

基于 GIS 的武钢工业区绿地景观适宜度评价

李海防^{1,2}, 周志翔¹, 郑文俊¹, 付成华¹

(1 华中农业大学 园艺林学学院, 湖北 武汉 430070; 2 中国科学院 华南植物园, 广东 广州 510650)

摘要:以武钢工业区绿地景观为研究对象,筛选具有稳定性、主导性、可操作性的景观适宜度评价指标,构建绿地景观适宜度评价指标体系;在绿地 GIS 基础上,从绿地的环境适宜性、环境协调性、生态功能、美学功能 4 个方面对武钢工业区园林绿地进行适宜度评价。结果表明,在武钢工业区 100 个绿地斑块中,适宜的斑块有 25 块,占总数的 25%;基本适宜的斑块有 59 块,占总数的 59%;不适宜的斑块有 16 块,占总数的 16%。说明在武钢工业区已建绿地斑块中,一些绿地还存在着大气污染严重、土壤硬度较大、土壤厚度较薄、噪音污染重、人口密度高、郁闭度小、可达性低、斑块叶面积指数小、斑块面积小、斑块连接度较低、树种数较少、季相变化树种少等问题。

关键词:适宜度评价;景观环境;景观功能;工业区

中图分类号:S727.28

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2007)04-0051-05

GIS-Based Evaluation on the Suitability of Greenland Landscape in Wugang Industrial Region

LI Hai-fang^{1,2}, ZHOU Zhi-xiang¹, ZHENG Wen-jun¹, FU Cheng-hua¹

(1 College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agric. Univ., Wuhan 430070, China;

2 South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract:The relationships between the landscape type of greenland, landscape environment and landscape function were investigated in this study based on methods from landscape ecology. A system for landscape suitability assessment indicators was constructed in terms of stability, dominance, effectiveness, ecological function, and aesthetics. Results showed that among the 100 greenland patches in Wugang industrial region, patches with high suitability accounted for 25%, patches with medium suitability 59%, and patches with low suitability 16%. It also detected some patches characteristic of flaws such as heavily polluted air, high soil hardness, thin soil, strong noises, high population density, low crown density, low accessibility, small leaf area index, low connectivity, and less tree species and species with seasonal aspect.

Key words:suitability analysis; landscape environment; landscape function; industrial region

城市园林绿地在改善城市环境质量、维持城市生态平衡、美化景观和维护居民身心健康等方面起着其他城市设施不可替代的生态服务功能。随着现代城市生态环境问题的日益突出,以改善城市生态环境、美化城市景观为目标的城市绿地系统建设,已成为当前城市建设及可持续发展战略的重要内容。

然而,由于目前我国大多数城市结构均以人及其社会经济要素的流转为中心而构建,绿地景观存在布局不合理、可达性低、生态结构简单、生态服务功能低、树种配置不合理等问题^[1-3]。

适宜度(suitability)是一定土地单元的某种特殊利用方式与其生态环境协调关系的一种量度。在过

收稿日期:2006-09-06

作者简介:李海防(1974—),男,讲师,博士研究生,现工作单位为桂林工学院旅游学院,广西 桂林 541004, E-mail: lihai-fang518@yahoo.com.cn

基金项目:湖北省科技攻关项目(2002AA201C57)

去园林绿地适宜度评价中,在设计理念上主要从美化效果上进行配置,景观环境功能考虑欠缺,缺乏绿地综合效益最优化的景观适宜度评价^[4].实际上,一定面积内绿地的综合效益既与绿地的植物组成、垂直结构等内部因素有关,又与绿地的面积、形状、连接度及总体布局特征有关,还受其所在的功能区性质和环境条件的影响^[5].

