

轨道交通行业 环境影响评价技术 研讨会论文集

环境保护部环境工程评估中心 编

PROCEEDINGS OF
THE TECHNICAL FORUM ON
ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF
URBAN RAIL TRANSIT SECTOR



中国环境科学出版社

轨道交通行业环境影响评价 技术研讨会论文集

环境保护部环境工程评估中心 编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

轨道交通行业环境影响评价技术研讨会论文集/环境保护部环境工程评估中心编. —北京: 中国环境科学出版社, 2011.6

ISBN 978-7-5111-0539-4

I. ①轨… II. ①环… III. ①轨道交通—环境影响—环境质量评价—学术会议—文集 IV. ①X820.3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 050594 号

责任编辑 黄晓燕
文字编辑 王天一
责任校对 尹 芳
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2011 年 6 月第 1 版
印 次 2011 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 17
字 数 290 千字
定 价 45.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

随着城市化建设步伐加快，中国城市轨道交通已进入快速发展时期。截至 2009 年年底，已有 10 个城市 33 条城市轨道线路开通，运营里程达 933 公里。目前，国家批准了 25 个城市的轨道交通近期建设规划，到 2015 年，中国城市轨道交通规划线路多达 93 条，总里程 2 700 公里，投资总额将超过 10 000 亿元。

为促进中国城市轨道交通行业的可持续发展，为轨道交通行业环境影响评价工作提供更好的技术信息，提高技术水平，加强交流与沟通，环境保护部环境工程评估中心与中国环境科学学会环境影响评价专业委员会共同组织了由环境影响评价管理和审批部门、环境影响评价单位、竣工环境保护验收调查单位和特邀专家参加的轨道交通行业环境影响评价技术研讨会，围绕轨道交通噪声、振动、地下水、生态等环境影响以及项目环评、规划环评和竣工环保验收的联动等专题，交流了多年积累的研究与实践成果、工作经验、存在问题及对策建议。本书汇集了研讨会的成果，为提高轨道交通建设项目环境影响评价和竣工环保验收工作水平起到了积极的推动作用。

目 录

城市轨道交通二次结构噪声评价标准、预测方法及措施探讨	1
城市轨道交通振动环境影响评价量选择的理论与实践分析	8
地铁列车运行引起建筑物振动及二次辐射噪声执行标准探讨	17
城市轨道交通环境影响评价中文物振动标准的探讨	33
城市轨道交通二次结构噪声执行标准及验收监测中几点问题的探讨	41
影响轨道交通噪声与振动评价结果的问题探讨	48
地铁噪声振动影响评估及减振降噪目标量的探讨	56
城市轨道交通地下线振动影响的工程因素分析	67
地铁运行引起的室内结构噪声与振动限值研究	77
广州地铁轨道减振降噪措施总结分析	85
中低速磁浮列车运行噪声的测试及初步分析	92
城市轨道交通噪声特性研究	101
声环境质量评价方法现状与发展探讨	106
城市轨道交通噪声特性对比研究	111
规划环评与项目环评联动机制探析——以轨道交通为例	116

我国城市轨道交通规划环评与建设项目环评衔接中的问题分析	124
城市轨道交通环评与验收中几个问题的讨论	132
我国城市轨道交通环保措施应用效果分析	139
我国城市轨道交通环境影响评价存在的问题及对策研究	147
上海轨道交通 9 号线一期工程环境保护的经验与启示	158
轨道交通类项目竣工环境保护验收中存在的问题及对策	167
轨道交通类建设项目环境监理需注意的问题及对策分析	172
地铁工程建设过程环境控制体系的研究	179
轨道交通建设项目对城市生态影响评价的研究	187
轨道交通项目环境影响评价中城市景观的综合评价分析 ——以重庆轻轨六号线为例	199
北京地铁线路穿越地下水水源防护区环境影响技术分析	209
论公众参与在城市轨道交通工程环评中的现状及存在问题 ——以北京市中低速磁浮项目为例	215
城市轨道交通轨道减振措施效果研究分析报告	223

