



噪声及其控制

分册5c

可持续发展的交通:发展中城市政策制定者资料手册



代表以下单位

Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

资料手册简介

可持续发展的交通:发展中城市政策制定者资料手册

本套资料手册是什么?

本书是一套关于可持续城市交通的资料手册,阐述了发展中城市可持续交通政策框架的关键领域。目前共有二十三本分册。

供什么人使用?

本书的使用对象,主要是发展中城市的政策制定者及其顾问。它提供了适宜于一定范围发展中城市使用的政策工具。书中各项内容,均反映了本书是针对上述对象编制的。

应当怎样使用?

本书有多种使用方法。因此本套手册应当保存在一起,各个分册应该分别提供给参与城市交通工作的相关官员。本书还可以方便地改编,供正式短期培训班使用;并可以用作城市交通领域编制教材或开展其他培训课程的指南——这就是德国技术合作公司(GTZ)寻求的方法。

本书有哪些主要特点?

本书的主要特点包括以下各项:

- 方向切合实际,集中讨论规划和协调过程中的最佳做法,并尽可能地列举发展中城市的成功经验。
- 本书的撰写人员,都是各自领域中顶尖的专家。
- 采用彩色排版,引人入胜;内容通俗易懂。
- 采用非专业性的通俗语言,在必须使用专业术语的地方,提供详尽的解释。
- 可以通过互联网更新。

怎样才能得到一套资料手册?

您可以在以下网站下载资料手册:

<http://www.sutp.org>或<http://www.sutp.cn>。

怎样发表评论,或是提供反馈意见?

我们欢迎广大读者对本套资料手册的任何部分发表意见或提出建议。可以发送电子邮件至:

sutp@sutp.org,或是邮寄到:

Manfred Breithaupt
GTZ, Division 44
P. O. Box 5180
65726 Eschborn, Germany(德国)

各分册及撰写人

资料手册概述及与城市交通相关的问题(德国技术合作公司GTZ)

机构及政策导向

- 1a. 城市发展政策中交通的作用
(安里奇·佩纳洛萨Enrique Penalosa)
- 1b. 城市交通机构(理查德·米金Richard Meakin)
- 1c. 私营公司参与城市交通基础设施建设
(克里斯托弗·齐格拉斯Christopher Zegras,
麻省理工学院)
- 1d. 经济手段(曼弗雷德·
布雷思奥普特Manfred Breithaupt,GTZ)
- 1e. 提高公众在可持续城市交通方面的意识
(卡尔·弗杰斯特罗姆Karl Fjellstrom,GTZ)

土地利用规划与需求管理

- 2a. 土地利用规划与城市交通(鲁道夫·彼特森
Rudolf Petersen, 乌普塔尔研究所)
- 2b. 出行管理(托德·李特曼Todd Litman, VTPI)

公共交通,步行与自行车

- 3a. 大运量公交客运系统的方案
(劳伊德·赖特Lloyd Wright, ITDP; GTZ)
- 3b. 快速公交系统
(劳伊德·赖特Lloyd Wright, ITDP)
- 3c. 公共交通的管理与规划
(理查德·米金Richard Meakin)
- 3d. 非机动车方式的保护与发展
(瓦尔特·胡克Walter Hook, ITDP)

车辆与燃料

- 4a. 清洁燃料和车辆技术(迈克尔·瓦尔什
Michael Walsh; 雷恩哈特·科尔克Reinhard
Kolke, Umweltbundesamt —UBA)
- 4b. 检验维护和车辆性能
(雷恩哈特·科尔克Reinhard Kolke, UBA)
- 4c. 两轮车与三轮车(杰腾德拉·沙赫Jitendra
Shah, 世界银行;N. V. Iyer, Bajaj Auto)
- 4d. 天然气车辆(MVV InnoTec)
- 4e. 智能交通系统(Phil Sayeg, TRA;
Phil Charles, University of Queensland)
- 4f. 节约型驾驶(VTL;Manfred Breithaupt,
Oliver Eberz, GTZ)

对环境与健康的影响

- 5a. 空气质量管理(戴特里奇·
施维拉Dietrich Schwela, 世界卫生组织)
- 5b. 城市道路安全(杰克林·拉克罗伊克斯
Jacqueline Lacroix, DVR;
戴维·西尔科克David Silcock, GRSP)
- 5c. 噪声及其控制
(中国香港思汇政策研究所;GTZ;UBA)

资料

6. 供政策制定者使用的资源(GTZ)

其他分册与资料

预计其他分册将涉及以下领域:城市交通的融资;使用中汽车的更新;交通诱导;性别与城市交通。这些资料正在准备过程之中,目前可以提供的是一张关于城市交通图片的CD光盘。

噪声及其控制

本书中所述的发现、解释和结论,都是以GTZ及其顾问、合作者和撰稿人从可靠的来源所收集的资料为依据。但是GTZ并不保证本书中所述资料的完整性和准确性。对由于使用本书而造成的任何错误、疏漏或损失,GTZ概不负责。

作者:

- 大部分材料摘自谭佩瀛的论文*,中国香港思汇政策研究所,2000,www.civic-exchange.org
- 部分材料来自美国联邦公路局 1992,以及世界银行 1997,由GTZ进行了修改
- 德国联邦环境署(UBA)的Michael Jaecker-Cuppers提供了德国的研究案例

参加人: Frank Kraatz

* 谭佩瀛,香港噪声政策综述,中国香港思汇政策研究所,2000年12月,载于www.civic-exchange.org

编辑:

德国技术合作公司(GTZ)
Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
P. O. Box 51 80
65726 Eschborn, Germany (德国)
<http://www.gtz.de>

第44部,环境与基础设施
部门项目“交通政策咨询服务”

委托人:

德国联邦政府经济合作与发展部
Bundesministerium für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)
Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn, Germany (德国)
<http://www.bmz.de>

经理:

Manfred Breithaupt

编辑组成员:

Manfred Breithaupt, Karl Fjellstrom, Stefan Opitz,
Jan Schwaab

封面图片:

Roger Krichbaum提供
一条有“禁鸣喇叭”标志的主干道,印度孟买,2002

排版:

Klaus Neumann, SDS, G.C.

Eschborn, 2002

1. 简介	1	6. 欧洲噪声控制规划的经验	15
2. 噪声的特征	2	行动计划	15
2.1 描述声音	2	典型行动	15
噪声度量单位	2	德国不同城市的其它策略	15
预报噪声等级	4	7. 结论	17
2.2 噪声等级特征	4	8. 参考文献	17
3. 道路噪声的来源	5		
车辆噪声	5		
道路摩擦噪声	5		
驾驶员行为	5		
建设和维护	5		
4. 影响的性质和程度	5		
4.1 噪声对健康的影响	5		
引言	5		
噪声对人听力的影响	5		
4.2 噪声污染的社会经济代价	6		
引言	6		
噪声对人类活动的影响	7		
4.3 影响噪声的因素	8		
汽车因素	8		
路面	8		
道路几何参数	8		
环境因素	9		
空间关系	9		
交通流	9		
5. 补救措施	11		
噪声等级标准	11		
机动车控制	12		
土地利用控制	12		
交通管理	12		
路面设计和维护	13		
道路几何学及设计	13		

1. 简介

噪声一直是很重要的环境问题。在古罗马，就有规定控制马车的铁轮撞击石头路面发生的噪声，这种噪声影响睡眠和导致市民烦躁。在中世纪的欧洲，某些城市晚上禁止马拉货车和骑马通过以保证居民有一个安静的睡眠环境。但是，过去的噪声问题和现在是无法相比的。无数的小汽车、摩托车、卡车和其他机动车日夜交叉往来于发展中的城市。由于人类对噪声的影响和防治成效的认识不够，以及没有明确的标准，环境噪声污染的控制和其他污染相比显得相对滞后。有人认为噪声污染是发达国家特有的“奢侈”问题，然而，噪声在发展中国家更为严重，因为它们有更高的密度和拙劣的规划和建设。噪声的影响很广泛，对健康有长期的影响。这样看来，以实际行动限制和控制环境噪声是非常必要的（WHO，2002）。

