

# 基于大型线性体育活动的街道活力时空分布特征分析

## ——以福州国际马拉松赛道为例

王金秋, 杨 钇, 李锦丽, 朱里莹

(福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002)

**[摘要]** 大型线性体育活动是吸引人流集聚、赋能街道活力、打造城市品牌的重要载体,理解其对街道活力的影响对存量规划下的城市品质提升具有重要意义。本文借助福州国际马拉松赛沿线街道的百度热力图数据,对比分析街道活力在工作日、休息日及比赛当日的时空分布特征,探讨大型线性体育活动对城市街道活力的影响。研究表明:(1)大型线性体育活动对街道活力的总体提升具有显著作用,以福州国际马拉松当日为例,高活力街道平均热力占比比中活力街道多 28%,是普通休息日同类比值的近 3 倍;(2)相较工作日和休息日,马拉松当日街道活力呈现“高活力、多峰值、稳增长”的特点;(3)马拉松活动对不同类型街道的活力影响不一,其中混合型>景观休闲型>商业型>生活型>交通型。基于此,提出策略:(1)借助赛事影响力,激活街道空间“惰性”组团;(2)推动赛时夜间经济,助力街道空间活力延续;(3)根据道路类型差异,增设街道弹性活动空间。

**[关键词]** 大型线性体育活动,街道活力,时空分布特征,福州国际马拉松赛道

**[中图分类号]** TU984.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2022)02-0026-08

## Analysis on the Spatio-Temporal Distribution Characteristics of Street Vitality Based on Large-Scale Linear Sports Activities: a Case Study of Fuzhou International Marathon Track

Wang Jinqiu, Yang Yi, Li Jinli, Zhu Liying

(College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** Large-scale linear sports activities are important carriers for attracting crowds, empowering street vitality, and building urban brands. Understanding its impact on street vitality is of great significance to the improvement of urban quality under stock planning. Based on the Baidu heat map data of the streets along Fuzhou International Marathon, this paper compares and analyzes the spatio-temporal distribution characteristics of street vitality on working day, rest day, and the day of the race, and discusses the impact of large-scale linear sports activities on the vitality of urban streets. Research shows that: (1) Large-scale linear sports activities have a significant effect on the overall improvement of street vitality. Taking the day of Fuzhou International Marathon as an example, the average heat ratio of high vitality streets is more than 28% that of medium vitality streets, which is nearly three times that of ordinary rest day. (2) Compared with working day and rest day, street vitality on the day of the marathon presents the characteristics of “high vitality, multiple peaks and steady growth”. (3) Marathon activities have different effects on the vitality of different types of streets, among which mixed type>landscape leisure type>commercial type>life type>traffic type. Based on this, strategies are proposed: (1) With the help of the influence of the event, activate the “inert” group formation in the street space. (2) Promote the night-time economy during the competition, and help the vitality of the street space continue. (3) According to the difference of road types, increase the flexible activity space in the street.

**Key words:** large-scale linear sports activities, street vitality, spatio-temporal distribution characteristics, Fuzhou International Marathon track

收稿日期: 2021-11-30.

基金项目: 福建省教育厅项目(JAT190149)、福建农林大学园林学院学科专业建设项目(YSYL-XKJC-7).

通讯作者: 朱里莹, 博士, 副教授, 研究方向: 风景园林规划与设计. E-mail: fjndzly@126.com

大型线性体育活动是户外开展全民参与的跑步、骑行与健走3类体育运动类型的总称<sup>[1]</sup>,一直以来都是带动城市发展、撬动地方经济、促进城市公共绿色空间建设的重要契机<sup>[2]</sup>.作为承托大型线性体育活动的载体,城市街道空间既是居民日常生活的重要场所,又在大型赛事期间承担了支撑性作用<sup>[3]</sup>,对其进行活力探测,将有助于了解大型线性体育活动对城市街道空间活力的影响规律,并借此针对性引导不同街道段落的活力分布,实现精细化城市治理.

