

备案号：J15945-2021

浙江省工程建设标准

DB

DB33/T 1252-2021

城市轨道交通引起建筑物振动  
测试技术规程

Technical specification for testing of  
urban rail transit induced building vibration

2021-07-07 发布

2021-11-01 实施

浙江省住房和城乡建设厅 发布

# 浙江省住房和城乡建设厅 公告

2021 年 第 35 号

## 关于发布浙江省工程建设标准 《城市轨道交通引起建筑物振动 测试技术规程》的公告

现批准《城市轨道交通引起建筑物振动测试技术规程》为浙江省工程建设标准，编号为 DB33/T 1252-2021，自 2021 年 11 月 1 日起施行。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙大城市学院负责具体技术内容的解释，并在浙江省住房和城乡建设厅网站公开。

浙江省住房和城乡建设厅  
2021 年 7 月 7 日

# 前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅关于印发《2017年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准制修订计划》的通知（建设发〔2018〕3号）的要求，规程编制组通过广泛调查研究，参考国内外的有关标准，并结合浙江省城市轨道交通引起建筑物振动测试技术的应用实践，制定了本规程。

本规程共分为6章和1个附录。主要技术内容包括：总则，术语和符号，基本规定，测点布置，振动响应测试，测试报告。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，由浙大城市学院负责技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将意见和有关资料寄送浙大城市学院（地址：浙江省杭州市拱墅区湖州街48号，邮编：310015），以供修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**主编单位：** 浙大城市学院

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司  
浙江瑞诚检测有限公司

**参编单位：** 浙江华东测绘与工程安全技术有限公司

杭州市地铁集团有限责任公司  
浙江省建设工程质量检验站有限公司  
浙江大学建筑设计研究院有限公司  
浙江中浩应用工程技术研究院有限公司  
浙江大合检测有限公司  
上海勘察设计院（集团）有限公司  
浙江翰达工程检测有限公司  
浙江众城检测技术有限公司

路歌交通建设集团有限公司  
中铁二院华东勘察设计有限责任公司  
浙江科嘉工程技术研究有限公司  
浙江崇德建设有限公司  
浙江省机电设计研究院有限公司  
杭州方汇建设工程检测有限公司

**主要起草人：** 丁 智 孙苗苗 朱永茅 吴 勇 朱自强  
关淑萍 黄 伟 李介生 赵良云 姜叶翔  
曹凌坚 裘志坚 谢狄敏 陈 赞 申文明  
曾涨雨 马 健 常骆新 郑雪成 李宗帅  
邵剑文 马笑遇 周宗强 钱宏春 胡方剑  
童文华 王 春 孙学志 衣方彬 王书文  
余锦棠 许永富 李发勇 孙宏磊 陈 炜  
黄江平 申艳阳 汪继葵 赵银飞 张 鹤  
陈俊杰 胡 瑜 陈立新 周 鸿 叶挺庆  
施旭锋 韩 萍 翁晓博 施 峰 王志刚  
**主要审查人：** 赵宇宏 陈 茜 夏唐代 李志飏 秦建设  
陈小亮 于航波 黄 成 张治成

# 目 次

1 总 则	( 1 )
2 术语和符号	( 2 )
2.1 术语	( 2 )
2.2 符号	( 3 )
3 基本规定	( 4 )
4 测点布置	( 6 )
5 振动响应测试	( 7 )
5.1 一般规定	( 7 )
5.2 测试系统	( 7 )
5.3 测试方法	( 8 )
5.4 测试数据记录与处理	( 8 )
6 测试报告	( 10 )
附录 A 振动测试记录表	( 11 )
本标准用词说明	( 12 )
引用标准名录	( 13 )
附：条文说明	( 15 )

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms and symbols .....	( 2 )
2.1	Terms .....	( 2 )
2.2	Symbols .....	( 3 )
3	Basic requirements .....	( 4 )
4	Testing point layout .....	( 6 )
5	Testing of vibration response .....	( 7 )
5.1	General requirements .....	( 7 )
5.2	Testing system .....	( 7 )
5.3	Testing method .....	( 8 )
5.4	Record and processing of test data .....	( 8 )
6	Test report .....	( 10 )
	Appendix A Vibration test record .....	( 11 )
	Explanation of wording in this standard .....	( 12 )
	List of quoted standards .....	( 13 )
	Addition: Explanations of provisions .....	( 15 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范城市轨道交通引起的建筑物振动测试技术，做到技术先进，系统完整，数据准确，分析可靠，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于浙江省城市轨道交通运行引起的建筑物振动的测试。

**1.0.3** 城市轨道交通引起的建筑物振动的测试除应符合本规程外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

浙江省建设厅  
浏览专用

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 城市轨道交通 Urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统。

