

某天然气热电联产项目噪声控制

陶晓光

(上海申华声学装备有限公司, 上海 200070)

摘要: 天然气热电联产项目因其高效、环保、占地面积小、耗水少及建设周期短等优点而受到各国的广泛关注, 但燃气电站噪声污染问题较为突出, 通过声学照相机识别厂区内的噪声源, 确定厂界的噪声值, 对噪声源声学特性进行分析, 建立噪声源及建筑的声学模型并进行仿真计算, 确定噪声源对项目边界的影响并提出声学设计方案, 对最终方案实施后的效果进行实测。结果表明该方案满足了声环境要求, 可供同类大型燃气电厂的噪声控制项目参考。

关键词: 燃气轮机; 蒸汽轮机; 联合循环; 噪声控制; 声学仿真; 设计施工

中图分类号: TB535

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2015)-03-0243-04

DOI 编码: 10.3969/j.issn1000-3630.2015.03.011

Analysis of a noise control project for a gas-steam combined cycle power plant

TAO Xiao-guang

(Shanghai Shenhua Acoustics Equipment Co., Ltd., Shanghai 200070, China)

Abstract: Combined cycle power plant has got widespread attention by many countries because of the advantages in efficiency, environmental protection, water saving, limited area and short construction period. But the noise pollution is a prominent problem for gas turbine power plant. This paper gives a brief introduction of the noise sources and noise levels in the plant boundaries identified by an acoustic camera. Also, the characteristics of the noise sources are analyzed and the acoustic models of noise sources are established for simulation. The acoustic influences of the noise sources on the test points in the plant boundary are calculated and the corresponding acoustic solutions are designed according to the calculation. The final result of the design has been checked through tests and shows that the acoustic specification for environmental protection is achieved. This discussion could be a reference of noise control project for similar gas-steam combined cycle power plant.

Key words: gas turbine; steam turbine; cycle combined; noise control; acoustic simulation; design-construction.

0 引言

燃气电厂具有清洁、节水、建设周期短、投资低、占地少等特点, 大量作为调峰电厂使用。由于燃气电厂污染小, 常靠近负荷区域或城市中心城区, 因此它的噪声污染问题不容忽视, 且由于它的辅助生产系统简单, 厂区面积小, 厂内设备距厂界的距离很近, 噪声对于周边区域的影响必须谨慎考虑。

本文对一个由 2 台 320 MW 重型燃气轮机及相应的蒸汽轮机和发电机、余热锅炉等组成的燃气电厂的噪声治理项目进行降噪方案分析, 其成功经验可供同类型电厂设计参考。

1 燃气电厂主要噪声源

燃气轮机为三菱 M701F4 型机组, 单台额定输出功率为 320 MW, 噪声为宽频噪声, 依据设备厂商提供的数据, 在隔声罩外 1 m 处测量声压级为 90 dB(A), 主要由进、排气及机体辐射产生噪声^[1]。

蒸汽轮机噪声主要是由传动和转动部件运行产生的, 隔声罩 1 m 外测量声压级为 90 dB(A)的宽频噪声。发电机组噪声也为 90 dB(A)。燃气轮机、蒸汽轮机与发电机组均布置在主厂房内部。

余热锅炉主要由燃气轮机出口的排放和气流穿过锅炉内部受热面产生的卡门涡旋和湍流产生噪声, 余热锅炉向外辐射的噪声主要为锅炉本体向外辐射的宽频噪声及排气放空产生的高频噪声^[2]。锅炉本体噪声为 80 dB(A), 排气放空噪声在 110 dB(A)~120 dB(A)之间。

机力通风冷却塔主要由顶部排风风扇和电机

收稿日期: 2014-12-05; 修回日期: 2015-02-06

作者简介: 陶晓光(1981—), 男, 浙江金华人, 工程师, 研究方向为电厂噪声工程等设计及施工。

通讯作者: 陶晓光, E-mail: 87033847@qq.com

以及下部的淋水产生噪声。其中淋水噪声以中高频为主，能量主要集中在 1~4 kHz 频率范围内。

各类水泵，燃气电站内主要有给水泵、凝结水泵和循环水泵，噪声值在 85~95 dB(A)之间，一般布置在泵房内。

燃气轮机排气烟囱高 35 m，在烟囱出风口处燃气轮机尾气排放的宽频噪声可达 110 dB(A)，须谨慎考虑。

燃气电站变压器的噪声相对其他设备而言较低，1 m 远测得声压级为 70 dB(A)。主要是电磁噪声和风扇的空气动力噪声。

天然气调压站主要产生空气动力性噪声、摩擦和撞击的机械噪声以及振动辐射的固体噪声等。噪声级为 70 dB(A)，室外布置。天然气前置模块，声压级为 85 dB(A)，室外布置。

2 噪声控制目标

燃气电厂整天连续运转，厂界噪声排放需满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008 中的 3 类标准限值要求，即昼间噪声级≤65 dB(A)，夜间≤55 dB(A)^[3]；全厂周边环境敏感点要满足《声环境质量标准》GB3096-2008 中的 2 类声环境标准限值的要求，即白昼噪声级≤60 dB(A)，夜间≤50 dB(A)^[4]。

