

城市公园绿地签到空间分布差异及影响因素研究——以重庆市都市区为例

程功 (重庆大学, 重庆 400044)

摘要 城市公园绿地是居民日常活动的重要构成场所,城市公园绿地的服务水平影响居民生活质量。基于重庆市都市区 56 块主要城市公园绿地的微博签到数据,运用 GIS 软件的核密度分析方法呈现各区域内公园绿地签到的空间差异,再用地理探测器软件探究经济发展水平、人口规模、交通便捷性 3 个要素对绿地签到空间差异的影响。结论:重庆市都市区公园绿地签到核密度呈现多中心结构,签到次数存在明显的空间差异;人口规模对绿地签到的空间差异影响力最强,其次是交通便捷性,区域经济发展水平的影响力最弱。

关键词 公园绿地;签到;空间分布

中图分类号 T1 986 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)10-0094-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.10.026



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

The Spatial Distribution Difference and Influence Factors of the Check-in Data of Urban Park Green Space—Taking Chongqing as an Example

CHENG Gong (Chongqing University, Chongqing 400044)

Abstract Urban park green space is an important part of daily activities. The service level of urban park green space affects the quality of life of residents. Based on the web check-in data from 56 pieces of urban park green space in the metropolitan area of Chongqing, we used kernel density analysis method in GIS to explore the spatial distribution difference of park green spaces, used geodetector to detect the influence of economic development level, population size and transportation convenience on check-in data. The density of check-in kernel presented a poly-centric structure, significant spatial differences of check-in times were existed. Population size had the strongest influence on the spatial difference of green space check-in, followed by the convenience of transportation, the influence of regional economic development level was weakest.

Key words Park green space; Check-in; Spatial distribution

公园绿地是除向社会公众免费开放,以休闲游憩为主要功能外,兼具绿化、生态、美化、防灾等综合作用的城市绿地^[1]。作为城市内部的公共空间资源,公园绿地不仅为市民提供了日常活动的开阔场所,还能从多方面改善人居环境。随着城市化进程加快带来空气质量下降、生态环境破坏等问题的加重,城市公园绿地的公共效益逐渐受到城市居民的关注。由于绿地在城区用地中占据重要位置,城市公园绿地的合理分布也是城市规划者们长期以来一直关注的焦点。

公园绿地是具有生态功能、社会功能等综合功能为一体的城市开放空间,公园绿地的服务状态受气候、时段、城市空间环境等多种因素的影响,时刻处于动态变化当中,所以对城市绿地服务功能的评价与测量是比较复杂的^[2]。目前学界对于绿地服务功能的评价没有统一的标准,普遍是针对单一绿地功能或者多种功能进行评价,例如姜刘志等^[3]、杜雁等^[4]分别从城市绿地的生态功能与防灾功能出发评价绿地服务水平。根据绿地资源的作用和功能,金云峰^[5]将绿地资源评价分为生态环境、社会服务、经济运营 3 个综合层;陈永生等^[6]则运用层次分析法与德尔菲法对合肥市公园绿地生态、游憩、防灾避险 3 个功能进行综合评价。绿地的社会功能是评价的主要内容之一,对此类服务功能的评价主要包含 2 个层面:可达性、公平性。现有文献对公园绿地可达性评价主要是从“供”“需”“供需匹配”3 个角度出发,由供应方出发评价可达性的标准主要有一定绿地服务半径内的服务人数、服务覆盖面积^[7-8]。从需求方出发,一般以居民到达绿地的出行距离、时间成本、最少费用等为衡量标准^[9-10]。由于角

度、方法以及衡量指标的多样性,同一公园绿地的可达性在测量结果上会产生较大差异。从“供需匹配”的角度入手,则是通过了解不同居民对公园绿地的访问偏好与需求情况来判断公园绿地分配的差异性,即关注公园绿地服务的公平性。公平性是建立在可达性基础之上的,主要体现在绿地分布的空间均衡以及居民获取绿地资源的均等性两个方面。不同人口结构、不同社会经济地位、不同年龄等因素造成的公园绿地需求与公园绿地资源不匹配是研究公园绿地公平性的热点^[11-13]。不管是探究可达性还是公平性,绿地的空间分布都是评价其社会功能的切入点。

