

不同模式下城区用地空间扩展特征及机理

——以赣州为例

Spatial Expansion Characteristics and Mechanism of Urban Land Use in Different Modes: A Case Study of Ganzhou

吴巍^{1,2}/WU Wei, 黄翠萍¹/HUANG Cuiping, 赵晓杰¹/ZHAO Xiaojie, 胡细英¹/HU Xiying, 王楠¹/WANG Nan

(1. 江西师范大学 城市建设学院, 江西 南昌, 330022; 2. 鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室, 江西 南昌, 330022)

【摘要】城镇用地扩展是经济地理学和城市土地利用研究的经典领域。以赣州中心城区为例, 利用景观扩张指数将其城镇用地扩展划分为飞地式、边缘式、填充式三类, 同时结合用地功能探讨研究区 2003~2016 年城市扩展的空间分布特征, 并借助地理探测器模型揭示不同用地扩展模式的差异化作用机理。研究表明: ①研究区三类用地扩展模式并存, 其中飞地式扩展以工业、居住用地为主, 由新区组团式集中分布转向沿交通轴带放射状扩展; 边缘式扩展由居住用地主导逐渐转向以工业用地为主, 表现为城镇斑块的繁殖作用, 随城市空间增长不断外延; 填充式扩展相对不明显, 以居住用地为主且集中分布于老城区。②交通引导开发及“自上而下”的开发模式是城区用地扩展的主要特征, 不同用地扩展模式的作用机理具有差异性, 通达性、政策性因子对飞地式扩展起主导作用; 聚集性因子是决定边缘式扩展的重要因素; 聚集性和通达性因子则对填充式扩展影响较为显著。

【关键词】城镇用地; 扩展模式; 特征; 机理; 赣州

【中图分类号】F293.2

【文献标识码】A

【Abstract】Urban land expansion is a classic field of economic geography and urban land use research. Taking the central urban area of Ganzhou as an example, this paper uses the landscape expansion index to divide its urban land expansion into three types: Infilling, Edge, Outlying. At the same time, it combines the functions of land use to explore the spatial distribution characteristics of urban expansion in the study area from 2003 to 2016. And the geo-detector model is used to reveal the differentiation mechanism of different land expansion modes. The study shows that: 1) The three types of land expansion modes coexist in the study area, in which outlying expansion is dominated by industrial and residential land, shifting from centralized distribution of new districts to radial expansion along traffic axes; The edge expansion is gradually shifted from residential land to industrial land, which is manifested as the reproductive effect of urban patches and continues to expand with the growth of urban space; the filling expansion is relatively inconspicuous, mainly based on residential land and concentrated in the old urban area. 2) transit-oriented development and top-down development model are the main characteristics of urban land expansion, The function mechanism of the different land expansion modes is different, accessibility and policy factors play a leading role in outlying expansion, aggregation factors are important factors that determine edge expansion, and aggregation and accessibility factors have a significant effect on the infilling expansion.

【Keywords】Urban Land; Expansion Mode; Characteristics; Mechanism; Ganzhou

0. 引言

中国作为世界上最大的发展中国家, 随着经济社会的快速发展和城镇化进程的不断推进, 城市土地利用面临着世界上少有的严峻形势^[1], 城镇空间扩展的时空格局、动力机制、模拟预测、环境效应等引起了国内外学者的广泛关注^[2-5]。城市扩展模式是指城镇用地演变过程中规模增长及结构重组的空间形态表征^[6-7], 既是体现城市扩展时空特征的重要方面, 也是影响城市形态的重要因素^[8]。受区域自然条件、社会经济水平以及发展阶段影响, 不同地区甚至同一地区不同发展阶段的用地扩展模式呈现显著差异性^[9]。差别化的扩展模式将对城镇建设成本、社会成本和环境成本产生重要影响^[10], 如外延用地模式可拓展城市发展框架, 但存在基础设施建设成本高、交通干道压力大和能源消耗量增加等问题^[11]; 内填用地模式相比前者则能使城

市形态相对紧凑, 集聚效应更强^[12], 但同时也易造成显著的热岛效应、人口膨胀和环境污染等问题。故探析城镇用地扩展模式将有助于理解与掌握城镇空间扩展的特征规律并为规避城市扩展过程中可能出现的各类问题提供科学支撑。

城镇用地扩展模式属于空间异质性研究范畴, 已有研究主要从宏观、微观两大尺度开展。多数学者^[13-15]从宏观尺度对不同城市的用地扩展模式进行归纳与总结, 主要体现为集中式连片开发、边缘式渐近发展、走廊式轴向扩展三类基本形式。为更准确地量化揭示城市扩展过程及特征, 部分学者^[16-19]在微观层面对城镇用地扩展模式进行相关定义, 一般将其划分为填充式 (Infilling)、边缘式 (Edge)、飞地式 (Outlying) 三类, 其他模式均可认为是这三种类型在不同程度上的演化或组合, 扩展模式的判别方法包括空间拓扑运算、景观扩张指数法、凸壳原理等^[17,20-21]。概括而言, 在城市扩展相关研究中, 已有文献偏重于城镇用地扩展模式的识别, 并基于不同模式探讨城市

