

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 5109—2013

机场航空器运行与噪声监控系统技术规范

Specification of aircraft operation and noise monitoring system in airport

2013 - 09 - 30 发布

2013 - 12 - 01 实施

中国民用航空局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 数据获取 6

5 数据处理 12

6 测量的不确定度评定 15

7 数据报告 15

8 指导手册 17

附录 A（规范性附录） 噪声监测终端选址 19

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009的规则起草。

本标准在技术内容上与ISO 20906 《声学——机场周围航空器噪声无人值守监测系统》(Acoustics — Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports) 相同。

本标准由中国民用航空局机场司提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民航大学。

本标准主要起草人：王炫，闫国华，张青，薛渊，陈智强，段钢。



机场航空器运行与噪声监控系统技术规范

1 范围

本标准规定了机场航空器运行与噪声监控系统的数据获取、数据处理、测量的不确定度、数据报告和指导手册。

本标准适用于机场航空器运行与噪声监控系统。

本标准不适用于：

- 为确定或批准航空器噪声审定数据提供方法；
- 为描述航空器在地面所产生噪声（包括地面移动或使用辅助动力装置）提供方法，起飞时从开始滑跑到离地之间以及降落时从着地到离开跑道之间的在跑道上的移动除外。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 322.1 声学——环境噪声的描述、测量与评估 第1部分：基本参量与评估方法

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

ISO/IEC 80000-8 参量和单位 第8部分：声学（Quantities and units —— Part 8: Acoustics）

IEC 60942 电声学——声校准器（Electroacoustics —— Sound calibrators）

IEC 61672-1:2002 电声学——声级计——第1部分：规范（Electroacoustics —— Sound level meters —— Part 1: Specifications）

IEC 61672-3 电声学——声级计——第3部分：定期试验（Electroacoustics —— Sound level meters —— Part 3: Periodic tests）

3 术语和定义

ISO/IEC 80000-8、IEC 61672-1界定的及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

航空器的运行 aircraft operation

能够被检测为航空器噪声事件的航空器在噪声监测站点上空或周围的飞行活动。

3.2

起飞 departure

航空器从开始滑跑或从其噪声可被明显地从余声中识别出的时刻（以后发生者为准）直到航空器噪声不能从余声中识别出的时刻之间的（航空器声学）移动。

3.3

进场 approach

从航空器噪声可明显地从余声中识别出的时刻直到航空器降落后滑行到跑道出口或航空器噪声不能被从余声中识别出的时刻（以先发生者为准）之间的（航空器声学）移动。

3.4

监测终端 sound monitor

安装在特定的位置，自动和连续地测量飞越传声器或在传声器附近飞行的航空器产生的噪声的仪器和设备。

3.5

噪声监测系统 sound-monitoring system

部署在机场附近的全自动连续噪声监测系统，包括所有的噪声监测终端、中央工作站以及系统运行时使用的所有软硬件。

3.6

等效连续声压级 equivalent continuous sound pressure level**时间平均声压级 time-averaged sound pressure level**
 $L_{p,eq,T}$

10倍的以十为底规定时间间隔 T 内声压 p 平方的时间均值除以基准声压的平方的对数，单位：分贝，dB。按公式（1）计算。

$$L_{p,eq,T} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \quad (1)$$

式中：

p_0 ——基准声压，其值为20 μPa ；

t_1 ——开始时刻，单位为秒，s；

t_2 ——结束时刻，单位为秒，s；

T ——规定的时间间隔，单位为秒，s；

p ——声压，单位为帕斯卡，Pa。

注1：由于测量设备的应用限制， p^2 通常被用来表示频率计权和频带限制声压的平方。如应用 IEC61672-1 中规定的特定频率计权和（或）特定频带，则应注明恰当的下标，如 $L_{p,A,oct,10s}$ 是指 10 s 的 A 计权时间平均倍频带声压级。

注2： $L_{p,eq,T}$ 可被认为是同所研究声音有相同平均能量的稳定持续的声音的声压级。

注3： $L_{p,eq,T}$ 主要应用于以下两个方面：（1） $L_{p,eq,T}$ 序列，每一项为短时平均值（通常为 1 s，叫做 1s 等效持续声压级 $L_{p,eq,1s}$ ，简称“短 L_{eq} ”），用来描述随时间变化的声压级-时间函数；（2）单一的 L_{eq} ，为长时间平均值，用于描述总（平均）噪声情况。

3.7

最大 1s 等效连续声压级 maximum one second equivalent continuous sound pressure level

$L_{p,eq,1s,max,T}$

规定时间间隔 T 内1 s等效持续声压级的最大值。

3.8

AS 计权声压级 AS-weighted sound pressure level

 $L_{p,AS}(t)$

10倍的以十为底声压 p 的平方除以基准声压的平方的对数，单位为分贝且测量时采用频率计权A和时间计权S（慢），其中基准声压 p_0 为20 μPa 。

3.9

最大 AS 计权声压级 maximum AS-weighted sound pressure level

 $L_{p,AS,max}$

在规定时间段内的AS计权声压级的最大值。

3.10

百分之 N 超过声级 N% exceedance level 或 N percent exceedance level

 $L_{p,AS,N,T}$

在所考虑时间 T 内有 $N\%$ 时间的声级都超过的AS计权声压级。

示例： $L_{p,AS,95,1h}$ 表示在1 h内有95%的时间都超过的AS计权声压级。

注：根据GB/T 322.1中3.1.3改编。

3.11

航空器噪声事件 aircraft sound event

足够描述一个由单架航空器产生的噪声事件的噪声参量的数据集合。

注：在本标准中，“航空器事件”、“单事件”均指航空器噪声事件。

3.12

临阈级 threshold level

 $L_{threshold}$

任何适用的用户定义的声压级，以使真实可靠的噪声事件检测尽可能有效。

注：这里的临阈级与用来计算声暴露级的术语不同。

3.13

声暴露 sound exposure

 E_T

在规定的时段或持续时间为 T 的事件中，对声压 p 的平方的积分，按公式（2）计算。

$$E_T = \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt \dots\dots\dots (2)$$

式中：

t_1 ——开始时刻，单位为秒，s；

t_2 ——结束时刻，单位为秒，s；

T ——规定的时间间隔，单位为秒，s；

p ——声压，单位为帕斯卡，Pa。

注1：声暴露的单位为帕斯卡平方秒， $\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$ 。

注2：由于测量设备的应用限制， p^2 通常被用来表示频率计权和频带限制声压的平方。如应用 IEC61672-1 中规定的特定频率计权，则应该注明恰当的下标，如 $E_{A,1h}$ 是指一个小时内的 A 计权声暴露。

注3：对于单事件，称为“单事件声暴露”，此时 E 不需要下标。

3.14

声暴露级 sound exposure level

L_E

10倍的以十为底声暴露 E 与基准声暴露之比的对数，单位为分贝，dB。按公式（3）计算。

$$L_{E,T} = 10 \lg \frac{E_T}{E_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E_0 ——基准声暴露，即 $(20\mu\text{Pa})^2 \times (1\text{s}) = 4 \times 10^{-10} \text{Pa}^2 \cdot \text{s}$ ；

