

COVID-19疫情对北京市节日休闲区域 人口热力影响研究

赵梓渝¹, 赵世瑶¹, 韩钟辉², 徐芸潇¹, 晋 婕¹, 王士君^{3*}

(1. 青岛大学旅游与地理科学学院, 山东 青岛 266071; 2. 中国海洋大学管理学院, 山东 青岛 266100;
3. 东北师范大学地理科学学院, 长春 130024)

摘 要: COVID-19疫情对于休闲业造成重大影响。论文基于移动定位数据, 利用核密度空间分析法、非参数检验方法, 定量解析 COVID-19疫情对北京市三环路以内休闲区域在清明节和劳动节人口热力影响。研究指出: ① COVID-19疫情对于北京市节日休闲区域人群热力影响显著, 研究选取的3类休闲区域人群热力在2020年清明节、“五一”劳动节分别较2019年同期下降54.2%、53.0%。其中: 风景名胜、购物服务、酒店住宿人群热力在清明节分别下降53.6%、57.5%、52.9%, 在劳动节分别下降48.5%、52.0%、55.6%。② 风景名胜细分行业中不同类型区域人群热力受影响程度存在差异。3类细分行业区域清明节、劳动节降幅大体呈: 寺庙教堂(41.7%、50.3%)<公园广场(53.1%、47.1%)<景区景点(61.1%、51.2%)。Wilcoxon秩和检验表明, 寺庙教堂人群热力逐小时变化波动更小, 总体呈现出观光游览<日常休闲<宗教信仰的行为需求差异。③ 北京市三环路以内休闲区域人群热力受 COVID-19疫情影响程度与未受突发事件影响时休闲区域人群热力、休闲区域面积分别呈显著负、正相关性, 其原因可归结为休闲人群风险感知与疫情防控的空间环境因素。研究可为评估 COVID-19疫情对于中国大城市休闲业态影响提供科学依据。

关键词: 人口热力; 休闲人群; 风险感知; COVID-19; 北京市

COVID-19疫情作为全球突发性公共卫生事件, 截至2021年1月1日, 全球累计确诊超过8377万例; 累计死亡人数超过182万人。COVID-19疫情也被称为第二次世界大战以来世界面临的最大危机^[1]。毫无疑问, 休闲业是这场危机中受到影响最大的业态之一。疫情的突如其来和广泛又深刻的影响程度, 使定量研究其对于休闲业态的影响变得更为困难。这也使研究者重新反思休闲业态韧性的重要性和旅游危机的严重程度等问题。非必

要社会活动的取消、人口出行的边界控制、社区隔离以及相关场所关闭等疫情防控措施使旅游业和休闲业面临困境。联合国世界旅游组织(UNWTO)指出, COVID-19疫情导致2020年3月份全球跨境人数下降60%~80%^[2]。

目的地安全是休闲业和旅游业发展的基础。休闲人群的出行决策和目的地选择受到个人安全观念的影响^[3]。目的地的突发性事件会引起出行者的心理风险感知, 如自然灾害或公共卫生事件的发

收稿日期: 2021-02-05; 修订日期: 2021-04-14。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41630749, 42001176); 教育部人文社会科学研究青年基金项目(20YJCZH241); 山东省自然科学基金青年项目(ZR2020QD009)。[**Foundation:** National Natural Science Foundation of China, No. 41630749 and 42001176; Youth Foundation of Humanities and Social Sciences of Ministry of Education, No. 20YJCZH241; Youth Foundation of Natural Science Foundation of Shandong Province, No. ZR2020QD009.]

第一作者简介: 赵梓渝(1986—), 男, 吉林长春人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为城市网络与人口流动。

E-mail: 171462539@qq.com

***通信作者简介:** 王士君(1963—), 男, 黑龙江延寿人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事经济地理学和城市地理学研究。

E-mail: wangsj@nenu.edu.cn

引用格式: 赵梓渝, 赵世瑶, 韩钟辉, 等. COVID-19疫情对北京市节日休闲区域人口热力影响研究[J]. 地理科学进展, 2021, 40(7): 1073-1085.
[Zhao Ziyu, Zhao Shiyao, Han Zhonghui, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on population heat map in leisure areas in Beijing on holidays. Progress in Geography, 2021, 40(7): 1073-1085.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.07.001

生都可能导致游客或休闲人群的数量下降^[3-4]及其体验降低^[5],他们会通过放弃长距离出行选择就近休闲以满足安全感。同时,不同群体在风险感知上也存在差异^[6]。受制于数据获取局限,针对COVID-19疫情对于旅游业或休闲业影响研究主要集中在经济方面^[7],对休闲人群空间分布尤其是与非突发事件时期的比较研究较少。因此,本文拟研究的第一个问题是,COVID-19疫情对以北京市为例的中国大城市休闲区域人群热力的影响程度。

目的地风险将直接影响群体出行。人们更倾向于避开发生恐怖袭击、自然灾害或流行病暴发^[8]等危机事件的高风险目的地。相关研究主要围绕自然灾害、公共卫生事件、环境污染、区域战乱、经济金融危机等事件对于休闲业或旅游业的影响^[9-11]和业态的恢复^[12-13]。进一步,不同类型的休闲或旅游设施在突发事件下的反应程度、受影响程度以及恢复能力存在着差异,因此部分研究关注了危机对于细分行业的影响^[14-15]。例如,传染病疫情对于自然旅游、生态旅游等户外活动影响较小,对于人文类景点影响较大^[16];景区尤其是大型观光景区的恢复会比较慢。因此,本文拟研究的第二个问题是不同类型休闲区域受COVID-19疫情影响程度的差异。

休闲区域人群热力是旅游地理研究的新兴议题。通过识别人群热力的时空变化,使得游客或休闲群体空间行为决策、分布与转移等研究成为可能,同时对于景区或休闲设施规划、公共服务设施建设、预防由于人群集聚而导致的安全事件具有重要的现实意义并为其提供科学支撑。旅游和休闲行为活动高度复杂的时空模式使其难以通过传统数据统计方法进行研究。一方面,以统计年鉴为代表的官方统计数据通常存在时间滞后性、时间与空间精度不足的缺憾;另一方面,调查问卷、游客访谈等虽具有较高的研究对象精度和丰富的研究信息,但难以完全覆盖一个较大尺度研究区域,同时时间成本和人力成本较高。伴随着位置感知设备(location aware device, LAD)和位置服务技术(location based service, LBS)的发展和应用,带有地理空间信息的数字足迹(digital footprint)日益受到学者的关注。一方面,微博签到、移动定位、地理标记照片等群体时空行为数据^[17-18]展现出休闲群体的行为轨迹和时空聚集状态,有助于自然保护区游客行为监控、评估景观价值和旅游景点的吸引力等;另一方面,时空大数据已广泛运用到流行病学和公共健康