大数据技术的运用极大程度上改变了个人的社会行为、工作与生活方式。相较于传统的城市数据样本收集与统计方式,大数据具有获取成本低、内容丰富多元、以宏观角度反映数据关系等优点^[14]。因此,大数据被广泛用于城市规划管理^[15-16]、城市自然灾害管理^[17-18]、分析城市空间结构^[19-20]等方面。由于“大数据”以更系统、更细粒度的地理尺度衡量城市特征^[21],采用大数据研究城市绿地空间的热点主要集中在城市绿地使用的空间分布、绿地服务水平评价、绿地选址等方面。李方正等^[22-23]先后使用签到数据对市民、游客使用北京市中心城绿地与社区公园的空间分布特征、时空差异及影响因素进行分析。龙奋杰等^[24]基于手机信令数据的城市公园服务评价指标,从城市公园的服务时长、服务人数、服务半径 3 个维度对公园的服务状况进行测度。戚荣昊等^[25]使用百度 POI 数据对城市中人群的分布与活动强度进行量化分析,建立了“服务压力”的公园服务能力评价指标。除此之外,黎海波等^[26]还运用出租车 GPS 大数据到“小山小湖”社区公园选址中。

LBS(location based service)是社交网络提供的一种能让用

作者简介 程功(1996—)女,重庆人,硕士研究生,研究方向:城市规划、城市管理。

收稿日期 2019-09-12

户以“签到”形式发布他们地理标签信息和物理位置的功能^[27]。签到数据包括签到用户的实时签到点地理位置、签到用户信息,可以直接反映签到用户签到点的空间分布、聚集、流动情况,所以目前学者广泛运用签到大数据进行城市空间热点识别、城市空间结构以及旅游客流特征研究等^[28-31]。

为探讨城市公园绿地空间分布的合理性,提升城市公园绿地总体服务水平,该研究使用微博签到数据反映公园绿地一定时间内的居民签到空间差异,使用地理探测器探究经济发展水平、人口规模、交通便捷性三个要素对签到空间差异的影响,并对城市公园绿地的空间合理规划提出建议。

1 数据来源及研究方法

1.1 研究区域 重庆市位于我国西南内陆,长江中上游,以丘陵、山地地形为主,其都市城区位于多山环绕包围之中,嘉陵江与长江水系的天然地理分割形成了“一城五片,多中心组团式”的城市空间格局。都市区为主要的城市建设区域,面积为 5 473 km²,其中包括主城区区域(2 737 km²)与郊区区域(2 736 km²)。由于多山地形,主城区建设用地有限,各区域之间经济发展水平、土地利用类型、人口规模差异大,实现组团间城市功能的均衡互补,促进人口与环境的协调发展对城市公园绿地的合理规划、建设提出了更高的要求。根据《城市绿地分类标准 CJJ/T 85—2017》城市公园用地是向公众开放、以游憩为主要功能,兼具生态、景观、文教和应急避险等功能,有一定游憩和服务设施的绿地,主要分为综合公园、社区公园、专类公园、游园四类。该研究选取重庆市都市区包括渝中区、江北区、渝北区、南岸区、九龙坡区、沙坪坝区、大渡口区、巴南区、北碚区内主要的 56 处综合公园、专类公园、带状绿地为研究范围。图 1 为重庆市主城区绿地系统规划。

1.2 数据来源 通过分析微博 APP 网络签到请求,根据用户签到行为和网页特征编写代码模拟、搜索并采集所研究公园绿地的签到数据。数据采集的时间跨度为 2019 年 1 月 1 日—3 月 31 日,包含完整 3 个月的签到数据。数据采集的内容包括签到的时间、经纬度、签到用户的基本信息(性别、所在地)以及签到的文本内容。将采集到的签到数据经纬度导入 ArcGIS 软件中,对签到在研究公园绿地范围外的点以及将属性相同的重复点进行剔除,最终筛选到 13 504 条签到数据。其中男性签到数据 4 745 条,女性签到数据 8 759 条,两者的比例大致为 0.542。

