

附件 3

《环境影响评价技术导则 城市轨道交通 (征求意见稿)》编制说明

《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》编制组
二〇一八年二月

标准名称：环境影响评价技术导则 城市轨道交通

（修订 HJ 453-2008）

标准负责人：卢 力

起草单位：环境保护部环境工程评估中心

中国铁道科学研究院

北京市劳动保护科学研究所

上海申通地铁集团有限公司

广州地铁集团有限公司

主要编制人：卢 力 辜小安 杨宜谦 刘加华 谭 文

周 鑫 刘鹏辉 伍向阳 胡笑浒 户文成

朱妍妍 丁 峰 王庆改 周 俊

目 录

1	项目背景.....	4
1.1	任务来源.....	4
1.2	工作过程.....	4
2	标准修订的必要性.....	4
3	国内外相关标准情况.....	5
3.1	国外相关导则现状.....	5
3.2	国内相关导则现状.....	6
4	修订原则和技术路线.....	6
4.1	修订原则.....	6
4.2	修订技术路线.....	6
5	标准修订主要内容与说明.....	7
5.1	标准适用范围.....	7
5.2	标准结构框架.....	7
5.3	规范性引用文件.....	8
5.4	术语和定义.....	9
5.5	总则.....	9
5.6	工程概况与工程分析.....	11
5.7	环境现状调查与评价.....	12
5.8	施工期环境影响分析与评价.....	12
5.9	运营期环境影响预测与评价.....	12
5.10	环境保护措施及其可行性论证.....	12
5.11	环境经济损益分析.....	12
5.12	环境管理与监测计划.....	13
5.13	公众参与.....	13
5.14	附录.....	13
6	主要修订内容对比.....	22
7	对实施本标准的建议.....	25

《环境影响评价技术导则 城市轨道交通（征求意见稿）》

编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2008）（以下简称“现行导则”）于2009年4月1日实施。随着环境保护管理制度的不断完善、城市轨道交通建设的快速发展，现行导则的一些技术方法已经不能满足实际需求，需要对其进行及时更新。2015年，环境保护部以《关于开展2015年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办〔2015〕329号）下达了修订任务，承担单位为环境保护部环境工程评估中心，协作单位为中国铁道科学研究院、北京市劳动保护科学研究所、上海申通地铁集团有限公司、广州地铁集团有限公司。

1.2 工作过程

2015年3月至6月，环境保护部环境工程评估中心组建编制组，启动导则修订工作，对现行导则存在的问题和国内外相关技术规范及技术方法进行了梳理，为导则修订奠定了基础。

2015年7月，编制组组织召开导则修订工作方案讨论会，征求专家对实施方案的技术意见和建议，明确了标准修订的方向，确定了技术路线及修订重点。

2015年7月至2016年10月，编制组在北京、上海、广州等地开展了典型城市轨道交通环境噪声、振动源强、衰减、减振降噪效果等现场测试工作，收集了北京、重庆、深圳、长沙、武汉等地的城市轨道交通环境噪声、振动相关测试数据，对不同来源的数据进行整理分析。

2016年10月至2017年6月：编制导则修订开题报告，多次召开导则编制讨论会、专家咨询会，针对导则编制大纲、评价等级、评价范围、现状调查与评价、源强确定、预测模型参数确定、防治措施等重点内容进行专题讨论，召开导则修订开题技术审查会和开题论证会。

2017年6月至2018年1月：针对导则修订中所涉及的各章节修订内容邀请专家和评价单位进行讨论、对比分析和测算，完成导则修订初稿，召开征求意见稿技术审查会和专家论证会，根据专家和管理部门意见进行修改完善，递交修改后导则征求意见稿。

2 标准修订的必要性

城市轨道交通的大力发展既解决了交通拥堵问题又提高了土地资源利用，但由于其大多穿越城市中心区，引起的环境振动与噪声问题不容忽视，随着环境保护管理制度的不断完善、城市轨道交通建设的快速发展，环境影响评价审批部门、技术评估单位、技术咨询单位和公众对城市轨道交通项目的环境噪声影响评价提出了更高的要求，需要对现行导则进行及时更新。

现行导则规定了城市轨道交通环境影响评价的工作内容、范围和技术方法，提高了环境影响评价与管理的科学性和规范性。自2009年4月1日实施以来，对规范轨道交通环境影响评价工作起到了积极的作用。现行导则制定期间，我国投入运营的轨道交通系统制式及线路较少、数据积累较少，后续大量项目投入运营后，现行导则逐渐在适用范围、噪声与振动

源强确定方法、噪声与振动预测模式参数选取和计算、生态、地下水、电磁等方面显现一些需要解决的问题。

导则适用范围方面。截止至 2017 年 12 月 31 日, 34 个内地城市建成运营线路 5021.7km, 其中, 地铁 3881.8km, 其他制式 1139.9km, 呈现出新增运营线路多、系统制式多元化的特点。现行导则制订时, 我国仅有地铁和轻轨两种制式的轨道交通, 其他新型城市轨道交通的评价方法和要求有待完善。

噪声与振动源强确定方法方面。现行导则源强确定的相关规定与新颁布的国家标准存在不一致, 噪声、振动源强在测试方法和内容方面还不够完善, 在环境影响评价过程中存在源强确定不规范、缺少类比工程及环境条件的相似性分析等问题。

环境预测方面。在噪声、振动和室内二次结构噪声预测过程中, 存在预测模式中参数选取不当的问题。

污染防治措施方面。现行导则中部分污染防治措施效果的计算方法等方面存在一些问题, 例如声屏障降噪效果修正的计算不完善、振动防治措施效果评价量与预测评价量不一致等问题。噪声污染防治缺少跟踪监测和评价的相关规定。

为解决上述问题, 对现行导则开展修订工作非常必要。

3 国内外相关标准情况

3.1 国外相关导则现状

轨道交通建设项目的环境影响问题, 在世界各国均受到政府管理部门和公众的广泛关注。一些国家和机构还专门针对轨道交通建设项目的环境保护工作发布了相应的技术方法。

对于轨道交通建设项目而言, 列车运行中产生的噪声、振动问题是环境影响评价工作的一个重点和难点。2006 年 5 月美国城市轨道交通管理局 (FTA) 发布《轨道交通噪声和振动影响评价手册》, 主要指导通勤铁路、快速铁路、轻轨、自动化导轨运输、单轨以及磁悬浮等交通运输的环境噪声和振动影响评价工作。为提高环境影响评价的一致性, 该手册规定了联邦拨款项目中产生的噪声和振动影响评价方法和程序, 提出了降低噪声和振动的方法。具体内容包括轨道交通噪声影响评价标准、不同土地用途的噪声评价指标、噪声振动评价范围 (筛选距离) 的确定方法、源强的确定方法、背景噪声的确定方法、传播衰减 (距离衰减、障碍物衰减等) 的计算模型等。

欧洲的大多数铁路 (轨道交通) 噪声预测模型是由政府部门、科研机构和国家铁路公司开发。这些模型主要包括奥地利-Önorm S5011/ÖAL28、丹麦- Beregning af støj fra jernbaner、法国- Guide du bruit、法国- Mitra-Fer、德国- Schall 03、荷兰- SRMII、挪威- NMT Norwegian trains、瑞典- NMT Swedish trains、瑞士- Semibel、英国- Asdown 等, 其中噪声传播的部分主要依据《户外声传播的衰减-第 2 部分: 一般计算方法》(ISO 9613-2) 来进行计算。

