

室外瓦斯发电机组降噪措施设计

李晨曦

(煤炭工业合肥设计研究院,安徽 合肥 李晨曦 230041;)

摘要:针对露天瓦斯发电机组噪声的特性,设计从隔声和吸声两方面综合考虑,在瓦斯发电站西厂界设置隔声屏障,声屏障采用厚为 100 mm 离心玻璃棉作为吸音材料。该方案在取得了很好的降噪效果的同时也满足了发电机组通风散热的要求。

关键词:噪声;瓦斯发电机组;声屏障

中图分类号:TM611.23

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2016)03-03

THE DENOISING DESIGN OF OUTSIDE MASHGAS POWER UNITS

LI Chen-xi

(Hefei Design Research Institute For Coal Industry,Hefei 230041,China)

Abstract:For the characteristic of the outside gas power plants' noise,the scheme which comprehensive consideration from sound insulation and absorption, sets a sound barrier in the gas power station's western boundary, the centrifugal glass cotton which is 100 cm thick is used on the sound barrier as sound-absorbing material. The scheme has made favourable noise reduction effect and it also meets the ventilation and heat dissipation of generators.

Key words: Noise;Gas power plant;Sound Barrier

集装箱式瓦斯发电机组是把发电机组的主要设备燃气发动机和交流发电机布置在集装箱内,各辅助系统全部集成在由厂家提供的集装箱内或由箱体搭载。箱体内部所有设备组装好运输至项目现场,现场整体吊装现场拼接。集装箱还具备降噪、通风、配电、自动控制、危险监测等能够保障瓦斯发电机安全运行的功能,并且可以根据瓦斯气量大小灵活增减机组的数量,可最大限度利用瓦斯气源,减少设备投资,搬迁便利,布置灵活。

由于集装箱式瓦斯发电机组均布置于露天,设备运行时产生的噪声污染严重影响了矿区周围居民的生活环境,因此对集装箱式瓦斯发电机组的噪声必须进行综合治理^[1]。

1 项目概况

某矿低浓度瓦斯发电工程位于该矿工业场地的西南角,采用集装箱式瓦斯发电机组,均放置于室外,主要噪声源包括 9 台集装箱式低浓度瓦斯发电机组和 5 台集装箱式电气柜。该瓦斯发电站西厂界距离工业场地东厂界和南厂界距离均超过 1 km,距离西厂界距离为 18 m,距离北厂界 37 m。根据环评批复该矿厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008 中 类区标准限值,即昼间不大于 65dB(A),夜间不大于 55dB(A)。

2 瓦斯发电机组噪声分析

根据瓦斯发电机组噪声产生的机理,噪声源可分为机械噪声、空气动力性噪声、电磁噪声等^[2]。

瓦斯发电设备噪声的特点是:声源点固定,声压级较高,属于强噪声源,不仅影响操作工人的身体健康,而且对周围环境造成严重污染,特别是其中的低频噪声影响更为显著。

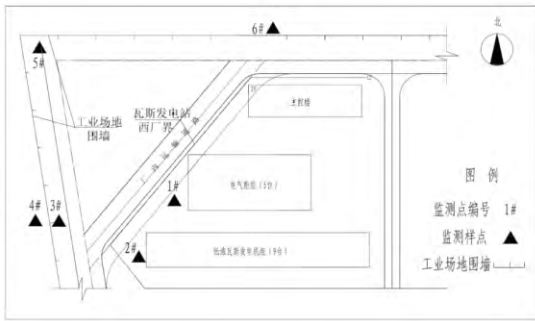


图1 瓦斯发电站平面布置及噪声监测布点

低频噪声通常不易被觉察,但是低频噪声可直达人的耳骨,会使人的交感神经紧张,心动过速,血压升高,内分泌失调。人被迫接受这种噪声,容易烦恼激动、易怒。如果长期受到低频噪音干扰,容易造成神经衰弱、失眠、头痛等各种神经官能症,甚至影响到孕妇腹中的胎儿^[3]。

2.1 噪声监测

为了进一步研究瓦斯发电站对该矿西厂界声环境的影响,设计在厂界设置了4个声环境监测点,在主要的噪声源附近设置2个噪声监测点,监测方法参照《声环境质量标准》(GB3096-2008),监测仪器使用AWA6228型多功能声级计。监测结果参见表1。

表1 各监测点噪声监测值

监测点编号	等效声级 LAeqdB(A)	监测点位置
1#	87.6	电气柜侧面 1m,高 1.2m 处
2#	80.6	瓦斯发电机 1m,高 1.2m 处
3#	76.3	西围墙内
4#	68.0	西围墙外
5#	71.2	西北角
6#	53.7	北围墙外

