

Analysis of Fan Fault Diagnosis Based on Abnormal Vibration Signal

Feng Qiu

Shanghai Urban Construction Information Technology Co., Ltd., Shanghai, 200126, China

Abstract

Abnormal fan must be accompanied by vibration, so the vibration condition of fan is an important index to determine the fault of fan. Jet fan, as the core equipment of the mechanical and electrical ventilation system in the tunnel, plays an important role in conveying and regulating air or removing smoke and dust. The normal operation of its stone network is an important guarantee for the health and safety of the tunnel, so its operation status monitoring and fault diagnosis are of great significance. According to the structure and operation characteristics of jet fan, based on vibration detection and analysis, combined with practical engineering cases, the vibration abnormal phenomenon in the daily use of the fan is analyzed and diagnosed by using the vibration spectrum and data monitored on site. In view of the abnormal vibration of the unit, the improvement measures and schemes are proposed to eliminate or reduce the abnormal vibration of the fan.

Keywords

jet fan; vibration; fault; image

基于振动异常信号分析风机故障诊断研究

邱枫

上海城建信息科技有限公司, 中国 · 上海 200126

摘要

风机异常必然伴随着振动, 所以风机的振动状况是判定风机故障的重要指标。射流风机作为隧道内机电通风系统中的核心设备, 承担着输送和调节空气或排除烟尘的重要作用。它的正常运转是隧道健康安全的重要保障, 因此对其的运行状态监测和故障诊断具有重要意义。根据射流风机的结构及运行特点, 从振动检测分析为基础, 结合工程实际案例, 利用现场监测振动频谱及数据, 对风机日常使用中出现的振动异常现象进行分析诊断。针对机组振动异常情况提出改进措施和方案, 以达到消除或减小风机异常振动的效果。

关键词

射流风机; 振动; 故障; 影像

1 引言

设备是企业进行生产、创造价值的基础, 要想保证企业的正常安全生产, 隧道必须保证生产设备的安全、高效、长周期的优质运行, 这是企业获得一切经济效益的根本保证。

风机作为公路、桥梁、隧道运行中的重要机电设备。风机和电机的振动不仅反映和体现设备的运行状况, 还可以显示设备的性能、制造和安装水平。通过对射流风机加装在线振动监测系统, 可以对风机的运行状态进行有效地在线监测, 对设备当前的运行状态做出评估 (属于正常、还是异常), 对异常状态及时做出各级报警, 并为进一步故障分析诊断、设备性能评估等提供信息和数据。

2 风机振动分析的意义

随着各类风机广泛应用于公路、桥梁、隧道的空气通风系统中, 对风机的振动要求也越来越高。异常的振动不仅产生噪音和损伤动设备部件, 而且会加剧结构疲劳, 缩短使用寿命, 严重的振动会造成隧道结构的重大变形甚至结构整体坍塌等严重后果。因此, 控制和减小风机的振动是非常重要的。

3 项目概况及问题描述

论文结合文一路地下通道工程机电设备健康监测监测系统项目, 研究风机振动监测异常信号故障诊断, 文一路隧道位于中国杭州市西湖区, 全线 5.8km, 隧道部分全长 5.2km, 分

为南线和北线，全线安装射流风机 101 台，分布于矩形段、盾构段和匝道。本次以北线西段其中 2 组 2 台射流风机为研究对象。风机配置电机功率 22KW，电机变频调速最大转速 1450RPM，在实际运行过程中生产操作人员发现机组设备运行出现短暂的报警信号，且报警之后恢复稳定，运行很不稳定。机组整体振动幅值在风机电机瞬间启动时变化很大，时常造成在线振动连锁保护装置报警。机械、电气人员多次现场检查及更换相关部件均未能发现、解决问题。在此情况下，专业振动监测人员使用视觉增强影像技术对射流风机进行了一系列现场测试，进行专业分析，并与风机振动监测数据做对比，最终发现问题所在并提出改进措施^[1]。

4 射流风机的结构及工作原理

射流风机由轴流风机与消声器组成，通常安装在公路、铁路隧道与地铁中，通过产生高速气流带动周围向前流动形成通风，降低隧道中的废气污染，在紧急状态下用于隧道内的消防排烟。射流风机运行时，将隧道内的一部分空气从风机的一端吸入，经叶轮加速后，由风机的另一端高速射出。这部分带有较高动能的高速气流将能量传送给隧道内的其它气体，量传送给隧道内力的压气，从产推动隧道内的空气顺风机喷射气流方向流动。这样，就实现了从隧道的一端吸入新鲜空气，从另一端排出污浊空气的目的。

