

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

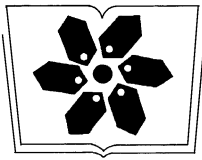
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第21期 Vol.31 No.21 **2011**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 21 期

2011 年 11 月 (半月刊)

目 次

基于景观格局理论和理想风水模式的藏族乡土聚落景观空间解析——以甘肃省迭部县扎尕那村落为例·····	史利莎,严力蛟,黄璐,等 (6305)
武夷山风景名胜区景观生态安全度时空分异规律·····	游巍斌,何东进,巫丽芸,等 (6317)
旅游地道路生态持续性评价——以云南省玉龙县为例·····	蒋依依 (6328)
城市空间形态紧凑度模型构建方法研究·····	赵景柱,宋瑜,石龙宇,等 (6338)
丹顶鹤多尺度生境选择机制——以黄河三角洲自然保护区为例·····	曹铭昌,刘高焕,徐海根 (6344)
西南喀斯特区域水土流失敏感性评价及其空间分异特征·····	凡非得,王克林,熊鹰,等 (6353)
流域尺度海量生态环境数据建库关键技术——以塔里木河流域为例·····	高凡,闫正龙,黄强 (6363)
雌雄异株植物鼠李的生殖分配·····	王娟,张春雨,赵秀海,等 (6371)
长白山北坡不同年龄红松年表及其对气候的响应·····	王晓明,赵秀海,高露双,等 (6378)
不同高寒退化草地阿尔泰针茅种群的小尺度点格局·····	赵成章,任珩,盛亚萍,等 (6388)
残存银杏群落的结构及种群更新特征·····	杨永川,穆建平, TANG Cindy Q, 等 (6396)
濒危植物安徽羽叶报春两种花型的繁育特性及其适应进化·····	邵剑文,张文娟,张小平 (6410)
神农架海拔梯度上 4 种典型森林的乔木叶片功能性状特征·····	罗璐,申国珍,谢宗强,等 (6420)
不同植被恢复模式下煤矸石山复垦土壤性质及煤矸石风化物的变化特征·····	王丽艳,韩有志,张成梁,等 (6429)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林分的影响·····	张喜,崔迎春,朱军,等 (6442)
内蒙古高原锦鸡儿属植物的形态和生理生态适应性·····	马成仓,高玉葆,李清芳,等 (6451)
古尔班通古特沙漠西部梭梭种群退化原因的对比分析·····	司朗明,刘彤,刘斌,等 (6460)
白石砬子国家级自然保护区天然林的自然稀疏·····	周永斌,殷有,殷鸣放,等 (6469)
黑龙江省东完达山地区东北虎猎物种群现状及动态趋势·····	张常智,张明海 (6481)
基于 GIS 的马铃薯甲虫扩散与河流关系研究——以新疆沙湾县为例·····	李超,张智,郭文超,等 (6488)
2010 年广西兴安地区稻纵卷叶螟发生动态及迁飞轨迹分析·····	蒋春先,齐会会,孙明阳,等 (6495)
B 型烟粉虱对寄主转换的适应性·····	周福才,李传明,顾爱祥,等 (6505)
利用 PCR-DGGE 方法分析不同鸡群的盲肠微生物菌群结构变化·····	李永洙, Yongquan Cui (6513)
鸡粪改良铜尾矿对 3 种豆科植物生长及基质微生物量和酶活性的影响·····	张宏,沈章军,阳贵德,等 (6522)
铜绿微囊藻对紫外辐射的生理代谢响应·····	汪燕,李珊珊,李建宏,等 (6532)
10 种常见甲藻细胞体积与细胞碳、氮含量的关系·····	王燕,李瑞香,董双林,等 (6540)
冬季太湖表层底泥产毒蓝藻群落结构和种群丰度·····	李大命,孔繁翔,于洋,等 (6551)
城市机动车道颗粒物扩散对绿化隔离带空间结构的响应·····	蔺银鼎,武小刚,郝兴宇,等 (6561)
新疆城镇化与土地资源产出效益的空间分异及其协调性·····	杨宇,刘毅,董雯,等 (6568)
山东潍坊地下水硝酸盐污染现状及 $\delta^{15}\text{N}$ 溯源·····	徐春英,李玉中,李巧珍,等 (6579)
增温对宁夏引黄灌区春小麦生产的影响·····	肖国举,张强,张峰举,等 (6588)
一种估测小麦冠层氮含量的新高光谱指数·····	梁亮,杨敏华,邓凯东,等 (6594)
黄河上游灌区稻田 N_2O 排放特征·····	张惠,杨正礼,罗良国,等 (6606)
专论与综述	
植物源挥发性有机物对氮沉降响应研究展望·····	黄娟,莫江明,孔国辉,等 (6616)
植物种群更新限制——从种子生产到幼树建成·····	李宁,白冰,鲁长虎 (6624)
研究简报	
遮荫对两个基因型玉米叶片解剖结构及光合特性的影响·····	杜成凤,李潮海,刘天学,等 (6633)
学术信息与动态	
科学、系统与可持续性——第六届工业生态学国际大会述评·····	石海佳,梁赛,王震,等 (6641)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 340 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 37 * 2011-11	



