

附件 4

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-□□

环境振动监测技术规范

Technical specification for monitoring of environmental vibration

(二次征求意见稿)

2014-□□-□□发布

2014-□□-□□实施

环境保护部 发布

目 次

1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4. 振动环境功能区的分类及要求	4
5 环境振动测量仪器	4
6 环境振动监测布点及测量	7
7 质量保证/质量控制	11
8 数据处理和报告	11
附录 A (资料性附录) 环境振动监测原始记录表	18

前 言

依据《中华人民共和国环境保护法》第十一条“国务院环境保护行政主管部门建立监测制度，制订监测规范”的要求，为统一、规范我国环境振动监测工作，制定本标准。

本标准规定了环境振动测量仪器、监测布点与测量、质量保证与控制、监测数据的处理及报告编制等技术要求。

本标准的附录 A 为资料性附录。

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：中国环境监测总站、长沙环保职业技术学院、湖南省环境监测中心站。

本标准环境保护部 2014 年 00 月 00 日批准。

本标准自 2014 年 00 月 00 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

环境振动监测技术规范

1 适用范围

本标准适用于城市区域、乡村、交通干线、桥梁、轨道交通、铁路、工业企业厂界、施工工地场界等环境振动的监测。其他未列入的环境振动监测可参照本标准执行。

本标准规定了环境振动测量仪器、监测布点与测量、质量保证与控制、监测数据的处理及报告编制等技术要求。

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，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 8170 数值修约规则

GB 10070 振动环境质量标准

GB/T 13441.1-2007 机械振动与冲击人体暴露于全身振动的评价 第1部分：一般要求

GB/T 23716-2009 人体对振动的响应 测量仪器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

振动 vibration

是一种介质的波动，度量的物理量主要有频率、强度、振动方向和暴露时间。

3.2

强度 intensity

振动强度的物理量有位移、速度、加速度等。

3.3

环境振动 environmental vibration

指在工业生产、建筑施工、交通运输和社会生活中所产生的干扰周围生活环境的振动。

3.4

振动加速度级 vibrational acceleration level

加速度与基准加速度之比的以10为底的对数乘以20，记为VAL。单位为分贝，dB。

$$VAL = 20 \lg(a/a_0) \quad (1)$$

式中： VAL ——振动加速度级，dB；

a ——振动加速度有效值， m/s^2 ；

a_0 ——基准加速度， $a_0=10^{-6} m/s^2$ 。

3.5

振级 vibration level

按 GB/T 13441.1-2007 规定的全身振动不同频率计权因子修正后得到的振动加速度级，

简称振级，记为 VL 。单位为分贝，dB。

3.6

Z 振级 vibrational level of whole body in the z direction

垂直于地面方向，并按 GB/T 13441.1-2007 规定的全身振动 W_k 计权因子修正后得到的振动加速度级，记为 VL_z 。单位为分贝，dB。

3.7

累计百分 Z 振级 vibrational level of whole body in the z direction for percent

在规定的测量时间 T 内，有 N% 时间的 Z 振级超过某一 VL_z 值，这个 VL_z 值叫做累计百分 Z 振级，记为 VL_{zN} 。单位为分贝，dB。

3.8

等效连续 Z 振级 equivalent continuous vibrational level of whole body in the z direction

在某规定时间内 Z 振级的能量平均值，用 VL_{zeq} 表示。单位为分贝，dB。

3.9

稳态振动 steady-state vibration

观测时间内振级变化 $\leq 3dB$ 的环境振动。以 VL_{zeq} 为评价量。包括旋转机械类（例如通风机、发电机、电动机、水泵等）和往复运动机械类（例如柴油机、空压机、纺织机等）等所引起的环境振动。

3.10

冲击振动 impact vibration

具有突发性振级变化的环境振动，包括锻压机械类（例如锻锤、冲床等）和建筑施工机械类（例如打桩机等）及爆破等所引起的环境振动。以 VL_{zmax} 为评价量。

3.11

随机振动 random vibration

不能预先确定振级的环境振动，包括道路交通振动、桥梁振动和居民生活振动（例如房

屋装修、厨房操作等)等所引起的环境振动。以 $V L_{z_{10}}$ 为评价量。

3.12

区域环境振动 environmental vibration of area

由稳态振动、冲击振动和随机振动所引起的某一功能区一定时间内的环境振动状况。

3.13

振动源环境振动 environmental vibration of source

由固定式单个振动源或集合振动源引起的工业企业厂界、施工场界、交通干线两侧等区域边界一定范围内的振动状况。

3.14

背景振动 background vibration

指与待测振动产生的环境振动无关的环境振动。

3.15

厂界 boundary

指企事业单位法定区域最外沿的界线。

3.16

建筑施工场界 boundary of construction site

指有关主管部门批准的建筑施工场地边界或建筑施工过程中实际使用的施工场地边界。

3.17

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振动污染防治的需要(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。

