

# 道路绿地消减噪声服务功能研究 ——以北京市为例

陈龙<sup>1,2</sup>, 谢高地<sup>1\*</sup>, 盖力强<sup>1,2</sup>, 裴厦<sup>1,2</sup>, 张昌顺<sup>1</sup>, 张彪<sup>1</sup>, 肖玉<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 在城市化带来的环境问题中, 噪声已成为影响城市居民身心健康的主要因素之一, 而配置合理的绿地对噪声具有明显的降低作用。论文从绿地消减噪声的机理出发, 基于实验测定结果, 结合绿地斑块调查数据, 对北京市城区道路绿地降噪效果及其价值进行了研究。结果如下: ①不同组成结构的道路绿地降噪能力不同, 其中乔灌草结构道路绿地降噪能力最强, 其次为乔木类和灌木类, 草坪类最差, 各类型绿地降噪能力均随宽度的增加而增加; ②北京市城区道路绿地年降噪  $9.35 \times 10^7 \text{ dB(A)} \cdot \text{a}^{-1}$ , 其中乔灌草结构绿地占 92.95%, 单位面积道路绿地平均降噪  $20\,477 \text{ dB(A)} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 其中乔灌草结构绿地最高, 为  $23\,505 \text{ dB(A)} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 分别是乔木类的 2.92 倍, 灌木类的 17.92 倍, 草坪类的 18.64 倍; ③北京市城区道路绿地消减噪声的年价值为  $7.13 \times 10^8 \text{ 元} \cdot \text{a}^{-1}$ , 单位面积道路绿地降噪价值为  $156\,033 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。研究表明, 北京市城区道路绿地结构搭配较为合理, 在消减噪声方面发挥了重要作用, 具有可观的生态效益。

**关键词:** 消减噪声; 道路绿地; 生态系统服务; 北京市

**中图分类号:** F062.2; TB533+.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3037(2011)09-1526-09

城市是以人类为中心的社会-经济-自然复合生态系统, 作为重要的组成部分, 城市绿地不但具有美化景观的作用, 还具有净化空气、调节气候、涵养水源以及养分循环等诸多生态服务功能<sup>[1]</sup>, 其中消减噪声即是城市绿地典型的功能之一。噪声是一种无形的环境污染, 通常指频率混杂、呆板、凌乱, 对人们的生活、工作、学习和健康有妨碍的声音<sup>[2]</sup>。噪声在 50 dB(A) 以下, 对人没有什么影响; 在 50 dB(A) 时开始影响脑力劳动; 当达到 70 dB(A), 对人会有明显危害<sup>[3]</sup>。噪声引起的心理反应主要是烦恼或烦躁, 尤其是对神经脆弱或神经极度过敏的人, 容易因为高分贝噪音的长期干扰而产生厌恶心理状态、甚至精神分裂<sup>[4]</sup>。统计表明, 2008 年北京市建成区区域环境噪声平均值城区为 53.6 dB(A), 而道路交通噪声则达到 69.6 dB(A)<sup>[5]</sup>; 环境污染投诉中有近 50% 为噪声投诉, 城区有超过  $100 \times 10^4$  的市民饱受交通噪声之苦; 10% 左右的职业病由噪音引发, 噪声职业病的发病率已经位居北京市榜首<sup>[6]</sup>, 成为影响城市居民身心健康的主要因素之一。而道路交通是主要的噪音源, 2008 年底, 北京市机动车保有量已经达到  $318 \times 10^4$  辆<sup>[5]</sup>, 而且增长迅速, 可以预见, 噪声问题会越来越严重, 因此如何控制道路交通噪声是今后面临的重要

收稿日期: 2011-02-18; 修订日期: 2011-06-08。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划课题(2009CB421106); 国家自然科学基金项目(31070384)。

第一作者简介: 陈龙(1984-), 男, 山西临汾人, 博士研究生, 中国自然资源学会会员(S300001101M), 主要从事资源生态学方向研究。E-mail: bryum@163.com

\* 通信作者, E-mail: xiegd@igsnrr.ac.cn

难题。

目前城建中一般运用的降噪措施主要是隔音墙和隔音窗,不仅影响城市景观,造价也颇为昂贵。而绿地既对噪音具有明显的降低作用,具有较高的生态价值,又有利于美化城市景观,同时造价也相对低廉。其原理主要是通过以下四个方面的协同作用:当声波入射到植物体特别是叶片时,植物体具有屏障效应,导致声波的反射和衍射衰减;部分声能被植物体吸收,并使植物体产生阻尼振动,转化为植物体的固有振动频率,导致声衰减;绿地土壤和地被植物能反射和吸收低频声波,产生声衰减;绿地形成的小气候导致温度、湿度的梯度变化也会产生声衍射<sup>[7]</sup>。