封面图说: 鹤立——丹顶鹤是世界 15 种鹤数量极小的一种,主要栖息在沼泽、浅滩、芦苇塘等湿地,以捕食小鱼虾、昆虫、蛙蚺、软体动物为主,也吃植物的根茎、种子、嫩芽。善于奔驰飞翔,喜欢结群生活。丹顶鹤属迁徙鸟类,主要在我国的黑龙江、吉林、俄罗斯西伯利亚东部、朝鲜北部以及日本等地繁殖。在长江下游一带越冬。在中国文化中有“仙鹤”之说。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录,濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

蔺银鼎, 武小刚, 郝兴宇, 韩 翀. 城市机动车道颗粒污染物扩散对绿化隔离带空间结构的响应. 生态学报, 2011, 31(21): 6561-6567.

Lin Y D, Wu X G, Hao X Y, Han C. Influence of green belt structure on the dispersion of particle pollutants in street canyons. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(21): 6561-6567.

城市机动车道颗粒污染物扩散对 绿化隔离带空间结构的响应

蔺银鼎^{*}, 武小刚, 郝兴宇, 韩 翀

(山西农业大学, 太谷 030801)

摘要:通过设置绿化隔离带以减少道路污染物的扩散是目前采用的道路生态防控措施之一。如何减少道路污染对机动车道行人的影响等问题则少有关注。基于对城市非机动车道行人生态安全的考虑, 采取现场模拟方法研究道路绿化隔离带对道路中心颗粒污染物向非机动车道扩散的影响。

试验地点选择太原市城区, 具体方法是在机动车道和非机动车道之间设置遮阳网。通过增减遮阳网的层数调整模拟隔离带的宽度和疏透度, 每 50 cm 间隔 1 层遮阳网。为了更接近实际的绿化隔离带和更利于调整疏透度, 近机动车道一侧的遮阳网均匀捆扎新鲜的离体植物枝条。实验采用三因素、四水平正交设计方法, 通过测定绿带两侧污染物含量的变化评价绿带对非机动车道的净化效应。结果表明, 道路绿化隔离带对于减少道路颗粒污染物向非机动车道的扩散具有明显的作用。道路绿化隔离带的诸因子净化非机动车道环境的作用有明显的差异。其中疏透度和高度所起的作用较为显著。本试验中净化 PM_{10} 过程中三因子的重要性排序依次为高度、疏透度、宽度。净化 TSP 过程中的重要性依次为疏透度、高度、宽度。三因子净化非机动车道颗粒污染物的最佳水平分别是: 疏透度 20%, 高度 350 cm, 宽度 250 cm, 对 TSP 和 PM_{10} 的净化百分率分别达到 46.10% 和 42.94%。各因子不同水平的净化效应排序分别为: 疏透度 20%、30%、40%、10%, 高度 350 cm、250 cm、150 cm、50 cm, 宽度 250 cm、350 cm、150 cm、50 cm。

关键词:城市道路; 绿化隔离带结构; 颗粒污染物; 扩散

Influence of green belt structure on the dispersion of particle pollutants in street canyons

LIN Yinding^{*}, WU Xiaogang, HAO Xingyu, HAN Chong

Shanxi Agricultural University 030801, China

Abstract: Motorized vehicles are one of the main anthropogenic sources of aerosols in modern cities across the world. Road green belts can purify air and improve air quality. Urban vegetation is considered to potentially filter fine and ultra-fine dust particles (particulate matter, PM_{10} and smaller) from the air through a deposition process that takes place on leaf surfaces. Because of concern regarding pollution in urban streets, there is increasing interest in the ability of vegetative treatment systems to mitigate the consequences of pollution. Performance of these systems can depend on the characteristics of the green belt, for example, the type of vegetation, width, canopy density and porosity, among others. Generally, green road belts have been used to promote the spread of air pollutants outside of the road, while non-motorized vehicles roads have been disregarded. The focus of this study was on the efficiency of trees and hedges that are parallel to roads to reduce air pollution along a non-motorized vehicles road. We investigated the effect of the green belt structure on the pollutant concentration above roads for non-motorized vehicles with the aim of providing a basis for the design of a road green belt

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30870434)

