

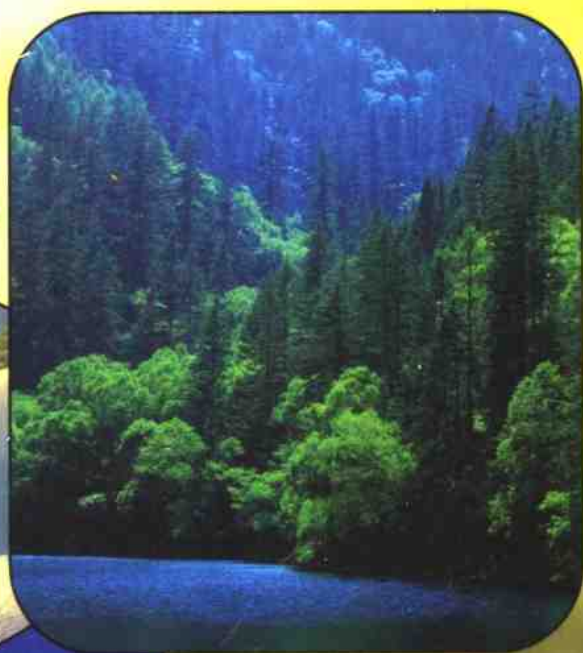
防沙治沙与生态环境建设

实务全书

—— 扬尘、扬沙、沙尘暴防治指南

主编：冯道

FANGSHA ZHISHA



SHIWU
QUANSHU



SHENGTAI
HUAJING
JIANSHI

吉林科学技术出版社

防沙治沙与生态环境建设实务全书

——扬尘、扬沙、沙尘暴防治指南

下 卷

吉林科学技术出版社

三、道路建设与水土保持方案

(一) 道路建设必须重视水土保持

水土保持是用农、林、牧、水利等工程措施防治水土流失,保护水土,充分利用水土资源的统称。《中华人民共和国水土保持法》规定:“一切单位和个人都有保护水土资源、防治水土流失的义务,并有权对破坏水土资源、造成水土流失的单位和个人进行检举”。“修建铁路、公路和水工程,应当尽量减少破坏植被;废弃的砂、石、土必须运至规定的专门存放地堆放,不得向江河、湖泊、水库和专门存放地以外的沟渠倾倒;在铁路、公路两侧地界以内的山坡地,必须修建护坡或者采取其他土地整治措施;工程竣工后,取土场、开挖面和废弃的砂、石、土存放地的裸露土地,必须植树种草,防止水土流失”。“在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区禁止取土、挖砂、采石”。“企业事业单位在建设和生产过程中必须采取水土保持措施,对造成的水土流失负责治理”。

道路建设必须依法防治水土流失,搞好道路沿线的水土保持工作。

(二) 道路建设的水土保持方案

1. 法律依据

《中华人民共和国水土保持法》规定:“在山区、丘陵区、风沙区修建铁路、公路、水工程,……在建设项目环境影响报告书中,必须有水行政主管部门同意的水土保持方案”。“建设项目中的水土保持设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设工程竣工验收时,应当同时验收水土保持设施,并有水行政主管部门参加”。国务院和有关部委还发布了一些文件,进一步对水土保持方案的编制内容、审批、管理等作了具体规定。

2. 水土保持方案防治范围

合理划定道路建设项目水土保持方案的防治范围,对保证道路建设的安全施工,道路的安全营运和保护沿线生态环境均具有重要意义。方案的防治范围可划分为施工区、影响区和预防保护区。

1) 道路施工区

指道路主体工程及配套设施工程占地涉及的范围。包括工程基建开挖区、采石取土开挖区、工程扰动的地表及堆积弃土石渣的场地等。该区是引起人为水土流失及风蚀沙质荒漠化的主要物质源地。

2) 影响区

指道路施工直接影响和可能造成损坏或灾害的地区。包括地表松散物、沟坡及弃土石渣在暴雨径流、洪水、风力作用下可能危及的范围,可能导致崩塌、滑坡等地段。

3) 预防保护区

、指道路影响区以外,可能对施工或道路营运构成严重威胁的主要分布区。如威胁道路的流动沙丘、危险河段等的所在地。

3. 水土保持方案的主要内容

1) 水土保持方案防治目标

(1) 人为新增水土流失得到基本控制。除工程占地、生活区占地外，土地复垦及恢复植被面积必须占破坏地表面积的 90% 以上。采用各类设施阻拦的弃土石渣量要占弃土石渣总量的 80% 以上。

(2) 原有地面水土流失应得到有效治理。使防治范围的植被覆盖率达 40% 以上，治理程度达 50% 以上，原有水土流失量减少 60% 以上。

(3) 道路施工和营运安全应得到保证。

(4) 方案实施为沿线地区实现可持续发展创造有利条件。

2) 水土保持方案的防治重点及对策

防治人为新增水土流失及土地沙质荒漠化为方案的防治重点。总的防治对策为：控制影响道路施工与营运的洪水、风口动力源；固定施工区的物质源，实现新增水土流失和自然水土流失二者兼治。

(1) 道路施工区为重点设防、重点监督区。工程基建开挖和采石取土场开挖，应尽量减少破坏植被。废弃土石渣不许向河道、水库、行洪滩地或农田倾倒，应选择适宜地方作为固定弃渣场，并布设拦渣、护渣及导流设施。对崩塌、滑坡多发区的高陡边坡，要采取削坡开级、砌护。导流等措施进行边坡治理。施工中被破坏、扰动的地面，应逐步恢复植被或复垦。在道路沿线还应布设必要的绿化，起到美化和生物防护功能。