线性街道作为城市交通的重要载体,既是最常见的公共活动空间,也直接影响到整个城市的形象塑造与活力提升<sup>[4]</sup>,根据不同街道类型,利用其时段性与地域性特征打造丰富多样化的街道空间,对其活力提升具有重要影响.当前,街道活力研究主要集中于历史性街区和生活性社区的时空分布特征<sup>[3-14]</sup>.闵忠荣等<sup>[3]</sup>选取南昌市历史城区作为研究对象,借助该区域热力图数据,对工作日与休息日的街道活力展开对比分析,从而得到时空分布特点,并划分该街区的活力等级;迟晓露<sup>[6]</sup>以葑门横街传统街区空间活力为研究对象,通过时空双维度的分析评价,对街区空间活力营造提出解决措施;冯月等<sup>[14]</sup>对样本社区街道进行活力评价,探究社区生活性街道活力的形成原因,以辅助街道活力的提升.综上分析可知,现有研究大多囿于面状区域(即街区或社区),缺少跨区域的长线性街道活力分析,内容较少涉及多类型街道比较,街道类型与街道活力难以实现全面衔接.因此,涉及多类型街道的长线性街道活力分析将有助于补齐这一短板,对全面认识城市不同类型街道的活力分布、塑造高活力的城市街道空间具有重要意义.

相较于时间、人力成本较高的以点带面的问卷调查、深度访谈等传统数据,近年来研究转向采用准确性更高、成本更低的LBS数据<sup>[5,15]</sup>、手机信令数据<sup>[16-17]</sup>、百度热力图<sup>[4,18-21]</sup>等多元大数据.本文依托福州国际马拉松赛这一大型线性体育活动,借助百度热力图数据,将人流集聚程度作为判断街道活力高低的重要指标<sup>[13]</sup>,分析不同时段多类型街道活力的时空分布特征,探讨大型线性文化体育类活动对不同类型街道的影响规律,为城市街道活力提升提供参考依据.

## 1 研究对象及数据

### 1.1 研究对象

本研究以大型线性体育活动2020年度福州国际马拉松赛道为研究对象.赛道位于福州市主城区中心区域,赛道途经鼓楼区、仓山区和台江区,北起五一广场,南至海峡奥体中心,西起江滨西大道,东至海峡会展中心,途经古田路、乌山西路、台江路等街道,总长度为42.195 km(见图1).

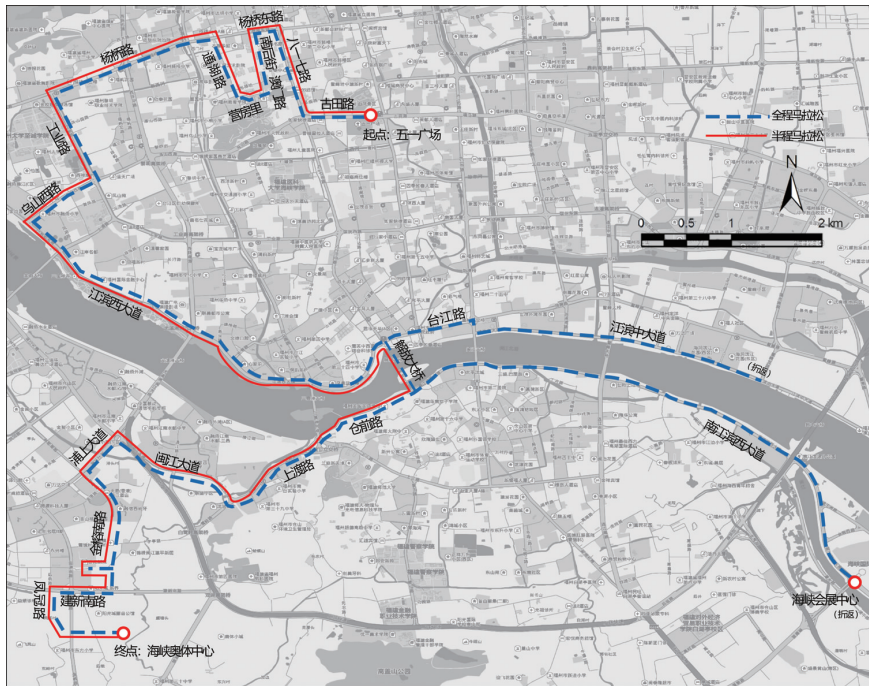


图1 福州国际马拉松赛道路线图

Fig. 1 Road map of Fuzhou International Marathon track

1.2 研究数据及处理

百度热力图作为数据可视化工具,以全新视角展示线性体育活动期间不同地点的人群集聚情况. 本文选取 2020 年 12 月 20 日(比赛当天)、12 月 21 日(工作日)、12 月 27 日(休息日)06:30—22:00 时段,每 30 min 更新并截取 1 次百度热力图作为数据源,共计 96 张. 借助 ArcGIS10.5 空间分析工具,将这 3 天线性活动空间的热力值进行可视化分析,利用马拉松赛沿线道路做缓冲区,并结合热力图进行掩膜提取,最终得到马拉松赛道热力图,热力值分为 1-9 级(见图 2、图 3). 根据人群集聚密度越大,街道热力值越高;反之,人群集聚密度越小,热力值越低的分布规律,将街道活力划分为高、中、低,即 1-3 级设为低活力街道,4-6 级设为中活力街道,7-9 级设为高活力街道(见图 2、图 3).

