

文章编号:1006-1355(2013)06-0224-03

离心风机减振降噪设计与应用实证

袁 丽¹, 牛跃华², 屈 靖²

(1. 西南交通大学 地球科学与环境工程学院, 成都 610031;

2. 四川源汇安全环保工程有限公司, 成都 610041)

摘要: 对某化学研究有限公司研发楼顶层46台玻璃钢离心风机进行噪声振动治理。在噪声的传播途径上设置封闭型的隔声房,在风机排风口安装消声器,并对该隔声房和消声器进行声学设计理论计算,通过减振设计计算来确定减振器的荷载选型。减振器及隔声房、消声器设置后,噪声排放值达到《工业企业厂界噪声排放标准》中的2级要求,并通过实测数据,进一步证实噪声治理措施的有效性。

关键词: 声学; 风机降噪减振; 噪声治理; 消声器; 减振器

中图分类号: TH543; TB53

文献标识码: A

DOI编码: 10.3969/j.issn.1006-1335.2013.06.049

Noise and Vibration Reduction Design of Centrifugal Fans and Its Application

YUAN Li¹, NIU Yue-hua², QU Jing²

(1. Earth Sciences and Environmental Engineering College, Southwest Jiaotong University,

Chengdu 610031, China;

2. Sichuan Yuanhui Safety and Environmental Protection Project Co., Ltd., Chengdu 610041, China)

Abstract : The noise and vibration control of 46 FRP centrifugal fans in the top floor of an R&D building of Chem partner Company was carried out. The closed-form silencer room was set up in the route of noise transmission and the muffler was installed in the fan's exhaust exit. Computation and analysis were done for the silencer room and the muffler based on the acoustic design theory. The load type of the shock absorbers was determined through vibration reduction calculation and design. It was found that after setting up the shock absorbers, the silencer room and the muffler at the exhaust exit, the noise emission values can achieve grade 2 requirement in the GB standard of "limitation of noise emission for industrial enterprises". The effectiveness of the noise control measures was verified.

Key words : acoustics ; fan noise and vibration reduction ; noise control ; silencer ; isolator

成都某化学研究有限公司是中国最大的生物医药研发外包公司的投资重点和研发基地。因生产需要,在其楼顶设置有46台玻璃钢离心风机,风机在运行过程中因电机运转、机壳振颤和出风口高速风流均会产生较大噪声。同时,由于多台风机同时运转,造成楼板发生较明显的微振动现象,对楼内人员产生较大影响。为降低噪声振动的危害,故对楼顶风机进行降噪治理。

1 项目基本情况

该组玻璃钢离心风机参数为:型号:4-79, No: 4.5A, 风量: 11 800 m³/h, 功率: 7.5 kw, 风压: 1416 Pa, 转速: 2 900 r/min。该研发楼三面20 m远处均为和该研发楼同等高度的办公用房,风机运转产生的噪声和振动对周边和楼内人员的工作和生活造成较大影响。同时对研发工作及实验设备设施等也造成一定的影响。

2 现场检测结果

经过实地检测,对其进行了噪声频谱分析和振动的测量。噪声的检测值如图1所示。

收稿日期:2012-12-14; 修改日期:2013-02-19

作者简介: 袁 丽(1986-),女,四川成都市人,硕士,就读于西南交通大学地球科学与环境工程学院环境工程专业。

E-mail: 983377058@qq.com

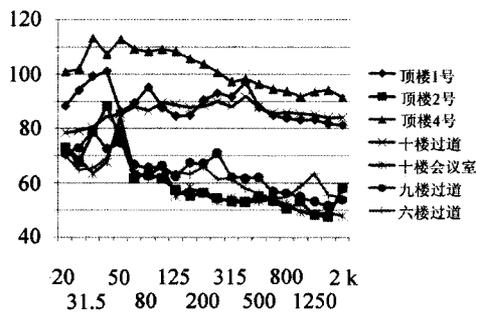


图1 噪声检测频谱图

Fig. 1 A noise detection spectrum

同时,选取了不同的风机和管线进行了振动测量。其振动加速度最大可达到 16.1 m/s^2 , 移动位移最大可达到 0.126 mm , 振动速度最大可达到 1.41 cm/s 。