(2) 直接影响区为重点治理区。在道路沿线，根据需要布设护路、护河（湖）、护田、护村（镇）等工程措施，还应造林种草，修建梯地、坝地。达到保护土地资源，减少水土流失，提高防洪、防风沙能力，减少向大江大河输送泥砂。

(3) 预防保护区以控制原来地面水土流失及风蚀沙化为主，开展综合治理。

第五节 道路交通与生物多样性保护

一、生物多样性的基本概念

(一) 生物多样性

《联合国生物多样性公约》中指出，生物多样性是指所有来源的形形色色生物体。这些来源除包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体外，还包括物种内部、物种之间和生态系统的多样性。

具体讲，生物多样性包括生态系统的多样性、生物种的多样性和生物遗传的多样性三个层次的多样性。

1. 生态系统的多样性

陆地生态系统主要有农田、森林、灌丛、草甸、沼泽、草原、荒漠、冻原、高山垫状植被、高山流石滩植被等生态系统。

水生生态系统主要有河流、湖泊、水库、海洋等生态系统。

2. 生物种的多样性

陆地生物包括野生植物、栽培植物、微生物、野生动物、驯化动物、昆虫等。

海洋生物包括海洋植物、海洋微生物、海洋动物、海洋养殖生物等。

据估计,现今地球上生存着 500 万~5000 万种生物,这只是地球上曾经生存过的生物种的极小一部分。被人类认识的生物种也只是现存生物种中极少的一部分。

3. 生物遗传的多样性

由于专业所限,关于生物遗传的多样性,请参阅有关资料。

(二) 我国重点保护的生物

对经济、科学、文化等方面具有重要意义,而现存数量稀少或分布范围相当有限的生物称为珍贵稀有生物,包括珍贵稀有植物和珍贵稀有动物。

1. 国家重点保护植物

根据是否生存与受威胁状况,将珍贵稀有植物分为绝灭种、濒危种(临危种)、渐危种(受威胁种)和稀有种四类。1984 年国务院环境保护委员会公布了《国家重点保护植物名录》,共列出保护植物 389 种(包括 1 个亚种、24 个变种),其中国家一级保护植物 8 种、国家二级保护植物 159 种、国家三级保护植物 222 种。

2. 国家重点保护动物

珍贵稀有动物分为绝灭种、濒危种、渐危种、稀有种和未定种。1988 年国务院批准了《国家重点保护野生动物名录》,共列出 257 种野生动物,其中国家一级保护动物 96 种、国家二级保护动物 161 种。

除国家重点保护植物、野生动物外,各地还公布了属于省(市)、自治区级保护的动、植物名录。另外,一些国际协定,如《中日候鸟保护协定》中所列出的鸟类等,都应受到保护。

二、生物多样性的保护

(一) 生物多样性的保护方式

生物多样性的保护一般有三种方式,就地保护、迁地保护和离体保护。

建立自然保护区和国家公园,是国际上保护生物多样性所采取的最重要的就地保护形式。迁地保护主要是建立动物园、野生动物繁育中心、植物园、植物繁育中心等,通过保护和繁育珍稀生物,然后放回大自然。离体保护主要是利用现代科技将生物体的一部分或繁殖细胞保存下来,以便保护和发展珍稀生物种群,有效地拯救濒危物种。

目前,我国就地自然保护设施的分类见图 28-1。

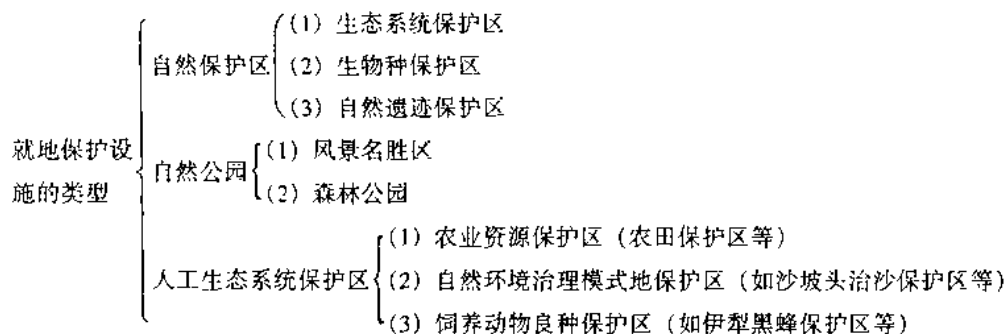


图 28-1 我国就地自然保护设施分类系统

(二) 自然保护区

自然保护区是指有代表性的自然生态系统，珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布区，有特殊意义的自然遗迹等保护对象所在的陆地、陆地水体或海域，依法划出一定面积予以特殊保护和管理的区域。国际上，就保护自然资源与保护自然环境而言，国家公园和自然保护区具有同样重要的功能。

美国在 1872 年建立了世界上第一个国家公园——黄石公园，标志着近代自然保护区建设事业的开始。我国于 1956 年建立了第一个自然保护区——广东鼎湖山自然保护区。20 世纪 80 年代以来，我国的自然保护区建设事业得到了稳定发展。自然保护区和国家公园的数量、类型、面积和管理状况，已成为衡量一个国家自然保护事业和经济、文化发展水平的一项重要标志。

