

# 毕 业 设 计 论 文

题 目： 城市轨道交通噪声及防治措施分析

## 摘 要

21 世纪将是地铁行业蓬勃发展的世纪，它不占用城市宝贵土地和空间，既不对地面构成任何环境污染，又可以为乘客躲避城市嘈杂烦躁的空间提供良好环境。虽然轨道交通的建设满足城市居民出行的需要，缓解交通压力的同时，也产生很多不利影响噪声与振动就是主要问题之一。

本文首先本文针对城市轨道交通运行产生的噪声进行了背景的研究以及探究了在城市轨道交通近半个世纪经过高速发展后国内外的研究现状，其所达到的高度、当前面临的问题以及未来的噪声防治的主攻方向。

其次从城市轨道交通噪声入手，贯彻了有关噪声问题的基本概念、评价标准、特点与危害等相关知识，并针对城市轨道交通运行的特点和轨道交通噪声对城市环境的影响，从城市轨道交通噪声的多个方面入手，（如轮轨间、列车制动、列车设备运行、空气动力型、结构物及笛噪声等）对噪声产生的原因及防治对策和降噪措施进行探讨。

最后通过对城市轨道交通噪声来源、产生机理、特点及影响因素的分析,从控制噪声源、控制噪声传播途径等方面有针对性地提出了防治城市轨道交通噪声的有效措施。

**关键词：轨道交通；噪声防治；交通运输；轨道车辆**

## 目 录

摘 要.....	II
第一章 绪 论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 国内外研究现状.....	1
1.2.1 国内研究现状.....	2
1.2.2 国外研究现状.....	2
1.3 本章小结.....	2
第二章 城市轨道交通噪声概述.....	3
2.1 声音的基本概念.....	3
2.2 分贝的基本概念.....	3
2.3 噪声的评价标准.....	4
2.4 噪声的特点与危害.....	4
2.5 本章小结.....	5
第三章 城市轨道交通噪声来源及分类.....	6
3.1 轮轨间产生噪声分类.....	6
3.1.1 滚动噪声.....	6
3.1.2 冲击噪声.....	6
3.1.3 摩擦噪声.....	6
3.2 制动噪声.....	7
3.3 设备噪声.....	7
3.4 空气动力性噪声.....	8
3.5 结构物及笛噪声.....	8
3.6 本章小结.....	8
第四章 城市轨道交通噪声控制原理及措施.....	9
4.1 噪声源降噪.....	9
4.1.1 轮轨噪声控制.....	9
4.1.2 车体噪声控制.....	9
4.1.3 动力系统噪声控制.....	9
4.1.4 制动噪声控制.....	10
4.1.5 高架轨道噪声控制.....	10

4.1.6 地下铁道地面承载噪声控制.....	10
4.2 控制传播途径降噪.....	10
4.2.1 声屏障降噪.....	10
4.2.3 其他降噪措施.....	11
4.3 控制受声物.....	11
4.4 防治城市轨道交通噪声的对策措施.....	12
4.5 本章小结.....	13
结 论.....	14
参 考 文 献.....	14
致 谢.....	16

## 第一章 绪 论

20 世纪下半叶以来,随着城市经济日益发展,人口的增加,城市区域不断扩大,由于流动人口和汽车数量的猛增,城市交通量急速增加,道路的相对有限性与汽车生产的相对无限性产生了尖锐的矛盾,造成交通堵塞、事故频繁、能源过度消耗、尾气与噪声污染等一系列社会问题,行车难、乘车难,不仅成为市民工作和生活的一个突出问题,而且制约着城市经济的发展。但是,任何事物都具有两面性,轨道交通带给城市人民巨大利益的同时,也产生一些不利影响,噪声与振动是主要问题。

### 1.1 研究背景

随着我国国民经济的持续、快速发展,城市规模不断扩大,城市化进程逐步加快,城市人口急剧增加,流动人口也大量涌进城市,使城市交通面临着严峻的形势。目前,我国有百万人以上城市 174 座,其中超过两百万的城市 33 座。现代城市亟需有一个与其现代化生活相适应的,多层次、立体化、智能化的现代交通体系,要形成与城市发展布局高度协调的综合交通格局。由于轨道交通具有运量大、低污染、准时快捷等优点,能有效发挥城市交通和市际交通的整体效益,促使土地的有效开发利用,成为我国城市交通体系发展的重点。城市道路交通噪声已经困扰我们很长时间了,但也正是由于它出现的比较早,而且情况比较普遍,现在出现的治理方法有很多很多种,而我要研究的是随着交通运输业的迅猛发展而带来的一种不同于道路交通的噪声,即轨道交通噪声。现在道路交通状况容纳量已经接近饱和,在我国大城市内像北京上海这样的城市,道路交通问题层出不穷。<sup>[1]</sup>根据国内外的经验,发展城市轨道交通就成为解决这一问题的很好出路,而且作为国家基础设施建设的部分必将积极推动国民经济增长,并产生巨大的经济和社会效益。随着城市轨道交通从地下走向地面,轨道交通的振动和噪声污染日益成为影响城市环境的突出因素,这在一定程度上制约着城市轨道交通的可持续发展,同时也对居民的出行生活造成了很大的不利影响。

