

文章编号:1006-1355(2015)02-0146-04

Cadna A 在自然通风冷却塔降噪中的应用

陈幸幸, 张晓杰

(四川正升声学科技有限公司, 成都 611130)

摘要: 基于德国 DataKustik 公司开发的 CadnaA 计算机辅助软件, 通过两座自然通风冷却塔降噪项目, 简要介绍了该软件的应用, 包括数据准备、建筑物的建模及反射损失的设置、地势信息的导入、降噪措施的设置等, 预测了自然通风冷却塔在治理前后对周围声环境的影响, 并与现场实测值进行比较, 结果表明预测值与实测值相差较小。

关键词: 声学; Cadna A; 自然通风冷却塔; 预测

中图分类号: TU112.3

文献标识码: A

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1006-1355.2015.02.033

Application of Cadna A to Noise Reduction Prediction of Natural Ventilation Cooling Towers

CHEN Xing-xing, ZHANG Xiao-jie

(Sichuan Zisen Acoustics Technology Co. Ltd., Chengdu 611130, China)

Abstract: Two natural ventilation cooling towers were modeled and analyzed by Cadna A code developed by DataKustik Company in Germany. Application method of the code was introduced, including data preparation, modeling of structures, determination of reflection loss, input of terrain information, and the consideration of the noise reduction measures. Noise influence of the natural ventilation cooling towers on the ambient acoustic environment was predicted. The predicted sound pressure levels were compared with the measurement data. The difference between them was found to be small.

Key words: acoustics; Cadna A; natural ventilation cooling tower; prediction

Cadna A 系统是一套基于 ISO 9613 标准方法、利用 WINDOWS 作为操作平台的声学模拟软件, 广泛适用于多种噪声源的预测、评价、工程设计和研究, 以及城市噪声规划等工作, 其中包括工业设施、公路和铁路、机场及其它噪声设备。

Cadna A 软件计算原理源于国际标准化组织规定的 ISO 9613—2:1996《户外声传播的衰减的计算方法》。我国公布的 GB/T17247.2—1998《声学户外声传播的衰减第2部分:一般计算方法》, 等效采用了国际标准化组织规定的 ISO9613—2:1996 标准。本文利用 Cadna A 软件建立了贵州盘县电厂“上大压小”改建工程#1 机组(1×660 MW)#1、#2 自通风冷却塔的声学模型, 简要介绍了软件的应用, 预测了噪声治理前后周边环境声场分布状况, 并与降噪后的现场实测声压级进行对比, 结果表明预测值和实测

值的差值较小。

1 项目资料

贵州盘县电厂“上大压小”改建工程#1 机组(1×660 MW)#1、#2 自通风冷却塔塔高 90 m, 水池外径为 73.546 m, 进风口高 5.8 m, 淋水面积为 3 500 m², 布置图如下图所示。



图1 自然通风冷却塔布置图

根据环评要求, 贵州盘县电厂厂界噪声值需达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348—2008 的 3 类标准, 即昼间≤65 dB(A), 夜间≤55 dB(A)^[1]。

收稿日期: 2014-20-25

作者简介: 陈幸幸(1986—), 女, 浙江金华人, 工程师, 主要研究方向: 噪声与振动控制工程。

E-mail: chinazisencxx@163.com

2 数据准备及参数设置

Cadna A 软件在工业污染源噪声控制中的应用主要通过以下几个步骤来实现:

(1) 建立工业污染源实际的三维几何模型,将建筑物的几何参数、声源的声功率级和指向性、地形参数、其它障碍物参数、气象条件、声场的计算范围、环境噪声敏感点的空间位置等输入模型中;

(2) 对室外声场进行分析计算,给出计算结果和室外声场模拟图形;

(3) 利用软件中专家系统对每一个噪声源在各环境噪声敏感点的噪声贡献值进行分析,确定导致该环境噪声敏感点噪声超标的声源个数,并且确定这些声源的噪声控制目标值^[2]。

2.1 噪声数据

自然通风冷却塔的噪声源为落水区下的巨大圆形水面,为塔内冷却落水对池水的大面积连续的液体间撞击产生的稳态水噪声^[3]。采用自然通风冷却塔落水噪声的实测数据,进行噪声分布的预测,见表1。

