

文章编号: 1006-1355(2014)04-0223-04

100 t电炉冶炼噪声控制技术

谈 春¹, 李 黎², 何春来²

(1. 重庆赛迪施工图审查咨询有限公司, 重庆 400013;
2. 国家钢铁冶炼装备系统集成工程技术研究中心, 重庆 401122)

摘要: 国内某电炉车间的电炉引进了国外先进的噪声控制技术, 但实际噪声值无法达到设计要求, 且超出国家标准。系统研究了满足设计要求情况下的噪声分布情况, 即设计噪声值, 对比实际噪声分布情况, 分析施工过程中可能存在的问题, 采用了电炉炼钢车间内噪声控制的有效措施并取得了较好的效果。

关键词: 声学; 噪声控制; 电炉炼钢; 设计噪声值; 实测噪声值

中图分类号: O42; TB535; TF741.5

文献标识码: A

DOI编码: 10.3969/j.issn.1006-1355.2014.04.049

Smelting Noise Control of a 100-ton Electric Furnace

TAN Chun¹, LI Li², HE Chun-lai²

(1. Chongqing CISDI Construction Drawings Review and Consulting Co. Ltd.,
Chongqing 400013, China;
2. National Engineering Research Center for Iron and Steel Making Plant Integration,
Chongqing 401122, China)

Abstract: An advanced noise control technology from the abroad is introduced to a domestic 100-ton electric furnace workshop. However, the actual noise level cannot meet the design requirement yet, and exceeds the national standard. In this paper, the distribution of the noise which meets the design requirements, namely the designed noise value, is systematically investigated and compared with the actual distribution of the noise. The problems in the construction process are analyzed. Effective measures of noise control for the electric furnace of the steelmaking workshop are summarized.

Key words: acoustics; noise control; electric furnace; designed noise value; actual noise

电炉炼钢利用电极放电时产生的高温进行物料的熔化和冶炼, 放电时将产生巨大噪声, 最高可达125 dB, 通常持续20 min左右, 之后噪声强度减弱, 保持在113 dB左右, 持续30 min~80 min左右, 至一炉钢冶炼结束。

目前国内还没有成熟技术治理电炉车间内噪声, 多数是引进国外噪声控制技术。但对国内某一个电炉车间内噪声进行了测试, 按照国外隔声罩的设计图纸进行施工后, 车间内环境却并未得到改善, 噪声值高达105 dB, 与设计要求达到的噪声值不符。因此, 对该电炉引进的噪声控制技术进行了系统的调研分析, 得到经隔声罩衰减后的噪声分

布特性; 经过电炉车间内噪声的实际测量。针对实际噪声级还尚未满足设计要求的情况, 总结电炉炼钢车间内噪声控制的有效措施。

1 理论研究

1.1 “狗窝”结构概述

该电炉采用全封闭“狗窝”形式的隔声罩来减少炉体噪声向周围的辐射, 其结构见图1。其中:

- 1) 面1为加料门, 带加料小门, 其结构形式为钢结构隔音合成板;
- 2) 面2为加料门, 其结构形式为钢结构隔音合成板;
- 3) 面3为钢筋混凝土结构墙;
- 4) 面4为钢结构隔音合成板, 面上开孔为四孔排烟管道出口;
- 5) 面5为钢结构隔音合成板, 面上开孔为除尘管道出口。

收稿日期: 2014-01-02

作者简介: 谈 春(1969-), 女, 学士、高级工程师, 主要研究方向: 电炉炼钢、冶金工艺通风除尘。

通信作者: 李 黎, 女, 硕士。

E-mail: happy_lily1985@sina.com

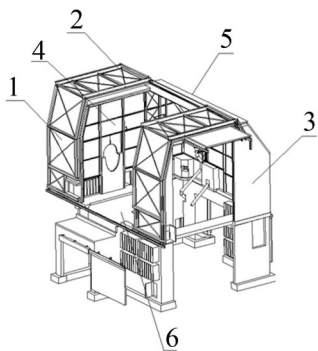


图1 隔声罩结构示意图

6) 面6为混凝土结构地面。

电炉炼钢主要工艺流程如下^[1]:

面1加料门开启,加废钢、兑铁水——面1加料门关闭,开始通电——通电结束,面1加料小门开启,取样——加料小门关闭,兑铁水门打开,兑铁水,兑铁水门关闭,开始通电——通电结束,加料小门开启,取样——取样结束,加料小门关闭——出钢门打开,出钢——出钢终了,一炉钢冶炼结束。

