

西宁市道路绿地及乔木树种的降噪效应

耿生莲,王志涛

(青海省农林科学院,青海 西宁 810016)

摘要:对西宁市3种道路绿地和12种道路绿化树种降噪效果的测定表明,西宁市道路绿化中采用乔木、灌木和地被植物组成高低错落的绿地能使交通噪声降低9.0 dB,比用乔木树种组成乔木绿地降噪量高44.37%;道路绿地的降噪量与绿地宽度以三次多项式拟合度最高;3种绿地即乔+灌+地被、乔+灌和乔木降噪量日变化呈凸峰线;西宁市道路绿地的平均日降噪量为7.37 dB。12种绿化树种降噪量从大到小依次为河北杨、小叶杨、毛白杨、欧洲白榆、新疆杨、旱柳、白榆、国槐、青杨、白蜡、油松、云杉,叶面粗糙且被毛的树种具有较好的降噪效果。车流量、树种、树冠疏透度、叶部特征、树高、枝下高和冠幅7个因子与树种的降噪量均具有相关性,其中,车流量、树种类、疏透度和叶部特征为主要因子。

关键词:降噪量;道路绿地;乔木树种;因子;西宁市

中图分类号:S719 **文献标志码:** 文章编号:1001-7461(2013)06-0182-06

Study on Traffic Noise Attenuation Provided by Street Green Area and Arbor Trees in Xining

GENG Sheng-lian, WANG Zhi-tao

(Qinghai Academy of Agricultural and Forestry, Xining, Qinghai 810016 China)

Abstract:Determine the effects of traffic noise attenuation by 3 types of street green spaces and 12 types of arbor tree in Xining, The results showed: ①The street green area which were compositioned with arbor、brush and ground cover plants in Xining provided the effects of traffic noise attenuation to about 9.0 dB, The noise reduction was higher 44.37% than the arbor tree's; The noise reduction of the street green area was fitted with the green area width with a best fitted cubic polynomial mathematic model; the dair changes in 3 types of street green spaces(trees-shrubs-ground cover plant、trees-shrubs and trees) of noise reduction appeared convex peak line, the average of the dair noise reduction in Xining was 7.37 dB. ②The noise reduction of 12 types of arbor tree was arrangemented from large to small:*Populus hopeiensis*、*Poplus minhoensis*、*Poplus tomentosa*、*Ulmus laevis*、*Populus alba*、*Salix matsudana* U. *pumila*、*Sophora japonica*、*Poplus cathayana*、*Fraxinus chinensis*、*Pinus tabulaeformis*. and *Picea crassifolia*, the effects noise attenuation of the trees which it's leaves were coarse and covered with villus were better than other's . ③7 types of factor with traffic、trees、porosity、leaf characteristics、tree height、branch height and crown had correlation with the noise reduction of arbor trees. the pivotal factors were traffic、tree species、porosity and leaf characteristics, A combination of all these factors influenced the noise attenuation effectiveness of street green spaces.

Key words:noise reduction; street green spaces; arbor tree; factor; Xining

城市绿地是非常重要的防护公路交通噪声措施,绿地对交通噪声污染有着较强的折射、反射与吸收作用^[1-8]。近年来,已有许多城市或地区关于绿地与降噪的研究报道^[9-13]。西宁市城市绿化面积不断增加,绿化树种也日益丰富,达到了绿化、美化和香化效果;而西宁市城市绿化中对降噪功能绿地的设置缺比较滞后,几乎未成系统的降噪绿地,相关研究尚属空白。本研究拟通过对西宁市9处主要交通干道旁绿地和12种绿化树种(行道树)的噪声测量调查及数据分析,为道路绿地的规划建设提供参考。

