

附件 3

《城市轨道交通噪声排放标准
(征求意见稿)》
编制说明

标准编制组

2023 年 12 月

项目名称	城市轨道交通噪声排放标准
项目统一编号	2022-1
标准编制单位	北京市科学技术研究院城市安全与环境科学研究所 中国环境监测总站 生态环境部核与辐射安全中心 北京城建设计发展集团股份有限公司 杭州市生态环境科学研究院（杭州市城区生态环境监测站） 天津市生态环境监测中心
项目归口部门	生态环境部大气环境司

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 标准制订必要性分析	3
2.1 落实《噪声法》要求	3
2.2 健全噪声标准体系	3
2.3 解决城市轨道交通噪声管理困难	4
2.4 现存相关标准问题分析	4
3 城市轨道交通噪声污染与控制现状	5
3.1 城市轨道交通行业概况	5
3.2 城市轨道交通噪声污染	6
3.3 城市轨道交通噪声控制技术现状	7
4 国内外相关标准情况	9
4.1 国内标准	9
4.2 国外标准	11
5 标准制定的基本原则及思路	18
5.1 标准制定的基本原则	18
5.2 标准制定的思路	18
6 标准主要技术内容	19
6.1 标准适用范围	19
6.2 标准管控方式	19
6.3 评价量	19
6.4 测量方法	22
6.5 边界处噪声排放限值	26
6.6 噪声敏感建筑物处噪声排放限值	29
6.7 标准的实施	30
7 与国内外同类标准对比	32
7.1 与国内同类标准对比	32
7.2 与国外同类标准对比	32
8 实施本标准的措施建议	33
8.1 实施本标准的措施	33
8.2 实施本标准的建议	33
9 标准实施的可行性分析	34
9.1 效益分析	34
9.2 技术可行性分析	34
9.3 成本分析	35

《城市轨道交通噪声排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

根据《关于开展2022年度第一批国家生态环境标准项目实施工作的通知》，《城市轨道交通(边界)环境噪声排放控制标准》列入2022年标准制定项目计划，项目统一编号为2022-1。本标准为落实《中华人民共和国噪声污染防治法》(以下简称《噪声法》)中对城市轨道交通噪声污染的管理要求，生态环境部大气环境司提出标准立项建议并进行归口管理，由北京市科学技术研究院城市安全与环境科学研究所(原北京市劳动保护科学研究所，简称北京城安所)承担制定任务，合作单位为中国环境监测总站、生态环境部核与辐射安全中心、北京城建设计发展集团股份有限公司、杭州市生态环境科学研究院和天津市生态环境监测中心。

1.2 工作过程

任务下达后，标准编制组主要开展了以下工作：

(1) 成立标准编制组。2022年1月，接到生态环境部编制《城市轨道交通(边界)环境噪声排放控制标准》任务，并联合相关单位成立标准编制组。

(2) 查询相关资料及座谈研讨。根据《国家生态环境标准制修订工作规则》(国环法规〔2020〕4号)的相关规定，检索、查询和收集国内外城市轨道交通噪声标准规范、管理方法等相关文献资料，对国内城市轨道交通噪声排放情况开展调查研究，提出初步工作方案和标准研究技术路线。2022年2月24日，参加大气环境司组织的交通运输噪声污染防治座谈会，就本标准的制订思路和内容进行了汇报。

(3) 编制标准草稿和开题论证报告。2022年3月编制《城市轨道交通(边界)环境噪声排放控制标准》草稿和开题论证报告，并与住建、交通等相关部门开展对接、交流，完善标准草稿。

(4) 标准开题论证。2022年5月9日，生态环境部大气环境司在北京主持召开了标准开题论证会，并获得通过。专家建议：进一步完善列车通过噪声的评价方法，建议结合实测，补充列车通过噪声限值的依据和合理性；进一步完善测量方法，充分考虑各种制式及各种线路情况，便于标准监测与执行。

(5) 开展关键技术问题研究和论证。通过标准开题论证会之后，根据开题会意见，结合实测数据开展评价方法、测量方法、噪声限值等关键问题研究，进一步补充列车通过噪声数据进行论证，积极与专家交流、研讨，与城市轨道交通相关单位、相关标准规范编制单位对接、调研，筹备标准征求意见稿的编制。

(6) 编写标准草案征求意见稿和征求意见稿编制说明。2022年12月~2023年3月，在上述研究和分析工作的基础上，标准编制组完成标准草案征求意见稿的编写，并撰写了征求意

见稿编制说明。2023年4月，针对草案邀请专家进行咨询，进一步完善《城市轨道交通（边界）环境噪声排放控制标准》征求意见稿和编制说明。

（7）征求意见稿技术审查会。2023年4月12日，生态环境部大气环境司在北京主持召开了征求意见稿技术审查会，并获得通过。专家建议：标准名称建议修改为“城市轨道交通噪声排放标准”；建议进一步规范表述术语定义，便于确定边界监测位置以及明确区分三个评价量；建议合理考虑噪声敏感建筑物集中区域外的敏感点控制要求。

（8）修改和完善征求意见稿。2023年5月~2023年11月，根据技术审查会意见，多次组织专家针对多套技术方案进行论证，针对重点问题进行研讨。在北京、深圳、上海、南京等17个城市针对70条线路开展城市轨道交通噪声测试，获得大量实测数据。在此基础上修改完善征求意见稿。

2 标准制订必要性分析

2.1 落实《噪声法》要求

为了推进噪声污染防治标准体系建设，防治城市轨道交通噪声污染，落实城市轨道交通管理部门对线路运营噪声的管理职责，《噪声法》提出了对城市轨道交通噪声污染防治的相关要求。

《噪声法》在总则章节提到了噪声排放标准对噪声污染认定的重要作用，第二条规定“本法所称噪声污染，是指超过噪声排放标准或者未依法采取防护措施产生噪声，并干扰他人正常生活、工作和学习的现象。”在噪声污染防治标准和规划章节中提出了对标准体系建设的要求，第十三条规定“国家推进噪声污染防治标准体系建设。国务院生态环境主管部门和国务院其他有关部门，在各自职责范围内，制定和完善噪声污染防治相关标准，加强标准之间的衔接协调。”在噪声污染防治的监督管理章节中提出不符合噪声排放标准要明确责任的要求，第二十二条规定“排放噪声、产生振动，应当符合噪声排放标准以及相关的环境振动控制标准和有关法律、法规、规章的要求。排放噪声的单位和公共场所管理者，应当建立噪声污染防治责任制度，明确负责人和相关人员的责任。”

《噪声法》在交通运输噪声污染防治章节提出了对城市轨道交通运行排放噪声的要求，第四十六条规定“新建、改建、扩建经过噪声敏感建筑物集中区域的高速公路、城市高架、铁路和城市轨道交通线路等的，建设单位应当在可能造成噪声污染的重点路段设置声屏障或者采取其他减少振动、降低噪声的措施，符合有关交通基础设施工程技术规范以及标准要求。”第五十一条规定：“城市轨道交通运营单位、铁路运输企业应当加强对城市轨道交通线路和城市轨道交通车辆、铁路线路和铁路机车车辆的维护和保养，保持减少振动、降低噪声设施正常运行，并按照国家规定进行监测，保存原始监测记录，对监测数据的真实性和准确性负责。”第五十五条规定：“因公路、城市道路和城市轨道交通运行排放噪声造成严重污染的，设区的市、县级人民政府应当组织有关部门和其他有关单位对噪声污染情况进行调查评估和责任认定，制定噪声污染综合治理方案”。

《噪声法》在法律责任章节提出了针对城市轨道交通的相关罚则，第八十条规定“（一）公路养护管理单位、城市道路养护维修单位、城市轨道交通运营单位、铁路运输企业未履行维护和保养义务，未保持减少振动、降低噪声设施正常运行的”，“（二）城市轨道交通运营单位、铁路运输企业未按照国家规定进行监测，或者未保存原始监测记录的”，均“由交通运输、铁路监督管理、民用航空等部门或者地方人民政府指定的城市道路、城市轨道交通有关部门，按照职责责令改正，处五千元以上五万元以下的罚款；拒不改正的，处五万元以上二十万元以下的罚款”。

制定本标准是落实城市轨道交通噪声排放监管、噪声污染调查评估、责任认定和综合治理的必要技术支撑。

2.2 健全噪声标准体系

从我国噪声标准的制订情况看，形成了声环境质量、噪声源排放和产品噪声辐射三类不同层次的标准，噪声源的排放标准是最有效的污染控制手段。在主要的噪声源中，工业噪声、建筑施工噪声、营业性文化娱乐场所噪声、商业经营活动中固定设备噪声，通过制定实施边界噪声排放标准，实现了有效的环境管理，取得了良好的污染控制效果。交通运输噪声中的铁路噪声也按这一思路制定实施了《铁路边界噪声限值及其测量方法》（GB12525-90），明确管理要求。

但是，作为城市交通运输中的重要组成部分，我国的城市轨道交通并没有噪声排放要求，其噪声排放标准仍处于缺失状态，这给城市轨道交通噪声污染的认定、责任的划分以及噪声治理的开展均带来了法律障碍，亟需编制城市轨道交通噪声排放标准以进一步健全我国的噪声标准体系。

2.3 解决城市轨道交通噪声管理困难

我国现在正处于城市轨道交通快速发展阶段。截至2022年底，中国大陆地区共有55个城市开通城市轨道交通运营线路，总长度10287.45km。城市轨道交通为便于公众出行的需要，穿行于建筑物和人口稠密地区，使得各大城市的城市轨道交通运营里程不断增加，噪声污染投诉案件也呈不断上升趋势。以北京市为例，2021年因城市轨道交通噪声引起的投诉达437件，多以群体性噪声投诉案件为主，涉及八通线、5号线、13号线等多条线路。《噪声法》判定“噪声污染”是指超过国家规定的噪声排放标准并干扰他人正常生活、工作和学习。由于城市轨道交通噪声排放标准的缺失，导致城市轨道交通运营阶段的噪声排放无法监管和污染治理责任划分不清晰。例如，城市轨道交通经环评、验收通过后，其运营阶段噪声排放增加导致的噪声扰民情况无法监管；当道路与城市轨道交通共同造成噪声污染时，污染治理责任无法区分。

2.4 现存相关标准问题分析

在我国城市轨道交通如此迅速发展和出现大量噪声问题的现状下，仍未出台城市轨道交通噪声排放标准，导致对城市轨道交通噪声这一重要城市噪声污染源的监管存在一定困难。

（1）由于噪声排放标准的缺失，现阶段的通常做法是，对于新建项目，一般是按声环境质量标准要求，但难以明确城市轨道交通自身的排放责任；对既有项目，噪声超标则完全看群众的投诉，一般“一事一议”，可能通过政府或主管部门协调解决，或通过法律诉讼解决，群众和责任单位的权益保障缺乏标准支撑。

（2）运营阶段噪声排放无法监管。城市轨道交通线路运营阶段的噪声排放受车辆状态、轮轨打磨、零部件维护保养等影响明显，排放标准缺失导致线路运营后的噪声排放无法长期监管，噪声排放增加，单车噪声差异性大，对于运营阶段噪声排放增加导致的扰民情况无法及时处理，形成大量投诉事件，不利于矛盾的解决。

（3）责任划分难度大。城市轨道交通及道路噪声排放标准缺失，导致两者同时出现时责任划分难度大，现阶段采用的声环境质量增量控制或不恶化的评价方法往往将责任归于后建者而不是噪声排放严重者，造成责任划分的不合理，进而导致控制措施不对症、经济性差。

3 城市轨道交通噪声污染与控制现状

3.1 城市轨道交通行业概况

我国现在正处于城市轨道交通快速发展阶段，不仅发展了地铁、轻轨、跨座式单轨、有轨电车、中低速磁浮交通、市域快轨等多种制式城市轨道交通系统，运营线路长度也迅速增加。根据中国城市轨道交通协会的《城市轨道交通2022年度统计和分析报告》的数据显示：

(1) 截至2022年底，中国大陆地区共有55个城市开通城市轨道交通，运营线路308条，运营线路总长度10287.45km。按线路敷设方式来分，地下线7129.96km，占比69.31%；地面线1144.21km，占比11.12%；高架线 1986.48km，占比 19.31%。

(2) 从城市群拥有城轨交通运营线网规模在全国总运营线网规模中的占有率看，长三角城市群17城开通运营线路87条，运营线路长度3160.90km，全线网总长度占有率30.73%，长三角城市群开通运营城市和运营线网分布最为密集；京津冀城市群3城开通运营线路39条，运营线路长度1235.81km，占有率12.01%；珠三角5城开通运营线路40条，运营线路长度1350.75km，占有率13.13%；成渝城市群3城开通运营线路27条，运营线路长度1148.03km，占有率11.16%；其他城市分布相对较为分散。

