

垃圾焚烧发电厂降噪措施

郑鹏 徐伟 陈昊 鲍化坤 徐建炎

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 本文通过对某垃圾焚烧发电项目厂内噪声源的分析,并针对厂内的汽轮机房、空压站、冷却塔、罗茨风机等不同噪声源采取吸声、消声、隔声等降噪措施。采取降噪措施后,现场测试结果表明,各噪声源的噪声均达到噪声设计且满足厂界噪声的排放标准,有效地降低噪声对厂区周边环境的影响,保证工人职业健康。

[关键词] 垃圾焚烧; 邻避效应; 降噪; 隔声; 声学模拟

[中图分类号] TM621

[文献标志码] B

[文章编号] 1008-5122(2022)04-0067-05

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2022.04.014

0 前言

“双碳”政策推动垃圾分类、资源化以及新能源环卫市场快速发展。相比填埋处理,垃圾焚烧发电作为主流的垃圾处理方式可更显著地减少碳排放,因此垃圾焚烧替代垃圾填埋的进程将会加速,再叠加城镇化率、垃圾清运量、无害化处理量提升等因素,预计“十四五”垃圾焚烧市场规模或超 2 000 亿元。

我国已投产和待建设的垃圾焚烧发电项目众多。垃圾焚烧处理项目的环境敏感性十分突出,需要妥善应对“邻避效应”。在项目规划、建设及生产中,如何确定噪声源特征,有效控制全厂区域噪声成为摆在建设者眼前的新课题。

本文以江西某已投产的垃圾焚烧发电项目为例,对厂区噪声源进行分析,进行降噪治理,使噪声达到排放标准,有效降低噪声对厂区周边环境的影响,保证工人职业健康,为类似项目的噪声治理提供参考。

1 噪声源分析

垃圾焚烧发电项目昼夜不间断运行,根据环评

要求,厂界噪声排放应满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348—2008)中的 2 类标准,即昼间 ≤ 60 dB(A),夜间 ≤ 50 dB(A);周边敏感点应满足《声环境质量标准》(GB 3096—2008)中的 2 类声环境标准,即昼间 ≤ 60 dB(A),夜间 ≤ 50 dB(A)。项目所处位置周围较为空旷,300 m 内无居民分布,厂界外围环境不敏感。

垃圾焚烧厂由综合主厂房、综合水泵房、污水处理站,厂前区的办公楼、宿舍楼 5 个建筑单体组成。厂区噪声超标会影响厂内西北角设宿舍楼员工休息,该处为重点噪声防护区。所涉及 5 个区域范围的噪声源汇总如图 1 所示。

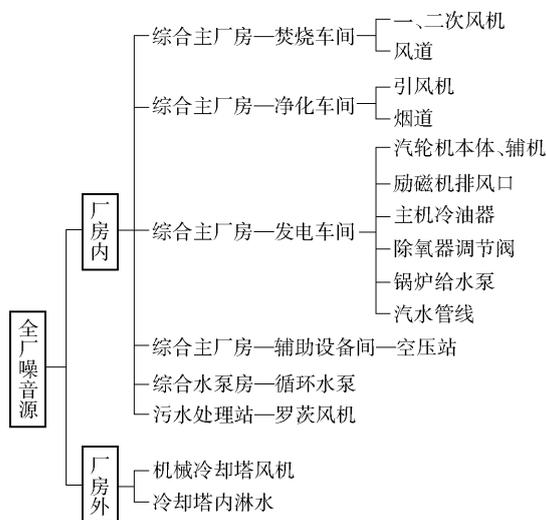


图 1 项目噪声源汇总图

如图 2 所示,综合主厂房由焚烧车间、净化车间、发电车间及辅助设备间组成。主厂房内部噪声的声级较高,噪声经厂房屋顶、门窗、墙体等各个部

[收稿日期] 2022-02-02

[作者简介] 郑鹏(1981—),男,黑龙江齐齐哈尔市人,硕士,高级工程师,主要从事热能工程研究与咨询设计工作。

[引用格式] 郑鹏,徐伟,陈昊,等.垃圾焚烧发电厂降噪措施[J].有色冶金节能,2022,38(4):67-71.

