

室内声环境质量测量 评价方法探讨与实践

卢庆普 罗钦平 编著



中国科学技术出版社

TU112.2/1

2007

室内声环境质量测量评价 方法探讨与实践

卢庆普 罗钦平 编著

中国科学技术出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

室内声环境质量测量评价方法探讨与实践/卢庆普, 罗钦平
编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5046-4767-2

I. 室... II. ①卢...②罗... III. 民用建筑-室内声学-
噪声测量-研究 IV. TU112.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 124836 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本: 787 毫米×960 毫米 1/16 印张: 14 字数: 230 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 49.00 元

ISBN 978-7-5046-4767-2/X·96

前 言

随着社会的发展，生活在都市的人们越来越多地受到室内声环境质量问题困扰，这些困扰可能是来自同一建筑物内的固定噪声源，例如生活水泵、电梯、变压器、空调主机等；也可能来自生活或工作地点户外的噪声源，例如厨房风机、冷却塔、地面交通噪声等。这些通过结构传声或空气传声引起的室内声环境质量问题个案的共同特征是：用 A 声级表达的测量结果并不高，多数并未超出用 A 声级表示的相关标准，但受影响者的主观反映却非常强烈。近年来，全国各地环保部门收到越来越多有关室内声环境质量问题的投诉。由于上述原因，导致室内声环境质量问题多数得不到及时、正确的解决，由此引发了许多社会问题。室内声环境质量问题已经引起人们越来越多的关注。

室内声环境质量问题应该如何测量与评价？这个问题在国内外一直都在研究和探索中。作者在长期的环境噪声测量评价工作的实践中发现，只要运用合适的评价量和评价方法，对室内声环境质量的测量评价完全可以实现主客观的统一。这种主客观统一的意义在于：能客观地指出敏感建筑室内是否存在声环境的质量问题、能准确地指出造成敏感建筑室内声环境质量问题的主要噪声源、能帮助相关管理部门正确地认识和解决存在的敏感建筑室内声环境质量问题等。作者在研究了大量的通过结构传声或空气传声引起的室内声环境质量问题个案的基础上，提出了一套比较完整的室内声环境质量的测量评价方法。该方法已获得国家发明专利（专利号：ZL 2005 1 0034067.8）。近几年，我们运用该方法成功地解决了大量的室内声环境质量问题。

我们把对室内声环境质量问题的一些看法，对室内声环境质量测量评价方法探讨的思路和我们总结的方法，以及大量运用该方法对室内声环境质量问题进行测量评价的个案编著成此书，以供从事环境保护工作、从事噪声治理工作以及受噪声困扰的人们参考，期望收到抛砖引玉之效果。本书共分五章：第一章基础及问题篇；第二章方法篇；第三章结构传声个案分析篇；第

四章空气传声个案分析篇；第五章地面交通噪声污染防治技术——敏感建筑室内降噪措施效果分析篇。

需要指出的是，本书介绍的室内声环境质量测量评价方法主要是针对如下内容作出判断的限值、判据以及测量方法：

- (1) 判断敏感建筑室内是否存在声环境质量问题；
- (2) 判断造成敏感建筑室内声环境质量问题的主要噪声源。

本书承华南理工大学建筑学院吴硕贤院士悉心审阅，提出宝贵意见。作者在编著过程中，曾得到中科院声学研究所程明昆研究员，华南理工大学翁仪璧老师，中国环境科学研究院环境标准研究所周扬胜、张国宁先生，杭州爱华仪器有限公司熊文波先生以及广州新静界消音材料公司和广州白云减振器有限公司的领导及有关同志的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

我们诚恳地欢迎读者对本书提出宝贵的意见和建议。

E-mail: luqingpu@21cn.com, qzxjj@126.com。

卢庆普 罗钦平
2007年6月于广州

■■■■■■■■■■>>>>>>>>>

目 录

第一章 基础及问题篇	(1)
第一节 民用建筑室内声环境质量问题概述	(1)
一、室内声环境问题由来已久并有日益增多的趋势	(1)
二、A 声级未能客观地反映民用建筑室内声环境问题	(1)
三、室内声环境问题的特征	(2)
四、构建和谐社会需要正确地评价室内声环境问题	(7)
第二节 室内声环境问题评价思路的探讨	(8)
一、环境噪声标准与敏感建筑室内实际声环境的偏离	(8)
二、《民用建筑隔声设计规范》中的各类型建筑室内噪声 限值与室内实际声环境接近	(10)
三、A 计权网络的特性和 A 声级的缺陷	(11)
第三节 A 声级与 NR 评价曲线的关系	(14)
第二章 方法篇	(16)
第一节 民用建筑室内声环境质量评价	(16)
第二节 民用建筑室内声环境质量评价量及其限值	(17)
一、评价量	(17)
二、A 声级的限值	(17)
三、倍频带声压级的限值	(18)
第三节 对评价量及其限值提出的要求	(18)
一、室内声环境质量及其频谱特性的判断	(18)
二、影响民用建筑室内声环境质量主要噪声源的判断	(19)