(3) 《城市轨道交通分类》(T/CAMET 00001-2020)将城轨交通系统制式分为地铁系统、轻轨系统、市域快轨系统、中低速磁浮系统、跨座式单轨系统、悬挂式单轨系统、自导向轨道系统、有轨电车系统、导轨式胶轮系统、电子导向胶轮系统。截至2022年底，我国城轨交通运营线路中有9种制式在运营，其中，地铁8008.17km，占比77.84%，其他制式城轨交通运营线路2279.28km，占比22.16%。

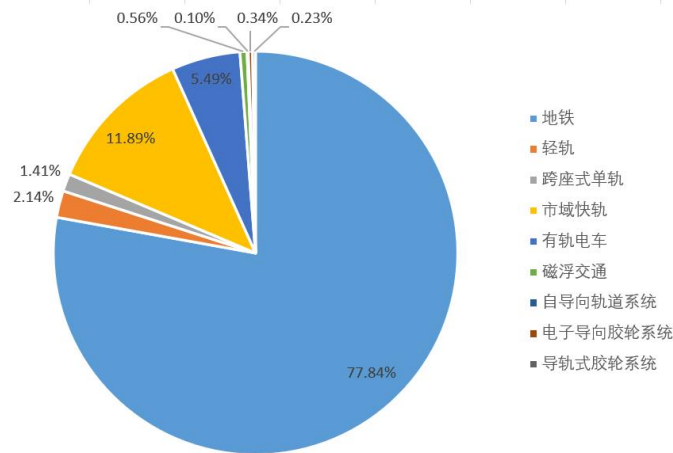


图 3.1 2022 年我国城市轨道交通运营线路制式结构

(4) 在55个城轨城市中，存在地面线或高架线的城市共49个。其中，建有地铁的城市41个，建有市域快轨的城市16个，建有轻轨的城市3个，建有有轨电车的城市22个，建有其他制式的城市均较少，如跨座式单轨仅有重庆、芜湖2个城市，磁浮交通仅有北京、上海、长沙3个城市，电子导向胶轮仅有株洲、宜宾2个城市，自导向轨道仅有上海、重庆2个城市，导轨式胶轮仅有重庆、深圳2个城市。

（5）城市轨道交通未来发展规划

按获批建设规划，截至2022年底，线网规划获批的线路总长达6675.57km，共6种制式。其中，地铁4407.20km，占比66.02%；轻轨7.18km，占比0.11%；市域快轨1892.22km，占比28.35%；有轨电车325.97km，占比4.88%；导轨式胶轮系统32.5km，占比0.49%；悬挂式单轨10.5km，占比0.16%；暂无磁浮交通、跨座式单轨、自导向轨道系统、电子导向胶轮系统线路规划。从规划来看，未来城市轨道交通的发展仍呈现以地铁为主，多种制式共同发展的局面，但地铁制式占比下降，市域快轨持续增长。

从在实施规划线路的敷设方式来看，地下线占比78.48%，地面线占比7.5%，高架线占比14.02%。随着市域快轨线路的增多，城轨交通总体敷设方式上地下线占比下降，地面线和高架线占比均有上升。

3.2 城市轨道交通噪声污染

城市轨道交通为我国经济的发展做出了巨大贡献，但同时也对轨道沿线的环境带来了相应的影响。城市轨道交通运营过程中的噪声主要包括轮轨噪声、车体噪声、牵引系统噪声和高架辐射噪声。轮轨噪声是城市轨道交通噪声的主要噪声源，包括摩擦噪声、冲击噪声和滚动噪声，主要是由于车轮和钢轨的相互作用而产生。车体噪声包括两部分，一部分是机车、车辆车体因振动而辐射的结构噪声以及牵引噪声经机车车体做二次辐射噪声，另一类是列车表面与空气作用，气体粘滞性在列车表面引起附面层压力变化，同时产生气流涡旋和摩擦冲击形成噪声。牵引系统噪声是指机车车组、各种辅助装置、设备（冷却风扇、齿轮箱、架空接触网与集电弓之间产生的摩擦声等）在运作时所产生的机械噪声、电磁噪声和空气动力性噪声。对于高架线，列车通过时桥梁结构振动产生的辐射噪声对周围声环境也会造成影响。

城市轨道交通运营线路迅速增加的同时，噪声排放的影响区域也随之大幅增加，大量的周边敏感点声环境被恶化，引起了大量的扰民和投诉事件，2021年内，仅北京市由于城市轨道交通噪声引起的投诉就达到437件，其他城市也存在大量类似的噪声投诉问题。图3.2和图3.3中为超过3300个城市轨道交通噪声测点数据，涉及多个城市的地铁、轻轨、市域快轨、磁浮交通、跨座式单轨等多种城市轨道交通制式系统。测点位置距近轨中心线的水平距离范围为7.5m~100m，测点高度范围为1.5m~100m（超过30层楼测点）。此外，数据中还包含安装声屏障等降噪措施情况下的噪声测试结果。图中数据显示，城市轨道交通周边的昼间噪声值可高达75dB(A)，夜间噪声值可高达70dB(A)，结合声环境质量的一般要求，线路两侧的声环境质量受到了恶化，夜间情况尤为突出。

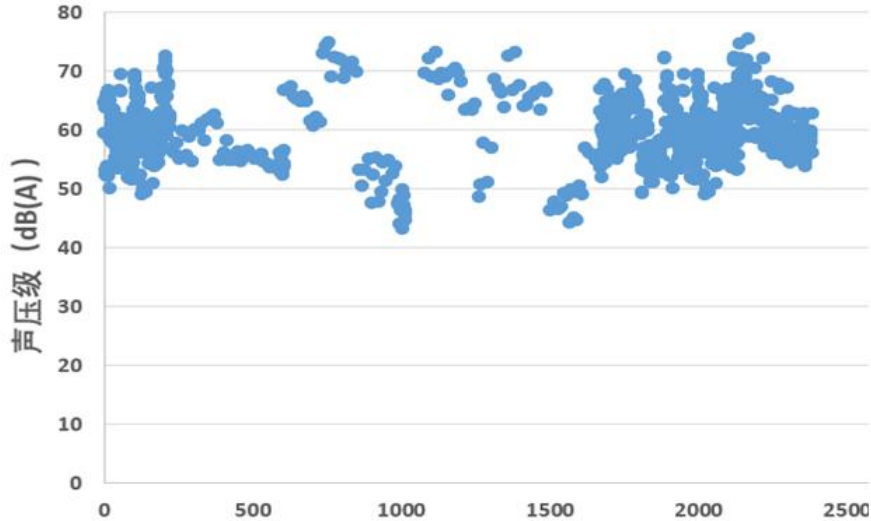


图 3.2 城市轨道交通附近噪声昼间实测数据

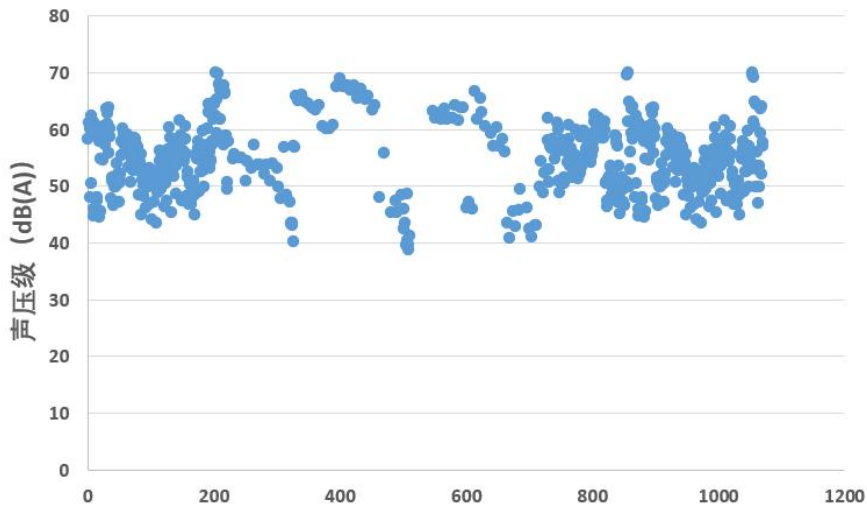


图 3.3 城市轨道交通附近噪声夜间实测数据

通过积累的城市轨道交通噪声数据分析,发现城市轨道交通噪声具有区别于其他噪声源的特点:第一,等效声级相对较低,但单次列车通过声级较高,对周边敏感点的噪声影响大。城市轨道交通的小时等效声级值往往低于道路交通噪声影响,但单次列车通过声级值较高(约为 80 dB(A));第二,列车通过声级存在车辆差异,受轮轨维护保养影响明显,重视轮轨关系的维护保养,可以有效控制城市轨道交通的列车通过声级和车辆个体差异;第三,降噪措施的实施,可以有效地控制城市轨道交通运行对周围环境的噪声污染。轨道行驶区域声屏障的安装、运行线路采用超长无缝钢轨、轨底设置弹性垫层和弹性扣件以及弹性车轮等环保措施的实施,均能减少城市轨道交通运行对周围环境的噪声污染。轨道交通运行噪声的污染影响是可以采取行之有效的环保控制措施加以改善的。

3.3 城市轨道交通噪声控制技术现状

城市轨道交通运营噪声的控制可以通过两种方式进行,一种是对噪声源头的控制,如采用低噪声车辆、轨道和结构综合减振降噪措施、小曲线半径路段设置轮轨润滑装置等措施;另一种是在传播路径上的控制,如装设车裙、设置绿化带、安装声屏障等措施。

从应用范围和降噪效果来看，控制城市轨道交通噪声最主要、最直接的方式是设置声屏障，声屏障的方式包含多种，如直立型、半封闭、全封闭等。根据初步调研，地面线设置的声屏障以直立型和半封闭声屏障为主，而高架线设置的声屏障形式包括直立型、半封闭和全封闭声屏障。不同形式的声屏障效果存在差异，与屏障的材质、结构形式、安装情况等因素直接关联。通过对其他项目的实际测试结果来看，3m高度的直立型声屏障，距外轨中心线7.5m位置处的插入损失在3dB~8dB不等；半封闭声屏障的插入损失一般在8dB以上；全封闭声屏障的插入损失在10dB以上，甚至可接近20dB。全封闭声屏障效果良好，在北京、上海、重庆、宁波、武汉等城市已有近百个工程实施。

此外，隔声窗也是一种常用措施，但仅能保证室内达标。隔声窗的种类较多，隔声性能主要受隔声窗的玻璃组合结构、型材、开启方式、密封措施等影响，按隔声量高低分为多个级别，常用的双层玻璃隔声窗的隔声量基本处于25~35dB之间。

4 国内外相关标准情况

4.1 国内标准

4.1.1 内地

目前我国没有制定针对城市轨道交通噪声的评价指标和标准限值，现阶段对城市轨道交通噪声的评价主要依靠《声环境质量标准》（GB 3096-2008），根据该标准评价城市轨道交通线路附近敏感建筑的声环境质量，该质量标准规定了城市轨道交通（地面段）两侧区域为4a类声环境功能区，并规定4a类功能区的噪声限值为昼间70dB(A)、夜间55dB(A)，同时规定夜间突发噪声最大声级不得超过限值15dB(A)。

《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）规定的评价量为昼夜时段声环境保护目标处的等效值，单列车通过时段保护目标处等效值；声环境保护目标昼夜等效值按GB3096规定要求，但列车通过时段声环境保护目标处噪声贡献值无明确限值要求。

《城市轨道交通工程项目建设标准》（JB 104-2008）对各种车型车辆产品的司机室内、客室内和车外噪声提出要求，并要求城市轨道交通线路所经过地段，符合现行国家标准《声环境质量标准》（GB 3096-2008）和环境影响评价报告。

《建设项目竣工环境保护验收技术规范 城市轨道交通》（HJ/T 403-2007）也提出了噪声监测要求，但规定对列车行驶噪声进行监测的分析方法参考铁路排放噪声标准相关要求。

我国针对不同制式的城市轨道交通车辆提出了相应的产品噪声标准，这些标准规定的是车辆在标准的线路条件下、固定的速度下的车外噪声限值，基于的噪声测量方法是《声学 轨道机车车辆发射噪声测量》（GB/T 5111-2011），主要用于型式试验，如《地铁车辆通用技术条件》（GB/T 7928-2003）规定了地铁车辆运行的车外噪声值，要求在恒速60km/h运行下，距轨道中心线7.5m、高于轨面1.5m处的列车通过连续等效噪声不得超过80dB(A)，这些标准并没有规定实际线路上车辆运行的噪声要求。此外，《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》（GB 14892-2006）仅规定了地铁和轻轨司机室和客室内的噪声限值，但没有规定车外的噪声值要求。

《铁路边界噪声限值及其测量方法》（GB 12525-90）标准中规定了铁路边界的噪声限值，而铁路机车和城市轨道交通列车相比在车速、轴重、道床、运行方式、车流密度、沿线环境均存在显著不同，两者的声源特性和声传播方式均不一样，因此该标准限值并不适用于城市轨道交通。国内近年来开展过针对各种交通干线排放标准的研究，其中包括了城市轨道交通噪声内容，建立了一定的排放噪声标准研究基础。