城市轨道交通二次结构噪声评价标准、预测方法及措施探讨

李晓东 国静华

(上海船舶运输科学研究环境分所, 上海 200135)

摘要: 截至 2009 年年底, 中国国内已建成一千多公里的城市轨道交通网络, 未来 10 年, 将是轨道交通建设的高峰, 预计到 2020 年, 建设里程将达 6 000 km。目前, 轨道交通环评已取得长足进步, 但由于起步较晚, 仍存在二次结构噪声评价标准不明确, 预测参数较难选取, 降噪效果不明确等问题, 为此作者在此方面做了一些探讨以供参考。

关键词: 轨道交通 二次噪声 减振措施

1 前言

自 2000 年开始, 我国大城市轨道交通建设的高峰就已开始, 截至 2009 年年底, 中国内地已有北京、上海、南京、广州、深圳、武汉等 10 个城市开通了 34 条城市轨道交通线路, 运营里程总长约 1 037 km。预计今后 10 年内中国还将新建约 5 000 km 的城市轨道交通, 到 2020 年, 全国总里程预计将达到约 6 100 km。

为配合轨道交通的发展, 环境保护部于 2002 年开始将《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(以下简称《导则》)列入编制计划, 2008 年 12 月, 《导则》正式发布, 2009 年 4 月正式实施。《导则》未实施前, 轨道交通环评报告编制依据及技术方法主要参照《环境影响评价技术导则》的总纲、声环境、大气环境、地面水环境、非污染生态影响及其他相关的环评技术规范或标准, 缺少统一的技术方法。因此, 同一环评要素, 不同的评价单位选用的预测模式也不尽相同(如振动预测), 甚至还含有经验公式(二次结构辐射噪声预测), 因此得到的预测结果差异较大。

《导则》的实施将城市轨道交通的环评技术带入了一个新的阶段, 其根据城市轨道交通建设与运营的特点, 结合污染特性和环境特征, 对轨道交通工程建设

项目环境影响评价的原则、内容、方法、技术手段和要求做出了全面的规定，是现阶段开展轨道交通环评的主要技术文件。

总体而言，轨道交通的环评技术发展已有了长足进步，目前已形成完备的评价体系，各环评单位、科研院所也开展了大量关于轨道交通评价方法，减振、降噪措施的技术研究，取得了丰硕成果，但综合起来，主要存在评价标准尚需完善及需尽快开展轨道降噪措施效果研究的问题，具体论述如下。

2 轨道交通二次结构噪声

2.1 评价标准

《导则》明确指出，地下段时，隧道垂直上方至外轨中心线 10 m 之内的敏感点需开展室内二次结构噪声预测，竣工验收规范也提出了监测二次结构噪声的要求，但没有明确评价或验收标准。

目前，环境影响评价中，与室内噪声相关的标准及要求主要汇总见表 1。

表 1 有室内噪声限制要求的标准汇总简表

标准名称	标准值		备注	适用性
	昼间	夜间		
民用建筑隔声设计规范（GBJ 118—88）	房间名称 允许噪声级（A 声级，dB） 一级 二级 三级 卧室、书房（或卧室兼起居室） ≤40 ≤45 ≤50 起居室 ≤45 ≤50		适用于住宅、学校、医院及旅馆等四类建筑中主要用房的隔声减噪设计	可参考
住宅设计规范（GB 50096—1999）（2003 年版）	50	40	对住宅的卧室、起居室（厅）内的允许噪声级的相关要求	可参考

