

基于可达性的沈阳市城市绿地景观格局优化

李俊英,施 拓,闫红伟,金 煜,江明鸣,李 英,尹红岩

(沈阳农业大学 林学院,辽宁 沈阳 110866)

摘 要:城市绿地可达性是影响其使用效率的重要因素,也是城市绿地建设合理性的重要标志。以沈阳市为例,在考虑城市居住用地类型及人口空间分布的基础上,基于 QuickBird 卫星遥感数据和 GIS 空间分析技术,采用基于人口权重的人口重心模型,定量表征与模拟研究区绿地优化格局,并结合缓冲区分析方法对绿地格局优化结果进行了定量分析与评价。结果表明,城市公园绿地面积增幅为 39.9%的情况下城市公园绿地可达人口增加了 104.7%,优化方案中 86.5%的居民均可实现 500 m 可见绿地的目标,通过优化实现了以较少的绿地面积发挥较大的绿地效益。可为城市绿地系统规划提供科学的决策依据与参考。

关键词:风景园林;城市绿地;可达性;模式优化;人口重心模型;沈阳市

中图分类号:S731.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2016)03-0285-06

Accessibility Based Optimization of Green Space Pattern——A Case Study of Shenyang

LI Jun-ying, SHI Tuo, YAN Hong-wei, JIN Yu, GANG Ming-ming, LI Ying, YIN Hong-yan

(College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China)

Abstract: Green space accessibility is an important indicator to evaluate the rationality of green land construction. Taking Shenyang as an example, based on QuickBird imagery and GIS, optimal green land pattern of residential types were quantitatively described and simulated by applying population gravity center model. The results were quantitatively analyzed and evaluated by buffer analysis method. It was found out that when the area of urban parks increased by 39.9%, residents who could access the parks increased by 104.7%. In the optimization plan, residents could access green land within 500 m of their residences, by which limited green spaces could make the greatest benefits for local people. The results of this study would provide references for the scientific decision making for administrators.

Key words: landscape; green space; accessibility; pattern optimization; population gravity center model; Shenyang

城市绿地是城市的绿色基础设施和重要的生命保障系统,对保障可持续的城市环境,维护居民的身心健康有着至关重要的作用^[1-2]。提高绿地使用频率能有效减少因压力导致的疾病发生概率。影响绿地使用频率的重要因素是绿地的可达性^[3-6]。居民是否能够方便地(特别是步行就近到达)享用这种自然的服务是城市环境可持续性的重要指标,既体现绿地资源享用的公平性,也成为评价城市生活质量

的一个重要指标^[7]。在城市用地日趋紧张的情况下,从提高绿地可达性的角度对绿地格局进行优化,使其发挥更大的效益,成为规划设计者最关心的问题,也是城市绿地系统规划的目标之一。

可达性(accessibility)是指居民克服距离、旅行时间和费用等阻力(impedence)到达服务设施或活动场所的愿望和能力的定量表达,是衡量城市服务设施空间布局合理性的一个重要标准^[1]。人们通常

喜欢到距离自己居住地最近的绿地进行娱乐、游憩^[8],而缓冲区分析法是通过计算居民到最近绿地的直线距离来表征可达性水平,因此,该方法是可达性分析中计算简便、最常使用的一种方法。以往国内外关于绿地可达性的研究多是针对绿地可达性现状评价,多停留在定性阶段^[9],基于可达性对绿地格局的优化研究则鲜有报道。以沈阳市为例,在 GIS 技术的支撑下,考虑城市居住用地类型及人口分布的基础上,采用基于人口权重的空间统计分析—质心分析方法(mean center),定量表征与模拟研究区绿地优化格局,并结合缓冲区分析方法对绿地格局优化结果进行定量分析与评价。为城市建设与规划提供科学的依据与参考,为城市其他公共设施的规划布局方法提供有益的借鉴。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

