

基于百度热力图的重庆中心城区活力时空特征分析

周晓曦^{1*}, 刘常静¹, 陈春明¹, 李薇薇¹, 杨怡¹, 周李磊^{2#}

¹重庆交通大学建筑与城市规划学院, 重庆

²重庆交通大学土木工程学院, 重庆

Email: zhouxiaoxi_11@163.com, #zhouleiEco2016@cqu.edu.cn

收稿日期: 2021年6月21日; 录用日期: 2021年7月7日; 发布日期: 2021年7月21日

摘要

随着大数据发展, 百度热力图因其能通过可视化的形式来反映当前地区人群集聚情况, 被广泛应用于城市活力、城市规划的研究中。为研究城市活力, 本文以重庆中心城区为研究对象, 通过python爬虫获取工作日和节假日共36张百度热力图, 在ArcGIS软件中对热力值进行分级提取, 从时间和空间两个维度对重庆中心城区活力进行分析, 揭示重庆市中心城区工作日和节假日居民出行活动特征。结果表明: 1) 居民的出行规律受工作时间影响。工作日越接近上班时间, 高热区面积就越大, 而下班时间之后, 高热区面积逐渐减小; 节假日的出行规律与工作日相比存在滞后性, 热区面积快速增加和减少时间都比工作日晚; 2) 重庆中心城区工作日的活力区域比较集中, 节假日比较分散, 这跟工作日和节假日居民的出行地点不同有关。这些研究结论在一定程度上为重庆中心城区的城市规划和居民出行提供参考。

关键词

百度热力图, 热力值, 时空特征, 出行规律, 重庆

Spatiotemporal Characteristics of Vitality in the Central Area of Chongqing Based on Baidu Heatmap

Xiaoxi Zhou^{1*}, Changjing Liu¹, Chunming Chen¹, Weiwei Li¹, Yi Yang¹, Lilei Zhou^{2#}

¹School of Architecture and Urban Planning, Chongqing Jiaotong University, Chongqing

²School of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing

Email: zhouxiaoxi_11@163.com, #zhouleiEco2016@cqu.edu.cn

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 周晓曦, 刘常静, 陈春明, 李薇薇, 杨怡, 周李磊. 基于百度热力图的重庆中心城区活力时空特征分析[J]. 地理科学研究, 2021, 10(3): 242-249. DOI: 10.12677/gser.2021.103029

Abstract

With the development of big data, Baidu Heatmap has been widely used in the research of urban vitality and urban planning because of its ability to visualize the current population clustering in the region. In this paper, the central area of Chongqing was picked up as a case to elucidate the urban vitality. First, we obtained a total of 36 Baidu heatmaps on weekdays and holidays by python crawler. Then, we extracted the heating value by ArcGIS software to analyze the vitality in the Central Area of Chongqing from the two dimensions of time and space. Finally, we revealed the characteristics of residents' travel rules in the central area of Chongqing on weekdays and holidays. The results indicate that 1) Residents' travel rules are affected by working hours. On working days, before and after working hours, the area of the high-heat zone gradually increases, and after getting off work hours, the area of the high-heat zone gradually decreases; Compared with workdays, the travel rules of holidays are lagging behind, and the rapid increase and decrease of the high-hot zone area are later than workdays. 2) The vitality areas in the central area of Chongqing on weekdays are relatively concentrated, while on holidays are scattered. This is related to the different travel locations of residents during weekdays and holidays. Our findings can provide a reference for urban planning and residents' travel in the central area of Chongqing.

Keywords

Baidu Heatmap, Heating Value, Spatiotemporal Characteristics, Travel Rules, Chongqing

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着中国城市化快速发展, 重庆市的城镇化率也逐年增加, 伴随着的除了经济的快速发展, 重庆市人口聚集程度也越来越高, 人口聚集度能很好的反映城市活力[1]。