为了对比赛事前后的街道活力,借助街道平均热力值<sup>[5]</sup>来反映街道整体热力水平. 运用 ArcGIS 软件中栅格计算器(raster calculate),将一天内所抓取的各时刻热力值进行平均值计算,公式如下:

$$\bar{X} = \sum X_i / 32,$$

式中, $\bar{X}$  表示街道一日的平均热力值; $X_i$ 则表示*i*点时刻的街道热力值, $i=06:30,07:00,07:30,\cdots,22:00$ . 平均值越高,热力图颜色越深,即表明街道空间人流集聚程度越大,街道活力越大;反之,则活力越小.

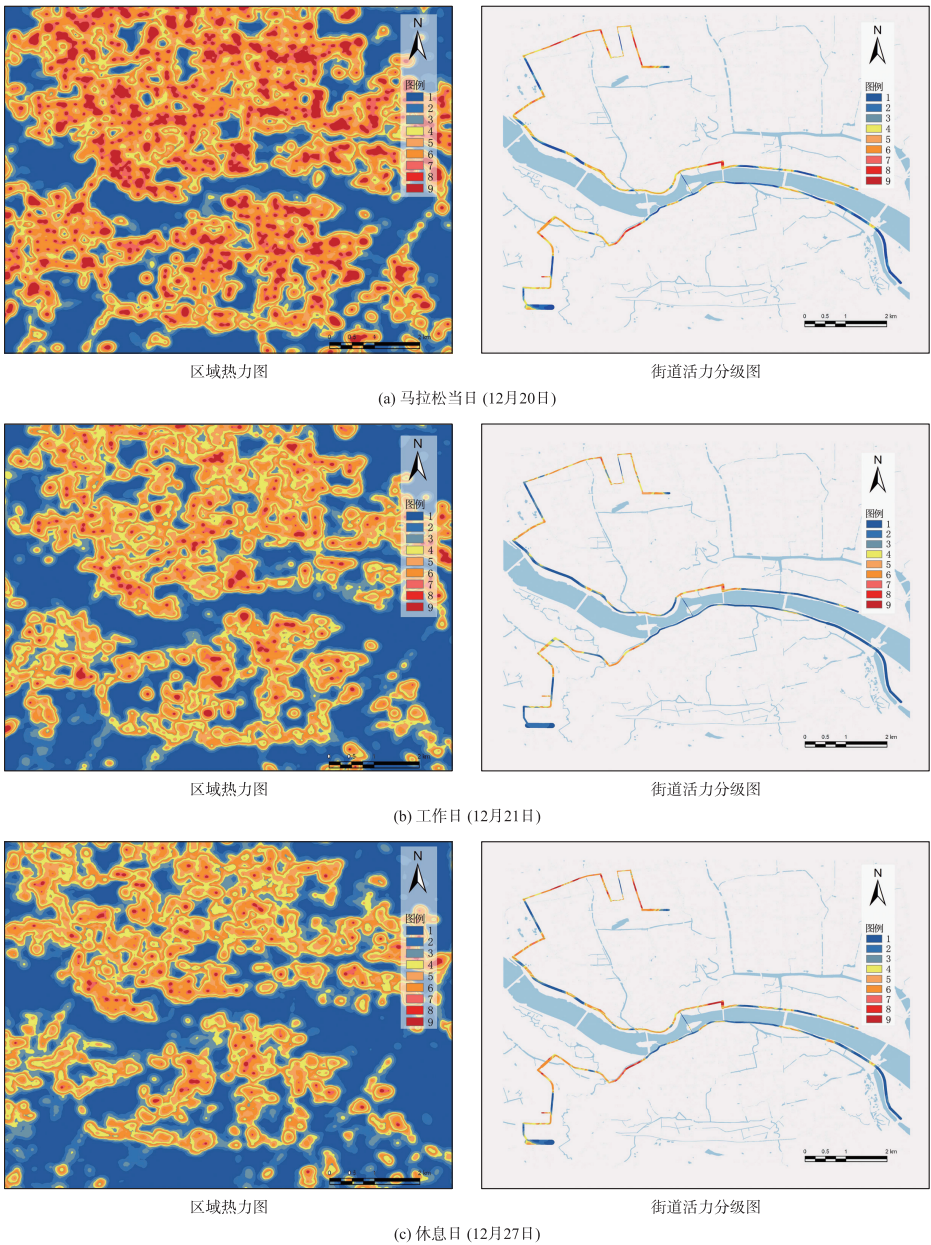


图 2 07:00 区域热力图与街道活力分级图

