

# 脆弱生态约束下基于LBS数据的城市动态结构研究探索\*——以黔西南州兴义市为例

Urban Dynamic Structure Research Based on LBS Data under the Fragile Ecology Constraint: A Case Study of Xingyi in Southwest Guizhou Autonomous Prefecture

张 珣 杨俊宴 Simon Marvin[英国] ZHANG Xun, YANG Junyan, Simon Marvin[UK]

**摘 要** 在大数据引领的新型规划背景下,认知城市人群的时空活动特征进而剖析城市发展的内在问题正成为新的研究趋势。既有关于城市人群活动的研究主要集中于经济发达城市内人群迁移规律对城市结构的影响,而对于生态脆弱地区人群迁移特征对环境的影响研究较少,未能发掘出生态环境制约下城市人群活动的特殊性。因此,选取贵州省黔西南州兴义市这一典型喀斯特地貌区为研究对象,基于LBS大数据测度分析兴义市人群的聚散特征,探究脆弱生态约束下城市的内在动态结构,对于发掘我国西南地区城市在特殊发展背景下的特色问题以及实现人本规划具有重要意义。

**Abstract** Under the background of new-type planning led by big data, it is becoming a new research trend to analyze the characteristics of time and space features of urban population and then figure out the internal problems of urban development. However, current researches mainly focus on the impacts of population migration on the urban structure in economically developed cities, while those on the ecological environment in ecologically fragile areas are less concerned. This leads to the inability to discover the particularity of urban population activities under the constraints of the ecological environment. Therefore, this paper takes a typical Karst area of Xingyi City in southwest Guizhou Autonomous Prefecture as the research object. Based on the LBS big data measurement and the analysis of the crowd-scattering characteristics of Xingyi City, this paper explores the intrinsic dynamic structure of the city under ecological constraints, which are of great significance for exploring the characteristics of southwestern cities in China under their unique development backgrounds and for realizing the humanistic planning.

**关键词** 生态脆弱区;大数据;城市设计;城市形态

**Key words** ecologically fragile area; big data; urban design; urban form

文章编号 1673-8985 (2019) 06-0030-08 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j.supr.20190605

## 作者简介

张 珣

东南大学建筑学院

硕士研究生

杨俊宴

东南大学建筑学院

教授,博士生导师

中国城市规划学会学术委员会委员

Simon Marvin[英国]

英国谢菲尔德大学城市研究中心

主任,教授

## 0 引言

“脆弱性”这一概念开始出现在20世纪70年代的自然灾害研究中,并受到了地理学以及相关学科的广泛关注与运用。而关于城市生态脆弱性、脆弱生态环境、生态脆弱地区等概念的定义,也基本是在“脆弱性”的概念上衍生而来的。由于不同领域的研究视角不同,对生态脆弱等一系列概念体系的定义也存在很多

差异。《脆弱生态的概念及分类》是较早的一篇讨论生态脆弱性概念的文章<sup>[1]</sup>;赵跃龙认为当生态环境退化程度超过了现有社会经济和技术水平下能长期维持目前人类的利用和发展水平时,称为脆弱生态环境<sup>[2]</sup>;刘燕华、李秀彬等在《脆弱生态环境与可持续发展》一书中总结了国内外学者对生态环境脆弱性的研究,在此基础上系统地阐述了脆弱性的概念、

\*基金项目:国家重点研发计划“村镇聚落空间类型谱系识别与数字交互仿真”(编号2018YFD1100302)资助。

理论和研究方法,并对生态脆弱地区的定义及分布进行总结<sup>[3]</sup>。结合以往学者对相关概念的探讨,可以发现,生态脆弱性是自然因素和人为因素共同作用的结果,无论其发展成因、表现形式和脆弱程度如何,都是在特定时空尺度下生态系统对于外界干扰所表现出的敏感反应和自我恢复能力。

生态脆弱性是全球环境变化和可持续发展研究的核心问题之一,科学认识生态环境的脆弱性并进行合理有效的生态管控、资源配置与规划引导,促进社会的可持续发展,已成为当代紧迫而又艰巨的任务。目前,关于脆弱生态环境的研究除概念体系外,主要选取特殊地理地貌环境为研究对象,重点进行生态脆弱性的成因分析、测度评价、时空演化等方面研究。苏维词在阐述贵州喀斯特地区生态环境脆弱性基本特征的基础上,着重分析了其成因机理<sup>[4]</sup>;牛文元利用集合论的数学方法奠定了国内生态环境脆弱度量化研究的基础<sup>[5]</sup>,其后GIS和遥感技术的整合使生态环境脆弱性的研究层次与方法得到明显的提升<sup>[6-9]</sup>;蔡海生、胡晓芬、杨俊等人则通过在时间轴上叠加分析多时段的生态环境脆弱性分布,研究区域脆弱性的空间分布变化特征<sup>[10-12]</sup>。此外,对生态脆弱地区的研究也越来越关注人文与自然要素综合作用下的耦合发展路径,主要集中于脱贫路径、旅游模式、人居环境提升等方面<sup>[13-15]</sup>。

对人地关系的认识是地理学的研究核心,也是时代发展的核心问题。目前国内外关于脆弱生态环境的研究成果数量巨大且较为成熟,但其与人群活动、城市时空行为的交叉研究尚未受到足够重视。基于脆弱生态视角对人群活动展开研究的成果极度缺乏,当然这也与昔日生态脆弱地区缺乏充足大数据支持的历史条件有一定关联,数据的缺失使得对人群活动特征难以进行有效、准确的测度,因而难以挖掘与研判脆弱生态制约下人群活动的特殊性。

然而,在数字化技术飞速发展与广泛应用的大数据时代,以位置服务技术(Location based service, LBS)为代表的定位技术的快速发展为个体时空数据的采集提供了新的