表1 自然通风冷却塔落水噪声频谱

频率/Hz	31.5	63	125	250	500
声压级/dB	97.3	83.0	74.8	73.3	76.9
频率/Hz	1 k	2 k	4 k	8 k	A
声压级/dB	77.1	77.7	80.5	83.1	86.6

在Cadna A 软件应用中,利用表中频谱数据作为单位面积声功率,并进行加权,通过建模计算,使得距离双曲线冷却塔水池壁外1 m处的声压级与实测声压级一致。

2.2 平面布置图

平面布置图决定了自然通风冷却塔及其他建筑物的分布,对预测结果具有十分重要的影响,自然通风冷却塔平面布置图见图1。

2.3 建筑物高度及反射损失

建筑物在声学建模中起到声屏障的作用,其高度直接影响声学计算的结果。此外,建筑物的表面对声波有反射作用,表面越坚硬,对声音的反射能力越强。在室外,建筑物之间的多次反射亦会造成厂区内部及厂界的噪声值增大。因此,根据建筑物的结构设置其反射损失的大小,是声学预测中十分重要的部分,自然通风冷却塔及周边民房的声学参数见表2。

在Cadna A 软件中,可根据建筑物外表面的材质设置相应的反射损失,如一般建筑物表面可设置

表2 建筑物高度、结构及反射损失

序号	名称	高度/m	结构	反射损失
1	自然通风冷却塔	90	混凝土块	2
2	民房	6	砖混	2

为2 dB(A)。

2.4 高程值

地势的变化对声学计算有很大的影响,地势高的部分相当于声屏障的作用,本项目地势局部有坡地,高度约为2.5 m。

2.5 模型的建立

自然通风冷却塔落水噪声的声源为内置的一片圆形水面,声波通过进风口向外传播,所以可将进风口视为声源边缘。本文采用Cylinder模拟自然通风冷却塔塔体,利用vert. Area Source在紧贴塔体外侧设置一高为5.8 m的竖直面声源来模拟冷却塔的进风口,输入自然通风冷却塔落水噪声频谱,使得离进风口1 m,离地面高度1.2 m处的声压级为86.8 dB(A)。自然通风冷却塔三维模型如图2所示。

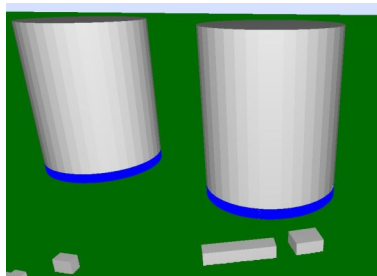


图2 自然通风冷却塔三维模型

2.6 测点布置

测点位于靠近冷却塔一侧的厂界处,离地面的高度为1.2 m,布置如图3所示。在Cadna A 软件中,可利用Receiver进行测点的设置,且可看到每个声源对某一特定测点的声压级贡献值。



图3 测点分布图

3 计算结果

自然通风冷却塔庞大特殊的弧面出声口使“附

近区域”内的声波并不立即按“点声源”的距离衰减规律衰减,在这个由近及远的“附近区域”内存在着一个按“面声源”(几乎不衰减)及至“线声源”(距离每增加一倍声能衰减3 dB)的距离衰减规律的过渡区域,只有当受声点(测点)外移至可将冷却塔的环形进风口视为一个“点”以外的后方,声波才开始按“点声源”(距离每增加一倍声能衰减6 dB)的距离衰减规律衰减^[4]。

根据前述设计输入和声学计算方法,计算了厂界接收点的声压级以及离地面高度1.2 m所在平面的网格声地图。厂界接收点高度为1.2 m,网格大小为1 m×1 m,计算结果如图4所示。

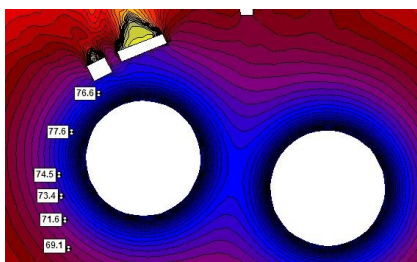


图4 冷却塔周边区域声地图(治理前)

由图4可以看到,厂界接收点的噪声值最高达77.9 dB(A),远远超过了《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008的3类标准,即夜间≤55 dB(A)的限值。