3.18

城市 city

城市是指国家按行政建制设立的直辖市、市和镇。

3.19

城市规划区 urban planning area

城市规划区是指城市市区、近郊区以及城市行政区域内其他因城市建设和发展需要实行规划控制的区域。

3.20

乡村 rural area

乡村是指除城市规划区以外的其他地区,如村庄、集镇等。

村庄是指农村村民居住和从事各种生产的聚居点。

集镇是指乡、民族乡人民政府所在地和经县级人民政府确认由集市发展而成的作为农村一定区域经济、文化和生活服务中心的非建制镇。

3.21

道路交通 road transit

指高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市次干路，应根据交通规划、城市规划确认。

3.22

铁路交通 railway transit

以动力集中方式或动力分散方式牵引，行驶于固定钢轨线路上的客货运输系统。

3.23

城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的、城市轨道交通公共客运交通线路系统。

3.24

振动敏感建筑物 vibration-sensitive buildings

指医院、学校、机关、科研单位、住宅等振动环境保护要求较高的建筑物。

4. 振动环境功能区的分类及要求

参见 GB 10070 的规定。

5 环境振动测量仪器

5.1 仪器构成

环境振动仪器一般由拾振器、放大器和衰减器、频率计权、检波—平均、指示器等部分组成。仪器具体构成见图 1。

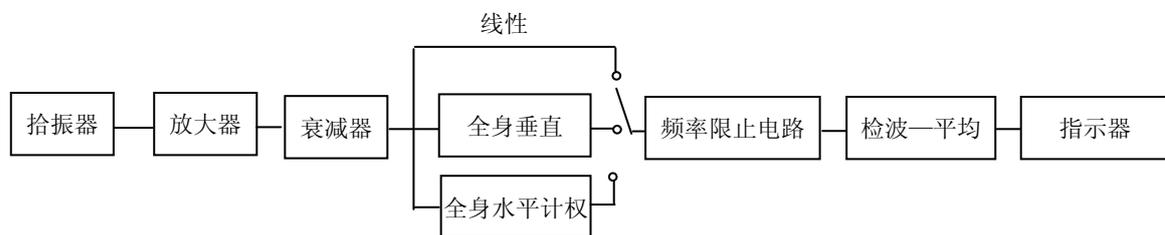


图 1 环境振动仪的组成

5.1.1 拾振器

拾振器通常采用压电加速度计，它用来将振动信号变换成与振动加速度成正比的电信号。由于环境振动振级和频率都较低，因此选用高灵敏度低频压电加速度计。拾振器内部通

常带有前置放大器，起阻抗变换和增益输出作用，而且可以接较长的电缆。拾振器可以是三轴向的，但在环境振动测量中只需要单轴向，而且当拾振器垂向放置时，测量垂向 Z 振级 VL_z ，当水平放置时，测量水平方向振级 VL_{x-y} 。

5.1.2 放大器和衰减器

放大器和衰减器用来将微弱的电信号进行放大，而当输入电信号较大（高振级）时又要将其进行衰减，以扩大测量范围。通常测量范围为 60 ~ 140dB。

5.1.3 频率计权网络

环境振动测量一般使用垂向频率计权网络以测量全身垂向 Z 振级，但仪器中往往也包含有水平频率计权网络以测量全身水平 X-Y 振级，使用平直频率响应测量振动加速度级。振动频率计权的频率响应曲线见图 2。

5.1.4 频率限止电路

频率限止电路由高通与低通滤波器组成，它使振级测量的频率范围限制在 1 ~ 80Hz，也就是只允许 1 ~ 80Hz 范围内的信号不衰减通过，其余信号均被衰减。这样可以保证测量结果不受其它频率信号的干扰和影响。

5.1.5 检波—平均

检波—平均用来对放大后的交流信号进行检波，检波—平均输出的直流信号与输入交流信号的有效值成比例。振动仪应具有时间常数为 1s 或 8s 的指数平均，以测量瞬时振级；也可通过开关选择至少 60s 的线性积分均方平均，以测量等效连续振级。

