

地面交通噪声污染防治技术政策

(征求意见稿)

编 制 说 明

技术政策编制组

2006. 4

主管部门： 国家环保总局科技标准司

主管人员： 冯 波 王 瑾

承担单位： 国家环保总局环境标准研究所

编写人员： 张国宁 周扬胜

目录

一、制订技术政策的必要性.....	1
二、技术政策的主要内容和污染防治原则.....	2
1、适用范围.....	2
2、主要内容.....	2
3、污染防治原则.....	3
4、污染控制目标.....	4
三、合理规划布局.....	4
1、城乡建设规划.....	4
2、交通规划与设计.....	4
3、防噪声距离.....	6
4、相邻土地利用.....	7
四、噪声源头削减.....	7
1、车辆降噪——低噪声交通工具.....	7
2、工程降噪——声屏障.....	10
3、工程降噪——绿化带.....	11
4、工程降噪——低噪声路面.....	12
5、工程降噪——钢轨、轨枕和道床.....	13
6、香港道路工程降噪实例.....	14
五、敏感建筑物噪声防护.....	14
1、建筑规划与布局.....	14
2、建筑隔声.....	15
3、调整房间使用功能.....	16
六、交通噪声管理.....	16
1、禁鸣与限鸣.....	16
2、禁行与限行.....	17
3、限速.....	17

一、制订技术政策的必要性

交通噪声是城市环境噪声污染的主要来源,其能量通常占环境噪声总能量的70 - 80%。根据欧洲的调查¹,白天大约40%的人口暴露在55 dB(A)以上的道路交通噪声之下,20%人口的暴露水平更超过了65 dB(A)。考虑所有交通噪声的共同影响,超过一半的欧洲居民生活在不能确保声学舒适的区域。夜间则有超过30%的人口暴露的等效声压级大于55 dB(A),影响睡眠。

我国2004年的环境统计²也表明,47个环保重点城市共监测道路长度为6903.0 km,其中2124.7 km路段等效声级超过70 dB(A),占监测路段总长度的30.8%,道路交通噪声长度加权平均等效声级为68.8 dB(A)。在47个重点城市中,44个城市进行了功能区敏感点监测,按照监测的点次统计,4类功能区(交通干线两侧)昼间达标率平均为66.9%,夜间达标率平均仅为26.4%,其夜间达标情况在所有功能区中是最低的(见图1),甚至有半数城市(北京、沈阳等22个)的夜间达标率为0%,全部超标。可见道路交通噪声污染在我国城市地区已很严重。

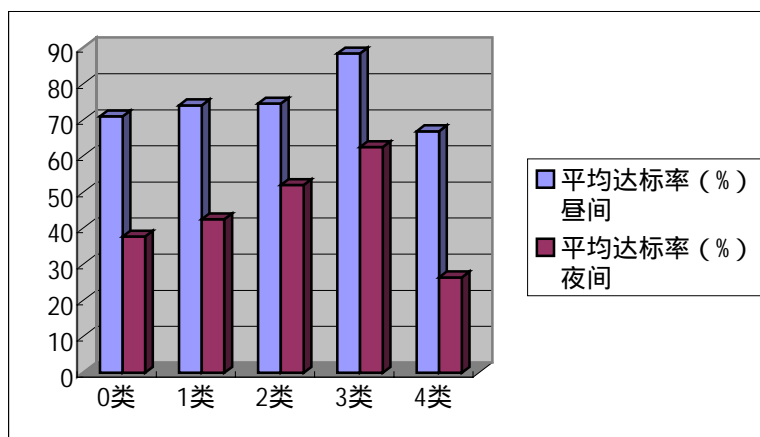


图1 全国44个重点城市声环境各类功能区达标率

另外,我国的铁路噪声污染扰民问题也很突出,特别是近年来随着我国铁路列车流量增大、运行速度提高,铁路边界噪声水平有所增加。根据各铁路局上报的数据统计结果,全路14个铁路局,除昆明、成都、乌鲁木齐局外,其它各局

¹ 《社区噪声指南》WHO1999

² 《2004年度全国环境质量报告书》

铁路边界处(距离铁路外轨中心线 30m)平均噪声水平已不同程度地接近或超过了 GB12525 - 90《铁路边界噪声限值》昼夜间 70 dB(A) 的标准要求;其中主干线快速区段(120 - 160 km/h)边界处噪声水平为:昼间 69.8 - 74.3 dB(A);夜间 69.3 - 74.8 dB(A), 超过对应标准要求 0 - 5 dB(A)³。

为此,需要制订《地面交通噪声污染防治技术政策》,明确地面交通噪声污染防治思路,提出政策要求,以保证人们正常生活、工作和学习的声环境质量,促进构建社会主义和谐社会。

二、技术政策的主要内容和污染防治原则

1、适用范围

地面交通噪声污染主要来自公路、铁路、城市道路和城市轨道交通。公路包括高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路,等级划分可参考 JTG B01 - 2003《公路工程技术标准》。铁路按照《中华人民共和国铁路法》,包括国家铁路、地方铁路、专用铁路和铁路专用线。城市道路根据 GB 50220 - 95《城市道路交通规划设计规范》,划分为 4 类:快速路、主干路、次干路、支路。城市轨道交通按照运量及运行方式的不同,分为地铁、轻轨和有轨电车 3 种。

在上述交通类型及等级中,一般将铁路、高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市轨道交通(地面段)定义为“交通干线”,两侧需要设置“防噪声距离”(见《环境噪声污染防治法》第 12 条规定)。

2、主要内容

根据噪声污染的特点,对地面交通噪声污染的防治应从“噪声源”、“传播途径”、“作用受体”3 方面入手,可采取的措施包括:

(1) 技术措施——车辆降噪、工程降噪(对交通建设项目)、噪声防护(受影响的噪声敏感建筑物);

(2) 规划与管理措施——城乡建设规划、交通规划;交通管理、环境管理。

为此,本技术政策从合理规划布局、噪声源头削减(车辆降噪、工程降噪)、敏感建筑物噪声防护、加强交通噪声管理 4 个方面,提出了地面交通噪声污染防治的技术政策和要求,见图 2。

³ 铁道科学研究院,我国铁路列车运行辐射噪声评价方法及允许值研究,2002

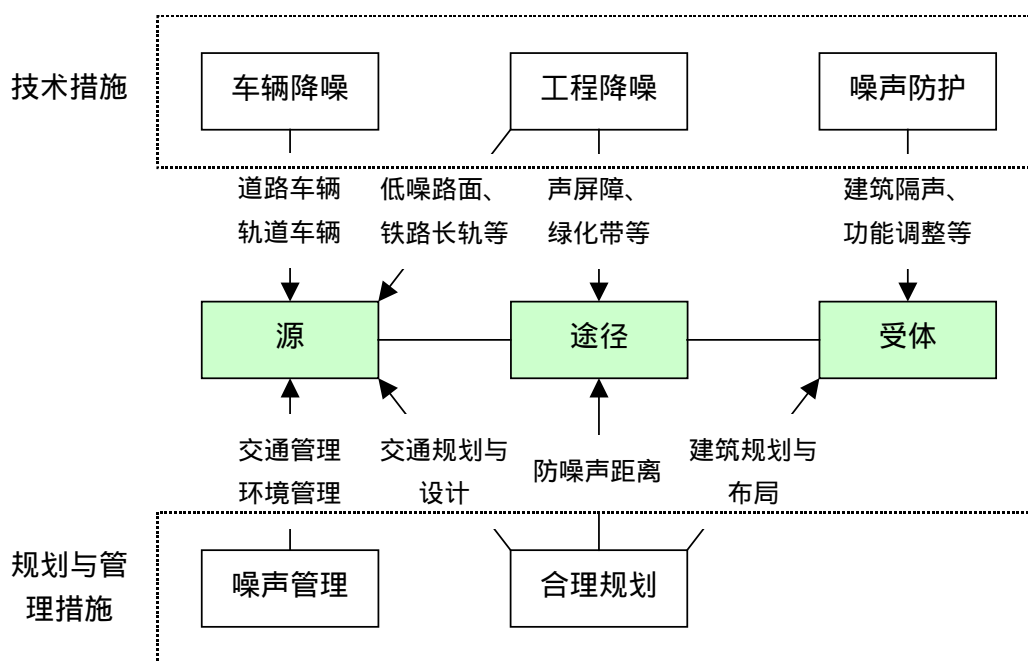


图 2 地面交通噪声污染防治措施

3、污染防治原则

交通设施噪声源与工业企业、建筑施工等噪声源不同，一般很难通过噪声管制手段解决其污染问题，而主要是通过合理规划进行提前预防，这才是根本性措施；一旦交通噪声污染已经构成，治理难度是很大的，有时甚至完全没有条件。为此，地面交通噪声污染防治首先要遵循“合理规划布局”的原则。

交通噪声污染的防治必须根据噪声这种物理性污染的特点，从“源”、“途径”、“受体”3方面入手，分层次控制；并且“合理规划布局”、“噪声源头削减”、“敏感建筑物噪声防护”、“加强交通噪声管理”4个方面的手段和措施针对的对象也是不同的，例如“合理规划布局”对于“源”、“途径”、“受体”3方面都会涉及，而“噪声防护”仅限于交通噪声作用的“受体”——噪声敏感建筑物（见前图2）。另外，实施上述4方面控制措施的主体也是不同，应各负其责，各方共同努力，才能有效降低或消除交通噪声对环境的影响。

基于以上考虑，提出地面交通噪声污染防治的第2条原则：交通噪声“源 - 途径 - 受体”的分层次控制与各负其责。

地面交通噪声污染的控制与其它大气、水污染的控制一样，都要遵循“污染预防”的原则，从源头进行控制，这需要车辆降噪和工程降噪相结合。因此，提出了地面交通噪声污染防治的第3条原则“重点实施噪声源头削减”。

地面交通噪声污染防治的目的，是保护人们正常生活、工作和学习的声环境质量，重点要保护“噪声敏感目标”，包括《噪声法》定义的“噪声敏感建筑物”，

也包括公园、广场等一些室外噪声敏感场所。为此提出的地面交通噪声污染防治第 4 条原则就是“重点保护噪声敏感目标”。

4、污染控制目标

交通噪声污染控制目标分 2 个层次：

(1) 第一层次：排放控制层次——现有交通项目噪声达标排放；新建交通项目更安静。

(2) 第二层次：质量控制层次——噪声敏感目标室外声环境质量达标。如噪声敏感建筑物户外达标不可行，则应通过采取建筑隔声措施，至少保证室内适宜的声环境质量。

三、合理规划布局

合理的交通规划和区域发展规划，对交通噪声控制具有重要意义，是解决城乡交通噪声污染问题的治本之道，其它的如声屏障、隔声门窗等都只是后补救的办法。因此，在制订交通噪声污染防治对策时，首先要处理好城乡建设规划与交通规划的关系。

1、城乡建设规划

城乡建设规划是上至国家层次，下到城市、村镇层次，总体对未来发展的考虑。在城乡建设规划中，要明确控制人口和用地规模，要合理确定或调整城市的功能分区和建设布局，应对交通发展提出指导性规划设想。在城乡建设规划中统筹考虑交通发展和环境保护，可有效预防交通噪声污染。