收稿日期: 2011-04-11; 修订日期: 2011-09-14

^{*} 通讯作者 Corresponding author. E-mail: sxnd_lyd@sohu.com

pattern. Concentrations of total suspended particulate (TSP) and PM_{10} were measured along both sides of an experimental green belt in Yingze Street, Taiyuan city. Field measurements were taken using a horizontally ground-mounted tripping device of 10 m in length, which was covered with shade cloth, branches and leaves, to generate a boundary layer for the experimental vegetation canopy. Porosity, height and width were manipulated by installing different layers of shade cloth. The results clearly showed an effect of the green belt on pollutant dispersion in a street side. The most important factor affecting TSP was porosity, followed by height, and width. The most important factor affecting PM_{10} concentrations was height, followed by porosity and width. The concentration of PM_{10} was significantly correlated with the porosity and height of vegetation canopy. The optimum porosity, height and width were 20%, 350 cm and 250 cm, respectively. The percentage removals of TSP and PM_{10} were 46.58% and 42.58% under the optimum green belt design. The effects of different combinations of each green belt factor on pollutant removal (TSP and PM_{10}) were 20%, 30%, 40% and 10% for porosity, 350 cm, 250 cm, 150 cm and 50 cm for height, and 250 cm, 350 cm, 150 cm and 50 cm for width. By applying an appropriate structure for urban road green belts, we can improve air quality over roads for non-motorized vehicles. For intra-urban arterial roads, green belts of low planting density and tree species of high crown porosity and large canopy should be used to reduce the concentrations of traffic-released pollutants in non-motorized roads.

Key Words: urban road; green belt structure; particle pollutant; diffusion

城市道路污染对城市生态环境尤其对城市居民的危害日趋显著^[1]。目前通过设置绿化隔离带以减少道路污染物的扩散已成为一项重要的道路生态防控措施,国内外学者也开展了很多相关的研究^[2-5]。但通常的绿化隔离带的设置主要是为了防止道路污染物向道路两侧的空间扩散,而如何减少道路污染对非机动车道行人的影响问题则少有关关注^[6]。国内学者就不同绿化带配置和绿化树种展开了相关研究,认为绿地对空气颗粒污染物(TSP)的净化百分率与绿地植物种类有关,绿地内植物的郁闭度和疏透度及绿化带的宽度都会影响绿带对空气中颗粒污染物的净化百分率^[7-8]。这些结果是在实际到道路中测量获得的,且污染物仅限于TSP,实际道路绿带在绿带疏透度等指标的定量设计上有一定的局限性,不利于量化分析,且这些研究主要考虑的是单个绿带指标对绿带净化效果的影响,未考虑综合指标的影响。本文通过现场摹拟的方法,试图探索不同的绿化隔离带(以下简称绿带)空间结构对道路颗粒污染物向非机动车道的扩散过程所产生的影响,量化评价不同道路绿化隔离带净化非机动车道颗粒污染物的效应(以下简称为净化效应),为实现城市道路绿化生态设计由定性向量化转变提供理论和技术支持。

1 样地选择与研究方法

1.1 样地环境

太原位于山西省中部,太原盆地的北端,三面环山,中、南部为河谷平原,平均海拔约800m,地理坐标为东经111°30′—113°09′,北纬37°27′—38°25′。试验选择迎泽大街太原汽车站至火车站路段。此路段为太原市繁华路段,双行10车道。

1.2 绿化隔离带(模拟)空间设计

在机动车道和非机动车道之间未设置绿化隔离带的道路地段,以原设置的铁丝网隔离为支撑,按照实验设计要求固定遮阳网。通过增减遮阳网的层数调整模拟隔离带的宽度和疏透度,每50cm间隔一层遮阳网。为了更接近实际的绿化隔离带和进一步调整疏透度,近机动车道一侧的遮阳网均匀捆绑新鲜的离体植物枝条。离体植物以阔叶树种杨树(*Populus*)和针叶树种条桧(*Sabina*)为主。模拟绿化隔离带长度为10—14m之间(主要受实际道路中无绿化带道路的长度限制)。

1.3 测点设置

观测点设置如图1所示,机动车道采样点A点;A点为污染源采样点,机动车道距绿化隔离带1m处。非机动车道采样点B点;放置于非机动车道与污染源采集点平行处,距模拟绿化带1m处。两个采集点均放置

于模拟绿化带长度中心点位置,垂直采样高度均为 1.5 m。

为了避免风速等气象因素对颗粒污染物的扩散产生影响,选择晴朗、无风或微风(风力小于 3 级)的天气进行采样试验^[7]。

1.4 采样与分析方法

采样时间:2009 年 8 月—10 月;采样时段:一天中的 8:00—9:00,11:00—12:00,14:00—15:00,17:00—18:00;每次采样持续时间为 60 min。

疏透度的计算采用林分郁闭度计算法^[9],空气总悬浮颗粒物(TSP)和可吸入颗粒物(PM₁₀)有效含量分析采用重量法^[10]。采样仪器为青岛崂山电子仪器厂生产的中流量大气采样仪,数据分析时采用一天内平均值。分析方法采用 Excel 和 SAS 8.0 等统计软件。

