

煤矿风井噪声的综合治理

薛留义, 王学仕, 张继梅

(中平能化集团环保处, 河南平顶山 467000)

摘要:针对煤矿风井噪声排放特点,采用消声、隔声、吸声等措施,对矿井风井口、主扇房、值班室等处进行综合治理,在实际应用中取得了较好的效果,使企业做到了达标排放,具有很好的社会效益和环境效益,值得推广应用。

关键词:煤矿风井;噪声;综合治理

中图分类号: TB53

文献标识码: B

文章编号: 1006-8759(2010)05-0034-03

煤矿矿井风井主扇是矿山机械通风的主要设备,运行过程中会产生极大的噪声,主要噪声源是排风口的空气动力噪声,其次是机壳的机械噪声和电动噪声,噪声多在90~115dB(A)之间,如不加控制,直接影响周围声学环境,工业企业厂界噪声很难达到排放标准,也会危害操作工人的身体健康。

某煤矿一风井安装有两台主扇,功率为630 kW,为抽出式通风,一备一用。经监测厂界及声源噪声数据见表1。

表1 噪声监测数据

测点 位置	昼间测量值/dB(A)			夜间测量值/dB(A)		
	L _{max}	L _{mix}	L _{ep}	L _{max}	L _{mix}	L _{ep}
风井出风口	98.4	97.3	97.8			
南边界	74.5	55.2	59.7	64.0	57.5	58.9
北边界	77.5	74.0	74.4	77.4	77.4	75.9
西边界	68.6	56.6	59.1	60.1	57.1	58.5
东边界	56.4	52.3	54.3	57.2	53.1	54.7
敏感点	55.9	50.8	53.3	61.3	51.8	53.7

风井口距北边界围墙约25 m,敏感点为东南侧农村村庄,距离风井口约100 m。根据城市功能区划分和当地环保部门要求,该风井处于类控制区。

1 治理目标与要求

(1)治理后厂界噪声值达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)二级标准,即

昼间60dB(A),夜间55dB(A),敏感点农村村庄噪声值达到一级标准,即昼间55dB(A),夜间45dB(A)。工人值班室内噪声低于60 dB(A)。

(2)治理后不影响风机的正常安全运行,满足井下抽出风量最大设计要求。

2 噪声源特性分析

风井口产生噪声的位置处为:风井口、风道闸门、防爆口等,其中主扇风机风井口噪声为主要噪声源,风道闸门、防爆等处为泄露噪声影响。

主扇风机在运行过程中主要产生中低频噪声,其重要表现为空气动力性噪声、机械噪声以及配用电机的噪声等。空气动力性噪声主要有旋转噪声和涡流噪声,A声级105dB以上。其频谱具有宽阔的联系性,在低中频段有峰值。

风机的机械性噪声主要是轴承、皮带传动时的摩擦及支架、机壳、连接风管震动而产生的噪声。此外,风机发生故障,如叶轮转动不平衡,支架、地脚螺栓、轴承松动、轴的弯曲都会产生强烈的噪声。

风机配用的电机的噪声主要有空气动力性噪声、电磁噪声和机械噪声。空气动力性噪声是由电机的冷却风扇旋转产生的空气压力脉动引起的气流噪声。电磁噪声主要是由定子与转子之间的变电磁引力,磁致伸缩引起的。机械噪声主要是由轴承噪声以及转子不平衡产生振动引起。电机噪声中以空气动力性噪声为最强。

因此,在风机正常运行中,空气动力性噪声是

噪声中最主要的组成部分,同时机械噪声、电机噪声也是不容忽视的一部分。

风井口噪声的空气动力性噪声,其中声源频率以低频为主;风道闸门、防爆口噪声主要是气流性噪声,其声源频率以中高频为主。

3 治理技术方案

3.1 风井口噪声治理

对煤矿风井噪声的治理主要是对风井口进行消声降噪,采用在风井口内安装轻型钢结构,然后悬挂片式消声器,选用超细玻璃丝棉为吸声体以达到消声降噪的目的,同时也降低了因降噪引起的重量增加。

3.1.1 片式消声器的片间距离 a 确定

对于片式消声器的消声量可按式计算:

$$\Delta L = 2lK(a)/a$$

根据风井口噪声特性,声压级在 2 500Hz 以后有明显下降,可视为上限失频率,既 f_{\pm} 为 2 500Hz。

$$\text{由 } f_{\pm} = 1.85c/a$$

可知消音装置的片间距离 a_{\max} 为 250mm。

3.1.2 消声器长度的确定

消声装置采用容量为 60 kg/m³ 的超细玻璃丝棉作为吸声体。根据 60 kg/m³ 超细玻璃丝棉各频率的吸声系数及八个倍频程的消声量均不低于 26 dB,而

$$\Delta L = 2lk(\alpha)/a$$

$$l_{\text{lim}} = 3.1\text{m}$$

因井口高度为 3m,又不满足增加高度,故取 $l=3\text{m}$

对于安装设计的消声装置后,实际消声量的设计值为:

$$\Delta L_{\text{实}} = 2lk(\alpha)/a$$

$$\Delta L_{\text{实}} = 24.9\text{dB}$$

根据监测数据,风井噪声最大在北边界夜间 Leq 为 75.9dB(A),经降噪后为 51 dB,不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)二级标准中夜晚 50dB(A)。故在北边界建隔声屏,以保证各周边噪声均能达标。

