

# 锦江饭店北楼冷冻机房噪声防治

章奎生

(上海工业建筑设计院)

锦江饭店北楼冷冻机房已扩建使用多年,由于机房与居民住房门户相对,长期来每逢夏季,机组噪声就严重污染里弄环境,对居民生活带来干扰和危害。去年冬季,经上海工业建筑设计院进行噪声治理设计,并采取降噪措施后,根据试运转和效果检测表明,噪声治理效果显著,达到并超过了设计要求。本文着重介绍该冷冻机房的降噪设计及治理效果,以供同类冷冻机房进行噪声治理作参考。

## 一、机房噪声及污染状况

锦江北楼冷冻机房平面图见图1。机房宽14米,长25米,面积约350米<sup>2</sup>。机房东

侧装有五台8S-12.5型制冷压缩机组(每台制冷量为21万大卡/时,转速960转/分),机房西侧则是卧式冷凝器及水池等设备。由于机房东侧墙面开有大门及多根玻璃窗,窗外仅有宽2米的狭弄与居民住房隔窗相对,因此在机组(通常为2-3台)运行时噪声就由门窗传出,对居民造成噪声污染;另外,工人在机房内操作时,在听力和健康方面也会受到一定影响。

为了使降噪设计更为合理首先对机房噪声作了实测调查。测量时,开动1\*、3\*两台机组,共选测机房7点(测点A至G)、机房东侧狭弄2点(测点1和2),以及民房底层和二层各一点(测点3和4)。房屋建筑及周围环境平面等见图1,主要测量结果见表1。

表1 治理前实测噪声主要结果

测点及条件	倍频程声压级(dB)								总声级dB(A)
	63赫	125赫	250赫	500赫	1千赫	2千赫	4千赫	8千赫	
机房内值班桌、测点A	72	84	83	86	85.5	78.5	72	66	89.5
机房内平均噪声测点B.C.D	74	87	87	86	88	80	73	68	91
机房大门内侧测点G	73	78	80	83	84	76	69	63	86
狭弄内测点1	64	74	75	75	75	67	61	57	78.5
民房底层测点2	54	68	65	66	67	59	51	46	71
民房二层测点3	52	67	62	64	65	58	49	46	68

由结果可见,该冷冻机噪声以125—1000赫低中频噪声为主,机房内平均噪声及操作值班位置点的噪声级均超过我国工业企业噪声卫生标准85dB(A)的要求,机房内谈话也很困难,而东墙窗外狭弄内(测点1)噪声高

达78.5dB(A),5号居民家底层及二层卧室(开窗)内噪声也高达71dB(A)和68dB(A)。这样的噪声水平对城市里弄环境及居民住房来说显然是过高的。如关闭机房东墙门窗,则弄内噪声可减低11.5dB(A),居民室内声

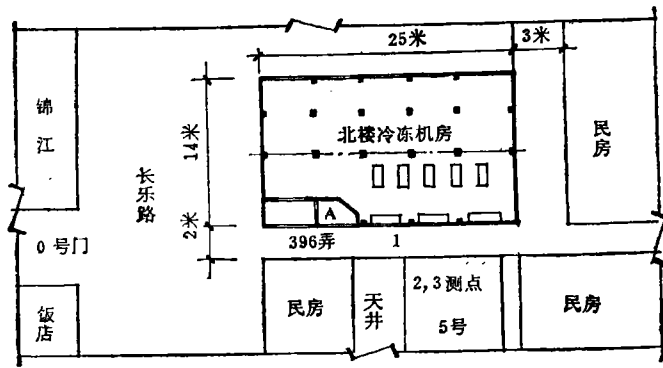


图1 锦江饭店北楼冷冻机房平面位置图

级分别降低13—15dB(A)，而在56dB(A)左右，主观上可感觉噪声有明显降低，居民认为这样的噪声可以允许。通过实地调查分析，如果北楼冷冻机房噪声能降低15dB(A)，就接近当地的背景噪声，这样即可消除噪声污染，据此提出了噪声治理措施。