国外主要的振动和二次结构噪声的预测模型为: 美国 FTA 模型和 FRA 模型, 两个预测模型包括筛选模型 (经验模型)、总体评价模型 (经验模型) 和详细分析模型 (半经验模型), 包括完整的传播路径。瑞士联邦铁路公司开发的 SBB VIBRA-2 模型 (也称为 UIC RENVIB 模型), 为经验模型, 包括完整的传播路径。德国联邦材料研究与测试研究所开发的 BAM 预测工具 (半经验模型), 也包括完整的传播路径。法国建筑科学技术中心开发的 CSTB-MEFISSTO 模型 (数值模型), 只包括传播和振动影响部分, 采用实测地面振动结果作为输入数据。德国铁路股份公司采集了振动影响经验数据, 并开发了估算建筑物基础至楼板的传递函数和楼板振动至二次结构噪声的传递函数的统计模型, 该模型只涉及振动影响部分。挪威岩土工程研究所为挪威铁路开发了 NGI 模型 (经验模型), 总体上与 SBB 模型类

似，也包括完整的传播路径。奥地利标准 ONR 199005:2008 和 ÖNORM S 9012:2009 给出了二次结构噪声的预测模型。欧盟给出了振动和二次结构噪声的预测模型（经验模型）。

3.2 国内相关导则现状

2015 年 9 月，环保部评估中心编制完成《重构环境影响评价技术导则体系工作方案》，按照改善环境质量、合理利用环境容量的目标，重构环评技术导则体系，提出导则修订计划，开展要素导则、专题导则和行业导则修订工作。本标准属于行业导则。

2017 年 1 月 1 日，《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）实施。总纲要求，进一步优化环境影响评价文件编制内容，切实把环境影响评价关注的重点聚焦在建设项目的环境影响和环保措施上；进一步强化环境影响预测，在环评文件编制过程中，准确选取科学合理的预测模式、方法、参数等，提高了环境影响预测的科学性。针对环境保护措施、环境风险防范及应急处置措施，强化了环境保护措施经济技术可行性、有效性分析，为各项措施的落实奠定基础。强化环境管理与环境监测，针对提出的环境保护措施，提出有针对性、具体可操作的施工期环境监理以及管理计划和措施，为事中事后监管奠定基础。

2005 年我国发布《机械振动 列车通过时引起铁路隧道内部的振动测量》（GB/T 19846-2005），该标准进一步规范了列车引起隧道内振动的测量方法，包括测量量、测量位置、时间截取等内容，为轨道交通列车振动源强的类比测试规范化确定提供了技术指导。2011 年我国发布《声学轨道 机车车辆发射噪声测量》（GB/T 5111-2011），该标准规范了车辆发射噪声的测量方法，包括测量量、测量位置、时间截取等内容，为轨道交通机车车辆的噪声源规范化确定提供了技术指导。2015 年我国发布了《机械振动 轨道系统产生的地面诱导结构噪声和地传振动 第 1 部分总则》（GB/T 33521.1-2017），该标准进一步规范了轨道系统产生的振动和室内二次结构噪声的频率范围、激励机制、传递和影响、预测评估等。

4 修订原则和技术路线

4.1 修订原则

（1）依法合规原则。以环境保护法律法规、政策、条例、标准为主要依据，借鉴适合我国国情的国际标准，从技术角度来贯彻实施上述法规和条例规定的要求。

（2）持续更新原则。以最新的环境影响评价方法与现行导则合理衔接，保留现行导则行之有效的科学内容，充实或修改现行导则已不能适应目前环评理念及理论、技术要求的内容，增加现行法律法规、标准中明确规定和要求的现行导则未包含的内容。

（3）延续性原则。保持现行导则的基本框架，在原有内容的基础上进行适当调整，突出轨道交通行业环境影响评价的重点内容，加强噪声、振动、电磁等重点专题的技术支持和规范要求。导则中涉及到相关专题内容在其他要素类导则中已有明确规定的，本导则直接引用，不再进行赘述。

（4）科学性、可操作性原则。体现城市轨道交通环境影响中噪声与振动最新的科研成果，开展现场测试，用第一手资料完善噪声、振动源强确定方法、模型衰减修正计算方法、防治措施效果等内容，增强导则的科学性和可操作性。

