文章编号: 1000-3630(2001)03-0142-03

# 大型老式机械通风冷却塔噪声的综合治理

姜定国，周迪华，胡　旭
(长沙市消声器厂, 长沙市　410004)

摘　要: 文章分析了大型水泥浇注的老式机械通风冷却塔噪声产生的机理, 针对现场噪声源与居民区分布的实际情况, 提出了一种用消声、隔声、吸声等多项技术进行综合治理的措施, 使声源噪声有较大的降低, 并且充分利用声波距离衰减原理, 使居民区环境噪声达到了国家环境噪声标准的要求, 取得了较好的环境效益和社会效益。
关键词:　冷却塔; 综合治理; 噪声; 声波衰减
中图分类号: TB535　　文献标识码: A

# Comprehensive treatment of noise from the large old-moded mechanical ventilating cooling tower

JIANG Ding-guo, ZHOU Di-hua, HU-Xu
(Changsha Noise Control Factory, Changsha 410004, China)

**Abstract:** The principles of the generation process of noise from the large cement old-moded mechanical ventilating cooling tower are analyzed in the paper. Based on noise and distribution about dwellings on the spot, the general noise control technique such as noise elimination. Sound insulation sound absorption are used to make great use of the principle of sound decay. The noise has been reduced a lot Environment noise around dwellings meets the national standards of environment noise control. Thus environmental and social benefits are obtained.
**Key words:**　cooling tower; comprehensive treatment; noise; sound decay

## 1　概　况

上海三钢梅塞尔气体产品有限公司装有 3 台老式水泥浇注的机械通风冷却塔, 每塔配有风量为 (190～240)　$10^4 m^3/h$ 的 LA 型通风机, 转速为 155r/min, 风机用功率为 160kW 的 Y315L1-4-W 型电机驱动, 其传动方式为轴传动。冷却塔正常运行时, 风机噪声为 100dB(A)～102dB(A), 电机噪声为 92dB(A)～94dB(A), 淋水噪声为 83dB(A)～84dB(A)。由于冷却塔距厂房围墙只有 7m 远, 而围墙外 8m 远有居民区, 冷却塔高 20m, 长 50m, 因此很容易向居民区辐射噪声, 污染严重。由于条件所限, 既不能建造隔声房, 也不能建隔声墙。该噪声污染如何治理困扰三钢环保处及梅塞尔公司有关负责人员, 虽经反复论证, 也未找到确保达标的方案。梅塞尔公司也曾请来了一些噪声治理单位, 都认为难以达到 城市区域环境噪声标准 (GB3096-93) 的三类标准, 即昼间 65dB(A) (梅塞尔公司定为 60dB(A)) 夜间 55 dB(A) 的噪声限值。后我厂承接了该治理项目, 经现场反复测试及进行理论论证, 运用吸声、隔声、消声等综合治理措施, 达到了治理效果。

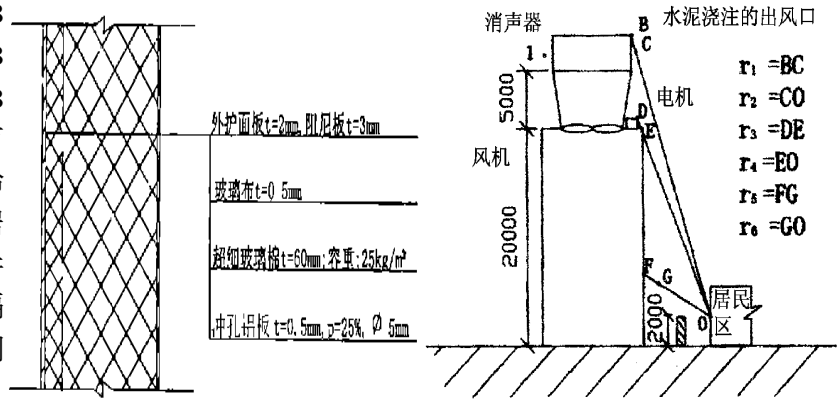


图 1　噪声测点布置图

## 2　噪声状况及简要分析

为了掌握冷却塔的噪声特性及居民区噪声情况, 我们对该冷却塔进行多次噪声测定, 并进行理论

收稿日期: 2000-07-10; 修订日期: 2000-11-09
作者简介: 姜定国(1964-), 男, 工程师, 从事环境工程设计和研究工作。

分析和论证,提出了治理方案。

**2.1** 测试结果

测点声级值

| 测　点 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 声级 dB(A) | 102 | 92.5 | 94 | 83 | 84 | 68 | 69 | 68.5 |

声源噪声频谱

| 测点 | A 声级 | 63Hz | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1kHz | 2kHz | 4kHz | 8kHz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 102 | 101 | 98.5 | 96.5 | 96 | 94 | 87 | 79 | 74 |
| | 94 | 95 | 93 | 92.5 | 92 | 84 | 76 | 70.5 | 66 |
| | 84 | 68.5 | 67.5 | 70.5 | 76 | 81 | 80 | 85 | 86 |