E_t ——声暴露。

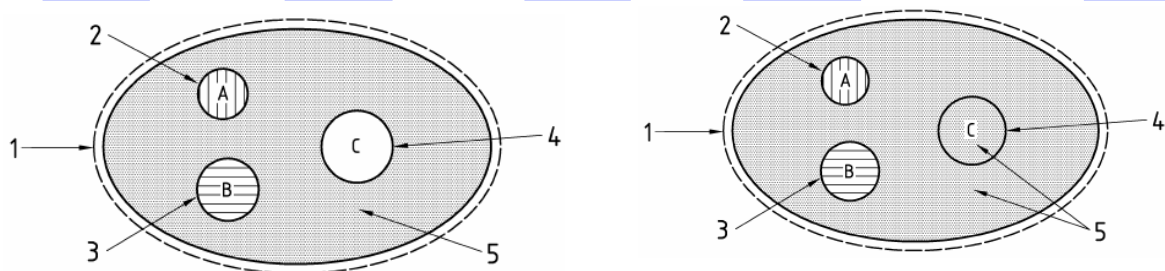
注1：如应用 IEC61672-1 中规定的特定频率计权，则这时候的声暴露级应该注明恰当的下标，如 $E_{A,1h}$ 是指一个小时内的 A 计权声暴露级。

注2：对于单事件，称为“单事件声暴露级”，此时用符号 L_E 表示。

3.15

总声 total sound

一定时间、一定位置及一定的环境下周围总的噪声，通常由周围或近或远许多噪声源产生的声音（特定声与余声）所组成。包括总声、特定声、余声和背景声等名称，见图1。



a) 考虑余声和总声的三个特定声 A、B 和 C b) 考虑余声和总声的两个特定声 A 和 B

说明：

1——总声；2——特定声 A；3——特定声 B；4——特定声 C；5——余声。

注1：最低的余声声压级是在所有特定声被抑制时获得的。

注2：在图 a) 中画点的区域 5 表示声音 A、B 和 C 被抑制时的余声。

注3：在图 b) 中余声包括特定声 C，原因是它不在考虑的范围内。

注4：理论上讲这些特定声彼此完全不同并且与余声也不同。而在实际中，要想完全区分和测量某一个特定声且不包括其它特定声是非常困难的。同理，测量余声且不包括任何特定声通常也是困难的。

图1 总声、特定声和余声标示

3. 16

特定声 specific sound

总声的组成部分，它可以被明确地识别并且与特定声源有关。

3. 17

余声 residual sound

在给定位置和特定环境下，当特定声被抑制后剩余的噪声。

3. 18

背景声 background sound

$$L_{p,AS,res,T}$$

余声的指示参量。

注1：背景声可以用总声的 95%超过声级 ($L_{p,AS,95}$) 来估计 (参见 4.3.3)。

注2：一些国家用 $L_{p,AS,90}$ 或 $L_{p,AS,99}$ 代替 $L_{p,AS,95}$ 作为背景噪声的指示。

3. 19

连续测量 continuous sound measurement

用声级计(或等效计量器具)做不间断的测量。

注：这种连续测量可测得连续声级 $L_p(t)$ 。

3. 20

事件检测 event detection

基于声学准则的离散声音事件的提取。

3. 21

噪声事件 sound event

数据集合，至少包括声暴露级、最大AS计权声压级、噪声事件的持续时间以及时间标识。

注1：为了恰当的进行事件分类，事件可包含更多的其它信息。

注2：有关最大短时等效连续声压级，见 3.5。

3. 22

事件分类 event classification

主要基于声学知识的声音事件的分类。

注1：噪声事件可被分类为“航空器噪声事件”或“非航空器噪声事件”。

注2：根据实际情况，事件检测和事件分类可同时进行。

3. 23

非声学信息 non-acoustical data

非声学的航空器运行的其它信息。

示例：机场提供的运行信息，雷达记录的航空器位置信息，等等。

3.24

事件识别 event identification

利用与声学无关信息来确定航空器噪声事件与特定航空器运行之间可能关系的过程。

3.25

已识别航空器噪声事件 identified aircraft sound event

已确定与某特定航空器运行有关联的航空器噪声事件。

注：已识别航空器噪声事件的数据集合可能包括飞机型号、跑道、航迹等运行信息。

4 数据获取

4.1 仪器设备

4.1.1 概述

为了监测航空器噪声，全自动噪声监测系统中每一个使用的测量通道应满足IEC 61672-1中对一类声级计的电声学性能要求。系统应能够进行A计权参量的测量。频率计权应符合对从基准方向（基准方向是指传入传声器振膜的标准入射角，即0°入射角）传入传声器的平面声波的响应规范。基准方向的选取要求应在噪声监测系统制造厂商的指导手册中说明。

检测结果可在中央工作站或其他地方打印，或其他地方显示。

注1：对于另外的有关温度范围的要求见 4.9.2，而有关指导手册的相关要求见第8章。

注2：可以获得可选的三分之一倍频带频谱噪声测量值。

4.1.2 传声器组件

在正常运行时使用的全部传声器组件（包括传声器、前置放大器、防雨器、风罩、传声器支撑部件、防鸟装置、避雷装置和校准器）应满足如下要求：避雷装置距离麦克风至少0.5 m；所有的其他设备（如，风速计）至少是在麦克风下1 m且水平距离麦克风支架至少1.5 m。

如果实际中这样的布置不可行，那么由此产生的测量不确定度分量应被记录下来。

4.1.3 传声器风罩

为了进行噪声测量，每一个传声器的周围都应安装一个适当的风罩，风罩及其支撑部件应作为传声器的组成部分。传声器风罩组件应按生产厂商的推荐方法进行测试，以确定由相对传声器为稳定入射角、速度为10 m/s的风产生的A计权声压级指示。测试结果应在指导手册中说明。速度为10 m/s的风噪声A计权1 min等效连续声压级不应大于65 dB。

4.2 传声器安装

噪声测量点的选择

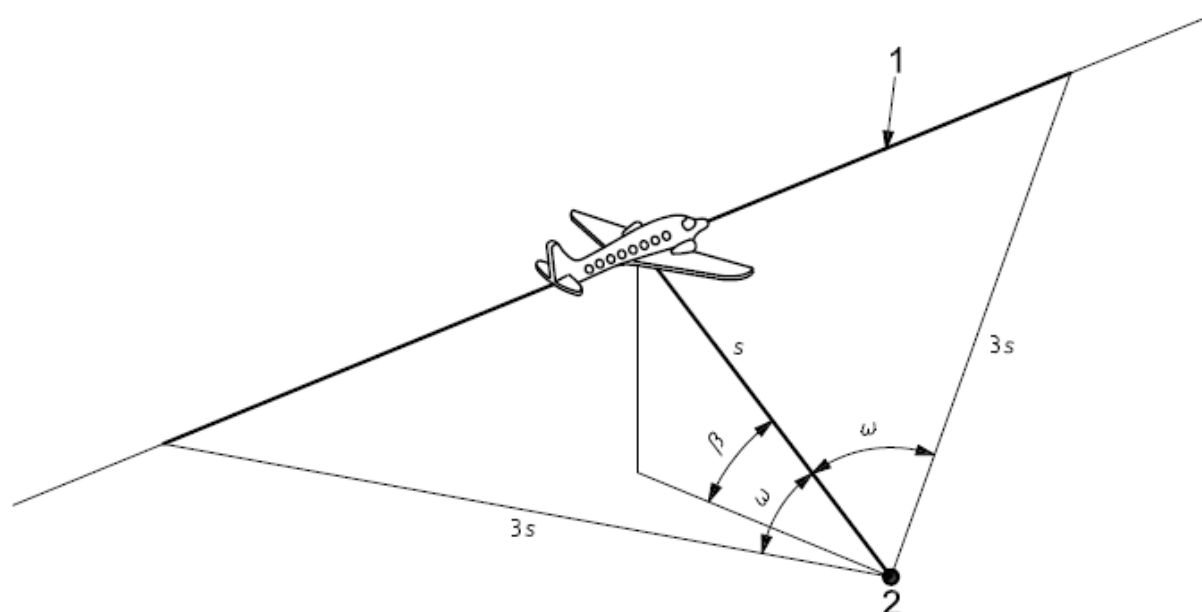
无人值守的传声器测量点应选择在所产生的余声（例如，非航空器噪声）影响最小的地点。

