

基于 GIS 的太原市景观格局与可达性分析^①

谢焕景¹, 梁 萍¹, 沈钦炜¹, 熊慧锦¹,
林皎皎¹, 陈孝云², 陆东芳¹, 郑郁善³

1. 福建农林大学 艺术学院园林学院(合署), 福州 350002; 2. 福建农林大学 材料工程学院, 福州 350002;
3. 福建农林大学 林学院, 福州 350002

摘要: 城市公园绿地是城市绿地系统中重要的组成部分, 是衡量一个城市人居环境和城市环境的重要标准。本研究以太原市中心城区(环城高速内)为研究对象, 运用遥感技术以及 GIS 相关技术, 对太原市城市公园绿地可达性及景观格局进行分析。结果表明: ① 太原市城市公园绿地面积偏少且各行政区之间分布不均匀, 其中杏花岭区城市公园绿地面积最小仅为 0.99 km², 占研究区的 2.37%; ② 太原市城市公园绿地可达性整体较差, 仅有不到 50% 的城市居民能在 30 min 内通过步行方式到达最近公园; ③ 太原市城市公园绿地整体分布较为均匀, 破碎化程度较低, 但其景观形状较为规则, 不利于城市生物多样性的维护, 且斑块丰富度密度较低。本研究成果可以为太原市合理优化绿地空间结构布局提供理论依据。

关 键 词: 太原市; 可达性; 景观格局; 地理信息技术(GIS)

中图分类号: TU984.11⁺3

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2019)11-0132-09

城市公园绿地是城市绿地系统中重要的组成部分, 它对于实现城市可持续发展、缓解市民生活工作压力、美化城市环境、维持生物多样性等方面有着不可替代的作用^[1-3], 同时也是衡量一个城市人居环境和城市环境的重要标准^[4]。随着城市现代化的快速发展, 城市人口的数量也在不断增加, 城市公园绿地作为解决城市现有绿地不断减少和城市居民对于绿地需求不断增加之间矛盾的重要途径, 越来越受到人们的关注, 能否便捷快速地进入城市公园绿地并享受其所提供的服务功能越来越成为城市居民所关注重点^[5]。因此, 对城市公园绿地进行科学而合理的规划, 平衡城市公园绿地在城市中的数量分布, 使其在城市中发挥最大效益, 是城市可持续发展的必由之路, 同时也是现代城市规划设计中不可或缺的一项重要内容。城市公园绿地提供绿色服务能力的大小可体现在景观格局和可达性程度 2 个方面。

景观格局(landscape pattern)主要指的是景观空间格局, 其中包括景观单元的组成数目、类型以及其空间的配置与分布, 是景观生态学核心问题之一^[15], 同时也是社会、自然、生物等要素共同作用的结果。城市绿地景观是城市生态系统中重要的组成部分, 在城市景观结构、功能及其变化中起着重要的作用, 其结构和布局对城市景观总体结构、城市环境以及经济文化等都产生深刻的影响。关于生态格局的研究最早起于国外, 上世纪 80 年代初, 美国著名生态学家 Forman 首次在《景观生态学》中提出“斑块—绿廊—基质”的景观生态学模式。直到 20 世纪 80 年代, 在我国才出现一些关于景观格局的研究, 但也主要集中在森林景观、流域景观以及城市整体景观的评价与研究^[16], 对于城市绿地景观格局的研究相对较少。随着城市环境及城市生态问题的不断突出, 对城市绿地景观格局的研究已然成为景观生态研究的

① 收稿日期: 2018-12-06

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BA101B06); 海峡博士后基金项目(1323H0005)。

作者简介: 谢焕景(1994-), 男, 硕士研究生, 主要从事景观规划设计研究。

通信作者: 陆东芳, 副教授, 博士。

热点内容^[17]。21 世纪初,随着遥感技术(RS)以及地理信息技术(GIS)的普及与发展,关于城市绿地景观格局的研究越来越多,且研究方法也越来越科学化和多样化^[18-21],研究方法由最初的定性描述法逐渐发展到定量分析法乃至模型预测法。

可达性(accessibility)的概念最早由 Hansen(1959)提出,用于表现交通网络中各个节点之间相互作用机会的大小^[6],并利用重力方法对城市土地利用与可达性之间的关系进行研究。城市公园可达性指的是空间中任意一点克服空间阻力到达景观源点的难易程度,其受时间、距离、费用等多种因素的共同影响,是评价城市公园绿地空间布局合理性的重要指标^[7]。在国内,由于基础数据资料的匮乏,关于可达性的研究进展较为滞后。1999 年,俞孔坚最早以景观可达性为指标,对中山市城市公园绿地的服务功能进行评价研究^[7]。之后,可达性逐渐成为国内专家学者研究的热点,并应用于城市规划、交通、地理等多个领域^[8-10]。随着地理信息系统(GIS)技术的发展与成熟,模拟城市居民到公园绿地的出行过程变得简单可行,运用 GIS 技术对可达性的研究也随之增多^[11-13]。现阶段,对于城市公园绿地可达性的研究方法主要有引力模型法、缓冲区分析法、网格分析法、成本分析法、最小临近距离法等方法,不同研究方法基于不同研究理论,同时对数据的要求也大不相同^[14]。