扩展的时空过程与特征,然而并未深入探究不同用地扩展模式的作用机理与内在规律。另外,长三角、珠三角城镇密集区及北京、广州、上海大都市区等城镇化最为剧烈的发达地区成为研究热点^[8,18,22-23],对处于转型期的三四线欠发达城市的用地扩展模式研究相对关注较少。

基于上述梳理,本文以赣州市中心城区为例,基于2003年、2010年、2016年三期赣州市中心城区土地现状利用数据,利用景观扩张指数将其城镇用地扩展划分为飞地式、边缘式、填充式三类模式,同时结合用地功能探讨研究区历史时期城市扩展的空间分布特征,并借助地理探测器模型揭示不同用地扩展模式的差异化作用机理,旨在准确、客观地评价城市扩展过程中的得与失,理性辨别城镇用地扩展的主导或不利的驱动因素,为类似地区的建设空间扩展、空间格局优化及区域土地利用提供有益借鉴。

1. 研究区概况及数据处理

1.1 研究区概况

赣州市位于江西省南部,是江西省面积最大、人口最多的地级市。本文选取新版《赣州城市总体规划2016~2035年》所确定的赣州市中心城区为研究区域(图1),总面积为1165.51km²,包括章贡区及赣县区、南康区部分乡镇。研究区生态基地呈现“两江多山”自然格局,两江为章江、贡江,于章贡区相会汇入赣江。自2013年、2016年南康、赣县相继撤县设区且启动建设蓉江新区以来,经济高速发展,中心城区已集聚了国家级开发区、高新区、保税区等国家级、省级平台,区域发展潜力开始凸显。随着人口数量快速集聚,城市建设空间不断拓展,赣州市中心城区是土地利用变化和人人地关系冲突最剧烈的区域,可作为城镇用地扩展研究的典型地区。

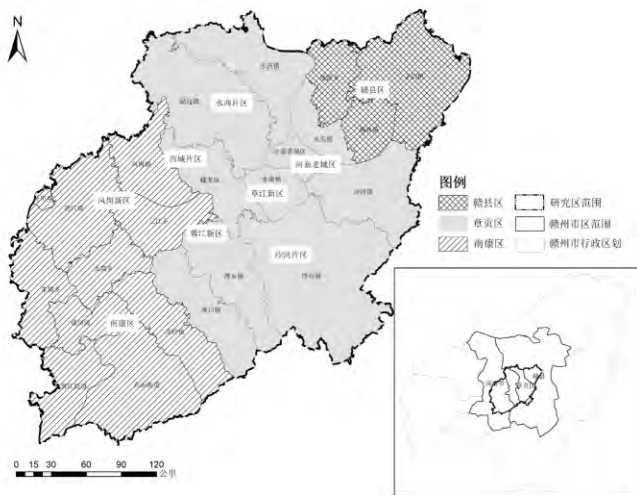


图1 研究区范围示意图

1.2 数据来源与处理

数据源主要包括赣州城市土地利用现状图、LandsatTM/ETM+/OLI 遥感影像、DEM 数字高程以及赣州市统计年鉴、人口经济普查资料等。数据处理具体过程为:第一,参考中国土地利用现状分类标准(GB/T21010-2007)和城市土地利用现状图,借助 ArcGIS10.2 平台结合赣州市多源遥感影像进行空间校正,对研究区三期(2003年、2010年、2016年)居住、工业、商业三类功

能用地数据进行提取,通过叠置分析得到2003~2016年赣州市中心城区城镇用地扩展空间分布图。第二,使用 ArcGIS10.2 的随机采样工具,在研究区范围内随机生成6456个数据点,并建立空间属性数据库,数据包括:从赣州市统计年鉴、赣州市人口普查资料、赣州市城市总体规划及土地利用规划数据库中获取的人口、社会经济、交通干道等数据;通过百度地图 API 接口获取行政中心、中学、火车站等点状地物的位置信息,并运用 GIS 空间邻域分析方法,提取各矢量到行政中心、中学、火车站和交通道路的距离;根据国家地理信息中心提供的30m分辨率 DEM 数字高程模型对研究区的地形特征通过影像校正和坡度分析得到相关的坡度、海拔高程等数据。最后,根据自然间断法对各数据进行分级分类处理后读入地理探测器模型进行各因素对用地扩展变化的影响力探测。鉴于部分数据的缺失,本文作用机理部分仅针对2010~2016年进行探讨研究。