由于余声的存在,总会有一些噪声低的航空器不能被准确地测量到。为了仅依据声级识别技术就能进行可靠的噪声事件检测,测量点的选择应满足被检测的最安静的航空器的A计权最大声压级应高于余声的长时间平均声压级的15 dB以上,见附录A。

注:典型的余声声源包括主干道、工厂、空调设备、各种泵、刮风时沙沙作响或引来鸟类驻足的树,以及下暴雨和冰雹时的金属屋顶等。

4.2.1 选择测量点的要求

图2显示的是一个典型的直线航迹和监测终端的方位关系。最短距离 s (通常称为斜距)与航迹垂直。在斜距 s 处,航空器产生一个特定声压级 L_{AS} 。由于声音是球型传播,在航空器距监测终端 $3s$ 处,监测终端测到的声压级至少会衰减10 dB。因此可以在航迹上找出声压级高于“ $L_{p, AS, max}-10\text{dB}$ ”或“ $L_{p, A, eq, 1s, max}-10\text{dB}$ ”的部分。在图3中 s 与 $3s$ 之间的夹角约为 70° 。因此,使用下面的程序来描述从无障碍的监测终端看到的区域:



说明:

s ——斜距; β ——飞机相对水平面的仰角; ω ——视线角。

1——航迹; 2——噪声监测终端。

图2 与监测终端之间无障碍物的最为重要的航迹段的视线示意图

首先,确定航路,航路包括了所监测航空器所有航迹的最大部分。假如监测终端用来记录多条航路的噪声事件,那么应对每一条航路重复以上步骤。然后,从监测终端位置观测航路,观测一下位于航路的边界的航迹,这代表着几何末端的情况,例如具有最大和最小仰角 β 时的航迹。确定从传声器至每一条航迹上最小距离点(斜距 s)之间的视线,同时确定航迹上距监测终端 $3s$ 远处的点。对于直线航迹,这对应着斜距两侧各约 70° 的视线角。

注1: 2倍 70° 的扇形面的估计仅仅考虑球面传播。它表示的是一个上限。在实际中,由于大气吸收和指向性影响测量到的声压级,因此,10 dB降时间, t_{10} , 通常大约出现在(航空器进近时) 60° 和(航空器起飞时) 50° 的范围内。噪声监测终端到航迹上那些终点之间的视线确定了一个扇形区域,为了在声压级测量中得到一个最小的不确定度,这个区域应该没有障碍物。

注2：出于政策和（或）实际上的原因，噪声监测点经常预先确定并且有时不完全符合上述要求。在这种情况下，使用者应认识到在这些噪声测量点的噪声测量具有更大的不确定度。

4.2.2 除地面之外的反射面

在为传声器选择适当的位置时，应将除地面之外的反射面的反射影响降为最小。为了估计最优的传声器位置，可假定声音从航空器到传声器以直线传播并且大型反射面就像镜面反射一样。选取传声器的位置应使得任何除地面之外的反射面不会将相关航段上的航空器在任何部位发出的声音反射到传声器。

所有声学相关的除地面之外的反射面距传声器最少宜10 m以上，以便在声压级测量时不确定度最小。

4.2.3 传声器高度

标准的传声器高度最少应高于地面6 m。为减少地面反射的影响，传声器高度应在6 m~10 m之间。

注1：如果采用的传声器高度比较低（例如，4 m），很可能会干扰低频率占主导的航空器噪声的测量，如螺旋桨或低涵道比喷气发动机飞机。如果进行频谱分析，就可以看出传声器高度较低时，地面反射效应可能成为不利因素。

注2：安装在屋顶（如安装在面积有限的硬表面）上的传声器对从硬表面的声波反射效应更为敏感。测得的声压级取决于传入传声器的声波的角度、反射面的面积和倾斜度，以及声波的频谱，这取决于发动机机型、航空器的操作和距离，以及传声器接近屋顶边缘的程度。

4.3 推荐的监测参数

4.3.1 连续声级

监测终端应连续监测并按要求以1 s或更小等效连续声压级和AS计权声压级时间序列来显示总声的A计权声压级。

4.3.2 单噪声事件的声压级

一个航空器噪声事件用声暴露级 $L_{E,A}$ 和最大声压级 $L_{p,AS,max}$ 或 $L_{p,A,eq,1s,max}$ 表征（有关细节和其他要求见5.3）。

注1：在某些情况下，只有航空器噪声事件中高于监测系统临阈级的部分才被描述为“事件”。

注2：不是每一个能听到的航空器事件都必须从声级记录中分辨出来。

航空器噪声事件的声暴露级的计算应精确到0.1 dB以上。该精度并不意味着声暴露级的测量不确定度只有0.1 dB。任何最终的声暴露读数并不是直接测得的，而是由系统利用基本的声暴露测量后计算获得的。

4.3.3 百分之N超过声级

如果要计算超过声级，应在指导手册（见第8章）中明确说明时间间隔和计算N%超过声级的方法。

推荐采用AS计权声压级最小采样频率为每秒8次。

4.4 时间标识

航空器噪声监测系统应包含一个可靠的时钟，以便记录每次噪声事件及有关现象测量的日期和时间。在一天内的所有时刻，时钟与真实时间的误差不应大于2 s。如果发生断电，时钟应能继续工作直到系统重新启动。时间记录的中断应有明确的显示。如果系统中有多个时钟，它们彼此之间的误差不应大于2 s。每个时钟的精度应为1 s以内。

时间应采用当地时间。噪声监测系统应能自动采用协调世界时（UTC）进行计算并且能够进行当地时间与夏令时之间相互转换。

4.5 航空器噪声事件检测和分类

一个噪声自动监控系统应该能够可靠准确地检测航空器噪声事件并将其分类。根据情形需要有多种技术方法可以应用于航空器噪声事件的检测。在一天的不同时段可能需要采用不同的技术方法。

所选的技术方法应能够将航空器噪声事件进行准确地分类，以满足：

- a) 所有被测量的航空器噪声事件的累积暴露级的扩展不确定度（ U_{95} ，见第6章）不应大于3 dB；
- b) 至少50%的航空器噪声事件被正确地归类为航空器噪声事件；
- c) 被错误地归类为航空器噪声事件的非航空器噪声事件的数目应该低于实际航空器噪声事件数目的50%。

为了评估上面的准则b)和c)，在实际中，是由人工确定每架航空器单独出现的时间（而非雷达数据），以及现场观察或记录的各自的声暴露级，来实现将航空器噪声事件进行分类的。试验阶段最少应包括二十个同类型航空器的噪声事件，且其中的每架航空器的A计权声暴露级应至少比地面背景声级高出5 dB。

注：如果噪声监测终端包含噪声事件识别功能（见3.17～3.23），有些监测终端具有这种功能，所产生的出错率将远小于a)和c)所给出的数值。

4.6 测量范围

噪声监测终端声压级的测量范围最小应为30 dB～120 dB。1 kHz频率上的线性工作范围应不小于60 dB。对超出仪器量程的声压级和噪声事件应标注出来。

假如在监测点处，监测终端的测量下限不低于实际中的最小声压级或上限不高于实际中的最大声压级，那么将显著增加测量的不确定度。为避免这种增加的不确定度，推荐监测终端的线性范围应大于该位置最大声压级与最小声压级的差值。