4.2 修订技术路线

根据导则修订目标和要求，采取如图 1 所示技术路线。

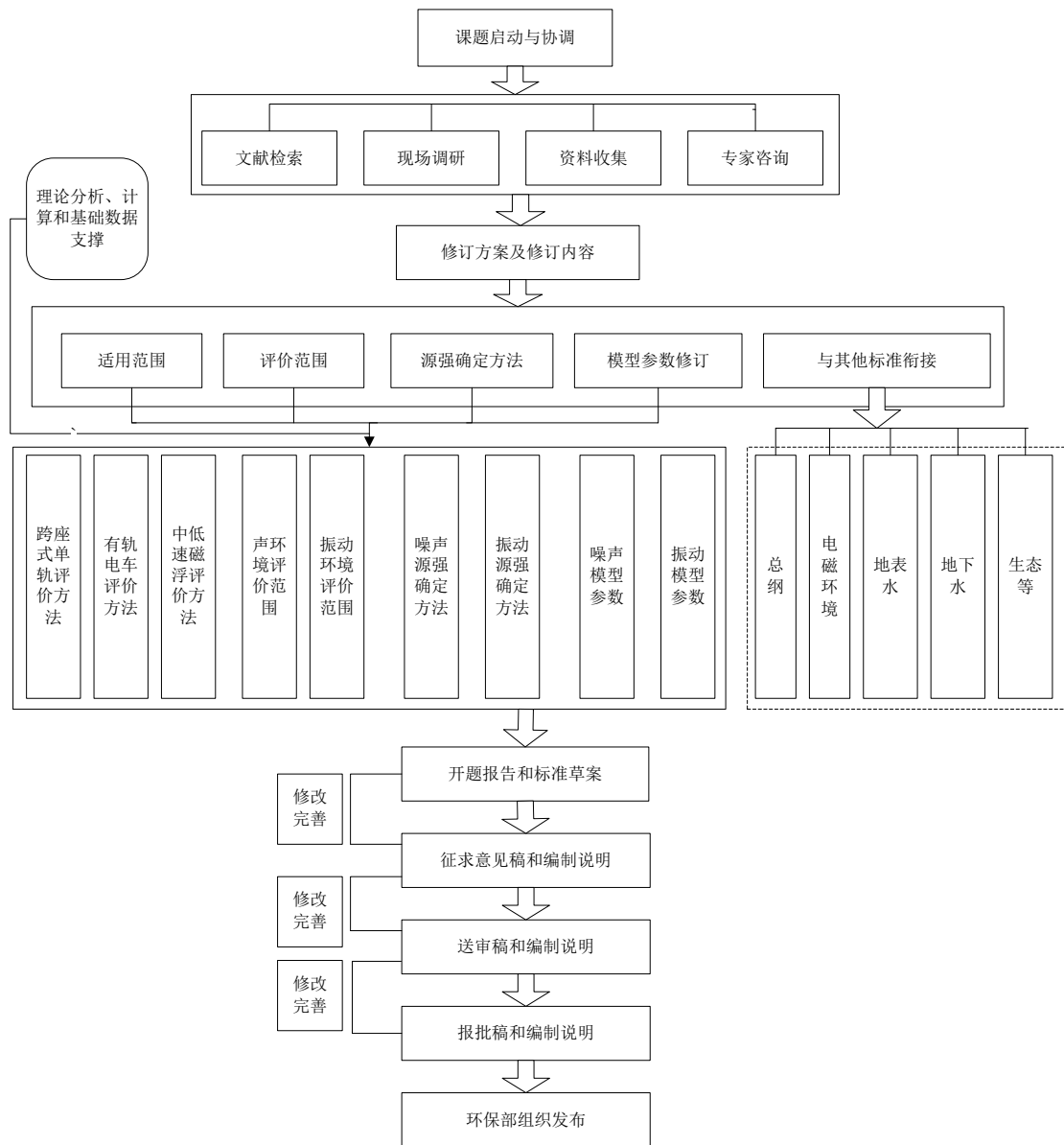


图 1 项目实施技术路线图

5 标准修订主要内容与说明

5.1 标准适用范围

标准的适用范围扩大到跨座式单轨交通、现代有轨电车交通和中低速磁浮交通的建设项目环境影响评价中。城市轨道交通市域快线建设项目环境影响评价可参照执行。

5.2 标准结构框架

根据《建设项目环境影响评价导则 总纲》（HJ 2.1-2016），对导则的整体结构框架进行了调整，现行导则与修订后导则章节设置对比见表 1。

表 1 章节设置对比表

章节设置	现行导则	章节设置	修订后导则
1	适用范围	1	适用范围
2	规范性引用文件	2	规范性引用文件
3	术语和定义	3	术语和定义
4	基本规定	4	总则
5	工程概况与分析	5	建设项目工程概况和分析
6	工程沿线环境状况与分析	6	环境现状调查与评价
7	声环境影响评价	7	施工期环境影响分析与评价
8	振动环境影响评价	8	运营期环境影响预测与评价
9	电磁环境影响评价	9	环境保护措施及其可行性论证
10	水环境影响评价	10	环境影响经济损益分析
11	大气环境影响评价	11	环境管理与监测计划
12	生态环境影响评价	12	环境影响评价结论
13	公众参与	/	/
14	环境保护措施技术经济论证与投资估算	/	/
附录 A	环境影响报告书的专题设置和编制要求	附录 A	基本图件要求
附录 B	声环境影响预测计算公式	附录 B	噪声、振动源强现场实测类比方法
附录 C	振动环境影响预测计算公式	附录 C	声环境影响预测方法
附录 D	电视的接收与信噪比指标	附录 D	振动环境影响预测方法
/	/	附录 E	振动距离衰减参数 a 、 b 、 c 的复合回归方法

5.3 规范性引用文件

根据新颁布的标准和导则，导则修订过程中对规范性引用文件进行梳理。修订后的导则主要给出导则中直接引用的规范性引用文件，其他间接引用的文件不纳入本导则的规范性引用文件。修订过程中增加《电磁环境控制限值》（GB 8702）、《城市轨道交通技术规范》（GB 50490）、《跨座式单轨交通设计规范》（GB 50458）、《地铁设计规范》（GB 50157）、《中低速磁浮交通设计规范》（CJJ/T 262）、《声学 轨道机车车辆发射噪声测量》（GB/T 5111）、《地基动力特性测试规范》（GB/T 50269）、《建筑抗震设计规范》（GB 50011）、《建筑工程允许振动标准》（GB 50868）、《爆破安全规程》（GB 6722）、《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1）、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4）、《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610）、《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24）、《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ 681）、《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）、《机械振动 轨道系统产生的地面诱导结构噪声和地传振动 第 1 部分 总则》（GB/T 33521.1）、《建设项目危险废物环境影响评价技术指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）等标准。删除《环境空气质量标准》（GB 3095）、《地表水环境质量标准》（GB 3838）、《锅炉烟尘测试方法》（GB/T 5468）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348）、《锅炉大气污染物排放标准》（GB 13271）、《地下水质量标准》（GB/T 14848）、《民用建筑隔声设计

规范》(GBJ 118)、《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》(HJ/T 24)、《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91)、《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164)、《生态环境状况评价技术规范(试行)》(HJ/T 192)、《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》(DL/T 998)等文件。

5.4 术语和定义

根据《地铁设计规范》(GB 50157-2013),对地铁、车辆基地、设计年限、车辆段、停车场等定义进行部分调整,根据《铁路工程基本术语标准》(GB/T 50262-2013),对列车定义调整。根据《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》(CJ/T 375-2011),对中低速磁浮交通修改定义进行调整。根据《机械振动 轨道系统产生的地面诱导结构噪声和地传振动 第1部分总则》(GB/T 33521.1-2017),增加了室内二次结构噪声、车辆簧下质量定义。增加了线路中心线的定义。

5.5 总则

- (1) 增加一般性原则和评价的基本任务。
- (2) 修改现行导则工作程序,工作程序根据 HJ 2.1、HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 610、HJ 19、HJ 24 中的相关规定执行。
- (3) 修改现行导则评价依据,评价依据参照 HJ 2.1、HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 610、HJ 19、HJ 24 中的相关规定执行。
- (4) 删除评价内容条款,本标准中逐项规定了评价内容和要求。
- (5) 删除环境影响因素识别矩阵表和评价因子汇总表。
- (6) 根据 HJ 2.1 要求,评价等级调整到了总则部分,根据 HJ 2.1、HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 610、HJ 19、HJ 24 的相关规定执行,本标准不再进行规定,振动评价在实践中基本采用一级评价,振动专题不再划分评价等级。
- (7) 根据 HJ 2.1 要求,将评价范围 and 环境保护目标调整到了总则部分,保护目标的确定依据 HJ 2.1、HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 610、HJ 19、HJ 24 的相关规定执行。文物保护单位及历史文化建筑调整为不可移动文物。
- (8) 删除环境状况调查分析条款,相关内容在本导则的现状调查与分析中进行规定。
- (9) 根据现场测试和计算,调整声环境评价范围。修订前后的评价范围见表 2。

表 2 本次修订前后声环境评价范围对比

项目类型	评价范围(m)	
	现行导则	修订后导则
地铁和轻轨	150	150
跨座式单轨交通	150	50
中低速磁浮交通	150	50
现代有轨电车交通	150	50
风亭	50	30
冷却塔	50	50

主要依据:

结合北京、上海、广州等地的城市轨道交通列车运行噪声现场测试结果,对昼间、夜间

运营时段等效声级的环境噪声影响范围进行计算。计算参数：车流密度为昼间单线平均发车间隔 5min、夜间单线平均发车间隔 10min。分别按无建筑物遮挡和有建筑物遮挡计算达到 2 类声环境功能区标准的对应距离进行分析，计算结果如表 3 所示。

表 3 典型城市轨道交通运营期噪声影响达标距离

项目类型	按 2 类声环境功能区达标计算	
	无建筑物遮挡	有建筑物遮挡
地铁和轻轨	≤165m	≤96m
跨座式单轨交通	50m	28m
中低速磁浮交通	<15m	/
现代有轨电车交通	47m	27m

通过综合分析，按照不同轨道交通制式和线路类型分别确定声环境评价范围如下：

地面线和高架线：地铁、轻轨、试车线、出入段（库）线声环境评价范围为距线路中心线 150m，跨座式单轨交通、现代有轨电车交通以及中低速磁浮交通声环境评价范围为距线路中心线 50m，车辆段、停车厂、车辆基地评价范围一般为厂界外 50m。冷却塔评价范围为冷却塔声源周围 50m，风亭评价范围为风亭声源周围 30m。评价范围可根据建设项目工程和环境影响的实际情况适当缩小或扩大。

(11) 调整了振动环境及室内二次结构噪声评价范围。

本次修订扩大了室内二次结构噪声的评价范围，缩小了振动环境评价范围，振动环境评价范围和二次结构噪声评价范围一致。修订前后评价范围对比见表 4。

表 4 修订后地铁和轻轨振动环境和室内二次结构噪声评价范围

项目类型	振动环境		室内二次结构噪声	
	现行导则	修订后导则	现行导则	修订后导则
地下线	60m	50m	10m	一般情况下：50m 平面圆曲线半径≤500m：60m 岩石地质条件下：60m
地面线	未规定	50m	未规定	安装全封闭声屏障：50m
高架线	未规定	10m	未规定	安装全封闭声屏障：10m

主要依据：

结合北京、上海、广州地铁室内振动和二次结构噪声的实测结果和分析计算，地下线运营对地面环境振动影响范围见表 5。

表 5 地下线 B 型车运营地面环境振动预测计算

距线路中心距离 (m)	V=60km/h, B 型车 VL_{Zmax} (dB)			
	轨面埋深 15m, 黏土, b 取-0.06	轨面埋深 15m, 黏土, b 取-0.13	轨面埋深 20m, 黏土, b 取-0.06	轨面埋深 20m, 黏土 b 取-0.13
0	70.9	70.9	69.8	69.8
10	70.0	69.3	68.9	68.2
20	68.4	66.6	67.3	65.9