城市绿地的消减噪声功能很早就引起人们的重视<sup>[8-9]</sup>,并对其效果进行了实验测定<sup>[10-11]</sup>,而目前对于绿地降噪价值的计算则几乎不涉及其物理过程,结果难以令人信服,如主要的评估方法有造林成本法、支付意愿法和影子工程法。其中造林成本法多以平均造林成本(240.03 元/m<sup>3</sup>)的15%作为绿地降噪的价值,由于其计算简单,很多研究在计算绿地总价值时采用此方法来评估降噪的单项价值<sup>[12-14]</sup>,然而15%只是一个经验数值,在其他城市不一定适用;支付意愿法则以居民对绿地降噪的支付意愿来计算其价值,操作方便,也有一定的应用<sup>[15-16]</sup>,不过其计算结果受居民对绿地降噪认知的影响很大;影子工程法多采用隔音墙作为替代物,将绿地的现存量折算成具有一定长度的隔音墙,然后根据隔音墙的造价来替代计算绿地降噪的价值,该方法考虑了绿地的存量,然而现有研究的折算方式过于理想化<sup>[17-18]</sup>,其准确性值得商榷,有待于改进。

从以上可以看出,目前多数研究是选择样点对城市特定绿地降噪效果进行监测<sup>[19-20]</sup>,对于整个城市绿地的综合降噪效果的评估尚未见报道。而关于绿地降噪生态价值方面的研究更是少之又少。因此,针对以上情况,本文从降噪的机理出发,以道路绿地为对象,在对北京市城区不同结构道路绿地降噪能力进行监测的基础上,利用绿地资源调查斑块数据中道路绿地长度和宽度属性,对每个斑块的降噪能力进行计算,得到绿地降噪的功能量,最后利用影子工程法,得到北京市城区绿地的降噪价值,并对其空间分布进行分析,以期更准确地评价绿地的降噪功能,揭示其生态价值,并为同类研究提供参考。

## 1 研究区域与研究对象

北京市位于华北平原,是中国的政治、经济、文化、科教中心,全市面积16 410.54 km<sup>2</sup>,共辖14个市辖区、2个县。2008年末,常住人口1 695 × 10<sup>4</sup>人,道路和公路总里程达到26 921 km<sup>[5]</sup>。

由于主要的噪声源为城区的道路交通,本文以北京市城区绿地中道路绿地为研究对象,对其降噪效果与价值进行研究。其中城区指规划市区范围以及新城、中心城和建制镇规划范围(不含新农村);而道路绿地是指路面宽度在5 m以上的道路用地范围内的绿地,包括中心隔离带、主辅路分车带、行道树、立交桥和道路两侧的绿地。北京市城区绿地共有斑块25 424个,面积共计616.95 km<sup>2</sup>;其中道路绿地斑块4 922个,面积45.67 km<sup>2</sup>,占绿地总面积的7.4%,平均长度5 469 m,平均宽度11 m。各区(县)详细情况见表1,空间分布情况见图1。

绿地资源斑块数据调查年限为2009年,由北京市林业勘察设计院提供。

表 1 北京市城区绿地概况

Table 1 Profiles of urban green spaces in Beijing

区县	道路绿地			城区绿地			道路绿地面积/ 绿地面积/%
	面积/hm <sup>2</sup>	斑块数	平均长度/m	平均宽度/m	面积/hm <sup>2</sup>	斑块数	
东城区	139.47	612	475	7	1 071.23	2 271	13.02
西城区	142.98	1 389	609	3	1 020.35	5 068	14.01
朝阳区	1 142.77	795	14 490	11	12 600.80	4 775	9.07
丰台区	369.30	417	1 515	9	5 324.82	2 310	6.94
石景山区	151.98	124	1 750	6	3 840.08	888	3.96
海淀区	708.47	532	3 050	5	10 315.55	2 925	6.87
门头沟区	33.06	46	75 557	2	663.84	534	4.98
房山区	234.04	133	1 672	11	3 734.38	1 078	6.27
通州区	584.30	168	1 234	11	3 447.33	981	16.95
顺义区	134.89	134	1 801	14	5 204.07	818	2.59
昌平区	275.65	115	1 499	9	5 352.67	924	5.15
大兴区	191.59	91	24 290	9	4 459.23	451	4.30
怀柔区	108.49	194	484	11	1 228.88	1 204	8.83
平谷区	170.73	74	81 917	16	874.10	553	19.53
密云县	107.41	52	3 867	321	790.44	296	13.59
延庆县	72.00	46	973	15	1 767.59	348	4.07
总计	4 567.12	4 922	5 469	11	61 695.35	25 424	7.40