根据噪声的特点，距离是最经济有效的一种保护手段。一般认为，住宅、学校、医院及其它需要保持安静的场所周围 50m 范围内，不应建设地面交通项目。

2、交通规划与设计

规划路网结构、发展公共交通是交通规划的 2 大主题，通过合理确定路网结构、优先发展公共客运交通系统，可以从总体上减轻交通噪声对周围环境的影响。

合理确定路网结构是保证交通量在地域分配上要合理，这既是交通畅通的需要，又不会造成某些地点交通噪声过高。例如高速公路、一级公路、二级公路与其它国、省、县道共同构成畅通的交通体系，分散了车流、降低了噪声。

优先发展公共客运交通（公共电汽车、轨道交通），则可从总量上控制交通

量的增长。根据国外多年来的发展经验，从能源、环保、交通等方面综合考虑，积极发展公共交通是上策，比发展私人轿车有利。

对于具体的交通项目层次，需要慎重考虑噪声现状的改变，以及噪声敏感目标的保护问题。一般噪声现状的改变（声环境质量恶化），会造成群体普遍的不适应（烦恼）反应，这与噪声污染的特点密切相关。噪声在很大程度上取决于人们的心理因素，研究认为：“对乡村规定更低的环境噪声限值，是因为人们认为乡村本应该是和平安静的⁴。”换句话说，人们在城市嘈杂环境中对噪声有更大的容忍性。如果一个地方本来是安静的，但建设了交通项目后声环境质量恶化了，人们在一段时间内普遍难以接受，随着时间的流逝，情况会有所改善。因此建设交通项目造成噪声现状的改变务必要给予足够的重视，需要对近期与远期、全局与局部、经济发展与环境保护等多方面关系充分论证后确定。更多时候是局部服从了全局利益，这时需要对局部受损的人群予以一定的补偿，并做好噪声敏感目标的保护工作。

在设计上，线路避让、不同路桥形式的选择，都可有效降低交通噪声对周围环境的影响。

（1）线路避让

在确定地面交通线路时，需要进行多方案的比对，找到不利影响最小的一个方案来实施。例如道路或轨道边有大规模居民住宅（如50户以上），从经济角度就要考虑线路避让；若居民户数较少，可考虑搬迁或采取其它环保措施。

对于城市要建设公路环城外线，减少过境车辆穿越市区；村庄、集镇是乡村的居民聚居点，公路、铁路要避免从中心穿过。

（2）道路形式

道路是由路和桥构成的，路有高架路、高路堤、低路堑、地面路等不同形式；桥除了跨越障碍物（如沟壑、河流）的桥外，主要是指立交桥，会有苜蓿叶型（如北京复兴门桥）、环形（如北京安定门桥）、菱形（如北京官园桥）等不同形式。不同形式的路和桥，会有不同程度的交通噪声影响，需要根据两侧噪声敏感建筑物的分布、层高等情况，选择合理的路桥形式。

城市道路两侧高层噪声敏感建筑物较多，一般不宜建设高架道路，如需要建设，应采取必要的声屏障等控制措施。基于同样原因，城市中建设立交桥，主路

⁴ 《A White Paper : Assessment of Noise Annoyance》, Schomer and Associates, Inc. , April 22 , 2001

宜采用下穿式。

低路堑道路的降噪作用相当于无限厚度的声屏障,路堑越深,降噪效果越好,对两侧噪声敏感目标的保护有利,宜加以采用。但对低频声衰减效果较差,混响较明显,需附加相应吸声措施。

(3) 断面形式

断面型式是指机动车道、非机动车道、人行步道及分割设施在断面上的布置,应根据道路等级、交通负荷、行车要求等多方面进行选择。从衰减交通噪声的角度出发,在条件允许情况下,应尽可能采用有绿化分割带的断面型式。

(4) 纵坡调整

当车辆在坡道上行驶时,由于发动机负荷与转速增加,交通噪声明显增大,特别是重型车比例高时更是如此。因此,公路、城市道路在经过噪声敏感目标时,不宜设计较长、较陡的纵坡。

3、防噪声距离

对于前面定义的“交通干线”,因交通量大,噪声影响突出,两侧应预留必要的防噪声距离(有时也称作“隔离带”、“防护带”、“缓冲带”、“绿化带”)。在防噪声距离内宜进行绿化,不应有噪声敏感建筑物存在。

对于防噪声距离的规定,不能太宽,否则会降低土地使用价值;亦不能太小,否则不能有效衰减噪声。应综合考虑交通类型与运行特征、两侧土地开发利用情况、合理可行的工程降噪措施等条件加以确定。

以下为整理的国内外对防噪声距离的一些规定,可供参考:

(1) 前苏联规定,在铁路干线两侧设立 100m 的卫生防护带,其中绿化宽度不低于防护带宽度的 50%;在防护带内可通行公路,也可设置运输设施和构筑物。

(2) 德国《长距离道路法》规定,普通道路 20m 和国家公路 40m 之内禁止设立建筑。

(3) 《北京城市道路交通噪声污染控制对策研究》建议如下表(表 1):

表 1 隔离带宽度

道路等级	道路边缘与居住区距离(m)	隔离带的建议用途
高速路、快速路	80 - 100	绿化带,绿化带后第一排居住建筑物不宜建高层;前排可布置商场、机关、写
城市主干路	50 - 80	

城市次干路	30 - 50	字楼等公共建筑物；居住建筑物可比前排建筑物依次增高。
城市支路	10 - 30	

(4) 北京市环保局对道路噪声控制的一些距离规定(表2):