1 研究地概况与研究方法

1.1 不同道路绿地降噪效应测定

西宁市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。近年来,根据西宁市城市建设的需要,西宁市道路中心隔离带和主辅路分车带多采用单行乔木+矮灌木绿篱模式,单行乔木株距为1.5~3.0 m,矮灌木绿篱为0.8~2.0 m宽、0.8~1.0 m高的灌木混交带;道路接合处、立交桥、道路两侧绿化中多采用乔木混交+灌木混交+大片纯地被,少数老街道采用单行乔木或多行乔木;人行道采用单行单种乔木+灌木混交+大片纯地被。乔木树种主要有国槐(*Sophora japonica*)、小叶杨(*Populus simonii*)、青杨(*Populus*

cathayana)、欧洲白榆(*Ulmus laevis*)、旱柳(*Salix matsudana*)、榆树(*Ulmus pumila*)、白蜡(*Fraxinus chinensis*)、河北杨(*Populus hopeiensis*)、油松(*Pinus tabuliformis*)和青海云杉(*Picea crassifolia*),灌木主要有紫丁香(*Syringa oblata*)、暴马丁香(*Syringa reticulata var. amurensis*)、榆叶梅(*Amygdalus triloba*)、红叶小檗(*Berberis thunbergii cv. atropurpurea*)、红(黄)刺玫(*Rosa rugosa*)、小蜡(*Ligustrum sinense*)和珍珠梅(*Sorbaria sorbifolia*)等,地被植物有金叶莸(*Caryopteris clandestina*)、黄杨(*Buxus sinica*)、景天(*Hylotelephium erythrostictum*)、鸢尾(*Iris tectorum*)和萱草(*Hemerocallis fulva*)等。

根据道路绿化状况,将西宁市道路绿地类型分为乔+灌+地被绿地、乔木绿地和乔+灌绿地3类,选取9个代表地段(表1)为观测样地,每样地绿地要求长度30 m以上,宽度5 m以上。西宁市城区主要的噪声源为道路交通噪声,于2012年8月22日无风无雨的白天测量。距路中央(声源)10、20、30 m和40 m处各设一测点,在同一街道附近的空阔地区等距离10、20、30 m和40 m处设测点作为对照观测点同时间测定,2种测点的交通噪声传播方向一致。在三脚支架(高1.5 m)上固定A声级计(国产HS5618型脉冲式精密声级计),测定时间长10 s,3次重复,每一重复间隔5 min。测定时间9:00~18:00,间隔3 h,以A声级(Leq)计^[14-15]。

表1 9个样地绿化概况与类型划分

Table 1 Green overview and type division on 9 types of plots

编号	地 点	绿化概况	绿地类型
1	柴达木路立交桥与海湖路结合处	人行道1行国槐;绿化带中国槐、油松、云杉等混交,丁香、榆叶梅、水腊和黄刺玫等无规则混交,德国景天、矮牵牛成片种植,郁闭度0.7,绿化带宽46 m	
2	海湖新区湿地公园	绿化带白榆、河北杨、油松、云杉等混交,丁香、榆叶梅、珍珠梅、紫叶李等无规则混交,水蜡和丁香为高80 cm,宽1.2 m绿篱;德国景天、矮牵牛、鸢尾和萱草成片种植;郁闭度0.8,带宽50 m	
3	新宁路高原生物所绿化区	人行道新疆杨和青杨混交,宽80 cm、高80 cm水蜡绿篱,景天和矮大牵牛成片种植。绿化带油松、青杨混交,丁香、榆叶梅和珍珠梅混交,高80 cm、宽120 cm水蜡、白榆绿篱	
4	昆仑东路国鑫铝业公司	人行道1行国槐+4行河北杨纯林,株行距1.5 m×2 m,郁闭度0.6	
5	昆仑路湟中桥与玛柯河路结合处	人行道1行旱柳纯林	乔木
6	八一路半岛步行街	人行道1行旱柳、河北杨混交,株距1.5 m。	
7	民和路某公司绿化带	副隔离带国槐、云杉混交+丁香、珍珠梅灌丛+高80 cm宽100 cm水蜡、丁香绿篱)+人行道1行白榆、欧洲白榆混交	
8	昆仑西路三榆山水园	副隔离带油松、新疆杨混交+丁香、珍珠梅灌丛,人行道丁香、卫矛、榆叶梅、珍珠梅灌丛+3行新疆杨,株行距2.0 m×3.0 m,郁闭度0.7,宽20 m	乔+灌
9	海晏路文化公园	人行道1行白榆,1行山桃,公园内河北杨、白榆、油松、珍珠梅、榆叶梅、丁香、云杉混交林,郁闭度0.8,宽60 m	