2. 研究方法

2.1 景观扩展指数

景观扩张指数(Landscape Expansion Index, LEI)是用来定量描述某一景观动态扩张过程的类型及各景观扩张类型在空间上的格局分布的一类方法,广泛用于识别城镇用地扩展模式及分析其空间分布特征^[17]。区别于传统的景观指数,LEI不仅能够表征景观的空间格局,更为重要的是该指数还包涵了景观格局的动态变化信息,且巧妙地利用新增景观斑块的最小包围盒进行计算,能较为精确地识别微观斑块尺度的扩展模式,其计算公式如式(1):

$$LEI = \frac{A_o}{A_a - A_b} \times 100 \quad (1)$$

式中:LEI为新增斑块的景观扩张指数,A_o为最小包围盒里原有用地斑块的面积,A_a为用地斑块的最小包围盒面积,A_b为新增用地斑块本身的面积。当LEI为(50,100)区间时,则该斑块为填充式,即城市新增用地填充已有城镇用地之间的空隙;当LEI为(0,50)区间时,则该斑块为边缘式,即新增用地沿着已有城市用地外围进行扩展;当LEI为0时,则该斑块为飞地式,即新增用地脱离已有城镇用地斑块。

2.2 地理探测器

地理探测器模型最早被应用于疾病风险与相关地理影响要素的探索研究^[24],其理论核心是通过空间异质性来探测因变量与自变量之间空间分布格局的一致性,据此度量自变量对因变量的解释度,包括四部分:风险探测器、因子探测器、生态探测器及交互探测器^[25]。近年来越来越多国内外学者将地理探测器应用于用地变化影响机理的研究^[26-30]。该方法的优势在于既可以检验单变量的空间分异性,也可检验两个变量空间分布的一致性,并探测两变量之间可能的交互关系。本文主要利用地理探测器模型中的因子探测器探测分析各因素对赣州市中心城区不同扩展模式用地变化的影响度,其计算模型如式(2):

$$P_{D,U} = 1 - \frac{1}{n\sigma_U^2} \sum_{i=1}^m n_{D,i} \sigma_{U,D,i}^2 \quad (2)$$

式中: $P_{D,U}$ 为城镇用地变化的影响因素解释力指标; i 为城镇用地变化的斑块数量; $n_{D,i}$ 为样本数; n 为研究区的总样本数; $\sigma_{U,D,i}^2$ 为城镇用地变化的离散方差; σ_U^2 为研究区内总方差;假设 $\sigma_{U,D,i}^2 \neq 0$,则模型成立。 $P_{D,U}$ 的取值区间为[0,1], $P_{D,U}=0$ 时,说明该种影响因素对城镇用地扩展变化没有解释力; $P_{D,U}$ 值越

大,说明影响因素对该城镇用地扩展变化的影响越显著。

3. 赣州市中心城区城镇用地扩展分析

借助 ArcGIS10.2 软件,根据式(1)计算城镇用地新增斑块的景观扩张指数(LEI),将研究区城镇用地扩展划分为飞地式、边缘式及填充式三种模式,见图2。由图2可知,2003~2016年期间,章贡区城镇用地扩展变化最为剧烈,飞地式扩展是赣州中心城区用地扩展的主导模式,具有数量大、分布广的特点。

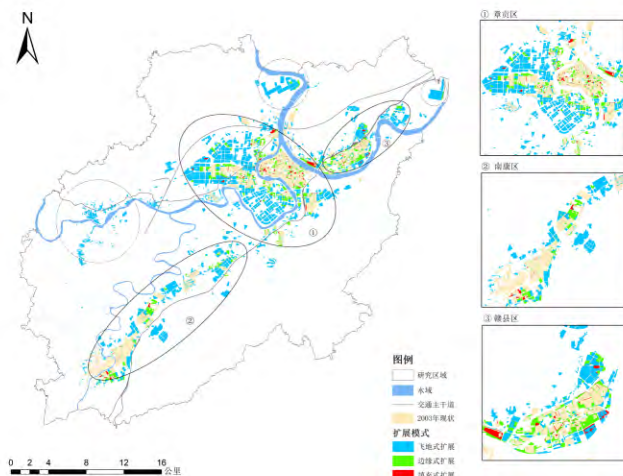


图2 2003~2016年赣州市中心城区城镇用地扩张空间分布图

3.1 2003~2010年城镇用地扩展

2003~2010年,赣州中心城区新增城镇用地分布于主城区及其外围,呈现紧凑型空间形态(图3)。飞地式扩展面积33.55km²,占新增用地总面积的77.56%,呈“大集中小分散”的组团式分布形态,以赣州经开区西部、章江新区及水西片区北部范围最为集中,沙河片区及南康城区外围范围也有少量扩展;边缘式扩展面积8.42km²,占新增用地总面积的19.46%,沿章江、贡江呈点状式扩展,主要分布于主城区外围及赣县中部区域,少量分布于主城向南康区的延伸地带;填充式扩展面积1.29km²,仅占新增用地总面积的2.98%,扩展尚不明显,于老城区内零星分布(表1)。