表2 北京市道路噪声控制的有关距离规定

道路形式	三环路内	三环路外	说明
高速公路 城市快速路	红线外 50m	红线外 100m	规定距离内不得新建临街噪声敏感建筑物，可以建设非敏感建筑物。
城市主干路	红线外 30m	红线外 50m	
城市次干路	红线外 20m	红线外 30m	

(5) 上海市在修订《城市区域环境噪声标准》中提出的建议(表3):

表3 防噪声距离建议

交通类型	红线外距离, m
城市轨道交通	50
高速公路、一级公路	150
城市快速路	100
城市主干路	50
一般铁路	100
高速铁路	300

4、相邻土地利用

一般在地面交通线路两侧区域(如为交通干线,应为防噪声距离以外相邻区域)可达到混合区或工业区标准,夜间 50 - 55dB(A),还达不到居住的要求,不能直接作为 0、1 类声环境功能区使用。为此,应实施“环境相容土地利用计划”,即相邻土地利用以非敏感用途(工业、商业)为主,或以非噪声敏感建筑物间隔,后排可建设噪声敏感建筑物。

四、噪声源头削减

噪声源头削减包括车辆降噪和工程降噪两部分内容。

1、车辆降噪——低噪声交通工具

从图3可以看出,1辆重型载重车辐射的声能量相当于50辆轿车,1辆大客车辐射的声能量相当于17辆轿车,因此,降低高噪声车辆(轨道车辆、载重汽车、大型客车等)的噪声辐射水平是声源控制的重点。

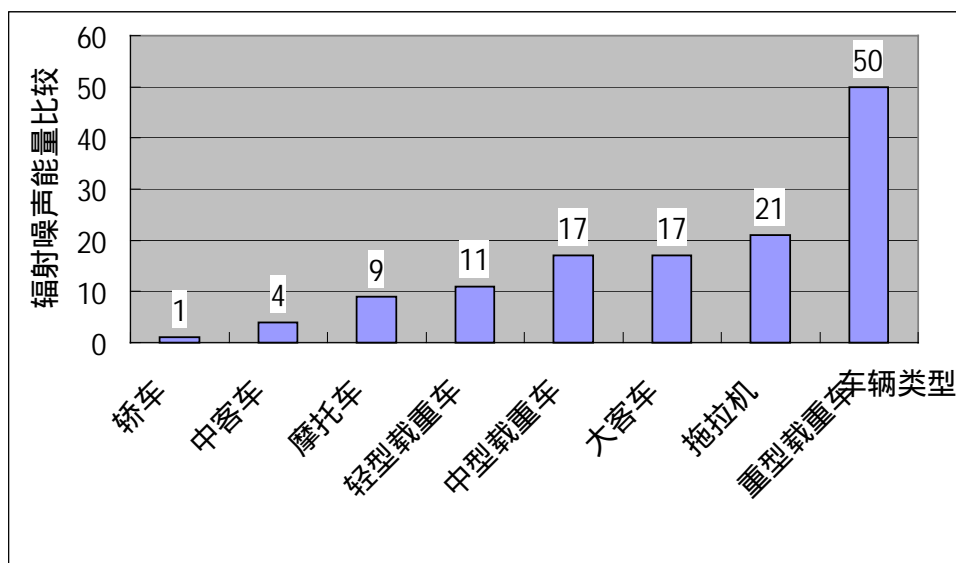


图 3 不同类型机动车辆噪声辐射能量比较⁵

(1) 道路车辆

道路车辆的噪声主要来自：发动机表面辐射噪声、进气噪声、排气噪声、风扇及冷却系统噪声、传动系统噪声、轮胎 - 路面接触噪声、车体振动噪声、空气动力噪声（车体与空气摩擦），如图 4 所示。

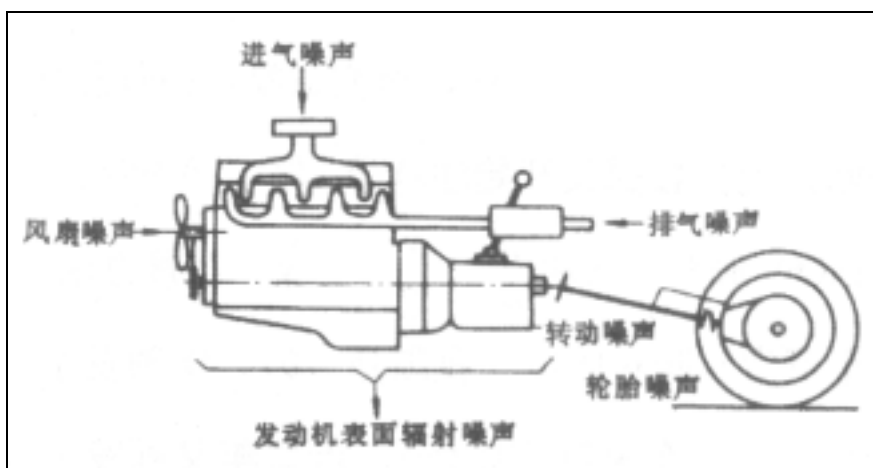


图 4 机动车辆主要噪声源⁵

在低速行驶时：主要的噪声源是发动机噪声和排气噪声，这也是普通城市道路的主要噪声来源。在高速行驶时：轮胎路面噪声是最主要的噪声源，高速路、城市快速路噪声源以此为主。

