Advances in Environmental Protection 环境保护前沿, 2013, 3, 107-110
http://dx.doi.org/10.12677/aep.2013.34018 Published Online October 2013 (http://www.hanspub.org/journal/aep.html)

Study on a Spatial Construction Model of Forest Belts for Noise Reduction*

Zhongfu Guo, Yongzhou Ni

School of Sciences, Zhejiang A & F University, Lin'an
Email: nyzla@163.com

Received: Jul. 10th, 2013; revised: Aug. 9th, 2013; accepted: Aug. 16th, 2013

Copyright © 2013 Zhongfu Guo, Yongzhou Ni. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: The effect of ornamental and forest belt on the sound pressure level of noise has been discussed and tested. Our experimental results show that the plants with large leaf size and big density of leaf tissues have good noise attenuation performance due to their high reflection and absorption of sound waves. The fact that the trunk plays a less important role in the noise reduction indicates that low much-branched plants are very suitable to be applied in the construction of forest belts for noise reduction. Since the density and space distribution of plant are vital for noise reduction, a three-layer spatial construction model can be used in the afforestation for a more effective noise reduction.

Keywords: Ornamental; Forest Belt; Noise Reduction

降噪绿化林带构建模式探讨*

郭中富，倪涌舟

浙江农林大学理学院，临安
Email: nyzla@163.com

收稿日期：2013 年 7 月 10 日；修回日期：2013 年 8 月 9 日；录用日期：2013 年 8 月 16 日

摘　要：本文通过对景观植物及绿化林带对噪声声压级影响的实验测试，发现大叶面尺寸、高叶面密度植物容易对声波产生反射和吸收，具有较好的降噪效果；植物的树干部对噪声的影响较小，应选择最低分枝高度小的植物来构建降噪绿化林带；植株的种植密度和植株的空间占据密度是降低噪声的关键因素，从而提出三层立体降噪绿化林带的构建模式。

关键词：景观植物；绿化林带；降噪

1. 引言

随着我国工业化、城市化进程加快，人们生活水平日益提高，环境中的发声体数目不断增加，使得环境噪声问题正成为困扰人们日常生活的重要问题。治理环境噪声主要可从声源治理、传播途径控制、受声点防护三方面进行。利用绿化林带降低噪声就是对噪声的传播途径进行控制，从而降低噪声对人们的影响。国外在上世纪 80 年代开始研究绿化林带对交通噪声的影响[1]，逐步探讨了大面积绿化带对噪声的衰减规律，发现绿化带的能见度、高度、宽度以及枝叶形态都对噪声产生衰减效果[2,3]。目前，国内对绿化带降噪的研究也正在逐步展开[4-10]，本文也试通过对景观植物及绿化林带对噪声声压级影响的实验测试，从而探讨降噪绿化林带的构建模式。

*基金项目：浙江省教育厅基金项目(No. Y200804638)资助。

2. 方法和材料

2.1. 噪声衰减规律的理论分析

在日常生活中，噪声主要由道路交通噪声、生活噪声等构成，其主要的频率分布在 31.5~2000 Hz 范围内，因此噪声在空气中传播时，波长分布主要集中在 10^{-2}~10^{2} m，对一般的障碍物而言，噪声具有很强的衍射效应。利用绿化带来降低噪声，很难通过阻挡声波的传递来产生效果，主要是通过绿化带对噪声的吸收，以及反射来达到降低噪声的目的。因此，在构建降噪绿化带时，应选择高吸收、高反射的植物种类，同时考虑增加绿化带的密度、宽度，以增加绿化带对噪声的吸收。