位逐渐向外部辐射。主厂房范围噪声主要来源于以下几个部分:

1) 焚烧车间。焚烧炉与附属的设备范围,噪声主要由一次风机与二次风机、一次与二次风机的风道等各种设备混合产生。噪声覆盖高中低全频段,以低频噪声最为明显,63 Hz 以下有峰值出现,实测噪声参数值为 83.7 dB(A)。

2) 净化车间。引风机的管道噪声为涡流噪声。实测噪声参数值为 74 dB(A)。

3) 发电车间。包括汽轮机本体、辅机的噪声,励磁机排风口、主机的冷油器、除氧装置水位的调节站、锅炉给水泵机组、汽水管道等各种设备的混合噪声,覆盖高中低全频段,以低频噪声最为明显,63 Hz 以下有峰值出现,实测噪声参数值为 105.9 dB(A)。

4) 综合主厂房内部辅助设备间。空压站内螺杆压缩机等设备噪声主要由机械噪声、电机噪声、储气罐噪声、阀门噪声构成,实测噪声参数值为 104 dB(A)。

综合主厂房以外的厂区内其余辅助车间范围噪声由综合水泵房与冷却塔的噪声构成。

1) 循环水泵范围噪声主要由空气动力的噪声与机械噪声构成,其中空气动力的噪声因不稳定、高速的气流与物体之间相互作用而形成。泵房内实测噪声参数值为 83.5 dB(A)。

2) 污水处理站罗茨风机噪声主要由设备进出气口气流噪声、机壳及轴承机械噪声、基础振动辐射噪声组成,实测噪声参数值为 110.3 dB(A)。

厂外机械通风冷却塔装置的噪声主要由风机噪声空气对流、冷却塔内淋水与水面撞击声音等构成,经冷却塔装置进风口逐渐向四处辐射传播。在冷却塔装置之外 1 m 位置实测噪声参数值为 83 dB(A)。设备布置于露天环境中,通过声波衍射形式逐渐向外部辐射,对附近的宿舍楼影响较大。

2 噪声治理

按照项目环保要求,改善工作环境,消化吸收国内外先进技术,借鉴国内同类企业隔音降噪的成功经验,针对垃圾焚烧发电厂区内突出的噪声源进行治理(图 2)。治理原则主要有:

- 1) 采取的噪声治理措施需达到降噪设计指标。
- 2) 充分利用现有设施及场地,布局合理、紧凑。
- 3) 噪声治理不能影响设备巡检、维修,不能占用安全消防通道。

4) 治理措施具有较长使用寿命,选材具有防火、防腐等特性。

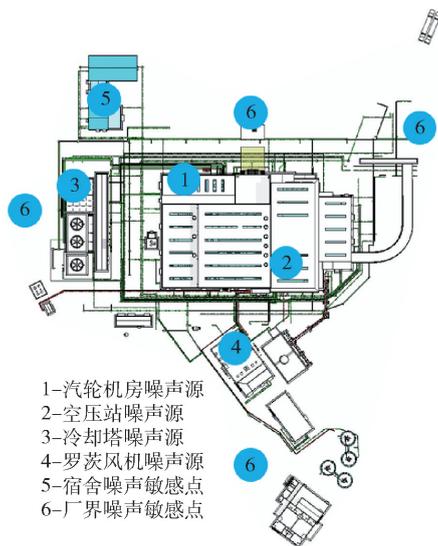


图 2 项目噪声源标识

2.1 汽轮机房、空压站等厂房降噪措施

1) 人员聚集的主控室在设计时考虑远离汽轮机房、空压站布置,以增加噪声传播距离来减少噪声对人员的影响。

2) 在汽轮机运转层及空压站围护结构的内侧壁面进行吸声处理,厂房墙体内壁骨架采用轻钢龙骨,护面板采用穿孔吸声板、材质铝板或镀锌板,内部 50 mm 空腔(图 3),可以有效地加强维护结构的隔声效果^[1]。

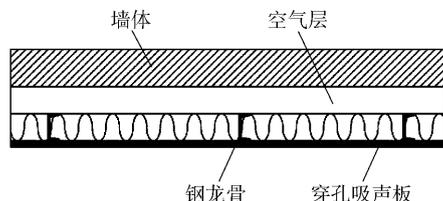


图 3 厂房围护吸声措施结构示意图

墙体吸声处理后的最大吸声降噪量按式(1)计算:

$$\Delta L_{p_{\max}} = 10 \lg \frac{R_2}{R_1} = 10 \lg \frac{\alpha_2}{\alpha_1} + 10 \lg \frac{1 - \alpha_1}{1 - \alpha_2} \quad (1)$$

