

居住小区植物配置方式对大气颗粒物浓度的影响^{*}

陈 博¹ 于海群²

(1. 北京农业职业学院 园艺系, 北京 102442; 2. 北京市林业碳汇工作办公室, 北京 100013)

摘要 为了探讨有效调控颗粒物的居住小区植物配置方式, 将居住区绿地按照位置和功能划分为小区入口绿地、道路绿地和广场绿地3种类型, 针对每种类型的绿地探讨了不同植物配置方式对于大气颗粒物浓度的削减效应。结果显示: 乔木数量较多且通风良好的小区绿地对居住区内颗粒物削减率较高; 悬铃木 (*Platanus orientalis*) 搭配大叶黄杨 (*Euonymus japonicus*) 作为行道树对大气颗粒物的净化能力较强, 对 TSP、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的削减率分别达 18.87%、6.40% 和 6.02%; 与开放式广场绿地和中心绿地相比, 合理配置的半封闭式广场绿地能够更加有效地改善活动空间的空气质量。

关键词 居住区; 植物配置; 大气颗粒物; 削减率

中图分类号: S731.5 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053(2018)02-0038-09

Effects of Plant Configuration on the Concentration of Atmospheric Particulates in Residential Quarters

CHEN Bo¹ YU Haiqun²

(1. Department of Horticulture, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442, China;

2. Beijing Forestry Carbon Administration, Beijing 100013, China)

Abstract To investigate the effective plant collocation methods of controlling concentrations of particulate matters (PM), residential green space was divided into three types, which was community portal green space, road green space, and square green space. For each type of green space, effects of PM reduction by different plant configuration modes were discussed. Results indicated that the PM removal percentage of residential green space with more arbor trees and better ventilation was higher, and the purification ability of *Platanus orientalis* with *Euonymus japonicus* used as street tree to PM was stronger, removal percentages of TSP, PM₁₀, and PM_{2.5} were 18.87%, 6.40%, and 6.02%, respectively. Compared with open square green space and central Greenland, semi-enclosed square green space with reasonable disposal could improve the air quality of the active space more effectively.

Key words residential district; plant configuration; atmospheric particulates; removal percentage

居住小区是市民最常使用的场所、是组成城市的基础^[1]。居住小区中大气颗粒物来源较为复杂, 既包括室外环境污染源的直接排放 (其中汽车尾气是主要污染源之一)^[2-3], 也包括室内排放的颗粒物随气流扩散到室外环境^[4-5]。大气颗粒物的输入与扩散受到建筑物空间格局、绿地植物配置和微地

形特征的共同影响^[3], 改善建筑与绿地相结合形成的城市下垫面的粗糙度、构成和格局, 对调控颗粒物浓度具有重要作用。本文结合考虑居住区的建筑特点, 重点探讨绿地植物配置对环境大气颗粒物浓度的影响, 为以调控大气颗粒物为主要目的的居住小区绿地植物群落结构优化提供借鉴。

^{*} 基金项目: 国家林业公益性行业科研项目 (No.201304301), 院级博士基金项目“大果榛引种与繁殖研究”(XY-YF-17-05)。

第一作者: 陈博 (1983—), 女, 讲师, 主要从事森林生态研究, E-mail:335859230@qq.com。

1 研究地概况

依据居住小区的建筑时间、楼层高度和绿化环境等特点,在北京市大兴区黄村镇选择5处居住区作为研究对象,分别为龙湖时代天街(A)、时代龙河(B)、怡兴园(C)、清源西里(D)和义和庄东里(E),各小区之间直线距离小于8 km。

其中A、B、C、D小区环境良好,小区及附近绿化设施相对完善,周围交通道路车流量适中,空气污染中等,能够反映北京市大兴区大多数居民区的空气污染状况;E小区毗邻高铁桥,且道路车流量大,附近空气污染相对严重。各居住区的基本信息见表1。

表1 大兴区黄村镇5个居住小区基本信息

Tab. 1 Basic information of five residential quarters in Huangcun town of Daxing district

小区编号 Cell number	建筑时间 The time of construction	占地面积 Area/m ²	层数 The number of floors	容积率 Plot ratio	绿地率 Greening rate/%	人均绿地面积 The capita green area/m ²	绿地养护状况 Status of green land maintenance
A	2012	125000	15~26	2.8	33	4.1	优
B	2007	134000	15~18	2.0	35	3.9	良
C	2002	56332	6	1.0	42	4.1	良
D	1996	123000	6~10	2.1	33	3.7	良
E	1992	5385	6	2.5	18	1.1	差

