

防治技术

500kV 变电站声屏障技术优化研究

严青,陈笠,何清怀

(四川电力设计咨询有限责任公司,四川 成都 610016)

摘要:以某 500 kV 变电站为例,利用 Cadna/A 软件探讨了变电站声屏障优化方案,研究了设置位置、高度、形状、材料性质等因素对声屏障插入损失量的影响。结果表明,声屏障距离主变越近,其插入损失量越大,降噪效果越好;声屏障高度越高,插入损失量越大,当声屏障高度达到 8.1 m 时,站外噪声均达标;对于不同型式的声屏障如折板型(向内)、倾斜型(向内)、直立型、折板型(向外),折板型(向内)降噪性能相对较优;当声屏障采用吸声材料,将增强降噪效果;变电站声屏障设置方案应综合考虑降噪要求、安全运行、操作维护等因素。

关键词:500 kV 变电站;噪声;声屏障;Cadna/A

中图分类号:[X593] **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8759(2016)06-0019-04

OPTIMIZATION STUDY ON THE NOISE BARRIER OF 500KV SUBSTATIONS

YAN Qing, CHEN Li, HE Qing-huai

(Sichuan Electric Power Design & Consulting CO., LTD, Chengdu 610016, China)

Abstract: Software Cadna/A is used to investigate insertion loss of noise barrier of one 500kV substation influenced by factors such as location, height, shape and material in order to propose the optimization project. The result indicates that more insertion loss and noise reduction are obtained when the noise barrier is closer to main transformer; insertion loss increases as the height of noise barrier rises, and noise level reaches the standard when the height is up to 8.1m; noise barrier of interior inverse type has better acoustic performance by contrast with inclined type, up-right type and external inverse type; acoustic performance can be improved when absorption material is added to the noise barrier. Overall, noise barrier setting should take essentials like noise reduction, safe operation and maintenance into consideration.

Key words: 500kV substation; noise; noise barrier; Cadna/A

近年来,电网建设的迅速发展和城市规模的日益扩大,导致新建的 500 kV 变电站周围开始出现居民住宅等噪声敏感建筑物^[1]。与常规的 110 kV、220 kV 变电站相比,500 kV 变电站噪声源种类较多、噪声源强较大、噪声影响较复杂,对站外

环境的影响也较明显。目前变电站降噪方案大多是从声传播途径着手,包括利用自然地形因素、调整变电站平面布置、设置隔声屏障等^[2]。根据国内 500 kV 变电站噪声治理经验,隔声屏障大多设置在变电站围墙上方,虽然能使站外噪声值达标,但是往往工程量大(尤其是对既有变电站进行噪声治理时),投资高,且影响变电站的整体视觉效果。本文利用 Cadna/A 软件,以某 500 kV 变电站为例,探讨变电站隔声屏障的优化技术方案,为 500 kV 变电站的噪声治理提供参考。

收稿日期:2016-05-11

资助项目:四川电力设计咨询有限责任公司科标项目(kj2015-b-5)。

第一作者简介:严青(1988-),女,硕士研究生,工程师,主要从事噪声影响环评和研究工作。

1 Cadna/A 预测软件

Cadna/A 是基于德国 RLS90 通用计算模型的噪声模拟软件,运行于 windows 平台、界面友好、功能强大,其计算原理源于 ISO 9613-2: 1996 《Acoustics - Attenuation of Sound During Propagation Outdoors》,广泛应用于环境影响评价、建筑设计、交通管理、城市规划等领域^[3]。经原国家环保总局环境工程评估中心认证,该软件理论基础与《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2009)一致,可以作为我国区域环境噪声预测、评价和控制方案设计的工具软件^[4]。

2 变电站平面布置及其噪声源特性

2.1 变电站平面布置

图 1 为某 500 kV 变电站的平面布置图。变电站为户外布置,即主变和配电装置均为户外布置,主变(三相分体式)基本位于站区中央,目前仅东侧两组主变投入运行,远期一组主变距西侧围墙最近距离约 12 m;高抗位于站区西南角,已投运,距西侧围墙最近距离约 5 m;220 kV 配电装置位于站区北侧,500 kV 配电装置位于站区南侧。变电站设置围墙高度为 2.3 m。变电站围墙内区域场地平整,围墙外海拔高程高于站址区域。