1.5 试验方案设计

试验选择模拟绿化带的疏透度、高度、宽度 3 个参数,其中每个参数的水平设计为:

疏透度选择 4 个水平,分别为:10%、20%、30%、40%;

高度选择 4 个水平,分别为:50 cm、150 cm、250 cm、350 cm;

宽度选择 4 个水平,分别为:50 cm、150 cm、250 cm、350 cm。

试验设计为三因素四水平无交互正交试验,选择正交表 L16(4³)来设计试验。对照正交表进行试验,一天进行一组条件的试验。正交试验表如表 1。

2 结果及分析

2.1 不同绿化带空间结构因子显著度评价

一般认为,绿化隔离带对道路污染物向非机动车道扩散起着一定的阻隔作用。但不同结构的绿化隔离带所起的作用有不同。以绿化隔离带的疏透度、高度和宽度为自变量,以非机动车道上的污染物含量的增减为因变量,建立回归模型,分析绿化隔离带各个结构因子在影响污染物扩散中的重要性,对于科学设计绿化隔离带具有重要的意义。

将疏透度、高、宽、TSP、PM₁₀ 均做标准化处理(prin1 为综合指标,已做标准化),剔除外界因素干扰,进行多元回归分析。表 2 为不同参数条件下的绿化隔离带阻隔 TSP 污染物效应的回归分析结果。回归方程为($R^2 = 0.9312$): $Y_4 = -9.18 \times 10^{-16} + 0.42566X_1 + 0.38897X_2 + 0.28985X_3$

分析表明,最优回归模型显著性检验概率 <0.0001 ,决定系数为 0.9312,说明最优回归模型极显著并有较高的拟合精度。回归截距和回归系数的显著性检验概率分别为 0.0024、 <0.0001 、 <0.0001 、0.0043,说明回归模型中各参数的检验显著,影响 TSP 扩散的重要性依次为疏透度(X_1)与高度(X_2)、宽度(X_3)。

表 3 为绿化隔离带阻隔 PM₁₀ 效应的回归分析结果。回归方程为($R^2 = 0.9457$): $Y_5 = -7.8822 \times 10^{-16} + 0.32369X_1 + 0.57871X_2 + 0.28985X_3$

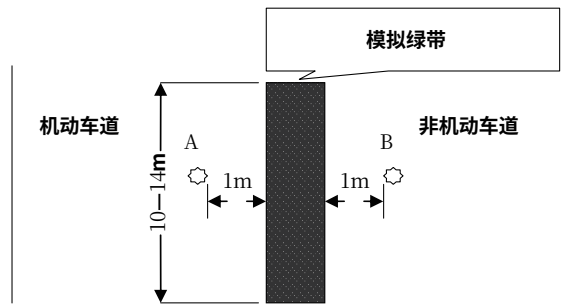


图 1 绿化带测量点示意图

Fig. 1 The simulation schematic of green belts

表 1 三因素四水平正交实验表

组合 Combination	疏透度 Porosity	高度 Height/cm	宽度 Width/cm
z1	10	50	50
z2	10	150	150
z3	10	250	250
z4	10	350	350
z5	20	50	150
z6	20	150	50
z7	20	250	350
z8	20	350	250
z9	30	50	250
z10	30	150	350
z11	30	250	50
z12	30	350	150
z13	40	50	350
z14	40	150	250
z15	40	250	150
z16	40	350	50

表2 不同绿化隔离带空间建构因子环境净化效应(TSP)显著性分析 10

Table 2 Regression analysis of purified TSP

变量 Variable	参数估计 Parameter Estimate	标准误 Standard Error	<i>t</i>	<i>Pr</i> > <i>t</i>
截距 Intercept	-9.18×10^{-16}	0.0988	-4.43	0.0024
疏透度 Porosity X1	0.4257	0.0903	4.28	<0.0001
高度 Height X2	0.3890	0.0896	3.91	<0.0001
宽度 Width X3	0.2899	0.0999	2.71	0.0043

表3 不同绿带因子净化效应(PM₁₀)显著性分析Table 3 Regression analysis of purified PM₁₀

变量 Variable	参数估计 Parameter estimate	标准误 Standard error	<i>t</i>	<i>Pr</i> > <i>t</i>
截距 Intercept	1.45227×10^{-16}	0.0809	4.69	0.0004
疏透度 Porosity X1	0.3237	0.0859	3.97	0.0002
高度 Height X2	0.5787	0.1016	7.72	<0.0001
宽度 Width X3	0.2899	0.0827	3.87	0.0003