2 研究方法

2.1 调查与观测方法

2014年7月,实地调查记录各居住区植物的种类和应用,分析居住小区入口绿地、道路绿地和广场绿地的典型植物配置模式。各监测点设置如下:B、C、D小区分别设置6个监测点,小区入口绿地监测点2和其对照监测点1,道路绿地监测点3、道路绿地对照监测点3',广场绿地监测点4、广场绿地对照监测点4'。其中,监测点1设在居住区外距离入口30 m处、监测点2设在居住小区内距离入口30 m的绿地处,监测点3和3'分别设在居住区内种植行道树的路段与未种植行道树的路段,监测点4和4'分别设在楼间广场绿地内与绿地外。E小区设置4个监测点,分别为监测点1、2、3和3'。A小区不允许机动车辆在居住区内行驶,小区内道路较窄,道路两侧均没有明显列植的行道树。故A小区设置6个监测点为:监测点1和2(设定方法与其他小区相同)、监测点3和3'分别设在楼间道路绿地和楼旁道路绿地、监测点4和4'分别设在楼间广场绿地和入口中心广场绿地。

2014年7、8、10、11月,采用Dustmate粉尘检测仪测定监测点距地面1.5 m处的TSP(总悬

浮颗粒物)、PM₁₀(可吸入颗粒物)和PM_{2.5}(可入肺颗粒物)浓度,每月选择晴朗微风的天气观测2次,每次分5天观测,每天完成1个小区监测点的观测。监测点3和3'同步观测(8:00—12:00时),监测点4和4'同步观测(13:00—17:00时),监测点1和监测点2的同步观测时间为8:00—17:00时。

2.2 数据处理

将监测点3、3'、4和4'处颗粒物浓度的平均值作为居住区内部颗粒物浓度,并与监测点1处颗粒物浓度进行比较,计算得到居住区内颗粒物削减率(见公式1,其中 C_{CK} 代表监测点1的颗粒物平均浓度; C_p 代表居住区内颗粒物平均浓度);比较监测点2和监测点1处颗粒物浓度,计算得到居住区入口颗粒物削减率(参考公式1,其中 C_p 代表居住区入口颗粒物平均浓度)。

削减率(P)计算公式:

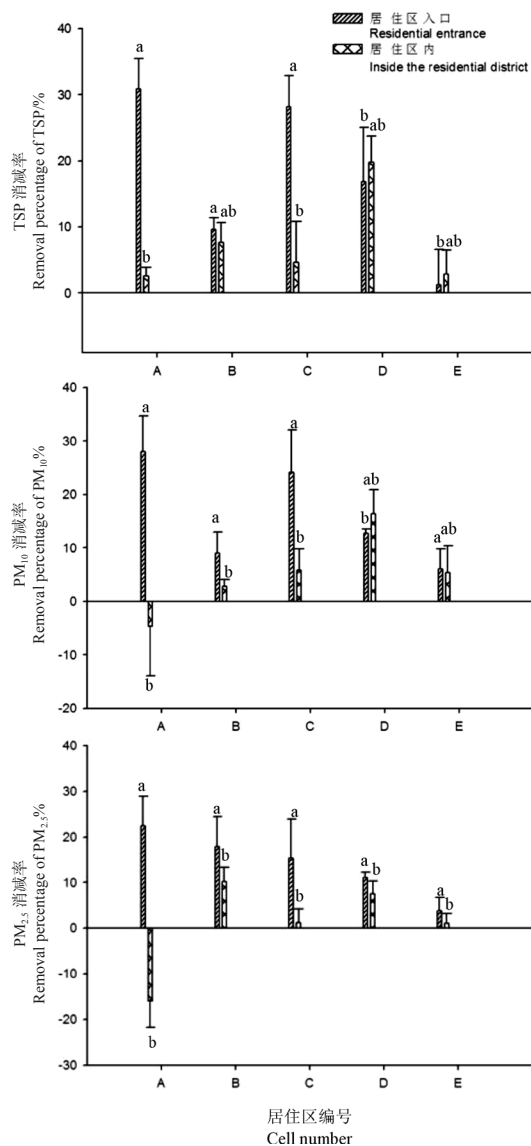
$$P=(C_{CK}-C_p)/C_{CK} \times 100\% \quad \cdots \cdots (1)$$