1. 自然保护区的保护对象

(1) 典型的自然地理区域，有代表性的自然生态系统区域以及已经遭受破坏但经保护能够恢复的自然生态系统区域。

(2) 珍稀、濒危野生动植物物种的天然集中分布区域。

(3) 具有特殊保护价值的海域、海岸、岛屿、湿地、内陆水域、森林、草原和荒漠。

湿地是重要的、最具生物多样性的生态系统之一。1992 年我国加入了《国际重要湿地特别是水禽栖息地公约》，简称《湿地公约》或《拉姆萨尔公约》。《湿地公约》中指出“湿地系指不问其为天然或人工、常久或暂时之沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带，带有静止或流动、或为淡水、半咸水或咸水水体者，包括低潮时水深不超过 6m 的水域”。

(4) 具有重大科学文化价值的地质构造、著名溶洞、化石分布区及冰川、火山、温泉等自然遗迹。

(5) 需要予以特殊保护的其他自然区域。

2. 自然保护区的功能分区

自然保护区内部，一般分为核心区、缓冲区和实验区。

(1) 核心区。是保护区的精华所在，是保护对象最集中、特点最明显的地段。需要严格保护，属于绝对保护区。

(2) 缓冲区。在核心区的外围,是为保护核心区而设置的缓冲地带,一般只允许进行科研观测活动。

(3) 实验区。在缓冲区的外围,可以在不破坏生态环境与自然资源的前提下,进行科研、教学实习,生态旅游与优势动植物资源的开发工作。

3. 自然保护区的分级

根据自然保护区的重要价值及其在国内外的影响,将自然保护区分为国家级自然保护区和地方级自然保护区。

至1996年底,我国已建各类自然保护区800余处,总面积占国土面积的7.19%以上,其中国家级自然保护区106处。自然保护区在保护自然资源和自然环境,促进区域可持续发展等方面,正在发挥越来越重要的作用。目前,我国已有12个自然保护区被批准加入世界生物圈保护区网,它们是鼎湖山(广东)、长白山(吉林)、卧龙(四川)、梵净山(贵州)、武夷山(福建)、锡林郭勒(内蒙古)、神农架(湖北)、博格达(新疆)、盐城(江苏)、西双版纳(云南)、茂兰(贵州)、天目山(浙江)等自然保护区。我国还有6个自然保护区被列入《国际重要湿地名录》,它们是扎龙(黑龙江)、向海(吉林)、东洞庭湖(湖南)、鄱阳湖(江西)、青海鸟岛(青海)、东寨港(海南)等自然保护区。

三、道路交通与保护生物多样性

(一) 道路交通对生物多样性的影响

道路建设和营运对地区局部生态环境的影响往往是永久性的。路基、路面、采石取土区、工程施工区以及永久性建筑等,可能在不同路段对森林、草地、湿地、荒漠等生态系统产生一定程度的破坏。道路建设和营运还会干扰沿线野生动物的正常活动,有可能对某些珍稀濒危动植物产生一定的伤害。另外,不合理的道路布局,有可能对自然保护区、风景名胜区、森林公园等产生不利影响。因此,道路建设和营运必须重视保护生物多样性,采取积极措施,尽可能消除和减少对生物多样性的不利影响。

(二) 保护生物多样性的主要措施

道路建设和营运,必须遵守国家保护生物多样性的有关法规。

1. 实行环境影响评价

《野生动物保护法》指出,“建设项目对国家或者地方重点保护野生动物的生存环境产生不利影响的,建设单位应当提交环境影响报告书”。《野生植物保护条例》规定,“建设项目对国家重点保护野生植物和地方重点保护野生植物的生长环境产生不利影响的,建设单位提交的环境影响报告书中必须对此作出评价”。在环境影响报告书中,应明确保护措施,并经主管部门审批。

2. 保护自然保护区

《自然保护区条例》明确规定,“禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动,但是,法律、行政法规另有规定的除外”。《条例》还规定,“在自然保护区的核心区和缓冲区内,不得建设任何生产设施。

在自然保护区的实验区内不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准”。

3. 合理选线

道路选线，通常应避开珍稀濒危野生动植物及古树名木集中分布区、重要自然遗迹分布区、具有旅游价值的自然景观区、自然保护区、风景名胜区和森林公园等地区。

4. 采取保护措施

如果道路必须通过上述特殊区域时，应建有效的保护设施，如保护网栏、兽类通道及桥涵等。严格管理措施，如限制车辆运行速度，限制噪声，减少尾气污染等。必要时，可以对某些受直接影响的珍稀濒危植物迁地保护。

第六节 道路交通噪声污染控制

一、噪声控制的原则与步骤

(一) 噪声控制的原则

噪声自声源至接受者的过程是声源辐射—传播途径—接受者。由此，噪声控制的原则应是首先降低声源噪声辐射，其次控制传播途径，最后接受者防护。

1. 降低声源噪声辐射

道路交通噪声主要由车辆动力噪声和轮胎噪声构成。为降低车辆动力噪声，各国汽车专业人员在这方面已作了大量工作，并已取得很大成果。随着车速的提高和车辆动力噪声的降低，轮胎噪声的影响已举足轻重。20世纪80年代以来，欧洲德、法等国开展了以降低轮胎噪声为目标的低噪声路面研究，已取得瞩目的成果，其有关内容将在本节第四部分介绍。

2. 控制噪声传播途径

控制噪声传播途径，是目前降低道路交通噪声的主要方式。

(1) 控制路线距学校、医院、村庄及城镇居民区等环境敏感点的距离，这是最有效的，也是最经济的噪声防治措施。

(2) 在噪声传播途中设置声障使其产生衰减。

3. 接受者防护

对于道路交通噪声，采用接受者个人防护措施是不可行的，但可对接受者生活、工作的地点，如学校教室、医院病房和居民住宅等建筑物实施隔声降噪措施。这是被动的措施，在农村地区实施较困难，耗资也较大。