3.1.3 片厚的确定

加大吸声材料的厚度可以提高低频吸声性能,但会增加吸声材料的消耗量;同时,过风断面会缩小,导致阻力增加。当吸声材料的厚度相当于

1/4 波长时,对此波长相应的频率具有最大的吸声性能,根据主扇噪声的特性,当 f 为 500Hz 时,声压级最高。

$$\text{由 } f_{\max} = c/4D$$

可知消声装置的片厚 D_{\min} 为 170mm。

风口尺寸为 3.765×6m,每层设计 9 片消声片,共两层 10 个通道。

3.1.4 消声器阻力计算

原有风机风量为 11 047m³/min,风压为 3 450Pa,排行式阻性消声器的阻力损失包括摩擦阻力损失和进、排风口的局部阻力损失。

摩擦阻力损失: $h_{\text{摩}} = R_{\text{摩}} \cdot Q^2$

$$R_{\text{摩}} = \alpha pl/s^2$$

式中: Q 为每个通道的风量, m³/s;

$R_{\text{摩}}$ 为每个通道的风阻, 千缪;

α 为摩擦阻力系数, $7 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$;

p 为通道净截面周长;

s 为通道断面积, 1.5m²;

$$h_{\text{摩}} = 38.75\text{Pa}$$

局部阻力损失: $h_{\text{局}} = (\zeta_1 + \zeta_2) \cdot V_s^2 r / 2g$

式中 ζ_1, ζ_2 分别为消声器入、出口的局部阻力系数,取 $\zeta_1 = \zeta_2 = 0.25$;

V_s 为片间风速, 12.27m/s;

r 为空气重率, 1.2kg/m³

$$h_{\text{局}} = 45.13\text{Pa}$$

消声器的总阻力 $H = h_{\text{摩}} + h_{\text{局}} = 83.89\text{Pa}$

消声器片间实际风速 V_s 为 12.27 m/s, 与风井的最优风速 8 m/s 有出入,降低风速只有增加片间距,但片间距偏大,高频消声效果差,致使高频失效,故不调整风速。

根据主扇噪声的声学特征和矿井风峒对消声降噪装置的要求,消声降噪装置的阻力应控制在主扇风机额定阻力的 8%~10% 以下,根据以上计算该片式消声器满足设计要求。

3.2 主扇房噪声治理

以隔声和吸声相结合的方法进行防治,将原有窗户更换为隔声窗;拆除原有的普通门,安装隔声门。在主扇房顶部安装吊挂吸声板,吸声板厚度为 100 mm,吸声板两侧壁为 5 mm 厚的穿孔玻璃钢板,骨架采用轻钢龙骨,内部填充超细玻璃棉。

为加强通风散热,在主扇房内设计 6 套通风系统,设置进排风口,并安装低噪声通风机及配套进排风口消声器。

3.3 风道闸门噪声治理

以隔声治理为主,将风道闸门用隔声罩密封起来,隔声罩上有检修门及观察窗,以便观察检修;隔声罩隔声板厚100 mm,采用轻钢龙骨做骨架,内壁为5 mm厚的穿孔玻璃钢板,外壁为5 mm厚的玻璃钢板,中间填充超细玻璃丝绵。每个风道闸门的隔声罩加装2台消声器,以便与外界通风,保持隔声罩内通风顺畅。

3.4 防爆口噪声治理

对漏气部位进行密封处理,消除气流噪声。具体措施根据防爆口的工作运转情况,在不影响防爆盖的正常使用情况下,对漏气部位进行特殊密封处理,并在防爆盖上面加装100 mm厚的吸声材料。

3.5 风道噪声治理

以隔声治理为主,切断噪声传播途径。主要是将风道的所有安检门外部再增安隔声门。

3.6 值班室噪声治理

采用隔声措施,将原有普通铁门更换为隔声门,在原有窗户外安装气密性铝合金隔声窗。

4 片式消音器的安装

片式消声器采用轻型C型钢材料作骨架,骨架刷三道防腐阻燃玻璃钢漆,以抵抗井下风的腐蚀;内以超细玻璃丝棉为吸声体,吸声体外罩玻璃丝布,护面穿孔板孔径为6 mm,穿孔率为25%,片式消声器片间距为250 mm,片厚为170 mm,尺寸为6 000×1 575 mm。每个出风口片式消声器的片数为18片,两个出风口共更换片式消声器36片。

5 消声器护面板的选择

主扇消声装置要求护面板防潮、防尘、防火、不产生二次污染,使用寿命长等,一般采用镀锌白铁皮、钢板、玻璃钢板、PVC板等。

从井下排出的空气含有较多的 CH_4 、 CO_2 等一些有害气体,同时还有水蒸气,有一定的湿度和温度,所以采用镀锌白铁皮和钢板容易腐蚀,使用寿命短,钢板可以进行防腐,但比重大,要求建筑结构承重高。采用PVC板作护面,PVC板具有防腐性能,使用时间长,不足之处是PVC板强度较差,易风化;采用玻璃钢板作护面,玻璃钢板不仅比重较小,具有防腐性,而且强度相当于钢板,且在制作时可将护面板与固定锚栓连接为一体,整体性能好,故采用玻璃钢板作护面。

表2 噪声监测数据

测点 位置	昼间测量值/dB (A)			夜间测量值/dB (A)		
	Lmax	Lmix	Lep	Lmax	Lmix	Lep
风井出风口	72.1	71.6	71.2			
南边界	51.5	36.7	42.3	44.0	37.6	42.4
北边界	55.6	48.5	46.7	45.2	42.9	44.0
西边界	45.5	40.8	42.0	40.2	36.0	38.5
东边界	46.3	44.5	44.0	43.5	42.3	43.1
敏感点	45.7	41.9	44.0	43.6	39.5	40.0

6 运行效果分析

该矿通过采取以上工程措施,风井口声源噪声值及边界噪声值,经监测数据见表2。

根据煤矿风井噪声特性,对风井采用以上的综合治理技术,经实际实践,达到了《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-2008)二级标准,敏感点农村村庄噪声值达到了一级标准,满足了设计要求,取得很好的降噪效果,可实际推广应用。