所有数据应用Microsoft Excel 2003、IBM SPSS 21.0进行统计分析,应用Systat SigmaPlot 10.0做图,采用配对样本 t 检验(Paired-Samples T Test)比较监测点3和监测点3',监测点4和监测点4'的颗粒物浓度差异;显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ 。

3 结果与分析

3.1 绿地植物应用对居住区内外颗粒物浓度差异的影响

由图1可见,5个居住区入口处对细颗粒物 $PM_{2.5}$ 的削减率明显高于居住区内对细颗粒物的削减率,A、B、C小区入口处对TSP和 PM_{10} 的削减率也高于居住区内的削减率,但差异不显著。其中A小区入口处对颗粒物的削减率与居住区内的削减率差异最明显,居住区内 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 浓度高于居住区外路边监测点。



注: 同图中具有相同的小写字母表示在 0.05 水平差异不显著。
Note: The same lowercase letters in the same cell show there is no significant difference at the 0.05 level.

图1 北京市大兴区居住区绿地对颗粒物削减率差异对比
Fig.1 Difference analysis of PM removal percentage of green spaces in different residential quarters

出现居住区入口处对颗粒物的消减率高于居住区内对颗粒物消减率的可能原因为,居住区室外颗粒物来源较复杂,交通污染源占据一定的比例,但室内污染源产生的颗粒物通过渗出和气体交换作用进入到室外环境也会引起居住区室外颗粒物浓度的增加^[2]。由表1可以看出,A小区楼层高、容积率较高,楼间通风较其他4个小区差,颗粒物不易扩散,相对浓度较高;而居住区入口大气流通性好,受室内污染源影响小,颗粒物主要来源为汽车尾气,且距离交通干道侧向30~40 m左右时,各粒径颗粒物浓度显著降低,之后浓度变化趋于平缓^[5],故A小区入口处颗粒物污染水平相对较低。

对5个居住区绿地调研结果显示,行道树中骨干乔木为国槐(*Sophora japonica*)、悬铃木(*Platanus orientalis*),骨干灌木为山杏(*Prunus sibirica*)、月季(*Rosa chinensis*),绿篱骨干树种为大叶黄杨(*Euonymus japonicus*)、紫叶小檗(*Berberis thunbergii* 'Atropurpurea'),具体各居住区植物应用详见表2。

由调研结果可以看出,调查的5个居住区绿地植物应用存在明显差异。A小区植物种类最为丰富,乔木10种、灌木12种,乔木数量较少,乔灌木株数比接近1:1,乔木树高为5~12 m,枝下高为0.75~3.00 m,草坪地被覆盖面积大,小区整体绿化呈现“大草坪为主,草多树少”的特点;B小区植物种类较为丰富,乔木9种、灌木9种,乔灌木株数比接近2:1,地被覆盖面积大,乔木树高为4~12 m,枝下高为0.6~4.0 m;C小区乔木种类较少,仅6种,但数量多,乔灌木株数比接近4:1,绿篱覆盖面积较大,乔木树高为4.5~16.0 m,枝下高为0.6~6.4 m,小区整体绿化呈现“高大乔木为主,树多草少”的特点;D小区乔灌木株数比接近3:1,绿篱覆盖面积大,乔木树高为7~12 m,枝下高为0.7~4.0 m;E小区植物种类和数量均最少,仅有3种乔木作为行道树以及少量的花灌木配置,乔木树高为3~11 m,枝下高为1.6~2.0 m。

由图1可知,D小区居住区内TSP和 PM_{10} 的削减率最高,B小区次之,A、E小区较低。从居住区绿地植物配置情况分析影响颗粒物削减率的主要原因为:乔木具有茂硕的林冠层,较灌木和草本植物更能有效地捕获大气中的悬浮颗粒物,乔灌木绿地具有一定规模后才能够有效地降低空

表 2 大兴区黄村镇 5 个居住区植物应用

Tab. 2 Application of plants in five residential quarters in Huangcun town of Daxing district

