

北京平原地区公路典型绿化带降噪功能初探

张志永¹, 李全明², 南海龙³, 杨晓晖^{1*}

(1. 中国林业科学研究院荒漠化研究所, 北京 100091; 2. 北京市大兴区林业工作站, 北京 102600;
3. 北京市园林绿化国际合作项目管理办公室, 北京 100013)

摘要: [目的] 选取京开高速绿化带为研究对象, 定量分析交通噪声在水平空间上的衰减规律, 同时探讨绿化带的宽度、群落结构对交通噪声衰减的影响, 以期为平原地区高速公路绿化带的树种选择、结构优化以及修剪管理提供一定的理论依据。[方法] 选择3种典型林带类型的绿化带, 建立9个20 m×60 m的样地, 并在每个样地内按垂直于高速公路的方向设置不同宽度梯度的监测点, 在定点连续监测的基础上, 采用单因素方差分析(ANOVA)探讨不同林带类型、不同宽度梯度之间噪声值的差异性, 采用Pearson相关分析探讨绿化带结构指标和绿化衰减系数之间的相关性。[结果] 表明: 研究选取的3种类型绿化带的降噪功能均较好, 雪松纯林的降噪能力最强。绿化带在0~10 m的范围内降噪能力最强, 随着宽度的增加, 绿化带的降噪能力逐渐减弱。绿化带的降噪能力是由多个林分结构指标协同作用的结果, 并不能仅用某一结构指标表征整个群落的降噪能力, 绿化带在同一高度水平上的断面积是影响其降噪能力的一个重要综合指标。[结论] 高速公路绿化带可以起到良好的降噪功能, 不同林带类型绿化带的降噪能力不同。在建植时, 应优先选分枝点低、分枝多、枝叶细密的植物。在城市绿地空间不足的情况下, 为完全消除交通噪声对居民生活的影响, 还应辅助于其它技术措施。

关键词: 高速公路; 绿化带; 降噪功能

中图分类号: S731.8

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2017)02-0329-06

Study on Noise Attenuation of Green Belts in Plain Area

ZHANG Zhi-yong¹, LI Quan-ming², NAN Hai-long³, YANG Xiao-hui¹

(1. Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Beijing Daxing District Forestry Station, Beijing 102600, China; 3. Beijing Forestry and Parks Department of International Cooperation, Beijing 100013, China)

Abstract: [Objective] Taking the green belts of Jingkai highway as sampling site to analyze the traffic noise attenuation characteristics in horizontal space and to study the impact of width and community structure of green belts on traffic noise attenuation, so as to provide some references for optimizing the vegetation structure of green belts as well as programming and construction of green belts. [Method] Three typical forest types were chosen, and 9 sample plots (20m×60m) were established. At each plot, the monitoring sites were set up in different width gradient perpendicular to the direction of the highway. Based on continuous monitoring, the difference among various forest types and width gradient were analyzed by using the one-way ANOVA. Pearson correlation coefficient was used to analyze the relationship between community structural indexes and noise attenuation. [Result] All the three types of green belts show certain functions of noise reduction, and the functions of *Cedrus deodara* pure forest are the best. The optimal width of green belts to reduce noise should be 0~10 m in the selected greening modes, with the increasing of width, the ability of noise reduction gradually declines. The ability of noise reduction is composed of

收稿日期: 2015-09-28

基金项目: 北京市科技计划项目(z141100006014031); 国家国际科技合作专项资助(2015DFR31130); 国家自然科学基金项目(31670715; 41271033; 41471029)

作者简介: 张志永, 博士研究生. 主要研究方向: 恢复生态学和生态管理. E-mail: zzy100083@163.com

* 通讯作者: 杨晓晖, 博士, 研究员. 主要研究方向: 恢复生态学和荒漠化防治. E-mail: yangxh@caf.ac.cn

multiple community structural indexes, while an individual structure index could not represent the noise reduction ability. The sectional area of green belt in same height is an important indicator affecting the noise reduction ability. [Conclusion] The green belts of highway could play an important role in noise reduction. Different forest types of green belts have different ability of noise reduction. When establishing green belts, it is better to choose the species with low branching points, more branches of fine and dense. In the case of insufficient urban green space, other technical measures should be assisted to completely eliminate the influence of traffic noise on residents' life.