分析表明,最优回归模型显著性检验概率<0.0001,决定系数为0.9457,说明最优回归模型极显著并有较高的拟合精度。回归截距和回归系数的显著性检验概率分别为0.0004、0.0002、<0.0001、0.0003,说明回归模型中各参数的检验显著,对环境净化PM₁₀因素的重要性依次为高度(X2)、疏透度(X1)、宽度(X3)。经对TSP和PM₁₀综合指标的回归分析,也取得了相似的结果(表4)。

表4 不同绿带因子净化效应(prin1)显著性分析

Table 4 Regression analysis of purification based on different factors

变量 Variable	参数估计 Parameter estimate	标准误 Standard error	<i>t</i>	<i>Pr</i> > <i>t</i>
截距 Intercept	-1.2673×10^{-16}	0.0983	-4.61	0.0005
疏透度 Porosity X1	0.2153	0.0970	2.17	<0.0001
高度 Height X2	0.4701	0.0981	4.75	0.0337
宽度 Width X3	0.3794	0.0951	3.83	0.0003

2.2 不同绿带结构参数组合净化效应的差异性分析

对三因子、四水平组成的16个组合方差分析结果见表5和表6,由表5可知z8对z10、z14、z4、z12、z11、z3、z7、z15、z2、z16、z1、z6、z9、z13、z5在0.05水平上差异显著,对z14、z4、z12、z11、z3、z7、z15、z2、z16、z1、z6、z9、z13、z5在0.01水平上差异极显著。各组合对环境净化TSP效果由大到小依次为z8、z10、z14、z4、z12、z11、z3、z7、z15、z2、z16、z1、z6、z9、z13、z5。

结果表明,疏透度为20%、高度为350 cm、宽度为250 cm时,对TSP的扩散影响最为显著,净化百分率达到46.10%。

由表6可知,z8对z12、z10、z11、z4、z7、z14、z16、z9、z15、z3、z6、z13、z2、z5、z1在0.05水平上差异显著,在0.01水平上差异极显著。各组合对PM₁₀扩散的影响程度由大到小依次为z8、z12、z10、z11、z4、z7、z14、z16、z9、z15、z3、z6、z13、z2、z5、z1。

结果表明,疏透度20%、高度350 cm、宽度250 cm时,绿带对PM₁₀的扩散影响最为显著,净化百分率达到42.94%。

表 5 TSP 净化效应方差分析					表 6 PM ₁₀ 净化效应的(的)方差分析				
Table 5 Variance analysis based on TSP purification					Table 6 Purifying PM ₁₀ analysis of variance				
组合 Combination	均值 Mean	观测个数 <i>N</i> Number of samples	显著性 Duncan grouping		组合 Combination	均值 Mean	观测个数 <i>N</i> Number of samples	显著性 Duncan grouping	
			0.05	0.01				0.05	0.01
z8	0.4658	4	a	A	z8	0.4258	4	a	A
z10	0.4130	4	b	BA	z12	0.3775	4	b	B
z14	0.3819	4	cb	BC	z10	0.3554	4	cb	CB
z4	0.3719	4	cbd	BCD	z11	0.3531	4	cb	CB
z12	0.3616	4	ced	BCD	z4	0.3360	4	cd	CD
z11	0.3599	4	ced	BCD	z7	0.3262	4	cd	CD
z3	0.3409	4	ced	ECD	z14	0.3224	4	cd	CD
z7	0.3305	4	ed	EFCD	z16	0.3165	4	cd	CED
z15	0.3274	4	ed	EFCD	z9	0.3164	4	cd	CED
z2	0.3191	4	fe	GEFCD	z15	0.2980	4	ed	FED
z16	0.3135	4	fe	GEFD	z3	0.2716	4	ef	FED
z1	0.2787	4	fg	GEF	z6	0.2657	4	ef	FG
z6	0.2755	4	fg	GF	z13	0.2584	4	f	FG
z9	0.2731	4	fg	GF	z2	0.2223	4	g	G
z13	0.2728	4	g	G	z5	0.2214	4	g	G
z5	0.2557	4	g	G	z1	0.1367	4	h	H

2.3 绿带结构设计参数优化

表 7 显示了绿带疏透度与其净化效应的相关关系。结果表明,绿带疏透度为 20% 时,其净化效应与其它 3 个疏透度水平在 0.05 水平上差异显著,0.01 水平上为极显著差异。不同疏透度绿带的净化效应由大到小依次为 20%、30%、40%、10%。

表 7 绿带疏透度与净化效应的方差分析				
Table 7 Variance analysis of purification based on porosity of green belt				
疏透度 Porosity	均值 Mean	观测个数 <i>N</i> Number of samples	显著性 Duncan grouping	
			0.05	0.01
20%	0.7291	16	a	A
30%	0.1647	16	b	B
40%	-0.2327	16	c	C
10%	-0.6611	16	d	D

表 8 显示了绿带高度的变化对绿带净化效应的影响。结果表明,高度为 350 cm 时,绿带净化效应与其它 3 个高度水平在 0.05 水平上差异显著,对 150、50 cm 两个高度水平在 0.01 水平上为差异极显著。不同高度对环境净化道路污染物的效果由大到小依次为 350、250、150、50 cm。

