

园林植物滞尘效应的研究

刘霞, 李海梅

(莱阳农学院 环境艺术学院 山东 青岛 266109)

摘要: 园林植物可以有效地吸滞灰尘, 净化空气。我国对园林植物滞尘效应的研究已经取得了相当多的成果。现从不同植物个体、同种植物不同位点以及不同绿地类型 3 个角度对我国园林植物的滞尘能力研究作了详细的综述, 并对园林植物叶片滞尘机理作了介绍, 更深层的认识到园林植物滞尘能力的评价、量化控制以及绿量的研究是滞尘效应研究的方向。

关键词: 园林植物; 滞尘能力; 评价; 绿量; 量化控制

中图分类号: Q 948.116 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)08-0073-04

随着现代工业的不断发展, 空气污染越来越严重。粉尘是城市空气中的主要污染物, 粉尘中除含有重金属外, 还含有致癌物质和细菌病毒等, 对人体健康造成极大的威胁。植物对排放到大气中的污染物有一定的吸收和净化作用, 是防治空气污染的一种有效补充工具^[1]。因此对植物滞尘效应的研究是其生态效益研究的重要内容, 也是当前生态研究的热点问题之一。

1 园林植物的滞尘效应

植物叶片表面的特性和本身的湿润性决定了植物具有较强的滞尘能力。在重力和风的作用下, 粉尘可沉降在植物表面, 通过其枝叶对粉尘的截留和吸附作用, 从而实现滞尘效应^[2]。当含尘气流经过树冠时, 一部分颗粒较大的灰尘被树叶阻挡而降落, 另一部分滞留在枝叶表面^[3]。园林植被枝叶对粉尘的截留和吸附是暂时的, 随着下一次降雨的到来, 粉尘被雨水冲洗掉, 在这个间隔时期内, 有的粉尘可由于风力或其它外力的作用而重新返回空气中, 不同植物的滞尘能力和滞尘积累也有差异。因此, 园林植被滞尘作用具一定的“可塑性”^[4]。

园林植被的滞尘作用, 因季节不同而有变化, 如冬季叶量少, 甚至落叶, 滞尘能力较弱, 而夏季滞尘作用最强。植物吸滞粉尘的能力与叶量多少成正相关。据测定, 即使在树木落叶期间, 它的枝叶、树皮也有滞尘作用, 也能减少空气含尘量的 18%~20%。有些植物单位叶面积滞尘量虽不高, 但它的树冠高大、枝叶茂密, 总叶

面积大, 所以植株个体滞尘能力就十分显著。植物吸滞粉尘的能力还受气象因子的影响, 因粉尘随风而动, 下风方向粉尘量大, 上风方向粉尘量低, 早晨有露水, 叶片粘尘量大, 中午温度高、干燥, 叶片粘尘量低^[5]。

2 我国园林植物滞尘效益研究现状

自 20 世纪 90 年代以来, 我国开始进行树木滞尘方面的研究, 树木的滞尘能力, 受到林带的宽度、树木组成、种植密度、树冠形状、枝叶密度、幼树和下木的状况及生长季节等因素的限制和影响。研究内容主要集中在以下几个方面。

2.1 不同植物个体滞尘能力的研究

大量研究资料表明, 无论是灌木还是乔木, 个体之间滞尘能力存在较大的差异。张新献等^[6]在北京城市居住区绿地的滞尘效益研究中表明: 丁香滞尘能力(5.757 g/m²)是紫叶小檗(0.938 g/m²)6 倍多; 落叶乔木毛白杨(3.822 g/m²)为垂柳(1.048 g/m²)的 3 倍多。陈玮等^[7]的研究结果显示: 槐树、杨树等阔叶树的过滤效果大于松、杉等针叶树; 针叶树种滞尘能力为: 沙松冷杉>地云杉>红皮云杉>东北红豆杉>白皮松>华山松>油松。康博文等^[8]对陕西 20 种主要绿化树种进行了滞尘效应的研究: 在灌木树种中石楠、大叶黄杨和海桐滞尘能力强, 连翘和贴梗海棠滞尘能力弱。各树种滞尘能力大小与树冠总叶面积有密切关系, 因此, 一般情况下阔叶乔木大于针叶树, 乔木大于灌木^[9]。