3 噪声控制方案

3.1 噪声源识别及厂界噪声测量

采用声学照相机及噪声仪对厂界及周边敏感点进行噪声源识别和背景、厂界及敏感点的噪声测量，测点布置及噪声源识别情况如图 1、2 所示^[5]，厂界噪声测试结果如表 1 所示。

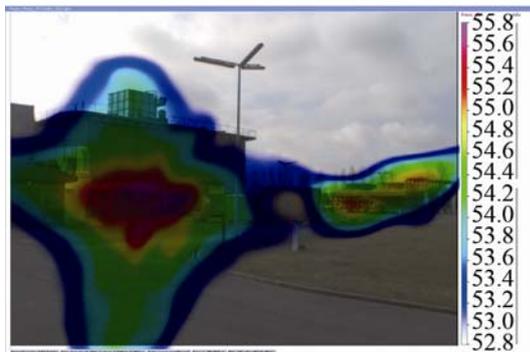


图 1 声学照相机噪声源识别
Fig1 Noise source identification with acoustic camera

表 1 厂界噪声测点声压级
Table 1 Noise levels at the test points in the plant boundary

	声压级/dB(A)					
	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6
噪声	89.6	65.2	70	84.8	85.6	95.7
限值	55	55	55	55	55	55
超标	34.6	10.2	15	29.8	30.6	40.7

3.2 建立噪声模型并进行预测分析

根据噪声源信息及厂内建筑的信息，通过德国 Cadna/A 环境噪声模拟软件建立厂区建筑和噪声源模型，按照声源声功率级及建筑和周围环境的声学特性进行噪声模拟，为此建立如图 2 所示的电厂声学模型，并通过厂界实测的噪声数据对模型进行校正，校正后得到治理前的厂区噪声地图，如图 3 所示。

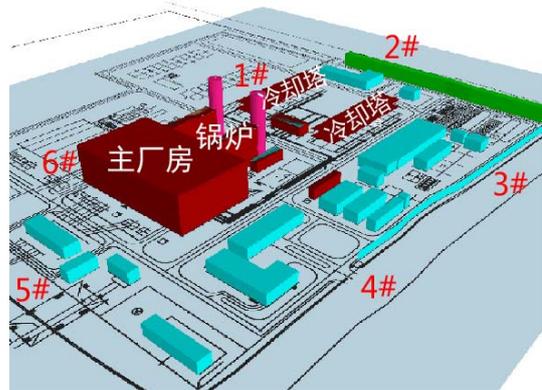


图 2 电厂声学模型
Fig.2 Acoustic model of power plant

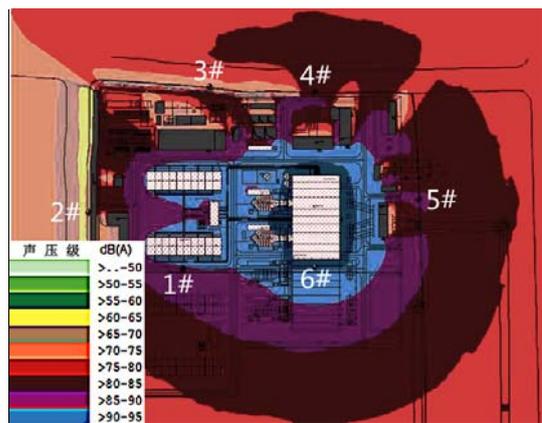


图 3 治理前噪声地图
Fig.3 Noise map before noise control

声源对厂界 6 个接受点的噪声贡献进行分析，结果如表 2 所示(篇幅所限，其它声源数据没有列出)。由表 2 可见，全区多个测点噪声超标，且测点 1 和测点 6 超标最为严重。

表 2 声源对厂界接收点的贡献
Table 2 Contribution of noise sources to the receiving points

接收点	厂界噪声/dB(A)					
	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	测点 6
主厂房	89.6	51.9	60	74	73.1	83.6
余热锅炉 1	48.7	25.7	31.6	35.4	24.5	33
天然气前置模块 1	47.3	29.5	32	50.4	43.3	36.3
锅炉排气 1-1	57.2	49.1	54.7	71	67.7	61.1
冷却塔风机 1	68.4	48.1	52	59	57.3	47
冷却塔淋水 1	72.9	53.1	53.5	59.1	62.3	52.5
天然气调压站	14.7	0.8	9.6	25	10.2	6.2
燃气轮机排气口 1	46.5	22.7	25.5	34	36.8	42.6

3.3 噪声平衡计算

根据噪声源对厂界噪声的贡献值和场界噪声限值进行平衡计算，据此确定每个声源所需的降噪量，结果如表 3 所示。由表 3 可见，锅炉排气口所需降噪量最高，达 45 dB，厂房需要达到 42 dB 的隔声量，调压站已经达标，无需安置降噪设备。