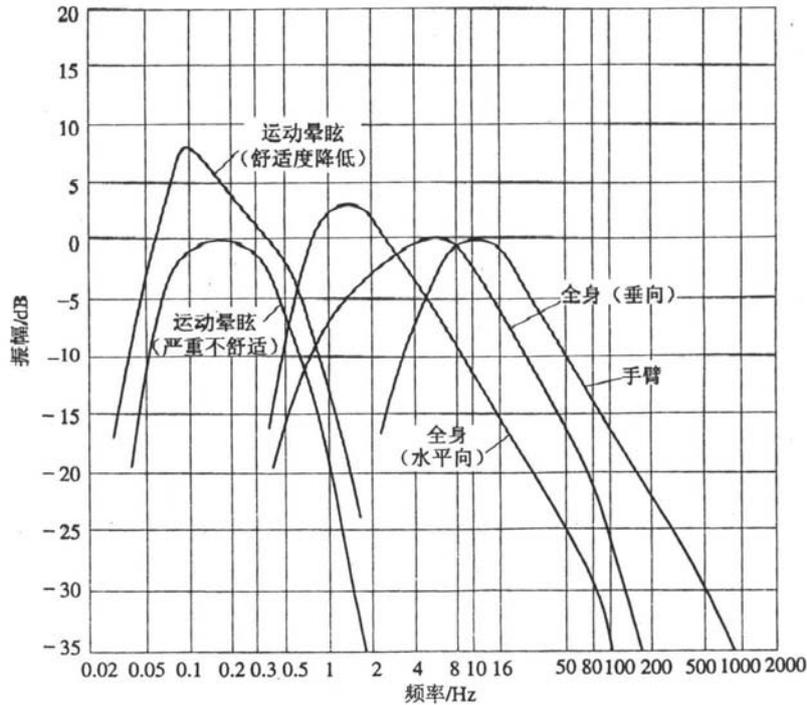


图 2 振动频率计权的频率响应曲线

5.1.6 指示器

指示器用来指示被测环境振级值 (dB)，指示器一般用数字显示。数字显示器具有读数直观、准确的优点。一般由 LCD (液晶显示器) 或 LED (发光二极管显示器) 来显示测量的计权振级值结果。为了能对测量数据进行统计分析处理，有的环境振动测量仪器在内部装有或外加数据处理单元，并将结果打印出来。

5.2 仪器性能要求

5.2.1 用于测量环境振动的仪器，其性能应符合 GB/T 13441.1-2007 有关规定。仪器的准确度应为 2 级或 1 级。拾振器一般采用压电式加速度计，电压灵敏度 400mV (峰值) /g，频率范围 1~160Hz，横向灵敏度比 $\leq 5\%$ ，幅值线性 $< 5\%$ 。

5.2.2 用于测量环境振动的仪器，应能测量振动加速度的有效值。

5.2.3 用于测量环境振动的仪器应至少具有全身垂向频率计权(W.B.z)，也可以包含有全身水平频率计权(W.B.x-y)和平直频率响应和允差应符合 GB/T 23716-2009 的规定。

5.2.4 用于测量环境振动的仪器应具有指数时间计权和线性平均功能。指数时间计权的时间参数为 1s，也可以包含 8s；线性平均时间至少为 20min。

5.3 仪器保养

5.3.1 振动仪器不用时，应干燥保存。

5.3.2 监测仪器应避免放置于高温、潮湿、有污水、灰尘的地方，避免阳光直射，经常保持仪器外部清洁。

5.3.3 安装电池或外接电源应注意极性，切勿反接。仪器使用完毕，应取出电池。

5.3.4 电池电压不足时，应及时更换电池。

5.3.5 仪器长期不用时，每月通电 2h，潮湿天气应每周充电 2h。

5.4 仪器检定和校准

5.4.1 振动监测仪器应定期送到具有资质的计量检定机构检定，检定合格并在计量有效期内方可使用。

5.4.2 振动监测仪器的校准主要是指振动传感器的校准，尤其是应用得最为广泛的压电式加速度计灵敏度的校准。加速度计的电容容量、重量以及环境的影响也是整个校准内容的一部分。

加速度计灵敏度的校准可分为三种不同的方法：

a) 绝对法（包括激光干涉法和绝对法）：包括激光干涉法和互易技术；该方法一般应用于专门的实验室。

b) 相对法：也就是背靠背法；该方法简单易行。

c) 校准器法：包括传感器校准仪和使用已知振级的振动激励器进行校准。在日常应用中，最方便和通用的校准方法是应用一台已校准过的振动激励器进行校准，该方法适用于现场校准，而且不仅可校准加速度计灵敏度，还可校准从加速度计到分析仪整个测量系统的灵敏度。