标准名称	标准值		备注	适用性
	昼间	夜间		
城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准 (JGJ/T 170—2009)	区域 昼间 夜间 0类 38 35 1类 38 35 2类 41 38 3类 45 42 4类 45 42		给出了 0~4 类不同噪声功能区标准限制要求	可参考
声环境质量标准 (GB 3096—2008)	相应功能区标准值减 10 dB (A)		该标准主要为室外声环境标准, 如对敏感建筑的监测不得不在室内时, 则要求门窗全开情况下监测	不适用
工业企业厂界环境噪声排放标准 (GB 12348—2008)	结构传声时, 分 A、B 类房间, 规定了室内噪声限制(总声级)及室内倍频带声压限值		适用于工业企业噪声排放的管理、评价及控制。机关、事业单位、团体也可参考	不适用
社会生活环境噪声排放标准 (GB 22337—2008)			准适用于对营业性文化娱乐场所、商业经营活动中环境排放噪声的设备、设施的管理、评价与控制	不适用

结合目前轨道交通环评情况, 二次结构噪声可参考的标准有《民用建筑隔声设计规范》(GBJ 118—88)、《住宅设计规范》(GB 50096—1999) 及《城市轨道交通

通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJ/T 170—2009),各标准规定的室内噪声有所差异,因此,有关部门应急需明确室内二次结构噪声的评价标准,也应鼓励各地根据地方条件制定相应的地方标准。在目前情况下,如无地方标准,建议参考 JGJ/T 170—2009。

在此方面,上海市环保局研究得较早,2009 年发布了《城市轨道交通(地下段)列车运行引起的住宅建筑室内结构振动与结构噪声限值及测量方法》(DB31/T 470—2009),标准对位于《上海市环境噪声标准适用区划》中的 1 类、2 类、3 类和 4 类声功能区内的住宅,分别给出了相应的限值,其中夜间的要求要同时满足夜间时段等效声级与最大声级的控制要求。具体详见表 2。

表 2 住宅建筑室内结构噪声限值(摘自 DB31/T 470—2009) 单位: dB (A)

声功能区类别	限值		
	昼间 (L_{Aeq})	夜间	
		L_{Aeq}	L_{Amax}
1 类区	40	30	40
2 类区	45	35	45
3 类区			
4 类区			

注:上述限值适用于需要安静的房间,包括卧室、书房、起居室。

2.2 预测方法

根据轨道交通环评导则,二次结构噪声预测公式如下:

$$L_p(f) = VL - 20\log(f) + 37$$

$$L_p = 10\log \sum_{i=1}^n 10^{0.1[L_p(f) - L_i(f)]}$$

根据该公式,预测二次结构噪声时,需首先预测出 1/3 倍频带中心频率的振动值,然后再按照上述公式逐一计算 1/3 倍频带中心频率的二次噪声值后再叠加。在实际环评中,由于预测各频带振动值几乎不可能,且轨交振动具有峰值明显的特点,因此可通过类比该地区振动值发生的峰值频率,并以该频率为假设进行计算。

如假设振动发生的峰值频率为 f_0 ,则上式可简化为:

$$L_p(f_0) = VL - 20 \log(f_0) + 37$$

$$L_p = L_p(f_0) - L_i(f_0)$$

如以上海八号线某监测点为例, 根据 1/3 倍频带振动测量频谱, 最大振级出现的峰值频率为 63Hz, 将 $f_0=63$, $L_i(f_0)=26.2$ 代入, 计算及实测结果比较见表 3。

表 3 上海八号线某监测点二次结构噪声实测值与计算值比较

测量时间	测量振级/dB	测量二次结构噪声/dB (A)	按导则的二次结构噪声/dB (A)	误差[(预测值-测量值)/预测值]
19:32:08	68	43.6	42.8	-1.8
19:33:09	72.1	45.8	46.9	2.4
19:36:40	66.8	41	41.6	1.5
19:37:37	69.6	42.9	44.4	3.5
19:41:04	68.7	44.7	43.5	-2.7

根据以上计算结果表明, 实测值与计算值误差较小, 一般在 3%以内, 这说明上述方法适用性较好, 推荐在环评预测中使用。使用该方法中注意要通过类比得到 1/3 倍频带振动测量频谱, 获得最大振级出现的峰值频率, 其中峰值频率对应的振动频谱曲线越“陡峭”说明振动在该频率处越集中, 预测也越准确。如果频谱比较平坦, 则应该用几个中心频率参与计算。