冶炼过程中,“狗窝”各面开启时间较短,持续1 min~3 min,一炉钢冶炼完成需50 min左右。

噪声主要集中在第二次加铁水之前的穿井期,该时期噪声值达125 dB;第二次加铁水之后为熔融期,噪声值约为113 dB。

1.2 “狗窝”隔声罩的隔声特性

按照国外图纸的设计要求,计算得“狗窝”结构各个面的隔声量^[2-4],汇总结果见表1。

表1 隔声罩各面结构及隔声特性

| 组合结构 | 结构名称 | 面积/m ² | 隔声量/dB |
|------|----------|-------------------|--------|
| 面1 | 加料门隔音合成板 | 240 | 44.6 |
| | 加料小门面板 | 16 | 39.6 |
| 面2 | 加料门隔音合成板 | 240 | 44.6 |
| 面3 | 钢筋混凝土墙 | 255 | 66.2 |
| 面4 | 钢结构隔音合成板 | 255 | 44.6 |
| 面5 | 钢结构隔音合成板 | 260 | 44.6 |
| 面6 | 地面 | 400 | — |

按照组合构件进行计算,得隔声罩的隔声量为46.5 dB。即:按照国外图纸的设计要求,隔声罩的隔声量在理论上应为46.5 dB。

冶炼过程中需要取样,此时加料小门开启,此时该结构的隔声量为0,计算得,隔声罩隔声量降为20 dB。

下文将分别考虑隔声罩所有构件关闭时的噪声分布,以及取样时(该过程持续约1 min),加料小门开启的噪声分布情况。

该电炉隔声罩距电炉中心距10 m,计电炉声源噪声为125 dB,下面分别计算隔声罩内(距声源距离<10 m),和隔声罩外(距声源距离>10 m)的噪声值^[2-4]:

隔声罩内:(距声源距离0 m~10 m)

$$L = L_0 - \Delta L = L_0 - 10 \lg r/r_0 \quad (1)$$

注:隔声罩内,噪声源噪声仅经过自然衰减。

隔声罩外:(距声源距离10 m~50 m)

加料小门关闭

$$L = L_0 - \Delta L - IL = L_0 - 10 \lg r/r_0 - 46.5 \quad (2)$$

加料小门开启

$$L = L_0 - \Delta L - IL = L_0 - 10 \lg r/r_0 - 20$$

注:隔声罩外噪声计算结果为自然衰减与隔声罩降噪量的叠加。

式中

L ——任一点声压级,dB;

L_0 ——基准点的声压级,距声源中心距1 m,dB;

ΔL ——噪声在传播过程中,因距离产生的自然衰减量,dB;

r ——距声源中心距,m;

r_0 ——基准点距声源中心距, $r_0=1$ m;

IL ——隔声罩的降噪量,dB。

代入计算得电炉噪声值分布特性,见表2,表中分别罗列了设置隔声罩后加料小门开启和关闭的噪声分布特性,同时列出噪声自由传播情况下的噪声分布特性作为对比。

表2 噪声分布规律

| 距电炉中心距/m | 声压级/dB | | |
|----------|--------|--------------|-------|
| | 设隔声罩 | | 不设隔声罩 |
| | 加料小门开启 | 加料小门关闭(自由传播) | |
| 1 | 125.0 | 125.0 | 125.0 |
| 5 | 118.0 | 118.0 | 118.0 |
| 10 | 95.0 | 68.5 | 115.0 |
| 15 | 93.2 | 66.7 | 113.2 |
| 20 | 92.0 | 65.5 | 112.0 |
| 25 | 91.0 | 64.5 | 111.0 |
| 30 | 90.2 | 63.7 | 110.2 |
| 35 | 89.6 | 63.1 | 109.6 |
| 40 | 89.0 | 62.5 | 109.0 |
| 45 | 88.5 | 62.0 | 108.5 |
| 50 | 88.0 | 61.5 | 108.0 |

根据《工业企业噪声控制设计规范》^[5,6]规定,工业企业的生产车间和作业场所的工作地点的噪声标

准为85 dB,不得超过90 dB。综合表2中不设隔声罩(自由传播)的噪声分布,以及设隔声罩后加料小门开启、关闭时的噪声分布情况,绘制噪声分布曲线见图2。

由图2知,未设隔声罩的情况下,门前(加料门,距电炉中心距10 m)噪声115 dB,电炉车间内最小噪声超过108 dB,超过国家允许值;

