

: 10.13718/j.cnki.xdzk.2014.12.021

山地大都市核心区组团式城镇的 扩张特征与空间趋势^①

王金亮¹, 邵景安^{1,2}, 李阳兵¹

1. 重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 400047;

2. 重庆师范大学 三峡库区山地生态与区域发展研究所, 重庆 400047

摘要: 基于重庆都市区多时相 Landsat TM 影像数据, 以城镇扩张的空间格局特征为切入点, 利用城镇扩张面积、扩张速度和扩张强度指数来表征重庆都市区城镇扩张的时空特征, 以点格局分析中的标准差椭圆方法刻画重庆都市区城镇扩张的空间分布趋势, 结果表明: ① 在城镇空间扩张特征上, 1986—2010 年期间重庆都市区城镇面积呈指数增长趋势, 表现为 1986—1997 年正常扩张、1997—2005 年急速扩张和 2005—2010 年稳步扩张; ② 城镇空间分布上, 标准差椭圆的各项指标值趋势从大到小依次为 1986 年, 1997 年, 2010 年, 2005 年。1986—1997 年为局部性聚集特征, 1997—2005 年表现出全局性聚集特征, 2005—2010 年表现为扩散特征; 椭圆的长轴方向与重庆都市区地势的空间格局具有较强的一致性, 在大格局上城镇空间分布受控于当地的大地貌格局; 旋转角的变化显示主城区城镇扩张从偏北—南的格局到 2010 年转向东北—西南格局。

关键词: 城镇扩张; 标准差椭圆; 集聚扩散; 重庆都市区

中图分类号:

;

文献标志码:

文章编号: 1673-9868(2014)12-0122-06

城镇的空间扩张是人地关系相互作用的结果, 也是城镇化作用于地表空间的结果^[1], 更为重要的是, 城镇的发展是地区乃至国家社会发展的重要引擎^[2], 因此城镇空间扩张已成为国内外研究的重要议题。国外学者关于城镇空间扩张过程、格局的研究集中在应用理论模型^[3-7]来解释城镇扩张的空间关系以及空间机制, 研究尺度从国家区域尺度转移到跨国跨区域尺度; 国内研究相对起步较晚, 从 20 世纪 90 年中后期以来, 城镇空间扩张格局研究的数据来源大多基于遥感数据的监测^[8-10], 这主要得益于地理信息技术的不断提升, 研究集中在“空间演变过程”^[11-12]、“动力学过程”^[13-14]、“扩张模式和模拟”^[15-16]等方面。其中, 多数研究所依赖的城镇空间斑块镶嵌图是以具有明确边界的空间非连续性变量来表示城镇空间格局, 但是城镇斑块间的变化不可能是绝对的明显, 而且城镇分布边界也往往不确定^[17], 具有一定的随机性。而起源于植物生态学的点格局分析^[18]对土地利用景观的连续变化、分布趋势等问题的分析具有一定可行性, 它更多地强调研究区域内的点在空间分布上的特征和相互关系, 而不考虑随机点位上的属性值^[19], 因此本文在解释城镇扩张与格局中运用点格局思想方法, 同时, 考虑到由于城镇扩张方向往往具有各向异性特征^[20-21], 为了更好地指示这种特征的存在, 本文运用点格局方法中的标准差椭圆方法来解释重庆市城镇扩张的分布趋势。

由此, 本文从重庆都市区的城镇空间扩展特征、规模和速度入手, 借助点格局分析中的标准差椭圆统计方法探讨主城区城镇扩张过程的空间分布趋势, 以把握城镇发展的主体方向和演变轨迹, 并就都市区城

① 收稿日期: 2013-11-25

基金项目: 重庆市科委重点基金资助项目(2010JJ0069); 重庆市教委基础/应用基础研究项目(KJ090805); 重庆市科委自然科学基金资助项目(2009BB7239)。

作者简介: 王金亮(1988-), 男, 江西婺源人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与 GIS 应用研究。