1.2 乔木树种降噪效应测定

为了解西宁市主要绿化乔木树种对交通噪声的

降噪效应,于2013年6月3日无风无雨的白天对人行道单行种植的乔木纯林进行了测定。选择12个主

要树种:旱柳、小叶杨、青杨、河北杨、新疆杨、白榆、云杉、油松、白蜡、欧洲白榆和毛白杨,即 12 个样地(表 2),样地长度 30 m 以上,株距 1.5 m。在行道树外侧 10 m 处平行于行道树设 3 个测点,每测点间隔 10 株,并与个体树对应;在附近再选一地形、地物条件、测点距离基本相等的未经绿化场地为对照测点。在三脚支架(高 1.5 m)上固定 A 声级计(国产 HS5618 型脉冲式精密声级计),以 A 声级(L_A)计。测定时间长 10 s,测 3 次重复,每一重复间隔 5 min^[15-16]。同时记录各测定点每 5 min 的单向车流量。在 3 个测点对应选树种各 3 株,测定树高、枝下高、疏透度和冠幅。疏透度用目测法,即站在距林带 30 m 处,目测单株树纵断面的透光面积占总面积的比值^[3];树高、枝下高和冠幅用卷尺常规测定。

表 2 主要绿化树种生长性状与噪声测定点

Table 2 Growth characters and noise measuring points of main greening trees

观测区	观测点		树种	平均树高/m	平均枝下高/m	平均冠幅/m	平均疏透度
	纬度(N)	经度(E)					
宁大路化建北	36°38'50	101°42'51	旱柳	7.3	2.74	5.2	0.4
宁大路中路	36°38'32	101°42'51	小叶杨	8.3	2.77	3.8	0.6
八一路东路	36°34'20	101°50'41	青杨	7.5	2.9	5.1	0.6
柴达木路交通学院门口	36°39'11	101°43'50	河北杨	5.5	2.9	3.6	0.4
德令哈路	36°33'36	101°50'20	毛白杨	10.3	2.7	6.7	0.6
宁大路农牧学院路西	36°36'29	101°42'56	新疆杨	7.0	2.8	4.6	0.5
宁大路北杏园	36°35'40	101°42'34	欧洲白榆	7.1	2.1	5.0	0.6
海湖大道北路	36°41'21	101°43'41	白榆	8.5	3.2	3.3	0.5
朝阳东路	36°35'53	101°41'38	国槐	5.8	2.7	5.5	0.6
黄河路	36°30'56	101°50'33	白蜡	7.2	4.9	4.7	0.5
海湖大道中路	36°36'21	101°43'40	云杉	7.0	1.8	4.7	0.4
秀水路	36°37'32	101°42'43	油松	5.7	1.4	3.0	0.3

1.3 防噪效果评价与统计分析方法

以绿地和树种对交通噪声的降噪量作为防噪效应分析指标^[17-18]。

绿地降噪量:对照衰减值($L_{p0} - L_p$),即距声源 r_m 远处测点声级值 L_{pr} 与第 1 个测点声级值 L_{p0} 的差,为声音经过 $r - r_0$ m 宽后的噪声衰减值。绿地衰减值($L_{p0'} - L_{pr'}$),这两部分声衰减值之差即为绿地降噪量,用式表示:

$$\Delta L_p = (L_{p0} - L_{pr}) - (L_{p0'} - L_{pr'}) \text{ dB} \quad (1)$$

其中: r 为每个测点距声源的距离。

由于采用了前后测点值,有无绿地值两个方面比较测量,前述环境因素与声级计测量误差对测量影响被有效降低。

树种降噪量:10 m 处对照 3 次重复噪声平均值 L_p 与树种 10 m 处 3 次重复 3 株树噪声平均值 L_p' 之差。用式表示:

$$\Delta L_p = L_{p'} - L_p \text{ dB} \quad (2)$$

根据 GB/T14623-93《城市区域环境噪声标准》将白天噪声范围 0~4 级,其分别为 50、55、60、65 dB 和 70 dB。0 级标准适用于疗养区、高级别墅区、宾馆区等需特别安静的区域;1 级标准适用于以居住、文教、机关为主的区域;2 级标准适用于居住、商业、工业混杂区;3 级标准适用于工业区;4 级标准适用于城市中道路交通干线道路两侧区域,穿越城区的内河航道两侧区域。依据该标准之规定研判西宁市城市交通噪声现状。

冲式精密声级计),以 A 声级(L_A)计。测定时间长 10 s,测 3 次重复,每一重复间隔 5 min^[15-16]。同时记录各测定点每 5 min 的单向车流量。在 3 个测点对应选树种各 3 株,测定树高、枝下高、疏透度和冠幅。疏透度用目测法,即站在距林带 30 m 处,目测单株树纵断面的透光面积占总面积的比值^[3];树高、枝下高和冠幅用卷尺常规测定。

采用 Excel 和 SPSS17.0 统计软件进行数据处理与统计分析。其中显著性概率(Sig)在 SPSS17.0 统计软件的分析系统默认值为 0.05。

2 结果与分析

2.1 西宁市道路绿地降噪效应分析

2.1.1 道路交通噪声与绿地降噪特征 通过观测(表 3)西宁市城市交通噪声范围在 57.22~75.51 dB 之间,平均值(对照)为 68.67 dB,根据 GB/T14623-93,其值介于城市噪音标准的 0 级和 4 级之间,表明西宁市城市的声环境质量居中。经绿化后,交通噪声范围在 47.05~68.10 dB 之间,比对照降低了 10.10%~17.78%;道路绿地平均噪声为 61.03 dB,平均降噪率 11.10%。其中乔+灌+地被绿地噪声范围在 47.05~65.72 dB,降噪率为 14.60%;乔+灌绿地噪声范围在 47.05~68.10 dB,降噪率为 10.90%;乔木绿地噪声范围在 58.79~68.10 dB,降噪率为 8.80%;从而,反映出 3 种道路绿地对西宁市城市交通噪声有一定的减缓作用。

2.1.2 不同绿地降噪量对比 实际测定的各测点噪声值经公式(1)数据处理和统计分析,不同道路绿地降噪量描述见表 4。西宁市 3 种道路绿地的平均降噪量为 7.63 dB,其中,乔+灌+地被绿地降噪量占道路绿地总降噪量的 41.0%,乔木绿地占 22.0%,乔+灌绿地占 37.0%;经相关性和方差分析,降噪量与道路绿地类型有显著的相关性, $R^2 =$

0.676,各绿地降噪效果差异显著($p=0.000 < 0.05$);3种绿地降噪量介于2.60~15.40 dB之间,最大降噪量是乔+灌+地被绿地,为15.40 dB,最小降噪量是乔木绿地,为2.60 dB;乔+灌+地被绿地降噪能力最强,平均降噪量为9.23 dB,高出其它两个绿地7.48%和44.37%,其次是乔+灌绿地,平均降噪量为8.54 dB,乔木绿地降噪效果最低,平均降噪量为5.13 dB;说明乔+灌+地被或乔+灌混合型绿地从多方位、多角度对交通噪声起到折射、反射与吸收作用,使交通噪声明显减缓,而乔木绿地组成单一,降噪效应偏低。

表3 3种绿地与对照交通噪声观测值统计

Table 3 Count observations on 3 types of green area and contrast of noise on traffic