#### 2.1.2 建筑物振动 Structure vibration in buildings

列车运行期间通过固体介质传播引起沿线建筑物结构及室内精密仪器的往复运动。

#### 2.1.3 振动加速度级 Vibration acceleration level

振动加速度有效值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), 基准加速度值为  $10^{-6} \text{m/s}^2$ 。

#### 2.1.4 铅垂向振动加速度级 Vertical vibration acceleration level

垂直于水平面的振动加速度级, 记为  $VAL_z$ 。

#### 2.1.5 1/3 倍频程铅垂向振动加速度级

1/3 Octave vertical vibration acceleration level

将测得的铅垂向振动加速度用 1/3 倍频程滤波器进行频谱分析, 得到的分频振动加速度级, 记为  $VAL_{Z_{\max, f}}$ , 单位为分贝 (dB)。

#### 2.1.6 振动级 Weighted vibration level

按规定的频率计权曲线对振动加速度级计权修正后得到的单值评价量, 又称计权振动级, 记为  $VL$ , 单位为分贝 (dB)。

#### 2.1.7 Z 振动级 Weighted vertical vibration level

垂直于水平面的振动级, 又称计权 Z 振动级, 记为  $VL_z$ 。单位为分贝 (dB)。

#### 2.1.8 Z 振动级最大值 Maximum weighted vertical level

在规定的测试时间  $T$  内, Z 振动级最大值, 记为  $VL_{Z_{\max}}$ , 单位为分贝 (dB)。



### 2.1.9 振动响应 Vibratory response

结构受外部动力激励(输入)作用而产生的作用效应(输出)。

### 2.1.10 截止频率 Cut-off frequency

测试系统的输出信号能量开始大幅下降(在带阻滤波器中为大幅上升)的边界频率,一般指输出功率衰减为输入功率 1/2 时的频率。

### 2.1.11 测试评价量 Evaluation quantities of test

用以评价城市轨道交通沿线建筑物室内振动或精密仪器振动的测试指标。

## 2.2 符 号

$a$  ——加速度

$f$  ——频率

$f_s$  ——采样频率

$v$  ——速度

$VAL$  ——振动加速度级

$VAL_z$  ——铅垂向振动加速度级

$VAL_{Zmax,f}$  ——中心频率为  $f$  (Hz) 的 1/3 倍频程铅垂向振动加速度级最大值,即分频最大振动级

$VL$  ——振动级

$VL_z$  ——Z 振动级

$VL_{Zmax}$  ——Z 振动级最大值

### 3 基本规定

**3.0.1** 测试单位应编制测试方案，测试方案应经委托单位同意后  
后方可实施。

**3.0.2** 振动测试工作步骤应符合下列规定：

- 1 接受委托，明确测试对象、目的和要求；
- 2 现场踏勘，收集资料；
- 3 制定测试方案；
- 4 测点布置，仪器设备校验和标定；
- 5 实施现场测试；
- 6 测试数据的处理、分析及信息反馈；
- 7 编制测试报告。

**3.0.3** 测试方案编制前，委托方应提供下列资料：

- 1 测试建筑物的基本情况，包括地基基础、上部结构、平面布置和精密仪器设备的基本情况；
- 2 城市轨道交通的基本情况；
- 3 场地及其邻近的干扰振源资料；
- 4 其他所需资料。

**3.0.4** 测试单位在现场踏勘、资料收集阶段应包括下列主要工作：

- 1 了解委托方和相关单位对测试的要求；
- 2 收集并分析岩土工程勘察、轨道交通周边环境、设计、施工等资料；
- 3 通过现场踏勘，复核相关资料与现场状况的关系，确定拟测试项目现场实施的可行性。

**3.0.5** 测试方案应包括下列内容：

- 1 工程概况；

2 场地工程地质、地基基础、上部结构及轨道交通周边环境状况；

3 测试依据；

4 测试目的；

5 测试项目；

6 测试时间区段和频次；

7 测点布置；

8 测试方法及精度；

9 测试人员及主要仪器设备；

10 测试数据的记录制度和处理方法。

**3.0.6** 测试期间，测试方应做好测试设备的保护。委托方应协助测试单位保护测试设备。

**3.0.7** 测试期间，应避免其他振动源的干扰。

**3.0.8** 当测试项目需要进行高频次或连续实时观测时，宜实施自动化测试。

**3.0.9** 测试结束时，测试单位应向委托方提供完整的资料，并按档案管理规定，组卷归档。

## 4 测点布置

**4.0.1** 建筑物室内振动测试时，测点布置应综合考虑委托要求、城市轨道交通和建筑物相对位置、建筑物特点等因素，并应符合下列规定：

1 测点应布置在建筑物的底层、顶层以及中间若干楼层，高于四层的建筑物，每隔四层应布置测点；

2 测试楼层每层选定测试的房间不应少于 3 个。测点应布置在人员主要活动区域的楼（地）面振动敏感位置，当振动敏感位置无法确定时，测点宜选在室内楼（地）面中央。每个房间内的测点数不应少于 1 个，当房间面积较大时，宜增加测点数；