本研究以太原市城市公园绿地系统为研究对象,借助遥感技术以及 GIS 相关技术,对太原市城市公园绿地可达性及景观格局进行分析,并试图找出现有城市公园绿地系统所存在的问题,并对此提出优化建议。

1 研究区域概况及数据来源

1.1 研究区域概况

太原市位于山西省中北部,介于东经 111°30′—113°09′,北纬 37°27′—38°25′之间,其下辖有小店区、迎泽区、晋源区、尖草坪区、杏花岭区和万柏林区 6 个市辖区,清徐县、娄烦县、阳曲县 3 县以及古交市 1 县级市,总面积 6 988 km²,市区面积 1 460 km²,是山西省政治、经济、文化中心,是一个具有 4 700 多年历史的文化名城。太原市三面环山,汾河自北向南流经此地,自古素有“锦绣太原城”的美誉。

本研究选取太原环城高速以内区域为研究对象,总面积 361.08 km²,其中城市公园绿地面积为 20.44 km²,占研究区域的 6.46%。

1.2 数据来源及预处理

1.2.1 数据来源

本研究所采用的数据包括:太原市 2017 年 18 级 Google 高清卫星图(tif)、太原市 2018 年 5 月 Landsat 8 遥感影像图、太原市 OSM 地图、城市绿地分类标准(CJJ/T85-2002)^[22]、2010 年第 6 次人口普查太原市城区人口分布情况。

1.2.2 数据预处理

在 ArcGis 10.2 中 OpenStreetMap Toolbox 模块下的 Load OSM File 工具对 OSM 数据进行解析处理,并根据研究需要提取出主干路、次干路、支路、城市公园绿地及其主入口位置、太原市各行政区边界等数据信息,并根据太原市高清卫星图(tif)以及现场勘察进行进一步校对(图 1 和图 2)。运用 ENVI5.3 对太原市 Landsat 8 遥感影像图进行融合、校正、解译处理,并对其建筑用地、农业用地、水系、公园绿地、其他绿地进行监督分类(图 3)。借鉴前人文献研究办法^[23],结合太原市 2010 年第 6 次人口普查城区人口分布情况以及各行政区建筑用地面积,得出各行政区人口密度(表 1)。