Keywords: highway; green belts; noise attenuation

城市间的路网系统是推动社会发展的重要支撑体系。随着城市化进程的深入发展,高速公路作为连接不同区域间的快速通道,正承担着越来越大的交通压力,由此所产生的交通噪声已成为影响周边居民健康状况的重要因素之一。绿化带是城市中重要的生态基础设施,在减轻绿地系统破碎化、提供动物栖息地和迁徙通道等方面发挥着重要的生态功能^[1]。在城市环境问题日益凸出的背景下,自20世纪90年代,绿化带独特的功能效益成为人们研究的前言和热点^[2]。据媒体报道,截止2015年底,北京市机动车总量已达561万辆。交通噪声已成为北京市环境噪声的重要来源。目前,衰减噪声的措施主要包括声源控制、受声点防护和切断传播途径3个方面^[3],其中,利用绿化带切断噪声的传播途径已经得到广泛的应用。经研究证实,绿化带对交通噪声具有显著的衰减效果^[4-5],同时,绿化带还具有其他降噪途径所无法比拟的优势,例如从心理上降低噪声对人们的影响^[6]。国内对交通噪声的研究多集中在防治措施^[7-8]、预测模拟^[9-10]、危害程度^[11]等方面;然而,综合分析绿化带的林带类型、宽度、群落结构等因子对噪声衰减影响的研究还较少。本研究选取京开高速(北京—开封高速公路)绿化带为研究对象,在连续监测的基础上,定量分析交通噪声在水平空间上的衰减规律,同时探讨绿化带的宽度、群落结构对交通噪声衰减的影响,以便为相似地区高速公路绿化带的宽度设计、树种选择、结构优化以及修剪管理提供参考。

1 研究区概况

京开高速起点为北京市南三环玉泉营立交桥,终点为开封市东,途径北京市、河北省、河南省,全长约670 km。本研究样地选择在京开高速的大兴区段,位于北京市五环路和六环路之间。大兴区地处北京市南部(116°13'~116°43'E, 39°26'~39°51'N),全境属永定河冲积平原,地势自西北向东南缓

倾。区域内交通发达,京开高速和104国道纵贯南北,五环路和六环路横贯东西^[12]。大兴区在京津冀一体化协同发展中占据重要位置。

2 研究方法

2.1 典型林带类型的选定和群落调查

研究于2015年4-5月进行,采用典型样地法,在京开高速大兴区段现有的绿化带类型中,选择了毛白杨(*Populus tomentosa* Carr.)纯林、雪松(*Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don)纯林、针阔(毛白杨+银杏(*Ginkgo biloba* Linn.)+桧柏(*Sabina chinensis* (Linn.) Ant.)+国槐(*Sophora japonica* Linn.))混交林3种典型的林带类型,3种类型的绿化带间隔500~800 m。大兴区段的绿化带是在京开高速附属绿地工程中建植完成,植物长势良好。在各类型的绿化带中,沿垂直于道路的方向上,分别设置3个20 m×60 m的样地,共9个样地,每个样地间隔20 m。群落调查内容包括:植物的种类、树高、胸径(乔木主干离地表面1.3 m处的直径)、冠幅、枝下高(树木第1分支点与地面的距离)以及地被植物。

2.2 监测方法

噪声监测仪器选用杭州市爱华仪器有限公司生产的AWA5636-0型手持式声级计。仪器测量范围为35~130 dB,频率范围为20 Hz~12.5 kHz。在每个20 m×60 m的样地内按垂直于高速公路的方向设置监测点带,将林带边缘设定为0 m,其他监测点依次为10、20、30、40、50、60 m。由于风力、温度、相对空气湿度等环境因素会影响噪声的传播^[13],因此,选择风速小于2 m·s⁻¹,且无降雨的天气进行监测,同时在监测时,声级计探头安装风罩,各监测点在7:00—19:00同时开展。监测高度为1.3 m,每20 min监测1次,并重复读数2次,连续监测3 d。

2.3 噪声衰减计算

绿化带对交通噪声的衰减主要有2部分构成:

一是由距离引起的衰减,称为距离衰减,二是由绿化带树木引起的衰减,称为绿化衰减^[14-15]。同时,可将交通噪声看作是由多个运动的点声源组成的声源流,参照文献[16-17],根据公式(1)进行噪声衰减值的计算:

$$\Delta L = 10 \lg \frac{r_2}{r_1} + k(r_2 - r_1) \quad (1)$$

式中: ΔL 为噪声声压级衰减量, $10 \lg \frac{r_2}{r_1}$ 为距离衰减量, $k(r_2 - r_1)$ 为绿化衰减量, r_1 为声源距林带前缘的距离, r_2 为声源距林带后缘的距离, k 为林带的衰减系数。

由公式(1)推导出绿化带衰减系数计算公式:

$$k = \frac{\Delta L - 10 \lg \frac{r_2}{r_1}}{(r_2 - r_1)} \quad (2)$$

2.4 数据处理

采用 SPSS18.0 软件的单因素方差分析(ANOVA)分析不同林带类型、不同宽度梯度之间噪声值的差异性,并利用 Pearson 相关系数分析绿化带结构指标和绿化衰减系数之间的相关性。

3 结果与分析

3.1 不同类型绿化带的群落结构组成

根据群落调查的内容,对3种类型绿化带的群落结构指标进行统计,并对各林带类型之间进行方差分析,结果(表1)表明:3种类型绿化带的群落结构指标均在0.05水平上存在差异。毛白杨纯林的胸径、树高、冠幅、干高等结构指标均显著大于雪松纯林和针阔混交林。在林分密度方面,针阔混交林显著大于雪松纯林和毛白杨纯林,雪松纯林大于毛白杨纯林,但二者之间的差异不显著。地被植物均为野生草本,可以忽略地表状况对噪声衰减的影响。

表1 不同类型绿化带的群落结构组成

Table 1 Community structure of different forest types in green belt

林带类型 Forest types	胸径 DHB/cm	树高 Height/m	冠幅 Crown breadth /m	枝下高 Under branch height/m	林分密度 Stand density/ (tree · m ⁻²)	地被植物 Ground cover plant
毛白杨纯林 Pure forest of <i>Populus tomentosa</i>	24.2 ± 4.5a	13.0 ± 2.4a	4.5 ± 0.9a	5.2 ± 2.1a	0.54 ± 0.12b	野生草本
雪松纯林 Pure forest of <i>Cedrus deodara</i>	10.9 ± 3.5b	4.4 ± 1.2c	2.7 ± 0.7b	0.7 ± 0.3c	0.73 ± 0.12b	野生草本
针阔混交林 Coniferous and broadleaf mixed forest	9.1 ± 5.9c	6.6 ± 2.6b	2.0 ± 1.0c	1.9 ± 0.8b	2.41 ± 0.24a	野生草本

注:数据为平均值 ± 标准差,同列不同小写字母表示在0.05水平上差异显著,下同。

Note: Different small letters in the same column indicate the significant difference among different treatment groups ($P < 0.05$). The same below.

3.2 不同类型绿化带的降噪能力

根据实测数据计算出3种类型绿化带在不同宽度梯度上噪声的衰减量,并对3种类型绿化带之间噪声的衰减量进行方差分析(表2)。由于在本研究

区域中,京开高速均配备完善的绿化带,难以选择无绿化带的空地作为对照实验。因此,在数据分析时,采用距离衰减作为对照,其衰减量可由公式(1)直接计算得出。

表2 不同类型绿化带的噪声衰减量

Table 2 Noise attenuation of different forest types in green belt

林带类型 Forest types	L_{eq10} /dB	L_{eq20} /dB	L_{eq30} /dB	L_{eq40} /dB	L_{eq50} /dB	L_{eq60} /dB
毛白杨纯林 Pure forest of <i>Populus tomentosa</i>	7.4 ± 3.8a	9.8 ± 3.8a	11.0 ± 3.8ab	12.2 ± 3.8b	13.1 ± 3.7b	13.8 ± 3.7b
雪松纯林 Pure forest of <i>Cedrus deodara</i>	8.0 ± 3.7a	10.1 ± 3.8a	11.6 ± 4.1a	13.2 ± 4.3a	14.5 ± 4.4a	16.0 ± 4.7a
针阔混交林 Coniferous and broadleaf mixed forest	6.1 ± 3.5b	8.8 ± 3.6b	10.5 ± 3.7b	11.9 ± 3.7b	13.1 ± 3.6b	14.0 ± 3.6b
对照组 Control group	5.1	7.4	8.8	10	10.8	11.6

注: L_{eq10} 表示在10m宽度梯度上噪声的衰减量,依次类推。

Note: L_{eq10} indicates the noise attenuation in 10 m width gradient, by such analogy.