契机,高颗粒度、高精度的海量动态数据也为特殊环境条件下人群活动的研究提供了新的视角<sup>[16-18]</sup>。对这类数据进行挖掘,既能奠定前期分析夯实的数据基础,也能够通过实时动态的手段将人群活动规律呈现出来,为揭示人群活动特征、讨论城市结构问题提供了新的技术途径,对城市设计策略的可行性研究起到了极为重要的支撑作用。

因此,本文立足于生态脆弱地区环境的特殊性,在关注其生态环境特征的基础上,基于LBS大数据,以人的行为活动为研究主体挖掘出特殊地域环境下人群活动呈现出的总体特征与动态结构,探究脆弱的生态环境制约下人群活动的特殊性以及城市结构的内在问题,从而为此类生态脆弱型地区的人居环境提升提供科学的的城市设计策略指引。

## 1 数据综述

### 1.1 数据来源

高精度的LBS数据常包含大量精细的地理空间信息,能够较为真实地整合分析人群的行为活动规律。本文使用数据为2018年10月连续31日的手机LBS定位数据,来源于中国最大手机信息推送服务商,涵盖数据范围为兴义市域。该数据是用户使用移动互联网的定位请求时所激发的事件触发数据,来自多种APP,即用户在各种APP进行登录、搜索、发送和接收信息、推送等事件所形成的即时地理位置数据。通过将不同APP推送服务获得的手机用户列表进行查重归并,可以获得海量手机用户的连续性的时空轨迹数据。数据为匿名形式,除了用户时空位置的经纬度坐标信息,其余个人

信息都已删除<sup>①</sup>。表1即为某一手机用户在某一日的n条数据。

### 1.2 数据处理

对兴义市LBS数据进行预处理,检测出3种典型的无效数据,分别是:缺失数据、重复数据和错误数据。产生原因主要是通信网络和服务器受到传输干扰和系统出错等因素。通过对数据的清洗,可以确保后续运算的正常进行,以及运算结果的可信度。各类无效数据的具体处理方法如表2所示。

按照出行特征,LBS数据轨迹点被分为停留点和经过点。其中,停留点是指手机用户在该点停留一段时间且具有明确行为的点;经过点则是出行轨迹中的一个踪迹点,没有明确行为意义。因此,停留点的识别对于人群活动更具有研究意义。在进行人群活动分布时空特征的研究之前,首先需要识别并提取出所有具有行为意义的停留点。

本文选用ST-DBSCAN聚类算法进行兴义市LBS数据停留点的识别,其中控制因素为时间和空间两个因素。将30 min时间段内、200 m半径距离内的区域定义为手机用户的停留区域(见图1)。当手机用户在移动过程中时,经过点之间的距离较远;而当手机用户不在移动过程中时,停留点的位置相对靠近,即用户在停靠点区域内活动。为了确定停留点的位置,对停留区域内的所有轨迹点特征进行数据处理。取其经纬度的平均值作为新停留点的位置信息;取停靠区域中的第一个与最后一个轨迹点的发生时间,作为新停留点的起始时间与结束时间。

表1 手机用户LBS数据信息

用户识别码	性别	年龄	日期	时间	经度	纬度
176519	M	36—45	2018-10-13	10:51:01	104.931532	25.095038
			2018-10-13	11:10:21	104.931532	25.095038
			2018-10-13	11:29:42	104.931532	25.095038
			2018-10-13	……	……	……
			2018-10-13	20:11:52	104.931532	25.095038

资料来源:笔者自制。

注释 ① LBS大数据中用户的年龄、性别等信息是数据公司以用户长期使用APP习惯方式、以用户画像方式解析推导,不是直接的个人信息,因此不涉及个人隐私。

## 2 兴义市作为生态脆弱型城市的发展态势

### 2.1 研究区域概况

兴义市位于贵州省西南部,地处黔、滇、桂三省结合部的中心地带,是黔西南州府所在地。兴义市境内地势西北高、东南低,山峦起伏、河流纵横,喀斯特地形地貌占71.5%,丘陵占20.5%,平坝占7.2%,村庄、河流占0.8%,呈现出明显的喀斯特地形地貌特征,自然资源极其丰富。同时,其丰富多样的地貌特征又赋予了这座城市得天独厚的旅游资源,使之成为国内知名旅游城市。

本文以兴义市为研究对象,一方面期望基于所获取的兴义市手机LBS数据探究城市人群活动的时空特征,弥补目前时空行为研究在西部地区的欠缺,进一步提供关于西部城市的案例论证;另一方面,由于兴义市具有独特的喀斯特地貌特征,在脆弱生态制约下城市总体动态结构所呈现出的特殊性更值得探究与发掘,从而为后期城市规划与设计提供科学依据。

### 2.2 生态格局分析

#### (1) 喀斯特地貌的生态特征

黔西南州地处世界3大喀斯特地貌集中分

数据类型	处理方法
缺失数据	若用户识别码缺失,由于该识别码仅用来指代用户,可基于上下午信息,重新赋予其新的ID;若缺失时间属性或者经纬度坐标,则将其删除
重复数据	若记录中出现重复数据,则基于后续运算效率的考虑,仅保留首条数据,其余删除
错误数据	若数据经纬度、日期等属性值出现显著异常,则直接删除

资料来源:笔者自制。

布区之一的东亚片区,为我国西南喀斯特地质风貌分布中心<sup>[19]</sup>。该区地形起伏大,地质条件复杂,呈现出系统抗干扰能力弱、边缘效应显著、环境承载力低等一系列生态脆弱性特征。

#### (2) 生境网络特征

兴义市地处云贵高原向广西丘陵过渡的斜坡地带,总体呈现出由西北向东南逐级阶梯状降低的河间高原山地景观。市域范围内的山体、各级核心保护区以及不同级别的公园绿地构成了兴义市域主要的生境版块;南盘江、马别河、黄泥河等河流则构成了市域内的主要生态廊道(见表3)。