3 轨道交通减振措施

城市轨道交通的振动影响主要为地下段, 列车在线路上行驶时, 由于钢轨及车轮的不平整造成的振动经由钢轨—扣件—轨枕—道床—隧道结构—地层传至地面及建筑物, 所以对轨道的振动控制主要分为振源的减振控制、传播路径的控制和建筑物的隔振控制 3 种形式开展, 目前研究最多的为振源的减振控制。

振源减振主要从钢轨、轨道减振扣件及道床结构减振等方面考虑。

3.1 钢轨

轨道振动大小与钢轨质量、轨道平顺度以及钢轨接头有密切关系。轨道的平顺性对地面振动有着重要影响, 一般来说越平顺的轨道引起的振动越小, 反之, 则越大。车辆在钢轨接头处产生的振动比通常线路的振级大, 有监测数据表明, 钢轨接头处引起的地面振动比无接头处的竖向加速度振级大 2~6 dB。因而铺设

无缝线路，减少钢轨接头是减小振动的一项有利措施。另外，提高钢轨自重也可降低振动，有研究表明，将钢轨重量由 50 kg/m 提高至 60 kg/m 可降低垂向振动约 10%。

3.2 轨道减振扣件

扣件除了能固定钢轨、阻止钢轨纵横向位移、防止钢轨倾覆外，还能提供适量的弹性，具有一定的减振效果。轨道减振扣件种类繁多，常见的有数十种，应用相对较广的主要有 WJ-2 型扣件、ZG 型扣件、ZB 型扣件、LORD 扣件、Vanguard 扣件、克隆蛋、改进型克隆蛋、GB 扣件、SD-1 型扣件、DT I、DTIII、DTVI、改造的 DTVI 扣件等，一般可降低振动 2~15 dB，可在减振要求一般的路段使用。

表 4 所示为部分国内外城市常用轨道交通扣件类型及应用情况。

表 4 部分国内外城市轨道交通扣件类型及应用情况

扣件类型	结构特点	垂向刚度/ (kN/mm)	减振效果/ dB	应用情况
WJ-2 型	轨下采用复合小阻力垫板	40~60	小于 3	上海地铁
单趾弹簧扣件	采用单趾弹条	30~40	小于 5	广州地铁
DTIII 型	双层橡胶垫板	20~30	小于 5	上海地铁
DTIII2 型	双层橡胶垫板	20~30	小于 5	上海地铁
DTVII2 型	双层橡胶垫板	20~30	小于 5	北京地铁
Lord 扣件	硫化黏结型，利用橡胶压缩变形提供弹性	15~20	5~6	上海地铁、美国地铁、中华台北地铁
GT-1 型	硫化黏结型，利用橡胶压缩变形提供弹性	15~25	5~8	上海地铁
ZG、ZB 型	采用双层铁垫板	10~12	5~6	上海地铁
轨道减振器	利用橡胶剪切变形提供弹性	10~14	8 左右	上海地铁
GJ-III 扣件	双层橡胶垫板	10~20	小于 10	成都地铁、广州地铁
Vanguard 扣件	支承钢轨头部，钢轨悬空	5~15	10~15	英国地铁、广州地铁

3.3 道床结构减振

相较于轨道减振扣件而言，对道床整体采用减振结构是更为有效的减振措施。其主要形式有以下两种：

(1) 弹性整体道床, 在轨枕与道床间设置橡胶减振套, 提高道床的减振性能。广州和上海地铁多年的运营结果表明, 该类道床结构较一般整体道床降低振动 8~10 dB。如弹性支承块轨道及梯字形轨道均属此类。需特别指出的是, 弹性支承块轨道有一定效果, 但对地质条件要求较高, 如上海为软土地基, 弹性支承块主要用于 1 号线北延伸、4 号线及 6 号线工程中, 但由于开通不久后, 隧道结构的局部不均匀沉降引起了支承块空吊现象, 导致效果变差, 因此后续地铁建设未再使用。

