

高层住宅水泵房噪声与振动治理

吕玉恒

(中国船舶工业总公司第九设计研究院 上海 200063)

1996年5月8日收到

摘要 为解决高层居民住宅生活用水和消防用水,一般均设置水泵房。若水泵房设计安装不当,将成为扰民的噪声源和振动源。本文以上海几栋高层住宅水泵房为例,通过采取隔振、软联接、隔声、吸声、通风等措施,有效地控制了振动传递,降低了噪声,达到了环保标准要求。

关键词 高层住宅,水泵,隔离,降噪

Noise and vibration control in the water pump room of high residential-building

Lu Yuhun

(CSSC, The ninth design and research institute, Shanghai 200063)

Abstract To fill the need of water for domestic usage and for fire extinction at high residential building, a water pump room should in general be provided. If the water pump room is not handled properly, it will become a noise and vibration source and disturbs the normal live of the residents. If we take some measures such as vibration isolation, flexible coupling, noise isolation and ventilation etc., we can effectively reduce vibration and noise transmission so as to meet the requirements of environmental protection standards. Examples of such measures taken in a few Shanghai buildings are given.

Key words Water pump, Vibration isolation, Noise reduction, High residential building.

1 前言

上海近年来建造了不少 20 层以上的高层居民住宅,为了供给居民生活用水及消防用水,一般都需要在大楼内设置水泵房和水箱。例如,上海田林新村、乐山新村、药水弄新村、番禺路新村等高层居民住宅都是在大楼底层或地下室或地下室夹层内安装水泵、电气控制柜、进水水箱等。凡将水泵房组合于大楼内而又未采取严格的治理措施,往往存在着噪声与振动

影响居民安宁的问题,居民会有投诉;凡在大楼外单独建造水泵房,其噪声和振动干扰就比较少。本文以上海徐汇区番禺新村番禺路 801 弄 9#、10# 两栋 24 层居民住宅楼为重点,介绍高层住宅水泵房噪声与振动污染情况、治理措施及实际效果。

2 噪声与振动污染情况

2.1 番禺路 801 弄 9#、10# 建筑基本相同,生活水泵和消防水泵安装于大楼地下室的阁楼

上,生活水泵共4台,其中2台为50TswA×9型九级泵,流量18m³/nh,扬程85m,电机功率7.5Kw,转数1450r.p.m,频率24Hz,2台为50TswA×5型五级泵.另外4台消防水泵平时不开.生活水泵按水箱水位不同自动开启和关闭.水泵房平面布置图及其顶部居民住宅平面图如图1所示.

2.2 鉴于原设计将生活水泵刚性固定于地下室阁楼楼板水泥墩上,进出水管直接固定于墙上或楼板上,致使水泵振动和固体传声十分严重,14层以下的居民住宅都能感到水泵噪声的影响.实测生活水泵本身噪声为88dB(A),传至二楼203室居民卧室内(正对下面的水泵房)噪声为69dB(A),传至三楼303室居民卧

室内为68dB(A),传至六楼603室为56dB(A),传至十四楼1403室为50dB(A).水泵噪声及其对203室居民住宅的影响频谱图如图2所示.

按国家标准GB3096-93《城市区域环境噪声标准》规定,本地区系工业区,水泵昼夜间歇运转,要求室外夜间噪声应低于50dB(A),如在室内测试应低于40dB(A).未治理前夜间超标29dB(A),水泵一开,居民住宅室内达到了难以忍受的程度.

2.3 实测生活水泵本身振动值为136.4dB(VAL),振动传至203室居民卧室为109.4dB(VAL).水泵振动及其对203室影响的频谱图如图3所示.