在大的发展中城市噪声污染是一个糟糕的事情。在这些嘈杂的城市中，很多人已经对日常生活中高分贝的噪声习以为常，而在像香港这样的城市中，噪声是投诉的主要原因。1999年在香港环保署（EPD）的22761宗投诉中，有36%和噪声有关。香港声学研究所进行了一项调查来研究噪声对公众的伤害程度（见www.hkioa.org/）。从大约100个回答来看，噪声污染最严重的来源是工地噪声，其次是交通噪声。这些声源最通常的影响是妨碍个人学习，还有就是由注意力的分散、烦躁与受挫感、忧虑与压抑而造成的个人情绪低落与课堂中断。

虽然受到很多市民的投诉，但仍然很少有人认为噪声是严重的健康危害。然而，噪声不仅和许多严重的疾病有关系，如高血压、心脏病，而且会由于妨碍说话和行为，最终影响生产力，而使生活质量恶化。在许多大的发展中城市，那些生理上没有受到噪声危害的人并不意味着在精神上没有受到影响。

发展中城市的噪声：是一个问题吗？

广为流传的看法认为，与其它环境问题相比，如空气污染，交通噪声目前还不是发展中城市的关键问题。持这种观点的一个例子是世界银行的城市交通政策综述（www.worldbank.org/transport, 2001），它这样写道：

发展中国家的交通噪声显得远不如高收入国家严重。有研究表明职业性的长期处在噪声环境下对身体有伤害，但这只多数发生在制造业。在发展中国家的街道上的噪声强度，虽然会让人感觉不适，只是到达并没有超过被视为职业噪声伤害的最低限度。

然而，高密度的亚洲城市比如香港的事实说明，即使目前噪声在发展中城市不是一个重要问题，但是在以后几年内，在高速机动车化和拥挤的发展中城市，噪声会逐渐成为影响公众健康的重要因素。

2. 噪声的特征

噪声是有害的声音。声音有很多不同的物理特征,但只有在对人产生令人不快的生理和心理作用时才被称为噪声(见第4部分)。环境噪声指影响我们环境的噪声,包括工地噪声、机械噪声、交通噪声,也包括家庭噪声。

声音是由空气振动推动粒子以波的形式被耳朵接收,压力波继而被耳蜗的感应细胞转换成离子和电作用,制造神经刺激从而被大脑感知为声音。

2.1 描述声音

声音可以振幅、频率和相位进行描述。振幅,表现为声音的响度,是在多数环境噪声的测量中采用的基本声压测量方法。声压由分贝(dB)表示,呈对数分布。因此,比最小可感觉的声音声压大一千万倍的尖锐声音,在用对数简化的分贝表示下仍处于可比较的范围内。

频率表现为音调,是由声音使空气振动的频率决定的。相位是指声音在时间和等级上的图式,可以是持续的、间歇的、起伏的或冲击的。持续的声音在相对长时间内是一个稳定的水平,如瀑布的声音;间歇的声音则是由短时间产生的,如电话铃声。波动声音的级别随时间而变化,如繁忙交叉路口的交通声音,冲击声是在极短的时间里产生的声音,比如手枪枪声(US EPA, 1979)。

噪声度量单位

国际上的一般操作是以等级定义噪声,噪声的等级用声压的对数函数 L 表示,并对应于人耳朵的感觉。通常环境声音是由四个指标来度量对公众健康和安全的影 响。它们是: A 加权声音等级、 A 加权声音暴露等级、声音等级当量和日夜声音等级。 A 加权声音等级(dB(A))是最常用的度量噪声的方法。

在安静房间里讲话声音是60dB(A)。离繁忙主干道25m的道路交通是70 dB(A),离柴油运货火车25m大约是80 dB。

第5部分对各种具体环境(住宅,学校,幼儿园,医院)的噪声量提出了建议值,值得注

意的是在发展中城市,没几个地方可以达到建议的等级。

为了获得对dB(A)的认识,表1给出了特定地点的声音等级,图1给出了交通引发的声音等级的图示。

表1:日常生活和工业中声音等级
(Tam 2000)

行为	声音等级 (dB (A))
● 沙漠	10
● 沙沙作响的树叶	20
● 午夜安静住宅的房间	32
● 5英尺外低语	34
● 大商店的男士服装部	53
● 窗式空调	55
● 对话	60
● 大商场的家居用品部	62
● 繁忙的饭店	65
● 私人住宅吸尘器(10英尺外)	69
● 闹钟铃声(2英尺)	80
● 大房间内播放的交响音乐	82
● 延续的音响环境一开始损害听力	85
● 近处的卡车和摩托车	90
● 摇滚音乐会,大声的迪斯科	100
● 风钻	110
● 喷气式飞机起飞	130
● 枪声,爆炸声	140

因为使用了对数，每增加 3dB(A) 的代表噪声的增倍。但是，由于噪声的度量和声音的感觉并不总是一致的，从科学的角度看 3dB(A) 造成的声量增倍对人来说也许只有到 10 dB(A) 的增加时才能感觉得到 (Tam, 2000)。声音的响度 (即在人看来它有多响) 对不同个人来说是不同的，所以对声音响度的精确定义是不可能的。然而 FHWA(1992) 提出，在很多测试中 70 级比 60 级听起来响 2 倍，图 2 解释了此原则。

图 3 显示了噪声从一个移动的噪声源向接收者的传播。

声音的传播和接收通常并不是持续的。

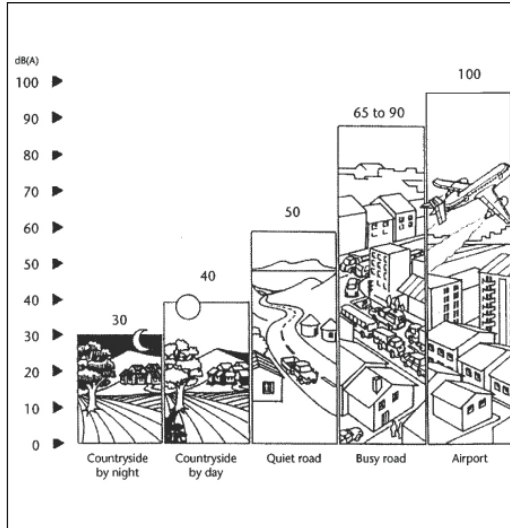


图 1：
声音水平等级
(World Bank, 1997)

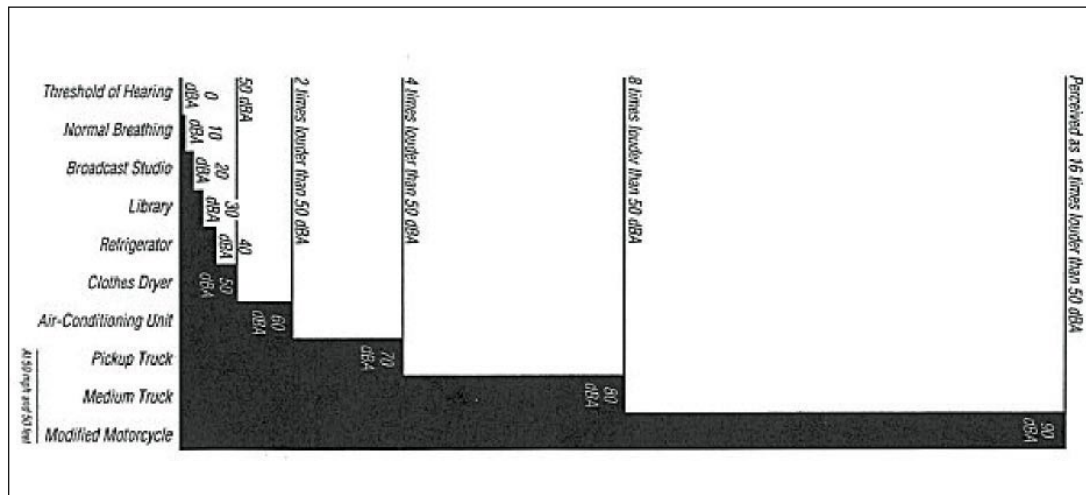


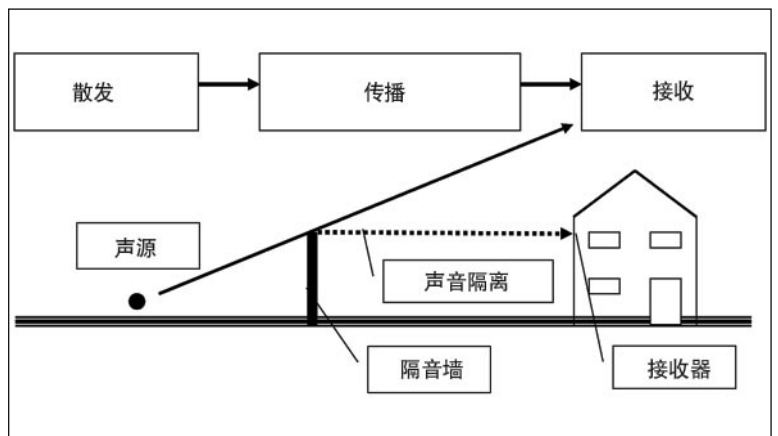
图 2：
双倍噪声原理
(FHWA, 1992)

