

文章编号: 0451-0712(2004)12-0204-05

中图分类号: U418.9

文献标识码: A

绿化带对公路交通噪声衰减的效果研究

丁亚超, 周敬宣, 李 恒, 李艳萍

(华中科技大学环境科学与工程学院 武汉市 430074)

摘 要: 通过对 8 处林带降噪效果的测试, 得出了林带总的衰减、愈量衰减与宽度、能见度的定量关系, 并对衰减进行了频谱分析, 为公路防噪林带的设计提供了依据。

关键词: 交通噪声; 绿化带; 降噪效果; 防噪林带设计

噪声的危害不可忽视, 轻则干扰、影响人们的工作和休息, 重则使人体健康受到损害。交通噪声是主要的环境噪声源, 对于交通噪声的治理也是从声源防治、切断传播途径和受声点防护 3 个方面入手。从传播途径进行治理, 常见的工程方法包括修建声屏障和种植防噪林, 但是声屏障造价较高, 对于降噪目标量不大的情况下, 发展绿化带来减小周围环境大气和噪声污染是公认的最便宜方法。

绿化带被认为是自然降噪物, 尽管绿化带不像实体墙那样能成为隔离空气声传播的有效屏障, 但树木有浓密的枝叶, 比粗糙的墙壁吸声能力强, 能够减少声音的反射。当噪声通过树木时, 树叶表面的气孔和粗糙的须毛, 能吸收一部分声能, 尤其能隔离高频的车辆噪声。又由于树木对声波有散射作用, 通过枝叶摆动, 使声波减弱而逐渐消失。枝叶吸收声能通过声场中空气分子动能转化为叶子的振动, 因此, 从声能中分离出来的振动能一部分因枝叶的摩擦转变为热能而散失。

目前对于林带的降噪效果有很少的定量描述, 早期的降噪研究主要是针对落叶林和松叶林, 亚热带的树木会有不同的效果。此外, 许多早期的研究只是针对某些树种, 没有讨论树的种植密度、高度、长度、宽度、能见度与林带降噪效果的关系。因此不同种类的混合林带在这里得到研究, 这项工作在多项因子可以控制的林带进行, 研究的林带参数包括能见度、高度、宽度、长度。研究了 8 处林带的噪声综合衰减, 并用图概括了实验结果, 表明降噪量和能见度、宽度的关系, 对于公路防噪林带的设计具有一定的指导意义。

1 方法和材料

1.1 材料、林带数据

为了得到绿化带降噪关系与林带宽度、高度、能见度等参数的定量关系, 我们对武汉一些地区的林带(华工校园内, 瑜珈山下, 珞瑜山下等处)进行了实验观测。林带要求长度大于 50 m, 宽度 40 m 以上, 林带周边噪声在 $48 \pm 2 \text{ dB(A)}$ 。由于林带密度是不容易确定的, 因此调查采用了能见度, 即一个物体变得模糊不清的林带距离, 作为密度的表征。这里确定的能见度参考 Eyring 和 Embleton 方法。选取的 8 处有代表性的林带参数见表 1。

1.2 声源制作

将交通噪声录下来并且进行编辑作为试验的声源。开始, 于 2004 年 4 月 12 日记录珞瑜路关山口附近高峰期交通声源, 录下来作为未编辑噪声。从中找出 5 s 声压级波动很小的一段, 并且将这段录音用专用录音设备录下来, 反复录 60 min, 作为编辑噪声源。对声音频段与声压级关系进行分析, 记录声源(50 W 扬声器)外 5 m 处各个频带的声压级, 见图 1。等效声压级 73.7 dB(A) , 频率分布主要在 250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz 5 个频段。由于编辑的声源波动小, 平均稳定声压级获得时间短, 在声源 1 m 外进行多次测量求平均值, 找到声压稳定的次数, 发现测量 10 次基本稳定, 于是试验就测 10 次, 有效消除了声源误差。