4 治理措施

贵州盘县电厂厂区内噪声源众多,由于目前只针对#1、#2自通风冷却塔塔进行噪声治理,因此本文只关注靠近冷却塔一侧的厂界噪声值达标问题。按照《工业循环水冷却设计规范》(GB/T 50102—2003)的规定:“根据冷却塔的通风要求,塔与其他建筑物的净距不应小于塔的进风口高的2倍”^[5]。本工程中冷却塔进风口高度为5.8 m,理论上要求冷却塔进风口外11.6 m以内区域不得有遮挡物。因此,本工程在设计降噪方案时参考该设计规范及现场踏勘资料,对#1号塔采用消声导流片和声屏障相结合的措施, #2号塔采用消声导流片的措施。

根据各个测点的噪声值现状,可以通过Cadna A计算机辅助软件,寻求最佳的降噪措施。在Cadna A中,将模拟冷却塔淋水噪声的竖直面声源分解为若干个小声源,分别计算每个声源对各个测点的噪声贡献值,然后结合降噪目标,确定消声导流片所需降噪量,以及消声导流片所占圆弧的长度,使得各个测点处的噪声值满足降噪要求,保留一定余量的同时,尽量减少消声导流片的长度,避免设计过量。针对声屏障高度的设计问题,可利用Cadna A计算机辅

助软件,计算声屏障不同高度对测点处声压级的影响,经过多次尝试,寻求最佳的声屏障高度,使得测点处的声压级满足降噪目标。按照上述方法确定如下降噪措施。

4.1 1#冷却塔降噪措施

(1)第1段(弧长约66 m)消声导流片长2 500 mm,片厚120 mm,通流面积为50%,降噪前距离冷却塔进风口1 m处声压级为86.8 dB(A),降噪后为64.6 dB(A),降噪量为22.2 dB(A)。

(2)第2段(弧长约45 m)消声导流片长1 500 mm,片厚120 mm,通流面积为50%,降噪前距离冷却塔进风口1 m处声压级为86.5 dB(A),降噪后为70.9 dB(A),降噪量为15.6 dB(A)。

(3)第3段(弧长约26 m)消声导流片长1 200 mm,片厚120 mm,通流面积为50%,降噪前距离冷却塔进风口1 m处声压级为86.2 dB(A),降噪后为74.5 dB(A),降噪量为11.7 dB(A)。

(4) L型声屏障,与消声导流片连接,高度11 m。

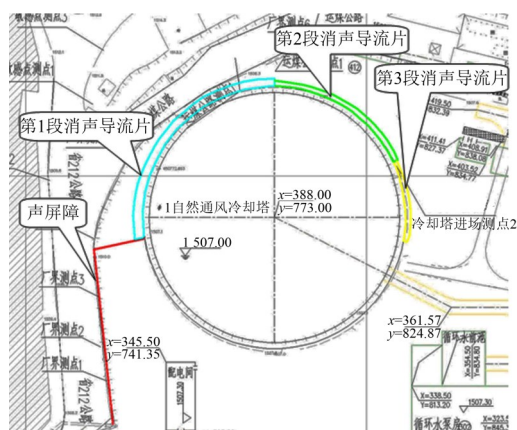


图5 1#自然通风冷却塔降噪措施示意图

4.2 2#冷却塔降噪措施

2#冷却塔设计约180°消声导流片(弧长约125 m)长1 200 mm,片厚120 mm,通流面积为50%,降噪前距离冷却塔进风口1 m处声压级为87.4 dB(A),降噪后为74.0 dB(A),降噪量为13.4 dB(A)。



图6 2#自然通风冷却塔降噪措施示意图

5 降噪效果

根据上述降噪措施,在 Cadna A 软件中输入各段消声导流片的插入损失,见图7。

Sound Reduction Indices (local)										
OK	Cancel	Copy...	Font...	Adjust Col. Width	Help					
Name		ID	Oktave Spectrum (dB)							
			31.5	63	125	250	500	1000	2000	8000
消声导流片长2500mm		IL25	2.0	6.0	13.0	30.0	40.0	45.0	29.0	24.0 20.0
消声导流片长1500mm		IL15	1.0	5.0	10.0	19.0	27.0	31.0	20.0	16.0 13.0
消声导流片长1200mm		IL12	1.0	4.0	8.0	15.0	23.0	27.0	17.0	12.0 10.0