绿地类型		对照声级/dB	绿地声级/dB
乔+灌+地被	均 值	68.074 4	58.762 8
	极小值	57.22	47.05
	极大值	75.51	65.72
乔 木	均 值	69.969 4	63.791 1
	极小值	63.70	58.10
	极大值	75.30	68.10
乔+灌	均 值	67.958 3	60.547 2
	极小值	60.50	54.90
	极大值	75.70	67.10
总 计	均 值	68.667 4	61.033 7
	极小值	57.22	47.05
	极大值	75.70	68.10

表4 不同绿地降噪量(ΔL_p)统计描述

Table 4 Count in different green area of noise reduction(ΔL_p)

绿地类型	均值	标准差	标准误	均值的95%置信区间		极小值	极大值
				下限	上限		
乔+灌+地被	9.23	2.77	0.46	8.29	10.17	4.14	15.40
乔 木	5.13	1.42	0.24	4.65	5.61	2.60	8.90
乔+灌	8.54	2.85	0.48	7.57	9.50	3.30	14.50
总 数	7.63	3.01	0.29	7.06	8.20	2.60	15.40

2.1.3 不同绿地噪声梯度衰减格局 将3种绿地4个距离梯度上的降噪量取平均,制成降噪格局图(图1)。可以看出,3种绿地的降噪量格局基本一致,降噪量随着绿地宽度的增加呈递减趋势;乔+灌+地被绿地和乔+灌绿地在距离10~20 m和30~40 m段降噪量衰减平缓,在20~30m段衰减幅度大;乔木绿地在距离10~20 m段降噪量衰减幅度大,在20~40 m段衰减平缓,3种绿地在30~40 m段降噪量减幅一致;3种绿地在4个距离测点的降噪量差异明显 $p_{0.05} = 0.001$,降噪量与测点距离呈负相关,相关系数 $R^2 = -0.369$,即测点距离越大降噪量越低。

以不同距离梯度的降噪量为因变量,距离为自变量,选择合适的模型进行噪声衰减效应曲线拟合

(表5),结果以三次多项式的拟合度最高, $R^2 = 0.96$,其次是二次三项式, $R^2 = 0.94$,线性函数 $R^2 = 0.86$,复合模型的拟合度较低, $R^2 = 0.67$ 。

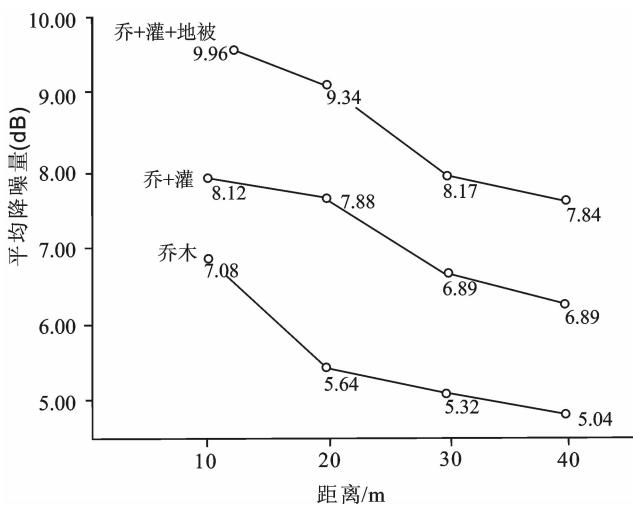


图1 不同绿地噪声梯度衰减格局

Fig. 1 Dispersion pattern of noise value of different green areas

2.1.4 3种绿地降噪量日变化 3种绿地对交通噪声降噪量日变化存在显著的差异($p=0.010$);从图2看出,3种绿地降噪量呈凸线型,其中,乔+灌+地被绿地和乔+灌绿地降噪量凸峰明显,乔木绿地降噪量的凸峰不明显;3种绿地降噪量在时间段9:00~13:00呈时显上升趋势,在时间段13:00~15:00平缓减弱,15:00~18:00急剧下降;乔+灌+地被绿地、乔+灌绿地和乔木绿地在12:00时降噪量达到最大,分别为10.39、8.50 dB和5.52 dB,18:00降噪量最低;西宁市道路平均日降噪量为7.37 dB,其中乔+灌+地被绿地的平均日降噪量最大,为9.31 dB,其次是乔+灌绿地,日平均降噪量为7.37 dB,乔木绿地的最小,日平均降噪量为5.05 dB;一天内最大降噪量是乔+灌+地被绿地在12:00,为10.39 dB,最小降噪量是乔木绿地在18:00,为4.28 dB;可见,绿地对交通噪声降噪作用除了与绿地类型、绿地宽度等有关外,可能与绿地内的光照强度、气温湿度和风速等天气因素有关。