小区编号 Cell number	植物种类 Plants species	植物名称 Botanical names	株数 Number	面积 Area/m ²
A	乔木 Trees	国槐、银杏 (<i>Ginkgo biloba</i>)、枣 (<i>Ziziphus jujube</i>)、柳树 (<i>Salix matsudana</i>)、青杆 (<i>Picea wilsonii</i>)、香椿 (<i>Toona sinensis</i>)、元宝枫 (<i>Acer truncatum</i>)、油松 (<i>Pinus tabulaeformis</i>)、蒙古栎 (<i>Xylosma racemosum</i>)、悬铃木	498	
	灌木 Shrubs	金银木 (<i>Lonicera maackii</i>)、海棠 (<i>Malus micromalu</i>)、木槿 (<i>Hibiscus syriacus</i>)、丁香 (<i>Syringa oblata</i>)、天目琼花 (<i>Viburnum sargentii</i>)、红瑞木 (<i>Swida alba</i>)、紫荆 (<i>Cercis chinensis</i>)、山杏、山桃 (<i>Prunus davidiana</i>)、锦带 (<i>Weigela florida</i>)、连翘 (<i>Forsythia suspense</i>)、山楂 (<i>Crataegus pinnatifida</i>)	492	
	藤本 Vine	藤本月季 (<i>Rosa hybrida</i>)、紫藤 (<i>Wisteria sinensis</i>)		
	绿篱 Hedge	大叶黄杨、紫叶小檗、金叶女贞 (<i>Ligustrum vicaryi</i>)	696	
	宿根花卉 Perennial flowers	八宝景天 (<i>Hylotelephium erythrostictum</i>)、非洲凤仙 (<i>Impatiens walleriana</i>)、羽衣甘蓝 (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>)、鸢尾 (<i>Iris tectorum</i>)、马蔺 (<i>Iris lactea</i> var. <i>chinensis</i>)、石竹 (<i>Dianthus chinensis</i>)、玉簪 (<i>Hosta plantaginea</i>)		180
	地被 Groundcover	早熟禾 (<i>Poa annua</i>)、麦冬 (<i>Ophiopogon japonicas</i>)、砂地柏 (<i>Sabina vulgaris</i>)		22500
B	乔木 Trees	悬铃木、国槐、刺槐 (<i>Robinia pseudoacacia</i>)、栾树 (<i>Koelreuteria paniculata</i>)、元宝枫、白蜡 (<i>Fraxinus pennsylvanica</i>)、毛白杨 (<i>Populus tomentosa</i>)、油松、圆柏 (<i>Sabina chinensis</i>)	912	
	灌木 Shrubs	棣棠 (<i>Kerria japonica</i>)、西府海棠 (<i>Malus spectabilis</i> 'Riversii')、紫薇 (<i>Lagerstroemia indica</i>)、月季、丁香、木槿、榆叶梅 (<i>Amygdalus triloba</i>)、金银木、天目琼花	528	
	绿篱 Hedge	大叶黄杨、紫叶小檗、金叶女贞		756
	地被 Groundcover	砂地柏		10562
C	乔木 Trees	悬铃木、国槐、龙爪槐 (<i>Sophora japonica</i> 'Pendula')、柳树、银杏、雪松 (<i>Cedrus deodara</i>)	1106	
	灌木 Shrubs	紫叶李 (<i>Prunus cerasifera</i>)、西府海棠、山桃、山杏、月季、迎春 (<i>Jasminum nudiflorum</i>)、连翘、丁香、花椒 (<i>Zanthoxylum bungeanum</i>)、榆叶梅	294	
	藤本 Vine	葡萄 (<i>Vitis vinifera</i>)		
	绿篱 Hedge	大叶黄杨、紫叶小檗、金叶女贞		2912
D	乔木 Trees	柳树、国槐、龙柏 (<i>Sabina chinensis</i> 'Kaizuca')、悬铃木、白皮松 (<i>Pinus bungeana</i>)、雪松、银杏、玉兰 (<i>Magnolia denudate</i>)	792	
	灌木 Shrubs	山桃、山杏、月季、锦带 (<i>Weigela florida</i>)、紫叶李、华北珍珠梅 (<i>Sorbaria kirilowii</i>)	234	
	绿篱 Hedge	大叶黄杨、紫叶小檗		10800
	宿根花卉 Perennial flowers	鸢尾		162
E	乔木 Trees	香椿、龙爪槐、国槐	105	
	灌木 Shrubs	山杏、金银木、月季	16	

气中颗粒物浓度^[6-7]。A小区乔木数量相对较少,且乔灌木多为丛植的散生木,分布较分散,对颗粒物的阻滞作用较弱;E小区绿地整体绿量低,且乔木数量较多的树种为植株低、冠幅小的龙爪槐,绿地植被对颗粒物的净化作用低;C小区乔木数量多、植株高、冠幅大,且多采用行列式均匀布局(图2),绿地植被对大气颗粒物的吸滞作用强,但是由于植株密度大,形成了较多的郁闭空间,阻碍了居住区内部空气与外界交流,对颗粒物的削减产生了一定的负效应;B、D小区乔木数量适中,具有一定数量吸滞颗粒物能力较强的针叶树种,且绿地通风良好、有利于居住区颗粒物的扩散,因而居住区内颗粒物削减率较高。