飞地式扩展中,工业用地扩展优势最为明显,占比达49.79%,在大力推动开发区建设及“退二进三”、“退城进园”等战略调控背景下,老城区内的工业用地率先大规模跨江转移至西翼赣州经开区、北翼水西片区,并在赣县区向南延伸;受工业园发展及赣江新城建设牵引,居住用地突破“两江合围”城市居住格局,于赣州经开区、章江新区内飞地扩展明显,主城连接南康区的蓉江新区内及赣县区外围也存在小规模以点状式分布的飞地式居住用地。

边缘式扩展中,工业用地扩展面积占比32%,伴随新一轮开发区建设热潮,在赣州经开区西部、水西片区北部及沙河片区工业用地边缘扩展规模增大,表现为零星式分布;居住用地扩展面积占比61%,主要在河套老城、章江新区及赣县城区小幅碎片化扩展,尤以临江区域居住用地边缘扩展最为明显;商业用地扩展面积占比最少,表现为河套老城内新增商业用地或在原有商业基础上带状延伸扩展。

填充式扩展中,由于主城区内工业异地搬迁及专项整改措

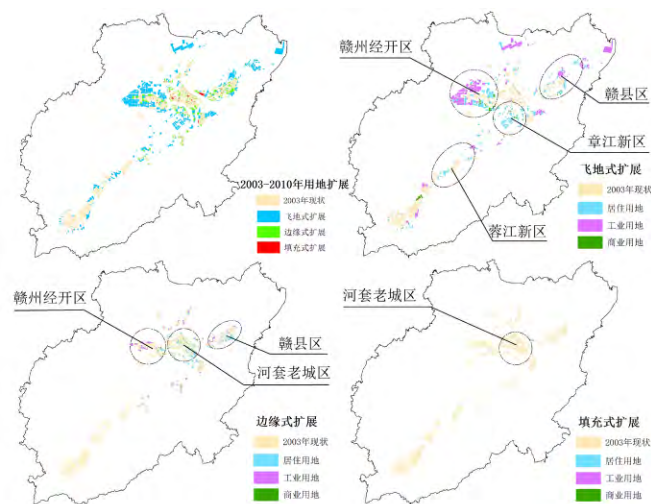


图3 2003~2010年赣州市中心城区不同用地扩展模式功能分布图

表1 2003~2010年不同用地扩展模式扩展斑块数及面积

	飞地式扩展		边缘式扩展		填充式扩展	
	斑块 (块)	面积 (km ²)	斑块 (块)	面积 (km ²)	斑块 (块)	面积 (km ²)
工业用地	220	16.705	151	2.732	35	0.178
居住用地	347	14.552	402	5.112	176	1.040
商业用地	230	2.293	194	0.575	50	0.069

施,有效推动了工业郊区化,且原有商业用地空间接近饱和,因此80%以上的填充式扩展以居住用地零星分布在河套老城区西北方向。

3.2 2010~2016年城镇用地扩展

2010~2016年,赣州市中心城区城镇用地扩展分散化,向四周延伸呈现非紧凑型空间形态,且沿交通干线扩展趋势明显(图4)。飞地式扩展面积31.27km²,占新增用地总面积的75.34%,整体呈“小集中大分散”的放射型空间形态,主要分布于水西片区、章江新区、蓉江新区及凤岗新区,同时,南康区及赣县东北部也有少量分布;边缘式扩展面积8.58km²,占新增用地总面积的20.69%,呈现点轴式空间形态,除向外延伸扩展至南康区东南部及赣县区北部地带,在老城区、章江新区内的大规模新增用地基础上边缘扩展量增加;填充式扩展面积1.65km²,占新增用地总面积的3.97%,与上阶段类似,主要在老城区内部补充更新(表2)。

飞地式扩展中,园区内工业用地扩展有所放缓,主要是园区外的工业用地沿国道105、省道238等交通干道轴向扩展,以及在水西片区、赣州高新区、蓉江新区的小片聚簇式扩展;居住用地面积占比47.14%,自2013年章江新区被规划用于承载老城区转移的人口和产业以来,居住用地在章江新区内扩展不断加快,同时,随产业资源的转移,居住用地飞地扩展表现出沿产业布局趋势;商业用地面积占比16.43%,主要服务于产业发展及居住配套要求,章江新区内新增多个商业综合体地块,南康区内龙岭工业园、潭东综合商贸物流园区域周边也有片状商业用地扩展。

边缘式扩展中,得益于产业园的扩区升级,工业用地在赣州经开区北部、赣州高新区及南康经开区内边缘扩展明显;居住用地面积占比58.88%,在棚户区、城中村改造和拆迁双重