城市活力是一个城市持续健康发展的综合体现, 能够反映一个城市在不同方面的发展潜力[2]。最先提出这一概念的是 Jacobs J, 他描述城市活力为“人与人活动及生活场所相互交织的过程, 形成城市生活的多样性, 使得城市获得了活力” [3]。越来越多的学者对城市活力的研究做出了贡献。李丁以湖北省 12 个主要城市为例, 运用模糊综合评价与信息相结合的方法分别从城市综合活力、城市活力系统以及城市活力系统要素三个层面对湖北城市活力进行了评价[4]。张克元通过研究京津冀城市群信息产业与城市活力的相关性, 发现人口是城市发展的核心资源和关键要素, 同时信息产业与城市吸引力有极大相关性[5]。赵燕华以天津为研究对象, 采用熵值法与模糊评价法建立评价指标研究天津市的城市活力[6]。Ou Guoliang 采用两步浮动汇水面积法和基尼系数法测算了武汉市各住宅小区的可达性水平, 研究了城市活力可达性的公平性[7]。这些研究方法都是将经济因子、社会因子、文化因子等影响因子[8]量化或者通过概念分析等方法来研究城市活力, 无法直观、可视化的展现一个城市的活力值。

而百度热力图是百度在 2014 年新推出的一款大数据可视化产品, 该产品以 LBS 平台手机用户地理位置数据为基础, 展示不同时段内人群在城市各地点的聚集信息, 在很大程度上反映了城市空间被使用

的情况[9]。随着百度热力图及科学技术的发展,目前不少学者结合百度热力图以及其他大数据对活力影响机制进行了研究。在影响活力产生的因素中,特定的公共活动空间成为城市活力研究中的重要因素。如,陈蔚镇等以苏州老城区和苏州工业园区为研究对象,剖析了影响城市活力的社会机制[10];杨朗等利用手机信令数据对广州市的职住空间特征及其发展模式进行了探究[11];李夏天通过百度热力图、POI数据和遥感影像利用地理探测器模型分析了不同因子对街区空间活力的影响[12];张程远等借助百度热力图和POI(Points of Interest)数据对杭州中心城区的活力时空分布特征进行了分析研究[13]。

本文选择重庆中心城区为研究对象,基于工作日和节假日两天的百度热力图数据,通过空间自相关分析方法,对比分析重庆中心城区热力值变化情况,得出重庆中心城区人们在不同时空的活动特征,为城市规划发展和市民出行提出建议。

2. 研究区域和研究方法

2.1. 研究区域

重庆中心城区包括渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、渝北区和巴南区。研究区位于重庆市西部,研究范围面积为4403.9 km²。截止2019年第常住人口达到875万人。重庆中心城区是重庆市的核心载体,是全市的文化、政治、经济、交通和金融中心。(图1)