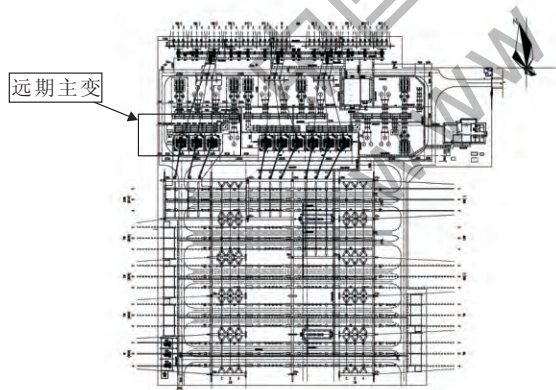


图 1 变电站平面布置

2.2 变电站噪声源特性

该变电站的噪声源主要有三大类,一是电气设备,如主变压器、高抗、低压并联电抗等,二是主控室的散热风机和空调外机等通风散热设备^[5],三是母线和金具等。母线和金具等产生的电晕噪声可通过对母线和金具的布置和设计优化进行控制,因此电晕噪声通常不考虑^[6]。变电站电气设备均以低频噪声为主,主变噪声频率范围集中在

100~630 Hz 之间^[7],风机噪声主要为 2 000 Hz 以下的宽频段中低频噪声^[8],随距离的几何发散衰减较快,本次模拟不予考虑。变电站既有噪声监测数据最大值和远期主变投运后噪声预测最大值均出现在西侧站界,见表 1。

表 1 变电站西侧站界噪声监测值与预测值

	噪声声压级/dB(A)(围墙外 1m 处)			
	监测值		预测值	
	昼间	夜间	昼间	夜间
靠近主变处	47.2	45.3	54.1	53.8
靠近高抗处	57.2	48.8	57.4	49.8

由表 1 可知,变电站噪声监测值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求,但是远期主变投运后,西侧站界靠近主变处昼间、夜间噪声均不满足上述标准。鉴于上述超标现象,本文开展了主变位置的声屏障技术研究,同时为了便于研究,本次模拟只考虑远期主变贡献噪声的影响。

3 变电站声屏障技术方案

3.1 声屏障声学原理

当噪声源发出的声波遇到声屏障时,它将沿着三条路径传播(见图 2):一部分绕过声屏障顶端绕射到达受声点(绕射声),一部分穿透声屏障到达受声点(透过声),一部分在声屏障壁面上产生反射(反射声)。声屏障的插入损失指安装声屏障前后在某特定位置上的声压级之差,主要取决于绕射声衰减^[9]。

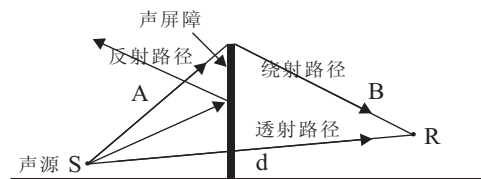


图 2 声传播途径

3.1 声屏障设置位置

为研究不同设置位置声屏障的插入损失,分别在距主变西侧和南侧 1.5 m 处、距西侧围墙内 3.5 m 处设置高 5 m 的声屏障,在围墙上方设置高 2.7 m 的声屏障(围墙和声屏障总高 5 m),选取站外最大噪声级点在声屏障设置前后的噪声级差作为插入损失量计算依据,不同位置处的声屏障降噪效果见表 2。

表2 设置位置对声屏障降噪效果的影响

设置位置	插入损失量/dB(A)	站外最大超标距离/m
距西侧围墙 7m 处	5.5	24
距西侧围墙 3.5m 处	3.9	27
围墙处	1.8	28.5

由表2可知,距离主变越近,声屏障的插入损失越大,站外最大超标距离也越小,这是因为距离噪声源越近,绕射声与声屏障的夹角越大,则绕射声路径越长,声屏障后的阴影区范围越大^[9],如图3所示;同时,由于主变噪声频率较低,随距离衰减较慢,应尽可能在靠近声源处削弱声能,减小噪声影响范围。因此,在变电站条件许可的情况下,应在靠近声源处设置声屏障。

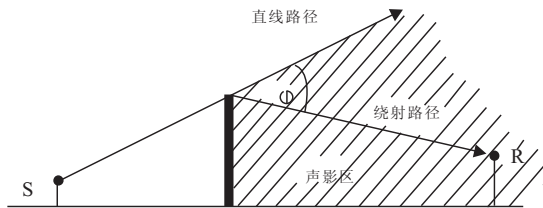


图3 声波绕射路径

3.2 声屏障设置高度

由上述可知,当在主变侧设置高度为5m的声屏障时,站外仍然有一定程度的超标,为进一步缓解超标现象,分析不同声屏障高度对降噪效果的影响。图4为设置声屏障高度4~10m时,声屏障的插入损失量和站外最大超标距离关系。

