

水泵房噪声综合治理

郑建国 姚志远 孙培林

(华东船舶工业学院)

摘要 针对水泵房噪声源特性,采取合理的隔振、减振及隔声、吸声等措施,有效地控制了噪声污染。

一 问题的提出

为了适应城市建设、发展的需要,原来低矮的旧房被拆除,新砌为高楼住宅。这样,以前的供水方式就无法再满足现有住宅楼的用水需求。于是,在两幢楼有限的空间之间增设一个水泵房。水泵房外围尺寸为:长3.64m×宽3.46m×高3.20m,其位置如图1所示。

泵房内,设有3.16m×1.2m×2.0m的蓄水池,安装有两台JS50-32-160型离心清水泵。泵的参数为:流量12.5m³/h,扬程32m,转速2900r/min,电机功率3kW。由于对两楼之间增设水泵房可能产生的噪声影响未加考虑,在安装时也未采取噪声控制措施,水泵投入运行后,产生的噪声和振动严重影响居民生活,住户反映强烈。尤其在夜间,水泵运行时,紧邻泵房的一、二楼住户难以入睡。为此,必须进行噪声治理。

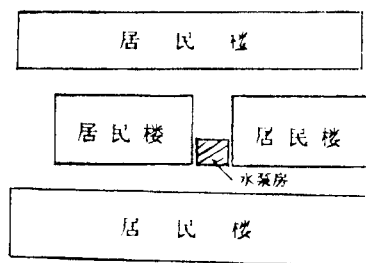


图1 水泵房平面位置

二 噪声源分析

水泵房噪声是由水泵工作噪声和电机噪声

等引起的综合噪声源。作为电机噪声,主要有:空气动力性噪声、机械性噪声和电磁噪声三部分。当电机工作时,冷却空气的气流噪声加上风扇高速旋转的叶片噪声组成空气动力性噪声。机械噪声包括轴承噪声及电机转子不平衡、转子受“沟槽谐波力”作用等引起的结构振动而产生的噪声。电磁噪声是由定子与转子之间交变电磁引力、磁滞伸缩引起的。泵房噪声向外传递的主要途径是空气传递和固体传声。现场考察发现,泵房两侧墙与居民楼墙间均有80mm间隙,侧墙壁薄,隔声差,前后两墙壁上开有通风窗,木板门缝隙很大,室内噪声由此向外传递。泵房内,可明显感觉到水泥地面和墙体的振动。用ND₂精密声级计对泵房及一、二楼居民室内噪声测试,结果如表1所示。

表1 治理前噪声测试数据

位置	声级 dB		倍频带声压级 dB								
	A	C	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
一楼	63	75	36	61	68	73	65	50	38	26	20
二楼	55	68	38	60	66	71	52	48	35	28	23
泵房	81	83	65	73	70	76	71	75	75	71	62

从测试数据可以看出,一、二楼居室内噪声最大值分别为63dB(A)、55dB(A)。在63-1000Hz声压级较高,峰值为250Hz,属于低频噪声,以低频为主。由泵房的测试结果可以看出,频带声压级在250Hz,1kHz,2kHz有3个峰值。而水泵房噪声中的125Hz和250Hz分量几乎没有损失地传到一、二楼居室内。这显然为

固体传声引起的。根据泵房内泵、管道以及蓄水池布置现状,不难判断,固体声主要由下列途径传递:①通过水泵基础传递建筑结构的振动;②通过金属管道本身传递;③由管道支撑物,如墙架、穿墙管道及穿过地面管道传给墙体和楼板。