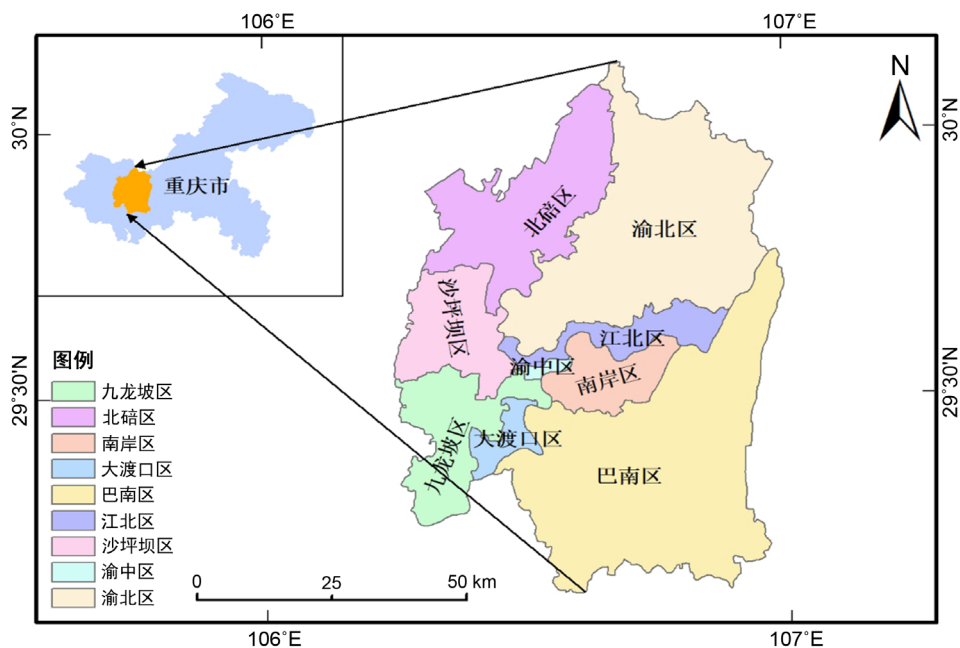


Figure 1. Location map of central area of chongqing

图1. 重庆中心城区区位图

2.2. 研究方法

本文的数据来源于百度热力图,以一小时为频率,通过python爬虫得到工作日(2021年4月26日)和节假日(2021年5月1日)两天共36张热力图数据,其数据自带WGS坐标系。将热力图数据的波段1、2、3导入ArcGIS中,打开栅格计算器,将热力值分为1~7七个等级输出,在属性中调整符号列表进行各等级的颜色修改。然后将分类后的热力值图叠加在重庆市中心城区行政区划内,运用掩膜剪裁工具把百度热力图剪裁成重庆中心城区范围大小。

通过栅格计算器，加载工作日和节假日的热力图数据的波段 4，进行叠加求取平均值，然后再将热力值分级，得到工作日和节假日的平均热力值图[14]。过程如下图 2。

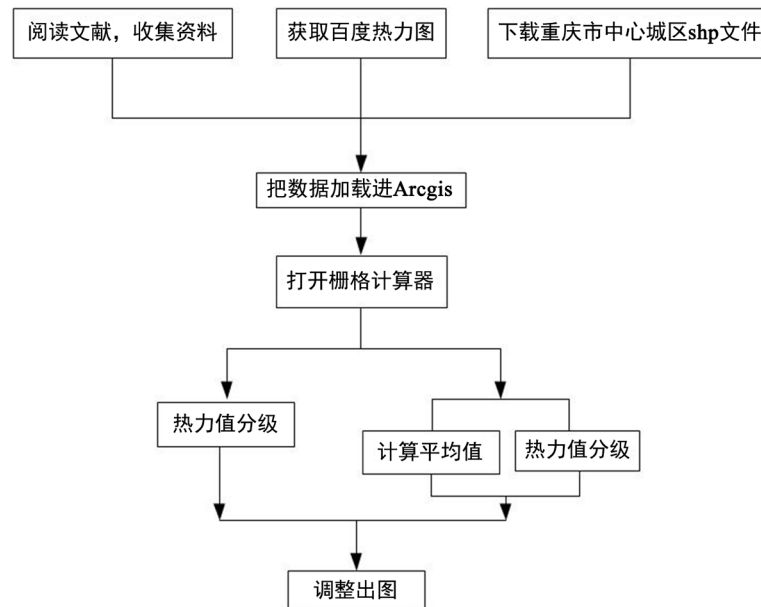


Figure 2. Technology road mapping
图 2. 技术路线图

为研究重庆中心城区活力值随时间的变化情况，将对工作日和节假日两天的各级人口热力集聚区域像元个数进行比对。热力图在 ArcGIS 中进行栅格重分类为 1~7 级，最高两级 6、7 级分为高热区，4、5 两级分为次热区。高热区和次热区在一定程度上分别代表了城市内人群高度集中的区域和较为集中的区域，它们的面积所占比值越大，说明该区域人口的活力值越高，面积越小则说明该区域人口的活力值越小。本文将各个等级的热力值区域的像元个数提取出来，像元个数越多，代表该等级的活力值越大，人口聚集程度越高。(图 3)

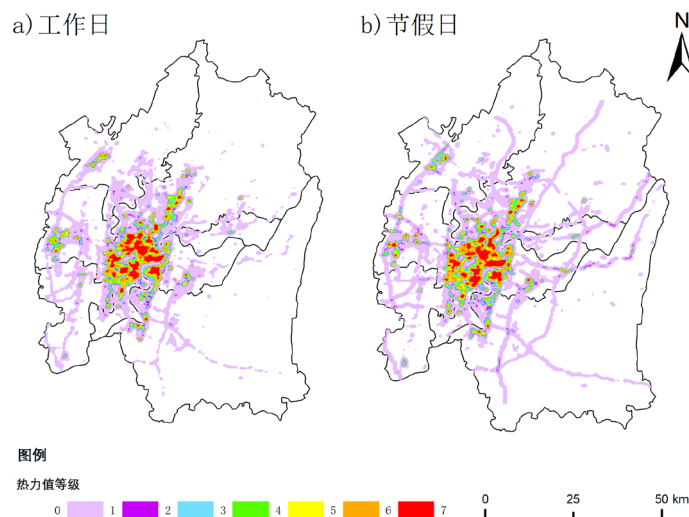


Figure 3. Heating value grade division diagram of residents' travel in the central area of Chongqing
图 3. 重庆中心城区居民出行热力值等级划分图

