



交通环境振动工程

Traffic Induced Environmental Vibrations and Controls

夏禾 等著



科学出版社
www.sciencep.com

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

交通环境振动工程

夏禾等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书作为国家科学技术学术著作出版基金资助出版的专著,较全面地介绍交通环境振动问题的研究历史和发展现状,交通引起的环境振动的特点、基本分析理论与方法,高速移动荷载引起的地面振动理论解析与数值模拟,环境振动控制标准,地面列车、地下铁道、高架轨道交通引起的环境振动分析与预测,轨道交通高架车站的振动,交通环境振动的控制理论与方法,轨道交通的噪声污染与防治。本书重点介绍交通引起的环境振动问题的分析理论、研究方法、防治措施及工程应用。

本书可供从事交通、铁路、环境工程及相关领域研究的科研人员和工程技术人员参考,并可作为高等院校研究生教材和大学的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

交通环境振动工程/夏禾等著. —北京:科学出版社, 2010
(国家科学技术学术著作出版基金资助出版)
ISBN 978-7-03-028242-2

I. ①交… II. ①夏… III. ①交通运输-振动公害 IV. ①U491.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 128875 号

责任编辑:童安齐 杨家福 王晶晶 / 责任校对:王万红

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 10 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2010 年 10 月第一次印刷 印张: 33 1/4

印数: 1—1 500 字数: 772 000

定价: 130.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<双青>)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137026(BA08)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

序 (一)

本书为夏禾教授继《车辆与结构动力相互作用》一书后另一巨作，阐述交通振动的产生与特点、振动声波与地震波的传播强度与途径，对周围建筑物、精密仪器的正常使用，杂讯与高频率振动对沿线居民身心健康的影响，以及各项防止噪声与环境振动的工程规范与措施。全书分十章，由作者偕同仁与研究生近十人分别撰写，再经作者综合整理全书，一气呵成。

铁路交通影响沿线居民安宁与环境，久为人知。1823年，英国人史蒂芬发明蒸汽机火车拖卸煤车，行驶于矿坑内4英尺8英寸半之铁轨上(1.435公尺，后成为标准轨距)，铁路火车立即成为重要陆路交通工具。1830年，英人建成自曼彻斯特至利物浦的客运铁路，虽车速很低，仍因噪声与路基振动受到抗议。之后铁路遍及欧亚大陆，亦遭致类似反对。

1876年英商建成自吴淞至上海之淞沪铁路，全长14.5公里，采用3英尺6英寸窄轨(1.067公尺)。次年，因噪声与路基振动遭沿线居民强烈反对，尔由清政府收购拆毁，是为中国第一条铁路。1881年，开平矿务局筑唐山至胥各庄之标准轨铁路运送煤矿。第一年，因恐惊动清室皇陵只准用骡马替代机车拖曳，次年始准用机车，国人立见其功效。有识大臣李鸿章等，倡议将之延伸为“津榆铁路”(后称“京奉铁路”)，南接天津、北京，北至奉天(今沈阳)，仍遭守旧大臣反对，至甲午战争(1894年)，仅修筑天津—山海关一段，战后完成全线，然津京段仅止于北京城南郊宛平县卢沟桥。1896年由张之洞等大臣奏请兴建北京至汉口之铁路，亦始于卢沟桥站，故称卢汉铁路。庚子年(1900年)，八国联军侵占北京后，始将铁路延至京城。

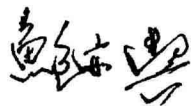
经过一百多年的发展，火车由烧煤之蒸汽机车进步至柴油机车、柴油机电车以及高压电缆输电之电车，路轨、枕木、道碴及路基等工程不断改进，虽车速提高至每小时120~180公里，噪声与地基振动反见减小。1964年，日本率先完成东京至大阪的轮轨式高速铁路(新干线)，时速达270~300公里，法、德、英等国继之，又产生新的空气阻力与侧向风力、高频噪声与地基强烈高频振动等问题。同时，日本与德国分别发展无轮轨式磁浮与磁悬火车，时速可提高至350公里以上，虽已试车行驶多年，因种种技术困难、行车耗电与工程费浩大，至今尚无一国采购为商业交通之用。