1.3 实验方案

表 1 各测量林带处植被特性

	林带 1	林带 2	林带 3	林带 4	林带 5	林带 6	林带 7	林带 8
各林带植被特点	灌木为主	灌木为主	灌木和乔木	灌木和乔木	乔木	乔木	乔木	乔木
平均间距/m	1.5×1.5	1.5×1.2	2×1.5	2×1.8	2.5×1.5	2×2	2×2.3	3×1.5
树木高度/m	2.5~13	2.5~10	2.5~15	3~15	3~16	3.5~15	3~17	4~20
最低分枝高度/m	0.5~3.8	0.8~4.5	1.2~5	1.5~5.5	2~6.5	2.3~6	2.5~7	2.3~8
胸径/cm	3~12.5	2~14	4.4~22	6~32	4~26.5	4.5~28	5~35	8.5~37
冠幅/m	1.9~3.3	2~4.5	2~5.5	2.5~5	3~6.5	2.5~5.5	3~7	3.5~8.5
地面主要覆盖物	杂草覆盖	杂草覆盖	杂草覆盖	杂草覆盖	落叶覆盖	落叶覆盖	落叶覆盖	落叶覆盖
水平能见度/m	11	7	15	22	27	30	35	40

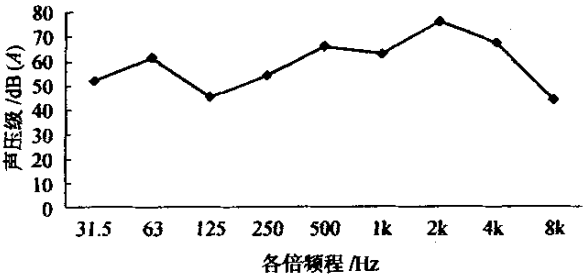


图 1 编辑声源 5 m 外各频带声压级曲线

在每个林带处测量时,声级计放在中心线两边 2.5 m 横断线上,在每条横断线上,测点间距 5 m,从边界开始,依次标注 5 m,10 m,15 m……。5 m 处的声压级就由中心线对称的两个点平均求得。用同样方法测得空旷场地噪声,从而可求得林带的愈量衰减。实验方案见图 2、图 3。

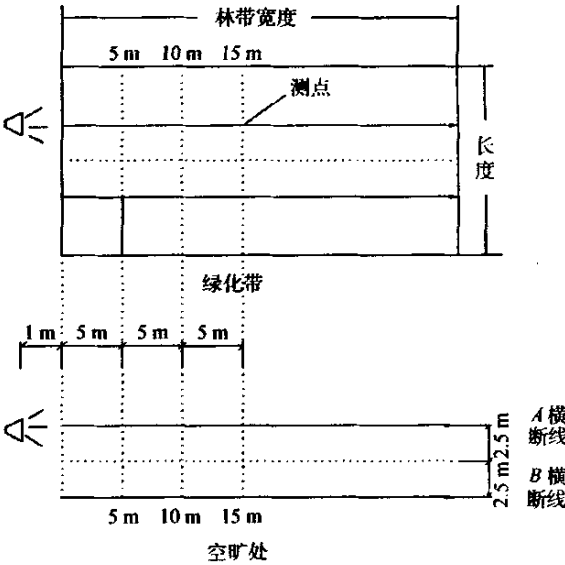


图 2 测量方案平面

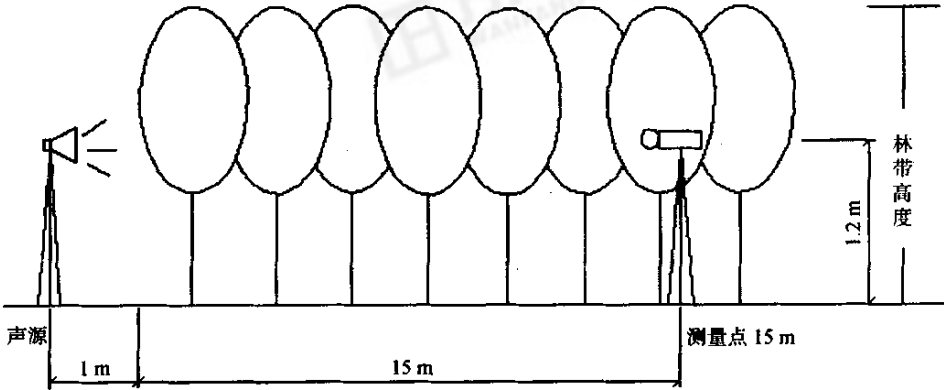


图 3 测量方案剖面

试验在 2004 年 5~6 月进行,声源(爱华扬声器 50 W)放在林带 1 m 外 1.2 m 高的断面线上。声级计(杭州爱华 AAWA6270 噪声频谱分析仪)放在 1.2 m 高的测点上。待声源扬声器工作稳定后测量,每个测

