



中华人民共和国国家标准

GB/T 3222.2—2009/ISO 1996-2:2007
代替 GB/T 3222—1994

声学 环境噪声的描述、测量与评价 第 2 部分：环境噪声级测定

Acoustics—Description, measurement and assessment of environmental noise—
Part 2: Determination of environmental noise levels

(ISO 1996-2:2007, IDT)

2009-09-30 发布

2009-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测量不确定度	2
5 仪器	2
6 声源的运行	3
7 天气条件	4
8 测量方法	5
9 测量结果的计算	8
10 外推到其他条件	9
11 计算	10
12 资料记录和报告	10
附录 A (资料性附录) 气象窗和由天气引起的测量不确定度	12
附录 B (资料性附录) 相对于反射面的传声器位置	17
附录 C (资料性附录) 评价噪声中有调声可听度的客观方法——参考方法	20
附录 D (资料性附录) 评价噪声中有调声可听度的客观方法——简化方法	27
附录 E (资料性附录) 各国规定的声源计算方法	28
参考文献	30

前 言

GB/T 3222《声学 环境噪声的描述、测量与评价》包含以下两个部分：

- 第1部分：基本参量与评价方法；
- 第2部分：环境噪声级测定。

本部分为 GB/T 3222 的第2部分，等同采用 ISO 1996-2:2007(第2版)《声学 环境噪声的描述、测量与评价 第2部分：环境噪声级测定》。

本部分将 ISO 1996-2:2007 的规范性引用文件和参考文献中部分 ISO 标准替换成对应的有效的国家标准。

GB/T 3222.1—2006 和本部分一起代替 GB/T 3222—1994。

ISO/TC 43 技术委员会对第1版的 ISO 1996 做了较大的修改。第2版的 ISO 1996-1 和 ISO 1996-2 删除和替代了第1版的 ISO 1996-1:1982、ISO 1996-2:1987、ISO 1996-2/修订及 ISO 1996-3。将第1版的标准名称《声学 环境噪声的描述和测量》改为《声学 环境噪声的描述、测量与评价》。增加了评价的内容。

GB/T 3222.2—2009 和 GB/T 3222—1994 的主要差异是：GB/T 3222.2—2009 是等同采用 ISO 1996-2:2007(第2版)。而 GB/T 3222—1994 是参照采用 ISO 1996-1:1982《声学 环境噪声的描述和测量 第1部分：基本量与测量方法》(第1版)和 ISO 1996-2:1987《声学 环境噪声的描述和测量 第2部分：与土地使用有关的数据采集》(第1版)制定的。GB/T 3222—1994 只适用于城市区域的环境噪声和城市交通噪声的测量与评价，因此仅采用了 ISO 1996-1 中等效连续 A 计权声级和累计百分率声级来评价噪声和 ISO 1996-2:1987 中的噪声等级划分方法来绘制城市噪声污染图，GB/T 3222.2—2009 弥补了 GB/T 3222—1994 的不足，对道路交通、轨道交通、空中交通以及工业设备噪声、脉冲噪声、有调声等提供了明确的测量方法和有调声可听度的评估方法，并对气象条件和反射声对测量的影响提出了详细的估算及修正方法。GB/T 3222.2—2009 提出了绘制噪声地图的原则，推荐了国际上目前广泛采用的一些噪声预测和计算软件。

本部分的附录 A 至附录 E 均为资料性附录。

本部分由中国科学院提出。

本部分由全国声学标准化技术委员会(SAC/TC 17)归口。

本部分起草单位：中国科学院声学研究所、同济大学声学研究所、浙江大学、合肥工业大学、西北工业大学、上海市环境科学研究院、长沙奥邦环保实业有限公司。

本部分主要起草人：程明昆、吕亚东、毛东兴、俞悟周、张邦俊、翟国庆、李志远、陈克安、周裕德、祝文英、莫建炎。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 3222—1994。

声学 环境噪声的描述、测量与评价

第2部分：环境噪声级测定

1 范围

GB/T 3222 的本部分规定了采用直接测量、通过计算将测量结果外推或完全由计算来确定声压级的方法,以作为评价环境噪声的基础。本部分推荐了尚未被其他规范采用的一些更好的测量或计算条件。GB/T 3222 的本部分可以用于任何频率计权或任何频带下的测量,并给出了估算噪声评价结果不确定度的指南。

注1: 鉴于 GB/T 3222 的本部分涉及实际工况下的测量,因此本部分与指定工况下规定噪声发射测量的其他 ISO 标准没有任何关系。

注2: 为一般性起见,GB/T 3222 的本部分省略了频率计权和时间计权的下标。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 3222 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 3222.1—2006 声学 环境噪声的描述、测量与评价 第1部分:基本参量与评价方法 (ISO 1996-1:2003, IDT)

GB/T 3241—1998 倍频程和分数倍频程滤波器(eqv IEC 61260:1995)

ISO 7196 声学 次声测量的频率计权特性

IEC 60942:2003 电声学 声校准器

IEC 61672-1:2002 电声学 声级计 第1部分:规范

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示(原则上等同 GUM(Guide to the Expression of uncertainty in Measurement))

3 术语和定义

GB/T 3222.1:2006 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

接收点位置 receiver location

对噪声做评价的位置。

3.2

计算方法 calculation method

由测量或预测的声发射及衰减数据来计算任一位置声压级的算法。

3.3

预测方法 prediction method

用来预测噪声级的算法。

3.4

测量时间段 measurement time interval

执行单一测量的时间间隔。

3.5

观察时间段 observation time interval

执行一系列测量的时间间隔。

3.6

气象窗 meteorological window

测量过程中,由于天气变化使测量结果足以产生有限和可知变化的一组天气条件。

3.7

声线曲率半径 sound path radius of curvature

R

与大气折射导致的声线弯曲相近似的半径。

注: R 的单位为千米(km)。

3.8

低频声 low-frequency sound

包含 16 Hz 到 200 Hz 的 1/3 倍频带测量频率的声音。

4 测量不确定度

按照 GB/T 3222 的本部分测定的声压级不确定度取决于声源和测量时间段、天气条件、与声源的距离、测量方法以及测量仪器。测量不确定度应根据 JJF 1059—1999 来确定。表 1 给出了估算测量不确定度的一些原则,其中测量不确定度用扩展不确定度表示。对 95% 的置信度,扩展不确定度等于合成标准不确定度乘以包含因子 2。表 1 仅适用于等效连续 A 声级。对于噪声的最大声级、频带声级和有调声级,预计测量不确定度会更高。

注 1: 由于起草 GB/T 3222 的本部分时缺少足够的资料,使得表 1 不够完整。在很多情况下,应当增加影响不确定度的其他因素,如与传声器位置选择有关的不确定度因素。

注 2: 主管当局可以设定其他置信度级别,如,包含因子为 1.3 时,置信度级别为 80%;包含因子为 1.65 时,置信度级别为 90%。

在测试报告中,置信度必须与扩展不确定度一并陈述。

表 1 L_{Aeq} 的测量不确定度一览表

标准不确定度				合成标准不确定度 $\sigma_c = \sqrt{1.0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$	扩展测量不确定度 $\pm 2.0\sigma_c$
仪器 ^a	操作条件 ^b	气候和地面条件 ^c	残余声 ^d		
1.0 dB	X dB	Y dB	Z dB	dB	dB

^a IEC 61672-1:2002 的 1 级仪器。如用其他仪器(IEC 61672-1:2002 的 2 级或 GB/T 3785、GB/T 17181 的 1 型声级计)或指向性传声器,其值将更大。

^b 在重复性条件下(相同的测量过程、相同的仪器、相同的操作人员、相同的地点)及气象变化对结果几乎没影响的位置,至少要做 3 次、最好是 5 次测量来确定。对长期的测量,则需要更多次数的测量来确定重复性标准偏差。6.2 给出了确定道路交通噪声 X 值的一些说明。

^c 其值会依据测量距离和主导气象条件而变化。附录 A 提供了应用简化气象窗的方法(这种情况下 $Y = \sigma_m$)。对长期测量,必须分别处理不同的天气类别,而后再将其综合;对短期测量,地面条件变化很小。但对长期测量,这些变化会大大增加测量不确定度。

^d 其值会根据测量总值与残余声之差而变化。

5 仪器

5.1 仪器系统

包括传声器、风罩、导线和记录仪在内的仪器系统应符合 IEC 61672-1:2002 规定的 1 级或 2 级

仪器。

主管部门可以要求仪器符合 IEC 61672-1:2002 的 1 级。

户外测量一定要使用风罩。

注 1: IEC 61672-1:2002 中规定 1 级仪器适用的空气温度范围为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2 级仪器为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

注 2: 满足 GB/T 3785 和 GB/T 17181 要求的大部分声级计同样也满足 IEC 61672-1 的要求。

对倍频带或 1/3 倍频带测量而言, 1 级和 2 级仪器系统应分别满足 GB/T 3241 的 1 级和 2 级滤波器要求。

5.2 校准

在每次系列测量前后, 应及时用符合 IEC 60942:2003 的 1 级声校准器加在传声器上, 在一个或多个频率上对整个测量系统的校准进行校验。对于 2 级测量仪器, 采用 1 级或 2 级声级校准器。

如果测量时间很长(如一天或一天以上), 则应按规定的的时间间隔(比如每天一次或两次), 对系统进行声或电校准。

建议按 IEC 60942:2003 要求, 每年对声校准器进行至少一次可溯源检验; 每两年对仪器系统按 IEC 相关标准进行至少一次检验。

记录最后一次根据相关 IEC 标准校验的日期以及与 IEC 标准相符的信息。

6 声源的运行

6.1 概述

噪声测试时, 声源的工况在统计意义上要具有代表性。为可靠估算等效连续声压级和最大声压级, 测量时间段至少应包含所要求的最小数目的噪声事件。6.2 到 6.5 给出了最常见的噪声源类型的指南。

注: GB/T 3222 的本部分工况都是实际状况, 因此, 有别于噪声发射测量的国家标准中规定的工况。

通常, 轨道和空中交通噪声的等效连续声压级 L_{eqT} 可以通过测量大量单次事件的暴露声级 L_E 来计算。当噪声是稳态的或时变的, 如道路交通和工业设备噪声, 可以直接测量等效连续声压级 L_{eqT} 。道路车辆的单次暴露声级 L_E 只能在交通流量较小的道路上测量。

6.2 道路交通

6.2.1 L_{eq} 的测定

测量 L_{eq} 时, 要对测量时间段内驶过的机动车数目进行统计, 如果测量结果要转换到其他的交通条件, 至少要将机动车分成“重型”和“轻型”两类。为了确定交通条件是否有代表性, 应当测量平均车速, 并注明路面类型。

注: 一般将质量超过 3 500 kg 的车辆定义为重型车。重型车按照轮轴的数量又分成几个子类。

用于平均单个机动车噪声发射变化所需要的通过车辆数取决于要求的 L_{eq} 测量准确度, 如果没有更好的资料可用, 表 1 中标准不确定度 X 可按式(1)计算, 单位为分贝(dB):

$$X \cong \frac{10}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

n ——通过的车辆总数。

注: 式(1)适用于混合道路交通。如果只有一种类型的机动车, 则标准不确定度会更小。

当用单辆机动车的 L_E 和交通统计结果来计算参考时间段内的 L_{eq} 时, 每种机动车的最小数目是 30。

6.2.2 L_{max} 的测量

GB/T 3222.1 中定义的最大声压级对不同类型的机动车有所不同, 而每种类型的机动车, 由于车辆的个体差异及行驶速度或驾驶方式的不同, 最大声压级会有一定的离散。最大声压级应根据至少

30 辆同类型机动车驶过的声压级测量结果来确定。

6.3 轨道交通

6.3.1 L_{eq} 的测量

测量至少要包含 20 次列车的通过噪声。对总 L_{eq} 有明显影响的每种列车至少要测量 5 次,如有必要,测量可在第二天继续进行。

6.3.2 L_{max} 的测量

为测量某一类型列车的最大声压级,至少要记录 20 次驶过的该类列车的最大声压级,如果不能获得那么多列车的数据,则在报告中应说明驶过列车的数量,并对不确定度的影响作出评估。