根据表1监测结果,因此瓦斯发电设备对北厂界声环境影响较小,是由于瓦斯发电站距离北厂界较远,且有3层高的主控楼阻隔。该矿西厂界由于距离瓦斯发电站较近,受到瓦斯发电站发电设备的影响较大,其监测结果标明西厂界声环境无法满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008中类区标准限值,其中昼间超标3dB(A),夜间超标13dB(A)。

2.2 频谱特性分析

为了进一步研究瓦斯发电站对西厂界声环境的影响,本次监测同时对西厂界监测点和噪声源

的倍频程声压级进行了同步记录,并对各测点的噪声值和频谱进行了分析。

表2 监测点1/3倍频程声压级 单位:dB

倍频程中心频率(Hz)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1#	88.6	88.9	85.9	88.3	80.3	77.6	74.7	72.6	70.6
2#	88.4	88.1	84.7	81.4	76.5	72.2	70.9	70.2	66.9
3#	82.4	85.3	85.8	86.5	77.6	74	68.4	64.1	55.7
4#	83.2	73.9	72.5	68.9	62.9	60.0	57.3	55.1	48.4
5#	83.9	83.7	81.7	74.9	67.7	66.3	63.6	60.1	53.8

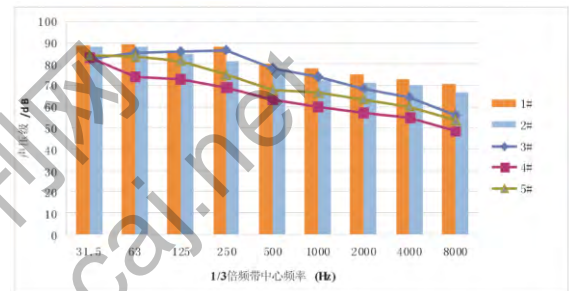


图2 监测点频谱分析

根据表2和图2分析,瓦斯发电机组倍频程声压级在66.9~88.4dB(A),电气柜倍频程声压级在70.6~88.6dB(A)。由于西厂界的混凝土围墙高约2.8m,对瓦斯发电站噪声具有一定的阻隔作用,故西厂界外4#监测点声压级比厂界内3#监测点声压级低。低频噪声是本次工程需要治理的重点噪声源,也是治理难点。

3 噪声治理原则

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》HJ2034-2013噪声控制的基本原则是优先源强控制;其次应尽可能高进污染源采取传输途径的控制技术措施;必要时再考虑敏感点防护措施^[4]。由于本矿井瓦斯发电站已建成运行,声源降噪无法实施,故在传播途径上采取隔声和吸声的治理措施,以抑制噪声的扩散。

4 噪声治理措施

4.1 声学原理

当噪声源发出的声波遇到声屏障时,它将沿着三条路径传播:一部分越过声屏障顶端绕射到达受声点;一部分穿透声屏障到达受声点;一部分

在声屏障壁面上产生反射。声屏障的插入损失主要取决于声源发出的声波沿这三条路径传播的声能分配。

越过声屏障顶端绕射到达受声点的声能比没有屏障时的直达声能小。直达声与绕射声的声级之差,称之为绕射声衰减,其值用符号 ΔL_d 表示,并随着 Φ 角的增大而增大(见图 3)。声屏障的绕射声衰减是声源、受声点与声屏障三者几何关系和频率的函数,它是决定声屏障插入损失的主要物理量^[5]。

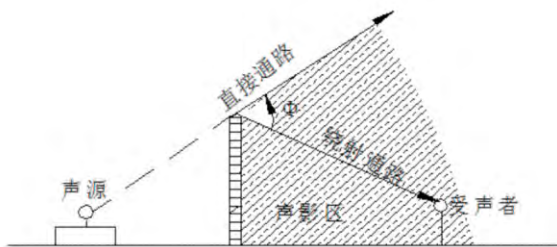


图 3 声屏障的声绕射原理

无限长声屏障,点声源的绕射声衰减见图 4,公式为:

$$\Delta L_d = \begin{cases} 5 + 20 \lg \frac{\sqrt{2\pi}|N|}{\tanh \sqrt{2\pi}|N|}, & N \geq -0.2 \\ 0, & N < -0.2 \end{cases} \quad (1)$$

$$N = \pm \frac{2}{\lambda} (A+B-d) \quad (2)$$

式中: N 为菲涅尔数; λ 为声波波长; A 为声源至声屏障顶端的距离; B 为受声点至声屏障的距离; d 为声源与受声点之间的直线距离。

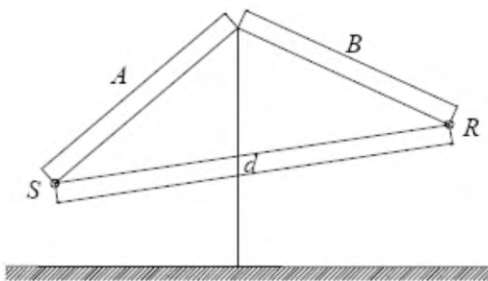


图 4 声屏障的绕射损失计算示意

从式(1)和式(2)中可以看出,声屏障的绕射损失完全取决于菲涅尔指数 N ,即取决于声源和受声点之间的声程差,声程差 $A+B-d$ 越大, λ 声波波长越小(频率越高)则声屏障的绕射损失越大,也就是说声屏障的效果越好^[3]。