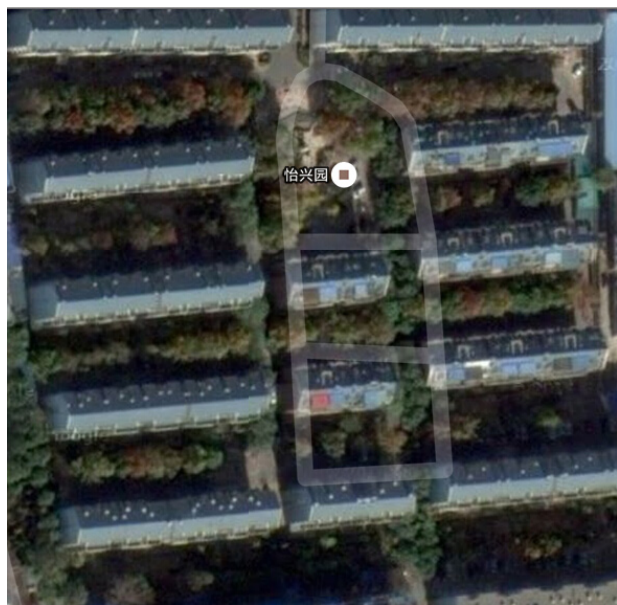


图2 拍摄于2016年的北京市怡兴园居住区(C小区)卫星地图

Fig.2 Satellite image map of Yi Xingyuan in Beijing taken in 2016

3.2 道路绿地的植物配置对颗粒物浓度的影响

居住区的道路绿地,在主要交通空间两侧,是居住区绿地发挥生态效益的重要组成部分,对形成整个居住区的绿化网络和景观效果具有重要的作用。B小区、C小区和D小区的行道树大多选择分枝较高的阔叶乔木(悬铃木、国槐)进行列植,但林地层次和郁闭度不同。B小区在行道树前种植绿篱、行道树后种植低矮花灌木(图3),增加绿化层次、提高三维绿量,既形成了特定的景观序列,也增强了绿地对地面扬尘的吸滞作用;C小区行道树或贴楼墙种植或在楼间种

植,行道树前种植绿篱,形成双层植物群落结构(图4);D小区主路行道树包括龙柏、绿篱双层配置以及国槐、悬铃木或毛白杨单层列植两种形式(图5)。龙柏作为行道树虽遮阴效果低于阔叶乔木,但在削减大气颗粒物方面存在一定优势,可于居住区作为一侧行道树适量应用。



图3 北京市大兴区B小区悬铃木行道树
Fig.3 Roadside-trees of *Platanus acerifolia* in B

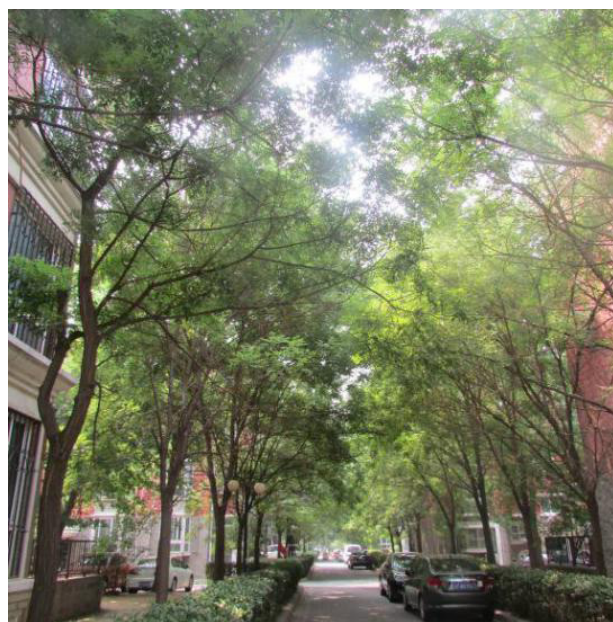


图4 北京市大兴区C小区国槐行道树
Fig.4 Roadside-trees of *Sophora japonica* in C

由表3可见,B、D小区行道树下监测点3各

表 3 北京市大兴区居住区行道树下监测点 3 与裸露道路监测点 3' 颗粒物平均浓度对比
Tab. 3 Average concentration comparison of PM between site 3 and site 3' in three residential quarters $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