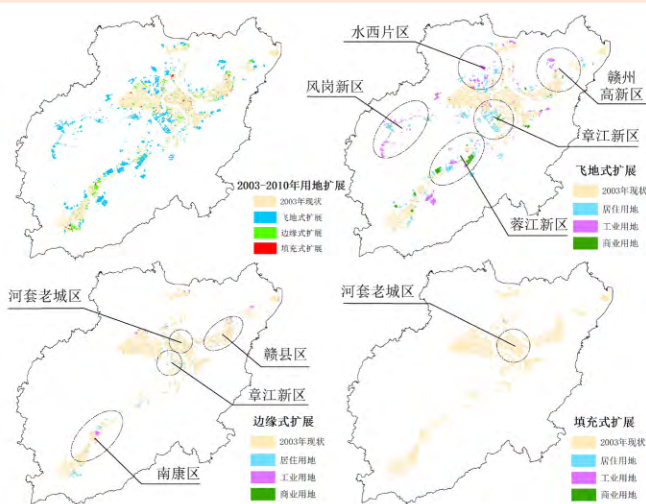


图 4 2010~2016 年赣州市中心城区不同用地扩展模式功能分布图

表 2 2010~2016 年不同用地扩展模式扩展斑块数及面积

	飞地式扩展		边缘式扩展		填充式扩展	
	斑块 (块)	面积 (km ²)	斑块 (块)	面积 (km ²)	斑块 (块)	面积 (km ²)
工业用地	459	11.393	129	2.737	29	0.436
居住用地	542	14.739	715	5.055	813	1.159
商业用地	306	5.137	187	0.793	24	0.054

影响下,居住用地边缘扩展斑块大规模增加,扩展形态更加零散化、碎片化,方位主要分布于河套老城区、章江新区、赣县及南康主城区,城市功能布局得到优化;商业用地扩展则集中于河套老城区内,致力于提升城区商业服务品质。

填充式扩展中,居住用地依旧是主导用地类型,主要零星分布在河套老城、水西中心及梅林中心等老城区范围内。

4. 城镇用地扩展作用机理分析

4.1 影响因素选取

城市建设用地扩展受经济发展、人口增长、自然条件、区位条件、国家政策等多方面的影响。经济地理学者将城镇用地扩展的实质总结为一种追求最大收益的投资行为,具有不确定的收益范围^[27],新古典主义经济学家则认为城乡之间土地间价值的差异是使城镇用地不断向外延伸扩展变化的最根本原因^[31]。

本文拟从微观层面政策性、聚集性、通达性及适宜性四个方面对城镇用地扩展进行分析,选取影响城镇用地扩展的代表性因素。首先,从政策性要素而言,空间规划和政策通过鼓励或限制特定区域的土地利用类型,通过控制土地开发的制度成本,进而影响城镇用地扩展^[32],故本文选取是否处于近期规划区、是否处于产业园内作为政策性因子代表。其次,借鉴经济地理中的集聚与网络理论,本文选取到行政中心、最近中学、风景区的距离及 2010 年人口密度作为聚集性因子代表,选取到火车站、高速公路、城市主次干道等的最短距离等作为通达性因子代表。最后,考虑到自然地理条件对城镇用地扩展的影响,本文选取了海拔高程和坡度作为适宜性因子代表。由上所述,最终从政策性、聚集性、通达性及适宜性四方面共选择 12 个变量作为影响赣州中心城区城镇用地扩展的表征因子。

4.2 地理探测器结果分析

地理探测器模型对类别数据的算法优于连续数据,该模型的最大特征在于其几乎无假设条件,可以有效克服传统数学统计模型处理此类问题的局限。本文利用地理探测器的因子探测模块对各项指标进行自然聚类分级,根据式(2)得出各影响因子对赣州市中心城区不同用地扩展模式的因子影响力 $P_{D,U}$ 值(表 3)。据表 3 可知,各探测因子的影响力 $P_{D,U}$ 值均小于 1,其中各因子对飞地式扩展解释力相对更为显著,而对填充式扩展解释力较弱。

表 3 不同用地扩展模式影响因子探测

指标类型	因子名称	$P_{D,U}$ 值		
		飞地式	边缘式	填充式
空间规划 政策性	是否处于近期规划区 X1	0.118	0.044	0.042
	是否处于产业园区 X2	0.115	0.003	0.019
聚集效应 聚集性	到最近中学的距离 X3	0.135	0.048	0.018
	到最近行政中心的距离 X4	0.016	0.055	0.028
	到最近风景区的距离 X5	0.018	0.054	0.022
	2010 年人口密度 X6	0.100	0.087	0.043
	到最近火车站的距离 X7	0.044	0.015	0.011
区位条件 通达性	到高速公路的最短距离 X8	0.037	0.014	0.005
	到城市主干道的最短距离 X9	0.116	0.025	0.028
	到城市次干道的最短距离 X10	0.154	0.029	0.032
	坡度 X11	0.090	0.008	0.008
自然条件 适宜性	海拔高程 X12	0.097	0.013	0.007