(二) 噪声控制的步骤

噪声控制，一般应按下列步骤制定噪声的控制方案：

(1) 调查噪声源现状，测定噪声级。

(2) 确定噪声标准。根据使用要求与噪声现状，确定可能达到的噪声标准及所需降低的噪声级。

(3) 选择控制措施方案。通过必要的设计与计算(有时需进行实验),同时考虑其技术、经济的可行性,确定控制方案。根据实际情况,可以是一种措施,也可以是多种措施的结合。

噪声控制的一般程序见图 28-2。

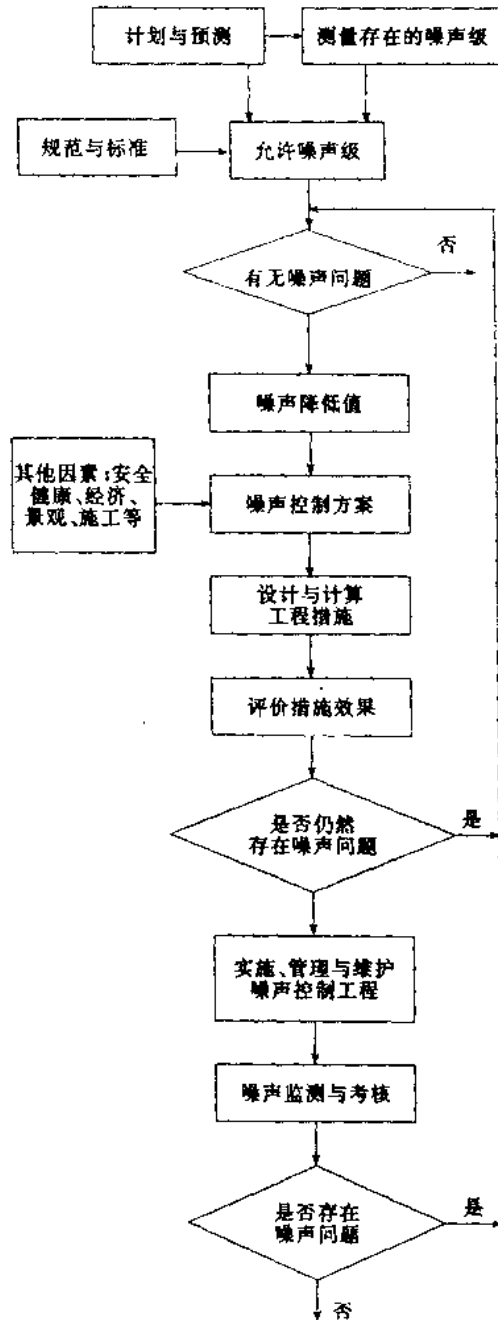


图 28-2 噪声控制一般程序

二、道路交通噪声控制措施

(一) 噪声控制法规

《中华人民共和国环境噪声污染防治条例》是实施噪声控制的保障与依据, 据此, 我国颁布了一系列噪声标准和噪声控制的规定等, 如对车辆噪声实行年检和车辆出厂检验。此外, 多数城市实行市区禁鸣、或夜间禁鸣, 禁止卡车进入市区, 车辆限速等规定, 对降低城市环境噪声有较大的作用。国际上美、日等国还制定了道路交通噪声标准, 用来控制道路沿线两侧不同区域的允许噪声级, 对道路建设的声环境保护从法律上作了规定。

(二) 规划降噪

合理的道路规划和区域规划, 对噪声控制具有战略意义。为了控制交通噪声, 道路规划和区域规划时应考虑以下问题:

(1) 交通干线应避免穿越城市市区和乡镇的中心区。尽可能避让学校、医院、城镇居民住宅区和规模较大的农村村庄等环境敏感点。

(2) 城市道路两侧应布置商业、工贸、办公等建筑, 以起声障作用。临街如建住宅时, 将临路侧布置厨房、厕所等非居住用房, 或采用封闭门、窗、走廊等隔声措施。如果道路为南北向时, 将住宅等敏感性建筑的端面(山墙)朝街, 以减小噪声干扰。

(3) 交通干道与学校、住宅、医院之间设绿地或其他非敏感性建筑。

(三) 交通噪声控制措施

1. 控制路线距环境敏感点的距离

噪声随传播距离的衰减和在传播途中的吸收衰减是声波的基本性质, 利用该基本性质控制路线距敏感点的距离, 是交通噪声防治的根本途径。由线声源模型, 当距行车线的距离 r 为 r_0 (7.5m) 的 2 倍时, 噪声级降低 3dB; 当 r 为 r_0 的 4 倍时, 噪声级降低 6dB; ……此外, 如接受点距地面高度小于 3m 时, 因地面吸收的衰减也是十分显著的。

道路选线除应保证行车安全、舒适、快捷、建设工程量小等原则外, 还应根据环境噪声允许标准控制路线距环境敏感点的距离, 最大限度地避免道路交通噪声扰民。

2. 合理利用障碍物对噪声传播的附加衰减

噪声传播途中遇到声障, 会对声波反射、吸收和绕射而产生附加衰减。

(1) 利用土丘、山岗降低噪声。路线市设时, 尽可能利用地貌地物作声障。如图 28-3 将路线布设在土丘外侧。使村舍处于声影区。

(2) 利用路堑边坡降低噪声。图 28-3 为路堑边坡对噪声传播的声障作用。对于环境敏感路段, 采用路堑形式能起到噪声防治效果。

(3) 利用构筑物或建筑物降低噪声。构筑物如土墙、围墙, 沿街的商业建筑和其他

不怕噪声干扰的建筑（如仓库等）能起到很好的降噪作用。另外，由于学校的声环境质量比村庄居住区的要求高，当路线布设在村舍一侧，能满足居住区的环境噪声标准时，亦保护了学校的声环境质量。