Fig. 2 Zone heat map and street vitality grading map at 07:00



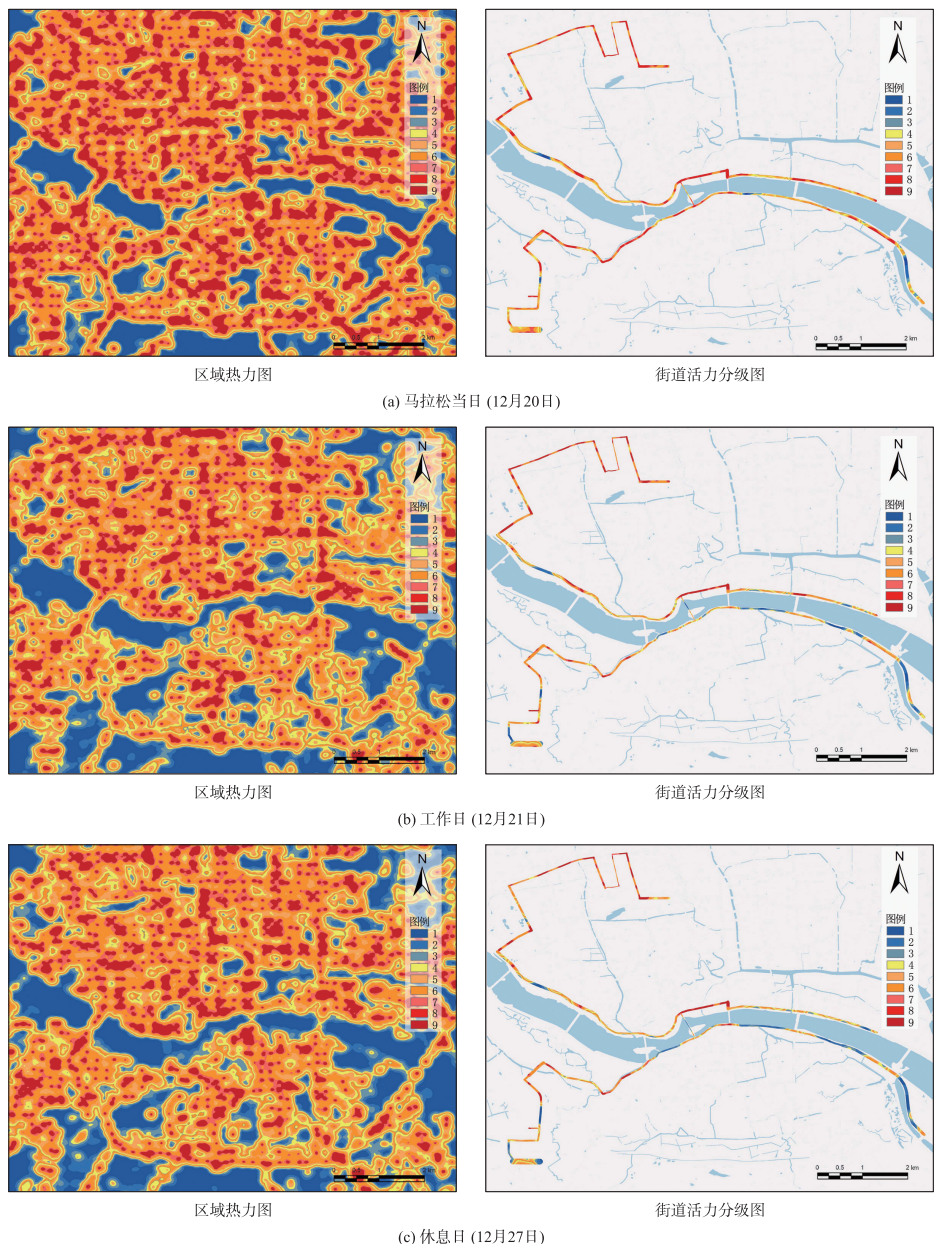


图 3 17:00 区域热力图与街道活力分级图

Fig. 3 Zone heat map and street vitality grading map at 17:00

## 2 大型线性体育活动对街道活力时空变化的影响

城市内人群活动的变化规律多以周为单位,研究发现普通工作日与休息日的人群集聚状况具有一定差异性,在举办体育类活动时,人群活动与普通工作日、休息日的区别更加明显. 为进一步分析大型线性体育活动对街道活力时空变化的影响,计算不同时间点各等级街道空间集聚面积与街道总面积的比值,以此展现街道活力动态变化情况.

