

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ793-2016

城市轨道交通(地下段)结构噪声监测方法

Measurement method of ground-borne noise arising from urban rail
transit (underground)
(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2016-5-13发布

2016-8-1实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	II
1. 适用范围.....	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义.....	1
4. 测量条件.....	3
5. 测量方法.....	4
6. 数据处理.....	5
7. 测量结果与计算方法.....	5
8. 质量保证.....	7
附录 A（资料性附录）城市轨道交通（地下段）结构噪声监测现场记录表.....	8

前 言

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

本标准规定了城市轨道交通（地下段）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 2016 年 5 月 13 日批准。

本标准自 2016 年 8 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

城市轨道交通（地下段）结构噪声监测方法

1. 适用范围

本标准规定了城市轨道交通（地下段）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，以及监测质量保证等技术要求。

本标准适用于对受城市轨道交通（地下段）结构噪声影响的敏感建筑物开展室内噪声监测，其他类型城市轨道交通所引起的结构噪声在满足本标准测量条件、点位布设等相关条款规定下可参照执行。

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	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 城市轨道交通（地下段） urban rail transit (underground)

以电能为动力，采取轮轨运转方式的快速大运量地下公共交通系统。

3.2 结构噪声 ground-borne noise

由列车运行振动所引起的沿线敏感建筑物房屋结构再次辐射的可听声，不包含列车运行时产生的空气直达声。

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带中心频率为 16Hz、31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz，其频率覆盖范围为 12.5Hz~315Hz。

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 噪声事件 noise events

在特征频率下以每次列车通过时最大声压级减 10dB 作为依据进行监测数据的截取，结果记为一次噪声事件。

3.8 事件持续时间 duration of events

根据 GB/T 3222.1 中相关规定，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。

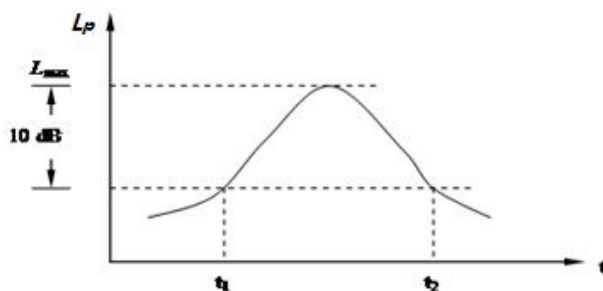


图 1 噪声事件持续时间

3.9 事件最大声压级 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。

3.10 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。

3.11 A 声级 A-weighted sound pressure level

用 A 频率计权测得的声压级，用 L_A 表示，单位 dB(A)。

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

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(A)。本标准所指低频 A 声级由倍频带中心频率 16Hz~250Hz 范围内噪声经 A 计权所得。

3.13 倍频带能量平均声压级 energy-averaged sound pressure level of octave band

对 m 个噪声事件，各中心频率在全部持续时间 T_c 内的声压级能量平均值，记为 $\overline{L_p(f)}$ ，单位 dB。

$$T_c = \sum_{i=1}^m t_{c,i}$$

式中： $t_{c,i}$ 为第 i 次列车通过的事件持续时间。

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 级声级计的要求；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。测量仪器的频率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。

4.2 气象条件

为避免对室内结构噪声监测的干扰，测量应在无雨、无雷，风速 5m/s 以下时进行。不得不在特殊气象条件下测量时，应采取必要措施保证测量过程满足标准 4.3.2 条的规定。

4.3 室内环境条件

4.3.1 房间选择

应选择在不受其他结构传播固定设备室内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列车非通过时段声压级 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城市轨道交通（地下段）沿线噪声敏感建筑物室内。对于高层建筑，应优先选择在底层房间布设测点。

5.1.2 补充测量点位

需要确定城市轨道交通（地下段）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设测点，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，应在高层建筑同一垂线下，不同楼层的相同房间内布点。