点测 10 组数据,参数为 L_{eqA} 和各中心频率处声压级。用总的衰减、愈量衰减描述,并对林带降噪效果进行频谱分析。

虽然气象条件也影响声波的传播速度,但一般认

为分子吸收是微小的,当天气状况相似时,气象影响是可以忽略的。因此试验在天气状况基本相同的条件下进行,从而消除气候影响。为了增加试验精度,观测在风速小于 2 m/s 的晴天进行。

2 实验数据及结果

按照上述布点测试方案,8 处林带总的衰减情况见表 2。

表 2 8 处林带每 5 m 总的噪音衰减

测点位置	声音衰减/dB(A)							
	林带 1	林带 2	林带 3	林带 4	林带 5	林带 6	林带 7	林带 8
林带边缘处	0.0(74.3)	0.0(74)	0.0(73.2)	0.0(74.5)	0.0(74.7)	0.0(74.2)	0.0(73.9)	0.0(74.4)
5 m	1.9±0.42	1.8±0.42	1.6±0.34	1.3±0.26	1.4±0.39	1.6±0.47	1.2±0.35	1.5±0.39
10 m	3.6±0.81	3.4±0.80	3.5±0.84	3.2±0.64	3.0±0.54	2.8±0.54	2.7±0.49	2.8±0.68
15 m	6.5±1.03	6.7±1.01	5.9±0.94	5.0±0.78	4.1±0.58	3.9±0.79	3.5±0.74	4.2±0.78
20 m	8.1±1.07	8.0±1.04	7.7±0.98	6.9±0.85	5.2±0.75	5.1±0.81	4.8±0.84	6.1±0.82
25 m	10.3±1.11	10.1±1.07	10.2±1.04	8.7±0.94	7.1±0.84	6.7±0.83	6.1±0.97	7.3±0.94
30 m	12.1±1.16	12.3±1.12	11.6±1.14	10.4±1.03	8.7±0.98	8.3±0.84	7.8±1.04	8.5±1.01
35 m	14.6±1.21	14.7±1.18	13.4±1.17	12.2±1.04	11.8±1.03	10.6±0.93	8.7±0.44	10.2±1.12
40 m	17.4±1.25	18.0±1.28	15.4±1.21	14.4±1.18	13.1±1.16	12.4±1.12	10.2±1.46	11.6±1.20

采用相同的测试布点方案,在没有林带处进行对比观测,得出相应数据,从而求出仅有绿化带时产生

的愈量衰减,每 10 m 绿化带产生的愈量衰减见表 3。

表 3 8 处林带每 10 m 的愈量衰减

	每 10 m 宽绿化带的愈量衰减/dB(A)							
	林带 1	林带 2	林带 3	林带 4	林带 5	林带 6	林带 7	林带 8
10 m	1.0	1.1	0.9	0.7	1.0	0.6	0.6	0.7
20 m	2.3	2.4	1.9	1.5	1.9	1.4	1.2	1.1
30 m	3.2	3.4	3.0	2.7	2.4	2.1	1.9	2.0
40 m	4.4	4.7	3.9	3.6	3.2	3.0	2.4	2.6

3 实验分析及对公路防噪林带的设计指导

3.1 实验数据分析

声波衰减通过正常衰减和愈量衰减,正常衰减通过声波的球形脱离和前进中与空气分子摩擦,又称为距离作用,随距离增加而衰减。此外,由于声源与接收者间存在障碍物而产生反射、折射、散射、吸收作用,产生愈量衰减。

为 10.2~18 dB(A),愈量衰减变化范围为 2.4~4.7 dB(A)。

结合其他测量处数据,描绘出林带衰减与宽度、能见度关系图,见图 4。区域 A 是稠密灌木,有最好的降噪效果,实验发现只要接收者高度比稠密的枝叶和树干顶部低,即能产生大量的声衰减。区域 B 为第二有效降噪区,这组树木差别虽比较大,但是稠密的树叶和枝干仍能抵抗声波,可以发现低分枝的灌木和乔木有更好的降噪效果。区域 C 也有一定的降噪效果,因为枝干比较高,基本没有什么障碍物吸收声音。区域 D 降噪效果较差。

由表 3 数据可把衰减效果分为 3 个区。

林带密度、宽度、高度、长度是比枝叶大小和枝干特性更有效的降噪因子。密度、宽度、高度、长度因子扩散声音,枝叶尺寸和树干特性引起共振吸引,扩散作用大于吸收作用,因此,林木的种植形式是林带降噪的最明显影响因素。能见度越低,密度越大,则有更多枝叶来降低噪声,散射作用也越大。在这个研