注:是否处于近期规划区/产业园区,是为 1,否为 0;人口密度以街道为单元

4.2.1 飞地式扩展因子探测

依据地理探测器因子探测结果,对飞地式扩展的各因子按影响力大小进行排序,前五名依次为:到城市次干道的最短距离(0.154)、到最近中学的距离(0.135)、是否处于近期规划区内(0.118)、到城市主干道的最短距离(0.116)、是否处于产业园内(0.115)。通达性、政策性因子对飞地式扩展起主导作用,聚集性、适宜性因子对飞地式扩展的影响较弱。

第一,政策性要素中,是否处于近期规划区(X1)与是否处于产业园(X2)分别居第三、第五位次,表明政策性因子对飞地式扩展具有较强解释力。究其原因,产业园的扩区升级能带动新一轮的用地扩展;规划区的建设不但可以促进区域经济的发展,而且能增加就业机会,带动人口的转移^[33],进而促进城镇用地增长;第二,到最近中学的距离(X3)与人口密度(X6)两个聚集性因子对飞地式扩展的影响较为显著,表明中学等人口聚集区域对城镇用地扩展具有一定的吸引力,其他聚集性因子对飞地式扩展变化的影响力明显偏弱, $P_{D,U}$ 值不足 0.02;第三,通达性要素中,到城市次干道的最短距离(X10)、到城市主干道的最短距离(X9)对飞地式扩展的解释能力更强,其系数值分别为 0.154、0.116,这充分表明城市交通网络尤其是城市内部道路对飞地式扩展的重要牵引作用,交通网络布局对

城镇用地扩展空间格局产生导向作用；第四，适宜性要素中，海拔高程及坡度对飞地式扩展有一定影响，但不是主导因素，表现为坡度越小、高程越低的地块产生飞地式扩展的可能性就越大。

4.2.2 边缘式扩展因子探测

依据地理探测器因子探测结果，对边缘式扩展的各因子按影响力大小进行排序，前五名依次为：人口密度（0.087）、到最近行政中心的距离（0.055）、到最近风景区的距离（0.054）、到最近中学的距离（0.048）及是否处于近期规划区（0.044）。前4名均被聚集性因子占据，合计解释力达24.4%，可知聚集性因子对边缘式扩展起绝对主导作用，尤以人口密度对边缘式扩展作用最为显著。

第一，政策性要素中，是否处于近期规划区内（X1）对边缘式扩展的影响力排名第五，原因在于新城建设及旧城改造加速了居住用地开发，以及基础设施的建设和完善，表现在空间上便是城镇用地不断向外扩展。第二，聚集性要素中，人口密度（X6）对边缘式扩展作用最为显著，用地扩展与人口密度呈现正相关，边缘式扩展在人口密集区越易发生；其次为到最近行政中心的距离（X4），表明用地扩展更可能发生在距离行政中心较近的地方，且有向行政中心聚集趋势；到最近中学的距离（X3）和到最近风景区的距离（X5）对边缘式扩展的影响力大小排名靠前，有效地表征了公共配套设施对用地扩展的促进作用。第三，到城市主干道的最短距离（X9）与到城市次干道的最短距离（X10）两个通达性因子相对其他通达性因子对边缘式扩展影响更为明显，依然体现了道路交通对城镇斑块的“牵引效应”。第四，适宜性因素中，坡度、海拔高度对边缘式扩展作用均不显著，表明研究区边缘式扩展不受自然地理条件的制约。

4.2.3 填充式扩展因子探测

依据地理探测器因子探测结果，对填充式扩展的各因素按影响力强弱排序，前五名依次为：人口密度（0.043）、是否处于近期规划区（0.042）、到城市次干道的最短距离（0.032）、到最近行政中心的距离（0.028）、到城市主干道的最短距离（0.028）。因填充式扩展规模较小，各因子影响力系数值均较飞地式、边缘式扩展因子偏小，相对而言聚集性和通达性因子对填充式扩展影响更为显著。

第一，政策性因素中，是否处于近期规划区（X1）因子影响力排名第二，原因在于老城区内缺少可发展用地且开发成本过高，以及受“退城进园”、“旧城改造”、“棚户区拆迁”等政策战略影响，工业用地、商业用地扩展受制，主要是居住用地填充扩展，以促进城市功能布局的优化。第二，与边缘式扩展类似，人口密度（X6）对填充式扩展的因子影响力最大，到最近行政中心的距离（X4）及到最近风景区的距离（X5）两个因子对填充式扩展的影响力也较显著，且越靠近行政中心、风景区，越易发生边缘扩展。究其原因，填充式扩展分布集中于老城区等人口密集区，人口密集区代表社会生产生活需求的聚集，说明社会生产生活需求对填充式扩展的作用效应最为强烈。第三，到城市次干道的最近距离（X10）、到城市主干道的最近距离（X9）两个通达性因子的影响力较为显著，表明交通便利性影响着居民的衣食住行，道路交通依然是填充式扩展的重要考虑因素。第四，适宜性要素中的坡度、海拔高度对填充式扩展作用不显著，影响力均不足0.01。