通信作者: 邵景安, 研究员。

镇扩张所存在的问题进行讨论, 以期为研究区未来的城镇用地格局规划和国土空间格局优化提供参考。

材料与方 法

研究区概况

重庆市都市区界于缙云山和明月山之间, 长江与嘉陵江汇流区及其沿江两岸河谷浅丘地带, 是重庆市的核心部分, 面积 5 478 km², 占重庆市国土总面积的 6.65%, 其中主城建成区面积 647.78 km², 截止 2012 年底, 都市区常住人口 795.36 万人, GDP 达 4 955.80 亿元, 人均 GDP 62 308.89 元, 城镇化率 87.07%。华蓥山余脉分支南北走向穿过都市区, 包括缙云山、中梁山、铜锣山、明月山, 因而主城区被分割成大小不同的长条形区域, 也正是这些江河和山脉, 迫使聚居点在江边渡口、河谷阶地、山脉前缘环抱成团, 逐渐演变成重庆都市区特有的“多中心、组团式”城镇空间格局。

数据来源与处理

城镇空间格局数据来源于覆盖研究区的 1986 年、1997 年、2005 年和 2010 年 Landsat TM 影像, 中国科学院科学数据服务平台。原始影像经过多波段合成、基于多项式校正模型和最近邻距离重采样模型的几何精纠正, 选取 7,4,3 波段合成真彩色影像。为获取各时期的城镇空间分布信息, 对上述影像数据进行人机交互式目视解译, 将解译结果进行融合修正得到 4 个时期重庆都市区城镇空间分布格局数据, 并通过野外调查验证数据精度可以满足本文需求。本文采用城镇扩展面积、扩展速度和扩展强度指数反映重庆都市区城镇扩张的时空特征, 其中城镇扩展强度指数(Urbanization Idensity Index, UII)^[22]反映城镇扩张在空间上的变化, 能比较不同研究时期城市土地利用扩展的强弱和快慢。

城镇空间点格局的建立

空间点格局的创建和分析起源于植物生态学, 主要作用是在最大程度上利用点与点之间的距离信息, 避免了传统方法的缺陷, 并提供较为全面的空间尺度信息, 因此被广泛应用于种群空间分布^[23]和流行病学^[24]。点格局的分析是空间分析方法中除样方法、样线(带)法之外, 研究空间格局的重要手段之一, 但是目前的研究还相对较少^[25]。本文城镇空间点格局的建立主要按以下步骤进行: 在 ArcGIS Desktop9.3 中利用 create random points 命令在重庆都市区范围内随机生成 8 000 个样点, 样点个数由重庆都市区总面积(5 473 km²)及分类最小去除单位(27 个像素)决定, 并将该随机样点图层与各时期的城镇 shp 格式图层进行叠加, 提取出属于城镇类型的随机样点, 最终得到的各时期城镇随机样点数分别为 703 个(2010 年)、690 个(2005 年)、329 个(1997 年)和 270 个(1986 年)。

标准差椭圆方法

考虑到地理现象的空间分布在各个方向上的离散度存在一定差异, 即所谓的各向异性^[26]。本文建立了城镇空间扩张的标准差椭圆, 以此分析城镇扩张在空间上的各向异性离散程度。

标准差椭圆的计算结果包括 3 部分^[27]: $\tan\theta$ 、椭圆长轴和短轴方向的标准差, 其中, $\tan\theta$ 为正值说明从正北方向顺时针旋转 θ 与其重合的轴是长轴, 为负值说明从正北方向顺时针旋转 θ 与其重合的轴是短轴。本文利用 ArcGIS9.3 软件 ArcMap 模块中的 Directional Distribution(Standard Deviation Ellipse)命令执行标准差椭圆的计算, 其中执行一个标准差椭圆的计算时, 所包含的城镇样点数为总数的 86%, 表征局部性的城镇扩张, 执行 2 个标准差椭圆计算时则包括 95%, 表征全局性的城镇扩张。椭圆面积的大小变化指示城镇空间分布的聚集离散趋势, X 轴标准差所表示的椭圆短轴指示城镇空间分布的最少方向, 即最弱方向, Y 轴标准差所表示的椭圆长轴方向为城镇空间分布的最多方向, 即主体方向, 而两者值的大小变化反映城镇在该方向上的缩进程度, 椭圆旋转角度的变化则进一步反映城镇空间分布方向的偏离程度^[28]。