6.4 空中交通

6.4.1 L_{eq} 的测定

测量应包含每种对声压级测定有明显影响的飞机中五架次或更多架次通过的噪声,并保证其飞行方式(跑道的使用,起降程序,机型组成,每天飞行时间分布等)与测量结果是相关的。

6.4.2 L_{max} 的测定

在测定某个特定的居民区内空中交通的最大声压级时,应在最接近居民区的飞行航迹上,保证测量时间段内含有噪声发射最大的飞机类型。最大声压级的确定至少要测量五架,最好是 20 架或以上噪声级最大的飞行事件。为了估计最大声压级分布的百分数,至少要记录 20 个相关结果,如果不能获得这么多记录,则应在报告中说明飞过的飞机数量,并评估对不确定度的影响。

注:通过噪声可能由飞行中的飞机引起,也可由地面,如滑行引起。

6.5 工业设备

6.5.1 L_{eq} 的测量

声源工况要进行分类。对每一类工况,设备声发射的时间变化特性要足够稳定,其变化要小于天气条件(见第 7 章)变化引起的传播途径衰减的变化。每种工况下设备声发射随时间的变化应根据 5 min~10 min 的 L_{eq} 值来确定,测量的时间要长到足以包括所有主要声源的噪声贡献,同时应该足够短,使气象的影响最小(见第 7 章)。如果声源是周期变化的,测量时间应为循环周期的整数倍。如果不满足上述判据,应将工况重新分类。测量每一类工况的 L_{eq} 并计算最终的 L_{eq} ,同时应考虑每一类工况的频次及持续时间。

6.5.2 L_{max} 的测量

测量工业设备噪声的最大声压级时,应保证在最靠近接收器位置上,测量周期中包含噪声发射最大的设备工况。最大声压级至少应根据最吵的相关工况的 5 个事件来确定。

注:工况根据设备运行方式及其位置来确定。

6.6 低频声源

直升机、桥梁振动、地铁、冲压设备、气动施工设施等都属于低频声源,GB/T 3222.1 的附录 C 对低频声作了进一步讨论。8.3.2 和 8.4.9 给出了低频噪声的测量方法。

7 天气条件

7.1 概述

天气条件应代表测量噪声暴露时的状况。

道路或轨道表面应干燥,地面没有冰雪覆盖,而且应当既没有冻结也没有过多的积水,除非是要专门研究这种条件。

测量时的声压级会随天气条件而变化。对于软地面来说,当式(2)条件满足时,这种变化不大。

$$\frac{h_s + h_r}{r} \geq 0.1 \dots\dots\dots(2)$$

式中:

h_s ——声源高度;

h_r ——接收者高度;

r ——声源与接收者之间的距离。

如果地面是硬表面,可允许较大声源与接收者之间的测量距离。

测量期间的气象条件要作描述,必要时要进行监测。当式(2)的条件不能满足时,天气条件会对测量结果产生严重影响。7.2和7.3给出了一般说明,同时附录A给出了更详细的说明。声源上风方向的测量不确定度较大,通常不适合做短期环境噪声的测量。

7.2 有利于声传播的条件

为便于结果的比较,最好在根据标准要求确定的气象条件下进行测量,这样可保证测量结果的再现性。在相当稳定的声传播条件下即为这种情况。

在声线向下折射时(例如顺风时)满足这种条件。它意味着有较高的声压级及中等的声级变化。这种条件下声线的曲率半径 R 为正值,且取决于地面附近的风速和温度梯度,如式(A.1)所示。

当有一个主导声源时,要选择声线从该声源到接收器向下弯曲的气象条件,并且按照附录A所给条件,如 $R < 10$ km来选取测量时间段。

原则上, $R < 10$ km成立的条件如下:

——风是从主导声源刮向接收器(昼间角度在 $\pm 60^\circ$ 之内,夜间在 $\pm 90^\circ$ 之内);

——地面上3 m到11 m高度测得的风速昼间在(2~5) m/s内,或夜间大于0.5 m/s;

——近地没有强的负温度梯度,如昼间没有强烈阳光的情况。

7.3 在某个天气条件范围内的平均声压级

要估算某个天气条件范围内的平均环境噪声级需要相当长的测量时间段,经常要几个月。变通的方法是,将代表不同天气条件的短期良好监测结果,通过考虑天气统计在内的计算,组合起来确定长期的平均环境噪声级。

要考虑将声源工况与天气相关的声传播相结合,以便测量结果中包含每个重要的声暴露分量。

为了确定长期的平均噪声级(如年平均噪声),就必须考虑全年内声源发射和声传播的变化。

8 测量方法

8.1 原则

为了选择合适的观察和测量时间段,就可能需要在相对长的时间周期内进行调查测量。

8.2 测量时间段选择

选定的测量时间段要覆盖噪声发射及传播的所有重要变化。如果噪声呈现周期性,测量时间段至少要包含三个整周期。若在一个周期内不能进行连续测量,则要选择能够代表该周期一部分的测量时间段,这样联合起来就能够代表整个周期。

当测量单一事件噪声时(如飞机在飞越期间噪声都在变化,但是在相当一部分参考测量时间段内没有飞机飞越),选择的测量时间段应保证能够进行单一事件暴露声级 L_E 的测定(见8.4.3)。

8.3 传声器位置

8.3.1 户外

对某一指定位置情况进行评价时,要在该处设置传声器。

对于其他情况,要用下列位置之一:

a) 自由场位置(参考条件)

自由场可以是实际的自由场,也可以是理论上的自由场。对理论情况而言,作为地面上的假想自由场,建筑物外面的人射声场声压级是依据靠近建筑物所作的测量结果来计算的[见8.3.1b)和8.3.1c)]。这里所说的人射声场指的是排除了所有来自传声器后面任何建筑物的反射(如果有的话)。

起障板作用的房子背后的位置也可看作是入射场位置,只不过这种情况与 8.3.1b)和 8.3.1c)的位置无关,且包含了建筑物背面的反射。

b) 齐平安装在反射面上的传声器位置

这种情况下用来获得自由场入射声场的修正值是 -6 dB,附录 B 给出了应满足的条件。对其他条件,必须选用不同的修正值。

注:安装在墙面上的传声器和自由场传声器之间的差值在理想状况下是 $+6$ dB,实际情况和该值存在小的偏差。

c) 反射面前 $0.5\text{ m}\sim 2\text{ m}$ 处的传声器位置

这种情况下用来获得自由场入射声场的修正值是 -3 dB,附录 B 给出了应满足的条件。对其他条件,必须选用不同的值。

注:在没有任何直立反射障碍物影响声波到接收器传播的理想状况下,置于墙面前方 2 m 的传声器与自由场传声器之间的声压级差接近 3 dB 。在复杂情况下,如高密度建筑群或峡谷式街道等,这种差值会更大。即使在理想状况下,也可能有一些局限。对于近乎掠入射,由于偏差可能较大,不推荐采用这种位置。进一步的说明见附录 B。

理论上讲,本条所述的任何位置都可以使用,只要报告中注明选用的位置以及是否相对于参照条件作了任何修正。在某些具体情况,本条所述的位置受到进一步的限制。进一步的说明见附录 B。

对一般的噪声地图绘制,在多层居民区内,传声器高度在 $(4.0\pm 0.5)\text{ m}$ 。在单层居住区和娱乐场所内,传声器高度在 $(1.2\pm 0.1)\text{ m}$ 或 $(1.5\pm 0.1)\text{ m}$ 。

对于长期的噪声监测,可用其他的传声器高度。

用于绘制噪声地图的网格点上的噪声级通常由计算得到。如果在特殊情况要进行测量,那么在某个区域选择的网格点密度取决于相关研究要求的空间分辨率和噪声声压级的空间变化。这种变化在声源和大型障碍物附近最强烈,因此网格点密度在这些地方应更高。通常,在两个相邻网格点间的声压级差不应大于 5 dB ,如声级差明显较大,应在中间加网格点。

8.3.2 室内

在房间里受影响人员经常活动的区域内至少要均匀地布置三个测点,或者,对连续噪声可用一个旋转的传声器系统。

若认为低频噪声为主(见 6.6),三个测点中的一个应设在墙角,并且不允许用旋转传声器。墙角位置应距最重墙体角落所有界面 0.5 m ,并且在 0.5 m 内没有任何墙洞。

其他传声器的位置距离墙壁、天花板和地面至少 0.5 m ,距重要的传声单元如窗户、进气口至少要有 1 m 。相邻的传声器之间的距离至少 0.7 m 。如果使用连续移动传声器系统,其扫描半径至少为 0.7 m 。扫描的横向平面应倾斜以覆盖该房间许可空间的大部分,但与房间的任何一面的夹角不能小于 10° 。上述有关分散的传声器位置与墙、天花板、地板及传声单元之间的距离要求也适用于移动传声器的位置,移动周期的持续时间不应小于 15 s 。

注:在只测量 A 计权和低频对 A 声级影响很小的情况下,有时只需用一个传声器位置。

本章的方法主要用于体积小于 300 m^3 的房间。对于更大的房间,可能要有更多的传声器位置。在这种情况下,对于低频噪声,额外传声器位置的三分之一应放在角落。

8.4 测量

8.4.1 概述

GB/T 3222.1 定义了变量和评价声级,如年平均、白天等效声级 L_d 、晚间等效声级 L_e 、昼夜等效声级 L_{dn} 、白天-晚间-夜间等效声级 L_{den} 。

8.4.2 等效连续声压级 L_{eqT}

通常的 L_{eq} 测量:如果交通密度低或者残余声压级高,如有可能, L_{eq} 声级要用单独驶过的 L_E 测量来测定。通常轨道或空中交通是这种情况,分别见 6.3.1 和 6.4.1。对于短期平均,为了平均天气引起的传播途径中的变化,如果式(2)条件满足,通常只需测量 5 min ;若式(2)的条件不满足,则至少要测量

10 min。为了得到声源工况的代表性样本,可能有必要增加最少的次数(见第 6 章)。

8.4.3 暴露声级 L_E

如果测量事件所需数量的 L_{eq} 不可行,则可以测量每一事件的 L_E 。要按第 6 章规定的最小数量的声源运行事件进行测量。要在长到足以包括所有重要的噪声贡献的时间周期内,对每个事件进行测量。对一个驶过事件,要测量到声压级至少低于最大声级 10 dB 为止。

8.4.4 累计百分数声级 $L_{N,T}$

记录测量时间段内的短期 L_{eqT} ($T \leq 1$ s),或记录采样时间小于所用时间计权的时间常数的声压级。记录结果的声级分档间隔应为 1.0 dB 或更小。所用的参数基础和记录期间的时间计权以及用以确定 $L_{N,T}$ 的声级分档间隔要在报告中说明,如“基于 10 ms、按 0.2 dB 分档的 L_F 采样”,或“基于 $L_{eq,1s}$ 、1.0 dB 分档”。

8.4.5 最大时间计权与频率计权声压级 L_{Fmax} , L_{Sman}

用规定的时间计权 F(快档)或 S(慢档),按第 6 章所述,测量最少数量的声源工况事件的 L_{Fmax} 或 L_{Sman} ,并记录每个结果。

注:时间计权 F 比时间计权 S 与人们的感受更相近,但通常用时间计权 S 会改善再现性。

8.4.6 峰值声压级 L_{peak}

见 ISO 10843 的轰声,爆炸声等。

注:IEC 61672-1 仅规定了峰值检波器的 C-计权准确度。

8.4.7 有调声

如果在接收器位置的噪声特性含有可听到的有调声,则应当进行有调声显著性的客观测量,应选择有调声听得最清楚的传声器位置,并按照附录 C 所述的参考方法和按照附录 D 所述的简化方法进行分析。