4.7 数据传输

4.7.1 概述

数据从监测终端向中央工作站传输可采取两种方式：连续传输和间断传输。用于声压级数据传输的软硬件的分辨率应为0.1 dB以下，并能对所有传输数据进行有效性验证。应能够对校准状态和由于内存溢出、断电或者仪器故障而造成数据丢失的时间段加以显示。超出测量范围的无效声压级数据应被标注。数据传输不应增加噪声测量的不确定度。

本标准没有规定数据误差检验的方法，任何噪声监测系统所采用的检验方法应由生产厂商在指导手册中详细说明。

在数据传输时对每一个监测终端单独进行确认是很重要的。

4.7.2 数据类型

如果数据是间断地以成组的形式传输，那么每次声学数据传输至少应包含以下数据集合之一。每一个数据集合规定的的数据是最低要求，也可以同时传输任何其它的数据。数据类型可同时被传输。生产厂商应提供所传输数据的准确详细信息。

- a) 对每一个噪声事件：A计权声暴露级 $L_{E,A,i}$ 、最大AS计权声压级（ $L_{p,AS,max,i}$ 和（或） $L_{p,A,eq,1s,max}$ ）、时间标识（事件的开始时间或最大声压级出现的时间）和事件检测临阈值 $L_{threshold}$ 的实际声压级（如果有关的话）；

b) 航空器噪声事件声压级时间序列；

本标准未规定非声学数据的格式和内容。

有关总声的统计数据（例如，百分之N超过声级）连同各个数据时段的起止时间应该从噪声监控终端传出。

4.8 声学校准和验证

4.8.1 声学校准

应对每个传声器提供由声校准器产生的声学校准信号以检查测量系统的声学灵敏度。声学校准信号应为250 Hz~1 000 Hz之间的纯音。纯音的声压级范围应为90 dB~125 dB。在校准时为了排除环境噪声的影响，可采用声耦合器或其它方法。每一个监测终端处的传声器都应根据校准声级的读数修正到真值。声校准器应遵守IEC 60942中关于一类仪器的要求，声校准器最少每12个月应由具备相应资质的计量技术机构校准一次。

这种声学监测器校准至少每年一次。建议经常校准，如每季度校准一次。

用于校准的纯音频率为1 000 Hz，如果噪声监测终端可以用C或Z频率计权测试，那么可用它们检查低频声音灵敏度。

4.8.2 自动校准检查

应通过将已知的电子信号序列传入传声器或使用传声器膜片上的激励的方法，对所有噪声监测终端及其相连接的系统的工作情况进行检查。传声器的输出信号应为正弦波，其频率在990 Hz~1 010 Hz之间、等效声压级高于80 dB。应在监测终端和中央工作站都能够实施校准检查。

通过远程检查噪声监测终端的电子灵敏度和功能，对于检测故障是有用的，但其不可作为检测测试通道声学灵敏度的替代方法。

4.8.3 校准检查的时间间隔

自动噪声监测终端的声学灵敏度检查应至少每天自动地进行一次（建议在航空器活动较少的时段进行）。当进行自动灵敏度检查时，所得到的声压级数据应被自动地从航空器和非航空器噪声数据中剔除。建议任何的自动校准系统不应在噪声事件被检测到时开始工作，而应该推迟到事件已经结束后再开始工作。

允许对灵敏度进行检查且只对相对从前检查的灵敏度偏差进行存储而不改变信号链的灵敏度。

当允许使用自动声学校准时，建议使用对传声器进行静电激励的方法进行校准。

4.8.4 信号校准检查数据的存储

初始灵敏度及其与后续每天测量时的灵敏度之间的差值应记录并报告。此外，应记录在每两次用声学校准器对声测量通道灵敏度检查之间的校准灵敏度的标准偏差或者差值的变化量。噪声监测系统应最少记录最近12个月的灵敏度数据。

当灵敏度有显著变化准确时间不清楚时，所记录的灵敏度改变量不应用于修正灵敏度有显著变化时的测量数据。这些数据十分可疑。然而，一旦灵敏度已经改变并且获得了稳定的灵敏度，则修正数据就是适当的，但这类修正应被记录。通常，灵敏度变化大于1 dB就认为是显著的且为发生故障的征候。应找到尽可能切合实际合情合理的原因并排出故障。

标准偏差或变化量应采用记录校准偏离量或新的总数值或者其它能够较容易看出灵敏度改变的方法加以记录。

4.8.5 电声性能检验

推荐的系统性能检验时间为一年，允许的最大检验时间间隔为两年。如果检验信号发现有不规则，那么建议立即进行核实验证。根据IEC 61672-3程序要求，噪声监测终端每个通道的电声学性能都应定期检验以满足IEC 61672-1中的一类规范要求。

一个噪声监测终端如果在前24个月时间段内没有进行以上检验，那么就应认为其不满足本标准，设备安装使用的前两年除外。

4.9 环境特征

4.9.1 概述

4.9.2~4.9.4给出的要求解释说明了噪声监测终端在各种环境中所允许的灵敏度。安置在户外的噪声监测终端的部件应符合IEC 61672-1规范，与基准环境条件的改变量影响处于一类容限之内。这个要求适用于相对湿度、大气压、交变磁场、静电放射、无线电频率场和电源电压波动等改变所造成的的影响。

4.9.2 大气温度

安置在户外的噪声监测终端的部件应符合IEC 61672-1的一类容限要求，应能在-10℃~+50℃的温度范围内使用。

假如机场周围的温度经常超出-10℃~+50℃的范围，生产厂商应向机场或用户提供由于温度过低或过高可能引起的测量不确定度的详细说明。

除了一些处于特殊条件下的传声器组件，当监测终端温度超出规定范围，可通过在监测终端室内加热或降温的方法，将温度调节到规定的范围。如果采用温度调节的方法，那么就应注明，当遇到故障时，如断电，测量的不确定度会显著增加。

4.9.3 其他室外影响

室外噪声监测终端的设计和安装应尽量减少生物引起的破坏。一些特殊要求包括所有的电缆应装在金属管内，传声器应安装风罩，在所有容易接近的地点安装坚固的锁，将设备安装在大多数当地生物不容易接近的地方。

噪声监测终端操作人员应该了解监测点处特殊的动植物并采取保护措施以防止它们破坏。

4.9.4 电源

应采用连续供电的方式，例如太阳能、电池等。在机场附近，通常可使用公共电网。噪声监测系统的电源应符合IEC 61672-1的要求。

任何备份电源应该能够在外部电源发生故障时连续工作。备份电源应在一年中最坏情况时仍能够正常运行。此类电源应考虑到能够持续不低于当地公共假期的最长时间，因为在假期内恢复电源供应是不可能的。在下次检验之前，噪声监测终端制造商或供应商应提供数据表明规定的备份电源工作时间是可以达到的。

4.10 气象条件的测量

应测量以下气象条件：

- a) 风速；
- b) 空气温度、相对湿度；
- c) 降水量。

应提供1 h的平均值。

应在机场和（或）监测终端周围的有代表性的位置测量温度、相对湿度和降水量。应在不止一处测量风速和风向以确保测量数据能充分代表监测终端处的风速和风向（特别是当噪声级测量用于违反噪声限制处罚时）。