对于移动的源，比如道路交通噪声，噪声的等级是随造成噪声的汽车数量、种类和速度的变化而变化的。

声音等级当量 (L_{eq}) 表示与一个变化的噪声在同一时间段内包含相同能量的稳定噪声的声音等级。它反映了在观察时段内测量到的声音能量的平均值。从早上 8 点到晚上 8 点的声音等级当量表示为 $L_{eq}(8a.m. \sim 8p.m.)$ 或者 $L_{eq}(12h)$ 。

$L_{10}(12h)$ 是另一种量度的方法，表示在 12h 时间段内超过 10% 时间的噪声等级。从早上 6 点到午夜 12 点的 18 个小时内 $L_{10}(18h)$ 比 L_{eq} 在同一时间段内高 3 dB(A)。

晚上的噪声一般比白天低。如晚上的 $L_{eq}(12p.m. \sim 6a.m.)$ 比 $L_{eq}(8a.m. \sim 8p.m.)$ 低 10dB，除非一个特别的晚上，有



特别大的交通量和高比例的重货运输车。

建筑的前方 (外面) 面对交通流的声音等级当量决定了建筑在噪声中的暴

图 3：
噪声的发出、传播和接收

露程度。这是显示建筑物内居住者不舒适的最佳指标（世界银行，1997）。

预报噪声等级

基于下列各种原因，计算噪声接收水平是常有的做法：

- 只有在计算的基础上才有可能对今后的噪声环境作出预测；
- 度量受到随机因素（比如天气情况和来源特征）的影响，使得到有代表性的结论要付出很高的代价。

预测的方法包括方程式，计算机建模和物理模型。方程式根据交通流、交通组成和车速来估计噪声，因而是最简单的。这些应用的计算方案是基于由测量所得的噪声发出和传播假设而制定的。

一些正在使用的计算机噪声模型包括 FHWA 公路交通噪声预测模型（FHWA RD 77 108）和预期在 2002 年 12 月 31 日全面实行的交通噪声模型（TNM）（更多信息见 www.fhwa.dot.gov/environment/fgwa_tnm.htm）。

2.2 噪声等级特征

交通噪声变化可以表示成如图 4 所示的图形。但是，用这种方法表示交通噪声并不方便而且很麻烦。一个更实用的方法是将噪声数据转换成单个的代表值。统计指标几乎总是被作为单值来描述交通噪声等级。就像上面所提到的，两种最常用的交通噪声统计值是 L_{10} 和 L_{eq} 。 L_{10} 是超过 10% 时间的噪声等级。

在图 4 中，阴影部分表示 L_{10} 所超过的时间。将每个间断的时间相加显示出在 60min 的测试时间内 L_{10} 超过了 6min (1/2 + 2 + 2 + 1/2 = 6) 或 10% 的时间。 L_{eq} 的计算则更复杂。 L_{eq} 是在一段相同的时间内与变化的交通噪声含有相同声音能量的稳定声音的平均声音级别。在典型交通环境下， L_{eq} 常比相同条件的 L_{10} 低 3 dB (A)。

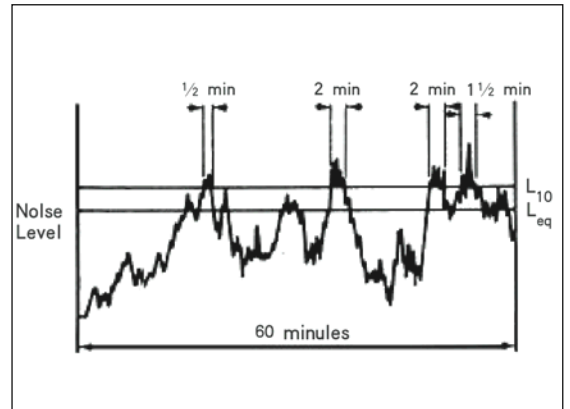


图 4：
交通噪声的统计描述
(FHWA, 1992)

声音级别测量

A 加权声音等级是一个用更接近人们听到的方式来测量声音的方法，对人们更容易听到的频率 1~6kHz 给予了更多的权重。

A 加权声音暴露等级 (L_5) 通过把在声音中暴露期间所有的强度相加来测量声音的所有能量，表示移动声源比如飞机、火车和卡车的声音等级变化，并以此测量环境噪声。A 加权声音等级当量 (L_{Aeq}) 用来测量人们所处环境的平均环境噪声等级。它表示了任意时段声音等级的单值，包括测试时间内所有随时间变化声音能量，它还用在声音持续时间和等级相关而又不与发生事件（白天/晚上）相关的时候。当声音发生事件相关时，比如在住宅区，则使用日夜声音等级 (L_{dn})。这种 A 加权声音等级当量包含 24h，在夜间 (10p.m. ~ 7a.m.) 发生的声音等级当量上增加了 10dB 的权重。

3. 道路噪声的来源

因道路建设和交通引起的噪声有四个主要来源:

- 汽车推进噪声;
 - 汽车与路面的互相摩擦作用;
 - 驾驶员行为;
 - 建设与维护工程;
- 本节将简单讨论以上各项。

车辆噪声

车辆噪声来源于引擎、传动、排气、停车,尤其是当加速、上坡、引擎制动,在粗糙路面上行驶或者在停停走走的交通状态。较差的车辆维护是这种噪声来源的主要原因。

道路摩擦噪声

由于轮胎和路面接触产生的噪声是整个交通噪声的主要成分。下面有两个噪声产生的重要机制:

- 道路表面的粗糙导致轮胎振动而产生声音
- 轮胎表面接触地面部位的空气受到压缩和放松,引起空气动力噪声,称为“空气泵”。

以固定速度驾驶的现代汽车所产生的道路摩擦噪声在城市范围内是占主要地位的。噪声的等级取决于轮胎和道路的种类和情况。在快速行驶时和紧急制动时,轮胎/道路噪声最大。

驾驶员行为

驾驶员制造道路噪声,主要是因为他们提高引擎转速,按喇叭,大声放音乐,互相叫喊,还有突然加速或刹车使轮胎发出尖锐的声音。

建设和维护

道路建设和维护基本上都需要使用重型机械,虽然这种行为只在特定时段特定地点进行,但是在设备操作期间却产生巨大而持续的噪声(世界银行,1997)。

4. 影响的性质和程度

在发展中国家,暴露在过高的声压等级($>85\text{dB LAeq}$)中是永久性听力损害的主要原因之一,并且这种原因是最能够避免的。这种过高的声压不仅来自工业噪声,而且还有城市环境的噪声。这些声音等级也可以在休闲活动中达到,比如演唱会、迪斯科舞厅、摩托车赛、射击场所,还可以在用耳机听音乐、玩具或焰火的冲击声中达到。

4.1 噪声对健康的影响

引言

噪声影响健康。虽然,习惯上很难在噪声和疾病之间建立直接的关联,但是有许多科学文献把噪声与许多健康问题联系起来。通常认为噪声在高于 70dB(A) 的时候感觉很响。经常暴露在 85dB(A) 或者以上的声音中会导致失聪,有些脆弱的人在这个声音等级之下就会丧失听力。

