

基于网络分析的沈阳城市公园可达性和服务

李小马, 刘常富*

(沈阳农业大学林学院, 沈阳 110161)

摘要:城市公园是城市生态系统中主要的自然景观元素,发挥着重要的生态、经济、和社会效益。随着人们生活水平的提高,城市公园的休闲游憩功能倍受关注。以沈阳为例,基于 GIS 的网络分析法,结合道路和人口分布分析了沈阳及其各行政区城市公园的可达性和服务状况。结果显示:(1)网络分析法较缓冲区法更能准确地评价城市公园的可达性,两个服务评价指标(服务面积比和服务人口比)较传统的统计指标更能准确地反映城市公园的服务情况;(2)通过网络分析,研究区仅有 19.47% 的面积和 43.41% 的市民能够在 15min 内步行到达公园,沈阳城市公园数量不足且空间分布不均匀;(3)市区城市公园分布和服务情况好于郊区。沈河区、和平区和皇姑区城市公园可达性最好,东陵区、铁西区和大东区次之,于洪区和浑南新区可达性最差。基于 GIS 的网络分析法能够准确评价城市公园可达性,并可用于城市其它服务设施(学校、超市、医疗机构等)的可达性研究。研究获得了沈阳城市公园空间分布和服务状况的准确资料,为沈阳城市公园的空间布局优化提供参考。

关键词:城市公园;可达性;服务;网络分析;GIS

文章编号:1000-0933(2009)03-1554-09 中图分类号:Q143,S731 文献标识码:A

Accessibility and service of Shenyang's urban parks by network analysis

LI Xiao-Ma, LIU Chang-Fu*

Forestry College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1554 ~ 1562.

Abstract: Urban parks are one of the main natural components of an urban ecosystem, bringing great ecological, economic, and social benefits and playing an important role in ecosystem sustainability. The recreational functions of urban parks typically receive increasing concern as citizens' living standards increase. Residents are concerned about not only the quantity and quality of urban parks provided by the government, but also whether they can reach and enjoy urban parks conveniently. Can current urban parks satisfy the demand of citizens in a city and is the spatial distribution of parks reasonable? How can the spatial distribution of urban parks in a city be optimized for maximum benefits? Research on these questions is a prerequisite to planning and managing urban parks reasonably.

In the past, answers to these questions were mainly acquired by questionnaire or statistical indices. However, both of these methods are deficient when evaluating the spatial distribution and service of urban parks, leading to increased attention to the issue of accessibility. The methods commonly used to evaluate accessibility (simple buffering, minimum distance, gravity model, and cost weighted distance) also have shortcomings, because they cannot measure the distance between urban parks and leisure users realistically. Network analysis solves this problem by measuring the distance of actual routes followed by leisure users. To test the usefulness of network analysis when evaluating urban park accessibility and to acquire comprehensive information about the current status of accessibility and service of Shenyang's urban parks, we studied the accessibility and service of urban parks in Shenyang and its eight districts based on road and population distribution data using Network Analyst model in ArcGIS 9.2.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30600482)

收稿日期:2008-06-18; **修订日期:**2008-12-04

致谢:美国密歇根州立大学 Nicholls Sarah 博士润色英文摘要,特此致谢。

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liucf898@163.com

The results showed that: (1) The method of GIS-based network analysis is more precise than the simple buffering method when calculating urban park accessibility, and two service indicators (service area ratio and service population ratio) are better than the conventional statistical indicators used to quantify service status of urban parks. (2) Using network analysis, only 19.47% of the study area and 43.41% of the citizens are served based on the criterion that an urban park has a service radius of 900 meters (15 minutes walk). Shenyang's urban parks are inadequate in quantity and distributed uneven spatially. (3) The spatial distribution of Shenyang's urban parks and their service in the downtown area was better than that in the suburbs. Urban park accessibility was highest in Shenhe, Heping, and Huanggu Districts, while that in Dongling, Tiexi, and Dadong Districts was in middle place. Urban parks provision and accessibility was the most inadequate and problematic in Yuhong and Hunnan Districts.

Our case study of the accessibility and service of Shenyang's urban parks indicated that the method of GIS-based network analysis evaluates the accessibility of urban parks exactly, and it can also be used to quantify the provision of and access to a range of urban services (schools, supermarkets, and medical institutions). What's more, the knowledge acquired about the accessibility and service of Shenyang's urban parks provided precise information useful for optimizing their spatial distribution.

Key Words: urban park; accessibility; service; network analysis; GIS

城市公园作为城市中主要的自然景观元素和休闲游憩场所,对城市可持续发展起着举足轻重的作用^[1,2]。城市公园及其服务已成为评价城市影响力和衡量市民生活水平的重要指标^[3,4]。随着生活水平的提高,人们对城市公园的要求越来越高,不仅关注城市公园的数量和质量,往往更加关注能否方便快捷地进入公园,距离已成为影响人们利用公园与否的主要因素^[5-8]。然而现阶段对城市公园空间分布合理性及其现实的服务研究不足,研究方法仍以问卷调查形式为主^[4,7,8],评价指标仍局限于简单的统计指标(如:人均公园面积、公园面积百分比等)。问卷调查能反映人们对公园的感知和利用情况,但并不能客观反映城市公园的现实服务。统计指标能够在一定程度上描述城市公园的数量特征,但本身存在一定缺陷,且不能反映城市公园的空间分布格局和服务公平性^[9-12]。而可达性(accessibility)能够很好地解决这一问题,逐渐受到研究者的广泛重视。

可达性是指从空间中任意一点到达目的地的难易程度,反映了人们到达目的地过程所克服的空间阻力(spatial resistance)大小,常用距离、时间和费用等指标来衡量^[10,13]。可达性已被广泛应用于城市服务设施分布的合理性与服务公平性研究^[14,15],并在城市公园中有了初步应用^[9,16-18]。目前可达性研究的主要方法有缓冲区法^[19]、最小邻近距离法^[20]、引力模型法^[21-23]、费用加权距离法^[24,25]等。这些方法从不同角度反映了服务设施的空间可达性,但缓冲区法和最小邻近距离法忽略了到达目的地过程中的障碍^[16],易高估服务设施的可达性,引力模型法和费用距离加权法也未考虑到到达目的地的真实路径,多以对分类景观赋以相对阻力为前提,但景观类型的划分和相对阻力大小的赋值具有不确定性,主观性较大。此外引力模型法和费用距离加权法以栅格数据为基础,栅格数据所固有的粒度效应又会对结果产生影响^[26]。网络分析法以矢量数据——道路网络为基础,能更为真实地评价服务设施的可达性^[16]。该方法在国外已被应用于城市公园的空间可达性和服务公平性评价^[16,17,27,28],而国内相关研究还未见报道。

本文以沈阳城市公园为例,利用 ArcGIS9.2 的网络分析模块(Network Analyst),基于沈阳道路网络,结合人口分布数据,以到达公园的实际方式来评价沈阳城市公园的空间分布和服务情况,为城市公园研究提供新思路和新方法,并为沈阳城市公园的空间格局优化提供参考。

1 研究区概况

沈阳市(41°11'~42°17' N, 122°21'~123°48' E)地处长白山余脉与辽河冲积平原的过渡地带。东部为低山丘陵区,海拔 70~200 m;西部和中部为浑河和辽河冲积平原,海拔 20~40 m。该区气候属暖温带季风气候

区,年均气温 7.9℃,7 月均温 24.6℃,1 月均温 -12.0℃, $\geq 5^\circ\text{C}$ 积温 3870.6℃,无霜期平均 150 d,年均降水量 727.4 mm,降水集中在夏季,约占全年降水量的 64.4%,冬季仅占 4.6%,年均蒸发量 1407.7 mm,夏季蒸发量最高为 603.6 mm,占全年蒸发量的 43.2%。2000 年沈阳人口已经达 720 万,市内五区(沈河区、和平区、皇姑区、铁西区和大东区)人口密度高达每平方公里 2 万余人。近年来沈阳城市建设逐步向外扩展,城市人口呈现出向二三环间区域扩散的现象,二三环间区域已经具有较高的城市化水平。沈阳已建成以北陵公园、青年公园、南湖公园为代表,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,在改善城市生态环境、丰富市民精神文化生活等方面发挥着不可替代的作用。

2 研究方法

2.1 网络分析

网络分析(Network Analysis)是对地理网络,城市基础设施网络进行地理化和模型化,其理论基础是图论和运筹学,主要用于资源的最佳分配,最短路径的寻找等^[29]。一个基本的网络主要包括中心(center)、连接(links)、节点(nodes)和阻力(impedance)。本研究中,中心代表城市公园,以点要素的形式表达。先前的研究大多将城市公园的几何中心作为其代表,但由于公园形状及面积大小的影响,这种方法存在一定缺陷^[16]。本文以真实的城市公园可进入点作为中心,认为到达公园入口即为进入公园(为方便操作和计算,对于开敞公园,若公园边界 AB 均可进入,但从 AB 间任何点进入公园均需经过 A 或 B 则 AB 间所有可进入点以 A 和 B 代表)^[16,28]。因此每个公园为多个中心的集合,分别计算每个中心的服务区并将其合并作为该公园的服务面积。连接为本文中的道路。节点为道路的交点。阻力代表在道路上移动所花费的时间。

2.2 数据及处理

2.2.1 数据及模型建立

研究所需城市公园和道路数据均解译于沈阳市 2006 年 8 月 19 日的 QuickBird 卫星影像(分辨率 0.61 m)。首先利用 ERDAS8.7 对图像进行几何校正等处理,然后利用 ArcGIS9.2 结合实地踏查提取沈阳城市公园和道路信息,并分别建立沈阳城市公园数据库和城市道路数据库。城市公园数据库包括公园名称、面积、人口等要素,并建立代表公园的公园入口点文件。城市道路数据库由普通道路、十字路口、人行横道、过街天桥和地下过街通道组成,分别记录其名称、长度。将解译的道路数据进行拓扑,建立道路数据集。参考相关研究设定步行速度 1m/s;设定十字路口平均等待时间 20s,通过人行横道、过街天桥和地下过街通道的时间为普通道路的一倍即速度减半。借鉴文献^[30]的方法,在沈阳 2000 年第五次全国人口普查数据基础上以调整后的人口普查单元进行修正,并将其平均到对应人口普查单元的建筑面积上,生成沈阳人口分布图。

服务半径作为衡量城市公园可达性的重要指标,广泛应用于城市公园评价和规划。通用的方法是根据公园的服务功能和规模大小制定相应的服务半径。本文仅考虑城市公园的休闲游憩功能,选取面积大于 2 hm² 的城市公园^[31](下文提及城市公园均指面积大于 2 hm² 的公园),以 15min^[16,17,32] 为服务半径模拟城市公园的服务区。

2.2.2 统计分析

将通过 ArcGIS9.2 网络分析模块模拟得到的城市公园服务区(包括城市公园,下同)与 2007 年沈阳行政区划图、沈阳人口分布图叠加剪裁,通过以下两个指标来评价沈阳城市公园的服务情况:

$$\text{服务面积比} = \frac{\text{服务面积}}{\text{研究区总面积}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{服务人口比} = \frac{\text{服务人口}}{\text{研究区总人口}} \times 100\% \quad (2)$$

3 结果与分析

3.1 沈阳城市公园总体特征

沈阳城市公园总面积 1379.06 hm²,占研究区面积的 3.03%,主要集中在二环以内的市中心,二三环间公园缺乏。这与沈阳城市发展建设有关,沈阳城市以同心圆的模式向外扩展,郊区城市建设还未大范围展开,用

地类型中农业用地占据一定比重,人口相对稀少,政府在这些区域还未进行大规模城市公园建设。沈阳城市公园在行政区间分布不均,公园面积排在前三位的皇姑区、沈河区和和平区占据公园总面积的 64.67%,分别为 29.49%、19.40% 和 15.78%。大东区、东陵区在于洪区城市公园面积之和仅为公园总面积的 13.48%,均不足 100 hm^2 。沈阳城市公园的行政区不均匀分布除来源于各行政区市民对公园的需求差异,还与各行政区历史和自然地理条件有关。沈阳城市公园对自然条件依赖较大,多伴随水体而建。皇姑区城市公园面积最大(406.75 hm^2),这是由于历史原因该区拥有沈阳最大的城市公园——北陵公园(一宫两陵之一的昭陵所在地)。沈河区和和平区地处沈阳中心城区,具有较高的城市公园需求,同时南北运河和浑河流经其中,为城市公园建设提供了有利的自然地理条件,使得这两个行政区建设有较多的公园。铁西区公园面积 150.93 hm^2 ,占该区面积的 3.27%,且集中分布在西区西部,与该区现代商贸生活区的建设目标相差甚远。这是由于铁西区先前为工业区,建设过程中未考虑到城市公园的规划和布局,在从工业区向现代商贸生活区转变过程中受土地使用成本等因素的影响城市公园建设较为困难。大东区也处于沈阳中心城区,人口密度较高,但公园面积却较低,不足 100 hm^2 。虽然南北运河流经该区,但并未形成大型水域,公园多为河流沿岸面积较小的狭长带状公园。其它几个行政区处于郊区,公园面积较少。

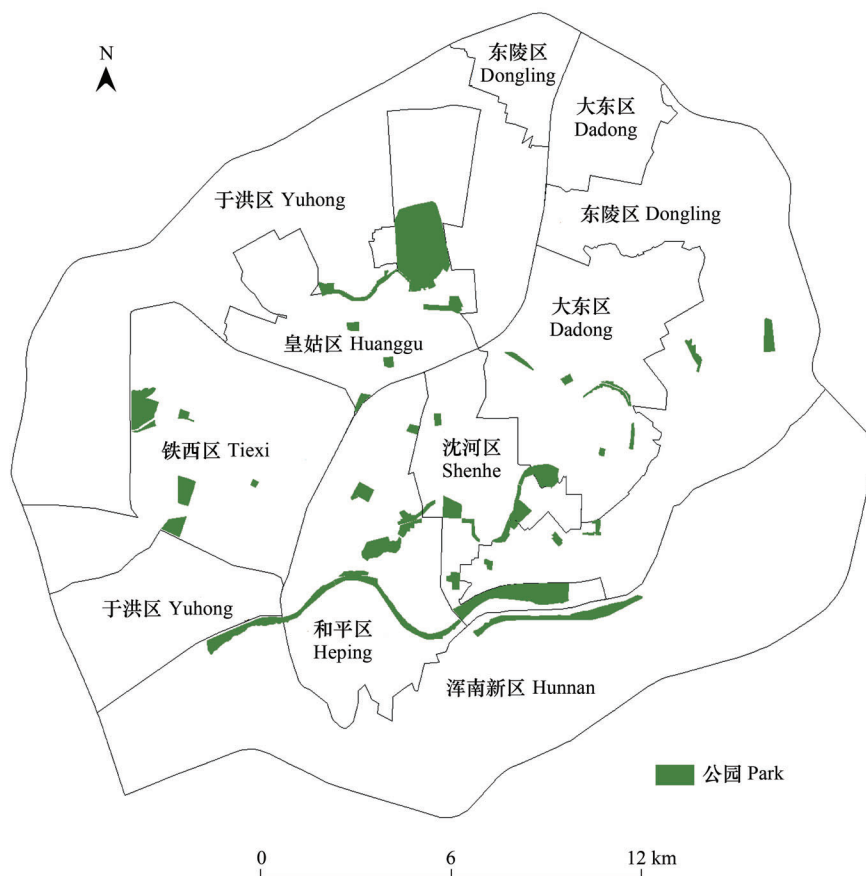


图 1 沈阳城市公园分布

Fig. 1 Distribution of Shenyang's urban parks

3.2 沈阳城市公园可达性

通过 15min 缓冲区分析得到沈阳城市公园服务面积为 14323.53 hm^2 ,占研究区面积的 31.49% (图 2)。利用 ArcGIS9.2 的网络分析模块,基于沈阳道路网络分析得到沈阳城市公园服务面积为 8857.11 hm^2 ,仅占研究区面积的 19.47%,较缓冲区法服务面积减少 5466.42 hm^2 (图 3)。这主要是由于两种方法采用的距离计算方法以及对公园可达性的理解不同。首先,缓冲区法以直线衡量市民与公园间的距离,而网络分析法以真



图2 基于缓冲区的沈阳城市公园服务区

Fig.2 Service area of Shenyang's urban parks by simple buffering

实的道路为基础。由于建筑物等人工景观和河流等自然障碍的存在,使得进入公园的实际路径大于直线距离,而缓冲区法并不能识别这些障碍,导致计算的服务区包含现实的不可达区域,高估了公园的可达性。如浑河沿岸的公园由于河流的阻隔,河流对岸到达公园需要绕行,导致所花费的时间大于公园的服务半径,因此并不在公园服务区内,但缓冲区法的结果却包含了这些区域。其次,缓冲区以公园几何中心点或公园面向四周缓冲,即认为公园边界任何点都可进入公园,而现实的情况却是公园并不是任何边界点都可以进入,网络分析法则以真实的公园入口进行分析,更接近现实,而前者又会高估公园的可达性。如北陵公园由于保护历史文化遗产的需要,周围修建有围墙,仅有少数几个点可以进入公园,缓冲区法的结果包含了在服务半径内能到达公园边界但并不能进入公园进行游憩活动的区域。

由于城市人口分布不均,仅仅用服务面积来衡量城市公园可达性可能会产生误导性的结果,因此进一步计算沈阳城市公园服务人口。将网络分析法得到的城市公园服务区与沈阳人口分布图叠加统计,结果显示通过步行在 15min 内能到达公园的人口 171.00 万,占研究区总人口(393.93 万)的 43.41%。

3.3 不同行政区城市公园可达性比较

沈阳各行政区城市公园可达性和服务见表 1。公园面积以皇姑区最大(406.75 hm^2),这得益于该区拥有沈阳最大的公园——北陵公园。沈河区公园面积与和平区相近,但公园面积比却为和平区的 2 倍有余,在各行政区中最高,这是由于沈河区总面积小,但拥有万柳塘公园、青年公园和五里河公园等大面积公园。大东区、东陵区、浑南新区和于洪区公园面积比均低于沈阳平均水平,公园相对较为缺乏。人均公园面积以位于郊区的浑南新区和于洪区排在前两位,分别为 14.69 m^2 和 5.86 m^2 ;位于市中心的大东区、和平区和铁西区人均



图3 基于网络分析的沈阳城市公园服务区

Fig.3 Service area of Shenyang's urban parks by network analysis

公园面积较低,均不超过 3 m^2 。这与沈阳城市发展现状和人口分布有关,市区用地类型以居住用地和商业用地为主,人口密度高,郊区农业用地占有一定比重,人口密度相对较低。虽然市区城市公园面积状况好于郊区,但庞大的人口基数使得市区人均公园面积较低,城市公园供需矛盾较大。

表1 沈阳行政区间城市公园可达性和服务比较

Table 1 Comparison of urban parks' accessibility and service among districts

行政区 District	面积 Area (hm^2)	人口(万人) Population (ten thousand)	公园面积 Park area (hm^2)	公园面积比 Park area ratio (%)	人均公园面积 Park area per capita(m^2)	服务面积比 Service area ratio (%)	服务人口比 Service population ratio (%)
大东区 Dadong	4910.34	66.81	86.86	1.77	1.30	24.58	32.39
东陵区 Dongling	7332.06	17.58	71.65	0.98	4.08	19.04	74.12
和平区 Heping	3639.63	74.62	217.56	5.98	2.92	40.84	52.27
皇姑区 Huanggu	3533.12	75.45	406.75	11.51	5.39	41.24	37.66
浑南新区 Hunnan	9947.20	10.24	150.51	1.51	14.69	5.40	3.84
沈河区 Shenhe	2167.06	70.19	267.47	12.34	3.81	47.59	54.67
铁西区 Tiexi	4614.74	74.37	150.93	3.27	2.03	25.90	39.82
于洪区 Yuhong	9344.91	4.67	27.32	0.29	5.86	5.86	11.30
总计 Total	45489.07	393.93	1379.06	3.03	3.50	19.47	43.41

从网络分析法得到的沈阳各行政区城市公园的服务面积来看,沈河区、皇姑区和和平区城市公园服务效果最好,服务面积比均高于40%,分别为47.59%、41.24%和40.84%,这主要得益于这3个行政区城市公园较多,且分布较为均匀;铁西区、大东区和东陵区城市公园服务面积比在20%左右,城市公园数量较少且空间分布不均,使得这几个区存在大量公园服务盲区;于洪区和浑南新区城市公园服务效果最差,仅有不到6%的区域能够在15min内步行达到公园。从各行政区城市公园服务人口来看,东陵区城市公园服务效果最好,74.12%的市民能够在15min内步行到达公园,这主要与该区人口空间分布有关,该区人口主要集中在南塔附近,而这些区域附近正好有大量城市公园分布,使得市民到达公园较为方便;和平区和沈河区服务人口比均超过50%,城市公园服务效果较为理想;浑南新区和于洪区服务人口比仍在8个行政区中最低,为该区城市公园太少所致。

4 结论与讨论

沈阳城市公园面积不足,空间分布不均,供需矛盾较大。沈阳现有城市公园1379.06 hm²,其中人均公园面积3.50 m²,公园较为缺乏。通过网络分析仅有19.47%的研究区能够方便地步行到达城市公园,说明沈阳城市公园可达性和服务效果不理想。受城市建设、城市发展模式、历史自然地理条件以及市民对公园的需求等因素影响,绝大部分公园分布在二环以内,二三环间公园缺乏。二三环间正经历着快速的城市化过程,现有的城市公园建设未能跟上城市建设的步伐,随着城市化的进一步加剧,市民对城市公园的需求将随之激增,因此如何提前规划好二三环间城市公园的数量、面积以及空间布局,将是沈阳未来城市建设必须解决的关键问题。利用ArcGIS9.2的网络分析模块,基于沈阳道路网络分析得到沈阳城市公园服务人口171.00万,占总人口的43.41%,研究区仍然有一半的市民不能方便地到达城市公园,特别是人口密度较高的市区,如铁西区。这些区域市民对公园需求强度高,但却存在大量公园服务盲区(图3),如何满足这些区域市民对城市公园的需要是沈阳城市公园建设的当务之急。

基于网络分析的两个服务评价指标较传统评价指标更能准确反映城市公园信息。沈阳城市公园面积以皇姑区最大,公园面积比以沈河区最高,人均公园面积以浑南新区最多,公园服务面积比以沈河区最高,公园服务人口比以东陵区最高。可见各评价指标并不能产生一致的结果。公园面积、公园面积比和人均公园面积是应用最广泛的评价指标。但随着研究的深入,这些指标存在的问题逐渐暴露。本文研究显示浑南新区人均公园面积最大,但这并不表明该区公园服务效果最好。从沈阳公园分布图(图1)和基于网络分析的服务区(图3)可以看出该区公园主要位于浑河南岸,服务面积较小,且仅有少部分市民能够在15min内方便地享受其提供的服务。从公园的可达性和服务效果角度来看,浑南新区城市公园还需要进一步建设。有研究指出传统统计指标会因建成区界线划分的方式或面积基数的大小变化而有很大的差异^[10,12,22],例如本文若将五里河公园划归东陵区,沈河区公园面积比将从12.34%下降到6.08%,人均公园面积从3.81 m²下降到1.56 m²;相反,东陵区公园面积比将从0.98%上升到2.97%,人均公园面积从4.08 m²上升到13.99 m²。这些指标的另一个缺陷是认为一个分区的城市公园仅仅为该区分区服务,分区外的市民并不能使用这些公园^[9],很显然这是不符合现实的。东陵区仅有71.65 hm²城市公园,但却有19.04%的区域和74.12%的市民能够在15min内方便地到达公园,其中一个主要原因是沈河区在与该区接壤处有大量公园分布,而这些公园为东陵区市民提供了较好的服务。近年来,人们逐渐倾向于用可达性思想来评价城市公园的空间分布合理性和公平性,以此来解决传统统计指标的局限性^[9,16,17,25]。服务面积比和服务人口比是常用的两个指标,前者反映城市公园的空间服务能力,后者描述城市公园对城市居民现实的服务状况。本文通过对不同行政区的比较进一步证实了服务面积比和服务人口比较传统统计指标更能准确地评价城市公园的空间分布和服务。

可达性能够较好地用于评价城市服务设施(医疗机构、图书馆、学校及公园等)分布的合理性与公平性,并出现了大量可达性评价方法和评价指标^[9,18~20,22,25],如何真实地反映市民消费服务设施这一过程是可达性研究的关键问题。利用道路这种真实的路径来评价服务设施的可达性越来越受到研究者的青睐^[9,16,17,27,28],网络分析法结合道路数据在可达性研究中的优势逐渐体现^[16,17]。本文比较了两种评价城市公园可达性的方

法——基于 GIS 的网络分析法和缓冲区法,结果显示基于 GIS 的网络分析法由于能够识别路径过程中的障碍较缓冲区法更为准确地评价城市公园的可达性和服务性,与 Oh 和 Jeong^[16]、Nicholls^[17]得出的结果一致。这种方法还可用于城市其它服务设施的空间分布和服务公平性评价和研究。

基于 GIS 的网络分析法以更实际的方式评价服务设施的可达性和服务情况,解决了其它可达性方法的诸多弊病,但该方法并不完善。理论和方法方面,该方法未考虑到服务设施质量(吸引力)这一因素,现有的研究多采用对公园类型设置不同服务半径的方法,并未体现同类型公园间对游憩者的吸引力差异^[16,17,28]。此外该方法多以单一的交通方式(步行、自行车或公共交通)评价城市公园的可达性,未能考虑到交通方式的选择和组合。应用方面,首先该方法基于完善的公园分类和道路数据,辅之以人口普查数据,这些数据的可获得性和质量直接决定该方法的应用范围和研究结果的精度。国外各城市都建设有完善的公园分类系统,同时道路网络数据以及人口普查数据大多对公众开放,获取较为容易,而国内相关数据获取比较困难,这可能也是这种方法在国内还未见报道的原因之一。基于 GIS 的网络分析法在国内可达性理论和实践研究中的广泛应用还需相关政府部门和科研机构的合作与支持。其次该方法以城市公园游憩者的行为和偏好数据(如:交通方式、服务半径等等)为基础。国外对城市公园游憩者的行为和偏好研究较为充分,为基于 GIS 的网络分析法提供了基础保证,而国内这些基础数据十分缺乏,相关研究较为薄弱,因此该方法在国内可达性研究的实践应用还需加强对其基础数据的研究。

本文利用基于 GIS 的网络分析法研究了沈阳城市公园的空间可达性和服务状况,为城市公园研究提供了一种新思路和新方法,获得了沈阳城市公园空间分布和服务状况的基础资料,为其空间格局优化提供参考,但研究还存在一些问题:研究使用的参数(服务半径,步行速度等)均借鉴国外相关研究,可能并不能准确表达国内公园游憩者的行为和偏好;研究对象仅为面积大于 2 hm²的城市公园,排除了面积小于 2 hm²的城市公园,结果可能低估了沈阳城市公园的服务功能。需要加强国内城市公园游憩者的行为偏好研究,以为城市公园可达性提供基础。同时如何进一步精确评价沈阳公园系统的可达性和服务状况,探寻其影响因素并优化城市公园的分布还需进一步研究。

References:

- [1] Chiesura A. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 68(1): 129 – 138.
- [2] Swanwick C, Dunnett N, Woolley H. Nature, role and value of green space in towns and cities: An Overview. *Built Environment*, 2003, 29(2): 94 – 106.
- [3] Van Herzele A, Wiedemann T. A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 63(2): 109 – 126.
- [4] Sanesi G, Chiarello F. Residents and urban green spaces: The case of Bari. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2006, 4(3-4): 125 – 134.
- [5] Erkip F. The distribution of urban public services: the case of parks and recreational services in Ankara. *Cities*, 1997, 14(6): 353 – 361.
- [6] Lo S M, Yiu C Y, Lo A. An analysis of attributes affecting urban open space design and their environmental implications. *Management of Environmental Quality*, 2003, 14(5): 604 – 614.
- [7] Jim C Y, Chen W Y. Recreation-amenity use and contingent valuation of urban greenspaces in Guangzhou, China. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 75(1-2): 81 – 96.
- [8] Neuvonen M, Sievänen T, Tönnies S, *et al.* Access to green areas and the frequency of visits — A case study in Helsinki. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2007, 6(4): 235 – 247.
- [9] Talen E, Anselin L. Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment and Planning A*, 1998, 30(4): 593 – 613.
- [10] Yu K J, Duan T W, Li D H, *et al.* Landscape accessibility as a measurement of the function of urban green system. *City Planning Review*, 1999, 23(8): 8 – 11.
- [11] Peng Z H, Wang C. On the indicators for urban forest evaluation. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2003, 1(3): 4 – 9.
- [12] Jin Y. Analysis of city green space index. *Chinese Landscape Architecture*, 2006, 22(8): 56 – 60.
- [13] Liu S, Zhu X. An Integrated GIS approach to accessibility analysis. *Transactions in GIS*, 2004, 8(1): 45 – 62.

- [14] Kwan M P, Murray A T, O'Kelly M E, *et al.* Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications. *Journal of Geographical Systems*, 2003, 5(1): 129—138.
- [15] Langford M, Higgs G. Measuring potential access to primary healthcare services: the influence of alternative spatial representations of population. *The Professional Geographer*, 2006, 58(3): 294—306.
- [16] Nicholls S. Measuring the accessibility and equity of public parks: a case study using GIS. *Managing Leisure*, 2001, 6(4): 201—219.
- [17] Oh K, Jeong S. Assessing the spatial distribution of urban parks using GIS. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 82(1-2): 25—32.
- [18] Yin H W. Urban open space pattern, accessibility and amenity value. Nanjing: Southeast University Press, 2008.
- [19] Mallick R K, Routray J K. Identification and accessibility analysis of rural service centers in Kendrapara District, Orissa, India: a GIS-based application. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 2001, 3(1): 99—105.
- [20] Yin H W, Kong F H, Zong Y G. Accessibility and equity assessment on urban green space. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(7): 3375—3383.
- [21] Talen E. Neighborhoods as Service Providers: A Methodology for Evaluating Pedestrian Access. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2003, 30(2): 181—200.
- [22] Zhou T G, Guo D Z. GIS-based researches on urban green space on landscape gravity field with Ningbo city as an example. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1157—1163.
- [23] Hu Z B, He X Y, Lu Q X, *et al.* Green space accessibility research based on GIS: taking Shenyang as an example. *Journal of Shenyang Architectural and Civil Engineering Institute (Nature Science)*, 2005, 21(6): 671—675.
- [24] 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.
- [25] Yin H W, Kong F H. Accessibility analysis of urban green space in Jinan. *Journal of Plant Ecology*, 2006, 30(1): 17—24.
- [26] Corry R C, Laforzezza R. Sensitivity of landscape measurements to changing grain size for fine-scale design and management. *Landscape and Ecological Engineering*, 2007, 3(1): 47—53.
- [27] Chin G K, Van Niel K P, Giles-Corti B, *et al.* Accessibility and connectivity in physical activity studies: The impact of missing pedestrian data. *Preventive Medicine*, 2007, 46(1): 41—45.
- [28] 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.
- [29] Tang G A, Yang X. Spatial analysis operating direction on ArcGIS. Beijing: Science Press, 2006. Chapter seven.
- [30] Du G M, Zhang S W, Zhang Y Q. Analyzing spatial auto-correlation of population distribution: A case study of Shenyang city. *Geographical Research*, 2007, 26(2): 383—390.
- [31] Bussey S C, Coles R W. The structure and community use of an urban forest. *Quarterly Journal of Forestry*, 1995, 89(3): 182—91.
- [32] Barbosa O, Tratalos J A, Armsworth P R, *et al.* Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 83(2-3): 187—195.

参考文献:

- [10] 俞孔坚, 段铁武, 李迪华, 等. 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.
- [11] 彭镇华, 王成. 论城市森林的评价指标. *中国城市林业*, 2003, 1(3): 4~9.
- [12] 金远. 对城市绿地指标的分析. *中国园林*, 2006, 22(8): 56~60.
- [18] 尹海伟. 城市开敞空间: 格局·可达性·宜人性. 南京: 东南大学出版社, 2008.
- [20] 尹海伟, 孔繁花, 宗跃光. 城市绿地可达性与公平性评价. *生态学报*, 2008(7): 3375~3383.
- [22] 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. *生态学报*, 2004, 24(6): 1157~1163.
- [23] 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. *沈阳建筑大学学报: 自然科学版*, 2005, 21(6): 671~675.
- [24] 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.
- [25] 尹海伟, 孔繁花. 济南市城市绿地可达性分析. *植物生态学报*, 2006, 30(1): 17~24.
- [29] 汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程. 北京: 科学出版社, 2006.
- [30] 杜国明, 张树文, 张有全. 城市人口分布的空间自相关分析——以沈阳市为例. *地理研究*, 2007, 26(2): 383~390.