如果可能，气象数据可以从航空气象日常天气报告获得。航空气象日常天气报告会定期（通常1 h）更新，所以这些数据不能提供瞬时的风速或方向。

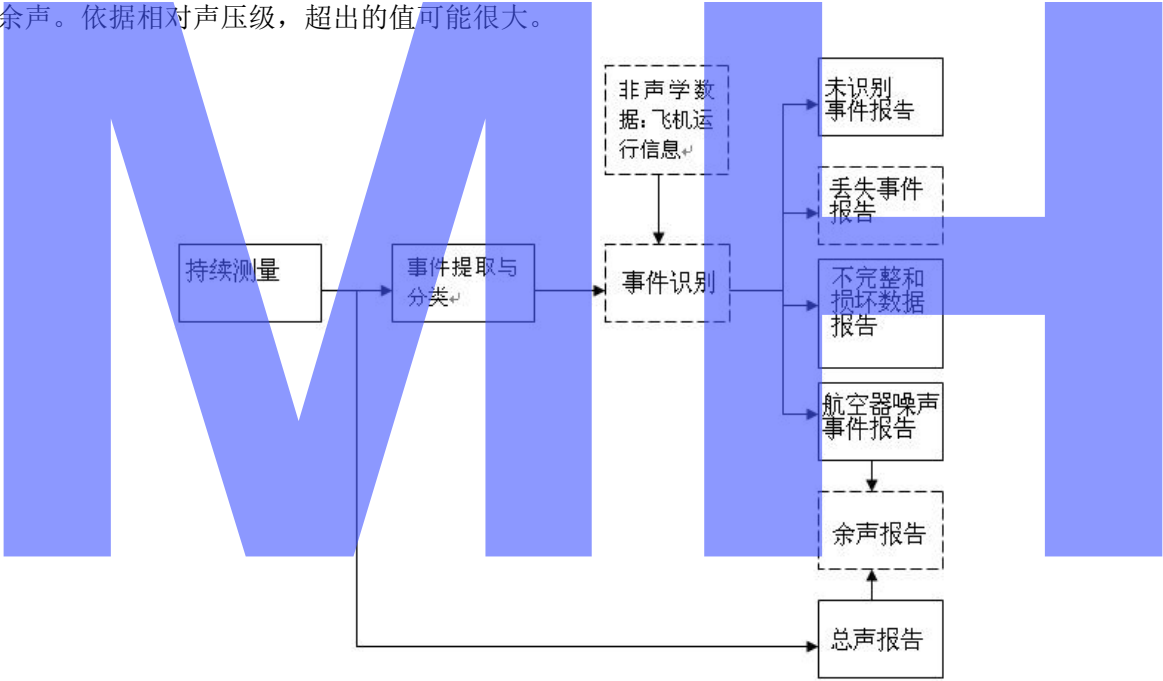
用于气象条件测量的仪器应最少每年检定（校准）一次。

5 数据处理

5.1 概述

图3显示了数据采集和处理的步骤。

根据图3，余声可能被“未识别”事件、“丢失”事件及“被损坏”事件等声音损坏和增强，所有这些在数据处理过程构成了余声的一部分。同时，根据图4，余声包括所有验证飞机的低于最大噪声级声级10dB以下的声音。正因如此，在图4描述的余声通常大于3.15描述的真实余声，当飞机离开后仍保留的余声。依据相对声压级，超出的值可能很大。



注：图中虚线表示可选报告；实线表示强制性报告。

图3 飞机噪声数据采集和处理

5.2 基本要求

航空器噪声监测系统可能在若干个地点连续采集噪声数据，可能产生大量各种形式的声学数据。这些数据中有很多可能对机场和社区是有用的，以下两种类型的数据在所有情况下都是必需的，因此对所有的系统都有强制性的规定：

- a) 航空器噪声事件数据；
- b) 不完全或被损坏的数据。

应报告规定时段内总声。总声以适当时间段内的等效连续声压级表征。它也可以用N%超过声级表示。

不同时段超过声级不应与更长时段的数据合并在一起,因此,如果测量超过声压级,则1 h、1 d和其他时段声压级应分开计算。

噪声监测系统应记录短时 $L_{p,A,eq,1s}$ 值的时间函数作为进一步分析的原始数据。

注:噪声监测系统的功能可能大大地超出了这些基本的功能,不仅提供额外的噪声信息、还提供航空器识别、跑道使用、飞行轨迹和其他非声学数据。

5.3 航空器噪声事件数据

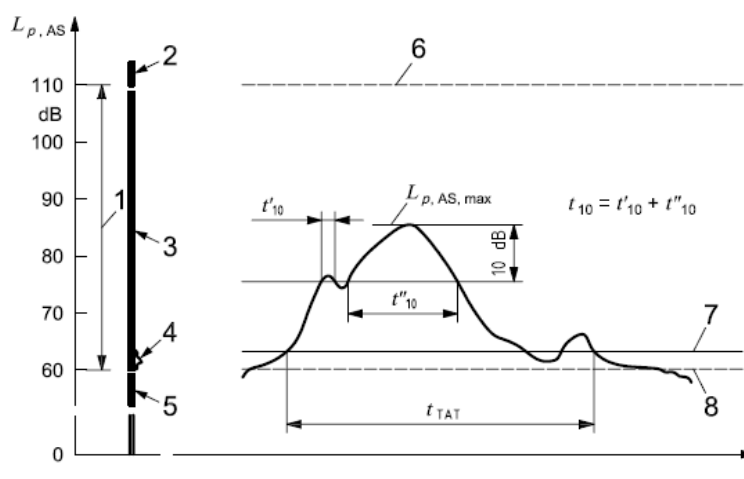
5.3.1 概述

通常,噪声监测系统首先从连续测量的数据中提取每个噪声事件。然后,应用声学准则将这些事件分为航空器或者非航空器噪声事件。

5.3.2 噪声事件检测

当符合下面的声学准则时,则检测到了一个噪声事件:

- 声音不稳定,但也不是脉冲的,即它的持续时间处在规定的限制内;
- 声压级至少超过基准声压级在规定的数量以上;
- 当噪声事件终止后,声压级在指定的时段内没再超过规定的声压级。



说明:

$L_{p,AS}$ ——AS 计权声压级; $L_{p,AS,max}$ ——最大 AS 计权声压级; t ——时间; t_{10} ——10 dB 降时间; t_{TAT} ——大于临阈级的时间。

1——主要参量的范围(动态范围); 2——过载范围; 3——所考虑的范围; 4——忽略的范围; 5——非传输范围; 6——主要参量范围(动态范围)的上限; 7——声压级临阈级; 8——线性工作范围下限。

图4 事件检测准则示例

噪声事件分类所需要的噪声事件 i 的数据集合至少包括最大AS计权声压级($L_{p,AS,max,i}$ 和(或) $L_{p,A,eq,1s,max,i}$),声暴露级 $L_{E,A,i}$ 、持续时间 ΔT_i 和时间,时间是最大声压级发生或噪声事件起始时的当地时间。

此外,噪声监测终端应能够确定初始临阈级点与取得最大声压级之间的时间间隔、终止临阈级点,和其他可能有用的数据。

5.3.3 航空器噪声分类

并不是每次提取的噪声事件都与航空器事件有关。主要基于声学特性的分类能帮助将非航空器噪声事件从航空器事件中分离出来。（在5.4中，事件识别被描述为数据处理的更进一步的步骤）。

航空器分类可基于以下的一个或更多个准则来进行：

- a) 飞行速度的范围和传声器到航空器距离的范围，进而噪声事件的典型持续时间；
- b) 最大声压级（ $L_{p,AS,max,i}$ 和（或） $L_{p,A,eq,1s,max,i}$ ）和 $L_{E,A}$ 之间的典型关系；频谱信息；
- c) 和另一监测终端监测事件的关联性；
- d) 超风速下试验；
- e) 倾听所记录的噪声事件的声音。