### 2.3 发展问题初判

#### (1) 喀斯特地区的多重生态制约

由于兴义市处于典型的喀斯特地形风貌区,石漠化蔓延、水土流失所导致的生态脆弱性成为喀斯特地区面临的共性问题。如何在生态条件的制约下,促进兴义市的可持续发展是首先需要重视的问题。

#### (2) 生境网络亟待完善

现状兴义市城市内部各级自然保护区在市域范围内分布并不均衡,主要分布于城市北部的中心城区,且局部距离较远,保护区之间为大片山地或连续建成区,缺乏安全、充分的廊道联系。从中心主城区的连续建成区来看,依托各类城市绿地形成的生境斑块零碎分散,未能形成良好的生境网络。

#### (3) 资源优势的凸显利用

尽管兴义市正面临生态环境脆弱、生境网络有待完善的问题,但其典型的喀斯特地貌景观也相应带来了独特的景观资源,外围山体与城内山包及支流共同构成了兴义中心主城区“万峰郭外环,四水城中绕”的特色山水格局。此外,丰富的林地资源、旅游资源等各类资源虽尚未得到较好的开发,但却有着较大的游憩利用价值。

## 3 脆弱生态制约下的人群活动时空特征

本文以生态脆弱城市兴义市为例,从总体上分析了多尺度的人群活动分布特征,并选取承载主要人群活动的兴义片区,对其1日24h不同时间切片下的城市人群动态分布进行定量测度,进而挖掘城市人群动态聚散的时空规律,为城市动态结构的特征与问题发掘提供依据。

### 3.1 人群活动分布的总体特征

从兴义市域来看(见表4),人群活动分布

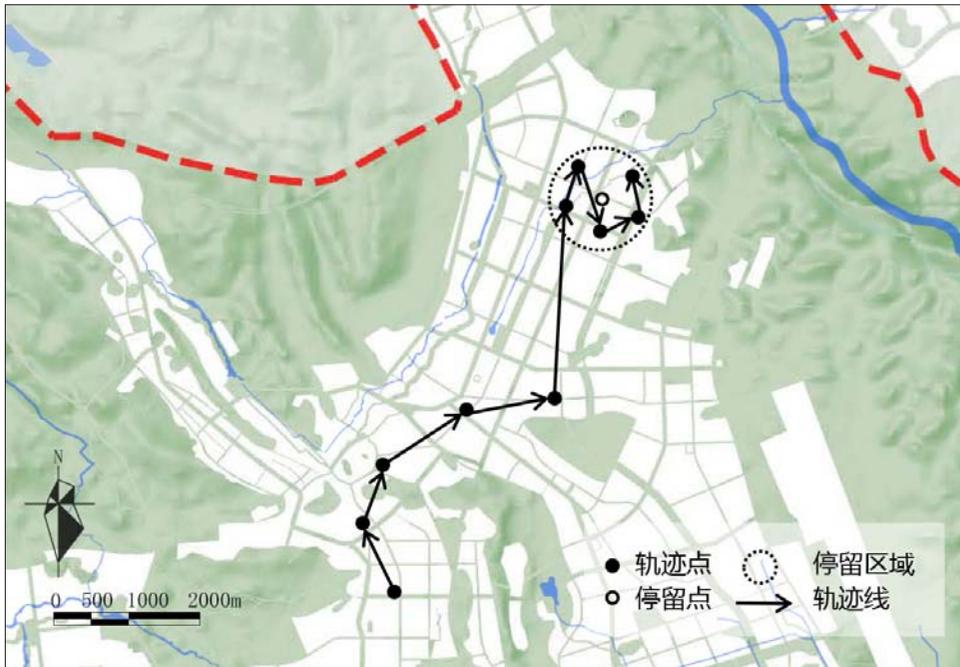
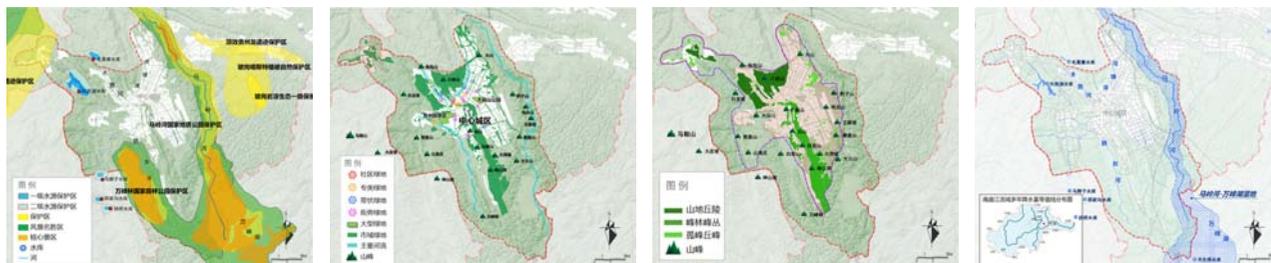


图1 停留点识别示意图  
资料来源:笔者自绘。

表3 生境网络要素表

生境网络	生境版块			生态廊道
	山体	核心保护区	公园绿地	水文
名称	云湖山 老鹰山 龙山 马鞍山	马岭河峡谷万峰湖（国家级） 贵州兴义国家地质公园（国家级） 泥凼石林、鲁布革风景区（省级） 清水河、坡岗喀斯特植被自然保护区（市级）	穿云洞公园、 马鞍山公园、 贵州醇景区等	南盘江 马别河 黄泥河 木贾河

示意图



资料来源:笔者自制。

集中于兴义市域中部偏北区域,该区域即为本文研究的核心区域,称为兴义片区。而周边地区由于以大片的非建设用地为主,生态承载力低,村镇人口规模较小,人群活动呈零星分布。

从兴义片区来看,该区域人群活动总量最大、集聚程度最高,是兴义全市最主要的人群活动承载地。尽管兴义片区用地面积仅为414 km<sup>2</sup>,占兴义市域用地面积的比例约为14.2%,但其日均人群活动密度为41.34万人/hm<sup>2</sup>,一日人群活动总量占兴义全市总量近80%。

