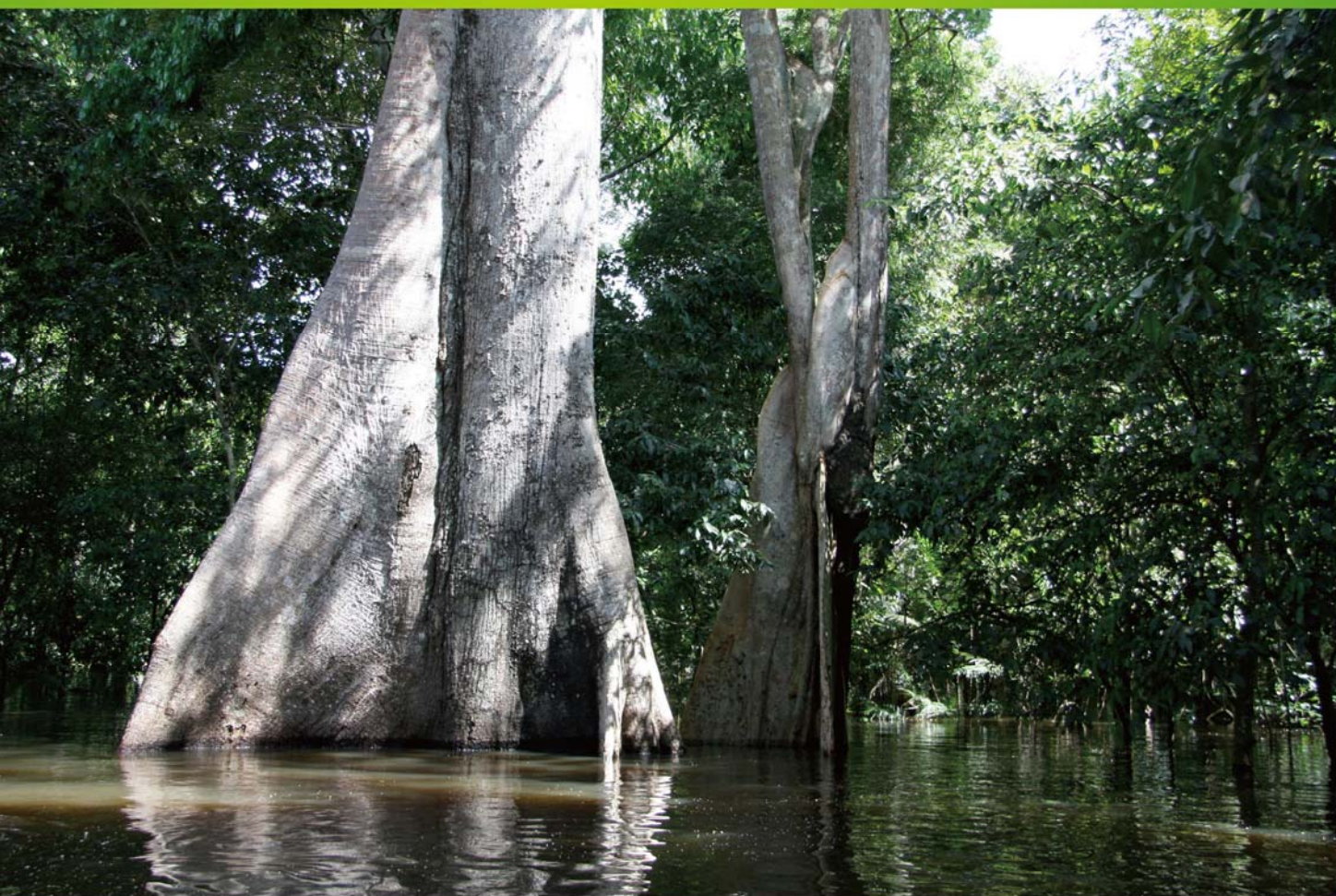


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

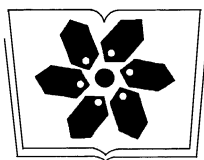
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第8期 Vol.31 No.8 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 8 期

2011 年 4 月 (半月刊)

目 次

塔里木河下游胡杨径向生长与地下水的关系·····	安红燕,徐海量,叶 茂,等 (2053)
冲积平原区高程因子对土壤剖面质地构型的影响——以封丘县为例·····	檀满枝,密术晓,李开丽,等 (2060)
臭氧胁迫对大豆叶片抗坏血酸-谷胱甘肽循环的影响·····	王俊力,王 岩,赵天宏,等 (2068)
重要理化因子对小球藻生长和油脂产量的影响·····	张桂艳,温小斌,梁 芳,等 (2076)
北亚热带马尾松净生产力对气候变化的响应·····	程瑞梅,封晓辉,肖文发,等 (2086)
亚热带沟叶结缕草草坪土壤呼吸·····	李熙波,杨玉盛,曾宏达,等 (2096)
UV-B 辐射对马尾松凋落叶分解和养分释放的影响·····	宋新章,张慧玲,江 洪,等 (2106)
干旱胁迫下内生真菌感染对羽茅的生理生态影响·····	韩 荣,李 夏,任安芝,等 (2115)
蜜环菌对锌的耐性和富集特性·····	朱 林,程显好,李维焕,等 (2124)
干旱荒漠区狭叶锦鸡儿灌丛扩展对策·····	张建华,马成仓,刘志宏,等 (2132)
黄土高原区不同植物凋落物搭配对土壤微生物量碳、氮的影响·····	王春阳,周建斌,夏志敏,等 (2139)
内蒙古典型草原克氏针茅与冰草的生存策略·····	孙 建,刘 苗,李胜功,等 (2148)
荒漠沙柳根围 AM 真菌的空间分布·····	贺学礼,杨 静,赵丽莉 (2159)
开放式昼夜不同增温对单季稻影响的试验研究·····	董文军,邓艾兴,张 彬,等 (2169)
醉马草免培养内生细菌的多样性·····	张雪兵,史应武,曾 军,等 (2178)
河南生态足迹驱动因素的 Hi_PLS 分析及其发展对策·····	贾俊松 (2188)
禹城市耕地土壤盐分与有机质的指示克里格分析·····	杨奇勇,杨劲松,余世鹏 (2196)
旋覆花提取物对朱砂叶螨的生物活性及酶活性的影响·····	段丹丹,王有年,成 军,等 (2203)
白洋淀湖滨湿地岸边带氨氧化古菌与氨氧化细菌的分布特性·····	叶 磊,祝贵兵,王 雨,等 (2209)
干旱胁迫条件下 6 种喀斯特主要造林树种苗木叶片水势及吸水潜能变化·····	王 丁,姚 健,杨 雪,等 (2216)
桉树人工林物种多样性变化特征·····	刘 平,秦 晶,刘建昌,等 (2227)
海河流域湿地生态系统服务功能价值评价·····	江 波,欧阳志云,苗 鸿,等 (2236)
芦苇在微咸水河口湿地甲烷排放中的作用·····	马安娜,陆健健 (2245)
云南不同土壤铅背景值下大叶茶种群对铅的吸收积累特征及其遗传分化·····	刘声传,段昌群,李振华,等 (2253)
长江口和杭州湾凤鲚胃含物与海洋浮游动物的种类组成比较·····	刘守海,徐兆礼 (2263)
江西大岗山地区 7—9 月降水量的重建与分析·····	乔 磊,王 兵,郭 浩,等 (2272)
山核桃免耕经营的经济效益和生态效益·····	王正加,黄兴召,唐小华,等 (2281)
基于 GIS 的广州市中心城区城市森林可达性分析·····	朱耀军,王 成,贾宝全,等 (2290)
专论与综述	
土壤呼吸温度敏感性的影响因素和不确定性·····	杨庆朋,徐 明,刘洪升,等 (2301)
植物代谢速率与个体生物量关系研究进展·····	程栋梁,钟全林,林茂兹,等 (2312)
耕地生态补偿实践与研究进展·····	马爱慧,蔡银莺,张安录 (2321)
问题讨论	
元谋干热河谷三种植被恢复模式土壤贮水及入渗特性·····	刘 洁,李贤伟,纪中华,等 (2331)
研究简报	
中微量元素和有益元素对水稻生长和吸收镉的影响·····	胡 坤,喻 华,冯文强,等 (2341)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 296 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-04



封面图说:巴西热带雨林——美丽的巴西北部玛瑙斯热带雨林景观。位于南美洲的亚马逊河是世界上流域最广、流量最大的河流,孕育了世界面积最大的热带雨林,雨林中蕴藏着极丰富的生物资源。

彩图提供:中国科学院生态环境研究中心徐卫华博士 E-mail:xuweihua@rcees.ac.cn

基于 GIS 的广州市中心城区城市森林可达性分析

朱耀军¹, 王 成^{2,*}, 贾宝全², 粟 娟³

(1. 中国林业科学研究院 湿地研究所, 北京 100091; 2. 中国林业科学研究院 林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 国家林业局城市林业研究中心, 北京 100091; 3. 广州市林业和园林局, 广州 510030)

摘要:城市森林是城市中主要的生态功能景观,已经成为城市生态环境建设的主体。基于居民方便获取城市森林服务的要求,根据大型城市森林斑块、道路网和街区单元数据,利用 ArcGIS9.2 的 Network Analyst 工具,分析了广州市中心城区在 2km 步行距离内街区单元到达城市森林斑块的可达性以及城市森林斑块的承载力,并结合航片解译的树冠覆盖数据对具有不同可达性的街区单元进行了分析。分析结果表明:广州中心城区的外环高速以内的区域范围,分别有 73%、46% 和 18% 的街区单元在步行 2km、1km 和 0.5km 距离内能够到达大型城市森林绿地斑块。从街区单元的行政归属看,以越秀区的街区可达性最好,而海珠区和原芳村区的街区可达性较差。研究范围内,0.5km 内不能到达大型城市森林斑块且树冠覆盖超过 30% 的街区类型中,以公共管理单位类型为主,单位绿化对于树冠覆盖的贡献率大;而绝大多数以住宅类型为主的街区单元的树冠覆盖率低于 10%,其中 64% 的街区树冠覆盖率低于 5%。以街区单元为基本对象进行可达性度量,分析城市森林斑块现状分布和服务状况,并结合其树冠覆盖特征,可以明确需要重点关注区域的空间分布,可为广州市在较小尺度上的城市森林空间布局优化提供参考。

关键词:广州;城市森林;可达性;街区;网络分析;格局优化

GIS-based analysis of the accessibility of urban forests in the central city of Guangzhou, China

ZHU Yaojun¹, WANG Cheng^{2,*}, JIA Baoquan², SU Juan³

1 Research Institute of Wetland, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 Research Institute of Forestry Chinese Academy of Forestry, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Research Centre of Urban Forestry, State Forestry Administration, Beijing 100091, China

3 Guangzhou Municipal Bureau of Forestry and Landscape, Guangzhou 510030, China

Abstract: The concept of urban forestry was created as early as in 1894 in the United States, and developed in 1960s quickly in North America and Europe. The concept of urban forestry was introduced to china in the 1980s, and Chinese scholars paid more attention on the aspects of urban forest functions and benefits previously, but rarely studied their service ability were, which was concerned more by foreign scholars. In China, the current criterion that have evaluated the service ability of urban forest often employed some statistical indices such as coverage rate, coverage area per capita, and numbers of urban forest as well. Whether to acquire the "natural services" of urban forests is the basic requirements of urban forest functions, a guide line of life quality of urban residents, and an important aspect of city modernization and international competitiveness as well. The access to urban forests for urban residents could be used as an index to evaluate the implementation of urban forest functions. As the main element of the ecological landscape, urban forests are the principal part of ecological constructions in urban regions. The blocks were an essential composition of an urbanized area. The network analyst model in ArcGIS9.2 was used to analyze the accessibility between the blocks and urban forest patches within Outer Ring Highway in Guangzhou, and the service capacity of urban forest patches was examined as well. The

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划重大项目(2006BAD03A06);中国林科院林业所所长基金资助项目

收稿日期:2010-03-08; **修订日期:**2010-09-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangcheng@caf.ac.cn

differences among the blocks were analyzed in combination with tree canopy coverage by interpretation of aerial photos.

The results showed that 73% of the blocks could reach large green patches in a 2km walk distance, and about 46% in a 1km walk distance, but only 18% of blocks could reach large green patches in a 0.5km walk distance. Urban forest patches accessibility was the highest in Yuexiu District, while the provision and accessibility were the most inadequate and worst in Fangcun and Haizhu Districts. Among blocks that could not reach large green patch in a 0.5km walk distance but tree canopy coverage beyond 30%, the percent of institutions block was predominant, while the coverage of most of the resident blocks was under 10%, and even 64% of those under 5%.

Though the actual distance might be over-estimated or under-estimated due to the use of centroids as the blocks, the losses and gains were balanced within the 2169 blocks and the uncertainty was assumed to be negligible in this analysis. The results indicated that the total service area of urban forests was smaller than the area derived by the conventional simple buffering method, and this was due to the fact that the actual pedestrian routes were not direct and affected by many factors. GIS-based network analyses offered a more realistic insight into actual provision of urban forest and were able to reliably identify the location of lacking urban forest services and inform the local planning process. Combining the actual pedestrian accessibility rather than buffers or straight lines to urban forests with the tree canopy coverage of blocks, the results derived from the Network Analyst Model using block units provided valuable information for urban forest landscape pattern optimization at a small scale in Guangzhou.

Key Words: Guangzhou; urban forest; accessibility; block; network analyst; pattern optimization

城市森林是城市中主要的生态服务功能景观元素,它对于改善城市环境、提供居民休闲游憩、满足身心健康需求、防灾御灾等生态系统服务的发挥具有不可替代的作用^[1-6]。居民能否方便地获取城市森林的“自然服务”是城市森林基本的功能要求,是市民生活质量的重要指标,也是衡量城市现代化水平和竞争力的重要内容。城市绿地的生态功能存在着类型和尺度上的差异^[7-8],当前我国园林城市、森林城市评价标准中多侧重于覆盖率等平面指标的测度和衡量,在国内外也有学者提出绿色容积率^[4]、绿化空间辐射占有量^[9-10]等空间评价指标,而对于其服务实现的评价指标研究和应用较少。McAllister^[11]提出用均衡和效率的方法来研究绿地的服务布局,并指出在特定的区域均衡的重要性更大,更能为市民提供便捷的休闲机会。也有学者用可达性和接近机会的标准建立模型来衡量公园的分布状况^[12]。可达性反映景观对某种水平运动过程的阻力,它不仅包括距离、时间,还包括来自社会、文化等多方面的含义^[13]。可达性形成城市内部土地利用模式的差异,对于社会服务设施等功能性景观单元的区位确定^[14-17]以及不同社会群体对于特定社会服务的接近度是否公平的评价^[18-19],已经成为可达性在城市中应用和研究的重要领域。

绿地空间的可达性研究方法多从容纳式、覆盖式、最小距离法、平均旅行距离、重力模式等方面展开^[20-21]。国外学者用网络分析方法进行绿地空间的服务评价^[22-23],我国有学者对城市绿地的可达性进行了相关探索^[24-27],而研究更多关注景观客体自身的可达性,对国外学者所关注的城市居民可达性以及影响居民可达性的时空因素、经济和社会因素等实效性研究内容的关注较少。城市森林可达性可以理解为城市居民对于城市森林的可接近水平,体现主客体之间相互作用关系的人本理念,是城市森林格局分析和评价的指标内容,指的是从居住单元到达城市森林的相对或绝对难易程度,可以用时间、距离、耗费等量化^[24],可达性受城市森林吸引力、承载力、服务质量及城市居民的主体意念等多方面的影响。街区单元的树木为居民提供了更多接近自然的机会,从某种程度上可体现城市森林可达性的文化内涵^[28-29]。

本文以广州中心城区为例,利用 ArcGIS9.2 的网络分析模块,基于城市步行道路网络,以到达大型城市森林绿地斑块的实际方式来评价居住单元的可达性水平及绿地斑块的空间分布和服务情况,探索以街区单元为基础的城市绿地合理布局,为城市绿色基础设施服务研究提供新思路和新方法,并为更小尺度上广州城市森林空间格局优化和城市生态建设提供参考。

1 研究区概况

广州(112°57'—114°3'E, 22°26'—23°56'N)位于广东省的中南部,地处珠江三角洲,濒临南海,海洋性气候特征特别显著,具有温暖多雨、光热充足、温差较小、夏季长、霜期短等气候特征。地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林。近年来广州城市规模不断扩大,2007年末市区人口密度1657人/km²,是中国城市化速度最快的地区之一。以广州市中心城区环城高速路内的区域为研究范围,面积约222km²,涉及荔湾区(包括原芳村区)、越秀区(包括原东山区)、海珠区、白云区、天河区等5个行政区的管辖范围。珠江从研究区中间川流而过,研究区南部区域水系相对丰富。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

研究数据采用广州市2004年高分辨率航片数据(空间分辨率0.4m)和广州市2004年1:10 000基础地理信息数据及广东省城市生活电子地图(2005版)。

2.2 数据提取及模型建立

网络分析是地理信息系统中一个重要工具,能够分析与线状网络相关的一系列问题,在水文、交通等领域有独特优势,广泛应用于社会经济生活研究的各个方面。通过计算网络中节点之间的距离关系来描述现象,强化一种“导航”功能,常被用于最佳路径、服务范围、最近设施、起点终点花费等分析(参见ArcGIS软件帮助文件)。基于网络分析模块的数据要求,分别提取“源”、“目标”和“连接”数据层。

(1)城市森林绿地斑块 对广州市2004年航片进行解译,结合有关资料,提取分析区内树冠连续覆盖面积达到一定规模(面积大于0.5hm²)具备城市森林特征的公园型绿地、纪念性林地、生态林地、绿化广场型绿地、街头绿地及风景区林地等大型绿地斑块作为可达性研究对象的“目标”层(图1)。

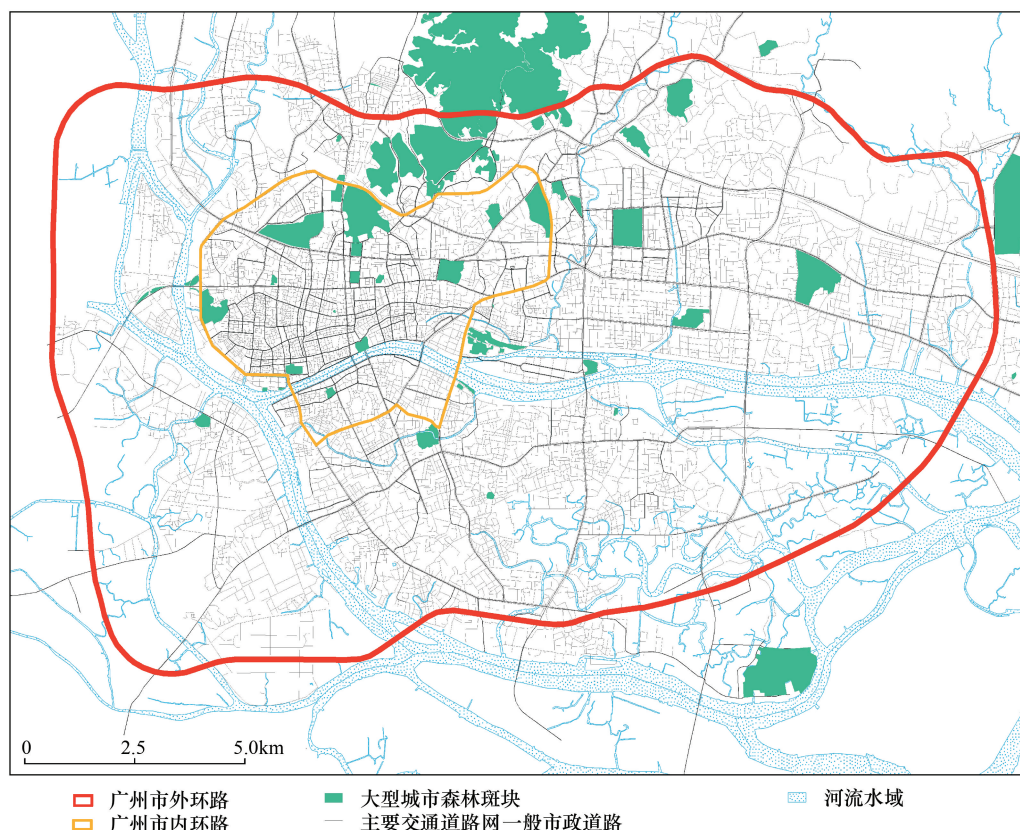


图1 研究区步行道路网与大型森林斑块分布

Fig. 1 The distribution of large urban forest patches and footpath network in the study area

(2) 步行道路网络建立 根据广州市 2004 年基础地理信息数据及广东省城市生活电子地图,结合研究区航片(1:2000)解译结果,提取研究区内不同等级的道路网作为研究的“连接”数据层(图 1),按照城市主干道路基于十字路口、过街天桥和地下通道连接通行,一般市政道路根据道路自然连接通行的原则,制定“连接”层数据的连接规则。

(3) 街区单元划分 首先按照自然障碍如河流水系等划分界限,再根据研究区主干路网(公路、铁路)自然形成的网格划分,然后按照次级道路和一般市政道路网络,结合广东省城市生活电子地图 2005 版步行网络,再分为面积大致相当的近似正方形区域,根据路网密度调整,路网密度大的区域,街区单元面积适当减小,共形成 2169 个街区单元(图 2),结合基础地理信息对街区单元性质进行划分,在 ArcGIS9.2 中提取这些街区单元的“质心”,作为研究的“源”数据层。受原始数据资料限制,本文分析结果中涉及行政管辖部分以广州市原行政区划进行说明。

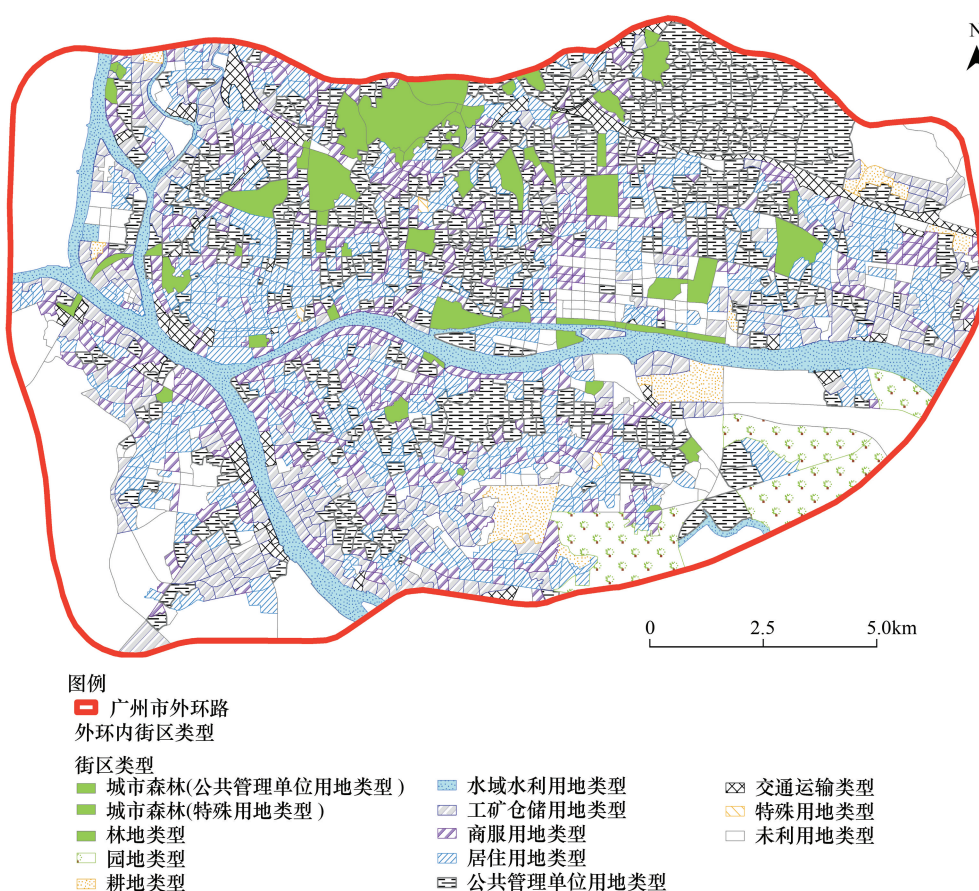


图 2 广州市外环内街区单元划分

Fig. 2 The blocks within Outer Ring Highway in Guangzhou

2.3 统计分析

在 ARCGIS9.2 中,将街区单元多边形的质心作为点要素建立在网络中,城市森林斑块与道路的交点作为其“可达性点”,以步行道路网络作为连接要素,构建网络数据集。利用 ArcGIS9.2 中的网络分析模型进行分析,在代表街区单元的“质心”点和代表城市森林斑块的“可达性点”之间建立可达性距离矩阵。用 EXCEL 软件统计 2km 步行距离内的城市森林斑块承载能力和街区单元的可达性情况,并对可达性水平进行分级,进一步结合街区单元的航片解译数据进行分析。

3 结果与分析

3.1 主要城市森林斑块分布特征

从研究区主要城市森林斑块的分布看(表1),由于历史原因,广州市珠江以北的老城区区域的中北部集中了主要的大型斑块,而珠江以南的海珠区和原芳村区缺乏大型城市森林绿地斑块的分布。提取的39个具有城市森林性质的绿地斑块中,除东山公园、五仙观绿化广场等街头绿地类型的树冠连续覆盖面积在0.5hm²左右外,其余均超过1hm²,具有一定的服务能力。从面积统计来看,以综合类公园类型的面积占优,占绿地斑块总面积的62.4%,主要有荔湾湖公园、天河公园、麓湖公园、越秀公园、流花湖公园、天河体育中心公园等大型斑块,其余性质公园均不超过10%,如动物园、兰圃等专类公园,宏城公园、东风公园、海印公园等社区公园,广州烈士陵园、黄花岗公园等纪念林地及多个广场绿地、生态林地等多种绿地类型。从分布区域看,研究范围内隶属天河区管辖范围的公园面积最大,约占48.2%,其次为越秀区(包括原东山区)约占33.8%,而越秀区(包括原东山区)的公园类型多,原芳村区的斑块类型和面积最少。由于本文研究区只涉及白云区行政区南部的少部分区域,但白云山景区作为大型斑块对于整个中心城区的城市森林服务有重要作用。

3.2 城市森林绿地斑块的服务承载分析

通常用一定服务半径所环绕的面积来衡量公共设施的服务范围,但不同设施的服务面积内人口密度和服务距离是不同的。国外对于绿色空间的服务半径和服务人口有较明确的标准,如北美国家公园协会(NRPA)规定公园服务半径应小于0.8km,且每英亩服务人口不超过800人。英国基于城市等级制定不同标准,其中建议1000人的居住区在0.3km内应该有一个不小于2hm²的绿色空间等系列标准。韩国的城市公园法对于儿童公园、街区公园等规定了相关的服务半径和面积标准^[22]。我国现行《城市绿地分类标准CJJ/T 85—2002》中对居住区公园和小区游园设定服务半径为0.3—1km。

由于缺少人口统计的详实数据,以研究区内的街区单元的面积作为统计对象,分别分析步行距离在0.5、1km和2km范围内街区单元的可达性水平,本文采用服务距离代替服务半径来描述在一定步行距离内街区单元的可达性。国外对于绿色空间多采用距离、面积和相对人口容量的标准进行规划,本文用服务距离范围内的街区单元面积和树冠覆盖所处的绿地斑块面积之比作为服务指数来衡量绿地斑块的承载能力,服务指数越大则说明绿地斑块承载的街区面积越大,如果人口密度在街区间差别不大,则一定程度上可能导致绿地斑块服务质量的下降。

表2可以看出,在0.5km服务距离内,研究区内的39个城市森林斑块中有26个服务指数小于10,即能够在步行0.5km到达该城市森林斑块的街区单元总面积不超过此城市森林斑块面积的10倍。随着服务距离的增大,服务距离为1km时有12个城市森林斑块的服务指数小于10,当步行距离为2km时仅有1个。城市森林斑块的服务指数变化除了与斑块自身面积有关外,还与其所处的位置周边的街区单元分布有关。随着服务距离的增加,有些街区对于到达绿地斑块的选择性也增加,这些街区主要集中于老城区公园型林地相对

表1 研究区城市森林斑块类型性质

Table 1 Features of urban forest patch in the study area

城市森林斑块类型 Urban forest patch type	数量 Number	面积/hm ² Area	比例 Ratio
纪念性林地 Memorial forest	5	84.29	10.0%
街头绿地 Street-corner stand	3	1.94	0.2%
森林公园 Forest park	3	59.51	7.0%
社区公园 Block park	11	51.15	6.0%
专类动物园 Zoo	1	36.04	4.3%
专类公园 specialized garden	4	63.01	7.4%
专类植物园 Botanical garden	2	22.37	2.6%
综合性公园 Comprehensive park	10	528.94	62.4%
研究区 Study area	39	847.05	100%

表2 研究区不同步行距离的绿地斑块承载能力

Table 2 The capacity of urban forest patches within different walk distance in the study area

分级 Level	服务指数 Service index	不同服务距离的城市森林斑块数 The number of green patches within different walk distance		
		0.5km	1km	2km
1	≤10	26	12	1
2	10—50	11	17	15
3	50—100	0	6	7
4	≥100	2	4	16

服务指数 = 某城市森林斑块在一定步行距离内服务的街区总面积 / 城市森林斑块面积

集中的区域。

3.3 街区单元可达性

根据航片解译结果的建筑物布局结构特征,并结合广州市基础地理信息和广东省城市生活电子地图(2005 版),根据面积占绝对多数的建筑类型用途性质确定街区单元的性质(图 2)。分析得知,街区单元中有 27% 面积为公共管理单位类型,住宅类型占 19%,未利用地类型占 17%,商服用地类型占 12%,工矿仓储类型占 10%,其余为交通运输、水域、耕地、园地等类型面积共占研究区面积的 15%。

对于研究区的统计数据(图 3)分析可以看出,广州中心城区(外环内)在划分的 2169 个街区单元中,除被划分为水域、耕地、园地等类型的街区外,能够在 0.5km 步行距离内到达大型城市森林斑块的有 381 个,这些街区单元面积占研究区街区总面积的 12.4%。其中能够在步行距离 0.5km 内到达 3、2 个和 1 个城市森林斑块的街区单元数量分别为 3、25 个和 353 个,可见绝大多数街区单元在 0.5km 步行距离内仅能到达 1 个大型城市森林斑块。

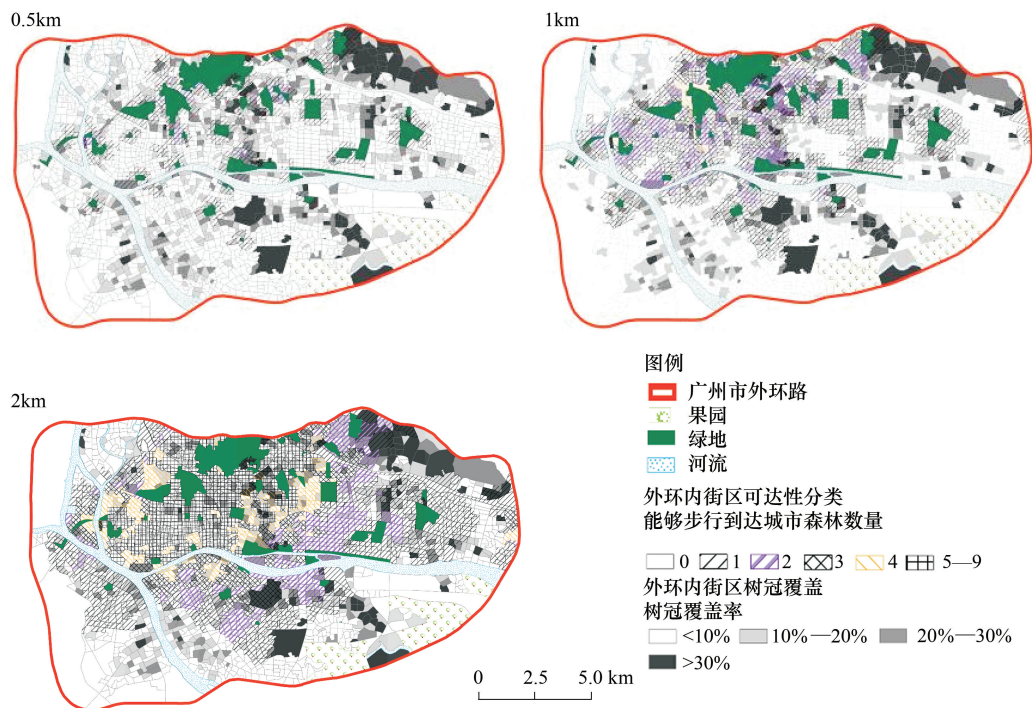


图 3 不同服务距离的街区可达性与树冠覆盖

Fig.3 The accessibility and tree canopy coverage of blocks with different walk distance

表 3 不同服务距离内能够到达大型绿地斑块的街区数

Table 3 The number of blocks that can access urban forest patch within different walk distance

行政区 District	步行距离 Walk distance					
	0.5km		1km		2km	
	数量 Number	比例 Ratio/%	数量 Number	比例 Ratio/%	数量 Number	比例 Ratio/%
白云区 Baiyun District	14	12	32	28	54	48
东山区 Dongshan District	72	28	200	78	247	97
芳村区 Fangcun District	8	4	29	15	98	51
荔湾区 Liwan District	68	27	183	73	236	94
天河区 Tianhe District	116	18	280	44	513	81
越秀区 Yuexiu District	68	52	121	93	122	94
海珠区 Haizhu District	41	7	147	25	316	54
研究区 Study area	387	18	992	46	1586	73

在研究范围内仅有 18% 的街区单元能够步行 0.5km 到达大型城市森林斑块(图 3)。从分析区街区单元的行政管辖来看(表 3),以越秀区(包括原东山区)的可达性最好,以海珠区和原芳村区的街区可达性最差。越秀区在步行 0.5km 范围内有 52% 的街区具备可达性条件,明显高于其它各区,93% 的街区能够步行 1km 到达大型城市森林斑块;原荔湾区有 73% 的街区能够在 1km 内到达大型城市森林斑块,且可达性明显好于其它区。随着服务距离的增加,街区单元的可达性水平增加,但当服务距离为 2km 时,研究区内依然有 27% 的街区单元不能步行到达大型城市森林斑块,其中研究区中的白云区、海珠区和原芳村辖区的街区单元仍有近一半的街区单元不能近距离享受城市森林的“自然服务”。

3.4 基于街区单元的网络可达性与简单缓冲法比较

以往对于社会服务设施(医院、公园、学校等)的区位及服务评价更多采用简单缓冲的方法,多基于设施中心点或边界的直线距离缓冲,根据设定的参数确定其时空覆盖范围,进而确定重点关注的区域,然而这种基于服务半径的简单缓冲方法因忽略了设施的实际时空障碍而加大了其可达性水平。用街区单元多边形的质心代表街区单元,用实际到达距离进行网络可达性分析,对于服务区域的边缘部分街区一定程度上也加大了其可达性水平,但这些误差可能随服务距离和街区单元划分数量的增加,在街区单元之间得到平衡。本文对于研究区的城市森林斑块用简单缓冲方法和网络分析方法进行了对比分析,从基于 1km 的服务距离的分析结果(图 4)可以看出,简单缓冲方法的覆盖范围超出网络分析法所覆盖的街区范围。可以说简单缓冲法在更大程度上增加了研究区街区的可达性,网络分析法能更准确地反映设施服务水平,进一步验证了前人的结论^[22,24,30]。一方面道路本身的设置并不完全是最小穿越距离,需要穿越过街天桥、地下通道、十字路口等;另一方面道路本身或其它自然障碍体(如水体、铁路、市区内高等级输运通道等)影响了居民到达绿地斑块的便利性。

3.5 街区的城市森林可达性与树冠覆盖

树冠覆盖是城市森林在小尺度上的景观表达,是衡量城市森林生态功能服务质量的重要指标,前人研究表明树冠覆盖与城市热岛效应、城市小气候、环境质量等密切相关^[31]。达到一定覆盖规模的居所林地可为城市居民提供近距离的户外交流场所,促进邻里关系融洽,增加儿童认知以等,同时生长在街区中的古树名木、大树等也为城市居民增加街区认同感^[28-29]。

本研究从不同服务距离范围对街区到达城市森林斑块的可达性进行了分析(图 3)。分析可以看出(表 4),在 0.5km、1km 和 2km 步行距离内,研究区分别有 80%、51% 和 24% 的街区单元不能到达大型城市森林斑块,有 51% 的街区步行 1km 不能到达城市森林,24% 的街区 2km 步行距离内没有大型城市森林的分布。从行政管辖范围看,越秀区的街区可达性最好,其次为原荔湾区所辖街区,而以原芳村区街区单元步行到达大型城市森林斑块的便利性最差。

表 4 一定服务距离内不能到达大型城市森林斑块街区的树冠覆盖情况

Table 4 The tree canopy coverage of blocks that cannot reach urban forest patch within different walk distance

行政区 District	不能到达的街区比例/% Ratio of Blocks no accessibility			其中树冠覆盖率<10%的街区比例/% Ratio of Blocks under 10% tree canopy coverage and no accessibility		
	0.5km	1km	2km	0.5km	1km	2km
白云区 Baiyun	82	69	50	72	62	43
东山区 Dongshan	69	18	—	40	13	—
芳村区 Fangcun	95	84	48	69	62	33
荔湾区 Liwan	72	25	4	60	18	2
天河区 Tianhe	78	52	16	54	35	9
越秀区 Yuexiu	42	1	—	32	1	—
海珠区 Haizhu	92	73	44	64	50	30
研究区 Study Area	80	51	24	57	36	16

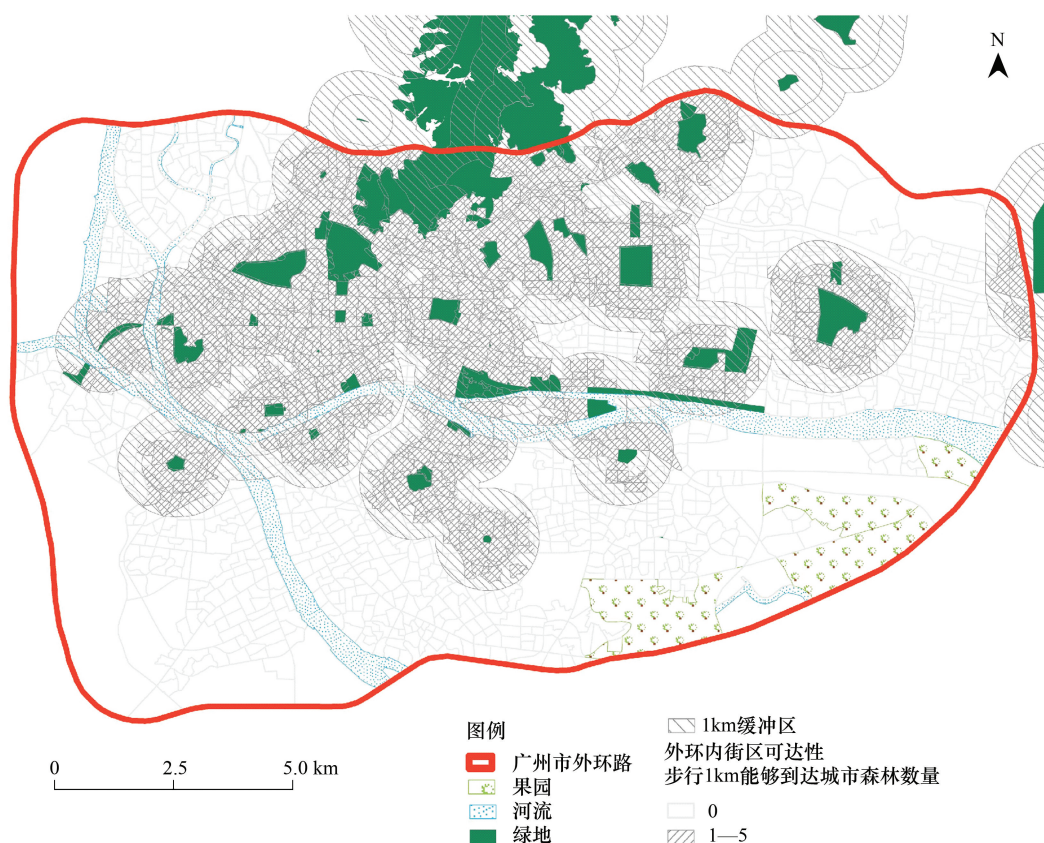


图4 网络分析法与简单缓冲法对比

Fig.4 Contrast between network analysis and simple buffer method within 1km walk distance

对可达性街区单元的树冠覆盖统计看出(图4),研究区约69%的街区单元的树冠覆盖率小于10%,这些街区单元中有16%、36%和57%的街区分别在2、1km和0.5km内不能步行到达大型城市森林斑块。从步行0.5km的服务距离看,不能到达大型城市森林斑块但树冠覆盖率大于30%的街区单元中,是以机关团体、科教文卫等公共管理单位为主的街区类型;而90%以上的以住宅为主要构成类型的街区树冠覆盖率低于10%,64%的住宅型街区单元的树冠覆盖低于5%。从行政归属看,2km内不能步行到达城市森林斑块且树冠覆盖面积低于10%的街区单元以白云区、海珠区和原芳村区所占比例最大,而越秀区(包括原东山区)街区在步行2km内都能够到达大型森林斑块。

4 结论与讨论

4.1 结论

(1)在研究区域的中北部集中了主要的大型城市森林斑块,而珠江以南的海珠和原芳村管辖区缺乏大型斑块的分布,这些斑块以综合类公园面积占优势,原广州老城区的越秀区(包括原东山区)的公园类型多,而原芳村区斑块的类型和面积最少。

(2)广州中心城区外环高速路以内的区域,73%的街区单元能够步行2km内到达大型城市森林斑块,有46%的街区单元能够步行1km内到达,而在0.5km内能够到达的街区比例仅占18%。从街区单元的行政归属看,以越秀区的街区可达性最好,而海珠和原芳村区的街区可达性较差。

(3)研究范围内,0.5km内不能到达大型城市森林斑块且树冠覆盖超过30%的街区类型中,以公共管理单位类型为主,而90%以上的住宅类型街区单元的树冠覆盖率低于10%,其中64%的街区树冠覆盖率低于5%。从树冠覆盖的角度来看,研究区内街区单元的绿化还应该有很大的空间发展潜力。

4.2 讨论

由于社会历史、经济发展等多方面原因,我国多数城市的老城区普遍缺乏大型绿色空间,这与越来越密集的城市人口不相适应,各城市发展的自然条件不同,不能用简单的人均公共绿地面积来评价。我国当前园林城市、森林城市的评选标准中已经开始使用可达性(如 0.5km 内到达公园等)的概念,但对于绿地承载力方面还没有相关指标,将人口密度融合在可达性研究之中是今后研究着重解决的问题。用“质心”和“可达性点”分别代表街区单元及绿地斑块进行网络可达性分析,一定程度上提高了其可达性。有学者基于公园实际入口探讨了沈阳市公园的可达性^[27],随着在更小尺度上划分的街区单元之间相互平衡和广州市公园绿地开放程度的提高,这种损失将会得到弥补,与简单缓冲法比较更为准确地评价街区对于城市森林的可达性和实效性。

可达性是一个复杂的问题,受主观因素(如街区居民意愿)和客观条件(如绿地质量、服务内容和人口成分等)的多因素制约,如果能够结合详实的街区单元人口统计资料(人口、文化特征等)进行叠加分析,可以进一步修正基于服务面积的承载结果,也可用于探讨与社会文化相关的深层次可达性分析。国外有学者基于调查方法,对被调查者心理距离与实际距离对比的方法研究绿色空间的可达性,也是可达性的有效尝试^[32]。有学者通过对广州市公园绿地基于栅格数据的成本加权距离进行了分析,得到用时间耗费表达的绿地可达性空间分布^[26]。街区单元是城市组织的有机构成层次,通过以街区单元为基本对象进行可达性度量分析,结合树冠覆盖等指标的生态建设评价,可以明确需要重点关注的街区单元的空间分布,为大型绿地斑块的未来规划建设区域和位置提供参考。

随着人们生活质量的提高,城市中大型城市森林斑块对城市居民身心健康的作用近年来受到普遍关注,基于广州市居民游憩行为的研究^[33-34]也表明,居民更倾向于选择城市森林等自然景观,除景点吸引力外,可达性是重要的约束条件。同时地震等灾害性事件的警示也使人们对于绿地应急避险功能的认识不断提高,很多城市已对此展开相关研究^[35-36]。统计资料显示,到 2007 年广州市已经批建的森林公园已达 44 个,主要分布于广州北部山地,与人口集中的中心城区建成区的距离较远,近距离服务能力相对较弱。中心城区是广州市历次城市规划的重点区域,广州人口密度大,老旧居住区形成的特有聚居模式限制了大型城市森林斑块的分布,各种城市问题在老城区中日益凸显。因此,政府在老城区改造时应重视大型绿地斑块不足的问题,建议通过置换或征购等多途径,增加大型绿地斑块数量。利用地理信息系统将自然要素和相关的社会经济因素叠加分析,更能很好反映和解决城市问题,基于网络分析的城市公共服务设施(如绿地、医院、学校等)可达性研究必将在城市功能格局优化中发挥更大作用。

References:

- [1] Wang M L. The research and development of urban forestry. *Scientia Silvae Sinicae*, 1995, 31(5):460-466.
- [2] Peng Z H. Development of the forest eco-networksystem in city and town in China. *World Forestry Research*, 2002, 15(1):53-60.
- [3] Jiang Y X. The tendency and character of urban forestry in China. *China Territory Today*, 2003, 4:21-23.
- [4] Ong B L. Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 63:197-211.
- [5] Konijnendijk C C, Ricard R M, Kenney A, Randrup T B. Defining urban forestry — A comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2006, 4(3/4):93-103.
- [6] Mitchell R, Popham F. Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study. *the Lancet*, 2008, 372(9650):1655-1660.
- [7] Wang C, Zhou J X. Differences of ecological functions of urban green spaces in different scales. *Journal of Northeast Forestry University*, 2002, 30(3):107-110.
- [8] Wang C. Comparison and analysis on ecological functions between different types of urban green space. *Journal of Northeast Forestry University*, 2002, 30(3):111-114.
- [9] Wang C. Development and evaluation of urban forest in china//*Proceedings of the 1 st Forum of Chinese Urban Forest*. Beijing: The Economic Daily Press, 2004: 50-56.
- [10] Qie G F, Peng Z H, Wang C. Indicators for urban greening evaluation based on radiation coverage of green space. *Journal of Chinese Urban*

- Forestry, 2007, 5(1):13-15.
- [11] McAllister D M. Equity and efficiency in public facility location. *Geography Analysis*, 1976, 8(1), 47-63.
- [12] Bach L. Locational models for systems of private and public facilities based on concepts of accessibility and access opportunity. *Environment and Planning A*, 1980, 12(3), 301-320.
- [13] Hansen W G. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(2):73-76.
- [14] Talen E. The social equity of urban service distribution: An exploration of park access in Pueblo, Colorado, and Macon, Georgia. *Urban Geography*, 1997, 18(6):521-541.
- [15] Murray A T, Davis R, Stimson R J, Ferreira L. Public transport access. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1998, 3(5):319-328.
- [16] O'Sullivan D, Morrison A, Shearer J. Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrones approach. *International Journal of Geographical Information Science*, 2000, 14(1):85-104.
- [17] Luo W, Wang F H. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2003, 30(6): 865-884.
- [18] Lau J C Y, Chiu C C H. Accessibility of low-income workers in Hong Kong. *Cities*, 2003, 20(3):197-204.
- [19] Smoyer-tomic K E, Hewko J N, Hodgson M J. Spatial accessibility and equity of playgrounds in Edmonton, Canada. *The Canadian Geographer*, 2004, 48(3):287-302.
- [20] Yang Z G. A Study on the Accessibility of Urban Park System-use the Park of Tainan City Planning as an Example. Taiwan: National Cheng Kung University, 2007.
- [21] Chen J, Lu F, Cheng C X. Advance in accessibility evaluation approaches and applications. *Progress in Geography*, 2007, 26(5):100-111.
- [22] Oh K, Jeong S. Assessing the spatial distribution of urban parks using GIS. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 82(1/2): 25-32.
- [23] Comber A, Brunsdon C, Green E. Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 86(1):103-114.
- [24] Yu K J, Duan T W, Li D H, Peng J F. Landscape accessibility as a measurement of urban green system. *City Planning Review*, 1999, 23(8): 8-11.
- [25] Ma L B, Cao X S. A GIS-based evaluation method for accessibility of urban public green landscape. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2006, 45(6):111-115.
- [26] Xiao H B, Yuan Q F, Xu H J. Green space distribution based on accessibility and serving area. *Planners*, 2009, 25(2):83-88.
- [27] Li X M, Liu C F. Accessibility and service of Shenyang's urban parks by network analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3):1554-1563.
- [28] Dwyer J F, McPherson E G, Schroeder H W, Rowntree R A. Assessing the benefits and costs of the urban forest. *Arboriculture*, 1992, 18(5): 227-234.
- [29] van den Berg A E, Hartig T, Staats H. Preference for nature in urbanized societies: stress, restoration, and the pursuit of sustainability. *Journal of Social Issues*, 2007, 63(1):79-96.
- [30] Nicholls S. Measuring the accessibility and equity of public parks: a case study using GIS. *Managing Leisure*, 2001, 6(4):201-219.
- [31] Harrison C, Burgess J, Millward A, Dawe G. Accessible natural greenspace in towns and cities: review of appropriate size and distance criteria. English Nature Research Report No. 153. Peterborough: English Nature, 1995.
- [32] Kaczynski A T, Lackey K J. Correspondence of perceived and objective proximity to parks//National Recreation and Park Association Leisure Research Symposium, Salt Lake City, UT. National Recreation and Park Association Congress, 2009.
- [33] Peng S S. Study on the characteristics of recreational behavior around Guangzhou among Guangzhou residents. *Human Geography*, 2007, 22(1): 53-57.
- [34] Ding J, Li L F. Study on visited-rates of Guangzhou residents to destinations. *Areal Research and Development*, 2004, 23(4):73-78.
- [35] Li W M, Li Y M, Xie J F, Guo J, Li W. Research on population service radiation capability for emergency adapting function of urban green space system — the case of Beijing. *Journal of Disaster Prevention and Mitigation Engineering*, 2007, 27(2):223-229.
- [36] Ye M W, Wang J, Liu Y L, Xu S Y. Study on refuge accessibility of park in inner-city of Shanghai based on GIS technique. *Geography and Geo-information Science*, 2008, 24(2):96-99.

参考文献:

- [1] 王木林. 城市林业的研究与发展. *林业科学*, 1995, 31(5):460-466.

- [2] 彭镇华. 论中国森林生态网络体系城镇点的建设. 世界林业研究, 2002, 15(1):53-60.
- [3] 蒋有绪. 我国城市林业的发展趋势与特点. 今日国土, 2003, 4: 21-23.
- [7] 王成, 周金星. 城镇绿地生态功能表现的尺度差异. 东北林业大学学报, 2002, 30(3):107-110.
- [8] 王成. 城镇不同类型绿地生态功能的对比分析. 东北林业大学学报, 2002, 30(3):111-114.
- [9] 王成. 中国城市森林的建设与评价. 首届中国城市森林论坛会刊(内部资料) 北京: 经济日报社, 2004, 50-56.
- [10] 郅光发, 彭镇华, 王成. 基于"绿化空间辐射占有量" 城市绿化空间评价指标探讨. 中国城市林业, 2007, 5(1):13-15.
- [20] 杨子广. 都市公园系统可及性水准之研究——以台南市计划都市公园为例. 台湾成功大学硕士论文, 2007.
- [21] 陈洁, 陆峰, 程昌秀. 可达性度量方法及应用研究进展评述. 地理科学进展, 2007, 26(5):100-111.
- [24] 俞孔坚, 段铁武, 李迪华, 彭晋福. 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. 城市规划, 1999, 23(8):8-11.
- [25] 马林兵, 曹小曙. 基于 GIS 的城市公共绿地景观可达性评价方法. 中山大学学报:自然科学版, 2006, 45(6):111-115.
- [26] 肖华斌, 袁奇峰, 徐会军. 基于可达性和服务面积的公园绿地空间分布研究. 规划师, 2009, 25(2):83-88.
- [27] 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. 生态学报, 2009, 29(3):1554-1563.
- [33] 彭顺生. 广州市居民环城游憩行为特征研究. 人文地理, 2007, 22(1):53-57.
- [34] 丁健, 李林芳. 广州居民对旅游目的地的到访率研究. 地域研究与开发, 2004, 23(4):73-78.
- [35] 李炜民, 李延明, 谢军飞, 郭佳, 李薇. 城市公共绿地应急避险功能中的人口服务辐射能力的研究——以北京市为例. 防灾减灾工程学报, 2007, 27(2):223-229.
- [36] 叶明武, 王军, 刘耀龙, 许世远. 基于 GIS 的上海中心城区公园避难可达性研究. 地理与地理信息科学, 2008, 24(2):96-99.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 8 April, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

The relationship between <i>Populus euphratica</i> 's radial increment and groundwater level at the lower reach of Tarim River	AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (2053)
Influence of elevation factor on soil profile texture configuration: a case study of the alluvial plain of Fengqiu County	TAN Manzhi, MI Shuxiao, LI Kaili, et al (2060)
Effects of ozone on AsA-GSH cycle in soybean leaves	WANG Junli, WANG Yan, ZHAO Tianhong, et al (2068)
The effects of physical and chemical factors on the growth and lipid production of <i>Chlorella</i>	ZHANG Guiyan, WEN Xiaobin, LIANG Fang, et al (2076)
Response of net productivity of masson pine plantation to climate change in North Subtropical Region	CHENG Ruimei, FENG Xiaohui, XIAO Wenfa, et al (2086)
Soil respiration of <i>Zoysia matrella</i> turfgrass in subtropics	LI Xibo, YANG Yusheng, ZENG Hongda, et al (2096)
Effect of UV-B radiation on the leaf litter decomposition and nutrient release of <i>Pinus massoniana</i>	SONG Xinzhang, ZHANG Huiling, JIANG Hong, et al (2106)
Physiological ecological effect of endophyte infection on <i>Achnatherum sibiricum</i> under drought stress	HAN Rong, LI Xia, REN Anzhi, et al (2115)
Zinc Tolerance and Accumulation Characteristics of <i>Armillaria mellea</i>	ZHU Lin, CHENG Xianhao, LI Weihuan, et al (2124)
Expansion strategies of <i>Caragana stenophylla</i> in the arid desert region	ZHANG Jianhua, MA Chengchang, LIU Zhihong, et al (2132)
Effects of mixed plant residues from the Loess Plateau on microbial biomass carbon and nitrogen in soil	WANG Chunyang, ZHOU Jianbin, XIA Zhimin, et al (2139)
Survival strategy of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Agropyron cristatum</i> in typical steppe of Inner Mongolia	SUN Jian, LIU Miao, LI Shengcong, et al (2148)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in <i>Salix psammophila</i> root-zone soil in Inner Mongolia desert	HE Xueli, YANG Jing, ZHAO Lili (2159)
An experimental study on the the effects of different diurnal warming regimes on single cropping rice with Free Air Temperature Increased (FATI) facility	DONG Wenjun, DENG Aixin, ZHANG Bin, et al (2169)
Endophytic bacterial diversity in <i>Achnatherum inebrians</i> by culture-independent approach	ZHANG Xuebing, SHI Yingwu, ZENG Jun, et al (2178)
Hierarchical Partial Least Squares (Hi_PLS) model analysis of the driving factors of Henan's Ecological Footprint (EF) and its development strategy	JIA Junsong (2188)
Evaluation on spatial distribution of soil salinity and soil organic matter by indicator Kriging in Yucheng City	YANG Qiyong, YANG Jinsong, YU Shipeng (2196)
The toxicity of lupeol of <i>Inula britannica</i> on <i>Tetranychus cinnabarinus</i> and its effects on mite enzyme activity	DUAN Dandan, WANG Younian, CHENG Jun, et al (2203)
Abundance and biodiversity of ammonia-oxidizing archaea and bacteria in littoral wetland of Baiyangdian Lake, North China	YE Lei, ZHU Guibing, WANG Yu, et al (2209)
Changes of leaf water potential and water absorption potential capacities of six kinds of seedlings in Karst mount area under different drought stress intensities: Taking six forestation seedlings in karst Mountainous region for example	WANG Ding, YAO Jian, YANG Xue, et al (2216)
Comparison of structure and species diversity of <i>Eucalyptus</i> community	LIU Ping, QIN Jing, LIU Jianchang, et al (2227)
Ecosystem services valuation of the Haihe River basin wetlands	JIANG Bo, OUYANG Zhiyun, MIAO Hong, et al (2236)
Effects of <i>Phragmites australis</i> on methane emission from a brackish estuarine wetland	MA Anna, LU Jianjian (2245)
Genetic differentiation and the characteristics of uptake and accumulation of lead among <i>Camellia sinensis</i> populations under different background lead concentrations of soils in Yunnan, China	LIU Shengchuan, DUAN Changqun, LI Zhenhua, et al (2253)
Comparison of zooplankton lists between <i>Coilia mystus</i> food contents and collections from the Yangtze River Estuary & Hangzhou Bay	LIU Shouhai, XU Zhaoli (2263)
Reconstruction and analysis of July-September precipitation in Mt. Dagangshan, China	QIAO Lei, WANG Bing, GUO Hao, et al (2272)
Analysis on economic and ecological benefits of no-tillage management of <i>Carya cathayensis</i>	WANG Zhengjia, HUANG Xingzhao, TANG Xiaohua, et al (2281)
GIS-based analysis of the accessibility of urban forests in the central city of Guangzhou, China	ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (2290)
Review and Monograph	
Impact factors and uncertainties of the temperature sensitivity of soil respiration	YANG Qingpeng, XU Ming, LIU Hongsheng, et al (2301)
The advance of allometric studies on plant metabolic rates and biomass	CHENG Dongliang, ZHONG Quanlin, LIN Maozi, et al (2312)
Practice and the research progress on eco-compensation for cultivated land	MA Aihui, CAI Yinying, ZHANG Anlu (2321)
Discussion	
Soil water holding capacities and infiltration characteristics of three vegetation restoration models in dry-hot valley of Yuanmou	LIU Jie, LI Xianwei, JI Zhonghua, et al (2331)
Scientific Note	
Effects of secondary, micro- and beneficial elements on rice growth and cadmium uptake	HU Kun, YU Hua, FENG Wenqiang, et al (2341)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1~9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任:孔红梅

执行编辑:刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 8 期 (2011 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 8 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元