所采用的试验方法由生产厂商或供应商规定。

5.4 事件识别

假如可以获得飞机运行的非声学数据，例如：

- a) 航班时刻表、跑道使用情况、航空器型号和飞行轨迹；和（或）
- b) 飞机位置数据；

则所记录的航空器噪声数据可能被用于以下方面：

- a) 通过噪声事件与出现在传声器附近航空器的关联性，进一步检查它们确实是由航空器引起的；并且
- b) 识别与特定航空器运行之间的关联性。

经识别的航空器噪声事件不仅包括噪声事件的基本数据，还包括关于航空器型号、飞行轨迹、跑道等航空器数据。

识别航空器噪声事件可以通过自动程序或通过人工操作方式完成。在任一情况下，操作人员都应能够审查相关的信息，并且每一个经识别的航空器噪声事件都应标注是否经工作人员审查和验证。当可以进行自动事件识别时，在识别过程中任何时刻使用的算法和相关准则都应在指导手册中列出。

假如准则已发生变化，改变的准则应按照一定的逻辑关系被记录在经审查数据中。

如果非声学数据是可用的，且要对事件进行识别，则噪声监测系统指导手册应该说明如何处理“未识别事件”，“未识别事件”是指没有与航空器运行相关联的测量到的航空器噪声事件（见第8章）。

5.5 不完整或损坏的数据

5.5.1 概述

噪声监测终端可能由于电力故障，过大的风声，设备故障等原因停止采集或处理有效的噪声数据。在这种情况下应有相应预防措施向工作人员发出警报以提醒重新启动设备，使损失的数据最小化。当数据不可挽回地丢失或无效时，声压级参数计算应该作适当的修正以便估算出该值，就像数据损失没有发生一样。例如，如果在某天系统停止工作几个小时，日累积A计权声压级的平均过程应该用那若干个小时的有效数据计算，而不是用整个一天的数据计算。这种情况下的这类数据应标注出来。

无论何时，如果超过三分之一的数据丢失，则不应进行计算，并且记录应该保持空白，且应有适当的标记说明这种情况。

本段中的内容不应用来限制噪声监测系统对遗失数据的估计，但是这样的估计不应包括在7.2所描述的报告中，且应清楚地注明是估计值。估计的基本原理应在指导手册中有明确的说明。

5.5.2 风噪声

在有风的情况下得到的数据将增加测量数据的不确定度，航空器噪声事件发生时的风速应记录在报告中。当风速大于10 m/s时，测得的数据应标注。

注：在某些情况下，风的影响可通过风噪声的特定频谱被识别出来（通常是一种低频为主的宽频带噪声）。

5.6 总声和余声

噪声监测系统应能测量总声（包含所有声源）。另外噪声监测系统同时能计算余声（非航空器声源）是有好处的，通过以上两个数据就可计算累计航空器事件数据的平均声压级或在同时段内的百分之N超过声级。

在每个报告中，此类数据应仔细地航空器噪声数据中区分出来。

注：根据图3，余声可能被来自“未识别”、“丢失”和“损坏”等事件的噪声而损坏和增强，所有这些事件构成了余声的一部分。同时，根据图4，余声包括所有低于最大声级10 dB或更多的已核实航空器噪声事件的声音。

正因如此，图3所描述的余声通常大于3.15描述的真实余声，当航空器离开后仍然存在的噪声。根据相对声级，超出的可能很大。

5.7 数据存储

所有的噪声监测数据都应暂时存储和存档。所有噪声事件和每小时的声暴露数据应该保存足够的一段时间，以便能进行各种辨识试验和对航空器噪声事件进行识别（如果系统有这种功能的话）。如果数据是存储在远端监测终端并定期向中央工作站传输数据，那么每个远端监测终端应该有足够的空间存储所有基本的噪声事件数据和每小时的声暴露数据持续时间为以下最大者：

- a) 能存储平常传输间隔时间两倍的数据；
- b) 24 h；
- c) 噪声监测系统管理和维护人员不在岗（如节假日）的最长时间，以防止工作人员不在岗时由于数据传输发生故障而导致数据丢失。

6 测量的不确定度评定

应按JJF 1059.1对测量结果进行不确定度评定。

7 数据报告

7.1 概述

在无人值守噪声监测系统中，按照IEC 61672-1中的定义，“最终显示”是由显示在可视屏幕或类似打印机这样的硬拷贝设备上的报告所组成。所要显示的格式和数据由用户和生产厂商决定，有些项对平衡观察数据是必不可少的。因此，本章列出了每个报告需要的最少数据。除了强制性的国际标准数据之外，还包括其他推荐的数据清单。该清单并不排除噪声监测系统提供其他数据。任何其他的数据以及得到这些数据的详细计算过程应该在指导手册中说明。数据报告应在规定的时间间隔内提供，但显示不要求是自动的并由工作人员自己选择。报告中的所有时间应当是监测站所处的当地时间，如果国际标准时间与当地时间有明显差别，也可以同时显示国际标准时间。每次事件优先考虑的参数是A计权声暴露级 $L_{E,A}$ ，但如果有关规定，等效连续声压级 $L_{p,A,eq}$ 或A计权声暴露也可以用来代替声暴露级 $L_{E,A}$ 。

某些推荐的信息，尤其是非声学参数，可能不提供给噪声监测系统，除非提供有外部数据且外部数据可进入噪声监测系统。这些信息包括类似航班号等。用户应了解这些信息可能会需要，并且做好准备提供这些信息。

应显示所报告的每个噪声监测点数据的扩展不确定度（ U_{95} ）。

以下与监测点对应的信息应在报告中给出：

- a) 仪器及其刻度和布局、测量时间间隔；
- b) 机场运行条件说明（如关闭的跑道）；
- c) 噪声监测站处的地形、地面覆盖物和土地状况。

7.2 航空器噪声事件数据的报告

7.2.1 概述

航空器噪声事件数据被定义为由一个或一系列单一航空器噪声事件所形成的数据。每一个单一航空器噪声事件对应一次单一的航空器运行；每一次单一的航空器运行对应一个或多个噪声监测点处的事件。

事件数据的报告通常比日、周、月或年等定期报告要更详细。

注：描述未识别事件或丢失事件的报告可能是有用的。

7.2.2 单一航空器噪声事件

单一航空器噪声事件包括：

- a) 要求的单一航空器事件信息，包括：
 - 1) 特定时段内的 A 计权暴露声压级；
 - 2) 事件最大声压级 ($L_{p,AS,max,i}$ 和 (或) $L_{p,A,eq,1s,max,i}$) ；
 - 3) 事件时间标识 (见 4.7.2) ；
 - 4) 风速；
 - 5) 降水情况。

如果适用的话，报告中应说明在每个噪声监测终端中所用到的临阈级。

- b) 推荐的单一航空器事件信息，包括：
 - 1) 高于临阈级的时间或 10 dB 降时间 t_{10} ，见图 4；
 - 2) 包含有时间标识 (1 h 时段的开始和结束时刻) 和使用的采样率的 1 h N% 超过声级，见 4.3.3 的描述；
 - 3) 风向；
 - 4) 大气温度；
 - 5) 相对湿度；
 - 6) 航班识别标识；
 - 7) 航空器型号；
 - 8) 使用的跑道；
 - 9) 与航空器噪声有关的航路名称代号 (航空信息出版物，AIP) ；
 - 10) 起飞或降落操作；
 - 11) 事件的时域图，即 A 计权短时等效连续声压级 $L_{p,eq,A,1s}$ 相对时间的图。