引起植物个体间滞尘能力差异的原因有 3 个方面^[10]: 不同个体叶表面特性的差异, 叶面多皱、表面粗糙, 叶面多绒毛或多油脂, 这些特征都有利于阻挡、吸附和粘滞大气颗粒物, 因此叶面粗糙、有绒毛或有分泌物的植物就有较强吸附粉尘的能力, 而叶片光滑无绒毛(如小叶黄杨、紫叶小檗)滞尘能力相对较弱。与树冠结构、枝叶密度、叶面倾角也有一定关系, 如桧柏紧凑的树冠结构和短小密集的针叶便有利于滞留粉尘, 而阔叶树

第一作者简介: 刘霞(1976-), 女, 山东聊城人, 莱阳农学院园林植物与观赏园艺专业硕士研究生, 主要从事园林植物在城市生态方面的应用研究。E-mail: liuxia0516@163.com。

通讯作者: 李海梅(1975-), 女, 博士, 副教授, 莱阳农学院环境艺术学院教师。E-mail: lihai mei75@163.com。

基金项目: 莱阳农学院博士基金资助项目(630414)。

收稿日期: 2007-03-20

枝叶稀疏,有利于发挥每个叶片的滞尘作用,如毛白杨、银杏等;相反,臭椿、国槐枝叶较密,但没有类似桧柏的树体结构,从而影响冠内叶片的滞尘,使整株个体滞尘能力下降。气象因素的影响,主要是降水和大风天气的影响。

2.2 同种植物不同地点滞尘能力的研究

同种树木在不同地点其滞尘能力有较大差异。以女贞为例,吴中能等^[9]对合肥主要绿化树种进行滞尘效应研究:在施工地,单位叶面积的滞尘量 3.920 g/m^2 ,长江西路为 2.548 g/m^2 ,科技园为 0.750 g/m^2 ;程政红等^[11]也得出了类似的结果:在施工段,女贞单位叶面积的滞尘量为 3.6402 g/m^2 ,火车站为 2.5803 g/m^2 ,南湖广场为 1.3053 g/m^2 。同一树种在距离街道不同位置的滞尘量不同。在沈阳,以桧柏为例,在不同位置的滞尘能力排序为:机动车道与自行车道分车带>自行车与人行道分隔带>公园内同株树面对街道面>公园内同株树背离街道面^[7]。

2.3 不同绿地类型滞尘能力研究

园林绿地在城市生态系统的平衡调控中起着重要作用,特别是在吸滞大气污染物,提高空气环境质量上具有显著效果^[5,12],园林绿地的生态功能与绿地景观类型及其空间布局有密切的关系,国内外通过对城市绿地环境效应的分析发现,当绿化覆盖率小于40%时,绿地的内部结构和空间布局状况更显示出其重要性^[13,14]。

在城市绿地系统中,乔木树种构成的绿地其滞尘量要高于草本植物十倍至几十倍,乔木树种是滞尘的主体,约占总滞尘量的87.0%,灌木为11.3%,草坪植被滞尘量最小,仅占总滞尘量的1.7%^[15]。在绿地的不同结构和空间布局中,乔灌草型的减尘作用最显著,减尘率为40%;灌草型次之,减尘率为21%;草坪相对较差,减尘率仅为8%;非绿地空气含尘量是乔灌草的1.7倍^[4]。周志祥等^[16]在武钢厂区绿地景观类型空间结构及滞尘效应研究表明:多行复层绿带的滞尘效果最好,滞尘率达46.2%~60.8%;其次为防护林地,滞尘率为38.9%~46.1%;专类园和观赏草坪是厂区职工休息、游憩之地,主要作用在于丰富绿地景观类型、提高景观观赏效果,因而植物由低矮的花灌木和草坪草组成,绿地结构较简单、绿量也相对较小,在滞尘效果上远不如防护林斑块和多行复层绿带,其滞尘率分别为4.0%~6.0%和10.9%~17.6%。