一直有记录显示噪声会导致心理压抑,从而影响心脏血管和免疫系统。嘈杂的环境对儿童的语言学习和阅读提高不利。孕妇对噪声的反应也会影响到胎儿的成长,导致早产,新生儿体重过低,生长迟缓和先天缺陷。噪声也和生活质量的恶化有关:妨碍对话;加速和加重负面的社会行为,比如导致神经衰弱和神经过敏;同时还影响注意力、进而影响行为表现和生产力。

噪声对人听力的影响

听力残疾是对声音信号和语言的理解困难。研究否认在听力损害和声音压力及持久时间方面的联系。然而,一般都认为 $55\sim 60\text{dB(A)}$ 的噪声会导致烦躁, $60\sim 65\text{dB(A)}$ 会加重烦躁情绪。噪声暴露等级在 75dB LAeq 以下时可以忽略它的危险,也有人认为这个

临界值可以设在 80dB LAeq。如果有特定影响听力的药物, 化学品, 振动者刹车的情况, 损害听力的临界值还可以更低。损害也可能由于冲击声和低频率噪声造成, 虽然还不清楚是否应当把这些也算作损害听力的危险因素之一。

听力损害

听力损害是指听力临界值在正常范围之外, 听力丧失是指引发听力困难的听力损害, 或者恶化的听力临界值。正常的听觉(年轻健康的十几岁少年)可以感受到音频范围(大约 20~20000Hz) 以内的声音。然而, 每个人的听觉敏感度是不相同的。在检查由噪声产生的听力丧失时, 老年性耳聋(年龄原因引致的听力丧失)和社会性耳聋(非职业性听力丧失)应该考虑调整数据。

噪声导致听力丧失

噪声导致听力丧失是指排除老年性耳聋和职业性耳聋外, 仅仅由于噪声引起的听力丧失。噪声导致失聪的临界值可以是暂时的, 也可以是恒定的, 同时受个人对听力损害危险的感受度以及噪声强度和持续时间的影响。暴露在很高的噪声中可以导致一个暂时的临界值变化, 即人们的听力水平发生变化。通常在噪声过后, 之前的听力水平会得到恢复。

常年重复地接受噪声会导致永远的听力临界值变化, 这是不可挽回的感觉神经听力丧失。由于个人的听觉敏感度会很不一样, 所以很难定义一个适合于所有人的噪声安全极限。无论男女, 当暴露在噪声中时, 听力损害的危险是一样的。

职业性听力丧失

噪声被认为是工作场所最普遍的危害之一, 职业性丧失听力常发生于工作时持续暴露

在高强度噪声中的人, 这种听力丧失在高频噪声率情况下更常见。研究显示大约 85dB(A)或更高的声压有损害听力的危险, 而且众所周知一些敏感的工人在 85dB(A)以下就有听力丧失。在香港, 估计有 75000 名工人, 其工作环境的噪声在 90dB(A)甚至更高。

4.2 噪声污染的社会经济代价

引言

在发展中城市还没有建立起经济模型来计算由噪声污染造成的社会总付出。但是这很重要, 因为政府噪声政策的决定通常建立在经济模型的基础上, 比如费用—效益分析。短期内, 噪声污染会导致房地产市场价值的降低、人口隔离和住宅区的整体恶化。

比如在海外, 飞机的噪声和房产的贬值和联系, 噪声每增加 1dB, 房产价格就降低 1% (FAA, 航空噪声影响, 1985)。

费用—效益分析需要考虑的社会付出包括噪声导致的疾病、残疾以及生产力的损失。还有一些不容易量化的噪声对生活质量的的影响, 比如噪声造成的烦躁与不适。当然, 公共和私人用于控制噪声措施的花费, 比如噪声屏障、缓冲植被、隔音窗户, 也应该计算在内。

噪声污染损害最终的付出包括生产损失、健康损失、对财产的影响以及心理健康的伤害。亚洲发展银行估计亚洲经济对污染的付出相当于 GNP 的 1%~6%, 依国家和估计所包含的影响而各异 (ADB, 2001)。欧洲对噪声, 特别是交通噪声对社会造成的外围付出的研究估计, 噪声造成的社会付出大概是 GDP 的 0.2% 至 2%。

噪声的另一个影响是振动。由交通造成的振动对道路边或铁道边的建筑结构有损害。这对于文化遗迹尤其值得注意, 这些建筑可能已经有几个世纪的历史了, 但是它们设计时并没

有考虑要抵抗这些振动。在发展中国家常有建设质量差的建筑，在面对振动时最先破坏的情况。

总的来讲道路交通噪声，尤其是在城市内部，被认为是占主导地位的噪声源，在下面的章节中将阐述其处理方法。其它噪声源的处理可以依据类似的假设和技术。

噪声对人类活动的影响

影响对话

对话是社会基本的交流方式，当它受到环境噪声的干扰时会使生活质量降低，因为这样不仅扰乱正常社交和工作活动，而且还会引起烦躁和压力。对话干扰也会掩盖重大的警示信号，比如呼救声。语言辨别对听力受损的人来说影响尤其大，而且在室外比在室内对任何人来说都会更加困难。语言理解被噪声干扰的时候，就会导致工作能力下降，带来人际关系的问题和压力。

睡眠失常

身心的健康需要睡眠，特别是REM睡眠（眼球快速转动，意味着深度睡眠阶段），因为它可以发展和维持感觉运动的能力。睡眠会被噪声影响，可测的影响开始于30dB LAeq。噪声引致的睡眠失常包括使人难以入睡、影响睡眠方式或深度，增加夜间醒来的次数。噪声导致睡眠失常还会引发生理反应，比如提高血压、加快心跳、血管收缩和心率失常。在夜间噪声会导致感觉睡眠质量的降低，让人感觉劳累，降低情绪。

还需要研究的是噪声导致睡眠失常对健康、工作表现、意外事故和社会生活的影响，包括暴露于噪声中的（敏感）人群、长时间暴露在噪声中的影响，还有生理症状和和睡眠质量下降之间的关系。

生理影响：压力、心血管和免疫力的影响

噪声对精神和身体健康都有影响。噪声引致的压力会使肾上腺素增加，从而导致心率和血压上升。除了肾上腺素增加，还发现噪声会引起体内氢化可的松的增加，这会抑制免疫系统的功能，使人更容易感染疾病。身体的乏力与噪声相关，它会直接或间接地干扰睡眠。处于噪声中还会导致各种生理反应，引起恶心、头痛、易怒、情绪不稳定、好斗、焦虑、性欲减退、紧张、失眠和食欲不振。

还有更多的研究需要来估计噪声对心血管疾病和生理心理的长期危害。

儿童语言学习

噪声不仅仅影响成人，也影响儿童和怀孕如女的胎儿。嘈杂环境使得教室内的对话受到干扰，严重影响儿童教育，特别当这种情况出现在语言学习阶段，影响就更大了。不能听出不同的声音的儿童学不会它们的分别，还会歪曲他们的发音，把单词的一部分变弱，特别是结尾部分。阅读能力的发展也和噪声等级有关。

对胎儿的影响

胎儿对母体所处的环境敏感，而且可以直接接受噪声的刺激，胎儿还受到母亲对噪声反应的影响。这个双重影响可导致早产、出生体重偏低、生长迟缓和先天缺陷。

工作表现和生产率

工作表现以及生产率都会受到噪声的影响。噪声干扰复杂的工作任务，比如那些需要对细节保持持续的注意力、注意各种提示，和大量记忆的工作。噪声干扰注意力使效率降低，从而导致产量减少。

社会行为

噪声，尤其工作环境中，与神经过敏和易怒相关。虽然噪声与精神疾病没有生理上的联系，但是会加速和加重其发展。噪声会减少善

燃料和引擎种类也会影响噪声

与车子的尺寸一样,燃料的种类和燃烧技术也会对噪声有很大的影响。例子见分册4d:《天然气车辆》(CNG和LPG),显然比汽油或柴油车安静)和分册4c:《两轮和三轮车》(四冲程引擎显然比两冲程引擎的安静)。