经宏观市域层面与中微观片区层面的人群整体活动对比可见:

(1) 生态脆弱地区人群活动范围相对集中。

尽管兴义市域范围内地域广大,但不利地形居多,石漠化、水土流失等生态脆弱性特征显著,耕地、水资源稀缺且质量相对低下,适宜人群活动以及城市建设的空间较为局促;而兴义片区坐落在市域中部两级较平坦的台阶之上,主要以岩溶地貌为主,且建设用地相对连续,生活、生产条件相对较高,因而成为城市人群活动的主要承载地。

(2) 自然山体与水文条件分隔了片区内各组团的人群活动,现状核心保护片区的分布则相对偏离于人群活动的分布。

通过将兴义片区内的生境网络要素与人群活动总体分布进行耦合分析,可以发现,在

兴义片区内山体、河流等自然要素的分隔下,片区内西北方向的黄草—坪东—木贾组团、西南方向的兴泰—下五屯组团、东北方向的桔山组团以及东南方向的丰都组团等发展单元,天然形成了“掌式”的城市空间布局,分别形成了不同等级的多点式分布的活动集聚承载地。

而现状核心保护地主要分布于兴义主城区片区的偏远地带,马岭河流域、万峰林国家森林公园保护区等地的人群活动分布密度显著较低,可见保护区承载了城市极少的人群活动,其景观资源的游憩价值尚未得到充分彰显。

(3) 片区级人群活动分布特征与生境要素中的公园绿地分布的重合度较高。

兴义片区内人群活动呈现出“多中心、分散式分布”的特征,总体上与生境要素中城市公园绿地的分布较为吻合。

具体来看,位于旧城区的黄草街道是人群活动最为密集的区域,也是城市绿地、公园建设分布最密集的地区,该地带地形较为平缓,集聚了城市大部分公共服务设施,且人群活动与公园绿地的重合度最高,形成了一级人群集聚中心;桔山新区南侧则形成了另一人群集聚中心,但与城市公园绿地的分布存在相对错位的现象;坪东街道、兴泰街道、下五屯街道内虽也形成多个二级人群集聚中心,但其公园绿地分布密度也相对较低;外围的乌沙镇、马岭镇、

万峰林街道等由于现状建设程度有限,主要为大片城市绿地,且地形起伏较大,因而并未呈现出较高的人群集聚特征。

### 3.2 人群动态聚散的时空规律

#### 3.2.1 人群活动的时间波动特征

通过1日内城市人群活动的时间波动分析(见图2),可以从整体上把握城市人群活动的节奏。从测度结果来看,兴义片区内的人群活动主要存在5个时间段落的波动趋势,分别是夜间段0:00—6:00、早间段6:00—10:00、日间波动段10:00—15:00、日间平稳段15:00—18:00,晚间波动段18:00—23:00。可见,夜间为城市一日中的活力低谷,人群活动总量持续减少;6:00是城市的“苏醒时刻”,早间通勤段人群活动总量持续增加;日间的人群活动总量在12:00达到峰值,15:00—18:00则是城市较为稳定的活力混合段;18:00以后,由于混合了人群归巢、夜生活、夜眠等行为,呈现出先增后减再骤降的波动特征。

#### 3.2.2 人群聚散的空间流动特征

基于手机LBS数据获取的兴义市1天24 h人群活动数据,对其进行时间切片,并运用核密度分析法将各个时段人群空间分布的聚集程度进行可视化,从而以动态视角判断人群流动时空规律(见图3)。从分析结果中可以看

表4 兴义市域与中心城区情况对比表

空间范围	兴义市域	兴义片区 (研究核心区)
用地面积 (km <sup>2</sup> )	291 100	414

人群活动分布

a 市域人群活动密度分布图

b 片区人群活动密度分布图

资料来源:笔者自制。

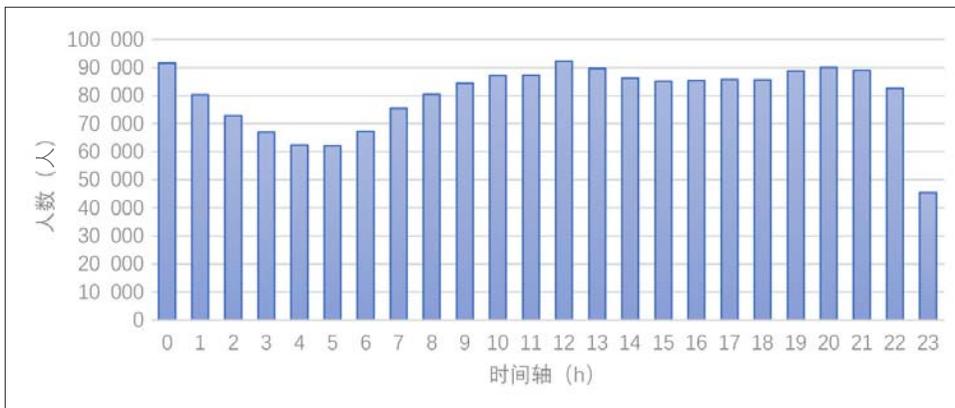


图2 人群活动总量的1日波动变化图  
资料来源:笔者自绘。

出,位于城市中心的黄草街道、东部桔山街道分别为城市人群活动频度最高的两大活动中心,且在绝大多数时段都与其他街道的人口分布密度差距显著。周边的木贾街道、下五屯街道却是人群活动的冷点,人群活动密度较低,呈现出“鬼城”特点。

从人群聚散时间节点来看,8:00—10:00黄草街道、桔山街道开始出现多个人群高密度集聚中心;12:00人群活动密度达到峰值,12:00—18:00人群集聚中心的整体分布较为稳定,部分人群活力簇群在小范围内跳跃、流动;18:00人群逐渐从热点集聚区回流,热点开始收缩;22:00以后人流明显较白天减少,收缩集聚趋势显著。