(1)有效降噪区

愈量衰减超过 1.1 dB(A),林带由低于 11 m 能见度的浓密灌木组成。

(2)次级有效降噪区

愈量衰减为 0.8~1 dB(A),由乔木和灌木组成,能见度在 15 m 以上。

(3)无效降噪区

愈量衰减少于 0.8 dB(A),主要是稀少乔木,能见度超过 27 m。8 处林带 40 m 总的衰减变化范围

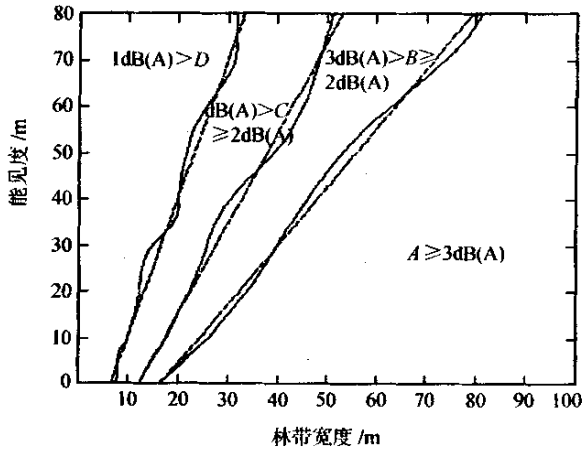


图 4 林带宽度、能见度与愈量衰减关系

究中,能见度是最突出的降噪因子,它与愈量衰减成反比关系。

林带宽度是另一个重要的降噪因子,更宽的距离导致声波传播路径上有更多的树木,产生了更大的吸收和扩散。同时,林带的结构和树叶可以分散声源附近集中的声波,但随着距离增加,散射作用减小,距离与衰减成正比,一般认为至少 30 m 宽的绿化带才有较好的降噪效果。

林带的高度和长度在这里没有作为主要因子,愈高的林带提供了愈大的表面,因此有更多的散射和吸收的机会,这在研究中得到了证实。当林带越长,声波受阻产生的衍射现象更高,降噪效果更好,一般至少 60 m 长的绿化带才能提供最大的衰减。

在所有观测的林带中,灌木降噪是最有效的,因为它们稠密的树叶和树干产生散射作用,而有一定高度的乔木会对声波有更好的扩散和吸收作用。可是,大多数灌木较矮,而乔木在分枝高度下有较少的树叶和树干。因此,灌木和乔木同时利用,即灌木种植在乔木下,可使得林带产生最好的降噪效果。

对频谱进行分析,发现林带对高频的降噪效果优于低频,有腐殖质的地面对中低频衰减较好,而树干树枝的散射和树叶的散射和吸收对高频效果较好。林带的屏障作用,点声源衰减比线声源好,但是衰减倾向二者是相似的。这里虽然引用了点声源,可推断林带对线声源降噪效果基本与此相似。

3.2 绿化带的降噪效果对公路防噪林带设计的指导

(1)公路沿线各噪声敏感点防噪林设计内容包括边坡地带和隔离带外的防噪林带两部分。边坡绿化包括路肩、挖方边坡和填方边坡绿化,边坡和平台用草皮覆盖间隔种植灌木或低矮乔木,达到降噪及美观的

作用。在路肩树种的选择上,多选用低矮成球状的树种。

为保证降噪绿化效果,防噪林带采取沿公路两旁先低后高层次种植。选择几种植物混种,以便取长补短,在车道近旁可栽种灌木,稍远处可以种植草地,再远处可栽种乔木林带,并探索出不同的地方用不同的植物配置原则。树木一定要求速生且高大,能很快超过路堤高度形成自然屏障;防噪林的效果会因声波频率、树林的密度和宽度而异,所以林带要种得密、足够宽,而且要根据土壤选用树冠矮、分枝低、枝叶茂密的灌木与乔木搭配构成防噪林带,且阔叶的树木比针叶树木的单位吸声量大。

(2)绿化带的降噪作用不仅与种植参数有关,而且与声源及接收者离地高度有关。对实验进行频率分析,发现 2 000 Hz 以上的高频,其波长往往比树叶小,故树叶只有遮挡视线和高频声的作用,而对中低频的吸收较好。

