

# 变压器降噪措施分析

吴 量

(扬州供电公司, 扬州市维扬路 179 号, 225009 )

**摘 要:** 变压器的噪声的更严格限制已成为一种现实要求, 变压器噪声水平的高低, 也成为了衡量变压器生产厂家设计和制造水平的重要指标。此篇文章着重提出可行的降低噪声的对策, 采用经济、有效且工艺性好的技术及结构取得理想的噪声控制效果, 不仅能满足用户的需求, 同时也带来了安静和谐的生活环境, 具有非常重要的现实意义。

**关键词:** 变压器; 噪声源; 降噪措施

## 0 引言

近年来, 由于城市用电量的大幅增长, 城市用电负荷密度越来越高。特别是城市的不断扩大和城区电网建设的需求。越来越多的变电所深入负荷中心, 建于商业区和居民区内, 于是变压器噪声问题就变得十分突出。变压器的噪声不但污染环境, 危害人类身体健康, 影响设备正常运行, 并且随着人们环境意识的提高和环保部门对各类噪声的限制。有关此类的投诉和诉讼也变得越来越, 带来了很大的社会效益及经济效益的损失。用户都会根据自己变压器所处的位置等具体情况提出高于标准的声级水平。目前采用的变压器专业标准 JB/T10088—2004《6~500kV 级电力变压器声级》所规定的变压器声级, 但室外环境噪声限制等级的要求越来越高, 较难满足用户要求。必须采取必要措施对变压器进行降噪处理。

## 1 电力变压器噪声源的分析

变压器的噪声来源于变压器本体和冷却系统两个方面。通过查阅资料, 变压器本体振动产生噪声的根源在于:

(1) 硅钢片的磁致伸缩引起的铁心振动。

(2) 硅钢片接缝处和叠片之间存在着因漏磁而产生的电磁吸引力而引起铁心的振动。

(3) 当绕组中有负载电流通过时, 负载电流产生的漏磁引起线圈、油箱壁的振动。

本体噪声通过铁心垫脚和变压器油传递给箱体和附件而产生, 它和硅钢片磁特性内部应力、绝缘厚度、与压延方向夹角、磁通密度、铁心温度等因素有关, 以及变压器铁心结构、接缝形式、加工工

艺等都是影响变压器噪声的因素。冷却系统的噪声主要由风扇和油泵的振动引起。

根据扬州居民反映的噪声问题, 对发来的工单进行现场调研, 发现不同的变压器类型、不同的位置, 虽然满足硬性规定和要求, 但确实给居民用户带来了噪声污染, 如: 1) 京华城御景 3#、莱茵苑 3#、念泗等变电所中的噪声给周围居民带来不适; 2) 东方百合园 7#、绿杨人家箱变的噪声污染; 3) 群发宿舍 4#杆上配变的噪声污染等等, 所以要根据现场的实际情况, 制定因地制宜的方案, 才能彻底解决变压器的噪声污染, 从而做好降低变压器噪声的工作。

## 2 降低变压器噪声的方法

在实际工作中, 选择质量过硬的变压器厂家来解决变压器内部本体的噪声源, 选用磁致伸缩较小, 硅钢片的叠装质量好, 工艺水平高的变压器, 因此变压器本体内部的改造来进行降噪措施已不可能, 只能在变压器表层、声音传播途径或对变压器负荷进行控制等方面采取相应措施, 来对变压器进行降噪处理。

### 2.1 控制冷却系统的噪声

冷却装置的噪声, 主要是潜油泵和冷却风扇运行时产生的。对于采用强迫油循环吹风冷却方式的变压器, 冷却风扇的噪声是很高的, 能使变压器的合成噪声比变压器本体噪声提高 4~6dB(A)。因此, 合理地控制冷却系统的噪声, 可有效降低变压器的噪声。

(1) 在满足设计要求的前提下, 用自冷式散热器代替吹风冷却散热器或强迫油循环风冷却器, 可

以完全消除冷却系统引起的噪声,使变压器总体噪声降低。

(2) 选用低噪声风扇和油泵,把冷却系统产生的噪声降至最小。低噪声风扇的设计,在保证要求的流量和风压下,可以通过改进叶片形式、降低风扇转速(需增大叶片直径)、在风扇进风口安装消声装置等方法实现;低噪声油泵的设计,在保证油流量的前提下,可以从降低油泵转速、减小油泵的机械磨擦及减少油阻力等方面考虑。

