

基于 RS 和 GIS 的乌鲁木齐市城市绿地景观评价研究

刘 萍^{1,2}, 李园园³

(1 武汉大学 系统工程研究所, 湖北 武汉 430072; 2 新疆农业大学 林学院, 新疆
乌鲁木齐 830052; 3 石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832003)

摘要:利用 QuickBird 数据,采用 eCognition 面向对象技术,应用景观生态学原理和方法,对乌鲁木齐市城市绿地景观进行了系统评价研究. 结果表明:乌鲁木齐市绿地景观分布不均匀,新市区最破碎,水磨沟区最完整,附属绿地、居住绿地较破碎;公共绿地、生产绿地、防护绿地较完整,空间分布格局趋向于随机分布;城市绿地景观形状简单,各区绿地廊道分布相差较大. 研究结果对乌鲁木齐市城市绿地建设和生物多样性保护以及 2013 年创建国家级园林城市具有指导意义.

关键词:城市绿地; 景观评价; QuickBird; eCognition; 乌鲁木齐市

中图分类号: S73

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2007)04-0056-04

Evaluation on Greenland Landscape Based on RS and GIS in Urumqi

LIU Ping^{1,2}, LI Yuan-yuan³

(1 Institute of Systems Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2 College of Forestry, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;

3 College of Agriculture, Shihezi University, Shihezi 832003, China)

Abstract: Based on QuickBird remote sensing image, with the application of eCognition object-oriented image classification technique and principles and methods of landscape ecology, urban the greenland landscape in Urumqi was evaluated. The results showed that urban greenland was fragmented and unevenness. Xinshi region was fragmentary while Shuimogou region was integral. Affiliated greenland and residential greenland was fragmentary, while public greenland, production greenland and shelter greenland integral. The urban greenland was nearly randomly distributed and the shape was simple. The corridor density was not even in every region. To construct urban greenland, conserve biodiversity, and build up Chinese Landscape Architecture City of national level in 2013, it was significantly necessary to evaluate the urban greenland landscape in Urumqi.

Key words: urban greenland; landscape evaluation; QuickBird; eCognition; Urumqi

城市绿地是城市景观的重要组成部分^[1],城市绿地对改善城市生态环境、维持城市生态平衡、保护城市生物多样性、优化城市景观格局、加速城市经济发展起着至关重要的作用. 景观生态学为城市绿地景观研究提供了新的思想和方法^[2],遥感(RS)和地理信息系统(GIS)的发展为地面信息快速准确提取提供了强有力的技术手段^[3-4]. 绿地景观信息提取多采用 TM 数据和 SPOT 数据以及人工提取方法^[5-6]. 本文选择乌鲁木齐市主要建成区为研究对象,在 RS

和 GIS 技术支持下,应用景观生态学方法计算城市绿地景观多样性指标,定性定量地评价乌鲁木齐市的城市绿地景观,为乌鲁木齐市城市绿地建设和生物多样性保护以及 2013 年创建国家级园林城市提供参考依据.

1 研究区概况

乌鲁木齐市是新疆政治、经济、文化、科技的中心,地处欧亚大陆腹地,天山中段北麓、准噶尔盆地

收稿日期: 2007-06-03

作者简介: 刘 萍(1964—),女,教授,博士研究生, E-mail: bengtiaoliu@126.com

基金项目: 乌鲁木齐市规划委员会项目(20042090);乌鲁木齐市科技局项目(065D021)

南缘,平均海拔 800 m,三面环山,东南高西北低,气候干燥,降水少,年均降雨量 236 mm,植被稀少,春秋两季较短,冬夏两季较长,寒暑变化明显,年均气温 6.4 ℃,是一个典型的内陆干旱区城市. 地理位置东经 86°37′~88°58′、北纬 42°45′~44°08′,东西长约 190 km,南北宽约 120 km,最宽处 153 km,辖 7 区 1 县,行政区划面积 $1.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,城市规划控制面积 $1.08 \times 10^4 \text{ km}^2$,建成区面积 $1.69 \times 10^2 \text{ km}^2$,全市总人口 208.2 万^[7],本研究区主要以沙依巴克区、天山区、水磨沟区和新市区 4 个建成区组成,面积 $1.57 \times 10^2 \text{ km}^2$.