第四节 测量方法	(20)
一、测量仪器	(20)
二、测量位置和室内条件	(20)
三、气象条件	(21)
四、采样方式	(21)
五、测量时间	(21)
六、测量值	(22)
七、测量记录	(22)
附录	(23)
一、NR 噪声评价曲线图	(23)
二、噪声评价数 NR 对应的倍频带声压级数值表	(24)
第三章 结构传声个案分析篇	(25)
第一节 结构传声引起的民用建筑室内噪声污染	
个案分析的说明	(25)
一、结构传声个案分析的说明	(25)
二、结构传声个案分类	(27)
第二节 风机类	(27)
个案一 LL 量贩歌厅厨房抽油烟机	(27)
一、个案基本情况	(27)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(27)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(28)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源	
分析判断表	(30)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(30)
六、测量结果综述	(34)
个案二 HJ 办公楼 8 层风机房	
(驻波产生的低频噪声污染)	(36)
一、个案基本情况	(36)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(36)

三、档案室房间尺寸及谐波频率表	(36)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(37)
五、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(38)
六、7 层资料档案室内各测点噪声 1/3 倍频带频谱特性比较	(38)
七、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(39)
八、测量结果综述	(41)
第三节 空调机组	(42)
个案一 DX 广场 47 层空调机房（噪声源减振降噪治理前）	(42)
一、个案基本情况	(42)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(42)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(43)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(45)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(45)
六、测量结果综述	(49)
个案二 DX 广场 47 层空调机房（噪声源减振降噪治理后）	(51)
一、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(51)
二、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(52)
三、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(54)
四、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(54)
五、测量结果综述	(58)
个案三 SW 局空调机房（噪声源减振降噪治理前）	(59)
一、个案基本情况	(59)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(60)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(60)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(61)

五、测量结果综述	(61)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(62)
个案四 SW 局空调机房 (噪声源减振降噪治理后)	(64)
一、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(64)
二、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(65)
三、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(66)
四、测量结果综述	(66)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(67)
六、减振降噪治理前后噪声频谱测量结果比较图	(69)
第四节 冷却塔	(71)
个案 LS 商住楼天台冷却塔	(71)
一、个案基本情况	(71)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(71)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(71)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(72)
五、测量结果综述	(73)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(74)
第五节 生活水泵	(76)
个案一 ZX 住宅小区 F3 栋住宅楼首层生活水泵房	(76)
一、个案基本情况	(76)
二、受影响地点室内夜间 A 声级测量结果比较表	(76)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(77)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 的分析判断表	(79)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(79)
六、测量结果综述	(83)

个案二 JX 住宅小区 9 栋地下一层生活水泵房	
(噪声源减振降噪治理前)	(84)
一、个案基本情况	(84)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(85)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(86)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源	
分析判断表	(88)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(89)
六、测量结果综述	(92)
个案三 JS 住宅小区 9 栋地下一层生活水泵房	
(噪声源减振降噪治理后)	(94)
一、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(94)
二、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(95)
三、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源	
分析判断表	(97)
四、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(97)
五、测量结果综述	(101)
六、减振降噪治理前后噪声频谱测量结果比较图	(102)
第六节 歌舞厅与酒吧	(106)
个案一 YY 娱乐歌舞厅	(106)
一、个案基本情况	(106)
二、受影响地点室内夜间 A 声级测量结果比较表	(106)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(107)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源	