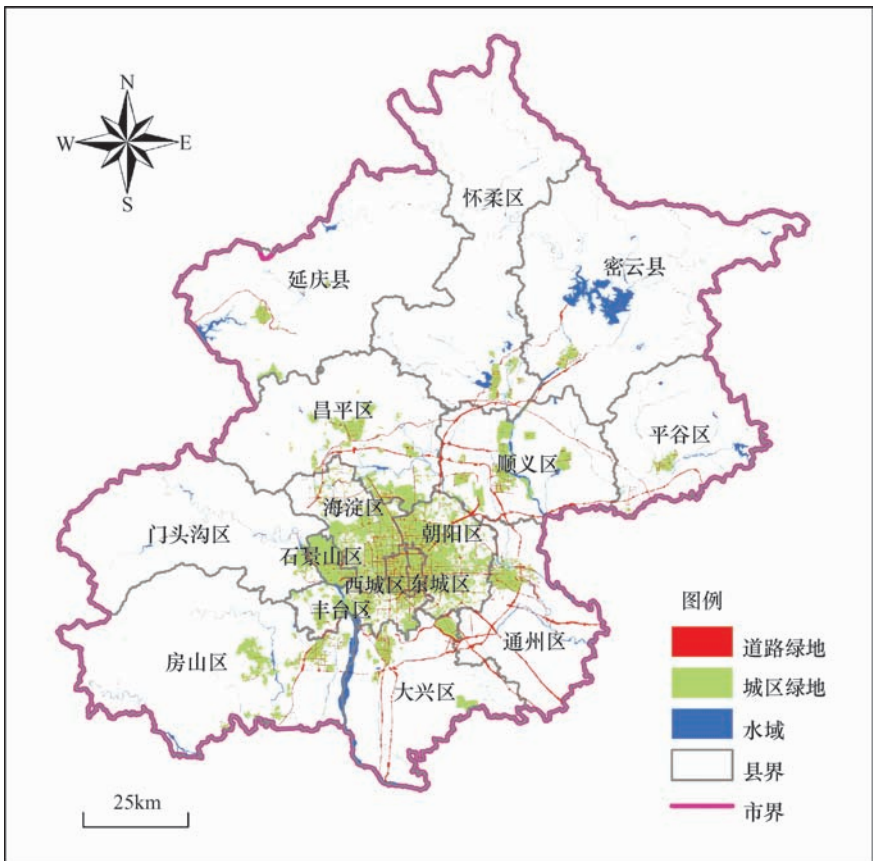


图 1 北京市城区道路绿地分布情况

Fig. 1 Distribution of urban road green spaces in Beijing

## 2 研究方法

绿地的降噪效果与绿地的结构和宽度关系最大<sup>[21]</sup>,本文在考虑绿地结构和宽度的基础上,结合绿地的长度,对绿地的降噪效果进行评估。在计算时对噪声进行叠加处理并将实验的测定结果等效为单位长度绿地的降噪能力。基于以上原理和假设,首先将道路绿地根据搭配结构分为乔木类、灌木类、草坪类以及乔灌木 4 类,每一类绿地按宽度再分为 0~10 m、10~20 m、20~30 m、30~40 m 以及 40 m 以上 5 个级别,然后对 4 类绿地每个级别的降噪效果进行实测,所得结果结合绿地长度,最终得到北京市城区绿地降噪的功能量与价值量。具体方法如下:

### 2.1 噪声监测方法

于 2010 年 6 月在北京市主要道路选择 12 个样点采用现场对比测量法进行实地测量(样点见表 2),测量仪器为国产 HS5618 型脉冲式精密声级计,选择积分采集模式,20 min 读取 Leq 值作为一个有效结果。测量时距地面高度为 1.2 m,并以球形泡沫防风罩套护,在街道绿化带不同距离处(分别为 10、20、30 m)选取样地观测点,同时在附近空旷的水泥垫面上等距离处选取空白对照观测点(同样为 10、20、30 m),两者之差为净衰减值,然后对不同结构绿地分别计算,得到其相对降噪能力,即净衰减/噪声源值。

