

[变电站]

城区变电站通风系统噪声防治研究

文/福建省电力设计院 李安南

根据工程实例，分析了变电站通风系统噪声的产生及现状，阐述了噪声治理的具体方案、措施。选用合理、有效的通风系统设计方案，增加消声措施，可以大大减少城区变电站的通风系统运行噪声，使运行噪声达标，实现城区变电站运行与环境保护的协调发展。

随着城市化进程的不断推进及经济的快速发展，我国城市用电量逐年迅速增加，由此带来的是城区变电站数量的增长。受供电半径所限，新建变电站又经常位于城市中心或人口居住区附近，其电气设备及通风系统运行噪声影响了人们的正常生活。随着国家环境保护法的颁布、实施及市民环保意识的日益增强，造成变电站噪声与周边居民的矛盾不断增加，尤其是夜间噪声超标问题所产生的纠纷与投诉时有发生，不利于社会和谐。因此，从源头上治理变电站的噪声污染是专业设计人员迫在眉睫的一项课题。

本文结合福建省厦门市某居民住宅小区附近的110 kV变电站工程实例，拟从通风系统专业设计的角度，对治理变电站通风系统的运行噪声进行探讨分析。

噪声及控制标准

1. 工业企业厂界环境噪声

(1) 定义

工业企业厂界环境噪声，是指在工业生产活动中使用固定设备等产生的、在厂界处进行测量和控制的干扰周围生活环境的声音。在城市范围内向周围生活环境排放工业噪声的，应当符合国家规定的工业企业厂界环境噪声排放标准。产生

环境噪声污染的工业企业，应当采取有效措施，减轻噪声对周围生活环境的影响。

噪声根据其发生模式可分为两类：

1) 频发噪声：指频繁发生、发生的时间和间隔有一定规律、单次持续时间较短、强度较高的噪声，如排气噪声、货物装卸噪声等；

2) 偶发噪声：指偶然发生、发生的时间和间隔无规律、单次持续时间较短、强度较高的噪声，如短促鸣笛声、工程爆破噪声等。

(2) 排放限值

根据《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348—2008)，各类厂界环境噪声的排放限值不得超过表1规定。

表1 工业企业厂界环境噪声排放限值

边界处声环境 功能区类型	适用范围	单位：dB (A)	
		时段	
		昼间	夜间
I	居民、文教区	55	45
II	居住、商业、工业混杂区及商业中心区	60	50
III	工业区	65	55
IV	交通干线道路两侧区域	70	55

2. 噪声控制的一般方法

(1) 噪声源的控制

消除和减少声源是控制噪声的根本办法，其

主要方式有防止冲击、减少摩擦、保持平衡、去除振动等，在具体使用中首选采用噪声小的机械替代噪声大的机械，设法把必然发出的声音降到最低限度。

(2) 传播途径的控制

1) 声源密闭：对能够密闭的机械进行密闭，切断声源向外传播的途径。

2) 防振装置：在机械设备固定连接处加装防振支撑以防止振动传向地板和墙壁形成噪声源。

3) 消声装置：在设备的出入口或管道上安装消声装置，能有效消除高频噪声。

4) 吸声减噪：采用多孔、透气或纤维性的材料，使进入材料的声波发生振动转化为热能而耗散。

5) 隔声：选择合适的屏蔽物，使声波在传播过程中因屏蔽物两侧分界面特性阻抗的改变，一部分声能被反射，另一部分声能被吸收，达到降低噪声传播的效果。

某城区变电站工程概况

1. 技术方案及站址周边概况

该城区110 kV变电站是户内式无人值守变电站，全站布置1栋装配式配电装置楼，为一层框架结构，位于站址中部；主变压器、电容器等电气设备均为户内布置；变电站东侧采用通透栏杆围护，其余方向均为砖砌实体围墙，墙高2.3 m；变电站北侧为市区道路，南侧及西侧为山坡林地，东侧约32 m处为居民小区。站区平面如图1所示。

根据表1的适用范围，该变电站的北面适用于2类标准，南面及西面适用于3类标准，东面适用于1类标准。

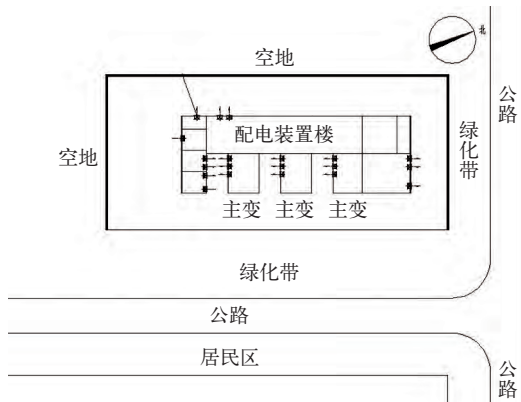


图1 变电站平面布置图

2. 通风系统布置

变电站配电装置楼的风机布置情况见表2。

表2 变电站风机布置表

安装位置	风量/(m³/h)	功率/kW	台数
北侧	3600	0.18	5
西侧	10850	0.75	3
南侧	10850	0.75	1
东侧	10850	0.75	22

噪声监测与分析

1. 噪声监测

(1) 站界噪声

该变电站投产后，在主变压器室及电容器室内轴流风机全部开启投用状态下，经现场监测，面对居民区的东侧站界昼间东侧围墙处噪声值达到72 dB，超过排放限值17 dB，噪声值超标。

(2) 设备噪声

根据风机产品说明书提供的设备噪声参数，站区东侧单台风机运行时的噪声应不大于50 dB(A)。经现场逐台开启风机实际监测，单台风机实测运行噪声为70 dB(A)，明显大于产品说明书提供的数值。