### 1.2 国内外研究现状

首先我们来看现在存在的轨道交通噪声现状。城市轨道交通现在的确带给城市 and 居民极大方便但是也不可避免地给环境造成诸如噪声、振动、电磁辐射、景观等方面的负面影响。由于城市轨道交通都运行在人口稠密地区,轨道交通产生的振动和噪声对环境的影响尤为突出。<sup>[2]</sup>

---

大量研究结果表明,地下铁路的环境问题主要是振动干扰,而轻轨交通的环境影响集中反映在噪声问题上。根据北京市环保局 2006 年 8 月至 2007 年 8 月 27 日期间噪声投诉统计显示,共有 51 件投诉记录。其中针对 5 号线投诉共 29 件针对 13 号线投诉共 11 件,八通线投诉 9 件,针对 2 号线投诉 1 件。这在一定程度上制约着城市轨道交通的发展。

### 1.2.1 国内研究现状

针对城市轨道交通噪声问题,我国政府也给出了相应的对策,从降低行车速度到使用降噪零部件,我国政府都作出了相应的努力。发展城市轨道交通是必然的,但同时也要注意解决其带来的噪声问题。引起城市轨道交通噪声的原因是多方面的,因此,对其控制措施也是多方面的。城市轨道交通噪声防治是一个综合性的系统工程,降低城市轨道交通系统的噪声应当从两个方面考虑,即控制噪声源和噪声的传播途径。首先应当考虑降低噪声源,分清哪些因素是产生噪声的主要来源,针对各种不同的噪声源分析其有效的控制措施。在对噪声源的控制已经达到极限的情况下,则需考虑控制噪声的传播途径,来减少噪声对沿线居民的干扰。<sup>[3]</sup>如何采取有效的减振降噪措施已经成为国内外城市轨道交通设计研究的热点问题之一。

### 1.2.2 国外研究现状

目前,国内已经开始对轨道交通噪声机理与控制的某些方面进行研究,而国外对轨道交通噪声的研究中涉及到诸如噪声源的定位、声屏障的计算、地面结构的振动、轮轨的优化设计等多个方面。世界各国都在设法采取有效的措施改善轨道结构,或开发全新轨道结构,以减小由于轮轨作用带来的噪声和振动危害。<sup>[4]</sup>如瑞士采用弹性短轨枕轨道(又称低振动轨道)来降低轨道噪声,美国、英国、德国、法国、意大利和日本等国采用这种方法,轨道总延长达数百公里,在加拿大温哥华,轨道交通车辆直接驶入大厦,可见其噪声控制达到了很高的水平。

## 1.3 本章小结

本章详细介绍了城市轨道交通目前的发展状况,以及其高速发展背景下所延伸出来我们目前急需解决的问题——噪声,针对噪声的研究国内外都在对城市轨道交通机理与控制的某些方面减震降噪极为重视并已取得了不错的研究成果,其中国外的研究范围已经涉及噪声源的定位、声屏障的计算、地面结构的振动、轮轨的优化设计等多个方面。减震降噪无疑是城市轨道交通发展未来道路上极其重要的一环。

## 第二章 城市轨道交通噪声概述

针对噪声问题，追根溯本从声音本身出发，了解其概念、产生、评价、影响对噪声的探究至关重要，更便于理解噪声的特点及其危害。其中，噪声的危害涉及到我们生活中的方方面面，以至于严重影响到了我们的生活起居，噪声问题无疑是城市轨道交通发展道路上一个复杂的难题。

### 2.1 声音的基本概念

声音 (sound)是由物体振动产生的声波。是通过介质 (空气或固体、液体)传播并能被人或动物听觉器官所感知的波动现象。最初发出振动 (震动)的物体叫声源。声音以波的形式振动 (震动)传播。声音是声波通过任何物质传播形成的运动。声音作为一种波，频率在 20 Hz~20 kHz 之间的声音是可以被人耳识别的。