意,增加敌意。嘈杂的环境令人烦躁和易怒,而且发现会减少助人的行为,加重社会冲突,增加紧张状态。

4.3 影响噪声的因素

~参考世界银行,1997

机动车是肯定会产生噪声的,而且虽然噪声影响的程度和特征不同,但是在道路发展和交通情况下是不可避免的。然而引起噪声的原因很不相同,因此噪声影响和不同道路项目的结合就有很大不同。产生噪声的原因可分为六种,将在下面的部分中分别叙述。

汽车因素

不同汽车种类产生不同等级的噪声。总的来说,重型车比如货运卡车,要比轻型车产生更多的噪声;因为它们有更多的轮子和路面接触(如图5),而且经常在减速时使用引擎制动。维护较差的汽车,比如那些没有完整排气系统或者刹车老化的汽车就会比维护得好的车产生更多的噪声。此外,某些种类的车胎,比如越野和雪地防滑车胎就会产生更大的噪声。

路面

路面的物理特征和环境在决定噪声产生的过程中起了很大的作用。维护好的、光滑的路面比粗糙、破裂、损坏、修补过的路面产生的噪声小。桥梁的伸缩缝很容易产生噪声。路边表面如土地植被能吸收和调节噪声,而反射表面如混凝土或沥青就没有这种有益的功能(图6)。

道路几何参数

道路垂直方向的线形会影响噪声传递到路边接受者的容易程度。比如,将道路置于凹陷或者抬高的地面上,可以使路边免受

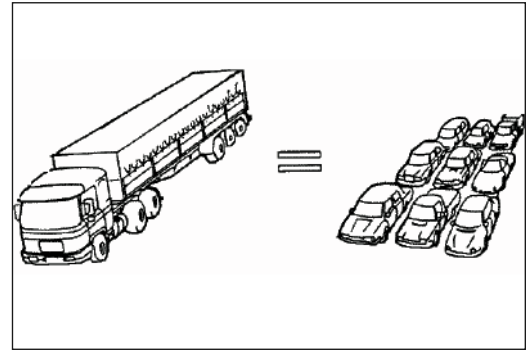


图5:
轻重交通产生相同噪声对比。
(World Bank, 1997)



图6:
Ipswich(英国)的公共汽车道使用植被和泥土,既能充分减少建设费用,又大大减少了噪声。
(Lloyd Wright, 2001)

噪声影响。这个概念在图7有所解释。此外，路边的障碍物，无论是特地为控制噪声设置的还是自然发生的，都能降低道路噪声的影响。汽车在上坡或下坡或急转弯时会产生最大的噪声；这表示有这种特征的道路在这些特殊的点会显得更为嘈杂。

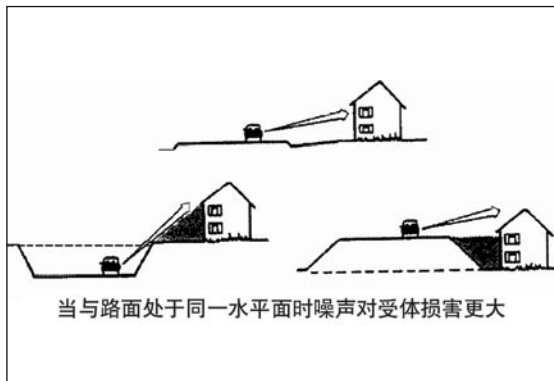


图 7：
道路和接受体的相对位置
(World Bank, 1997)

环境因素

天气条件比如气温、湿度、风速和主导风向都是各个地方所受道路噪声影响程度的决定因素。气温和湿度决定空气密度，从而影响声波的传播。路边下风向地区比上风向地区受到更多的噪声干扰。

周围环境的噪声等级、工业以及其它人类活动一起，影响道路噪声水平。在环境噪声等级低的地区，一条新建道路的噪声会比在高噪声环境中的相似级别的声音更容易被注意到。在安静地区的新道路或者在夜晚的卡车发出的噪声比白天的闹市噪声更让人受不了。另一方面，当交通噪声和其它来源的噪声结合时，测量噪声等级和潜在身体危害最高，很可能产生不能接受的整体噪声等级。

地形也影响着噪声危害。举例来说，在山谷或峡谷中的道路噪声比在平原上的噪声更明显，因为噪声会被山谷反射。同样道理，

如果山峰和小丘刚好在噪声来源和接受者之间，则可以作为天然的噪声屏障。洪水常发地区所必需的抬高道路，噪声的传播会更远。

空间关系

决定噪声影响的最重要因素是道路和潜在噪声接受者之间的空间关系。道路离接收者越近，影响越大（见图8）。路边地区人口密度越大，越多的人有机会成为接收者，因而影响就越大。

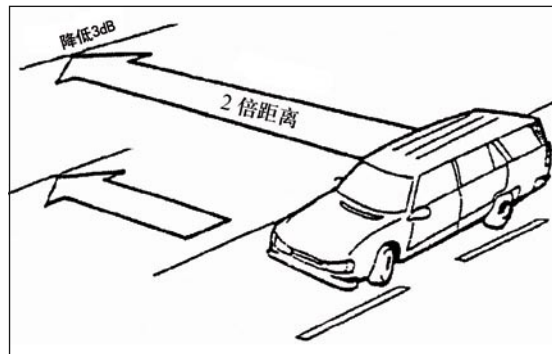


图 8：
道路和接收者之间的距离增倍，噪声等级减少 3dB(A)。
(World Bank, 1997) 交通流

交通流

特定交通流产生的噪声由以下几个因素决定：交通流中的车辆种类及其维护情况；单位时间内通过的车辆数（见图9）；车流的恒定性（车辆在停停走走时会产生更多的噪声）；交通流速度（高速时最嘈杂）（见图10）。交通流周期和环境噪声之间的关系也很重要。晚上环境噪声等级比较低，如果交通噪声高峰发生在晚上，影响就很大。相反，如果交通噪声高峰与环境噪声高峰同步，影响就显得小一些。

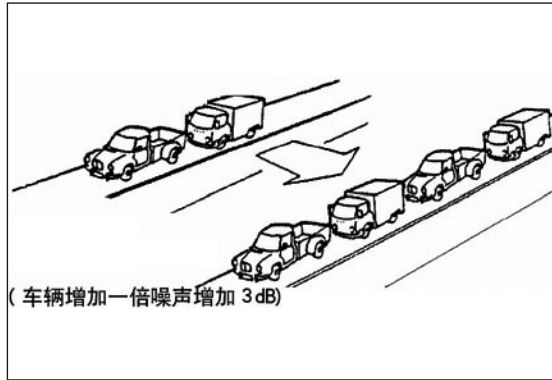


图 9:
其它条件一样, 路上交通量增倍时, 噪声增加 3 dB(A)
(World Bank, 1997)

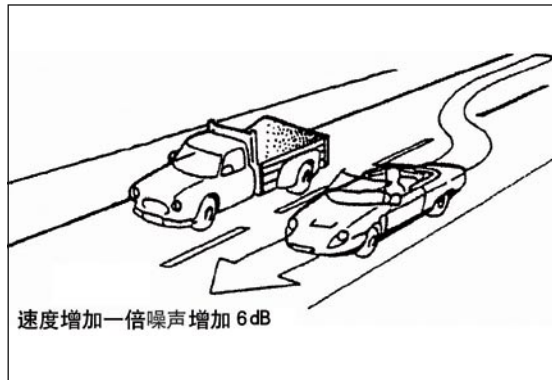


图 10:
其它条件一样, 车辆速度增倍时, 噪声增加 6 dB(A)
(World Bank, 1997)

拉丁美洲城市噪声

(改编自 WHO, 2002)

总的来说, 拉丁美洲的社区噪声比可接受极限要高。由于越来越多的拉丁美洲城市人口超过 1000 万, 噪声污染的状况将持续恶化。拉丁美洲城市大部分的噪声污染来自交通、工业、家庭环境和社区。在大部分大城市, 户外噪声主要来自于交通。汽车引擎马力的增加和消音措施的不足, 使街道 L_{Aeq} 等级 >70 dB, 超过了可接受极限。汽车噪声有强低频峰值在 13 Hz 左右, 在汽车速度达 100 km/h 时, 噪声可以超过达 100 dB。低频 (LF) 噪声是空气动力产生的, 比如开着窗户驾驶。这些低频噪声很难减轻, 除非开车时将所有车窗都关上。休闲行为导致的噪声正在快速增长, 工地、路面修补和广告都会造成街道噪声。常见的噪声等级在 $85 \sim 100$ dB 之间。