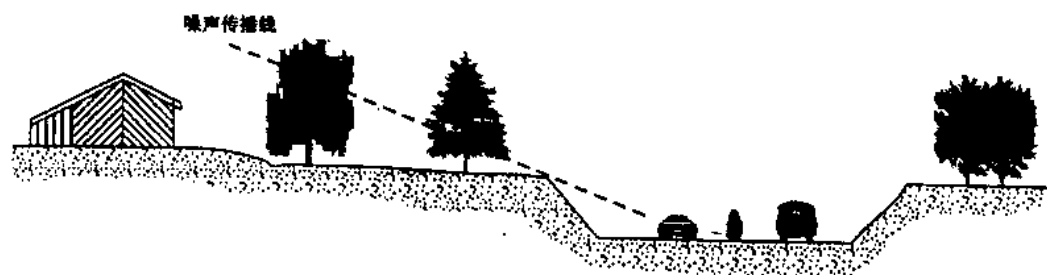
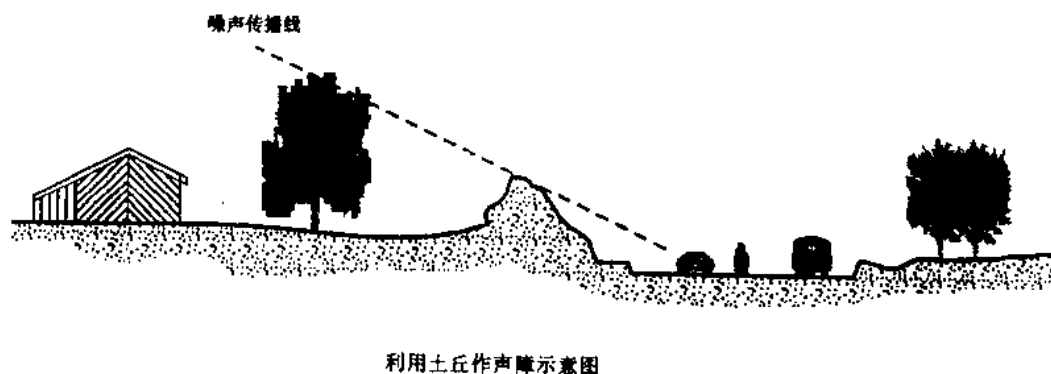


图 28-3 利用路堑作声障示意图

(4) 利用林带降低噪声。道路路线布设应尽量利用原有林带的环保作用，还应加强道路周围绿化，改善环境质量。

(5) 改善城市道路设施，使快、慢车和行人各行其道，不仅改善了行车条件，而且使道路交通噪声有所降低。

三、道路声屏障设计

(一) 声屏障噪声衰减量计算

1. 无限长声屏障噪声衰减量计算

接受点在声屏障建造前后噪声级的差值称为声屏障的噪声附加衰减量。当声屏障为无限长时，其噪声衰减量计算如下（见图 28-4）：

$$\begin{aligned}\delta &= a + b - c \\ N &= \frac{2\delta}{\lambda} = \frac{\delta}{170} \cdot f\end{aligned}\quad (28-3)$$

— 1403 —

式中 δ ——噪声传播的声程差, m;

f ——噪声的频率, Hz;