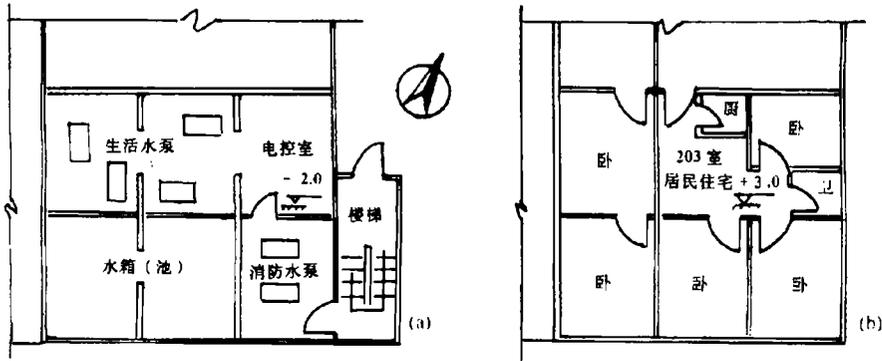


图1 番禺路801弄9号水泵房平面布置图
(a)地下室水泵房 (b)二楼203室居民住宅

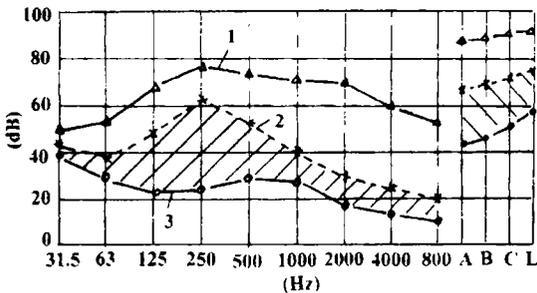


图2 水泵噪声及其对203室影响频谱图
(1)水泵本身噪声(2)未治理前9#203室居民室内噪声(3)治理后9#203室居民室内噪声

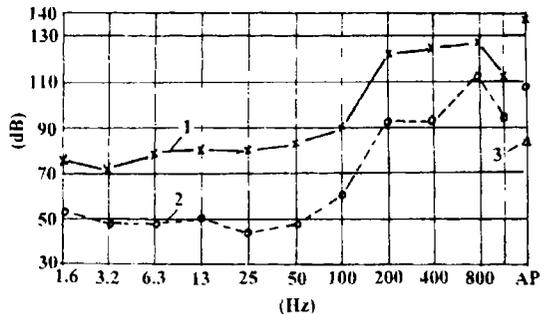


图3 水泵振动及其对203室影响频谱图
(1)水泵本身振动(2)未治理前9#203室居民室内振动(3)治理后9#203室内振动

按国家标准 GB10070—88 《城市区域环境振动标准》规定,居民文教区铅垂 Z 振级昼间为 70dB, 夜间为 67dB. 振动超标很多, 振感十分强烈. 水泵一开, 茶杯在台子上会抖动. 由于振动和噪声的危害, 居民多次投诉, 《新民晚报》、上海电视台、电台等均有报导, 为此, 徐汇区政府数次发文, 这个拖了两年多的难题, 终于在 1994 年 8 月解决了.

3 采取的主要治理措施

3.1 隔振

水泵振动及其引起的固体传声是影响达标的关健. 将原直接固定水泵的水泥墩子敲掉. 重新设计安装水泵隔离振动系统. 详见图 4.

按总荷载及振动频率设计计算隔振台座和隔振器. 一般总荷载 W 包括静荷载 Q 和动荷载 R 两种. 静荷载 Q 主要由设备质量 Q_1 和基座质量 Q_2 构成. 为简化计算, 近似采用设备质量 Q_1 乘以动荷系数 β 来替代设备质量及扰力 G , 即 $G = Q + R = Q_1\beta$. 动荷系数 β 可

根据设备质量 Q_1 的大小和扰动频率 f 的高低来确定. 一般取 $\beta = 1.1 \sim 1.4$ (当 Q_1 大, f 值低, β 取小些; 当 Q_1 小, f 值高, β 取大些). 故

$$W = G + Q_2 = Q_1\beta + Q_2 = 1.4Q_1 + Q_2$$

经反复验算, 新设计了钢筋混凝土隔振台座, 隔振台座长 \times 宽 \times 高约为 $1860\text{mm} \times 900\text{mm} \times 170\text{mm}$. 水泵等设备质量 Q_1 为 750kg , 隔振台座质量 Q_2 为 680kg , 总荷载 W 为 1730kg .

将水泵安装于钢筋混凝土隔振台座上, 在隔振台座下面均布放置 10 只 TJ5-7 型予应力阻尼弹簧减振器 (浙江湖州马腰弹力减振厂产品). 单只 TJ5-7 外形尺寸 $\phi 222\text{mm} \times 131\text{mm}$ 予压 106kg , 最大 212kg .

经计算, 隔振系统固有频率 f_0 为 2.6Hz ; 变形 25mm ; 频率比 $\lambda = f/f_0 = 24/2.6 = 9.2$; 传递率 $\tau_0 = 0.015$, 隔振效率 $T = 98.5\%$, 隔振效果优良.