5.4.3 振动监测仪器每次使用前进行内部参考校准。即用仪器的内部电校准信号来校准，以使仪器电灵敏度保持不变。

5.5 环境振动 W_k 计权因子

按 GB/T 13441.1-2007 规定的 W_k 计权因子如表 1 所示。

表 2 W_k 计权因子

频率/Hz	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8
计权因子/dB	-6.33	-6.29	-6.12	-5.49	-4.01	-1.90	-0.29	0.33	0.46	0.31
频率/Hz	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
计权因子/dB	-0.10	-0.89	-2.28	-3.93	-5.80	-7.86	-10.05	-12.19	-14.61	-17.56

6 环境振动监测布点及测量

6.1 区域敏感点环境振动监测布点及测量

依据 GB10070，确定以铅垂向 Z 振级作为描述和评价环境振动水平的基本量。

6.1.1 区域敏感点监测布点

6.1.1.1 区域敏感点环境振动监测，主要包括稳态振动、冲击振动、随机振动。测点设在各

类区域建筑物室外 1m 以内振动敏感处，必要时测点置于建筑物室内地面中央。

6.1.1.2 厂界、施工场界和交通振动引起的区域敏感点环境振动监测，测点设在影响区域敏感点的建筑物室外 1m 处，必要时测点置于建筑物室内地面中央。

6.1.1.3 铁路、城市轨道交通、交通干线两侧区域敏感点环境振动监测，测点设在交通干线两侧或距轨道外轨 30m 以外的居民住宅外 1m 以内，必要时测点置于建筑物室内地面中央；对于两小时内列车次数不足十次的，敏感点环境振动测点设在距离轨道外轨最近的居民住宅外 1m 以内，必要时测点置于建筑物室内地面中央。

6.1.2 区域敏感点测量

6.1.2.1 测量条件

测量过程中振动源应当处于正常工作状态。

拾振器应确保平稳地安放在平坦、坚实的地面上，避免置于如地毯、草地、砂地或雪地等松软的地面上。拾振器的灵敏度主轴方向应保持铅垂方向。

测量应在无雨雪、无雷电的天气环境下进行。

测量过程中应当避免足以影响环境振动测量值的其他环境因素，如剧烈的温度梯度变化、强电磁场、强风、地震或其他非振动源引起的干扰。

测量过程中保证仪器电压稳定。

6.1.2.2 测量时间及频次

区域环境振动监测，分为两个时段：昼间和夜间。

24h 监测时，在规定的测量时间内，每 1h 取一段时间，在此时间内每个测点测量 10min，以累计百分 Z 振级 VL_{z10} 值为评价量。测量时段可以任意选择，但 2 次监测的时间间隔应该为 1h。

6.1.2.3 测量仪器

测量仪器见“5 环境振动测量仪器”中的有关要求。

6.1.2.4 测量方法与注意事项

现场测量时，按照以下步骤进行。

- a) 按照布点原则，选取符合测量条件的有代表性的监测点位，记录周围的环境情况和气象条件。
- b) 将仪器开关置于“ON(打开)”档。现场测量前，先使用仪器内部电气信号进行校准，使仪器电灵敏度保持不变，并将校准结果进行记录。
- c) 检查仪器供电是否正常，若电池电量不足，须立即充电或更换电池后方可使用。
- d) 检查测量仪器基本工作状态。将振动仪频率计权特性置于“Z”计权，将时间计权

特性置于“快”档。

e) 安装好拾振器。测量过程中应确保拾振器平稳地安放在平坦、坚实的地面上，避免置于如地毯、草地、砂地或雪地等松软的地面上。拾振器的轴线应当垂直地面，即拾振器的灵敏度方向应与测量方向一致。对于测量水平 X、Y 振级或水平振动频谱分析时，拾振器应水平放置，使其轴线平行水平地面。

f) 按照 7.1.2.2 有关要求，选取测量时间及频次进行测量。

g) 测量结束后，将监测结果记录在测量原始记录表中。在现场测量的过程中，必须如实填写现场测量原始记录表，环境振动监测按照待测振源的类别，选择附录 A 中表 A1 进行逐项记录。

h) 将仪器开关置于“OFF(关闭)”档，关闭仪器。

i) 测量前后应使用振动校准器对仪器进行校准，两次校准示值偏差不得大于 0.5dB，否则测量无效。

j) 选择能反映监测区域受环境振动影响最大的时段进行测量。

k) 测量方法采用的仪器时间计权常数为 1s。

6.2 振动源振动监测布点及测量

6.2.1 固定式振动源监测布点及测量

6.2.1.1 固定式振动源监测布点

a) 单个固定式振动源，为了了解振动源影响的范围及大小，以振动源俯视图的几何中心为原点，画出不同半径的同心圆，圆弧间的距离依分析精度而定；根据需要，画出始发于原点的多方位的辐射线，以辐射线与同心圆的交点为测点。