从人群流动拓展方向来看,桔山街道内人

流动态迁移的特征最为显著,黄草街道的人群集聚中心则较为固定,动态流动性相对桔山新城较弱;坪东街道、兴泰街道则呈现出更为平缓的流动特征,虽形成几处集聚,但集聚等级相比于老城与新城明显降低;外围木贾街道、丰都街道则形成了主城外围的飞地,片区相对独立,虽已进行了一定规模的房产建设,但人口集聚程度以及动态流动有限。

总的来说,兴义片区总体的潮汐现象并不显著,这有别于我国东部多数平原地区。人流波动范围较小,但各街道内部的穿梭式流动较为频繁,呈现出“静水深流、短幅震荡”的独特性。由于生态脆弱、地形条件、经济发展等因素的限制,兴义片区1日内产生潮汐交通的概率较低,就近活动是众多人群的主动选择。

## 4 脆弱生态制约下的城市总体动态结构

### 4.1 重点地区的人群动态结构

根据相关文献查阅以及规划的相关经验,可将城市人群动态活动类型归纳为放缩、迁移、涨落、生灭和凹平5种基本模式(见表5)。在此基础上,对识别出的多处重点地段进行现状人群活动模式解析,共划定20处特征区,从而对城市内部人群动态活动的结构性特征进行研判(见图4)。

从解析结果来看,放缩性的人群动态活动分布主要有3处。其中,一处分布在老城区域,以兴义民族师范学院及黔西南州中医院为核心,北起湖南街,南至沙井街,西至沙井北路,东至北京路;一处分布于新城的桔山街道,位于以康居广场为核心的平安路与神奇东路交界处;还有一处则分布于距离城市中心较远的木贾街道,位于吉祥综合农贸市场附近区域,但与新老城相比,人群活动密度相对较低。通过放缩活动特征区的分布可以发现,由于公共服务职能与居住用地的高混合度,这些区域人群的活动需求在较小范围内即能得以满足,因而人群活动形成了显著的放缩型特征,且该地段也因此成为恒定的活力热点。

迁移构成了兴义人群最主要的动态活动结构特征,共识别出12处。其中,东部桔山新城中的迁移性特征最为显著,这与其商务、商办等公共职能集聚以及对人群的就业吸引密切相关。具体来看,桔山街道中的迁移活动特征区主要分布于桔山大道、桔丰路、万峰大道等沿线,且主要集中于桔山街道的中部、南部、东南部。此外,黄草街道、下五屯街道、坪东街道等也都识别出迁移特征区,但相比桔山街道,迁移活动更为平缓,集聚程度较低。

涨落性的动态活动则具有较高的识别度,分别在新城和老城形成了3大明显的活力簇群。其中,东部新城中桔山大道与桔康路、金北路交界的交界处为最大的簇群,因而产生了潮汐现象。另外2处分别位于遵义路与向阳路、园陵路的交界处以及云南街与双桥街的交界处。通过涨落动态活动特征区的分布可以发现该区域主要分布了城市的就业空间,由于对人群就业