N ——菲涅尔 (Fresnel) 数。由 N 值查图表得声屏障噪声衰减量。

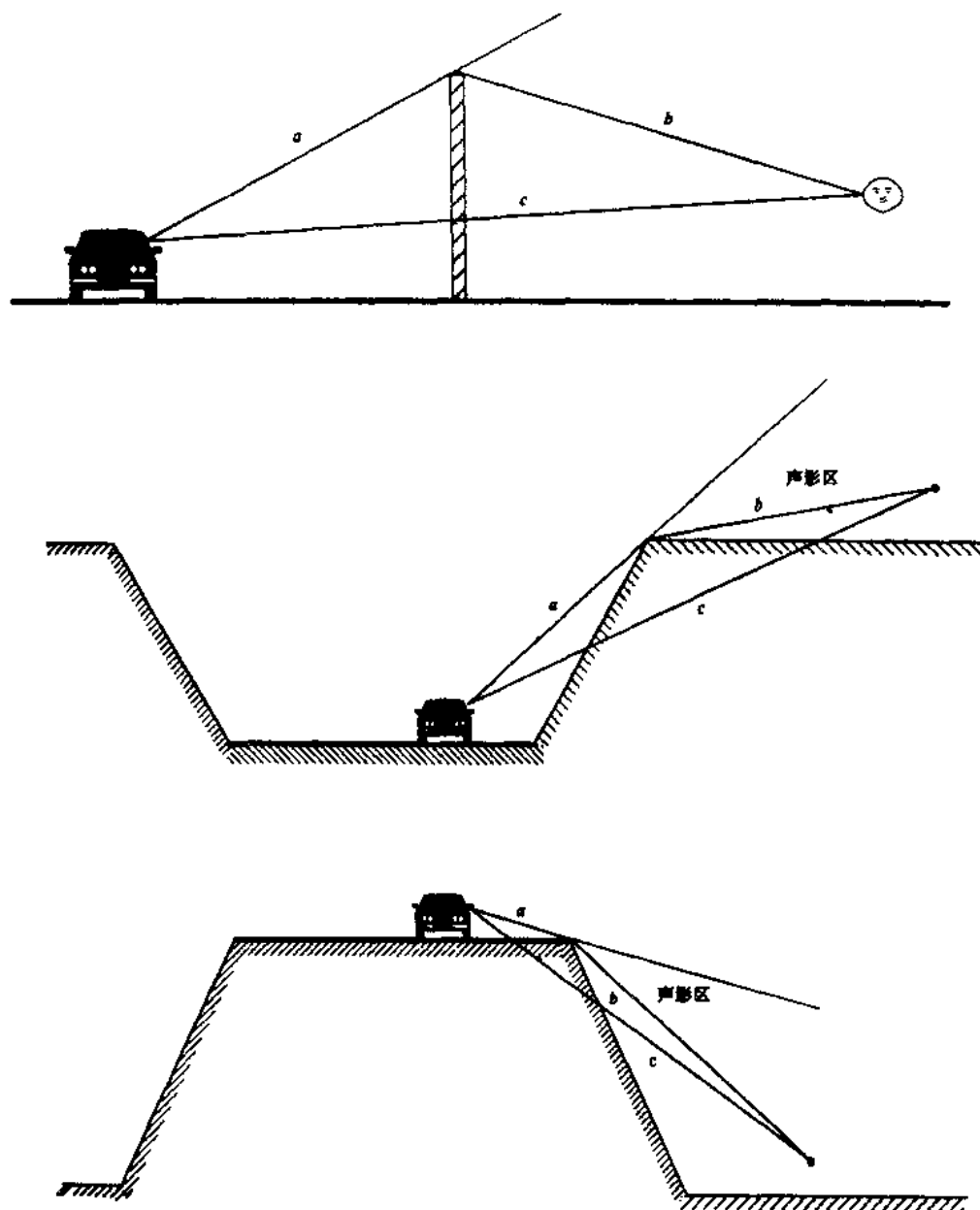


图 28-4 声屏障噪声衰减量计算示意图

经测量我国公路交通噪声的等效频率为 500Hz, 由噪声衰减量关系图 (该图这里不

再列出, 请参阅有关资料), 图 28-5 可直接由声程差查得声屏障的噪声衰减量。需提醒, 目前我国有些资料直接引用美国的声程差 (δ)—噪声衰减量 (ΔL) 曲线图, 该图仅适用于噪声频率 550Hz (美国道路交通噪声的等效频率采用 550Hz)。

2. 有限长声屏障噪声衰减量计算

在实际中建造无限长声屏障是没有必要的, 但有限长声屏障, 由于屏障两端有“漏声”现象 (见图 28-6), 它的噪声衰减量比同样高度的无限长声屏障要小。有限长声屏障的噪声衰减量估算, 或由图 28-7 查得。

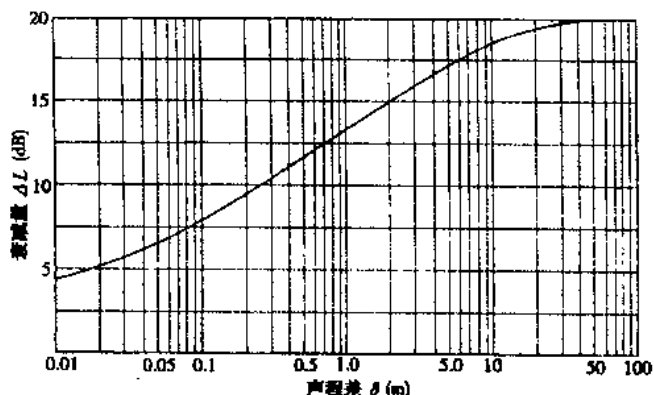


图 28-5 声程差 (δ) 与噪声衰减量 (ΔL) 关系图 ($f=500\text{Hz}$)

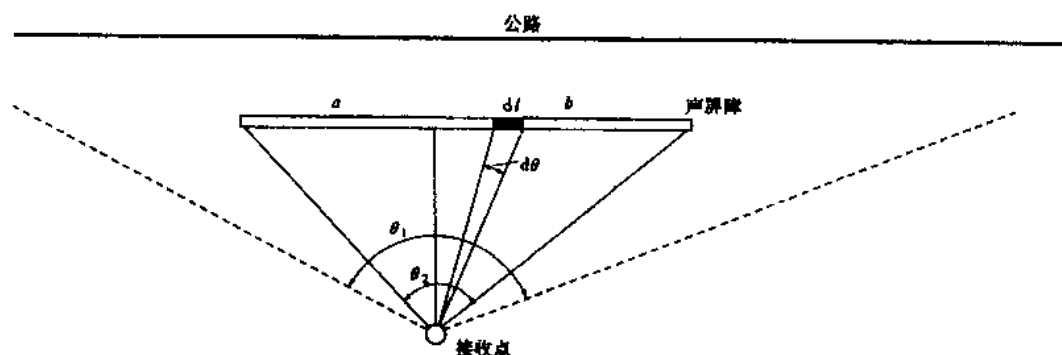


图 28-6 有限长声屏障噪声衰减量计算示意图

$$\Delta L' = 10 \lg \left(1 - \frac{\theta_2}{\theta_1} + \frac{\theta_2}{\theta_1} 10^{0.1 \Delta L} \right) \quad (28-4)$$

式中 $\Delta L'$ ——有限长声屏障的噪声衰减量, dB;

ΔL ——无限长声屏障的噪声衰减量, dB;

θ_2 ——接受点对有限长声屏障的张角, ($^\circ$);