### 2.1 街道活力的时间变化特征

街道空间活力等级体现空间集聚程度,本研究将马拉松当日的街道空间活力时间变化特征与普通工作日、休息日进行比较,以表格的形式(表 1)更为直观地展现一天内不同时间段各级街道活力状况.

#### 2.1.1 街道活力初期上涨阶段

从表 1 可以看出,在 06:30—12:00 时段内,马拉松当日高活力街道占比全面提升,处于街道活力飞速上涨阶段,由此推测,受马拉松赛影响,人流集聚程度较平常日上涨更快,“活力峰值点”多次出现. 08:00 时高活力街道占比达到次高峰,约为普通休息日和工作日的 2 倍;10:40 是半程马拉松关门时刻,比赛结

束人们开始户外娱乐等活动,于 11:00 高活力街道占比达到马拉松当天的最高峰. 工作日街道活力变化反映出人们日常的通勤规律,08:30—09:00 是上班上学高峰期,而休息日的活力峰值点是 11:30,较于工作日具有延后性,大多是购物逛街与就餐人群,但其高活力街道占比未超过马拉松当日.

2.1.2 街道活力中期攀升阶段

从表 1 可以看出,12:30—18:00 时段,均是三日高活力街道的活力峰值期,即处于街道活力稳定攀升阶段,这种“高活力持续型”状态在马拉松当日更具明显优势. 在 14:30—18:00 时段内,马拉松当日高活力街道占比并未因马拉松赛事结束而消减,因全程马拉松赛的关门时间是 13:45,人群集聚程度大幅增长,赛事对街道活力的影响具备长效输出的特点,在 18:00 时高活力街道占比达到比赛当天的最高峰,高于其他两日近 1.5 倍,由此说明大型体育赛事的开展极大促进人们的户外活动热情,对街道活力的提升影响巨大.

2.1.3 街道活力后期下降与暂时性上升阶段

从表 1 可以看出,在 18:30—22:00 时段内,马拉松当日高活力街道热力占比开始下降,但仍高于平常日. 对比发现在 20:30—21:00 及 21:30 这一时间点,休息日与马拉松当日人群集聚程度再次上升,推测其原因是白天未外出的人群利用周末闲暇时光开始晚间散步、运动等室外活动,使得高活力街道热力占比暂时性上升.

表 1 马拉松当日、普通休息日和工作日各街道集聚面积与街道总面积的比值  
Table 1 The ratio of the agglomeration area of each street to the total area on the day of the marathon,  
ordinary rest day and working day

时间 节点	高活力街道集聚面积与街道总面积的比值			中活力街道集聚面积与街道总面积的比值			低活力街道集聚面积与街道总面积的比值		
	马拉松当日	休息日	工作日	马拉松当日	休息日	工作日	马拉松当日	休息日	工作日
06:30	□	○	○	□	□	□	●	▲	▲
07:00	△	△	□	△	△	△	△	△	●
07:30	△	△	□	△	△	△	□	□	△
08:00	▲	△	△	□	△	△	○	□	□
08:30	●	△	△	△	△	△	□	□	□
09:00	●	●	●	△	△	△	○	□	○
09:30	●	●	●	△	△	△	○	○	○
10:00	●	●	●	△	△	△	○	○	○
10:30	▲	●	●	△	△	△	○	○	○
11:00	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
11:30	●	●	●	□	△	△	○	○	○
12:00	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
12:30	●	●	●	△	△	△	○	○	○
13:00	●	●	●	△	△	△	○	○	○
13:30	▲	●	●	□	△	△	○	○	□
14:00	●	●	△	△	△	△	○	○	□
14:30	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
15:00	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
15:30	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
16:00	▲	●	●	△	△	△	○	○	○
16:30	▲	●	●	△	△	△	○	○	○
17:00	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
17:30	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
18:00	▲	●	●	□	△	△	○	○	○
18:30	▲	●	●	△	△	△	○	○	○
19:00	▲	△	●	□	△	△	○	□	○
19:30	▲	●	△	□	△	△	○	□	□
20:00	▲	●	△	△	△	△	○	□	□
20:30	●	●	△	△	△	△	○	□	□
21:00	▲	●	△	□	△	△	○	□	□
21:30	●	△	△	△	△	△	○	□	□
22:00	▲	●	△	□	□	□	○	□	□

注:“○”代表 0%~15%;“□”代表 15%~30%;“△”代表 30%~45%;“●”代表 45%~60%;“▲”代表>60%.