4.1.2 港澳台

我国香港要求轨道交通噪声影响遵守《噪声控制条例》以及《住宅楼宇、公共场所、建筑工地以外场所噪声评价技术备忘录》中规定的可接受噪声限值，并要求 L_{max} （23:00-07:00）不超过85dB(A)。

表 4.1 可接受的噪声限值（dB(A)）

时间	A	B	C
昼间（7:00-19:00）	60	65	70
傍晚（19:00-23:00）			
夜间（23:00-7:00）	50	55	60

注：A、B、C为区域敏感度等级，在工业区周边100m以内为C，100-250m之间为B、除非指明为C的，A为最敏感区域（如不受影响的农村区域、低密度住宅区等）。测点设于建筑外1m或地面上1.2m处的合适位置，连续测量30分钟。
资料来源：香港环境保护署网站https://www.epd.gov.hk/epd/noise_education/web/ENG_EPD_HTML/m2/types_5.html

《香港规划标准与准则》“香港规划的环境准则”一章中，针对不同的噪声源，按照“噪声感应强的地方”的具体用途分别制定相应的噪声限值，如下表所示：

表 4.2 香港交通噪声规划标准

噪声源	铁路交通噪声
所有住宅楼宇（包括临时房屋）	(a) 等效连续噪声级（24 h）=65dB(A) (b) L_{max} （23:00-07:00）=85dB(A)
酒店及旅舍	
办公室	
教育机构（包括幼稚园、托儿所及其他不需使用辅助扩音器的地方）	
公众礼拜场地及法庭	
医院、诊所、疗养院及养老院、诊病室、病房	

注：（1）以上标准适用于必须打开窗户通风的用途。（2）以上标准应视为从外墙以外1m处的最高许可声级。

此外，香港对轻轨噪声标准的规定如下表。

表 4.3 香港轻轨的噪声标准/dB(A)

时间	现在	将来
7:00-19:00	75	70
19:00-23:00	70	70
23:00-7:00	65	60

资料来源：香港环境保护署网站 <http://sc.info.gov.hk/gb/www.epd.gov.hk/epd/>

澳门特别行政区轨道交通系统的建设尚在起步阶段，2019年12月10日，澳门的第一条轨道交通线正式通车，针对轨道噪声并未颁布排放标准，具体情况与香港类似，相关要求主要体现在《噪声影响评估指引》（2017年版）、《声学规定》（第96/2020号行政长官批示）等规范文件中。此外根据澳门轻轨系统第一期综合环境评估资料显示，参照香港《噪声管制条例》《环境影响评估程序的技术备忘录》，同时考虑可能受到轻轨运行噪声影响的敏感建筑位置及周边环境，对轻轨噪声制定了评估标准，其中对日间及黄昏（7:00-23:00）、深夜（23:00-7:00）两个时段设定了建议限值，如表4.4所示。

表 4.4 澳门轻轨预计可接受地噪声水平

区段名称	可接受的噪声等级(日间及黄昏/深夜)* ($L_{eq,30min}$,dB(A))	深夜噪声等级限值* (L_{max} ,dB(A))
海洋花园	70/60	85
澳门赛马会	70/60	
路氹填海区	70/60	
路氹生态保护区及澳门东亚运动会体育馆	65/55	
澳门科技大学	65/55	
伟龙马路及澳门国际机场	70/60	

注：* “可接受的噪声等级”及“深夜噪声等级”指由轻轨发出的声音，不包括背景噪声。

在我国台湾地区，制定的《陆上运输系统噪音管制标准》包括了高速公路、快速道路、铁路以及城市轨道交通等交通干线噪声要求，时间划分为四段，针对城市轨道交通（大众捷运系统）噪声的要求如表4.5所示。同时，此标准对轨道交通噪声的测量方法、步骤及数据计算做出了详细的说明。

表 4.5 中国台湾大众捷运系统交通噪音管制标准 (dB(A))

管制区 \ 时段	小时等效声级 ($L_{eq,1h}$)			平均最大音量 ($L_{max, mean, 1h}$)
	早、晚	日间	夜间	
第一类、第二类	65	70	60	80
第三类、第四类	70	75	65	85

表中：早，指上午五点至上午七点；晚，指晚上八点至晚上十点；日间，指上午七点至晚上八点；夜间，指晚上十点至翌日上午五点。一类区是指风景区、保护区；二类区是指文教区、学校用地、行政区、农业区、水岸发展区；三类区是指商业区、渔业区；四类区是指工业区、仓库区。

香港、澳门等地均没有城市轨道交通的排放标准，基本上针对敏感建筑物制定的可接受标准，类似于内地的声环境质量标准。测量位置也位于敏感建筑物或其周边，测量量为时间段等效声级和时间段最大声级。台湾地区规定了1小时列车的等效声级和单车最大声级的限值。测点在噪声敏感建筑物处，但是测量的是轨道交通的贡献量，评价量为扣除背景噪声后1小时列车通过的等效声级以及单车最大声级。

4.2 国外标准

目前在城市轨道交通噪声控制标准方面，国外多数国家从20世纪90年代开始对轨道交通噪声标准做了或多或少的规定，但主要是针对铁路等传统轨道交通形式，对于轻轨、地铁等新型轨道交通规定的较少，大部分均没有单独的标准。其中，法定必须执行的噪声排放标准主要针对列车运行通过声级限制，评价量大多采用列车通过最大声级 L_{Amax} ，测点位置统一为距离线路中心线7.5m或25m处；而对于环境质量标准，大多为非强制执行标准，评价量大多采用昼夜间等效声级 L_{Aeq} ，测点位置一般位于敏感建筑室外1m。

4.2.1 欧盟

欧盟针对高噪声产品制定发布了一系列噪声限值指令，同时成立了噪声专家网络及工作组，拟定适用于各成员国的噪声政策。2002年发布了环境噪声指令（2002/49/EC），统一了噪声评价量 L_{den} 和 L_{night} （测点应为地面1.5m以上、预测点为地面以上4.0m±0.2m），要求各成员国每五年绘制噪声地图、制定噪声管理行动计划，主要应包括公路、铁路、机场和居住区，向公众通报噪声暴露水平及影响，解决噪声污染问题。但该指令并没有设定具体的噪声限值。

（1）欧盟轨道车辆噪声排放限值

为统一各成员国的铁路设备规格，欧盟先后颁布了针对轨道交通系统的理事会指令及针对不同机车车辆噪声子系统的互通性技术规范，分别规定了轨道交通机车车辆、动车组等的噪声排放限值。欧盟噪声互通性(TSI)技术规范《委员会决议：跨欧洲常规铁路系统的机车车辆噪声子系统互通性技术规范》（1304/2014，2019.5.27修订）对轨道交通制订的噪声排放限值包括定置噪声和通过噪声限值。

定置、起动和通过噪声均在距轨道中心线7.5m、高于轨面1.2m处测量，测量方法执行ISO 3095的有关

规定；通过噪声均按80km/h定速运行（或以最大速度运行，换算为80km/h噪声值）。由表中可知，同样边界条件下，内燃机车噪声限值宽松于电力机车，内燃动车组噪声限值宽松于电动车组，这和技术可达性有关。

表 4.6 AEIF 专家组对轨道车辆的噪声排放限值

运行条件		定置噪声限值		启动噪声限值	列车运行噪声限值
指标(单位)*		$L_{pAeq,T}$ (dB(A))	$L_{pAeq,T}^i$ (dB(A)) **	L_{pAFmax} (dB(A))	速度 80km/h, $L_{pAeq,Tp}$ (dB(A)) ***
电力 机车	总牵引力 P<4500kW	70	75	81	84
	总牵引力 P≥4500kW			84	
内燃 机车	发动机输出轴功率 P<2000 kW	71	78	85	85
	发动机输出轴功率 P≥2000kW			87	
电动 车组	最高时速<250km/h	65	68	80	80
	最高时速≥250km/h			83	
内燃动 车组	发动机输出轴功率 P<560 kW/engine	72	76	82	81
	发动机输出轴功率 P≥560 kW/engine			83	

*注：均为距轨道中心线 7.5m、高于轨面 1.2m 处声级。

**注： $L_{pAeq,T}^i$ 指的是考虑主空气压缩机的最近测量位置 i 处的等效声级；此外，还规定了最近测量位置 i 处的考虑空气干燥器排气阀最大脉冲噪声的 AF 计权最大声级 (L_{pAFmax}) 限值为 85dB(A)。

***注： T_p 指的是车辆通过的时间，等于车辆长度/速度。

(2) 欧盟各国铁路交通声环境质量标准

欧盟部分国家在制定铁路噪声标准的过程中，考虑到既有线路、新建线路、普速铁路、高速铁路的噪声特性、环境影响以及治理难易等存在较大差别，因此在制定声环境质量标准时进行了分类。例如，丹麦将铁路线路分为新建铁路和既有铁路，既有铁路的噪声值限值比新建铁路的噪声限值高5dB；法国将铁路线路分为新建高速铁路、改建高速铁路、新建普速铁路和改建普速铁路，改建铁路的噪声限值比新建铁路的噪声限值高5dB，德国，意大利等国家也采取了类似的分类方法。其评价量均采用等效声级，其中瑞典、挪威和丹麦三国采用的是24小时等效声级作为评价量，其它国家均采用白天、夜间等效声级作为评价量。测点位置为敏感建筑物户外自由声场或户外1~2m处测量。

欧洲各国的轨道噪声标准都是独立的标准，与城市区域环境噪声标准互不交叉使用，按照轨道噪声的特点和不同的敏感建筑，根据不同敏感建筑的使用功能特点制定了不同轨道噪声限值。欧盟各国室外噪声限值中，对于新建线路，澳大利亚白天室外噪声限值最大，为70dB(A)，葡萄牙白天噪声限值最小，为55dB(A)，其他国家的白天室外噪声限值均在55dB(A)~70dB(A)的范围内；法国和澳大利亚夜间室外噪声限值最大，为60dB(A)，葡萄牙的夜间室外噪声限值仍然最小，为45dB(A)，其它国家的

夜间室外限值均在45dB(A)~60dB(A)的范围内。对于既有轨道交通，荷兰白天室外噪声限值最大，为73dB(A)，芬兰白天噪声限值最小，为54dB(A)，其他国家的白天室外噪声限值均在54dB(A)~73dB(A)的范围内；瑞士夜间室外噪声限值最大，为64dB(A)，波兰的夜间室外噪声限值最小，为48dB(A)，其他国家的黑夜室外噪声限值均在48dB(A)~64dB(A)的范围内。既有轨道交通噪声限值比新建线路宽松一些。（资料来源：EU Commission. Consulting Engineers -Noise and Vibration Control, A study of European Priorities and Strategies for Railway Noise Abatement. 2002.2）