不同的绿地类型之间大气污染程度不同,大气污染物含量具有明显的差异性,这与不同绿地类型的植物组成、立体结构及其绿量有密切关系,具有乔、灌、草垂直结构、绿体含量高的绿地类型表现出较好的滞尘效应和吸收大气有害气体的效应,如乔灌草林、乔木混交林、灌木林等;而结构单一或绿量低的绿地类型净化大气的功能则明显下降^[17]。孙淑萍等^[18]在总结北京城区不同绿

地类型与PM₁₀质量浓度之间的联系时也得出类似的结果:复合结构(乔灌型、灌草型、乔灌草型、乔草型)减少PM₁₀的作用大于单一类型的绿地。

不同类型绿地的减尘率产生较大差异的原因可概括为以下几个方面^[3]:第一,树木的枝叶截留并吸附空气中部分尘埃,而乔灌草型的单位绿地面积上的绿量(绿色植物叶面积总和)较高,可以滞留较多的粉尘,所以乔灌草型绿地具有较大的减尘率。在一定程度上,绿地的减尘效益是与单位绿地面积上的绿量成正相关。第二,乔灌草绿地的复层结构为再次截留粉尘提供了条件。当尘埃碰到树木枝叶时,有3种可能:保留在枝叶表面、弹离开或保留一段时间后返回空气中或被雨水冲洗掉^[3]。弹离后重新回到空气中的粉尘,就有可能在重力或风的作用下,被不同层次的枝叶再次截获,因此提高了绿地的减尘作用。第三,高大的乔木降低了绿地及周围的风速^[8],这也为有效地截留并吸附粉尘提供了条件。

2.4 园林植物叶片滞尘机理研究

根据测定树木的滞尘能力,可以看出不同植物滞尘能力差异很大,滞尘能力主要与植物的叶表面形状、结构和植物树冠结构、绿量的大小有关。对植物叶片进行电镜扫描,是分析影响植物叶片滞尘机理的重要手段。柴一新等^[9]曾选择哈尔滨的不同滞尘能力的7个树种进行电镜扫描,初步探讨影响滞尘的生物特点。树木减尘是借助3种方式同时进行的^[6,21]:一是滞留或停着,降尘随即落在叶表面,这种滞留或停着很容易再次被风刮起,产生第二次扬尘。二是附着,因叶表面的构造如钩状结构,能够吸附一定量降尘,这种方式滞尘比较稳定,不易被风刮起。三是粘附,靠植物叶表面特殊的分泌物粘降尘。

陈玮等^[7]对东北地区城市针叶树进行电镜扫描,结果表明:云冷杉和东北红豆杉科的针叶树种由于其叶表面不光滑,且云杉叶表面还有凹凸不平的瘤状突起,同时叶片相对开展,具有较好的堆积灰尘的性态,因此滞尘能力较强;松科类的针叶树其叶片表面较光滑,叶片近呈圆柱状,难以使灰尘停留。王蕾等^[22]利用电镜观察了北京市11种园林植物叶表面微形态,测定统计了滞留颗粒物的粒径分布:植物主要通过叶片上表面滞留大气颗粒物,上表面滞留的大气颗粒物数量为下表面的5倍;叶片上表面滞留大气颗粒物能力由高到低的微形态结构依次是沟槽>叶脉+小室>小室>条状突起,并且结构越密集、深浅差别越大,越有利于滞留大气颗粒物。

现在的研究表明,并非所有的滞尘都能通过降水被洗出叶表。王蕾等^[23]对北京市部分针叶树种叶面颗粒物附着密度进行了观测:侧柏和圆柏叶表面密集的脊状突起间的沟槽可深藏许多颗粒物,且颗粒物固着牢固,不易被中等强度15 mm的降水冲掉。王赞红等^[24]对大

叶黄杨叶片上表皮的滞尘颗粒物进行电镜扫描, 图像显示, 叶片滞尘颗粒物形态特征受清洗作用影响较大, 简单清洗并不能去除大多数叶片滞尘颗粒物, PM₁₀ 颗粒物可以滞留在大叶黄杨叶片上; 深度清洗仍不能彻底清除叶片表面颗粒物, 更细小的粒子被固定在叶片表皮。冲洗作用会导致颗粒物形态变化, 这种形貌差异是否由流水的机械磨蚀和颗粒物中可溶性成分溶解作用造成尚有待于进一步确定。