2004年，中国决定兴建全国高速铁路网，以时速高达200~350公里的电动轮轨式火车连接全国除西藏以外的所有省会及50万人口以上城市，总长1.8万余公

里，东北至哈尔滨、东南通沪杭甬及汕头、西南接昆明、西北连乌鲁木齐。兴建之铁路网对沿线环境及数亿居民的影响必定深远，不可不审慎进行规划、设计、建造、养护与管理，以期能日日平安行车，年年顺利营运。

交通环境振动工程的基本理论牵涉学科甚广，兼及弹性动力、空气动力、声学与振动、地震学、动力机械、电机与输电、桥梁与结构、岩石与土壤工程及环境工程学等学科。而专业学者如物理声学、地球物理学、工程地质学家及机械、电机、土木与环境工程师，以及介于科学与工程间的应用力学家（固体、流体与一般力学）对上述各学科在交通环境振动的应用认识不足；另一方面，研究交通环境振动问题，制定测评方法、控制标准以及制订规范的工程师，就本学科以外的基础理论，认知也难免欠缺。本书之出版正切合双方需要，就其不足与欠缺做总体性之提示，故乐为之序。

美国国家工程院院士



2009年6月

序

(一)

序 (二)

交通引起的环境振动影响到人们的生活、工作以及建筑物安全和精密仪器的正常使用，是关系城市可持续发展的一个重要问题，受到各国政府、城市环境和交通管理部门以及科研人员的重视。

本书著者夏禾教授长期从事交通引起环境振动理论与应用方面的研究工作，通过与比利时鲁汶大学、香港理工大学、日本铁路综合技术研究所、澳大利亚新南威尔士大学的国际合作，在比利时政府—中国科技部政府间合作项目、国家自然科学基金重点、北京市自然科学基金等 20 余项科研项目的支持下，对交通环境振动的污染规律、振源特性、振动传播途径、振动控制与预测方法等进行了深入系统的研究，取得了很好的研究成果。其中许多成果已经应用到我国交通系统的规划、设计和发展中，对城市轨道交通系统的环境评价和减振措施设计起到了促进作用。

《交通环境振动工程》是作者及其学术团队在本领域内多年研究成果的基础上撰写的，是国内第一部研究交通系统引起的环境振动及治理措施的学术专著。该书内容丰富、既有理论分析又有实际应用实例，内容严谨且完整，各章之间既有联系又相对独立，系统介绍了环境振动的基本理论、振动对环境的影响及其控制标准、环境振动的一般特点和地面轨道交通系统、高架轨道交通系统、地下铁道系统等对环境及周围建筑振动影响的特点，以及环境振动的控制与预测方法，轨道交通的噪声污染与防治等，这些都是交通环境振动工程研究领域中的前沿课题，具有较强的学术价值和应用参考价值。

本书的出版对我国城市交通系统的规划和设计，改善城市环境质量、降低振动水平、提高城市居民生活质量、保证古建筑物安全和精密仪器的正常使用等具有重要的理论意义、社会效益和良好的应用前景。

中国工程院院士

范仲华

2010 年 4 月

前 言

随着城市现代化进程,振动对生活和工作环境的影响引起了人们的普遍关注。据统计,除工厂、企业和建筑施工外,交通系统引起环境振动是公众反映中最强烈的,已经引起了各国政府、研究机构 and 高等院校的高度重视。对振源(交通车辆和支承结构)—传播路径(地基土)—受振体(人、建筑物、仪器设备)动力相互作用系统进行综合研究,以便对交通引起的环境振动影响作出分析和评估,是合理进行铁路、公路、城市轨道交通工程规划、设计的实际需要,对于承受移动荷载的交通土建工程结构物的可持续发展、改善城市环境质量、降低振动水平、提高城市居民生活质量、保证建筑物安全具有十分重要的理论和实际意义。

目前,很多发达国家都十分重视交通引起的环境振动问题的研究工作。主要采取理论分析与数值计算、模型试验和现场实测等方法进行研究。研究成果极大地促进了这些国家交通工程的发展。在国内,研究工作者先后建立了多种系统分析模型,并结合现场试验,对交通引起的环境振动问题进行了深入的研究,已经结合工程实际取得了许多有益的研究成果。

