

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-20□□

地下轨道交通结构噪声 排放监测方法

Measurement method for underground
railway ground-borne noise emission

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	3
1. 适用范围.....	4
2. 规范性引用文件.....	4
3. 术语和定义.....	4
4. 测量条件.....	6
5. 测量方法.....	6
6. 数据处理.....	8
7. 测量结果与计算方法.....	8
8. 质量保证.....	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，规范地下轨道交通结构噪声监测工作，制定本标准。

本标准规定了地下轨道交通结构噪声监测的测量条件、测量方法、数据处理、测量结果与计算方法、监测质量保证等技术要求。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准起草单位：北京市环境保护监测中心、清华大学、北京市地铁运营有限公司地铁运营技术研发中心。

本标准环境保护部 201□年□□月□□日批准。

本标准自 201□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

地下轨道交通结构噪声排放监测方法

1. 适用范围

本标准规定了地下轨道交通结构噪声排放监测的测量条件、测量方法、数据处理、测量结果、计算方法及质量保证等技术要求。

本标准适用于受地下轨道交通结构噪声排放影响的敏感建筑物室内噪声监测。

2. 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

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

GB/T 3241 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器

GB/T 3785.1 电声学 声级计 第 1 部分：规范

GB/T 15173 电声学 声校准器

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 地下轨道交通 underground railway

城市轨道交通地下段等主要由电力驱动以客运为主要用途的地下城市轨道交通系统。

3.2 结构噪声 ground-borne noise

列车运行引起沿线敏感建筑物房屋结构内表面再次辐射的可听声。不包含结构传播地下轨道交通固定设备室内噪声，也不包含列车运行的空气直达声。

3.3 噪声敏感建筑物 noise-sensitive buildings

医院、学校、机关、科研单位、住宅等需要保持安静的建筑物。

3.4 昼间 day-time、夜间 night-time

根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，“昼间”是指 6:00 至 22:00 之间的时段；

“夜间”是指 22:00 至次日 6:00 之间的时段。

县级以上人民政府为环境噪声污染防治的需要（如考虑时差、作息习惯差异等）而对昼间、夜间的划分另有规定的，应按其规定执行。

3.5 倍频带声压级 sound pressure level in octave bands

采用符合 GB/T 3241 规定的倍频程滤波器所测量的频带声压级。本标准规定的噪声频谱分析时使用的倍频程中心频率为 31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz，其频率覆盖范围为 22.4Hz~355Hz。

3.6 特征频率 characteristic frequency

在列车通过与非通过时，结构噪声各倍频带中心频率中声压级变化最大的频率。

3.7 事件最大声级 maximum sound level of events

测量过程中，第 i 次列车通过时，特征频率下最大声压级值，记为 $L_{max,i}$ ，单位 dB。

3.8 时间历程监测 time history monitoring

以单位时间 t 为记录单元，对测量过程中各记录单元进行全数据采集的采样方法。非单位时间数据采集应等效至单位时间进行记录。本标准规定 t 取 1s。

3.9 噪声事件 noise events

特征频率下按照 $L_{max,i}-10\text{dB}$ 方式进行截取的结果记为一次噪声事件。

3.10 事件持续时间 duration of events

噪声事件起始到终止所对应的时间，记为 t_c 。如图 1 所示， $t_c=t_2-t_1$ ，单位 s。

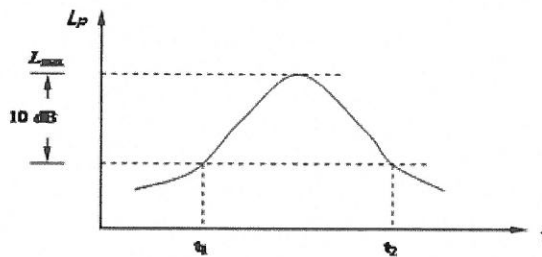


图 1 噪声事件持续时间

3.11 A 声级 A-weighted sound pressure level

用 A 计权测得的声压级，用 L_A 表示，单位 dB。

3.12 低频 A 声级 A-weighted sound pressure level in low-frequency band

将低频段各倍频带中心频率噪声经 A 频率计权后所得的窄带声压级，用 L_{AL} 表示，单位 dB。本标准所指低频 A 声级由倍频带中心频率 31.5Hz~250Hz 范围内噪声经 A 计权所得。