距线路中心距离 (m)	V=60km/h, B 型车 $V L_{Z_{max}}$ (dB)			
	轨面埋深 15m, 黏土, b 取-0.06	轨面埋深 15m, 黏土, b 取-0.13	轨面埋深 20m, 黏土, b 取-0.06	轨面埋深 20m, 黏土 b 取-0.13
30	67.2	66.1	66.1	64.0
40	66.2	65.5	65.1	62.3
50	65.3	64.9	64.2	60.7
60	64.42	64.31	63.34	59.14

本次修订将地下线振动环境评价范围由 60m 缩小至 50m; 高架线振动评价范围调整为 10m。跨座式单轨交通、现代有轨电车交通、中低速磁浮交通可不进行振动环境影响评价。根据 BS 6472-1:2008、FTA 标准, 二次结构噪声的评价范围至少应与振动环境的评价范围一致。故本次修订中将地下线所产生的二次结构噪声评价范围由 10m 扩大至 50m, 对于平面圆曲线半径 $\leq 500m$ 、岩石地质条件下的二次结构噪声评价范围扩大到线路中心线两侧 60m。跨座式单轨交通、现代有轨电车交通、中低速磁浮交通可不进行振动和二次结构噪声评价。

5.6 工程概况与工程分析

(1) 根据工程可行性研究报告, 工程概况分为工程主要内容和技术标准。本导则对相关内容进行了整理, 删除工程概况和施工作业、作业量分析表。

(2) 调整了列车运行噪声源强测点位置。细化和完善了类比测量条件和列车参考速度的要求和规定。

地面线: 噪声源强类比测点为距邻近线路中心线水平距离 7.5m、距轨顶面以上 3.5m 处。

高架线: 两侧无挡板结构的桥梁线路, 传声器应置于距邻近线路中心线水平距离 7.5m、距轨顶面以上 3.5m 处; 两侧有挡板结构的桥梁或有腹板结构的 U 型梁, 传声器应置于距邻近线路中心线水平距离 7.5m、距轨顶面以上 5m 处。跨座式单轨交通应布设两个源强测点: 距邻近线路中心线水平距离 7.5m, 距轨顶面以上 1.5m 和轨顶面以下 1.5m 处。

主要依据:

现行导则中, 列车运行噪声源强测点位置为距线路中心线水平距离 7.5m、轨顶面以上 1.5m 处。通过对北京、上海、广州等多条地铁线路的大量测试数据进行分析, 对于路基线路及桥梁线路两侧无挡板结构的线路, 距线路中心线水平距离 7.5m 处, 轨顶面以上 3.5m 的噪声值最大; 对于两侧有挡板结构的高架线路, 距线路中心线水平距离 7.5m 处, 轨顶面以上 5m 的噪声值最大。因此, 本标准提出地铁、轻轨系统列车运行噪声源强类比测量针对不同的线路形式分别做出规定。

(3) 根据冷却塔噪声源特性, 增加冷却塔顶部排风扇的源强测点位置和类比测量条件的规定。

(4) 现行导则振动源强类比测量中仅规定了地下线和地上线的测点位置, 未对类比测量条件进行详细规定。本次修订对振动源强类比测量进行整理, 对类比测量条件、测量方法和数据处理方法做出了具体规定。地下线城市轨道交通列车运行时轮-轨相互作用的振动能量经道床传递到隧道, 再由周围的岩土介质传递到地面建筑, 因此, 本次修订将地下线振动源强测点位置由现行导则规定的道床上部近轨外侧 0.5~1.0 m 处, 调整为单线隧道高于轨顶面 $1.25 \pm 0.25m$ 处的隧道壁处, 与《机械振动 列车通过时引起铁路隧道内部的振动测量》(GB/T 19846-2005) 的相关规定衔接。

5.7 环境现状调查与评价

声环境、水环境、大气环境、生态等环境质量现状调查与评价的内容和方法依据相关导则来执行，重点对振动环境现状调查与评价进行了具体规定，进一步明确对评价范围内具有代表性的振动环境保护目标进行振动现状测量的要求。

5.8 施工期环境影响分析与评价

本标准将环境影响评价分为施工期和运营期两个阶段进行，施工期的环境影响周期、特点和运营期有很大差别，因此，将分散于各环境要素中施工期评价内容调整为设专章进行评价。

5.9 运营期环境影响预测与评价

5.9.1 声环境影响预测和评价

(1) 统一预测量和评价量。

(2) 将预测方法分为参数模型法、经验模型法、半经验模型法和类比预测法，给出半经验模型法的计算方法。

(3) 增加了预测情景要求，规范了预测方案设置。

(4) 根据环保部 2010 年发布的《地面交通噪声污染防治技术政策》和 HJ 2.4 的内容，补充了噪声污染防治对策相关内容，规定了噪声污染防治的原则，从规划、技术、管理三个方面提出了噪声污染防治的要求。根据 GB 50157，增加风亭、冷却塔排风口至敏感目标控制的噪声防护距离。增加设计速度为 100km/h 的轨道交通项目，声环境敏感目标处的列车通过时的噪声限值建议。

5.9.2 振动环境影响预测和评价

(1) 预测量和评价量一致，统一为 $V_{L_{zmax}}$ 。

(2) 根据建筑物特性，细化了文物保护单位及历史文化建筑的预测、评价对象、评价标准等。

(3) 增加了降低环境振动和室内二次结构噪声的措施规定，优先采用振源控制，并系统考虑综合措施，以提高技术经济性指标。进一步细化各种振动控制措施的技术要求。

5.9.3 电磁环境影响评价

根据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681）和《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014），删除了列车运行产生的无线电干扰电磁环境影响评价。

5.9.4 其他要素环境影响评价

其他要素的环境影响评价均依据相关要素导则执行。

5.10 环境保护措施及其可行性论证

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）的相关要求，修订中进一步强调了环境保护措施的技术可行性、经济合理性、长期稳定运行和达标排放的可靠性、实际运行效果等方面要求，增加了对环境保护措施明确责任主体、实施时段、资金来源、细化环境保护投资等方面的内容。

5.11 环境经济损益分析

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）的要求，增加了环境经

济损益分析章节。

5.12 环境管理与监测计划

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）的要求，增加建立日常环境管理制度、组织机构、明确各项环境保护设施和措施的建设、运行及维护保障计划等要求；增加了环境管理与监测计划章节，增加了对污染源（噪声、振动、水等）各类控制措施以及典型噪声、振动敏感目标的定期或不定期的跟踪监测要求。

5.13 公众参与

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）的相关要求，环境影响报告书（表）中不涉及公众参与章节，修订后的导则删除相关内容。

5.14 附录

5.14.1 附录 A（规范性附录） 基本图件要求

为进一步规范报告书（表）中图件的绘制，规定了环境影响评价过程中基本图件的制图要求。

5.14.2 附录 B（资料性附录） 噪声、振动源强现场实测类比方法

给出了噪声源强和振动源强的现场实测类比方法和相关的注意事项。

5.14.3 附录 C（资料性附录） 声环境影响预测方法

声环境影响预测计算公式沿用现行导则预测基本公式，并根据最新的研究成果对列车运行噪声速度修正、几何发散、垂直指向性、声屏障插入损失、建筑群衰减以及冷却塔噪声预测公式等参数进行了调整，具体见表 6。

表 6 声环境影响预测计算公式修订主要内容

序号	修订主要内容
1	速度修正：分不同线路条件、不同速度范围确定相应的速度修正。
2	几何发散：按不同系统制式的声源特性分别确定几何发散损失计算公式。
3	垂直指向性：按照现场实测数据统计分析结果调整了垂向指向性计算公式。
4	声屏障插入损失：计算公式中增加 1 次反射声影响。
5	建筑群衰减：引用 GB/T17247 建筑群衰减计算方法。