作者长期从事车桥相互作用理论与应用、交通引起的环境振动及控制方面的研究工作。1989—1990年赴比利时鲁汶大学作为访问学者,研究了轨道交通引起的结构振动及环境振动分析;之后,在国家自然科学基金(1996)、比利时—中国政府间合作项目(1998)的支持下,与比利时鲁汶大学、布鲁塞尔自由大学、比利时皇家军事学院等进行了有效的国际合作,开始系统地研究交通引起的环境振动问题;1999年、2000年在香港理工大学研究列车与桥梁系统的动力相互作用;2002年在日本铁路综合技术研究所研究列车对环境的振动影响;2007年在澳大利亚新南威尔士大学研究轨道交通引起的环境振动控制。2005年,获得了国家自然科学基金重点项目“城市轨道交通引起的环境振动及防治对策研究(50538010)”,与浙江大学、同济大学联手,并通过与比利时、香港、日本、澳大利亚学者的合作,对本课题进行了全面深入的研究,取得了一系列研究成果。其中许多成果已经应用到我国交通系统的规划、设计和发展中,促进了国民经济的发展。

上述研究工作还先后得到了国家自然科学基金面上项目(59678026)、教育部高等学校博士点专项基金(200000407)、北京市自然科学基金(8042017、8082021)、铁道部科技研究开发项目,比利时—中国政府间合作项目(BIL98/09、BIL04/17、BIL07/07)、欧共体 CONVURT 研究计划项目、北京交通大学科技基金(2004SZ005),以及北京市轨道交通建设管理有限公司项目(DTKS2004005002)等

相关项目的资助。

本书是在作者及其学术团队 20 年研究成果的基础上经补充、完善而完成的，同时也作为国家自然科学基金重点项目（50538010）和比利时—中国政府间合作项目（BIL07/07）的成果总结。期盼本书的出版能对读者有所裨益。

本书由北京交通大学夏禾确定各章节内容、制订全书大纲以及全书的统稿工作，并负责撰写第一章，第五章、第七章、第九章的主要内容，第二章、第四章的部分内容；曹艳梅负责撰写第二章、第四章的主要内容；刘维宁、刘卫丰、孙晓静、马蒙负责撰写第六章；张楠负责撰写第八章；郭薇薇负责撰写第十章；姚锦宝撰写第 5.2 节；魏鹏勃撰写第 5.4 节；陈建国撰写第 7.4 节；张鸿儒、栗润德撰写第 9.4 节。浙江大学陈云敏、蒋建群、边学成撰写第三章；同济大学高广运撰写 9.2 节、9.3 节、9.7 节；香港理工大学徐幼麟撰写第 9.6 节。博士生邓玉姝、程潜、高飞分别参加了第六章、第八章、第十章部分内容的撰写工作。

在本书的出版过程中，得到国家科学技术学术著作出版基金的资助，并得到美国国家工程院鲍亦兴院士，中国工程院王梦恕院士、施仲衡院士，中国科学院朱位秋院士的支持和鼓励，鲍亦兴院士和施仲衡院士还欣然为本书作序，对交通环境振动的研究成果给予了充分的肯定，并提出了许多宝贵的建议，作者表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免有缺点和错误之处，恳请读者批评指正。

夏禾

2010 年 3 月于北京交通大学

目 录

第一章 绪论	3
1.1 交通引起的环境振动问题	4
1.2 交通引起的环境振动国内外研究状况	10
1.3 交通系统环境振动影响的特点	17
1.3.1 振动的产生与传播	17
1.3.2 交通环境振动的一般特点	18
1.4 交通系统环境振动的研究内容	28
1.5 交通系统环境振动的研究方法	31
参考文献	33
第二章 交通引起环境振动的基本分析理论与方法	39
2.1 交通引起环境振动的振源	39
2.1.1 车辆振动的基本形式	39
2.1.2 轨道交通振源模型	40
2.1.3 公路交通振源模型	45
2.2 振动在土层中的传播	50
2.2.1 振动波在土中的传播与衰减	50
2.2.2 无限介质中的纵波方程和横波方程	51
2.2.3 半无限介质中的表面波方程	53
2.2.4 谐和线振源-弹性半空间解析分析模型	54
2.2.5 运行列车-轨道-环境振动(点振源列阵)解析分析模型	56
2.3 地基土表面位移 Green 函数	59
2.3.1 地基土模型的建立	59
2.3.2 地基土的动力特征参数	59
2.3.3 单层土体的振动传递关系	60
2.3.4 分层刚性基础地基土表面位移和应力的关系	63
2.3.5 半空间地基土表面位移和应力的关系	64
2.3.6 分层弹性半空间地基土表面位移和应力的关系	65
2.3.7 波数-频率域内地基土表面位移 Green 函数	65
2.3.8 空间-时间域内地基土表面位移 Green 函数	66