b) 工厂（包括企事业单位）厂界和施工场界振动，可在厂界（场）法定边界外 1m 的包络线上选定测点。

进行振动传播规律分析时，以厂界外 1m 包络线或建筑施工场界为基线，经过粗测，确定超过所在功能区域环境振动标准的基线段，向外做若干条等间距的平行于基线段的平行线（若厂界或施工场界全线超标，则向外若干条等间距的平行于基线的闭合平行线）。根据需要，在每一平行线段上选取若干点为测点，平行线之间的距离，按分析精度而定，平行线条数，一直画到最后一条线上找不到超过所在功能区域环境振动标准的测点为止。

若进行水平方向振动传播特性的分析，可视需要再行确定测点。

6.2.1.2 固定式振动源测量

固定式振动源测量过程中，测量条件、测量仪器、测量方法同前“7.1.2 测量”中相关要

求。其中测量时间及频次、评价量有所区别。

a) 稳态振动：每个测点测量一次，以 1min 的连续等效 Z 振级 VL_{zeq} 作为评价量。

b) 冲击振动：取每次冲击过程中的最大 Z 振级 VL_{zmax} 作为评价量。对于重复出现的冲击振动，以 10 次最大值的算术平均值为评价量。

c) 随机振动：每个测点测量一次，连续测量时间不少于 10min，以累计百分 Z 振级 VL_{z10} 值为评价量。

6.2.2 交通振动监测布点及测量

6.2.2.1 交通振动监测布点

城市道路、高速公路、城市轨道交通等类型的振动测量监测点位的数量不做具体规定，现场监测时点位的设置视监测目的而确定。各监测点位的监测位置作如下规定：

a) 城市道路：测点设在城市道路非机动车道外侧 20cm 处。

b) 高速公路：测点设在高速公路护拦外侧 20cm 处。

c) 城市轨道交通：测点数量根据沿线环境敏感点与振动控制要求设置，原则上每个轨道交通站台之间段设置 1 个点位。地下线测量时，测点设在道床上部近轨外侧 0.5~1.0 m 处；地上线测量时，测点设在外轨中心线 7.5m 地面处。

d) 城市立交：测点数量根据沿线环境敏感点与振动控制要求设置，原则上立交桥与城市道路每个结合部设置 1 个监测点位，测点设在立交桥与城市道路结合部的非机动车道外侧 20cm 处。

e) 城市高架：测点数量根据沿线环境敏感点与振动控制要求设置，测点设在城市高架桥墩外侧 1m 以内。

f) 桥梁：测点数量根据沿线环境敏感点与振动控制要求设置，测点设在桥梁两端非机动车道外侧 20cm 处。

g) 铁路：测点数量根据沿线环境敏感点与振动控制要求设置，原则上每 30km 设置一个监测点位，每条铁路总共不少于 3 个监测点位，测点设在铁路干线两侧距轨道外轨 30m 处。

进行振动传播规律分析时，以交通道路非机动车道外侧 20cm 处为起点，做垂直于道路中心线的垂线，在垂线上，以等间距（间距大小由分析精度决定）向外确定测点，一直到最后一个测点的铅垂向 Z 振级低于交通干线道路两侧的环境振动标准值为止。若垂线受临街建筑物阻挡，也可适当移动垂线至缺口向外延伸。

若进行水平方向振动传播规律分析，可视需要再行确定测点。

6.2.2.2 交通振动测量

交通振动测量过程中，测量条件、测量仪器、测量方法同前“7.1.2 测量”中相关要求。其中测量时间及频次、评价量有所区别。

a) 城市道路、高速公路、城市高架、桥梁：每个测点昼间和夜间各测量 1 次。连续测量时间不少于 10min，以累计百分 Z 振级 VL_{z10} 值为评价量。同时测量车流量。

b) 城市立交：每个测点昼间和夜间各测量 1 次。连续测量时间不少于 10min，以累计百分 Z 振级 VL_{z10} 值为评价量。同时分别测量城市道路和进入城市立交的车流量。

c) 城市轨道交通和铁路：测量每次列车通过过程的最大 Z 振级 VL_{zmax} ，每个测点连续测量不少于 10 次列车；若 1h 内列车次数不足 10 次的，应选择不低于日平均车流量的 1h，按 1h 内实际通过车数测量，以测量值 VL_{zmax} 的算术平均值为评价量。