带消声器

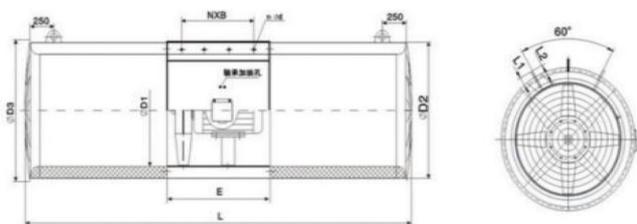


图 1 射流风机结构示意图



图 2 射流风机振动监测测点布置图

5 射流风机主要设备参数

电机功率 22KW，风机功率 21.5KW，风量 23.6m³/s，

出口风速 30.1m/s，防腐等级 IP55，直径 630mm，重量 762kg，风机风扇叶片 6 个。

6 射流风机振动监测系统描述

文一路地下通道工程风机振动监测系统对北线西段 9 组 18 台射流风机安装无线风机振动传感器，并通过由隧道内敷设的泄漏电缆及无线 AP 设备所组成的无线传输系统进行振动数据的传输与采集，在运营管理中心端通过在服务器上部署智能监测平台实现对风机振动状态的实时查看、分析及预警。在线振动监测提出完整的系统，并介绍系统各部分构成及可实现的功能和目标；提出完整的设备配置和各监测元器件的性能特点，并提出振动监测分析软件的功能和特点。

振动传感器具有强磁性并且为保证安全，用钢丝固定于风机底座处，采集箱内配置必需的开关、电源模块以及传输无线信号所需的无线 AP 和交换机设备。所有传感器信号均通过无缝连接的无线信号接入。

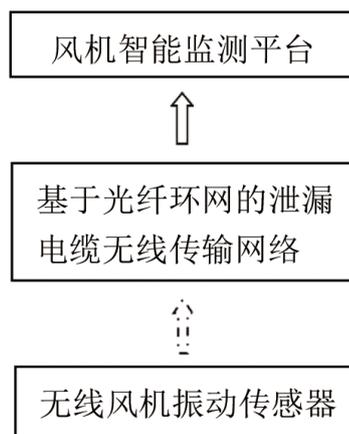


图 3 射流风机振动监测架构图

7 射流风机振动异常信号描述

生产人员在日常管理和维护中发现，在安装风机振动传感器 18 台风机中，其中 FJ06 和 FJ07 这 2 个机组在风机启动运行过程中时常出现预警、报警甚至高预警状态，然后运行状态恢复正常。

根据传感器参数，平台参考 ISO_10816_3 标准：以 10~1000Hz 范围内的振动速度有效值 (RMS) 为报警门限值。

绿色：正常。

黄色：预警，> 2.3mm/s。

橙色：报警，> 4.5mm/s。

红色：高报警，> 7.1mm/s。

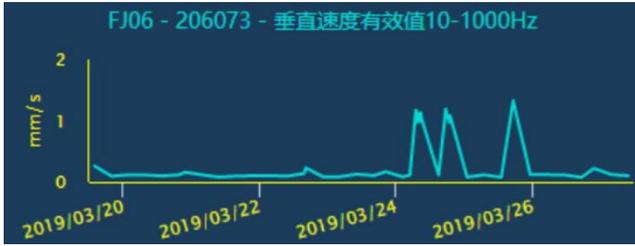


图 4 FJ06 射流风机垂直速度有效值时域图

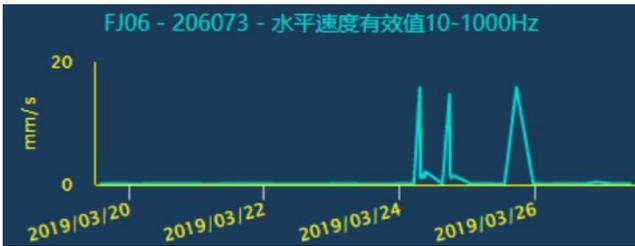


图 5 FJ06 射流风机水平速度有效值时域图

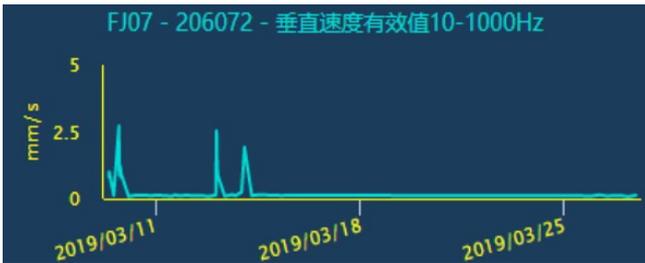


图 6 FJ07 射流风机垂直速度有效值时域图

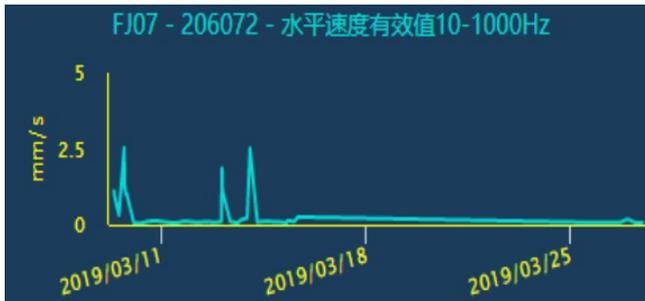


图 7 FJ07 射流风机水平速度有效值时域图

通过对 FJ06 和 FJ07 两台机组时域图的分析,可以明显地看出速度有效幅值超过了报警阈值。根据 2 台机组的运行情况,生产人员进行了多次现场检查及维护,依然未能解决问题。