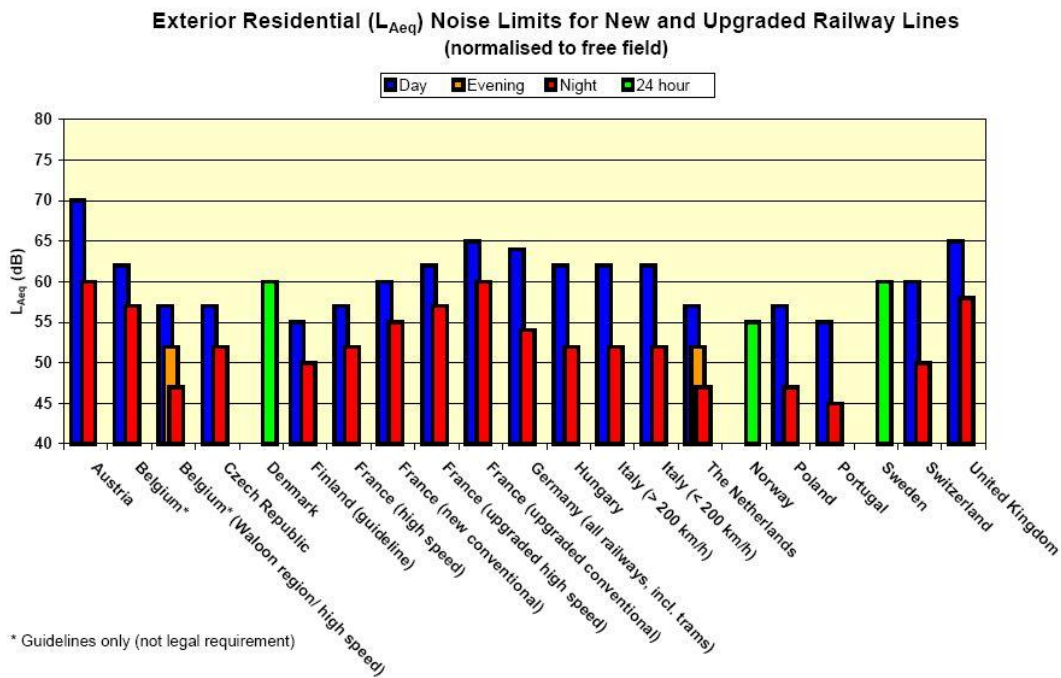


图 4.1 新建和升级线路室外声压级限值

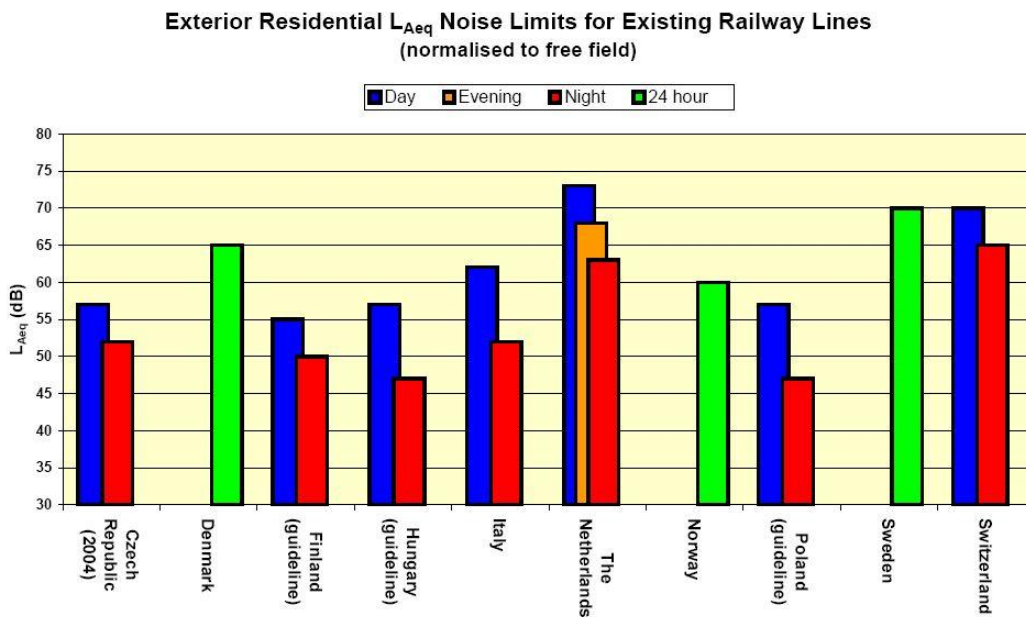


图 4.2 既有线路室外声压级限值

《德国联邦减量保护法》（The Federal Immission Protection Law）的第41~43条款指出，在新的建

设项目或道路、铁路沿线的重大改造中必须考虑噪声预防问题，并在《交通噪声预防条例》(the Traffic Noise Prevention Ordinance, 又称第16号联邦减量保护条例“16th Federal Immission Protection Ordinance”, 16th BImSchV)以及《运输线路与声环境保护措施条例》(the Transportation Route and Sound Protective Measures Ordinance) (24th BImSchV)中进行了具体规定。如果在一个新的建设项目中，或对道路、铁路沿线的重大改造项目中，预计其噪声将会超过下表中的限制值，则必须按照这些条例实施噪声消减预防措施。在16th BImSchV条例中规定的铁路交通噪声限值如下表所示。

表 4.7 德国铁路交通噪声限值 (dB(A))

区域	昼间(6:00-22:00)	夜间(22:00-6:00)
医院、学校、中老年居住的住宅区	57	47
完全或者通常作为住宅用的区域，小型社区	59	49
中心区、村庄和混合区域	64	54
小型商业区	69	59

资料来源：柏林城市发展部网站 http://www.stadtentwicklung.berlin.de/index_en.shtml

德国在VDV-154:2011《Noise From Mass Transit Rail Vehicles Acc.To Bostrab》中提出公共轨道交通车辆的噪声要求，不仅规定车辆静止时的连续噪声值，还规定了车辆恒速60km/h以及启动加速和制动工况的连续噪声值，限值要求见下表，测点位置为距轨中心7.5m，距轨面1.2m处。

表 4.8 车外噪声的限值

标准	工况		噪声限值 (dB(A))			位置
			地铁	地铁列车 (高层)	低地板有轨 电车	
VDV-154:2011	静止噪声	空调最大加热工况	56	56	56	距轨中心 7.5m, 距轨面 1.2m
		空调全冷	61	61	61	
		空调半冷	55	55	52	
	运行噪声	(60±3) km/h恒速	76	75	75	
	加速启动、制动	达到30km/h或从 30km/h开始制动	75	76	78	

丹麦环保局1/1997号环境指令（铁路噪声与振动）中对铁路噪声限值做了如下规定。

表 4.9 丹麦铁路交通噪声限值 (dB(A))

区域	噪声限值*
城区或附近的休闲性区域（社区公园、私家花园、园艺花园等）	60
住宅区（住宅性建筑、日间托儿中心、户外休闲区域）	60
公共机构（医院、学校等）	60
服务性企业等（旅馆、办公楼）	65

*注：这些限值都是 24h 内的等效噪声声级。对于某些个别的住处也规定了建议的最大噪声限值 85dB(A)。

资料来源：丹麦环境保护局网站 <http://glwww.mst.dkhomepage/>

4.2.2 美国

美国运输部联邦公共交通管理局（Federal Transit Administration, FTA）于2018年发布的《交通噪声及振动影响评估手册》包含了城市轨道交通项目的评价指南，提出了一套城市轨道交通噪声环境影响评价标准，适用于所有城市轨道交通工程及其车辆段、停车场、车站、变电站等设施。

该套噪声控制与评价标准的值是基于工程所在区域的具体土地利用类别、考虑工程实施前后区域环境声级的增加值来确定。该评价标准既包含了绝对性标准（即考虑了轨道交通工程自身引起的实际噪声影响），也包含了相对性标准（即考虑由于轨道交通实施而引起的环境声压级增加的影响）。该标准采用的噪声评价量为 $L_{eq}(hr)$ 和 L_{dn} ，其中 $L_{eq}(hr)$ 是指轨道交通噪声最大的1h等效声级，而 L_{dn} 是指全天24小时等效声级（夜间增加10dB(A)的修正量）。

该标准所依据的区域土地利用类别和噪声评价量的对应关系如表4.10。

表 4.10 美国交通噪声及振动影响评估手册中土地利用类别及对应的噪声评价量

土地利用类别	噪声评价量	土地利用类别说明
1类区	室外 $L_{eq}(hr)$	安静为基本要素的地块，诸如为安静而预留的土地、露天圆形剧场和音乐会馆等以及有大量重要户外用途的国家历史地标，还包括录音室和音乐厅。
2类区	室外 L_{dn}	所有住宅用地和人们通常睡觉的建筑物，如酒店和医院。
3类区	室外 $L_{eq}(hr)$	主要在白天及傍晚使用的机构用地，诸如学校、图书馆、剧院教堂，避免干扰演讲、冥想和阅读等活动是很重要的。与墓地、纪念碑、博物馆、露营地和娱乐设施有关的冥想或学习场所也可划归该类，某些历史遗址也包含在内。

资料来源：Office of Planning and Environment, Federal Transit Administration, U. S. Department of Transportation. Transit noise and vibration impact assessment manual[Z]. Washington D. C. 2018. 9.

该评价标准由两条曲线划分为三级：无影响区、有影响区和有严重影响区，具体见图4.3。两条曲线表示的是对应于各现状环境声级允许增加的轨道交通噪声声级，超过该值则被定义为有影响区。对于1类和2类土地利用区的轨道交通噪声最高限值，标准规定轨道交通自身噪声等于或超过65dB(A)的为有影响区，等于或超过75dB(A)的为有严重影响区；3类土地利用区相应的标准值比1、2类土地利用区放宽5dB(A)。

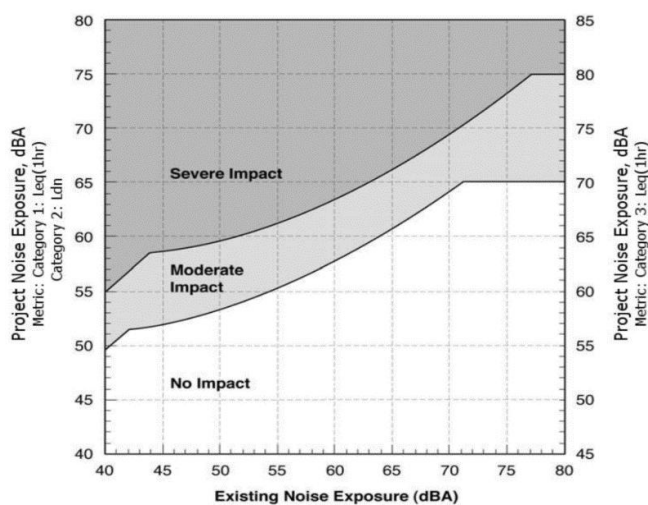


图 4.3 交通项目噪声影响标准

4.2.3 日本

日本为了缓解轨道交通引起的环境问题，提出了针对轨道交通的相应要求。《新干线铁路构造规则》（1964年9月30日运输省令第70号）要求采取防止明显噪声的措施、通过改造车辆结构降低噪声、在靠近学校、医院、稠密居住区等轨道线路上采取降噪设备等规定。针对新干线噪声制定的《关于新干线轨道噪声的环境标准》（1993年10月28日改为环境厅告示第91号）中根据不同地域类型，采用了下表基准值，由日本各级政府制定哪些地区符合哪种类型。

表 4.11 日本新干线轨道噪声标准

地域类型*	基准值**
I	70 dB(A)
II	75 dB(A)

*注：I类主要指居住用地区域；II类为商工业用地等非I类地区；以及需要保证正常生活的地域。

**注：实测20辆列车来回通过时的最大声级后，取较高的一半数据的能量平均值作为评价量。

资料来源：日本环境省网站 <http://www.env.go.jp/en/index.html>

根据《针对常规铁路的新建线路或大规模改造时的噪声防止措施》（1995年12月20日环大第174号），当常规铁路建设新线路或进行大规模改造时，为了保障生活环境，提前预防噪声问题的发生，提出了特殊的方针要求，见下表。

表 4.12 日本建设新线或改造线路时有关噪声的要求（dB(A)）

线路类型	要求
新线	昼间(7:00—22:00)为60dB(A)以下，夜间(22:00—次日7:00)为55dB(A)以下。在必须重点保护的居住区，应努力再降低分贝数。
大规模改造线路	应比改造前的噪声值有所改善

噪声测试位置也分为敏感建筑物和列车两种，敏感建筑为室外1m、高度1.2m处，列车测点为距轨道中心线25m以及50m两点同时测量，高度1.2m。

4.2.4 各国主要标准对比

目前国外轨道交通噪声标准体系划分为2大类，分别为强制执行的排放标准和规划控制参考执行的声环境质量标准。必须执行的排放标准统一规定测点位置，一般为距离线路中心线7.5m处，高于轨道1.2m，评价量大多为列车通过时段的等效声级或最大声级；规划控制用的参考标准，对应于我国的《声环境质量标准》，一般测点位于敏感建筑物室外，评价量为昼间等效声级 L_d ，夜间等效声级 L_n 或昼夜间等效声级 L_{dn} 。

国外各国及组织针对轨道交通噪声的评价量及测点位置对比见表4.13。

表 4.13 国外各国及组织轨道交通噪声评价量与测点位置对比

国家	评价量	测点位置	备注
美国	列车通过最大声级 L_{max}	距轨道中心线 30m，高于轨面 3.5m	必须执行
	昼夜间等效声级 L_{dn}	距离轨道中心线 50 英尺	规划参考

国家	评价量	测点位置	备注
欧盟	列车通过时段等效声级 $L_{pAeq, Tp}$	距离轨道中心 7.5m, 高于轨道 1.2m	必须执行
	昼间等效声级 L_d , 夜间等效声级 L_n	敏感建筑物室外 1m-2m	规划参考
日本	列车通过最大声级 L_{max}	距轨道中心线 25m 和 50m, 高于轨面 1.2m	必须执行
	昼间等效声级 L_d , 夜间等效声级 L_n	室外 1m, 地面上 1.2m	规划参考
ISO	列车通过时段等效声级 $L_{pAeq, Tp}$	/	必须执行

5 标准制定的基本原则及思路

5.1 标准制定的基本原则

本标准以控制城市轨道交通地面线和高架线正常运营的噪声排放、理顺城市轨道交通噪声排放管理方法为主要目的，为执法和管理提供依据。标准的制订将依据如下基本原则：

（1）科学性原则。本标准的制订以实际数据为基础，监测方法和限值要求科学合理，保证其科学性。

（2）兼顾性原则。本标准的制订以《噪声法》的要求为基本依据，同时，我国城市轨道交通行业已在标准缺失的情况下快速发展了多年，已经具有一定的管理方法，形成了一定的行业特点，因此，本标准的制订兼顾了新要求和现有管理体系特点，令两者有效衔接。