管理研究领域^[19],尤其在本次COVID-19疫情中驱动了人类空间活动监控、实时疫情事态感知、病毒感染模拟和人口流动边界控制的策略制定^[20-21]。

COVID-19的易传播性和易感染性导致疫情暴发扩散,这就迫切需要对人口流动和人类社会活动进行边界控制和实施限制措施。地理学者关注病例的集聚与疫情的扩散^[22]、人口流动强度与疫情发展程度的相关性^[23]等方面议题,面向COVID-19疫情精准防控的重大需求,发挥了地理科学独特的学科价值^[24-25]。人口流动的边界控制与社会活动限制使休闲业和旅游业遭受巨大负向影响。客观上,休闲出行的天然流动性在疫情防控过程中受到了巨大限制;主观上,休闲人群感知传染病风险,通过减少休闲活动出行以保证自身的生命健康安全。首先,在研究视角上,以往针对突发事件对旅游影响研究多集中于危机发生后的反应和恢复阶段^[26-27],对休闲人群风险感知多集中于出行工具选择、出行计划改变、产品价格感知等^[28-30],休闲区域人群热力变化研究较少,然而这显然是衡量突发事件对于休闲人群、游客、目的地和业态影响的最直接方式之一;其次,在时间尺度上,以往突发性事件尤其是传染病类公共卫生安全事件通常是短暂的,研究者也认为自然灾害和健康危害事件对旅游或休闲业的负面影响通常是较为短暂的^[31],对于危机发生前、发生过程中2个阶段的研究较少。然而COVID-19疫情在持续时间、影响强度、影响范围等方面远超过一般的公共卫生事件。这就需要以COVID-19疫情为例开展突发事件发生前后休闲人群行为特征的对比研究;最后,在空间尺度上,由于休闲活动的综合性与随机性,在城市中每个休闲区域都不是孤立存在的。突发事件背景下,不同类型休闲区域之间的人群热力变化交织影响,这就需要基于一个相对完整、覆盖多种休闲业态类型的城市空间单元展开研究。

面对COVID-19重大疫情,中国政府迅速采取严格的防控措施,2020年3月底,疫情的大规模扩散已得到控制。这为清明节小长假、五一小长假市民的休闲出行提供了有力保障。本文以北京市三环路以内为研究区域,基于2019年和2020年清明节、“五一”劳动节(简称劳动节)人口热力移动定位数据,选择风景名胜、购物服务2类休闲区域,定量测度COVID-19疫情对于北京市休闲人群热力影响,同时关注疫情对于休闲人群前往开敞空间与封

闭空间区域的风险感知差异对比;在风景名胜区域中,进一步分离景区景点、公园广场和寺庙教堂3类区域,探讨不同类型休闲区域在此次疫情中受影响程度的差异。其中,景区景点是游客偏向关注和前往区域,公园广场是本地市民主要休闲区域,寺庙教堂是宗教信仰人群前往区域。本文解析COVID-19重大突发公共卫生事件对中国中心城市休闲功能区人群热力影响,有助于理解以COVID-19疫情为代表的突发性重大卫生安全事件下休闲人群行为、休闲区域人群热力变化,同时为定量评估COVID-19疫情对于中国大城市休闲业态影响及细分行业差异提供科学依据。

1 数据与方法

1.1 研究数据

北京市是一个具有3000多年建城史和800多年建都史的历史名城,是中国的政治、文化中心。本文研究区域为北京市三环路以内。该区域是北京的主城区,覆盖较多历史文物保护单位、景区景点、购物服务地点和酒店住宿设施。研究数据来源于腾讯旗下宜出行人口热力。信息化时代,市民日常活动的时空特征通过大量且复杂的移动智能设备数据形式表现出来^[32],基于穿戴设备获取的社会感知数据为人文地理研究提供支撑。为了对实时人口拥挤风险观测提供参考依据,腾讯移动定位信息服务依赖亿级腾讯用户,通过其使用手机过程中产生的定位信息获取实时人口数量情况,以人口热力值作为衡量。本文中,休闲区域人群热力为某一

休闲区域中的实时人口数量,通过移动定位次数间接衡量。近年来,这一数据成为城市研究的新兴数据源^[33]。数据采集日期为2019年和2020年清明节(2019年4月5—7日和2020年4月4—6日,均为3d)、劳动节(2019年5月1—4日和2020年5月1—5日),覆盖2个年份的4个假期,同时包括研究节日的前一天工作日,共计19d。时间为每日9:00~21:00整点,定位数据为25m精度(图1)。

兴趣面(area of interest, AOI)是地图数据中区域状的地理实体,是社会、经济活动的空间载体。由于定位数据不包含用户社会信息和行为特征信息,因此通过识别限定在休闲类AOI区域中的定位数量,间接测度休闲人群热力,可见研究对象为正在从事休闲活动的人群,其中既包含本地市民,也包括外地游客。2020年清明节、劳动节期间,受疫情防控人口流动限制、高校春季学期延迟开学影响,北京市三环路以内活动人口绝大多数为本地市民。随着疫情防控成效的提升,劳动节期间外地游客和返校学生数量较清明节有所增加。论文统计了2大类休闲人群的主要活动区域,分别为风景名胜、购物服务(表1)。其中,风景名胜进一步分解为景区景点、公园广场、寺庙教堂3小类AOI区域。同时,增加酒店住宿类AOI作为分析对比,住宿服务是外地游客在旅游目的地的住所,也是其在城市内部出行的起点。AOI范围、类型数据源于高德地图。

1.2 研究方法

1.2.1 核密度

利用核密度方法对人口热力的时空分布特征进行分析。核密度使用核函数计算所有点对距离

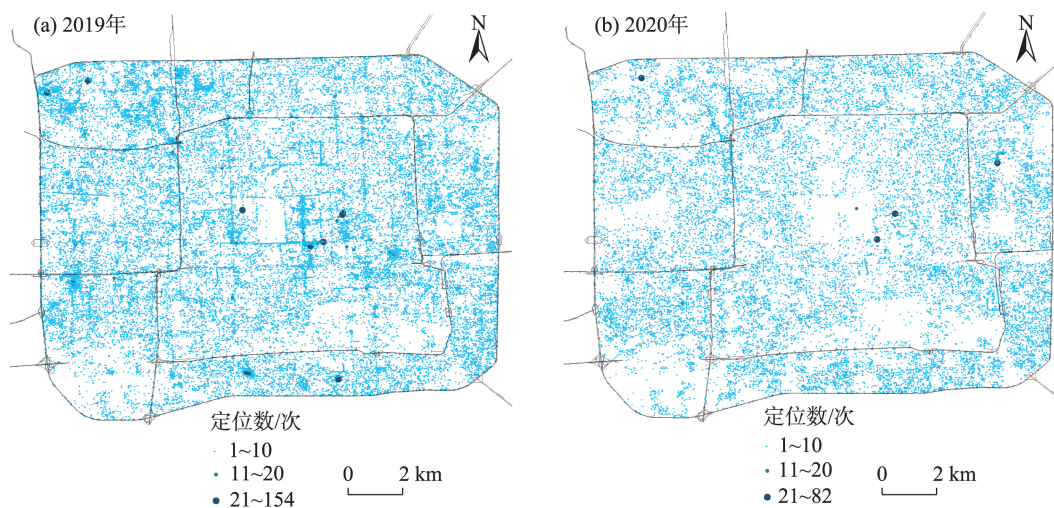


图1 2019、2020年清明节首日10:00定位数据分布

Fig.1 Distribution of positioning data at 10:00 on the first day of the Qingming Festival in 2019 and 2020

表1 AOI分类内容及数量
Tab.1 Classification and number of AOI

AOI类型	数量/个	主要分类内容
酒店住宿	219	宾馆酒店、经济型连锁酒店、旅馆招待所、青年旅舍、三星级宾馆、四星级宾馆、五星级宾馆、住宿服务相关等
购物服务	111	超级市场、购物相关场所、花鸟鱼虫市场、商场、步行街、特色商业街、专卖店、综合市场、购物中心等
风景名胜	102	城市广场、动物园、公园、纪念馆、寺庙教堂、旅游景点、世界遗产、水族馆、寺庙道观、植物园等
景区景点	25	纪念馆、旅游景点、世界遗产
公园广场	64	公园、城市广场
寺庙教堂	13	寺庙道观、教堂、回教寺