(3) 考虑到变压器白天和晚间负载的不同,一般晚间负载为白天的 80%或更低,因此变压器可以选用双速风扇,白天用电量大,开动高速风扇,噪声自然要大一些;晚间用电量小,开动低速风扇,噪声也就减小了。这也符合了国家对环境噪声的要求:晚间的环境噪声要低于白天的环境噪声。综合应用以上降低变压器噪声的方法,可以达以抑制噪声和振动的传播。值得注意的是,所选取的减振橡胶板要有磨擦系数大、流动性小、变形小、耐油、耐水、耐紫外线、抗老化等特性,软木橡胶板比较适合,铁心垫脚与箱底之间也可以用 WT 耐油减振橡胶板,一般厚度均在 15mm~25mm 之间为宜。

## 2.2 设置吸声屏障

根据以往工程经验结合变压器的其他相关要求,类似于隔音墙的设置可在变压器周围设置有效高度的吸声屏障。吸声屏障采用穿孔板共振吸声结构可以看作由质量和弹簧组成的一个共振系统。入射声波的频率和系统的共振频率一致时,穿孔板颈的空气产生激烈振动摩擦,加强吸收效应,如果在穿孔板后放置多孔材料增加声阻,会使结构吸收频带加宽。屏障面向声源的一侧采用阻抗复合吸声消声器是既能使噪声得到有效衰减又能保证气流正常通过的一种设备。为了更好地满足通风散热要求,在屏障下部正对变压器机体位置设置一定面积的进风口,在进风口设置消声器,消声器的消声量和屏障的降噪量相匹配。

通过以上两种方法的分析,针对变电所的噪声问题,如:京华城御景 3#变电所(见图 1),变压器噪声影响居民正常生活,因此对变电所采取必要的降噪措施能够缓解变压器的噪声污染。

措施如下:

- (1) 对正对居民用户的窗户采用双层;
- (2) 加装排风通道,原本面对居民的排风扇通过排风通道引向上方;

(3) 对下口的正对居民的通风窗,在距离通风窗半米处增设隔板,将噪音分散减弱;

(4) 由于该变电所采用台式 CB 型干式变,在变压器周围增设隔音屏障如图所示,形状为“U”型,如变压器与开关柜相连,则采用“L”型,隔音屏障高度高于变压器高度,低于上口的排风扇的高度;

(5) 调整室内电风扇位置,设置在变压器上口,使变压器长期处于良好的通风状态。

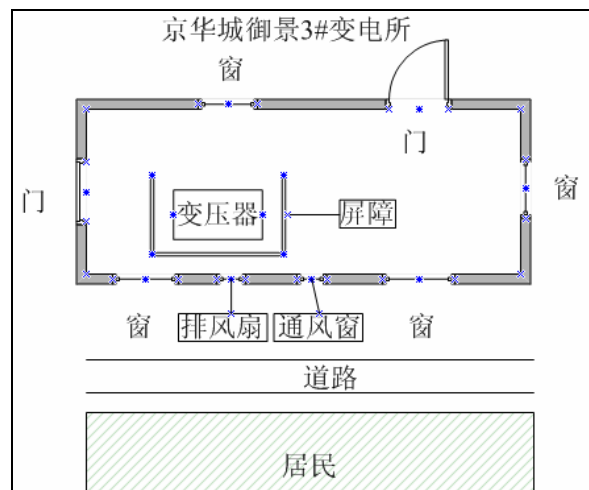


图 1 京华城御景 3#变电所

## 2.3 设置隔音墙

在变压器周围建筑隔音墙,也能大大地降低噪声水平。此项措施的理论依据是:声波在传播过程中遇到围墙后,使声波的传播方向发生变化,即声波将要沿围墙顶部和端部绕行传播,使声级得到衰减。为了增加围墙的有效性,必须使围墙尽量靠近变压器,且由油箱壁到与之平行的围墙之间的距离应不等于噪声基波波长的一半,否则由于共振,噪声的水平会大大增加。

围墙的高度应不低于油箱的高度,但也不必太高,因为过高的围墙并不会起太大的作用。围墙的材料可以是砖墙、水泥墙或木制结构,采用矿渣棉或类似的材料对墙面涂覆处理,可增加吸声系数,使噪声明显降低。这种方法能使噪声在传播过程中降低 10dB(A)左右。

针对东方百合园 7#、绿杨人家箱变的噪声污染,采用隔音墙的方法,在箱变周围,特别是正对居民居住区一面设置隔音墙。

隔音墙设置:

- (1) 隔音墙采用的形状为“U”型,隔离箱变与居民区;
- (2) 考虑到箱变处于小区的绿化带,采用木质

结构,内层为采用吸声材料,外侧采用美观图案;