2. 噪声分析

轴流风机的运行噪声以中低频噪声为主，低频噪声因频率低、衰减慢、传播远而难以抑制。变电站户内主变压器的侧墙墙面上以上下2排的方式总共布置了6台风机，与电容器室侧墙墙面上的4台风机相对布置，运行噪声在两面相对墙体之间重复反射、叠加之后向外传播，由于风机安装位置离站界距离较近，噪声得不到有效衰减，亦是造成站界噪声超标的另一原因。

噪声治理措施

1. 优化通风系统设计

(1) 主变压器室通风

根据前期电气设计资料，本工程主变压器的散热量为187 kW，通过与电气设备厂家的联系、沟通配合，核实主变压器散热量实际为30~40 kW。

按45 kW散热量计算，在保证夏季主变压器室内温度不超过40℃的情况下，主变压器室所需通风量为19 905 m³/h，布置3台风机即可满足其正常运行及轮换使用要求。

目前主变压器室内已安装了2台风机温控箱，将其调整为以1台风机温控箱控制1台风机或以另外1台风机温控箱控制2台风机的二种运行模式。生产过程可根据实际运行需要确定开启1台或2台风机，减少同时运行的风机数量，降低噪

声的叠加。

(2) 电容器室通风

根据前期电气设计资料,电容器室内所有设备散热量按30 kW计算,通过与电气设备厂家的联系、沟通配合,核实电容器室内的设备散热量实际为12 kW。

按12 kW散热量计算,在保证夏季电容器室内温度不超过40℃的情况下,电容器室所需通风量为5 308 m³/h。

将目前电容器室内已安装的轴流风机更换为2台小风量风机,单台风量3 600 m³/h,可满足电容器日常正常运行的环境要求。单台风机噪声值为41 dB(A),较已安装的风机运行噪声可降低8~9 dB(A)。

2. 优化风机布置方案

将主变压器室的风机安装位置由原来的东侧隔墙移至西侧隔墙且高出10 kV配电装置室屋面,使其面对空地、背对居民区,经过调整,避免了风机运行噪声在墙面间的重复反射、叠加现象,同时增加了风机与站界之间的距离,使噪声得到有效衰减。调整方案如图2所示。

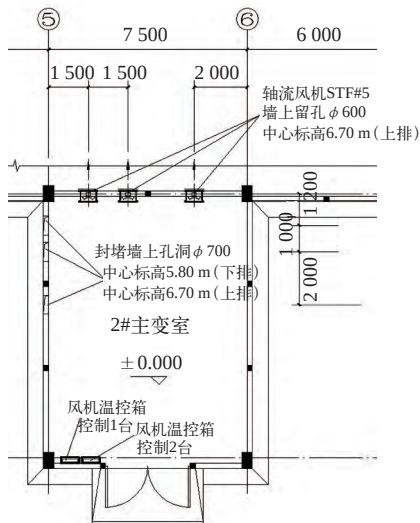


图2 优化后的主变室风机布置图

3. 增设风机消声装置

(1) 通风消声静压箱

采用消声器与静压箱相结合的消声设计理念,在轴流风机出风口后安装静压箱,将气流引至靠近室外地面的低处,引导气流通过消音箱四周的消声百叶排出,降低出风风速,达到消声降噪的效果。

消音箱的壁厚为100 mm,箱体外侧为镀锌钢板,内侧采用复合型吸声材料,可有效加强吸声效果;消声器内侧设有阻抗式消声片,使噪声在

传播过程中不断改变方向,达到吸收部分噪声的效果;静压箱整体采用法兰、膨胀螺栓及底部支架固定在外墙面上,坚固美观。

(2) 箱式隔声罩

在轴流风机出风口后安装箱式隔声罩,安装方式可根据现场风机的实际布置情况,选用多机共用一个隔声罩或单机单用一个隔声罩的方式。

箱式隔声罩除了底部开口和轴流风机送风口外,其他部位都是吸声装置。出风口用80 mm厚的消音片把风机隔离,隔声罩内侧采用与风机直径相同的弧形设计,使出风气流平滑转向,降低出风阻力且避免了气流对屏障的冲击,屏障材质使用复合型材料。

箱式隔声罩靠外墙将轴流风机的三侧及顶部封闭,底部开放,根据出风量调整屏障的外形尺寸,确保底部吹向地面的风速不大于5 m/s。根据相关计算,该屏障可达到15 dB(A)的消声效果。

隔声罩的所有支架用80×40 mm镀锌方管制作,表面做防腐处理。靠墙的方管在圈梁处以φ10膨胀螺栓固定,在其他墙体以化学螺栓固定。

(3) 消声弯头加复合式消声器组合

在轴流风机出风口后安装消声弯头加复合式消声器,消声弯头内衬吸声材料,其可在弯头壁上吸收和反射近轴向波,同时近轴向波的能量在拐弯处又转变为斜向波能量而被吸声材料有效吸收。

消声弯头频率特性以低频为主且体积小,安装灵活方便,节省空间;复合式消声器能在较宽的频率范围内获得良好的消声效果;因此二者组合应用时消声效率高、效果好,极具优越性。推荐该组合为最佳方案。

通过对以上三种风机消音方案的综合比较,业主最终选用消声弯头加复合式消声器组合方式。该消声装置安装投用后,经现场实地检测,在变电站东侧围墙处测得的噪声数据为:白天≤55 dB,夜间≤45 dB,满足规范要求的I类标准数值,达到了变电站通风系统噪声优化治理的设计效果。

结束语

经过对通风系统进行噪声优化治理后,该变电站站界噪声排放数值满足国家规定,保证了附近小区居民的正常生活,达到了治理变电站通风系统噪声的设计效果。EA

(收稿日期:2018.07.12)

(编辑:朱金凤)