（1）速度修正

速度修正调整为对应于不同速度范围、不同线路条件、不同系统制式，给出不同的速度修正公式。

主要依据：

近年来我国大量的铁路及轨道交通的试验研究表明：在我国的线路条件下，低速运行时列车牵引及设备噪声起主导作用，声源变化与运行速度 1 次方成正比，见图 2。桥梁线路轮轨滚动噪声一般与列车运行速度的 2 次方成正比；路基线路轮轨滚动噪声一般与列车运行速度的 3 次方成正比。

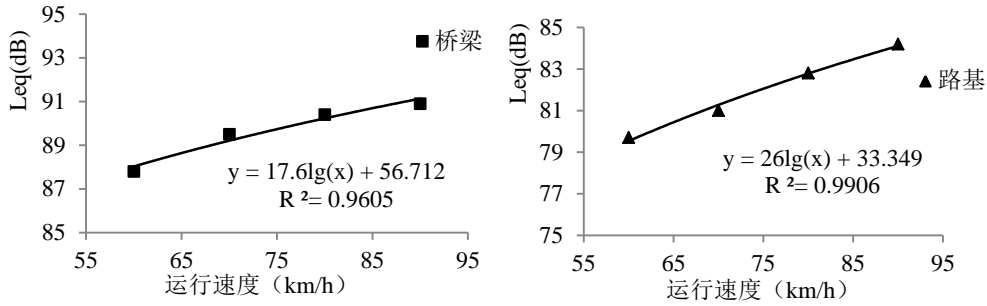


图 2 国家铁道试验中心城市轨道交通试验线不同速度下的噪声变化规律

(2) 线路轨道结构修正

结合线路、轨道结构的发展和环境影响评价中的实际需求，参照德国联邦排放环保法实施的第十六规章（交通噪声保护条例）和实测分析，对线路和轨道条件进行修正

(3) 几何发散修正

根据城市轨道交通轮轨滚动噪声特性，完善了有限长不相干偶极子线声源衰减公式，该公式更符合城市轨道交通地铁和轻轨（旋转电机）列车运行噪声几何衰减特性，见表 7。现行导则对距离 d 和 d_0 定义与声源发散特性存在一定偏差，本次修订将距离 d 定义为预测点距声源的直线距离， d_0 定义为源强点至声源的直线距离。

根据现场测试数据和理论分析，跨座式单轨交通噪声衰减规律介于点声源与线声源之间，与运行速度呈 16 倍常用对数变化关系；对于现代有轨电车交通，因列车长度较短，近场噪声呈偶极子衰减规律，远场衰减呈点声源衰减规律；对于地铁和轻轨（直线电机）以及中低速磁浮交通，更符合有限长不相干线声源衰减特性，见表 8。

表 7 地铁和轻轨（旋转电机）列车运行噪声几何发散损失

线路名称	距离 (m)	测点位置	实际测量衰减量 (dB)	按现行导则计算衰减量 (dB)	按修订后导则计算衰减量 (dB)
地铁 1	7.5	轨面以上 3.5m	/	/	/
	15		-4.54	-3.02	-4.61
	25		-7.31	-5.61	-7.67
	50		-12.54	-9.83	-11.66
	100		-17.10	-14.94	-16.35
	7.5	轨面以上 0m	/	/	/
	15		-2.54	-3.02	-2.70
	25		-4.41	-5.61	-4.70
	50		-8.54	-9.83	-7.80
	100		-12.61	-14.94	-12.00
地铁 2	7.5	轨面以上 0m	/	/	/
	15		-3.04	-3.02	-2.70
	25		-4.91	-5.61	-4.70
	50		-9.64	-9.83	-7.80
	100		-12.51	-14.94	-12.00

表 7 地铁和轻轨（旋转电机）列车运行噪声几何发散损失

线路名称	距离 (m)	测点位置	实际测量衰减量 (dB)	按现行导则计算衰减量 (dB)	按修订后导则计算衰减量 (dB)
	7.5	轨面以上 3.5m	/	/	/
	15		-7.24	-3.02	-4.61
	25		-11.41	-5.61	-7.67
	50		-17.04	-9.83	-11.66
	100		-21.11	-14.94	-16.35
地铁 3	7.5	轨面以上 1.5m	/	/	/
	25		-5.76	-5.45	-6.06
	7.5	轨面以上 3.5m	/	/	/
	25		-7.76	-5.45	-7.68

表 8 其他制式轨道交通运行噪声几何发散损失

线路名称	距离(m)	测点位置	实际测量衰减量 (dB)	按现行导则计算衰减量 (dB)	按修订后导则计算衰减量 (dB)
现代有轨电车交通 1	7.5	轨面以上 1.5m	/	/	/
	15.0		-7.74	-3.97	-6.45
	30.0		-12.1	-8.99	-12.7
	55.0		-20.03	-13.94	-20.63
直线电机 1	7.5	轨面以上 1.5m	/	/	/
	25.0		-8.06	-6.24	-8.16
	55.0		-14.18	-11.81	-14.15
	7.5	轨面以上 3.5m	/	/	/
	25.0		-8.96	-6.24	-9.02
	55.0		-14.94	-11.81	-15.1
中低速磁浮 1	7.5	轨面以上 3.5m	/	/	/
	15.0		-2.2	-3.14	-3.52
	25.0		-5.7	-5.9	-6.44
	50.0		-11.1	-10.44	-11.07
中低速磁浮 2	15.0	轨面以上 1.5m	/	/	/
	25.0		-3.0	-2.76	-2.9

(4) 垂直指向性修正

现行导则中关于垂直指向性修正，直接引用原国际铁路联盟（UIC）试验研究所（ORE）的研究资料，即基于路基线路铁路轮轨噪声的指向性进行修正。现场测试表明，由于工程边界条件的不同，现行导则中垂直指向性与实际存在一定差异。修订过程中对垂向指向性修正分别按照路基及无挡板的桥梁线路、有挡板桥梁线路等不同工程边界条件给出。

跨座式单轨交通辐射噪声垂向分布以轨面为界分为上下两层，预测时轨面以上和轨面以下区域分别采用不同的噪声源强值，不再做垂直指向性修正。

(5) 声屏障插入损失

现行导则中，声屏障插入损失按照《声屏障声学设计和测量规范》（HJ/T 90）进行计算。由于轨道交通列车运行时列车表面与声屏障表面之间存在反射声影响，本次声屏障插入损失计算增加考虑一次反射声影响。

根据某轨道交通3m高非金属声屏障插入损失值现场测试结果对本次推荐公式进行验证，当6列编组的B型车以速度60km/h通过时，距线路水平距离7.5m，轨面以上1.5m处实测声屏障插入损失值为9.4dB。按照《声屏障声学设计和测量规范》（HJ/T 90）中公式计算，声屏障降噪效果应为12.2dB；按照本次推荐公式计算，声屏障降噪效果为9.2dB，与实际测量结果更为接近。

（6）建筑群衰减

目前我国针对城市轨道交通噪声建筑群衰减计算方法尚未开展深入的研究，修订过程中引入了GB/T 17247中对于建筑群衰减的相关计算方法。

（7）冷却塔噪声预测

现行导则冷却塔噪声衰减公式并未单独考虑顶部排风扇的影响，本次提出的预测方法为分别按进风侧和排风扇两个声源进行预测计算后叠加。

5.14.4 附录D（资料性附录） 振动环境影响预测方法

振动环境影响预测计算公式沿用现行导则预测模式，并根据最新的研究成果对车辆簧下质量、轮轨条件、隧道型式、距离衰减、建筑物修正等参数进行了调整，增加车流量修正；调整室内二次结构噪声预测公式。具体调整内容见表9。