的密度,并用核平滑估计点对距离的分布。对于拥有 n 个点的要素 I ,任意距离 d 的核密度估计值 $K_I(d)$ 为:

$$K_I(d)=\frac{h}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=i+1}^nf\left(\frac{d-d_{ij}}{h}\right)$$
 (1)

式中: h 为最优带宽, f 为高斯核密度方程; $d-d_{ij}$ 为估计点到样本点的距离。

1.2.2 统计检验

应用正态性 D 检验(D'Agostino 检验)对景区景点、公园广场、寺庙教堂 3 类区域每个节日的小时定位次数均值进行正态性检验。结果表明,2019 年与 2020 年基于不同类型区域统计的节日定位次数数据不符合正态分布。因此,使用 Python 语言应用非参数检验 Wilcoxon 秩和检验来分别验证 2019 年与 2020 年清明节、劳动节期间,3 类风景名胜区域中不同时间段的访问人数的差异是否符合统计学显著特征,所有测试的临界显著水平 α 值均设置为 0.05 (95%置信水平)。

1.2.3 影响因素回归模型

COVID-19 疫情影响下休闲区域的访问人群热

力变化属于离散变量,可应用离散选择模型进行影响因素分析。建立影响因素回归模型如下:

$$Y_1=k+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\varepsilon$$
 (2)

$$Y_2=k+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_4X_4+\beta_5X_5+\varepsilon$$
 (3)

式中:因变量 Y_1 为风景名胜、购物服务 2 大类休闲区域人群定位次数在 2020 年清明节较 2019 年的变化程度,用以分析 COVID-19 疫情对于休闲区域人口热力变化的影响(模型 1);因变量 Y_2 为景区景点、公园广场、寺庙教堂 3 小类区域人群定位次数在 2020 年清明节较 2019 年的变化程度(模型 2)。

模型自变量选择如下:① 未受到突发事件影响时,休闲区域人口热力与 COVID-19 疫情期间该类区域人口热力密切相关,因此 X_1 为研究休闲区域在 2019 年清明节日均定位次数;② X_2 为 AOI 的占地面积;③ $X_3\sim X_5$ 为业态类型。变量的定义及描述性统计见表 2。在模型 1 中,AOI 类型为风景名胜,则 $X_3=1$;若为购物服务,则 $X_3=0$ 。在模型 2 中,AOI 类型为公园广场,则 $X_4=1$,若为其他类型,则 $X_4=0$;AOI 类型为寺庙教堂,则 $X_5=1$,若为其他类型,则 $X_5=0$ 。 k 为常数项, $\beta_3\sim\beta_5$ 为自变量参数, ε 为随机扰动项。

表2 影响因素回归模型的变量选取及数据统计
Tab.2 The selection of variables and data statistics of regression model of influencing factors

变量名称	变量含义	模型 1		模型 2	
		平均值	标准差	平均值	标准差
decline	人口热力下降程度	137.877	506.328	307.412	819.712
positioning	节日日均定位次数	193.074	599.601	382.765	928.947
area	AOI 面积/m ²	44441.313	152637.954	140247.609	289196.300
scenery	AOI 类型:风景名胜	0.236	0.425		
shopping	AOI 类型:购物服务	0.257	0.437		
park square	AOI 类型:公园广场			0.627	0.486
scenic spot	AOI 类型:景区景点			0.245	0.432
temple church	AOI 类型:寺庙教堂			0.127	0.335

2 人口热力的时空变化

2.1 清明节人口热力变化总体特征

由2019、2020年清明节首日10:00研究区域定位数据核密度情况可见(图2),在未受到疫情影响时,首先,以北京西站、北京南站为代表的对外交通枢纽,承担着北京市民外出旅游和外地游客进入北京的交通职能,同时火车站周边区域酒店住宿业密集,因此以上区域清明节人口热力水平显著高于其他区域。其次,以故宫博物院、玉渊潭公园、北京动物园、南锣鼓巷、北海公园等为代表的风景名胜区域,是外来赴京旅游者最主要的旅游目的地,承载了大量人口集聚。以西单商业街、东方新天地、百荣世贸商城、凯德MALL(西直门店)、三里屯太古里等购物服务为代表的商业街或商圈,休闲娱乐、购物餐饮、住宿等休闲和旅游相关产业空间高度重叠,在清明短期假日中,承载大量购物休闲市民,同时也是游客量较大区域。荣丰2008、钓鱼台国宾馆、康福瑞连锁酒店(学院南路店)、北京友谊宾馆、京西宾馆等酒店是住宿服务类AOI定位次数较高区域。最后,北京市三环路沿线西北部高校密集,聚集了北京师范大学、北京理工大学、北京外国语大学、中央民族大学、北京交通大学等高校。受到疫情影响,北京高校延迟2020年春季学期开学时间,导致该区域人口热力较2019年同期大幅下降。总体上,未受到COVID-19疫情影响时北京三环路以内节日人口热力空间分布呈现明显的空间差异

性,对外交通枢纽、商圈、景区景点和高校密集区成为人口高热力地区。对比之下,2020年清明节首日10:00研究区内人口热力大幅下降。定位数量相对较高区域主要分布于大型居住小区,例如海晟名苑、华威西里社区、芳星园小区、红莲小区等。在COVID-19疫情影响下的清明节中,人们更趋向于在家中休息而非前往公共空间。

2.2 休闲相关区域人口热力变化

北京市三环路以内风景名胜、购物服务和住宿服务3类区域人口热力在2020年清明节、劳动节较2019年平均分别下降54.2%、53.0%。其中,风景名胜AOI在2020年清明节、劳动节较2019年分别下降53.6%和48.5%;购物服务分别下降57.5%和52.0%;住宿服务分别下降52.9%和55.6%。作为对比,依据百度迁徙人口流动指数,2020年“五一”长假北京市日均人口流出、流入和流动指数较2019年分别降低29.9%、54.4%和43.2%。北京市作为重要的旅游城市,在节日期间会迎来大量外地客流。城际流入强度的下降与城市内部休闲相关功能区域人口热力变化较吻合。风险感知理论指出,休闲和旅游人群根据威胁情况的严重程度对目的地风险进行主观评价,进而影响其出行行为。一方面,2020年春节后,严格的人口流动管控限制了流动劳动力回京的返工流,导致北京市这一重要的流动人口集聚地外来人口大幅下降;另一方面,疫情管控和忌憚公共场所人员集聚易受传染,严重阻碍了“五一”期间外来游客赴京旅游和市民外出休闲。