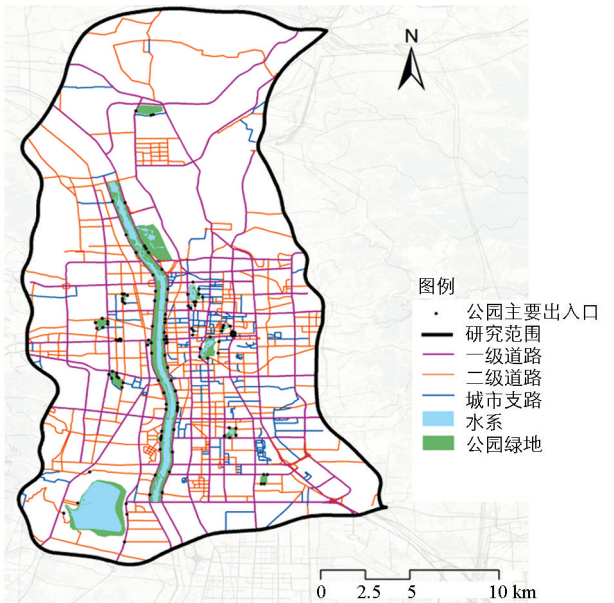


图 1 道路现状及公园分布图

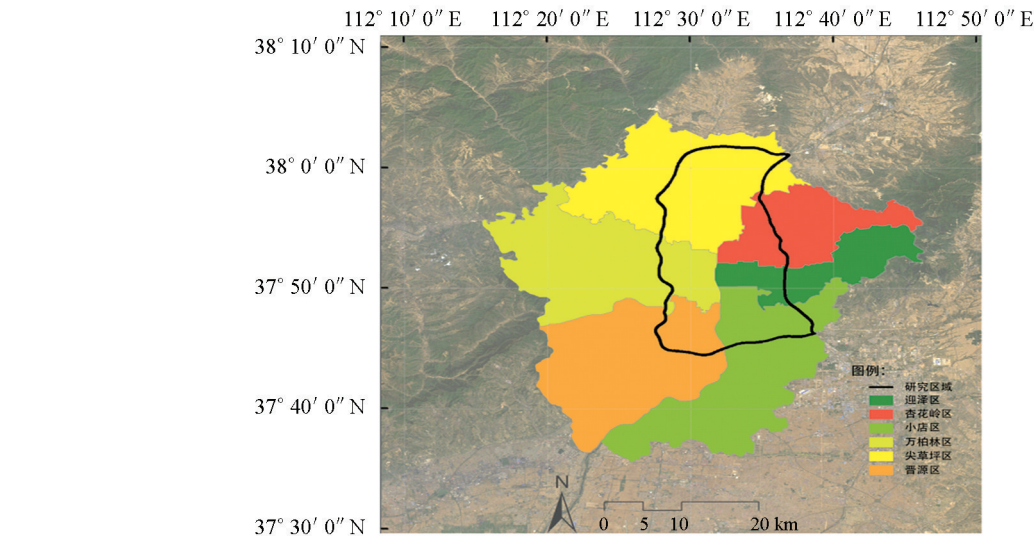


图 2 各行政区研究区域范围

表 1 各行政区相关指标

区名	研究区面积/ km ²	研究区域建筑用地面积/ km ²	公园面积/ km ²	公园绿地占比/ %	人口密度/ (万 · km ⁻²)
尖草坪区	132.62	74.65	5.43	4.09	0.37
杏花岭区	41.75	33.76	0.99	2.37	1.04
迎泽区	32.30	25.49	2.09	6.47	1.59
小店区	60.83	43.45	2.19	3.60	0.49
晋源区	43.42	27.02	7.65	17.62	0.21
万柏林区	50.16	41.70	2.09	4.17	0.91
合 计	361.08	246.07	20.44	6.46	—

2 研究方法

2.1 网络分析法

网络指通过运筹学和图论的数学模型将现实生活中网状关系抽象成线网图形的表示方法^[24]. 网络分析法是以现有交通道路网络为研究基础, 按照某一出行方式在特定阻力值下的覆盖范围. 一个完整的网络包括了中心、链、节点和阻力, 其中中心为主要研究对象(图 4). 本研究以太原市各个公园出入口为中心, 居民到公园的交通路线为链, 十字路口为节点, 步行方式下城市居民的出行速度和节点延迟为阻力进行研究.

根据矢量化道路构建网络数据集, 将公园入口和城市道路系统进行矢量化处理并赋予道路网络分析所需要的时间属性基本字段, 设置网络连通性, 指定网络数据集属性并设置阻力值. 在现有城市中, 市民对公园的使用主要是出于游赏、娱乐、锻炼和交流的目的, 基本是在茶余饭后及工作之余通过步行方式到达指定公园并享受其带来的城市公园绿地服务功能^[25]. 因此, 本研究借鉴前人研究经验^[26], 以步行出行为居民出行方式进行研究, 以消耗 0~5 min, 5~10 min, 10~20 min, 20~30 min 到

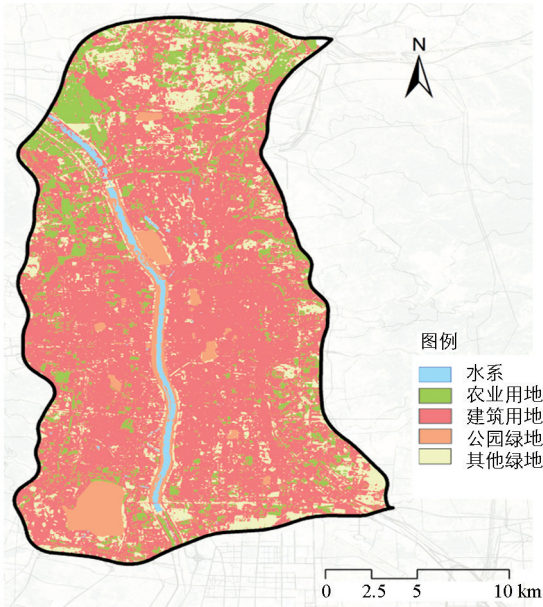


图 3 太原市城区用地类型

达城市公园绿地作为其可达性指标,分别对应代表优秀、良好、一般、较差 4 个等级对其进行评价。运用 ArcMap 10.2 中的 Network Analyst 模块进行分析,设置阻抗为 5 min,10 min,20 min,30 min,在每个道路节点处(交叉路口)设置 30 s 的等待时间作为阻力值。