（3）有效性原则。本标准能够有效控制城市轨道交通运营时的噪声排放，实现城市轨道交通运营过程中噪声排放的持续监管，解决现阶段的管理难题，注重了标准的有效性。

（4）适用性原则。本标准的制订综合考虑了我国城市轨道交通噪声排放管理情况及标准实施现状，满足我国国情，便于实施，具有良好的实用性。

5.2 标准制定的思路

（1）排放与声环境质量标准衔接

声环境质量标准是国家环境管理核心战略目标之一，体现了国家环境管理的最根本意志，是国家开展噪声污染防治工作的出发点和归结点，对其他环境保护工作具有指导作用。噪声排放标准是实现声环境质量目标的基本手段，是噪声排放单位的行为准则，执法准绳。工业企业、社会生活等噪声排放标准均做到了与声环境质量标准的衔接，本标准也将与声环境质量标准相衔接。

（2）边界与敏感点控制的结合

城市轨道交通边界处的噪声控制可以通过监测线路的日常运行噪声，保证车辆、线路、降噪措施等正常工作和维护保养，其限值要求应根据噪声源的污染特性并结合可行的工程技术措施确定。鉴于轨道交通噪声的排放水平与声环境质量要求有一定差距，增加敏感点控制可以与声环境质量要求相衔接，更有利于体现人群反映的主客观一致。

（3）结合实际，新建与既有线路区别管理

从严格新项目环境准入，以及欧洲的交通噪声控制实践看，区别对待新建与既有交通设施是一种现实的选择。对于新建城市轨道交通，要落实污染预防原则，从规划设计角度，提出较严格的噪声排放限值。而一旦建成后再采取治理措施，难度很大，有时甚至完全没有条件，对于既有城市轨道交通线路造成噪声污染的需要根据实际情况制定达标规划，逐步达标。

6 标准主要技术内容

6.1 标准适用范围

本标准的适用范围依据《噪声法》的要求确定。

《噪声法》第四十六条规定“本法所称交通运输噪声，是指机动车、铁路机车车辆、城市轨道交通车辆、机动船舶、航空器等交通运输工具在运行时产生的干扰周围生活环境的声音”。《〈中华人民共和国噪声污染防治法〉释义》中明确了“城市轨道交通噪声具体包括牵引机车噪声、轮轨噪声、受电弓及车辆空气动力性噪声以及桥梁和附属结构受振动激励辐射的结构噪声等”。因此，本标准适用于城市轨道交通地面线和高架线列车在正线运行时噪声排放的管理与评价。车辆段、停车场等区域厂界噪声排放的管理与评价执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348）。

6.2 标准管控方式

城市轨道交通噪声管控有两种选择，一种是在边界处进行管控，另一种是在噪声敏感建筑物处进行管控。本标准采用边界处管控和噪声敏感建筑物处管控相结合的综合管控方式。设置边界处控制点，利于运营单位开展相关监测工作，对边界处噪声的控制也能保证列车运行噪声保持正常水平，不会因维护或保养不到位而产生过高、异常的噪声，这是对城市轨道交通设施建设的基本要求。

控制城市轨道交通噪声对沿线区域的声环境影响，划分噪声污染责任是本标准制订的主要目的，单纯的边界处噪声控制，在附近噪声敏感建筑物处超标或发生环保纠纷和噪声投诉时，仍不足以厘清责任，因此，除了考虑对城市轨道交通噪声的边界处控制外，还应增加敏感建筑物处控制点。同时，借鉴《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）、《社会生活环境噪声排放标准》（GB 22337-2008）等标准对受影响的噪声敏感建筑物处的噪声排放要求，将城市轨道交通噪声在敏感建筑物处的排放要求与声环境质量要求相衔接。

6.3 评价量

从国内外轨道交通噪声的相关标准看，主要存在两类评价量，一类是列车通过时段的等效声级或最大声级，其评价点一般为距离线路中心线7.5m（或25m以及其他）处，评价的是单列车通过在边界附近的噪声排放；另一类是昼间、夜间等效声级或昼夜等效声级，其评价点一般在噪声敏感建筑物附近，评价的是线路昼间、夜间运营情况下对附近噪声敏感建筑物造成的声环境影响。

城市轨道交通噪声主要是由列车按一定频次通过产生的噪声集合而成，单列车通过时的噪声时间历程曲线如图6.1所示。列车噪声的强弱决定了曲线的幅值，列车的运行速度决定了曲线的时间跨度，列车通过时的噪声一般与车辆、轮轨、运行条件以及降噪措施等相关，与列车通过的频次无关，但在一定时间段内测量得到的等效声级，除了与列车通过时的噪声有关外，还与列车通过的频次相关。结合本标准采用的边界和噪声敏感建筑物两种噪声管控方式的不同目的，确定相应的评价量。

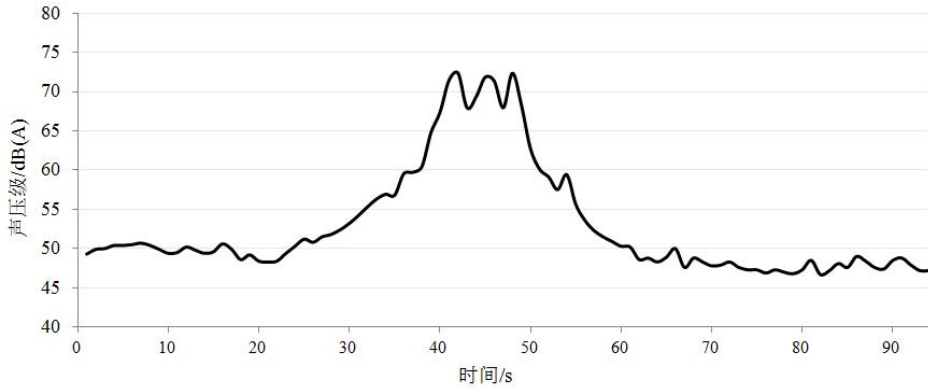


图 6.1 单列车通过时噪声随曲线的变化

6.3.1 边界处噪声

本标准设置边界处噪声管控要求的目的是监测列车运行的噪声情况并保证列车运行噪声维持正常水平，不会因维护或保养不到位而产生过高、异常的噪声，采用表征单车噪声的列车通过声级更为有利。参考《声学 轨道机车车辆发射噪声测量》（GB/T 5111-2011），本标准定义了列车通过时段内等效连续A声级，简称为列车通过声级，公式如下：

$$L_{Aeq, T_p} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_p} \int_{T_1}^{T_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \quad (6-1)$$

式中： L_{Aeq, T_p} —列车通过声级，dB(A)；

T_p —列车通过的时段， $T_p = T_2 - T_1$ ，表示始于 T_1 终于 T_2 ，s；

$p_A(t)$ — t 时刻的A计权有效声压，Pa；

p_0 —基准声压， $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

列车通过声级的测量从车辆前端正对传声器时开始到车辆末端正对传声器时结束。

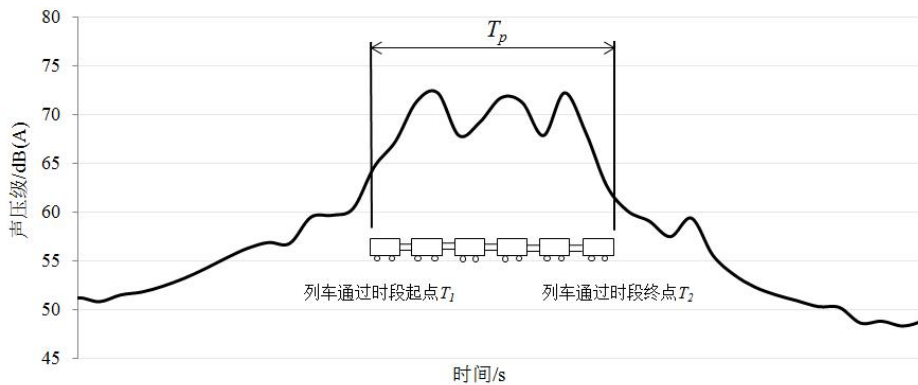


图 6.2 列车通过声级测量时长示意

城市轨道交通的列车通过声级受轮轨关系影响明显，及时的钢轨打磨和车轮镟削可以降低不同列车噪声的差异。由于同一线路上的车辆的轮轨维护保养是按次序进行，导致不同的列车的轮轨关系不同，其列车通过声级也有所差异，下图为某条线路上断面上测得的多辆列车的列车通过声级结果。

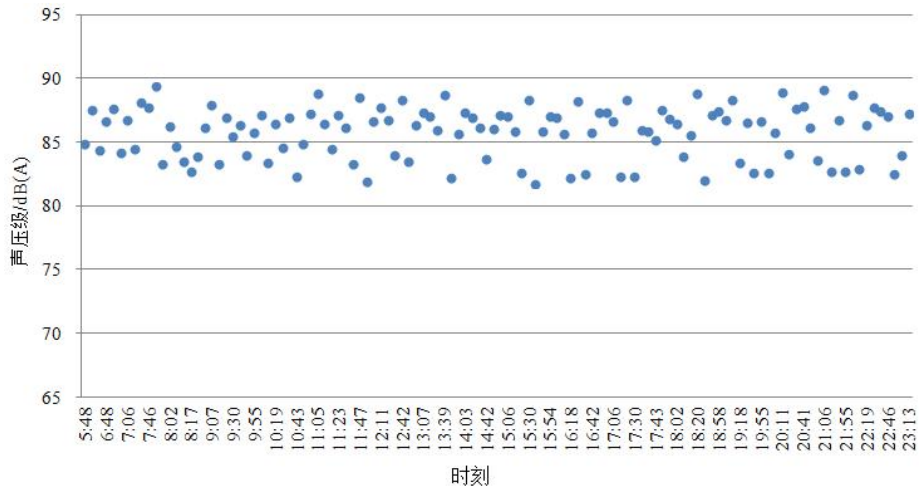


图 6.3 某线路的列车通过声级差异

为了能够评价线路上的大部分车辆的噪声情况，采用多辆列车按能量平均的方法，计算获得边界处噪声值，即按照公式（6-2）计算边界处噪声值：

$$L_{A,B} = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 \cdot L_{Aeq,Tp,i}} \right) \quad (6-2)$$

式中： $L_{A,B}$ —边界处噪声值，dB(A)；

$L_{Aeq,Tp,i}$ —第*i*列列车通过声级，dB(A)；

n —所测量的通过列车数，列。

以某高架线路为例，对其一天内不同时间段的边界处噪声值进行分析，表格中每个时间段对应的边界处噪声值是测量10列车的列车通过声级并按公式（6-2）计算获得的，结果可以看出，10列车的边界处噪声值已基本稳定。

表 6.1 某线路不同时刻的边界处噪声值对比

不同时间段	边界处噪声值/dB(A)
7:05~7:25	86.3
12:10~12:50	86.4
18:35~19:00	86.2
22:00~22:40	86.2

一般情况下，采用10列车计算的边界处噪声值基本稳定，而超过10列车后，对于一些发车频次较少的线路，测试时间过长，不利于标准的执行。因此，本标准要求实际测试时，需至少测量10列车的列车通过声级，其中近轨通过列车不少于5辆，并以列车通过声级能量平均值对边界处噪声排放进行评价。

一般情况下，边界处列车通过声级远高于背景噪声，信噪比较高，但对于实施全封闭声屏障等高降噪量措施后，信噪比会降低，因此需要进行背景修正才能进一步得到相应的噪声排放值。

6.3.2 噪声敏感建筑物处噪声

本标准设置噪声敏感建筑物处管控要求的目的是控制城市轨道交通噪声排放对线路周边声环境的影响，在受影响的噪声敏感建筑物超标或发生环保纠纷和噪声投诉时，能够实现噪声污染责任的划分。

(1) 等效声级

声环境质量要求是以敏感建筑物处的昼间、夜间噪声等效声级作为评价量，城市轨道交通在受影响的噪声敏感建筑物处的噪声排放也应以所贡献（背景修正）的昼间、夜间等效声级作为评价量。

根据以往测试经验和数据累积发现，噪声敏感建筑物与城市轨道交通之间有一段距离，或者临近道路交通等高噪声源时，实际测试时的信噪比变差，存在所测结果与背景噪声差值在3dB以内的情形，导致无法修正，甚至无法对噪声影响情况进行评价的情况。因此，本标准为提高信噪比，规定另一种敏感建筑物处噪声排放的测量方法，即在测量时段内，测量所有车次的列车通过声级，并按公式（6-3）计算等效声级：

$$L_{Aeq,h} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_{j=1}^N T_{eq,j} 10^{0.1 \cdot L_{Aeq,Tp,j}}\right) \quad (6-3)$$

式中： T —测量时段的时长， $T=3600s$ ，线路夜间正常运行时间不足1h时， T 为实际测量时长，s；

N —测量时段内的列车通过次数，次；

$T_{eq,j}$ —第 j 次列车通过的等效时长， $T_{eq,j} = T_{p,j}(1 + 0.8d/l)$ ，s；

$T_{p,j}$ —第 j 次列车通过时长，s；会车情况下，是指前车前端正对传声器到后车末端正对传声器之间的时长。

d —测点到线路中心线的水平距离，m；

l —列车长度，m；

$L_{Aeq,Tp,j}$ —第 j 次列车的列车通过声级，dB(A)。

上述公式参考了《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）公式B.16的第一项。

以典型城市轨道交通线路为例，分别按照上述公式计算得到的等效声级与直接测试得到的等效声级进行对比，两者差距在0.4 dB~0.8dB之间，可见，采用上述方法是可行的。