其中, $\Delta L_{p_{\max}}$ 为最大吸声降噪量, dB(A); R_1 为墙体处理前隔声量, dB(A); R_2 为墙体处理后隔声量, dB(A); α_1 为墙体处理前吸声系数; α_2 为墙体处理后吸声系数。

3) 空压站尽量少设或不设门窗,采用双层中空不等厚玻璃制作的窗体,以减少噪声外溢。厂房采

用强制进气、排气通风机,通风口增设内含吸声材料的进、排风消音器。

2.2 冷却塔进风降噪措施

2.2.1 降噪材料选择

降噪材料选择聚合微粒降噪材料。精选特定目数的无机颗粒,如天然砂粒、矿渣颗粒等,在其表面均匀地覆盖一层极薄的胶凝溶剂,形成的具有特定角形系数的覆膜微粒即为聚合微粒降噪材料。在外力作用下,覆膜层固化,微小颗粒如同被焊接般聚合在一起,微粒之间天然地形成了大量不规则的、相互连通的微小孔隙。在聚合工艺中,通过精确地调控微粒粒径级的配比与聚合,确定内部孔隙的大小及排列方式,由此可以根据实际需求进行自定义设计并制备具有不同声学特性的降噪产品。这种微粒聚合产品强度高、防火、防潮、抗冻、耐老化,且因采用绿色胶凝材料,无任何有害挥发物,是绿色环保的声学材料。

2.2.2 消声量计算

消声材料的消声量计算公式如下:

$$\Delta L = \frac{2\phi(\alpha)L}{b} \quad (2)$$

其中, ΔL 为消声量,dB(A); $\phi(\alpha)$ 为消声系数; L 为消声器有效长度,mm; b 为消声器片间距,mm。其中吸声系数在不同频率下的选择参考图4。

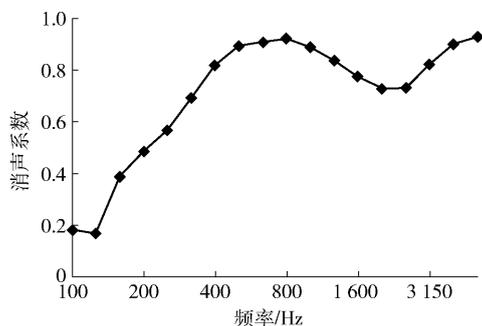


图4 吸声材料的消声系数曲线

2.2.3 进、排风口降噪结构

进、排风口降噪结构选择聚合微粒吸声板、砖(图5),其规格通常为:1 200 mm × 600 mm × (8 ~ 10) mm,消声系数 NRC:0.85 ~ 0.95(设置空腔深40 ~ 100 mm)。降噪结构由金属骨架、金属隔板及封头组成,采用50 mm厚的岩棉作吸声材料是最理想的选择^[2]。

2.3 污水处理站罗茨风机降噪措施

罗茨风机的气动噪声主要由旋转噪声和涡流噪

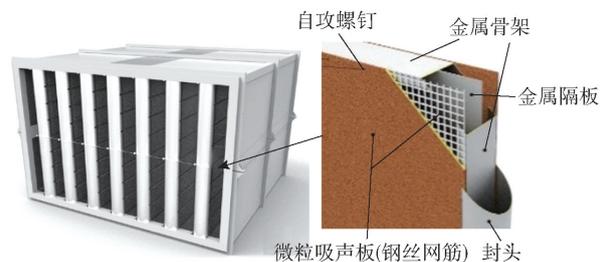


图5 冷却塔进排风口降噪结构

声构成。根据噪声的频谱分析,噪声特点为低频宽带(图6)。

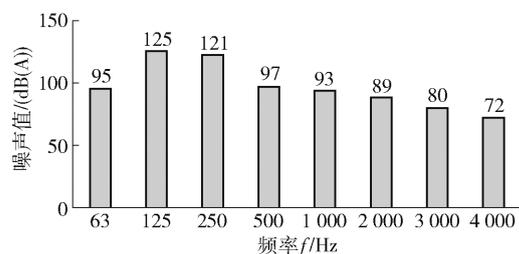


图6 罗茨风机的噪声频谱

风机噪声治理通常可以采用消声、吸声、隔声等多种方法^[3]。由于罗茨风机未安装在独立的车间内,可采取安装隔音罩隔断噪声传播途径的方法降低噪声(图7)。为了达到较好的降噪效果,隔音罩内留出设备体积2倍以上空间,以便于设备的操作及检修。同时在隔音罩上设置进、排风消声器,以保证设备运行时良好的通风。