3.13 倍频带声能均值 average noise energy in octave bands

所有噪声事件各中心频率在全部持续时间内的声能量平均值, 记为 $\overline{L_p(f)}$, 单位 dB。

4. 测量条件

4.1 测量仪器

4.1.1 声级计与滤波器

测量仪器性能应符合 GB/T 3785.1 对 1 型声级计的要求; 滤波器性能应符合 GB/T 3241 对 1 型倍频程滤波器的要求, 具备实时频谱分析功能。测量仪器的测量范围应满足本标准规定噪声频谱分析的需要。

4.1.2 声校准器

校准所用仪器应符合 GB/T 15173 对 1 级声校准器的要求, 校准声源频率至少有两个, 一个频率为 1kHz, 一个频率应在 31.5~250Hz 区间内。

4.2 气象条件

测量应在无雨雪、无雷电, 风速 5m/s 以下时进行, 在室内测量结构噪声时应加装防风罩。

4.3 室内环境条件

4.3.1 房间选择

应选择在无结构传播固定设备噪声影响的房间进行测量, 且房间不受其他振动激发声源的影响 (如货架、墙壁悬挂物等)。被测房间在测量过程中应能够关闭所有门窗, 并且能够关闭所有可能干扰噪声测量的全部声源 (如电视机、空调机、风扇、镇流器等)。

4.3.2 测试条件

列车通过时, 特征频率下的最大声压级应超过该频率背景噪声 10dB 以上。

5. 测量方法

5.1 测量点位

5.1.1 一般测量点位

结构噪声测量点位应布设在地下轨道交通沿线第一排敏感建筑物室内。

5.1.2 高层建筑物测量点位

对于高层建筑物, 应优先选择在一层或地下室布设测点。如需在高层房间内测量, 则应

在满足 4.3 室内环境条件的基础上, 选择门窗关闭严密的房间进行。

5.1.3 补充测量点位

需要确定地下轨道交通结构噪声空间分布时, 应增设补充测点。测量结构噪声水平分布时, 应在轨道水平垂线方向敏感建筑物室内布置测点, 测点可按照距临近轨道水平距离倍增的方式进行布设。

测量结构噪声垂直分布时, 应在高层建筑物同一垂线下, 不同层高间选择房间进行布点。

5.2 监测频次

测量应分昼间、夜间在各测点连续测量不低于 20min 的室内噪声, 测量期间应包含至少 6 次噪声事件。如监测在夜间进行或列车运行密度较低, 未能在测量中包含 6 次以上噪声事件, 则应适当延长测量时间, 必要时应延长监测时长至 1h。

5.3 传声器位置

传声器应置于靠近但不在被测房间室内中央处, 以避免房间驻波对测量产生影响。传声器应距离地面高度 1.2m 处, 距离墙面或其他反射面 0.5m 以上, 指向靠近地下轨道交通铁轨一侧墙壁。

5.4 数据采集

5.4.1 测量量

测量应采用倍频程时间历程方式进行, 测量量应至少包含(不限于)31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz 中心频率每单位时间等效声压级变化, 即 $L_{p,t}(f)$ 。

5.4.2 采样方式

测量应采用时间历程监测方式进行, 所采集噪声应包含测量时段内各测量量每单位时间噪声均值, 并能够将全部采集数据进行记录和导出。

5.4.3 数据记录

时间历程监测所采集数据应以单位时间进行记录, 记录应包含整个测量周期内各测量量数值及对应时间等基本信息, 倍频带声压级应记录非加权线性噪声。

5.4.4 数据导出

测量原始数据应能够进行导出, 导出采集数据应为常见文件格式 (如.txt、.xls 等), 以方便对数据进行编辑、数据处理和归档。

6. 数据处理

6.1 特征频率选取

特征频率的选择需根据历程测量数据确定。应在满足事件截取条件的基础上, 优先选择在各中心频率时间历程数据中平均峰值最高的频率为特征频率, 对于平均峰高较接近的两个或几个频率, 应选择列车不通过时噪声背景值较低的频率为特征频率。

6.2 事件截取

结构噪声事件应在选定的特征频率下对时间历程数据进行事件截取, 即以各次列车通行过程所对应的事件最大声级 $L_{max, i}$ 为基础, 取 $L_{max, i} - 10\text{dB}$ 为判定条件, 获得该条件下各次噪声事件的持续时间 (s), 并获取所有事件各测量量声压级变化。