通过与对照组进行比较可以看出:3种类型的绿化带均可以对高速公路噪声形成一定的衰减作用,其中,雪松纯林在各个宽度梯度上噪声的衰减量最大,降噪能力最强。进一步对3种类型绿化带对不同梯度上的噪声衰减量之间的差异性进行分析发

现:在10、20m梯度上,雪松纯林的衰减量与毛白杨纯林的差异不显著,二者均与针阔混交林存在显著差异。在30m梯度上,雪松纯林与毛白杨纯林以及毛白杨纯林与针阔混交林的差异不显著,但雪松纯林与针阔混交林的差异显著。在40、50、60m

梯度上,雪松纯林与毛白杨纯林、针阔混交林间的差异均显著,毛白杨纯林与针阔混交林的差异不显著。通过上述分析说明,相对于降噪能力最强的雪松纯林而言,随着宽度的增加,毛白杨的降噪能力呈现出减弱的趋势,而针阔混交林呈现出增强的趋势。

3.3 不同宽度梯度绿化带的降噪功能

在绿化带内以 10 m 为宽度梯度(0~10、10~20、20~30、30~40、40~50、50~60 m)计算不同宽度梯度内的噪声衰减,同时对不同梯度之间的噪声衰减进行方差分析,结果(表3)表明:0~10、10~20 m 与其他各梯度间均存在显著差异,因此,可以将 60 m 绿化带分为 3 个梯度:0~10、10~20、20~60 m。从绿化带前缘至绿化带内 10 m 是

噪声衰减最快的范围,噪声值可以从绿化带前缘的 78.1 dB 降至 10 m 处的 70.9 dB,平均噪声值降低 7.2 dB,占 60 m 林带降噪值的 49%。在 10~20 m 范围内,噪声衰减的趋势逐渐变缓,噪声值从 10 m 处的 70.7 dB 降至 20 m 处的 68.3 dB,平均噪声值降低 2.4 dB。在 20~60 m 内,噪声衰减的趋势更缓,噪声值平均每 10 m 低 1.3 dB。

以不同宽度梯度的噪音值为因变量,距离为自变量,对 3 种类型绿化带噪声的梯度衰减水平进行曲线拟合,结果(表4)显示:均以 3 次多项式的拟合度最高。毛白杨纯林和针阔混交林的拟合优度 R^2 较高,均在 0.8 以上,雪松纯林的拟合优度 R^2 也达到了 0.723。

表3 不同宽度梯度下绿化带的噪声衰减

Table 3 Noise attenuation of different width ranges in green belt

林带类型 Forest types	$L_{eq0\sim10}/\text{dB}$	$L_{eq10\sim20}/\text{dB}$	$L_{eq20\sim30}/\text{dB}$	$L_{eq30\sim40}/\text{dB}$	$L_{eq40\sim50}/\text{dB}$	$L_{eq50\sim60}/\text{dB}$
毛白杨纯林 Pure forest of <i>Populus tomentosa</i>	7.4 ± 3.8a	2.4 ± 2.0b	1.2 ± 1.0c	1.2 ± 0.9c	0.9 ± 0.7cd	0.8 ± 0.6d
雪松纯林 Pure forest of <i>Cedrus deodara</i>	8.0 ± 3.7a	2.0 ± 1.7b	1.5 ± 1.3c	1.6 ± 1.5c	1.3 ± 1.0c	1.5 ± 1.4c
针阔混交林 Coniferous and broadleaf mixed forest	6.1 ± 3.5a	2.6 ± 1.8b	1.7 ± 1.4c	1.4 ± 1.1cd	1.1 ± 1.0de	1.0 ± 0.7e

注:数据为平均值 ± 标准差,同行不同小写字母表示 0.05 水平上差异显著。 $L_{eq0\sim10}$ 表示在 0~10 m 宽度梯度内噪声的衰减,依次类推。
Note: $L_{eq0\sim10}$ indicate the noise attenuation in 0~10 m width gradient, by such analogy.