## 二、降噪措施的设计

根据北楼冷冻机房的具体条件、实测噪声结果以及预期降噪要求，在设计中采取了以下四项治理措施：

1. 在机组区域的上部平顶，垂直悬挂超细玻璃棉板状空间吸声体共43块，每块尺寸为1.8米×1.2米，厚10公分，计93平方米，相当于机房平顶面积的31%（若按机组布置区域局部平顶面积则为62%）。吸声板分五排吊挂，排距1.4米，板底标高为2.2米。这一措施主要用以吸收冷冻机房内的混响声，降低室内噪声水平，预计可使机房内平均噪声降低6dB(A)左右。

2. 为达到机房密闭隔声而机组又能通风散热的目的，设计要求将原有朝向狭弄的玻璃窗关闭而仅供采光，另在窗台下部增做进风消声柜。这样，可使室外空气通过消声柜吸入机房，以起通风散热作用，而机房内的噪声经过消声柜后将明显降低，不致影响

里弄环境。进风消声柜设计成片式阻性消声器形式，片厚有5厘米和8厘米两种，间隔布置，片距均为10公分，有效消声段长度为1.3米。其消声效果可达15—20dB(A)。

3. 为降低机房大门向狭弄输出噪声，在大门内侧增建隔声门斗，其顶部为穿孔热压纤维板上铺设超细玻璃棉袋的吸声结构，以起声闸作用。

4. 为改善机房内的操作条件，在机房内增建一间约8平方米的隔声值班室，用半砖墙砌筑，墙面及平顶均作5厘米厚超细玻璃棉外复穿孔热压纤维板吸声处理，并设置双层玻璃观察窗和一般隔声门，预计可使值班室内噪声水平降低60dB(A)左右，而且对整个机房的隔声也是有利的。

## 三、实测效果及简析

对北楼冷冻机房采取噪声治理措施后，又会同环保局对降噪治理效果进行了检测，测量条件包括机组开启台数（都是开动1\*、3\*两台机组）、测点位置；测量内容也与治理前相同；测试仪器均采用丹麦B&K2209型精密声级计套件，整机灵敏度均经B&K4220型声级校准器校正。实测结果见表2、表3和图2—5。

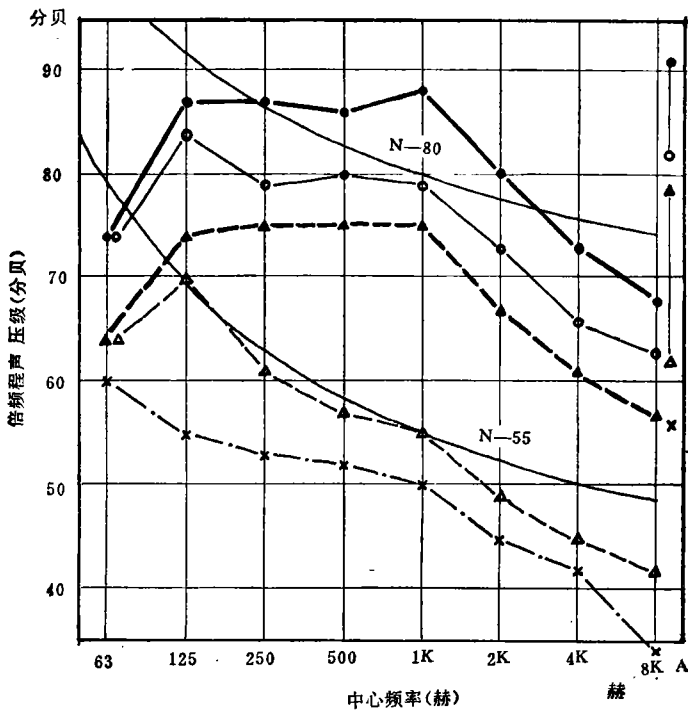


图2 锦江饭店北楼冷冻机房噪声治理前后机房内及396弄内实测噪声结果

- 治理前机房内平均噪声 测点BCD
- 治理后机房内平均噪声 试点BCD
- ▲ 治理前长乐路396弄噪声 测点①
- △ 治理后长乐路396弄噪声 测点①
- × 长乐路396弄背景噪声 测点①