8 振动异常信号的测试方案及数据分析

通过视觉增强影像分析,机组运行模态如下:FJ06 风机在启机瞬间观察到机组在水平、垂直方向“左右摇摆”“点头”运动模态,启机完成后现象消失,机组运行平稳整体振动幅值较低。疑似气流压力脉动不均或转子轻微动平衡不良(非

结构性)所致。

针对 FJ06 和 FJ07 两台机组出现的振动异常信号问题,本次测试控制电机转速在 542~1343rpm (9~22.38Hz) 之间,共采集 2 组多时间段下的机组在风机瞬间启动时的振动数据。当风机启动时,通过在现场安装超高清摄像机进行近距离实时录像并通过智能监测平台实时采集的振动频谱数据进行同步分析来得出结论,进行故障诊断。在该转速区间内,机组振动幅值出现两次明显“跳跃”。当射流风机瞬间启动运行时,在线振动值超过阈值导致报警,但此时现场检测人员感知风机风筒与风机平台在瞬间启动时振动强烈^[2]。对此,论文针对机组视觉增强影像进行分析。

(1) FJ06 风机在启机瞬间观察到机组在水平、垂直方向“左右摇摆”“点头”运动模态。

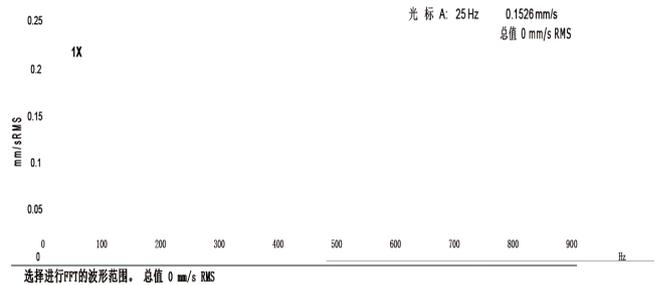


图 8 FJ06 射流风机振动频谱图

(2) FJ07 风机在启机瞬间观察到机组在水平、垂直方向“左右摇摆”“点头”运动模态。

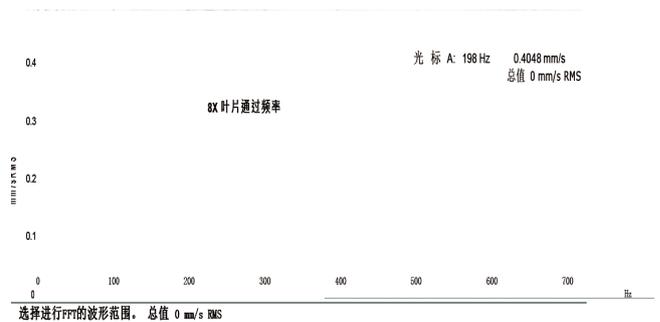


图 9 FJ07 射流风机振动频谱图

(3) FJ07 风机在启机瞬间观察到机组在水平方向“左右摇摆”运动模态,启机完成后现象消失,机组运行平稳整体振动幅值较低。疑似射流风机底座安装过程中出现弹性及气流压力脉动不均或转子轻微动平衡不良(非结构性)所致。

9 减小振动的措施

9.1 针对 FJ06 振动“跳跃”的解决措施

(1) 纠正叶片高度差,保证叶片安装一致性,以减小

叶片通过频率激振力。

(2) 增强齿轮箱水平和垂直方向的支承刚性。

(3) 现阶段尽可能避开电机转速在 822rpm (13.7Hz) \pm 10% 区间运行。

9.2 针对 FJ07 振动“跳跃”的解决措施

当电机转速为 1152rpm (19.2Hz) 时, 齿轮箱高速轴输入端测点水平方向最大, 达 10mm/srms, 主要频率成分为电机转频 1 \times 。联轴器两端测点水平方向波德图可见 1 \times 幅值在 1152rpm (19.2Hz) 附近明显增大, 偏离该转速则明显下降, 且振动相位发生 180 $^\circ$ 变化, 转子轴系在 1152rpm (19.2Hz) 附近过临界转速^[3]。

10 结语

风机的结构复杂, 引起振动的客观因素较多, 没有直接通用的方法可利用。论文通过视觉增强影像分析手段, 对产

生振动的主要特征频率和频谱曲线详细分析, 对照风机振动监测数据、结构参数及运行环境条件明确问题所在, 并提出相应的解决方案。最终筛选出简易可行, 可通过控制转速和调整修正风机底座, 检修风机支架以实现减振目标, 如需彻底解决根本问题还要进行多方面的测试及大量工作, 至少视觉增强影像分析技术和风机振动监测技术的结合给我们提供了明确的方向及技术支撑。

参考文献

- [1] 程业红. 大型刚结构冷却塔振动分析 [D]. 广州: 华南理工大学, 2009.
- [2] 韩捷, 张瑞林. 旋转机械故障机理及诊断技术 [D]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [3] 陈进. 机械设备振动与故障诊断 [D]. 上海: 上海交通大学出版社, 1994.