二、受影响地点室内夜间 A 声级测量结果比较表	(115)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(116)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(118)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(118)
六、测量结果综述	(122)
第七节 电梯	(123)
个案一 中山市 KY 住宅区 L2 栋顶层电梯机房	(123)
一、个案基本情况	(123)
二、受影响地点室内夜间 A 声级测量结果比较表	(124)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(124)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(125)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(125)
六、测量结果综述	(126)
个案二 DF 广场 X 栋住宅楼电梯机房	(126)
一、个案基本情况	(126)
二、受影响地点室内夜间 A 声级测量结果比较表	(126)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(127)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(128)
五、测量结果综述	(128)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(129)
第八节 变压器	(130)
个案一 佛山市南海区西樵 XJ 住宅区 CH 园 3 座 1 号变压器	(130)
一、个案基本情况	(130)
二、受影响点与对照点室内夜间 A 声级测量结果比较表	(131)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(131)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源	

■■■■■■■■■■>>>>>>>>>

分析判断表	(132)
五、测量结果综述	(132)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(133)
个案二 广州市龙口西路某住宅楼首层变压器	(135)
一、个案基本情况	(135)
二、受影响点与对照点室内夜间 A 声级测量结果比较表	(136)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(136)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(137)
五、测量结果综述	(137)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(138)
第四章 空气传声个案分析篇	(139)
第一节 空气传声引起的民用建筑室内噪声污染个案	
分析的说明	(139)
一、空气传声个案分析的说明	(139)
二、空气传声个案分类	(141)
第二节 空调冷却塔	(141)
个案 广州市 JY 超市空调冷却塔	(141)
一、个案基本情况	(141)
二、受影响地点及主要噪声源位置示意图及照片	(142)
三、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(143)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(144)
五、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(144)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(145)
七、测量结果综述	(145)
第三节 厨房设备	(146)
个案 SZF 办公楼饭堂	(146)
一、个案基本情况	(146)

二、受影响地点室内昼间不同时间 A 声级测量结果比较表	(147)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(148)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性及主要噪声源 分析判断表	(151)
五、受影响地点室内不同时间室内声环境质量频谱分析图	(152)
六、测量结果综述	(159)
第四节 道路交通	(160)
个案一 HT 宾馆	(160)
一、个案基本情况	(160)
二、受影响地点室内 A 声级测量结果比较表	(161)
三、受影响房间窗户的结构及共振频率表	(161)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(162)
五、受影响地点室内声环境质量频谱特性分析表	(164)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(165)
七、测量结果综述	(169)
个案二 YD 大厦	(170)
一、个案基本情况	(170)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(170)
三、受影响房间窗户的结构及共振频率表	(170)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(171)
五、受影响地点室内声环境质量频谱特性分析表	(173)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(174)
七、测量结果综述	(177)
个案三 HJ 住宅区	(178)
一、个案基本情况	(178)
二、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(179)
三、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(179)
四、受影响地点室内声环境质量频谱特性分析表	(180)
五、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(181)

六、测量结果综述	(181)
第五章 地面交通噪声污染防治技术	
——敏感建筑室内降噪措施效果分析篇	(183)
第一节 敏感建筑室内降噪措施在地面交通噪声污染防治	
技术中的作用	(183)
第二节 敏感建筑室内降噪措施效果分析个案的说明	(184)
第三节 敏感建筑室内地面交通噪声降噪措施个案	(186)
个案一 广州市禺东西路某住宅楼 9 楼 901 单元主人房	(186)
一、个案基本情况	(186)
二、受影响地点采取地面交通噪声户内防治措施前后	
基本情况介绍	(187)
三、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(187)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(188)
五、受影响地点室内声环境质量变化分析表	(189)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(189)
七、测量结果综述	(191)
个案二 广州市禺东西路某住宅楼 14 楼 1406 单元主人房	(192)
一、个案基本情况	(192)
二、受影响地点采取地面交通噪声户内防治措施前后	
基本情况介绍	(192)
三、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(193)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(194)
五、受影响地点室内声环境质量频谱特性分析表	(195)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(195)
七、测量结果综述	(197)
个案三 广州市农林下路某住宅楼南塔楼 1901 单元主人房	(198)
一、个案基本情况	(198)
二、受影响地点采取地面交通噪声户内防治措施前后	

基本情况介绍	(199)
三、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(199)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(200)
五、受影响地点室内声环境质量频谱特性分析表	(201)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(201)
七、测量结果综述	(203)
个案四 广州市禺东西路某住宅楼 14 层 1406 单元起居室	(204)
一、个案基本情况	(204)
二、受影响地点采取地面交通噪声户内防治措施前后	
基本情况介绍	(205)
三、受影响地点室内昼间 A 声级测量结果比较表	(205)
四、噪声频谱测量结果与 NR 评价曲线比较表	(206)
五、受影响地点室内声环境质量频谱特性分析表	(207)
六、受影响地点室内声环境质量频谱分析图	(207)
七、测量结果综述	(209)