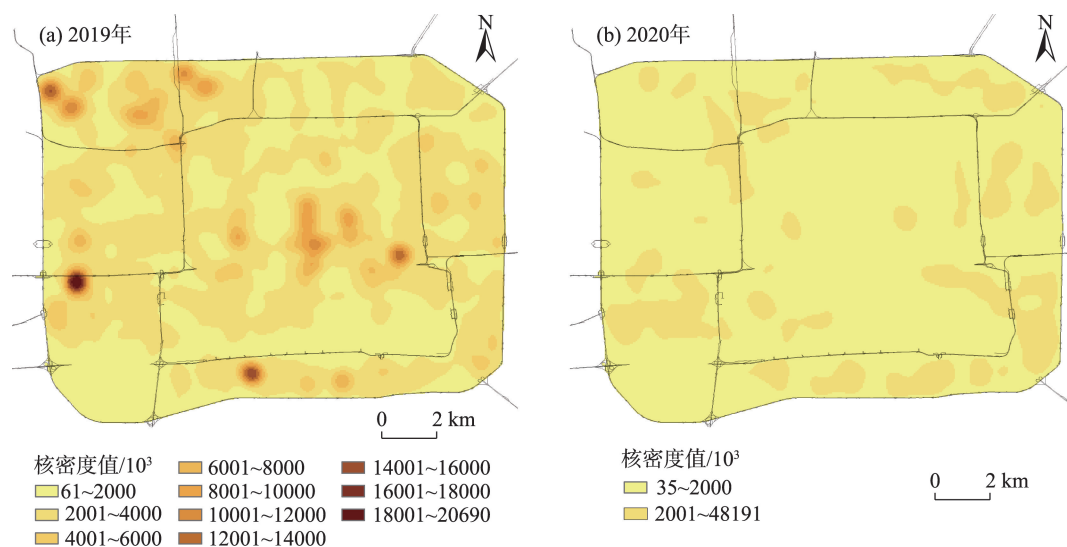


图2 2019、2020年清明节首日10:00研究区域定位数据核密度

Fig.2 Kernel density of regional positioning data at 10:00 on the first day of the Qingming Festival in 2019 and 2020

综合影响下,2020年清明、劳动节中北京市三环路以内休闲和旅游区域人口热力显著下降。

(1) 在102个风景名胜类AOI中,从2020年清明节较2019年日均定位次数变化来看,故宫博物院、南锣鼓巷、天坛公园、北海公园、恭王府、什刹海等92个区域人口热力下降,平均减少63.9%;天安门、法华寺、东岳庙等10个区域人口热力上升,平均增加41.2%(图3a)。从2020年劳动节较2019年日均定位次数变化来看,恭王府、什刹海、故宫博物院、南锣鼓巷、北京动物园等87个区域人口热力下降,平均减少64.4%;人定湖公园、万芳亭公园、天安门、万寿公园等15个区域人口热力上升,平均增加43.9%(图3c)。

(2) 在111个购物服务类AOI中,从2020年清

明节较2019年日均定位次数变化来看,百荣世贸商城、三里屯太古里南区、西单商业街、凯德MALL(西直门店)、东方新天地等109个区域人口热力下降,平均减少63.3%;北京利生体育商厦等2个区域上升,平均增加262.9%(图3b)。从2020年劳动节较2019年日均定位次数变化来看,烟袋斜街、东安市场、三里屯太古里南区、西单商业街等106个区域下降,平均减少58.0%;福丽特收藏品市场、北京利生体育商厦等5个区域人口热力上升,平均增加75.8%(图3d)。

(3) 作为对比,在219个住宿服务类AOI中,从2020年清明节较2019年日均定位次数变化来看,荣丰2008、钓鱼台国宾馆、康福瑞连锁酒店(学院南路店)、北京友谊宾馆、京西宾馆、北京宝辰饭店等

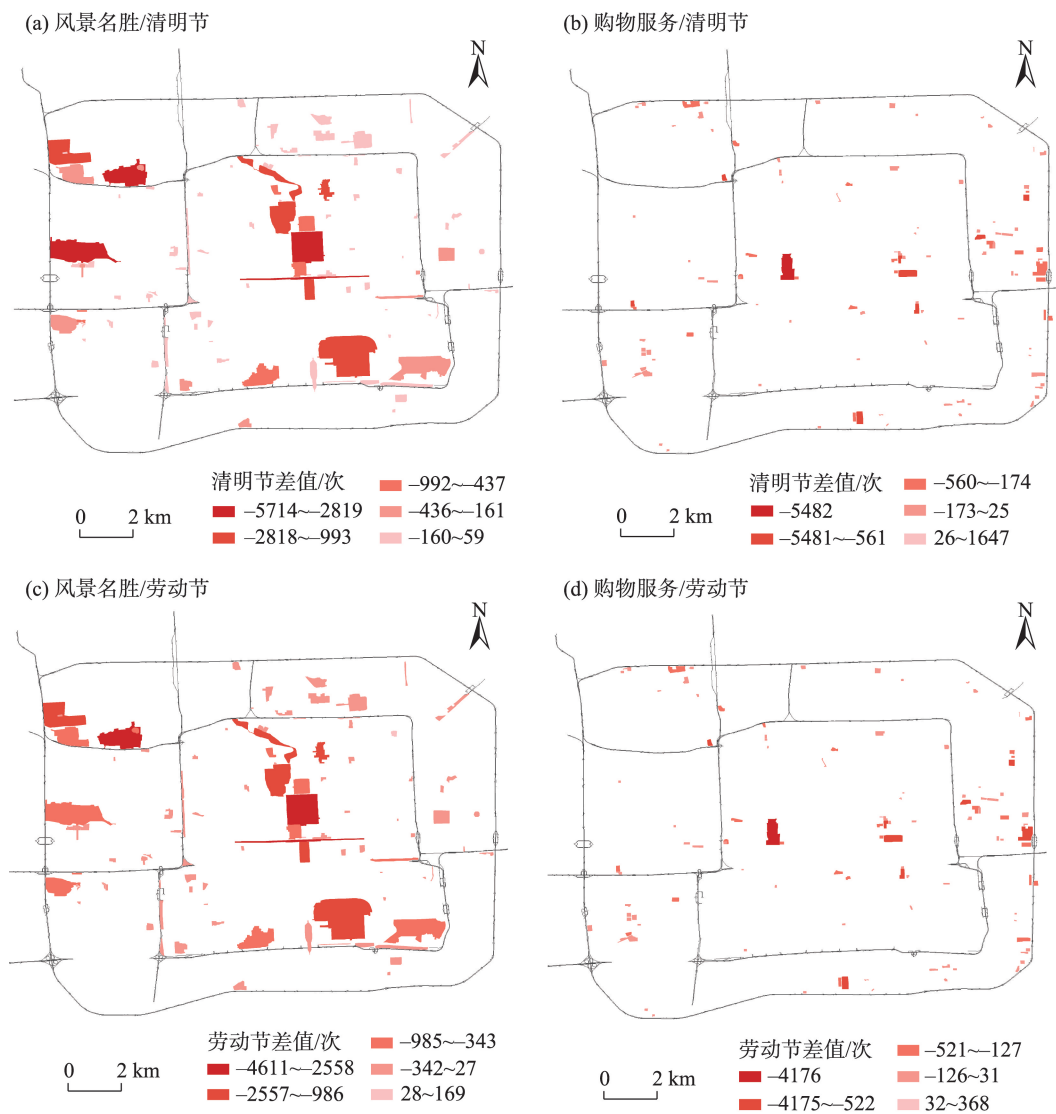


图3 休闲区域2020年节日较2019年定位次数变化

Fig.3 Changes in positioning times on the holidays in leisure areas in 2020 compared to 2019