5. 结论与讨论

自2003年以来赣州市中心城区城镇用地扩展迅速，随着人口的不断集聚，可利用土地资源进一步压缩，对其历史时期城镇用地扩展空间分布特征及机理进行研究，可为赣州市中心城区建设空间有序扩展、布局优化提供科学参考，研究发现：

（1）从扩展空间分布而言，不同模式用地扩展具有差异化的空间分布特征，城镇用地扩展空间形态由紧凑型转为分散非紧凑型。2003~2010年，赣州中心城区城镇用地扩展受开发区建设带动，空间分布较为集中，其中飞地式扩展主要分布于赣州经开区、章江新区及水西片区等新兴工业园内；边缘式扩展随城市空间增长不断外延，分布于城区外围，呈临江布局趋势；填充式扩展较少，聚集于老城区西北部。至2010~2016年，研究区城镇用地扩展不断向外推移，空间分布较为分散，并表现出明显的交通导向性，其中飞地式扩展基本脱离老城区，转向依托国道、省道等放射状交通线路的轴向扩展；边缘式扩展除在主城区外围零星分布外，还表现为城镇斑块的繁殖作用；填充式扩展依旧分布在老城区、章江新区及赣县主城区内。

（2）从用地功能而言，不同模式用地扩展由不同功能用地主导，且城市功能布局随着用地扩展不断重组与优化。飞地式扩展由工业用地与居住用地混合主导，前期（2003~2010年）以集中分布于开发区的工业用地扩展占优势，后期（2010~2016年）转变为居住用地扩展主导；边缘式扩展前期以主城区内临江布局的居住用地为主，后期转向主城区外围区域的工业用地及居住用地布局共同主导；填充式扩展的数量相对较少，两个阶段均以老城区内的居住用地布局为主。研究区用地空间扩展演变规律表明，在新城规划以及开发区建设的影响下，飞地式扩展能有效带动城市功能转移，拓展城市发展框架；边缘式扩展可满足产业园扩区升级带来不断增加的城市设施配套功能需求；填充式扩展则使老城区内部功能得到优化。这类以新城及开发区建设为代表的“自上而下”城镇化成片推进的发展模式，是城区用地扩展的主要特征之一。

（3）从扩展作用机理而言，不同模式用地扩展的主要影响因素存在一定的差异性，通达性与规划性要素对飞地式扩展起主导作用，其中城市道路交通能够显著促进周围区域的土地转用，使飞地式扩展呈现沿交通线路扩展的特征，表明“交通引导开发”战略在研究区有其实现的理论基础。聚集性要素对边缘式扩展起决定性作用，尤以人口密度对边缘式扩展影响最为显著，不断向城区聚集的人口带来社会生产生活需求的增加，表现为已有城镇斑块的“繁殖效应”。聚集性与通达性要素对填充式扩展影响更为显著，在“旧城改造”、“棚户区改造”政策下，人口密度、交通条件是其用地扩展的重要考虑因素。

本文还存在以下方面的不足：第一，城镇用地扩展影响因素众多，本文选取了当前研究比较关注的12个影响因子，因素选取方面可能并不全面。第二，依据《城市用地分类与规划建设用地标准》，城市用地可分为多类功能用地，本文仅选取了具有一定代表性的住宅、工业、商业三类功能用地进行分析，对其他类型功能用地的扩展有所忽视。未来研究还需在因素选取方面做更深入的分析与论证，并针对所有类型的功能用地，进一步探讨城镇用地扩展与城市功能用地的内在联系及作用机理。

【基金项目】

江西省社会科学“十二五”规划项目“城市跨江下土地扩展的时空异质性及其管控对策研究”(编号: 15GL37)