指标	B		C		D	
	监测点 Site 3	监测点 Site 3'	监测点 Site 3	监测点 Site 3'	监测点 Site 3	监测点 Site 3'
TSP	138.90 ± 21.41 b	171.21 ± 19.89 a	181.30 ± 15.10 a	169.20 ± 16.21 a	122.50 ± 9.70 a	144.80 ± 10.10 a
PM ₁₀	70.51 ± 15.21 a	75.33 ± 14.66 a	69.11 ± 7.11 a	62.74 ± 6.02 b	61.30 ± 2.97 a	64.15 ± 2.65 a
PM _{2.5}	9.52 ± 5.86 a	10.13 ± 5.66 a	13.25 ± 4.20 a	11.12 ± 3.98 b	16.61 ± 1.80 a	17.32 ± 1.77 a

注：表中同一行、同一小区具有相同的小写字母表示在 0.05 水平差异不显著，表中为平均值 ± 标准差。
Note: The same lowercase letters in the same line and the same cell show there is no significant difference at the 0.05 level, data are expressed as mean ± standard deviation.

粒径颗粒物平均浓度均低于裸露道路监测点 3'，其中 B 小区 TSP 浓度差异显著；C 小区行道树下监测点 3 各粒径颗粒物平均浓度均高于裸露道路监测点 3'，其中 PM₁₀、PM_{2.5} 浓度差异显著。以上结果表明行道树能够降低居住区道路的颗粒物浓度，对粗颗粒物 TSP 的削减效果更为显著，但是因行道树树种、种植密度和种植位置的不同，行道树对大气颗粒物的调控作用存在差异。

叶表面着生绒毛的悬铃木和国槐均具有较强的滞尘能力，且悬铃木的滞尘能力强于国槐，大叶黄杨的滞尘能力中等，以上 3 种植物单位叶面积滞尘量分别为 38.6、27.2 和 2~8 g · m⁻² [8]，因而 B 小区以悬铃木配置大叶黄杨作为行道树对大气颗粒物的净化能力强，对 TSP、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的消减率高达 18.87%、6.40% 和 6.02%。C 小区和 D 小区的行道树均为国槐，但对道路大气颗粒物的

消减作用却明显不同，与国槐的栽植密度以及种植位置相关。C 小区行道树在东西两栋楼间道路两侧，贴楼墙种植，楼间距离窄，两侧行道树形成了较郁闭空间，郁闭度高达 82%，影响林下空气流通，不利于污染物扩散，因而颗粒物浓度在监测点 3 高于监测点 3'；D 小区监测点道路宽约 6 m，行道树与两侧居民楼距离约 8 m，国槐种植密度适中，郁闭度为 70%，林下空气流通好，因而监测点 3 颗粒物浓度低于监测点 3'。

3.3 广场绿地的植物配置对颗粒物浓度的影响

根据绿地的封闭程度将调查的广场绿地分为开放式和半封闭式两种类型。开放式广场绿地中，稀疏的高大乔木均匀种植，低矮的常绿绿篱围合空间，绿地视野开阔（图 6）。半封闭式广场绿地中，利用乔灌木、绿篱混合配置出高、中、低 3 个层次。广场中间稀疏种植高大落叶阔叶乔木，



注：图 a 为龙柏，b 为国槐。Note: a-*Sabina chinensis* 'Kaizuca', b-*Sophora japonica*.

图 5 北京市大兴区 D 小区行道树
Fig. 5 Roadside-trees in D

形成林荫；在道路污染较严重的侧面，密植常绿针叶乔木和花灌木，营造出相对独立的活动空间；在污染较小的侧面（1~2 侧）仅种植低矮绿篱围合空间，并留出进出通道（图 7）。



图 6 北京大兴区 B 小区开放式广场绿地
Fig. 6 Open green land of the square in B neighborhood

由表 4 可见，开放式广场绿地内外监测点颗粒物浓度差异不显著，半封闭式广场绿地内监测点 4 的 TSP 浓度显著低于绿地外监测点 4' 的浓度，其中 C 小区半封闭式广场绿地内的 PM_{2.5} 浓度也显著低于绿地外。以上情况说明半封闭式广场绿地疏密有致的植物配置方式，既能够有效地阻滞外界空气污染物进入，又不妨碍内外空气的流通，同时多层次的群落结构提高了三维绿量，为不同粒径的颗粒物提供了不同林层高度的接触面，更加有利于植被吸纳颗粒物。