注:由于室内有调声的模式特性,通常不推荐对室内噪声进行有调声分析。对有些频段,在外立面前的传声器也会遇到同样的问题。

8.4.8 脉冲声

还没有普遍承认的用客观测量去检出脉冲声的方法。如果脉冲声存在,要对声源进行识别并将它与 GB/T 3222.1 中的脉冲声源明细表进行比较。此外,要确认该脉冲声具有代表性并且在测量时段内存在。

8.4.9 低频声

室内,要在 8.3.2 规定的三个传声器位置上进行测量。室外,要在自由声场里或直接在墙面上进行测量;见附录 B。GB/T 3222 的本部分的方法对低到 16 Hz 的倍频带通常都是有效的。但对这些低频进行测量时,为了保证是自由场的测量,除地面外,传声器位置距最近的主要反射面至少要 16 m。

注:8.3.1c) 提到的反射面前的传声器位置对低频声测量还没有规定。

8.4.10 残余声

当测量环境噪声时,GB/T 3222.1 定义的残余声也和指定研究的声源之外的所有噪声一样,通常是个问题。原因之一是规范常常要求不同类型声源的噪声要分开处理。例如要把交通噪声与工业噪声分开实际上常常很难做到。另一个原因是测量通常在室外进行。风直接作用在传声器上和间接作用在树木、建筑物等上面引起的噪声也会影响结果。鉴于这些噪声源的特点,很难甚至不可能对它们进行任何的修正。但是,如果必须测量残余声,则应按 9.6 去进行修正。

8.4.11 测量的频率范围

如果需要噪声的频率分析,那么除非另有规定,通常采用下列中心频率的倍频带滤波器进行倍频带声压级的测量:

63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 000 Hz、2 000 Hz、4 000 Hz、8 000 Hz。

也可选择中心频率从 50 Hz 到 10 000 Hz 的 1/3 倍频带测量。

对 A 权计声压级没有显著影响(<0.5 dB)的频带可以排除不计,并在报告中说明。

对低频声,感兴趣的频率范围是从 5 Hz 到 100 Hz。在 20 Hz 以下范围的声音,有些国家用符合 ISO 7196 的 G-计权来评价。在 15 Hz 以上,有几个国家用 16 Hz 到 100 Hz 的倍频带或 1/3 倍频带来分析。对于低频声,GB/T 3222 的本部分的扩展频率范围从 12 Hz 到 200 Hz(16 Hz, 31 Hz, 63 Hz, 125 Hz 和 160 Hz 1/3 倍频带)并按 ISO 7196 进行评估。

9 测量结果的计算

9.1 概述

把所有的户外测量值修正到参考条件,即修正到除了地面之外所有反射都被排除的自由场声级。

9.2 时间积分声级 L_E 和 L_{eqT}

对每一传声器位置及每一种声源工况,确定 L_E 或 L_{eqT} 测量值的能量平均。

注: GB/T 3222.1 给出了如何得到评价声级诸如 L_{Rdn} 和 L_{Rden} 的说明。

9.3 最大声级 L_{max}

对每个传声器位置及每种声源工况,确定最大声级的如下之值:

- 最大值;
- 算术平均值;
- 能量平均值;
- 标准偏差;
- L_{max} 测量值的统计分布。

对具有正态分布的同类单一事件组合,用式(3)和图 1 来估算最大声压级的分布百分数:

$$L_{max,p} = \bar{L}_{max} + y \cdot s \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- $L_{max,p}$ —— $p\%$ 的事件超过的最大声压级;
- \bar{L}_{max} —— 所有事件 L_{max} 的算术平均值;
- s —— 事件最大声级的标准偏差(正态分布标准偏差估算值);
- y —— 图 1 中给出的标准偏差因子。

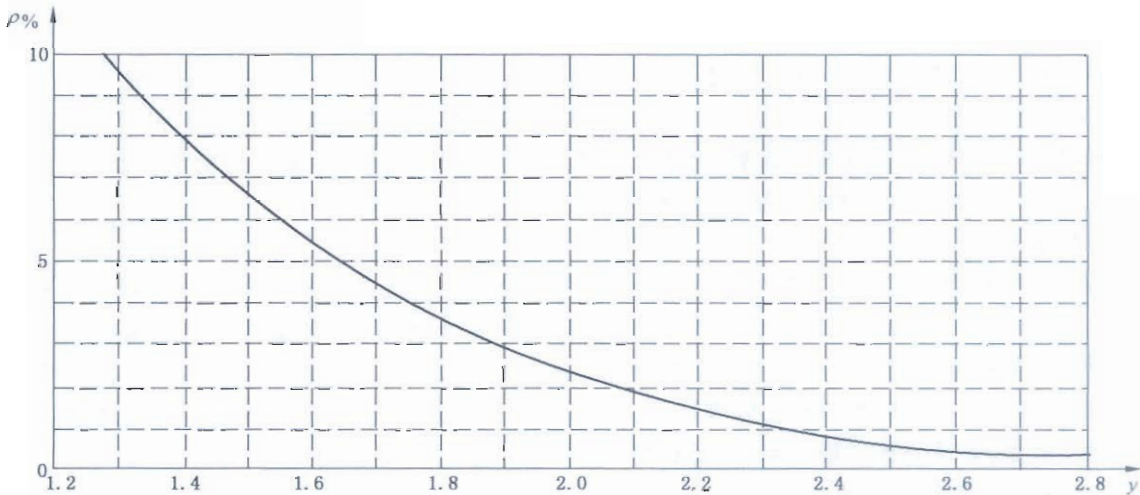


图 1 超过某一最大声压级的单一事件百分数 p 与标准偏差因子 y 的关系曲线, 最大声压级正态分布的(算数)平均值

示例:假如要得到 500 辆机动车辆驶过的第 5 个最大声压级,那么相应的百分数是 $(5/500) \times 100\% = 1\%$,从图 1 中

可得到式(3)的因子 y , 它是 $y=2.33 \approx 2.3$, 即

$$L_{\max(5)} = \bar{L}_{\max} + 2.3s$$

式中:

$L_{\max(5)}$ ——第 5 个最大声压级;

s ——最大声级的标准偏差。

9.4 累计百分数声级 $L_{N,T}$

通过对采样数值进行统计分析得到 $N\%$ 的统计声级(即累计百分数声级) $L_{N,T}$ 。

9.5 室内测量

要用扫描传声器或离散点位置。如果使用了离散的传声器位置, 要按照式(4)计算等效连续声压级的空间平均值(单位: dB):

$$L_{\text{eq}} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{\text{eq}j}}{10}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

n ——传声器测点数, 大于等于 3;

$L_{\text{eq}j}$ ——测点 j 的等效连续声压级, 单位为分贝 (dB)。

如果是在交通条件不同的不同测量时段进行测量, 那么要用适当的计算方法将每个噪声级 $L_{\text{eq}j}$ 转换到相同的参考交通条件; 见 11.2。

如果测量房间装有家具或天花板做了声学处理, 则不需对测量值进行修正。如果房间是空的而且没有做声学处理, 则要从测量值中减去 3 dB。

注: 用 3 dB 来考虑有家具与没有家具房间的差别是一种简化处理, 以免做混响时间的测量; 另一方面, 如果规范要求, 则可能有必要测量混响时间并将所测声压级归一化到规范的参考状况。

9.6 残余声

如果残余声压级比所测声压级低 10 dB 或更大, 则不需修正。测量值对被测声源有效。

如果残余声压级比所测声压级小 3 dB 或更小, 则无法做修正。因此测量不确定度会很大。但其结果仍可写在报告上, 它对确定被测声源声压级的上限可能有用。若这些数据写在报告中上报, 则要在报告中以及结果的图表中清楚地说明, 所报告的数据不可能修正去除残余声的影响。

对于残余声压级比所测声压级低 3 dB 至 10 dB 的情况, 按式(5)修正, 单位为分贝 (dB):

$$L_{\text{corr}} = 10 \lg(10^{L_{\text{meas}}/10} - 10^{L_{\text{resid}}/10}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

L_{corr} ——修正后的声压级;

L_{meas} ——测量的声压级;

L_{resid} ——残余声声压级。

10 外推到其他条件

10.1 位置

测量结果的外推常常用来估算其他位置的声压级。例如, 当残余声妨碍了接收器位置的直接测量时, 这种外推是有用的。

噪声测量要在严格规定的位置上进行, 不能离与声源延伸有关的声源太近(不在声源某些部分的近场内), 也不能太远(要求天气对声传播的影响较小)。计算从声源到测量位置传播的声衰减, 可得到声源噪声发射的估算。然后将这个估算用来计算比中间测量位置距声源更远的位置的声压级。

计算声传播衰减的方法见第 11 章。中间位置的选择要便于可靠的测量和计算。例如在声源和传声器之间不应有遮挡障碍物, 为了测量期间使天气条件的影响最小, 最好提高传声器的高度。

10.2 其他时间和工况

通常测量时间都比参考时间段短,因而测量结果必须调整到其他时间或工况。用短期测量值计算长期平均时,要考虑诸如交通流量、机动车辆组合、天气条件分布等的影响。有时要对一天的不同时间进行不同的加权。这样的调整必须以某种计算方法为基础,见第 11 章。

11 计算

11.1 概述

很多情况下,计算能够替代或补充测量。当需要确定长期平均值以及鉴于过大的残余声压级使得测量不可能进行的情况下,计算要比单个短期测量更可靠。对后一种情况,有时在离声源较近的距离进行测量,然后用计算方法来计算更远距离的结果是比较方便的。

在计算而不是测量声压级时,必须有声源噪声发射的数据,如最好是声源声功率级(包括声源指向性),以及在环境中产生与真实声源相同声压级的点源位置。对交通噪声而言,常用特定条件下确定的声压级来替代声功率级,这些数据通常在建立的计算模型中给定,但在其他情况,它们必须在每个单个事件中测定。

使用一个从声源到接收器传播的适当模型,就能够计算评价点的声压级。必须把声传播与适当规定的气象和地面条件联系起来。大多数计算模型用的是中性或有利于声传播的条件。因为其他传播条件对预测太困难。地面的声阻抗也很重要,特别是在短距离和声源及接收器高度很低的情况下。大多数模型的区别仅在于是硬地面还是软地面。一般来说,声源和接收器位置高,更容易得到准确的计算。

不同的计算目的需要不同的准确度。作为绘制一个区域噪声级地图基础的网格点,其必须的密度取决于绘图的目的。在声源和大型障碍物附近,噪声级变化最强。因此在这些地方,网格点的密度应当更高。通常对总噪声暴露,图上相邻网格点声压级之差不应大于 5 dB,在选择是用噪声控制设备还是用经济补偿形式的减噪措施时,选择的网格点密度应当使相邻点的变化不超过 2 dB。

11.2 计算方法

11.2.1 概述

虽然有一些能够用于声功率已知的声源的声传播标准,诸如:GB/T 17247.1, GB/T 17247.2 和 ISO/TS 13474,但还没有国际上完全承认的计算方法。附录 E 列出了一些国家的计算方法。

11.2.2 特定方法

分别用于道路、轨道和空中交通噪声评价的计算方法已开发出来。许多方法只限于 A 计权声压级的计算和可用于指定的频谱。通常都是用 L_{eq} 来度量,有时附加 L_{max} ,但也有例外。

12 资料记录和报告

要记录和报告下列相关的测量资料:

- a) 时间、日期及测量位置;
- b) 仪器及校准情况;
- c) 测得的以及相关的修正后的声压级(L_{eqT} , L_E , L_{max}), A-计权(也可以选择 C-计权),也可选用它们的频带声压级;
- d) 测得的累计百分数声级($L_{N,T}$),包括其计算的基础数据(采样率及其他参数);
- e) 测量不确定度与置信概率的估算;
- f) 测量期间残余声压级的资料;
- g) 测量的时间段;
- h) 测量地点的整个描述,包括地面覆盖物和地面条件,以及测量位置,包括传声器及声源距地面的高度;