任何可能的不确定的航班匹配都应该标记出来，如多重叠事件。

应当注明统计指标的计算时间。

7.2.3 累积航空器噪声事件数据

7.2.3.1 每小时航空器数据

相应于一天中每小时内所有航空器噪声的声暴露级的等效 1 h 平均声级，可以从每个监测终端提供的记录数据中计算出来。每个监测终端累积声暴露，由所有测量到的航空器噪声事件的声暴露级的总和来确定。

为了简化起见，单一航空器事件声暴露应标注出在事件期间内最大A计权声压级发生的小时时刻，即使事件的一部分出现在前一个或后一个小时。不然的话，多事件可能成为噪声监测终端处理的结果。小时应该用该小时开始时刻的当地时间来标记。

7.2.3.2 每日事件总结

每日事件总结报告是对每个监测终端在24h期间内所有航空器噪声事件的总结，通常以表格的形式给出。

推荐起始时刻是在夜间的某时刻，具体时间由当地的法规决定（例如22:00）。

7.2.4 每月事件总结

每月事件总结报告应包括一个月的事件总结，按照每天依次列出：

- a) 监测到的航空器噪声事件总数；
- b) 累积声暴露级（参见 GB/T 322.1 中的“whole-day rating levels”）；
- c) 航班运行总结，例如起飞和降落的总架次数。

可选择性地将发生在指定白天、晚上或深夜的事件次数包括在内。

7.2.5 定期总结

每年应定期总结，但采用3个月、6个月、一年还是其他更长时间的定期总结是可选的，不对这些报告的数据做要求，但是应采用每月事件总结的格式。

7.3 环境报告

要在各种时间间隔内生成环境报告且用统计学术语描述由监测终端监测到的总声和（或）余声。没有格式、参数和数据等要求，这些通常由当地相关部门制定。

每个环境报告应当至少包括报告时段内的背景噪声声压级（见3.16）以及时间平均声压级。

8 指导手册

每一个噪声监测终端及若干个作为一个系统联合工作的噪声监测终端的指导手册至少应包括以下列出的内容。

对于1级声级计及等效仪器，所有IEC 61672-1中有关指导手册的要求都应得到满足。

在指导手册中，除了IEC 61672-1中规定的的数据，还要求提供以下数据：

- a) 噪声监测终端的手动声学校准方法；
- b) 噪声监测终端信号灵敏度的自动检查方法；
- c) 用于对航空器噪声事件进行检测和分类的方法，以及如何设定合适参数的指南；
- d) 用于确定短时等效连续声压级的时间间隔；
- e) $L_{pAS}(t)$ 的采样间隔或计算 $L_{pAS}(t)$ 的方法；
- f) 计算 L_{EA} 所需的声级范围（例如： $L_{pAS,max}-10\text{dB}$ ，所有高于临阈级的声级）；
- g) 数据传输中使用的误差检验的方法；
- h) 由稳定的风速高于 10 m/s 所引起的 A 计权声压级显示；
- i) 防止腐蚀和水气进入的维修方案；
- j) 监测系统数据储存能力；
- k) 除声暴露以外的参数的详细计算方法；
- l) 第 7 章中描述的其他数据的详细计算方法；

- m) 如果可行，将已识别的航空器噪声事件和飞行数据关联起来的处理方法；
- n) 如果没有声学数据可用和如果事件身份正处理，应认为这是不明事件。

MH

附 录 A

（规范性附录）

噪声监测终端选址

A.1 概述

噪声监测终端的位置对于获得具有最小不确定度的有用声学数据是十分关键的。因为在不同的特殊位置对声学数据的要求可能相差很大，所以设置噪声监测终端的工程指南的差别也很大。一旦明确了监测终端的目的，噪声监测站的选取应在制定噪声监测计划的早期认真考虑。为了分析一个选址对航空器噪声测量结果的不确定度的影响程度，应仔细分析余声与监测到的最安静飞机所产生最大声压级之间的关系。为了避免测量被余声损坏，这两种声压级应相差至少15 dB。对于不能满足此差值要求的监测站，会导致更大的测量不确定度。

A.2 测量点选址程序

选择噪声监测终端通常有两个阶段。第一阶段是选择普通的噪声监测点，要考虑噪声监测的目的，可能包括：

- a) 在特定噪声敏感社区获得可靠的声学信息；
- b) 为噪声控制（限制）、噪声费分析等目的，在特定监测点获得可靠的不同类型航空器和运行所产生的声压级信息；并（或）监控与定期噪声暴露级要求的符合性。
- c) 获得声学信息以监控航空器起飞和降落的航迹及确定跑道使用和航迹使用情况；
- d) 满足噪声监测系统技术要求，特别是要获得来自重要的起飞或降落航迹下的多个监测终端的噪声数据，以便将航空器噪声信号从机场附近社区的其他噪声中分离出来。

选择噪声测量点的第二阶段是在整个区域选择特殊的监测点，这取决于实际需要和其它情况，如：

- 受到其他声源的干扰（公路交通，工厂，野生动物，娱乐活动等）；
- 如果需要固定电话线和电源，能方便地使用；
- 地形和建筑障碍物；
- 获得监测点进入和批准的容易性和成本；
- 噪声监测终端的安全性考虑（恶意破坏、盗窃及动物损毁）；
- 可能的测量不确定度。

A.3 选择声学适宜噪声监测点的方法

A.3.1 概述

在大部分情况下，声压级的测量涵盖航空器事件的持续时间段，如单事件声压级 $L_{E,A}$ 和基于 $L_{E,A}$ 或 $L_{p,eq,T}$ 的各种参数。然而，由测量结果确定的 $L_{E,A}$ 要求声压级的积分至少处于“ $L_{p,AS,max}-10\text{dB}$ ”声压级以上的范围内。此外，为了进行可靠的声学测量，航空器噪声事件应从余声中明确分辨出来，即背景噪声和测量噪声级之间的差值至少应为5 dB。因此，监测终端应安装在航空器噪声事件噪声声压级 $L_{p,AS,max}$ 高于平均余声至少15 dB的地方。

AS计权声压级 $L_{p,AS}(t)$ 被本附录作为例子使用；A计权短期等效连续声压级 $L_{p,A,eq,1s}$ 可以作为其等效参量使用。

为了监测在特定航路上的航空器运行情况，通过以下程序来确定监测终端的适合位置：

- 总有一定比例的噪声较小的航空器是监测终端监测不到的。因此，基于最佳可用数据，应该对要求可靠测量的（现今以及可预测的将来在该机场运行的）最安静航空器进行识别，并且要估计相应的最大声压级 $L_{p,AS,max}$ 。
- 在可能的传声器位置，应该估计余声的平均A计权声压级。例如，在农村地区该余声声压级可能为 40 dB~50 dB，在城郊地区可能增加到 55 dB；
- 为避免过大的地面效应，仰角（航空器和麦克风之间的连线与地平面之间的夹角）应大于 30°；这通过两条线限制了靠近跑道的区域，线段起始于航空器离地点并且在观测到航空器的仰角为 30°的点与椭圆交叉。对于再低一些的仰角，所测声压级的不确定度会增加。

A.3.2 声学适宜的噪声监测点的确定

为了可靠检测，99%事件的最大声压级应大于余声声压级最少15 dB；大于余声声压级15 dB的声压级用 L_{detect} 表示。

L_{detect} 的噪声等值线图可根据最安静航空器机型的单次飞行来确定。通常此任务需要用到航空器噪声计算程序。对于粗略估计，可以按照所列出的步骤a)~c)来人工确定。如果有几个爬升剖面，应选择坡度最陡的剖面，因为它通常产生较低的声压级，并且能够测量到的最低声音的事件是需要的。