(2) 夜间列车通过噪声

城市轨道交通噪声与普通的城市道路交通噪声不同，其列车通过噪声幅值高，持续时间短，但周期性频发，是引起附近居民反感的重要原因，特别是夜间，极大的影响了附近居民的睡眠休息。

考虑到城市轨道交通列车通过时对敏感建筑物室内人群的影响，尤其是夜间对居住者休息和睡眠的影响，在夜间需要同时对敏感建筑物处的列车通过声级进行评价和控制，要求测量时段内所有通过列车的最大列车通过声级不能超过一定的限值。

6.4 测量方法

6.4.1 边界处测点水平位置

城市轨道交通边界及边界处测点的确定对边界噪声排放限值的确定以及标准的实施密

切相关，确定城市轨道交通边界应考虑如下几方面：

(1) 边界及边界处测点以内不应存在噪声敏感建筑物。

城市轨道交通边界及边界处测点以内若存在噪声敏感建筑物，在标准实施中需面临如何处理该类噪声敏感建筑物的问题，以铁路噪声排放标准《铁路边界噪声限值及其测量方法》(GB 12525-90)为例，该标准定义铁路边界为距铁路外侧轨道中心线30m处，并在边界处进行噪声测量，在实际执行时30m范围内的噪声敏感建筑物的处理存在一定难度。为避免此类问题，本标准对城市轨道交通的边界的确定以边界及测点以内无噪声敏感建筑物为一个主要考虑因素。

通过调查全国范围内9个城市的14条线路共300多个噪声敏感建筑物数据，涉及线路包括地铁、轻轨、市域快轨等多种制式，分析数据发现噪声敏感建筑物主要分布在距外侧轨道中心线20m~100m范围内，距离为10m时噪声敏感建筑物已经很少，最近的距离为距外侧轨道中心线8m。

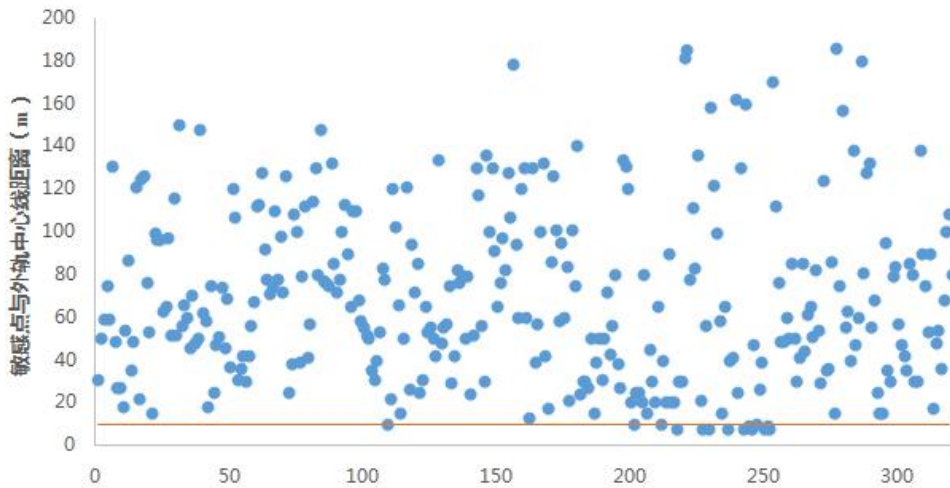


图 6.4 噪声敏感建筑物与城市轨道交通线路的距离

(2) 边界处测点适于列车通过声级的测试

本标准在边界处测点测量列车通过声级并以能量平均值进行评价，边界处测点应便于进行列车通过声级的测试。根据调研国内外针对列车通过噪声的测试方法，大多参考了

《Acoustics - Railway applications - Measurement of noise emitted by railbound vehicles》(ISO 3095-2013)的测量方法，包括我国的《声学 轨道机车车辆发射噪声测量》(GB/T 5111-2011)。ISO 3095-2013中规定测点位置应在距轨道中心线7.5m、高于轨面1.2m处，列车速度高于200km/h时测点可以设置在距轨道中心线25m、高于轨面3.5m处，当列车上部有重要声源时，应在距轨道中心线7.5m、高于轨面3.5m处附加测点。

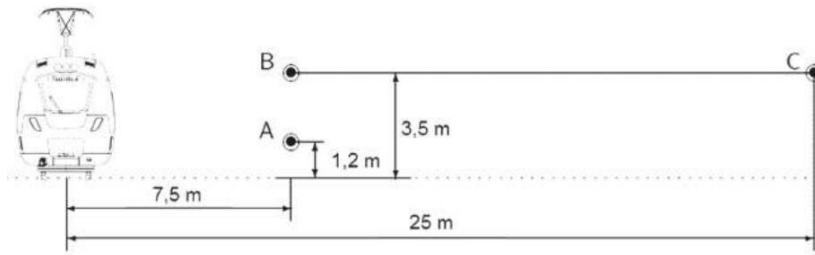


图 6.5 匀速列车测点位置

此外，我国《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）中的源强测试测点要求为距离中心线7.5m处，但高度要求不同，一般为高于轨面3.5m，对于有挡板结构的桥梁或有腹板结构的U型梁，测点高度为高于轨面5m，而对于跨座式单轨测点高度为轨面以上1.5m和轨面以下1.5m。

调研以往研究发现，对于低于200km/h列车车外测点距离在7.5m的测点不会受到列车运行引起的气流速度和压力波动影响，同时，根据声场传播规律，在7.5m处声场（5000Hz以内频率范围）已经处于远场区域，适于噪声的测量。

另外，距离25m处测量噪声时，列车噪声幅值有大幅衰减，同时外部环境复杂，干扰多，信噪比不高，但距离7.5m处的噪声值高，信噪比比距离25m处高，更利于测量。

（3）便于边界处测点的现场确定

本标准执行时，首先要能在现场方便地确定边界位置以及边界处测点位置。实际测试经验发现，在测试现场确定轨道交通线路的红线较为困难，较为容易确定的是线路的实际用地边界，对于高架桥来说就是地面垂直投影的最外侧，对于地面线就是防护网、路堤或路堑的外边线等实际用地界限，以实际用地边界为基准确定测点较为方便。我国《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190）中对交通干线边界线的定义中，城市轨道交通为用地边界线，在实际执行中就是以实际用地边界作为基准确定4a类声环境功能区的范围。

通过对城市轨道交通高架桥梁结构参数的调研发现，高架桥外轨中心线至桥梁边缘距离范围大致为2.2m~4.5m，主要在2.5m附近。高架桥边缘外5m处与外轨中心线7.5m位置相当。对于地面线，实际的用地边界与外轨中心线距离往往大于高架桥外轨中心线至桥梁边缘的距离。

基于上述分析，本标准规定城市轨道交通的边界为高架线以高架地面垂直投影的最外侧为边界，地面线以城市轨道交通用地边界为边界；边界处测点规定为边界外5m处，无明显边界时测点应选在近轨中心线外7.5m处。如此规定边界和测点能够：保证边界及测点与线路之间基本不会出现噪声敏感建筑物；测点位置在现场容易确定；测点位置基本与现行测量方法要求的水平距离保持一致；信噪比高。

对于地铁、轻轨、市域快轨等系统，地面线的边界处测点距离轨中心线可能会大于7.5m，但不会影响本标准的执行，仍按此规定执行。

城市轨道交通可能与道路相邻，边界处测点的位置有可能位于正常运营的道路之上，此时可在线路上寻找相近线路条件的断面测试。

6.4.2 边界处测点垂直位置

上述分析显示，基于ISO 3095的基本规定，大部分轨道列车通过噪声测试方法要求测点的高度为轨面1.2m，只有在车辆上部存在重要声源时需要附加3.5m测点。仅有我国的《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）规定的源强测点不是轨面1.2m，而是根据情况不同，一般为高于轨面3.5m，对于有挡板结构的桥梁或有腹板结构的U型梁，测点高度为高于轨面5m，而对于跨座式单轨测点高度为轨面以上1.5m和轨面以下1.5m。从以往测试数据和研究成果看，一般轨道3.5m处噪声值稍高于1.2m处噪声值。

本标准的边界管控以通过监测城市轨道交通运行噪声保障城市轨道交通必要维护保养、维持线路的正常运行行为目的，测点需体现由于列车工况、轮轨关系、降噪措施等变化引起的噪声排放变化，同时应便于实施。

对于城市轨道交通，主要声源位于列车下部，实施任何声屏障等降噪措施均会在轨面1.2m处得到明显体现，但采取较为低矮的声屏障以保护低层噪声敏感建筑物时，轨面3.5m的测点可能不能完全体现降噪措施的影响。此外，轨面1.2m测点相比轨面3.5m测点来说更易实施。此外，对于跨座式单轨系统，由于其结构的特殊性，轨面下的噪声稍高于轨面上。

结合边界处测点水平位置分析，本标准确定边界处测点应选在边界外5m，无明显边界时测点应选在近轨中心线外7.5m。测点高度应为轨面以上1.2m，跨座式单轨系统应在轨面以下1.2m处增加测点。

6.4.3 噪声敏感建筑物处测点位置

为管控城市轨道交通对周边噪声敏感建筑物的声环境影响，应在噪声敏感建筑物处同时设置噪声测点，参考工业企业、社会生活等噪声排放标准做法，噪声敏感建筑物处测点设在受影响的噪声敏感建筑物窗外1m的位置，与声环境质量评价的方法相衔接。

6.4.4 测量时间

城市轨道交通边界处噪声以多列列车通过声级的能量平均值作为评价量，其噪声排放水平与时间无关，因此，可根据实际情况，任意选择时间段对列车通过声级进行测量，测量两侧轨道通过列车数量不得少于10列，其中近轨通过列车数量不得少于5列。每列车的列车通过声级的测量从车辆前端正对传声器时开始到车辆末端正对传声器时结束。

噪声敏感建筑物处噪声监测应在城市轨道交通噪声源正常运营情况下测量，在昼间、夜间各测量不低于线路平均运行密度的1h内等效连续A声级，并分别计算昼间、夜间测量时段的列车运行噪声等效声级。考虑到部分城市轨道交通线路在夜间的运行时间较短，有不足1h的情况，线路夜间正常运行时间不足1h时，在夜间实际运行时段内测量。

6.4.5 背景测量

测量结果在参与列车通过声级及等效声级和列车运行噪声等效声级的计算之前需要进行背景修正。

通过时段内等效连续A声级的测量从车辆前端正对传声器时开始到车辆末端正对传声器时结束，但在车辆前端正对传声器之前和末端正对传声器之后，仍有部分车辆运行噪声对背景产生影响，背景测量时需要避开此影响。

6.5 边界处噪声排放限值

我国城市轨道交通制式较多，但造成噪声污染较大的仍主要是以钢轮钢轨为主的地铁、市域快轨和轻轨系统，其他系统单车噪声都相对较小。调研资料显示，我国大陆地区存在地面线或高架线的49个城市中，有地铁、轻轨或市域快轨的城市共46个（有地铁的城市41个，有市域快轨的城市16个，有轻轨的城市3个），也就是我国受城市轨道交通噪声污染的城市主要在这46个城市之中，其他制式对其城市的噪声污染不明显。

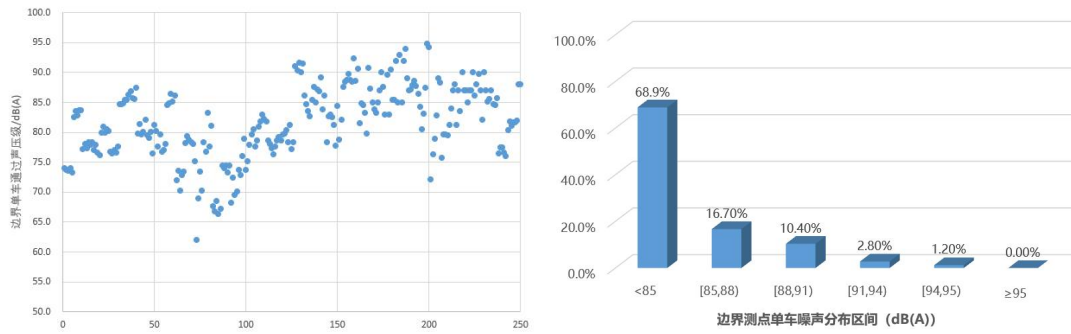
我国城市轨道交通制式种类虽多，但从噪声排放角度看，并非是均有明显不同，没必要对每种制式设置限值，根据实际情况做必要的分类后设置相应限值可以大幅度简化标准，也有利于标准的制订。调研分析，市域快轨用于连接主城区与郊区城镇，里程长，速度高，一般在100km/h以上，可高达160km/h，由于速度高噪声值也相应较大；而地铁系统与轻轨系统主要服务于城区，里程短，速度较低，大多在80km/h附近，地铁有时速度能够达到100km/h和120km/h；其他系统噪声值相对较低。按上述分类分别设置噪声限值。