⁵ 《北京城市道路交通噪声污染控制对策研究》分报告一：《北京机动车辆噪声控制技术》，北京市劳动保护科学研究所，任文堂等

城市中车辆频繁起步加速、减速和刹车，噪声会很大，特别是公共汽车负荷大，行驶时在道路两侧产生的噪声级为 70 - 80 dB(A)，加速噪声可达 90 dB(A)，刹车噪声更高达 100 dB(A) 左右。重点需要解决公共汽车刹车噪声问题，如刹车片材料、检测和维护保养等。

对于排气噪声，应推广采用高效排气消声器，消声量应不小于 30 dB(A)。

对于轮胎路面噪声，从产品角度，应优化轮胎结构(花纹)设计：在低速时，不同花纹结构对轮胎噪声影响不大；但在高速时，不同花纹结构产生的噪声明显不同。

(2) 轨道车辆

铁路、城市轨道交通噪声源主要来自：机车噪声、轮轨噪声和鸣笛噪声。

机车噪声包括车体及走行部辐射噪声、集电系统噪声、制动系统噪声等；轮轨噪声有 3 种：车轮在钢轨上运动过程中横向滑动(如转弯)而激发的摩擦噪声(尖叫声)；车轮和轨道面尤其是与不平的轨道面之间作用所产生的滚动噪声(轰鸣声)；车轮经过钢轨接缝或不连续部位时产生的撞击噪声。

对于轨道车辆的降噪，可能的技术选择包括：

A、弹性车轮和阻尼车轮

弹性车轮是采用弹性橡胶材料在车轮的轮箍和车轮的车毂之间进行隔振，减少车轮对轮轨激发力，不仅可以降低轮轨噪声的“尖叫声”，而且可以提高车轮寿命。阻尼车轮是在车轮局部采用附加弹性阻尼材料和阻尼结构，降低噪声辐射。

B、制动系统更新升级(盘形制动)：在欧洲很早就认识到，采用盘式制动闸比采用闸瓦式制动闸能有效降低噪声。然而由于闸瓦式制动闸结构简单、维修和置换方便而被广泛使用。

C、控制机车车辆噪声：改进车体及走行部悬挂装置，使用改良型转向架，走行部外设防声裙板，延长车体裙板(裙板内设吸声材料)，为车辆安装减震器等。

D、控制集电系统和空气动力噪声：缩小机车车辆与接触网吊架距离，改进悬挂方式，减少受电弓数目，设计新型受电弓。机车车辆流线型化，提高表面处理工艺，减少空气阻力声。

E、TB/T 3051 - 2002《机车风笛声学性能技术要求及测量》规定，为了安全需要，距离风笛轴向 30m 处 L_p 107dB；为降低环境噪声影响，与轴向夹角 45° 的 30m 处 L_p 98dB，即风笛应具有和谐音质及强指向性。

2、工程降噪——声屏障

在地面交通线路和相邻噪声敏感目标之间,设立声屏障对降低交通噪声具有一定作用,是控制交通噪声的主要工程措施之一。从70年代起,许多国家,特别是一些发达国家,开始注意采用声屏障来防止交通噪声的传播,如日本、德国等修建了大量的声屏障。我国一些城市和高速公路也修建了一些声屏障,在城市道路旁修建声屏障最多的是上海,如在内环线、外环线高架路、明珠线轻轨快速路等两旁的噪声敏感区段,均修建了声屏障。

声屏障的主要作用是阻挡声音的传播,将大部分声能反射回去,仅使部分声能绕射过去,在屏障后面形成一个声影区,从而使噪声降低。声影区内的噪声主要来自绕射声。声影区内噪声降低的多少取决于屏障的高低、噪声源和受声点距屏障的远近以及它们的高度。国际噪声控制工程学会对若干国家数十条声屏障调查,大多声屏障高度为2-6m,降噪效果一般为5-10dB(A)。

声屏障的使用有一定的限制:张玉芬⁶研究认为,受声点距屏障的适用距离是 $a \leq 60$ m,当 $a > 70$ m时不宜采用声屏障。一般声屏障对两侧低层建筑效果明显,对高层建筑效果较差。

声屏障的位置、高度、长度、材料、形式等是声屏障设计重点要考虑的因素:

(1) 位置

声屏障越接近噪声源或受声点,其噪声衰减量越大。通常将声屏障建于靠近道路或轨道一侧,考虑到行车安全和视野要求,声屏障中心线距离道路或轨道边缘应不小于2.0m。

(2) 高度

声屏障高度不宜超过5.0m,如需超过5.0m时可将声屏障上部作成折形或弧形,端部伸向道路或轨道一侧。

(3) 长度

声屏障的长度应大于其保护对象沿道路或轨道方向的长度。为避免噪声绕射,声屏障应沿噪声敏感目标两侧延伸一定长度,原则上建议为声屏障到受声点距离的3倍以上⁷,如不足50m,按50m长度设计。

⁶ 张玉芬,道路声屏障若干问题探讨,长安大学,2004.5

⁷ 夏德荣,防噪声屏障——五度结缘、三点建议,2004.5

(4) 材料

声屏障使用的材料包括：混凝土、土堤、砖墙、金属板、塑料板（透明板）、钢化玻璃板、木板等，应根据道路或轨道的结构形式、周围环境协调性、安全性、经济性等因素选择使用。

(5) 形式

声屏障的形式与使用的材料有关，同时要考虑到形式美观及景观要求。

(6) 隔声量

声屏障的噪声削减量（插入损失）应大于 10 dB(A)。要特别注意漏声问题，如底部安装缝、连接缝等处。

3、工程降噪——绿化带

绿化带减噪主要是利用植物对声波的反射和吸收作用。单株或稀疏的植物对声波的反射和吸收都很小，而茂密的植被反射和吸收声波的作用比较明显，尤其是当形成郁闭的绿带时，可以有效地反射、吸收而减弱声波的能量，犹如一道隔声屏障。绿地和草坪的减噪作用，主要是绿地、草坪的吸收，减少了反射声，因此使受声点的噪声有所降低。