表 3 声源所需降噪量
Table 3 Noise reduction of the noise sources

接收点	降噪量/dB
厂房	42
余热锅炉	15
前置模块	20
锅炉排气	45
冷却塔排风	30
冷却塔淋水	30
调压站	0
燃气轮机排气	15

由于测点 1 和测点 6 超标最为严重，出于经济性考虑，在主厂房和冷却塔靠近厂界区域设置声屏障，以降低厂房和冷却塔噪声控制的费用，从而降低噪声治理的总费用。在软件中对声屏障的设置进行模拟，以确定声屏障的长度、高度和具体位置。设置声屏障后，进一步确定声源所需的降噪量，结果如表 4 所示。经噪声治理后模拟效果如图 4 所示。由表 4 可见，厂区大部分区域噪声在 55 dB 以下。

表 4 优化后声源所需降噪量
Table 4 Optimized noise reduction of the noise sources

接收点	降噪量/dB
厂房	35
余热锅炉	10
前置模块	10
锅炉排气	40
冷却塔排风	20
冷却塔淋水	20
调压站	0
燃气轮机排气	15

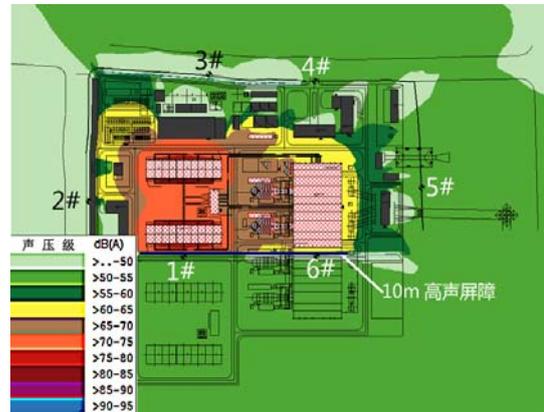


图 4 治理后噪声地图
Fig.4 Noise map after noise control

3.4 噪声治理效果预测

根据计算结果，将计算所需的降噪量输入到噪声预测软件中进行模拟，计算噪声方案实施后厂界噪声声压级，结果如表 5 所示。由表 5 可知，所选优化方案可以满足厂界的噪声标准，而厂区噪声声压级分布也能够达到图 4 所示的治理效果。说明整个厂区噪声均得到了有效控制。

表 5 厂界噪声声压级
Table 5 Calculated noise levels at the test points in the plant boundary

	声压级/dB(A)					
	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6
噪声	54.8	42.8	44.2	54.3	53.5	47.8
限值	55	55	55	55	55	55
超标	--	--	--	--	--	--

4 降噪效果实测

厂区南侧设置 10 m 高、280 m 长的声屏障，厂房采用隔声板封闭，以确保 35 dB 的隔声量，燃气轮机机组排气口安装排气消声器，消声量为 15 dB。余热锅炉四周采用隔声屏障封闭，并在顶部设置排

气放空消声器,消声量不低于 40 dB。冷却塔顶部采用隔声屏障加进出风消声措施,在顶部安装排风消声器,电机采用小型隔声罩并选用进风消声百叶进行通风,而在冷却塔底部选用进风消声器,进排风消声器消声量均为 20 dB。天然气调压站因布置在厂区内,周围有建筑物遮挡,因此不需做降噪处理。给水泵、循环水泵等因在泵房内部,仅需要考虑泵房门窗的隔声量以及泵的通风散热即可。

采用上述噪声治理措施后,对厂区及厂界噪声进行了现场实测,其结果如表 6 所示。由表 6 可知,对该电厂进行噪声综合治理后,其厂界噪声均能达标。

表 6 厂界噪声实测声压级
Table 6 Measured noise levels at the test points in the plant boundary

	声压级/ dB(A)					测点 6
	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	
噪声	53	45	46	54	54	49
限值	55	55	55	55	55	55
超标	--	--	--	--	--	--

5 结 语

本文通过对某燃气电厂的噪声控制实例进行

分析,探讨了燃气电厂内主要噪声源、噪声控制目标及治理方案,并通过噪声实测验证了治理方案的准确性和可行性,可供同类电厂噪声控制设计参考。

参 考 文 献

- [1] 刘世忠,支晓斌. 低噪声应急内燃机电站环境设计[J]. 声学技术, 2007, 26(4): 687-690.
LIU Shizhong, ZHI Xiaobin. Environmental design for low noise emergency power plant using internal combustion engines[J]. Technical Acoustics, 2007, 26(4): 687-690.
- [2] 马大猷. 噪声与控制工程手册[M]. 北京: 北京机械工业出版社, 2002.
- [3] 中华人民共和国环境保护部. GB12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.
- [4] 中华人民共和国环境保护部. GB3096-2008 声环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.
- [5] 薛玮飞, 陈进. 噪声源识别的混合波叠加法及其数值仿真研究[J]. 声学技术, 2007, 26(3): 455-459.
XUE Weifei, CHEN Jin. Noise source identification based on combined wave superposition and numerical simulation[J]. Technical Acoustics, 2007, 26(3): 455-459.