θ_1 ——接受点对道路的张角, ($^\circ$)。

(二) 声屏障声学设计

1. 设计噪声衰减量

接受点处的道路交通噪声级（实测值或预测值）与期望环境噪声级之差，称为声屏障的设计噪声衰减量。接受点处的期望环境噪声级应根据环境噪声标准容许值和背景值来确定，当背景值（无道路时的环境噪声级）大于标准限值时，取背景值为期望环境噪声级，如 2 类标准夜间的噪声限值为 50dB，测得环境噪声背景值为 52dB，期望环境噪声级应取 52dB，而不是 50dB。相反，当背景值小于标准值时，期望环境噪声级取标准容许值。

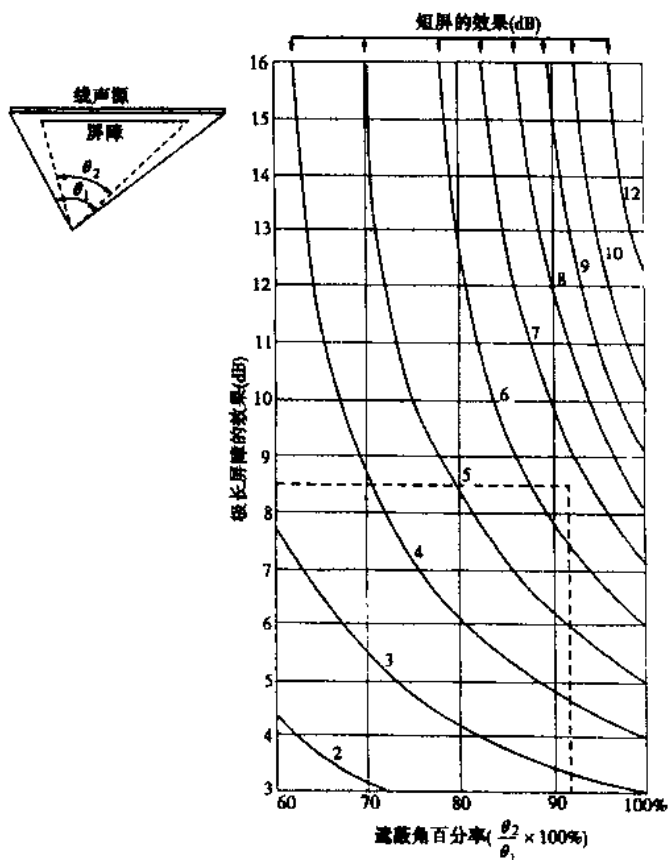


图 28-7 有限长声屏障的噪声衰减量计算图

2. 声屏障的位置

声屏障越接近声源（或接受点），其噪声衰减量越大。通常将声屏障建于靠近道路侧，为了行车安全和道路景观，声屏障中心线距路肩边缘应不小于 2.0m。美国规定，声屏障距行车道边的最小距离（包括路肩）约 9.0m。

3. 设计接受点

声屏障设计接受点应设在建筑群中受噪声袭击最大,或噪声敏感性最大的建筑处。设计时,视具体情况而定。

4. 声屏障的高度

当声屏障的位置确定后,它与接受点、声源(等效行车线)三者之间的相对距离及高差便确定。根据确定的设计噪声衰减量,由图 28-5 查得声程差,再由图 28-4 及式(28-3)计算得无限长声屏障的高度。设计时在满足噪声衰减量的前提下,应努力使屏障的高度经济合理。

为了降低声屏障的风荷载,屏障的高度不宜超过 5m。如需超过 5m 时可将屏障的上部作成折形或弧形,将端部伸向道路,以使更接近声源。

5. 声屏障的长度

声屏障的长度应大于其保护对象沿道路方向的长度。由于有限长声屏障的噪声衰减量比无限长时要小,因此,设计时通过图 28-7 或式(28-4)计算,同时根据保护对象的性质、规模和声屏障的造价等,综合确定声屏障的长度。

(三) 声屏障构造设计

1. 声屏障的隔声量

建造声屏障的材料及构造形式较多,不论何种材料构造,其隔声量必须满足基本要求。传至屏障背后接收点的噪声,有绕过屏障和透过屏障的两部分声能。屏障噪声实际衰减量为:

$$\begin{aligned}\Delta L &= 10 \lg \left[\frac{1}{(10^{-0.1\Delta L_d} + 10^{-0.1R})} \right] \\ &= \Delta L_d - 10 \lg [1 + 10^{0.1(R - \Delta L_d)}] \end{aligned} \quad (28-5)$$

式中 ΔL ——声屏障的实际噪声衰减量, dB;

R ——声屏障对噪声透射的隔声量, dB

ΔL_d ——噪声绕过声屏障产生的衰减量, dB, 即为声屏障的设计噪声衰减量。

由式(28-5), 当 $\Delta L_d - \Delta L \leq 0.5\text{dB}$ 时, 解得 $R - \Delta L_d \geq 10\text{dB}$ 。这就是说, 当屏障自身的隔声量比其噪声衰减量大 10dB 时, 透射声对衰减量的影响小于 0.5dB。因此, 声屏障壁体的隔声量至少应比其设计噪声衰减量大 10dB (对于实体材料构造通常是满足的)。即:

$$R \geq \Delta L_d + 10 \quad (28-6)$$

2. 声屏障的构造设计

声屏障的材料构造直接影响其技术性能、造价及寿命等, 是声屏障设计的关键之一。声屏障的材料构造设计应满足技术经济合理、高强度、施工简便、美观、耐久、防火等性能。声屏障的构造因材料不同而各异, 归纳起来可分为砌块类型、板体类型和生物类型等三类。