表9 振动环境影响预测计算公式修订主要内容

序号	主要修订内容
1	轴重修正：在轴重修正计算公式中增加簧下质量修正。
2	轮轨条件：短轨修正改为有缝修正并对修正量进行完善；增加曲线半径修正；增加弹性车轮修正。
3	隧道和车站修正：增加单线、双线、岩石隧道以及车站的修正量。
4	振动距离衰减：结合理论和实测结果，完善地下、地面和高架线振动距离衰减计算模型，重点考虑了地质条件对振动传播的影响。
5	建筑物修正：细化建筑结构类型，根据建筑物类型和特性，明确振动修正值。
6	车流量修正：根据不同列车对数和线间距，增加列车对数修正。
7	对二次结构噪声的计算公式进行修正，采用室内振动速度进行预测。并对预测公式的适用范围进行规定，例如建筑物结构类型、房间使用功能类型、房间声学特性和房间尺寸的影响。

（1）轴重修正

现行导则未考虑簧下质量修正，实际情况中簧下质量是影响轮轨动力作用的重要因素，因此，增加了簧下质量对振动影响的修正。

（2）轮轨条件修正

依据美国FTA（2006）标准和我国城市轨道交通振动的实测结果，本次修订短轨修正改为有缝线路修正并对修正量进行完善，增加弹性车轮修正。

本次修订增加平面圆曲线半径修正。振动修正量与曲线半径和列车速度有关，平面圆曲线半径越小，列车速度越快，振动修正量越大。当线路平面圆曲线半径 $\leq 2000\text{m}$ ，曲线半径

修正计算公式为：

$$\text{振动修正量} = 16 \times \text{列车速度(km/h)} / \text{曲线半径(m)}$$

在车轮出现磨耗或扁疤、钢轨有磨耗或钢轨波浪形磨耗、固定式辙叉的道岔、交叉或其他特殊轨道等轮轨条件下，振动会明显增大，振动修正值为 0dB~+10dB。

(3) 隧道结构修正

依据美国 FTA (2012)、FRA (2006) 和我国城市轨道交通振动的实测结果，隧道结构越重，振动水平越小。岩石中的隧道实际上相当于增加了隧道结构的质量，振动水平很小，但是在岩石中衰减较慢，与其他地质条件振动衰减特性相差较大，本次修订中增加了岩石隧道结构修正量。

(4) 距离和埋深衰减修正

结合理论分析，本次修订在计算公式中将水平衰减和埋深衰减分别考虑，同时，给出典型地质条件的几何修正系数、土体吸收修正系数等参数。

a) 轨顶面埋深

理论分析，轨顶面埋深的修正见公式 (5.1)：

$$C_D = K \lg \frac{(H - H_0) f}{V_s} \quad (5.1)$$

式中：K——常数项，8；

H——轨顶面埋深，m；

H₀——源强测点高度，1.25m；

f——频率，HZ；

V_s——剪切波速，m/s。

当 f 取 63Hz 时，公式 (5.1) 可以简化为：

$$C_D = -8 \lg[\beta(H - 1.25)] \quad (5.2)$$

式中：β——土层的调整系数，β = f / V_s。

b) 水平距离衰减

结合弹性理论推导、半理论半试验和试验型经验公式，地面振动传播衰减规律的计算公式，可统一表示为公式 (5.3)：

$$A_r = k_0 A_0 (r_0 / r)^{k_1} e^{-k_2(r-r_0)} \quad (5.3)$$

令 $D = \frac{A_r}{A_0}$ ，并将式 (5.3) 变换，得：

$$D = k_0 r_0^{k_1} e^{k_0 r_0} r^{-k_1} e^{-k_2 r} \quad (5.4)$$

式中：D——距线路中心线 r 处相对于 r₀ 处的地面振动幅值之比；

k₀——与振源有关的常数；

r₀——地面参考点距离线路中心线的距离，一般可取 7.5m，m；

r——测试位置距离线路中心线的距离，m；

A₀——r₀ 处的地面振动幅值，m/s²；

A_r——距线路中心线 r 处的地面振动幅值，m/s²；

k_1 ——体波、面波合成的衰减特性系数；

k_2 ——土体对振动能量吸收衰减的特定系数。

D 的相关参数可通过采用幂函数和指数函数复合回归的方法来得到。

根据式(5.4)， D 的计算公式中可简化为：

$$D = k_1 r^k e^{\alpha r} \quad (5.5)$$

式中： k_1 ——与振源和土类有关的振幅系数；

k ——综合衰减系数；

α ——土对地面振动能量的吸收系数；

r ——测试位置距离线路中心线的距离，m。

将式(5.5)取对数得：

$$C_D = 20 \lg(D) = a \lg r + br + c \quad (5.6)$$

即： $a = 20k$ ， $b = 20 \times 0.4343\alpha = 8.686\alpha$ ， $c = 20 \lg k_1$ 。

其中式(5.6)中系数 k 、 α 、 k_1 的确定方法见附录 E，同时，根据现场测试回归计算了不同土体情况下的 a 、 b 、 c 值，见导则附录表 D.3。

c) 剪切波速确定方法

研究振动波在土体中的传播，波速是重要的物理量，剪切波波速的计算公式为：

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} = \frac{E}{2\rho(1+\nu)} \quad (5.7)$$

式中： μ ——剪切模量；

E ——弹性模量；

ν ——泊松比；

ρ ——密度。

《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)中土的类型和剪切波速范围见表 10。根据我国城市轨道交通的实际情况，将 $V_s > 500 \text{m/s}$ 的中硬土、坚硬土、软质岩石和岩石归为一类考虑。

表 10 土的类型和剪切波速范围

土的类型	岩土名称和性状	土层剪切波速 V_s 范围 (m/s)
岩石	坚硬、较硬且完整的岩石	$V_s > 800$
坚硬土或软质岩石	破碎和较破碎的岩石或软和较软的岩石，密实的碎石土	$800 \geq V_s > 500$
中硬土	中密、稍密的碎石土，密实、中密的砾、粗、中砂， $f_{ak} > 150$ 的黏性土和粉土、坚硬黄土	$500 \geq V_s > 250$
中软土	稍密的砾、粗、中砂，除松散外的细、粉砂， $f_{ak} \leq 150$ 的黏性土和粉土、 $f_{ak} > 130$ 的填土、可塑新黄土	$250 \geq V_s > 150$
软弱土	淤泥和淤泥质土、松散的砂、新近沉积的黏性土和粉土， $f_{ak} \leq 130$ 的填土、流塑黄土	$V_s \leq 150$

注 1： f_{ak} 为由静荷载试验等方法得到的地基承载力特征值 (kPa)。

(5) 建筑物型式修正

基础较好、质量较大的多层或高层建筑物不易被激励起较大的振动，建筑物越重，地面与建筑物基础的耦合损失越大。基础较差的轻型建筑，地面与建筑物基础耦合损失很小，甚至还会出现室内振动大于室外地面振动的现象。本次修订中结合现场实测（见表 11）并依据美国 FTA（2012）技术指南，给出了不同类型建筑物的振动修正量（见表 12）。

表 11 列车通过时段地面建筑物基础处和基础外振动测试结果

位置		左右线	V_{Lzmax} (dB) (1992 年计权)	基础耦合损失 (dB)
1	6 层, 局部 7 层的多层混凝土建筑物	基础外 0.5	左线 65.8	13.7
			右线 63.9	
	1 层	左线 53.1		
		右线 49.2		
2	2 层砌体结构房屋	左线	楼外 0.5m 63.8	3.7
			基础处 60.1	
3	6 层砖混结构房屋	左线	楼外 0.5m 68.9	4.1
			基础处 64.8	
4	3 层砖混结构房屋	左线	楼外 0.5m 64.6	0.5
			基础处 64.1	

表 12 不同建筑物型式的振动修正值

单位: dB

建筑物类型	建筑物结构及特性	振动修正值 C_B
I	7 层及以上砌体（砖混）或混凝土结构（扩展基础）	$-1.3 \times \text{层数}$ （最小-13）
II	7 层及以上砌体（砖混）或混凝土结构（桩基础）	$-1 \times \text{层数}$ （最小-10）
III	3~6 层砌体（砖混）结构	$-1.2 \times \text{层数}$ （最小-6）
IV	1~2 层砌体（砖混）或砖木结构	$-1 \times \text{层数}$
V	1~2 层木结构	0
VI	建筑物基础坐落在隧道同一岩石上	0