表 2 调查样点概况  
Table 2 Profiles of sampling sites

编号	地点	纬度/(°N)	经度/(°E)	噪声来源	绿地结构
1	奥体公园	40.001 1	116.382 0	大屯路	草坪类
2	朝阳公园东 2 门	39.949 5	116.483 4	东四环	乔灌木
3	朝阳公园东 4 门	39.945 7	116.483 4	东四环	乔木类
4	朝阳公园	39.946 4	116.484 3	东四环	乔灌木
5	元大都遗址公园	39.975 3	116.396 6	北土城西路	乔木类
6	奥体公园	40.003 2	116.380 8	北辰西路	草坪类
7	北土城	39.975 8	116.390 7	北土城东路	草坪类
8	北土城	39.975 8	116.390 7	北土城东路	乔灌木
9	万秀园	39.975 2	116.368 6	北土城西路	乔灌木
10	马甸公园	39.970 8	116.374 2	八达岭高速	乔木类
11	海淀公园	39.986 4	116.293 1	万泉河快速路	乔木类
12	海淀公园	39.987 7	116.293 0	万泉河快速路	灌木类

### 2.2 道路绿地降噪功能量计算

上述监测结果反映了绿地的结构和宽度对降噪的影响,在此结合绿地长度与北京市实际的平均噪声值得到北京市绿地降噪总量,计算公式如下:

$$W = \sum \alpha \cdot N \cdot L \quad (1)$$

式中:  $W$  为道路绿地降低噪声分贝数( $\text{dB(A)} \cdot \text{a}^{-1}$ );  $\alpha$  为不同道路绿地结构降噪相对能力值( $\text{m}^{-1}$ );  $N$  为北京市城区道路年平均噪声值( $\text{dB(A)} \cdot \text{a}^{-1}$ ),这里取 2008 年噪声值 69.6  $\text{dB(A)}$ ;  $L$  为道路绿地长度(m)。

### 2.3 道路绿地降噪价值量计算

绿地降低噪声价值采用影子工程法,即以高速路旁建设隔音墙成本替代计算。隔音墙的特殊材质能反射和吸收部分噪音,可降噪 70%~80% 的音量,则根据北京市 2008 年城区道路平均噪声值(69.6 dB(A))得出北京市隔音墙的降噪能力为 52.2 dB(A)·m<sup>-1</sup>。参考《森林系统服务功能评估规范》<sup>[22]</sup>,假设隔音墙为 4 m 高,则单位长度隔音墙的建设成本为 400 元·m<sup>-1</sup>,由此可得噪声的降低成本为 7.66 元·dB(A)<sup>-1</sup>。绿地降噪价值即为减少同等噪声分贝数的隔音墙费用,计算公式如下:

$$V = W \cdot P \quad (2)$$

式中: $V$  为道路绿地降噪价值(元·a<sup>-1</sup>); $W$  为道路绿地降低噪声总分贝数(dB(A)·a<sup>-1</sup>); $P$  为噪声降低成本,取 7.66 元·dB(A)<sup>-1</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 北京市城区道路绿地降噪能力

实际测定不同结构、不同宽度的道路绿地降噪效果以及降噪能力见图 2、表 3。可以看出,每种绿地对噪声都具有一定消减作用,净衰减介于 0.62~9.23 dB(A) 之间,而相对降噪值介于 0.90%~13.26% 之间。从绿地结构来看,乔灌草结构绿地降噪能力最强,在各宽度上高出其他结构 0.91%~7.01%,且随着宽度的增加而明显;其次是乔木类和灌木类,总体上,乔木类要好于灌木类,然而宽度在 20 m 和 30 m 时,灌木类要略好于乔木类,可能是由于高大乔木的枝下高都超过观测高度 1.2 m,距离较近时无明显障碍物,消减噪声能力不及丛生的灌木类,而随着宽度的增加其高大的枝叶部分才开始发挥效用;草坪类降噪能力最差,远远低于其他结构,这是显而易见的。从绿地宽度来看,各结构绿地的降噪能力都随着宽度的增加而增加,其中乔灌草结构绿地增加最快,宽度每增加 10 m,其相对降噪能力平均增加 2.49%,灌木类和乔木类其次,分别为 1.98% 和 1.83%,而草坪类最慢,平均只有 1.48%。