表4 不同类型绿化带噪声梯度衰减拟合参数

Table 4 Fitting parameters of different forest types in green belt

林带类型 Forest types	拟合参数 Fitting parameter						
	b_0	b_1	b_2	b_3	R^2	F	Sig.
毛白杨纯林 Pure forest of <i>Populus tomentosa</i>	78.361	-0.805	0.019	-1.59E-04	0.818	2 384.408	0
雪松纯林 Pure forest of <i>Cedrus deodara</i>	76.474	-0.846	0.020	-1.79E-04	0.723	1 348.218	0
针阔混交林 Coniferous and broadleaf mixed forest	77.858	-0.672	0.014	-1.09E-04	0.848	2 883.419	0

根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)的规定,“在白天,交通干线路两侧的环境噪声限值为 70 dB;居住、商业等需要维护安静区域的环境噪声限值为 60 dB”^[18]。根据该标准,将 70、60 dB 代入表 4 中的拟合方程,得出毛白杨纯林满足该标准的宽度分别为 15.1、71.1 m,雪松纯林分别为 9.7、57.0 m,针阔混交林分别为 16.8、75.7 m。雪松纯林满足标准所需的宽度最小,也验证了雪松纯林的降噪效果最好。

3.4 群落结构各项指标与降噪功能的相关性

由公式(2)可知绿化衰减系数由绿化衰减与距离计算得出,可以很好地反映绿化带在不同宽度梯度上的降噪功能,其数值越大,降噪能力越强。对绿化衰减系数与群落结构的各项指标做相关性分析,结果(表5)表明:胸径、树高、冠幅、枝下高多项指标

与绿化衰减系数的相关关系均不显著,仅有林分密度分别与宽度 10、20 m 的绿化衰减系数在 0.05 水平上呈显著的负相关关系。

3.5 群落结构综合指标与降噪功能的相关性

本研究建立了 2 个综合指标,探讨绿化带群落结构对交通噪声衰减的影响。首先是立体绿量,即指群落内所有生长植物茎叶所占据的空间体积,是反映群落结构空间分布的综合性因子。具体计算步骤参照文献[25-27],树木单株的立体绿量为树冠和冠下绿量之和(表6),累计样地内单株三维绿量获得整个样地三维绿量(表7);其次是监测点 1.3 m 处树木的水平断面积,计算方法是枝下高小于 1.3 m 的树利用 1.3 m 处的冠幅计算水平断面积($A_{<1.3}$),计算公式为:

$$A_{<1.3} = \pi C_{1.3}^2 / 4$$

表5 群落结构与降噪功能的相关分析

Table 5 Correlation of Community structural indexes and noise attenuation

结构指标 Structure indicator	衰减系数 Attenuation coefficient					
	k_{10m}	k_{20m}	k_{30m}	k_{40m}	k_{50m}	k_{60m}
胸径 DHB	0.439	0.521	0.318	0.073	-0.111	-0.279
树高 Height	0.103	0.245	0.086	-0.125	-0.309	-0.517
冠幅 Crown breadth	0.576	0.650	0.467	0.226	0.048	-0.111
枝下高 Under branch height	0.020	0.187	0.015	-0.153	-0.329	-0.538
林分密度 Stand density	-0.787*	-0.789*	-0.584	-0.475	-0.407	-0.376

注: * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。 k_{10m} 表示在 10 m 宽度梯度上的林带衰减系数,依次类推。

Note: * indicates significant correlation at $P < 0.05$. k_{10m} indicates the attenuation coefficient in 10 m width gradient, by such analogy.

式中: $C_{1.3}$ 为 1.3 m 处的冠幅;枝下高大于 1.3 m 的树利用胸径(d)计算水平断面积($A_{>1.3}$),计算公式为:

$$A_{>1.3} = \pi d^2 / 4$$

累计样地内单株的水平断面积获得整个样地的水平断面积,结果见表 7。

表6 立体绿量计算公式

Table 6 Tridimensional green biomass calculation formula

树种 Species	树冠形状 Crown shape	树冠绿量公式	冠下绿量公式
		Green biomass equation with crown	Green biomass equation under crown
毛白杨 <i>Populus tomentosa</i>	卵形	$m = \pi x^2 y / 6$	$m_1 = \pi d^2 h / 4$
雪松 <i>Cedrus deodara</i>	圆锥形	$s = \pi x^2 y / 12$	不计冠下绿量
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	圆锥形	$n = \pi x^2 y / 12$	$n_1 = \pi d^2 h / 4$
国槐 <i>Sophora japonica</i>	卵形	$g = \pi x^2 y / 6$	$g_1 = \pi d^2 h / 4$
桧柏 <i>Sabina chinensis</i>	圆柱形	$u = \pi x^2 y / 4$	不计冠下绿量

注: x 为冠幅, y 为冠高, d 为胸径, h 为枝下高

Note: x indicate crown breadth, y indicate crown height, d indicate DHB, h indicate under branch height.