(3)对于工作需要箱变进行状态检测,隔音墙采用可移动式的,重量要轻,地面有固定装,方便工作人员拆装。

通过隔音墙的设置,能够阻挡噪音的传播,同时还需加强箱变的负荷检测,及时了解箱变中变压器的“健康”状态。

## 2.4 半消音油箱

变压器油箱壁采用扣槽式加强筋加强结构,在两加强筋之间再焊接 3mm~4mm 钢板,构成不完全的双层箱壁,在加强筋内和两加强筋之间填充岩棉、玻璃纤维、铁屑、细沙等吸声物质,构成半消音油箱。采用此方法,一方面,吸声物质使噪声在从铁心向外传播过程中得到衰减;另一方面,如铁屑和细沙等物质比重较大,增加了油箱的重量,减小了油箱振动的振幅,从而也削弱了噪声的传播。

## 2.5 消音油箱

当变压器噪声要求十分严格时,可以采取完全消音油箱的办法,能够大幅度降低变压器噪声,完全消音油箱的做法是:在原油箱外面再装一层用薄钢板焊成的可拆装外壳,构成一个双层油箱。外壳内壁粘贴有吸声材料,如多孔陶瓷板,这就好比给油箱穿上了一件可消音的外套,消音效果良好。此结构要求铁心垫脚与箱底之间加隔振橡胶垫。

## 2.6 设置隔音室

这种方法国外采用的较多,就是把变压器放在完全密封的房子里,可以有效降低噪声 30dB(A)~40dB(A)。但隔音室设计方面却有许多困难,最大的困难就是如何把变压器损耗散出去,如何把室内的噪声吸收掉,防止发生交混回响,如何开门以便检修或更换变压器。而要保持变压器带电部分到四周墙壁和顶棚的绝缘距离,还得采用穿墙套管,加上建造隔音室的费用,使变压器成本增加很多,所以此种方法国内很少采用。

## 2.7 日常维护、巡检

在平时的巡检过程中,变压器的附属设备噪音污染不可忽视,如莱茵苑 3#变电所(见图 2),在对变电所进行检测发现 2#电容器屏柜、1#主变低压屏柜响声较大。

经查看:

(1)电容器屏柜内的风机运转不正常,必须进行更换;

(2)低压屏柜内交流接触器引起不正常声音,

需及时更换。

通过查阅资料,交流接触器出现类似响声,即其中的电磁铁吸合不到位造成的。包括:线圈的短路环坏,收放弹簧太紧,接触器铁芯接触面脏,有油污。可以打开接触器铁芯,将吸和面用干净布把接触面擦干净,必要时更换交流接触器。

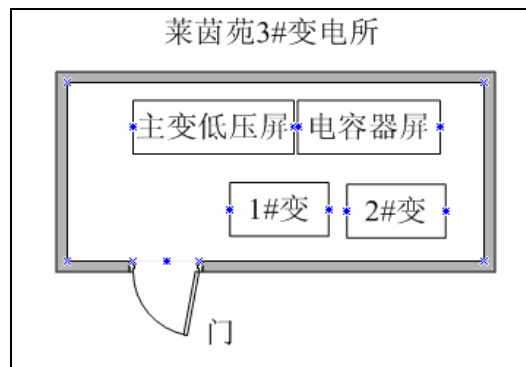


图2 莱茵苑 3#变电所

加强监控,对具有潜在过负荷现象的变压器及时调整负荷;加强巡视,及时发现变压器及附属设备运行不正常现象,避免变压器及附属设备长期处于过负荷或失控状态。

## 3 结束语

降低变压器噪声,要不断研究和完善变压器噪声的产生和传播理论,首先从噪声源出发,选用优质高取向硅钢片,在铁心设计和施工工艺上采用有效方法,尽量减少铁心产生的振动,使噪声的产生得到控制;其次,从噪声的传播途径着手,采取切实可行的措施,使噪声在传播过程中得到衰减,从而也达到降低噪声的目的,能够满足《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-90)中的 I 类标准,即昼间不高于 55dB(A)、夜间不高于 45dB(A)标准限值要求。总之,根据用户对变压器噪声的不同要求,采用合理的噪声控制措施,有效地降低变压器的噪声,增加产品的技术含量,完善和提高变压器的设计和制造水平,改善环境,取得较好的经济效益和社会效益。

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 吕玉恒,王庭佛.噪声与振动控制设备及材料选用手册[M].北京:机械工业出版社,1999.
- [3] 机械设计手册编委会.机械设计手册[M].北京:机械工业

出版社, 2004.

- [4] 刘零帆.隔振设计手册[M].北京: 中国建筑工业出版社,  
1986.
- [5] 谢毓城.电力变压器手册[M].北京: 机械工业出版社,  
2003.

---

**作者简介:**

吴 量 (1988—), 男, 江苏扬州人, 从事配电运检工作,  
E-mail: huacheng43@126.com。