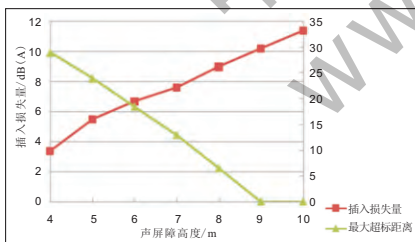


图4 不同高度声屏障的插入损失量和站外最大超标距离

由图4可知,随着声屏障高度的增加,插入损失量也逐渐增大,同时超标范围不断缩小,但总体来说插入损失量增加速度逐渐趋于平缓,这也与国内其他机构的研究结论一致^[10]。当声屏障高度达到8.1m时,插入损失量为9.2dB(A),站外噪声均能达标(不考虑背景噪声值),若再次提升高度降噪效果变化不大。但是在具体工程中,声屏障最佳高度选择时还应综合考虑变电站主变位置处的构架高度、带电距离、地下设施等因素。

3.3 声屏障型式

声屏障的几何形状大致分为直立型、折板型、倾斜型等,本次对直立型、折板型(向内、向外)、倾斜型(向内)声屏障的降噪效果进行探讨。四种不同结构型式的声屏障示意情况见图5。本次在距主变西侧和南侧1.5m处设置四种不同型式的声屏障,高度为7m、8m、9m、10m,对其降噪效果进行了预测分析,见表3和图6,图7为8m高处各声屏障等声级线剖面图,图中红色区域噪声级大于60dB(A)。

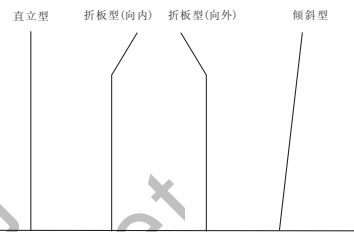


图5 四种不同结构型式的声屏障示意

表3 四种不同结构型式声屏障的降噪效果

声屏障类型	不同高度插入损失量/dB(A)				大于60dB(A)区域范围/m
	7m	8m	9m	10m	
直立型	7.6	9	10.2	11.3	7.7
折板型(向内)	7.9	9.2	10.2	11.2	6.9
折板型(向外)	7.2	8.5	10.1	10.9	8.7
倾斜型(向内)	7.8	9.2	10.2	11.1	6.9

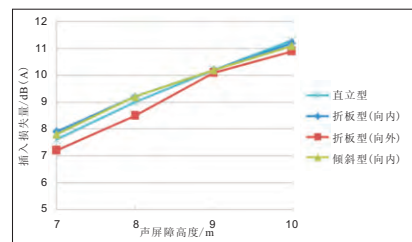


图6 五种不同结构型式声屏障的降噪效果

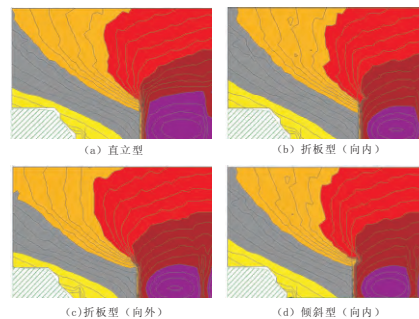


图7 不同类型的声屏障等声级线剖面图

由表3和图6、图7可知,不同类型的声屏障插入损失量均随高度的增加逐渐增大,降噪效果从优到劣依次为折板型(向内)、倾斜型(向内)、直立型、折板型(向外),其中折板型(向内)、倾斜型

(向内)声屏障在高度为 8 m 时,插入损失量为 9.2 dB(A),站外噪声均达标(不考虑背景噪声值),与直立型声屏障相比,声屏障高度降低了 0.1 m,有利于节约投资。这是由于向内倾斜的声屏障有利于声波沿着折臂向外传播,扩大声波扩散范围,同时在折臂处结构突变而引起的声能损失,导致绕射声能减小,但是当高度继续增加,各声屏障均能使站外噪声达标,此时高度增加的优势大于形状改变。而折板型(向外)增加了声波扩散空间,缩小了声屏障后阴影区的范围,降低了插入损失量。总体来说,不同结构型式的声屏障降噪效果变化趋势一致,其中折板型(向内)性能最优,但具体的最优方案需要在后续研究中进一步深化。