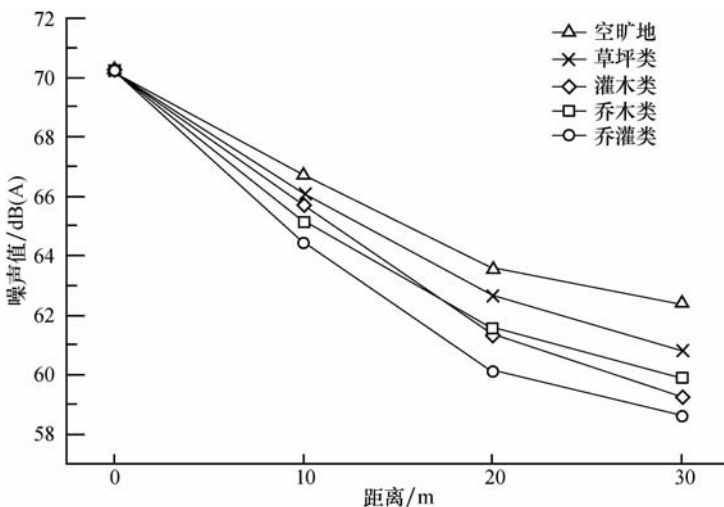


图 2 噪声监测结果

Fig. 2 Results of noise monitoring

表 3 不同结构道路绿地降噪能力

Table 3 Noise reduction ability of urban green spaces with different structure

绿地类型	噪声净衰减值/dB(A)					相对降噪值/%					
	绿地宽度	10 m	20 m	30 m	40 m	>40 m	10 m	20 m	30 m	40 m	>40 m
乔木类		1.56	2.02	2.48	4.66	6.65	2.24	2.90	3.56	6.69	9.56
灌木类		0.99	2.22	3.12	4.30	6.49	1.42	3.19	4.48	6.17	9.32
草坪类		0.62	0.92	1.55	2.19	4.74	0.90	1.32	2.23	3.15	6.80
乔灌草		2.29	3.48	3.75	7.07	9.23	3.29	4.99	5.39	10.16	13.26

注:宽度 40 m 及以上降噪值由文献数据整理所得<sup>[23-24]</sup>。

### 3.2 北京市城区道路绿地降噪功能量

不同结构绿地降噪量见表 4, 计算得出北京市道路绿地共降噪  $9.35 \times 10^7$  dB(A) · a<sup>-1</sup>。其中乔灌草结构绿地面积占 80.97%, 而降噪量占总量的 92.95%, 为  $8.69 \times 10^7$  dB(A) · a<sup>-1</sup>; 乔木类绿地以占 17.74% 的面积占降噪总量的 6.97%, 为  $6.52 \times 10^6$  dB(A) · a<sup>-1</sup>; 灌木类绿地以占 1.26% 的面积占降噪总量的 0.08%, 为  $7.26 \times 10^4$  dB(A) · a<sup>-1</sup>; 而草坪类绿地面积占 0.03%, 降噪量占总量的比例小于 0.01%, 仅为  $0.18 \times 10^4$  dB(A) · a<sup>-1</sup>, 几乎可以忽略不计。从单位面积降噪量来看, 北京市道路绿地平均降噪  $20\ 477$  dB(A) · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>, 其中乔灌草结构绿地最高, 为  $23\ 505$  dB(A) · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>, 分别是乔木类的 2.92 倍, 灌木类的 17.92 倍, 草坪类的 18.64 倍。

表 4 北京市城区道路绿地降噪服务功能效果及价值

Table 4 Effect and value of noise reduction service provided by urban road green spaces in Beijing

绿地结构	乔木类	灌木类	草坪类	乔灌草	总计
面积/hm <sup>2</sup>	810.05	57.55	1.39	3 698.13	4 567.12
降噪量/(10 <sup>4</sup> dB(A) · a <sup>-1</sup> )	652.01	7.26	0.18	8 692.53	9 351.98
单位面积降噪量/(dB(A) · hm <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	8 049.00	1 312.00	1 261.00	23 505.00	20 477.00
降低噪声年价值/(10 <sup>4</sup> 元 · a <sup>-1</sup> )	4 968.30	55.32	1.39	66 237.08	71 262.09
单位面积降噪价值/(元 · hm <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	61 333.00	9 999.00	9 612.00	179 110.00	156 033.00