【参考文献】

- [1] 刘盛和, 吴传钧, 沈洪泉. 基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式[J]. 地理学报, 2000, 55(4): 407-416.
- [2] Poelmans L, Rompaey A V. Complexity and performance of urban expansion models[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2009, 34(1): 17-27.
- [3] 吴巍, 陈敏, 王楠, 等. 中国城镇用地扩展时空异质性研究进展[J]. 地理与地理信息科学, 2017, 33(6): 57-63.
- [4] 黄焕春, 苗展堂, 运迎霞. 天津市滨海新区城市形态演化模拟及驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(12): 1453-1461.
- [5] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 2014, 69(1): 3-14.
- [6] 王翠平, 王豪伟, 李春明, 等. 基于 DMSP/OLS 影像的我国主要城市群空间扩张特征分析[J]. 生态学报, 2012, 32(3): 942-954.
- [7] 王士君, 王若菊, 王永超, 等. 基于 RS 与 GIS 的大庆市城市空间形态演化分析[J]. 经济地理, 2012, 32(6): 67-73.
- [8] 谢文瑄, 黄庆旭, 何春阳. 山东半岛城市扩展模式与生态足迹的关系[J]. 生态学报, 2017, 37(3): 969-978.
- [9] 关兴良, 胡仕林, 简雪芹, 等. 武汉城市群城镇用地扩展的动态模式及其驱动机制[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(11): 1493-1501.
- [10] 李加林, 许继琴, 李伟芳, 等. 长江三角洲地区城市用地增长的时空特征分析[J]. 地理学报, 2007, 62(4): 437-447.
- [11] Berling W S, Wu J. Modeling urban landscape dynamics: A case study in Phoenix, USA[J]. Urban Ecosystems, 2004, 19(1): 119-129.
- [12] 刘桂林, 张落成, 张倩. 苏南地区建设用地扩展类型及景观格局分析[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(10): 1375-1382.
- [13] 凌赛广, 焦伟利, 龙腾飞, 等. 2000 ~ 2014 年武汉市城市扩展时空特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(7): 1034-1042.
- [14] 卓莉, 李强, 史培军, 等. 基于夜间灯光数据的中国城市用地扩展类型[J]. 地理学报, 2006, 61(2): 169-178.
- [15] 姜世国, 周一星. 北京城市形态的分形集聚特征及其实践意义[J]. 地理研究, 2006, 25(2): 204-212, 369.
- [16] Wilson E H, Hurd J D, Civco D L, et al. Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth[J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 86(3): 275-285.
- [17] 刘小平, 黎夏, 陈逸敏, 等. 景观扩张指数及其在城市扩展分析中的应用[J]. 地理学报, 2009, 64(12): 1430-1438.
- [18] 陆张维, 徐丽华, 吴次芳, 等. 基于凸壳原理的杭州城市扩

展形态演化分析[J]. 地理科学, 2015, 35(12): 1533-1541.

[19] 赵玉岩, 栾维新, 王辉, 等. 城市核心建成区对邻近新增建设用地影响研究——以长江三角洲为例[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 30(10): 2172-2181.

[20] 吕志强, 代富强, 周启刚, 等. 近 30 年来典型山地城市建设用地蔓延的时空特征分析[J]. 水土保持研究, 2014, 21(1): 193-197.

[21] 刘纪远, 王新生, 庄大方, 等. 凸壳原理用于城市用地空间扩展类型识别[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 885-892.

[22] 钱敏, 濮励杰, 张晶. 基于改进景观扩张指数苏锡常地区城镇扩展空间形态变化[J]. 地理科学, 2015, 35(3): 314-321.

[23] 肖琳, 田光进. 天津城市扩展空间模式与驱动机制研究[J]. 资源科学, 2014, 36(7): 1327-1335.

[24] Wang J, Li X, Christakos G, et al. Geographical Detectors-Based Health Risk Assessment and its Application in the Neural Tube Defects Study of the Heshun Region, China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(1): 107-127.

[25] 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.

[26] Verburg P H, Eck J R R V, Nijs T C M D, et al. Determinants of land-use change patterns in the Netherlands[J]. Environment & Planning B Planning & Design, 2004, 31(1): 125-150.

[27] 高金龙, 陈江龙, 袁丰, 等. 南京市区建设用地扩张模式、功能演化与机理[J]. 地理研究, 2014, 33(10): 1892-1907.

[28] 李颖, 冯玉, 彭飞, 等. 基于地理探测器的天津市生态用地格局演变[J]. 经济地理, 2017(12): 180-189.

[29] 李进涛, 刘彦随, 杨园园, 等. 1985—2015 年京津冀地区城市建设用地时空演变特征及驱动因素研究[J]. 地理研究, 2018, 37(1): 37-52.

[30] 赵小凤, 刘梦丽, 王柏源. 基于地理探测器的城市建设用地规模时空差异及影响因素分析[J]. 中国土地科学, 2018, 32(5): 29-35.

[31] Wu F. Changing Spatial Distribution and Determinants of Land Development in Chinese Cities in the Transition from a Centrally Planned Economy to a Socialist Market Economy: A Case Study of Guangzhou[J]. Sage Publications, 1997, 34(11): 1851-1879.

[32] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151-160.

[33] 陈江龙, 高金龙, 魏也华, 等. 大都市区建设用地空间扩展机理研究——以南京市区为例[J]. 地理科学, 2013, 33(6): 676-684.

【作者简介】

吴巍(1986—), 男, 江西高安人, 博士, 江西师范大学城市建设学院讲师, 博士, 研究方向为城市发展与土地利用规划。