2.4 分层地基土的动力学特性	68
2.4.1 频散曲线和截止频率	68
2.4.2 移动荷载与地基土的共振频率	70
2.5 移动荷载引起的地基土振动	72
2.5.1 Betti-Rayleigh 动力互易定理	72
2.5.2 地基土 Green 函数的互易性	73
2.5.3 移动荷载引起地基土振动的理论推导	74
2.5.4 表面移动荷载引起的地基土振动	75
2.5.5 表面移动常力荷载和移动简谐荷载引起的地面振动	76
2.5.6 算例分析	78
参考文献	81
第三章 高速移动荷载引起的地面振动理论解析与数值模拟	85
3.1 移动荷载作用下黏弹性半空间上无限长梁的动力响应	85
3.1.1 基本方程	85
3.1.2 弹性半空间体的等效刚度	86
3.1.3 任意动荷载作用下黏弹性半空间上无限长梁稳态挠度的一般解	88
3.1.4 数值计算分析	90
3.2 移动荷载作用下黏弹性半空间体的动力响应	96
3.2.1 基本方程	96
3.2.2 荷载描述	97
3.2.3 黏弹性半空间体在移动荷载作用下动力响应的解析解	98
3.2.4 数值计算分析	103
3.3 移动列车作用下轨道-层状地基的动力响应	113
3.3.1 轨道-层状地基动力相互作用模型	113
3.3.2 列车荷载模型	116
3.3.3 移动列车引起的轨道和地基振动	117
3.4 移动列车作用下轨道-非规整地基的动力响应	121
3.4.1 轨道-地基相互作用模型	122
3.4.2 矩形移动荷载引起的地基振动	125
3.4.3 移动列车产生的轨道-地基振动	131
参考文献	137
第四章 振动对环境的影响及其控制标准	141
4.1 振动对生活环境及人体健康的影响	141
4.1.1 振动对人日常生活和工作的影响	141
4.1.2 振动对人体健康的影响	142
4.2 保护环境及人体健康的振动控制标准	146
4.2.1 振动的参量及评价指标	147
4.2.2 环境场地振动控制标准	149
4.2.3 保护人体健康振动控制标准	151

4.3 振动对建筑物安全的影响及控制标准	160
4.3.1 ISO 推荐的建筑振动标准	160
4.3.2 德国标准	161
4.3.3 英国标准	161
4.3.4 瑞士标准	162
4.3.5 其他一些对建筑物振动限值的研究	163
4.3.6 古建筑物的振动控制标准	165
4.4 振动对精密仪器使用性能的影响及容许标准	167
4.5 交通车辆的振动影响及控制标准	171
4.5.1 轨道交通车辆振动的影响及控制标准	171
4.5.2 汽车振动对人舒适度的影响及控制标准	176
4.5.3 人行桥的振动影响及限值	178
参考文献	180
第五章 地面列车引起的环境振动	185
5.1 环境振动列车动荷载模型	185
5.1.1 车辆模型	186
5.1.2 轨道模型	187
5.1.3 轨道不平顺	189
5.1.4 车辆荷载作用下的轨道振动	190
5.2 地面列车引起的环境振动分析模型	197
5.2.1 列车-轨道系统分析模型	198
5.2.2 路基-地层-接触面-建筑物系统模型	198
5.3 地面列车引起的环境振动测试与分析	206
5.3.1 京广线列车振动对自由场地和建筑物影响的测试	206
5.3.2 列车引起高层建筑物振动的试验研究	218
5.4 地面列车引起的环境振动影响分析与预测	225
5.4.1 地面列车引起的环境振动计算分析	225
5.4.2 地面列车引起的环境振动预测	231
参考文献	234
第六章 地下铁道引起的环境振动	239
6.1 地下铁道的环境振动特点、产生与传播机理	239
6.2 地铁列车-轨道-隧道结构-环境地层振动分析模型	242
6.2.1 地铁列车荷载的模拟	242
6.2.2 轨道基础-隧道衬砌-环境地层系统分析模型	247
6.2.3 地铁列车引起的环境振动分析案例	253
6.3 北京地铁既有线振动测试与分析	259
6.3.1 测试设备	259
6.3.2 测点布置	260
6.3.3 轨道振源测试分析	261