203个区域人口热力下降,平均减少59.4%;国信苑宾馆、京东宾馆(海运仓胡同)、人民大会堂宾馆等16个住宿酒店人口热力上升,平均增加30.1%。从2020年劳动节较2019年日均定位次数变化来看,北京友谊宾馆、北京饭店、北京宝辰饭店、康福瑞连锁酒店(学院南路店)等211个住宿酒店下降,平均减少58.6%;景苑、京东宾馆(海运仓胡同)、人民大会堂宾馆等8个住宿酒店人口热力上升,平均增加24.8%。总体上,风景名胜、购物服务AOI人口热力在2020年清明节、劳动节较2019年同期的变化程度与住宿服务AOI的变化程度相近,人口热力下降AOI占主要部分,少量区域人口热力在COVID-19疫情影响下有所上升。

2.3 风景名胜区域细分类人口热力变化

2019年4月4日、4月30日和2020年4月3日、4月30日分别是同年清明节、劳动节的前一天工作日。从风景名胜AOI逐小时定位次数统计来看(图4),2019年节日、工作日逐小时定位次数曲线明显高于2020年。在同一年份中,2019年清明节、劳动节风景名胜区域定位次数逐小时变化呈现倒U型,这与风景名胜区域开放时间的客观条件、人们前往风景名胜类区域从事休闲行为的主观偏好相吻合,而同年工作日期间曲线相对平缓。2020年清明节、劳动节风景名胜区域日均定位逐小时次数一方面受到疫情影响,整体大幅下降;另一方面,市民从事休闲活动的同时考虑到疫情因素,主动回避每天客流高峰时间前往旅游休闲区域,导致每日定位次数小时曲线平稳。北京市文化和旅游局印发的《等级旅游景区有序恢复开放实施方案》指出,强化疫情防控,严格控制游客流量,景区日接待量和瞬时

接待量分别不得超过景区日最大承载量和瞬时最大承载量的30%。因此,定位次数的小时曲线趋于平稳,与景区限流也密切相关。

风景名胜中不同行业细分类区域,人口热力受疫情影响变化程度存在差异。2020年清明节、劳动节3类细分类区域人口热力较2019年降幅大体呈如下态势:寺庙教堂(41.7%、50.3%)<公园广场(53.1%、47.1%)<景区景点(61.1%、51.2%),可以归纳为,以COVID-19疫情为代表的突发性公共卫生事件对于城市风景名胜休闲区域的客流影响总体上呈现出宗教信仰<日常休闲需求<观光娱乐游览的差异特征。人们对风险的感知因个人特征、社会结构和文化信仰而异。宗教需求作为信仰支撑,其既包括内心的主观性,同时也存在一定程度上信仰和思维上的约束性;城市广场、公园作为日常市民休闲需求的空间依托,疫情影响下人口热力出现显著下降;相对而言,景区景点的节日客流主要由外地游客构成,人口城际流动的大幅下降,导致景区景点人口热力下降程度最为显著。

分别对公园广场、景区景点和寺庙教堂3类区域逐小时平均定位次数变化进行检验。3类区域在2019、2020年清明节、劳动节定位数据均拒绝了正态分布零假设($P<0.01$)。当数据不符合正态分布时,一般使用非参数检验来比较两组数据差异是否符合统计学显著特征,因此采用非参数检验的秩和检验观察研究区域2019、2020年清明节、劳动节人口定位次数变化。结果表明,3类区域2019年和2020年之间的定位数量变化大多呈现出较显著的差异性(表3)。

具体而言:①就北京市三环路以内景区景点在

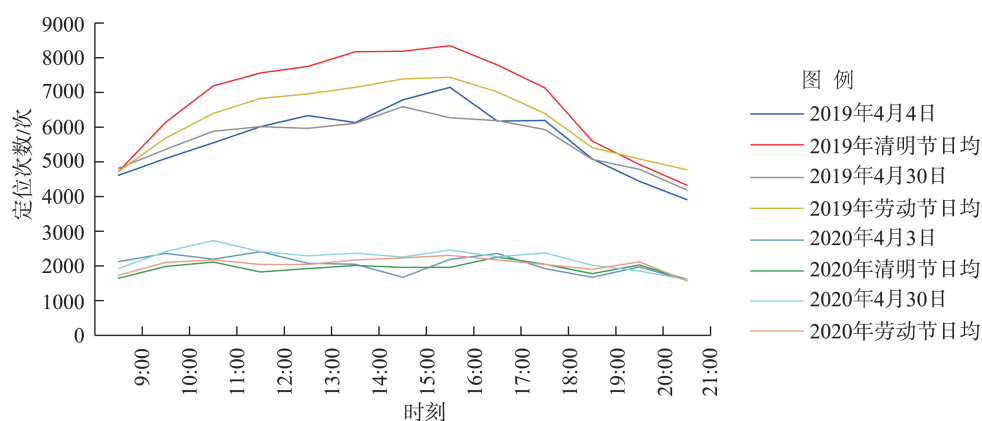


图4 风景名胜区域逐小时定位次数平均值统计

Fig.4 Statistics of hourly average positioning times of famous scenery

表3 定位次数变化秩和检验*P*值和*t*值
Tab.3 *P* value and *t* value of rank sum test on changes in positioning times

时刻	清明节						劳动节					
	景区景点		公园广场		寺庙教堂		景区景点		公园广场		寺庙教堂	
	<i>P</i> 值	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	<i>t</i> 值
9:00	0.041	2.041	0.001	3.179	0.028	2.192	0.026	2.225	0.001	3.432	0.190	1.311
10:00	0.026	2.221	<0.001	4.293	0.042	2.035	0.044	2.012	<0.001	4.172	0.082	1.738
11:00	0.025	2.249	<0.001	4.255	0.134	1.500	0.067	1.832	<0.001	3.667	0.054	1.924
12:00	0.001	3.429	<0.001	3.663	0.081	1.744	0.040	2.049	<0.001	4.085	0.005	2.828
13:00	0.016	2.403	<0.001	4.814	0.009	2.629	0.002	3.147	<0.001	3.748	0.014	2.448
14:00	0.004	2.858	<0.001	4.872	0.000	3.492	0.010	2.584	<0.001	4.420	0.008	2.660
15:00	0.010	2.570	<0.001	3.785	0.014	2.450	0.005	2.828	<0.001	4.891	0.064	1.864
16:00	0.001	3.260	<0.001	3.939	0.026	2.222	<0.001	3.604	<0.001	4.715	0.052	1.943
17:00	0.008	2.672	0.003	2.927	0.013	2.473	0.003	3.012	<0.001	4.690	0.008	2.660
18:00	0.009	2.627	<0.001	4.060	0.188	1.316	0.030	2.177	<0.001	4.392	0.014	2.455
19:00	0.070	1.814	<0.001	4.175	0.065	1.848	0.112	1.588	<0.001	4.486	0.173	1.362
20:00	0.042	2.037	<0.001	4.711	0.028	2.192	0.199	1.284	<0.001	3.799	0.044	2.019
21:00	0.035	2.108	<0.001	4.626	0.099	1.649	0.082	1.741	<0.001	5.035	0.415	0.815