结果与分析

城镇的空间扩张特征

2.1.1 城镇扩张规模特征

由图 1 可以看出, 重庆都市区的城镇面积在不断增大, 从 1986 年的 156.235 km² 增大到 2010 年的 439.158 km², 共增加了 282.923 km², 且增长态势呈现出指数增长趋势。结合图 2 可知, 重庆市直辖以

前(1986—1997年), 城镇面积增长了 35.766 km^2 , 扩张的面积不是很大, 而自重庆直辖以来, 1997—2005年城镇的扩张面积增大到 112.266 km^2 , 与前一阶段相比城镇空间扩张明显; 但在 21 世纪第一个十年的中后期(2005—2010年), 城镇空间扩张规模同 1997—2005年阶段相近, 为 134.891 km^2 , 表现出稳步扩张的趋势。

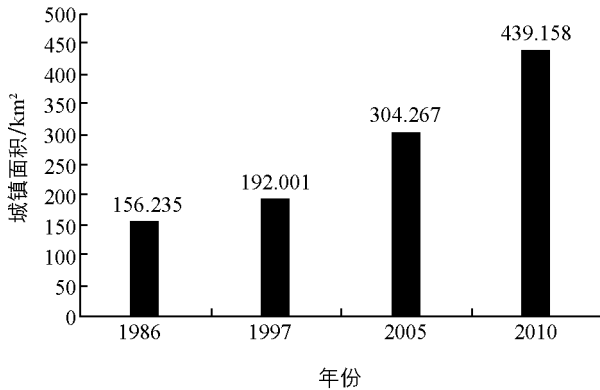


图 重庆都市区城镇面积变化

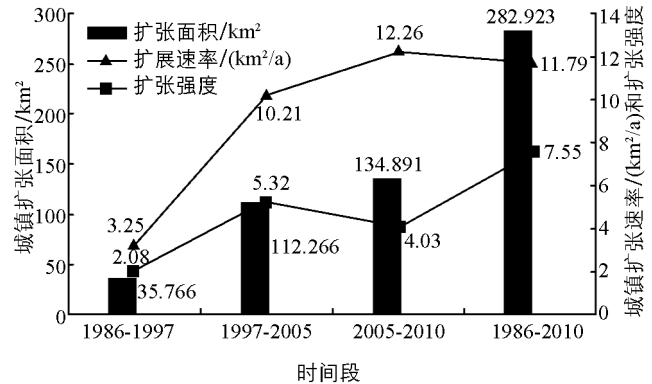


图 重庆都市区城镇扩张面积变化

2.1.2 城镇扩张速度特征

为了进一步验证重庆都市区城镇扩张过程, 由图 2 可知, 1986—1997年的扩张速度为 $2.08 \text{ km}^2/\text{a}$, 强度为 3.25, 表现出正常扩张的趋势, 而进入 1997—2005年, 扩张速度增大到 $10.21 \text{ km}^2/\text{a}$, 强度增大到 5.32, 与前一阶段相比, 扩张十分迅速, 已明显不属于正常扩张趋势, 表现出急速扩张特征。2005—2010年, 城镇扩张速度继续增大, 为 $12.26 \text{ km}^2/\text{a}$, 但与 1997—2005年相比, 差距不是很大, 只有 2.05, 2005—2010年扩张强度为 4.03, 表明城镇扩张的加速度在减小, 扩张势头稍微减弱, 表现出稳步扩张的特征。

可见, 1986—2010年重庆都市区城镇扩张主要表现为“正常扩张→急速扩张→稳步扩张”的发展趋势。重庆都市区的城镇扩张趋势也恰好是全国在该时间段内城镇化发展阶段的缩影, 因为改革开放后的 1986—1997年全国出现 2 次大规模快速的城镇化过程(1985—1989年和 1992—1995), 而在 1997—2005年期间内则出现冒进式城镇化(2000—2005年)^[29-30]。