表7 不同类型绿化带的立体绿量和水平断面积

Table 7 Tridimensional green biomass and horizontal sectional area of different forest types

林带类型 Forest types	立体绿量 Tridimensional green biomass/ m^3	水平断面积 Sectional area in horizontal direction/ m^2
毛白杨纯林 Pure forest of <i>Populus tomentosa</i>	$5\,359.2 \pm 428.8a$	$21.8 \pm 2.7b$
雪松纯林 Pure forest of <i>Cedrus deodara</i>	$729.2 \pm 63.1c$	$494.8 \pm 111.2a$
针阔混交林 Coniferous and broadleaf mixed forest	$3\,399.7 \pm 301.6b$	$70.5 \pm 11.1b$

将绿化衰减系数分别与立体绿量和水平断面积 2 个综合指标进行相关性分析。结果(表 8)表明:立体绿量与宽度为 60 m 的绿化衰减系数呈显著负相关关系。水平断面积与宽度为 50 m 的绿化衰减系数呈显著正相关关系,与宽度为 60 m 的绿化衰减系数呈极显著正相关关系。该结果说明水平断面积越大,绿化带的降噪能力越强。

表8 综合指标与降噪功能的相关分析

Table 8 Correlation of composite indexes and noise attenuation

结构指标 Structure indicator	衰减系数 Attenuation coefficient					
	k_{10m}	k_{20m}	k_{30m}	k_{40m}	k_{50m}	k_{60m}
立体绿量 Tridimensional green biomass	-0.138	0.021	-0.068	-0.289	-0.480	-0.675*
水平断面积 Sectional area in horizontal direction	0.449	0.312	0.388	0.612	0.754*	0.848**

注: ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关, * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

Note: ** indicates significant correlation at $P < 0.01$, * indicates significant correlation at $P < 0.05$.

4 讨论

位于高速公路两侧的绿化带可以起到良好的降低噪声的功能,该结论与文献[19~21]的研究结果一致。本文研究的 3 种类型的绿化带均体现出较好的降噪功能,而且雪松纯林的降噪能力最强。针叶树具有分支点低,分支多,枝叶细密等特点,可以通过枝叶振动消耗噪声传播的能力,从而起到良好的

降噪功能^[22-23]。通过不同宽度梯度的噪声值与距离之间的曲线模拟所得出的结论也支持了上述观点。本研究选取的林带类型中,绿化带在 0~10 m 内降噪能力最强(占 60 m 林带降噪值的 49%),随着宽度的增加,绿化带的降噪能力逐渐减弱,而且仅依靠绿化带降低噪声需要极大的宽度(57.0~75.7 m)。在绿地空间不足的情况下,为使噪声降低到影响居民健康的限值以下,还需要辅助于其他工程

措施^[5,19]。

前人的多数研究认为绿化带的林分密度越大,其降噪能力越强^[20,24],但是,本研究结果与此相反,说明仅用某一结构指标并不能表征整个群落的降噪能力,绿化带的降噪能力应当是多个指标协同作用的结果。

通过对2个综合指标的分析证实,在高度为1.3 m的水平布点监测中,绿化带在同一高度水平上的断面积是影响其降噪能力的一个重要指标,但是,还需增加更多的监测研究验证其合理性;同时,如何选择恰当的结构指标、合适的研究方法系统地描述绿化带降噪功能的影响因子也将是未来研究的重点。

5 结论

高速公路绿化带可以起到良好的降噪功能,不同林带类型的绿化带具有大小不一的降噪能力。在建植时,应优先选分支点低、分支多、枝叶细密的植物。在城市绿地空间不足的情况下,还应辅助于其他技术措施,才能完全消除交通噪声对居民生活的影响。绿化带的降噪能力是由多个林分结构指标协同作用的结果,并不能仅用某一结构指标表征整个群落的降噪能力,研究证实绿化带在同一高度水平上的断面积是影响其降噪能力的一个重要综合指标。