现场测量过程中，必须如实填写现场测量原始记录表，按照待测振动源的类别，选择附录 A 中对应表格逐项记录，同时记录车流量。

7 质量保证/质量控制

7.1 监测人员上岗要求

承担环境振动监测工作的人员必须持证上岗。每次现场监测至少应有 2 人同行。

7.2 现场监测要求

7.2.1 根据不同的监测目的，振动监测的测量条件和测量方法应符合本标准的要求（包括测量适用仪器、测量时间、测量位置等）。

7.2.2 监测人员现场监测时，应准确、认真地将监测数据填入测量原始记录表。自动输出测量结果的，应将测量结果填入记录表，同时将打印结果作为原始记录一并归档。

7.3 监测报告要求

环境振动监测原始记录、监测报告等均应建立三级审核制度，监测报告内页应有唯一性标识。

8 数据处理和报告

8.1 数据处理方法

环境振动监测数据处理方法可以归纳为能量叠加、能量平均、算术平均和加权算术平均几类基本运算。

8.1.1 能量叠加运算

环境振动监测工作中常会有多个振动源同时存在，测点处的合成振动级可根据能量叠加原理计算。式（2）为 N 个振动源同时振动时合成振动级 $VL_{\text{合}}$ 计算公式。

$$VL_{\text{合}} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1VL_i}\right) \quad (2)$$

式中： $VL_{\text{合}}$ ——合成振动级，dB；

VL_i ——第 i 个振动源振动级，dB；

n ——振动源数目。

背景振动修正：环境振动监测中存在背景振动干扰。测量某个振动源的环境振动时，实际测得的测量值（总振动级： VL_T ）是被测振动（ VL_M ）和背景振动（ VL_B ）的能量叠加。当测量值与背景振动差值 $\leq 3\text{dB}$ 时，表明背景振动的影响带来的测试误差较大，应将背景振动适当隔离后再测；当无法隔离时，尽量设法降低背景振动或选择背景振动最低的时段进行监测。当测量值与背景振动差值 $> 3\text{dB}$ 时，可根据式(3)进行计算：

$$VL_M = 10\lg\left(10^{0.1VL_T} - 10^{0.1VL_B}\right) \quad (3)$$

式中： VL_M ——被测振动级，dB；

VL_T ——合成振动级，dB；

VL_B ——背景振动级，dB。

测量值 VL_T 与背景振动 VL_B 差值 $\Delta VL_2 < 10\text{dB}$ ，可按表 2 所列值进行修正。测量值与背景振动差值 $\Delta VL_2 \geq 10\text{dB}$ 时，背景振动的影响可以忽略。

表 2 背景振动指示值的修正

单位：dB

背景值与指示值的差 ΔVL_2	3	4	5	6	7	8	9
修正值 ΔVL_1	3	2	2	1	1	1	1

注： $\Delta VL_2 = VL_T - VL_B$, $VL_M = VL_T - \Delta VL_1$

8.1.2 能量平均运算

环境振动随时间发生高低起伏变化, 瞬时测量值不能全面反映环境振动的真实状况, 通常采用等效[连续]Z 振级 VL_{zeq} 评价环境振动的大小, 其数学表达式为式(4):

$$VL_{zeq} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1VL_z} dt \right) \quad (4)$$

其物理意义就是: 在测量周期内, 能量意义上的频率计权平均值。在实际测量中, 总是等间隔地、随机地读取 Z 振动级, 所以数据处理中使用式(5)计算等效连续 Z 振动级:

$$VL_{zeq} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1VL_{zi}} \right) \quad (5)$$

式中: VL_{zeq} —— 等效连续 Z 振动级, dB;

VL_{zi} —— 第 i 次读取的 Z 振动级, dB;

N —— 为取样总数。

对同一测点, 在同一时段内(昼间或夜间)不同时间测量的两次或多次测量值求其平均 Z 振动级时, 应采用能量平均运输的方法计算得出等效 Z 振动级。

8.1.3 算术平均运算

将全部网格中心测点测得的昼间(或夜间) 10min 等效连续 Z 振动级作算术平均运算, 平均值 \overline{VL}_d (或 \overline{VL}_n) 值表示被测量区域(或整个城市)的昼间(或夜间)的振动级平均水平。

$$\overline{VL} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n VL_i \quad (6)$$

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (\overline{VL} - VL_i)^2} \quad (7)$$

式中: \overline{VL} —— 表示 \overline{VL}_d (或 \overline{VL}_n), dB;

