

本标准参照采用国际标准 ISO 3891—1978《表述地面听到飞机噪声的方法》和国际民航组织《国际民用航空公约》中附件十六制订的。

1 主题内容与适用范围：

本标准规定了机场周围飞机噪声的测量条件、测量仪器、测量方法和测量数据的计算方法。

本标准适用于测量机场周围由于飞机起飞、降落或低空飞越时所产生的噪声。

本标准包括下面三方面内容：

- a. 测量单个飞行事件引起的噪声；
- b. 测量相继一系列飞行事件引起的噪声；
- c. 在一段监测时间内测量飞行事件引起的噪声。

2 引用标准

GB 3785 声级计的电、声性能及测试方法

3 测量条件

3.1 气候条件：无雨、无雪，地面上10 m 高处的风速不大于5 m/s，相对湿度不应超过90%、不应小于30%。

3.2 传声器位置：测量传声器应安装在开阔平坦的地方，高于此地面1.2 m，离其他反射壁面1 m 以上，注意避开高压电线和大型变压器。

所有测量都应使传声器膜片基本位于飞机标称飞行航线和测点所确定的平面内，即是掠入射。

注：在机场的近处应当使用声压型传声器，其频率响应的平直部分要达到10 kHz。

3.3 噪声级：要求测量的飞机噪声级最大值至少超过环境背景噪声级20 dB，测量结果才被认为可靠。

3.4 测量仪器：精度不低于2型的声级计或机场噪声监测系统及其他适当仪器。声级计的性能要符合GB 3785的规定。测量录音机及其他仪器的性能参照 IEC 561有关规定。

4 测量方法

4.1 精密测量——需要作为时间函数的频谱分析的测量

传声器通过声级计将飞机噪声信号送到测量录音机记录在磁带上。然后，在实验室按原速回放录音信号并对信号进行频谱分析。

4.1.1 测量前应进行从传声器到录音机系统的校准和标定。

4.1.2 录音时，根据飞机噪声级的高低适当调整声级计衰减器的位置（并在记录本上记下其位置），使录音信号不至过载或太小。

4.1.3 当飞机飞过测量点时，通过声级计线性输出录下飞机信号的全过程。为此，录音时要使起始和终

了的录音信号声级小于最大噪声级10 dB以上。在录音时要说明飞行时间、状态、机型等测量条件。

4.2 简易测量——只需经频率计权的测量

声级计接声级记录器,或用声级计和测量录音机。读A声级或D声级最大值,记录飞行时间、状态、机型等测量条件。

4.2.1 测量仪器校准:对一系列飞行事件的飞行噪声级测量前后,应该利用能在一已知频率上产生一已知声压级的声学校准器,来对整个测量系统的灵敏度作校准。

当声级计与声级记录器连用并作绝对测量时两者必须一起校准和标定。

4.2.2 读取一次飞行过程的A声级最大值,一般用慢响应;在飞机低空高速通过及离跑道近的测量点用快响应。

4.2.3 当用声级计输出与声级记录器连接时,记录器的笔速对应于声级计上的慢响应为16 mm/s,快响应为100 mm/s。在记录纸上要注明所用纸速、飞行时间、状态和机型。