### 3.3 北京市城区道路绿地降噪价值量

根据影子工程法计算得北京市城区道路绿地降噪总价值为  $7.13 \times 10^8$  元 · a<sup>-1</sup>, 不同结构道路绿地降噪价值见表 4, 北京市单位面积道路绿地平均降噪价值为  $156\ 033$  元 · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>, 具有可观的生态价值。各区(县)降噪价值量及分布见图 3。可以看出, 北京市区的降噪价值普遍高于郊区县城, 计算得市内 6 区(东城区、西城区、朝阳区、海淀区、丰台区和石景山区)降噪总价值量为  $4.41 \times 10^8$  元 · a<sup>-1</sup>, 占总价值的 61.88%, 其中海淀区最高, 为  $1.23 \times 10^8$  元 · a<sup>-1</sup>, 占总价值的 17.33%; 而郊区 10 个区(县)的降噪总价值量为  $2.72 \times 10^8$  元 · a<sup>-1</sup>, 占总价值的 38.12%, 其中门头沟区最低, 为  $1.4 \times 10^7$  元 · a<sup>-1</sup>, 仅占总价值的 1.96%。从单位面积降噪价值来看, 市内 6 区平均为  $1.66 \times 10^5$  元 · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>, 郊区 10 个区(县)平均为  $1.42 \times 10^5$  元 · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>, 市区略高于郊区, 差别不大。以上分析表明, 由于绿地结构相似, 北京市区和郊区降噪价值量差别主要体现在道路绿地面积的大小, 市内 6 区道路绿地面积占北京市的 58.13%, 与其降噪价值所占比例(61.88%)相当, 而郊区县城由于规划城区面积受限, 导致道路绿地面积较小, 其降噪价值也低。

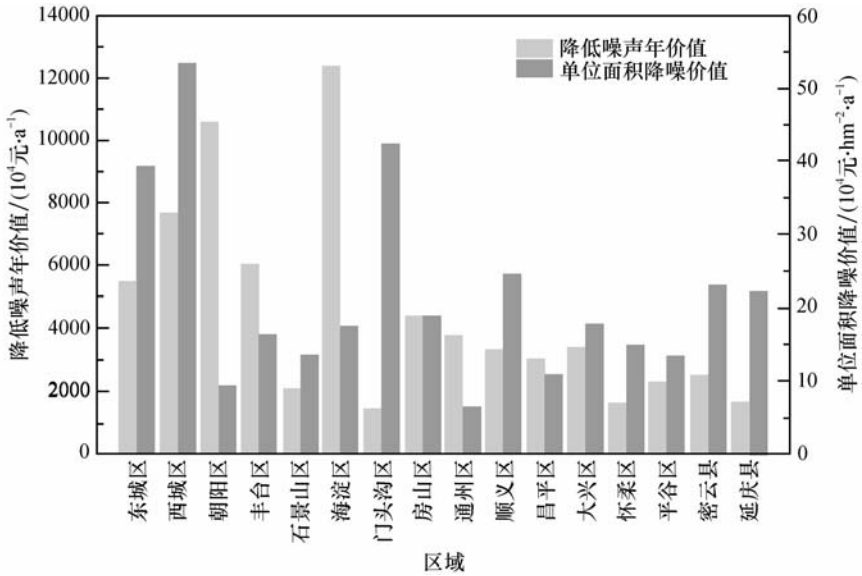


图3 北京市道路绿地降噪服务价值

Fig. 3 The value of noise reduction service provided by urban road green spaces in Beijing

## 4 总结与讨论

本文从功能量和价值量两方面评估了城市绿地对噪声的消减作用,且功能量的计算考虑了绿地的结构、宽度和长度三个重要因素,一定程度上弥补了前述研究的不足,可为快速评估城区绿地降噪功能提供依据。研究结果表明,在不同结构绿地的降噪能力方面,乔灌木 > 乔木类 > 灌木类 > 草坪类,因此,搭配结构合理的绿地,即使在宽度有限的情况下也能起到良好的降噪作用,这在土地利用紧张的北京市具有重要意义。而北京市的道路绿地正是以乔灌木结构为主,结构搭配较为合理,发挥了良好的生态效益,降噪的年价值达到  $7.13 \times 10^8$  元,单位面积降噪价值为  $156\ 033$  元  $\cdot$   $\text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,其中乔灌木类型甚至达到  $179\ 110$  元  $\cdot$   $\text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,而降噪效果较差的草坪只有  $9\ 612$  元  $\cdot$   $\text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,二者相差 18 倍之多,因此,今后城市绿化过程中首要考虑的应是绿地的结构搭配,同等面积不同结构搭配的绿地,生态效益差别显著,在此基础上考虑美学景观,充分发挥城市绿地的功能。

由于本文的研究对象只考虑了道路绿地,而其他类型绿地显然也具有消减噪声的作用,因此计算结果偏于保守。此外,研究尚存在许多不足之处,如未考虑乔灌木内部的树种搭配以及乔灌木的比例;绿地降噪能力除了与结构、宽度和长度相关外,与组成绿地植物的叶面积指数、群落平均枝下高、平均高度、盖度和平均冠幅等因子也有密切关系<sup>[25]</sup>,而本文则没有考虑;灌木类监测样点仅一处,数据说服力不够。以上在今后研究中应当予以加强。