6.5.1 地铁和轻轨

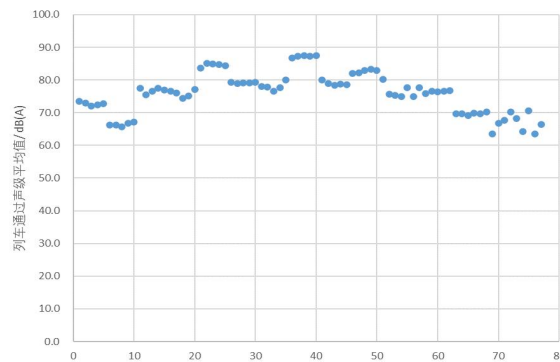
地铁系统包括多种车型、多种速度，其中对噪声影响明显的是速度，根据对国内地铁线路的调查发现，线路设计最高运行速度为80km/h的占68.0%，90km/h的占3.1%，100km/h的占24.2%，120km/h的占4.7%。国内轻轨线路较少，仅分布在天津、长春、大连3个城市，设计最高运行速度主要是70km/h、100km/h。

调研了21个城市共174条地铁线路，占地铁总里程的80%，其中有地面线和高架线的地铁共88条，编制组搜集和测试了包括北京、上海及广州等15个城市在内的64条线路的噪声数据，占比为83.0%，线路的最高运行速度涵盖80、90、100及120km/h，涉及车型包括A型、B型、C型、L型以及轻轨C型，列车编组包括4节编组、6节编组及8节编组。同时编制组搜集和测试了3个城市的6条线路轻轨的噪声数据。噪声数据中包含部分安装声屏障后的断面数据，同时也有部分车辆维护保养不及时的数据。通过对数据进行处理和分析，最高运行速度为80km/h的地铁系统的列车通过声级结果如图6.6所示，无声屏障影响的数据结果主要分布在81~90dB(A)，最高值可达到94dB(A)。

考虑到有部分线路未及时维护保养，本标准设定最高运行速度不超过80km/h的地铁及轻轨系统的边界处噪声排放限值为85dB(A)。如图6.6(a)所示，小于85dB(A)的数据占总量的68.9%，满足边界噪声排放限值85dB(A)的要求；超过85dB(A)数据占31.1%，超标量在(0,10)dB(A)之间，其中超标量在[0,3) dB(A)的数据占总量的16.7%；超标量在[3,10) dB(A)的数据占总量的14.4%。可通过实施轮轨维护保养、普通声屏障等措施令线路达到85dB(A)以下；如图6.6(b)所示，有屏障措施的噪声数据基本上在85dB(A)以下，超标率为7.8%。



(a) 无屏障



(b) 直立屏障/半封闭/全封闭

图 6.6 80km/h 地铁、轻轨系统列车通过声级数据

《地铁车辆通用技术条件》(GB/T 7928-2003)中规定在标准测试线路下按速度60km/h运行的车辆噪声限值为80dB(A),以此为基准,按《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ 453-2018)中给出的随速度变化的规律,列车速度升至80km/h时,80dB(A)应修正为82.5dB(A),此时与根据实际确定的限值85dB(A)存在约为2.5dB(A)的差距,此差距的来源应该包括列车运行中轮轨关系的恶化、车辆产品及线路条件的变化、测试系统的变化等因素,其中轮轨关系的恶化为重要影响因素。《声学轨道机车车辆发射噪声测量》(GB/T 5111-2011)规定,因轨道声学特性差异导致的列车运行发射噪声波动不应超过3dB(A),可见上述分析是合理的。

对于地铁及轻轨系统,100km/h、120km/h的线路现阶段虽占比较小,但也需要为其确定限值要求,考虑到仅为速度上的变化而实际的数据量由较少,直接按《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ 453-2018)中给出的随速度变化规律确定,地铁设计最高运行速度100km/h时限值放松2dB(A),设计最高运行速度120km/h时限值放松4dB(A)。表6.2为各最高运行速度下无屏障及有屏障措施的超标率。

表 6.2 不同最高运行速度地铁系统超标率

最高运行速度/km/h	限值/dB(A)	超标率	
		无屏障	直立/全封
80	85	31.1%	7.8%
90/100	87	14.0%	0%
120	89	16.7%	0%

6.5.2 市域快轨

截止2022年年底，我国市域快轨运营线路涉及城市12个，线路不足20条，编制组搜集和测试了包括北京、南京及武汉等6个城市在内的13条线路，涉及车型包括市域A型、B型及D型。

上述线路最高运行速度主要分布在100km/h~140km/h之间，仅有1条线路速度为160km/h。对噪声数据进行处理和分析，得到市域快轨列车通过声级，结果如图6.7所示，其数据主要分布在75~93dB(A)范围内。超过限值92dB(A)的超标率为2.76%，超标量为0~2dB(A)，可通过实施轮轨维护保养、普通声屏障等措施令线路达到92dB(A)以下。

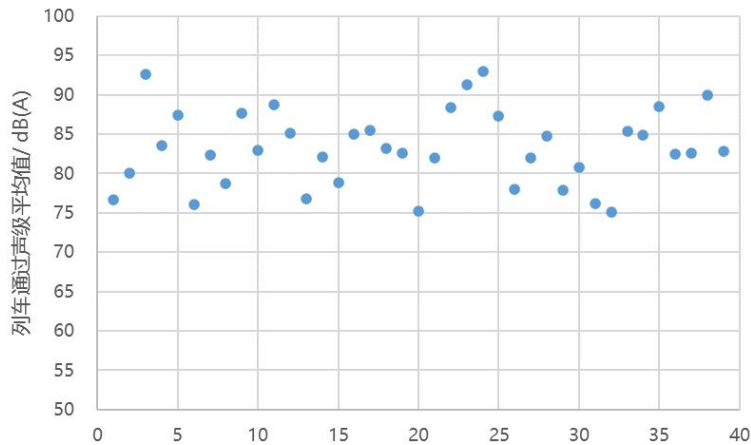


图 6.7 市域快轨系统列车通过声级数据

市域快轨系统的设计最高运行速度一般为120km/h、140km/h、160km/h，而且随着城市轨道交通行业的发展，城市与郊区城镇客流量的增加，市域快轨的占比逐渐增加，设计速度也倾向于高速度，导致噪声值也有增加的趋势。考虑市域快轨速度较高，不同速度之间变化的比例不大，不必再为不同速度段设置不同限值，同时为了符合市域快轨向高速度发展的趋势，以设计最高运行速度160km/h时的噪声值确定限值。根据《市域（郊）铁路设计规范》（TB/T 10624-2020）中的规定，运行速度160km/h的车辆噪声限值为89dB(A)，考虑到实际运行情况（如图6.7），确定92dB(A)为市域快轨的边界处噪声排放限值。

6.5.3 其他制式系统

除地铁、轻轨、市域快轨制式系统外，城市轨道交通还有中低速磁浮交通系统、跨座式单轨系统、悬挂式单轨系统、自导向轨道系统、有轨电车系统、导轨式胶轮系统、电子导向胶轮系统等多种制式。调研发现除地铁、轻轨、市域快轨之外的城市轨道交通制式系统的噪声均偏低，将其汇集在一起进行处理和分析。

编制组搜集和测试了有轨电车、中低速磁浮交通、电子导向胶轮系统、跨座式单轨及导轨式胶轮系统等5种制式的列车通过声级数据，包括20条线路。其中编制组组织的有轨电车列车通过噪声专项测试，测试城市涉及成都、长春、深圳、上海、广州、青岛、南京、武汉及沈阳等9个城市的16条线路。

对上述数据处理分析，获得的列车通过声级结果如图6.8所示，图中数据显示，结果大部分分布在66~83dB(A)之间。在此数据的基础上，基于针对地铁和轻轨系统相同的考虑，设置80dB(A)为其他制式统一的限值要求，在此要求下，图6.8中数据约有14%超标，最高超标3 dB(A)。可根据各制式、线路实际情况实施降噪措施达到80dB(A)以下。

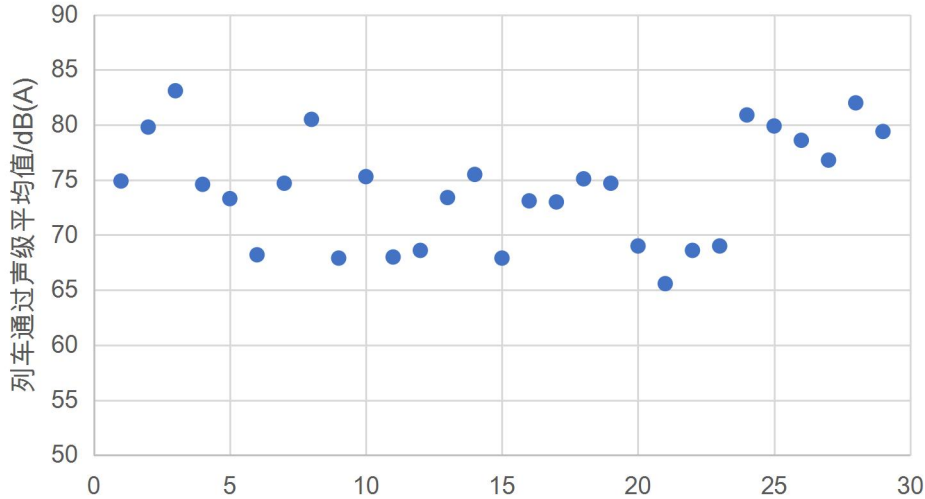


图 6.8 其他制式系统列车通过声级数据

根据边界列车通过声级80dB(A)的限值要求，结合线路列车通过频次和几何衰减规律，推算城市轨道交通紧邻不同声功能区时交界处的列车运行噪声等效声级，结果如表6.3所示。表中数据显示，除紧邻一类区夜间超标外，其他情况均能达标。因此，其他制式的城市轨道交通边界处的排放限值设为80 dB(A)能满足大部分区域的声环境要求。

表 6.3 紧邻不同声功能区的贡献等效声级推算/dB (A)

紧邻声环境区	时段	贡献等效声级	声功能区要求	是否达标
4a 与一类区交界处	昼间	45.5	55	是
	夜间	45.5	45	否
4a 与二类区交界处	昼间	47.7	60	是
	夜间	47.7	50	是
4a 与三类区交界处	昼间	51.3	65	是
	夜间	51.3	55	是

注：调研发现有轨电车、中低速磁浮交通、电子导向胶轮系统、跨座式单轨及导轨式胶轮系统等制式系统的发车频次昼夜基本相同。

6.6 噪声敏感建筑物处噪声排放限值

噪声排放标准是实现声环境质量目标的基本手段，工业企业、社会生活等噪声排放标准均做到了与声环境质量标准的衔接，体现了人群反应的主客观一致。本标准作为交通噪声标准体系中重要的组成部分，也将与《声环境质量标准》（GB 3096-2008）相衔接，参考《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）、《社会生活环境噪声排放标准》（GB 22337-2008）的要求，设置噪声敏感建筑物处噪声排放限值如下：

表 6.4 噪声敏感建筑物处噪声排放限值

敏感建筑物所处声环境功能区类别	昼间 /dB (A)	夜间 /dB (A)
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4a	70	55
4b	70	60

编制组对当前城市轨道交通在敏感建筑物处的噪声排放情况进行了统计分析,包括紧邻城市轨道交通的1类区的471个敏感建筑物测点以及2类区的454个敏感建筑物测点。通过分析,城市轨道交通紧邻1类区时,其在敏感建筑物处的噪声排放昼间超标率约20%,夜间超标率约60%,昼间和夜间的最高超标量分别约为14dB(A)和18dB(A);城市轨道交通紧邻2类区时,其在敏感建筑物处的噪声排放昼间超标率约4%,夜间超标率约13.5%,昼间和夜间的最高超标量约为10dB(A)。根据对城市轨道交通在敏感建筑物处的噪声污染分析,城市轨道交通运行噪声对敏感建筑物的影响相对严重,尤其对1类声功能区的影响较为严重。

为进一步缓解城市轨道交通噪声污染情况,本标准在充分考虑当前城市轨道交通噪声污染实际、城市轨道交通发展迅速和范围进一步扩大、当前诸多人群对噪声影响的诉求、城市轨道交通噪声控制技术措施等因素后,设置了噪声敏感建筑物噪声排放限值。本标准实施后,新建、改建和扩建城市轨道交通线路在规划和设计时,应充分考虑线路运营后对敏感建筑物的影响,依据本标准的排放限值要求,通过防噪声距离或采取相应的技术手段控制城市轨道交通噪声排放。既有线路对敏感建筑物产生的噪声影响,应通过加强日常轨道线路的维护和保养等,降低异常噪声对周围环境产生影响,对于超标严重的情况,应制定综合治理方案,采取相应的减振降噪措施,逐步改善其对噪声敏感建筑物的影响。