4.2.4 没有声级记录器时可用录音机录下飞行信号的时间历程,并在录音带上说明飞行时间、状态、机型等测量条件,然后在实验室进行信号回放分析。

4.3 测量记录

4.3.1 测量条件记录:测量日期、测量点位置、气温和10 m高处风向和风速。

4.3.2 测量时记录内容:飞行时间、飞行状态、飞机型号、最大噪声级(见附录A)。

5 信号分析处理

5.1 量与单位

5.1.1 N : 噪度(noisiness)

单位: 呐, noy。

5.1.2 L_{PN} : 感觉噪声级(perceived noise level 缩写为 PNL)。

单位: 分贝, dB。

5.1.3 L_{TPN} : 经纯音修正的感觉噪声级(tone-corrected perceived noise level 缩写为 PNLT)。

单位: 分贝, dB。

5.1.4 C : 纯音修正值

单位: 分贝, dB。

5.1.5 T_0 : 标准时间, $T_0=10$ s。

5.1.6 T_d : 实际持续时间, s。

5.1.7 T_e : 等效持续时间, s。

5.1.8 L_{EPN} : 有效感觉噪声级(effective perceived noise level 缩写为 EPNL)。

单位: 分贝, dB。

5.1.9 L_A (或 L_D): 用计权网络 A(或 D)所读到的声级值。

单位: 分贝, dB。

5.1.10 L_{WECPNL} : 计权等效连续感觉噪声级(weighted equivalent continuous perceived noise level, 缩写为 WECPNL)。

单位: 分贝, dB。

5.2 精密测量记录信号的分析与处理

5.2.1 将磁带上标定时记录的标准信号经原录音机回放送到分析仪定标。

5.2.2 根据录音时记下的声级计衰减器位置,调整分析器的输入衰减器位置,确定飞机噪声级。

5.2.3 按 0.5 s 的时间间隔采样,进行 1/3 倍频程频谱分析。

5.2.4 1/3 倍频程频谱分析的频率范围: 50 Hz~10 kHz。

5.2.5 计算感觉噪声级:把从 50 Hz~10 kHz 中 24 个频带的声压级 L_{p_i} ,借助于表(附录 D)换算成相

应的噪度 N_i 。

总噪度 N 按式(1)计算:

$$N = N_{\max} + 0.15(\sum_{i=1}^{24} N_i - N_{\max})(\text{noy}) \dots\dots\dots (1)$$

式中: N_{\max} —— N_i 中的最大值。

感觉噪声级 L_{PN} 按式(2)计算:

$$L_{PN} = 40 + 10(\lg N / \lg 2)(\text{dB}) \dots\dots\dots (2)$$

5.2.6 纯音修正: 在频谱中有显著纯音成分可按附录 B 计算纯音修正值。

5.2.7 经纯音修正的感觉噪声级 L_{TPN} 按式(3)计算:

$$L_{TPN} = L_{PN} + C(\text{dB}) \dots\dots\dots (3)$$

5.2.8 一次飞行事件的最大值与持续时间

- a. 经纯音修正的最大感觉噪声级 $L_{TPN\max}$ 。
- b. 实际持续时间 T_d 是在最大值 $L_{TPN\max}$ 下 10 dB 的延续时间。

5.2.9 有效感觉噪声级 L_{EPN} 按式(4)计算:

$$L_{EPN} = 10 \lg [(1/T_0) (\sum_{i=1}^n 0.5 \times 10^{L_{TPNi}/10})] (\text{dB}) \dots\dots\dots (4)$$

式中: L_{TPNi} —— T_d 时间内、0.5 s 间隔的 L_{TPN} ;

T_0 ——10 s, 为标准时间;

n —— T_d 时间内的采样数。

5.2.10 等效持续时间 T_e 按式(5)计算:

$$T_e = \frac{\sum_{i=1}^n 0.5 \times 10^{L_{TPNi}/10}}{10^{L_{TPN\max}/10}} (\text{s}) \dots\dots\dots (5)$$

5.3 简易测量的信号分析处理

- 5.3.1 用声级计读出并记录一次飞行噪声的 A 声级或 D 声级的最大值。
- 5.3.2 声级计接声级记录器或用录音机记录相应飞行事件的时间历程, 记下飞行时间、飞行状态和飞机型号等条件。
- 5.3.3 在实验室分析计算记录信号, 算出持续时间 T_d (见附录 C)。
- 5.3.4 用最大声级 $L_{A\max}$ 或 $L_{D\max}$ 及持续时间 T_d 按式(6)计算有效感觉噪声级 L_{EPN} :

$$\begin{aligned} L_{EPN} &= L_{A\max} + 10 \lg (T_d/20) + 13 \\ &= L_{D\max} + 10 \lg (T_d/20) + 7(\text{dB}) \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

6 一次飞行事件的噪声级

6.1 有效感觉噪声级 L_{EPN} 按式(7)计算:

$$L_{EPN} = 10 \lg [(1/T_0) \times (\sum_{i=1}^n 0.5 \times 10^{L_{TPNi}/10})] (\text{dB}) \dots\dots\dots (7)$$

式中: T_0 ——10 s;

n ——实际持续时间 T_d 内的采样数。

6.2 有效感觉噪声级 L_{EPN} 用最大感觉噪声级表示, 见式(8)所示:

$$\begin{aligned} L_{EPN} &= L_{TPN\max} + 10 \lg (T_e/T_0) \\ &\approx L_{TPN\max} + 10 \lg (0.5 T_d/T_0) \\ &= L_{TPN\max} + 10 \lg (T_d/20) (\text{dB}) \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