5.2 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，距离墙面或其他反射面 0.5m 以上，距外窗 1m 以上，指向靠近城市轨道交通铁轨一侧墙壁。

5.3 监测频次

测量应分昼间、夜间在各测点连续测量不低于平均运行密度的 20min 结构噪声，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平均运行密度较低，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；若延长测量时长至 1h 后仍不能满足通行车次要求时，则以实际测量车次为准。

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）16Hz、31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz 中心频率每单位时间等效声压级 $L_{p,t}(f)$ 和全频率 A 计权每单位时间等效声压级 $L_{A,t}$ 。

5.4.2 采集方法

数据采集应以时间历程监测为基础，所采集噪声应至少包含测量时段内各测量量每单位时间内噪声等效声压级，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,各中心频率单位时间等效声压级应为非计权的线性声压级。

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 特征频率的确定

特征频率需根据时间历程测量数据确定。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声压级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压级 $L_{max,i}$ 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 $t_{c,i}$ (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 3s,持续时间小于 3s 的噪声事件应视为无效事件。

7. 测量结果与计算方法

7.1 测量结果的评价

对于城市轨道交通(地下段)结构噪声测量结果的评价,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能量平均声压级和/或被测频率范围单次事件低频 A 声级进行评价。对于一段时间内室内结构噪声的评价,可使用室内噪声等效声级、列车通过时段结构噪声倍频带能量平均声压级进行评价。

7.2 室内噪声等效声级

室内噪声等效声级为噪声事件总持续时间内 A 声级在总测量时长内的等效。具体计算方法如下:

$$L_{eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{n=1}^{T_c} 10^{0.1 L_{A,n}} \right)$$

式中： $L_{A,n}$ ——噪声事件总持续时间（ T_c ）内第 n 秒等效 A 声级，单位 dB(A)；

T ——总测量时长，单位 s。

总测量时长应满足标准 5.3 条要求。根据评价标准的需要，必要时可测量昼间、夜间列车总运行时段。

7.3 倍频带能量平均声压级

在测量频率（中心频率 16Hz、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中心频率能量均值。其计算方法如下：

$$\overline{L_P(f)} = 10 \times \lg \left(\frac{1}{T_c} \sum_{n=1}^{T_c} 10^{0.1(L_{p,n}(f))} \right)$$

式中： T_c ——全部噪声事件持续时间之和，单位 s；

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

7.4 低频 A 声级

将总持续时间内低频段各中心频率声能均值进行 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 f 频率相对应的 A 计权值，单位 dB。

7.5 记录与结果

测量时应记录如下信息：

- a) 测量日期，测点地理位置，测量部门及测量者姓名；
- b) 测量仪器型号及编号、校准器型号及编号；
- c) 具体测量点位，测量房间使用功能，测量房间楼层，测量房间实际高度；

d) 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：

- a) 测量时间内城市轨道交通（地下段）结构噪声倍频带能量平均声压级；
- b) 测量时间内结构噪声低频 A 声级（计权中心频率范围 16~250Hz）；
- c) 结构噪声各单次事件倍频带能量平均声压级（其计算公式参考标准 7.3 条）；
- d) 室内噪声等效声级、单频率等效声压级等评价量。

现场监测记录表参见附录 A。

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应持证上岗。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。校准应采用标称频率为 1 kHz 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。

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。

附录 A
(资料性附录)

城市轨道交通（地下段）结构噪声监测现场记录表

检测类别							检测性质			
受检单位										
检测方法										
检测仪器及编号							校准仪器及编号			
检测时间		年 月 日			时——时					
测点 编号	列车 类型	测量值(dB)					事件		说 明	
		16Hz	31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	特征频率 Hz	持续时间 s		
$\overline{L_p(f)}$							T_c			
L_{eq}							$\overline{L_{AL}}$			
测点示意图	注明轨道与被测房间关系							气象条件:		
								测量前校准值:		
								测量后校准值:		
建筑类型						地址				
房间功能						测点高度				
备注										
检测人							校核			
审核										