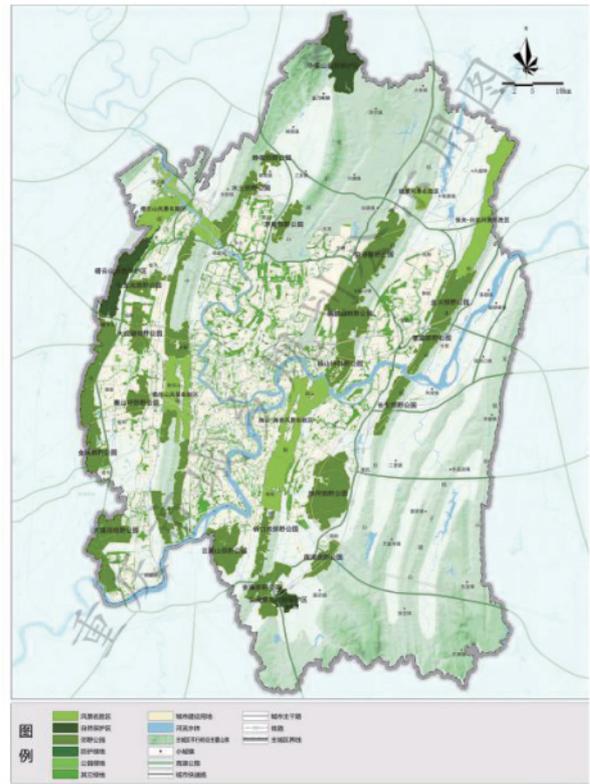
1.3 研究方法

1.3.1 核密度分析。核密度分析是用于计算空间点、线要素邻域的密度值,来模拟密度分布的连续化的空间密度分析方法^[32]。通过核密度分析方法可以探究研究区域内绿地签到的点要素的空间聚集情况,计算公式^[32]如下:

$$f_n(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

式中 $f_n(x)$ 为估计要素的核密度; x 为估计要素(点或线)的值; x_i 为阈值范围内任一要素(点或线)的值; $k\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$ 为核密

度方程; h 为阈值($h>0$); n 为阈值范围内要素数量; d 为数据维数; $x-x_i$ 为估计要素到阈值范围内任一要素的距离。



注: 图片来源于《重庆市城乡总体规划(2007—2020) 2014 年深化》
Note: The picture comes from *Chongqing Urban and Rural Master Plan (2007-2020) Deepening in 2014*

图 1 重庆市主城区绿地系统规划

Fig.1 Planning of green space system in Chongqing's main urban area

1.3.2 地理探测器。地理探测器是探测空间分异性,以及揭示其背后驱动力的一组统计学方法,包括因子探测、交互作用探测、风险区探测、生态探测。因子检测一般用于探测 Y 的空间分异性;以及探测某因子 X 多大程度上解释了属性 Y 的空间分异^[33]。该研究主要运用因子检测来分析区域经济发展水平、人口规模、交通便捷性等要素对城市公园绿地签到数量空间差异的影响,其公式^[33]为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2}$$

式中 q 值表示影响因素对签到密度的影响力; $h=1, 2, \dots, L$, L 为变量 Y 或因子 X 的分层; N_h 和 σ_h^2 为第 h 层的样本量和方差。 q 的值域为 $[0, 1]$ q 值越大说明因子 X 对变量 Y 的解释力越大,反之则越弱; q 值等于 0 时,因子 X 与变量 Y 没有关系; q 值等于 1 时表示因子 X 完全影响了变量 Y 。

2 签到空间分布特征及影响因素分析

2.1 签到空间分布特征 对 56 处重庆市主城区主要公园绿地进行编号,将落入研究区域范围内的 13 504 条签到点经纬度数据导入 ArcGIS 软件当中,运用 spatial analyst 工具得到所有签到数据的核密度分析图,再叠加到重庆市都市区行政

边界图上得到图 2。在签到数据的核密度分析图例中,颜色越偏红该区域内签到聚集程度越高,颜色越偏绿则签到聚集程度越低。都市区 9 个区域内的公园签到数量分布次数及比重如图 3。