注: 在近似情况下 $T_e = T_d/2(\text{s})$ 。

6.3 有效感觉噪声级 L_{EPN} 用 A 声级近似表示, 见式(9)所示:

$$L_{EPN} = L_{Amax} + 10 \lg(0.5T_d/T_0) + 13 = L'_{Amax} + 13(\text{dB}) \dots\dots\dots(9)$$

式中: $L'_{Amax} = L_{Amax} + 10 \lg(0.5T_d/T_0) = L_{Amax} + 10 \lg(T_d/20)$ (dB)

6.4 有效感觉噪声级 L_{EPN} 用 D 声级近似表示, 见式(10)所示:

$$L_{EPN} = L_{Dmax} + 10 \lg(0.5T_d/T_0) + 7 = L'_{Dmax} + 7(\text{dB}) \dots\dots\dots(10)$$

式中: $L'_{Dmax} = L_{Dmax} + 10 \lg(0.5T_d/T_0)$
 $= L_{Dmax} + 10 \lg(T_d/20)$ (dB)

7 一系列相继飞行事件的噪声级

在单个飞行事件的噪声级的基础上, 计算相继 N 次事件所引起的噪声级。

7.1 N 次事件的噪声级是 N 个有效感觉噪声级的能量平均值。

对某一个测量点通过 N 次飞行事件的有效感觉噪声级的能量平均值 \overline{L}_{EPN} 按式(11)计算:

$$\overline{L}_{EPN} = 10 \lg[(1/N) \times (\sum_{i=1}^N 10^{L_{EPNi}/10})] (\text{dB}) \dots\dots\dots(11)$$

式中: L_{EPNi} —— 某一次飞行事件的有效感觉噪声级 L_{EPN} 。

7.2 \overline{L}_{EPN} 的近似表示:

$$\overline{L}_{EPN} = \overline{L}_{Amax} + 13(\text{dB}) \dots\dots\dots(12)$$

式中: $\overline{L}_{Amax} = 10 \lg[(1/N) \times (\sum_{i=1}^N 10^{L'_{Amaxi}/10})]$

L'_{Amaxi} —— 某一次飞行的 L'_{Amax} 。

8 对一段监测时间内的连续噪声级的表示

8.1 计权有效连续感觉噪声级 L_{WECPN} , 既考虑了一段监测时间内通过一固定点的飞行引起的总噪声级, 同时也考虑了不同时间内飞行所造成的不同社会影响。以一昼夜 24 h 定为单位监测时间, L_{WECPN} 按式(13)计算:

$$L_{WECPN} = \overline{L}_{EPN} + 10 \lg(N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 39.4(\text{dB}) \dots\dots\dots(13)$$

式中: L_{EPN} —— N 次飞行的有效感觉噪声级的能量平均值;

N_1 —— 白天的飞行次数;

N_2 —— 傍晚的飞行次数;

N_3 —— 夜间的飞行次数。

这三段时间的具体划分由当地人民政府决定。

8.2 L_{WECPN} 用 A 声级表示如式(14):

$$L_{WECPN} = \overline{L}_{Amax} + 10 \lg(N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 27(\text{dB}) \dots\dots\dots(14)$$

9 机场周围飞机噪声等值线图的制作

9.1 机场周围测量点的布置: 建议主航道下按不大于 1 km 的间隔、侧向按不大于 500 m 划成网格, 在网格内取户外开阔平坦处为测点。

9.2 记录不同时间段的飞行次数。

9.3 按上述的测量、分析、处理方法求出各点的 L_{WECPN} 。

9.4 航班周期为一周的机场, 一般监测一周, 求出平均一昼夜的 L_{WECPN} 。不定期飞行机场, 求出飞行期间平均一昼夜的 L_{WECPN} 。

计算公式如下:

$$L_{WECPN} = \overline{L}_{Amax} + 10 \lg[(\sum_{i=1}^7 (N_{1i} + 3N_{2i} + 10N_{3i}) / 7)] - 27 \dots\dots\dots(15)$$

式中： \overline{L}_{Amax} ——一周内所有飞行的 L'_{Amax} 能量平均值(见7.2)。

N_{1i} 、 N_{2i} 、 N_{3i} ——从周一到周日每天在三个不同时间段内的飞行次数。

9.5 按5 dB 间隔划等噪声级线绘制机场周围飞机噪声等值线图。最低等值线的噪声级应小于或等于70 dB。

附录 A
飞机噪声监测记录表
(参考件)