3. 结果分析

3.1. 工作日人群活动特征分析

在工作日期间,重庆中心城区活力整体上呈现出“M”的变化规律,这与人们出行上班、下班的规律相符合(图4)。工作日的高热区与次热区的变化趋势一致,在7:00~9:00期间,像元个数陡升,居民活动开始增加,这跟上班族、学生的上班、上课开始时间一致。从8:00开始,通勤人士从居住区域出发工作及学习等活动,出行活动增强,像元个数逐渐增加,高热区范围也逐渐整体呈同心圆模式向外扩张。从9:00到15点之间,像元个数平稳的上下微变动,不同的热力值范围也保持相对不变状态。这期间上班族固定在上班的地方工作,学生固定在校园内学习,活动范围较小。在17:00后像元个数陡增,到18:30左右达到峰。通勤居民在这段时间回家或者顺便购物、吃晚饭等一系列活动。后面热力值逐渐下降,但是到24:00热力值也要高于早晨7:00,重庆作为夜经济最活跃的地区,不少市民会选择在晚上外出散步、出门娱乐,商务人士下班回家。而且现在大多数人会晚睡,因此活力值要比早晨高。

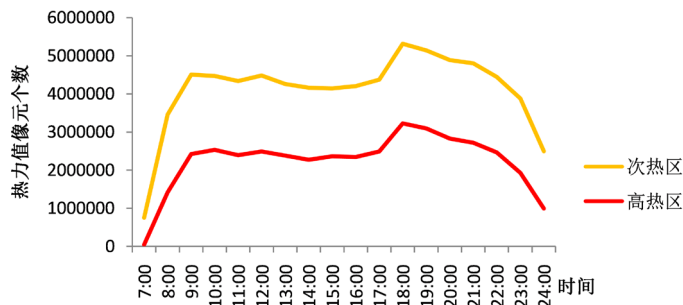


Figure 4. Characteristics of weekday crowd activities in the central district of Chongqing
图4. 重庆中心城区工作日人群活动特征

3.2. 节假日人群活动特征分析

在节假日(图5),高热区热力值总体明显大于次热区。7点到9点是通勤上班的高峰期,虽然是节假日但仍有部分工作人员要上班,因此节假日的热区在7点到9点平缓上升,而在9点到10点上升速率又降低,在10:30过后才陡然上升,这段时间不仅有本地居民出行游玩,还有不少外地游客到达重庆旅游,热力值在11:00达到顶峰,之后热力值保持平稳,有稍降趋势。在22:00后热力值才出现明显下降。22:00是重庆市各大商场停止营业时间,这也是影响热力值下降的一大因素。22:00过后,本地居民和游客都纷纷回家或者回到住宿的地方。

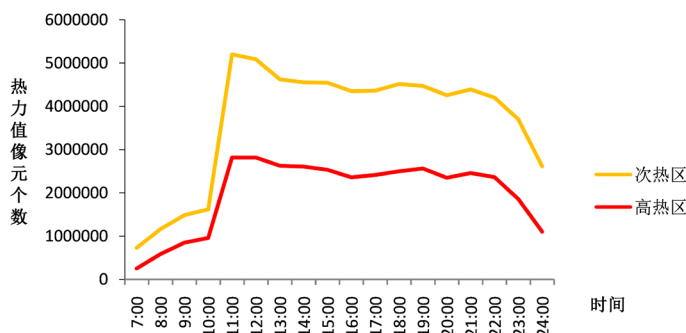


Figure 5. Characteristics of holiday crowd activities in the central area of Chongqing
图5. 重庆中心城区节假日人群活动特征

3.3. 人群活动空间特征分析

利用 ArcGIS 中栅格计算器分别将重庆中心城区工作日和五一节的热力图数据进行叠加求取平均值, 测算整日的平均热度, 结合时间维度分析重庆中心城区的人群活动的空间变化特征。