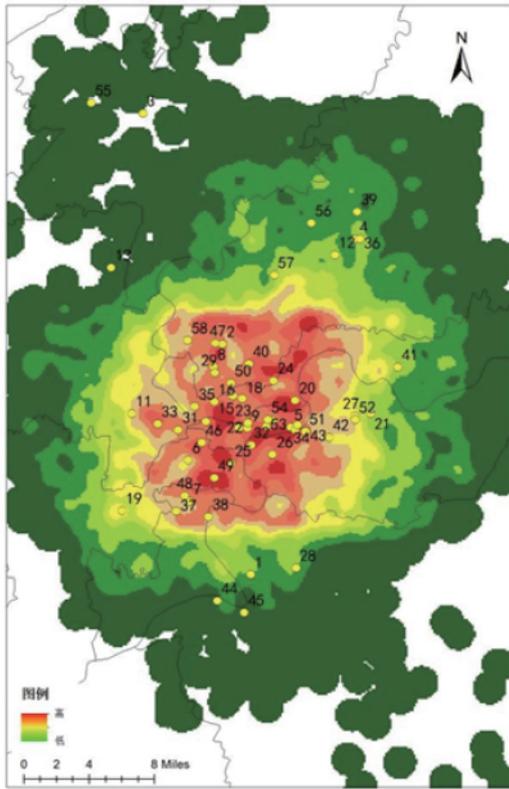


图 2 重庆市主城区公园绿地签到核密度分布

Fig.2 Check in core density distribution of park green space in main urban area of Chongqing

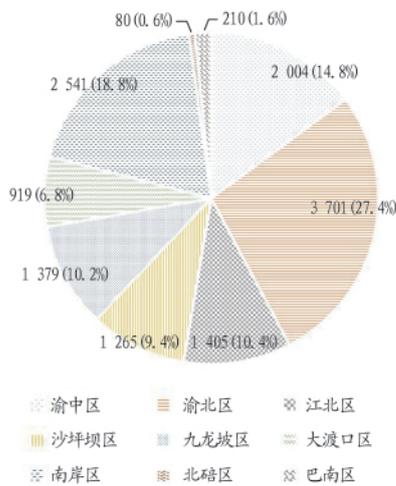


图 3 各区主要公园绿地签到次数及比重

Fig.3 Check in times and proportion of main park green space in each district

通过签到的核密度分析图以及签到次数的扇形分布图可以看出,重庆主城区内公园绿地的签到存在以下空间分布特征。

第一 绿地签到聚集度由重庆市都市区中心向郊区外围递减。高签到密度的公园绿地主要在主城各区中心,位于主

城区外围的公园绿地签到密度较低,这与都市区中心城区人口规模、文化及商业设施分布有关。

第二 高密度核区域呈现多中心结构,各片区内部签到聚集程度不均衡。重庆市主城区空间划分为五大片区,一个城市中心及 6 个城市副中心,每个片区又包含若干个组团及功能区。核密度分析图中存在四个高密度核区域,分别位于中部片区、北部片区以及南部片区,而西部及东部片区(中梁山以西及铜锣山以东)没有出现较高的密度核。中部片区为渝中区的鹅岭公园、佛图关公园、滨江公园等公园绿地形成的主核以及彩云湖公园、重庆动物园形成的次核;北部片区为鸿恩寺森林公园、花卉园、龙头寺公园、中央公园等公园绿地形成的主核;南部片区(长江以东,铜锣山以西)形成以南山风景区内各公园绿地为中心的主核。这与重庆城市规划将都市区划分为都市功能核心区(渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、南岸区、九龙坡区的内环以内区域)及都市功能拓展区(大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区处于内环以外的区域及北碚区、渝北区、巴南区全域)存在一定的关系,绿地签到的高密度核基本位于都市功能核心区内,绿地签到活动的多核心分布大致对应了满足各组团核心内部居民游憩、休闲的需要。

第三 主城各行政区的主要公园绿地签到数差异较大。签到次数超过 2 000 的区域有 3 个,分别是渝北区、南岸区及渝中区,签到次数在 1 000~2 000 的区域有江北区、九龙坡区及沙坪坝区,大渡口区、北碚区及巴南区公园绿地签到次数分别低于 1 000。结合各区域公园绿地的签到次数和核密度分布来看,组团间及各片区内部的绿地签到聚集分布仍存在不均衡情况;都市拓展区内的公园绿地签到次数与都市核心功能区的公园绿地签到次数差距较大,这主要是因为都市核心区商业消费、文化休闲等基础设施更为完善,交通便利,是整个都市区人流活动的高频区与集中区,承担了更多公园绿地的服务功能。