阿根廷科尔多巴声光技术研究中心分别在野外和实验室进行了噪声污染研究。过度的城市噪声最显著的影响是听力损伤, 其它的心理和生理影响也会发生。噪声对听力的影响对在市区上学的儿童影响尤其严重。

在地方层次阿根廷法令考虑了两种噪声: 不必要的和过高的声音。不必要的噪声是被禁止的。过高的噪声根据周围的活动分类, 制定白天 (早上 7 点至晚上 10 点) 和晚上 (晚上 10 点至次日早上 7 点) 的最高限制。

同样的举措被阿根廷和拉丁美洲很多城市作为省级制度来制定。以降低个体汽车噪声等级为目标的控制方法取得很大成效。但是, 市政府的许多减少噪声污染的努力却因为经济、政策和其它的压力而失败了。例如, 虽然个体汽车噪声控制取得了成效, 但随着汽车数量和功率的增加, 这种成效被抵消了。

5. 补救措施

许多研究都显示 L_{eq} 和噪声的长期作用如健康影响有很大联系。而且它也是烦躁影响的指标。对睡眠的干扰 L_{max} 是另一个重要的指标。所以噪声的控制应集中力量降低 L_{eq} ，对于减少睡眠干扰还要减少其最大值。

一旦噪声被认为是交通规划中的严重问题时，可以怎么对付它这个问题就出现了。交通噪声在发展中城市可以用六步策略来控制：

- 设定标准；
- 机动车控制；
- 土地利用控制；
- 交通管理；
- 路面设计和维护；
- 道路几何及设计。

1. 噪声等级标准

由于决定噪声的指示值已经有了定义，噪声等级规定或标准就可以制定。世界银行（1997）对这些标准提出了以下有用的建议。

国家标准可以规定一个所有地区都不能超过的噪声等级 [比如 $L_{eq}(12h)$ 低于 $70dB(A)$]，或者更现实地，设置不同地区如工厂、城市、住宅或郊野，不同的噪声等级。夜间噪声限制有时要低一些。

道路噪声标准的细节常在国家交通机构中可以找到。如果没有国家标准，对不同种类的道路项目依然可以设定目标。西欧国家的指示性标准是在城市住宅 L_{eq} （早上 8 点到晚上 6 点）不超过 $65dB(A)$ ，乡村则不超过 $60 dB(A)$ 。在考虑国际标准时，很重要的是要考虑噪声标准的差异、测试方法和不同种类计划的适用性。

值得注意的是噪声标准只是适用于某种明

确的测试方法，这种方法指定测试装置的位置和测量的持续时间。实际上，一致遵守标准的一个障碍是噪声测试依赖于多个变量，如天气、种类、地点和传感器的数量。除非各变量的值被精确的定义和严格的坚持，否则遵守标准就没有什么意义。

特殊环境的建议噪声等级

住宅

噪声对家庭的影响主要表现在睡眠失常、烦躁，和干扰对话。世界卫生组织（见 WHO，2002）建议卧室内的持续稳定噪声控制在 $30dB LA_{eq}$ ，最大值为 $45dB LA_{max}$ 。阳台、露台和室外生活空间的持续稳定的噪声不超过 $55 dB LA_{eq}$ ，白天噪声不应超过 $50dB LA_{eq}$ ，而晚上则不超过 $45dB LA_{eq}$ ，这样人们可以开着窗睡觉。

学校和幼儿园

噪声主要干扰对话，影响语言学习（包括理解和阅读）、信息交流和使人烦躁。在教学时，如果需要学生听清楚或者理解口头信息，噪声水平不能超过 $35dB LA_{eq}$ ，对听力受损的孩子来说这个值还要更低一些。户外操场噪声不应超过 $55dB LA_{eq}$ 。幼儿园的睡觉时间遵守住宅卧室的标准值。

医院

医院里的噪声会睡眠失常，使人烦躁，影响交流，包括警报信号。病人不能很好地面对压力，所以治疗室、观察室和休息室的噪声不能超过 $35dB LA_{eq}$ 。在重症监护房间和手术室噪声水平应该严格监控。

2. 机动车控制

策略的第二部分转到交通噪声的来源：车辆。比如，汽车可以被设计成封闭的引擎，风扇在没必要的时候关闭，配置更好的消音设备。在其它方法都无法运用的道路和街道，安静的车辆可以充分减少交通噪声。美国许多州都颁布了相应规定限制新汽车噪声的释放。一般的规定目标是要限制推进时的噪声。另外，许多地方和州政府已经通过法令要求现有的车辆进行恰当的维护和操作。但是，由于技术的限制，这些新车和旧车维护法令只能部分地减少交通产生的噪声。最好的预期效果是在现有噪声等级上减少5~10 dB(A)。

在通常没有汽车噪声法令的发展中国家，应该建议至少对新汽车准入时有类似的限制。

在一些国家(比如欧盟)，除了推进噪声的限制，还有轮胎噪声释放的限制。低噪声轮胎潜在可能的噪声减少可达5dB(A)。

3. 土地利用控制

策略的第三部分需要对未来发展进行控制(见图11和12)。有时候，对公路交通的投诉来自于公路旁新建住宅的居民。许多公路原本建设在未开发的地区。谨慎的土地利用控制有助于防止两侧是空地的公路边也许哪天发展起来了，之后多带来潜在的交通噪声问题。这些控制不需要禁止发展，只需要在道路和建筑物间留有足够的间距，以及声屏等其它措施来减少噪声的干扰。许多地方政府正在研究土地利用的控制(FHWA, 1992)。

4. 交通管理

管理交通能够减少噪声问题。例如，卡车在特定街道上禁止通行，或者只在白天时才允许通行。可以提高改变交通信号灯来调整交通

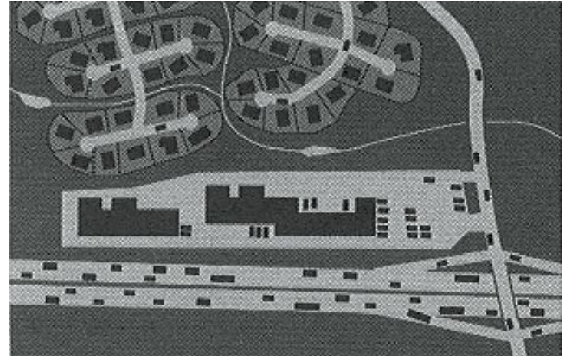


图11：
非敏感商业建筑可以设在临街，住宅区设在较远处
(FHWA, 1992)

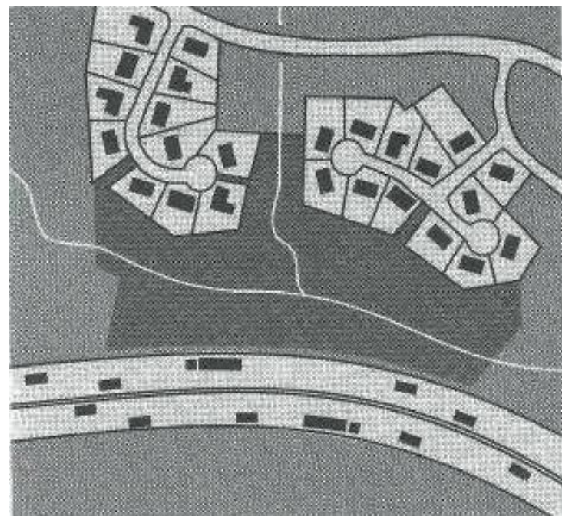


图12：
预留开敞空间作为住宅区和街道的缓冲
(FHWA, 1992)

流、减少停车和启动的频率。车速可以减慢，虽然速度大约减慢30km/h才能对减少噪声水平有显著效果(FHWA, 1992)。在一些特定地点可以禁止鸣喇叭(图13)。



图 13:
上海南京路地区禁止使用喇叭
(Karl Fjellstrom, 2002.1)