设置隔声罩后,门前噪声降至约67 dB,达到国家要求。取样时,加料小门开启,门前噪声达到95 dB,取样过程持续约1 min,时间较短。

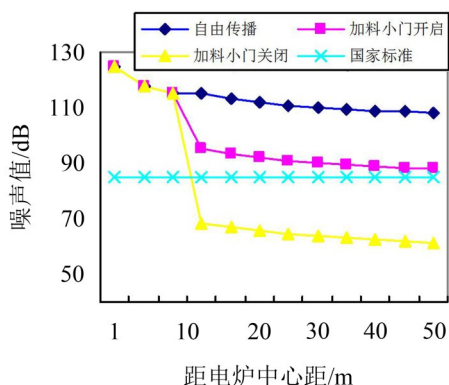


图2 设计噪声值分布曲线

2 现场测试验证

组织工程技术人员,在电炉车间内,利用测量仪器测试了某钢厂电炉的噪声值。选用HS 6 288 B型噪声频谱分析仪,频率覆盖范围31.5 Hz~8 000 Hz。测试结果见表4。

将设计值与现场实际测试结果进行对比,查找理论噪声控制技术与实际噪声分布情况差距较大的原因。

表3 噪声现场测试结果

| 测试工况 | 测试位置 | 距电炉中心距/m | 实际值/dB |
|---------|--------|----------|--------|
| 加料小门开启时 | 门前处 | 15 | 105 |
| | 操作室外墙处 | 30 | 100 |
| 加料小门关闭时 | 门前处 | 15 | 103 |
| | 操作室外墙处 | 30 | 97 |

3 原因分析

3.1 噪声衰减特性

查表2电炉噪声分布规律中15 m、30 m处的噪

声分布情况:1)自由传播时的噪声值;2)设隔声罩后的实际降噪特性;3)设隔声罩后的设计噪声值,汇总见下表。

结合表2的噪声值等数据,在表5中计算了实际降噪量、设计降噪量。下文中,以此表为依据,对比分析实际降噪量与设计降噪量的差距。

3.2 实际噪声值与设计噪声值对比

以距电炉中心距15 m处噪声分布情况为例,分析噪声的衰减特性,及隔声罩的降噪特性。加料小门开启时、关闭时的对比结果见图3、图4。

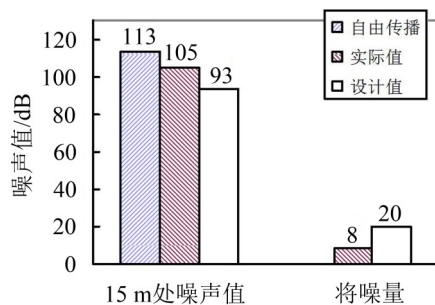


图3 加料小门开启时噪声值对比

由图3知,自由传播时,距电炉中心距为15 m处的实际噪声值为113 dB。当设隔声罩后,加料小门开启时,噪声值由113 dB降为105 dB,按照设计要求应降至93 dB,实际降噪量为8 dB。

由图4知,当加料小门关闭后,实际噪声值由113 dB降为103 dB,按照设计要求应降至67 dB,实际降噪量为10 dB,设计降噪量为46 dB,实际降噪量比设计降噪量小36 dB。

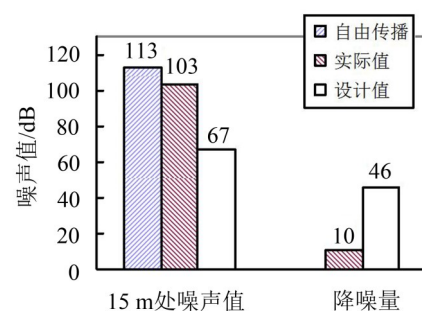


图4 加料小门关闭时噪声值对比

汇总降噪量结果见图5。

表4 噪声衰减特性

| 工况 | 距电炉中心距/m | 自由传播噪声值/dB | 实际值/dB | 设计值/dB | 实际降噪量/dB | 设计降噪量/dB |
|---------|----------|------------|--------|--------|----------|----------|
| 加料小门开启时 | 15 | 113 | 105 | 93 | 8 | 20 |
| | 30 | 110 | 100 | 90 | 10 | 20 |
| 加料小门关闭时 | 15 | 113 | 103 | 67 | 10 | 46 |
| | 30 | 110 | 97 | 64 | 13 | 46 |