(2) 浮置板道床, 主要有橡胶浮置板道床和钢弹簧浮置板道床两种。橡胶浮置板道床通过设置在道床下面及两侧的橡胶支座来吸收列车动荷载, 从而达到减振的目的。根据测量结果, 橡胶浮置板道床减振效果较普通整体道床高 13~15 dB, 但是主要对 50 Hz 以上的振动频率隔振效果明显, 对人体感觉敏感的低频振动影响较小。钢弹簧浮置板道床是把整体道床块置放在由柔性弹簧构成的隔振器上, 组成弹簧-质量隔振系统。钢弹簧浮置板道床可减轻振动 20~30 dB, 尤其对低频振动效果较好。

综上所述, 目前轨道交通建设中, 钢轨一般都采用了 60 kg/m 的无缝线路, 其对振动影响已难有较大提高。而道床结构减振效果最好, 特别是钢弹簧浮置板道床, 减振效果一般可达 20~30 dB, 但由于其造价较高, 较难应用于所有路段。因此, 对大部分路段而言, 还通常采用轨道减振扣件方式, 而目前减振扣件多种多样, 尽管有很多研究成果, 但对各扣件的减振效果尚无明确说法, 因此也导致环评提出的措施不尽相同, 而验收中该措施又未达到相关要求, 因此, 希望相关部门建立各措施的减振效果数据库, 为环评提供指导或参考。

参考文献

- [1] 辜小安, 田春芝. 地铁振动对建筑物内二次结构噪声影响预测[J]. 铁道劳动安全卫生与环保, 2000, 27 (1): 62-64.
- [2] 张庆海, 姜会增, 曾庆领. 我国轨道交通引起的环境振动及控制措施[J]. 铁道技术监督, 2009, 37 (8): 28-30.
- [3] 洪宗辉, 潘仲麟, 环境噪声控制工程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.

城市轨道交通振动环境影响评价量选择的理论与实践分析

雷彬¹ 王毅²

(1. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉 430063;

2. 环境保护部环境工程评估中心, 北京 100012)

摘 要: 本文对城市轨道交通建设项目环境影响评价及竣工环境保护验收中所采取的环境振动评价量 VL_{Zmax} 及 VL_{Z10} 进行了理论分析和实际测量检验, 根据《城市区域环境振动测量方法》中规定的“测量量及读数方法”, 参照铁路振动评价量提出了以 VL_{Zmax} 评价城市轨道交通环境振动的建议。

关键词: 轨道交通 振动评价量

随着我国经济的发展与城市化的进程, 我国城市快速轨道交通得到了迅速发展。城市轨道交通以快速、安全、准时及环保的优势达成了社会各界的共识, 我国已有近 20 个城市已经运行, 或正在建设, 或规划建设城市快速轨道交通工程。但是城市轨道交通也产生了一定的环境影响, 其中地面及高架线路以噪声影响为主, 地下线路则以振动影响为主。市区内地下轨道交通的振动环境影响一直是各界关注的问题, 其中振动影响的评价量、振动影响的程度及振动影响的防护措施是当前环保工作者关心的问题, 本文就城市快速轨道交通振动环境影响特征与振动评价量的选择进行了探讨。

1 “振动评价量”的现状

1.1 建设项目环境保护竣工验收中的评价量

《建设项目竣工环境保护验收培训教材》提出参照铁路振动评价量 VL_{Zmax} 作为城市快速轨道交通振动验收的评价量。同时考虑到由于铁路列车通行时有客货列车之分、空载与重载之分、上行与下行之分, 而城市快速轨道交通列车运行主

要分为上行与下行之分，且运行时间具有周期性，与铁路列车运行相比较更有规律性，因此教材中进一步明确可将铁路列车通过 20 次读数的算术平均值优化为 5 次轨道交通列车通过时的算术平均值。