## 参考文献 (References):

- [1] 李峰,王如松. 城市绿色空间生态服务功能研究进展[J]. 应用生态学报, 2004, 15(3): 527-531. [LI Feng, WANG Ru-song. Research advance in ecosystem service of urban green space. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(3): 527-531.]
- [2] 王伟利. 公路交通噪声在声影区降噪量的计算探讨[J]. 环境科学与技术, 2005, 28(1): 26-33. [WANG Wei-li. Calculation of road traffic noise attenuation in acoustic shadow zone. *Environmental Science and Technology*, 2005, 28(1): 26-

33. ]

- [3] 肖笃宁,李秀珍.当代景观生态学进展和展望[J].地理科学,1997,17(4):356-364. [XIAO Du-ning, LI Xiu-zhen. Development and prospect of contemporary landscape ecology. *Scientia Geographica Sinica*,1997,17(4):356-364. ]
- [4] 段舜山,彭少麟,张社尧.绿地植物的环境功能与作用[J].生态科学,1999,18(2):79-81. [DUAN Shun-shan, PENG Shao-lin, ZHANG She-yao. Environmental function and effects of green plants. *Ecologic Science*,1999,18(2):79-81. ]
- [5] 北京市统计局.北京统计年鉴2009[M].北京:中国统计出版社,2009. [Beijing Municipal Bureau of Statistics. Beijing Statistical Yearbook 2009. Beijing: China Statistics Press, 2009. ]
- [6] 晓康.北京职业病噪声居榜首[J].安全与健康,2003,7:14. [XIAO Kang. Noise top the list of occupational diseases in Beijing. *Safety and Health*, 2003, 7: 14. ]
- [7] 张庆费,肖姣姣.降噪绿地:研究与营造[J].建设科技,2004,21:30-31. [ZHANG Qing-fei, XIAO Jiao-jiao. Noise reduction by green spaces: Research and construction. *Construction Science and Technology*,2004,21:30-31. ]
- [8] Aylor D E. Noise reduction by vegetation and ground [J]. *Journal of Acoustical Society of America*,1972,51:197-205.
- [9] Anderson L M, Mulligan B E, Goodman L S. Effects of vegetation on human response to sound [J]. *Journal of Arboriculture*, 1984,10:45-49.
- [10] Harris R A, Cohn L F. Use of vegetation for abatement of highway traffic noise [J]. *ASCE Journal of Urban Planning and Development*,1985,111:34-48.
- [11] Miller R W. Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces [M]. 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- [12] 彭建,王仰麟,陈燕飞,等.城市生态系统服务功能价值评估初探——以深圳市为例[J].北京大学学报:自然科学版,2005,41(4):594-604. [PENG Jian, WANG Yang-lin, CHEN Yan-fei, et al. Economic value of urban ecosystem services: A case study in Shenzhen. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*,2005,41(4):594-604. ]
- [13] 李庆兰,任珺,徐江坤,等.兰州市城市植被生态系统服务功能价值研究[J].环境科学与管理,2008,33(1):26-29. [LI Qing-lan, REN jun, XU Jiang-kun, et al. Economic value of urban vegetation ecosystem services: A case study in Lanzhou. *Environmental Science and Management*,2008,33(1):26-29. ]
- [14] 高琼,李月辉,肖笃宁,等.沈阳市域森林生态系统服务功能价值评估[J].东北林业大学学报,2008,36(2):69-72. [GAO Qiong, LI Yue-hui, XIAO Du-ning, et al. Assessment of forest ecosystem service functions in Shenyang. *Journal of Northeast Forestry University*,2008,26(2):69-72. ]
- [15] 郎奎建,李长胜,殷有,等.林业生态工程10种森林生态效益计量理论和方法[J].东北林业大学学报,2000,28(1):1-7. [LANG Kui-jian, LI Chang-sheng, YIN You, et al. The measurement theory and method of ten forest ecological benefits for forestry ecological engineering. *Journal of Northeast Forestry University*,2000,28(1):1-7. ]
- [16] 张洋.西湖风景名胜森林植被的生态服务功能[D].杭州:浙江大学,2007. [ZHANG Yang. Ecosystem Service Function of Forest Vegetation in the Mountainous Area of the West Lake in Hangzhou. Hangzhou: Zhejiang University, 2007. ]
- [17] 冷平生,杨晓红,苏芳,等.北京城市园林绿地生态效益经济评价初探[J].北京农学院学报,2004,19(4):25-28. [LENG Ping-sheng, YANG Xiao-hong, SU Fang, et al. Economic valuation of urban greenspace ecological benefits in Beijing City. *Journal of Beijing Agricultural College*,2004,19(4):25-28. ]
- [18] 冯育青,陈月琴,陶隽超.苏州森林生态服务功能价值评估[J].华东森林经理,2009,23(1):37-43. [FENG Yu-qing, CHEN Yue-qin, TAO Jun-chao. Assessment of service function value for forest ecosystem in Suzhou. *East china Forest Management*, 2009, 23(1):37-43. ]
- [19] 王春梅,张广军.草坪降低噪声规律的初步研究[J].西北林学院学报,2006,21(6):81-83. [WANG Chun-mei, ZHANG Guang-jun. Preliminary studies on the regularity of noise reduction by sod. *Journal of Northwest Forestry University*,2006,21(6):81-83. ]
- [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. [GUO Xiao-ping, PENG Hai-yan, WANG Liang. The effects of traffic noise attenuation by green belts. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2009,29(12):2567-2571. ]
- [21] 孙翠玲.北京市绿化降噪效果的初步研究[J].林业科学,1982,18(3):329-334. [SUN Cui-ling. Preliminary study on effects of noise reduction by green spaces in Beijing. *Scientia Silvae Sinicae*,1982,18(3):329-334. ]