图7 消声导流片插入损失

声屏障的设置如图8所示,反射损失根据声屏障表面的材质进行设置,可在下图界面中选择反射类型,如光滑表面的反射损失为1,一般建筑物表面的反射损失为2 dB(A),强吸声表面则为8 dB(A),由软件自动生成。

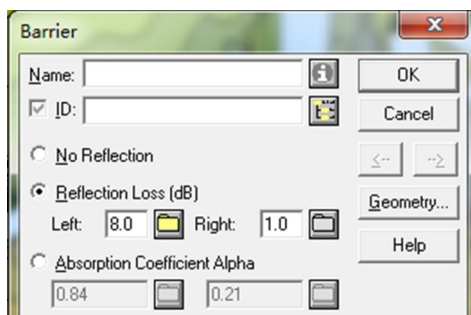


图8 声屏障反射损失的设置

根据上述设置,计算得到降噪后的声地图,见图9。

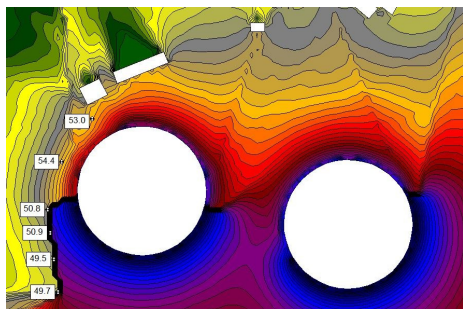


图9 冷却塔周边区域声地图(治理后)

由于两台自然通风冷却塔周围有电厂内部的其他噪声源,因此,本文选择受背景噪声影响较小的西侧接收点用于预测值和实测值的比较。由图9可以看到,接受点的声压级均小于《工业企业环境噪声排放标准》GB 12348—2008的3类标准,即昼间 ≤ 65 dB(A),夜间 ≤ 55 dB(A)的限值。由于自然通风冷却塔昼夜运行工况相同,因此以夜间55 dB(A)作为降噪设计的目标值。

在贵州盘县电厂“上大压小”改建工程#1机组

(1×660 MW)#1、#2 自通风冷却塔噪声治理项目完工后,对上述接收点进行声压级的测量,测量方法按照 GB 12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》中“5 测量方法”执行。同时,在 Cadna A 软件中的接收布置和现场测点布置一致。软件预测结果和现场实测结果比较如表3所示。

表3 预测值和实测值的比较

测点号	预测值/dB	实测值/dB	差值/dB
1	49.7	50.8	1.1
2	49.5	49.4	0.1
3	50.9	51.1	0.2
4	50.8	51.8	1.0
5	54.4	54.1	0.3
6	53.0	54.3	1.3

利用 Cadna A 软件计算选定竖直面,计算得到的数竖直面上的声压级分布如图10所示,可以看到,安装消声导流片一侧,声压级明显降低。

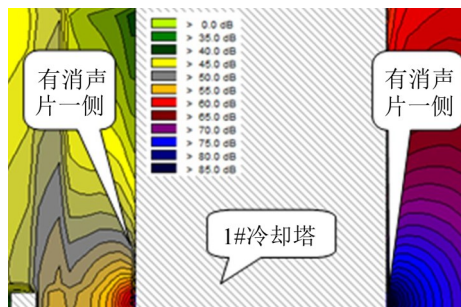


图10 竖直面声压级分布图

6 结语

基于贵州盘县电厂“上大压小”改建工程#1机组(1×660 MW)#1、#2 自通风冷却塔噪声治理项目,利用声学预测软件 Cadna A 进行自然通风冷却塔周边地区声地图的模拟,并利用软件确定性价比最优的噪声治理方案,得到治理后的声能量分布状况,计算了单个接收点以及区域网格声地图,并将计算结果与噪声治理工程完工后的现场实测值进行比较,结果表明两者的差别较小。

参考文献:

- [1] GB 12348-2008. 工业企业厂界环境噪声排放标准[S].
- [2] 仇丰. 风电场噪声预测模型[J]. 噪声与振动控制, 2012 (05).
- [3] 张怀军. 自然通风冷却塔噪声源控制研究[J]. 噪声与振动控制, 2009(01).
- [4] HJ2.4—2009. 环境影响评价技术导则 声环境[S].
- [5] GB/T 50102—2003. 工业循环水冷却设计规范[S].