2 材料与方法

2.1 数据来源

数据获取是选用 2002 年 8 月 25 日的 QuickBird 遥感数据,其全色波段的空间分辨率为 0.61 m,多光谱波段的空间分辨率为 2.44 m,结合乌鲁木齐市 1:10 000 的地形图和 2000—2004 年间的航空遥感影像集等非遥感数据. 遥感数据处理采用遥感图像处理系统 ERDAS IMAGINE 8.7 进行. 遥感影像信息分类提取采用 eCognition 软件,采用基于多尺度分割的面向对象的技术方法,通过对影像进行多尺度分割,建立图像对象,使用成员隶属度的模糊分类方法,对影像进行分类,从而对城市绿地信息进行计算机快速自动提取和分类^[8].

2.2 研究方法

采用景观格局分析方法,选用多样性指数、最大多样性指数、优势度指数、均匀度指数、斑块密度指数、绿地廊道密度指数、最小距离指数、分维数指数等对乌鲁木齐市绿地景观进行分析评价.

2.2.1 景观多样性指数(H) 景观多样性指数由景观类型的丰富度和均匀度组成,其值的大小反映了景观要素的多少和各景观要素所占比例状况. 当景观由单一要素构成时,景观是匀质的(homogeneous),不存在景观多样性问题,其景观多样性指数为 0;若各种景观类型所占比例相等时,则其景观多样性指数最高,若各种景观类型所占比例差异增大时,则多样性指数降低. 景观类型多样性指数按 Shannon-Wiener 公式计算,计算公式为:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i,$$

$$H_{\max} = \log_2 n,$$

式中, H 为景观多样性指数, P_i 是第 i 种景观类型占总面积的比, n 是绿地景观类型总数, H_{\max} 为景观类型所占比例相等时景观拥有的最大多样性指数^[9].

2.2.2 优势度指数(D) 优势度(dominance)主要描述景观由少数几个主要的景观要素控制的程度. 其值越大,说明景观中某个要素或少数要素占优势;

其值越小,表示景观中各要素所占比例大致相当;当 D 为 0 时,表示景观中各要素所占比例相等,景观完全均质. 计算公式为:

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i,$$

式中, H_{\max} 、 P_i 、 n 的含义同 2.2.1^[9].

2.2.3 均匀度指数(E) 均匀度(evenness)指数表征景观中不同景观类型分配的均匀程度,介于 0~1 之间. 当整个景观中只有一个斑块时,均匀度指数为 0;整个景观分布极不均匀时,均匀度指数也接近于 0;当整个景观类型极其均匀分布时,均匀度指数为 1. 计算公式为:

$$E = (H/H_{\max}) \times 100\%,$$

式中, H 、 H_{\max} 的含义同 2.2.1. D 和 E 呈负相关^[9].

2.2.4 破碎化指数 破碎化指数是描述景观里某一景观类型在给定时间里和给定性质上的破碎化程度,用斑块密度指数表示. 斑块密度指数即斑块个数与面积的比值,即每平方千米面积里的斑块数,反映景观的破碎化程度,同时也反映景观空间异质性程度,指数越大,破碎化程度越高,空间异质性也越高,斑块密度指数大于 0,无上限. 计算公式为:

$$C_i = n_i/A_i,$$

式中, C_i 为第 i 种景观类型的斑块密度, n_i 为第 i 种景观类型的斑块数, A_i 为第 i 种景观类型的面积^[10-11].