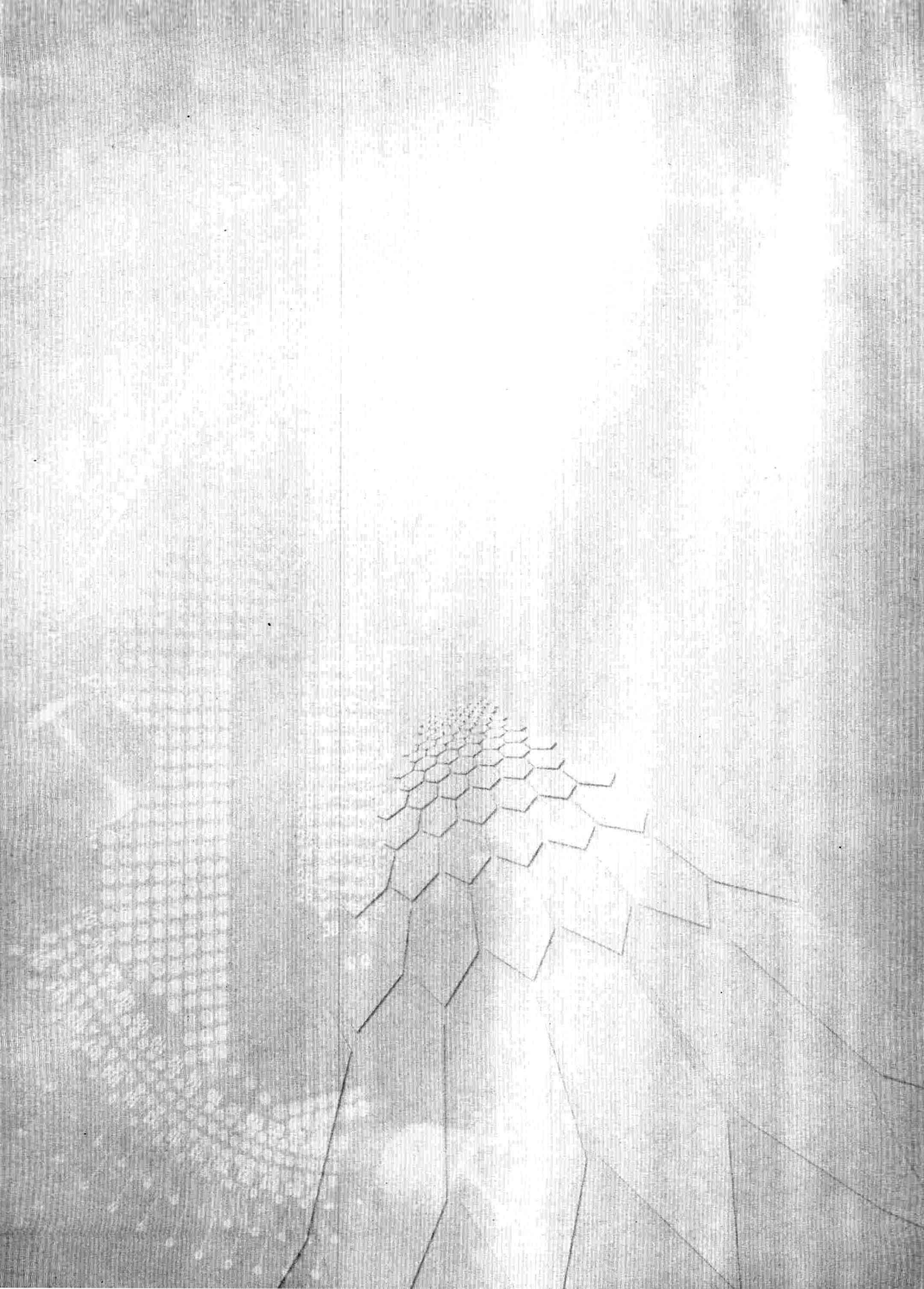
6.3.4 地面振动测试结果及分析	266
6.4 列车-轨道-隧道-地层-建筑物振动预测	272
6.4.1 地铁列车引起的地面振动分析与预测	272
6.4.2 地铁振动对精密仪器使用影响的预测	275
6.5 地铁列车对古建筑物的振动影响分析	283
6.5.1 交通振动对古建筑的影响	283
6.5.2 古建筑物的环境振动影响分析	284
参考文献	291
第七章 高架轨道交通引起的环境振动	297
7.1 高架轨道交通环境振动的特点	297
7.1.1 高架轨道交通环境振动的振源	297
7.1.2 高架轨道交通环境振动的特点	298
7.2 列车-桥梁-环境振动系统分析模型	300
7.2.1 列车-轨道-桥梁相互作用系统分析模型	301
7.2.2 车辆与桥梁的共振响应	308
7.2.3 桥墩-基础-土层-建筑物体系动力分析模型	313
7.3 高架轨道交通引起的环境振动现场测试	316
7.3.1 高架桥梁轨道不平顺测试	317
7.3.2 高架桥梁振动试验	321
7.4 高架轨道交通引起的环境振动影响分析与预测	329
7.4.1 高架列车引起的环境振动计算分析	330
7.4.2 高架轨道交通引起的环境振动预测	334
参考文献	336
第八章 轨道交通高架车站的振动	341
8.1 高架车站环境振动特点	341
8.1.1 我国高速铁路高架车站的发展	341
8.1.2 我国城市轨道交通高架车站的发展	347
8.1.3 高架车站结构类型和特点	348
8.1.4 高架车站结构振动问题	351
8.1.5 高架车站结构振动的研究内容	352
8.2 列车-高架车站系统振动分析方法	353
8.2.1 车桥动力响应分析模型	353
8.2.2 列车制动力和起动力	362
8.2.3 人群动荷载	365
8.2.4 车站内机械设备的影响	368
8.3 高架车站环境振动影响的分析与预测实例	369
8.3.1 新广州火车站环境振动影响分析与预测	369
8.3.2 新深圳火车站环境振动影响分析与预测	374
参考文献	382