根据城市区域环境噪声标准[1],居民、文教区噪声限制值为 40dB(A)(夜间)和 50dB(A)(昼间),因此,泵房噪声污染必须解决。

综上分析可知,要降低噪声量值,必须采用减振、隔声为主,结合其它措施的综合治理。

三 治理措施

1. 减振治理

离心清水泵重 38kg,机座重 24kg,电机功率 3kW,转速 2900r/min。根据隔振理论,欲想得到满意的隔振效果,外界干扰力频率 f 与系统固有频率 f_n 的比值必须大于 $\sqrt{2}$,振动传递比可近似为 $T = |1/[1 - (f/f_n)^2]|$,当 $3 < f/f_n < 6$ 时,隔振能力可达 20—30dB[1]。为此,采用钢筋混凝土台座与泵系统固结,在台座与地面之间选用合适的橡胶隔振垫。这样,有效地降低了传递给基础的振动,从而控制振动引起的噪声。

管道穿过墙壁、楼板等结构物时,管道振动会沿建筑物传播,还会产生噪声辐射。为了避免振动传递,设置弹性支撑,即在管道穿过墙壁、地板处用弹性垫或橡胶套管隔离。为减少泵系统振动沿管壁传播,在泵进、出水口用 D_g 型橡胶软接管连接。

2. 隔声治理

隔声是噪声控制工程中常用的一种重要技术措施之一。根据隔声原理,采用隔声装置如隔声罩、隔声间和隔声屏,减弱噪声的传递,使吵闹的噪声环境与安静环境分离开来,这种方法称为隔声。门、窗是隔声的薄弱环节。这是因为门窗结构的隔声性能往往要比墙体差,而门缝、窗缝会漏声。在设计中,按“等透射”原则进行隔声门设计^[2],也就是说,使通过墙体透过的声能与通过门透过的声能大体相同,即

$$\tau_{\text{墙}} \cdot S_{\text{墙}} = \tau_{\text{门}} \cdot S_{\text{门}}$$

亦即 $\tau_{\text{门}} = S_{\text{墙}} \cdot \tau_{\text{墙}} / S_{\text{门}}$

由此可得:

$$TL_{\text{门}} = 101g(1/\tau_{\text{门}}) = TL_{\text{墙}} - 10lg(S_{\text{墙}}/S_{\text{门}})$$

式中, $\tau_{\text{墙}}$ 、 $\tau_{\text{门}}$ ——分别为墙、门的透射系数;

$S_{\text{墙}}$ 、 $S_{\text{门}}$ ——分别为墙、门的透声面积;

$TL_{\text{墙}}$ 、 $TL_{\text{门}}$ ——分别为墙、门的隔声量。

隔声门采用内外双层钢板,附贴阻尼层,内控充填吸声材料组合而成。在门四周纵向和横向缝隙处,用橡胶条密封,门底边加 3mm 橡胶皮扫地。

3. 消声治理

泵房顶棚、墙壁均作吸声处理。在顶棚、墙壁分别固定若干木条,上面安装矿棉吸声板。考虑到两侧墙体较薄,且一面抹灰,隔声能力差,为此,在墙体与居民楼空隙间充填聚氨酯泡沫塑料吸声材料。文献[4]指出,用 50—150mm 聚氨酯泡沫塑料,在 63—2000Hz 低中频带,具有较好的消声效果。

为了避免因隔声处理对电机温升的影响,原墙壁窗之一作为进风口,另一安装低噪声轴流通风机,且进、排风口均安装消声装置。

4. 其它

电机长时间连续运行必将引起电机发热,使电机各部件的温度高于周围介质(空气)的温度。电机温升过高,影响电机绝缘性能,严重时甚至会使电机烧毁。除采用机械通风散热外,我们还设计自动控制装置,使两台离心泵定时交替工作。在用水低峰,特别是夜间(如 22:00—6:00),设计为降压供水,确保良好的休息环境。

四 治理效果

根据上述治理措施,对泵房进行治理后,泵房两侧一、二楼噪声明显下降。居民反映运行噪声很小,对治理效果非常满意。经测试,在水泵正常运行时,一、二楼居室内的噪声分别为:38dB(A)和 36dB(A),低于规定的 40dB(A),达到治理标准。治理前后一、二楼室内的噪声频谱如图 2 所示。 (下转第 29 页)