2.2.5 绿地廊道密度指数 单位面积内绿色廊道长度即为绿地廊道密度指数,一般来说,绿地廊道密度高低,表明绿地之间可能的连接度的好坏,同时从一个侧面反映了绿地格局的合理程度. 计算公式为:

$$C_j = L_j/A_j,$$

式中, C_j 为第 j 个城区绿地廊道密度, L_j 为第 j 个城区绿地廊道长度, A_j 为第 j 个城区的面积^[10-11].

2.2.6 景观斑块最小距离指数 景观斑块最小距离指数是指用景观间的距离来构造的指数. 最小距离指数用来检验景观斑块是否服从随机分布,同时,也可以用来反映景观斑块集聚程度和分离程度,是用来测度景观空间格局的重要指数之一. 一般来说,其值大,反映出同类型斑块间相隔距离远,分布较分散;反之,说明同类型斑块间距离近,呈团聚分布. 计算公式为:

$$N_{\min} = N_{\text{mean}}/N_{\text{exp}},$$

式中, N_{\min} 是最小距离指数, N_{mean} 是斑块与其最近相邻斑块间的平均最小距离, N_{exp} 是在假定随机分布的前提下 N_{mean} 的期望值. N_{mean} 和 N_{exp} 的计算式如下:

$$N_{\text{mean}} = \sum_{i=1}^{n_i} N_i/n_i,$$

$$N_{\text{exp}} = 1/(2 \sqrt{C_i}),$$

式中, N_i 是第 i 种景观类型中各斑块与其最近相邻斑块间的最小距离, n_i 是第 i 种景观类型的斑块数, C_i 是第 i 种景观类型的斑块密度. 若 N_{\min} 的取值为 0, 则格局为完全团聚分布; 若 N_{\min} 取值为 1, 则格局为随机分布; 若 N_{\min} 取其最大值 2.149, 则格局为完全规则分布^[10-11].

2.2.7 景观分维数指数 景观分维数指数表示具有不规则形状对象的复杂性, 用来测定形状的复杂程度. 分维几何中斑块面积和周长的关系被定义为

$$P = KA^{F_d/2},$$

对于单个正方形而言, 常数 K 等于 4, 则

$$F_d = 2\lg(P/4)/\lg A,$$

式中, F_d 表示分维数, P 为斑块周长, A 为斑块面积, F_d 的理论范围为 1.0 ~ 2.0, 1.0 代表形状最简单的正方形周边, 2.0 代表同等面积下边界最为复杂的斑

块周边^[10-11].

3 结果与分析

3.1 景观多样性指数评价分析

从表 1 可见: 乌鲁木齐市绿地景观多样性指数为 1.98, 最大多样性指数为 2.58, 沙依巴克区和新市区 6 种绿地类型都具备, 所以绿地景观多样性指数高于水磨沟区、天山区; 各区绿地景观多样性指数比最大多样性指数小, 说明各区绿地斑块面积大小分布不太均匀, 从均匀度指数各区都在 0.75 ~ 0.78 之间也说明这一点; 优势度都小于 0.65, 说明各区尽管没有哪一种绿地类型占绝对优势, 但绿地类型分布不均匀, 各区景观多样性指数略有差异, 优势度指数和均匀度指数基本一致.

表 1 绿地景观多样性指数

Tab. 1 The greenland landscape diversity index

指数 index	水磨沟区 Shuimogou region	天山区 Tianshan region	沙依巴克区 Shayibake region	新市区 Xinshi region	乌鲁木齐市 Urumqi
多样性指数 diversity index	1.76	1.82	1.93	1.98	1.98
最大多样性指数 max. diversity index	2.32	2.32	2.58	2.58	2.58
优势度指数 dominance index	0.56	0.50	0.65	0.60	0.60
均匀度指数 evenness index	0.76	0.78	0.75	0.77	0.77

3.2 景观破碎化指数评价分析

对于城市绿地景观而言, 景观破碎化程度的高低, 一方面反映城市绿地对于城市生物多样性维持和保护贡献的大小, 一般来说, 在绿地景观面积相等的情况下, 破碎化程度越高, 绿地斑块单元越小, 对生物多样性保护越不利; 另一方面, 景观破碎化程度的高低, 还表示城市绿地功能的高低, 景观破碎化程度越高, 绿地景观单元的功能越单一. 从表 2 可以看出, 乌鲁木齐市绿地景观平均斑块密度为 1 308.97 块/km², 而沙依巴克区最大 (1 803.78 块/km²), 水磨沟区最小 (980.68 块/km²), 说明沙

依巴克区绿地破碎, 水磨沟区绿地斑块相对较完整. 乌鲁木齐市各种绿地类型中, 居住绿地景观最破碎, 其斑块密度指数为 2 532.43 块/km², 其次为道路绿地破碎, 再其次为附属绿地破碎, 其破碎化指数都超过乌鲁木齐市平均值, 公共绿地、生产绿地景观最完整, 其斑块密度分别为 70.00、80.52 块/km², 说明城市公园和苗木生产基地主要以大型绿地斑块形式存在, 而居住绿地、附属绿地、道路绿地主要以小型斑块形式存在. 因此, 乌鲁木齐市在创建国家级园林城市过程中, 要加强大块连片各种绿地类型的建设.

表 2 绿地景观斑块密度指数

Tab. 2 Greenland landscape patch density index

景观类型 landscape type	水磨沟区 Shuimogou region	天山区 Tianshan region	沙依巴克区 Shayibake region	新市区 Xinshi region	乌鲁木齐市 Urumqi
附属绿地 affiliated greenland	1 666.43	1 146.17	1 609.30	1 670.92	1 498.89
居住绿地 residential greenland	2 051.12	2 690.64	3 202.08	2 253.92	2 532.43
公共绿地 public greenland	42.59	95.70	72.98	89.77	70.00
道路绿地 roadside greenland	3 264.07	2 675.24	2 297.50	1 224.12	1 834.40
防护绿地 shelter greenland	315.09	179.37	480.94	177.45	245.18
生产绿地 production greenland	0	0	404.41	40.69	80.52
均值 mean	980.68	1 044.88	1 803.78	1 424.86	1 308.97

3.3 景观绿地廊道密度指数评价分析

廊道一方面将景观不同部分分开,另一方面又将景观另外某些不同部分连接起来。绿地廊道不仅具有生态功能,而且还具有游憩功能和经济功能。乌鲁木齐市各区绿地廊道分布相差较大,新市区狭长,一直向北延伸,交通道路长,相应绿地廊道也长,其廊道密度指数为 $1.090 \text{ km}/\text{km}^2$,其次为新市区,其廊道密度指数为 $1.000 \text{ km}/\text{km}^2$,再其次是天山区,其廊道密度指数为 $0.730 \text{ km}/\text{km}^2$,水磨沟区的绿地是集中分布,绿地廊道相应较短,为 $0.702 \text{ km}/\text{km}^2$ 。

3.4 景观最小距离指数评价分析

表3结果表明乌鲁木齐市各绿地类型景观分布格局为:各区附属绿地都接近随机分布,水磨沟区和新市区居住绿地呈随机分布,天山区和沙依巴克区居住绿地呈规则分布,新市区道路绿地趋于随机分布,其他区呈规则分布,公共绿地和防护绿地都不同程度地趋于团聚分布,形成了许多绿化服务盲区,难以满足市民游憩的需要,沙依巴克区生产绿地趋于随机分布,新市区生产绿地趋于完全规则分布,水磨沟区和天山区没有生产绿地。乌鲁木齐市绿地景观斑块总的空间分布格局趋向于随机分布。