3 主要噪声源分析

(1) 风机噪声由机械噪声和空气动力性噪声合成, 转轴发出的机械噪声以及在其叶轮运转过程中, 风机叶片发出的涡流形成的噪声, 通过空气介质透过机壳无阻隔地向外辐射; 同时在出风口因较大风速形成空气动力噪声。此二类噪声源均以低、中频为主。还有由电磁噪声和转轴机械噪声组合而成的电机运转发出的噪声。以中、高频为主。风机噪声包括背景噪声、电机噪声、风机的机械性噪声和空气动力性噪声^[1]。

(2) 振动: 风机运行时, 由于叶轮偏心, 电机与转轴偏心、联轴器磨损等原因^[2]产生的机械振动, 经房屋结构传至房间内, 主要为低频振动传声, 单体风机运行时相对振动较小, 但多台风机同时运行时产生较大振动, 且部分风机布置于楼板非承重部位, 进一步增大了振动的影响。

4 噪声治理措施

根据《工业企业厂界噪声排放标准》(GB12348-2008)及成都市《城市区域环境噪声标准》适用区域划分规定, 该项目属于上述标准的2类声环境所处功能区; 即噪声排放值昼间不高于 60 dB(A) , 夜间不高于 50 dB(A) 。

为达到以上噪声治理目标, 根据主要噪声的来源, 采取消声+吸声+隔声+减振的综合治理措施。消声即在风机尾气排放口, 增设消声器; 吸声+隔声即沿屋顶一周, 设置封闭式隔声房。同时在隔声房顶部合适位置开设排风口, 用于尾气排放; 减振即设置双层(减振—隔振)体系, 在风机与中间层之间设置单机减振器, 并通过刚性平台结构将多机相连, 平

台与建筑承重结构间再设置隔振机构。降噪治理效果图见图2所示。



图2 隔声房效果图

Fig. 2 Noise reduction treatment effect diagram

(1) 消声器

消声器采用XW-I型微穿孔板消声器。此类型消声器结构简单, 消声频带宽, 压力损失小。微穿孔板采用镀锌钢板。法兰尺寸为: 800×400 , 外形尺寸: 1200×600 。结合参考文献[3]可计算出该消声器的消声量可达 23 dB 左右。消声器的实际消声量也在 20 dB 以上。

(2) 隔声房

高度为 2.4 m , 采用吸隔声板作墙体, 吸隔声板分为三层: 外层 0.5 mm 彩钢板做隔声层, 中层填充 50 mm 高效吸声岩棉做吸声层, 内层采用 0.5 mm 穿孔板做吸声护面层, 同时在原有通道位置设置加厚隔声门。

总的透声系数的计算公式为

$$t_w = \frac{S_1 t_{w1} + S_2 t_{w2} + \dots + S_n t_{wn}}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (2)^{[4]}$$

隔声量与透声系数的计算公式为

$$TL = 10 \lg \frac{1}{t_w} \quad (3)^{[4]}$$

将 $S_1 = 538.25 \text{ m}^2$, $TL_1 = 29 \text{ dB}$, $S_2 = 2.52 \text{ m}^2$, $TL_2 = 35 \text{ dB}$, $S_3 = 78.64 \text{ m}^2$, $TL_3 = 10 \text{ dB}$ 代入公式(2)(3)中有: $t_{w1} = 7.26 \times 10^{-3}$, $t_{w2} = 3.16 \times 10^{-4}$, $t_{w3} = 0.1$, 则 $t_w = 0.014$ $TL = 18.54 \text{ dB}$

(3) 减振器

双层减振体系, 上层每台风机下面安放四个ZT-40型阻尼弹簧减振器, 预压载荷 25 kg , 最佳载荷 40 kg , 竖向刚度 23 kg/cm , 固有频率在 3.6 Hz 左右, 下层减振器, 每四台风机作为一组下面安放6个ZTZ-250型组合式阻尼弹簧减振器, 该型减振器的预压载荷 150 kg , 额定 300 kg , 竖向刚度 60 kg/cm , 固有频率在 3 Hz 左右。采用双层减振器的减振效率可达到 85% 。同时, 参考文献[5]的计算方法, 对隔振体系