绿化带的降噪功能不可高估，但对人的心理作用是良好的。乔、灌木搭配密植，树木高大、枝叶茂密的绿化带，附加降噪量估算如下⁸：

林带宽度为 10m，附加降噪量 1 - 2dB (A)；

林带宽度为 30m，附加降噪量 3 - 5dB (A)；

林带宽度为 50m，附加降噪量 5 - 7dB (A)；

林带宽度为 100m，附加降噪量 10 - 12dB (A)。

《北京城市道路交通噪声污染控制对策研究》提出的绿化带插入损失如下⁹（表 4）：

⁸ 《公路环境保护设计规范》JTJ / T 006 - 98 条文说明

⁹ 《北京城市道路交通噪声污染控制对策研究》分报告四：城市道路绿化的减噪效应

表 4 绿化带插入损失

绿化带类型	插入损失	绿化带类型	插入损失
单纯由乔木构成的绿地，郁闭度 0.6 - 0.7	1dB / 10m	分车带绿篱	2 - 5 dB
乔、灌、草复层结构绿地，郁闭度 > 0.6	1.5 - 2.2 dB / 10m	落叶树处于落叶休眠期	插入损失为生长季的 30 - 42.9%

为此，对绿化带提出如下技术要求：

绿化带宽度不宜小于 10m，长度应不小于噪声敏感目标沿道路或轨道方向的长度。应根据当地自然条件选择枝繁叶茂、生长迅速的常绿植物，乔、灌、草应搭配密植，乔木高度不宜低于 7.0m，灌木不低于 1.5m。

若条件许可，绿化带可结合地形处理（如堆土、土丘等），以增强减噪效果，见图 5。

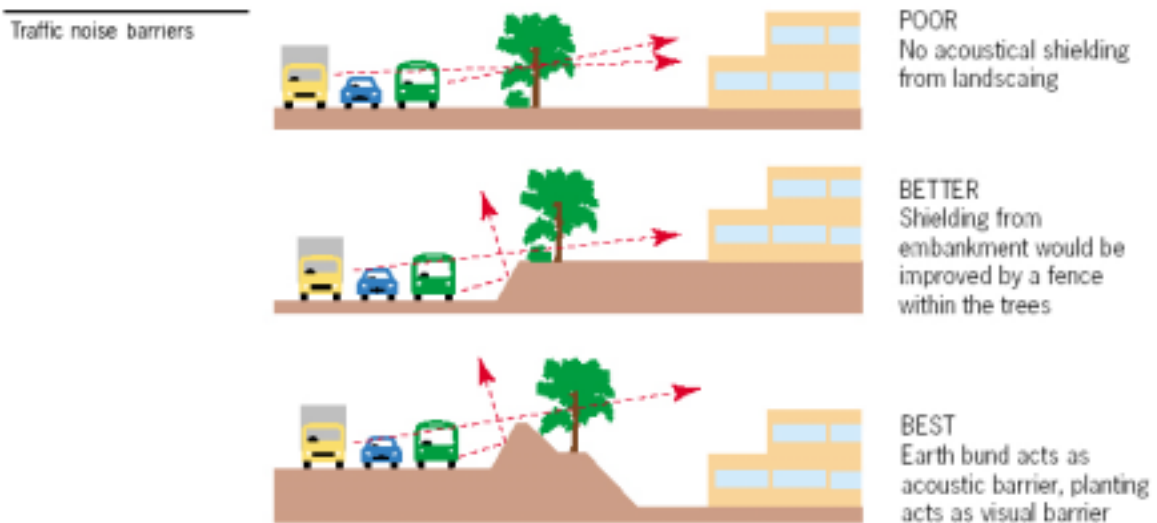


图 5 绿化带结合堆土增强减噪效果

4、工程降噪——低噪声路面

交通畅通工程的实施，车速的提高，轮胎路面噪声已经日益突出。一些发达国家的教训值得注意：大量投资在各方面的噪声控制措施，而忽略了轮胎路面噪声控制措施，城市交通噪声控制效果很小。

轮胎路面噪声与车速关系密切，当车速大于 50 km / h（指小型车），轮胎路面接触噪声将成为主要噪声源。除了车速因素外，路面材料、路面平整度、车辆行驶状态也是主要影响因素。

路面材料对轮胎路面噪声的影响，粗糙混凝土路面的噪声高于光滑混凝土路

面，但光滑混凝土路面的噪声通常小于光滑柏油路面产生的噪声。

道路凸凹不平和其它一些随机无规障碍物(如井盖)也要增加轮胎路面噪声和车体振动噪声。一般有规律的道路凸凹尺寸为10 mm以上时,主要辐射1000 Hz以下的中低频噪声;道路凸凹尺寸为0.5 - 10 mm时,主要辐射1000 Hz以上高噪声。因此提高路面平整度和经常维护路面平整对于降低交通噪声十分重要。由于路面不平整所引起的噪声增加值一般可达到3 - 4 dB(A)。

车辆在煞车、加速和急转弯情况下,由于轮胎接触地面处产生震鸣声而使轮胎噪声增加。一般情况下,煞车和加速时轮胎噪声约上升1 - 4 dB(A),而急转弯时能使轮胎噪声在高频范围内增大10 dB(A)左右。