1.2 建设项目环境影响评价中的评价量

为了消除或减少振动对人和建筑物的危害或影响，国内外有关学者通过科学研究和大量的实例实践，编制了有关标准，国际上对于人体的振动容许值划分了三个等级，并采用比值法或计权法评价，其中比值法就是给出每个倍频段（或 $1/3$ 倍频段）的加速度值，用这些一一对应的数值来描述或评价这一振动环境（如 ISO 2631/1—1985）；但是由于比值法实际使用比较复杂，为了方便运用，ISO 2631 也建议采取计权法，计权法就是直接用仪器测量得到频率计权加速度级，我国目前在《城市区域环境振动标准》（GB 10070—88）及《城市区域环境振动测量方法》（GB 10071—88）采用的 VL_z 就是属于计权法。德国在 1986 年颁布的标准 DIN4150 第三部分“振动对建筑物的影响”中规定，采用振动速度峰值作为评价量。

在目前国内城市轨道交通振动环境影响评价中评价量的选择有两种方法，即列车通过时的环境振动最大值 VL_{Zmax} 或环境振动的 VL_{Z10} 。

在采取环境振动 VL_{Z10} 作为评价量中也有两种提法，分别为：

（1）列车通过时间段的 VL_{Z10} ；

（2）包括列车通过时间段和列车不通过时间段的整个总时段的 VL_{Z10} 。

关于振动评价量的选择，由于国家尚无明确的规定，故不同的专家有不同的理解。

2006 年 5 月 30 日原国家环境保护总局环境工程评估中心在北京召开了《城市轨道交通环境振动评价量专题研讨会》，与会人员就有关轨道交通环境振动评价量选取与测量等问题进行了研讨，形成专题研讨意见如下：

（1）城市轨道交通项目环评和竣工环保验收监测采用列车通过时段的 VL_{Z10} 监测量作为环境振动评价量，符合《城市区域环境振动标准》（GB 10070—88）的要求，是科学、合理、可行的。

（2）目前数值振动仪器可以满足列车通过时段振动量 VL_{Z10} 的监测要求。测量时必须符合监测操作规范，以确保测量结果的准确性。

（3）采用 VL_{Zmax} 作为城市轨道交通的环境振动测量量具有监测简便易行的优点，但与环境振动标准限值不一致，建议可作为评价中的一种参考量。

2008 年 12 月 25 日发布的《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》

(HJ 453—2008)规定,振动环境预测量包括轨道交通列车通过时段的振动级 VL_{Z10} 和 VL_{Zmax} 值;评价量为 VL_{Z10} 值。

2 采用 VL_{Zmax} 作为评价量的理论解释与实践

我国《城市区域环境振动测量方法》(GB 10071—88)在“测量量及读数方法”一节中提出了四种典型振动类型及相应的测量方法,具体如下:

(1) 稳态振动:每个测点测量一次,取 5s 内的平均示数作为评价量。

(2) 冲击振动:取每次冲击过程中的最大示数为评价量;对重复出现的冲击振动,以 10 次读数的算术平均值作为评价量。

(3) 无规振动:每个测点等间隔地读取瞬时示数,采样间隔不大于 5s,连续测量时间不少于 1 000 s,以测量数据的 VL_{Z10} 作为评价量。

(4) 铁路振动:读取每次列车通过过程中的最大示数,每个测点连续测量 20 列车,以 20 次读数的算术平均值作为评价量。

从上述对四种测量量的规定可以看出,振动评价量是根据振动源特性确定的,城市快速轨道交通列车在运行中产生的振动影响更接近于“铁路振动”特性,将其归入“铁路振动”较为合适,其理论分析如下:

(1) 城市快速轨道交通列车在运行中产生的振动类型与铁路振动类型完全一样,同属污染事件性质。即无列车通过时,振动事件不发生。一般城市的环境振动背景值在 60 dB 左右,而当有列车时,振动污染事件发生,其振动对周边环境的影响有一个较大的变量,振动影响可上升至 70~80 dB,振动影响的有无完全取决于列车通过事件是否发生。