分析图 6 可知, 工作日整天人群活动在空间上的集聚状态主要呈块状多核心或串联式多核心类型。重庆市疫情期间工作日和五一节的空间集聚状态并无太大区别。工作日的高热区及次热区主要集中在 6 个区: 渝北区、江北区、沙坪坝区、渝中区、南岸区和九龙坡区, 其中这些区域基本上由商务商贸区、轨道交通枢纽、休闲娱乐空间等组成。解放碑地区由东起小什字, 北至沧白路、临江路、民生路, 西至金汤街, 南至和平路、新华路等构成的“十字金街”范围, 面积约 1 km^2 , 呈块状多核心聚集; 以巴南区滨江大厦、南岸区南坪(南坪时代星光广场、重庆亿象城、重庆国际会议展览中心)、九龙坡区杨家坪(龙湖重庆西城天街), 呈单核式集聚; 其余高热区域围绕重庆中心城区轨道交通枢纽呈串联式多核心分布。

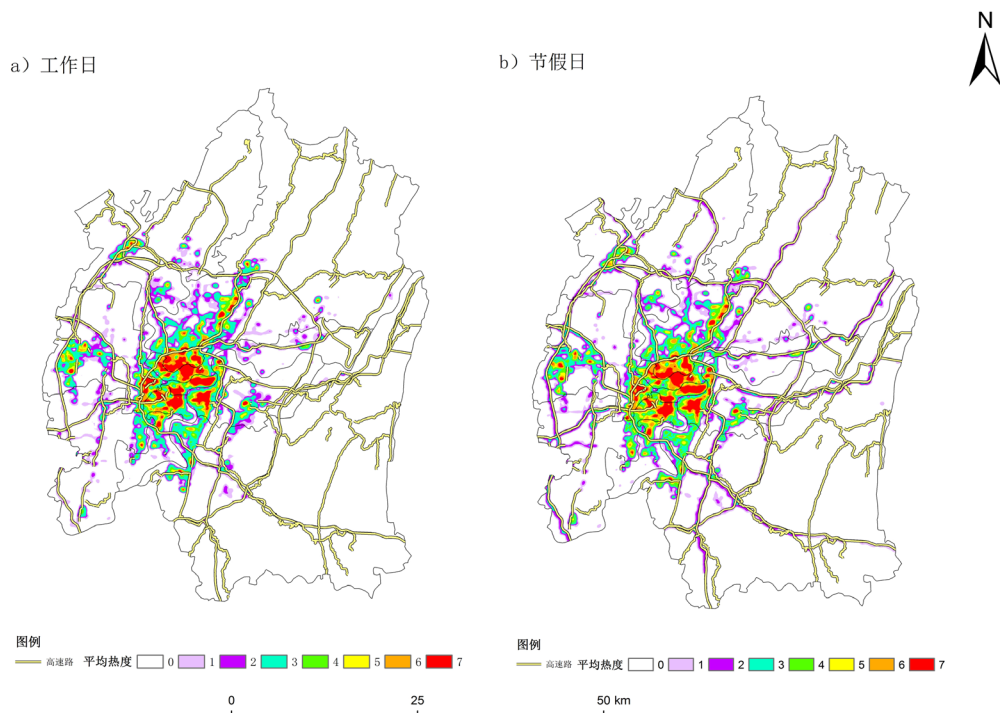


Figure 6. Heating value grade division diagram of residents' travel in the central area of Chongqing
图 6. 重庆中心城区居民出行热力值等级划分图

五一节平均热度较高的分布区域除渝北区北环立交区域、渝北区内环快速区域、九龙坡环线区域等道路周边区域热度消减外, 其余区域的热度均有升高, 特别是重庆绕城高速、银昆高速、包茂高速、渝昆高速、兰海高速等热力值明显变高。其中高热区仍然集中在这 6 个区。说明在五一节期间, 有许多人选择出去游玩, 许多外省的人也选择重庆作为游玩区域。根据热力平均值分布状况来看, 可以看出游客游玩的区域主要集中在重庆市的热门景点区域——观音桥、朝天门、洪崖洞、渣滓洞、白公馆等区域, 而休闲娱乐的区域主要倾向于各大购物商场——万达广场、重庆亿象城、龙湖重庆西城天街等。