2020年清明节、劳动节与2019年相同时间段的人口热力差异而言,2020年节日9:00~21:00的任何一个时段,由定位次数所代表的人口热力都明显小于2019年的相同时间段,尤其是14:00~17:00时段($P\leq 0.01$)。其中,清明节除19:00以外均通过0.05的显著性水平检验,劳动节除11:00、19:00~21:00以外均通过0.05的显著性水平检验;②就公园广场而言,2020年节日9:00~21:00的任何一个时段,人口热力都明显小于2019年的相同时段,该差异经Wilcoxon秩和检验,符合严格意义上的统计学显著性($P<0.05$),甚至部分对比的结果显著性水平达到了0.01。该结果表明,疫情对于人们在2020年清明节、劳动节前往城市公园广场出行产生了显著的限制作用,部分时段(尤其是13:00左右)同比缩减高达80%左右;③寺庙教堂在清明节除了11:00、12:00、18:00、19:00和21:00外均通过0.05的显著性水平检验,在劳动节12:00、13:00、14:00、17:00、18:00、20:00通过0.05的显著性水平检验。

基于2019、2020年节日每天9:00~21:00共计13 h人口热力变化的Wilcoxon秩和检验表明,2个年份的清明节、劳动节景区景点类AOI热力变化分别有12、9 h通过0.05的显著性水平检验,公园广场均为13 h,寺庙教堂分别为8、6 h。一方面表明,受到疫情影响,2020年清明节、劳动节北京市三环路以内风景名胜区域人口热力较2019年显著下降;另一方面,相对于景区景点和公园广场均为休闲功能

表4 模型1变量相关性分析
Tab.4 Correlation analysis of variables in model 1

变量	decline	area	positioning	scenery
decline	1			
area	-0.186***	1		
positioning	-0.487***	0.654***	1	
scenery	-0.015	0.444***	-0.101	1

注:***表示在0.01水平(双尾)相关性显著。

区域,寺庙教堂同时具有宗教信仰功能和休闲功能,因此其在COVID-19疫情影响下的人口热力逐小时变化相对前2种区域波动更小。

3 影响因素分析

对模型变量采用Pearson法进行相关性分析。无论是风景名胜、购物服务2大类休闲区域(表4),还是景区景点、公园广场、寺庙教堂3小类休闲区域(表5),清明节人口热力变化与2019年清明节定位数、AOI面积呈显著负相关,考虑到AOI人群热力变化以下降为主,因此未受到突发事件影响时人群热力越大、面积越大的休闲区域受COVID-19疫情影响,人口热力下降越显著。同时,模型中2019年清明节定位数量均与AOI面积呈正相关,表明面积越大的AOI内部休闲人群数量越多。

运用最小二乘回归(ordinary least square, OLS)分析相关变量对清明节休闲人群热力变化程度的

表5 模型2变量相关性分析
Tab.5 Correlation analysis of variables in model 2

变量	decline	area	positioning	park square	scenic spot	temple church
decline	1					
area	-0.234**	1				
positioning	-0.524***	0.792***	1			
park square	0.061	0.040	0.030	1		
scenic spot	-0.192	0.212**	0.225**	-0.750***	1	
temple church	0.162	-0.338***	-0.340***	-0.493***	-0.207**	1

注:***、**分别在0.01、0.05水平(双尾)相关性显著。

表6 模型1回归结果
Tab.6 Regression results of model 1

变量	未标准化系数(B)	标准误差	标准化系数(Beta)	t	VIF
k	-0.736***	0.102		-7.252	
area	0.078***	0.015	0.534	5.093	3.232
positioning	-0.129***	0.014	-0.870	-9.215	2.621
scenery	-0.138***	0.032	-0.339	-4.258	1.868

注:***表示在0.01水平上显著。下同。

表7 模型2回归结果
Tab.7 Regression results of model 2

变量	未标准化系数(B)	标准误差	标准化系数(Beta)	t	VIF
k	-0.854***	0.169		-5.055	
area	0.072***	0.020	0.495	3.528	2.722
positioning	-0.128***	0.020	-0.892	-6.342	2.738
park square	0.050	0.046	0.107	1.079	1.361
temple church	0.055	0.073	0.079	0.743	1.559

影响。经检验,自变量方差膨胀因子(VIF)的值均远小于10,说明不存在严重的多重共线性问题。在2大类AOI清明节休闲人群热力变化影响因素分析模型中(表6),调整 R^2 变化量、 F 值分别为0.319、32.258;在3小类AOI的模型中(表7), R^2 变化量、 F 值分别为0.342、12.845。

就2个模型的共性而言,2019年未受到突发事件影响时清明节人口热力、AOI面积与COVID-19疫情影响下休闲人群热力变化程度均密切相关。其中,2019年清明节人口热力与COVID-19疫情影响人群热力变化呈负相关,考虑到AOI人群热力变化以负值为主,因此未受到突发事件影响时人群热力高的休闲区域受到COVID-19疫情的负向影响越大,其在传染病突发事件影响下抗冲击的韧性越差。受到传染病影响,无论游客还是市民,都会尽可能回避人流密集、人员聚集、人口热力大的区域;休闲旅游AOI面积与COVID-19疫情影响人群热力

变化程度呈正相关,即占地面积越大区域受到COVID-19疫情的负向影响越小,其在传染病突发事件影响下抗冲击的韧性越好。其原因是,面积越大的区域,其能够容纳的休闲人群数量更多,越容易保持安全距离。同时,面积越大的区域普遍具有一定的室外开敞空间,这有利于避免传染病的传播。就业态类型而言,在模型1中,风景名胜类休闲区域较购物服务下降更多、韧性更差,购物服务虽然位于室内,但是相对于风景名胜,其日常的需求度、依赖度远高于风景名胜。在模型2中,公园广场、寺庙教堂相对于景区景点的变化均不显著。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文以北京市三环路以内为研究区域,通过交叉对比2019年和2020年清明节、劳动节期间休闲

区域人口移动定位次数差异,探讨以 COVID-19 疫情为代表的重大卫生安全事件下中国特大城市休闲人群时空分布与其变化特征。结果表明:

(1) COVID-19 疫情导致北京市三环路以内休闲区域节日人口热力显著下降。研究选取的3类休闲区域人口热力在2020年清明节、劳动节较2019年同期分别下降54.2%和53.0%。其中:风景名胜人口热力分别下降53.6%和48.5%;购物服务分别下降57.5%和52.0%;住宿服务分别下降52.9%和55.6%。受 COVID-19 疫情影响,大量人口在2020年春节过后延迟返京或未返京,加之疫情防控对人口流动和社会活动的限制、公共场所存在传染病传播风险、外地游客对节日前往北京的主观意愿下降等因素影响,游客或市民的旅游或休闲行为较2019年同期明显下降。

(2) 在风景名胜区域的细分行业中,不同类型区域人口热力受 COVID-19 疫情影响的变化程度存在显著差异。就2020年清明节、劳动节人口热力较2019年同期降幅而言,景区景点、公园广场、寺庙教堂3类风景名胜细分行业区域大体呈如下态势:寺庙教堂(41.7%、50.3%)<公园广场(53.1%、47.1%)<景区景点(61.1%、51.2%)。可以归纳为,以 COVID-19 疫情为代表的突发性公共卫生事件对于城市风景名胜休闲区域的客流影响总体上呈现出宗教信仰<日常休闲需求<观光娱乐游览的差异特征,这一差异与市民日常行为需求密切相关。

(3) 不同类型的风景名胜区域在受到 COVID-19 疫情影响下,人群热力的逐小时变化存在差异。2019、2020年清明节、劳动节每天9:00~21:00人口热力变化的 Wilcoxon 秩和检验表明,2个年份的清明节、劳动节景区景点区域人口热力变化分别有12、9 h 通过0.05的显著性水平检验,相应地,公园广场分别为13、13 h,寺庙教堂分别为8、6 h。相对于景区景点和公园广场均为休闲和旅游的功能区域,寺庙教堂更偏向于宗教信仰功能区,因此其在 COVID-19 疫情影响下人群热力的时间变化相对前2种区域更弱。