需要注意的是，如果噪声声源为近似点声源，则噪声在空气中传播时，噪声的声压级将随传播距离的增大而减小，理论上可通过以下公式计算空间两点的声压级衰减[11]

$$\Delta L = 20\lg\frac{r_2}{r_1} \quad (1)$$

其中 r_1 和 r_2 为两点到声源的距离，ΔL 为噪声声压级衰减量。另外，空气介质对噪声也会产生一定的衰减效果，空气的温度、湿度都会影响噪声的衰减。因此，在讨论绿化林带的降噪效果时，应减去空间距离和空气介质造成的声压级衰减量。如此，绿化林带的降噪问题将变得比较复杂。为简化绿化林带降噪效果的计算，在实验测量中，首先测量绿化林带两点间的声压级衰减量 ΔL_1，然后根据绿化林带的构成数据，在空白场地上对应测量声压级衰减量 ΔL_2，两者相减得到净衰减量 ΔL_0，即

$$\Delta L_0 = \Delta L_1 - \Delta L_2 \quad (2)$$

净衰减量 ΔL_0 可表达绿化林带对噪声声压级衰减的真正效果。

2.2. 实验方案

实验在植物枝繁叶茂的 5~6 月进行，测试噪声源产用计算机模拟的白噪声，使用 8 面类

球形点声源作为声波的发生装置，在测点 1、2 处使用噪声统计分析仪进行噪声的采集，如图 1。测点 1 始终处在林带的前边缘，噪声源和测点 2 的位置根据林带宽度以及实验需要进行调节。

2.3. 观赏植物的选择

对观赏植物在实验室内进行降噪效果的模拟测试，主要是想观察不同形态的观赏植物对声波的影响。实验选择大叶面尺寸、高叶面密度的植物类型和小叶面尺寸、低叶面密度植物类型植物之间的对比。前者选择常见的盆栽植物绿萝(Scindapsus aureus)，后者选择马尾铁(Dracaena marginata)、也门铁(Dracaena)、非洲茉莉(Stephanotis floribunda)为测试对象，各植物的形态数据见表 1。

2.4. 绿化林带的选择

选择不同林带进行降噪测试，主要是为了探讨绿化林带的密度与不同部位对噪声的影响。测试选择了红枫林带、雷竹林、黄条金刚竹绿篱、铺地竹林四种林带作为测试对象，各林带的特征情况见表 2。

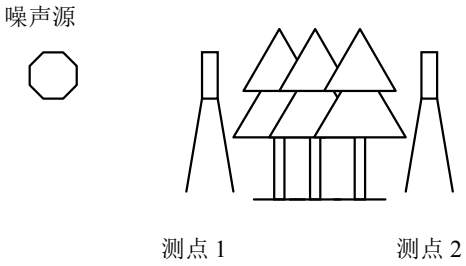

Figure 1. Schematic of the test setup for noise reduction using forest belt
图 1. 绿化林带降噪测试示意图

Table 1. Characteristics of the four ornamentals
表 1. 4 种观赏植物的形态特征

植物种类	植物高度/m	叶片密度	植物冠幅宽度/m	叶面平均长度/m	叶面平均宽度/m
绿萝(Scindapsus aureus)	1.20	叶大、密	0.76	0.31	0.24
马尾铁(Dracaena marginata)	0.61	叶小、密	0.45	0.45	0.03
也门铁(Dracaena)	0.84	叶大、疏	0.72	0.50	0.08
非洲茉莉(Stephanotis floribunda)	0.51	叶小、疏	0.42	0.05	0.03

Copyright © 2013 Hanspub

Table 2. Characteristics of the four forest belts
表 2. 4 种绿化林带的特征情况

林带种类	平均植物高度(m)	平均最低分枝高度(m)	平均冠幅宽度(m)	平均植株密度(株/m^2)	林带地面状况
红枫林带	1.9	1.5	1.8	6	无杂物
雷竹林	3.1	2.3	1.7	4	稀疏杂草
黄条金刚竹	1.4	0.8	0.8	60	无杂物
铺地竹林	0.4	贴地	0.5	5	无杂物

3. 结果和分析

3.1. 观赏植物降噪作用的测试结果和分析

对观赏植物降噪作用进行测试时，固定噪声源和噪声统计分析仪的位置，在两者间摆放不同的单盆植物进行遮挡，多次重复测量连续等效 A 声级，得到连续等效 A 声级的净衰减量 ΔL_0 平均值如表 3。