控制轮胎路面噪声最成熟的措施是采用低噪声路面,它由早期欧美国家采用的疏水路面发展而来,近年来得到了较多应用。它是一种多孔性沥青路面,由沥青材料和有一定粒度的颗粒物组成,需要保持一定的孔隙率。由于这种多孔性沥青路面有若干连通的小孔,具有较强的吸音功能,同时轮胎滚动在路面上也不容易形成因空气压缩产生的爆炸噪声(气泵噪声)。据原联邦德国的研究,从改进汽车轮胎结构来降低轮胎路面噪声是十分有限的,仅可降噪约1dB(A)。因此,从噪声防治角度,铺设低噪声路面降低交通噪声无疑是有效的措施。

与普通沥青混凝土路面空隙率3 - 6%,平均吸声系数为0.1 - 0.2相比,低噪声路面空隙率可达15 - 20%,平均吸声系数0.4 - 0.8,降噪效果一般为3 - 5分贝¹⁰。车速越高,降噪效果越明显。

低噪声路面最大缺点是其孔隙率在通车后,经车辆碾压及灰尘泥土浸入而降低,减噪效果随之下降,故需使用高压清洗车加以冲洗维护,从而增加了维护的机具及成本。

对于大斜坡、急弯或重载车比例较高(>35%)的路段不宜铺设低噪声路面。

5、工程降噪——钢轨、轨枕和道床

(1) 钢轨减噪技术

钢轨减噪技术包括焊接长钢轨、使用重轨、减少轨道粗糙度等。

将标准轨焊接成长钢轨,可减少钢轨接缝数量,降低了轮轨撞击噪声。重型钢轨受冲击振动相对较小,也可以减小受载后轨道的变形,为车轮提供一个较为

¹⁰ 《北京城市道路交通噪声污染控制对策研究》分报告三：路面 - 车辆噪声特性及北京路面噪声控制技术

平顺的轨面。采用经过打磨处理的高表面平整度的钢轨，可降低滚动噪声。

(2) 减振型轨枕和道床

选用合适的轨枕和道床形式。轨枕和道床介于钢轨和路基之间，可以把列车荷载均匀地传给路基。通过采用减振型轨枕和道床，如使用弹性扣件、在轨枕下加设橡胶垫、使用浮置板式整体道床等可以有效隔振降噪。

6、香港道路工程降噪实例

香港有 650 条道路噪声级超过 70dB (A)，100 万名市民受交通噪声影响。行政会议于 2000 年 11 月制定已建道路的降噪政策，要求 轻噪声级超过 70dB (A) 的已建道路对附近居民的影响，采取的工程措施有 2 种：声屏障和低噪声路面。

对香港道路评估后认为，有 30 条已建道路符合装设声屏障条件。按居民受噪声影响情况分阶段推行，要求 10 年内完成，预计工程造价 25 亿港元；有 72 条已建道路适合铺设低噪声路面，要求在 2004 年前分期进行铺设工程，预计工程造价 8 千万港元。

五、敏感建筑物噪声防护

1、建筑规划与布局

(1) 第一排建筑物的性质和布局形式

由于道路或轨道边的建筑易受到交通噪声的直接干扰，最好布置为公共建筑或其它对噪声不敏感的建筑物。商住楼在设计中将建在住宅楼前的商场作为住宅楼的隔声屏障，成功地降低了交通噪声。

为降低交通噪声对周围环境的影响，应特别注意第一排建筑的形式。面向地面交通线路的建筑物通常有三种基本布局形式：

平行式——条形建筑和道路或轨道平行排列，通常用于道路或轨道为东西走向的情况；

垂直式——条形建筑垂直于道路或轨道排列，通常用于道路或轨道为南北走向的情况；

混合式——第一排为与道路或轨道平行的建筑，第一排以后的建筑则垂直于道路或轨道方向排列，通常用于南北走向的道路或轨道。

当第一排建筑与道路或轨道平行布置时,可以形成声屏障,减少交通噪声对后排建筑的干扰;若建筑物与道路或轨道垂直布置时,交通噪声很容易传播到很远处(声廊效应),因此第一排建筑物宜沿道路或轨道方向平行布置。

(2) 如第一排建筑物为噪声敏感建筑物

如面向道路或轨道建设噪声敏感建筑物,应间隔必要的距离,且层数不宜高,更不宜两侧相对着建设,以避免回声带来更大的噪声污染。

(3) 高层塔式噪声敏感建筑物

高层塔式噪声敏感建筑物的点状布置方式,本身受到的噪声干扰面大(三面暴露于交通噪声之中,受噪声影响的周界长度大于其周长的 $3/4$,而同样的板式建筑受噪声影响的周界长度略大于其周长的 $1/2$);且由于本身横向尺寸(面宽)较小,对后排建筑物不能形成“声屏障”保护,所以宜远离道路或轨道布置。

图6为道路与建筑的合理布置示意图。

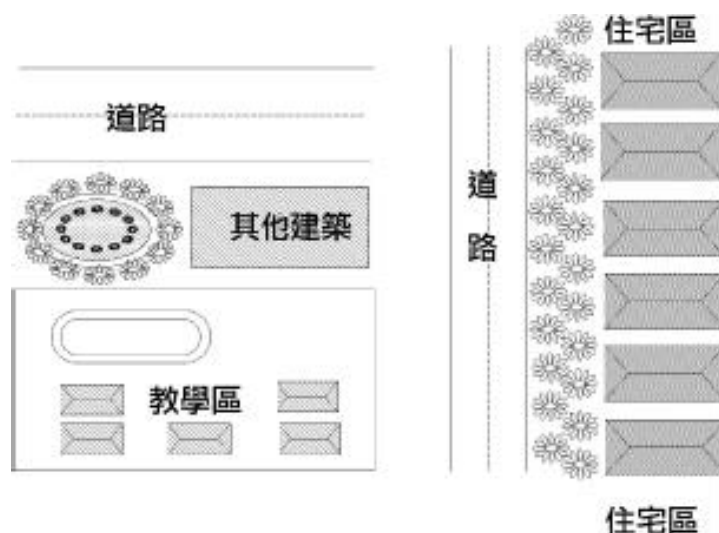


图6 道路与建筑的合理布置示意图

2、建筑隔声

环境噪声会通过外墙或门窗传入室内。外墙墙体本身的隔声量通常是足够的,可以防止室外环境噪声的传入,但门和窗是薄弱环节。采用计权隔声量 $30-40\text{dB}$ 以上的高效隔声门窗,是敏感建筑物噪声防护的重要措施。考虑到在有些情况下,要求窗兼有通风换气的功能,通风消声窗也是一种有效的选择。