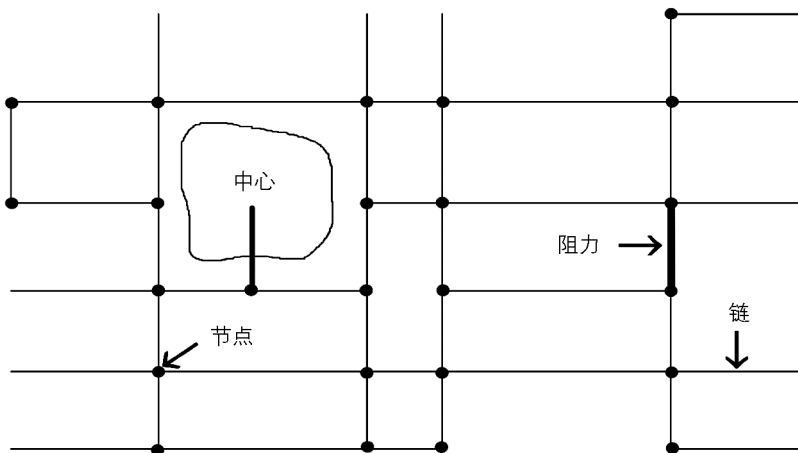


图 4 网络模型构成基本元素图

2.2 数据统计

将通过 ArcGis 10.2 网络分析模块下得到的不同时间段内服务区范围分布图与太原市各行政区边界进行叠加裁剪,并结合结合太原市 2010 年第 6 次人口普查城区人口分布情况以及各行政区建筑用地面积,通过以下两个指标来对太原市城市公园绿地服务情况进行评价研究:

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

$$\text{服务人口比} = \text{人口密度} \times \text{研究区建筑面积} / \text{研究区总人口} \times 100\% \quad (2)$$

2.3 城市绿地景观格局指标

城市公园绿地景观构成是衡量一个城市公园绿地建设水平的重要指标之一。本研究将研究区域内各行政区土地利用类型矢量数据转化为 20 m×20 m 栅格数据,并利用 Fragstats 4.2 进行景观格局指数运算,并选取景观均匀度指数、聚集度、分维数以及斑块丰富度密度 4 个指标对太原市城区公园绿地景观格局进行分析^[27-28]。

2.3.1 均匀度指数

均匀度指数(k_{SHEI})描述的是景观中各个景观类型分配的均匀程度,主要用于衡量不同等级的斑块在研究区域中比例是否协调,计算公式为

$$k_{\text{SHEI}} = \frac{-\sum_{i=1}^m (p_i \times \ln p_i)}{\ln m}$$

范围: $0 \leq k_{\text{SHEI}} \leq 1$, 当 $k_{\text{SHEI}} = 0$, 则表明景观仅有一种斑块构成,无多样性; $k_{\text{SHEI}} = 1$ 则表明各斑块类型均匀分布,多样性最大。其中, P_i 第 i 种景观类型所占面积的比例, m 指的是景观中的斑块类型数。

2.3.2 聚集度

景观聚集度(k_{CONTAG})是测量景观是否由多种要素聚集分布的指标,其计算公式为

$$k_{\text{CONTAG}} = \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[(p_i) \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] * \left[\ln(p_i) \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right]}{2 \ln(m)} \right] \quad (100)$$

范围: $0 \leq k_{\text{CONTAG}} \leq 100$, 聚集度指数越高,则说明景观的破碎化程度越低。其中: P_i 第 i 种景观类型所占面积的比例, m 指的是景观中的斑块类型数, g_{ik} 指的是第 i 种景观元素与第 k 种景观元素之间连接的数量。

2.3.3 分维数

分维数(k_{PAFRAC})主要反映的是景观类型形状的稳定性及复杂程度, 公式为

$$k_{\text{PAFRAC}} = \frac{2 \left[\left(N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right) \right]}{\left[N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij} * \ln a_{ij}) \right] - \left[\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right) \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln a_{ij} \right) \right]}$$

范围: $1 \leq k_{\text{PAFRAC}} \leq 2$, 分维数指数越大, 则说明研究区域越复杂。其中: a_{ij} 为斑块 ij 的面积, p_{ij} 为斑块 ij 的周长, N 为景观中斑块的总数。

2.3.4 斑块丰富度密度

斑块丰富度密度(k_{PRD})是指在景观边界内出现的不同斑块类型数除以总景观面积, 其公式为

$$k_{\text{PRD}} = m/a$$

其中: m 为斑块类型数量, a 为景观总面积。

3 结果与分析

3.1 太原市城市公园绿地总体情况分析

研究区城市公园绿地总面积 20.44 km^2 , 占研究区域的 6.46% , 服务人口数量为 77.58 万人, 占研究区域总人口的 46.11% 。太原市城市公园绿地在各行政区之间分布不均匀, 其中晋源区和尖草坪区公园绿地面积相对较大, 但由于尖草坪区面积较大, 导致其服务范围比例大幅度减小, 晋源区城市公园绿地面积最大为 7.65 km^2 , 主要是由于太原市最大的公园(晋阳湖公园)位于该行政区。此外, 杏花岭区城市公园绿地面积为 0.99 km^2 , 相对最小(表 1)。

3.2 太原市城市公园绿地可达性及服务水平分析

相较于其他出行方式, 步行方式具有较高的便捷性和灵活性, 不易受到道路现状及等级的影响, 同时也是城市公园绿地的公平性的最佳体现。由于步行方式出行需考虑居民年龄结构的差异, 本研究根据儿童、青年、中年人以及老年人的不同出行速度, 选取速度平均值 80 m/min 进行研究, 并通过网络分析法对太原市城市公园绿地可达性及服务水平进行分析(图 5)。