表5 西宁市道路绿地降噪量与距离拟合模型参数

Table 5 Model parameters of roadside green area on noise attenuation of Xining

模型类型	模型参数						
	b_0	b_1	b_2	b_3	R^2	F	Sig
线性函数 $y = b_0 + b_1 x$	8.968	-0.661			0.86	16.729	0.000
二次多项式 $y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2$	8.462	-0.625	0.076		0.94	8.489	0.000
三次多项式 $y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + b_3 x^3$	8.539	0.338	-0.582	0.092	0.96	5.650	0.001
复合模型 $y = b_0 b_1 x$	8.250	-0.209			0.67	3.675	0.000

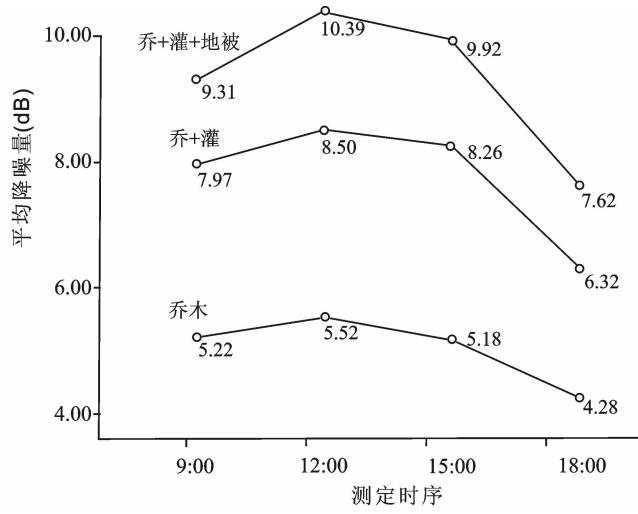


图2 3种绿地降噪量日变化

Fig. 2 Diurnal changes in 3 types of green areas of noise reduction

2.2 主要乔木树种降噪效应分析

2.2.1 主要乔木树种降噪量统计对比 12个主要乔木树种的交通噪声实测值经公式(2)数据处理和降噪量统计分析(表6)。各树种的降噪量存在明显的差异($p=0.000<0.05$)，降噪量与树种类具有较大的相关性， $R^2=0.873$ ；主要树种的降噪量排序为：河北杨>小叶杨>毛白杨>欧洲白榆>新疆杨>旱柳>白榆>国槐>青杨>白蜡>油松>云杉；平均降噪量居前3位的树种是河北杨、小叶杨和毛白杨，分别为10.9、10.5 dB和10.2 dB，平均降噪量排在后3位的树种是白蜡、油松和云杉，分别为6.0、4.9 dB和4.5 dB。

表6 乔木树种平均降噪量及其排序

Table 6 Average noise reduction of the arbors and sequence

树种	降噪量(平均值±标准差)	降噪量排序
白蜡	6.036 7±1.138 1	10
白榆	8.233 3±0.832 7	7
欧洲白榆	9.626 7±1.447 8	4
国槐	7.940 0±1.329 2	8
旱柳	8.803 3±0.691 0	6
河北杨	10.903 3±0.268 4	1
毛白杨	10.200 0±0.529 2	3
青杨	6.066 7±0.550 8	9
小叶杨	10.496 7±1.339 6	2
新疆杨	9.500 0±0.964 4	5
油松	4.933 3±0.680 7	11
云杉	4.500 0±1.300 0	12
总计	8.288 5±2.319 9	