1 研究地点与研究方法

1.1 研究地点概况

武汉钢铁公司位于武汉市青山区,东经 114°21' ~ 114°28',北纬 30°35' ~ 30°40',属亚热带湿润季风气候.该公司由武钢工业区(即主厂区)、工业港、生活区等组成,总面积 45.0 km²,其中主厂区面积为 15.6 km²,是一个特大型钢铁生产企业.该公司通过对主厂区的花园式企业建设和道路绿化建设,绿地覆盖率大幅度提高,2000 年主厂区绿化覆盖面积达 218.49 hm²,绿地率达 14.02%,主厂区生态环境明显改善.武钢工业区绿地景观以人工景观占主导地位,有防护林、专类园、游园、观赏草坪、道路绿地等多种景观斑块模式.

1.2 研究方法

1.2.1 适宜度评价指标体系的建立 一定土地单元上绿地景观类型的制约因素,不仅包括园林植物生长发育对各种环境因子的适应性,还包括其与景观环境的协调性及绿地景观美学功能、生态功能的要求.基于以上原则,构建城市园林绿地景观适宜度评价指标体系,包括景观环境和景观功能 2 部分,景观环境包括环境适宜性[SO₂ 浓度、粉尘(TSP)浓度、土壤硬度和土壤厚度]和环境协调性(综合污染指数、人口密度、林分郁闭度和景观可达性^[6]);景观功能包括生态功能[叶面积指数(LAI)、斑块面积和斑块连接度]和美学功能(树种季相变化和树种丰富度).在武钢工业区选取具有代表性的 100 块绿地斑块为研究对象,探讨其园林绿地的景观适宜度.

1.2.2 指标的量化和分级 ①武钢工业区的总体污染状况具有污染源分布较集中,并且风向常年较固定的特点,因此,利用高斯大气污染预测模型^[7-8],以武钢工业区绿地 GIS 为操作平台,对几个污染检测点作回归预测,推算出每一绿地斑块中心点 SO₂ 和 TSP 浓度.根据刘燕云^[9]研究植物急性伤害阈与剂量反应关系,划分了 SO₂、TSP 浓度适宜度等级^[10].②在每一绿地斑块中心附近设置样点,采用

TE-3 型土壤硬度计测定土壤硬度;在绿地斑块中心附近选 3 个点,用铁锹挖土,卷尺测量土壤厚度.③综合污染指数考虑了 SO₂ 浓度、TSP 浓度和噪声对人身心的影响,计算环境综合污染指数.运用公式 $P_j = C_i/C_{ij}$ (式中, C_i 为污染物在环境中的浓度, C_{ij} 为污染物的评价标准)计算 SO₂、TSP 和噪声单一污染环境指数 P_j .其中,SO₂、TSP 浓度分别采用高斯模型预测结果;噪声采用 ND-12 型声级计,在各绿地斑块中心连续测量 60 次,通过公式 $L_{\text{等效}} = 10 \lg \sum_{i=1}^{60} t_i \times 10^{0.1L_i} / T$ (式中, i 表示测量次数, L_i 表示第 i 次测量数据, t_i 表示第 i 次的间隔时间, T 表示总时间)^[11] 计算其等效声值($L_{\text{等效}}$).把 SO₂ 浓度、TSP 浓度和噪声各单一污染物环境质量指数 P_j 加权相加,得综合污染指数.④人口密度用武钢各分厂区在职职工数除以各分厂区面积,各分厂区面积由 ARC/VIEW 软件,在武钢工业区 GIS 中提取.⑤斑块郁闭度采用系统样点法,在标准地内对角线上,按一定水平间距系统布设样点,在每个样点仰望树冠层,最后将所有树冠遮蔽的样点数除以样点数,得标准地的林分郁闭度.⑥景观可达性用各绿地斑块中心点到厂区主干道(路宽 ≥ 7 m)的最短可行距离表示,由 ARC/VIEW 软件,在武钢工业区 GIS 中直接量取.⑦斑块绿量(G ,以 LAI 表示)是在获取主要树种的 LAI 的基础上,利用公式 $G = \sum_{i=1}^n \text{LAI}_n A_n$ (其中: LAI_n 为第 n 个物种的叶面积指数; A_n 为第 n 个树种在每一个斑块中所占面积)^[12] 求 G 值,再除以各斑块总面积,即得斑块 LAI,以此来代表绿量.⑧斑块面积用武钢工业区 GIS 的面积量测工具算出.同时,用 ARC/VIEW 软件中的测量工具测量斑块中心点与最临近斑块中心点间距离,换算成现实距离,代表斑块之间的连接程度.⑨树种丰富度采用逐一进行斑块调查的方法,调查每一个斑块的乔、灌、草种数.从中挑选具有明显的可观花、观有色叶、观果特性的树种,即是季相树种数.