沈阳市地处长白山余脉与辽河冲积平原的过渡地带(122°21′—123°48′E、41°11′—42°17′N),是辽宁省的省会,东北地区的经济、文化、交通和商贸中心,全国的工业重镇和历史文化名城。近年来,城市绿化建设取得了令人瞩目的成果,陆续被评为国家森林城市、园林城市。但绿地总体可达性差^[10]。如何在新一轮绿地系统规划中有针对性地进行绿地格局优化,提高绿地可达性是绿地系统规划亟待解决的问题。本研究以沈阳市城市三环界定研究区范围,包括沈阳市和平区、沈河区、皇姑区、铁西区、大东区 5 个市区全部区域及东陵区、于洪区 2 个郊区部分区域,面积 454.85 km²(图 1)。

沈阳市已建成以北陵公园、南湖公园、万泉公园、青年公园等为代表,包括综合性公园、植物园、儿童公园等多种性质公园在内的城市公园系统,对改善城市生态环境,丰富市民精神文化生活等方面发挥着不可替代的作用。

1.2 数据来源及预处理

研究数据包括沈阳市 2010 年 QuickBird 卫星影像、1980 年地形图(1:100 000)、2009 年行政区划图(1:10 000)、2010 年沈阳市地图(1:210 000)、沈阳市城市规划资料及沈阳市相关统计年鉴。

应用遥感分析软件 ERDASImage 9.2 对沈阳市地形图进行几何校正,利用校正后的地形图及其投影信息对 2010 年 Quikbird 卫星影像进行几何精纠正,RMS 值<0.5 个像元。采用假彩色合成以及边缘锐化增强等遥感图像增强方法对影像进行预处理;用研究区边界图切割影像,得到研究区范围内影

像。在地形图及其他图件的辅助下,根据绿地景观类型及居住用地类型在影像上所表现的特征,包括色彩、色调、植被特征、形状、位置和大小等,确定解译标志。运用 ArcGIS 软件对卫星影像及航空影像进行初步解译,辅以 2010 年沈阳市地图及沈阳市城市规划资料,获得城市绿地类型及居住用地类型矢量图,对于不确定的类型用 GPS 测定位置,进行野外踏查、校正,获得 2010 年城市公园绿地分布图、居住用地分布图和居住景观类型图,通过地形图和实地采点验证,解译精度均达 85% 以上,均达到科研与应用的标准。



图 1 研究区位置示意
Fig.1 Location of study area

1.3 研究方法

1.3.1 绿地选择 居民在游憩活动时倾向于选择面积不少于 2 hm² 的公园绿地^[11],因此,本研究中选择绿地为面积不<2 hm² 的公园绿地(图 2)。

1.3.2 优化目标确定 《国家园林城市标准》中考虑到我国城市绿地的实际建设水平,提出 500 m 见绿的目标。相关研究中也提出,城市绿地系统规划中应实现 500 m 服务半径的全覆盖^[12-13]。结合沈阳市城市绿地建设情况^[11],确定绿地可达性优化目标为提高城市绿地 500 m 可达性水平的人口数量。

1.3.3 待优化区域提取及人口数量统计 基于缓冲区分析法生成公园绿地 500 m 缓冲区,基于空间叠加分析提取位于缓冲区外的居住用地,作为待优化区域。根据可达性优化目标将待优化区域划分为若干个地块单元。为近似模拟 500 m 的出行半径,将研究区基于泰森多边形生成 1 000 m×1 000 m 的方格网,划分为若干 1 km² 的地块。分别统计每个地块的人口密度及人口数量^[14](图 3)。

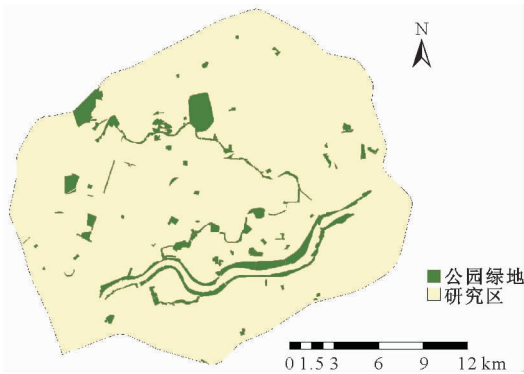


图 2 面积>2 hm² 的公园绿地分布

Fig. 2 Maps of urban parks more than 2 hm²

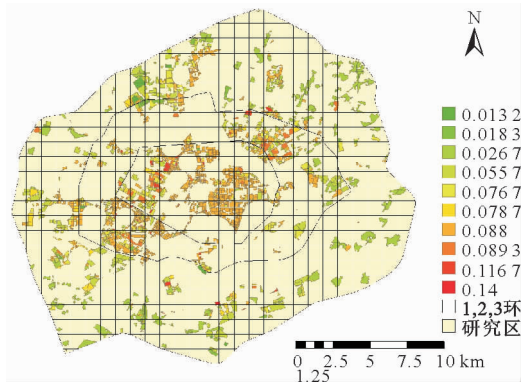


图 3 待优化区域的居住用地空间分布及人口密度

Fig. 3 Maps of residential land poorer than 500 m level accessibility and population density