(6) 车流对数修正

两辆地铁列车会车时，上下行列车通过时测得的振幅分别为 A_1 、 A_2 ，其振动叠加振幅 A 符合平方和的平方根，即

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \quad (5.8)$$

式中： A ——振动叠加振幅；

A_1 、 A_2 ——上下行列车通过时测得的振幅。

车流量越大，在同一断面会车的概率越高，宜考虑两线行车的振动叠加，同时由于两线线间距不同引起会车时对预测点影响的不同，因此，给出不同车流量和不同线间距的修正量，见表 13。

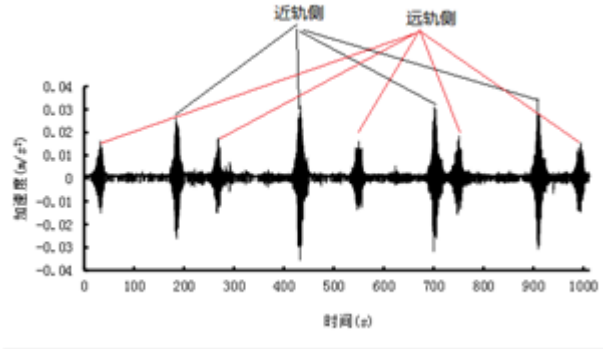


图 3 两线行车引起的地面振动

表 13 不同车流对数和不同线间距的振动修正值 单位：dB

车流量 (对/每天)	两线中心距 d_L (m)	振动修正值 C_{TD}
≤ 200	$d_L \leq 7.5$	+2
> 200		+2.5
≤ 200	$7.5 < d_L \leq 15$	+1.5
> 200		+2
≤ 200	$15 < d_L \leq 40$	+1
> 200		+1.5

(7) 二次结构噪声预测的标准和模型

由于二次噪声的类比测试受周围环境、位置、测试条件等限制，国外轨道交通引起的建筑物内二次结构噪声的预测大多通过室内振动速度级来计算。

a) 国外二次结构噪声标准和预测模型

1) 美国

美国 FTA (2006) 和 FRA (2012) 中规定轨道交通引起的室内二次结构噪声的预测计算公式 (对于具有平均吸声系数的房间)：

$$L_A = L_V + K_{rad} + K_{A-wt} \quad (5.9)$$

式中： L_A ——1/3 倍频程 A 计权声压级，dB(A)；

L_V ——1/3 倍频程均方根振动速度级，dB；

K_{rad} ——与振动转化为声压级和房间内的吸声量有关的调整系数 (当 L_V 的参考速度为 2.54×10^{-8} m/s 时，典型住宅房间的 K_{rad} 为 0dB)，dB；

K_{A-wt} ——1/3 倍频程 A 计权调整系数。

FRA (2012) 将式 (5.9) 中的 K_{rad} 由 0dB 修改为 -5dB。

2) 欧洲

欧洲 RIVAS 报告分析了室内二次结构噪声与室内楼板振动速度的关系：

对于混凝土楼板：

$$L_{pmeas} = L_{vmeas} + 4, \quad L_{pav} = L_{vmeas} + 7 \quad (5.10)$$

对于轻型木结构：

$$L_{pmeas} = L_{vmeas} - 6, \quad L_{pav} = L_{vmeas} - 3 \quad (5.11)$$

式中: L_{pmeas} ——室内中央声级;

L_{pav} ——室内空间平均声级;

L_{vmeas} ——楼板中央振动速度级, 参考速度为 $5 \times 10^{-8} \text{m/s}$, m/s 。

这种方法考虑了天花板的辐射。

3) 奥地利

奥地利标准 ONR 199005:2008 和 ÖNORM S 9012:2009 给出了二次结构噪声的预测模型。

$$L_{pv} = L_v + \left(10 \lg \frac{S}{S_0} - 10 \lg \frac{V}{V_0} + 10 \lg \frac{T}{T_0} + 14 \right) \quad (5.12)$$

式中: $L_{p(v)}$ ——室内声级, v 代表振动速度计算的对应的声级;

L_v ——楼板振动速度级, 参考速度为 $5 \times 10^{-8} \text{m/s}$, m/s ;

S ——房间面积, $S_0 = 1 \text{m}^2$, m^2 ;

V ——房间体积, $V_0 = 1 \text{m}^3$, m^3 ;

T ——混响时间, $T_0 = 1 \text{s}$, s 。

4) 瑞士

瑞士联邦铁路公司(SBB)开发了 SBB VIBRA-1 模型:

$$L_{eq} = v_{63} - A(f) + \Delta SP + \sigma + 10 \lg \left(\frac{z t_{vob}}{3600} \right) \quad (5.13)$$

式中: v_{63} ——中心频率为 63Hz 对应的房间振动速度级;

$A(f)$ ——A 计权 (对于 63Hz 为 -26dB);

ΔSP ——调节系数;

σ ——声辐射效率;

z ——每小时通过的列车数量;

t_{vob} ——列车通过时间。

室内二次结构噪声都是以房间内振动速度来预测, 我国的基准振动速度为 $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$, 对上述式(5.9)~(5.13)的基准速度换算至 $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 后的公式见表 14。

表 14 列车通过时段室内二次结构噪声预测公式汇总

来源	原公式	基准速度 v_{ref} 转化为 $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 后的公式
美国 FTA (2006) FRA (2005)	$L_{Aeq} = L_v + K_{A-wt}$ (ref= $2.54 \times 10^{-8} \text{m/s}$)	$L_p = L_v + K_{A-wt} - 28$
美国 FRA (2012)	$L_{Aeq} = L_v + K_{A-wt} - 5$ (ref= $2.54 \times 10^{-8} \text{m/s}$)	$L_p = L_v + K_{A-wt} - 33$
欧洲 RIVAS	混凝土: $Lp_{av} = Lv_{meas} + 7$ 木楼板: $Lp_{av} = Lv_{meas} - 3$ (ref= $5 \times 10^{-8} \text{m/s}$)	混凝土: $Lp_{av} = Lv_{meas} - 27$ 木楼板: $Lp_{av} = Lv_{meas} - 37$

奥地利标准 ONR 199005:2008 和 ÖNORM S 9012:2009	$L_p = L_v + \left(10 \lg \frac{S}{S_0} - 10 \lg \frac{V}{V_0} + 10 \lg \frac{T}{T_0} + 14 \right)$ (ref=5×10 ⁻⁸ m/s)	$L_p = L_v + \left(10 \lg \frac{S}{S_0} - 10 \lg \frac{V}{V_0} + 10 \lg \frac{T}{T_0} - 20 \right)$ 即为: $L_p = L_v - 27$
---	---	---

b) 本次修订提出的二次结构噪声计算公式

结合本次研究中现场实测数据和国外计算公式,对于室内二次结构噪声评价范围内的振动环境保护目标,其列车通过时段建筑物室内二次结构噪声空间最大 1/3 倍频程声压级 L_{pi} (16~200Hz) 预测计算见式 (5.14)。

混凝土楼板:

$$L_{pi} = L_{v_{mid,i}} - 27 \quad (5.14)$$

式中: L_{pi} ——列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声压级 (16~200Hz);

$L_{v_{mid,i}}$ ——列车通过时段的建筑物室内楼板垂向 1/3 倍频程振动速度级 (16~200Hz), 参考速度为 1×10^{-9} m/s, dB;

i ——第 i 个 1/3 倍频程, $i=1\sim 12$ 。

当考虑了楼板、墙体或天花板等产生共振时,公式 (5.14) 应增加 5dB。

公式 (5.14) 适用于高度 2.8m 左右、混响时间 0.5s 左右的房间,如果严重偏离此条件,需根据公式 (5.15) 进行修正。

$$L_{p,i} = L_v + 10 \lg \sigma - 10 \lg H - 20 + 10 \lg T_{60} \quad (5.15)$$

式中: σ ——声辐射因子;