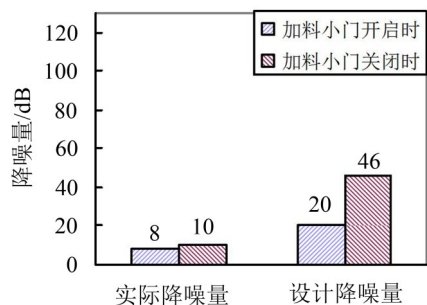


图5 加料小门开启和关闭时降噪量对比

由图5知,按照设计要求,加料小门从开启到关闭,隔声罩的降噪量从20 dB提高为46 dB,提高了26 dB;但是实际降噪量仅从8 dB提高到10 dB,仅提高了2 dB。可见,实际情况中,加料小门关闭或开启,几乎未起到隔声效果。

3.3 问题的分析

存在的问题归纳如下:

- 1) 加料小门关闭时,整个隔声罩结构为密闭隔声罩,设计降噪量为46 dB,其实际降噪量仅为10 dB,比设计降噪量小36 dB;
- 2) 加料小门开启后,设计降噪量为20 dB,实际降噪量为8 dB,比设计值小12 dB;
- 3) 加料小门由开启到关闭,设计降噪量提高了26 dB,实际降噪量仅提高2 dB。

可以确定的是,隔声罩的施工质量出现了问题,未严格按设计要求施工,可能存在的施工问题分析如下:

查技术要求知,隔音合成板的结构为双层钢板,中间填充矿物棉,并要求矿物棉的填充达到一定密度,且面4、面5结构上均有排烟管道穿出。

此类结构在施工过程中容易出现以下质量问题:

- (1) 矿物棉的填充密度达不到设计要求,甚至无填充;
- (2) 双层钢板被换成单层钢板;
- (3) 排烟管道与隔音合成板的孔洞封堵不严实。

以上施工问题都会使降噪效果严重降低,下面分析三个问题同时出现后的隔声特性,即单层钢板,且孔洞封堵不严实(以开孔余量50 mm为例),分析结果见下表。

在严格按设计图施工的情况下,隔声罩的隔声量应为46.5 dB。但按照实际组合构件完工隔声罩的隔声量却为28.3 dB。即:施工过程中,若内部结构的质量出现问题,隔声罩的隔声量降低了18.2 dB。

表5 未严格按图施工时隔声罩隔声特性(加料小门关闭)

| 组合结构 | 结构名称 | 面积/m ² | 隔声量/dB |
|------|----------|-------------------|--------|
| 面1 | 加料门隔音合成板 | 240 | 32 |
| | 加料小门面板 | 16 | 39.6 |
| 面2 | 加料门隔音合成板 | 240 | 32 |
| 面3 | 钢筋混凝土墙 | 255 | 66.2 |
| 面4 | 钢结构隔音合成板 | 255 | 21.3 |
| 面5 | 钢结构隔音合成板 | 260 | 29.4 |
| 面6 | 地面 | 400 | — |

对比实际情况,实际降噪量比设计降噪量降低36 dB,可知在实际施工中,出现了严重的质量问题,如结构偷工减料,孔缝封堵不严密,门无法关严等,无法达到设计要求,直接造成车间内实际噪声值超过国家标准。

针对上述分析结论,控制施工质量,施工人员领会设计思路是至关重要的问题。

另外,我国现行的噪声标准执行力度不够,也间接造成国内钢铁企业对噪声的治理不够重视,因此噪声控制的施工环节无人监管,无法达到设计效果。

4 结 语

国内某电炉车间内电炉引进了国外的隔声罩图纸,按照图纸的设计要求,隔声罩的隔声量在理论上应为46.5 dB。但实际噪声值无法达到设计要求,且超出国家标准。经检查,主要原因是施工过程中多次存在与设计要求脱节;并严重不符的问题。这也为噪声控制的工程项目主管人员、设计人员和施工承包单位提供了警示和有价值的教训。

参考文献:

- [1] 阎立懿. 现代电炉炼钢工艺及装备[M]. 北京:冶金工业出版社,2008:105-110.
- [2] 马大猷. 噪声与振动控制工程手册[M]. 北京:机械工业出版社,2002:255-382.
- [3] 洪宗辉. 环境噪声控制工程[M]. 北京:高等教育出版社,2002:146-169.
- [4] 郑长聚. 环境工程手册[M]. 北京:高等教育出版社,2000:131-201.
- [5] 郭朝选,郭俊,罗晓渭. 空压机房噪声控制技术研究及应用[J]. 噪声与振动控制,2011,31(6):170-173.
- [6] 陈晓东,陈锦栋. 浅析220 kV室内变电站的噪声控制[J]. 噪声与振动控制,2013,33(6):220-223.