图7 罗茨风机隔音罩照片

3 噪声治理要求

针对厂房内部各个区域噪声敏感点及其对厂界噪声的贡献值,采取不同的降噪实施方案,降噪效果要求如下:

1) 汽轮机房。汽水管道做好保温层包扎,厂房围护敷设吸音板,隔声量应超过30 dB(A)。

2)空压站。车间门窗需用专业的隔声门窗,厂房围护敷设吸音板,车间下方进风口处需设消声百叶,实际消声量应超过 30 dB(A)。

3)冷却塔范围。冷却塔装置侧的水池之外 1 m 位置设进风消声器,实际消声量应超过 15 dB(A)。理想情况下,机力通风冷却塔整体降噪量应达 30 dB 以上^[4]。

4)污水处理站罗茨风机。设隔声罩,对于该隔声罩,应着重考虑设备散热及检修,顶部需设风机消声器与强制排风的风机,底部需设进风消声器,隔声量应超过 25 dB(A)。

5)由于厂区有几处重点噪声源贡献,改造之前虽将宿舍布置在远离生产厂区的角落,并和冷却塔保留了 50 m 左右的距离,但依然存在噪声超标的情况,隔声量应超过 30 dB(A)。

6)由于距离冷却塔较近,改造前厂界噪声超出规范标准,进行冷却塔进排风口消声后,隔声量应超过 15 dB(A)。

4 噪声治理效果

由于发电厂建设于郊区,周围无敏感点,厂区内宿舍楼需重点监测噪声,因此通过声学模拟系统软件进行精细化的建模分析。考虑到发电厂总平布置已确定,结合厂址的地形条件及建构物实际分布情况,使用德国 DataKustik 公司 Cadna/A 噪声模拟软件的声学模型^[5],将冷却塔设备实际噪声功率及声学模拟各项参数输入系统中,围绕厂界及周边环境噪声,开展声学模拟。针对厂界及宿舍楼敏感点,反复校正其噪声数据以及相应模拟参数,对比治理前后的噪声(图 8)。

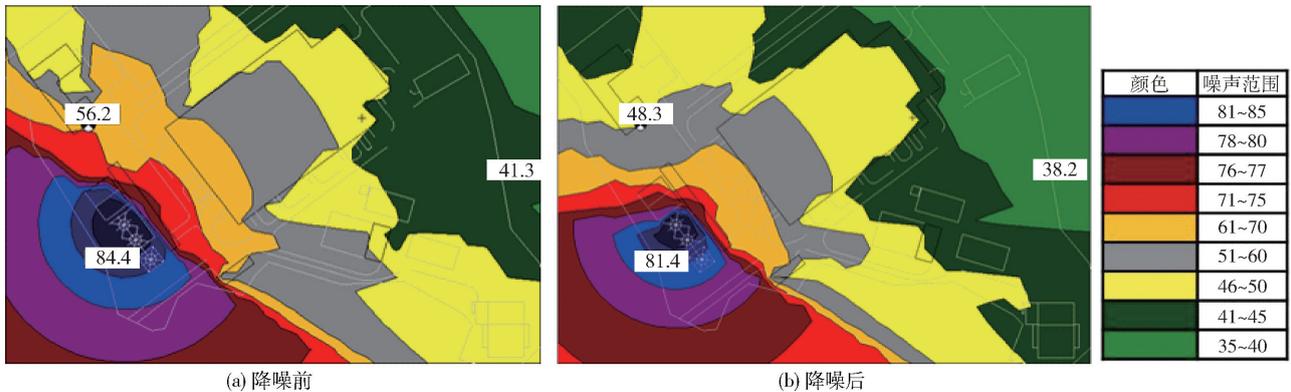


图 8 宿舍敏感点降噪处理前后对比

由图 8 可知,实施降噪措施后,西侧围墙处噪声从 41.3 dB(A)降为 38.2 dB(A),宿舍监测点噪声从 56.2 dB(A)降为 48.3 dB(A)。