(4) COVID-19 疫情影响下休闲人群热力的变化程度与未受到突发事件影响时休闲区域的人群热力、休闲区域面积密切相关。一方面,未受到突发事件影响时休闲区域人口热力与 COVID-19 疫情影响人群热力变化呈负相关,即人群热力高的休闲区域受到 COVID-19 疫情的负向影响更大,其在

COVID-19 疫情突发性公共卫生安全事件影响下抗冲击的韧性更差;另一方面,休闲旅游 AOI 面积与 COVID-19 疫情影响人群热力变化程度呈正相关,即占地面积越大区域受到 COVID-19 疫情的负向影响越小,其在传染病突发事件影响下抗冲击的韧性更好。究其原因,一方面,受到传染病影响,人们有回避人流密集和人员聚集区域的动机;另一方面,面积越大的区域,其能够容纳的休闲人群数量更多,更容易保持安全距离,降低病毒传播风险。

4.2 讨论

论文基于移动定位数据,探究 COVID-19 疫情对于休闲区域人群热力的影响,对于丰富突发事件对休闲群体行为影响等相关研究具有一定学术意义,为定量评估 COVID-19 疫情对中国大城市休闲业态影响提供科学依据。同时,休闲区域人口热力研究有助于 COVID-19 疫情防控期间,对公共场所人群密集区域进行预警和调控。以 COVID-19 疫情为代表的公共卫生突发性事件所带来的休闲人群行为变化,是由事件本身、政府疫情防控和管制措施、休闲群体思维意识和业态韧性相互影响的,这表明突发事件影响下休闲区域人群热力变化存在复杂性。一方面,信息化社会使得基于个体粒度的海量时空轨迹获取人类移动模式成为可能,GPS、LBS 等技术的发展为个体空间移动追踪提供了技术支持^[34]。尽管人类社会活动存在显著的不确定性,但基于大范围、大样本、动态时空、关系型定位数据,巨量个体活动在整体层面仍有规律可循。另一方面,虽然地理大数据在空间尺度和数量方面具有研究优势,但是并不能精准识别每一个休闲者的人口学属性。因此,论文通过识别限定在休闲类 AOI 区域中的移动定位数量,间接测度休闲人群热力。这导致无法区分本地市民和外地游客。同时,论文使用的腾讯定位数据为25 m精度,仅统计完全落入休闲业态 AOI 区域的定位次数,部分 AOI 区域面积相对较小,这将导致研究结果存在一定的统计误差。

参考文献(References)

- [1] 刘卫东. 新冠肺炎疫情对经济全球化的影响分析[J]. 地理研究, 2020, 39(7): 1439-1449. [Liu Weidong. The impacts of COVID-19 pandemic on the development of economic globalization. Geographical Research, 2020, 39(7): 1439-1449.]
- [2] Neuburger L, Egger R. Travel risk perception and travel

- behaviour during the COVID-19 pandemic 2020: A case study of the DACH region [J]. *Current Issues in Tourism*, 2021, 24(7): 1003-1016.
- [3] Novelli M, Burgess L G, Jones A, et al. 'No Ebola...still doomed': The Ebola-induced tourism crisis [J]. *Annals of Tourism Research*, 2018, 70: 76-87.
- [4] Haque T H, Haque M O. The swine flu and its impacts on tourism in Brunei [J]. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 2018, 36: 92-101.
- [5] Ma H Y, Chiu Y H, Tian X C, et al. Safety or travel: Which is more important? The impact of disaster events on tourism [J]. *Sustainability*, 2020, 12(7): 3038. doi: 10.3390/su12073038.
- [6] Seabra C, Dolnicar S, Abrantes J L, et al. Heterogeneity in risk and safety perceptions of international tourists [J]. *Tourism Management*, 2013, 36: 502-510.
- [7] Sharma A, Nicolau J L. An open market valuation of the effects of COVID-19 on the travel and tourism industry [J]. *Annals of Tourism Research*, 2020, 83: 102990. doi: 10.1016/j.annals.2020.102990.
- [8] Mizrahi I, Fuchs G. Should we cancel? An examination of risk handling in travel social media before visiting Ebola-free destinations [J]. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 2016, 28: 59-65.
- [9] U S C, So Y C. The impacts of financial and non-financial crises on tourism: Evidence from Macao and Hong Kong [J]. *Tourism Management Perspectives*, 2020, 33: 10068. doi: 10.1016/j.tmp.2019.100628.
- [10] Khalid U, Okafor L E, Shafiullah M. The effects of economic and financial crises on international tourist flows: A cross-country analysis [J]. *Journal of Travel Research*, 2020, 59(2): 315-334.
- [11] Kim J, Lee C K, Mjelde J W. Impact of economic policy on international tourism demand: The case of Abenomics [J]. *Current Issues in Tourism*, 2018, 21(16): 1912-1929.
- [12] Buultjens J W, Ratnayake I, Gnanapala W K A C. Post-Conflict tourism development in Sri Lanka: Implications for building resilience [J]. *Current Issues in Tourism*, 2016, 19(4): 355-372.
- [13] Barbhuiya M R, Chatterjee D. Vulnerability and resilience of the tourism sector in India: Effects of natural disasters and internal conflict [J]. *Tourism Management Perspectives*, 2020, 33: 100616. doi: 10.1016/j.tmp.2019.100616.
- [14] Araña J E, León C J. The impact of terrorism on tourism demand [J]. *Annals of Tourism Research*, 2008, 35(2): 299-315.
- [15] Li S N, Blake A, Cooper C. China's tourism in a global financial crisis: A computable general equilibrium approach [J]. *Current Issues in Tourism*, 2010, 13(5): 435-453.
- [16] 王少华, 王璐, 王梦茵, 等. 新冠肺炎疫情对河南省旅游业的冲击表征及影响机理研究 [J]. *地域研究与开发*, 2020, 39(2): 1-7. [Wang Shaohua, Wang Lu, Wang Mengyin, et al. Study on impact characterization and influence mechanism of novel coronavirus pneumonia on tourism industry in Henan Province. *Areal Research and Development*, 2020, 39(2): 1-7.]
- [17] 闫闪闪, 靳诚. 洛阳城区旅游流空间网络结构特征 [J]. *地理科学*, 2019, 39(10): 1602-1611. [Yan Shanshan, Jin Cheng. Characteristics of spatial network structure of tourist flow in urban area of Luoyang. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(10): 1602-1611.]
- [18] 吴静, 杨兴柱, 孙井东. 基于新地理信息技术的南京市游客流动性空间特征研究 [J]. *人文地理*, 2015, 30(2): 148-154. [Wu Jing, Yang Xingzhu, Sun Jingdong. The spatial characteristics of tourist flows in Nanjing based on the new geographic information technology. *Human Geography*, 2015, 30(2): 148-154.]
- [19] 童昀, 马勇, 刘海猛. COVID-19疫情对中国城市人口迁徙的短期影响及城市恢复力评价 [J]. *地理学报*, 2020, 75(11): 2505-2520. [Tong Yun, Ma Yong, Liu Haimeng. The short-term impact of COVID-19 epidemic on the migration of Chinese urban population and the evaluation of Chinese urban resilience. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(11): 2505-2520.]
- [20] 王霞, 唐三一, 陈勇, 等. 新型冠状病毒肺炎疫情影响下武汉及周边地区何时复工? 数据驱动的网络模型分析 [J]. *中国科学: 数学*, 2020, 50(7): 969-978. [Wang Xia, Tang Sanyi, Chen Yong, et al. When will be the resumption of work in Wuhan and its surrounding areas during COVID-19 epidemic? A data-driven network modeling analysis. *Scientia Sinica Mathematica*, 2020, 50(7): 969-978.]
- [21] Lai S J, Ruktanonchai N W, Zhou L C, et al. Effect of non-pharmaceutical interventions to contain COVID-19 in China [J]. *Nature*, 2020, 585: 410-413.
- [22] 陈晓, 黄宇金, 李佳慧, 等. COVID-19疫情时空聚集性特征及影响因素分析: 以重庆市为例 [J]. *地理科学进展*, 2020, 39(11): 1798-1808. [Chen Xiao, Huang Yujin, Li Jiahui, et al. Clustering characteristics of COVID-19 cases and influencing factors in Chongqing Municipality. *Progress in Geography*, 2020, 39(11): 1798-1808.]
- [23] 王姣娥, 杜德林, 魏冶, 等. 新冠肺炎疫情的空间扩散过程与模式研究 [J]. *地理研究*, 2020, 39(7): 1450-1462. [Wang Jiao'e, Du Delin, Wei Ye, et al. The development of COVID-19 in China: Spatial diffusion and geographical pattern. *Geographical Research*, 2020, 39(7): 1450-