## 2.2 街道活力的空间变化特征

借鉴《上海街道设计导则》的道路类型分类方法<sup>[4]</sup>,以及参考龙瀛等<sup>[22]</sup>提出的以道路中心线为基础,分别向两侧进行 50 m 缓冲,根据缓冲区域内的地块性质划分街道类型,若所占面积最多的地块类型超过总面积的 50%,则将该类型属性赋予街道,若全部地块类型面积均未超过总面积的 50%,则归为混合型街道,本研究根据街道周围不同属性的用地面积及街道服务功能等,将研究街道划分为混合型(乌山西路、江滨中大道、浦上大道)、商业型(八一七路、杨桥东路、营房里、通湖路、台江路、南后街、澳门路)、景观休闲型(古田路、江滨西大道、闽江大道、南江滨西大道、仓前路、凤冠路)、生活型(上渡路、金榕南路)、交通型(杨桥中路、六一中路、工业路、建新南路、解放大桥)5 大类型,继而对其活力变化特征进行分析.依据百度热力图处理结果(见图 4),分别计算出三日的各等级街道空间占比平均值(见表 2),发现马拉松当日高活力街道平均热力占比比中活力街道多 28%,是普通休息日同类比值的近 3 倍,表明了福州国际马拉松赛对街道活力的总体提升具有显著影响.

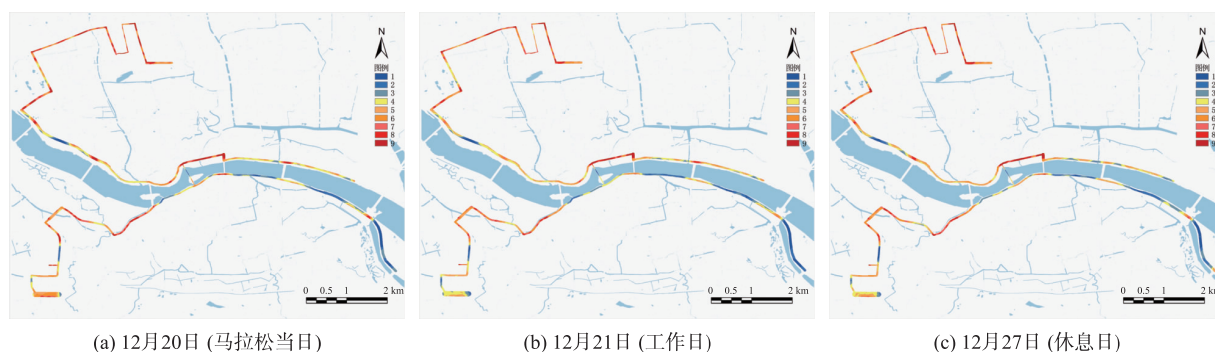


图 4 马拉松当日、工作日和休息日街道热力平均值

Fig. 4 Street thermal average value on the day of the marathon, working day and rest day

表 2 马拉松当日、工作日和休息日各等级街道不同类型占比

Table 2 Proportion of different types of streets of all levels on the day of the marathon, working day and rest day

日期	低活力街道类型占比	中活力街道类型占比	高活力街道类型占比
马拉松当日(12月20日)	景观休闲型:100%	景观休闲型:36%;交通型:29%;混合型:14%; 商业型:14%;生活型:7%	商业型:63%;生活型:13%; 混合型:12%;交通型:12%
工作日(12月21日)	景观休闲型:100%	景观休闲型:23%;交通型:23%;混合型:23%; 商业型:16%;生活型:15%	商业型:71%;交通型:29%
休息日(12月27日)	景观休闲型:100%	景观休闲型:21%;交通型:29%;混合型:22%; 商业型:21%;生活型:7%	商业型:66%;交通型:17%; 生活型:17%

### 2.2.1 混合型街道活力变化特征

混合型街道是集商业娱乐、休闲运动、驻足游览等多功能于一体的街道.从图 4、表 2 可以看出,该类型的街道在平常日始终是中活力状态,但比赛当天近半数转变为高活力,说明举办大型线性体育活动对混合型街道的活力提升影响最大.以乌山西路为代表的混合型街道在马拉松当日由以往的中活力转化为高活力,足以证明作为大型文化体育类活动的福州国际马拉松赛,对处于“惰性”变化的街道具有明显活化作用.