1) 砌块类型

用预制砌块砌筑成的声屏障称为砌块类屏障。砌块的材料种类较多,常用的有粘土砖类、水泥混凝土类、陶粒混凝土类及炉渣、碎石等轻质混凝土砌块类。砌块的形状可根据声屏障的形体需要制作。它的优点是施工方便,造价较低,具有高强度、耐火、耐腐蚀等性能。

2) 板体类型

声屏障的墙体用板型材料建造的称为板体类屏障。常用的板材有混凝土板、金属板、木板和高强塑料板等。用轻质板材时,为提高其隔声量应采用复合板材。板体类型的声屏障施工简单,但造价较昂贵,常用于城市高架道路或市郊公路。

3) 生物类型

近年来,声屏障的材料构造趋向自然生态类型。例如:采用混凝土槽砌筑屏障墙体,在槽内填土绿化种植;在路侧堆筑土堤,在土堤表面绿化种植,当土堤较高时在上堤外设砌块护面或分层梯状砌筑,在砌块间绿化种植等,以形成生物墙。生物类型声屏障的优点是声学性能好,能与周围环境较好的融合,不影响环境景观,当地民众对它们有认同感。

(四) 声屏障结构设计

声屏障的荷载以风载和自重为主,必要时考虑冰雪载及侧向土压力等。结构形式上属悬臂结构,其设计比较简单。为了安全,结构设计时还应考虑防撞击的措施。关于声屏障荷载的取值及结构设计的计算等,请参阅相关的规范及资料。

四、低噪声路面

20世纪80年代起欧洲的比利时、荷兰、德国、法国和奥地利等国,开始研究并采用低噪声路面。由于低噪声路面与其他降噪措施(如声屏障)相比,具有经济合理、保持环境原有风貌、降噪效果好和行车安全等优点,目前国际上发达国家已广泛展开应用研究。1993年欧洲共同体要求其所有路桥公司能修筑“净化”路面,掌握铺筑低噪声路面的技术,在法国 Toussieu 修建了一个试验场地,汇集了许多公路和噪声测试方面的专家,对低噪声路面技术作全面深入研究。我国一些高等学校,如原西安公路交通大学于1993年至1996年,对低噪声路面的机理、面层材料构造、沥青改性及添加剂等作了较为系统的研究。

(一) 低噪声路面的机理及其效益

1. 轮胎噪声的物理现象

轮胎与路面接触噪声的大小不仅与轮胎本身(如表面花纹)有关,更主要的取决于路面的表面特性。概括起来,轮胎噪声的物理现象有下列三方面:

(1) 冲击(振动)噪声。该噪声主要由路面的不平整度、车辙、横向刻槽等引起轮

胎振动（甚至连带车身振动）而辐射噪声。该噪声的频率较低。

(2) 气泵噪声。轮胎在路面上滚动时，表面花纹槽中的空气被压缩后迅速膨胀释放而发出噪声，噪声产生的过程类似于空气泵压缩—膨胀发出爆破声的现象。气泵噪声的强度随车速的增加而增加，且以高频声为主，在轮胎噪声中占主要地位。

(3) 附着噪声。是由轮胎橡胶在路面上附着作用力而产生的类似于真空吸力噪声。

2. 低噪声路面的机理

原先为了行车安全，铺筑开级配透水沥青混凝土面层，以使路面上的雨水由表面至内部连通的孔隙网迅速排出。就是由于面层具有互通的孔隙网，产生了惊人的降低交通噪声的功能，于是引发了多孔隙低（降）噪声路面的研究。低噪声路面的机理概括如下：

(1) 面层孔隙的吸声作用。除了吸收发动机和传动机件辐射到路面的噪声外，还可吸收通过车底盘反射回路面的轮胎噪声及其他界面反射到路面的噪声。其吸声机理类似于多孔吸声材料的吸声作用。

(2) 降低气泵噪声。由于面层具有互通的孔隙，轮胎与路面接触时表面花纹槽中的空气可通过孔隙向四周逸出，减小了空气压缩爆破产生的噪声，且使气泵噪声的频率由高频变成低频。

(3) 降低附着噪声。与密实路面相比，轮胎与路面的接触面减小，有助于附着噪声的降低。

(4) 良好的平整度，降低了冲击噪声。

3. 低噪声路面的效益

1) 降低交通噪声源

轮胎噪声是交通噪声中不可忽视的噪声源，当车速大于 50km/h 时它起到举足轻重的作用。又因轮胎噪声的频率较高，夜间它是干扰人们睡眠的主要“凶手”（除鸣笛等突发噪声外人据原联邦德国的研究，从改进汽车轮胎来降低轮胎噪声源是十分有限的，仅可降噪约 1dB (A)。因此，从噪声防治角度，铺筑低噪声路面降低交通噪声源无疑是有效的措施。

2) 可能的降噪量

从欧洲一些国家铺筑的开级配多孔隙沥青路面试验路段测得的结果，较传统的密级配路面降低噪声 3 ~ 6dB (A)，雨天可降低约 8dB (A)。试验路面层的孔隙率大多为 20% 左右，是否可再加大孔隙率进一步降低噪声，该课题正在德国卡尔斯鲁尔工业大学进行研究。法国 Rhone 省联合 Michelin 研究室，从 1988 年起对低噪声路面的理论进行研究，得出的结论是采用加厚多孔隙路面可以降低噪声 10dB (A) 以内，但最大不会超过 10dB (A)。

3) 耐久性和可靠性