3.4 声屏障表面材料

对于主变侧声屏障,其设置高度通常比防火墙高,考虑变电站安全运行和维护等因素,常采用轻质兼具防火功能的材料。根据 Marjan Gandoman 等的研究结论^[11],相对于变电站传统的混凝土防火墙,采用新型橡胶聚合混凝土等材料作声屏障可大幅度改善其隔声量和降噪系数,增加声传播损失。此外,若在声屏障边缘增设吸声材料,则可以进一步降低绕射声能强度,插入损失可提高 0.3~6.4 dB(A)^[10]。因此在实际应用中,应根据变电站条件、降噪要求、安全运行、操作维护等因素,选择最优的声屏障材料组合形式。

4 结论

综上所述,本文利用 Cadna/A 软件对某 500kV 变电站声屏障方案进行了优化研究,可得出如下结论:

声屏障距声源越近,其插入损失越大,站外最大超标距离也越小,在变电站条件许可的情况下,

应尽可能在靠近声源处设置声屏障。

随着声屏障高度的增加,插入损失量也逐渐增大,同时超标范围不断缩小,当声屏障高度达到 8.1 m 时,站外噪声均达标。

对于不同型式的声屏障,应优先选用折板型(向内),有利于降低声屏障高度。

声屏障宜选择轻质兼具防火功能的吸声材料,进一步增强降噪效果。

声屏障设置需结合变电站布置条件、安全运行、操作维护等因素,并从设置位置、高度、形状以及材料等方面进行综合分析。

参考文献

- [1]林旗力,唐蕾,施华彪,等. 500 kV 变电站噪声控制措施比较研究[J]. 电力科技与环保, 2013, 29(6): 4-6.
- [2]张红霞,史玉柱,梁汉桥,等. 500 kV 变电站噪声影响及防治措施[J]. 电力科技与环保, 2012, 28(4): 50-51.
- [3] FLASH T, HOGAN H. The coordination of arm movements: an experimentally confirmed mathematical model[J]. The Journal of Neuroscience, 1985, 5(7): 1688-1703.
- [4]刘培杰,孙海涛,王红卫. 噪声模拟软件 Cadna/A 在交通噪声预测评价中的应用. 噪声控制, 2008, 32(7): 64-67.
- [5]郭天兰,王洪峰,肖旭亮. 220 kV 变电站噪声水平分析及控制措施[J]. 山西电力, 2011(2): 7-10.
- [6]兰碧海,孟超. 变电站电晕噪声的治理措施[J]. 山西电力, 2012, 增刊(2): 44-47.
- [7]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.
- [8]陈江龙. 基于模态分析的汽轮机叶片有限元拓扑结构优化[J]. 电站系统工程, 2005, 21(1): 49-53.
- [9]HJ/T 90-2004. 《声屏障声学设计和测量规范》(S).
- [10]周信,肖新标,何宾,等. 高速铁路声屏障插入损失影响因素及规律[J]. 西南交通大学学报, 2014, 49(6): 1024-1031.
- [11] Marjan Gandoman, Mehrdad Kokabi. Sound barrier properties of sustainable waste rubber /geopolymer concretes [J]. Iran Polym, 2015 (24): 105-112.
- [12]selective oxidation[J]. Journal Catalysis, 1986, 99: 400-414.
- [13]Melánová K, Beneš V, Vlček M, et al. Preparation and characterization of vanadyl phosphates modified with two trivalent metal cations[J]. Materials Research Bulletin, 1999, 34(6): 895-903.
- [14]Jia Y, Du D Q, Bai J C, Ding J, Zhong Q, Ding X L. Characterization and activity of N doped TiO₂ supported VPO catalysts for NO oxidation[J]. Atmospheric Pollution Research, 2015, 6(2): 184-190.
- [15]李小海,张舒乐,贾勇,等. H₂O 和 SO₂ 对 Ce(1)Mn(3)Ti 催化剂催化氧化 NO 性能的影响[J]. 燃料化学学报, 2012, 40(4): 866-871.

(上接第 6 页)

- [49]罗晶,童志权,黄妍,等. H₂O 和 SO₂ 对 Cr-Ce/TiO₂ 催化氧化 NO 性能的影响[J]. 环境科学学报, 2010, 30(5): 1023-1029.
- [50]姜烨,高翔,吴卫红. H₂O 和 SO₂ 对 V₂O₅/TiO₂ 催化剂选择性催化还原烟气脱硝性能的影响[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(20): 28-33.
- [51]Bond G C, Tahir S F. Influence of phosphorus and potassium additives on the properties of vanadia/titania catalysts [J]. Catalysis Today. 1991, 10(3): 393-395.
- [52]Busca G, Cavani F, Centi G, et al. Nature and mechanism of formation of vanadyl pyrophosphate: active phase in n-butane