3.2.1 太原市城市公园绿地整体可达性

为了更直观地对分析结果进行表达, 笔者通过 Arcgis 10.2 对数据进行汇总(表 2、表 3)。研究表明, 可达性优秀(消费时间 $0 \sim 5 \text{ min}$)服务区范围为 21.9 km^2 , 占研究区域总面积的 6.07% , 服务人口为 95 104 人, 仅占研究区域总人口的 5.65% ; 可达性良好(消费时间 $5 \sim 10 \text{ min}$)服务区范围为 27.79 km^2 , 占研究区总面积的 7.7% , 服务人口 166 972 人, 占研究区域总人口的 9.92% ; 可达性一般(消费时间 $10 \sim 20 \text{ min}$)服务区范围为 48.64 km^2 , 占研究区总面积的 13.47% , 服务人口 285 251 人, 占研究区域总人口的 16.96% ; 可达性较差(消费时间 $20 \sim 30 \text{ min}$)服务区范围为 39.87 km^2 , 占研究区总面积的 11.04% , 服务人口 214 648 人, 占研究区域总人口的 12.76% 。综合步行方式下太原市城市公园绿地可达性的总体服务区范围面积仅为 138.2 km^2 , 占研究区域总面积的 38.27% , 服务人口为 761 975 人, 占研究区域总人口的 45.29% 。

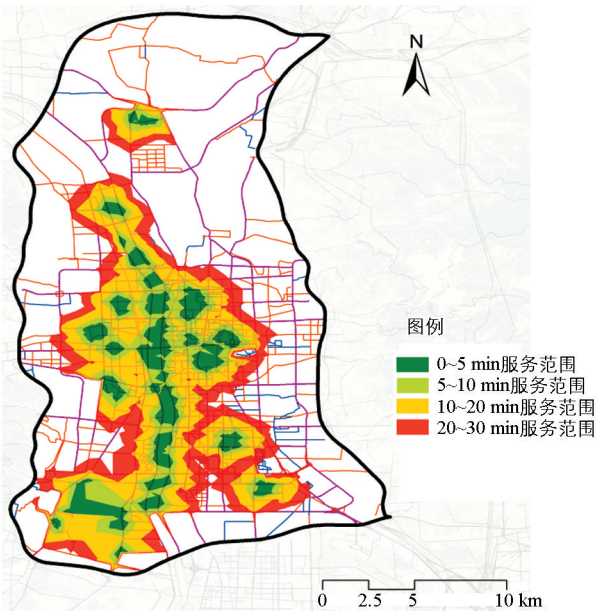


图 5 太原市城市公园绿地可达性分析图

表 2 服务面积统计表

出行时间/ min	服务面积/km ²						合计/ km ²	占比/ %
	尖草坪区	杏花岭区	迎泽区	小店区	晋源区	万柏林区		
0~5	2.60	2.25	4.40	3.38	4.50	4.77	21.90	6.07
5~10	4.00	2.46	4.34	4.11	6.28	6.60	27.79	7.70
10~20	9.08	3.70	5.11	10.51	10.18	10.06	48.64	13.47
20~30	8.89	3.32	3.56	11.73	6.34	6.03	39.87	11.04
合计	24.57	11.73	17.41	29.73	27.30	27.46	138.20	38.27

表 3 服务人口统计表

出行时间/ min	服务人口/万人						合计/ 万人	占比/ %
	尖草坪区	杏花岭区	迎泽区	小店区	晋源区	万柏林区		
0~5	0.41	0.15	4.64	0.77	0.56	2.99	9.51	5.65
5~10	0.76	2.27	6.24	1.49	0.79	5.14	16.70	9.92
10~20	2.19	3.73	7.58	4.53	1.39	9.10	28.53	16.96
20~30	2.16	3.29	5.16	4.89	1.08	4.89	21.46	12.76
合计	5.50	9.45	23.63	11.68	3.82	22.12	76.20	45.29

通过计算结果可以看出，太原市研究区域范围内有 1/2 以上的居民不能在 30 min 内享受城市公园的服务功能，且覆盖面积不足 40%，因此可以看出，太原市现状城市公园绿地的布局合理性存在巨大缺陷。