对比 A 小区楼间广场绿地监测点 4 和入口中心绿地监测点 4' 的颗粒物监测日平均浓度发现，监测点 4 各粒径颗粒物浓度均低于监测点 4'，但差异不显著。从图 8 可以看出，A 小区楼间广场绿地为半封闭式，广场两个侧面种植少量乔木、密植花灌木和绿篱，能够阻挡部分颗粒物进入；广场中间无乔木种植，遮阴效果较差，绿地对颗



图 7 北京市大兴区 C 小区（a）、D 小区（b）半封闭式广场绿地
Fig. 7 Semi-closed square green lands in C neighborhood (a) and D neighborhood (b)

表 4 北京市大兴区居住区广场绿地内外监测点 4 与监测点 4' 大气颗粒物平均浓度对比
Tab.4 Average concentration comparison of PM between site 4 and site 4'

指标 Index	开放式 Open（B）		半封闭式 Semi-closed（C）		半封闭式 Semi-closed（D）	
	监测点 Site 4	监测点 Site 4'	监测点 Site 4	监测点 Site 4'	监测点 Site 4	监测点 Site 4'
TSP	187.00 ± 9.29 a	198.21 ± 7.10 a	153.34 ± 9.17 a	187.73 ± 8.94 a	122.20 ± 13.20 b	169.20 ± 12.83 a
PM ₁₀	87.12 ± 4.90 a	90.92 ± 5.22 a	61.61 ± 5.27 a	67.84 ± 4.49 a	62.28 ± 8.11 a	68.65 ± 8.43 a
PM _{2.5}	12.07 ± 2.26 a	11.91 ± 2.43 a	9.52 ± 4.15 b	11.25 ± 3.56 a	14.31 ± 3.21 a	15.50 ± 3.54 a

注：表中同一行、同一小区具有相同的小写字母表示在 0.05 水平差异不显著，表中数据为平均值 ± 标准差。
Note: The same lowercase letters in the same line and the same cell show there is no significant difference at the 0.05 level, data are expressed as mean ± standard deviation.



图 8 北京市大兴区 A 小区楼间广场绿地 (a) 和入口广场绿地 (b)

Fig. 8 Square green land between the floor (a) and entrance square green land (b) in A neighborhood

粒物的吸附作用较弱。入口中心绿地紧邻地下车库,仅有稀疏的花灌木作为隔离,对汽车尾气产生的污染物阻挡效果差;大面积的草坪上丛植少量的小乔木及花灌木,导致绿地整体绿量低,对颗粒物的吸滞作用很弱。在规划初期应考虑将居住区主要活动空间与地下车库相对隔离,或者利用排风天井、庭院、隔板等引导污染物高出人的活动空间排放^[3]。

4 讨论

本文重点从调控大气颗粒物浓度的角度出发,结合考虑景观效果和遮阴、减噪等其他生态效益,依据建筑特点及功能分区,对居住区绿地植物配置提出初步建议。

选择滞尘能力高、耐瘠薄、耐干旱、寿命长、病虫害少的树种作为居住区绿化的主调树种,高层楼楼间绿地应主要选择耐荫、抗寒、管理粗放、深根性抗风植物来增加绿量^[9]。冠幅较小且树形优美的龙柏可与阔叶乔木搭配作为行道树列植于道路一侧;侧柏 (*Platycladus orientalis*)、圆柏、油松、白皮松、青杆等常绿树种可以丛植、或自然栽植于群落中,形成种植带;雪松可进行孤植,作为焦点景物起到园林表达的效果。以多层次复层植物群落为种植原则,适当留出活动空间,保障活动区绿地空气流通良好,增加居住区绿量、丰富植物季相变化。

应将楼体四周统一成整块绿地加以设计配置,绿地具有一定规模后能更有效地发挥生态功能。居住区中心区域以高层、低密度的点式住宅散布,可有效提高绿地的整体性和连贯性。

居住区内主道两侧以定距种植滞尘能力强、分枝较高的乔木乡土树种为佳,此种种植方式能够有效地降低大气颗粒物浓度并减少噪声,有利于营造卫生而安静的沿街住宅环境。高大乔木林下的空间比较宽敞的位置可种植大叶黄杨、紫叶小檗等低矮绿篱,增强道路绿地对地面扬尘的净化作用。