2.2 签到空间分布差异影响因素 城市中某个区域的社会经济属性(如经济发展程度、人口、面积等)会影响人群的移动行为^[34]。随着社会经济水平的提高,居民对日常生活的需求与标准也在不断上升,城市公园绿地服务水平提升的重要性愈加凸显出来。市民对公园绿地的选择与使用除了受到公园类型、公园面积等内部因素的影响,还受到经济发展水平、人口、可达性、周边设施等许多环境因素影响。该研究选取区域经济发展水平、人口规模、交通便捷性几个要素为影响因素,各区域签到数量作为因变量,探究两者的相关性。通过查阅相关文献^[23, 35-36]将以上要素分为具体的 4 个指标:区域 GDP、人口密度、路网密度、公共交通站点数(表 1)。

2.2.1 区域经济发展水平对绿地使用空间分布的影响。有力的经济水平是公园绿地建设、运营、维护的保障,会影响公园绿地的整体服务水平,不同的绿地空间对居民的吸引力存在一定差距。为探究各区域的经济水平是否对公园绿地的签到数量产生影响,需将分级后的各地区人均 GDP 数据输入地理探测器,最后得到的因子探测结果是 $P=0.27$,这

说明区域内部经济发展水平对公共绿地签到空间差异存在较小的影响。

表 1 影响因素探测指标

Table 1 Detection index of influencing factors

外部环境因素 External environ- mental factors	探测因子 Detection factor	指标 Index
经济发展水平 Economic development level	x_1	区域人均 GDP
人口规模 Population size	x_2	人口密度
交通便捷性 Traffic convenience	x_3	公交车及地铁站点数量
	x_4	路网密度

2.2.2 人口密度对绿地使用空间分布的影响。为了方便探究人口密度与绿地使用空间分布的关系,需要先将重庆主城区人口密度分布图在 GIS 软件中进行自然断点法的分级处理。将分级后的人口密度数据输入地理探测器后的因子探测结果为 $P=0.85$,在 4 个因子探测中影响力最大。市民是公园绿地的主要服务对象,为满足市民的休闲游憩等生活需求,公园在选址上主要是选取位于区域内部周围人口较为密集的位置,因此人口规模对该区域内的公园绿地使用空间分布差异产生较大影响。其次,重庆都市区平均人口密度为 $1\ 272$ 人/ km^2 ,各区域内人口密度差异较大,人口密度最大的渝中区达 $27\ 794$ 人/ km^2 ,而人口密度相对最低的巴南区仅有 585 人/ km^2 ,导致各区域内公园绿地的签到差异大,人口密度是影响绿地空间使用差异的解释力最强的因素(人口密度数据来源于 <http://www.cqdata.gov.cn/>)。

2.2.3 交通便捷性对绿地使用空间分布的影响。交通便捷性主要包括公园绿地 $3\ \text{km}$ 范围内的地铁站点数量、公交车站点数量以及区域路网密度(来源于中国城市规划设计研究院《2018 年度中国主要城市道路网密度检测报告》)三项因素,前两个子因素的分级方法参考文献[23]。将地铁站点个数分为 3 级,分别是 1 级(0~2 个)、2 级(3~6 个)、3 级(7~11 个);将公交车站点数分为 3 级,分别是 1 级(0~45 个)、2 级(46~135 个)、3 级(136~200 个);经过排列组合最终获得交通便捷性的分级:1 级(1*)、2 级(2*, $* \geq 2$)、3 级(其他部分)。将主城区城市路网密度图在 GIS 中运用自然断点法进行分级,最终得到的公交车站点及地铁站点的因子影响力 P 值为 0.18,路网密度 x_4 的因子影响力 $P=0.46$ 。交通便捷性是影响居民公园使用的重要因素,便捷的交通有利于居民根据时间、花费等客观条件选择合理的交通方式。结果显示公交车站点及地铁站点数量对公园绿地使用空间差异的解释力最弱,路网密度的解释力处于中上水平。原因在于重庆中心城区各公园周围公交车站点及地铁站点数量差异不大,居民到达公园绿地可以采用步行、坐公交、打车、自驾等多种方式,选择公共交通出行的居民只占据其中一部分,而以路网密度指标而言,重庆主城各区域内部道路密度不一,个别区域差别较大,使得路网密度影响力增强。