VL_i —— 表示第 i 个网格中心点测得的昼间(或夜间)等效振动级, dB;

SD —— 标准偏差。

8.1.4 加权算术平均运算

交通振动和区域环境振动长期定点监测中, 由于测点所代表的路段长度或区域面积, 在

整个城市道路长度或区域面积中占有一定的权重,因此,根据各测点测量值计算总体结果时,需进行加权算术平均运算。

a) 长度加权算术平均

$$VL = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n l_i \times VL_i \quad (8)$$

式中: VL ——全市交通振动级平均值, dB;

l ——全市道路总长, $l = \sum_{i=1}^n l_i$, km;

l_i ——第 i 段道路长, km;

L_i ——第 i 段道路测得的等效振动级或累积百分振动级, dB。

b) 面积加权算术平均

$$\overline{VL} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^n S_i \times VL_i \quad (9)$$

式中: \overline{VL} ——表示昼间 \overline{VL}_d (或夜间 \overline{VL}_n) 平均值, dB;

VL_i ——第 i 个测点测得的昼间 (或夜间) 连续等效 Z 振动级 VL_{zeq} , dB;

S ——整个区域或城市的总面积;

S_i ——第 i 个测点所代表的区域面积;

n ——测点数。

8.1.5 数值修约规则

满足 GB8170 数值修约规则。所有 Z 振动级的计算结果保留到小数点后 1 位, 小数点后第 2 位的修约方法为: 4 舍 6 进、逢 5 则奇进偶舍。

8.2 测量数据类型

一个测点的一次全测量, 可获得以下测量结果(括号内为不常用数据)。

8.2.1 振级测量结果

瞬时振级 $VL_Z (VL_X、VL_Y)$;

累积百分振级 $VL_{Zn} (VL_{Xn}、VL_{Yn})$;

等效连续振级 $VL_{Zeq} (VL_{Xeq}、VL_{Yeq})$;

标准偏差 $SD_Z(SD_X、SD_Y)$ 。

8.2.2 加速度级测量结果

瞬时加速度级 $VAL_Z(VAL_X、VAL_Y)$ ；

累积百分加速度级 $VAL_{zn}(VAL_{xn}、VAL_{yn})$ ；

等效连续加速度级 $VAL_{Zeq}(VAL_{Xeq}、VAL_{Yeq})$ ；

标准偏差 $SD_Z(SD_X、SD_Y)$ 。

8.2.3 振动频谱分析结果

倍频程或 1/3 倍频程各中心频率的垂直方向和水平方向的频带加速度级。

8.3 数据的处理和报告

环境振动的监测结果，经过统计分析、选用适当的标准进行评价后，表达为测量报告。由于每一项测量任务的测量目的、内容和服务对象不同，测量报告的形式和所包含的内容也有所不同。

8.3.1 监测报告

监测报告是每项或每次监测任务完成后的总结。主要表述监测目的、依据、过程和结果、现场调查情况，以及对有关问题的分析讨论等。

a) 监测目的和监测依据

说明监测任务的来源，通过监测欲达到的目的，监测工作的法律依据和技术依据等。

b) 监测时间

说明现场监测和调查的起止时间。

c) 监测内容

说明现场监测和调查工作的具体内容。

d) 污染源概况

说明监测范围的振动污染源状况和污染源周围的环境状况。如交通振动和铁路振动，应说明流量和分类；固定式单个振动源，应说明振动源分布、工作状态、时间特性等。如有条件，可说明振动传播途径的地质特征和建筑结构等。

e) 测点设置

说明布点原则，测点数量、方位和代表性等。

f) 评价标准及评价量

说明报告所适用的评价标准的确定的评价量。

g) 监测方法

说明监测仪器的型号，测量系统的组成，仪器的计量检定状况和校准状况，环境条件，拾振器的设置，测量方法(包括仪器的频率计权和时间计权特性、测量间隔、测量量等)，监测数据的处理和评价量的获得方法等。

h) 监测结果

将通过上述步骤所得的结果，以列表、绘图或文字等形式说明。

i) 结果评述或结果

对监测结果进行分析讨论，结合有关标准，评述监测对象的污染水平和超标状况。必要时，对监测标准的实现程度和经分析讨论的监测结果作出结论。

8.3.2 监测季报、年报

环境振动监测工作纳入环境例行监测后，环境振动的监测季报和年报，就成了反映城市区域环境振动水平、环境振动扰民状况、环境振动达标区建设状况的重要文件。编写环境振动监测季报和年报，就是对一个季度(或一个年度)的环境振动监测工作进行总结，将监测结果进行归纳和统计分析。并与上季、上年或历史上的同期数据进行比较评价，向有关部门说明环境振动污染水平及变化趋势，为城市环境的综合整治提供科学依据。