城市轨道交通噪声与普通的城市道路交通噪声不同,其单列车通过噪声幅值高,持续时间短,但周期性频发,是引起附近居民反感的重要原因,特别是夜间,极大的影响了附近居民的睡眠休息。因此,设置噪声敏感建筑物窗外的最大列车通过声级限值是保护附近居民休息的重要手段。本标准要求噪声敏感建筑物处夜间最大列车通过声级超过所在声功能区夜间限值的幅度不得高于15dB(A)。

6.7 标准的监督实施

本标准由生态环境、住房和城乡建设及交通运输等主管部门负责监督实施。

对于新建、改建和扩建城市轨道交通线路,建设单位、运营单位是责任主体,应自标准实施之日起立即执行,达到本标准要求,防止产生新的污染。

在城市轨道交通两侧规划设计噪声敏感建筑物时,要加强源头防控,即确定建设布局时,合理划定建筑物与交通干线的防噪声距离,提出相应的规划设计要求,对减轻、缓解直至避免噪声污染至关重要。应当根据国家声环境质量和民用建筑隔声设计相关标准,合理划定防噪声距离,并提出相应的规划设计要求。在城市轨道交通两侧建设噪声敏感建筑物的,

应当按照规定间隔一定距离，并采取降低噪声的措施。

对于既有城市轨道交通线路和“先路后房”的情况，由于城市轨道交通造成严重污染的，直接实施降噪措施可能存在难度，鉴于城市轨道交通具有公益属性，无法停运，应根据噪声特性、周边土地利用状况、采取工程降噪措施的可行性等因素，制定综合治理方案，明确相关方责任，合理设定治理目标和阶段任务。

7 与国内外同类标准对比

7.1 与国内同类标准对比

本标准规定了城市轨道交通噪声排放边界处和受影响的噪声敏感建筑物处的噪声限值。

目前我国没有制定针对城市轨道交通噪声排放的评价指标和标准限值。现阶段应用的《声环境质量标准》(GB 3096-2008)仅评价城市轨道交通线路附近敏感建筑的声环境质量。在城市轨道交通建设项目竣工环境保护验收中依据的《铁路边界噪声限值及其测量方法》(GB 12525-90),规定的是铁路边界的噪声限值,而铁路机车和城市轨道交通列车两者的声源特性和声传播方式相比有显著差异,并不适用于城市轨道交通。《地铁车辆通用技术条件》(GB/T 7928-2003)、《轻轨交通车辆通用技术条件》(CJ/T 5021-1995)、《自动导向轨道交通设计标准》(CJJ/T 277-2018)、《跨座式单轨交通车辆通用技术条件》(CJ/T 287-2008)、《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》(CJ/T 375-2011)等标准均规定的是列车型式试验时的单车噪声值,一般为距离轨道中心7.5m处的列车单车噪声限值。

本标准与其他排放标准相比具有先进性,主要体现在:根据声源特点提出了新的测量量和评价量—列车通过声级和平均值;根据声源的种类不同提出了不同的边界限值;为了降低背景影响,提出了新的等效声级数据处理方法。

7.2 与国外同类标准对比

国外并没有专门针对城市轨道交通排放噪声的控制标准,一般都是参照铁路噪声标准。目前国外轨道交通噪声标准体系划分为2大类,分别为强制执行的排放标准和规划控制参考执行的声环境质量标准,必须执行的排放标准统一规定测点位置,一般为距离线路中心线7.5m处,高于轨道1.2m,评价量大多为列车通过时段的等效声级或最大声级;规划控制用的参考标准,对应于我国的《声环境质量标准》,一般测点位于敏感建筑物室外,评价量为昼间等效声级,夜间等效声级或昼夜间等效声级。

从管理内容上看,本标准相当于国外两类标准的集成;在具体技术细节上,本标准的分区管理、分制式要求、测点位置的选择、等效声级的数据处理上都根据实际应用有一定的优化。因此,与国外同类标准对比,本标准具有一定先进性。

8 实施本标准的措施建议

8.1 实施本标准的措施

(1) 进一步推动城市轨道交通噪声污染防治技术研究和应用。结合噪声排放标准和城市轨道交通噪声排放特性,不断提升城市轨道交通噪声治理技术,加强沿线声环境质量保护和超标区域治理,结合技术和经济可行性,尽快制定城市轨道交通噪声污染防治技术指南。

(2) 加快落实噪声法中城市轨道交通线路规划选址要求。《噪声法》第四十五条规定:“各级人民政府及其有关部门制定、修改国土空间规划和交通运输等相关规划,应当综合考虑公路、城市道路、铁路、城市轨道交通线路、水路、港口和民用机场及其起降航线对周围声环境的影响。”合理规划线路与敏感建筑物的布局,设定合理的防噪距离,能够极大程度避免噪声污染。本标准的规定暗含了合理规划线路的要求,要求新建城市轨道交通线路严格执行排放标准。因此相关部门应进一步落实规划细则,明确防噪声距离,促进噪声法中规划选址的要求,助力本标准实现新建线路的管控目标。

8.2 实施本标准的建议

(1) 进一步明确噪声污染防治主体责任

城市轨道交通排放噪声强度与线路、车辆和降噪措施状态关系密切,应用本标准开展行政处罚时,建议进一步明确城市轨道交通运营单位的污染防治责任,对未履行维护保养义务,未保持减少振动、降低噪声设施正常运行的单位,制定合理管控要求。地方人民政府应根据噪声法要求,指定相关责任部门履行噪声污染防治管理职责,生态环境部门、住房和城乡建设及交通运输等主管部门应对相关监管工作提供必要的协助,对标准的使用提供解释说明。

(2) 根据不同监测目的开展测试工作

本标准兼顾了不同监测目的的环境评估内容,制定了边界处和敏感建筑物处两种评估点位,适用于各种监测。如果是以环境影响评价为主要目的,标准中对应了两种限值,改善了采用《声环境质量标准》(GB3096)评估城市轨道交通运行状况,而不能扣除背景噪声的困局,进一步突出了轨道交通噪声对环境的贡献;如果是以运营单位开展监测为主要目的,标准中采用了边界处点位评估法,不强调一定要在敏感建筑物窗外1m处评估,这样更有利于企业及时发现路段和单车出现的环境污染问题,纠正环境违法行为;如果是以监督执法为主要目的,监测技术和评价指标上考虑了边界处和敏感建筑物处的影响,平衡了对轨道交通运行状态和环境保护目标的双重达标冲突;如果是以其他调查为目的的监测,那么可根据线路和周围建筑物的布局以及目的,对评估点位具体侧重。

(3) 结合噪声法相关要求实施本标准

本标准结合《噪声法》对“未达到国家声环境质量标准的区域所在的设区的市、县级人民政府,应当及时编制声环境质量改善规划及其实施方案,采取有效措施,改善声环境质量。”的规定,实施中规定了“对于既有城市轨道交通应考虑其声源特性、周边土地利用状况、采取工程降噪措施的可行性等因素,制定综合治理方案,逐步达到本标准要求”。

9 标准实施的可行性分析

9.1 效益分析

本标准的实施，能够实现城市轨道交通噪声排放的有效监管，规范城市轨道交通的日常维护保养，将城市轨道交通噪声对声环境的影响控制到一定水平，有利于线路周边声环境质量的提升。

本标准的实施，能够有效保护附近噪声敏感建筑物，缓解居民投诉问题，减少噪声扰民事件。

本标准的实施，为城市轨道交通噪声污染的管理提供执法依据，对于多种声源共同造成噪声污染时，能够为噪声扰民及投诉问题提供依据，利于责任的认定及为降噪措施的实施提供依据，有利于解决现阶段的管理难题，缓解监管部门的管理压力。

本标准的实施，能够促进城市轨道交通从车辆及附属产品、线路配合到设计、评价及管理整个体系以噪声达标为目标开展系统化研究，深入分析并解决噪声相关问题，推动城市轨道交通行业的整体进步，进一步推动行业的发展。

9.2 技术可行性分析

城市轨道交通运行噪声主要来源于高架线和地面线的列车运行噪声，其中轮轨噪声是主要噪声源。城市轨道交通运行噪声对周边环境产生的影响，无论是从声源控制角度，还是从传播途径控制角度，均有相应的技术措施能够实现对噪声排放的有效控制。

声源控制方向，可采取的技术措施包括轨道和结构综合减振降噪、小曲线半径路段设置轮轨润滑装置、钢轮/钢轨打磨、减振降噪零部件的维护等。根据国内对城市轨道交通噪声控制开展的研究及实践积累，采用减振扣件、阻尼钢轨器、吸振器等对钢轨进行减振降噪处理，可降低噪声2dB(A)~6dB(A)；采用阻尼器对车轮进行减振降噪处理，噪声降低可达10dB(A)；通过改善轮轨表面粗糙度，如消除钢轨波磨、镟削车轮、小半径曲线钢轨定期涂油等，均能够降低噪声排放，波磨消除后可降低噪声5dB(A)~10dB(A)；线路方面，铺设无缝线路较有缝线路的噪声排放低2dB(A)~3dB(A)。对于高架桥梁结构辐射噪声，可通过对桥梁安装橡胶支座进行减振处理、对轨道安装弹性垫层进行减振处理、优化桥梁的结构、尺寸、形状等，能够有效降低桥梁辐射噪声3dB(A)~8dB(A)。

传播途径控制方向，可通过装设车裙、安装声屏障等技术措施进行城市轨道交通噪声排放的控制。根据国内外的研究，在车底增加裙板结构，可降低噪声排放约8dB(A)。目前较为成熟的，从应用范围和降噪效果来看，控制城市轨道交通噪声最主要、最直接的方式是设置声屏障。声屏障的结构包括直立型、半封闭型、全封闭型等多种形式，其降噪效果与屏障的材质、结构形式、安装情况等多种因素关联。从国内众多研究和实践积累上看，3m~5m的直立型声屏障插入损失约3dB(A)~8dB(A)，半封闭型声屏障插入损失一般在8dB(A)以上，全封闭型声屏障插入损失一般可以超过10dB(A)，甚至达到20dB(A)及以上。全封闭型声屏障效果较好，在北京、上海、重庆、宁波、武汉等城市已有近百个工程案例。

目前城市轨道交通运行噪声的控制技术可选性较多，降噪效果分布范围较广，不仅能够通过对城市轨道交通线路的日常维护和保养来降低噪声排放，而且能够根据需求采取相应的减振降噪措施达到控制噪声排放的目的，结合当前城市轨道交通噪声排放现状以及噪声排放限值的规定，当前的技术措施能够满足噪声排放控制需求，在技术上是可行的。

9.3 成本分析

本标准的制定结合了我国城市轨道交通噪声排放实际以及城市轨道交通环境影响评价、验收、声环境质量等相关标准规范的要求，对城市轨道交通运营时产生的噪声排放进行有效控制。执行本标准时通过线路运营管理、车辆维护保养、轮轨打磨、减振降噪措施等手段对城市轨道交通噪声实施控制。

1、生产制造成本

对于城市轨道交通车辆的生产制造企业，若其现有城市轨道交通车辆由于设计和制造原因导致车辆运营时的噪声不满足排放标准要求，生产制造企业可能需要增加相应的设计制造成本，以满足本标准的要求。

2、建设成本

针对城市轨道交通建设单位，因本标准的制订与现行的环评和验收相关要求衔接一致，不会额外增加建设单位的建设成本。针对城市轨道交通建设单位，与现行的环评和验收采用的“敏感点处声环境质量增量控制或不恶化”的评价方法相比，本标准增加了边界噪声排放限值的要求。因此，本标准实施后，环评和验收则需要考虑边界噪声排放限值达标的要求。

以设计时速80km/h的地铁现状为例，小于85dB(A)的数据占总量的68.9%，满足边界噪声排放限值85dB(A)的要求；超过85dB(A)数据占31.1%，超标量在(0,10)dB(A)之间，其中超标量在[0,3) dB(A)的数据占总量的16.7%；超标量在[3,10) dB(A)的数据占总量的14.4%。根据《城市轨道交通2022年度统计和分析报告》的数据显示，截至2022年底，中国大陆地区在建线路总规模6350.55km，其中地面线和高架线的总里程为1023.67km。考虑边界噪声排放限值超标的现状，预计有318.4km需要增加措施（直立或者半封闭声屏障），预计增加的环保投资为159.2亿元。截至2022年底，中国大陆区域线网规划获批的线路总长达6675.57km，其中地面线和高架线的总里程为1436.6km。考虑边界噪声排放限值超标的现状，预计有446.8km需要增加措施（直立或者半封闭声屏障），预计增加的环保投资为223.4亿元。

3、运营成本

本标准的执行对于城市轨道交通运营公司产生的经济成本主要是线路的管理以及日常维护保养费用，属于正常的运营经费，不会产生明显的成本增加。本标准的执行能够从环评和验收阶段科学评价城市轨道交通噪声影响，更有效地保护附近噪声敏感建筑物，将从根本上解决城市轨道交通运营后由于加装或改造环保措施产生的经济损失和社会影响。以北京5号线为例，2007年开通以来，因为噪声投诉，先后分4批加装或改造声屏障措施，投资额共计1.3亿元，高达4.18万元/延米，远高于环评阶段声屏障的投资单价。