### 2.2.2 景观休闲型街道活力变化特征

景观休闲型街道不仅承担着道路基本的交通职能,也是居民驻足游憩的公共场所.从图 4、表 2 可以看出,该类型街道在三日内均处于中、低活力状态,普通休息日与工作日占比情况相似,但比赛当天,它的中活力街道占比迅速增加,比普通休息日多 15%,可以表明举办大型线性体育活动对部分景观休闲型街道活力的提升具有较大影响.经研究发现江滨西大道、闽江大道、仓前路、凤冠路等街道在三日内始终处于中、低活力状态,原因是它们远离赛道起点,街道基础服务设施不完善,从而导致人群集聚性弱.

### 2.2.3 商业型街道活力变化特征

商业型街道周围以休闲娱乐、餐饮购物等商业性质的活动为主.从图 4、表 2 可以看出,该类型街道始终处于高、中活力状态,由于三日的中活力街道空间均包含上述 5 种街道类型,马拉松当日商业型街道在



中活力街道空间的占比是14%,与普通休息日相比,降低了7%,即说明在马拉松赛的影响下,该类型的部分街道空间由中活力向高活力转变。研究发现,八一七路、营房里因临近著名景点、购物广场、中小学校等人流密集场所,有较为完善的公共服务设施,所以一直保持高活力状态;而杨桥东路与澳门路日常为高活力街道,开展比赛时却降为中活力街道,调查发现澳门路虽临近著名景点、文化办公园区和居民区,平日人流量偏多,但缺少驻足空间,影响观赛效果,导致群众转移到其他地点观看赛事状况。

#### 2.2.4 生活型、交通型街道活力变化特征

生活型街道以服务居民、满足群众的日常生活所需为主,交通型街道承载着最基本的道路通行职能,需具有极高的可达性。从图4、表2可以看出,在马拉松当日和休息日,这两种类型的街道占比情况几乎一致,则说明生活型、交通型街道的空间活力只有休息日与工作日的区别,大型线性文化体育类活动对它们的街道空间活力影响较小。

### 3 研究结果

本研究基于百度热力图移动大数据对福州国际马拉松赛沿线街道的活力时空分布特征进行分析,将马拉松当日的街道活力变化特征与普通工作日、休息日进行比较。结果表明:

(1)大型线性体育活动对街道活力的总体提升具有显著作用,马拉松当日高活力街道平均热力占比比中活力街道多28%,是普通休息日同类比值的近3倍。

(2)马拉松当日高活力街道占比在初期上涨与中期攀升阶段远高于普通休息日和工作日,且赛事举办对街道活力起到的作用呈现长效输出的特点,即使在后期街道活力下降的过程中,其高活力街道占比仍具明显优势。

(3)马拉松赛对不同类型街道的活力影响不一,对混合型街道活力影响最大,其次是景观休闲型街道,再次是商业型街道,对生活型、交通型街道影响较小。

### 4 街道空间活力提升策略

#### 4.1 借助赛事影响力,激活街道空间“惰性”组团

街道空间在原本规划设计中对居民的体育活动需求关注较少,研究表明大型线性体育类活动对街道具有积极影响,可激活“惰性”组团,拥有打造具备吸引力、多样化街道空间的潜力。如打造“互联网+马拉松城”的交互式景观空间,居民利用随身电子产品记录每日完成的微型马拉松里程任务,累积达到设定目标可获得相关奖励,增强大家户外运动意愿,从而优化原有街道空间,变“惰性”组团为具有活力与温度、集运动、娱乐、休憩于一体的主题性街道空间,与其他高活力街道形成联动效果。

#### 4.2 推动赛时夜间经济,助力街道空间活力延续

相较普通工作日和休息日,马拉松当日呈现出“高活力、多峰值、稳增长”特征,全程马拉松比赛结束后,人群集聚程度仍处于大幅增长阶段,活力未因赛事结束而衰减,夜间依旧保持高热度状态。基于此,积极推动赛时夜间经济,能稳定人群流量,助力街道空间活力延续,同时为休息日的街道活力提升提供借鉴。如针对不同街道空间和消费形式设置夜间照明系统,可适当延长照明时间,有效提升居民出游意愿,延续赛后或休息日群众的晚间休闲娱乐生活,增强便民服务功能,带动地方消费,从而促进城市经济的发展。