- 对起飞情况，在初始起飞之后航空器开始减推力爬升。在航空器爬升时，在特定距离（例如 305 m）确定最大声压级 $L_{AS,max}$ 。然后估计航空器的距离 d_{max} ，航空器在该处的声压级为 L_{detect} 。双倍距离时声压级要减小 7 dB~9 dB（由于声音以球面形式传播和被空气吸收大约 6 dB）。另外一个方法，可以直接由航空器噪声计算程序和噪声功率距离表（NDP 表）估计距离 d_{max} 。
- 使用平均的大爬升角爬升剖面，确定航空器飞到高度为 d_{max} 时的水平距离 x_{max} 。该距离 x 是从跑道上典型的离地点测量的；
- 对于通常的直线起飞，声压级超过 L_{detect} 的区域由一个椭圆按下列方式来定义：当航空器接近地面时，此区域的边界距跑道两侧 d_{max} 。沿飞行轨迹方向，这个区域逐渐缩小（航空器爬升时）地接近距离为 x_{max} 时的椭圆顶点（从几何上说这是一个以航迹为轴半径为 d_{max} 的圆柱体，被地平面一分为二）。

确定噪声等值线的例子见A.3.3。

对位于弯曲状飞行轨迹下的麦克风，可使用类似的估计，观察离弯曲状飞行轨迹的最大允许距离 d_{max} ，如果需要，还要考虑飞行轨迹弯曲部分的更大延伸。

在确定噪声监测点之前，需要测量一些声压级，以评估余声与随着麦克风到飞行轨迹距离的变化而变化的航空器噪声和最大噪声级之间的关系。

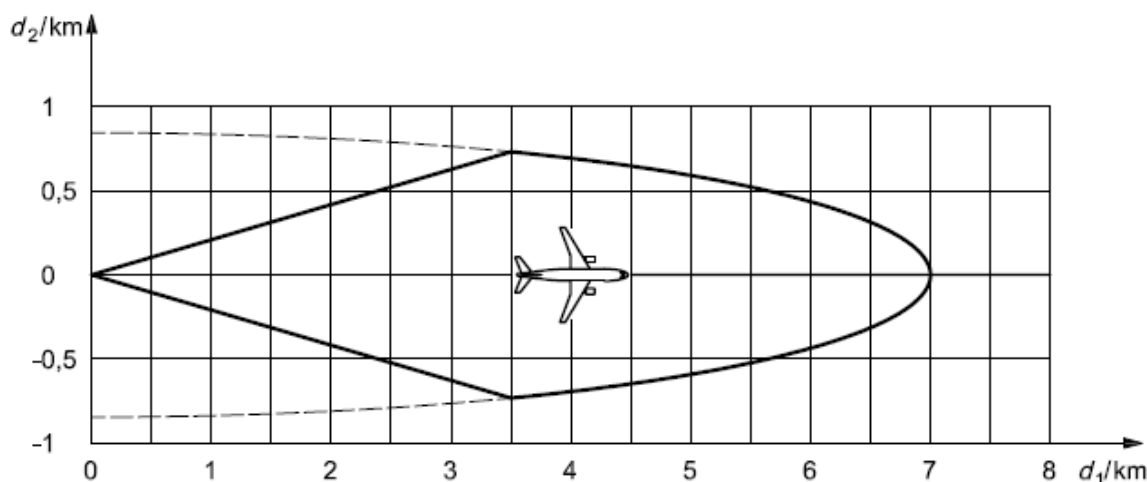
可能需要在声学上不适宜的区域安装噪声监测终端，其目的是为了显示说明此处通常航空器噪声很低。这类噪声监测终端不能监测大多数飞行器事件，但是可以检测到飞近该麦克风的例外事件。

A.3.3 实例

A.3.3.1 起飞实例

在某机场，需要测量某型航空器的噪声。假设余声声压级 $L_{p,AS,95,T}$ 为55 dB，要求的最小 L_{detect} 为70 dB。为了做评估，忽略初始起飞功率和更陡一些的剖面。假定该航空器以恒定爬升率爬升到2 500 m、距离机场22 km的位置。

当使用航空器噪声计算程序时,估计 d_{max} 为800 m处听到的声压级约70 dB。按照假设的爬升率,在与起飞点的距离 x_{max} 等于7 km时,高度达到800 m。可靠的监测区域是两半轴分别为0.8 km和7 km范围内的椭圆区域。此区域的最大距离为3.5 km,由于排除相对于地面的仰角小于30°的噪声入射角,该区域进一步受到限制。最终该区域如图A.1所示。



说明:

d_1 ——距起飞点的距离; d_2 ——距飞行航迹边界的距离。

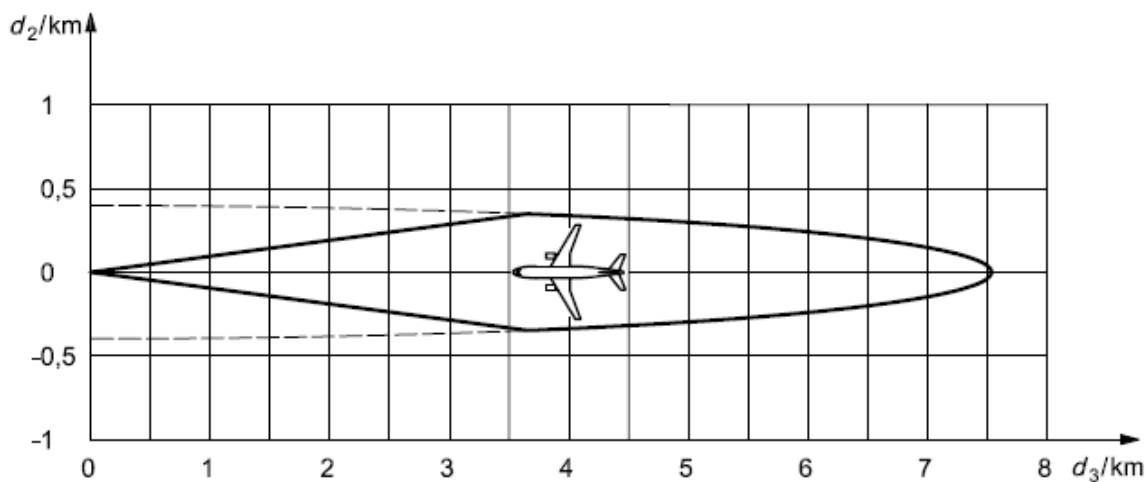
注:某型号航空器离场, $L_{PA,AS,max}=70$ dB。

图A.1 用于估计可靠的事件检测的噪声监测终端位置的示例1

A.3.3.2 进场实例

同样的程序适用于进场,因为对于ILS(仪表着陆系统)进近的典型下滑角度为3°,所以可以安装传声器的区域变得更为狭窄。

对于给定的斜距,航空器进场时比起飞时更加安静。对于A.3.3.1中讨论过的某型航空器的同样情形,最大边线距离此时减少到400 m,而声压级同样为70 dB。假设使用3°的ILS下滑角,该边线距离变成距着陆点7 600 m。再加上排除小于30°的相对于地面的声音入射角的限制,最终区域如图A.2所示。



说明:

d_3 ——距着陆点的距离; d_2 ——距飞行航迹边界的距离。

注: 某型号航空器进近 $L_{p, AS, max}$ 为70 dB。

图A. 2 用于估计可靠的事件检测的噪声监测终端位置的示例 2