参考文献:

- [1] 喻本德,叶有华,吴国昭,等. 绿道网规划建设与管理进展分析[J]. 生态环境学报, 2013, 22(8): 1444-1450.
- [2] 周年兴,俞孔坚,黄震方. 绿道及其研究进展[J]. 生态学报, 2006, 26(9): 3108-3116.
- [3] Bucur V. Urban forest acoustics[M]. Berlin: Springer verlag, 2007: 13.
- [4] van Renterghem T, Attenborough K, Maennel M, et al. Measured light vehicle noise reduction by hedges[J]. Applied Acoustics, 2014, 78: 19-27.
- [5] 王慧,郭晋平,张芸香,等. 公路绿化带降噪效应及其影响因素研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(6): 1403-1408.
- [6] Yang F, Bao Z Y, Zhu Z J. An assessment of psychological noise reduction by landscape plants[J]. International journal of environmental research and public health, 2011, 8(4): 1032-1048.
- [7] 张守斌,魏峻山,胡世祥,等. 中国环境噪声污染防治现状及建议[J]. 中国环境监测, 2015, 31(3): 24-26.
- [8] 王克琴,李海波,刘琳,等. 城市道路交通建设噪声影响分析及治理措施探讨[J]. 湖北大学学报:自然科学版, 2015, 37(1): 55-60.
- [9] 罗鹏,蔡铭,马侠霖. 城市道路交通噪声分布模拟研究[J]. 中国环境监测, 2013, 29(5): 176-179.
- [10] 丁真真,赵剑强,陈莹,等. 公路交通噪声源强预测模型研究进展[J]. 安全与环境学报, 2014, 14(4): 280-284.
- [11] 邹竞芳,蔡铭. 广州市昼夜道路交通噪声的监测与分析[J]. 中国环境监测, 2013, 29(4): 157-161.
- [12] 刘巧芹,秦岭,吴克宁,等. 大城市郊区农村土地利用格局及整治方向分析—以北京大兴区为例[J]. 土壤, 2014, 46(2): 379-385.
- [13] Eyring C F. Jungle acoustics[J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 1946, 18(2): 257-270.
- [14] Fang C F, Ling D L. Investigation of the noise reduction provided by tree belts[J]. Landscape and Urban Planning, 2003, 63(4): 187-195.
- [15] 张万旗,刘俊伟,胡宏友,等. 厦门市交通主干道绿化带结构及其减噪效果研究[J]. 亚热带植物科学, 2009, 38(4): 74-78.
- [16] 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.
- [17] 扈军,葛坚. 城市绿化带对交通噪声衰减效果与模拟分析[J]. 城市环境与城市生态, 2013, 26(5): 33-36.
- [18] GB 3096-2008. 中华人民共和国国家标准声环境质量标准[S].
- [19] 孙伟,王玮璐,郭小平,等. 不同类型绿化带对交通噪声的衰减效果比较[J]. 植物资源与环境学报, 2014, 23(2): 87-93.
- [20] 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.
- [21] 周敬宣,丁亚超,李恒,等. 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): 48-51.
- [22] 张明丽,胡永红,秦俊. 城市植物群落的减噪效果分析[J]. 植物资源与环境学报, 2006, 15(2): 25-28.
- [23] 张庆费,郑思俊,夏楠,等. 上海城市绿地植物群落降噪功能及其影响因子[J]. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2295-2300.
- [24] 丁亚超,周敬宣,李恒. 绿化带对公路交通噪声衰减的效果研究[J]. 环境污染与防治, 2005, 26(6): 479-479.
- [25] 周坚华,孙天纵. 三维绿色生物量的遥感模式研究与绿化环境效益估算[J]. 环境遥感, 1995, 10(3): 162-174.
- [26] 刘常富,何兴元,陈玮,等. 沈阳城市森林三维绿量测算[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(3): 32-37.
- [27] 孙晓梅,勾萍,黄彦青,等. 大连市建成区城市森林三维绿化结构研究[J]. 环境科学与技术, 2014, 37(6): 440-443.

(责任编辑:詹春梅)