3 滞尘效应研究趋势

3.1 园林植物滞尘能力的评价

不同树木由于其树冠结构、枝叶密度、叶面倾角等不同, 因此具有不同的滞尘能力, 而对园林植物滞尘能力的评价则需计算出树木的年滞尘能力, 这可为绿地定额的制定提供单项指标依据。

对园林植物的年滞尘效益的计算现在一般有两种方法^[25]: 第一种是在树木单株滞尘量研究的基础上, 根据研究区域树木的总数计算出该区域总滞尘量。用单株滞尘量乘以该种树的总株数为该树种一次滞尘总量, 把所研究树种的滞尘量累加, 按每次 15 mm 的降雨量就可以冲掉植物叶片的降尘^[6], 根据气象部门的统计数据, 查出每年降雨量超过 15 mm 的降雨次数, 也就是在一次滞尘总量的基础上再乘以降雨次数, 其结果为研究区域所研究树种全年的滞尘量。再根据所研究树种在研究区域总树种中所占的比例, 推算出该区域园林树木全年的滞尘总量。最后根据该地区环保局资料, 查出每清除 1 t 粉尘所需的费用(包括运送、修枝、折旧), 则绿化效益为全年滞尘总量乘以每吨除尘费。第二种是按计算研究区域绿地面积的方法评价其滞尘效益。首先计算出研究区域绿地面积, 再根据周述明^[26] 硕士论文(成都市城市街道绿化景观评价及其环境效益研究)中的数据 1 hm² 绿地年平均滞尘量为 10.9 t, 则研究区域园林植物年滞尘总量为绿地面积乘以年平均滞尘量。同样根据各地区环保局资料, 绿化效益为全年滞尘总量乘以每吨除尘费。

两种滞尘效益计算方法的比较表明: 第一种是根据单位面积滞尘量的测定和单株树木的绿量的计算, 以及树木的实际株数来推算城市植物的总滞尘效益, 比较精确; 而第二种方法是根据绿地内灰尘的含量和空间的体积来推算城市植物的总滞尘效益的, 这种方法由于对污染源的不同考虑的不足, 以及不同地区大气污染程度的不同, 因此所推算的数据用到不同的城市缺乏理论依据和科学性。

3.2 绿量的研究

所谓植物绿化的绿量, 是指绿地内各种绿化平均密度的枝、叶、花等的总体积, 单位为 m³, 一个单位绿量为某树种 1 m³ 的绿化体积。

1988 年, 上海提出了绿量的概念, 采用以平面量模拟立体量的方法。他们还就城市绿量与环境因素的关系进行了研究, 提出了地域相对绿量与大气污染物之间存在着一个绿化效益最佳阈值区。北京市通过大量的实地测定, 根据不同植物个体的叶面积与胸径、冠高和冠幅的相关关系, 建立了计算不同植株个体绿量的回归模型, 可以计算出一块绿地或一个地区的绿量总和。

目前的研究状况表明, 植物的滞尘量与叶面积绿量呈正相关, 绿量越大, 则滞尘量相应也越大^[27]。我们可以测定某一特定条件下某种植物的滞尘量, 或测定环境中植物群落的滞尘效果, 但缺乏直接应用于实践的较为全面及合理的植物量化设计数据, 以致大多数园林规划设计人员只能考虑视觉传达方面的因素, 而无法在量化方面更进一步的考虑。而用“绿量”来作为衡量绿化多少的单位正好弥补了这一缺陷。

因此, 把绿量概念引入绿化设计, 是实现量化设计的基础, 是建立相关量化设计理论体系及方法的重要物理量, 也使得对这一复杂问题的研究有了一定的可行性。同时, 在具体实践中, 还应结合其他指标进行。

3.3 植物滞尘能力的量化控制及影响的研究

园林植物可以有效降低空气中的粉尘含量, 这一点是毋庸置疑的, 我们需要解决的是, 如何通过研究获得可供设计参考的量化指标, 用何种方法去获得这些指标并验证其合理性。