- i) 工况的描述,包括对每种相应类别规定的机动车/火车/飞机驶过的数量;
- j) 气候条件的描述,包括风速、风向、云层覆盖情况、温度、气压、湿度和是否存在降雨降雪以及风和温度传感器的位置;
- k) 把测量值外推到其他条件所用的方法。

为了计算,a)到 k)所列的相关资料,包括计算不确定度都要给出。

附录 A

(资料性附录)

气象窗和由天气引起的测量不确定度

A.1 天气和测量不确定度

在测量期间噪声级变化受天气条件的影响。本附录中,天气条件用声线的曲率半径来表征。对于天气原因引起的声传播衰减变化的标准偏差 σ_m 所给出的测量不确定度值,对特定的声传播条件适用。但是对各种各样天气条件下声传播影响构成的长期平均噪声级,不能给出这样的不确定度值。本附录特别适用于测量时间段为 10 min 到数小时的情况。

A.2 天气特征

对于近乎水平的传播情况,与大气折射引起的声线曲率近似的半径 R 可以用式(A.1)确定。 R 随距离地面的高度而变化。

$$R = \frac{c(\tau)}{k_{\text{const}} \frac{\partial \tau}{\sqrt{\tau}} + \frac{\partial u}{\partial z}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$c(\tau)$ ——空气中的声速,单位为米每秒(m/s), $c(\tau) = c_0 \sqrt{\tau}$, $c_0 = 20.05$,单位为 $\frac{\text{m}}{\text{s}\sqrt{\text{K}}}$;

u ——传播方向的风速分量,单位为米每秒(m/s);

k_{const} ——常数, $k_{\text{const}} = 10$,单位为 $\frac{\text{m}}{\text{s}\sqrt{\text{K}}}$;

τ ——空气的绝对温度,单位为开尔文(K);

z ——离地面的高度,单位为米(m)。

R 的数值可以根据离地面 10 m 和 0.5 m 处的温度及风速差,用式(A.2)来近似,单位为千米(km):

$$R = \frac{3.2}{0.6\Delta\tau + \Delta u \cos\theta} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\Delta\tau$ ——离地面 10 m 高和 0.5 m 高之间的空气温度差值,单位为开尔文(K);

Δu ——离地面 10 m 高和 0.5 m 高之间的风速差值,单位为米每秒(m/s);

θ ——风向与声源到接收器方向之间的夹角。

在测量较小温度差时要仔细,因为这个差值通常比温度计校准时的不确定度要小。

A.3 有利的声传播条件

声线曲率半径 R 依赖于风速和温度的平均梯度,而且是确定声传播条件的最重要因素。正的 R 值对应于向下弯曲的声线(如顺风或逆温)。这样的声传播条件通常被认为是“有利的”,即声压级高。

注 1: 例如云层覆盖小于 70% 的夜晚,可以发生逆温的情况。

注 2: $R = \infty$ 对应于直线声传播(无风、均匀的大气),而负的 R 值对应于向上的声线曲率(如逆风或平静的夏天白日)。

A.4 关于对声传播有利的曲率半径及相关的天气引起的不确定度的说明

为了保证能在任何天气条件下进行测量,式(2)要求在距离声源大约 50 m 到 100 m 时,传声器的高

度要超过 5 m 或 10 m。对更典型的传声器高度上的测量,图 A.1 详述了对于“有利”声音传播条件的曲率半径,并指出了相关测量结果的标准偏差 σ_m ,这一偏差被认为是由于在诸如草地的多孔性地形上传播时天气变化引起的。本图不适用于长期测量。

图 A.1 中,根据声源高度 h_s 和接收器高度 h_r ,对所谓的“高”和“低”的情况作了区分。当声源和传声器离地面的高度都在 1.5 m 或以上时,是“高”的情况。当声源离地面低于 1.5 m 时,传声器要离地面 4 m 或更高才能看成是“高”的情况。如果声源离地面高度低于 1.5 m,而传声器的高度为 1.5 m 或者更低,这种情况称为“低”。在“低”的情况测量时对天气条件的要求比“高”时更苛刻。

——高的情况: $h_s \geq 1.5 \text{ m}$ 和 $h_r \geq 1.5 \text{ m}$ 或 $h_s < 1.5 \text{ m}$ 和 $h_r \geq 4 \text{ m}$;

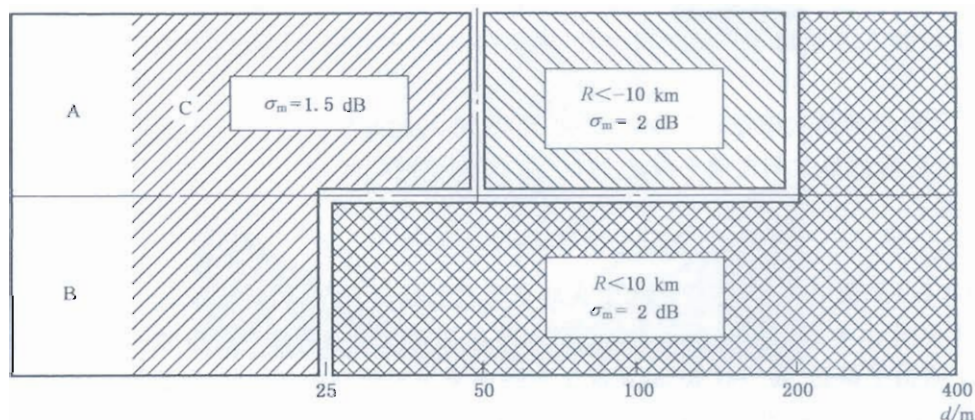
——低的情况: $h_s < 1.5 \text{ m}$ 和 $h_r \leq 1.5 \text{ m}$ 。

当声源与测量位置之间的整个地形表面是硬的时,只要没有形成声影区,天气导致的标准偏差可以忽略,即在“低”的情况直到 25 m,“高”的情况直到 50 m 时,都有 $\sigma_m \cong 0.5 \text{ dB}$ 。

注 1: A.3 的说明是基于测量数据。这些数据主要来源于 4 m 或更高的接收器而不是 1.5 m 或 2 m 高度的接收器。

注 2: 图 A.1 中,在“高”情况下,传播距离小于 200 m 时,曲率半径可以为负值。

图 A.1 适用于无屏障的平整地形,对于有屏障的接收器位置或复杂地貌,还没有任何定量的资料。在这些资料可以应用之前,对有屏障的情况建议采用图 A.1 并且将有屏障的位置定义为“低”的情况。

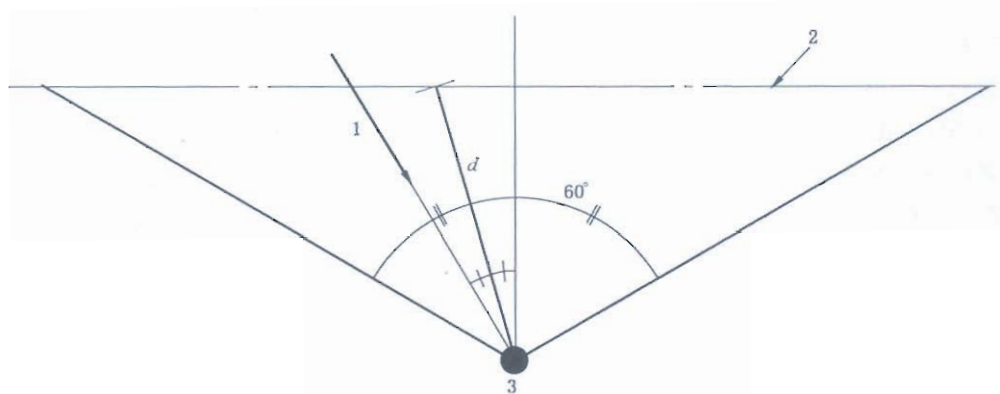


(A 高, B 低, C 无限制)

图 A.1 用相对于多孔性地面上各种声源/接收器高度组合(A 到 C)情况下天气影响产生的标准偏差 σ_m 来表述的声线曲率半径 R 以及相关的测量不确定度贡献

在图 A.1 中,在大于 400 m 的距离 d (m) 处,曲率半径小于 10 km,因此标准偏差(测量不确定度) σ_m 等于 $\left(1 + \frac{d}{400}\right)$ dB。

对于道路或其他延伸性声源,曲率要在一个通过传声器位置并垂直于道路中心线(如有可能,或垂直于声源的特征大尺度)的平面上来确定。平均风向要在传声器与道路垂线的 $\pm 60^\circ$ 范围内。声源到接收器间的有效距离要沿着平均风速矢量与道路到传声器的法向间夹角的一半来确定;见图 A.2。



- 1—平均风向；
- 2—中心线；
- 3—测量位置。

图 A.2 根据道路与有效的声源-接收器之间距离 d 确定的有利传播条件

A.5 关于声线曲率满足图 A.1 要求的说明

图 A.3 和图 A.4 给出了一年的每个月(横坐标)每天的时间段(纵坐标)太阳的高度,也就是温度梯度的限制:

- A 区对应的是太阳在地平线之上 40° 到 60° 角的时间段;
- B 区对应的是太阳在地平线之上 25° 到 40° 角的时间段;
- C 区;
- D 区;
- AA 区(见图 A.4)对应的是太阳在地平线之上超过 60° 角的时间段。

图 A.3 和图 A.4 适用于城市绿地,如草地、零星树木以及城市或郊区分散民居区域的声传播。

表 A.1 给出了保证“高”和“低”的状况下声线曲率半径分别小于 -10 公里和 10 公里的最小可接受的顺风因素。对顺风因素的要求取决于云和要求的曲径半径 R 。

表 A.1 影响曲率半径 R^a 的特性

一天的时间周期	云层覆盖	离地面 10 m 处最小风速分量/(m/s)	
		$R < -10$ km (高, $d > 50$ m)	$R < 10$ km (低, $d > 25$ m)
A	8/8 厚且密	0.4	1.3
	6/8 到 8/8	1.2	2.0
	<6/8	2.0	2.7
B	8/8 厚且密	0.2	1.2
	6/8 到 8/8	0.9	1.7
	<6/8	1.6	2.3
C	8/8 厚且密	0	0.9
	6/8	0.3	1.3
	<4/8	0.8	1.7
夜间	6/8 到 8/8	0.1	>0.5
	<6/8	风速 > 2 m/s 分量 ≥ 0.1	
D	只在声源附近测量		

^a 对一天的不同时间和云层覆盖情况,该要求保证曲率半径 R 在“高”和“低”情况分别小于 -10 km 和 10 km。

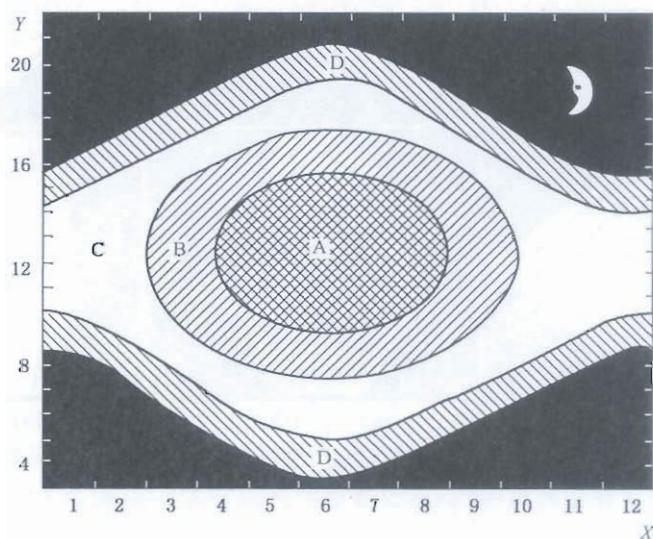
A 区对应于“夏天的正午”。对厚且密的云层,要求顺风分量为 1.3 m/s 才能满足判据 $R < 10$ km。对薄云或晴朗天气,为了保证 $R < 10$ km,顺风分量必须在 2.7 m/s 以上。这是在声源与接收器距离超过 25 m 的“低”状况下的要求。