第九章 交通环境振动的控制	385
9.1 振源强度控制	385
9.1.1 车辆的优化措施	385
9.1.2 轨道结构的减振	387
9.1.3 振源强度控制的其他措施	393
9.2 传播路径控制的基本方法	394
9.2.1 弹性基础隔振的基本原理	395
9.2.2 屏障隔振的分类	396
9.3 地面振动屏障隔振分析	399
9.3.1 隔振沟隔振分析	399
9.3.2 波阻板的优化分析	401
9.4 地铁振动的屏障隔振分析	402
9.4.1 混凝土地下连续墙的隔振分析	403
9.4.2 空沟屏障的隔振分析	405
9.4.3 填充沟屏障的隔振分析	406
9.4.4 组合隔振屏障的隔振	410
9.5 建筑物的基础隔振	415
9.5.1 受振体的基础隔振基本原理	415
9.5.2 建筑物的基础隔振	416
9.6 高科技设施的微振动控制	418
9.6.1 研究背景	418
9.6.2 分析模型	420
9.6.3 数值模拟分析	425
9.6.4 试验研究	432
9.6.5 研究结论	440
9.7 环境振动控制工程实例	441
9.7.1 上海虹桥综合交通枢纽工程的振动传播控制	441
9.7.2 上海光源工程土建变形和振动控制	446
9.8 减轻交通系统对周边建筑物影响的规划设计原则	449
9.8.1 环境振动影响评价	449
9.8.2 规划设计原则	453
参考文献	454
第十章 轨道交通的噪声污染与防治	459
10.1 噪声对生活和工作的影响	460
10.2 环境噪声的控制标准	463
10.2.1 噪声强弱的客观和主观表示方法	463
10.2.2 国内外轨道交通噪声评价方法	465
10.3 轨道交通环境噪声影响特点	471
10.3.1 噪声源分析	471