物理中声音是由物体振动发生的，正在发声的物体叫做声源。物体在一秒钟之内振动的次数叫做频率，单位是赫兹，字母 Hz。人的耳朵可以听到 20Hz-----20000Hz 的声音。最敏感是 1000Hz-----3000Hz 之间的声音。

声音在不同介质中传播速度一般是固体>液体>气体，（例外如：软木 500m/s，小于煤油（25℃）、蒸馏水（25℃）等）声的传播速度与介质的种类和介质的温度有关。

### 2.2 分贝的基本概念

分贝 (decibel)是量度两个相同单位之数量比例的计量单位，主要用于度量声音强度，常用 dB 表示。“分” (deci-)指十分之一，个位是“贝” (bel)，一般只采用分贝。分贝是以美国发明家亚历山大·格雷厄姆·贝尔的名字命名的。

分贝是国家选定的非国际单位制单位，是我国法定计量单位中的级差单位，表示为 DB 其定义为：“两个同类功率量或可与功率类比的量之比值的常用对数乘以 10 等于 1 时的级差”同时，在中华人民共和国法定单位的补充说明中对“可与功率类比的量”加以了说明：“通常是指电流平方、电压平方、质点速度平方、声压平方、位移平方、速度平方、加速平方、力平方、振幅平方、场强和声能密度等。”

美国言语听力、协会提醒：长期在夜晚接受 50 分贝的噪音，容易导致心血管疾病；55 分贝，会对儿童学习产生负面影响；60 分贝，让人从睡梦中惊醒；70 分贝，心肌梗死的发病率增加 30%左右；超过 110 分贝，可能导致永久性听力损伤。

## 2.3 噪声的评价标准

较强的噪声对人的生理与心理会产生不良影响。在日常工作和生活环境中,噪声主要造成听力损失,干扰谈话、思考、休息和睡眠。根据国际标准化组织(ISO)的调查,在噪声级 85 分贝和 90 分贝的环境中工作 30 年,耳聋的可能性分别为 8%和 18%。在噪声级 70 分贝的环境中,谈话就感到困难。对工厂周围居民的调查结果认为,干扰睡眠、休息的噪声级阈值,白天为 50 分贝,夜间为 45 分贝。

美国环境保护局(EPA)于 1975 年提出了保护健康和安宁的噪声标准。中国也提出了环境噪声容许范围:夜间(22 时至次日 6 时)噪声不得超过 30 分贝,白天(6 时至 22 时)不得超过 40 分贝。

## 2.4 噪声的特点与危害

噪声就是有害的声音。噪声有很多不同的物理特征,但只有在产生令人不快的生理和心理作用时被称为噪声。噪声对人的影响是一个复杂的问题,不仅与噪声的性质有关,而且还与每个人的生理状况及社会生活等多方面因素有关。噪声级越高,对人的危害越大。噪声对人的危害主要有:造成人的听觉疲劳或听力损伤;影响身体健康;干扰谈话和扰乱睡眠;影响人们的工作和人们正常生活。

轨道交通类似于铁路交通,是循着一定轨道运行的列车交通形式,主要噪声源有轮轨系统和动力系统两大类。轮轨系统的噪声主要是车轮与钢轨间发出的摩擦声、撞击声、制动的尖叫声及振动辐射噪声;动力系统的噪声主要包括牵引动力机、压缩机、齿轮箱等设备的运转噪声<sup>[5]</sup>。

上海轨道交通明珠线车辆采用交流传动变压变频控制车组(VVVF),接触网受电,车体为大容量带空调铝制宽体车,外型尺寸为 22.8 m,列车编组辆数为 6 辆,每列车长约 140 m,列车最高运行时速为 80 km/h,旅行速度 35km/h;大连现代有轨电车采用整体道床、无缝线路,车辆由大连机车厂和大连电车公司共同研制,为中国第一辆低地板电车,列车最高运行时速为 80km/h,旅行速度 35 km/h;长春的现代电车采用专用车道、石碴道床,车辆采用湘潭生产的非低地板电车,列车最高运行时速为 50 km/h,旅行速度 20 km/h。

地铁交通除列车运行噪声外,还有风亭及冷却塔噪声。此外,地铁列车通过时振动会通过岩土传递到地表及建筑物内,振动传递的噪声也会形成环境污染。由于轨道交通大都穿越城市中心区,沿线建构物密集,噪声敏感点众多,对不同路段不同工点噪声源种类源强、影响范围和敏感点大,性质规模建构物布局以及周围环境均存在一定差异。<sup>[6]</sup>