由于声屏障对中高频具有较好的隔声降噪效果,对低频噪声隔声效果较差,为了进一步降低低频噪声的影响,可在声屏障中安装对低频噪声具有良好吸音效果的吸声材料^[6]。

表 3 部分材料的吸声系数

材料名称	厚度/ mm	容重/ Kg/m ³	倍频程中心频率/Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
超细玻璃棉	50	25	0.05	0.24	0.72	0.97	0.90	0.98
	100		0.11	0.85	0.88	0.83	0.93	0.97
碳棉板	50	80	0.08	0.22	0.60	0.93	0.98	0.99
	100		0.35	0.64	0.89	0.90	0.96	0.98
聚氨酯泡沫塑料	50	56	0.09	0.25	0.60	0.95	0.73	0.79
	100		0.11	0.31	0.91	0.75	0.86	0.81

从表 3 中可以看出,这几种材料对于瓦斯发电机的中高频噪声都有很好的吸声系数。其中 100 mm 厚度的超细玻璃棉更是具有低中高频的宽频吸声效果,且具有比重小、耐高温、价格便宜的优点,是一种很好的吸声材料,根据相关资料平均吸声系数可达 0.8^[6]。

4.2 降噪设计方案

经过现场踏勘以及分析结果,瓦斯发电站高频噪声由于距离的衰减,到达厂界处声压级已经较低,影响厂界处的主要频率是 500 Hz 以下的低频部分。根据声屏障计算方法,声屏障的降噪效果取决于屏障的长度和高度。瓦斯发电站噪声波长在 0.9~6 米的范围内,本工程中发电机组和电气柜高度约 3 m,而发电机组和电气柜的波长最大约 6 m,故本工程设计声屏障的高度至少为 9 m,才能使工业场地西厂界处于声屏障的声影区内,从而对瓦斯发电站内的噪声产生降噪效果。

本次设计在瓦斯发电站西厂界设隔声屏障,由于瓦斯发电站紧邻工业场地内的运输道路,受到施工场地的限制本次设计隔声屏障下部采用 6m 高钢筋混凝土墙,上部采用高度为 2 m 的折板型声屏障,折角为 45°,声屏障等效高度约 9.4 m。为了减少混凝土墙壁对噪声的反射,在混凝土墙壁上附着吸声材料。上部声屏障和下部混凝土围墙上附着的吸声材料均采用厚为 100 mm 离心玻璃棉。

4.3 降噪效果

瓦斯发电站发电机组和电气柜的噪声可认为
(下转第 15 页)

treatment of mixed abattoir wastes. *Water Sci Technol* 1999; 40(1):69-76.

[7]何强,龙腾锐.屠宰废水处理技术评价[J].*重庆环境科学*,1995.17(3).41-44.

[8]CPTS. Diagnostico de produccion mas limpia: matadero municipal de La Paz. Final inform[J]. CPTS-03-07. La Paz, 2003.

[9]于凤,陈洪斌.屠宰废水处理技术与应用进展[J].*环境科学与管理*.2005.30(4).84-87.

[10]唐受印,戴友芝,刘忠义等.食品工业废水处理[M].北京:化学工业出版社,2001.203-204.

[11]苗利,买文宁,王正,肖传山.屠宰废水传统处理工艺的改进[J].*环境工程*.2002.20(6).71-72.

[12]万秀林,杨晓虎.兼氧-AB法处理屠宰场废水的工艺特点与生产性运行效果[J].*肉类工业*.1993.3.35-38.

[13]贾莉.氧化沟处理生活污水的工艺设计[J].*池州师专学报*.2006.20(3).58-60.

[14]朱文亭,颜玲.污水的水解(酸化)-好氧生物处理工艺[J].*城市环境与城市生态*.2000.13(5).43-48.

[15]邵享文.ASBR工艺的研究现状与发展[J].*安全与环境工程*.2011.18(4).57-63.

[16]李维振,杨瑞宗.上流式厌氧污泥床(UASB)在高浓度有机废水处理上的应用[J].*山东环境*.2000年增刊.126-127.