噪声特点:声源发声部位多,噪声频带宽。其中风机和电机噪声以中低频为主,淋水噪声以中高频为主。

**2.2** 噪声源分析

(1) 风机噪声:由于风机风量大而压头低,其噪声主要是空气动力性噪声,包括:　旋转噪声又称叶片噪声,是由于叶片转动时周期性打击空气质点,引起空气的压力脉动而产生的噪声;　涡流噪声又称湍流噪声,是由于叶片转动时周围气体因边界分离而产生涡流,在叶片背侧最易形成涡流,产生气体呼啸声;　由旋转噪声和涡流噪声引起的共振噪声。

(2) 电机噪声:主要由电磁力引起。电磁力作用在定子与转子之间的气隙中,由于力波在气隙中产生旋转而产生噪声。同时电机带动风机转动时,传动机械中的轴承因高速旋转而产生噪声。

(3) 淋水噪声:淋水噪声是淋水冲击底部水面而产生的噪声。

(4) 水泵噪声:由于泵房远离居民区,对居民区影响较小,故治理时不予考虑。

## 3　设计方案

**3.1** 风机噪声治理

装风机消声器,设计消声量为 25dB(A)。消声器由两个消声段(1 组厚片和 1 组薄片)组成,每个消声段长为 1m,两个消声段交错安装,安装时所有消声片以 15 角斜向厂区。消声片采用阻性和共振相结合的形式(共振是为了提高 63Hz、125Hz 等低频段的消声效果),吸声材料为防潮超细玻璃棉板,外用塑料薄膜护面,可有效防止雨水进入超细玻璃棉板。

(1) 共振板孔数的确定:

$$n = (t + 0.8d)\quad 4\ ^2 f_0^2\quad V/(Sc^2) \qquad (1)$$

式中:$n$ 为穿孔数;$t$ 为板厚,一般取 1mm~ 5mm;$d$ 为孔径,取 3mm~ 15mm;$S$ 为穿孔截面积,$S = d^2/4$,$d$ 为小孔直径;$f_0$ 为设计共振频率,63Hz、125Hz 等;$c$ 为声速,340m/s;$V$ 为共振腔的体积。

(2) 阻力损失:为了减小阻力损失,所有消声片均设计有导风尖,设计阻力小于 3mm 水柱。其计算依据如(2)式:

$$P = \qquad v^2/2g \qquad (2)$$

式中:$P$ 为阻力损失,mm 水柱;　为阻力系数,无量纲;$v$ 为气流速度,m/s。

(3) 结构见图 2

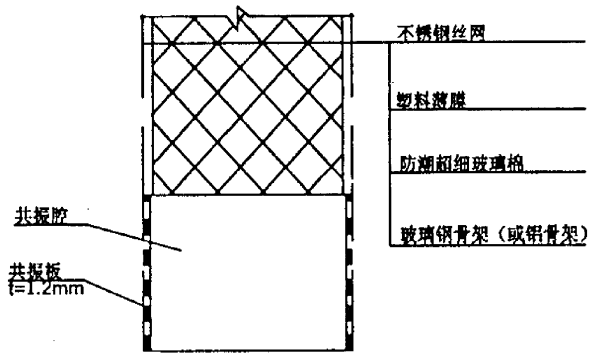



图 2　消声片内剖面结构示意图

**3.2** 电机噪声治理

加隔声罩,把电机及落在塔外的转轴罩住。隔声罩上设计有通风口,以保证电机的通风散热,设计隔声量在 20dB(A)以上。

(1) 隔声罩的吻合频率

设计采用 2mm 钢板护面,要求吻合频率应避免出现在电机噪声峰值频率附近,即 63Hz~ 4kHz 范围里。吻合频率按下式计算:

$$f_0 = 2\quad 10^4\quad \sqrt{p/E}/h \qquad (3)$$

式中:$p$:构件材料容重,kg/m$^3$;$E$:构件材料弹性模量,Kgf/m$^2$;$h$:构件材料厚度,m。将设计数据代入公式(3)得:$f_0$= 6244Hz。可见,设计满足了要求。

(2) 结构见图 3

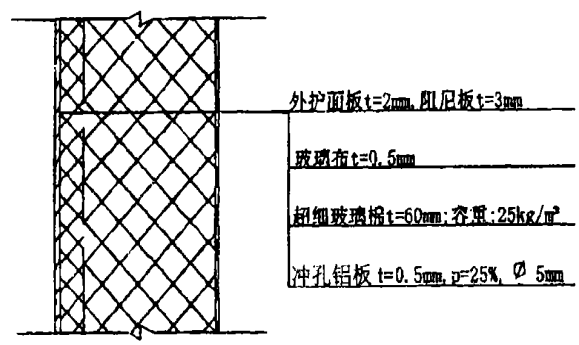



图 3　隔声罩内剖面结构示意图

**3.3** 淋水噪声治理

经测试冷却塔靠厂内车间一面进风口的淋水噪声绕射后, 对居民区无影响, 故设计时只对居民区一面的淋水噪声进行治理。根据淋水进风口以中高频噪声为主的特性, 设计时采用内吸外隔的隔声屏进行治理, 隔声量为 20dB(A) 以上。