第一章 基础及问题篇

第一节 民用建筑室内声环境质量问题的概述

一、室内声环境质量问题的由来已久并有日益增多的趋势

从 20 世纪 90 年代以来,随着城市建设的快速发展,各类住宅楼、生活小区、综合性多层与高层建筑物陆续建成并投入使用,而建筑物附近以及内部安装了相应的机电设施,如电梯、生活用水泵、供电变压器、空调制冷机组、冷却水塔、各类通风机、抽油烟机等。甚至在住宅综合楼或宾馆酒店的客房综合楼内设置了歌舞厅等娱乐场所。上述各类设备在运行中产生的振动和噪声,通过结构传声或空气传声的方式传播至各类建筑物室内,对室内工作或居住者造成日益增多的噪声干扰。室内声环境质量问题的由来已久并有日益增多的趋势。

另外,最近几年,随着城市公交事业的快速发展,使用各种清洁能源的公交车相继出现,有些城市已经实现了燃气公交车的普及。但随之而来的交通噪声扰民的投诉也日益增多。在实际调查中发现,道路两侧的住宅建筑内,有些住户即便已经安装了两层甚至三层玻璃窗,仍无法抵挡公交车在启动的加速行驶过程中产生的低频噪声干扰——某些类型的公交车已经成为城市中影响最广的低频噪声污染源。

二、A 声级未能客观地反映民用建筑室内声环境质量问题的

目前我国在环境保护方面所运用的与环境噪声有关的国家标准,其主要评价量基本是等效 A 声级或称为等效连续 A 声级。环保部门在环境噪声监测中常用的国家标准如下:

(1)《城市区域环境噪声标准》GB3096-1993;

- (2) 《城市区域环境噪声测量方法》GB/T 14623-1993;
- (3) 《工业企业厂界噪声标准》GB12348-1990;
- (4) 《工业企业厂界噪声测量方法》GB12349-1990;
- (5) 《声学 环境噪声测量方法》GB/T 3222-1994。

在运用上述国家标准进行环境监测与评价的实践过程中,我们发现,在民用建筑室内存在声环境质量问题投诉的许多个案中,用等效 A 声级表达的客观结果与工作或居住在其中的人们的主观感觉并不一致,即存在声环境质量问题的室内工作或居住的人们在主观上明显感觉受到噪声的干扰,但用声学仪器测量的等效 A 声级却不能正确地反映其状况。

三、室内声环境质量问题的特征

近年来各地环保部门不断收到室内声环境质量问题的投诉。这类个案的特点是:用等效 A 声级作为评价量其测量结果并不高,多数情况并没有超出受影响建筑物所在声功能区的室内环境噪声标准,但受影响者的反映却非常强烈,有些受影响的群众甚至反映感觉简直要发疯了。

我们可以通过下面由结构传声和空气传声引致的民用建筑室内声环境质量问题的个案了解到,室内声环境质量问题的共同特征是:当产生室内声环境质量问题的噪声源运行时,在受影响建筑物室内实际测量的等效 A 声级数值虽然并不高,但其噪声频谱中,某些中心频率(多数在 500Hz 以下)对应的声压级往往呈现异常的峰值,通常比背景值高出 5 分贝以上。

(一) 由结构传声产生的民用建筑室内声环境质量问题的个案

1. 水泵房通过结构传声产生的民用建筑室内声环境质量问题

图 1-1 展示的是广州番禺区某住宅小区某栋楼 2 层主人房室内昼间声环境受负一层生活水泵结构传声影响的噪声频谱图。在受影响房间室内昼间关窗状态下,实际测量的等效 A 声级为 36.7 dB,低于该住宅小区昼间室内环境噪声 $45 L_{Aeq,T}$ dB 的标准。但中心频率 125 Hz 对应的声压级呈现异常的峰值,比背景值高出 14.9 dB。

2. 厨房抽油烟机通过结构传声产生的民用建筑室内声环境质量问题

图 1-2 展示的是广州某办公楼 6 层室内昼间声环境受 2 层某单位厨房抽油烟机结构传声影响的噪声频谱图。在受影响房间室内昼间关窗状态下,实际测量的等效 A 声级只有 40.0 dB,远低于该办公楼昼间室内环境噪声 $50 L_{Aeq,T}$ dB 的

■■■■■■■■■■>>>>>>>>>>