香港:如果在加建隔声屏障以及尝试所有可行方法后,居民仍然受到超过 70dB 的交通噪声影响,香港政府便会为受影响的住户安装隔声玻璃及空调机。这在1998年4月后已成为《环境影响评估条例》一部分。

3、调整房间使用功能

在邻近道路或轨道的住宅建筑中,应按房间使用功能的不同,进行合理布局,例如将面向道路或轨道一侧布置为厨房、卫生间等非居住用房间。在同样交通噪声的情况下,面向道路和背向道路的房间噪声要相差 10 - 15 dB (A)。

六、交通噪声管理

利用交通管理手段,合理控制道路交通参数(车流量、车速、车型比例等),可以降低交通噪声,见表 5。

表 5 交通参数控制和交通噪声降低效果¹¹

交通参数控制措施	交通噪声降低效果
减少需要安静街道的车流量	车流量减少 1 倍,降低 3 - 5 dB (A)
减少车辆行驶速度	减少 10 km/h,降低 2 - 3 dB (A)
减少大型车比例	减少 10%,降低 1 - 2 dB (A)

目前采用的最为直接有效的交通管理手段包括:

1、禁鸣与限鸣

(1) 机动车鸣笛

严格控制机动车辆鸣笛和其它音响信号装置噪声。北京市对一些典型道路鸣笛噪声测量调查表明,鸣笛次数平均为 1 - 7 次/分,道路交通噪声标准测点平均声级为 80 - 85 dB (A),明显高于车辆行驶噪声。

(2) 铁路机车鸣笛

机车鸣笛噪声是我国特有的铁路噪声源,该声源来自于《铁路技术管理规程》中规定的列车间联络及警示的需要。而国外列车间的联络信号采用无线列调,铁路与公路的立交化也减少了警示鸣笛的需要。目前我国铁路沿线大部分区域仍采取鸣笛方式作为列车间联络及警示信号,根据国内已有研究成果,该声源位于机车顶部,距离轨面以上约 4.5 m 处,噪声频谱特性最大声能集中在 500 - 8000 Hz,侧向 30 m 处的声压级为 98 - 110 dB (A)¹²。根据我国现有铁路主要干线(京沪、京广、哈大、浙赣、陇海)边界处噪声测量结果,在 1h 等效连续 A 声级中,鸣

¹¹ 《北京城市道路交通噪声污染控制对策研究》

¹² 铁道部劳动卫生研究所,铁路干线两侧铁路噪声过渡带宽度的研究,2000 年

笛噪声占了总声能量的 70% 以上¹³，可见对于我国现有铁路噪声源，鸣笛噪声是主要噪声源。

鉴于目前我国铁路噪声源主要为机车鸣笛噪声，自 2001 年国家环保总局和铁道部联合发布了《关于加强铁路噪声污染防治的通知（环发[2001]108 号）》文件后，北京市城八区、上海市城区、广州市城区等重点城市铁路部门，对列车进入城区范围内的机车鸣笛做了严格的限制规定，同时为了配合限鸣措施，保证铁路安全运营，在上述城区范围内线路两侧增加了封闭措施。北京市城区实行限制机车鸣笛措施，限鸣后城区范围内铁路边界噪声降低了 3 - 5 dB (A)，大部分区域的铁路边界噪声已低于 70 dB (A)¹⁴。但从全国范围看，还应加强机车鸣笛噪声控制工作。具体要求如下：

改革轨道车辆信号联络方式，尽可能采用非鸣笛的联络方式（信号旗、信号灯、无线通讯等）。通过减少鸣笛次数、声级强度和鸣笛持续时间等方式，对铁路机车在城区内鸣笛进行限制。

2、禁行与限行

禁行或限行措施包括 2 方面的内容：车型控制和车流控制。

（1）车型控制

噪声敏感目标邻近区域和敏感时段，禁止重载车辆通行，例如北京市三环以内道路 7 - 24 时禁止货运机动车通行。

（2）车流控制

在噪声敏感目标邻近区域和敏感时段，通过改变行车路线、设置单行道等，控制车流量，可以减轻交通噪声的影响。

3、限速

根据我国机动车辆调查，各种车辆噪声辐射与行驶速度关系如下（表 6）：

表 6 机动车辆噪声和车速的关系

车辆类型	噪声和车速关系
轿车	$27 \log V$
中型车	$25 \log V$
重型车	$24 \log V$

¹³ 铁道学会论文，城市铁路列车运行噪声现状和发展趋势，1995 年

¹⁴ 魏宝祥，北京城八区铁路限鸣路段列车运行噪声调查，中国医学理论与实践，2003 年，No.1

上表的统计数据表明，机动车辆行驶速度每增加 1 倍，车辆辐射噪声要提高 6 - 9 dB (A)。在噪声敏感目标邻近区域和敏感时段，应对机动车辆（也包括轨道车辆）的行驶速度进行限制。

（完）