表 8 绿带高度与净化效应的方差分析				
Table 8 Variance analysis of purification based on height of green belt				
高度 Height/cm	均值 Mean	观测个数 <i>N</i> Number of samples	显著性 Duncan grouping	
			0.05	0.01
350	0.6705	16	a	A
250	0.3338	16	b	A
150	-0.1123	16	c	B
50	-0.8919	16	d	C

表 9 显示了绿带宽度的变化对其净化效应的影响。结果表明,绿带宽度为 250 cm 时净化效应与 150、50 cm 宽度水平在 0.05 水平上差异显著,在 0.01 水平上差异极显著;宽度为 350 cm 时净化效应与 150、50 cm 宽度水平在 0.05 水平上差异显著,0.01 水平上差异极显著。不同宽度绿带净化效应由大到小依次为 250、350、150、50 cm。

表 9 绿带宽度与净化效应的方差分析

Table 9 Variance analysis of purification based on width of green belt

宽度 Width/cm	均值 Mean	观测个数 N Number of samples	显著性 Duncan grouping	
			0.05	0.01
250	0.5329	16	a	A
350	0.3544	16	a	A
150	-0.2078	16	b	B
50	-0.6795	16	c	C

3 讨论

(1) 在植被的滞尘功能中,滞尘能力与不同个体叶表面特性、叶片大小、树冠结构、枝叶密度等有关,不同植物的滞尘效应不同,其中常绿灌木和落叶灌木的滞尘能力较强,草本植物滞尘能力最弱^[8]。本试验中,调控试验因素不同水平时所选择的试材部分使用了离体植物枝条,其生理功能差异可能会对试验结果产生一定的影响。事实上,在短期时间内,植物对颗粒污染物扩散的影响主要是物理阻隔和吸附。其可能产生的化学反应过程要在较长时期内才能体现。因此,分离体植物材料的使用对试验结果所产生的影响无需高估,本试验没有考虑不同树种间的试验差异。

(2) 国内学者沈家芬等^[11]认为道路绿化带面积一定,植物种类和配置方法基本相同的情况下,种植密度和绿化模式对净化效果影响较大,通风式林带(即种植密度适宜的林带)的净化效果最好,种植密度过大或过小都不利于绿化林带发挥净化作用。殷杉等^[7]对 TSP 的研究认为:交通绿化带宽度不应小于 5,10 m 时滞尘效果最佳,绿地对 TSP 的净化百分率同植物群落的郁闭度成正相关,同疏透度成负相关关系,绿地内植物郁闭度的最佳范围为 0.70—0.85,疏透度的最佳范围是 0.25—0.33。这些结果都表明适合的绿带密度或疏透度、宽度会提高绿带对污染物的净化效果。殷杉等^[7]的结果在绿带宽度上与本研究的结果有差异,但城市道路绿化中非机动车道和机动车道间的绿带隔离显然不宜过宽,选择宽度更适合于非机动车道和机动车道的绿带隔离。其疏透度的研究结果与本研究结果基本一致,且考虑了疏透度、高度、宽度的综合效果,更有助于为将来的实际道路绿带规划提供依据。三因子环境净化效应重要性的排序在环境净化 TM_{10} 和 TSP 过程中出现的差异。可能是由于两种污染物的颗粒大小不同造成的。 TM_{10} 的粒径 $\leq 10 \mu m$,是 TSP 的十分之一,更容易在微气流的作用下向上飞扬,在这种情况下绿化隔离带的高度更容易发挥其阻隔作用。而疏透度对其阻隔和吸附作用有限。但是在实践中,不可能把绿带高度设计的过高,因此仍要通过其他结构参数的优化获得更为实际的绿带空间结构模式。

4 结论

(1) 道路的绿化隔离带对于减少道路颗粒性污染物向非机动车道的扩散具有明显的作用。构成道路绿化隔离带的诸因子在净化非机动车道环境中所起的作用存在有明显的差异。其中疏透度和高度所起的作用较为显著。本试验中净化 PM_{10} 过程中 3 因子的重要性排序依次为高度、疏透度、宽度。净化 TSP 过程中的重要性依次为疏透度、高度、宽度。

(2) 本试验中 3 个绿地结构因子净化道路颗粒性污染物的最佳水平分别是:疏透度 20%,高度 350 cm,宽度 250 cm。各因子不同水平的效应排序分别为:疏透度 20%、30%、40%、10%,高度 350、250、150、50 cm,宽度 250、350、150、50 cm。三因子的最佳组合水平分别是:疏透度 20%、高度 350 cm、宽度 250 cm,对 TSP 和 PM_{10} 的净化百分率分别达到 46.10% 和 42.92%。

