

基于 GIS 技术的城市绿地景观格局动态变化¹⁾

——以哈尔滨市主城区为例

刘铁冬

(东北林业大学 哈尔滨 150040)

张佳佳

(北京山水风景景观规划设计有限公司)

李羽佳

(东北林业大学)

摘 要 以哈尔滨市香坊区、南岗区、道里区、道外区为研究对象,以 2005 年和 2011 年的 QuickBird 高分辨率遥感影像为数据源,经过 Erdas Imagine 9.0 软件的校正配准、裁切等处理后,在 ArcGIS 10 软件的支持下对研究区两个时段的绿地信息进行提取、赋值,并制作成专题图。在 Fragstats3.4 软件支持下,对绿地面积、斑块数、斑块平均面积、单一景观类型动态度、斑块密度、多样性指数、优势度指数、均匀度指数、人均公园绿地面积、绿地率等指标进行研究。结果表明哈尔滨市绿地面积不足、绿地率和人均公园绿地面积低、绿地分布不均衡等。

关键词 GIS;城市绿地;景观格局;哈尔滨市

分类号 S757.4

Urban Green Space Landscape Pattern Dynamic Based on GIS—the Case of Harbin Main City Zone/Liu Tiedong(Northeast Forestry University, Harbin 150040, P. R. China); Zhang Jiajia (Beijing Shanshuifeng Landscape Planning and Design Co., Ltd.); Li Yujia (Northeast Forestry University) // Journal of Northeast Forestry University. - 2014 42(8). - 65 ~ 68 74

Taking Xiangfang District, Nangang District, and Daowai District in Harbin as study zones, with all data based on 2005 and 2011 Quick Bird high resolution imagery, we used Erdas Imagine 9.0 software with registration correction, cropping to extract and assign two periods of green land information by ArcGIS 10, and make them into thematic maps. With Fragstats3.4 software support, we studied the green area, the number of patches, mean patch area, a single dynamic degree of landscape types, patch density, diversity index, dominance index, evenness index, the per capita green area parks, green rate and other indicators. In Harbin, the green land is lack of quantity, greening rate and per capita parkland rate is low, and the green land distribution is uneven.

Keywords GIS; Green land; Landscape pattern; Harbin

DOI:10.13759/j.cnki.dlxb.2014.08.014

城市绿地系统是城市生态系统的重要组成部分^[1],是完善城市生态功能和维持自然生态平衡的关键要素,也是衡量城市居民生活环境的重要标志,其布局合理与否直接影响到城市生态环境、景观效果以及城市的可持续发展^[2-7]。

城市绿地系统规划的研究开始于 19 世纪末英国学者霍华德的“田园城市”理论,之后出现了“卫星城镇”理论、“邻里单位”理论、“机械城市”理论、“有机疏散”理论;二战后,英国实施了环形绿地规划模式和绿地网络(系统)模式,美国华盛顿和丹麦哥本哈根实施了楔形绿地发展模式^[8-10]。我国的绿地系统研究和实施工作起步于 20 世纪 50 年代,多是借鉴前苏联的经验与理论,城市绿化工作发展较慢。1990 年,钱学森提出了“山水城市”。1992 年,国务院颁布了《城市绿化条例》。同年,我国开展了“国家园林城市”创建活动,绿地系统规划建设逐渐融入了生态理论和风景建筑学理论,GIS 技术逐渐在北京、深圳、南京、厦门等城市的绿地研究中

得以应用。2002 年和 2010 年,建设部分别颁布了《城市绿地分类标准》和《城市园林绿化评价标准》,标志着我国绿地系统规划及建设步入了正规化和标准化的道路,极大的推动了我国城市绿地建设^[11-16]。

哈尔滨市的城市绿地系统规划与研究起步于 20 世纪 90 年代末,研究的方法简单、先进的技术手段应用较少,规划成果真正实施的较少。为了改变目前现状、完善和优化哈尔滨市城市绿地系统布局、加快哈尔滨市城市绿化建设的步伐进行了此研究。

1 研究区概况

哈尔滨市地处黑龙江省中南部(125°42′~130°10′E,44°04′~46°40′N),位于松嫩平原东端,是中国东北北部政治、经济、文化、交通、科教、医疗、旅游中心。本研究主要以哈尔滨市主要建成区为对象,包括道外区、香坊区、南岗区、道里区 4 个区,由于 2005 年和 2011 年哈尔滨市行政区划有所不同,为了便于研究和数据分析比较,行政区划以 2011 年为准,即道外区包括原太平区,香坊区包括原动力区。研究范围界定:北起松花江,西至阳明滩大桥,南至城市铁路沿线,东至化工路。研究区总面积为 162.94 km²,其中香坊区面积为 42.05 km²,道里区为 34.70 km²,南岗区为 58.52 km²,道外区为 27.67 km²,且

1) 中央高校基本科研业务费专项资金项目(DLI2BA15);黑龙江省教育厅指导项目(12513028);国家林业局项目(2006BAD03A0404);黑龙江省科技攻关项目(GC10C101)。

第一作者简介:刘铁冬,男,1978 年 12 月生,东北林业大学园林学院,讲师。

收稿日期:2014 年 3 月 16 日。

责任编辑:潘 华。

南岗区的面积最大,而道外区的面积最小。

2 研究方法

研究以2005年和2011年的QuickBird高分辨率卫星影像作为数据源,经过对图像的裁减、几何精校正、辐射校正、融合等处理过程,结合地面调查的结果,运用人工解译的方法提取绿地信息。在ArcGIS10软件的支持下,按照《城市绿地分类标准》CJJ/T 85—2002中的分类方法^[17],将相应绿地类型进行属性赋值,然后将矢量文件转换为GRID格式后与各城区界线叠加制作出专题图(如图1和图2)。



图1 研究区2005年绿地系统布局图

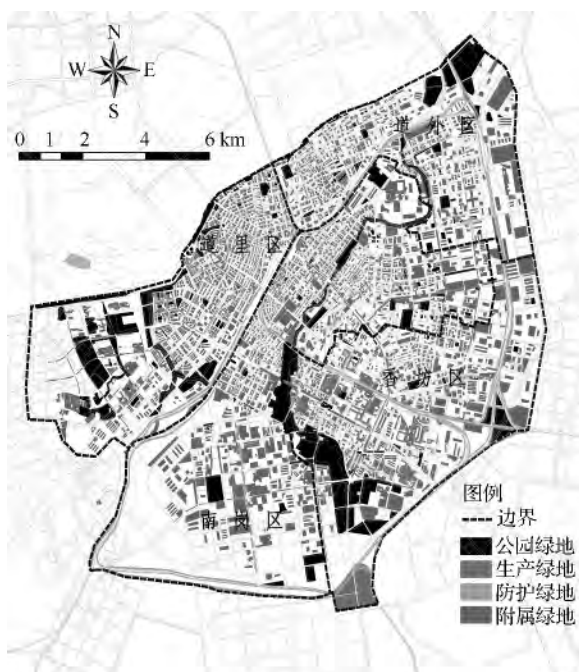


图2 研究区2011年绿地系统布局图

研究基于ArcGIS强大的分析功能和Fragstats3.4软件的计算功能,对绿地面积、斑块数、斑块平均面积、单一景观类型动态度、斑块密度、绿地率、人均公园绿地面积、绿地率、多样性指数、景观优势度指数、均匀度指数均做了计算和比较分析。

3 结果与分析

3.1 绿地面积

在ArcGIS10软件的支持下,将研究区范围内的绿地面积进行统计,结果见表2。

表2 研究区绿地面积统计表

绿地类型	2005年		2011年	
	面积/hm ²	占总绿地面积比/%	面积/hm ²	占总绿地面积比/%
公园绿地	961.94	28.83	1 342.37	32.06
附属绿地	1951.16	58.48	2 420.67	57.83
生产绿地	111.04	3.33	111.04	2.65
防护绿地	312.46	9.36	312.41	7.46
其它绿地	0	0	0	0
总绿地面积	3 336.60	100.00	4 186.49	100.00

研究区绿地总面积2011年比2005年有所增加,增加幅度达到25%;各类绿地面积总量差距较大,按照由高到低的顺序依次为:附属绿地、公园绿地、防护绿地、生产绿地。两个年度附属绿地面积均占总绿地面积的50%以上,公园绿地面积次之,其它绿地面积为0。2005年至2011年,公园绿地和附属绿地面积有所增加,生产绿地面积无变化,防护绿地面积减少0.05 hm²,根据各种数量计算分析,面积减少的原因是遥感数据信息提取时系统误差造成的。

以上分析表明,目前哈尔滨市绿地建设水平不均衡,绿化建设投入不足,新增绿地面积不大,政府部门应更多关注生产绿地和其它绿地的建设。

3.2 斑块数和斑块平均面积

斑块数(P_N)在景观级别上等于所有斑块的总数(即绿地的总数), P_N 数值的大小是对景观异质性和破碎度的简单描述,研究区斑块数见表3。

斑块平均面积(S_{MP}): $S_{MP} = A/N$ 。A为斑块总面积,N为斑块个数。可以用来对比不同绿地的聚集或破碎化程度,直接地能表达出平均每块绿地面积的大小,研究区斑块平均面积见表3。

表3 研究区绿地斑块数和斑块平均面积

绿地类型	2005年		2011年	
	P_N /个	S_{MP} /hm ²	P_N /个	S_{MP} /hm ²
公园绿地	267	4.20	320	5.15
附属绿地	5 810	0.34	6 258	0.39
防护绿地	174	1.80	173	1.81
生产绿地	3	37.01	3	37.01
总计	6 254	43.35	6 754	44.36

从绿地斑块数量方面分析 2005 年和 2011 年,绿地斑块总数增加了 500 个,达到 8.0%,生产绿地和防护绿地斑块数量无变化。两个年度绿地斑块数量由高到低依次为:附属绿地、公园绿地、防护绿地、生产绿地。从绿地斑块平均面积方面来分析,斑块平均面积有所增加,结合斑块数量增加,说明新建绿地单块面积基本大于平均斑块面积。两个年度,斑块平均面积从高到低依次均为:生产绿地、公园绿地、防护绿地、附属绿地。结合绿地斑块数量和斑块平均面积分析,说明生产绿地单块面积较大并且绿地保存较完整,人为影响较小;附属绿地分布较广且零散,在哈尔滨市的绿地系统构成中占有绝对重要的位置。

3.3 单一景观类型动态度

单一景观类型动态度是指某一研究区一定时间范围内某种景观类型面积变化情况。

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: K 是某一景观类型动态度; $U_b - U_a$ 是研究期末和研究期初某一景观类型的面积差; T 研究期末和研究期初的时间差,依据绿地类型的变化动态度能定量地分析研究区绿地类型变化的速度(表 4)。

从绿地单一景观类型动态度分析,2005 年至 2011 年,单一类型绿地动态度中,绿地动态度变化最大的为公园绿地 6.59%,之后为附属绿地 4.01%,生产绿地和防护绿地没有变化。说明 6 a 内,哈尔滨市内新建绿地主要类型为公园绿地和附属绿地,生产绿地和防护绿地没有新建,建议增大生产绿地、防护绿地和其它绿地建设的力度。

3.4 斑块密度

$$P_D = n_i / A_i \quad P_D = n / A$$

式中: n_i 为景观中斑块类型 i 所包含的斑块数量; N 为景观中的斑块总数, A 表示各研究区域的总面积或景观的总面积。其值愈大,景观破碎化程度愈高,

空间异质性愈大,或者说绿地类型多样,它反映了景观空间结构的复杂性,研究区绿地斑块密度见表 5。

从绿地斑块密度来分析,各种类型绿地的斑块密度都有变小的趋势,结合各类绿地面积呈增加或不变状态,分析出新建绿地单块面积较大或者原有小块绿地整合成大块绿地的较多;各个行政区每种绿地斑块密度变化不大,但绿地斑块密度数值差距较大;哈尔滨市各行政区绿地密度由高到低的顺序为:道里区、南岗区、道外区、香坊区;结合以上分析,说明各个行政区绿地总量及绿地类型分布不均衡,也能看出各行政区绿地建设方向及城市规划布局均有较大差别。

表 4 研究区单一类型绿地动态度

绿地类型	2005 年		2011 年		2005—2011 年	
	面积/ hm ²	占总面积/ %	面积/ hm ²	占总面积/ %	变动面积/ hm ²	动态度/%
公园绿地	961.94	28.83	1 342.37	32.06	380.43	6.59
附属绿地	1 951.16	58.48	2 420.67	57.825	469.51	4.01
生产绿地	111.04	3.33	111.04	2.65	0	0
防护绿地	312.46	9.36	312.41	7.46	-0.05	0
合 计	3 336.60	100.00	4 186.49	100.00	849.89	10.60

表 5 研究区绿地斑块密度 个·hm⁻²

绿地类型	年份	香坊区	道里区	南岗区	道外区	总研究区
公园绿地	2005	0.11	0.34	0.47	0.31	0.24
	2011	0.11	0.23	0.41	0.33	0.19
附属绿地	2005	1.64	8.62	2.48	2.54	2.98
	2011	1.58	6.26	2.19	2.04	2.59
防护绿地	2005	0.68	1.41	0.76	1.11	0.56
	2011	0.68	1.38	0.76	1.11	0.55
生产绿地	2005	0.03	—	—	—	0.03
	2011	0.03	—	—	—	0.03
各区指数	2005	0.97	4.89	1.93	1.54	1.86
	2011	0.91	3.04	1.73	1.40	1.56

3.5 绿地信息汇总

通过对研究区各种类型绿地信息的提取与汇总,得到研究区绿地主要信息(见表 6)。

表 6 研究区绿地主要信息汇总

研究区及年份		公园绿地			附属绿地			防护绿地			生产绿地			总 计		行政区 人口/ 万人	绿地 率/%	人均绿 地面积/ m ²	人均公 园绿地 面积/m ²
		面积/ hm ²	斑块 数/个	面积构 成比/%	面积/ hm ²	斑块 数/个	面积构 成比/%	面积/ hm ²	斑块 数/个	面积/ hm ²	斑块 数/个	面积/ hm ²	斑块 数/个	面积/ hm ²	斑块 数/个				
香坊区	2005	349.18	40	29.24	634.17	1 041	53.10	99.97	53	8.37	111.04	3	9.30	1 194.35	1 137	78.40	28.40	15.23	4.45
	2011	456.93	52	32.89	721.16	1 139	51.92	99.95	53	7.20	111.04	3	7.99	1 389.09	1 247	76.52	33.03	18.15	5.97
道里区	2005	178.88	61	38.57	250.17	2 157	53.94	34.75	32	7.49	—	—	—	463.80	2 250	67.80	13.37	6.84	2.64
	2011	406.64	92	49.96	372.61	2 334	45.78	34.72	32	4.27	—	—	—	813.97	2 458	71.01	23.46	11.46	5.73
南岗区	2005	203.96	95	18.98	766.28	1 898	71.32	104.25	58	9.70	—	—	—	1 074.49	2 051	100.10	18.36	10.73	2.04
	2011	240.29	99	19.18	908.22	1 988	72.50	104.25	58	8.32	—	—	—	1 252.76	2 145	99.75	21.41	12.56	2.41
道外区	2005	228.04	71	39.95	298.71	758	52.33	44.04	31	7.71	—	—	—	570.79	860	61.70	20.62	9.25	3.70
	2011	236.46	77	33.93	416.42	849	59.75	44.04	31	6.32	—	—	—	696.92	957	68.75	25.18	10.14	3.44
总研究区	2005	961.94	267	28.83	1 951.16	5 810	58.48	312.46	174	9.36	111.04	3	9.30	3 336.59	6 354	308.00	20.48	10.83	3.12
	2011	1 342.37	320	32.06	2 420.67	6 258	760.93	312.41	174	7.46	111.04	3	7.99	4 186.49	6 754	316.03	25.69	13.25	4.25

2005年至2011年,人均公园绿地面积各行政区均有所变化。其中,道里区、香坊区、南岗区有所提高,道外区有所减少,数量提高的顺序从高到底为:道里区、香坊区、南岗区,道里区人均公园绿地的提高与群力新区新建多个公园有直接关系;各个行政区人均绿地面积均有所提高,数量提高从高到低的顺序为:道里区、香坊区、南岗区、道外区,道里区数值最高与群力新区绿地建设有关;各行政区绿地率均有所提高,并且各行政区绿地率数值相差较悬殊,截止2011年绿地率从高到低为香坊区、道外区、道里区、南岗区,绿地率提高数值从高到低为:道里区、香坊区、道外区、南岗区;防护绿地香坊区和道里区有所减少,其它行政区没有变化,其它类型绿地面积各行政区均有所增加;各行政区总绿地面积和绿地斑块总数均有增加,各行政区各类型绿地斑块数呈不变或者增加的状态。

3.6 多样性指数、优势度指数和均匀度指数

多样性指数(H)是用来度量系统结构组成复杂程度的指数:

$$H = - \sum_{i=1}^n (P_i \ln P_i)。$$

式中: n 为景观中的斑块类型数, P_i 是景观中斑块类型。取值范围为 $H \geq 0$,当整个景观仅由一个斑块组成时, $H=0$;随着斑块类型增加或各斑块类型在景

观中呈均衡化趋势分布, H 值增大,研究区多样性指数见表7。

景观优势度指数(D)是多样性指数的最大值与实际值之间的差值:

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

$$H_{\max} = \ln(m)。$$

式中: P_i 是斑块类型;在景观中出现的概率, m 是景观中斑块类型的总数; H_{\max} 指在各斑块类型所占比例相等的前提下,多样性指数的最大值。 D 值小时,表示该景观是由多个比例大致相等的斑块类型所组成,若 D 值为0,则表明景观中各斑块类型所占比例完全相等,即景观完全匀质,研究区景观优势度指数见表7。

均匀度指数(E):

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = - \sum_{i=1}^n [(P_i \ln P_i) / \ln(m)]。$$

式中: H 是多样性指数, H_{\max} 是其最大值。 E 主要是反映景观斑块面积整体分布的不均匀程度,其取值范围是 $0 < E < 1$ 。当 $E=0$,表明景观仅由一种斑块组成,无多样性;当 E 越接近于1时,景观斑块分布均匀程度亦趋于最大,说明景观中没有明显的优势类型且各斑块类型在景观中均匀分布,研究区均匀度指数见表7。

表7 研究区绿地主要景观指数

指数	香坊区		道里区		南岗区		道外区		总研究区	
	2005年	2011年	2005年	2011年	2005年	2011年	2005年	2011年	2005年	2011年
H	1.122 6	1.095 9	0.894 6	0.810 9	0.782 8	0.756 8	0.903 1	0.848 9	1.007 3	0.975 3
H_{\max}	1.386 3	1.386 3	1.098 6	1.098 6	1.098 6	1.098 6	1.098 6	1.098 6	1.386 3	1.386 4
D	0.263 7	0.290 4	0.287 7	0.287 7	0.341 8	0.341 8	0.195 6	0.249 7	0.379 0	0.411 1
E	0.809 8	0.790 5	0.814 3	0.738 1	0.712 6	0.688 9	0.822 0	0.772 7	0.726 6	0.703 5

从多样性指数分析,各个行政区均呈降低的状态,说明各个行政区绿地结构趋向简单化,结合以上分析的绿地数量和板块数量的增加,表明绿地系统正逐步形成稳定健康的网络;景观优势度方面分析,香坊区道外区呈增加状态,说明以上行政区绿地类型趋向复杂,道里区和南岗区没有变化,说明绿地类型和绿地结构没有变化;从均匀度指数分析,四个行政区均为减少状态,说明各行政区绿地类型趋向于单一化、稳定化。

4 结论与讨论

哈尔滨市绿地总面积呈大幅度增加状态,附属绿地占总绿地面积的50%以上。绿地斑块总量呈增加状态,生产绿地和防护绿地总面积和斑块数量均未发生变化。附属绿地分布分散并且分布较广,是哈尔滨市绿地系统中重要的绿地类型,但绿地系

统布局趋向简单化、系统化,绿地类型趋向复杂化,绿地结构趋向稳定化。

哈尔滨市近年公园绿地面积增加最多,生产绿地和防护绿地无变化,近年哈尔滨市新建绿地单块面积较大,原有小块绿地正逐步整合成大块绿地。

哈尔滨市各行政区绿地密度差距较大,各行政区绿地密度由高到低的顺序为:道里区、南岗区、道外区、香坊区,绿地面积呈增加状态,人均公园绿地面积和人均绿地呈增加状态。

绿地分布不均衡,人均公园绿地面积、人均绿地面积、绿地率指标相差较大,新建绿地投资方向差异较大。

研究区2011年的绿地率为26.0%,远低于国家园林城市绿地率34.0%的规定,希望哈尔滨市能切实新增市区绿地,加大绿化建设投入,加快国家级园林城市建设的步伐。(下转74页)

- [11] 高志海,李增元,魏怀东,等.基于遥感的民勤绿洲植被覆盖变化定量监测[J].地理研究,2006,25(4):587-595.
- [12] Cai Bofeng, Yu Rong. Advance and evaluation in the long time series vegetation trends research based on remote sensing [J]. Journal of Remote Sensing 2009, 13(6):1170-1176.
- [13] Piao Shilong, Fang Jingyun, Liu Hongyan, et al. NDVI indicated decline in desertification in China in the past two decades [J]. Geophysical Research Letters 2005, 32(6):1-4.
- [14] 薛占金,秦作栋,孟宪文.晋北地区环境特征及其土地沙化机制研究[J].水土保持研究,2011,18(2):98-102.
- [15] 秦作栋,王孟本,薛占金.晋北地区土地沙化现状及其成因分析[J].水土保持研究,2008,15(2):168-172.
- [16] 马义娟,苏志珠.晋西北地区环境特征与土地荒漠化类型研究[J].水土保持研究,2002,9(3):124-126.
- [17] Wang X H, Piao S L, Ciais P, et al. Spring temperature change and its implication in the change of vegetation growth in North America from 1982 to 2006 [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 2011, 108(4):1240-1245.
- [18] Slayback D A, Pinzon J E, Los S O, et al. Northern hemisphere photosynthetic trends 1982-99 [J]. Global Change Biology, 2003, 9(1):1-15.
- [19] Stow D, Daeschner S, Hope A, et al. Variability of the seasonally integrated normalized difference vegetation index across the North slope of Alaska in the 1990s [J]. International Journal of Remote Sensing 2003, 24(5):1111-1117.
- [20] 武志涛.京津风沙源区植被变化及固碳效益研究[D].北京:北京师范大学,2013.
- [21] 李慧静.基于MODIS-NDVI的内蒙古植被变化遥感监测[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2008.
- [22] 李月臣,宫鹏,刘春霞,等.北方13省1982-1999年植被变化及其与气候因子的关系[J].资源科学,2006,28(2):109-117.

(上接68页)

研究区的相关数据和官方公布数据存在差异,主要是研究数据源的分辨率精度和解译存在偏差等现象造成的。克服此现象产生的办法是使用更高精度的数据源,并结合准确的历史数据进行矢量化会使误差变得更小,数据变得更加翔实准确。

参 考 文 献

- [1] 李锋,王如松.城市绿地系统的生态服务功能评价、规划与预测研究:以扬州市为例[J].生态学报,2003,23(9):1929-1936.
- [2] 张佳佳.哈尔滨市城区绿地系统格局动态研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2013.
- [3] 刘铁冬.四川省杂谷脑河流域景观格局与生态脆弱性评价研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [4] 李正国,王仰麟,张小飞,等.陕北黄土高原景观破碎化的时空动态研究[J].应用生态学报,2005,16(11):2066-2070.
- [5] 张凯云,王浩,费文君.基于功能适宜性评价的城市防灾避险绿地体系规划:以河北迁西防灾避险绿地体系规划为例[J].林业科技开发,2012,26(2):119-123.
- [6] 熊和平,陈新.城市规划区绿地系统规划探讨[J].中国园林,2011,27(1):11-16.
- [7] 郭春华,李宏彬,肖冰,等.城市绿地系统多功能协同布局模式研究[J].中国园林,2013,29(6):101-105.
- [8] 李永平,段建南,罗益荣,等.基于ArcGIS和小班数据的城市绿地资源动态监管信息系统研究[J].计算机应用与软件,2013,30(5):44-47.
- [9] 束晨阳,张清华.新时期城市绿地系统规划探索:以蓬莱市城市绿地系统规划为例[J].中国园林,2006,22(2):9-14.
- [10] 贺坤,赵杨,刘渊,等.基于生境网络理念的城市绿地系统规划研究:以浙江余姚市中心城区绿地系统规划为例[J].中国农学通报,2012,28(31):305-310.
- [11] 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.
- [12] 谷康,王志楠,李淑娟,等.城市绿地系统景观资源评价与分析:以乌海市城市绿地系统为例[J].西北林学院学报,2010,25(2):177-181.
- [13] 杨立新.编制城市绿地系统规划时应采用软微风玫瑰图[J].中国园林,2013,29(9):65-69.
- [14] 宣功巧.运用景观生态学基本原理规划城市绿地系统斑块和廊道[J].浙江林学院学报,2007,24(5):599-603.
- [15] 刘纯青,李秀云,谷康.基于GIS技术的滦南县绿地系统规划[J].中国园林,2011,27(11):80-83.
- [16] 黄静,赵岩,刘源,等.城市文化在城市绿地系统中的表达:以武安绿地系统为例[J].林业科技开发,2009,23(6):117-121.
- [17] 中华人民共和国建设部.CJJ/T 85-2002 城市绿地分类标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2002.