绿地景观适宜度评价指标分级标准见表 1.

1.2.3 评价因子权重的确定 将各绿地斑块在环境适宜性、环境协调性、生态功能和美学功能上不同适宜度等级(适宜、基本适宜、不适宜)分别赋予数值 5、3、1,应用下列权重公式确定权重(W)^[13]:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n D_i \times |I_{ij}|}{\sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^n D_i \times I_{ij} \right]}$$

表1 景观适宜度评价指标分级标准

Tab. 1 The grading standards of landscape suitability index

分级标准	$\rho(\text{SO}_2)/$ the grading standards ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	$\rho(\text{粉尘 TSP})/$ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	土壤硬度 soil hardness/($\text{kN} \cdot \text{cm}^{-2}$)	土壤厚度 soil thickness/cm	综合污染指数(IP) integrated pollution index	人口密度 population density/(人· hm^{-2})
好 high	<1.0	<1.5	<0.15	≥ 15	≤ 2	≤ 40
中 medium	1.0~1.5	1.5~2.0	0.15~0.20	10~15	2~5	40~50
差 low	≥ 1.5	≥ 2.0	≥ 0.20	<10	>5	>50

分级标准	郁闭度 crown density/%	可达性 accessibility/m	叶面积指数 leaf area index	斑块面积 area/ m^2	连接度 connectivity/m	树种丰富度 richness	季相变化 seasonal aspect
好 high	≥ 0.4	≤ 100	≥ 5	≥ 2000	≤ 150	≥ 8	≥ 4
中 medium	0.2~0.4	100~200	1~5	1000~2000	150~200	4~8	2~4
差 low	<0.2	>200	<1	<1000	>200	<4	<2

式中: D 为贡献率, I 为因子负荷量, n 为指标总数, i 为主成分, j 为指标,以上各项评价因子的权重分别为0.414 0、0.256 6、0.220 6、0.108 9。

1.2.4 适宜度综合评价 最后,把赋予值及权重用

公式 $E = \sum_{j=1}^4 C_j W_j$ (式中, E 为适宜度评价值, C_j 为各指标因子赋值, W_j 为各指标权重)^[14-15] 加权叠加,得园林绿地景观适宜度值,进行绿地景观适宜度评价。适宜度评价标准: $E \geq 4.5$ 为适宜, $3.5 \leq E < 4.5$ 为基本适宜, $E < 3.5$ 为不适宜。

2 结果与分析

2.1 景观环境和景观功能评价

从绿地斑块对环境的适宜性分析来看,在调查的100个绿地斑块中,环境适宜的斑块占66%,基本适宜的斑块占23%,不适应的斑块占11%,说明武钢工业区整体环境良好,基本适宜绿地植物的健康生长。从绿地斑块与环境的协调性分析来看,适宜的斑块占总数的15%,基本适宜的斑块占29%,不适应的斑块占56%,表明由于武钢工业区特定的厂区环境限制,空气污染指数较高,人口密度过大,林分郁闭度较低,导致绿地与环境的协调性不高。从绿地斑块对环境的生态功能来看,环境适宜的斑块占57%,基本适宜的斑块占35%,不适应的斑块占8%,表明已建绿地斑块绿量总体较大,绿地能够发挥一定生态效益,实现了厂区绿化的目的。从绿地斑块美学功能来看,环境适宜的斑块占20%,基本适宜的斑块占22%,不适应的斑块占58%(表2)。表明已建绿地斑块美学功能存在严重不足,园林季相效果不明显,在园林配置上存在树种较少,模式单调等问题。