3.4. 人群活动空间动态变化分析

研究结合时间维度, 分析不同时间段人群活动的空间动态变化。为了更加直接清楚反应不同时间段的人群聚集和消散状态, 对热力图数据等级划分, 共分为 7 个等级, 可看到工作日与休息日全天的人群

活动集聚的空间形态为集聚 - 消散(图 7)。

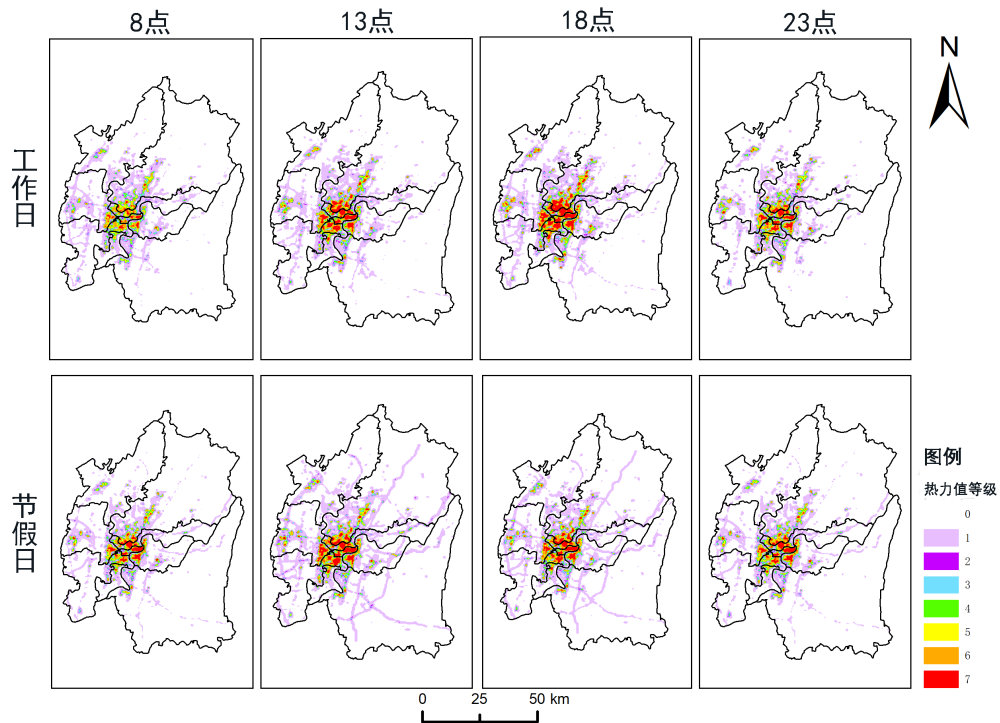


Figure 7. Dynamic comparison diagram of heating values in the central area of Chongqing on weekdays and holidays
图 7. 重庆中心城区工作日与节假日热力值动态对比图

8:00 属于休息时段, 空间上还未形成明显的热点区域, 大部分为冷点区域, 节假日的高热点面积明显高于工作日, 以渝中区为中心出现了小范围热点区域, 说明节假日人们的出行时间早于工作日。8:00~13:00 这个时间段, 高热点区域在以渝中区为中心, 往周围区延伸一定范围内出现, 工作日和节假日于 13:00 分别达到一天内面积覆盖第二大值和最大值。工作日期间其余区域趋向于稳定, 而节假日面积波动较大并明显高于工作日, 说明节假日的人群活动量较大, 空间动态变化也较大, 人们出行游玩量增加, 而工作日人群都处于固定的活动路线上, 人群有通勤上班的需要, 所以在较短的时间内居民从居住区前往工作区域空间上高热点相对于节假日增多的速度较快。17:00~18:00, 由于下班高峰期的到来, 工作日期间的冷点及热点区域都开始剧烈增加, 人群的空间活动范围扩大, 并于 18:00 到达一天中的高热点区域面积最大值。而节假日期间, 由于人群对于游玩的需求, 外出活动时间延长, 热点区域只出现了小范围的面积扩大, 并未到达峰值, 但是冷点区域却开始轻微缩小, 说明人群活动有从边缘向热点中心转移的趋势, 从游玩区域回到中心区域进行就餐或休息。傍晚 19:00 之后, 城市开始进入饭后的休闲娱乐时间, 人们出行频率增加, 工作日及节假日的热度均出现了向休闲娱乐场所的小范围转移, 并于 21:00 表现稍为明显, 但高热点区仍保持不变。21:00 之后, 边缘开始消散, 高热点区域开始缩小, 人们开始进行休息时间, 冷点及热点区域都出现了明显的消散现象。但节假日的消散速度低于工作日, 说明人们在节假日对于夜间生活的需求更高, 且主要活动范围还是处在渝中区及临近渝中的周边区域。重庆中心城区的高热点区域较为集中, 越远离渝中, 人群活动就越少。