1.3.4 绿地格局优化 绿地景观格局优化主要任务是确定新增公园绿地位置和面积。面积通过人均公园绿地指标及每个地块的人口数量进行计算,位置的确定则通过人口重心计算实现。

人均公园绿地指标参考现行城市绿化规划建设指标的规定和园林城市标准,人均公园绿地 6 m² 的标准^[15],分别统计每个地块的人口数量。绿地面积采用如下计算公式:

$$Agl=Np \cdot Aglm \tag{1}$$

式中,Agl——公园绿地面积(m²);Aglm——人均公园绿地面积(m²·人⁻¹);Np——人口数量(人)。

考虑到绿地建设的经济性原则,在人口数量较少的区域暂不考虑新增绿地的建设,根据人均公园绿地面积 6 m² 的标准,按公园面积为 2、5、10 hm² 和 20 hm² 几个级别,分别统计每个地块应服务的人口数量(表 1)。

分别提取人口数量在 3 333~8 333、8 333~16 667、16 667~33 333 人及>33 333 人的地块,作为待优化增加绿地面积 2、5、10 hm² 及 20 hm² 的地块(图 4~图 8)。考虑到公园绿地有一定的半径,实际服务面积可能会超过地块面积,因此,公园面积确

定中取公园绿地面积下限,即人口数量为 3 333 人以上、8 333 人以下规划新增公园面积为 2 hm²,人口数量为 8 333 人以上、16 667 人以下规划新增公园面积为 5 hm²,以此类推。以圆形近似模拟公园形状,按公园面积分别为 2、5、10 hm² 和 20 hm²,计算公园半径,确定公园半径分别为 80、126、178 m 和 252 m。

表 1 基于公园绿地面积的人口数量测算

Table 1 Population calculated based on park area

人均公园 面积/(m²·人 ⁻¹)	公园面积 /hm²	人口数量 /人
6	20	33 333
6	10	16 667
6	5	8 333
6	2	3 333

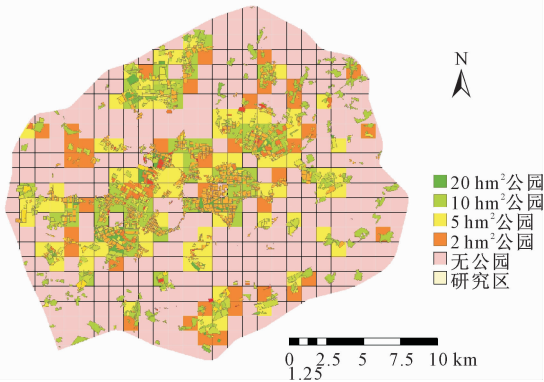


图 4 优化新增绿地面积及所在地块位置示意

Fig. 4 Location an area of new parks

人口重心概念由美国学者沃尔克(F. Walker)于 1874 年首先使用,它可表明地区人口分布的总趋势或中心区位^[16]。基于每个 1 000 m×1 000 m 的地块计算人口重心,即为优化绿地的中心位置。人口重心的计算完全仿照重力的分解与合成法则进行。在实际计算中,运用公式 2 计算:

$$\bar{x}=\frac{\sum x_iw_i}{\sum w_i},\bar{y}=\frac{\sum y_iw_i}{\sum w_i} \tag{2}$$

式中,x_i和 y_i为第 i 个地块几何中心的坐标值,W_i为加在第 i 个地块的权值。此处采用的就是第 i 个地块的人口数。

新增绿地位置通过人口重心计算实现。基于质心分析分别生成每个居住用地地块的质心,再以每个地块的人口数量为权重通过权重质心,计算生成每个地块单元(面积 1 km²)的质心,即为人口重心,也就是优化新增绿地的中心位置。该部分通过 GIS 的空间统计分析功能实现(mean center)。以基于人口重心生成的绿地中心位置为中心,基于缓冲区分析法分别按半径为 80、126、178 m 和 252 m 生成优化新增绿地空间布局图(图 5)。

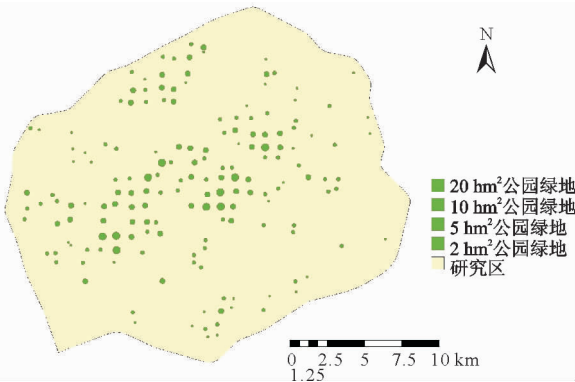


图 5 优化新增公园绿地布局

Fig. 5 Maps of new parks for optimization

基于 GIS 的空间叠加分析功能将新增公园绿地与城市三环分布图及行政区图相叠加,基于属性表操作分别统计新增绿地在城市三环及各行政区的分布及面积(图 8、表 2)。

基于 GIS 的空间叠加分析功能将新增公园绿地与现状公园绿地进行空间叠加,生成绿地格局优化图(图 6),是通过 ArcMap 中 Analysis tools 下的 Union 工具实现的。

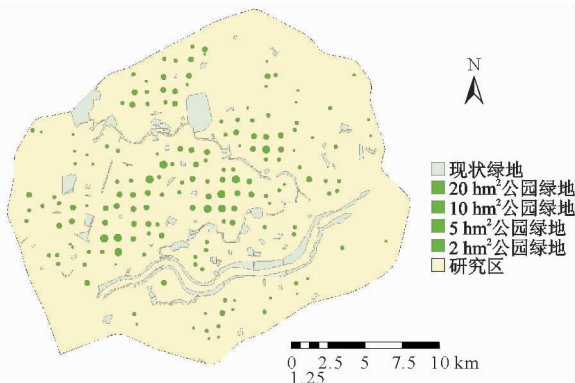


图 6 基于可达性的城市公园绿地优化格局

Fig. 6 Lay out of new parks for optimization based on accessibility

1.3.5 格局优化结果评价 基于缓冲区分析法分别生成距离优化公园绿地 500 m 的缓冲区,将居住用地图层与优化城市公园绿地缓冲区图层进行空间叠加分析,提取可达性水平 500 m 的居住用地(图 7)。基于属性表的统计分析和查询功能,分别统计公园绿地面积 500 m 可达居住用地面积和 500 m 可达人口。

2 结果与分析

2.1 优化绿地区位空间分析

优化新增绿地主要集中在城市一环以内(图 8),而且面积较大的公园也集中分布在此区域。城市一环以内公园面积少,人口密度大(图 3),需新建的公园面积也较大。说明该区域不但是城市环境急需

改善的区域,而且也是城市用地最紧张的区域,如何处理城市建设中的矛盾,成为目前亟待解决的问题。

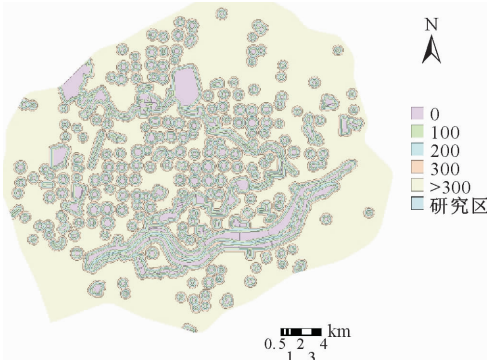


图 7 优化公园绿地可达性水平评价

Fig. 7 Evaluation of accessibility for optimized parks

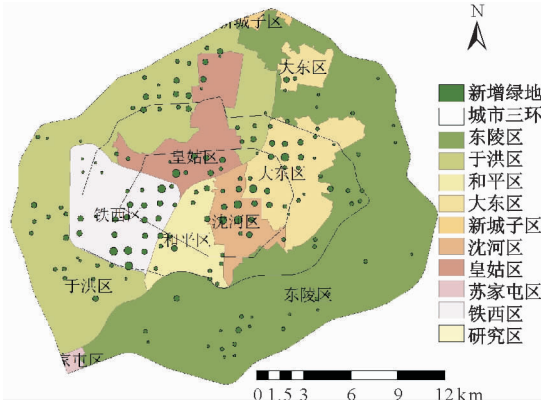


图 8 基于可达性的新增城市公园绿地在城市三环内的空间分布

Fig. 8 Lay out of new parks for optimization based on accessibility in Shenyang

城市一环与二环之间的新增公园绿地主要分布在铁西区和大东区,皇姑区、和平区、东陵区及沈河区的公园绿地资源相对较丰富,基本能满足需要。铁西区的东半部公园绿地严重缺乏,加之近年大量的房地产建设项目开发了大量住宅,促进居民数量急剧增加,加重了公园绿地缺乏的矛盾。下一步铁西区在旧城改造过程中应着力解决此矛盾。大东区的总体绿化状况较差,尤其是位于一环与二环之间的北半部,人口密度大,公园绿地严重缺乏,应在城市建设中重点在该区域增设绿地。

城市二环与三环之间居住用地较分散,所以,新增公园绿地也较分散。相对比较集中的几块分别位于于洪区北部和西部,是几年来住宅开发较多的区域。另外位于东陵区南部的工业园区北侧也是需新建绿地较集中的区域,该区域居住用地分布也较集中。

2.2 新增绿地面积优化分析

从新增绿地总体情况来看,累计需要新增面积

为 2、5、10 hm² 和 20 hm² 的公园绿地分别为 38、71、50 个和 10 个(表 2)。

表 2 优化新增绿地面积及数量

Table 2 Area and number of new parks for optimization		
公园绿地面积/hm ²	数量/个	小计/hm ²
20	10	200
10	50	500
5	71	355
2	38	76

从新增绿地面积在城市三环中的位置(图 8)看,位于城市三环以内 3 个圈层的公园绿地总面积基本均等,但考虑 3 个圈层的总面积差别较大,因此实际在绿地建设中新增公园绿地的面积占该圈层的总面积比例差距较大。城市一环以内的公园绿地所占比重最大,约占总面积的 6.6%,其次为一环与二环之间,占 3.6%,新建公园绿地面积占所在区域面积比例最小的是二环与三环之间(表 3)。

表 3 新建公园绿地在城市三环内的分布及面积统计

Table 3 Distribution of new park area with in the third ring area				
位置	一环以内	一环与二环间	二环与三环间	三环以内
总面积/hm ²	5 671.19	10 429.44	29 384.23	45 484.85
新增绿地面积/hm ²	374.90	378.30	365.80	1 119.10
占新增绿地面积/%	33.5	33.8	32.7	100.0
占各区域总面积/%	6.6	3.6	1.2	2.5

从新增绿地在各行政区中的分布(表 4)来看,新增公园绿地在于洪和铁西区分布的面积最大,分别为 243.0 hm² 和 233.2 hm²,均占到新增绿地总面积的 20% 以上,即新增绿地 40% 以上建在此 2 区,在未来的城市建设中应着重发展公园绿地建设。

表 4 新增绿地在各行政区分布统计

Table 4 Distribution of new park area in each district										
位置	和平区	沈河区	铁西区	皇姑区	大东区	于洪区	东陵区	新城子区	苏家屯区	合计
总面积/hm ²	2 042.1	1 781.0	3 926.7	3 141.3	4 481.2	11 212.2	18 572.9	166.2	161.2	45 157.4
新增绿地面积/hm ²	81.4	131.1	233.2	105.2	183.9	243.0	141.3	0.0	0.0	1 119.1
占新增绿地面积/%	7.3	11.7	20.8	9.4	16.4	21.7	12.6	0.0	0.0	100.0
占各区域总面积/%	4.0	7.4	5.9	3.3	4.1	2.2	0.8	0.0	0.0	2.5

表 5 优化方案与 2010 年现状对比

Table 5 Contrast for optimized scenario and 2010 status				
类别	500 m 可达人口/人	500 m 可达面积/hm ²	公园绿地面积/hm ²	人均公园绿地面积/m ²
优化方案	475.8	8 765.3	3 921.6	7.1
百分比/%	86.5	81.9	139.9	139.9
2010 现状	232.5	4 078.0	2 802.5	5.1
百分比/%	42.3	38.1	100.0	100.0
新增	243.4	4 687.4	1 119.1	2.0
百分比/%	104.7	167.3	39.9	39.9

大东区、东陵区及沈河区的新增绿地面积也均占新增公园绿地总面积的 10% 以上。和平区和皇姑区的新增绿地面积相对较少。从新增公园绿地占区域总面积的比例来看,沈河区和铁西区新增公园绿地的比重较大,分别达到各区域总面积的 7.4% 和 5.9%,其次是大东区、和平区及皇姑区,均超过 3%。总体来看,新增公园绿地总面积达到城市三环内总面积的 2.5%,说明沈阳市城市三环内公园绿地建设任务相当艰巨。

2.3 优化效果评价

基于可达性对城市绿地格局进行的优化提高在绿地可达性方面效果明显(图 8、表 5)。优化方案中城市公园绿地面积达到 3 921.6 hm²,较 2010 年新增 1 119.1 hm²,增幅为 39.9%;而城市公园绿地可达人口由 2010 年的 232.5 人增加至 475.8 人,增加了 104.7%,由原来的仅 42.3% 能够达到出门 500 m 到达公园绿地的水平,实现了优化方案中 86.5% 的居民均可实现这一目标,可达人口提高了 104.7%;同时城市公园绿地 500 m 可达水平的居住用地面积由 2010 年的 4 078.0 hm² 增加至 8 765.3 hm²,增加了 4 687.4 hm²,由原来的仅 38.1% 居住用地可达提高到 81.9%,提高了 167.3%。可见通过优化实现了以较少的绿地面积发挥较大的绿地效益。

在城市公园绿地可达性水平提高的同时,城市人均公园绿地面积也有了较大幅度的提高(图 8、表 5),城市三环以内由原来的人均公园绿地面积 5.1 m² 提高到 7.1 m²,提高了 39.9%,由此带来相关指数的变化进一步说明了优化效果明显。

3 结论与讨论

采用人口重心模型确定优化城市公园绿地的中心位置,基于缓冲区分析法生成新增城市公园绿地空间分布。将现状绿地与优化新增城市绿地进行空间叠加,生成优化城市公园绿地格局。

采用人口中心模型对绿地格局进行优化在提高绿地可达性方面效果明显。优化方案中城市公园绿地面积增幅为 39.9% 的情况下城市公园绿地可达人口增加了 104.7%。可以看出,通过优化实现了以

较少的绿地面积发挥较大的绿地效益。

应用人口重心模型进行人口分布特征的分析,能够获得更为准确的城市人口分布信息,为城市设施的布局提供依据。通过 GIS 空间分析可以获得基于人口权重的某一用地单元质心,较以往规划中仅考虑服务居住用地面积大小更为科学合理。

对城市绿地格局的优化仅基于可达性一个因素,未考虑城市土地利用性质,因此,是一种理想状态下的优化模式。在实际工作中还需结合城市绿地的生态功能、城市土地利用类型及建设绿地的成本等因素综合考虑^[17-18]。

本研究中公园绿地可达性评价中未考虑城市公园绿地的游憩压力,仅考虑距离因素。在公园绿地格局优化中对于满足距离可达条件的居住用地及其上居住的人口不予考虑。实际生活中可能出现公园人满为患的状况,影响居民的使用,导致部分居民即使距离公园很近,短时间内能够到达,但并不愿意前往的状况。因此,在以后的研究中应考虑游憩压力因素,综合确定城市公园绿地的景观格局优化布局。

参考文献:

[1] VAN HERZELE A, WIEDEMANN T. A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 63(2): 109-126.

[2] 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法与案例[J]. *城市规划*, 1999, 23(8): 8-11.

[3] GRAHN P, STIGSDOTTER U A. Landscape planning and stress [J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2003, 2(1): 1-18.