2.2 斑块适宜度特征分析

适宜度综合评价结果表明,武钢工业区绿地景

表2 武钢工业区绿地斑块景观环境和景观功能评价

Tab. 2 Suitability analysis of landscape structure and landscape function of greenland suitability in Wugang industrial region

评价指标 content of suitability analysis	不同适宜度等级斑块比率 patches with different suitability/%		
	适宜斑块 high suitability	基本适宜斑块 medium suitability	不适宜斑块 low suitability
	环境的适宜性 suitability to the environment	66	23
环境的协调性 suitability to the circumstantial harmony	15	29	56
生态功能 ecological function	57	35	8
美学功能 aesthetic function	20	22	58

观中,适宜的斑块占25%,基本适宜的斑块占59%,不适应的斑块占16%。适宜的绿地斑块,具有以下特征:大气污染轻(二氧化硫和粉尘质量浓度最小值均为 $0.0001 \text{ mg}/\text{m}^3$),土壤硬度低(最小值为 $0.0096 \text{ kN}/\text{cm}^2$),土层厚(最大值为35 cm),植物的生境优良;大气环境对人身健康影响较弱,噪声不强;绿地郁闭度大(最大值为0.95),缓冲污染的冲击力强;景观可达性高(最小值为5 m);绿地绿量大,斑块叶面积指数大(最大值为27.634 1),斑块面积大(最大值为 52118 m^2),斑块连接度较高(最小值为10 m),绿地生态功能较强;绿地设计美观,季相树种丰富(最大值为13),随季节不同,可观赏到不同的季相景观。

基本适宜的绿地斑块存在不同的问题:或者大气污染太重,土壤太瘠薄,植物受害严重,不适宜植物的生长;或者绿地郁闭度较低,人们易受污染气体

的冲击,对人身健康不利;或者绿地斑块较偏僻,景观可达性低;或者绿地绿量少,面积小,生态功能发挥不大;或者季相树种太少,季相变化不大,导致景观适宜性程度降低。

不适宜的斑块存在比较严重的问题:大气污染较严重(二氧化硫质量浓度最大值为 2.4378 mg/m^3 ,粉尘质量浓度最大值为 3.9606 mg/m^3),土壤硬度高(最大值为 0.2303 kN/cm^2),土层薄(最小值为 8 cm),植物对环境的适宜性差;绿地郁闭度小(最小值为0)景观可达性低(最大值为 350 m),斑块的环境协调性差;斑块叶面积指数小(最小值为 0.1147)斑块面积小(最小值为 456 m^2)斑块连接度较低(最大值为 320 m),绿地生态功能效益低;树种单调,季相树种不丰富(最小值为0)。

2.3 适宜度等级分布图

应用 ARC/VIEW 软件,用渐进色描绘武钢主厂区园林绿地景观适宜度不同等级斑块分布图(图1)。从图1中可以看出:武钢工业区绿地景观不适宜的绿地斑块主要分布在北部炼铁厂、焦化厂等旧厂区,这些厂区应是武钢后期绿化的重点;适宜的绿地斑块多分布在一号门、硅钢厂、二炼钢、三炼钢、轧钢厂等新厂区,说明钢铁生产工艺在不断改进,厂区绿化建设受到广泛重视,绿地建设水平在不断提高。