B 区代表夏日的上下午及春秋的中午附近。例如,云层覆盖小于 6/8 时,顺风分量为 2.3 m/s 能够满足判据 $R < 10$ km。

C 区由一天里 A 或 B 时间以外的小时构成。例如在 4/8 的薄云覆盖,顺风分量为 1.7 m/s 时,判据 $R < 10$ km 可以满足。

D 区的小时是指太阳升起及之后 1.5 h 和太阳降落之前 1.5 h 直至降落的时间。在这些时间里温度可能会发生很大的局部变化,建议对天气敏感的测量不要在这一段时间进行,除非在特殊情况下这样的条件是非常关键性的。

在夜间(图 A.3 和 A.4 中用黑色表示),当云层覆盖大于 6/8 时,仅需要很小的顺风分量。如果夜间云层小于 6/8,可能出现很大的局部温度梯度,需要 2 m/s 或更高的风速来避免特殊的声传播影响,比如像逆温条件下的声聚焦。



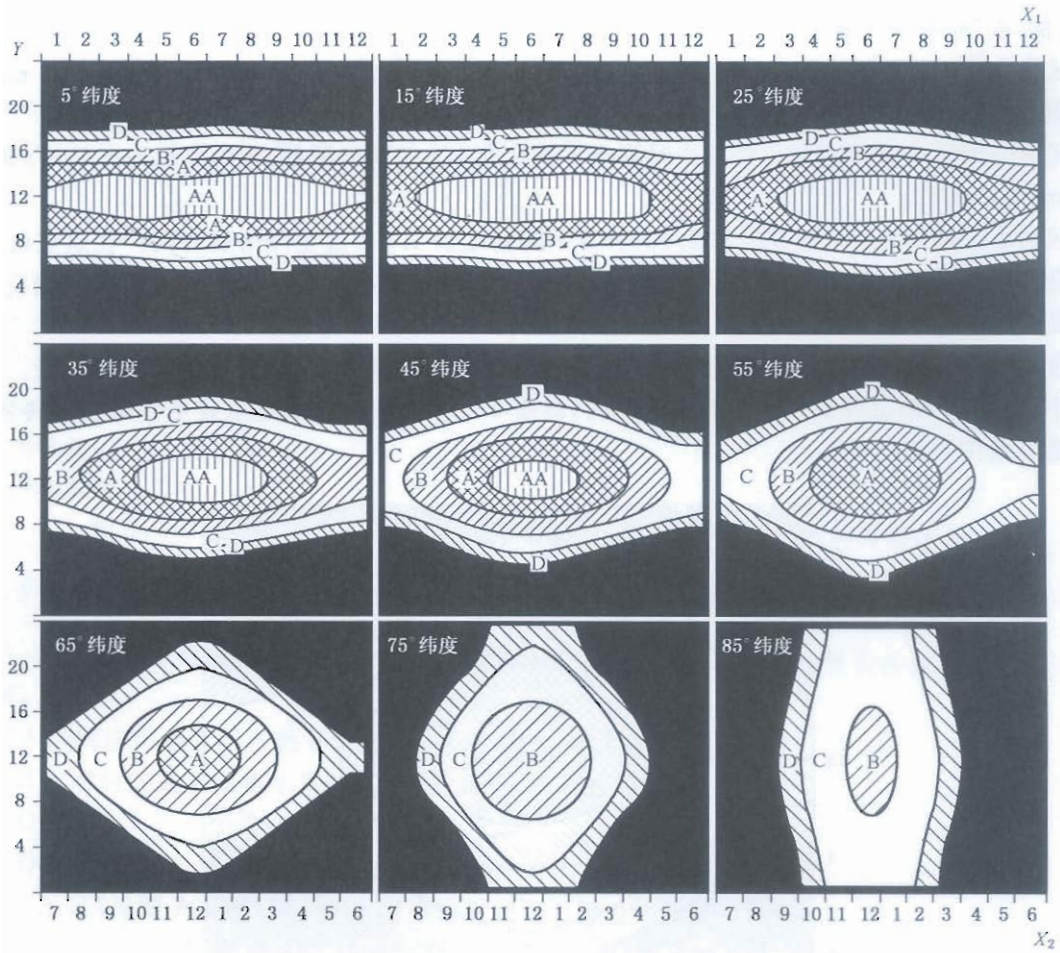
X——每年的月份(1 表示从一月开始);

Y——每天的时间(时)。

注 1: 图 A.3 和表 A.1 中所使用的数据是在北纬大约 56° 收集的。

注 2: 其他纬度的数据见图 A.4。

图 A.3 当太阳高度即温度梯度处在北纬 56° 一定界限内时的时间段



X_1 ——一年之中月份(从 1 即 1 月开始),赤道以北;

X_2 ——一年之中月份(从 7 即 7 月开始),赤道以南;

Y ——每天的时间(时)。

注 1: 用来建立图 A.4 的数据是在北纬约 56° 收集得到的,可推广应用到其他纬度。AA 区内关于顺风要求的数据不够充分。

注 2: X_2 对应的是南半球的情况。

图 A.4 太阳高度即温度梯度在不同纬度一定范围内的时间段

附 录 B
(资料性附录)
相对于反射面的传声器位置

B.1 自由场位置

除地面外,没有近到足以影响声压级的任何反射面的位置。除地面之外,传声器到任何声反射面的距离应至少是传声器到声源最主要部分的距离的二倍。

注:对小的声反射面并且能够证明其反射的影响不大,则可以作为例外。这可以根据考虑反射面的主要尺寸和波长后的计算来判断。

B.2 直接安在表面上的传声器

在下面提到的限制和要求条件下,这个位置目的是要获得比入射声的声压级(自由场)正好高+6 dB的增量。

此位置在反射面上,并且在某个频率 f 以下直达声和反射声是同相的。对声音由多个角度入射的宽带交通噪声而言,对一个安装在反射面上直径为13 mm的传声器, f 约为4 kHz。如果声音主要是以掠入射到达,则这个位置应当回避。

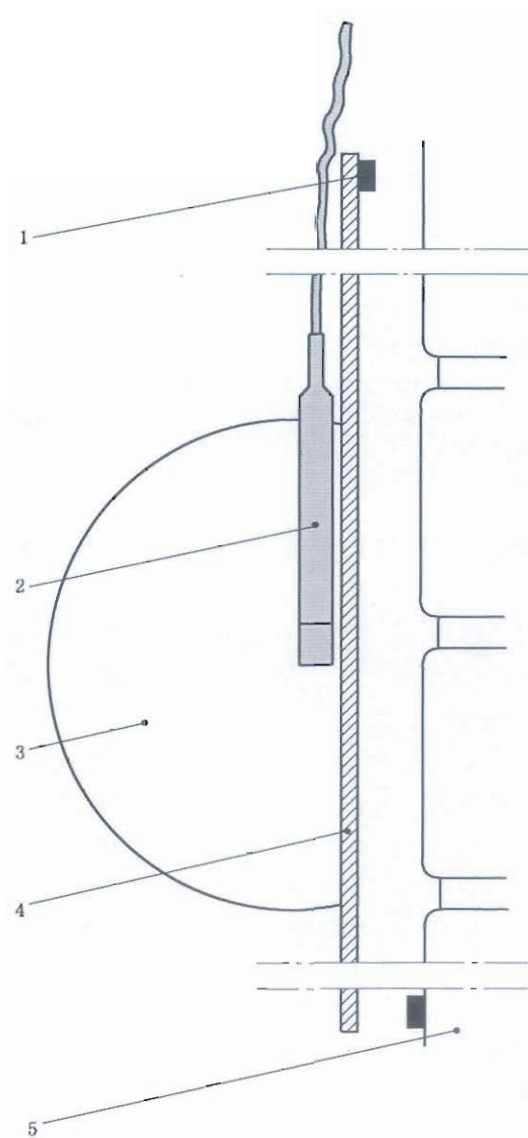
距传声器1 m内的墙面应平整(± 0.05 m之内),传声器到墙面边缘的距离应大于1 m,传声器可以按图B.1所示安装,或者传声器膜片与安装板表面齐平。安装板厚不应大于25 mm,其尺寸不小于0.5 m \times 0.7 m。传声器到安装板的边缘和对称轴的距离应大于0.1 m,以减小板边缘的衍射影响。

为了避免测量的频率范围内的声吸收和共振,该板应在声学上是坚硬而厚实的材料,如厚度超过19 mm的胶合板或朝墙的一面最少有3 mm阻尼材料的5 mm铝板。

注:图B.1中的板架有柔性胶条以弥补墙面的不平整。

小心不要让板和粗糙墙面之间产生干扰性的空气动力噪声。

当墙是由混凝土、石头、玻璃、木材或类似的硬质材料做成时,传声器安装可以不用平板。这种情况下,在传声器1 m半径的距离内,墙表面平整度要在 ± 0.01 m之内。在倍频带测量时,应使用直径13 mm或更小的传声器。如果频率范围扩大到4 kHz以上,应当使用6 mm传声器。



1—橡胶条；
2—传声器；
3—风罩；

4—安装板；
5—墙或反射面。

图 B.1 安装在反射面上的传声器

B.3 靠近反射面的传声器

在下面提到的限制和要求下,该位置目的在于获得比入射声的声压级(自由场声级)正好大+3 dB 的增量。

当传声器距反射面的距离是直达声与反射声同样强的地方,并认为测量的频带足够宽时,反射引起直达声场的能量加倍,声压级增加了 3 dB。

墙面平整度应在 ± 0.3 m 之内,传声器不应放在声场受突出的建筑物表面之间多次声反射影响的地方。

窗户可以考虑为墙面的一部分。测量时应关闭,但允许为传声器电缆留个小开口。B.1 到 B.3 的判据保证了测得的整个等效声压级或最大声压级与入射声压级加 3 dB 之后的偏差小于 1 dB。两种情况被区分;见图 B.2:

- a) 延伸性声源,即声源视角 α 为 60° 或更大;
- b) 点声源,即 α 小于 60° 。

对于窄带声源或频带测量,建议用自由场或+6 dB 的位置。

从位于点 M 的传声器引垂线与反射面交与点 O ,其垂直距离为 d ;见图 B.2,当确定视角 α 时,点 O 被看成代表传声器位置。沿着角 α 的平分线来测量距离 a' 和 d' 。点 M' 在平分线上,与反射面的垂直距离为 d 。

从点 O 到反射面最近边缘的水平距离为 b ,垂直距离为 c 。为了避免 125 Hz 到 4 kHz 倍频带范围内的边缘效应,应当满足水平测量的判据式(B.1)和垂直测量的判据式(B.2)。

$$b \geq 4d \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$c \geq 2d \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

用于延伸性声源的式(B.3)和用于点声源的式(B.4)所给出的判据可保证入射声和反射声的强度相等。

$$d' \leq 0.1a' \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

$$d' \leq 0.05a' \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式 B.5 到 B.8 所给出的判据可保证把传声器放在离墙面附近+6 dB 区域足够远的距离。

——延伸性声源 A 计权总声压级,按照式(B.5):

$$d' \geq 0.5 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

——延伸性声源倍频带声压级,按照式(B.6):