影响植物滞尘作用的因素是很多的, 几乎所有因素都是动态变化的, 它们之间又是相互作用、相互关联的, 运用数学或物理方法研究问题, 则必须确定其中主要因素, 确定哪些量可以是常量, 哪些量可以是变量, 进而根据所设计的研究方案建立试验模型, 才有可能对这一问题进行量化研究。刘福智等^[28] 根据绿色植物的生态习性及其滞尘作用, 在分析了空气中可吸入颗粒物的组成、危害及分类的基础上, 深入分析了各相关因素的特点及内在关系, 分析植物滞尘的原理、机制、效应, 对相关环境因素进行分析归类, 确定相关物理量, 对实验中所测数据进行分析比较, 建立数学模型, 进而建立指标体系及设计数据库, 并在实际工程中应用、验证和修订。根据植物的本体特征、滞尘原理、空气中粉尘特点及相关环境因素的特征, 确定了相关物理量, 通过分析影响这一作用的因素及相关问题的可行性研究, 找出其中变化规律, 为研究绿色植物对空气中可吸入颗粒物量化控制方法提供理论基础, 进而为环境绿化规划提供了量化设计依据。

参考文献

- [1] 单运峰. 酸雨、大气污染与植物[M]. 北京: 中国环境科学出版社 1999: 1-185.
- [2] 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(6)

- [J]. 中国园林, 1998, 14(6): 55-56.
- [3] Schmel G A. Particle and gas dry deposition: a review [J]. Atmospheric Environment, 1980, 14: 983-1011.
- [4] Schabel H G. Urban forestry in Germany [J]. Arbor, 1980 6(11): 281-286.
- [5] 叶茂宗. 城市生态与立体绿化 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 51-57.
- [6] 张新献, 古润泽, 陈自新. 北京城市居住区绿地的滞尘效益 [J]. 北京林业大学学报, 1997, 19(4): 12-17.
- [7] 陈玮, 何兴元, 张粤, 等. 东北地区城市针叶树冬季滞尘效应研究 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2113-2116.
- [8] 康博文, 刘建军, 王得祥, 等. 陕西 20 种主要绿化树种滞尘能力的研究 [J]. 陕西林业科技, 2003(4): 54-56.
- [9] 吴中能, 于一苏, 边艳霞. 合肥主要绿化树种滞尘效应研究初报 [J]. 安徽农业科学, 2001, 29(6): 780-783.
- [10] 赵勇, 黄强. 平顶山矿区大气污染与绿化状况相关性分析 [J]. 河南农业大学学报, 2001, 35(4): 343-346.
- [11] 程政红, 吴际友, 刘云过, 等. 岳阳市主要绿化树种滞尘效应研究 [J]. 城市林业, 2004, 2(2): 37-40.
- [12] 顾泳吉, 刘宏钢, 宋永昌. 厂区别化带在改善环境中的地位和作用 [J]. 城市环境与城市生态, 1989 2(3): 1-4.
- [13] 魏斌, 王景旭, 张涛. 城市绿地生态效果评价方法的改进 [J]. 城市环境与城市生态, 1997, 10(4): 54-55.
- [14] 高峻, 杨名静, 陶康华. 上海城市园林植物群落生态结构的研究 [J]. 中国园林, 2000, 16(1): 53-56.
- [15] 赵勇, 李树人, 阎志平, 等. 城市绿地的滞尘效应及评价方法 [J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(6): 582-586.
- [16] 周志翔, 邵天一, 王鹏程, 等. 武钢厂区绿地景观类型空间结构及滞尘效应 [J]. 生态学报, 2002, 22(12): 2036-2040.
- [17] 刘学全, 唐万鹏, 周志翔, 等. 宜昌市城区不同绿地类型环境效应 [J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(5): 53-54 83.
- [18] 孙淑萍, 古润泽, 张晶. 北京城区不同绿化覆盖率和绿地类型与空气中可吸入颗粒物 (PM₁₀) [J]. 中国园林, 2004(3): 77-79.
- [19] Souch C A, Souch C. The effect of trees on summertime below canopy urban climates: a case study Bloomington, Indiana [J]. Arbor, 1993 19(5): 303-312.
- [20] 柴一新, 祝宁, 韩焕金. 城市绿化树种的滞尘效应--以哈尔滨为例 [J]. 应用生态学报, 2002 13(9): 1121-1126.
- [21] 杜克勤, 刘胜兰, 张杰. 绿化树木带滞尘能力的测定与探讨 [J]. 环境污染与防治, 1998 20(3): 47-49.
- [22] 王蕾, 高尚玉, 刘连友, 等. 北京市 11 种园林植物滞留大气颗粒物能力研究 [J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 597-601.
- [23] 王蕾, 哈斯, 刘连友, 等. 北京市春季天气状况对针叶树叶面颗粒物附着密度的影响 [J]. 生态学杂志, 2006, 25(8): 998-1002.
- [24] 王赞红, 李纪标. 城市街道常绿灌木植物叶片滞尘能力及滞尘颗粒物形态 [J]. 生态环境, 2006, 15(2): 327-330.
- [25] 陈玮. 城市森林滞尘能力及其应用模式研究 [D]. 中国科学院沈阳研究所, 2005.
- [26] 周述明. 成都市城市街道绿化景观评价及其环境效益研究 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2003.
- [27] 陈芳, 周志祥, 郭尔祥, 等. 城市工业区园林绿地滞尘效应的研究--以武汉钢铁公司厂区绿地为例 [J]. 生态学杂志, 2006 25(1): 34-38.
- [28] 刘福智, 刘加平, 刘少宗, 等. 植物对空气中可吸入颗粒物的量化控制及影响 [J]. 青岛理工大学学报, 2005, 26(5): 25-29.