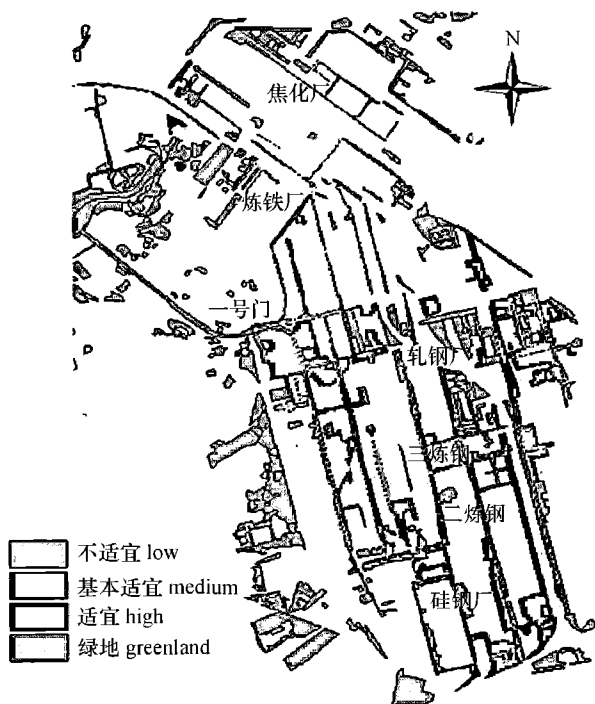


图1 武钢工业区绿地景观适宜度等级分布图

Fig.1 Distribution of landscape suitability in Wugang industrial region

3 讨论

武钢工业区绿地景观适宜度评价表明,在已建绿地斑块中,适宜的斑块较少,基本适宜的斑块数目较多,不适宜的斑块也较少。其主要原因是由于环境的协调性和美学功能较差,降低了景观的适宜性;另外,产业技术水平的限制和社会大环境树种单调的弱点在短时间内难以有所改观。但是,随着园林植物的成长和绿地的不断扩建,绿地整体生态效益会越来越来大,吸纳污染的能力会越来越来强,绿地斑块的适宜性也会不断提高。适宜度高的绿地斑块,应作为工业区园林发展方向的模板,提高景观结构和景观功能适宜度。

武钢工业区环境条件较差,大气污染较重,粉尘沉降厉害,对绿地植物和职工身心健康有重要的影响。这是由生产技术水平决定的,只能靠在绿化规划、绿化设计、绿化管理上有所改进,提高武钢整体绿化水平。在树种的规划上,多应用抗大气污染、耐粉尘沉积的本地种。在树种的配置上,尽量少受社会上“草坪风”的影响,多采用大乔木+灌木+草坪的模式,不仅能阻滞飘尘,改善环境,提高绿视率,而且能遮挡管道、车间、塔架等厂房建筑,达到绿化美化的目的^[16-17]。

在主厂区的园林设计上,应注意少采用有亭、台、廊、广场、草坪这样的设计方案,亭、台、廊、广场和草坪如果建在工业区,会造成人力、物力、财力的巨大浪费,并且达不到供人们休憩的目的^[18]。

最后,在以后的绿化管理过程中,对适宜度不同的绿地斑块,根据不同的缺陷,采取不同的管理技术和管理方法,有针对性地进行建设和管理。土壤坚实度大、土壤厚度薄的地方,栽植树木时,要深挖树穴,施肥换土。噪声超标的斑块要采取高绿篱密集栽植,阻滞噪声。人口密度较大的斑块,要多栽植观赏性强的草本灌木,来活跃职工的精神。郁闭度较低,污染严重的斑块少栽圆锥形、圆柱形树冠的树种,补栽大树冠种。绿地景观优美,但可达性低的绿地,可开辟新的路径,引导人们的进入。绿量低的斑块,随着时间的推移,斑块绿量会逐渐增大,但以小乔木或小灌木为基调的斑块,应注意补栽大乔木、大灌木树种^[19-20]。

参考文献:

- [1] 王如松. 转型期城市生态学前沿研究进展[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 830-840.