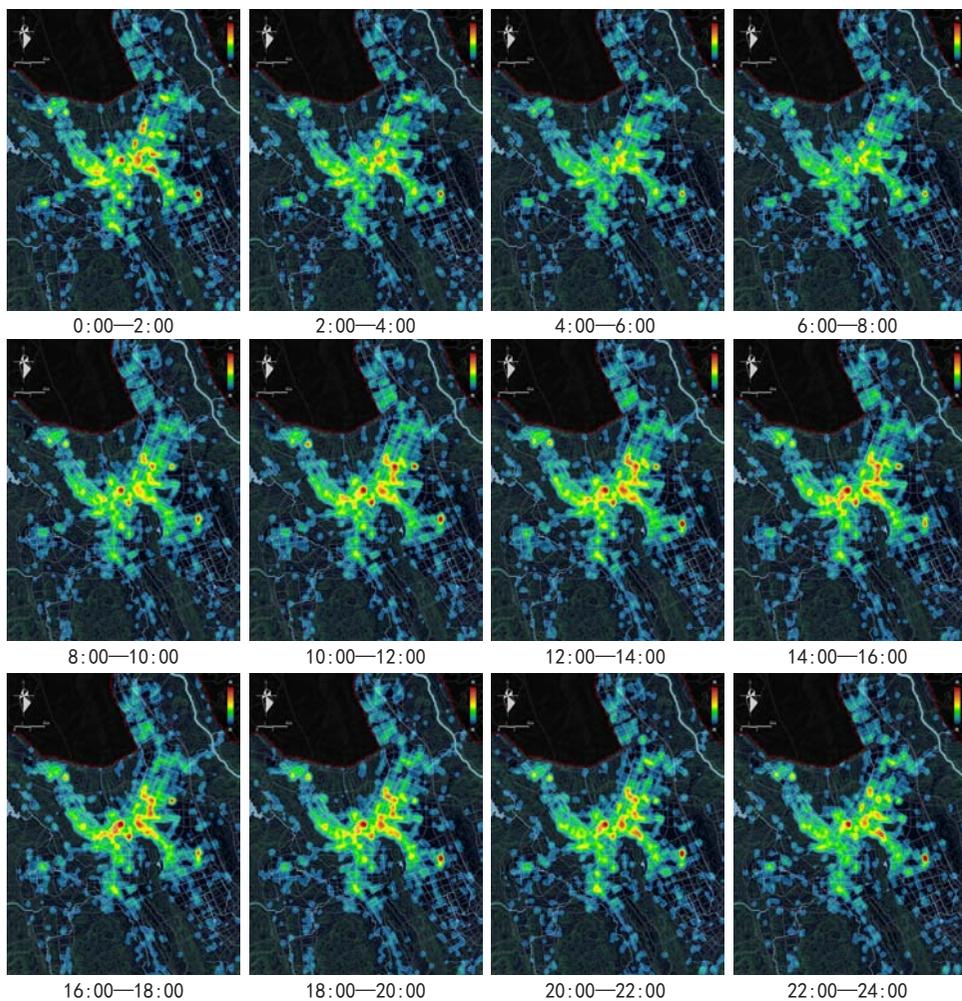


图3 兴义市人群1日24h活动密度分布  
资料来源:笔者自绘。

的吸引而产生了潮汐现象。

生灭区与凹平区的空间分布则主要位于城市相对外围的片区以及各街道的交界处,由于人群活动的集聚程度较低而呈现出一些热点与洼地的现消特征。具体来看,桔山街道的北端与新城中心之间形成了1处显著的凹平区,说明桔山街道的北部与桔山中心之间缺乏有机联系而出现了活力洼地。

#### 4.2 城市动态结构的总体特征与问题

人群动态活动的内在机制是城市功能的联系,城市动态结构模式则彰显城市不同地段的人群活动聚散变化及城市空间联系的特征。基于对脆弱生态制约下城市动态结构模式的挖掘与解析,可以进一步以人群活动的

动态视角窥探发现人群活动静态分布特征背后的城市结构性问题及其与脆弱生态环境之间的关系。

(1) 生态脆弱地区的人群活动整体连续性较弱,动态轴廊并不凸显。

不同的人群动态活动特征区的分布彰显出兴义主城片区“静水流深,短频震荡”的动态结构特征,且初步呈现沿各城市交通廊道指状布局的特征,但人群的活动范围较为稳定,城市整体的流动性不强。具体来看,桔山街道与黄草街道作为人群活动最为集聚的区域,人群的动态流动性也相对显著,桔山大道、桔丰路、神奇东路等形成了连续的城市动态轴廊;坪东街道、下五屯街道等板块人群活动分布则相对稳定,西北方向的坪东大道、西南方向的

富民路等虽沿线形成了几处人群来回的波动,但人群活动空间的整体连续性较弱,尚未形成显著的动态轴廊,侧面反映出城市活力网络的断层与破碎。

(2) 宏观山水格局与人群动态活动特征区的联系较为薄弱,特色景观彰显度低。

山脉、峡谷构建出兴义立体化喀斯特地貌的特色视觉空间体系,形成了山环水穿的整体山水格局。但从主城区整体人群的活动空间拓展来看,城市山环水穿的景观优势与人群动态活动特征区的分布并未形成紧密联系,而是出现了“人在城中,景在城外”的断层与割裂现象。人群在有限、集聚的城市发展空间中穿梭流动,而作为宏观生境网络构成部分的廊道斑块等水绿景观并未成为积极的活动空间。这一方面体现了人群活动未对区域的生态环境带来冲击,另一方面则更反映出城市得天独厚的景观资源并未能得到充分的挖掘与利用,景观特色彰显不足,反而成为了城市活力网络断层与割裂的原因之一。

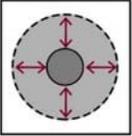
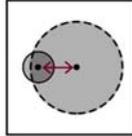
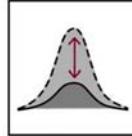
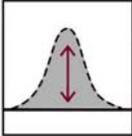
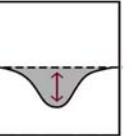
(3) 自然生境要素与人群的动态活动之间存在差异化的互动机制。

四面环山的兴义主城区在生态环境的制约下,只能在山体与马岭河所围绕的山地中寻求有限的拓展空间,而主城现状各片区人群的动态结构在彰显了城市人群整体流动特征的基础上,更反映出生态制约下城市各方向拓展的不同态势与问题,体现了城市生态特征与人群活动之间的差异化互动机制。

具体来看,旧城中心黄草街道的动态活动特征区分布最为多样化(包含放缩、涨落、迁移等特征区),由于集聚了较大规模的行政办公、商业配套以及居住功能,人群流动最为密集,且与街心花园、穿云洞公园等城市绿地形成了显著的动态关联,即在黄草街道中城市公园绿地形成了一日多时段的人群热点区。因此,应在传承旧城活力的同时,考虑其生态承载能力,在后期设计中予以错时活动、生态保护等规划策略。

东部桔山地区由于地势较高、发展基础较好,人群集聚中心以及流动方向相对显著,

表5 人群动态结构模式表

类型	放缩	迁移	涨落	生灭	凹平
特征					
	片区大小特征	片区重心特征	簇群波动特征	热点现消特征	洼地现消特征
	围绕核心放缩 形态放大缩小	核心点移动 此消彼长	形成簇群 明显潮汐现象	从无到有再到无 形成簇群	出现洼地然后 消失 与周边簇群密切 相关