城镇扩张的空间趋势

2.2.1 椭圆面积分布的集聚分散程度

由图 3 可以看出, 不管是表征城镇扩张全局性的 2 个标准差椭圆还是表征局部性的一个标准差椭圆, 这 2 类的面积范围先持续缩小(1986—2005年)后增大(2005—2010年), 表明重庆都市区城镇的空间分布呈先集聚后再分散的特征。

1986—1997年为正常扩张时期, 该时期 2 类标准差椭圆的面积都发生减小, 2 个标准差椭圆的面积由 1986 年的 $4\,341.35 \text{ km}^2$ 减小到 1997 年的 $3\,872.23 \text{ km}^2$, 而一个标准差椭圆面积由 1986 年的 $2\,013.99 \text{ km}^2$ 减小到 1997 年的 956.74 km^2 , 表现为局部性的扩张到全局性的扩张, 都市区的城镇扩张发生着聚集态势。因为这一时期恰好处于 1983 年国务院批准的重庆市第一次城市总体规划期限内, 城市建设基本方针是“严格控制城市规模”, 重庆都市区的建成区已部分突破原先“母城”范围, 主要以内部填充为主, 向外扩张的规模较小, 所以该时期城镇扩张呈现出一定的局部性聚集趋势。

1997—2005年为急速扩张时期, 2 类标准差椭圆的面积持续减小, 但与前一时期相反的是, 2 个标准差椭圆的面积减小趋势比一个标准差椭圆面积减小的明显, 表明城镇扩张的聚集性特征已扩展到整个都市区, 具有全局性的聚集特征。这主要是由于该时期内城镇扩张速度和强度增长急速, 城镇的扩张已不局限于内部的填充, 而是不断突破都市区山水格局的束缚, 影响到整个都市区。

2005—2010年为稳步扩张时期, 2 类标准差椭圆的面积变化出现了逆转, 呈现出增大趋势, 且 2 个标准差椭圆面积的增大比一个标准差椭圆的要明显, 城镇扩张出现扩散趋势, 而这种扩散趋势是建立在前两时期不断聚集的基础上, 也就是在全局性的扩张聚集性后出现了扩张扩散性。在发展的空间上, 北向发展

态势强劲,随着过江桥梁、穿山隧道的修建,向东、向西两个方向上的扩张速度加快,呈现跨越中梁山、铜锣山向东、西两翼发展的趋势,而且该时期的城镇扩张速度和扩张强度明显“降温”,扩张的聚集性被逆转。