3 当轨道交通位于建筑物外侧一定距离时，建筑物与振源间的测点数不应少 1 个。

**4.0.2** 当建筑物内不允许布置测点时，测点可布置在建筑物基础或与基础相连的结构上，测点数不应少于 3 个，且靠近轨道一侧不应少于 1 个。

**4.0.3** 当对精密仪器进行振动测试时，测点与精密仪器或与精密仪器支座和楼（地）面或墙面的接触点的距离不应大于 0.2m；当确有困难时，测点也可布置在精密仪器上，且沿精密仪器高度方向的测点不应少于 2 个。

## 5 振动响应测试

### 5.1 一般规定

5.1.1 建筑物室内振动测试的基本测试参数宜为加速度。精密仪器振动测试的测试参数可为振动加速度、速度和位移。

5.1.2 振动测试时，应根据测试要求和测试参数合理选择测试仪器和测试系统。

5.1.3 测试仪器应定期送到具有资质的计量检定机构检定，检定为合格并在计量有效期内方可使用，一般每年至少检定1次。

5.1.4 数据采集时间长度应能保证合理的数据统计精度，并且能够保证所测振动结果具有典型性和代表性。

5.1.5 建筑物室内振动测试时，采样频率应不小于500Hz；精密仪器振动测试时，采样频率应不小于1000Hz。

5.1.6 测试过程中，应避免除运营列车外的其他环境因素和振源对振动测试值的干扰。

5.1.7 振动测试宜分为昼间和夜间两个时段进行。

### 5.2 测试系统

5.2.1 振动测试宜采用由振动传感器、信号处理器（调理器）和数据采集分析系统等多台仪器组成的振动测试系统，也可采用由振动传感器、信号处理器和显示器组成的单台振动测试仪器。

5.2.2 振动测试系统应具有采集、传输、储存和分析等功能，其性能应符合现行国家标准《人体对振动的响应 测量仪器》GB/T 23716的规定，并应具有 $W_k$ 计权网络。

5.2.3 建筑物室内振动测试时，振动传感器宜采用加速度传感器。精密仪器振动测试时，振动传感器应根据测试参数采用加速

度传感器、速度传感器或位移传感器。

**5.2.4** 建筑物室内振动测试时，加速度传感器宜采用（高灵敏度、低频）压电式加速度计。其电压灵敏度宜为  $400\text{mV/g}$ ，频率范围宜为  $0.1\text{Hz}\sim 150\text{Hz}$ ，横向灵敏度不宜大于  $5\%$ ，幅值线性宜小于  $5\%$ 。

**5.2.5** 精密仪器振动测试时，振动传感器应具有较高的灵敏度和合适的量程。当将测点直接布置在仪器上时，振动传感器的质量应不大于所测精密仪器设备质量的  $10\%$ 。

**5.2.6** 振动测试系统中滤波器应符合现行国家标准《倍频程和分数倍频程滤波器》GB/T 3241 中 1 级滤波器的规定，并应能测试中心频率  $1\text{Hz}\sim 80\text{Hz}$  的  $1/3$  倍频程振动加速度级。

**5.2.7** 数据采集分析系统应具有多通道储存和滤波、截取、时域幅值统计等数字信号处理功能，并应符合现行国家标准《人体对振动的响应 测量仪器》GB/T 23716 的规定。

### 5.3 测试方法

**5.3.1** 振动测试时，振动传感器应设置在测试方案确定的测点位置。

**5.3.2** 建筑物室内振动测试时，传感器应平稳地放在平坦、坚实的室内楼（地）面上，且其灵敏度主轴方向应为铅垂向。

**5.3.3** 振动测试前应对振动测试系统进行检查和调试。

**5.3.4** 振动测试前应使用振动校准器对振动测试仪器校准，测试结束后再检查一次，两次示值相差不应大于  $0.5\text{dB}$ ，当示值相差大于  $0.5\text{dB}$  时测试应记为无效。振动校准器应符合现行国家标准《人体对振动的响应 测量仪器》GB/T 23716 的规定。

**5.3.5** 振动测试应在列车按区段设计的最高速度或实际的运营速度通过时进行，并应符合下列规定：

1 建筑物室内振动测试应测试  $Z$  振动级最大值 ( $VL_{Z\text{max}}$ ) 和  $1/3$  倍频程铅垂向振动加速度级最大值 ( $VAL_{Z\text{max}}, f$ )。