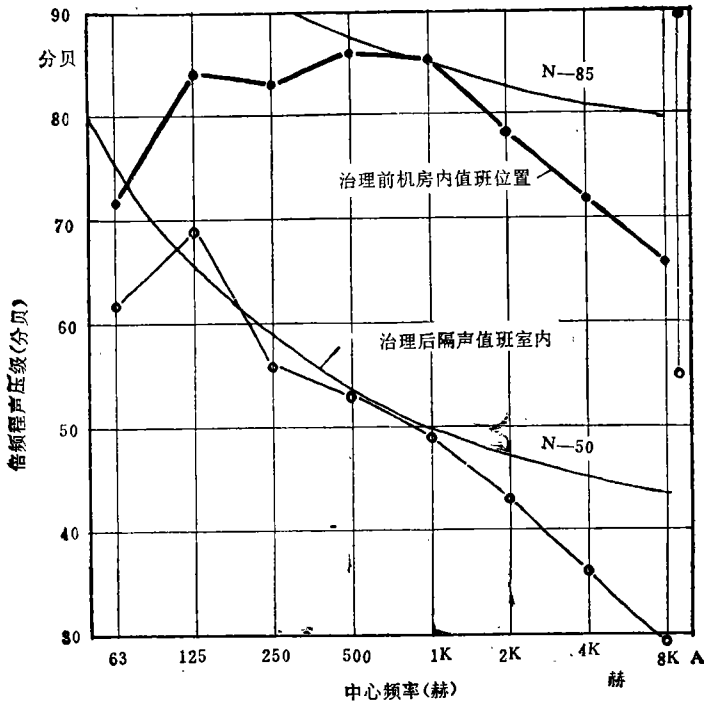


图3 噪声治理前后机房内操作值班位置噪声水平

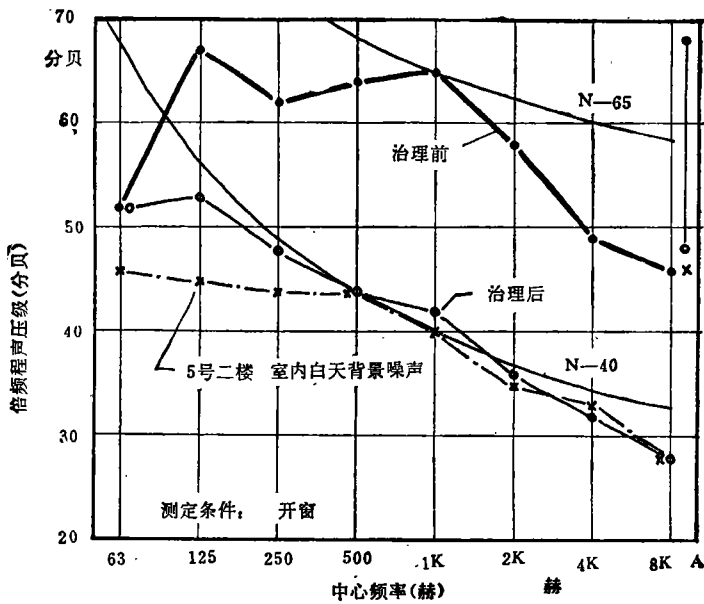


图4 北楼冷冻机房噪声治理前后长乐路396弄5号二楼居民卧室内实测噪声

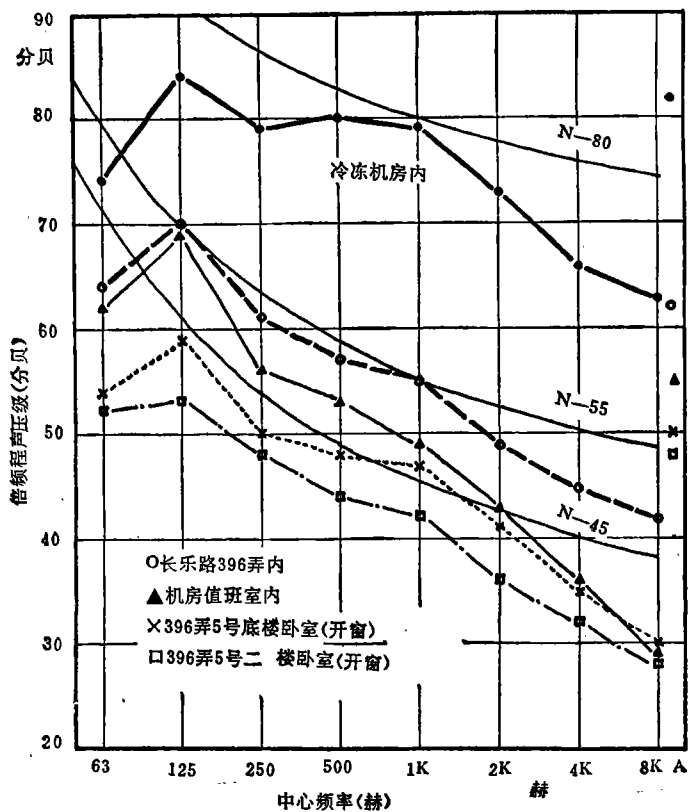


图5 北楼冷冻机房噪声治理后机房内外各点实测噪声频谱特性

表2 治理后实测噪声主要结果

测点及条件	倍 频 程 声 压 级 (dB)								总声级 dB(A)
	63赫	125赫	250赫	500赫	1千赫	2千赫	4千赫	8千赫	
机房内值班桌测点A	69	69	56	53	49	43	36	29	55
机房内平均噪声测点B.C.D	75	84	79	80	79	73	66	63	82
机房门斗内测点G	62	66	58	55	52	47	41	34	58
狭弄内测点1	64	76	61	57	55	49	45	42	62
民房底层测点2	54	59	50	48	47	41	35	30	50(44)
民房二层测点3	52	53	48	44	42	36	32	28	48(41)

注：括号中数字为居民关窗时室内声级值

表3 锦江北楼冷冻机房噪声治理效果

测点位置	治理前 A声级 (dB)	治理后 A声级 (dB)	降噪效果 4dB(A)
机房内值班位置测点A	89.5	55	34.5
机房内平均噪声测点B.C.D	91	82	9
机房大门内侧测点G	86	58	28
狭弄内测点1	78.5	62	16.5
民房底层室内测点2	71	50	21
民房二层室内测点3	68	48	20

现将实测结果简析如下：

### 1. 机房内平均降噪结果

由表1和表2治理前后机房内实测噪声比较可见，机房内噪声有了明显的下降(见图2)，治理后机房内平均噪声水平已低于我国新建工业企业噪声卫生标准85dB(A)以下，悬挂式板状空间吸声体的吸声减噪效果达9dB(A)，相当于使机房内平均噪声总响度降低近50%。较之预期效果要好的原因，一方面是由于机房内原有墙、顶的吸声很少，混响声较强，使空间吸声板的作用得到充分发挥；另一方面是由于空气吸声板集中悬挂于冷冻机组区域的上部，高度又较低，使吸声效率得到显著提高，当43块空间吸声板吊挂在机房顶部后，在机房内主观试听也明显觉得混响显著减弱，噪声变得沉闷。而在治理之前机房内讲话则听不清，如今稍许提高噪

音即可对话。

### 2. 操作值班位置的降噪效果

治理前，工人在机房内值班时，耳部位置的噪声水平大多在90dB(A)左右，不但易于使人疲劳，影响工作效率，而且长年暴露在这样的噪声环境中，对健康也会造成一定的危害。现在，由于建造了隔声值班室，工作条件大为改善，值班室工作台上实测噪声低达55dB(A)，比治理前降低34.5dB(A)，相当于总噪声响度降低约90%。其中低频噪声降低10—15dB，而中高频噪声降低幅度达27—37dB，收到了很好的治理效果(见图3)，通风条件也十分满意。

### 3. 狭弄内降噪效果

不少冷冻机房均有噪声污染问题，尽管采取吸声或局部声屏障等降噪措施，但由于通风散热需要而不能关闭窗户，因而降噪效果总不甚显著。这次在锦江北楼冷冻机房噪声治理中，首次设计应用了进风消声柜，使机房密闭隔声与机组通风散热的矛盾得到妥善解决。实测表明(见图2)由于增建了进风消声柜，关闭了机房窗户，使相邻的狭弄内中高频噪声降低15—20dB，总声级由治理前的78.5dB(A)降低到62dB(A)，比弄内背景噪声56dB(A)仅高出6dB(A)。根据现场听测可知，进风消声柜百页窗口基本上感觉不

(下转第39页)

频率的增加略变窄。

#### 4. 参量阵的工作状态

由本文第一节可知：本实验的原频波声场应看作是球面扩展的。此外，用无量纲饱和数和原频吸收损失  $\alpha_T R_r$  来判断<sup>[6]</sup>： $\chi = \beta P_0 k_0 R_r (\rho c_0^2)^{-1} = 0.45 < 1$ ， $2\alpha_0 R_r = 0.0035 <$

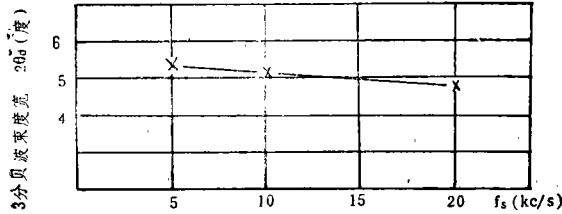


图 10 差频波束宽度与差频频率的关系

$\frac{1}{H_s}$  (此处  $H_s = \frac{f_0}{f_s} = 7.8$ )，亦说明该参量阵是工作在原频波的球面扩展区。

参加本次实验的还有蒋廷华、周根祥、吴志灏、尤骏度等同志，冯绍松同志也参加了实验工作。在此表示衷心的感谢。

#### 参 考 文 献

- [1] Westervelt P. J. J.A.S.A. 35 No.4 p.535 1963.
- [2] Berktaay H. O. and Leahy D. J. J.A.S.A. 55- No.3 p.539 1974.
- [3] Shooter J. A.; Muir T. G. and Blackstock D, T. J.A.S.A. 55 No.1 1974.
- [4] Hargrove L. E. J.A.S.A. 32 p.511 1960.
- [5] Lockwood J. C AD-757036.
- [6] Moffett M. B. and Melen R. H. J.A.S.A.. 61. No.2 p.325 1977.



(上接第 6 页)

射声场。

5. 如果按焦平面前后声束宽度为  $(1 + 20\%) \frac{\lambda f}{X}$  的区域定义为聚焦深度  $\Delta$ ，则有  $\Delta \propto f^{3/2}$ 。图 8 表示实际计算得  $\Delta$  与  $f$  的关系和用  $\Delta = 0.04 f^{3/2}$  逼近这一关系曲线所得的结果，两者在一定范围内符合良好。这一关系可以作为估计所计算线阵的分辨力和实现分段聚焦方案的依据。

#### 参 考 文 献

- [1] Wade G. 编,《声成像》上海交通大学声全息研究室译,国防工业出版社(1981年)。
- [2] Goodman, J. W.《傅利叶光学导论》科学出版社(1976年)。
- [3] 虞秀月,《医用超声高灵敏度多头换能器研制》中国生物医学工程学会论文摘要,1980年,北京。
- [4] Brigham, E. O.《快速富里叶变换》上海科学技术出版社(1979年)
- [5] Szikler, E. A. and others, "Mode Calculations in unstable resonator with flowing saturable gain 2. Fast Fourier transform method" Applied Optics 14, p.1874 (1975).



(上接第 23 页)

到有噪声传出，现有弄内噪声均由机房单层玻璃窗传出，若能改为双层玻璃窗，则可使弄内噪声达到与背景噪声相似的水平，而完全可以排除冷冻机房的噪声干扰。

#### 4. 居民室内降噪效果

受北楼冷冻机房噪声干扰最直接的居民住房，在经过降噪治理后，室内噪声也有显著降低(见图 4)。如在卧室开窗时，底层及二层的噪声分别由原来的 71 和 68dB(A) 降至 51 和 48dB(A)，而接近 ISO 噪声评价曲线 N—45 和 N—40，若与室内背景噪声相比，

则仅高出 2dB(A)，可见其降噪效果是满意的，达到并超过原设计所预期的要求。居民们也反映现在的噪声比过去大大降低，并对治理效果表示满意。

总之，锦江饭店北楼冷冻机房噪声污染环境已有多年，这次一举治理并获得满意效果，无论是机房内、值班室，或是机房外里弄环境及居民卧室的噪声都有较大幅度的降低。空间吸声板、进风消声柜、隔声值班室及声闸都起到良好的噪声控制作用，表明了设计是合理的，治理是成功的，其经验可供同类冷冻机房噪声治理时参考借鉴。