测点编号_____ 测点位置_____ 环境背景噪声_____ dB
 测量日期_____年_____月_____日 监测人_____

气象条件:气温_____°C 湿度_____% 风向_____ 风速_____ m/s

测量仪器: 名称 型号 备注

监测时间 时 分 秒	飞行状态 起 降	飞机型号	L'_{Amax} dB	持续时间 s	L'_{Amax} dB	L_{EPN} dB	备注

附录 B
纯音修正值的计算
(补充件)

纯音修正计算过程:

a. 第一步:计算 $D_{j,i}$

i 是1/3倍频带数, $j=i+1$, $i=1$ 相当于中心频率为80 Hz的频带。
 L_{pni} 表示第 i 频带的声压级, i 的增加相当于频率升高。
 $D_{j,i}$ 是频带 j 和频带 i 的声压级差, $D_{j,i} = L_{pj} - L_{pni}$ 。

- b. 第二步:当满足 $|D_{j,i} - D_{j-1,i-1}| > 5$ 分贝,对 $D_{j,i}$ 划圈。
- c. 第三步:若划圈的 $D_{j,i} > 0$, 并且 $D_{j,i} > D_{j-1,i-1}$, 对 L_{psj} 划圈。若划圈的 $D_{j,i} \leq 0$, 并且 $D_{j-1,i-1} > 0$, 对 L_{psi} 划圈。
- d. 第四步:对未划圈的 L'_{psi} , 令 $L'_{psi} = L_{psi}$; 对已划圈的 L_{psi} 令: $L'_{psi} = (L_{psi-1} + L_{psi+1})/2$, 若频带 22 的声级是划过圈的, 那么 $L'_{ps22} = L_{21} + D_{21,20}$ 。
- e. 第五步:令 $D'_{j,i} = L'_{psj} - L'_{psi}$ 。
- f. 第六步:计算算术平均值 $\bar{D}_{j,i} = (1/3)(D'_{j-1,i-1} + D'_{j,i} + D'_{j+1,i+1})$ 。
 当 $i=1$ 时, 令 $D_{1,0} = D_{2,1}$
 当 $i=21$ 时, 令 $D_{23,22} = D_{22,21}$
- g. 第七步:令 $\bar{L}_{ps1} = L_{ps1}$, 其它 $j, \bar{L}_{psj} = \bar{L}_{psi} + \bar{D}_{j,i}$ 。
- h. 第八步:求出 $F_i; F_i = (\bar{L}_{ps1} - L_{ps1}) > 0$ 。
- i. 第九步:求出纯音修正 C
 频率范围 500~5000Hz 中的 1/3 倍频带:
 当 $0 \leq F < 20, C = F/3$; 当 $20 \leq F, C = 6.7$ (dB)
 除去 500~5000Hz 的频带, 其余的频带:
 $0 \leq F < 20, C = F/6; 20 \leq F, C = 3.3$ (dB)。
- j. 第十步:求出最大 C 值定义为纯音修正 $C = C_{max}$ 。

附 录 C
简易测量法信号分析处理
 (补充件)

C1 声级记录器记录的信号

在记录曲线上先找到最大值 L_{Amax} 的位置, 然后沿 $L_{Amax} - 10$ dB 划一条与时间轴平行线, 与曲线相交两点的对应时间为 t_1, t_2 , 如图 C1 所示。量出 t_1 至 t_2 的长度 Δl , 如果纸速是 p , 则持续时间按式 (C1) 计算:

$$T_d = t_2 - t_1 = \frac{\Delta l}{p} \text{ (s)} \dots\dots\dots (C1)$$

例如: $L_{Amax} = 90$ dB, 沿 $L_{Amax} - 10 = 80$ dB 划一条与时间轴平行线, 与曲线相交两点的对应时间为 t_1, t_2 。量出 t_1 至 t_2 的长度 $\Delta l = 30$ mm, 纸速是 3 mm/s, 则持续时间为:

$$T_d = t_2 - t_1 = \frac{30}{3} = 10 \text{ (s)} \dots\dots\dots (C2)$$

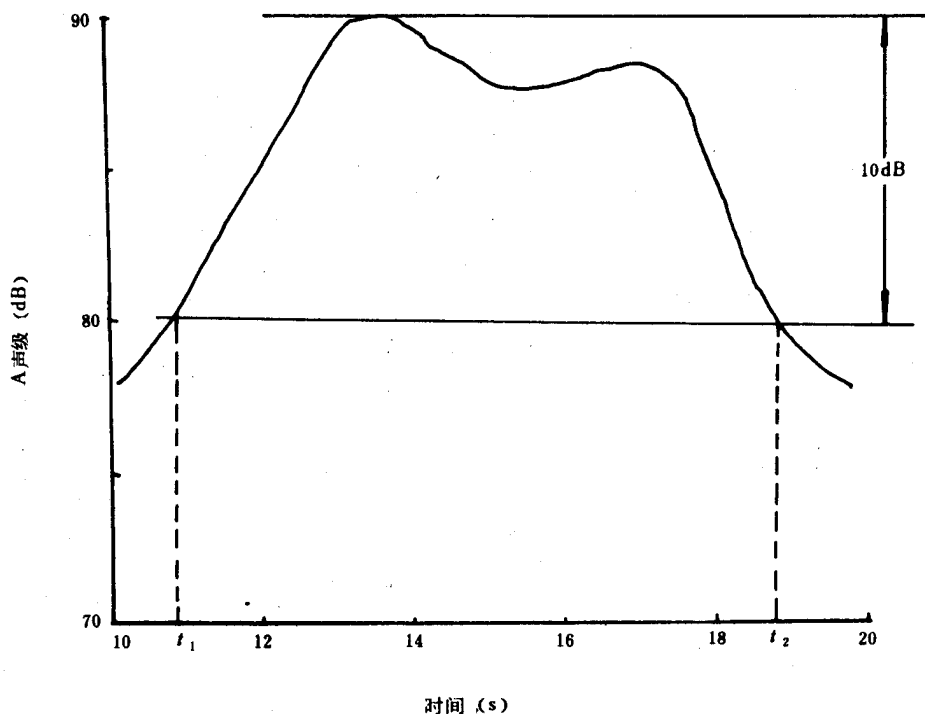


图 C1 一次飞行的时间历程

C2 录音信号分析

将录音信号按原速度回放经 A 计权网络到声级记录器绘出曲线, 然后按 C1 的方法计算持续时间 T_d 。

- 注: ① 绘出的曲线或声级计的指示只是相对值, 不是飞机噪声绝对大小。
② 若用 D 声级测量, 计算过程相同。

附录 D

计算噪度参考资料

(参考件)

为了便于使用数字计算机计算噪度, 特提供如下资料。噪度值 $N(\text{noy})$ 与声压级 L 的关系由下式给出:

$$N = 10^{m(L-L_0)} (\text{noy})$$

式中 m 和 L_0 取决于频带中心频率和 L 的范围。对 400~6300 Hz (包括其本身) 中心频率的频带, m 和 L_0 只用单个值就足以确定每一频带中的噪度值。对其它频带, 就需要分别规定两个 m 和 L_0 的值, 这取决于 L 大于或小于临界值。系数由表 D1 给出。

表 D1 系数 m 和 L_0

频带中心频率 (Hz)	L	m	L_0	L	m	L_0
	L 的低值范围			L 的高值范围		
50	64~91	0.043 48	64	92~150	0.030 10	52
63	60~85	0.040 57	60	86~150	0.030 10	51
80	56~85	0.036 83	56	86~150	0.030 10	49
100	53~79	0.036 83	53	80~150	0.030 10	47
125	51~79	0.035 34	51	80~150	0.030 10	46
160	48~75	0.033 33	48	76~150	0.030 10	45
200	46~73	0.033 33	46	74~150	0.030 10	43
250	44~77	0.032 05	44	75~150	0.030 10	42
315	42~94	0.030 68	42	95~150	0.030 10	41
L 的全部范围						
400				40~150	0.030 10	40
500				40~150	0.030 10	40
630				40~150	0.030 10	40
800				40~150	0.030 10	40
1 000				40~150	0.030 10	40
1 250				38~148	0.030 10	38
1 600	—	—	—	34~144	0.029 96	34
2 000				32~142	0.029 96	32
2 500				30~140	0.029 96	30
3 150				29~139	0.029 96	29
4 000				29~139	0.029 96	29
5 000				30~140	0.029 96	30
6 300				32~141	0.029 96	31
L 的低值范围			L 的高值范围			
8 000	38~47	0.042 29	37	48~144	0.029 96	34
10 000	41~50	0.042 29	41	51~147	0.029 96	37

附加说明：

本标准由国家环境保护局大气处提出。

本标准由中国科学院声学研究所负责起草。

本标准主要起草人郑大瑞、蔡秀兰、张玉海、赵仁兴、郭秀兰。

本标准由中国科学院声学研究所负责解释。