#### 4.3 根据街道类型差异,增设街道弹性活动空间

开展大型文化体育类活动对不同类型街道的活力影响不一,重点推动混合型、商业型、景观休闲型街道空间的活力提升。比赛进行阶段,根据赛事发展与人群集聚程度,可依托不同类型的街道设置弹性活动空间,以便观赛人员驻足停留,提高居民出行机会与活动范围;赛后结合各街道文化特色,利用临时增设的空间节点开展户外游玩活动,为举办表演、文化展览与文创市集等群众活动提供临时性的公共空间,对合理搭建的街旁活动场地可以短暂或永久性保留。以台江路为例,大型体育赛事的举办会使商业街道成为城市空间的凝聚点,建议搭建多事件性的共时制造空间,拓宽人群吸引力覆盖面,增加活动发生可能性。

### 5 结论

本文基于百度热力图对福州国际马拉松赛依托的线性空间进行街道活力时空双维度分析,研究发现,

马拉松赛举办当日,街道活力呈现出“高活力、多峰值、稳增长”的特点,整体活力水平远高于平常日,即说明大型文化体育类活动对街道活力的总体提升具有显著作用,且对不同类型街道的活力影响不一。因此,针对不同的街道空间属性提出活力提升策略,旨在借助赛事影响增强街道活力,优化马拉松赛沿线街道景观,打造出更具弹性与吸引力的特色街道空间,在提高福州城市形象、拉动地方经济发展的同时,为居民提供适宜的线性活动空间。

### [参考文献]

- [1] 唐晓婷. 基于线性体育活动 VGI 的城市公共空间健康服务功能研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2019.
- [2] 张欣. 体育事件中临时性景观设计的探索和研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [3] 闵忠荣,丁帆. 基于百度热力图的街道活力时空分布特征分析——以江西省南昌市历史城区为例[J]. 城市发展研究,2020,27(2):31-36.
- [4] 邱煜卿. 基于多源数据的城市街道空间活力评价研究[D]. 苏州:苏州科技大学,2019.
- [5] 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.
- [6] 迟晓露. 基于多元数据的传统街区空间活力评价研究[D]. 北京:北京建筑大学,2020.
- [7] 高原,陆晓东. 大数据背景下的广州历史文化街区活力定量研究[J]. 中国名城,2020(7):53-61.
- [8] 顾家碧. 基于大数据技术的历史街区空间活跃度提升策略研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2020.
- [9] 翟青,李森,蒋文鑫. 基于多源数据的城市空间活力时空特征分析——以南京市河西、仙林新城为例[J]. 资源开发与市场,2021,37(2):153-160.
- [10] 刘育晖,章迟,侯云鹏. 基于大数据的武汉主城区公园绿地使用空间分布特征研究[J]. 华中建筑,2018,36(11):77-81.
- [11] 周雨霏,杨家文,周江评,等. 基于热力图数据的轨道交通站点服务区活力测度研究——以深圳市地铁为例[J]. 北京大学学报(自然科学版),2020,56(5):875-883.
- [12] 余翩翩. 生活型街道空间与环境行为的耦合关系研究[D]. 成都:西南交通大学,2020.
- [13] LIU M,JIANG Y,HE J L. Quantitative evaluation on street vitality:a case study of Zhoujiadu Community in Shanghai[J]. Sustainability,2021,13(6):3027.
- [14] 冯月,余翩翩. 社区街道活力评价及影响因子辨析——以成都市为例[J]. 西部人居环境学刊,2019,34(6):18-24.
- [15] 钮心毅,吴莞姝,李萌. 基于 LBS 定位数据的建成环境对街道活力的影响及其时空特征研究[J]. 国际城市规划,2019,34(1):28-37.
- [16] 丁亮,钮心毅,宋小冬. 利用手机数据识别上海中心城的通勤区[J]. 城市规划,2015,39(9):100-106.
- [17] 杨友宝,李琪. 基于 POI 数据的城市公共游憩空间分布格局及其形成机制研究——以长沙市主城区为例[J]. 现代城市研究,2021(3):91-97.
- [18] 吴志强,叶鍾楠. 基于百度地图热力图的城市空间结构研究——以上海中心城区为例[J]. 城市规划,2016,40(4):33-40.
- [19] 王录仓. 基于百度热力图的武汉市主城区城市人群聚集时空特征[J]. 西部人居环境学刊,2018,33(2):52-56.
- [20] 董鹏程,刘晓慧. 基于百度热力图的兰州市中心城区空间结构研究[J]. 智能建筑与智慧城市,2019(3):80-82,87.
- [21] GUO X,CHEN H F,YANG X P. An evaluation of street dynamic vitality and its influential factors based on multi-source big data[J]. ISPRS international journal of geo-information,2021,10(3):143.
- [22] 龙瀛,周垠. 街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例[J]. 新建筑,2016(1):52-57.

[责任编辑:丁 蓉]