[4] NEUVONEN M, SIEVÄNEN T, TÖNNES S, *et al.* Access to green areas and the frequency of visits- a case study in Helsinki [J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2007, 6(4): 235-247.

[5] SUGIYAMA T, THOMPSON C W. Associations between characteristics of neighbourhood open space and older people's walking [J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2008, 7(1): 41-51.

[6] PANTER J R, JONES A P. Associations between physical activity, perceptions of the neighbourhood environment and access to facilities in an English City [J]. *Social Science & Medicine*, 2008, 67(11): 1917-1923.

[7] 尹海伟,孔繁花. 济南市城市绿地可达性分析[J]. *植物生态学报*, 2006, 30(1): 17-24.

YIN H W, KONG F H. Accessibility analysis of urban green space in Jinan [J]. *Journal of Plant Ecology*, 2006, 30(1): 17-24. (in Chinese)

[8] 刘思含,李俊英,姜少华,等. 基于 POE 的城市公园绿地消费特征分析[J]. *西北林学院学报*, 2012, 27(5): 255-259.

LIU S H, LI J Y, JIANG S H, *et al.* An analysis of consumption characters of urban parks based on POE [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2012, 27(5): 255-259. (in Chi-

nese)

[9] 钟来元,陈士银,何宇嘉. 湛江市城市公园绿地景观格局及优化研究[J]. *国土与自然资源研究*, 2009(1): 59-61.

ZHONG L Y, CHEN S Y, HE Y J. Study on landscape pattern and optimization of urban parks and greenbelt of Zhanjiang City [J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2009(1): 59-61. (in Chinese)

[10] 胡志斌,何兴元,陆庆轩,等. 基于 GIS 的绿地景观可达性研究—以沈阳市为例[J]. *沈阳建筑大学学报: 自然科学版*, 2005, 21(6): 671-675.

HU Z B, HE X Y, LU Q X, *et al.* Green space accessibility research based on GIS: taking Shenyang as an example [J]. *Journal of Shenyang Jianzhu University: Nat. Sci.*, 2005, 21(6): 671-675. (in Chinese)

[11] 李小马,刘常富. 基于网络分析的沈阳城市公园可达性和服务 [J]. *生态学报*, 2009, 29(3): 1554-1562

LI X M, LIU C F. Accessibility and service of Shenyang's urban parks by network analysis [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1554-1562. (in Chinese)

[12] 雷芸. 对中国城市公园绿地指标细化的一点设想[J]. *中国园林*, 2010(3): 9-13.

LEI Y. Some ideas on the refinement of the city park green space index of China [J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2010(3): 9-13. (in Chinese)

[13] GB50180—93. 城市居住区规划设计规范 [S]. 2002.

[14] 李俊英,胡远满,陈玮,等. 基于 QuickBird 和 GIS 的沈阳市城市潜在人口空间分布特征[J]. *应用生态学报*, 2012, 23(6): 1649-1654.

LI J Y, HU Y M, CHEN W, *et al.* Spatial distribution characteristics of urban potential population in Shenyang City based on QuickBird image and GIS [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2012, 23(6): 1649-1654. (in Chinese)

[15] CJJ/T82-99. 城市绿化规划建设指标的规定 [S]. 1994.

[16] 张岸,齐清文. 基于 GIS 的城市内部人口空间结构研究—以深圳市为例[J]. *地理科学进展*, 2007, 26(1): 95-105.

ZHANG A, QI Q W. GIS based analysis on spatial structure urban internal population—a case study in Shenzhen City [J]. *Progress in Geography*, 2007, 26(1): 95-105. (in Chinese)

[17] 周廷刚,郭达志. 基于 GIS 的城市绿地景观引力场研究——以宁波市为例[J]. *生态学报*, 2004, 24(6): 1157-1163.

ZHOU T G, GUO D Z. GIS-based researches on urban green space on landscape gravity field with Ningbo City as an example [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1157-1163. (in Chinese)

[18] 王志泰,王志杰,包玉. 基于 QuickBird 遥感影像的铜仁市城市绿地景观结构特征分析[J]. *西北林学院学报*, 2010, 25(1): 166-170.

WANG Z T, WANG Z J, BAO Y. Urban greenland landscape structure in Tongren based on QuickBird [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2010, 25(1): 166-170. (in Chinese)