2 精密仪器振动测试应在竖向和两个正交水平向同步实测

时程曲线，并应考虑精密仪器运行和非运行状态。

**5.3.6** 振动测试时，应合理选择仪器量程；测试结果最大值不宜小于选定量程的 1/2，且不宜大于选定量程的 2/3。

**5.3.7**  $Z$  振动级最大值测试时，应将测试仪器设置为  $W_k$  频率计权，指数平均时间常数应设为 1s。测试时长应覆盖一次列车通过的时间，直接读取  $Z$  振动级最大值 ( $VL_{Z_{\max}}$ )。

**5.3.8** 1/3 倍频程铅垂向振动加速度级 ( $VAL_{Z_{\max},f}$ ) 测试时，应将测试仪器置于频谱分析功能，指数平均时间常数应设为 1s，并应读取整个振动事件过程中心频率 1Hz~80Hz 所有频率的 1/3 倍频程铅垂向振动加速度级最大值 ( $VAL_{Z_{\max},f}$ )。测试时长应覆盖一次列车通过的时间。

## 5.4 测试数据记录与处理

**5.4.1** 各测点  $Z$  振动级最大值 ( $VL_{Z_{\max}}$ ) 和 1/3 倍频程铅垂向振动加速度级最大值 ( $VAL_{Z_{\max},f}$ ) 的测试值，应按附录 A 的规定进行记录，并应绘制测点与列车行驶轨道之间的几何距离关系图。

**5.4.2** 测试数据应进行信号预处理，分析处理可采用频域分析法或时域分析法。

**5.4.3** 各测点  $Z$  振动级的评价价值，可取测试持续时间内有不少于上下行各 5 趟列车按区段设计的最高速度或实际的运营速度通过情况下，测点的  $Z$  振动级最大值 ( $VL_{Z_{\max}}$ ) 的算术平均值。

**5.4.4** 各测点 1/3 倍频程铅垂向振动加速度级的评价价值，可取测试持续时间内有不少于上下行各 5 趟列车按区段设计的最高速度或实际的运营速度通过情况下，测点的 1/3 倍频程铅垂向振动加速度级最大值 ( $VAL_{Z_{\max},f}$ ) 的算术平均值。

**5.4.5** 当被测建筑物房间内或精密仪器上设有多个测点时，在按本规程 5.4.3 条和 5.4.4 条规定分别计算各测点的算术平均值基础上，评价价值可取各测点算术平均值中的最大值。

## 6 测试报告

**6.0.1** 测试分析人员应具备振动测试的能力。

**6.0.2** 现场测试人员应对测试数据的真实性负责，测试分析人员应对测试报告的可靠性负责，测试单位应对整个项目测试质量负责。测试记录、测试报告提供的数据、图表应客观、真实、准确、及时。

**6.0.3** 测试数据应按附录 A 振动测试记录表的要求填写或由测试设备自动导出。任何原始记录不得涂改、伪造和转抄，并应有测试、记录人员签字。

**6.0.4** 测试报告应包括下列内容：

1 工程概况或测试对象情况，应包括沿线建筑物特征与现状，轨道交通环境影响评估文件的结论和要求，设计与建造时采取的减振措施，以及其他需要说明的情况；

2 测试目的、测试方法、测试参数、数据处理方法；

3 测试条件；

4 仪器设备的型号、技术指标、生产厂家及出厂号、标定参数；

5 建筑物或精密仪器设备和轨道线路之间的位置关系、对应城市轨道交通车型号和数量、传感器的布置位置说明及示意图、安装说明；

6 测试结果；

7 测试结果和计算方法的说明、测试结果分析；

8 结论与建议；

9 测试单位、人员、日期及附加说明；

10 与测试有关规范。



# 附录 A 振动测试记录表

表 A 振动测试记录表

测试地点				房间（仪器）名称				测点位置图示															
测试日期				测试人员																			
测试评价量				线路及地质条件																			
测试仪器及编号				校准记录		测试前																	
建筑物（仪器）类型						测试后																	
列车速度及运行工况																							
序号	测试时间	1/3 倍频程中心频率铅垂向振动加速度级最大值( $VAL_{Zmax}, f$ )																					
		1Hz	1.25 Hz	1.6 Hz	2 Hz	2.5 Hz	3.15 Hz	4 Hz	5 Hz	6.3 Hz	8 Hz	10 Hz	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	Z 振动级	
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
...																							
处理结果																							
测试机构名称： _____										测试人员签字： _____													

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用语说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《人体对振动的响应 测量仪器》GB/T 23716

《倍频程和分数倍频程滤波器》GB/T 3241

《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/T 50355

《建筑工程容许振动标准》GB 50868

浙江省建设厅信息公开  
浏览专用