



# 机场飞机噪声评价方法与控制途径

钱炳华 张玉芬

(空军工程学院) (西安公路学院)

1987年4月10日收到

在确定修建机场之前应进行飞机噪声评价,以便判别是否适于修建机场,并提出控制飞机噪声的措施。近来我国修建的机场很多,但是至今尚未订出一套完整的机场飞机噪声评价方法,更没有一套行之有效的控制飞机噪声污染的措施。本文对这两个问题作了粗浅的探讨,主要介绍机场飞机噪声评价指标、飞机噪声污染预测图的编制、机场飞机噪声控制的措施等。

## 一、机场飞机噪声评价

### 1. 应完成的工作项目

进行评价的目的是为了判别当地是否适于修建机场,并提出控制飞机噪声污染的措施。因此,评价工作应包括编制飞机噪声污染预测图,算出污染范围,提出机场附近土地使用规划的建议,并提出控制飞机噪声污染的方案等。其中最主要的工作是编制飞机噪声污染预测图。

### 2. 评价指标及土地适用标准

在编制飞机噪声污染预测图之前,先要选定一种合适的评价指标及相应的土地适用标准。

目前世界各国已提出十多种评价指标。下面介绍其中主要的三种。

#### (1) 计权等效连续感觉噪声级 WECPNL

国际民航组织建议世界各国采用该指标来评价机场飞机噪声,我国科学院声学所在制订《机场周围飞机噪声测试评价方法》时也建议采用该指标。它的定义如下:

$$\text{WECPNL} = \text{EPNL} + 10 \log (N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 39.4 \quad (1)$$

式中  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  分别为 7—19 点、19—22 点、

22—7 点的飞行架次,  $\overline{\text{EPNL}}$  为某地点在一天内飞机通过  $N$  架次的有效感觉噪声级的能量平均值。

飞机噪声出厂鉴定的基本指标是感觉噪声级 (PNL)。当考虑飞机噪声作用的持续时间,则评价指标为有效感觉噪声级 (EPNL),其定义是:

$$\text{EPNL} = 10 \log \left( \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\text{PNLT}/10} dt \right) \quad (2)$$

式中 PNL<sub>T</sub> 为经过纯音修正的感觉噪声级,  $t_1$ 、 $t_2$  为计算的噪声起、止时间,  $T_0$  为基准时间 (10 秒)。

根据式 (1)、(2), 并用  $10 \log 8640$  取代 39.4, 可得:

$$\text{WECPNL} = 10 \log \left[ \frac{\left( \int_{t_1}^{t_2} 10^{\text{PNLT}/10} dt \right) (N_1 + 3N_2 + 10N_3)}{86400} \right] \quad (3)$$

上式中,  $N_1 + 3N_2 + 10N_3$  是考虑飞机噪声在昼夜有不同影响而经过加权后的一天飞行总架次, 86400 为一天时间的秒数。由此可见, WECPNL 的物理概念很明确, 它表示飞机噪声全天平均每秒钟对人的冲击 (感觉噪声级)。

#### (2) 噪声暴露预报数 NEF

美国在六十年代就用它作为评价指标,我国民航总局在做机场可行性研究中也采用该指标进行机场飞机噪声评价。其定义为:

$$NEF = EPNL + 10 \log(N_d + 16.7N_n) - 88 \quad (4)$$

式中  $N_d, N_n$  分别为昼间(7—22点)、夜间(22—7点)的飞行架次。式(4)可以改写如下:

$$NEF = [EPNL + 10 \log(N_d + 16.7N_n) - 39.4] - 48.6 \quad (5)$$

对比式(5)和式(1),可以看出 NEF 的物理概念与 WECPNL 相似。但是其值比 WECPNL 相应低 48.6dB, 并且对噪声昼夜不同影响只分两段时间考虑,不如 WECPNL 分三段时间考虑得细致。

如果略去对噪声昼夜不同影响考虑细致程度的差别,则可以认为:

$$NEF \approx WECPNL - 49 \quad (6)$$

### (3) 昼夜平均声级 $L_{dn}$

该指标目前在美国用得较广泛。其定义

为:

$$L_{dn} = SEL + 10 \log(N_d + 10N_n) - 49.4 \quad (7)$$

式中 SEL 为噪声暴露声级,是飞机飞行一架次时某一地点经受的全部噪声换算到 1 秒钟的 A 声级。 $N_d + 10N_n$  为考虑飞机噪声在昼夜有不同影响,经过加权后的一天飞行总架次。49.4 可用  $10 \log 86400$  取代。根据分析 WECPNL 物理概念的思路可得: $L_{dn}$  是表示飞机噪声全天平均每秒钟对人的冲击(A 声级)。

上述三种评价指标中,计权等效连续感觉噪声级的优点较多,如对噪声在昼夜不同的影响考虑较细致,指标的物理概念较明确等。国际民航组织和我国科学院声学所也建议采用。为了统一指标,使得各个机场的飞机噪声评价能够相互比较,今后我国在进行军用及民航机场的飞机噪声评价时,宜采用计权等效连续感觉噪声级。

机场飞机噪声影响范围内的土地适用标准我国尚未全面订出,可考虑参考表 1。

表 1 机场飞机噪声影响范围内的土地适用参考表

噪声等级	噪声评价指标数值			建 筑 物						
	计权等效连续感觉噪声级 WECPNL	噪声暴露预报数 NEF	昼夜平均声级 $L_{dn}$	居住	文教	卫生	商业	工业	资源生产	娱乐
较小	0—70	0—20	0—55	住宅宾馆	剧场、会堂、学校	医院	商店	各种工业	各种资源生产	公园
中等	70—80	20—30	55—65	住宅*旅馆	学校*	医院*	商店	仪表、光学、钟表	各种资源生产	公园
较强	80—90	30—40	65—75				零售商店、批发商店	食品、印刷、化学、建材	各种资源生产	公园
强烈	≥90	≥40	≥75				批发商店*	食品*、印刷*、化学*、建材*	渔业采矿	

\*— 要作适当的降噪处理。

### 3. 飞机噪声污染预测图

在机场飞机噪声评价中,最主要的工作是根据预测的飞行活动情况编制出机场飞机噪声污染预测图。因为编出该图后,就很容易得出飞机噪声污染的范围,定出拆迁房屋的区域,作出机场附近土地使用规划的建议等。该图通常绘在 1:50000 或 1:100000 的地形图上,要标出跑道、飞机起落航线及噪声等值线,见图 1。

机场飞机噪声污染预测图的编制步骤如

下:

(1) 向机场使用单位收集预测的飞行活动资料,包括飞机的机型、每种飞机向跑道每端起飞着陆的架次、相应的时间及起落航线的纵断面图和平面图等。

(2) 收集有关飞机的噪声随距离变化的资料,如图 2。

(3) 定出要绘制的噪声等值线的数量。其数量可根据土地使用规划的需要来确定。如按

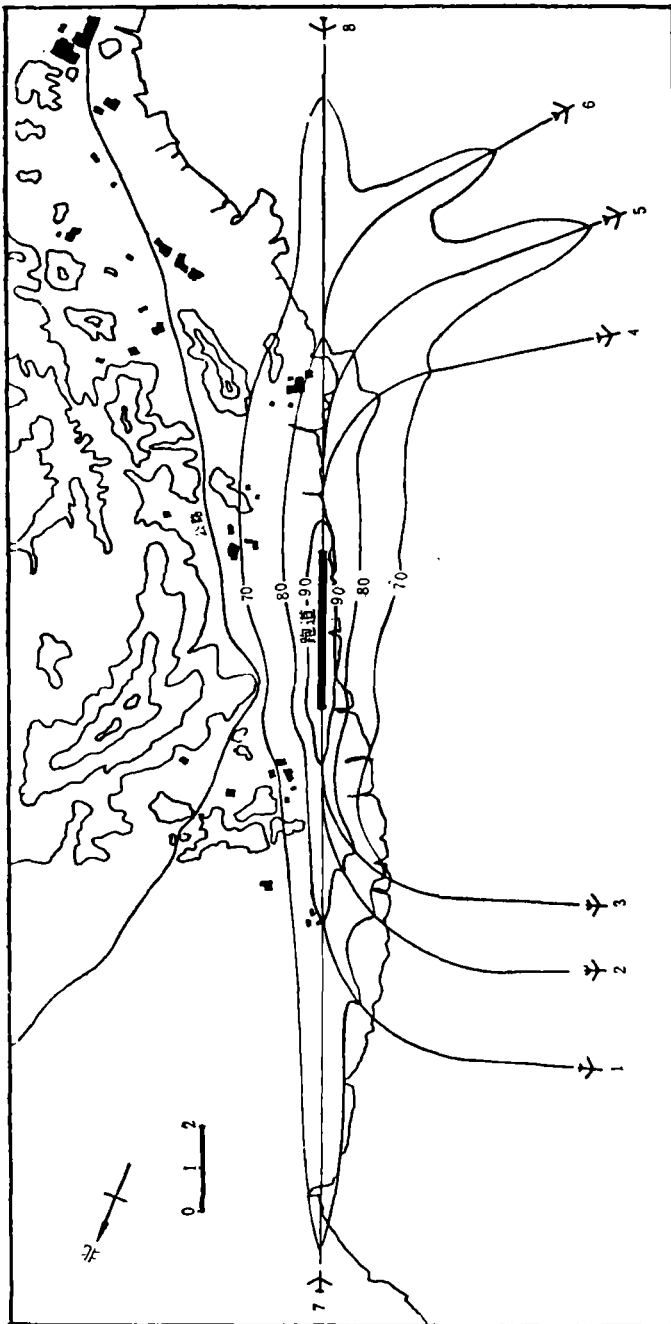


图1 机场飞机噪声声污染预测图

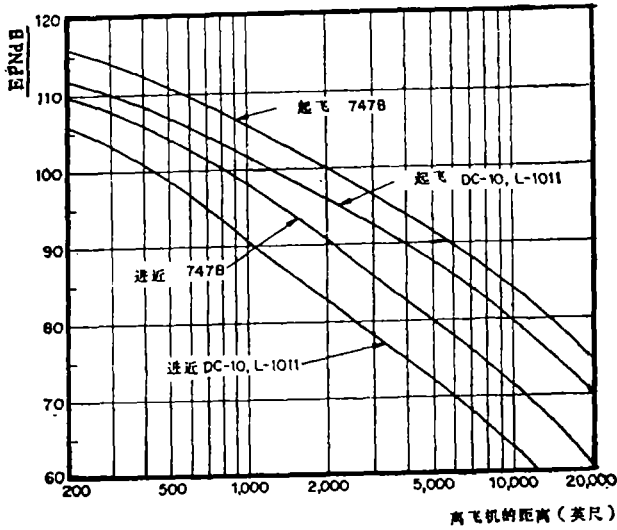


图2 飞机噪声随距离的变化

表1的建议值进行规划,则要绘制WECPNL为70、80、90分贝三条噪声等值线。

(4) 计算出噪声等值线的位置。要按照前面介绍的计算公式,用试算法算出各条噪声等值线相对于跑道的位罝。计算工作量很大,为了节省人力,宜编出专用的计算机程序来完成该项工作。

## 二、机场飞机噪声控制的途径

对机场飞机噪声污染要控制在国家规定的标准范围内,其措施如下:

### 1. 飞行措施

#### (1) 使飞机起落航线避开噪声敏感区

当噪声敏感区在跑道延长线上并且距跑道较远时,可规定飞机起飞着陆都避开该敏感区,见图3。



图3 飞机起飞着陆避开噪声敏感区

当噪声敏感区在跑道延长线上并且距跑道较近时,可规定有噪声敏感区的跑道一端不飞

行,而只在跑道另一端进行起飞着陆(图4a);或规定有噪声敏感区的跑道一端只许着陆,不许起飞(图4b)。

当噪声敏感区在跑道的一侧附近时,可规定飞机起飞着陆只沿着没有噪声敏感区的跑道一侧飞行(图5a),或规定离开噪声敏感区足够距离的地方绕过去(图5b)。江苏某机场,跑道离开城市边只有2公里多,采取图5b的措施,取得良好效果。该机场使用多年,当地居民对飞机噪声的意见很少。

#### (2) 提高飞机上升率或减小油门

若噪声敏感区在跑道延长线上,可采用提高飞机上升率,使飞机以较高的高度飞越噪声敏感区;也可采用当飞机到达噪声敏感区上空时减小油门的措施。由于这两种措施效果不大而且会影响飞行安全,所以通常不采用。  
(下转第46页)