10.3.2	高速列车噪声源特点介绍	474
10.3.3	高架结构的噪声问题	477
10.3.4	车厢内部噪声分析	480
10.3.5	车速对噪声源的影响	480
10.4	振动引起的结构噪声分析	481
10.4.1	结构噪声的产生	481
10.4.2	结构噪声的分析方法	482
10.5	噪声传播过程中的衰减	487
10.5.1	几何发散衰减	488
10.5.2	空气吸收引起的衰减	490
10.5.3	声屏障引起的衰减	490
10.5.4	地面效应衰减	492
10.5.5	其他方面效应引起的衰减	493
10.6	环境噪声治理	493
10.6.1	合理规划	494
10.6.2	车辆设备噪声控制	494
10.6.3	降低轮轨噪声	495
10.6.4	高架结构噪声控制	497
10.6.5	修建声屏障	497
10.6.6	利用自然环境控制噪声	499
10.6.7	轨道交通沿线建筑物噪声控制措施	500
10.7	北京城市轨道交通噪声测试与调查	500
10.7.1	高架桥梁噪声测试与预测分析	500
10.7.2	轨道交通车站噪声测试	508
10.7.3	车厢内噪声测量	513
10.7.4	调查与试验结论	514
	参考文献	514

第一章 绪 论

- 1.1 交通引起的环境振动问题
- 1.2 交通引起的环境振动国内外研究状况
- 1.3 交通系统环境振动影响的特点
- 1.4 交通系统环境振动的研究内容
- 1.5 交通系统环境振动的研究方法



第一章 绪 论

人类生活的世界处处充满着振动：天上的飞机在振动，海洋上的船舶在振动，地面上的火车、汽车在振动，地面下地铁列车在振动，工厂里的各种机械、建筑物内的各种设备、人们的各种活动……每时每刻都在产生不同程度的振动。

随着现代工业的迅速发展、城市规模的日益扩大，振动对大都市生活环境和工作环境的影响引起了人们的普遍注意。国际上已把振动列为七大环境公害之一，并开始着手研究振动污染的特点、振动产生的原因、振动传播的规律以及振动的控制措施等。

所谓振动公害，是指由于人类生活和生产活动所引起的地面、建筑物、交通车辆等的振动对人们生活和工作环境的影响、对人体健康的影响、对建筑物安全的影响以及对精密仪表设备正常使用的影响等。

振动公害的来源，可以归纳为以下几个方面：

工厂：冲压机、锻造机、压缩机、铸造机、材料切割机等机械运行产生的冲击和振动。特别是在工业发展的初级阶段，许多工厂建在居民区附近，而且设备的振动比较大，直接影响居民的生活和休息。例如国内某大型汽车厂的中央计量室，由于安置于砂土与黑色淤积土层中的5台空压机基础的振动，致使远离振源180m处的一座四层建筑物发生共振从而危及安全。

建筑工地：施工爆破、基础开挖、钻孔、打桩、材料破碎、地面夯实、混凝土搅拌和泵送、材料及渣土运输等施工活动产生的冲击和振动。例如某住宅因附近施工打桩400根，产生振动约200~300万次，引起了房间窗顶拱圈的破坏。

交通车辆：铁路、公路、城市道路、地下铁道等交通车辆引起的振动。这方面的事例很多，将在下文详细说明。

其他：由于人类其他活动产生的振动。

在这些振动发生的同时，还会伴随产生相应的环境噪声问题。

相关统计表明，除工厂、企业和建筑施工之外，交通系统引起的环境振动（主要是建筑物的振动）问题是公众反映中最强烈的，约占环境振动污染总投诉率的14.2%，见图1.1^[66]。

在图1.1中的这些振动污染源，工厂可以设法建在远离居民区的地方，建筑工地的影响一般也仅限于在建筑施工期间；而交通引起的环境振动对人民生活和工作影响则是长期的，每日每时的，而且就发生在人们的身边，是难以回避的。所以，对交通引起的环境振动进行研究和控制具有非常重要的现实意义。