资料来源:笔者自制。

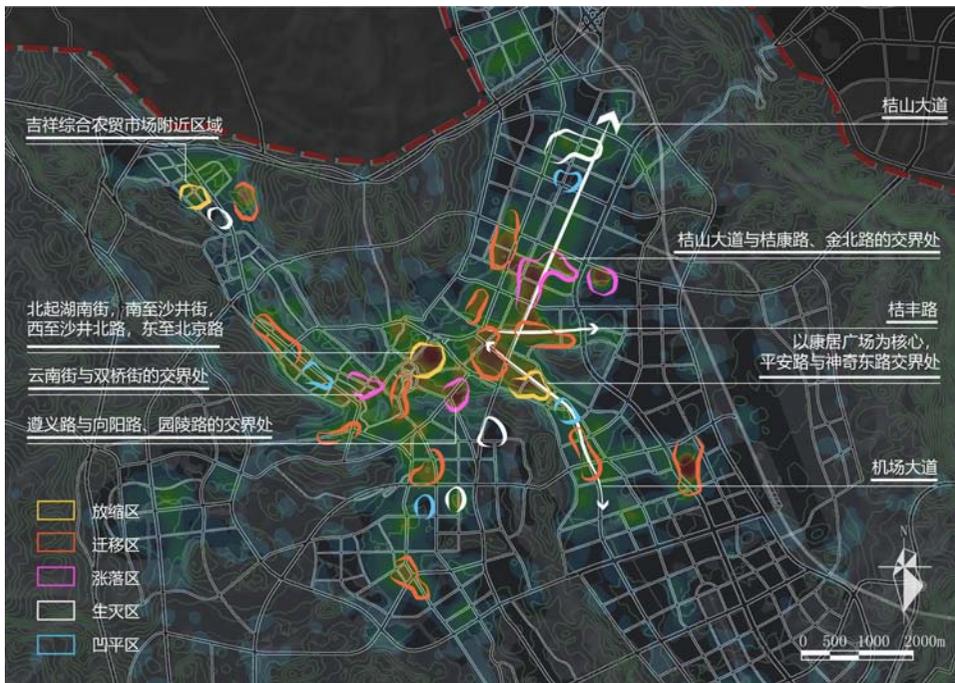


图4 城市动态结构模式解析图  
资料来源:笔者自绘。

迁移区、涨落区主要分布于桔山大道、桔丰路、万峰大道等沿线,并未与橘山公园、大扁山公园等生境斑块产生显著关联;而由于山体的阻隔,西部木贾、洒金街道的人群动态活动特征区分布较为分散,出现多处凹平区与生灭区,且作为国家级自然保护区的贵州醇酒厂,以及国家地质公园博物馆、西南植物园等生境斑块则同样在人群动态分布中呈现出冷点特征。尽管此类生境斑块具有较高景观、游憩价值,但并未能与人群的动态活动形成联系,进一步说明了其活力的缺失,未来理应结合景观条件进行节点激活,打造为城市活力锚点。

(4) 生态制约与人群动态结构视角下,城市中心体系亟待建构与优化,城市系统有待重构与整合。

当前,兴义市的人群活动分布与城市动态结构呈现出主要依托东北的桔山大道与东南方向的万峰林大道形成的“十字轴”发展态势,说明城市目前仍处于中心集聚发展的阶段,而在西北方向、西南方向以及外围片区,由于生态环境、建设水平的制约,对人群的吸引力显著较低,并未能形成与指状延伸的城市形态特征有机结合的中心结构体系。

未来兴义市的发展方向应在遵循生态制

约的条件下予以重构,考虑风景名胜、水源地和生态保护区的影响,保证城区生态廊道的通畅。同时应在考虑自然本体对城市产生活力网络割裂的基础上,充分利用城市各项功能设施与特色景观格局,优化城市空间功能和结构。此外,也应结合人群动态结构中的冷热点地区,权衡人群活动对绿地公园等生境要素的冲击以及生境斑块在城市活力网络中产生的积极效应这两大因素,提高冷点地区景观资源的利用程度,而对热点地区予以适度保护的规划策略,从而达到对城市景观资源的整体提升以及活力系统的构建与完善。

## 5 结语

本文的重点关注对象为生态脆弱地区,旨在基于LBS时空大数据,为人群时空活动特征以及城市动态结构研究提供一个新的视角,通过发掘出我国西南地区城市在生态制约下呈现出的人群活动特征与问题,为生态脆弱地区的人本规划提供科学依据。

根据对兴义市的城市总体动态结构进行研究可知,脆弱生态环境制约下,人群的活动分布也的确呈现一定的特殊性:现状人群活动分布形成了山体划分下的多中心多等级式的分布特征,但既有的城市动态结构尚未与城市“掌式”的城市布局以及山环水穿的景观格局相适应,且在不同的城市片区中,自然格局与人群动态结构形成了差异化的互动机制。因此,在未来的规划设计中,应在尊重城市自然生态环境的基础上,重视生态版块、生境廊道的保护,并结合山城的自然景观特色,以小尺度的空间营造手法,构建绿道体系,完善生境网络;并结合城市各片区居民的活动特征与城市动态结构的研判,对于识别出的人群冷热点区分别运用不同的规划策略,织补与优化城市活动空间、公共服务功能配套等,构建城市活力系统,最终实现城、景、人融合发展。