频能力较差。

3.2 以往,对用何种振动参数表征振动幅值,尚无统一意见。比较普遍的看法是:当侧重考虑结构强度时,用振动位移D;当侧重考虑结构声隐蔽性(对应于力)时,用振动加速度A;当侧重考虑功率流(对应于能量)时,用振动速度V。当振动为严格的简谐振动时,A、V、D之间具有简单的函数换算关系,当振动为实际结构的复杂振动时,这三者之间就很难简单换算了。从图3可看出,对于通风机组的振动加速度A,在转速的基频(37Hz附近)处出现明显峰值,但不是最大值,随着频率升高,在基频的谐频及风机的叶频处出现最大值,因A与频率的二次方成正比;而对于振动速度V,因为它与频率的一次方成正比,故它在转速的基频处的峰值即为最大值,随着频率升高,虽也在基频的谐倍频处、风机的叶频处出现峰值,但均比基频峰值低;而对于位移D,则在转速基频处出现峰值,过峰后随着频率升高,成线性下降。

3.3 振级落差与插入损失

通观表1,振级落差与插入损失的差值一般未超过5dB,因为电机机脚及试验台架面板厚度均为25mm,故可以认为机器阻抗 Z_m 与基

座阻抗 Z_f (均为局部阻抗)相近。根据文献[1]中公式:

$$L_D - L_I \approx 20 \log(m + 1) \quad (1)$$

$$m = \frac{M_f}{M} \quad (dB) \quad (2)$$

式中, L_D ——振级落差,dB;

L_I ——插入损失,dB;

m ——质量比;

M_f ——基座质量,kg;

M ——机组质量,kg。

由(1)式可知,振级落差 L_D 恒大于 L_I ,与本次试验结果有异,为此,曾进行了刚性连接的反复试验测量,结果相同,分析其原因,可能是由于虽然电机机脚,试验台架面板厚度均为25mm,局部阻抗相近,但因为台架面板固定于高1100mm由角钢焊成的框架上,整个框架刚性较弱,冷却通风机组直接刚性相连时,较强的振动被试验框架放大,致使出现 $L_D < L_I$ 。由此可知,在应用(1)式计算时,需注意相应条件。

参 考 文 献

[1] 严济宽等,振动隔离效果的评定,《噪声与振动控制》No. 6,1997。

(上接第35页)

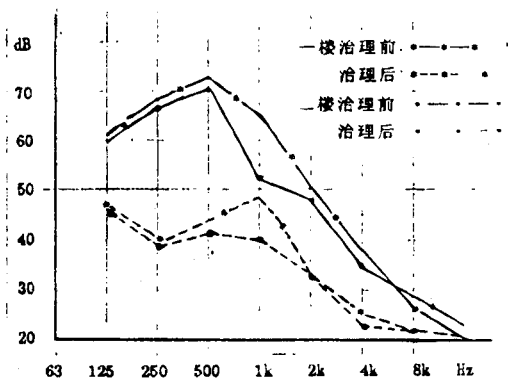


图2 治理前后的噪声频谱

五 结 论

1)对水泵基础、穿墙管道采取隔振、减振措

施,有效抑制了固体声传递。

2)采用隔声门,安装吸声板,设置消声器等隔声、消声技术,降低了噪声传播与辐射。

3)采取机械通风,合理地交替启动泵工作,延长了电机使用寿命,节省费用。

参 考 文 献

- 1 马大猷,《噪声控制学》,北京,科学出版社,1987
- 2 王文奇、江珍泉,《噪声控制技术》,北京,化学工业出版社,1987
- 3 肖建民等,“居民楼内水泵噪声污染控制”,《噪声与振动控制》,1997,8:38-40
- 4 郁惠芬,“成品制造部洁净室噪声治理”,《噪声与振动控制》,1997,6:22-27
- 5 吕玉恒等,《噪声与振动控制设备选用手册》,北京,机械工业出版社,1988