3 结论与建议

3.1 结论 通过分析重庆市都市区主要公园绿地签到情况

分析了都市区各片区签到核密度、签到次数的空间差异及影响因素,得出以下结论。

(1) 重庆市都市区公园绿地签到密度及签到次数存在明显的空间差异。中心城区签到密度高并逐渐向郊区递减。中、北、南三片区签到密度高,西部及东部片区公园签到密度低。都市核心区及都市拓展区的签到次数存在较大差距。

(2) 都市区公园绿地签到的 3 个影响因素有区域经济发展水平、人口规模、交通便捷性。其中人口规模对绿地签到的空间差异影响力最强,其次是交通便捷性,区域经济发展水平的影响力最弱。

3.2 建议 针对以上研究结论,对重庆主城区公园绿地的规划建设提出以下建议。

(1) 完善各片区绿地服务功能,促进整体都市区公园绿地发展。由于地形限制及城市建设核心区域的双重影响,重庆市都市区中心城区的用地日趋紧张,位于该区域内的城市公园绿地多为早期建设,且依旧承担着主要的绿地服务功能。另外,随着城市用地不断地向郊区外围扩张,城市多中心格局也在逐步形成,但应该与之伴随的公园绿地建设却较滞后。因此,重庆市都市区范围内的城市公园绿地形成了空间失衡、服务水平不足的局面。应当不断完善核心建设区域内的公园绿地服务功能,避免城市规划建设中已有公园绿地用地的不合理转变,同时,加快都市拓展区公园绿地的规划及基础设施的配套建设,均衡各片区内部的城市生活休闲职能,促进都市区整体公园绿地水平发展。

(2) 综合各片区人口及交通条件对公园绿地进行合理的选址建设。根据该研究结论来看,旧城区是整个都市区人口最集中的区域,其范围内的公园绿地使用率远超过郊区公园绿地的使用率,人口因素影响着公园绿地的到访情况及服务能力的高低。除此之外,旧城区作为市民通勤、购物等日常生活行为的密集区承受着巨大的交通压力,特别是在通勤时间、双休日等出行高峰时间,部分公园绿地的可达性受到交通堵塞与交通不便的影响。建议在进行公园绿地规划时多考虑各片区的人口密度分布及交通条件,综合两个因素进行公园绿地的选址,对访问频率较高的公园绿地周边道路交通情况进行优化改善,增添公共交通到达方式及公共交通站点设置。

参考文献

- [1] 徐波,赵锋,李金路.关于城市绿地及其分类的若干思考[J].中国园林,2000(5):29-32.
- [2] 周聪慧.公园绿地绩效的概念内涵及评测方法体系研究[J/OL].国际城市规划,2019-04-11[2019-05-20].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5583.TU.20190409.1203.002.html>.
- [3] 姜刘志,杨道运,梅岑岑.城市绿地生态系统服务功能及其价值评估:以深圳市福田区为例[J].华中师范大学学报(自然科学版),2018,52(3):424-431.
- [4] 杜雁,蔡秋阳,吴佳雨.城市绿地防灾功能评估及规划策略:以武汉市为例[J].城市问题,2015(8):33-38.
- [5] 金云峰,王小焯.绿地资源及评价体系研究与探讨[J].城市规划学刊,2014(1):106-111.
- [6] 陈永生,李莹莹,张前进.基于 GIS 的合肥市中心城区公园绿地功能综合评价[J].中国农业大学学报,2019,24(3):137-145.
- [7] 蔡彦庭,文雅,程炯.广州中心城区公园绿地空间格局及可达性分析[J].生态环境学报,2011,20(11):1647-1652.