就城市轨道交通噪声来说,地铁交通噪声大多在地下隧道长条形圆柱体内传递折射吸附衰减,主要是对城市地下空间环境的影响,影响的范围和群体相对较少;而地面式和高架式线路对城市环境噪声的影响其影响的范围和群体相对较多。据研究资料表明。地面列车运行噪声无大地吸收量最小辐射角为  $22\sim 26^\circ$ ,高架线路噪声辐射面较地面线路更大。<sup>[7]</sup>城市轨道交通噪声主要影响区域包括居民区居民楼学校、医院疗养院等敏感点,影响范围一般为:风亭噪声为其周围 40m 以内区域,高架区段及停车场为外轨中心线或厂界 120m 以内区域,临街第一排楼房以内区域等。

高架轻轨噪声除轮轨噪声、车体辐射噪声、动车组牵引电机噪声外,还有桥梁结构噪声,与地面轨道交通相比,其噪声辐射面大、影响范围广。

## 2.5 本章小结

本章首先阐述了声音的基本概念,以及其形成传输过程、条件等相关知识,其次讲述了国内外对于噪声方面的评价标准,为国内白天 50 分贝,夜间 45 分贝,美国白天 30 分贝,夜间 40 分贝,此为干扰人们休息的噪声级阈值。最后对噪声的特点及危害进行分析介绍,对于城市轨道交通来说其噪声产生途径较广泛,噪声敏感点众多,对不同路段不同工点噪声源种类源强、影响范围和敏感点大。造成人的听觉疲劳或听力损伤;影响身体健康;干扰谈话和扰乱睡眠;影响人们的工作和人们正常生活。

## 第三章 城市轨道交通噪声来源及分类

城市轨道交通车辆运行噪声可分为轮轨噪声、车辆制动噪声、空气动力性噪声、受电弓噪声、车辆转向架撮动噪声、结构物噪声、鸣笛噪声等。除车辆运行时产生的噪声外，还有车辆上各种机电设备产生的噪声，它包括牵引电机、齿轮传动、空气压缩机、空调、电磁噪声等。

### 3.1 轮轨间产生噪声分类

#### 3.1.1 滚动噪声

由于车轮踏面和钢轨表面粗糙，凸凹不平，钢轨表面伤痕磨耗及轮轨尺寸偏差等原因，车辆在钢轨上运行不是单纯的滚动，而是滚动的同时在极小范围产生跳动，轮轨间出现一定冲击，使钢轨的车轮产生强迫振动而发射出噪声。

#### 3.1.2 冲击噪声

轮轨冲击噪声是车轮通过钢轨接头、道岔部分以及车轮踏面擦伤、剥离后在钢轨上运行时由于冲击而产生的噪声。在轮轨冲击的间，属于簧下重量的轮对及钢轨将在轮轨接触点产生巨大的冲击力，从而激励轮对、转向架和车体以及轨道产生振动，辐射出噪声。从噪声源来考虑，分为轨道振动和车轮振动而引起噪声两种情况<sup>[8]</sup>。采取焊接长轨取代较短钢轨，轮轨冲击噪声明显降低，但在钢轨焊缝处仍能产生冲击。冲击噪声与滚动噪声不同的是其冲击较大，而是不连续的。

#### 3.1.3 摩擦噪声

摩擦噪声是车辆通过小半径曲线和道岔时产生的频率较高的刺耳的“吱吱”声。轨道车辆为了能顺利通过曲线，补偿内外轨车轮行驶的距离差，在车轮踏面上设有斜度，并且为在曲线区段有效利用踏面斜度，轨道内侧加宽<sup>[9]</sup>。由于踏面是具有一定锥度的圆锥形，内侧踏面直径大于外侧踏直径。当通过曲线时，虽然，外轨比内轨长，但因离心力的关系，轮对偏向外轨运行，使外侧车轮滚动长度比内侧车轮大，利用轮径大小以适应内外轨长短不同的特点，避免车轮在轨面上产生滑动，而使车辆顺利通过曲线。实际上在曲线区段，尽管车轮踏面有定锥度，车辆仍然不能以纯滚动通过曲线，这正是产生强烈刺耳尖叫声的根本原因。如下图 3.1 轮轨间噪声图，所示为轮轨间噪声的主要产生方式。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/895133324323011134>