4. 结论

重庆中心城区的人群集聚是随时间变化而有规律变化的。出行遵循通勤时间, 而节假日则比较随意,

出行会比工作日晚,回家也随之推迟。但共同点还是夜晚人群出行较频繁,这既与人们的工作安排有关,也与重庆这座夜生活丰富的城市生活氛围有关。重庆中心城区人群在空间上的集聚形态与主城中心区的发展状况一致,主要的聚集点为渝中区、沙坪坝、南坪等老商业中心以及渝北的 CBD 区域,人们的集聚也就呈块状多核心分布。重庆市公路交通拥挤,轨道交通的出现带来了方便,住宅小区、商圈也沿轻轨线分布,所以人群集聚也呈串联式多核心的分布方式。本次研究应用大数据资料,直观的对比分析重庆中心城区的人口活力分布,人群集聚动态变化,与我们平时的生活出行规律大致吻合。

基金项目

2020 年重庆交通大学大学生创新创业训练计划项目(X202010618042)。

参考文献

- [1] 明雨佳,刘勇,周佳松.基于大数据的山地城市活力评价——以重庆主城区为例[J].资源科学,2020,42(4):710-722.
- [2] 雷舒砚,徐邓耀,李峥荣.四川省各市的城市活力综合评价与分析[J].经济论坛,2017(9):26-29.
- [3] Jacobs, J. (1961) *The Death and Life of Great American Cities*. Random House Press, New York.
- [4] 汪胜兰,李丁,冶小梅,陈强,蒋小荣.城市活力的模糊综合评价研究——以湖北主要城市为例[J].华中师范大学学报(自然科学版),2013,47(3):440-445+449.
- [5] 张克元.京津冀城市群信息产业与城市活力关系研究[J].产业与科技论坛,2019,18(2):83-85.
- [6] 赵燕华,李俐蓓,马云峰.城市活力:基于天津等城市的评价与比较研究[J].天津经济,2021(5):22-29.
- [7] Ou, G.L., Zhou, M., Zeng, Z.P., He, Q.S. and Yin, C.H. (2021) Is There an Equality in the Spatial Distribution of Urban Vitality: A Case Study of Wuhan in China. *Open Geosciences*, **13**, 469-481.
<https://doi.org/10.1515/geo-2020-0249>
- [8] 蒋涤非.城市形态活力论[M].南京:东南大学出版社,2007.
- [9] 周小玲,毛蒋兴,李青香,蒋丽娟.基于百度热力图的南宁市人群集聚时空特征分析[J].南宁师范大学学报(自然科学版),2020,37(4):134-139.
- [10] 陈蔚镇,李松珊,马文.活力与秩序的制衡——以苏州老城区与苏州工业园区为例[J].国际城市规划,2017,32(2):50-56.
- [11] 杨朗,张晓明,周丽娜.大数据视角下广州老城活力时空特征及影响机制[J].城市学刊,2020,41(4):40-46.
- [12] 李夏天,温小军.基于多元数据的城市街区活力影响机制研究[J].江西理工大学学报,2021,42(1):38-46.
- [13] 张程远,张淦,周海瑶.基于多元大数据的城市活力空间分析与影响机制研究——以杭州中心城区为例[J].建筑与文化,2017(9):183-187.
- [14] 安洁玉.基于热力图大数据的城市景区人群聚集研究——以南昌市主城区为例[J].信息与电脑(理论版),2020,32(20):143-145.