- [8] 上官莎逸,刘健,余坤勇等.福州城市公园绿地可达性影响因素[J].福建农林大学学报(自然科学版),2018,47(4):494-502.
- [9] 胡红,赖鑫生,谭国律.基于可达性分析视角的城市公园绿地服务评价与优化[J].江苏农业科学,2016,44(12):230-235.
- [10] 陈秋晓,万丽,杨威.基于出行距离评价城市公园绿地的可达性:以乐清市为例[J].浙江大学学报(理学版),2014,41(3):348-352.
- [11] 吴健生,司梦林,李卫锋.供需平衡视角下的城市公园绿地空间公平性分析:以深圳市福田区为例[J].应用生态学报,2016,27(9):2831-2838.
- [12] 骆天庆,傅玮芸,夏良驹.基于分层需求的社区公园游憩服务构建:上海实例研究[J].中国园林,2017,33(2):113-117.
- [13] 邱明,王敏.面向不同年龄社区生活圈的公园绿地服务供需关系评价:以上海某中心城区为例[C]//孟兆祯,陈重.中国风景园林学会2018年会论文集.北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [14] 维克托·迈尔·舍恩伯格,周涛.大数据时代:生活、工作与思维的大变革[J].人力资源管理,2013(3):174.
- [15] LU H P, SUN Z Y, QU W C. Big data and its applications in urban intelligent transportation system[J]. Journal of transportation systems engineering & information technology, 2015(5):45-52.
- [16] QI S, ABDEL-ATY M. Big data applications in real-time traffic operation and safety monitoring and improvement on urban expressways[J]. Transportation research part C, 2015, 58: 380-394.
- [17] ZHU J Y, ZHANG C, ZHANG H C, et al. pg-causality: Identifying spatio-temporal causal pathways for air pollutants with urban big data[J]. IEEE Transactions on Big Data, 2018, 4(4):571-585.
- [18] YANG X, LI B Q, GONG Z W. Real-time identification of urban rainstorm waterlogging disasters based on Weibo big data[J]. Natural hazards, 2018, 94(2):833-842.
- [19] DUAN Y M, LIU Y, LIU X H, et al. Identification of polycentric urban structure of central Chongqing using points of interest big data[J]. Journal of natural resources, 2018, 33(5):788-800.
- [20] 于璐,何祥,刘嘉勇.基于时空语义挖掘的城市功能区识别研究[J].四川大学学报(自然科学版),2019,56(2):246-252.
- [21] GLAESER E L, KOMINERS S D, LUCA M, et al. Big data and big cities: The promises and limitations of improved measures of urban life[J]. Economic inquiry, 2016, 56(1):114-137.
- [22] 李方正,董莎莎,李雄.北京市中心城绿地使用空间分布研究:基于大数据的实证分析[J].中国园林,2016,32(9):122-128.
- [23] 李方正,戴超兰,姚朋.北京市中心城社区公园使用时空差异及成因分析:基于58个公园的实证研究[J].北京林业大学学报,2017,39(9):91-101.
- [24] 龙奋杰,石朗,彭智育.基于手机信令数据的城市公园服务评价[J].城市问题,2018(6):88-92.
- [25] 戚荣昊,杨航,王思玲.基于百度POI数据的城市公园绿地评估与规划研究[J].中国园林,2018,34(3):32-37.
- [26] 黎海波,陈通利.出租车GPS大数据在东莞市“小山小湖”社区公园选址中的应用[J].测绘通报,2017(5):95-99.
- [27] 任星怡,宋美娜,宋俊德.基于用户签到行为的兴趣点推荐[J].计算机学报,2017,40(1):28-51.
- [28] 徐战亚,熊艳,高仁刚.微博签到数据的时空热点挖掘:以北京为例[J].测绘工程,2018,27(5):10-16.
- [29] 潘碧麟,王江浩,葛咏.基于微博签到数据的成渝城市群空间结构及其城际人口流动研究[J].地球信息科学学报,2019,21(1):68-76.
- [30] 王录仓,严翠霞,李巍.基于新浪微博大数据的旅游流时空特征研究:以兰州市为例[J].旅游学刊,2017,32(5):94-105.
- [31] 陈晓艳,张子昂,胡小海.微博签到大数据中旅游景区客流波动特征分析:以南京市钟山风景名胜区分区为例[J].经济地理,2018,38(9):206-214.
- [32] 杨子江,何雄,隋心.基于POI的城市中心空间演变分析:以昆明市主城区为例[J].城市发展研究,2019(2):31-35.
- [33] 王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017,72(1):116-134.
- [34] LENORMAND M, LOUAIL T, CANT U-ROS O G, et al. Influence of socio-demographics on human mobility[J]. Scientific reports, 2015, 5: 1-14.
- [35] 范红雷,汪芳.两类国家级湿地公园空间分布特征及其影响因素的异同研究[J].北京大学学报(自然科学版),2016,52(3):535-544.
- [36] 滕巧爽,孙尚宇,秘金钟.签到数据的城市热点分布特征与成因[J].测绘科学,2019,44(4):102-109.