(3)林带位置应尽量靠近公路,其间距离宜在 6~15 m 之间,林带宽度一般不小于 30 m;林带高度宜在 10 m 以上,灌木高度不宜小于 3 m;长度应大于受保护点的长度。

(4)注意树木的株行距,保证树木得到充足的生活空间、水分、养分、光。以 72 杨、69 杨为例,一般 1~2 年生幼树树冠在 2~3 m,2~3 年生可达 4~5 m,3 行以上的成片、速生丰产林行间距为 3×3 m。对防噪林的采伐要严加控制,在经济林成熟以后,采伐宜分期分批进行,采伐后要及时补种新树。

(5)要保证一年四季都有降噪效果,耐寒树木不可少,可选用蜀桧柏和独木女贞等常见的耐寒树种;为了提高抗病虫害的能力,树种应有多样性,错落有致,形成一个良好的生态群落,也有利于树木成活与降噪,减少管理和维护;考虑林木色彩搭配合理,避免单调呆板,增加色彩与美观。

4 结论

林带衰减与宽度成正比,与能见度成反比,林带要有一定的高度和长度才有降噪效果,每 10 m 林带总的噪声衰减在 3 dB(A)左右,愈量衰减在 1 dB(A)左右。枝叶和有腐殖质的地面对中低频衰减较好,而树干对高频衰减较明显。不同地面影响的重要之处在于低流阻多孔腐殖质地面的形成,地面作用的愈量衰减在 500 Hz 以下,大于等于 1 000 Hz 的愈量衰减主要归因于树干树枝的散射和树叶的散射和吸收。

利用绿化带降低噪声,其效果取决于树种、能见度、种植宽度、树冠高度、枝叶密度以及季节变化等,其中能见度和宽度是最重要的两个因子。在噪声源与建筑物之间,要合理配置由常绿(或落叶期短)乔木和灌木组成的绿化带,且靠近噪声源植树比靠近防护对象植树效果要好。林带最好是稠密的高树,分枝点低,枝叶茂密,垂直分布,并高矮搭配。

应该指出,栽植防噪林带可以降低噪声,但作用有限,因为树木即使有浓密的树叶,它的空隙仍然很大,声波容易穿透,遮挡引起的声衰减作用较小,至于

草皮与松土只对靠近地面的传播有作用。

参考文献:

[1] Chin-Fang Fang, Der-Lin Ling. Investigation of the noise reduction provided by tree belts [J]. Landscape and Urban Planning, 2003, 63.

[2] A K Pal, V Kumar, N C Saxena. Noise attenuation by green belts [J]. Journal of Sound and Vibration, 2000, 234(1).

[3] 赵剑强, 编著. 公路交通与环境保护 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.

Investigation of Traffic Noise Attenuation Provided by Tree Belts

DING Ya-chao, ZHOU Jing-xuan, LI Heng, LI Yan-ping

(Department of Environmental Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430074, China)

Abstract: Through investigating the noise attenuation of 8 tree belts, the relationship between the total noise attenuation, excess attenuation and width, visibility are found, the frequencies of the noise attenuation analyzed and practical suggestions concerning design of tree belts of highway for noise reduction provided in this paper.

Key words: traffic noise; tree belts; effect of noise attenuation; design of tree belts



上海首次试铺彩色防滑道路

近日,由中国特种路面材料有限公司铺设的绿色、红色道路呈现在上海市民的面前,本次铺设的彩色防滑道路包括延安西路(昭化东路至江苏路),此路段为彩色公交车专用道;新华路(定西路至番禺路),此路段为非机动车彩色道。

据专家介绍,铺建彩色防滑道路不仅是为了城市道路的美观,它更有利于交通阻塞的疏导,而且也是预防和控制道路交通事故的有效手段。彩色防滑路面通过道路颜色的不同提示驾驶者在规定的路面上行驶,从而避免了不同车辆的混行。提示驾驶人员前方的危险路段,并通过提供高摩擦力的面层从而起到很好防滑效果。驾驶员驶入上述路段可以提前降低速度,并在紧急情况下,缩短刹车距离,避免恶性交通事故。可广泛用在高速公路、公交车道、景观道路、危险路口、桥梁等的面层。目前,在欧洲彩色路面已较为普遍,而在中国还不常见。据相关负责人介绍,如果试铺成功,今后上海将在全市推广彩色防滑道路。