5. 路面设计和维护

在老化的混凝土路面上加沥青表面层对减少道路/轮胎噪声是有效的。加铺沥青对减少敏感地区道路/轮胎的噪声也有作用（见页边注路面选择）。美国的一些管辖区试验使用沥青再造废旧的轮胎，这对减少道路/轮胎噪声也显出一定效果。总的来说，光滑的、维护较好的路面，比如没有凹陷和裂缝的新铺沥青路，能使噪声降到最低（世界银行，1997）。

6. 道路几何学及设计

交通噪声控制策略的第六部分是道路几何学及设计。

道路设计应该避免陡坡和急转弯，从而减少加速、刹车、换挡和重型卡车在危险地点中的引擎制动所产生的噪声。

噪声屏障是最常用的减轻噪声方法之一。如果它们阻断了噪声源和被保护接收者之间的视线，而且足够厚以至能

吸收或反射噪声的时候，是最有效的。多种材料和屏障面图案被测定在不破坏美学的前提下能提供最大的反射、吸收或散射。

噪声屏障

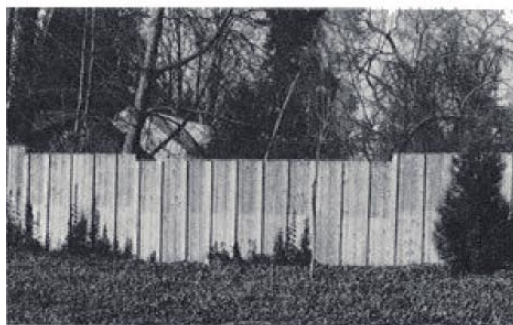
最常用的噪声屏障种类包括用土堆或木质墙、金属墙、混凝土墙在道路和路边社区之间形成实质的隔断（图14）。防声土堆需要大量的路边地区；在狭窄的道路、桥梁或者堤坝路，墙型屏障可能是唯一的选择。两个或更多的屏障种类经常结合使用来获得最大的效果。例如，乔木或者灌木丛的种植对减少噪声的实际作用不大，但

路面选择: 改变路面的构成和孔隙率来减少路边噪声水平

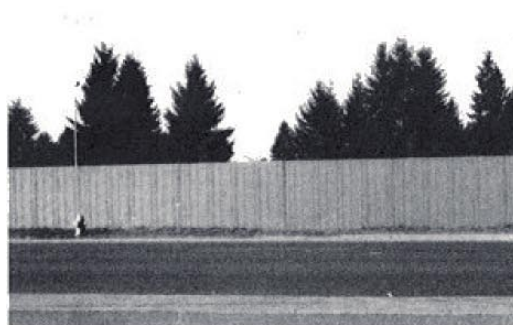
传统的沥青路面常包括沥青和密级配材料，形成浓厚沥青路面。相反，排水沥青路面用开级配沥青混合料，可以消除中间级配的材料来获得较高孔隙率。在排水沥青(DA)路面行驶的汽车产生的噪声等级比密级配沥青路面(DGA)产生的噪声小。更多信息详见世界银行1997, 161页。



泥土道路隔离噪声设施



木板噪声隔离设施



采用混凝土表面突起纹理的混凝土墙隔离噪声

图 14:
噪声屏障设施类型
(FHWA, 1992)

表 2：不同的噪声削弱方法比较
(World Bank, 1997)

方 法	效 果	相对费用
土墙	和其它屏障一样（如木或混凝土材料）；需要更多空间	在当地就有多余的填充材料供应时，非常便宜
混凝土，木，金属或其它屏障设施	好，相对需要较少空间	土墙费用的10~100倍，但可以减少土费用
地下道路	交通量大时很好的选择，如果长度超过300m则需要通风设备	土墙费用的80~16000倍
建筑外墙隔音的双层玻璃窗	好，但是只有在窗户关着的才有效，对室外没有作用	土墙费用的5~60倍

它们的确可以为减少噪声产生的感觉不快提供心理上的帮助，而且它们常常用来改善土堆和墙的视觉外观。（世界银行，1997）。

然而，屏障的作用也是有限度的。要使屏障起作用，它要足够高足够长来遮住道路。噪声屏障对于在山坡上俯瞰道路的房屋和高度超过屏障的房屋起不了很好的作用。道路连接处或者交叉街道的屏障开口会破坏屏障的作用。在一些地方，房屋过于分散以至于不能以合理价格建设防声屏障（FIIWA，1992）。

植物

如果植物足够高、足够宽而且足够密（视线不能穿过）的话，就可以减少街道交通噪声。200英尺宽的密植植物可以减少10dB的噪声，也就是将噪声的响度减少了一半。在道路两边种植足够的植物来减少噪声，通常是不实际的，但如果已经存在稠密的植物，就可以保留。如果原来没有，道路两边的植物如果不能真正减少交通噪声，也可以使心理减压。

隔音

建筑物外墙隔音，比如双层玻璃窗，通常是被采用来减少建筑物噪声的最后手段。

上述的一些方法和相应的费用和效果在表2中列出。一个成功的降低噪声计划常用到几种方法的结合。例如一条在高层建筑旁经过的繁忙道路需要特殊的路面，一道屏障或者反射墙来减少交通噪声，建筑的上面几层还要做外墙隔音（世界银行，1997）。

教育和公众意识

(WHO, 2002, www.who.int/environmental_information/Noise/Commnoise5.htm)

只有在基础知识和背景材料可以获得，人们和政府部门都意识到噪声是环境的危害，而需要控制它的时候，噪声控制政策才能确立。因此，有必要将噪声引进学校的课程，并建立科研机构来研究声学 and 噪声控制。在这种科研机构工作的人应该可以选择在其它国家学习，并在国际会议中交流信息。向公众传播噪声控制信息是一个教育和公众意识的问题。理想状况下，应该建立国家和地方顾问组来促进信息的传播，建立统一的噪声检测和影响评估的方法，还有参与发展和执行教育和公众意识计划。

南非的声学训练

负责执行环境事务与旅游局所发布的规定 的地方政府部门应该聘请一个至少要有三年的工程学习背景，而且在职业顾问委员会注册的人担任噪声控制官员；或者，可以聘用有相似教育背景的顾问。南非的大部分大学有提供相应的培训，这些培训中至少有一部分是声学的训练。大学和技术学校也提供一些特殊的声学课程。在过去的几年里，对环境保护的意识已经在学术界显著的扩大，大部分大学和专业学院现在有环境管理的学位课程。这些课程至少包括六个月的声学，还常包括基础数学、声音物理学、声音测试方法论和噪声污染等课程。

6. 欧洲噪声控制规划的经验

在前面章节中提到的专门的降低噪声的方法可以在噪声控制规划 (NAP) 中实施。在 NAP 方面, 德国联邦环境机构 (UBA) 在和欧盟合作建立模范城镇的过程中获得了许多实际的经验。

有结果显示, 噪声监控需要运用于整个城市范围。为了拟定有效的 NAP, 避免问题从城市的一个边缘转移到另一边, 对整个城市范围进行噪声影响评估是不可缺少的。

为了控制费用, 研究出了简化的噪声监控方法 (可以从 UBA 获得)。在 30 多个城市运用简化方法的经验显示根据当地状况、调查的深度和有效的数据库, 欧洲的噪声监控费用是每个居民 0.25~1.00 欧元。在发展中国家, 费用会因被监控地区的不同而不同。需要的时间为 6~12 个月不等。

噪声监控的特别结果:

- 噪声地图表示城市中一个或几个噪声源发出噪声的分布 (如图 15 的例子)。
- 噪声冲突地图显示城市中一个或几个噪声源产生的噪声等级高于临界值的地区 (德国临界值见表 3)。
- 街道范围的噪声指标表, 综合考虑受影响的人数来编制噪声冲突的程度

行动计划

噪声监控之后就应该实施行动计划, 根据实际情况, 这需要 6~12 个月。

行动计划通常包括:

- 整个城市或不同地区的噪声减少或噪声影响目标;
- 行动的种类分为短期、中期或长期, 跨越 5 年、10 年或以上;
- 每个行动和几种行动的结合对噪声作用的效果预测;
- 每一种方法的估计费用, 拟采用的资金筹措方法, 包括不同来源的补助金;
- 每种方法的法律体制;
- 详述对每种方法负责的地方或区域政府部