3.2.2 太原市不同行政区城市公园绿地可达性比较

太原市城市公园绿地不同行政区可达性范围及服务人口见图 6 和图 7，结合表 2 和表 3 可以看出，在 0~5 min 时段内，迎泽区、晋源区和万柏林区可达性服务面积及人口服务数量相对较高，其中迎泽区服务面积比最高为 13.62%，服务人口比最高为 11.46%，尖草坪区可达性服务面积及人口服务数量相对最低，服务面积为 2.6 km²，服务面积比为 1.96%，服务人口 0.41 万人，服务人口比为 1.47%；5~10 min 时间段内，晋源区服务面积比最高为 14.46%，迎泽区服务人口比最高为 15.42%，但尖草坪区服务人口比最低仅为 2.75%；在 10~20 min 时间段内，小店区、晋源区和万柏林区可达性服务面积及服务面积比相对较高，其中晋源区最高为 23.45%，同时晋源区在此时间段内服务人口比最高为 25.06%；在 20~30 min 时间段内，小店区服务面积比和服务人口比相对较高，分别为 19.28%和 22.78%，而尖草坪区服务面积比和服务人口比相对较低，仅为 6.70%和 7.82%。从总体来看，30 min 内，晋源区、万柏林区和迎泽区可达性服务面积比和服务人口比相对较高，其中晋源区可达性服务面积比最高为 62.87%，服务人口比最高为 68.95%，迎泽区和万柏林区服务人口最多，分别为 23.63 万和 22.12 万人，晋源区服务人口相对最少仅为 3.82 万人。

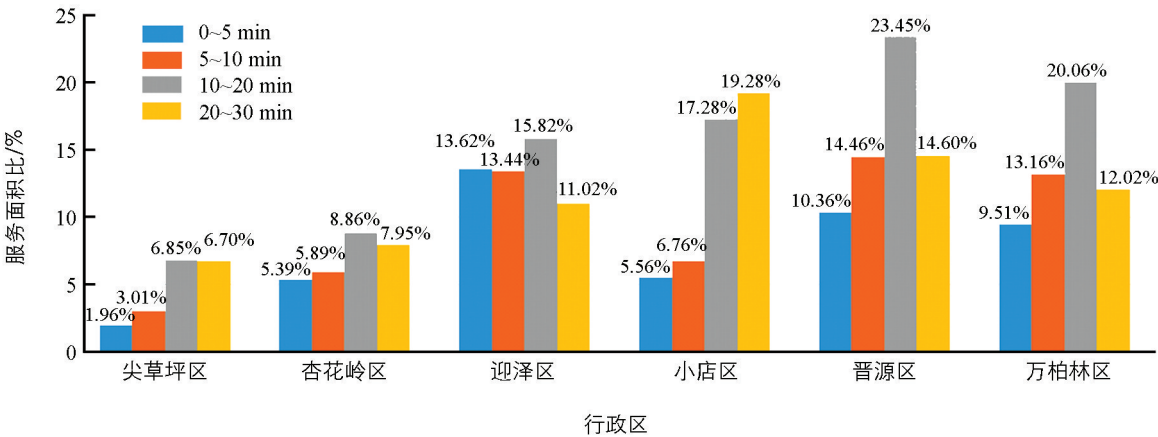


图 6 不同行政区各时段服务面积比

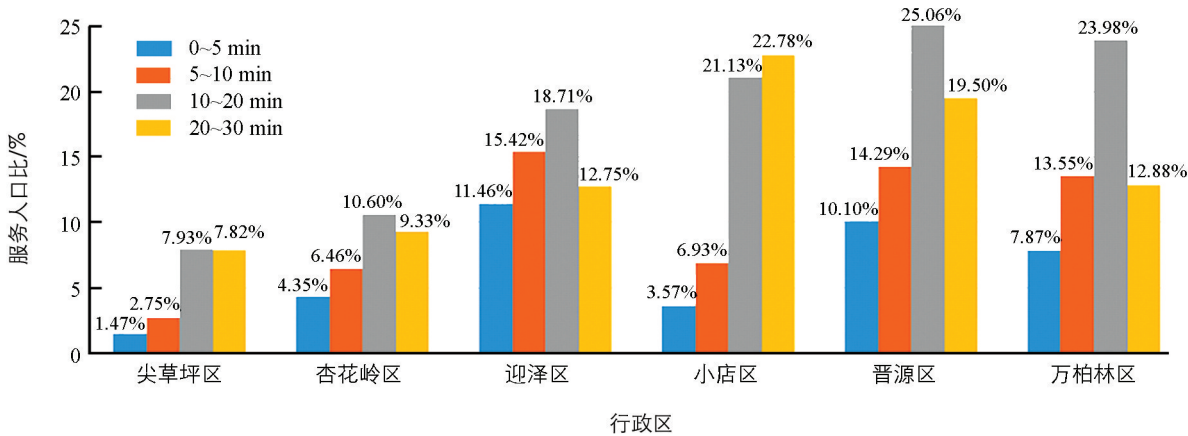


图 7 不同行政区各时段服务人口比

3.3 景观格局分析

通过 Fragstats 4.2 对太原市景观格局指数运算并绘制表 4，结果表明，相较于太原市各行政区景观格局指数，太原市城市景观格局整体均匀度指数较高而聚集度相对较低，分别为 0.729 5 和 55.613 2，分维数最高为 1.344 6，斑块丰富度密度最低为 0.011 1。就各行政区而言，晋源区均匀度指数最高为 0.777 5 且聚集度指数为 52.945 5 相对较低，则说明该行政区城市公园绿地分布较为均匀并且其破碎化程度较高；杏花岭区均匀度指数最低但聚集度指数最高，则说明该行政区城市公园绿地分布不均匀且破碎化程度相对较低；迎泽区与晋源区斑块丰富度密度相对较高，分别为 0.098 7 和 0.091 1；小店区和万柏林区分维数相对较小，进而反映了该行政区人类活动对城市公园绿地有较高的干预性。