1462.]
- [24] 柴彦威, 许伟麟, 张文佳, 等. 新冠肺炎疫情精准防控的时空行为地理学研究框架 [J]. 地理科学, 2020, 40(10): 1585-1592. [Chai Yanwei, Xu Weilin, Zhang Wenjia, et al. A research framework of precise epidemic prevention and control from the perspective of space-time behavioral geography. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(10): 1585-1592.]
- [25] 薛冰, 肖骁, 苏芳, 等. 地理学在新冠肺炎疫情早期防控中的学术响应及展望 [J]. 地理科学, 2020, 40(10): 1593-1600. [Xue Bing, Xiao Xiao, Su Fang, et al. Geographical academic responses and outlook in the novel coronavirus pneumonia epidemic prevention and control. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(10): 1593-1600.]
- [26] Aliperti G, Sandholz S, Hagenlocher M, et al. Tourism, crisis, disaster: An interdisciplinary approach [J]. *Annals of Tourism Research*, 2019, 79: 102808. doi: 10.1016/j.annals.2019.102808.
- [27] Ritchie B W, Jiang Y W. A review of research on tourism risk, crisis and disaster management: Launching the annals of tourism research curated collection on tourism risk, crisis and disaster management [J]. *Annals of Tourism Research*, 2019, 79: 102812. doi: 10.1016/j.annals.2019.102812.
- [28] Qiu R T R, Park J, Li S N, et al. Social costs of tourism during the COVID-19 pandemic [J]. *Annals of Tourism Research*, 2020, 84: 102994. doi: 10.1016/j.annals.2020.102994.
- [29] Zhang K, Hou Y S, Li G. Threat of infectious disease during an outbreak: Influence on tourists' emotional responses to disadvantaged price inequality [J]. *Annals of Tourism Research*, 2020, 84: 102993. doi: 10.1016/j.annals.2020.102993.
- [30] Hang H M, Aroean L, Chen Z F. Building emotional attachment during COVID-19 [J]. *Annals of Tourism Research*, 2020, 83: 103006. doi: 10.1016/j.annals.2020.103006.
- [31] Jin X, Qu M Y, Bao J G. Impact of crisis events on Chinese outbound tourist flow: A framework for post-events growth [J]. *Tourism Management*, 2019, 74: 334-344.
- [32] 赵梓渝, 魏冶, 王士君, 等. 有向加权城市网络的转变中心性与控制力测度: 以中国春运人口流动网络为例 [J]. 地理研究, 2017, 36(4): 647-660. [Zhao Ziyu, Wei Ye, Wang Shijun, et al. Measurement of directed alternative centrality and power of directed weighted urban network: A case of population flow network of China during "Chunyun" period. *Geographical Research*, 2017, 36(4): 647-660.]
- [33] 段亚明, 刘勇, 刘秀华, 等. 基于宜出行大数据的多中心空间结构分析: 以重庆主城区为例 [J]. 地理科学进展, 2019, 38(12): 1957-1967. [Duan Yaming, Liu Yong, Liu Xiuhua, et al. Measuring polycentric urban structure using Easygo big data: A case study of Chongqing metropolitan area. *Progress in Geography*, 2019, 38(12): 1957-1967.]
- [34] 赵梓渝, 魏冶, 庞瑞秋, 等. 中国春运人口省际流动的时空与结构特征 [J]. 地理科学进展, 2017, 36(8): 952-964. [Zhao Ziyu, Wei Ye, Pang Ruiqiu, et al. Spatiotemporal and structural characteristics of interprovincial population flow during the 2015 Spring Festival travel rush. *Progress in Geography*, 2017, 36(8): 952-964.]

Impact of the COVID-19 pandemic on population heat map in leisure areas in Beijing on holidays

ZHAO Ziyu¹, ZHAO Shiyao¹, HAN Zhonghui², XU Yunxiao¹, JIN Jie¹, WANG Shijun^{3*}

(1. School of Tourism and Geography Science, Qingdao University, Qingdao 266071, Shandong, China;

2. School of Management, Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong, China;

3. School of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: The Chinese government has curbed the outbreak of COVID-19 through a population flow control rarely seen in history. The COVID-19 pandemic has greatly impacted the recreation industry. Using mobile location data, this study quantitatively analyzed the impact of the COVID-19 pandemic on population heat map in the leisure areas within the Third Ring Road of Beijing City on the Qingming Festival and Labor Day. The results showed that: 1) The COVID-19 pandemic significantly impacted population heat map in leisure areas in Beijing on holidays, and the population heat map values of the three types of leisure areas investigated in this study declined by 54.2% and 53.0% on the Qingming Festival and Labor Day in 2020 as compared to the 2019 values, respectively. To be specific, the population heat map values of famous scenery, shopping services, and hotel accommodation decreased by 53.6%, 57.5%, and 52.9% on the Qingming Festival, and by 48.5%, 52.0%, and 55.6% on Labor Day, respectively. 2) There were differences in the degree of the impact on population heat map in different types of areas in famous scenery. The impact on the three major segments of famous scenery can be ranked in ascending order as follows: temples and churches (41.7%, 50.3%), parks and squares (53.1%, 47.1%), and scenic spots (61.1%, 51.2%). Wilcoxon rank sum test showed that the hourly variation of population heat map in temples and churches was smaller, and the overall demand can be ranked in ascending order as follows: sightseeing, daily leisure, and religious activities. 3) The 2020 population heat map of the leisure areas within the Third Ring Road of Beijing City was significantly negatively and positively correlated with the population heat map before the pandemic and area of these leisure areas, respectively. This can be attributed to the risk perception of the leisure crowds and the spatial and environmental factors of the disease prevention and control measures. This study provides a scientific basis for assessing the impact of the COVID-19 pandemic on leisure forms in big cities of China.

Keywords: population heat map; leisure population; risk perception; COVID-19; Beijing City