从表 3 可以看出，大叶面尺寸、高叶面密度植物绿萝在对声源进行遮挡后，与无遮挡时对比，声波的连续等效 A 声级有明显下降，下降 1.4 db，而小叶面、低密度对比组的效果就不是非常明显，下降不到 1 db。说明大叶面尺寸、高叶面密度植物在降噪上有更大的作用。从理论上分析，大叶面尺寸、高叶面密度植物容易对声波产生反射和吸收，因此降噪效果较好，实验与理论是相互吻合的。

3.2. 绿化林带降噪效果的测试结果和分析

对绿化林带的降噪效果进行测试时，固定声源到测点 1 的距离为 10 m，到测点 2 的距离为 20 m，声源与声波采集装置基本保证在与林带垂直的同一直线、同一水平高度上，并分别对树干、树冠两个高度进行测试。在两测点测量连续等效 A 声级，并进行噪声频谱分析。对测得的测点 1、2 噪声各倍频程中心频率的声压级以及连续等效 A 声级，通过公式 2 分别计算净衰减量 ΔL_0。树干处测得的净衰减量见图 2，树冠处测得的净衰减量见图 3。

从图 2、3 可以看出，红枫林带、雷竹林、黄条金刚竹绿篱的降噪特性比较相似，都有一个噪声衰减峰值，出现在 500 HZ 附近。这可能是由于植物内部的茎导管结构，引起在 500 HZ 附近容易产生谐振吸声。在他人的研究中也有类似发现[6]。

从图 2 可见，红枫林带、雷竹林树干部对噪声的衰减作用比较小，除了峰值频率和 8000 HZ 频率下降的较大，其它频率的衰减量很小。这主要是由于红枫林带、雷竹林植株密度较小，树干部没有叶子，通透性很好，噪声容易通过，因此降噪效果不明显。而对黄条金刚竹绿篱，由于其生物特性，容易丛生，因此植株密度非常高。虽然黄条金刚竹的树干部也没有叶片，但依靠竹杆的反射，也会对噪声的穿透造成较大的影响。

Table 3. The noise attenuation caused by the four ornamentals
表 3. 4 种观赏植物的净声压级衰减量

植物种类	绿萝	马尾铁	也门铁	非洲茉莉
等效 A 声级的净衰减量/db	1.4	0.2	0.3	0.1

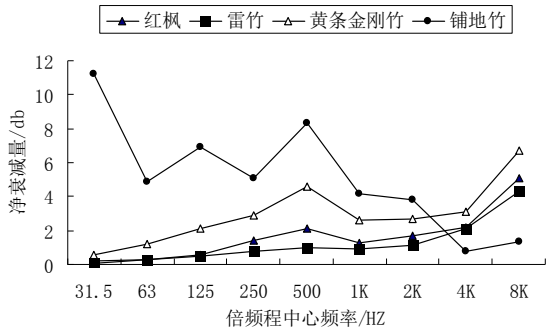

Figure 2. The noise attenuation performance of trunk
图 2. 树干部噪声净衰减量

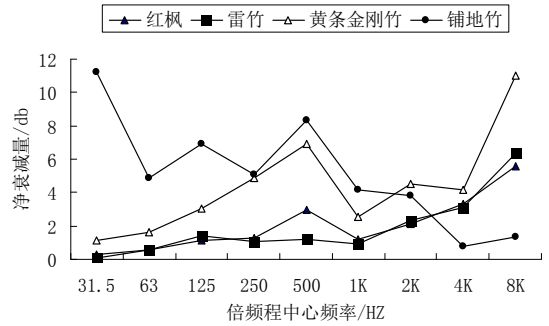

Figure 3. The noise attenuation performance of crown
图 3. 树冠部噪声净衰减量

Copyright © 2013 Hanspub

从图 3 可见，红枫林带、雷竹林、黄条金刚竹绿篱在树冠部对噪声的衰减效果有较大的提升。但红枫林带、雷竹林的叶片较少，树冠的通透性还是较大，对降低噪声不利。而黄条金刚竹绿篱，虽然单株的叶片量不高，但由于黄条金刚竹密集生长，枝叶相互交缠，极大地提高了单位体积内叶片的数目，从而能够较大地衰减噪声。