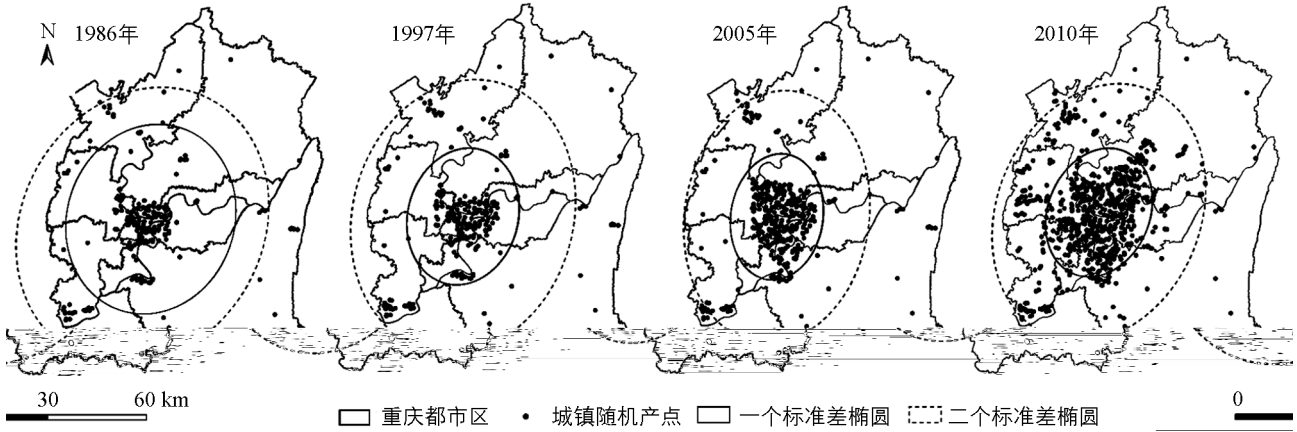


图 重庆都市区城镇随机样点的标准差椭圆空间分布

表 重庆都市区城镇空间分布格局的标准差椭圆参数

年份	一个标准差椭圆				二个标准差椭圆			
	面积 /km ²	X 轴标准 偏差/km	Y 轴标准 偏差/km	旋转 角度	面积 /km ²	X 轴标准 偏差/km	Y 轴标准 偏差/km	旋转 角度
1986	2 013.99	0.23	0.33	19.26	4 341.35	0.26	0.39	28.86
1997	956.74	0.15	0.30	14.95	3 827.23	0.19	0.38	14.95
2005	733.38	0.13	0.25	8.46	2 933.94	0.17	0.35	8.46
2010	846.05	0.14	0.28	22.37	3 384.64	0.18	0.36	22.37

2.2.2 椭圆长短轴的分布趋势强度

图 3 可以看出,对于统计有 95% 随机样点的 2 个标准差椭圆,以及有 86% 随机样点的一个标准差椭圆,椭圆的长轴方向与重庆都市区地势的空间格局具有较强的一致性。

表 1 可以看出,这 2 类椭圆的长半轴长从 1986 年到 2005 年呈减小趋势,而到 2010 年得到反弹,长度增大趋势从大到小依次为 1986 年,1997 年,2010 年,2005 年,整体上城镇空间分布在主要方向上呈现集聚趋势,到 2010 年出现的扩散趋势主要发生在北部新区。对于短半轴,长度大小同长半轴的变化一样,最为突出的变化是 2005 年到 2010 年之间,短半轴增长表明主城区城镇的空间分布在东西向上有扩张趋势,而且主要表现在中梁山以西地区的城镇建设,可见城镇空间扩张已不再受平行山岭的束缚而逐步向外围扩展,因为大量的工业建设用地、居民点建设等都采用了推平山头方式,这样的方式导致都市区建设受当地地形地貌的束缚在不断减弱。

2.2.3 椭圆旋转角的空间分布偏离程度

椭圆旋转角的空间分布与椭圆面积和长短轴分布的变化趋势相同,各特征时点转角呈现“减小—减小—增加”过程。以一个标准差椭圆为例,1986 年为 19.26°,1997 年缩小到 14.95°,2005 年再缩小到 8.46°,表明主城区的城镇空间分布呈现偏北—偏南格局,而到 2010 年,旋转角度增大到 22.37°,城镇的空间分布趋于东北—西南格局,这主要在于区内北部新区迅速兴起,并不断向东北方向扩张。

结 论

1) 城镇空间格局演变上,山地大都市区的“多中心、组团式”空间格局是特定用地条件和特定发展模式下的必然结果,也造就了重庆独具特色的山水城市景观。在城镇空间扩张特征上,1986—2010 年期间重庆都市区城镇面积增大呈现指数增长趋势,并表现出 1986—1997 年的正常扩张特征、1997—2005 年的急速扩张特征和 2005—2010 年的稳步扩张特征,且这种趋势与全国的城镇化发展趋势在前 2 个阶段有明显的相似。

2) 指示城镇空间分布趋势上,标准差椭圆的各项指标值都表现出一致的趋势。椭圆面积变化表明重庆

都市区城镇的空间分布为先趋集聚后再分散的特征, 1986—1997 年表现为局部性聚集特征, 1997—2005 年表现出全局性聚集特征, 2005—2010 年表现为扩散特征; 椭圆的长轴方向与重庆都市区地势的空间格局具有较强的一致性, 在大格局上城镇空间分布受控于当地的大地貌格局; 旋转角的变化显示出主城区城镇扩张从偏北—偏南的格局到 2010 年转向东北—西南格局。