6.3 事件持续时间

对于各噪声事件, 其持续时间最短应不小于 5s, 持续时间小于 5s 的噪声事件应视为无效事件。

7. 测量结果与计算方法

7.1 评价量

对于地下轨道交通结构噪声排放监测, 其评价量需根据相应评价标准进行选择。对于单次噪声事件的评价, 可选择单次事件倍频带声能均值和/或被测频率范围单次事件低频 A 声级进行评价。

7.2 倍频带声能均值

在测量频率 (中心频率 31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz) 下, 应对所有噪声事件所包含能量变化分频进行计算, 获得所有事件总持续时间下各频率能量均值。其计算方法如下:

$$\overline{L_p(f)} = 10 \times \lg \left(\frac{1}{T_c} \sum_{n=1}^{T_c} 10^{\frac{L_{p,n}(f)}{10}} \right)$$

式中: T_c ——所有噪声事件持续时间之和 (s), 对于截取的 m 个事件 $T_c = t_{c1} + t_{c2} + \dots + t_{cm}$;

$L_{p,n}(f)$ ——持续时间内 f 频率第 n 秒声压级, 单位 dB。

7.3 低频 A 声级

将总持续时间内低频段各声能均值进行 A 计权, 即为低频 A 声级。其计算方法如下:

$$\overline{L_{AL}} = 10 \lg \sum_{i=1}^k 10^{0.1(\overline{L_P(f)} - L_i(f))}$$

式中：K——计权中心频率个数；

$L_i(f)$ ——与频率相对应的 A 计权值，单位 dB。

7.4 等效声压级

根据评价结果需要，可对全部噪声事件倍频带声能均值或低频 A 声级值及其他评价量进行持续时间等效声压级计算，其计算方法如下（以倍频带声能均值为例）：

$$L_{eq}(f) = 10 \times \lg\left(\frac{T_c}{T} 10^{0.1\overline{L_P(f)}}\right)$$

式中： $L_{eq}(f)$ ——分频率测量时间等效声压级；

T——总测量时段（s）。

除倍频带声能等效声压级外，低频 A 声级以及其他评价量也可依照方法进行对应等效声压级计算。

7.5 记录与结果

测量时应记录如下信息：

- 1) 测量日期，测点地理位置，测量部门及测量者姓名；
- 2) 测量仪器型号及编号、校准器型号及编号；
- 3) 具体测量点位，测量房间使用功能，测量房间楼层；
- 4) 轨道与测点位置关系（示意图），列车通过时间等。

测量结果应根据评价需要进行选择，可包含以下几项：

- 1) 测量时间内地下轨道交通结构噪声倍频带声能均值；
- 2) 测量时间内结构噪声低频 A 声级值（计权中心频率范围 31.5~250Hz）；
- 3) 结构噪声各单次事件倍频带声能均值（其计算公式参考频率能量均值）；
- 4) 除上述结果外，可根据需要增加如 20min 等效 A 声级、单频率等效声压级等评价量。

8. 质量保证

8.1 监测质量保证

监测过程、数据处理中监测人员需依照标准规定进行操作,应熟练掌握标准中各项内容,了解监测中使用的如时间历程数据采集、频谱分析数据处理等内容基本原理。凡参与监测或出具监测数据的监测人员需接受相关培训后持证上岗。在进行测量前须对测量仪器记录单元进行时间校对,以保证监测记录的过车时间与时间历程相吻合。

8.2 监测数据质量保证

测量仪器和声校准器应定期检定合格,并在检定有效期内使用。声级计每次测量前、后应进行校准,使用延伸电缆时,应使延伸电缆与声级计一起进行校准。

校准分为灵敏度校准和频响校准,灵敏度校准应采用标称频率为 1kHz 的声校准器对声级计进行校准,其前、后校准示值偏差不得大于 0.5dB,否则本次测量无效。频响校准是在灵敏度校准后,再用 31.5~250Hz 之间的频率对倍频程滤波器进行校准,校准出的示值偏差不得大于 0.5dB,否则本次测量无效。

监测数据需经三级审核后方可报出。审核范围包括现场测量原始记录(包括测点示意图、测量条件、仪器校准等)和监测报告。