的减振系数、振幅等进行校核,减振器的设计计算均满足条件。

5 效果及问题分析

按照上诉方案进行降噪减振后,对其效果进行了检测。

由于隔声房一侧面与楼梯间相连,结合现场实际情况,我们选择顶楼除楼梯间外其余三面外侧各设一点,在两远端转角处外侧各设置一点,一共设立五个检测点。

通过顶楼治理后噪声测量,昼间噪声排放值最大为 58.3 dB(A),夜间最大为 46.7 dB(A)。同时,为进一步了解低频噪声的隔绝效果,我们选择在消声房两远端转角内侧测量了其在 1/3 倍频程下的噪声值。其振动加速度最大为 2.24 m/s²,移动位移最大为 0.452 mm,振动速度最大为 0.37 cm/s。其检测结果如图 4 所示。

通过以上检测结果图可看出,双层减振体系对于低频噪声的消除取得很好的效果。

在本次对风机进行噪声治理过程中发现以下问题需要进一步优化与验证:多台风机共用减震基础,采用自身振动频率不同相位能否有效减弱整体对外的振动输出。

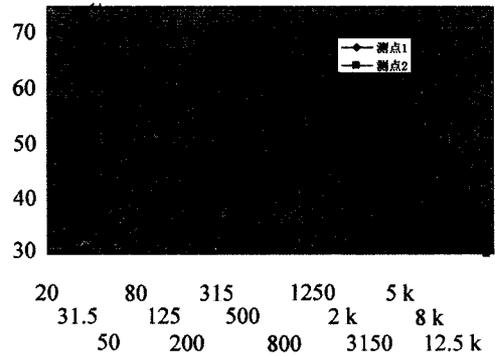


图 4 检测结果图

Fig. 4 Test results figure

参考文献:

- [1] 谢春, 田振华, 等. 离心风机的噪声源识别[J]. 1990: 17-21.
- [2] 崔保. 离心风机振动的消除方法[J]. 有色设备, 2004 (4): 44-46.
- [3] 魏先勋, 陈信常, 等. 环境工程设计手册[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2002. 652.
- [4] 龚秀芬, 孙广荣, 等. 噪声测量和控制[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1985. 139-144.
- [5] 孙研. 通风机选型实用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000. 1053-1056.

(上接第 210 页)

5 结语

(1) 压缩式接管主要由连接外套管、橡胶/金属固化连接件、法兰连接件等主要部件组成,基于“组件装配式”结构,通过螺栓、短管、密封圈等部件实现总体装配,装拆方便,可维修性好;

(2) 接管基于压缩式结构设计方案,使橡胶在承受内部介质压力及产生变形时始终处于压缩状态,固有安全可靠性能得到显著提高;

(3) 压缩式接管通过介质内压推力自平衡结构设计,保证接管在充压状态下总体结构尺寸基本保持不变,自平衡功能好;1.5 倍公称压力强度试验及 1.25 倍公称压力密封性试验条件下,接管无变形、泄漏现象,结构完整;

(4) 压缩式接管在设计压力充压状态下,形变载荷与位移值成近似线性关系,达到最大补偿量 20 mm(拉伸、压缩分别 10 mm)时的载荷为 66.2 kN,接管总体刚度低、柔性好、位移补偿能力强;

(5) 压缩式接管在低频段范围内可获得 3~17 dB 的隔振效果,中高频段范围可获得 18~23 dB 的隔振效果,中高频段的隔振效果显著优于低频段,总频段范围内插入损失在 15 dB 以上,隔振效果好。

参考文献:

- [1] 邓亮, 周炜, 等. JYXR 型挠性接管减振性能试验研究[J]. 船海工程, 2002, 147 (4): 9-11.
- [2] 柴小文. 舰船用挠性接管技术现状和进展[J]. 噪声与振动控制, 2007, 27 (5): 13-16.
- [3] 梁向东, 付爱华, 等. 金属阻尼与挠性接管在管路减振中的作用[J]. 噪声与振动控制, 2002, 22 (2): 30-31.
- [4] P. H. Cosson, STCAN/DCN etc, Safety diving and ship silencing[J]. 国外潜艇技术资料精选, 2008, 1 (1): 17-26.
- [5] 赵应龙, 何琳, 等. 橡胶挠性接管特性研究[J]. 海军工程大学学报, 2001, 13 (1), 61-64.
- [6] 何琳, 帅长庚, 等. JYXR 系列舰用挠性接管研究[J]. 舰船科学技术, 2006, 28 (2), 121-12.