Study on the Dust-retention Effect of Gardening Plants in China

LIU Xia, LI Hai-mei

(Department of Landscape Architecture, Laiyang Agricultural College, Shandong Qingdao 266109, China)

Abstract: Gardening plants can absorb dust effectively and purify air. The study on dust-retention effect of gardening plants in China has already obtained quite a lot of achievements. In this paper dust-retention capacity study of gardening plants was detailedly summarized in three different aspects which were different plants, the same plant in different places and different green land types. The dust-retention mechanism of gardening plants was also introduced. Therefore, it could be realized in deep hierarchy that the study on the evaluation of dust-retention capacity, quantization control and quantities of plant leaf area of gardening plants was the direction of dust-retention effect study.

Key words: Gardening plants; Dust-retention capacity; Assess; Quantities of plant leaf area; Quantization control

9月节气:白露、秋分。

进入白露、秋分季节,玉米、大豆、棉花,要做好收获工作,抢时间进行整地,做好下茬小麦的播种准备工作。9月下旬是整地的季节,整地要注意防治蛴螬、金针虫、蝼蛄等地下害虫。另外,9月是大白菜病害的防治时期,要重点搞好白菜病害的防治工作,并要加大大白菜的水肥管理。同时,9月是果园脱袋的时期,要给果实及时脱袋,强化果实着色,提高果实的商品品质,提高市场竞争力和栽培的经济效益。

进入9月,在果树管理方面,苹果、梨树要清除徒长枝和过密枝,撑吊果枝,回缩过长枝。下旬晚熟果树品种要进行除袋,摘叶转果。喷施天达 2116 和止烂上色剂,促进果实着色,改善果品品质,防治果树红痘病、黑豆

病。采收落果严重的果树品种;采收中熟苹果品种和梨。种植绿肥。樱桃于9月中下旬新梢停止生长后拉枝。果树收获后要及时进行秋季施肥。

9月陆续进入秋播的作物有洋葱、小麦、油菜、芥菜等,播前最好用天达 2116 进行种子处理;地瓜、秋马铃薯,也要喷施天达 2116,以促进地下根茎膨大,提质增产。大棚蔬菜的育苗、花园花卉的培育、管理尤为重要。花卉喷施天达花喜欢,可促进花卉尽早开放,延长花期,满足国庆花卉市场需要,赚得高效益。