H ——房间平均高度, $H = V / S$, m;

V ——房间容积, m³;

S ——室内总表面积, m²;

T_{60} ——混响时间, s。

列车通过时段的建筑物室内空间最大等效 A 声级 L_{Aeq} (16~200Hz) 按照式 (5.16) 计算。

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_i^n 10^{0.1(L_{pi} + C_{f,i})} \quad (5.16)$$

式中: L_{Aeq} ——列车通过时段的建筑物室内空间最大等效 A 声级 (16~200Hz), dB(A);

L_{pi} ——列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声压级 (16~200Hz), dB;

$C_{f,i}$ ——第 i 个频带的 A 计权修正值, dB;

i ——第 i 个 1/3 倍频程, $i=1, 2, 3, \dots, 12$;

n ——1/3 倍频程带数。

5.14.5 附录 E (资料性附录) 振动距离衰减参数 a 、 b 、 c 的复合回归方法

附录 E 给出了采用类比测量方法确定振动距离衰减计算公式中 a 、 b 、 c 系数的方法。

6 主要修订内容对比

在以上导则修订说明的基础上,对修改条文进行整理列表见表 15。

表 15 修订导则与现行导则主要修改内容对照表

现行导则章节	修订导则章节	主要修订内容
1 适用范围	1 适用范围	调整： 适用范围扩大到跨座式单轨交通、现代有轨电车交通和中低速磁浮交通的环境影响评价中。城市轨道交通市域快线建设项目环境影响评价可参照执行。
2 规范性引用文件	2 规范性引用文件	增加： GB 8702 电磁环境控制限值 GB 50490 城市轨道交通技术规范 GB 50458 跨座式单轨交通设计规范 GB 50157 地铁设计规范 CJJ/T 262 中低速磁浮交通设计规范 GB/T 5111 声学 轨道机车车辆发射噪声测量 GB/T 50269 地基动力特性测试规范 GB 50011 建筑抗震设计规范 GB 50868 《建筑工程允许振动标准》 GB 6722 《爆破安全规程》 HJ 2.1 建设项目环境影响评价技术导则 总纲 HJ 610 环境影响评价技术导则 地下水环境 HJ 24 环境影响评价技术导则 输变电工程 HJ 681 交流输变电工程电磁环境监测方法（试行） JGJ/T 170 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 GB/T 33521.1 机械振动 轨道系统产生的地面诱导结构噪声和地传振动 第1部分 总则 HJ 2.4 环境影响评价技术导则 声环境 建设项目危险废物环境影响评价技术指南 删除： GB3095 环境空气质量标准 GB3838 地表水环境质量标准 GB/T 5468 锅炉烟尘测试方法 GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准 GB 13271 锅炉大气污染物排放标准 GB/T 14848 地下水质量标准 GBJ 118 民用建筑隔声设计规范 HJ/T 24 500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范 HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范 HJ/T 164 地下水环境监测技术规范 HJ/T 192 生态环境状况评价技术规范（试行） DL/T 988 高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法 环境影响评价公众参与暂行办法（环发[2006]28号）
3 术语和定义	3 术语和定义	增加：

表 15 修订导则与现行导则主要修改内容对照表

现行导则章节	修订导则章节	主要修订内容
		<p>车辆基地、室内二次结构噪声、簧下质量、线路中心线。</p> <p>删除： 城市轨道交通、自动导轨系统、直线电机系统、车组、建设、运营。</p> <p>调整： 地铁、跨座式单轨交通、设计年限、车辆、列车、车辆段。</p>
4 基本规定	4 总则	<p>增加： 一般性原则和评价的基本任务。</p> <p>调整： 修改现行导则工作程序。 评价等级调整到了总则部分。 振动专题不再划分评价等级。 评价范围 and 环境保护目标调整到了总则部分。 声、振动和二次结构噪声、电磁环境评价范围。</p> <p>删除： 环境影响因素识别中应用到矩阵表和评价因子汇总表。</p>
5 工程概况与分析	5 建设项目工程概况和分析	<p>调整： 工程分析中对噪声源强和振动源强的确定方法进行重新规定。</p>
6 工程沿线环境状况与分析	6 环境现状调查与评价	<p>调整： 声环境、水环境、生态等环境质量现状调查与评价的内容和方法依据相关导则来执行，重点对振动环境现状调查与评价进行具体规定。</p>
7 声环境影响评价	7 施工期环境影响分析与评价	<p>调整： 分散于各环境要素中施工期评价内容调整为设专章进行评价。</p>
8 振动环境影响评价	8 运营期环境影响预测与评价	<p>调整： 统一声环境影响预测量和评价量。 振动环境影响预测量和评价量一致。 完善文物保护单位及历史文化建筑的评价对象、评价标准等 从规划、技术、管理三个方面规范噪声污染防治途径。 进一步细化选择各种噪声、振动控制措施的技术要求。 施工期重点关注施工废水对水质的影响分析，运营期重点关注车辆基地（段）石油类、重金属等污染物对地下水的影响。</p> <p>增加： 增加声环境影响预测情景要求，规范预测方案设置。 规定风亭、冷却塔排风口至敏感目标控制的噪声防护距离。 增加设计速度为 100km/h 的轨道交通项目，声环境敏感目标处的列车通过时的噪声限值建议。</p> <p>删除： 列车运行产生的无线电干扰电磁环境影响评价。</p>
9 电磁环境影响评价	9 环境保护措施及其可行性论证	<p>调整： 强调环境保护措施的技术可行性、经济合理性、长期稳定运行和达标排放的可靠性、实际运行效果等方面要求。</p>

表 15 修订导则与现行导则主要修改内容对照表

现行导则章节	修订导则章节	主要修订内容
		增加： 环境保护措施明确责任主体、实施时段、资金来源、细化环境保护投资等方面的内容。
10 水环境影响评价	10 环境影响经济损益分析	增加
11 大气环境影响评价	11 环境保护管理与监测计划	增加
12 生态环境影响评价	12 评价结论	增加
13 公众参与		增加： 报告书（表）基本图件要求 删除： 公众参与
14 环境保护措施技术经济论证与投资估算		调整到第 9 章
附录 A 环境影响报告书的专题设置和编制要求	附录 A 基本图件要求	删除： 环境影响报告书的专题设置和编制要求 增加： 基本图件要求
附录 B 声环境影响预测计算公式	附录 B 噪声、振动源强现场实测类比方法	增加： 噪声、振动源强现场实测类比方法 调整： 附录 B 调整到附录 C, 完善列车运行噪声速度修正、几何发散、垂直指向性、声屏障插入损失、建筑群插入损失以及冷却塔噪声修正参数。
附录 C 振动环境影响预测计算公式	附录 C 声环境影响预测方法	调整 附录 C 调整为附录 D, 完善振动环境影响预测模式中车辆簧下质量、轮轨条件、隧道型式、距离衰减、车流对数、建筑物修正等参数以及室内二次结构噪声计算公式。
附录 D 电视的接收与信噪比指标	附录 D 振动环境影响预测方法	删除： 电视的接收与信噪比指标
	附录 E 振动距离衰减参数 a、b、c 的复合回归方法	增加： 振动距离衰减参数 a、b、c 的复合回归方法

7 对实施本标准的建议

修订导则颁布实施后,应及时对技术评估机构和环评单位开展技术培训,使其能够充分

掌握修订导则的内容和要求、解决环评中的实际问题，同时应修改相关培训教材；环境影响评价管理部门、技术评估机构、环评单位在本导则颁布实施后，应严格按照导则要求，开展相关工作。

在国家相关的法律、法规及技术标准进行重大调整，或相关研究成果有重大突破性进展时，应及时组织修编本导则，以适应不断深化的环境管理要求。

积极推进环境噪声、振动、室内二次结构噪声影响评价技术研究，特别关注模型方法在我国城市轨道交通环境影响评价中的应用，促进评价结果准确性和可靠性的不断提高。