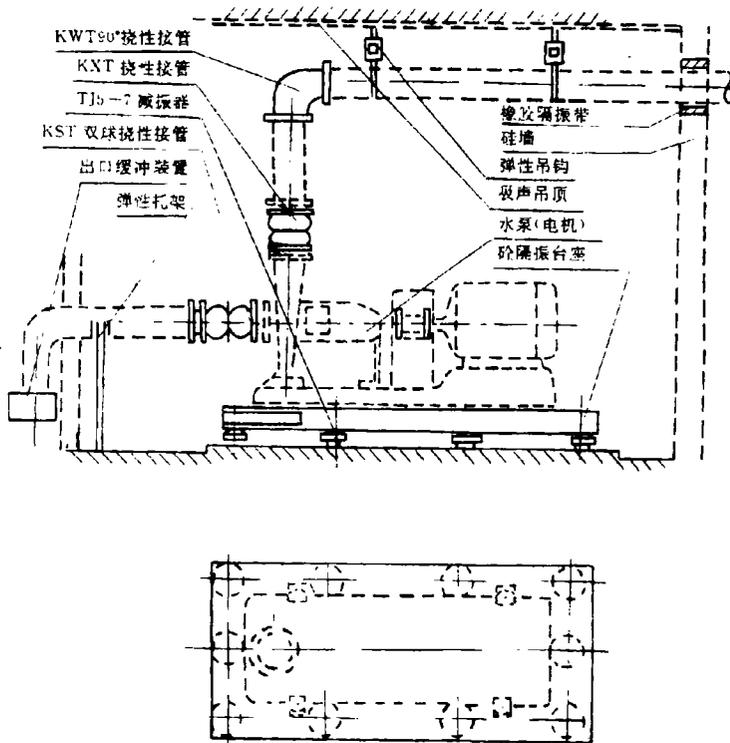


图 4 水泵隔振系统示意图

3.2 橡胶挠性接管软联接:

为减少水泵振动通过进出水管传出,在水泵进水管处串接 2 个 KXT 型橡胶挠性接管;在水泵出水管处加装 1 个 KST 型双球橡胶接管,在水泵转弯处加装 1 个 KWT 型 90° 挠性接管. 挠性接管既可减少振动传递,又可补偿轴向、径向安装误差。(挠性接管均系上海松江橡胶制品厂产品)

3.3 弹性吊钩、托架及橡胶隔振带

为减小管道固体传声,将进出水泵的管道甲 TJ8 型橡胶弹性吊钩吊挂,用弹性托架支撑,凡穿墙管道,在墙洞与管道之间垫装 TJ 型橡胶隔振带.

3.4 水泵房顶棚吸声处理

为减小水泵房噪声及其对外部的影响,在水泵房顶棚满铺铝合金穿孔板饰面的吸声结

构,轻钢龙骨,50mm 厚防潮离心玻璃棉毡,用玻璃丝布袋装裹.

3.5 隔声与通风:

水泵房朝外的门安装隔声门,朝外的钢窗改为消声通风百叶窗,以利通风散热.

3.6 降低水箱噪声:

市政进水管通至地下室水箱,由于落差较大,进水时产生 80dB(A) 落水噪声. 采取加长进水管,减小落差;在进水管出水口处加装一个吊蓝似的缓冲装置;水箱检查孔安装隔声门等措施,使水箱噪声降低至 65dB(A) 左右.

4 效果与结语

4.1 番禺路 801 弄 9#、10# 大楼水泵房噪声治理同时施工,治理前后噪声与振动值及其对居民住宅的影响列于表 1.

表 1 水泵房治理前后噪声与振动值变化

序号	设备名称或 空间名称	治理前		治理后		本底	
		噪声 dB (A)	振动 dB (L)	噪声 dB (A)	振动 dB (L)	噪声 dB (A)	振动 dB (L)
1	9# 大楼水泵房	88	136.4	76	90.1	45	90
2	9# 大楼 203 室居民卧室内	69	109.1	43.2	85.1	43.2	80.8
3	10# 大楼 103 室居民卧室内	70	109.1	36.6	84.1	33.8	80.8

由表 1 可知,水泵正常运行,9# 大楼水泵房内噪声由治理前的 88dB(A) 降为治理后的 76dB(A),降噪 12dB(A);9# 大楼 203 室居民卧室内噪声由治理前的 69dB(A) 降为治理后的 43.2dB(A),降噪 25dB(A);振动由治理前的 109.1dB(L),降低治理后的 85.1dB(L),振动降为 24dB(L);噪声和振动达到了室内本底值水平,水泵开与不开,基本相同,在居民住宅室内已听不到水泵噪声,感觉不到水泵振动了. 10# 大楼 103 室噪声由治理前的 70dB(A),降为治理后的 36.6dB(A),降噪 33dB(A). 治理效果比 9# 大楼还要好. 居民感谢政府为民办了一件实事.

4.2 治理前后噪声频谱变化由图 2 可知,低噪声降低幅度较大,频率从 125Hz-500Hz,声级降

低均在 20dB 以上.

4.3 水泵噪声治理的关键是隔振. 只要将水泵这个振动源与地坪、墙面、楼板、管道等脱开,减少固体传声,就可以减小水泵噪声和振动对居民住宅的影响.

4.4 与番禺路 801 弄 9#、10# 基本相同的上海药水弄高层居民住宅 2# 楼水泵房采取噪声振动治理措施后,居民住宅室内噪声由治理前的 57dB(A),降为 43dB(A),达到了预期效果,居民都十分满意.

参 考 文 献

- [1] 陈绎勤, 噪声与振动的控制, 北京: 中国铁道出版社, 1981.
- [2] 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.