道路可以被两侧建筑围合形成街道峡谷,当建筑高度与道路宽度比值为 0.5 时,行道树可使道路近地面颗粒物浓度增加 2%~4%;当建筑高度与道路宽度比值为 1 时,颗粒物浓度可增加 20%^[10]。C 小区楼高与路宽比值接近 1.5,行道树下 TSP、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 浓度分别增加了 6.67%、9.26% 和 15.9%,适当地降低道路峡谷植被种植密度和郁闭度能够减少颗粒物的积聚。C 小区监测点的行道树可以仅在道路东侧列植一排,既满足了遮阴要求,又提高了林内的通透性,同时不影响西侧居民楼通风和采光、且有利于东侧居民楼夏季降温^[11]。因而,道路峡谷的绿化首先应考虑通风问题,在保障行道树遮阴效果和景观效果的前提下,降低植被种植密度和郁闭度。

楼旁绿地植物配置时应考虑建筑物的朝向

及室内的通风、采光等环境因素。近窗不宜种植高大乔木,多以小乔木、花灌木及宿根花卉布置^[12];山墙及围墙可选用美国凌霄(*Campsis radicans*)、五叶地锦(*Parthenocissus quinquefolia*)等藤本植物进行垂直绿化,增加绿量的同时起到夏季降温的效果。楼前高大乔木与楼之间应保持适当的距离范围(>8 m),以减轻对低楼层采光及通风的影响,并可有效避免“树大招雷”的后果^[13]。已调查的5个居住区中B小区和C小区楼前绿地种植高大乔木,分别为国槐和悬铃木,乔木与楼间最小距离分别为9和7 m。由于悬铃木树冠大,枝条开展,且乔木与楼间距较小,C小区的楼前乔木已对居户的生活造成了明显的不良影响,应加强病虫害防护和枝条修剪。

应将居住区广场绿地、中心广场绿地等开放活动空间布置在颗粒物污染较轻或颗粒物不易滞留的区域,并根据污染扩散的途径及方式合理配置绿地植物。半封闭式广场绿地在污染物来源方向以乔灌木结合可阻挡污染物侵入、在污染较轻的方向留出通风口,与开放式广场绿地和中心绿地相比,合理配置的半封闭式广场绿地能够更加有效地改善活动空间的空气质量。

参考文献

- [1] 金雅琴,李冬林.城市居住区绿化的植物配置[J].金陵职业大学学报,2003,18(4): 88-90.
- [2] 赵金镗,李丽,钱春燕,等.上海市居民区大气细颗粒物污染水平及时空分布特征研究[J].卫生研究,2012,41(1): 35-39.
- [3] 吴正旺,马欣,王乾坤,等.建筑与绿地结合的居住区灰霾污染改善策略[J].建筑实践,2013(8): 35-38.
- [4] 张杰峰,白志鹏,丁潇,等.空气颗粒物室内外关系研究进展[J].环境与健康杂志,2010,27(8): 737-741.
- [5] 王梦菲,刘艳峰.不同绿化形式对临街居住区PM₁₀扩散的影响[J].安徽农业科学,2014,42(21): 7122-7123,7125.
- [6] 邵天一,周志翔,王鹏程,等.宜昌城区绿地景观格局与大气污染的关系[J].应用生态学报,2004,15(4): 691-696.
- [7] 杨清,魏丹,钱万惠,等.乡土植物在珠三角省立绿道的应用[J].林业与环境科学,2018,34(1): 94-104.
- [8] 王会霞,石辉,李秧秧.城市绿化植物叶片表面特征对滞尘能力的影响[J].应用生态学报,2010,21(12): 3077-3082.
- [9] 陈自新,苏雪痕,刘少宗,等.北京城市园林绿化生态效益的研究[J].中国园林,1998,14(59): 57-60.
- [10] RIES K, EICHHORN J. Simulation of effects of vegetation on the dispersion of pollutants in street canyons [J]. Meteorol Z, 2001, 10: 229-233.
- [11] 马义.居住区植物配置技术[J].辽宁林业科技,2014(3): 87-88.
- [12] 陈洁群,曹卉.基于生态优先的住宅区植物配置模式探索——以杭州地区住宅绿地为例[J].装饰,2014(1): 133-134.
- [13] 王铭珍.社区绿化不应忽略的一个问题[J].建筑知识,2003(3): 1.