监测季报（或年报）的主要内容有：

a) 监测工作概况

说明报告季度（或年度）内所进行的环境振动监测范围、监测周期、监测时间、监测项目等。

b) 测点设置

说明不同监测项目的测点设置情况，包括测点分布、测点数、方位、代表性等，说明与上季度、上年度或历史上同期的测点变化情况及原因。

c) 监测过程

说明监测方法、监测仪器(包括测量间隔、数据量、仪器计权、测量精度等)及数据处理方法有否变化。

d) 监测结果

以图、表或文字形式说明每一个监测项目的监测结果和现场调查结果。

e) 综合分析

对照有关标准，评价每一个监测项目的污染水平的超标状况。

对照历史数据，分析每一个监测项目污染水平的变化趋势。

对照历史数据，分析每一个监测项目的振动分布特征、振动源状态和环境振动水平之对应关系，讨论变化规律及原因。

提出控制污染、降低超标率的对策建议。

8.3.3 环境质量报告书

环境质量报告书是环境监测成果的高级表达形式。它是季、年报的基础上，结合经济建设、社会发展、人口变化、城市建设等多种因素，进行污染水平及其变化原因的综合分析，提出既科学又切合国情的污染控制对策，为各级政府和环境管理部门提供城市建设和社会发展的决策依据。

有关环境振动的环境质量报告书，除具有监测季、年报的内容外，着重反映城市区域的环境振动水平和扰民情况，管理和治理措施的实施情况和实际效果，达标区的建设及发展情况和存在的主要问题，市政建设和经济发展对城市振动环境质量的影响等问题。

对一些振动污染源比较集中，振动强度又比较大，可能影响周围环境的安宁度，造成振动扰民的工业企业或在建工程，也应根据需要，编写环境振动现状评价报告书或环境振动影响评价报告书，对正在或可能周围对环境造成影响的新老振动污染源，提出控制和治理措施的建议。

环境振动监测报告、季报、年报、报告书等各种监测报告，都可以采用文字、图表相结合的表达方式，使要说明的问题一目了然。

附录 A
(资料性附录)
环境振动监测原始记录表

A.1 区域环境振动监测

区域环境振动测量原始记录表，见表 A.1。

表 A.1 区域环境振动测量原始记录表

项目名称：											任务编号：			
监测地点：											监测日期：			
监测仪器名称及型号：											主要振源来源：			
地面状况：														
测点 编号	测量时间			监测结果 (dB)										
	开始时间	结束时间	累计时间	$VL_{z\min}$	$VL_{z_{10}}$	$VL_{z_{50}}$	$VL_{z_{90}}$	$VL_{z\max}$	VL_{zeq}	SD_z				
测点分布示意图 及简要说明									备注：					

监测人员：

记录人员：

校核人员：

审核人员：

记录日期：

校核日期：

审核日期：

A.2 振动污染源监测

振动污染源测量原始记录表，见表 A.2~表 A.3。

表 A.2 稳态、冲击或随机振动测量原始记录表

项目名称:				任务编号:						
监测地点:				监测日期:						
监测仪器名称及型号:				振动类别:		<input type="checkbox"/> 稳态 <input type="checkbox"/> 冲击 <input type="checkbox"/> 随机				
振源名称及型号:				地面状况:						
测点 编号	测量时间			监测结果 (dB)						
	开始时间	结束时间	累计时间	$VL_{z\min}$	$VL_{z_{10}}$	$VL_{z_{50}}$	$VL_{z_{90}}$	$VL_{z\max}$	VL_{zeq}	SD_z
测点分布示意图 及简要说明									备注:	

监测人员:

记录人员:

校核人员:

审核人员:

记录日期:

校核日期:

审核日期:

表 A.3 铁路振动测量原始记录表

项目名称:			任务编号:							
监测地点:			监测日期:							
监测仪器名称及型号:			地面状况:							
测点编号	测量时间	客/货/机车	上行/下行	监测结果 (dB)						
				$VL_{z\min}$	$VL_{z_{10}}$	$VL_{z_{50}}$	$VL_{z_{90}}$	$VL_{z\max}$	VL_{zeq}	SD_z
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
处理结果										
测点分布示意图及简要说明									备注:	

监测人员:

记录人员:

校核人员:

审核人员:

记录日期:

校核日期:

审核日期: