

武钢厂区绿地景观类型空间结构及滞尘效应

周志翔¹, 邵天一¹, 王鹏程¹, 高 翊¹, 徐永荣¹, 郭尔祥², 徐隆辉²,
叶贞清², 彭行梅², 于春杰²

(1. 华中农业大学林学系, 武汉 430070; 2. 武汉钢铁公司, 武汉 430083)

摘要:应用景观生态学原理和对比分析方法分别对武钢厂区绿地景观类型的空间结构及滞尘效应进行了研究。结果表明, 武钢厂区绿地斑块数目多、破碎化指数高, 体现了工业区见缝插绿的绿化特点, 以道路绿带为骨架、成片防护林和观赏绿地为中心, 将各分厂绿地连接成四大绿化区域的武钢厂区绿地系统已初步形成。其滞尘效应主要表现为对交通污染物及二次飞扬的阻滞作用。以乔木为主的防护林斑块平均面积大、滞尘效果好, 滞尘率达 38.9%~46.1%, 但优势度不高。专类园和观赏草坪斑块植物种类丰富、景观效果好, 但滞尘效果较差。道路绿带优势度和破碎化指数最高, 构成了厂区绿色廊道网络, 并在阻滞交通污染中起着重要作用, 其中多行复层绿带的滞尘率(46.2%~60.8%)比单行乔木绿带的滞尘率(14.8%~39.2%)高。但道路绿带仍不完整, 多行复层绿带的比例不高。

关键词:景观生态学; 绿地; 空间结构; 滞尘效应

The Spatial Structures and the Dust Retention Effects of Green-land Types in the Workshop District of Wuhan Iron and Steel Company

ZHOU Zhi-Xiang¹, SHAO Tian-Yi¹, WANG Peng-Cheng¹, GAO Chi¹, XU Yong-Rong¹,
GUO Er-Xiang², XU Long-Hui², YE Zhen-Qing², PENG Xing-Mei², YU Chun-Jie² (1.
College of Horticulture and Forestry, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. *Wuhan Iron and Steel Company, Wuhan 430083, China*). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(12): 2036~2040.

Abstract: The landscape green-lands has an important role on maintaining the balance of urban or industrial district ecosystem, especially, smoothing away air pollutant and improving air quality of air pollution area. However, the ecological functions of green-lands has a closed relation with the landscape types and the spatial structures of green-lands when the percentage of green-land coverage is less than 40%. In this paper, the green-lands in the workshop district of Wuhan Iron and Steel Company are classified to four kinds of landscape types, including shelter forest, special plantation, ornamental turf and road greenbelt in light of the green-land function. The spatial structure and the dust retention effect of green-lands in the workshop district are analyzed on basis of the investigating of the green-land types and spatial structures and the comparative monitoring of total suspension particle (TSP) respectively. The results show that, there are total 518 green-land patches and 137.98hm² green-land area with 15.41 percentage of green-land coverage in the workshop district. The average area of all green-land patches is 2663.71m² and the fragmentation index is up to 3.75ind/hm². The number of patches and the high fragmentation index of the green-lands in the workshop district reflect an afforestation characteristic of “making use of every bit of space” in an industrial region. The green-land system is initially formed by means of the four green-land

基金项目: 武汉钢铁(集团)公司绿化科研资助项目

收稿日期: 2001-03-12; 修订日期: 2002-08-18

作者简介: 周志翔, 男, 湖北麻城人, 博士, 教授。主要从事森林生态、景观生态教学与研究。

① 武汉市环境保护局, 武汉市环境质量报告, 1983。

landscape districts using the shelter forests and ornamental green-lands in large patch as a center connected by road greenbelts. All kinds of green-lands take mainly effects on obstructing traffic pollutant and removing dust secondary flying up. The shelter forests composed mainly of tree species with 83.5% tree layer coverage has a maximum average patch area and an effective dust retention capability with 38.9~46.1 percentage of dust retention, however the area of shelter forests should be raised up because of the relatively low patch dominance (13.30%). The special plantation composed of seedling nursery, flower bed, greenhouse, recreation garden, ornamental orchard and so on, has abundant plant species and varied scenery in spite of a minimum patch number and a total patch area, but the dust retention effect is the lowest. The ornamental turf is mainly composed of *Zoysia matrella*, *Z. tenuifolia*, *Festuca arundineae* and *Cynodon doctylon* with an average coverage of 94.3% and a relatively lower patch number, its larger patch area and reasonable tree species plantation has an important aesthetic value in spite of a relatively low dust retention effect. The road greenbelts with a maximum patch dominance, a maximum fragmentation index and the wide-ranging distribution construct the green corridor networks in the workshop district and play an important part in obstructing traffic pollutant, while the multirow and multilayer greenbelt is more effective than the single row tree-belt on dust retention. However, it should be attached importance to the imperfect road greenbelts also, especially strengthen the multirow and multilayer greenbelt construction.

Key words: landscape ecology; green-lands; spatial structure; dust retention

文章编号:1000-0933(2002)12-2036-05 中图分类号:Q143 文献标识码:A

园林绿地在城市及工矿区生态系统的平衡调控中起着重要作用^[1~4],特别是在消纳、吸收大气污染物、提高空气环境质量上具有显著的效果^[4,5],但园林景观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%~60%时,绿地的内部结构和空间布局状况更显示出其重要性^[6,7]。高峻等认为研究城市绿色斑块的数量、覆盖面积、空间分布格局及动态特征等对认识城市绿化景观的总体特征十分重要^[6],俞孔坚等则认为以绿地景观可达性作为评价城市绿地系统的一个指标,对评价城市环境质量及衡量自然生态系统的服务功能有着重要的潜在价值^[8],魏斌等提出将城市绿地景观异质性和景观均一度作为衡量城市绿地空间分布合理性及绿化水平的指标^[9],李贞等则提出斑块大、分布均匀的绿地空间结构能更有效地发挥绿地的生态功能^[9]。本研究在武汉钢铁公司厂区绿地景观类型及结构调查的基础上,拟对不同类型绿地的景观结构及滞尘效应进行观测与分析,以期评价武钢厂区绿地类型布局及其生态效益,为工矿区绿地系统的规划与建设提供依据。

1 研究地点概况与研究方法

1.1 研究地点概况

武汉钢铁公司(简称“武钢”)位于武汉市青山区,属亚热带润湿季区气候。该公司于 1958 年建成投产,由主厂区、工业港、生活区、矿山等组成。主厂区包括 26 个主体厂及部分机关单位、51 条主干道及环厂大道、55 条(段)内部铁路,总面积为 895.31hm²,是一个特大型钢铁生产区域。厂区工业污染及交通污染严重,尤其是工业粉尘排放量大,1982 年厂区灰尘自然沉降量高达 6.616t/(km²·d),并使青山区灰尘自然沉降量平均达到 2.036t/(km²·d),大气污染严重超标^①。公司经过近 30a 的污染控制及绿化系统建设,特别是 20 世纪 90 年代厂区的花园式企业和道路绿化建设,绿地覆盖率大幅度提高,厂区生态环境明显改善,灰尘自然沉降量也降至 1998 年 0.367t/(km²·d)的较低水平,并多次进入全国绿化先进行列。

1.2 研究方法

1.2.1 绿地景观类型及结构指标 借助武钢平面图(1:6000)对厂区绿地斑块位置、面积、形状及各斑块植物组成、分层盖度进行调查,根据绿地景观结构特征并结合其功能作用^[1~6],将绿地斑块划分为:①防护林,指厂区周围及厂区间的防护绿地;②专类园,包括苗圃、花房、花圃、游园、观赏果园等绿地;③观赏草坪,指面积在 600m² 以上,且乔灌木总盖度小于 30%的人工草坪;④道路绿带,包括公路、铁路两旁绿带及

行道树带。按绿地类型统计斑块数目、面积,计算斑块数目与面积比率、优势度、破碎化指数等结构指标^[9~12],并统计各类绿地中乔、灌、草层的植物种类数目,以同一类型绿地斑块的面积加权计算各类绿地分层平均盖度。

1.2.2 绿地滞尘效应测定 在武钢热轧厂周围选择代表不同绿地类型的防护林、花圃、草坪斑块和多行复层绿带、单行乔木绿带,使用 CH-150C 型中流量粉尘采样仪分别选择 3 个晴天和雨后阴天,对比观测大气中总悬浮颗粒(TSP)含量^[13],计算 3d 的平均值。其中,防护林主要由樟树(*Cinnamomun camphora*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、大叶冬青(*Ilex latifolia*)、石榴(*Punica granatum*)、凤尾丝兰(*Yucca gloriosa*)组成,总盖度达 95%以上;花圃为株高 1m 以下的月季(*Rosa chinensis*),平均盖度 65%;草坪为马利筋(*Asclepias curassavica*)观赏草坪,周边配有锦熟黄杨(*Buxus semperviens*)、石竹(*Dianthus chinensis*)、月季(*R. chinensis*),总盖度 95%以上。各观测绿地在面积与分层盖度上基本与所代表的绿地类型接近,并以附近水泥铺装地段为对照。多行复层绿带和单行乔木绿带均位于同一主干道北侧,主干道宽 10m,观测期间车流量为 374~531 辆/h。单行乔木绿带由樟树(*C. camphora*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)组成,平均高度 7.2m、冠幅 5.9m、胸径 18.2cm,株距 4m,疏透度 60%;多行复层绿带由樟树(*C. camphora*)、雪松(*Cedrus deodara*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、小叶黄杨(*Buxus microphylla*)和结缕草(*Zoysia japonica*)组成,绿带宽度 10.2m,乔木层平均高度 6.5m、冠幅 5.2m、胸径 14.2cm,株行距 4m×2m,疏透度 5%。测点分别设在绿带后,以带前(道路边)为对照。

2 结果与分析

2.1 绿地景观类型的空间结构分析

武钢厂区绿地景观包括防护林、专类园、观赏草坪及道路绿带,共计 518 个斑块,总面积达 137.98hm²,厂区绿地覆盖率为 15.41%;但斑块平均面积仅 2663.71m²,破碎化指数较高(表 1),见缝插绿的工业区绿化特点十分明显。其中,防护林斑块共有 33 个,由 14 种乔木组成,乔木层盖度高达 83.5%,且斑块平均面积最大(8454.45m²)、破碎化指数最低(表 1),因而以集中成片分布为主。但防护林斑块的数目比率仅为 6.37%,面积也只占绿地总面积的 1/5,占厂区总面积的 3.12%,优势度不高。因此,对以环境效益为主要功能的厂区绿地来讲,防护林面积应进一步扩大。

表 1 绿地斑块的基本参数与结构指标

Table 1 Essential features and structure indices of greenland patches						
斑块类型 Patch type		防护林 Shelter forest	专类园 Special plantation	观赏草坪 Ornamental turf	道路绿带 Road greenbelt	总计 Total
数目 Number		33	22	25	438	518
面积 Area(hm ²)		27.90	6.77	12.15	91.16	137.98
平均面积 Average area(m ²)		8454.45	3077.32	4859.44	2081.36	2163.71
斑块数目比率(%)Percentage of patch number		6.37	4.25	4.83	84.56	—
斑块面积比率(%)Percentage of patch area		20.22	4.91	8.80	66.07	—
优势度 Dominance(%)		13.30	4.58	6.82	75.31	—
破碎化指数(ind/hm ²)Fragmentation index		1.18	3.25	2.06	4.81	3.75
种类数目	乔木层 Tree layer	14/83.5	24/28.3	9/8.8	26/77.2	—
Species number	灌木层 Scrub layer	8/15.3	27/23.9	13/4.3	34/37.2	—
平均盖度(%)	草本层 Herb layer	6/5.2	10/41.5	11/94.3	27/21.2	—
Average coverage						

专类园和观赏草坪斑块总面积为 18.92hm²,其中,以苗圃、花圃、花房、游园和观赏果园组成的专类园,斑块数目、面积及优势度均最小,破碎化指数较高,但乔木、灌木层植物组成丰富、平均盖度也较高,说明专类园斑块植物以花灌木较多,色彩丰富,季相变化明显,景观效果好。观赏草坪主要分布在各主体厂前,斑块平均面积达 4859.44m²,破碎化程度较低,且主要由成片的马尼拉结缕草(*Zoysia matrella*)、高羊茅(*Festuca arundinacea*)、结缕草(*Z. tenuifolia*)、狗牙根(*Cynodon doctylon*)等草坪草组成,平均盖度达 94.3%,配以少量的樟树(*C. camphora*)、雪松(*C. deodara*),使人视野顿感开阔。如第三炼钢厂 16000m² 万方数据

场,通过植物间的合理搭配,运用植物色彩质地的差异,创造出令人赏心悦目的绿地空间。因而观赏草坪在提高绿地美学价值及景观效果上不可缺少。

与厂区密集的道路廊道相匹配的道路绿带斑块总数多达 438 个,斑块优势度达 75.31%(表 1),可见道路绿化是我钢厂区绿化的重点,且斑块破碎化指数最高,分布范围广,构成了厂区绿色廊道网络,将厂区绿地连成了较完整的绿地系统。道路绿带的植物种类最为丰富,占较大比重的乔木有樟树(*C. camphora*)、悬铃木(*Platanus acerifolia*)、广玉兰(*M. grandiflora*)、圆柏(*Sabina chinensis*)、毛白杨(*Populus tomentosa*)等,乔木层盖度达 77.2%,这些树种既有防污抗害能力,也符合行道树基本选择要求,还能产生较好的观赏效果,如悬铃木树冠广阔、树皮斑驳,广玉兰叶厚而有光泽,花大而香,树姿雄伟壮丽。运用珊瑚树(*Viburnum awabuki*)、海桐(*Pittosporu tobira*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)、小叶女贞(*Liqustrum quihoui*)、紫叶李(*Pranus cerasifera*)、六月雪(*Serissa serissoides*)、十大功劳(*Mahoni fortune*)、金丝桃(*Hypericum chinese*)、鸢尾、金鸡菊(*Coreopsis basalis*)等乔灌木结合,并相继建成了多条各具特色的主干道绿色长廊。新三轧区以樟树为基调,冶炼区以法桐为基调,道路两侧利用灌木相衬,并以池杉(*Taxodium ascendens*),湿地松(*Pinus elliottii*)、夹竹桃(*N. indicum*)、珊瑚树(*V. awabuki*)成片种植,既能突出群体美,也是防尘减噪的屏障。武钢厂区景观效果显著的道路绿带有:第三炼钢厂一路,道路两旁垂柳列植,其枝条柔软下垂,姿态优美潇洒,与钢铁企业的“傻、黑、粗”形成强烈对照,别有风致;机修东路,以悬铃木(*P. acerifolia*)为主,配有珊瑚树(*V. awabuki*)、海桐(*P. tobira*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)等常绿树种形成浓荫大道,蔚为壮观。但由于厂区部分主干道路基较窄、铁路线稠密,单行乔木绿带比例较高,局部地段行道树长势差,且仍有 40.78%的道路没有行道树带,新建厂区局部地段绿带的乔木层盖度也较低,厂区道路绿带仍不完整。因此,道路绿化,特别是多行复层绿带建设仍是厂区绿地系统建设的重点。

2.2 不同绿地景观类型的滞尘效应

由于武钢厂区工业粉尘排放量较高,且公路、铁路交通繁忙,因而观测区域大气中总悬浮颗粒(TSP)含量较高(表 2)。但由于植物枝叶对大气颗粒污染物的阻滞、吸附及固着作用^[4,5],不同类型绿地中及道路绿带后的 TSP 含量均较对照地段小。其中,在雨后阴天的观测中,不同测点的 TSP 含量及滞尘率均较晴天的观测值低,特别是道路旁对照点阴天的 TSP 含量远低于晴天,说明武钢厂区大气中的颗粒污染物除工业粉尘排放外,交通污染及二次飞扬对大气中 TSP 的分担率较高。

表 2 绿地斑块的滞尘效应

观测地点 Observation location	总悬浮颗粒含量 (mg/m ³) Content of TSP		滞尘量(mg/m ³) Amount of dust Retention		滞尘率(%) Percentage of dust Retention	
	晴天	阴天	晴天	阴天	晴天	阴天
	Sunny day	Cloudy day	Sunny day	Cloudy day	Sunny day	Cloudy day
防护林 Shelter forest	1.53	1.51	1.31	0.96	46.1	38.9
专类园 Special plantation	2.67	2.37	0.17	0.10	6.0	4.0
观赏草坪 Ornamental turf	2.34	2.20	0.50	0.27	17.6	10.9
铺装地段(对照)Concrete covering land(Control)	2.84	2.47	—	—	—	—
多行复层绿带后 Behind the multirow and multilayer greenbelt	1.64	0.91	2.54	0.78	60.8	46.2
单行乔木绿带后 Behind the single row tree-belt	2.54	1.44	1.64	0.25	39.2	14.8
道路旁(对照)Road side(control)	4.18	1.69	—	—	—	—

从不同类型绿地的滞尘效果看(表 2),无论是晴天还是阴天,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%,这与两种绿地较高的绿量有密切的关系(表 1),由于多行复层绿带和防护林均为乔灌木结合的复层结构,且总盖度达 95%以上,疏透度极低,说明绿地的滞尘作用明显,可减少粉尘的二次飞扬和对交通污染物的阻滞。而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%。单行乔木绿带的滞尘率为 14.8%~39.2%,尽管不如多行复层绿带,但由于直接对交通污染起阻滞作用,且在交通引起的颗粒物污染严重的晴天滞尘效果较好,因而在厂区环境建设中也起着重要的作用。

3 讨论

武钢厂区绿地景观总面积为 137.98hm²,绿地覆盖率达 15.41%,且斑块数目多,破碎化程度高,体现了工业区见缝插绿的绿化特点。以道路绿带为骨架、成片防护林和观赏绿地为中心,将各分厂绿地连接成四大绿化区域的武钢厂区绿地系统已初步形成。其中,以乔木树种为主的防护林斑块平均平面大,集中成片,滞尘率达 38.9%~46.7%,对改善厂区环境质量极为有利^[2,4,5]。但防护林斑块数目少,面积也只占绿地总面积的 1/5 和厂区总面积的 3.12%,对于以调节气候、净化大气污染为主要功能的工业区绿地来讲^[4],有必要进一步提高防护林斑块的优势度。专类园及观赏草坪斑块优势度最小,滞尘率也较低,分别为 4.0%~6.0%和 10.9%~17.6%,但专类园植物组成丰富、季相变化明显、景观效果好,观赏草坪平均面积大、且主要分布在主体厂前,具有极好的美学价值和观赏效果。道路绿带在绿地景观中占绝对优势,斑块数目多、面积比率高、破碎化程度高、分布范围广,且多行复层绿带和单行乔木绿带的滞尘率分别达 46.2%~60.8%和 14.8%~39.2%,因而在构建厂区绿色廊道网络、阻滞交通污染上起着重要的作用。但新建厂区道路乔木层盖度较低,部分路基较窄的主干道及铁路线上行道树带仍不完善,多行复层绿带的比例还不高,道路绿化建设仍是武钢厂区绿地系统建设的重点。

参考文献

[1] Gunn J M. Restoration and Recovery of an Industrial Region. New York: Springer-Verlag., 1995. 1~153.

[2] Li T S (李团胜). Construction of urban landscape ecology. *Urban Envir. & Urban Ecol* (in Chinese) (城市环境与城市生态), 1996, **9**(3): 34~37.

[3] Chen Z X (陈自新). City greening and the sustainable of city development. *Chinese Landscape Architecture* (in Chinese) (中国园林), 1998, **14**(5): 4~5.

[4] Gu Y J (顾泳吉), Liu H G (刘宏钢), Song Y C (宋永昌). The role of forest belt for improving environment in Factory Area. *Urban Envir. & Urban Ecol*. (in Chinese) (城市环境与城市生态), 1989, **2**(3): 1~4.

[5] Zhang X X (张新猷), Gu R Z (古润泽), Chen ZX (陈自新), et al. Dust removal by green areas in the residential quarters of Beijing. *J. Beijing For. Univ.* (in Chinese) (北京林业大学学报), 1997, **19**(4): 12~17.

[6] Wei B (魏斌), Wang J X (王景旭), Zhang T (张涛). Improvement of assessment methods for ecological effect of urban Greenland. *Urban Envir. & Urban Ecol*. (in Chinese) (城市环境与城市生态), 1997, **10**(4): 54~55.

[7] Gao J (高峻), Yang M J (杨名静), Tao K H (陶康华). Analyzing the pattern of urban green features in Shanghai. *Chinese Landscape Architecture*. (in Chinese) (中国园林), 2000, **16**(1): 53~56.

[8] Yu K J (俞孔坚), Li D H (李迪华), Peng J F (彭晋福), et al. Landscape accessibility as a measurement of the function of urban green system. *City Planning Review* (in Chinese) (城市规划), 1999, **23**(8): 8~11.

[9] Li Z (李贞), Wang L R (王丽荣), Guan D S (管东生). Landscape heterogeneity of urban vegetation in Guangzhou. *Chin. J. Appl. Ecol*. (in Chinese) (应用生态学报), 2000, **11**(1): 127~130.

[10] Xiao D N (肖笃宁), Zhao Y (赵羿), Sun Z W (孙中伟), et al. Study on the variation of landscape pattern in the west suburbs of Shenyang. *Chin. J. Appl. Ecol*. (in Chinese) (应用生态学报), 1990, **1**(1): 75~84.

[11] Tian Q F (田奇凡), Yan H P (阎海平), Liu Y (刘燕), et al. A study on the landscape pattern of Xishan National forest Park. *J Beijing For. Univ.* (in Chinese) (北京林业大学学报), 1994, **16**(3): 8~15.

[12] Chen L D (陈利顶), Fu B J (傅伯杰). Analysis of impact of human activity on landscape structure in Yellow River delta—A case study of Dongying region. *Acta Ecologica Sinica* (in Chinese) (生态学报), 1996, **16**(4): 337~344.

[13] Wu B (吴必达). *Environmental Monitoring Technologies* (in Chinese). Beijing: Chinese Environmental Science Press, 1995. 128~130.