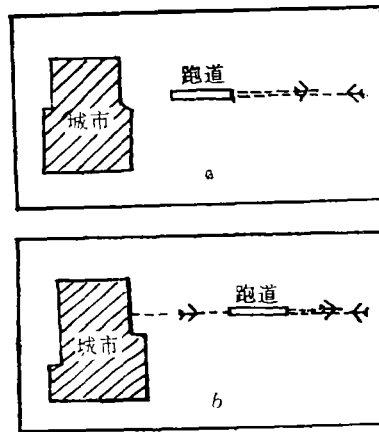


图4 跑道端有噪声敏感区时控制噪声的措施

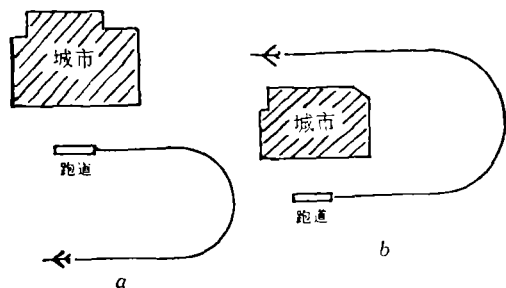


图5 跑道一侧有噪声敏感区时控制噪声的措施

人与传声器距离不能太远,以保证有足够的直接声进入传声器。

## 2. 扬声器

两只 1.3m 长声柱安放在讲坛两侧的对称位置上,并尽可能挂得高些。适当调整仰、俯角,使声辐射弱的方向对准前排,强的方向对准后排,以求获得大致均匀的声场。

## 3. 声频功率放大器

声源激励而产生的房间简正振动是与会堂的长、宽、高等几何尺寸有关。由<sup>[1]</sup>计算出的简正频率  $f_x, y, z$ , 在  $x, y, z \leq 4$  以内的内值均低于 100Hz, 这些低频率的简正振动对语言清晰度不利, 故对该频率以下的频响作了较大的衰减。

由于声柱的指向性与频率有关, 频率越高指向性越强, 而当频率低到其波长大于或接近声柱长度时(对于 1.3m 的声柱, 在 300Hz 左右), 已几乎没有什么指向性了, 而且听众席对低频的吸声小, 导致混响声增加, 降低了语言的懂度。为避免这种情况, 我们将 300Hz 以下的频响也作了些衰减。

由于 10kHz 以上对语言清晰的贡献已很小, 并且为了消除讨厌的高频噪声。在调试中对 10kHz 以上的频响也作了一定的衰减。

综上所述, 频响的调节如下:

(上接第 44 页)

### (3) 宵禁

夜间飞行严重影响机场附近居民的睡眠, 容易激起公愤。所以宵禁是控制机场飞机噪声污染的有效措施。例如有的机场规定 0—5 点不准飞机起飞着陆, 5—6 点可以着陆但不准起飞, 6 点以后才允许起飞, 取得良好效果。目前许多机场采用该措施。

(4) 禁止噪声过大的飞机进入机场。

(5) 用噪声低的飞机取代噪声高的飞机。

## 2. 机场工程措施

(1) 在进行机场设计时, 尽量使得跑道的方向和位置以及停机坪的位置和朝向远离噪声敏感区。

(2) 根据土地适用标准, 在机场飞机噪声

100Hz 300Hz 1kHz 3.3kHz 10kHz  
-10dB -6dB 0dB +1dB -8dB  
机内的高切、低切滤波器均接通。

## 三、效果和结论

1. 在会堂内沿中间通路, 从前走到后, 听不出声级和音色变化; 从左走到右, 分辨不出声音来自讲坛的那一侧。

2. 采用打圈法测试(有 96 人参加) 清晰度达 92%。

3. 传声增益的测量<sup>[2]</sup>共取 8 个点, 其平均值为 -7dB。

可见, 在不损伤音质的前提下, 适当地调节扩声系统的多频音调器。并注意传声器和扬声器的指向性, 对于克服令人头痛的啸叫现象是能够收到一定效果的。

本项工作曾得到浙江工学院宣传部吕少英同志和浙江省电子产品检验所张景同志的通力协作和支持, 在此表示衷心感谢。

## 参 考 文 献

- [1] Williamf. Boyce. 高保真度立体声手册, 科普出版社, 1984, 530.  
[2] 王季卿等, 实用会场扩声, 科学出版社, 1980, 338.

污染预测图上查出噪声污染超过标准的各个建筑物。对于其中可以补救的建筑物作出降噪措施, 对于无法补救的建筑物则作出分期分批搬迁计划。

(3) 与当地城市建设部门密切配合, 按照机场飞机噪声评价中提出的对机场附近土地使用规划建议, 严格控制新建的各种建筑物。

(4) 在不影响机场净空的条件下, 在噪声敏感区邻近跑道的一侧植树造林。

## 参 考 文 献

- [1] 中国科学院声学所, 机场周围飞机噪声测试评价方法(讨论稿), 1985.  
[2] 方丹群, 王文奇, 孙家麒, 噪声控制, 北京出版社, 1986.