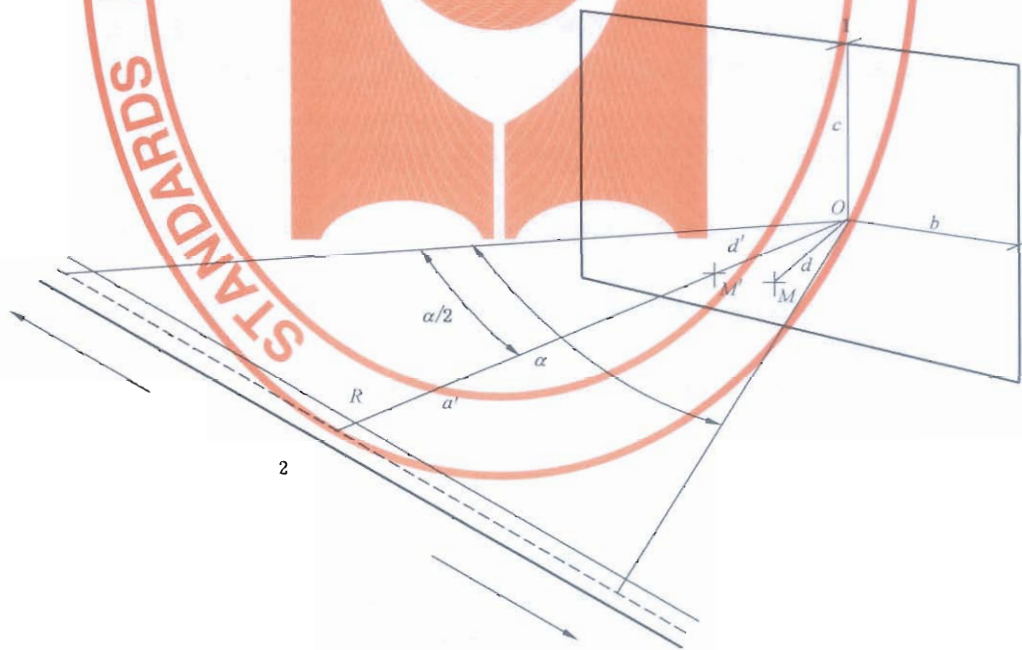
$$d' \geq 1.6 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

——点声源 A 计权总声压级,按照式(B.7):

$$d' \geq 1.0 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

——点声源倍频带声压级,按照式(B.8):

$$d' \geq 5.4 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (B.8)$$



- 1——建筑物墙面或其他反射面;
- 2——延伸性声源;
- M——传声器位置;
- d ——传声器位置到反射面 O 的垂直距离;
- RO ——角 α 的平分线。

图 B.2 靠近反射面的传声器

附录 C

(资料性附录)

评价噪声中有调声可听度的客观方法——参考方法

C.1 引言

本附录提供了在有争议时,用来检验可听的有调声是否存在的测量方法。本方法根据有调声的显著程度,也提供了推荐的调整声级。客观方法的目的在于按听者通常的做法去评价有调声的显著性。本方法是基于临界频带的心理声学概念,临界频带被定义为在此频带之外的声音对频带内的有调声可听度没有明显的影响。

该方法包括用于稳态的和变化的有调声、窄带噪声、低频有调声的评价方法,并且从 0 dB 到 6 dB 对结果进行逐级调整。

C.2 客观方法

C.2.1 概述

本方法有三个步骤:

- 窄带频率分析(最好是 FFT 分析);
- 有调声以及围绕有调声的临界频带内掩蔽噪声的平均声压级的测定;
- 有调声可听度 ΔL_{ta} 和调整值 K_t 的计算。

C.2.2 频率分析

用至少 1 min 的线性平均(“长期平均”)来测量窄带 A 计权频谱。

有效的分析带宽要小于含有有调声的临界频带带宽的 5%。表 C.1 给出了临界频带的宽度。

建议包括频率分析仪在内的测量装置用以 20 μ Pa 为基准的 dB 值来校准,并且建议用汉宁计权作为窗函数。

注 1: 根据推荐的汉宁时间窗,有效分析带宽(或有效噪声带宽)为频率分辨率的 1.5 倍。频率分辨率是谱线之间的距离。

注 2: 临界频带宽度的 5% 作为有效分析带宽,刚能听到的有调声通常作为局部极大出现,比平均谱中周围掩蔽噪声至少高出 8 dB。

注 3: 在一个有很多彼此相隔很近的有调声分量的复杂有调声这种少见的情况下,可能必须要有一个更高的分辨率来正确测定掩蔽噪声级。

注 4: 如果频谱中可听有调声频率变化在平均时间内大于临界频带频率范围的 10%, 可能需要将长时间的平均(长期平均)分成许多短期的平均。

C.2.3 声压级的测定

C.2.3.1 有调声的声压级 L_{pt}

用目测观察方法从窄带频谱中可以分辨有调声。有调声的声压级根据频谱来测定。

所有下降 3 dB 对应的带宽小于实际临界频带宽 10% 的局部极大值均看成是一个有调声。

同一临界频带中,所有 i 个有调声的声级 L_{pti} 要按能量相加以给出该频带的总有调声声级 L_{pt} , 如式(C.1)所给:

$$L_{pt} = 10 \lg \sum 10^{\frac{L_{pti}}{10}} \dots\dots\dots (C.1)$$

注: 如果“有调声”是个窄带噪声, 或者有调声频率变化, 或者有调声频率与谱线频率不一致, 则有调声在平均谱中显示出几条线。这种情况下, 有调声声级 L_{pti} 是声级与局部最大声级相差 6 dB 之内的所有谱线的能量和, 并要对所用的窗口函数的影响进行修正(对汉宁计权, 这个是线谱能量之和减去 1.8 dB)。

在有调声表现为低频的情况下,建议研究有调声的总声级是否高于听阈(GB/T 4854.7)。如果在一个临界频带内的总有调声声级低于听阈,则在有调声可听度的评价中,应当不考虑这个临界频带。

C.2.3.2 临界频带的带宽和中心频率

表 C.1 给出了临界频带宽。

表 C.1 临界频带宽

中心频率 f_c /Hz	50 到 500	500 以上
带宽/Hz	100	f_c 的 20%

临界频带的中心频率 f_c 应定位在有调声频率上。当一个临界频带范围内存在数个有调声时,临界频带要按照令有调声总声级 L_{pt} 和掩蔽噪声级 L_{pn} (见 C.2.3.3) 的差值最大的方法围绕最显著的有调声对称地定位。

对于一个临界频带中心频率的定义,只有那些比最大的有调声声级低 10 dB 或不到 10 dB 的有调声被认为是具有意义的。

注:临界频带的中心频率 f_c 可以在测量频率范围内连续变化,最低临界频带为 0~100 Hz。

C.2.3.3 临界频带内掩蔽噪声的声压级, L_{pn}

临界频带内的掩蔽平均噪声级 $L_{pn,avg}$ 可以通过对距中心频率 f_c 两边大约 ± 0.5 到 ± 1 的临界频带范围内窄带频谱中的“噪声谱线”声级的目测平均来得到。忽略该范围内所有由有调声及其两侧频带的最大值后,即可找到“噪声谱线”。

掩蔽噪声的总声压级 L_{pn} 可以用临界频带内的平均噪声级 $L_{pn,avg}$ 按式(C.2)计算得出(单位 dB):

$$L_{pn} = L_{pn,avg} + 10 \lg \frac{B_{crit}}{B_{eff}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

B_{crit} ——临界频带宽,单位为赫兹(Hz);

B_{eff} ——有效分析带宽,单位为赫兹(Hz)。

C.2.4 有调声可听度 ΔL_{ta} 和调整值 K_t 的计算

有调声可听度 ΔL_{ta} 是用高于掩蔽阈 MT 的分贝数来表示;见图 C.1。调整值 K_t 是为了得到一个时间段的有调声修正评价声级而加到该时间段的 L_{Aeq} 上的值。根据一临界频带的有调声声级和掩蔽噪声级之差 $L_{pt} - L_{pn}$, ΔL_{ta} 和 K_t 两者都能够用图 C.1 来确定。用给定的临界频带中心频率 f_c 和给定的声级差 $L_{pt} - L_{pn}$, 则可在图 C.1 中确定一个点。有调声可听度 ΔL_{ta} 可表达为 $L_{pt} - L_{pn}$ 与图中所示的掩蔽阈之差。 K_t 可以由图中标有不同值的 K_t 线间的插值得到。 ΔL_{ta} 也可用式(C.3)计算, K_t 可以用式(C.4)计算。

$$\Delta L_{ta} = L_{pt} - L_{pn} + 2 + \lg \left[1 + \left(\frac{f_c}{502} \right)^{2.5} \right] \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

L_{pt} ——临界频带内有调声总声压级,单位为分贝(dB);

L_{pn} ——临界频带内掩蔽噪声的总声压级,单位为分贝(dB);

f_c ——临界频带的中心频率,单位为赫兹(Hz)。

用分贝(dB)表示的调整值 K_t ,按式(C.4)到式(C.6)来确定:

——对 $10 \text{ dB} < \Delta L_{ta}$,按式(C.4):

$$K_t = 6 \text{ dB} \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

——对 $4 \text{ dB} \leq \Delta L_{ta} \leq 10 \text{ dB}$,按式(C.5):

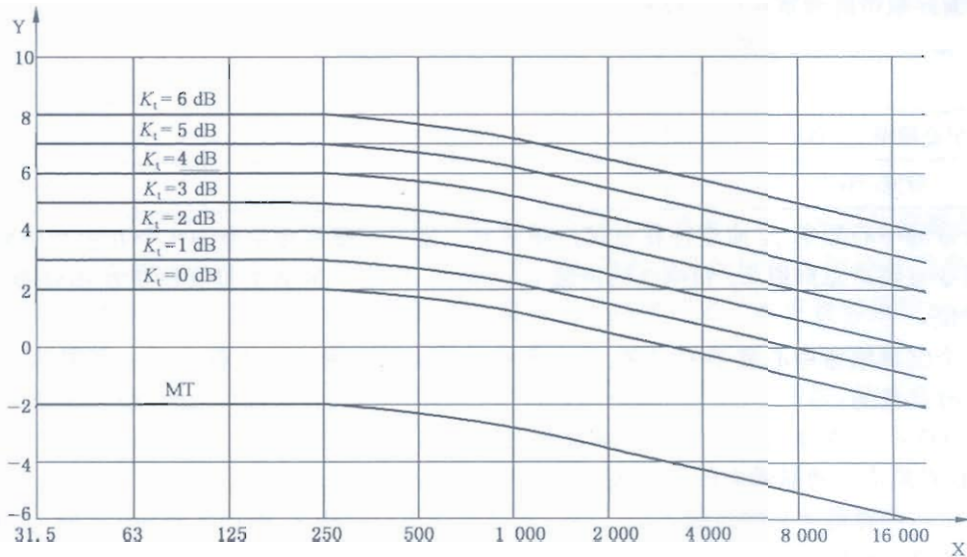
$$K_t = \Delta L_{ta} - 4 \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

——对 $\Delta L_{ta} < 4 \text{ dB}$,按式(C.6):

$$K_t = 0 \text{ dB} \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

注: K_t 不限于整数值。

当几个有调声(或几组有调声)在不同的临界频带同时出现,应对这些临界频带的每一个分别评价,含有最显著的有调声的临界频带(即给出最高 ΔL_{ta} 的有调声)对 ΔL_{ta} 和调整值 K_t 有决定性作用。



X——临界频带的中心频率,单位为赫兹(Hz);

Y—— $L_{pt} - L_{pn}$,单位为分贝(dB)。

注: L_{pt} 是临界频带内有调声的总声压级, L_{pn} 是临界频带内掩蔽噪声的总声压级。

图 C.1 掩蔽阈 MT 及确定调整值 K_t 的曲线

C.3 文件

用于分析的文件,应给出以下资料:

a) 用于分析:

- 被平均的谱数,测量时间周期和有效分析带宽;
- 窗函数(如汉宁窗),时间计权(Lin)和频率计权(A);
- 典型的频谱(至少一个),带有表示临界频带位置和该频带内的平均噪声级。

b) 用于决定性临界频带中的计算:

- 说明结果是由目测观察还是自动计算获得;
- 临界频带的频率范围和用于目测平均或线性回归的范围(见 C.4.3);
- 有调声的频率和声级及总有调声声级(相对于基准声压 2×10^{-5} Pa 的 L_{pti} 和 L_{pt} ,单位 dB);
- 在临界频带内的掩蔽噪声级(相对于基准声压 2×10^{-5} Pa 的 L_{pn} ,单位 dB);
- 有调声可听度(高于掩蔽阈的 ΔL_{ta} ,单位 dB);
- 调整值的大小(K_t ,单位 dB)。

