0.15 \sim 0.3 \text{ mm}$,侧隙均匀约为 $0.10 \sim 0.15 \text{ mm}$;

(3) 更换齿型联轴器并重新找中心,联轴器拆除及复装过程中避免转子弯曲,联轴器中心应符合规定技术标准:圆距 $< 0.05 \text{ mm}$,面距 $< 0.05 \text{ mm}$;

(4) 齿型联轴器的齿顶间隙及侧隙符合要求;

配合间隙为 $0.2 \sim 0.05 \text{ mm}$,内部齿用油脂充分填充;

(5) 更换齿型联轴器轴端密封件,保证油脂密封可靠。

午夜设备停运,拆除联轴器防护罩发现联轴器外部齿套存在一条与轴线成 45° 的裂纹,已贯穿齿套轴向 $1/3$ 位置,揭开联轴器齿套后发现内齿已断裂多个,且多数齿锈蚀。由于准备充分,措施准确,设备抢修工作顺利完成。

4 结论

造成电厂主、辅设备的振动的的原因很多,而且往往是多种原因综合作用的结果。针对山东临沂某电厂一次风机驱动电机异常振动的故障,通过先进的振动分析仪,利用频谱图来初步分析引起一次风机电动机振动的主要原因,利用相关分析可确认振动的主因;再通过对联轴器的大、小周期分析进一步判断出联轴器存在裂纹和断齿凹坑的问题。

经过对齿型联轴器的更换及联轴器中心的重新调整,电动机的异常振动现象消失。联轴器故障得到及时处理,避免了设备故障进一步扩大,保障了电网及机组的安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 高智勇,张根珠.离心式风机异常振动原因分析及处理[J].热力发电,2004(10):91-93.
- [2] 兰灿辉.一次风机振动故障的诊断与排除[J].烧结球团,2002,27(1):47-49.
- [3] 张汉昶.通风机的使用与维修[M].北京:机械工业出版社,1985.
- [4] 徐英南.机械基础[M].北京:中国劳动出版社,1985.

(辉 编辑)

新技术

首次安装智能的齿轮传动系统

据《Diesel & Gas Turbine Worldwide》2005年11月号报道,2005年初德国Reintjes齿轮公司推出与已取得专利的“GADS”主动速度控制系统相结合的新的“IGS”智能齿轮系统。

在实际应用中,该系统已在德国捕鱼船GO-14Vrouw Gnetje上进行了运行试验。

在取得专利的IGS系统中,WAF2365型倒车减速齿轮传动装置中的多盘离合器的制动压力被调节,以便在受控的离合器转差率下保证传递到螺旋桨的扭矩紧密匹配发动机性能图上给定点处发动机的扭矩。为了做到这一点,通过安装在齿轮箱上的传感器,IGS系统监控动力装置速度的变化和盘离合器内实际压力的变化使得无论是在加速、机动过程中,还是在低速或紧急停机过程中离合器内压力跃升与在船所有运行条件下可得到的最大扭矩相匹配。

(吉桂明 供稿)

body Furnace System Based on a Fuzzy Theory [刊, 汉] / ZHAO Ping, LIU Zhi-qiang, SHI Zhang-ming, et al (Institute of Energy and Power Engineering under the Central South China University, Changsha, China, Post Code: 410083) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2006, 21(1). — 88 ~ 92

To realize a rapid and high-efficiency diagnosis of existing faults or potential ones in a black-body furnace system a knowledge base assuming the form of multiple bases and levels has been set up on the basis of the operating characteristics of the said system. By employing a hybrid reasoning mechanism an inference machine was designed, based on the combination of an overall target reasoning and a grade or level target reasoning. The hybrid reasoning combines the inverse reasoning of black-body fault type diagnosis on the one hand and the positive-direction inference featuring fault-cause analysis and measures for fault elimination on the other. The effectiveness of the hybrid reasoning mechanism being put to use indicates that the expert system of black-body furnace fault diagnosis can ensure a relatively high prediction accuracy and has a rather high practical value in relevant applications. **Key words:** black-body furnace, fault diagnosis system, knowledge base, fuzzy theory

复合添加剂在两种烟气脱硫工艺中的应用 = The application of Compound Additives in two Kinds of Flue-gas Desulfurization Process [刊, 汉] / WANG Jin-gang, HU Jin-bang, DUAN Zhen-ya, et al (Institute of Chemical Engineering under the Tianjin University, Tianjin, China, Post Code: 300072) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2006, 21(1). — 93 ~ 95

Three kinds of compound additive have been used in two kinds of typical flue-gas desulfurization process. Test results have shown that the compound additives are more effective than simplex additives and the compound additive composed of adipic acid and NaCl has the highest effectiveness. The compound additives feature low cost, ease of use and are available anywhere on the market. Their rational use can further enhance the operating efficiency of flue-gas desulfurization units and has potential for widespread applications. **Key words:** flue gas desulfurization, compound additive, adipic acid, metallic chloride

风机振动故障诊断及处理 = Diagnosis of Fan Vibration-caused Failures and Measures taken to Cope with Them [刊, 汉] / CHEN Lian-fang, XU Xi-ren (Institute of Energy and Power Engineering under the Shandong University, Jinan, China, Post Code: 250061) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2006, 21(1). — 96 ~ 98

A model CS12120 dual-channel vibration frequency acquisition device was used to collect the vibration frequency spectrums and phase data of blower fans and electromotors at a power plant in Linyi City of Shandong Province. On this basis a diagnosis and analysis was performed of the vibration-caused failures. The cause of fan vibrations can be attributed to tooth breakage, cracks and tooth face cave-in in a toothed coupling located between an electromotor and a blower fan. Moreover, the fractures in the coupling have been a root cause leading to a significant variation in vibration amplitudes concurrent with load changes. Corrective measures were taken based on the above diagnostic conclusion and remarkably good results have been achieved. The vibration characteristics and the method adopted to cope with them are quite representative. The analysis, diagnostic approach and method used to deal with failures can serve as a helpful reference for diagnosing and resolving similar fan vibration problems. **Key words:** fan vibration, vibration frequency spectrum, failure diagnosis, methods adopted to cope with failures

俄罗斯全自动化船用辅锅炉装置 = Fully Automatic Marine Auxiliary Boiler Units Manufactured in Russia [刊, 汉] / XU Yan, ZHANG Hai-yan, LIANG Hai-dong, et al (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2006, 21(1). — 99 ~ 101