References:

- [1] Wang J L, Xie Z, Zhang Y H, Shao M, Zeng L M, Cheng C L, Xu X F, Zhao X F, Meng Y J. The research on the mass concentration characteristics of fine particles in Beijing. *Acta Meteorologica Sinica*, 2004, 62(1): 104-111.
- [2] Beckett K P, Freer-Smith P H, Taylor G. Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution. *Environmental Pollution*, 1998, 99(3): 347-360.
- [3] Eschedo F J, Nowak D J, Wagner J E, De La Maza C L, Rodríguez M. The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2006, 4(3/4): 105-114.
- [4] Nowak D J, Crane D E, Stevers J C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2006, 4(3/4): 115-123.
- [5] Chen F, Zhou Z X, Xiao R B, Wang P C, Li H F, Guo E X. Estimation of ecosystem services of urban green-land in industrial areas: a case study on green-land in the workshop area of the Wuhan Iron and Steel Company. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(7): 2230-2236.
- [6] Bonan G B. The microclimates of a suburban Colorado (USA) landscape and implications for planning and design. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 49(3/4): 97-114.
- [7] Yin S, Cai J P, Chen L P, Shen Z M, Zou X D, Wu D, Wang W H. Effects of vegetation status in urban green spaces on particles removal in a street canyon atmosphere. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4590-4595.
- [8] Liu X H, Huang S D, Pan H, Gao Y J. Effect of urban forest tree species on TSP concentration in street space. *Journal of Fujian College of Forestry*, 2009, 29(1): 79-83.
- [9] Qi Y X. The Research on Digital Images Photogrammetry of Several Ecological Parameters. Beijing: Beijing Forestry University, 2009.
- [10] The State Environmental Protection Administration, the Commission of " Analysis of air and Waste gas detection". The Monitoring and Analysis Methods of Air and Waste Gas (Supplement). Beijing: China Environmental Science Press, 2008:444-446
- [11] Shen J F, Su K J, Feng J J. Study on Anti-pollution patterns of road green. *Urban Environment and Urban Ecology*, 2001, 14(6): 52-53.

参考文献:

- [1] 王京丽, 谢庄, 张航远, 邵敏, 曾立民, 程丛兰, 徐晓峰, 赵习方, 孟燕军. 北京市大气细粒子的质量浓度特征研究. *气象学报*, 2004, 62(1): 104-111.
- [7] 殷杉, 蔡静萍, 陈丽萍, 申哲民, 邹晓东, 吴旦, 王文华. 交通绿化带植物配置对空气颗粒物的净化效益. *生态学报*, 2007, 27(11): 4590-4596.
- [8] 刘晓华, 黄石德, 潘辉, 高元竞. 城市绿化树种对道路空间大气颗粒物浓度的影响. *福建林学院学报*, 2009, 29(1): 79-83.
- [9] 祁有祥. 若干生态参数数字图像测量方法研究. 北京: 北京林业大学, 2009.
- [10] 国家环境保护总局《空气和废气检测分析方法》委员会. 空气和废气监测分析方法 (增补版). 北京: 中国环境科学出版社, 2008. : 444-446
- [11] 沈家芬, 苏开君, 冯建军. 道路绿化种植抗污染植物模式研究. *城市环境与城市生态*, 2001, 14(6): 52-53.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 21 November, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Landscape spatial analysis of a traditional tibetan settlement based on landscape pattern theory and feng-shui theory; the case of Zhagana, Diebu, Gansu Province	SHI Lisha, YAN Lijiao, HUANG Lu, et al (6305)
Temporal-spatial differentiation and its change in the landscape ecological security of Wuyishan Scenery District	YOU Weibin, HE Dongjin, WU Liyun, et al (6317)
Evaluation of eco-sustainability of roads in a tourism area; a case study within Yulong County	JIANG Yiyi (6328)
Study on the compactness assessment model of urban spatial form	ZHAO Jingzhu, SONG Yu, SHI Longyu, et al (6338)
A multi-scale analysis of red-crowned crane's habitat selection at the Yellow River Delta Nature Reserve, Shandong, China	CAO Mingchang, LIU Gaohuan, XU Haigen (6344)
Assessment and spatial distribution of water and soil loss in karst regions, southwest China	FAN Feide, WANG Kelin, XIONG Ying, et al (6353)
Construction of an eco-environmental database for watershed-scale data; an example from the Tarim River Basin	GAO Fan, YAN Zhenglong, HUANG Qiang (6363)
Reproductive allocation in dioecious shrub, <i>Rhamnus davurica</i>	WANG Juan, ZHANG Chunyu, ZHAO Xiuhai, et al (6371)
Age-dependent growth responses of <i>Pinus koraiensis</i> to climate in the north slope of Changbai Mountain, North-Eastern China	WANG Xiaoming, ZHAO Xiuhai, GAO Lushuang, et al (6378)
Fine-scale spatial point patterns of <i>Stipa krylovii</i> population in different alpine degraded grasslands	ZHAO Chengzhang, REN Heng, SHENG Yaping, et al (6388)
Community structure and population regeneration in remnant <i>Ginkgo biloba</i> stands	YANG Yongchuan, MU Jianping, TANG Cindy Q., et al (6396)
Reproductive characteristics and adaptive evolution of pin and thrum flowers in endangered species, <i>Primula merrilliana</i>	SHAO Jianwen, ZHANG Wenjuan, ZHANG Xiaoping (6410)
Leaf functional traits of four typical forests along the altitudinal gradients in Mt. Shennongjia	LUO Lu, SHEN Guozhen, XIE Zongqiang, et al (6420)
Reclaimed soil properties and weathered gangue change characteristics under various vegetation types on gangue pile	WANG Liyan, HAN Youzhi, ZHANG Chengliang, et al (6429)
Influence of fire on stands of <i>Pinus massoniana</i> in a karst mountain area of central Guizhou province	ZHANG Xi, CHUI Yingchun, ZHU Jun, et al (6442)
Morphological and physiological adaptation of <i>Caragana</i> species in the Inner Mongolia Plateau	MA Chengcang, GAO Yubao, LI Qingfang, et al (6451)
A comparative study on reasons of degenerated of <i>Haloxylon ammodendron</i> population in the western part of Gurbantunggut desert	SI Langming, LIU Tong, LIU Bin, et al (6460)
Self-thinning of natural broadleaved forests in Baishilazi Nature Reserve ...	ZHOU Yongbin, YIN You, YIN Mingfang, et al (6469)
Population status and dynamic trends of Amur tiger's prey in Eastern Wandashan Mountain, Heilongjiang Province	ZHANG Changzhi, ZHANG Minghai (6481)
The relationship between the occurrence of Colorado Potato Beetle, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , and rivers based on GIS: a case study of Shawan Country	LI Chao, ZHANG Zhi, GUO Wenchao, et al (6488)
Occurrence dynamics and trajectory analysis of <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Guenée in Xing'an Guangxi Municipality in 2010	JIANG Chunxian, QI Huihui, SUN Mingyang, et al (6495)
Adaptability of B-biotype <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) to Host Shift	ZHOU Fucui, LI Chuanming, GU Aixiang, et al (6505)
Structural change analysis of cecal bacterial flora in different poultry breeds using PCR-DGGE ...	LI Yongzhu, Yongquan Cui (6513)
Effect of chicken manure-amended copper mine tailings on growth of three leguminous species, soil microbial biomass and enzyme activities	ZHANG Hong, SHEN Zhangjun, YANG Guide, et al (6522)
Physiological response of <i>Microcystis</i> to solar UV radiation	WANG Yan, LI Shanshan, LI Jianhong, et al (6532)
Relationship between cell volume and cell carbon and cell nitrogen for ten common dinoflagellates	WANG Yan, LI Ruixiang, DONG Shuanglin, et al (6540)
The community structure and abundance of microcystin-producing cyanobacteria in surface sediment of Lake Taihu in winter	LI Daming, KONG Fanxiang, YU Yang, et al (6551)
Influence of green belt structure on the dispersion of particle pollutants in street canyons	LIN Yinding, WU Xiaogang, HAO Xingyu, et al (6561)
Spatio-temporal variation analysis of urbanization and land use benefit of oasis urban areas in Xinjiang	YANG Yu, LIU Yi, DONG Wen, et al (6568)
Nitrate contamination and source tracing from NO_3^- - $\delta^{15}\text{N}$ in groundwater in Weifang, Shandong Province	XU Chunying, LI Yuzhong, LI Qiaozhen, et al (6579)
The impact of rising temperature on spring wheat production in the Yellow River irrigation region of Ningxia	XIAO Guoju, ZHANG Qiang, ZHANG Fengju, et al (6588)
A new hyperspectral index for the estimation of nitrogen contents of wheat canopy	LIANG Liang, YANG Minhua, DENG Kaidong, et al (6594)
The feature of N_2O emission from a paddy field in irrigation area of the Yellow River	ZHANG Hui, YANG Zhengli, LUO Liangguo, et al (6606)
Review and Monograph	
Research perspective for the effects of nitrogen deposition on biogenic volatile organic compounds	HUANG Juan, MO Jiangming, KONG Guohui, et al (6616)
Recruitment limitation of plant population: from seed production to sapling establishment	LI Ning, BAI Bing, LU Changhu (6624)
Scientific Note	
Response of anatomical structure and photosynthetic characteristics to low light stress in leaves of different maize genotypes	DU Chengfeng, LI Chaohai, LIU Tianxue, et al (6633)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 21 期 (2011 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 21 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元