[17]付融冰,杨海真,甘明强.中国城市污水厂污泥处理现状及其进展[J].*环境科学与技术*.2004.27(5).108-110

[18]W.P. Tritt & F.Schuchardt (1992), Materials Flow and Possibilities of Treating Liquid and Solid Wastes from Slaughterhouses in Germany: A Review[J]. *Bioresource Technology* 41, 235-245

[19]Bungay H R. Confessions of A Bioenergy Advocate [J]. *Trends in Biotechnology*. 2004.22(2).67-71

[20]Young-Man Yoon, Seung-Hwan Kim, Seung-Yong Oh, Chang-Hyun Kim. Potential of anaerobic digestion for material recovery and energy production in waste biomass from a poultry slaughterhouse[J]. *Waste Management*, 2014.(34).204-209

[21]Y. Zhang, C.J. Banks, Co-digestion of the mechanically recovered organic fraction of municipal solid waste with slaughterhouse wastes[J]. *Biochemical Engineering Journal*. 2012.(68).129-137

[22]Ania Escudero, Arrate Lacalle, Fernando Blanco, Miriam Pinto, Ignacio Diaz and Antonio Dominguez, Semi-continuous anaerobic digestion of solid slaughterhouse waste [J], *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2.2014.819-825

[23]Gerardi, M. H. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*[M].2003. United States of America : A John Wiley & Sons, Inc.

[24]Y. Chiu, C. Chang, J. Lin, S. Huang, Alkaline and ultrasonic pretreatment of sludge before anaerobic digestion [J], *Water Sci. Technol.* 36 (11) (1997) 155-162.

[25]Melbourne Water,2014,Sewage Treatment Process, Melbourne Water, viewed 30/01/2015,

(上接第 43 页)

是点声源,噪声绕过隔声屏障的声衰减由式(1)、(2)计算,则声屏障背面声影区内隔声量可以达到15.6dB(A)左右。虽然这种半封闭式的隔声处理隔声效果比全封闭式的差,但该隔声屏有利于气体的流通,有利于瓦斯发电设备散热。

经过上述治理后,降噪效果十分明显,经过现场测量:西厂界噪声值由治理前的68dB(A)降低到了50.8dB(A),达到了《工业企业厂界噪声标准》规定的III类标准限值。

5 结论

根据某煤矿瓦斯电站的实际情况,本次设计从隔声和吸声两方面综合考虑,提出了有效可行的噪声治理方案。通过实施降噪治理措施后,工业场地西厂界噪声贡献值降为50.8 dB(A),达到了《工业企业厂界噪声标准》规定的III类标准限值。该方案针对集装箱式瓦斯发电机组的噪声特性,在取得了很好的降噪效果的同时也满足了发电机组通风散热的要求。

参考文献

[1]刘承华,刘萍.贵州松河煤矿瓦斯电厂噪声综合治理[J].*贵州大*

学学报(自然科学版),2010,27(6):128-130.

Liu Chenhua,Liu Ping. Comprehensive Treatment of Noise for Gas Power Plant of Song-He Coal Mine in Guizhou [J]. *Journal of Guizhou University(Natural Sciences)*: 2010,27(6):128-130.

[2]杨继星,金龙哲,陈月芳,等.基于声强法的瓦斯发电机组噪声特性研究[J].*中国电机工程学报*,2010,30(26):90-94.

Yang Jixing,Jin Longzhe,Chen Yuefang, et al. Gas Power Set Noise Characteristics Based on Sound Intensity Method [J]. *Proceedings of the CSEE* : 2010,30(26):90-94.

[3]马大猷.噪声与振动控制工程手册[M].北京:机械工业出版社,2002. Ma Dayou.Noise vibration control engineering manual [M].Beijing China Machine Press,2002.

[4]中华人民共和国环境保护部.HJ2034-2013文后参考文献著录规则[S].北京:中国环境科学出版社,2013.

Ministry of Environment Protection of the People's Republic of China . HJ2034-2013 form and structure of bibliographic reference [S]. Beijing: China Environment Science Press, 2013.

[5]国家环境保护总局.HJ/T90-2004文后参考文献著录规则[S].北京:中国环境科学出版社,2004.

Environmental Protection Administration of China:HJ2034-2013 form and structure of bibliographic reference [S]. Beijing: China Environment Science Press, 2004.

[6]陈月芳,杨继星,金龙哲,等.集中布置式瓦斯发电机组噪声治理技术分析[J].*中国电机工程学报*,2008,28(14):142-146.

Chen Yuefang,Yang Jixing,Jin Longzhe, et al. Analysis of the Noise Control Technology on Centralized Locating Gas-combustion Generator[J]. *Proceedings of the CSEE* : 2008,28(14):142-146.