2.2.2 叶部特征与降噪量的关系 为了解树种间降噪量差异形成的主要原因，从叶部特征对交通噪声的降噪效果进行了统计分析。将12种树种按树叶形状、质地、叶面粗糙或光滑、叶被毛或无毛等综合特征大致分为6类即杨树类、柳树类、榆树类、槐树类、白蜡树类和针叶树类，分别用1、2、3、4、5和6

作为标签值。统计分析(图3)表明，6类树种对交通噪声的降噪量有显著差异($p=0.000$)，降噪量与叶部特征有较大的相关性， $R^2=0.696$ ；杨树、柳树、榆树、槐树、白蜡树和针叶树的平均降噪量分别9.43、8.80、8.93、7.94、6.04 dB和4.72 dB，降噪量按从大到小排列为杨树类>榆树类>柳树类>槐树类>白蜡树类>针叶树类。因此，在西宁市道路绿化中要达到减噪目的，在常用的树种中多种植杨树、榆树和柳树，而槐树、白蜡和针叶树以绿化、美化等景观效果为主。

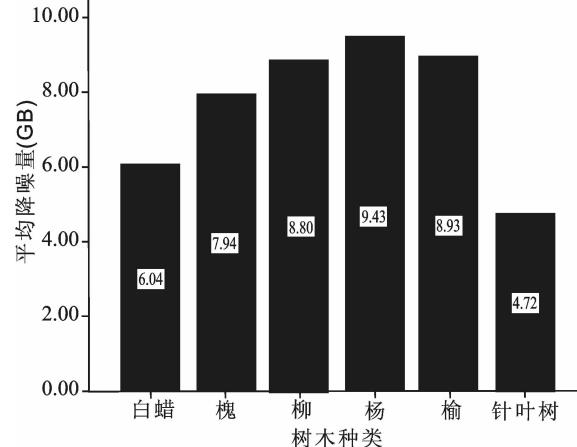


图3 6类树种的降噪量对比

Fig. 3 Contrast the noise reduction on 6 types of arbors

2.2.3 树种降噪量与影响因子的相关性 影响树种降噪效应的因子很多，除了树种类和叶部特征影响外，道路车流量，各树树高、枝下高、冠幅和疏透度等也对降噪量有一定的影响。根据主要绿化乔木树种降噪量与以上影响因子的相关关系分析(表7)表明：车流量、树种类、疏透度和叶部特征与降噪量具有显著的相关性($p=0.05$)，相关系数分别为0.859、0.873、0.521和0.696，故选为噪声衰减主要影响因子。考虑到各因子间可能存在的互作关系，在模型拟合时加入主要影响因子的乘积作因变量，通过向后剔除法(Backward)进行多元回归分析，建立了最佳多元回归模型：

表7 主要绿化树种降噪量与多种因子的相关性

Table 7 Correlation of noise reduction and other factors of main greening trees

影响因子	车流量	树种类	树高	枝下高	冠幅	疏透度	叶部特征
相关系数	$R^2=0.859^*$	0.873^*	0.282	0.427	0.395	0.521*	0.696*
Sig.	0.019	0.039	0.393	0.141	0.076	0.007	0.009

注：* $p=0.05$ (双侧)显著相关

$$\Delta L_p = -0.006CL + 0.250SZ - 0.111H$$

$$+ 0.839ZH + 0.343GF + 5.429ST - 0.988$$

$$R^2=0.685, F=8.690, p=0.000.$$

统计分析时树种类和叶部特征用数字作为标签

值,表示为:树种种类:1=旱柳、2=小叶杨、3=河北杨、4=毛白杨、5=新疆杨、6=欧洲白榆、7=白榆、8=国槐、9=白蜡、10=云杉、11=油松;叶部特征:1=杨树、2=柳树、3=榆树、4=槐树、5=白蜡树、6=针叶树。