(1) 冷却效果分析

冷却塔的出风口面积为 $68m^2$, 现进风口总面积大于 $110m^2$, 装隔声屏一侧风速小于 3m/s。设计安装的隔声屏离冷却塔 500mm, 进风面积减小约 $20m^2$, 风速提高不到 1m/s, 这对冷却效果不会产生影响。进风口再生噪声< 50dB(A), 不会产生二次污染。

(2) 结构见图 4

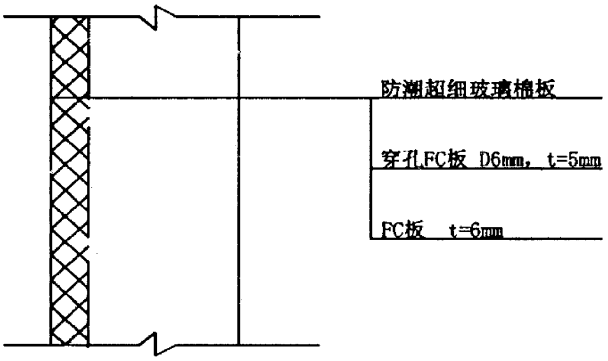



图 4 隔声屏内剖面结构示意图

## 4 方案的可行性论证

**4.1** 风机噪声达标论证

距风机出风口 1m 远处噪声为 100dB(A) ~ 102dB(A), 在装消声器后噪声降为(75~ 77) dB(A)。风机出风口噪声以点声源向居民区传播, 其衰减量如下:

$$Lp = 20\lg r_2/r_1 \quad (dB) \qquad (4)$$

式中: $r_1$: 距风机出口 1m 远; $r_2$: 距风机出口 1m 远处与居民区之间距离约为 28m。 $Lp$= 28.9 (dB)

经衰减后居民区噪声为(46.1~ 48.1) dB(A)。

**4.2** 电机噪声达标论证

距电机 1m 远处噪声为 92dB(A) ~ 94dB(A), 在装隔声罩后噪声值降为(72~ 74) dB(A)。电机噪声以点声源向居民区传播, 其衰减量按式(5) 计算。

$$Lp = 20\lg 20r_4/r_3 = 26 \quad (dB) \qquad (5)$$

经声波衰减后居民区噪声为(46~ 48) dB(A)。

**4.3** 淋水噪声达标论证

淋水噪声在距离冷却塔 1m 远处测试为 83dB(A) ~ 84dB(A), 装隔声屏后降为(63~ 64) dB。淋水噪声以线声源向居民区辐射, 其衰减量如下:

$$Lp = 10\lg r_6/r_5 \quad (dB) \qquad (6)$$

式中: $r_1$: 距离冷却塔 1m 远; $r_2$: 距离冷却塔 1m 远处与居民区的距离约为 14m。 $Lp$= 11.5(dB)

经衰减后, 居民区噪声为(51.5~ 52.5) dB(A)。

**4.4** 居民区最高噪声值

风机噪声、电机噪声和淋水噪声辐射至居民区后按公式(6) 叠加:

$$L_p = 10\lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0.1Lpi} \quad (dB) \qquad (7)$$

将数据代入式(6) 后可求得 $L_P$ 的最大值为: 54.8dB(A) < 55dB(A)。

综上所述, 经综合治理后居民区噪声昼间和夜间都可达标。

## 5 实施结果

治理结果见下表:

| 噪声值/dB(A) 位置 / 项目 | 距风机出口 1m 远 | 距电机 1m 远 | 距淋水进风口 1m 远 | 居民区 |
|---|---|---|---|---|
| 治理前 | 100~ 102 | 92~ 94 | 83~ 84 | 68~ 69 |
| 治理后 | 75~ 77 | 72~ 74 | 63~ 64 | 51~ 54(夜间)<br>55~ 58(昼间) |

## 6 小 结

(1) 该工程竣工后由上海市浦东新区环境中心监测站进行了测试验收, 居民区噪声达到了环保要求, 特别是昼间效果更为明显, 比标准要求更低。环境已得到改善, 噪声扰民问题得到解决。

(2) 由于水泥浇注的老式机械通风冷却塔体积庞大, 因此消声器设计采用单片成形, 现场组合装配。在选用材料时最好选用轻质材料, 如铝、玻璃钢等, 以减轻塔体负载; 同时因冷却塔出风含水量较多, 所选用的材料应具有耐腐蚀性以保证其使用寿命。

参考文献:

1 郭秀兰. 工业噪声治理技术[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993 年. 182-201.

2 周新祥. 噪声控制及应用实例[M]. 北京: 海洋出版社, 1999 年. 231-240.

3 吕玉恒. 噪声与振动控制设备选用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988 年. 242-334.