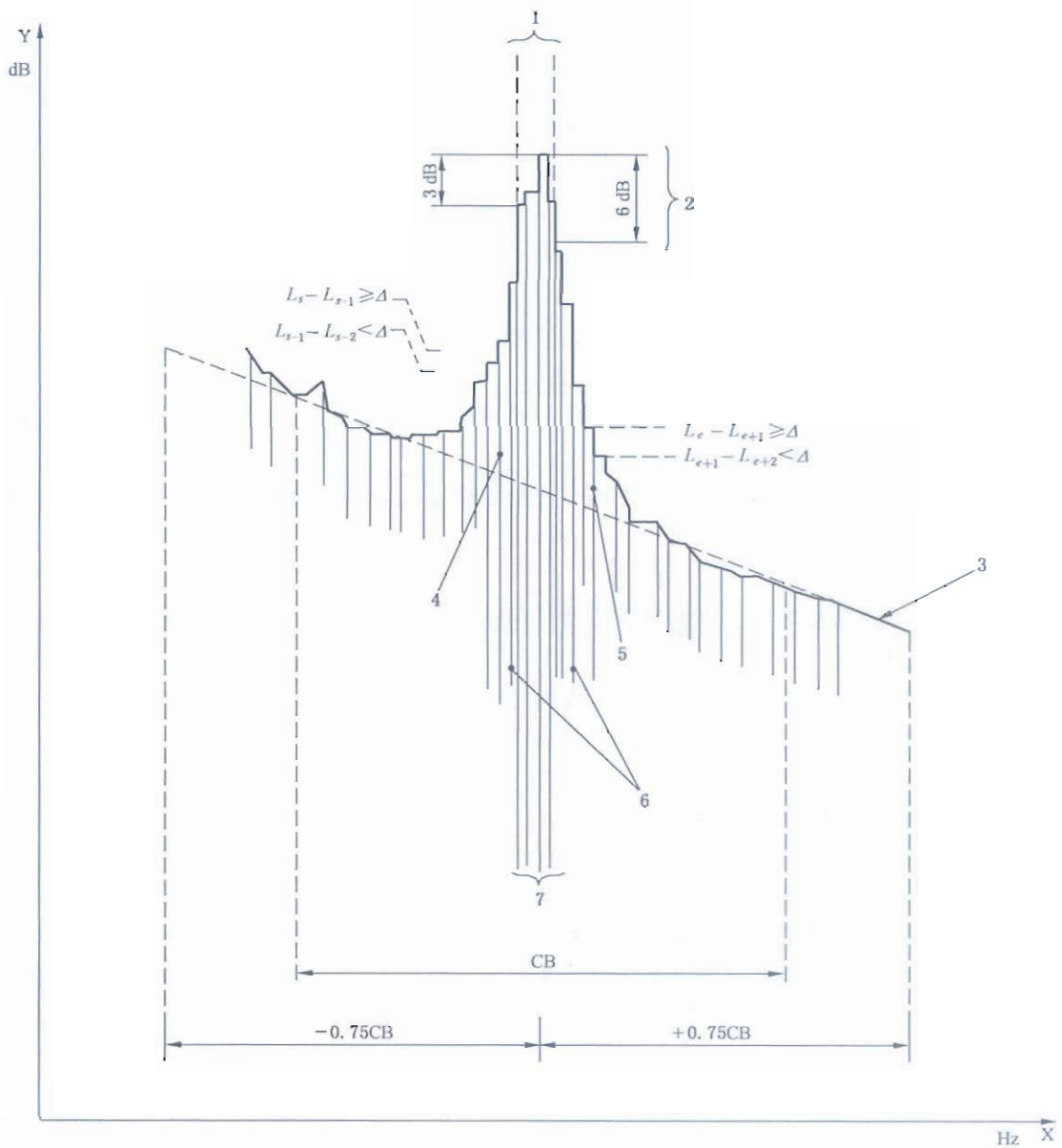
c) 其他会引起调整的临界频带的有调声应注明其频率。

C.4 有关有调声和掩蔽噪声级的详细定义

C.4.1 概述

为了用计算机执行本方法,C.4给出了关于有调声和噪声更加全面的定义,参见图 C.2。

注:执行分析的技术人员对结果的正确性有最终的责任。因此,能实现对软件结果的直观检查是十分重要的。必须要有一个至少注明了有调声谱线、临界频带和回归线的频谱图。若能进一步用不同颜色表征噪声、噪声暂停和有调声的谱线将会很有帮助。



- 1——3 dB 带宽小于临界频带 10% 时的有调声；
- 2——有调声能量；
- 3——噪声级的线性回归线；
- 4——噪声暂停开始；
- 5——噪声暂停结束；
- 6——无有调声、无噪声；
- 7——有调声；
- CB——临界频带。

图 C.2 有调声、噪声和噪声暂停(无有调声、无噪声)的定义；
 Δ 是有调声搜索的判据，且通常选择为 1 dB

C.4.2 噪声暂停

噪声暂停是指有可能存在有调声的局部最大值区域，噪声暂停根据以下原则定义和寻找。

一个噪声暂停的开始点在局部最大的正斜率上找出，它是满足式(C.7)和式(C.8)条件的谱线 s ：

$$L_s - L_{s-1} \geq \Delta \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

$$L_{s-1} - L_{s-2} < \Delta \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

L_s 是谱线 s 的声级, L_{s-1} 是谱线($s-1$)的声级等。 Δ 是有调声搜索的判据,通常选为 1 dB。

对通常光滑的频谱, $\Delta=1$ dB 的有调声搜索判据不会有问题。对不规则的频谱(如 C. 2. 2 提到的短平均时间的频谱),其值直到 3 dB 或 4 dB 才会得到较好的结果。建议该参数由用户在实现本方法的软件中定义。

噪声暂停的结束定义为一局部最大值的负斜率上满足式(C. 9)和式(C. 10)的谱线 e :

$$L_e - L_{e+1} \geq \Delta \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

$$L_{e+1} - L_{e+2} < \Delta \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

初步的噪声暂停间隔定义为包括 s 线和 e 线在内的 s 线与 e 线之间的所有谱线。

由 $e+1$ 谱线出发去寻找下一个噪声暂停开始。

一个噪声暂停只能含有一个噪声暂停开始和一个噪声暂停结束。与上面所述相类似的过程,还要按照从高频到低频的顺序对频谱谱线再进行研究。

最终的噪声暂停间隔是上述向前和向后两个过程中定义为初步噪声暂停的谱线,它们包括在最终噪声暂停间隔之中。

C. 4. 3 有调声

有调声存在于噪声暂停之间。当噪声暂停中任何谱线的声级比 $s-1$ 和 $e+1$ 谱线声级高 6 dB 或更多时,就可能存在有调声。

C. 2. 3. 1 对有调声作了定义。定义包括有调声和窄带噪声。频谱中被检出的峰值带宽定义为相对于噪声暂停中最大谱线的 3 dB 带宽。

当 3 dB 带宽小于临界频带带宽的 10% 时,所有声级在最大声级 6 dB 之内的谱线都划为有调声。有调声频率定义为噪声暂停中最大谱线的频率。

注:当 3 dB 带宽大于临界频带带宽的 10% 时,既不把这些谱线视为有调声也不视为窄带噪声。对这种情况不用给出调整值,除非它是由变频的有调声引起,这时需要一个更短的平均时间。

具有变频的有调声可能会作为长期平均谱中宽的最大值出现。这些最大值的宽度依赖于有调声的频率变化范围和平均时间。当有调声频率变化大于平均周期内临界频带带宽的 10% 时,10% 的带宽判据(见 C. 2. 3. 1)应当取消,有调声宽的最大值内的所有谱线都应当划为有调声,或者要用更短的平均时间。

C. 4. 4 掩蔽噪声

所有未被归到噪声暂停的谱线都被定义为掩蔽噪声,在 C. 2. 3. 3 中称之为“噪声线”。

临界频带内的掩蔽噪声级靠通过所有定为噪声的谱线进行一次线性回归来确定。回归的范围通常应选为临界频带中心频率两侧 ± 0.75 倍的临界频带带宽。

对不规则频谱或具有宽的有调声最大值的频谱,线性回归的范围可以扩展到加或减一个到两个临界频带。这样可以得到与噪声本底的总体形状更相一致的回归线。建议在软件编制中回归分析范围由用户定义。

应对实际临界频带内的每条谱线赋予噪声级 L_n ,即回归线预测的值。临界频带内的总掩蔽噪声级 L_{pn} ,由临界频带内经过窗函数修正并赋予声级 L_n 的所有谱线之能量和来确定。总掩蔽噪声级 L_{pn} 可以用式(C. 11)确定,单位为分贝(dB):

$$L_{pn} = 10 \lg(\sum 10^{\frac{L_n}{10}}) + 10 \lg \frac{\Delta f}{B_{eff}} \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

式中:

Δf ——频率分辨率,单位为赫兹(Hz);

B_{eff} ——有效分析带宽,单位为赫兹(Hz)。

C.5 示例

本章的示例是用基于 350 条谱线的频谱和 2 min 测量时间的自动程序来分析的。

例 1 见图 C.3

- 临界频带: 3.6 kHz—4.4 kHz;
- 4 kHz 有调声: 46.7 dB;
- 有调声声级 L_{pt} : 46.7 dB;
- 3 dB 有调声带宽: 800 Hz 的 0.5%;
- 临界频带中的 L_{pn} : 37.3 dB;
- 相对于 MT 的有调声可听度 ΔL_{ta} : 13.7 dB;
- 调整值 K_t : 6.0 dB。

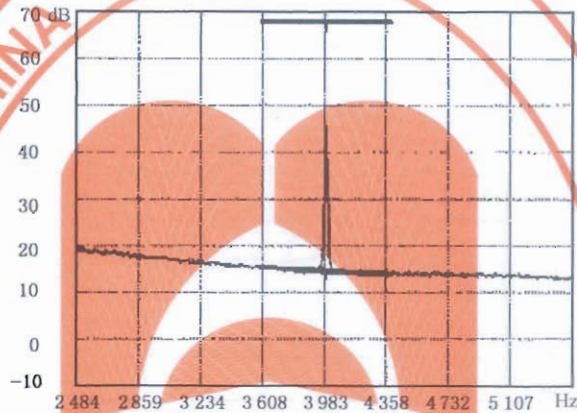


图 C.3

例 2 见图 C.4

- 临界频带: 380 Hz—480 Hz;
- 有调声: 395 Hz: 53.1 dB;
468 Hz: 47.0 dB;
- 有调声声级 L_{pt} : 54.1 dB;
- 3 dB 有调声带宽: 100 Hz 的 3.1%;
- 临界频带中的 L_{pn} : 45.2 dB;
- 相对于 MT 的有调声可听度 ΔL_{ta} : 11.1 dB;
- 调整值 K_t : 6.0 dB。

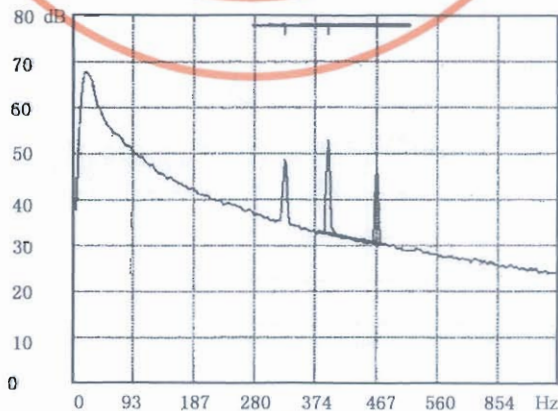


图 C.4

例 3 见图 C.5

- 临界频带: 258 Hz—358 Hz;
- 有调声: 278 Hz:33.3 dB;
299 Hz:38.4 dB;
319 Hz:54.3 dB;
334 Hz:37.1 dB;
- 有调声声级 L_{pt} : 54.6 dB;
- 3 dB 有调声带宽: 100 Hz 的 3.4%;
- 临界频带中的 L_{pn} : 45.5 dB;
- 相对于 MT 的有调声可听度 ΔL_{ta} : 10.6 dB;
- 调整值 K_t : 6.0 dB。