3 结论与讨论

层次结构较丰富的乔+灌+地被立体复合结构和乔+灌二层复合结构的降噪效果要优于乔木林单层结构;阔叶树种的降噪效果优于针叶树种;叶面具毛且粗糙的树种降噪效果优于叶面无毛光滑树种;因此,在将来的西宁市城市森林营建中,可以考虑以本研究中用乔+灌+地被立体复合结构和乔+灌二层复合结构作为基本绿地类型进行树种配置,以小叶杨、河北杨、青杨、欧洲白榆、白榆、旱柳、国槐和白蜡,作为优选行道树进行种植。

城市绿地对交通噪声的削减作用的强弱不单与绿地结构层次、树种和林带宽度相关,还与植物生态学生物学特性、植物种植密度、树种组合方式、光照强度、空气温湿度和风速等诸多因素有关^[10]。因此,本次研究仅仅研究了绿地类型和树种种类,以及拟合的降噪量与车流量、树种、树冠疏透度、叶部特征、树高、枝下高和冠幅7个因子。对于生态效益、社会效益和经济效益并存的城市绿地类型和树种种类的选择,需要作更进一步的研究。

参考文献:

- [1] 解宝灵. 绿化带对交通噪音的影响[J]. 山西科技, 2003(4): 31-32.
- [2] 陆旭蕾, 刘艳, 粟志峰, 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.
- [3] 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.
- [4] 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 C M, ZHANG G J. Preliminary studies on the regularity of noise reduction by sod[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(6): 81-83. (in Chinese)
- [5] 杜振宇, 邢尚军, 宋玉民, 等. 高速公路绿化带对交通噪音的衰减效果研究[J]. 生态环境, 2007, 16(1): 31-35.
- [6] 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.
WANG H, GUO J P, ZHANG Y X, et al. Study on noise attenuation impact of roadside tree-belts and related influence factors[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2010, 19(6): 1403-1408. (in Chinese)
- [7] 陈龙, 谢高地, 盖力强, 等. 道路绿地消减噪声服务功能研究——以北京市为例[J]. 自然资源学报, 2011, 26(9): 1526-1534.
CHEN L, XIE G D, GE L Q, et al. Research on noise reduction service of road green spaces-a case study of Beijing[J]. Journal of Natural Resources, 2011, 26(9): 1526-1534. (in Chinese)
- [8] 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 X P, PENG H Y, WANG L. The effects of traffic noise attenuation by green belts[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2009, 29(12): 2567-2571. (in Chinese)
- [9] 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 P S, YANG X H, SU F, et al. Economic valuation of urban greenspace ecological benefits in Beijing City[J]. Journal of Beijing Agricultural College, 2004, 19(4): 25-28. (in Chinese)
- [10] 殷爱华, 胡羨聪, 吴小英, 等. 珠三角地区优良降噪树种的初步选择[J]. 广东林业科技, 2006, 22(4): 79-82.
- [11] 孙凤英, 谢佳茵. 哈尔滨市交通噪声对学校教学环境影响研究[J]. 森林工程, 2007, 23(1): 64-65.
- [12] 王清华, 叶桂梅, 段春华, 等. 山东省高速公路路侧绿化带的降噪效果研究[J]. 山东林业科技, 2008(3): 30-31.
- [13] 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.
- [14] 王凌, 李本纲, 陶澍. 城市道路交通噪声能量宏观测算方法(以海口市为例)[J]. 噪声与振动控制, 2005(3): 42-44.
- [15] 刘海剑, 倪雪峰. 浅谈城市区域环境噪声监测方法[J]. 科技创新与应用, 2012(2): 77-78.
- [16] 国家环境保护局. 环境监测技术规范(第三册)噪声部分[S]. 1986.
- [17] 关文彬, 李春平, 李世锋, 等. 林带疏透度数字化测度方法的改进及其应用研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 651-657.
GUAN W B, LI C P, LI S F, et al. Improvement and application of digitized measure on shelterbelt porosity[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(6): 651-657. (in Chinese)
- [18] 郑洲, 贾鹏. 高速公路降噪林带设计方法探讨[J]. 现代交通技术, 2010, 7(2): 97-100.