由于铺地竹植株矮，贴地生长，实验无法区分其干部和冠部，所以图 2、3 中铺地竹的曲线是相同的。从表 3 看，铺地竹的植株密度低，但由于铺地竹枝叶分枝多且长，叶片生长茂盛，因此铺地竹单株植株可以占据很大的体积，使得空间通透性降低，从而能极大地降低了噪声的声压级。

4. 降噪绿化带构建模式探讨

考虑到树干部对噪声的影响较小，在构建降噪绿化带时，可利用不同植物的生长高度，选择高度依次增长的植物构建降噪带，减少树干部直接面向噪声源。可采用以下方式构建：第一层为低矮的灌木带，高度为 0.5~1 m，宽度 2 m 以上，可选择黄条金刚竹、茶杆竹、瓜子黄杨、紫叶小檗等，有条件的也可采用宽叶草本植物或花卉构建；第二层选择高度在 2 m 左右的长绿易密植植物，建议使用冬青、紫荆、桂花等，构建宽度 4 m 以上；第三层选择高度在 3 m 以上的乔木，为降低成本，可使用竹子中的雷竹、哺鸡竹、毛竹构建，构建宽度 10 m 以上。三层构建时，总宽度应达到 10 m 以上为宜，构建时每层之间可留出一定宽度空间，种植一些草本植物，加强对底部噪声的吸收。另外，在种植时，前后排植物的位置应相互交叉，减少噪声的直接通透。

5. 小结

1) 大叶面尺寸、高叶面密度植物容易对声波产生反射和吸收，具有较好的降噪效果。

2) 植物的树干部对噪声的影响较小，应选择最低分枝高度小的植物来构建降噪绿化林带。

3) 植株的种植密度和植株的空间占据密度是降低噪声的关键因素，选择易密集生长、分枝丰富的植物来构建绿化林带。

6. 致谢

本文得到了浙江省教育厅基金项目(No. Y200804638)的资助，在此表示感谢。

参考文献 (References)

[1] M. J. M. Martens. Noise abatement in plant monocultures and plant communities. Applied Acoustics, 1981, 14(3): 167-189.
[2] J. Kragh. Pilot study on railway noise attenuation by belts of trees. Journal of Sound and Vibration, 1979, 66(3): 407-415.
[3] J. Kragh. Road traffic noise attenuation by belts of trees. Journal of Sound and Vibration, 1981, 74(2): 235-241.
[4] 袁秀湘. 公路绿化林带对交通噪声的衰减效应分析[J]. 公路与汽运, 2009, 2: 114-116.
[5] 周敬宣, 丁亚超, 李恒, 李艳萍. 林带对交通噪声衰减的效果研究及公路防噪林带设计[J]. 环境工程, 2005, 23(2): 38-51.
[6] 袁玲, 王选仓, 武彦林, 谷晓旭, 王蕾. 夏冬季公路林带降噪效果研究[J]. 公路, 2009, 7: 355-358.
[7] 郭小平, 彭海燕, 王亮. 绿化林带对交通噪声的衰减效果[J]. 环境科学学报, 2009, 29(12): 2567-2571.
[8] 杜振宇, 邢尚军, 宋玉民等. 高速公路绿化带对交通噪声的衰减效果研究[J]. 生态环境, 2007, 16(1): 31-35.
[9] 王慧, 郭晋平, 张芸香, 魏红芬, 冯璐瑶. 公路绿化带降噪效果极其影响因素研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(6): 1403-1408.
[10] 张玮晨. 生态屏障对干线公路两侧声环境降噪效果的探析[J]. 噪声与振动控制, 2011, 4: 128-131.
[11] 张邦俊, 翟国庆. 环境噪声学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2001: 37-39.

 Copyright © 2013 Hanspub