## 参考文献 References

- [1] KOCHUNOV B. 脆弱生态的概念及分类[J]. 地理译报, 1993 (1): 36-43.  
KOCHUNOV B. The concept and classification of fragile ecology[J]. Progress in Geography, 1993 (1): 36-43.
- [2] 赵跃龙. 中国脆弱生态环境类型分布及其综合整治[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999: 2-60.  
ZHAO Yuelong. Distribution of vulnerable ecological environment types in China and its comprehensive remediation[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1999: 2-60.
- [3] 刘燕华, 李秀彬. 脆弱生态环境与可持续发展[M]. 北京: 商务印书馆, 2007: 2-8.  
LIU Yanhua, LI Xiubin. Fragile ecological environment and sustainable development[M]. Beijing: Commercial Press, 2007: 2-8.
- [4] 苏维词, 朱文孝. 贵州喀斯特山区生态环境脆弱性分析[J]. 山地学报, 2000 (5): 429-434.  
SU Weici, ZHU Wenxiao. Analysis on the vulnerability of ecological environment in Guizhou Karst Mountain Area[J]. Mountain Research, 2000 (5): 429-434.
- [5] 牛文元. 生态环境脆弱带ECOTONE的基础判定[J]. 生态学报, 1989 (2): 97-105.  
NIU Wenyuan. Basic judgment of ecological environment fragile zone ECOTONE[J]. Acta Ecologica Sinica, 1989 (2): 97-105.
- [6] 袁烽迪, 张溪, 魏永强. 青藏高原生态屏障区生态环境脆弱性评价研究[J]. 地理空间信息, 2018, 16 (4): 67-69.  
YUAN Fengdi, ZHANG Xi, WEI Yongqiang. Study on ecological environment vulnerability assessment of ecological barrier region in Qinghai-Tibet Plateau[J]. Geospatial Information, 2018, 16 (4): 67-69.
- [7] 孙平军, 修春亮, 王忠芝. 基于PSE模型的矿业城市生态脆弱性的变化研究——以辽宁阜新为例[J]. 经济地理, 2010, 30 (8): 1354-1359.  
SUN Pingjun, XIU Chunliang, WANG Zhongzhi. Study on the change of ecological vulnerability of mining cities based on PSE Model: taking Liaoning Fuxin as an example[J]. Economic Geography, 2010, 30 (8): 1354-1359.
- [8] 王志杰, 苏娜. 南水北调中线汉中市水源地生态脆弱性评价与特征分析[J]. 生态学报, 2018, 38 (2): 432-442.  
WANG Zhijie, SU Yuan. Ecological vulnerability assessment and characteristics analysis of water source in Hanzhong City, middle route of South-to-North Water Transfer Project[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38 (2): 432-442.
- [9] 吴春生, 黄翀, 刘高焕, 等. 基于模糊层次分析法的黄河三角洲生态脆弱性评价[J]. 生态学报, 2018, 38 (13): 4584-4595.  
WU Chunsheng, HUANG Chong, LIU Gaohuan, et al. Evaluation of ecological vulnerability in the Yellow River Delta based on fuzzy analytic hierarchy process[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38 (13): 4584-4595.
- [10] 蔡海生, 刘木生, 李凤英, 等. 生态环境脆弱性静态评价与动态评价[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31 (1): 149-155, 165.  
CAI Haisheng, LIU Musheng, LI Fengying, et al. Static evaluation and dynamic evaluation of ecological environment vulnerability[J]. Journal of Jiangxi Agricultural University, 2009, 31 (1): 149-155, 165.
- [11] 胡晓芬, 陈兴鹏, 逯承鹏, 等. 西北生态脆弱地区甘肃的生态安全时空演化格局[J]. 生态科学, 2017, 36 (6): 165-172.  
HU Xiaofen, CHEN Xingpeng, LU Chengpeng, et al. The spatial and temporal evolution pattern of ecological security in Gansu Province in the ecologically fragile area of northwest China[J]. Ecological Science, 2017, 36 (6): 165-172.
- [12] 杨俊, 关莹莹, 李雪铭, 等. 城市边缘区生态脆弱性时空演变——以大连市甘井子区为例[J]. 生态学报, 2018, 38 (3): 778-787.  
YANG Jun, GUAN Yingying, LI Xueming, et al. Temporal and spatial evolution of ecological fragility in urban fringe areas: a case study of Ganjingzi District, Dalian City[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38 (3): 778-787.
- [13] 乔宇. 生态贫困视域下民族生态脆弱地区减贫研究——以武陵山片区为例[J]. 贵州民族研究, 2015, 36 (2): 125-128.  
QIAO Yu. Research on poverty reduction in ethnically vulnerable areas from the perspective of ecological poverty: taking Wulingshan Area as an example[J]. Guizhou Ethnic Studies, 2015, 36 (2): 125-128.
- [14] 陈萍. 生态脆弱地区保护式旅游开发的空间规划途径——以乌鲁木齐县南山山前地区为例[J]. 城市发展研究, 2015, 22 (5): 5-10.  
CHEN Ping. Spatial planning approach for protected tourism development in ecologically vulnerable areas: taking the Nanshan Piedmont Area of Urumqi County as an example[J]. Urban Development Studies, 2015, 22 (5): 5-10.
- [15] 陈天, 李阳力. 生态脆弱性视角下城市水环境导向的城市设计策略[J]. 中国园林, 2018, 34 (12): 17-22.  
CHEN Tian, LI Yangli. Urban water environment-oriented urban design strategy from the perspective of ecological vulnerability[J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, 34 (12): 17-22.
- [16] 郭文伯, 张艳, 柴彦威, 等. 基于GPS数据的城市郊区居民日常活动时空特征——以北京天通苑、亦庄为例[J]. 地域研究与开发, 2013, 32 (6): 159-164.  
GUO Wenbo, ZHANG Yan, CHAI Yanwei, et al. Temporal and spatial characteristics of daily activities of urban suburbs based on GPS data: taking Tiantongyuan and Yizhuang in Beijing as an example[J]. Areal Research and Development, 2013, 32 (6): 159-164.
- [17] 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.  
NIU Xinyi, WU Wanshu, LI Meng. The influence of built environment based on LBS positioning data on street vitality and its temporal and spatial characteristics[J]. Urban Planning International, 2019, 34 (1): 28-37.
- [18] 王楠, 杜云艳, 易嘉伟, 等. 基于手机信令数据的北京市空间品质时空动态分析[J]. 地球信息科学学报, 2019, 21 (1): 86-96.  
WANG Nan, DU Yunyan, YI Jiawei, et al. Spatial and temporal dynamic analysis of Beijing spatial quality based on mobile phone signaling data[J]. Journal of Geoinformation Science, 2019, 21 (1): 86-96.
- [19] 康宁, 黎平, 周忠发. 喀斯特石漠化的遥感GIS典型研究: 以贵州省为例[M]. 北京: 地质出版社, 2002.  
KANG Ning, LI Ping, ZHOU Zhongfa. Remote sensing-GIS typical study of Karst rocky desertification: taking Guizhou Province as an example[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002.
- [20] 刘晓娜, 杨艳昭, 李鹏. 西南生态脆弱区生态承载力时空动态分析[J]. 地球科学前沿, 2012, 2 (1): 37-43.  
LIU Xiaona, YANG Yanzhao, LI Peng. Temporal and spatial dynamic analysis of ecological carrying capacity of ecologically vulnerable areas in southwest China[J]. Advances in Geosciences, 2012, 2 (1): 37-43.