- [2] 李贞,王丽荣,管东生. 广州城市绿地系统景观异质性分析[J]. 应用生态学报,2000,11(1): 127-130.
- [3] 周志翔,邵天一,王鹏程,等. 武钢厂区绿地景观类型的空间结构及滞尘效应研究[J]. 生态学报, 2002,22(12):2036-2040.
- [4] 欧阳志云,王如松,符贵南. 生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用[J]. 生态学报,1996,16(2):113-120.
- [5] 况平. 城市园林绿地系统规划中的适宜度分析[J]. 重庆建筑大学学报,1996,18(3):8-14.
- [6] 俞孔坚,段铁武. 景观可达性作为衡量城市绿地系统功能指标的评价方案与案例[J]. 城市规划,1999,23(8):8-11,43.
- [7] 周苏平,赵月. 大气污染预测预报研究[J]. 重庆环境科学,1995,17(5):33-37.
- [8] 薛联芳. 水电工程大气污染预测模型及其应用[J]. 水电站设计,1997,13(3):68-84.
- [9] 刘燕云. 五种作物对SO₂的剂量反应及其急性伤害阈值[J]. 中国环境科学,1989,9(3):183-190.
- [10] 郭莉. 浅谈厂区绿化与植物的运用[J]. 天然气与石油, 2004,22(2):64-66.
- [11] 肖明熙. 工业企业厂界噪声测量中的背景值修正问题[J]. 环境科学与管理,2006,31(2):130-131.
- [12] 王文礼. 绿色容积率:建筑和城市规的一种生态量度[J]. 中国园林,2006,22(9):82-87.
- [13] 丰志勇. 上海市工业园区投资环境评价研究[J]. 长江流域资源与环境,2006,15(3):274-280.
- [14] 钟林生. 乌苏里江国家森林公园生态旅游适宜度评价[J]. 自然资源学报,2002,17(1):71-77.
- [15] 范谦. 生态适宜度评价在开发区环评和环境规划中的应用——以江苏常熟东南开发区为例[J]. 四川环境, 2004,23(2):48-52.
- [16] 王君玫. 煤化工企业绿化树种的选择[J]. 防护林科技, 2004(3):55-56.
- [17] 孙冬云. 工矿厂区绿化规划与植物的合理配置[J]. 现代农业科技,2005(7):73-74.
- [18] 夏红. 从水钢绿化谈老厂区绿化工程设计[J]. 工程建设与设计,2003(8):30-31.
- [19] CHRISTIAENS K. Analysis of uncertainties associated with different methods to determine soil hydraulic properties and, their propagation in the distributed hydrological MIKESHE model[J]. J Hydrol,2001,246:63-81.
- [20] CRESSWELL H P. Functional evaluation of methods for predicting the soil water characteristic[J]. J Hydrol, 2000,227:160-172.

【责任编辑 李晓卉】

(上接第50页)

棟素悬浮剂能否研究成功的关键因素之一。

采用流点法筛选印棟素悬浮剂的乳化剂,对各助剂的配比进行正交试验设计,大大减少了试验次数,且取得了比较好的效果。对印棟素悬浮剂的乳化剂选用阴离子表面活性剂和非离子表面活性剂复配,使本研究的印棟素悬浮剂达到了良好的乳化分散效果。室内拒食活性测定表明,所配的印棟素悬浮剂与目前市场上销售的0.3%印棟素乳油的拒食活性基本相当。

参考文献:

- [1] SAXENA R C. Antifeedants in tropical pest management [J]. Insect Sc Appl, 1986, 8:731-736.
- [2] KOUL O, ISMAN M B, KETKAR C M. Properties and uses of neem [J]. Azadirachta Indica Can J Bot, 1990, 68:1-11.
- [3] 徐汉虹. 杀虫植物与植物性杀虫剂[M]. 北京:中国农业出版社, 2001:175-185.
- [4] 荣晓东,徐汉虹,赵善欢. 植物性杀虫剂印棟素的研究进展[J]. 农药学学报, 2000,2:9-14.
- [5] SANKARAM A V B, MARTHANDAMURTHI M, AKKEWAR D M, et al. Pesticidal dry powder formulation enriched in azadirachtin up to 88% an emulsifiable concentrate enriched up to 30% of azadirachtin and a process for preparing such formulation and concentrate from neem seed/kernel: United States, 5856526 [P]. 1999.
- [6] 赵欣昕,侯宇凯. 农药规格质量标准汇编[M]. 北京:化学工业出版社,2002:411-421.
- [7] 刘步林. 农药剂型加工手册[M]. 2版. 北京:化学工业出版社,1999:303-304.
- [8] 浦恩堂,杨云松,夏宇,等. 50%硫磺·三唑酮悬浮剂配方研究[J]. 云南化工,2004,31(5):43-45.

【责任编辑 李晓卉】