(2) 城市快速轨道交通列车在运行中产生的振动是有规律的,每天都严格按照预先设置的起止时间、列车编组,以及计划的时间表进行运行。

(3) 由于通过某一地点的地质性质、道床类型,甚至运行速度等都是相对固定的,其振动源强基本上是固定值,列车通过某一地点的振动大小波动范围很小。

(4) 环境评价的结论正确与否,最终是要通过项目竣工环保验收来检验的,在城市快速轨道交通项目竣工环境保护验收中,采取列车通过时的环境振动最大值 VL_{Zmax} 作为评价量也易于操作。尽管列车在隧道中运行,在地面建筑物中无法知道其通过的准确时刻,但是只要有列车通过,监测仪表就会有最大值 VL_{Zmax} 显示的记录,只要记录好每次列车通过时的 VL_{Zmax} 值,就可计算得出列车运行对该处敏感点的振动影响值。近两年来,采用 VL_{Zmax} 测量量,北京地铁一号线、

北京地铁八通线、北京城铁线、武汉轨道交通一号线、天津滨海轨道线均圆满完成了振动验收监测任务。

3 采用 VL_{Z10} 作为评价量存在的主要问题

3.1 VL_{Z10} 作为评价量的应用条件

按照“测量量及读数方法”的规定， VL_{Z10} 评价量应用于无规振动。道路交通振动与道路交通噪声一样，都具有随时间波动的特性。对于非稳态的随机噪声，在道路交通噪声分析中通常采用统计学的方法来评价，即采用累计分布声级的统计方法，从声级出现的累计概率来表示这类噪声的大小和分布，累计分布声级 L_N 表示在测量时间的百分之 N 内起伏噪声所超过的声级，通常的指标有 L_{10} 、 L_{50} 及 L_{90} ，分别代表在测量时间内有 10%、50% 及 90% 的声级超过它的值。

将一组环境噪声（或环境振动）测量瞬时值从大到小排序后，形成如图 1 所示的测量值分布图，图中测量值个数 10%、50% 及 90% 对应的测量值分别为 L_{10} 、 L_{50} 及 L_{90} ，分别代表峰值（高值）、平均值（中间值）及背景值（低值）。

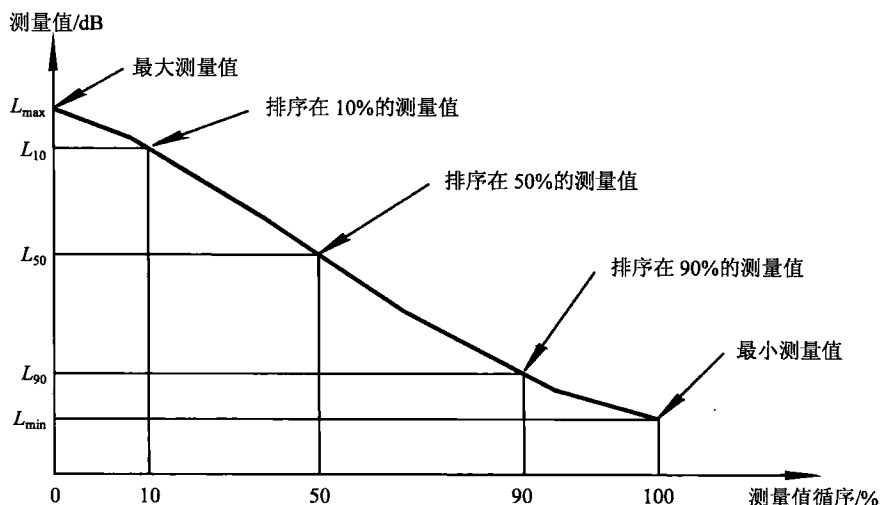


图 1 环境噪声（或环境振动）测量瞬时值从大到小排序