(上接第93页)

酸盐氮等理化因子处在对河蟹影响较小的范围内;河蟹始终生存、生长在一个适宜的水体环境中,抗病能力大大增强,整个养殖周期不需要用抗生素等渔药,节约渔药成本,提高河蟹质量安全水平,可以节省成本0.30万~0.45万元/hm²。

3.3.3 套养共生互利品种,节本增效。为充分利用河蟹养殖生态系统,使该系统的能量流和物质流得到最大的转化效率,选择套养鳊鱼、加州鲈鱼、沙塘鳢、青虾、鲢鳙、细鳞斜颌鲷等共生互利品种。套养青虾以虾补蟹,利用青虾摄食河蟹不能利用的细碎饵料和残饵,既可防止污染水体,又可节约成本降低河蟹养殖风险,仅青虾一年就可增收1.5万~3.0万元/hm²;套养鳊鱼或加州鲈鱼或沙塘鳢,利用其肉食性特点控制水体过多的小杂鱼和体弱小规格青虾,可以减少水体过多的溶氧竞争者,可增收0.30万~0.75万元/hm²;套养鲢鳙、细鳞斜颌鲷等滤食性、刮食性鱼类,可充分利用水体浮游生物、丝状藻类和有机碎屑,使系统物质流更充分,可增收0.45万~0.75万元/hm²;通过套养共生互利品种,合计可增收2.25万~4.50万元/hm²。

通过河蟹规模化绿色养殖模式可以降低饲料成本0.75万~1.50万元/hm²,渔药成本0.30万~0.45万元/hm²,

增加收入2.25万~4.50万元/hm²,这样明显降低河蟹养殖综合成本。在河蟹销售价格亲民化的时代,相比原来的河蟹养殖模式更具竞争力,可以为社会提供优质价廉的水产品。

参考文献

- [1] 奚业文.河蟹生态健康高效养殖安徽模式的研究[J].中国水产,2014(10):73-75.
- [2] 吴凯,马旭洲,王友成.池塘河蟹生态养殖对水环境的影响[J].上海农业学报,2016,32(6):69-74.
- [3] 奚业文.基于时间序列的池塘河蟹健康养殖试验[J].科学养鱼,2017(2):35-37.
- [4] 奚业文,曹海.浅水草型湖泊生物修复养蟹净水技术研究[J].水产养殖,2015(5):19-23.
- [5] 蔡建中,李洪进,唐玉华.鱼虾蟹池塘微孔增氧高产高效养殖技术初探[J].渔业致富指南,2011(1):55-57.
- [6] 王万兵.微孔增氧在虾蟹生态混养中应用技术[J].水产养殖,2015(8):40-42.
- [7] 奚业文.长江流域河蟹池塘微孔增氧健康养殖试验[J].河北渔业,2013(9):35-39,60.
- [8] 石小平.河蟹生态养殖中pH值与养殖效果的关系[J].安徽农学通报,2010,16(5):149-151.
- [9] 杨子江,王永东.只有科学发展才能持续发展[N].中国渔业报,2009-01-05(002).
- [10] 杨子江,王永东.我省河蟹生态养殖模式探析[N].安徽经济报,2009-02-06(003).
- [11] 史力,冯琨.好品质才有好市场[N].安徽日报,2013-10-29(B01).
- [12] 刘国友.健康生态养殖是水产养殖业发展的必由之路[C]//2008中国渔业经济专家论坛论文集.北京:中国水产科学研究院,2008.