门, 以及需要合作的其它机构;

- 如果需要, 方法的优选排序 (UBA, 2001)。

典型行动

由城市决策者做出的特别典型行动包括:

- 减小城市主干道路的速度, 在次要街道上减小交通噪声;
- 改善行人和自行车使用的基础设施和公共交通 (包括城市轨道交通技术的提高和对低噪声有轨电车和公交车的改进);
- 停车管理, 停车限制, 货运交通管理, 城市内部货物的分配;
- 敏感道路上禁止卡车通行, 低噪声的汽车可以例外;
- 在非常敏感街道禁止所有车的通行 (除特殊的使用者群体, 比如公共服务、出租车、公共交通、街道居民);
- 城市规划的各种手段 (如临近居住区的商业和工业区的噪声分区, 主干道和铁路附近的建筑的隔音措施, 将较低敏感的设施设在噪声源周围);
- 为不动产所有者安装隔音窗户提供津贴;
- 路面改善和替换; 低噪声路面;
- 噪声屏障;
- 外部公众部门的行动计划 (比如对穿过城市的国道的管理; 规划国道或区域道路穿过低敏感地区; 呼吁采取措施降低国家铁路或飞机场临近地区的噪声水平)。

德国不同城市的其它策略

其它可能的策略包括以下在德国不同城市中的例子:

- 城市远景规划减少交通需求。比如莱比锡正在制定策略将商业中心更好地分布在城市中的和重要住宅区中, 通过步行、自行车或者公共交通推进商业。见相关分册, 特别是分册 2a: 《土地利用规划与城市交通》, 讨论的是由公共交通、步行和自行车主导的城市发展。
- 提倡家庭不拥有小汽车。在示范工程架构

表 3：有害噪声的临界值
(UBA 2001)

日 / 夜噪声等级当量 (24h)[dB(A)]			
区域	道路 / 铁路	飞机	工业 / 商业工厂 / 运动设施
医院	57/47	62	45/35
敏感住宅	59/49	62	50/35
普通住宅	59/49	62	55/40
混合地区	64/54	62	60/45

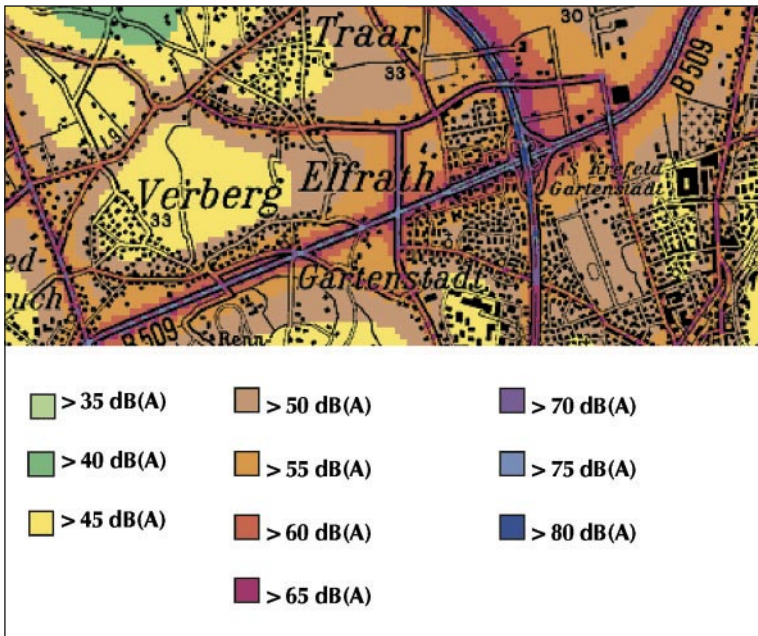


图 15：
德国 Elfrath
镇主干道白天交通
噪声等级
(UBA, 1999,10)

中的 Saale 的 Halle 市设法将一个现有的住宅区改变成一个“不需要私家汽车的地区”，促进汽车共用、自行车设施和有利于居住者的特殊商店或交通服务。改进公交系统并实施减轻交通噪声，或在住区特定时段实施禁行措施。

- Pritzwalk 镇建设了一条新的步行桥直接连接了市中心和位于河另一侧的一个重要住宅区。这条桥避免了许多车辆交通。由于步行桥是作为军用设施建设的，镇里只需要支付桥梁材料的费用。
- Oberhausen 城和 Brandenburg 的几个镇发现了一个解决国家铁路噪声问题的低费用方法。为了建设噪声屏障，它们允许铁路沿线工地的承包人在建筑废土足够干净并且承包人能在最终的屏障种上植被并维护的情况下，将建筑废土堆在工地外面，沿着铁路线筑起屏障。对承包商来说，这样就节省了倾倒废土的费用，这项费用在德国是很可观的 (UBA, 2001)。

7. 结论

WHO (2002) 提供了一个适于发展中国家的方法的很好的总结。噪声控制应该:

- a. 着手监控人在噪声中的暴露;
- b. 健康控制需要减少噪声的排放。减少噪声程序要考虑特殊环境, 比如学校、操场、家庭和医院; 有多种噪声源或可能将噪声扩大的环境; 敏感时段, 如傍晚、深夜和假日; 高危人群, 比如儿童和听力受损者;
- c. 在决定交通系统和土地利用的规划时, 要考虑噪声的后果;
- d. 引入噪声对身体负面作用的监视系统;
- e. 评估噪声政策对减少噪声和相应健康影响, 和对改善支持性“音景”的效果。

在对噪声及其影响基本概念的初始描述之后, 又大致叙述了与发展中国家相关的补救措施, 主要是一个有六分支的策略:

- 噪声等级标准;
- 机动车控制;
- 土地利用控制;
- 交通管理;
- 路面设计和维护;
- 道路几何及设计;

为了帮助发展中城市考虑建设一个吸引人、低噪声的环境, 还给出了德国城市的一些创新的噪声控制策略和行动。

8. 参考文献

文字参考

- Asian Development Bank, Asian Environmental Outlook 2001, Manila, 2001
- Tam Pui-ying, Civic Exchange, Noise Policy in Hong Kong, December 2000, www.civicoexchange.org
- Umweltbundesamt (UBA), NOISE-CON, Noise Abatement Plans in Towns, Gertrude Penn-Brossel, Berlin 2001
- U.S Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA) Highway Traffic Noise, 1992, www.fhwa.dot.gov/environment/htnoise.htm
- World Health Organisation (WHO), Ed. Brigitta Berglund, Thomas Lindvall, Dietrich Schwela, Kee-Tai Goh, Guidelines for Community Noise, 25-Jun-2002, www.who.int/pch/noise/guidelines2.html
- Worldbank TWU-31, Roads and the Environment: A Handbook, 1997, www.worldbank.org/transport/roads/cnviron.htm

来自 FHWA 的录像材料和文本材料

- FHWA (US), Acoustics and Your Environment the Basics of Sound and Highway Traffic Noise Video, 1999, www.fhwa.dot.gov/environment/noise/ac_vid_m.htm. 这部录像约长 48min, 主要面对的观众是那些想寻求关于其主题的透彻、详尽解释的人, 比如交通噪声分析家或住处紧邻一个规划中的噪声屏障的居民。
- FHWA (US), Entering the Quiet Zone: Noise-compatible Land Use Planning, 2002, www.fhwa.dot.gov/environment/noise/quietzon. or as a .pdf (2.8mb), www.fhwa.dot.gov/environment/noise/quietzon/quietzon.pdf. 这本小册子 1) 总结了公路交通噪声的本性, 2) 提供了噪声协调土地利用策略的例子, 有的已完成, 有的在规划中, 以及 3) 鼓励地方决策者、发展商和市民都要有一种前瞻性的姿态, 积极的影响公路两旁的土地利用。
- 其他与噪声有关的 FHWA 资料: www.fhwa.dot.gov/environment/ab_noise.htm.



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
德国技术合作公司

地址:
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
P. O. Box 5180
65726 Eschborn / Germany

电话: +49-6196-791303 (德国)
传真: +49-6196-79801357
网址: <http://www.gtz.de>
电子邮件: transport@gtz.de