表3 绿地景观最小距离指数
Tab.3 Greenland landscape nearest distance index

景观类型 landscape type	水磨沟区 Shuimogou region	天山区 Tianshan region	沙依巴克区 Shayibake region	新市区 Xinshi region	乌鲁木齐市 Urumqi
附属绿地 affiliated greenland	0.888 3	0.807 7	0.924 2	0.881 5	0.435 0
居住绿地 residential greenland	1.063 9	1.398 1	1.396 3	1.052 6	0.601 9
公共绿地 public greenland	0.117 4	0.446 4	0.150 0	0.178 9	0.123 1
道路绿地 roadside greenland	1.801 3	1.567 7	1.220 4	1.072 8	0.614 6
防护绿地 shelter greenland	0.325 4	0.301 8	0.703 7	0.695 4	0.281 0
生产绿地 production greenland			0.807 1	2.00	1.079 1

3.5 景观分维数评价分析

乌鲁木齐市各绿地类型景观的分维数都较低,说明城市绿地景观斑块形状简单。分维数最高的是防护绿地和公共绿地,其分维数分别为1.178 2、1.150 8,附属绿地、居住绿地和道路绿地受规则的房屋和道路等影响,绿地斑块多为规则式,故分维数较低,分别为1.141 2、1.129 0、1.136 6,而生产绿地则多是规则的斑块,故其分维数最低,为1.110 8。

4 结论

运用景观生态学理论和方法,借助RS和GIS技术,对城市绿地景观格局进行分析研究认为,乌鲁木齐市绿地分布不均匀,斑块极其破碎,空间分布格局趋向于随机分布,城市绿地景观形状简单,各区绿地廊道分布相差较大。总之,乌鲁木齐市各区之间绿地不平衡,居住绿地、附属绿地、道路绿地破碎,主要以见缝插绿形式存在,生产绿地、防护绿地少,难以满足城市绿地发展对苗木生产的需求和城市生态安全的需要,建议扩大城市外围生产绿地和防护绿地,适当增加和连片城市内部居住绿地、附属绿地和道路绿地,适当增加街头公共绿地,更合理地构建城市绿地格局,更优发挥城市绿地生态功能。

参考文献:

[1] 何兴元,陈伟,徐文铎,等. 沈阳城区绿地生态系统景观结构与异质性分析[J]. 应用生态学报,2003,14(12): 2085-2089.

[2] 刘茂松,张明鹏. 景观生态学——原理与方法[M]. 北京:化学工业出版社,2004:43.

[3] AKIKO Harayama, JAQUET J M. Multi-source object-oriented classification of landcover using very high resolution imagery and digital elevation model[C]// Enviroinfo Conference 2004, Geneva, October 21-23, 2004:1-5.

[4] LALIBERTE A S, RANGO A, HAVSTAD K M, et al. Object-oriented image analysis for mapping shrub encroachment from 1937 to 2003 in southern New Mexico[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 93: 198-210.

[5] 吴丽娟,周亮,王新杰,等. 北京城市绿地系统景观多样性分析[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(2): 88-93.

[6] 刘惠明,杨燕琼,罗富和,等. 广州市帽峰山森林景观斑块特征分析[J]. 华南农业大学学报:自然科学版, 2003, 24(2): 54-57.

[7] 咎少平,朱颖,魏月霞. 乌鲁木齐市已建园林绿地系统现状及其特点分析[J]. 干旱区研究, 2006, 23(1): 177-182.

[8] 蒲智,刘萍,杨辽,等. 面向对象技术在城市绿地信息提取中的应用[J]. 福建林业科技, 2006, 33(1): 40-44.

[9] 贾宝全,慈龙骏. 绿洲景观生态研究[M]. 北京:科学出版社, 2003:68.

[10] 车生泉. 城市绿地景观结构分析与生态规划——以上海市为例[M]. 南京:东南大学出版社, 2003: 26-30.

[11] 李园园,刘萍,杨辽,等. 乌鲁木齐市绿地景观格局及其生态建设初探[J]. 西南林学院学报, 2006, 26(1): 40-44.