表 4 太原市中心城区公园绿地景观格局构成

指 数	尖草坪区	杏花岭区	迎泽区	小店区	晋源区	万柏林区	太原市
均匀度指数	0.764 8	0.581 6	0.619 4	0.676 6	0.777 5	0.593 9	0.729 5
聚集度	53.282 3	65.572 4	63.420 3	59.421 5	52.945 5	64.770 7	55.613 2
分维数	1.329 5	1.307 6	1.292 7	1.280 6	1.317 5	1.267 3	1.344 6
斑块丰富度密度	0.028 1	0.071 5	0.098 7	0.061 7	0.091 1	0.074 1	0.011 1

4 结论与建议

4.1 结 论

1) 太原市城市公园绿地面积偏少且各行政区之间分布不均匀，其中晋源区城市公园绿地面积最大为 7.65 km²，杏花岭区城市公园绿地面积最小仅为 0.99 km²，占研究区的 2.37%，该行政区区域内公园面积严重不足。

2) 太原市城市公园绿地可达性较差，仅有不到 1/2 的城市居民能在 30 min 内通过步行方式享受到城市公园绿地所带来的服务。此外，受城市公园绿地分布以及各行政区面积的影响，各行政区之间城市公园绿地可达性和服务水平也各不相同，服务面积比例不协调，且都存在不同程度的服务盲区，其中尖草坪区最为严重，该行政区研究范围内仅有 19.97% 的居民能在 30 min 到达最近公园并享有城市公园绿地的服务，覆盖面积比仅为 18.53%；晋源区可达性服务面积比最高为 62.87%，仍存在有 37.13% 的服务盲区。

3) 太原市城市公园绿地整体分布较为均匀，破碎化程度较低，景观形状较为规则，不利于城市生物多样性的维护，斑块丰富度密度较低。就各行政区而言，分维度指数普遍偏高且差值较小，这说明太原市城市布局具有一定的规划性，人类活动对城市公园绿地干预性较强。

4.2 建 议

1) 着力解决好新增城市公园绿地空间布局问题，对于老城区的改造，一方面对现有绿地进行保护，另一方面要着重增加街头小游园数量并进行统一科学化的管理，并以此来改善城市公园绿地景观类型的丰富

度和均匀度.

2) 结合太原市城市功能扩展及更新改造,通过置换、征收等途径来增加城市公园绿地面积及数量,避免过多地对现有城市公园绿地完整性的破坏,同时也要加强城市线状廊道和带状廊道的建设,加强城市公园绿地之间的联系.

3) 大力发展城市道路交通建设,通过对断头路的疏通和改造,以此来提高城市的道路通行能力.此外,应建立不同交通方式下的出行机制,对人行和车行建立独立的道路等级系统,以此来提升城市公园绿地的可达性,同时也增加居民出行的安全性与便捷性.

4) 注重对现有城市公园绿地的保护,对现有汾河风景区、晋阳湖公园及森林公园等面积较大的公园绿地,应合理增加出入口数量的设置,增加公园绿地的可达性及服务能力.

本研究仅选取面积在 1 km^2 以上的综合公园绿地作为研究对象,没有将面积较小的绿地广场及学校、居住区绿地纳入研究范围,其结果有可能低估了太原市城市公园绿地服务功能.

参考文献:

- [1] COOMBES E, JONES A P, HILLSDON M. The Relationship of Physical Activity and Overweight to Objectively Measured Green Space Accessibility and Use [J]. *Social Science & Medicine*, 2010, 70(6): 816-822.
- [2] KONG F H, YIN H W, NAKAGOSHI N. Using GIS and Landscape Metrics in the Hedonic Price Modeling of the Amenity Value of Urban Green Space: A Case Study in Jinan City, China [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 79(3-4): 240-252.
- [3] 何兴元,陈 玮,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.
- [4] 章远钰,李远华. 遥感与 GIS 技术在生态环境脆弱性评价中的作用 [J]. *世界地质*, 2009, 28(2): 249-253.
- [5] CHIESURA A. The Role of Urban Parks for the Sustainable City [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 68(1): 129-138.
- [6] HANSEN W G. How Accessibility Shapes Land Use [J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(2): 73-76.
- [7] 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 [J]. *城市规划*, 1999, 23(8): 8-11, 43.
- [8] 韩增林,杜 鹏,王 利,等. 区域公共服务设施优化配置方法研究——以大连市甘井子区兴华街道小学配置为例 [J]. *地理科学*, 2014, 34(7): 803-809.
- [9] 陈 晨,修春亮,程 林. 基于多中心性评价模型的大城市避灾绿地-交通网络-人口匹配性空间分异——以沈阳市中心城区为例 [J]. *灾害学*, 2016, 31(2): 219-225.
- [10] 高 兴,秦 华. 基于可达性的山地城市公园绿地服务范围分析及布局优化——以万盛经济技术开发区为例 [J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2017, 42(5): 54-59.
- [11] 程 敏,崔 晓. 基于多目标改进免疫算法和 GIS 的养老机构空间配置优化研究——以上海市虹口区为例 [J]. *地理科学*, 2018, 38(12): 2049-2057.
- [12] 黄 翌,胡召玲,王 健,等. 基于 GIS 的徐州主城区公共绿地可达性研究 [J]. *徐州师范大学学报(自然科学版)*, 2009, 27(3): 72-75.
- [13] 赵 兵,李露露,曹 林. 基于 GIS 的城市公园绿地服务范围分析及布局优化研究——以花桥国际商务城为例 [J]. *中国园林*, 2015, 31(6): 95-99.
- [14] 岳邦佳. 基于 GIS 网络分析的武汉市公园可达性研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2017.
- [15] 冯文兰. 成都市景观格局分析与景观生态规划 [D]. 成都: 四川大学, 2004.
- [16] 郭晋平,张芸香. 城市景观及城市景观生态研究的重点 [J]. *中国园林*, 2004, 20(2): 44-46.
- [17] 刘 颂,郭菲菲,李 倩. 我国景观格局研究进展及发展趋势 [J]. *东北农业大学学报*, 2010, 41(6): 144-152.
- [18] 巫 涛. 长沙城市绿地景观格局及其生态服务功能价值研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2012.
- [19] 乌日汗,宋丽萍,温小荣,等. 深圳特区城市绿地景观格局现状分析 [J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2008, 32(3): 79-82.

[20] 谭 丽, 何兴元, 陈 玮, 等. 基于 QuickBird 卫星影像的沈阳城市绿地景观格局梯度分析 [J]. 生态学杂志, 2008, 27(7): 1141-1148.

[21] 江文焜, 谢德体, 王 三, 等. 文化遗产保护区景观格局演变及驱动因子研究——以丽江市核心区为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2018, 40(3): 133-142.

[22] 中华人民共和国建设部. CJJ/T85-2002 城市绿地分类标准 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002: 2-5.

[23] 杜国明, 张树文. 城市人口分布的空间自相关分析——以沈阳市为例 [J]. 地理研究, 2007, 26(2): 383-390.

[24] 李小马. 基于网络分析的沈阳城市森林可达性 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2009.

[25] 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.

[26] 杨 莹, 姜琦刚. 基于 GIS 的长春市公园绿地可达性研究 [J]. 世界地质, 2017, 36(4): 1315-1320.

[27] 邬建国. 景观生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.

[28] 周志翔, 邵天一, 唐万鹏, 等. 城市绿地空间格局及其环境效应——以宜昌市中心城区为例 [J]. 生态学报, 2004, 24(2): 186-192.

A GIS-Based Analysis of Landscape Pattern and Accessibility of Taiyuan City

XIE Huan-jing¹, LIANG Ping¹, SHEN Qin-wei¹, XIONG Hui-jin¹,
LIN Jiao-jiao¹, CHEN Xiao-yun², LU Dong-fang¹, ZHENG Yu-shan³

1. College of Arts/College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;
2. College of Materials Science and Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;
3. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

Abstract: Urban park green space is an important part of the urban green space system and an important criterion for measuring the urban human settlement environment and urban environment. In order to provide a theoretical basis of the rational optimization of the spatial structure of green space in Taiyuan City, this study takes the central urban area of Taiyuan (within the circumcity expressway) as the research object, and uses remote sensing technology and GIS-related technology to analyze the accessibility and landscape pattern of urban parks in this city. The results show that the green area of urban parks in Taiyuan City is rather small and its distribution among the administrative areas is uneven. The green area of urban parks in Xinghualing District are only 0.99 km², accounting for 2.37% of the study area. The overall accessibility of urban park green space of Taiyuan is relatively poor and only less than 50% of the urban residents can walk to their nearest park within 30 minutes. The overall distribution of urban park green space of Taiyuan is relatively uniform, and the degree of fragmentation is low, but its landscape shape is fairly regular, which is not conducive to the maintenance of urban biodiversity, and the density of plaque richness is low.

Key words: Taiyuan City; accessibility; landscape pattern; geographic information technology(GIS)GIS

责任编辑 潘春燕