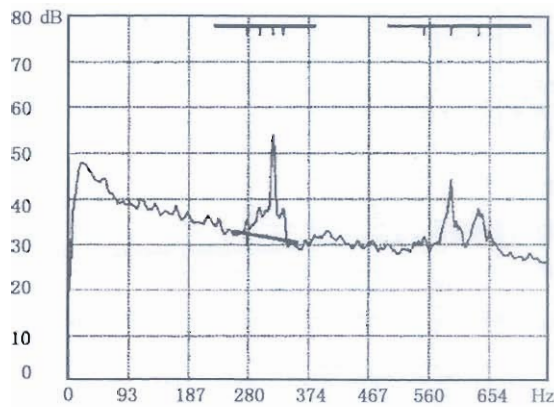


图 C.5

例 4 见图 C.6

- 临界频带: 680 Hz—830 Hz;
- 有调声: 在 680 Hz—758 Hz 之间变化
- 有调声声级 L_{pt} : 53.6 dB;
- 临界频带中的 L_{pn} : 45.5 dB;
- 相对于 MT 的有调声可听度 ΔL_{ta} : 10.7 dB;
- 调整值 K_t : 6.0 dB。

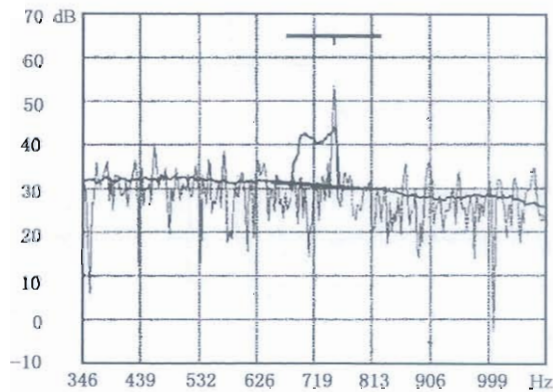


图 C.6

例 3 见图 C.5

- 临界频带: 258 Hz—358 Hz;
- 有调声: 278 Hz:33.3 dB;
299 Hz:38.4 dB;
319 Hz:54.3 dB;
334 Hz:37.1 dB;
- 有调声声级 L_{pt} : 54.6 dB;
- 3 dB 有调声带宽: 100 Hz 的 3.4%;
- 临界频带中的 L_{pn} : 45.5 dB;
- 相对于 MT 的有调声可听度 ΔL_{ta} : 10.6 dB;
- 调整值 K_t : 6.0 dB。

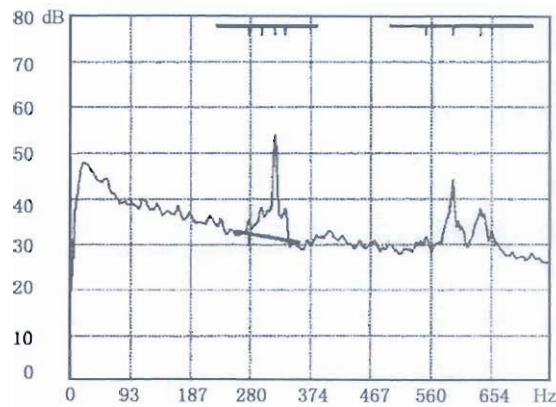


图 C.5

例 4 见图 C.6

- 临界频带: 680 Hz—830 Hz;
- 有调声: 在 680 Hz—758 Hz 之间变化
- 有调声声级 L_{pt} : 53.6 dB;
- 临界频带中的 L_{pn} : 45.5 dB;
- 相对于 MT 的有调声可听度 ΔL_{ta} : 10.7 dB;
- 调整值 K_t : 6.0 dB。

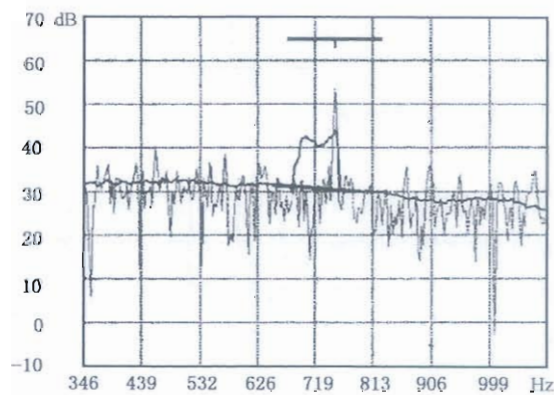


图 C.6

附录 D

(资料性附录)

评价噪声中有调声可听度的客观方法——简化方法

测试离散频谱分量(有调声)显著性的典型做法是将某 1/3 倍频带的时间平均声压级与相邻两个 1/3 倍频带时间平均声压级进行比较。为了辨别一个突出的离散有调声是否存在,要求测量的 1/3 倍频带时间平均声压级要超过相邻两个 1/3 倍频带声压级某个恒定的声级差。

恒定的声级差会随频率而变。可能选择的声级差是:

- 低频 1/3 倍频带(25 Hz~125 Hz)是 15 dB;
- 中频段(160 Hz~400 Hz)是 8 dB;
- 高频段(500 Hz~10 000 Hz)是 5 dB。

注:本附录的频带范围不完全与 8.4.11 规定的一样,因为后者涉及到人对声音的反应,而本附录的频带范围基于物理效应,即气象条件引起的起伏在很大程度上会受到滤波器带宽的影响。



附录 E
(资料性附录)
各国规定的声源计算方法

E.1 道路噪声

奥地利 RVS 3.02 Lärmschtz, December 1997

丹麦、芬兰、冰岛、挪威、瑞典:

——Road Traffic Noise-Nordic Prediction Method, TemaNord 1996:525, ISBN 92 9120 836 1, ISSN 0908-6692.

Nord 2000. New Nordic Prediction Method for Road Traffic Noise.

Note: This document can be downloaded from [www. delta. dk](http://www.delta.dk) but it has not yet been officially adopted.

欧盟: Harmonoise model.

Note: This document can be downloaded from [www. imagine-project. org](http://www.imagine-project.org) but it has not yet been officially adopted.

法国: NMPB, 1997.

Note: Partly based on ISO 9613-2 and yearly one-octave-band average weather statistics.

德国: RLS-90.

日本: ASJRIN-Model 2003.

荷兰: Reken-en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaai 2002, specifying a basic method (Standard Rekenmethode I) and an advanced method (Standard Rekenmethode II).

瑞士: StL-86, Swiss road traffic noise model, 1986.

Note: A new method, SonRoad, Swiss road traffic noise model 2004, is expected to be introduced shortly after the publication of this part of ISO 1996.

英国: CRTN-88.

Note: The 18 h day time, L_{10} is calculated, ISBN 0115508473.

美国: TNM 1998: Geometrical ray theory and diffraction theory—one-third-octave-band spectra.

E.2 轨道交通

奥地利: Berechnung der Schallimmission durch Schienenverkehr, Zugverkehr, Verschub- und Umschlagbetrieb.

丹麦、芬兰、冰岛、挪威、瑞典:

——Railway Traffic Noise-Nordic Prediction Method, TemaNord 1996:524. ISBN 92 9120 837 X, ISSN 0908-6692,

——Nord 2000 Road. New Nordic Prediction Method for Rail Traffic Noise.

Note: This document can be downloaded from [www. vejdirektoratet. dk/dokument. asp? page = document&objno=89873. org](http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=89873.org) but it has not yet been officially adopted.

欧盟: Harmnoise Propagation Model.

Note: This document can be downloaded from [www. vejdirektoratet. dk/dokument. asp? page = document&objno=89873. org](http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=89873.org) but it has not yet been officially adopted.

法国: NMPB-fer, French standard S 31-133

Note: Draft standard Pr S31-133, as of the publication date of this part of ISO 1996.

德国: Schall 03, Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen.

日本: K. Nagakura & Y. Zenda, Prediction model of wayside noise level of Shinkansen, Wave 2002, 237-244, BALKEMA PUBLISHERS.

荷兰: Reken-en Meetvoorschrift Railverkeeslawai'96, Specifying a basic method (Standaard Rekenmethode I) and an advanced method (Standaard Rekenmethode II).

瑞士: Schweizerisches Emissions- und Immissionsmodell Für die Berechnung von Eisenbahnlärm (SEMIBEL).

英国: Calculation of Railway Noise (CRN), ISBN 0115517545, ISBN 0115518738.

E.3 空中交通

加拿大: Transport Canada NEF 1.8.

丹麦: DANSIM based on ECAC doc 29.

欧盟: ECAC doc 29: Standard Method of Computing Noise Contours Around Civil Airports.

瑞士: FLULA2, Swiss aircraft noise program.

美国: FAA INM 6.0 for Fixed Wing Civilian Aircraft; FAA HNM 2.2 for Civilian Helicopters. USAF-NOISEMAP for Military Aircraft.

E.4 工业噪声

奥地利: ÖAL-Richtlinie 28 Schallabstrahlung und Schallausbreitung, 1987.

丹麦、芬兰、冰岛、挪威、瑞典:

Environmental noise from industrial plants. General Prediction method.

Note: Industrial noise-Nordic Prediction method similar to ISO 9613-2.

德国: VDI-Richtlinie; VDI 2714 Schallausbreitung im Freien (Outdoor sound propagation), 1988.

日本: Construction noise prediction model of ASJ CN-model 2002, Acoustical Society of Japan, 2002.

荷兰: Handleiding Meten en rekenen industrielawaai 1999, specifying a basic method (Methode I) and an advanced method (Methode II).

参 考 文 献

- [1] GB/T 4854.7:2008 声学 校准测听的基础零级 第7部分:自由场和扩散场测听的基准听阈
 - [2] ISO 6190 Acoustics—measurement of sound pressure level of gas turbing installations for evaluating environmental noise—Survey method
 - [3] ISO 5725(all parts) Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results
 - [4] GB/T 17247.1—2000 声学 户外声传播衰减 第1部分:大气声吸收的计算
 - [5] GB/T 17247.2—1998 声学 户外声传播衰减 第2部分:一般计算方法
 - [6] ISO 10843:1997 Acoustics—Methods of the discription and physical measurement of single impulses or series of impulses
 - [7] ISO/TS 13474 Acoustics—Impulse sound propagation for environmental noise assessment
 - [8] IEC 60651:2001 Sound level miters
 - [9] IEC 60804:2000 Integrating—averaging sound level miters
 - [10] Storeheier, S. A. . Measurement of noise emmission from road traffic(in Norwegian), SINTEF Report No. STF44 A78025, Trondheim, 1978
 - [11] Fisk, D. J. . Statistical sampling in community noise measurement. J. SVib, 39(2)(1973)
 - [12] Danish Environmental Protection Agency, Guidelines for Measurements of Environmental Noise, 6/1984(in Danish), Nov. 1984
 - [13] Zwicker, E. and Fastl, H. . Psycho-acoustics-Facts and models, Springer, Jan. 1999
 - [14] Sondergaard, M. , Holm Pedersen, T. and Kragh, J. . Method for Assessing Tonality of Wind Turbine Noise, DELTA Acoustics & Vibration, Dec. 1999
-

中华人民共和国
国家标准
声学 环境噪声的描述、测量与评价
第2部分：环境噪声级测定

GB/T 3222.2—2009/ISO 1996-2:2007

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码：100045

网址 www.spc.net.cn

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 60 千字
2009年11月第一版 2009年11月第一次印刷

*

书号：155066·1-39213 定价 33.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话：(010)68533533



GB/T 3222.2—2009