降噪措施实施前后,各噪声源实测噪声对比见表 1。从表 1 可以看出,实施降噪措施后,各噪声源的噪声都达到了治理要求。

表 1 降噪措施实施前后的噪声对比

编号	噪声源	测量位置	治理前实测噪声/dB(A)	预测噪声降低值/dB(A)	治理后实测噪声/dB(A)	是否达标排放
1	汽轮机房	距设备 1 m	105.9	30	65.9	是
2	空压站	距厂房 1 m	104.0	30	75.7	是
3	冷却塔	距设备 1 m	83.0	15	68.0	是
4	罗茨风机	距设备 1 m	110.3	25	75.3	是
5	宿舍	宿舍门口	73.0	30	48.7	是
6	厂界	围墙处	65.0	15	49.3	是

5 结束语

在低碳环保和可持续发展理念下,通过实施降噪措施将重要的噪声控制在合理范围内,加强

生活垃圾焚烧发电项目隔音降噪能力,是不断完善“邻避效应”问题治理机制的需要,对推进环保类项目顺利实施具有重大现实意义。

[参考文献]

- [1] 雷玄,刘兆明. 垃圾焚烧发电的环境保护措施[J]. 环境与发展,2018(11):226-227.
- [2] 袁丽. 机械通风式冷却塔噪声控制及效果研究[D]. 成都:西南交通大学,2013.
- [3] 李玉华,史国平. 风机降噪系统设计[J]. 流体机械,2002,30(4):29-31.
- [4] 杜乐. 某大型火电厂机力通风冷却塔降噪措施设计[J]. 环境与发展,2020,32(8):80-81.
- [5] 殷承启,徐文文,许雪记,等. 基于Cada/A软件的地铁噪声现状及声屏障降噪模拟研究[J]. 环境保护科学,2020,46(4):75-79.

Noise Reduction Measures for a WTE Plant

ZHENG Peng, XU Wei, CHEN Hao, BAO Hua-kun, XU Jian-yan

Abstract: Based on the analysis of noise sources in a WTE plant, noise reduction measures such as sound absorption, silencing and sound insulation were taken accordingly for the turbine room, air compressor station, cooling tower and Roots blower in the plant. After these noise reduction measures were taken, the field test results showed that the noise from all noise sources and at the plant boundary met the design emission standards. These measures effectively reduce the environmental impact of the noise on the neighboring region and ensure the occupational health of workers, which can provide a reference for the noise control of similar projects.

Key words: waste incineration; Not in My Back Yard; noise reduction; sound insulation; acoustic simulation

(上接第50页)

口管道的流体状态和特点,有助于工人间接判断,并选择最优风机控制策略。

[参考文献]

- [1] 李晶. 新型布袋除尘器中清洁空气风机控制策略的探讨[J]. 闽西职业技术学院学报,2007(2):92-94.
- [2] 张君. 通风机并联工作的风压特性曲线与工况分析[J]. 化工管理,2015(9):139.
- [3] 赵千里,周松中,林毅,等. 某矿井风机站并联布置问题剖析及其改造方案[J]. 采矿技术,2006,6(4):28-30.
- [4] 吴卫平. 局部通风机串联易发生事故及其预防[J]. 煤矿机械,2010,31(7):185-186.

Gas Flow Analysis and Control Strategy of Flue Gas Fan

LI Wei, LIU Lei

Abstract: Taking the outlet fluid of two flue gas fans in a smelter as the research object, a 3D offgas flow model was built and finite element simulation was used to determine the offgas hydraulics under various working conditions of the fans. The reliability of the 3D model was then verified against actual fan operation, and optimal fan control strategies and methods for two process routes were developed. According to the simulation results, when the two fans operate in series, the inducing effect of the fans at full workload differ widely. When the fans operate in parallel, remarkable inducing effect can be achieved when one operates at full load while the other flow is controlled at 222 000 m³/h. Further increasing the load however will reduce the total induction performance.

Key words: off-gas fan; 3D modeling; hydraulics analysis; finite element simulation; fan flow control