- [22] LY/T 1721—2008. 森林生态系统服务功能评估规范[S]. [LY/T 1721 - 2008. Specifications for assessment of forest ecosystem services in China. ]
- [23] 陆旭蕾,刘艳,栗志峰,等. 城市绿地对减弱环境噪声作用的探讨[J]. 石河子科技,2003,5:17-18. [LU Xu-lei, LIU Yan, SU Zhi-feng. Research on environmental noise reduction by urban green spaces. *Shihezi Science and Technology*, 2003,5:17-18. ]
- [24] 丁亚超,周敬宣,李恒,等. 绿化带对公路交通噪声衰减的效果研究[J]. 公路,2004,12:204-208. [DING Ya-chao, ZHOU Jing-xuan, LI Heng, *et al.* Investigation of traffic noise attenuation provided by tree belts. *Highway*,2004,12:204-208. ]
- [25] 张庆费,郑思俊,夏樵,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. [ZHANG Qing-fei, ZHENG Si-jun, XIA Lei, *et al.* Noise reduction function and its affection factors of urban plant communities in Shanghai. *Chinese Journal of Applied Ecology*,2007,18(10):2295-2300. ]

## Research on Noise Reduction Service of Road Green Spaces —A Case Study of Beijing

CHEN Long<sup>1,2</sup>, XIE Gao-di<sup>1</sup>, GE Li-qiang<sup>1,2</sup>, PEI Sha<sup>1,2</sup>, ZHANG Chang-shun<sup>1</sup>,  
ZHANG Biao<sup>1</sup>, XIAO Yu<sup>1</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Among the environmental problems caused by urbanization, noise has become one of the major factors affecting seriously both physical and psychological health of the urban residents. It was found that the green spaces with reasonable allocation had an obvious effect on noise reduction. This paper studied the noise reduction effect and value of urban road green spaces based on the mechanism of noise reduction of green spaces and the results of the noise monitoring experiments, combined with the survey data of green patch. Results were as follows: 1) The noise reduction effect of green spaces differs because of its different structure: the trees - shrubs - grasses strongest, then followed by trees and shrubs, and grasses the worst. Moreover, the noise reduction effect of each kind of the green spaces grows along with the width. 2) The annual quantity of the noise reduction of urban road green spaces was  $9.35 \times 10^7$  dB(A) · a<sup>-1</sup> in Beijing, and the trees - shrubs - grasses contributes the most, that is 92.95%. The average quantity of the noise reduction of urban road green spaces per unit area was 20477 dB(A) · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>, and the trees - shrubs - grasses still was the largest, being 2.92 times of the trees, 17.92 times of the shrubs and 18.64 times of the grasses. 3) The annual value of the noise reduction service provided by urban road green spaces was 713 million yuan · a<sup>-1</sup>, and the average value per unit area was 156033 yuan · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>. The results showed that the structure of urban road green spaces was reasonable in Beijing, and had played an important role in the noise reduction with considerable ecological benefits.

**Key words:** noise reduction; road green spaces; ecosystem service; Beijing