研究表明, 基于点格局思想的标准差椭圆方法能够较好地刻画城镇扩张的空间分布趋势, 揭示城市空间扩张的主导方向。但本研究还是刚刚起步, 仍然有许多不足之处和有待进一步深入的地方, 例如, 城镇空间格局数据的精度有待提高, 获取更精细尺度下的城镇空间格局; 城镇扩张受尺度效应的影响而具有不同尺度下的特征; “多中心、组团式”的城镇空间扩张模式的驱动因子识别。

参考文献:

- [1] 顾朝林, 庞海峰. 建国以来国家城市化空间过程研究 [J]. 地理科学, 2009, 29(1): 10—14.
- [2] GU C L, CHAN ROGER C K, LIU J Y, et al. Beijing's Socio-Spatial Restructuring: Immigration and Social Transformation in the Epoch of National Economic Reformation [J]. Progress in Planning, 2006(66): 249—310.
- [3] FRANKHAUSER P. Fractal Geometry of Urban Patterns and Their Morphogenesis [J]. Discrete Dynamics in Nature and Society, 1998(2): 127—145.
- [4] DARREL JENERETTE G, HARLAN S L, BRAZEL A, et al. Regional Relationships Between Surface Temperature, Vegetation, and Human Settlement in a Rapidly Urbanizing Ecosystem [J]. Landscape Ecology, 2007(22): 3353—365.
- [5] COMBER A, BRUNSDON C, GREEN E. Using a GIS-Based Network Analysis to Determine Urban Green Space Accessibility for Different Ethnic and Religious Groups [J]. Landscape and Urban Planning, 2008(86): 103—114.
- [6] WU J G. Urban Sustainability: an Inevitable Goal of Landscape Research [J]. Landscape Ecology, 2010(25): 1—4.
- [7] Catalan B, Saur D, Serra P. Urban Sprawl in the Mediterranean? Patterns of Growth and Change in the Barcelona Metropolitan Region 1993—2000 [J]. Landscape and Urban Planning, 2008(85): 174—184.
- [8] 黎 夏. 利用遥感监测和分析珠江三角洲的城市扩张过程: 以东莞市为例 [J]. 地理研究, 1997, 16(4): 56—62.
- [9] 陈燕乔, 彭长连, 陈 波. 基于遥感监测的广州市建设用地图空变化 [J]. 热带地理, 2012, 32(6): 598—605.
- [10] 曾永年, 何丽丽, 靳文甦, 等. 长株潭城市群核心区城镇景观空间扩张过程定量分析 [J]. 地理科学, 2012, 32(5): 544—549.
- [11] 熊春妮, 魏 虹, 兰明娟. 重庆市主城区城市景观动态的多尺度分析 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(5): 128—134.
- [12] 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分析 [J]. 地理学报, 2007, 62(4): 437—447.
- [13] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 中国城市用地扩张的驱动力分析 [J]. 经济地理, 2003, 23(5): 635—639.
- [14] 吴晓青, 胡远满, 贺红土, 等. 沈阳市城镇扩展时空格局及其驱动力 [J]. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2282—2288.
- [15] 周春山, 叶昌东. 中国特大城市空间增长特征及其原因分析 [J]. 地理学报, 2013, 68(6): 728—738.
- [16] 徐昔保, 杨桂山, 张建明. 基于神经网络 CA 的兰州城市土地利用变化情景模拟 [J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(6): 80—83.
- [17] 陈晓军, 张宏业, 任国柱. 北京城市边缘区建设用地空间格局与区域生态环境效应——以房山区平原地区为例 [J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16(6): 292—294.
- [18] GATRELL A C, BAILEY T C, DIGGLE P J, et al. Spatial Point Pattern Analysis and Its Application in Geographical Epidemiology [J]. Transactions of the Institute of British Geographers, 1996, 21(1): 256—274.
- [19] 王金亮, 黄志霖, 邵景安, 等. 林地景观格局的样带梯度分布与空间聚集特征——以重庆三峡库区生态屏障区为例 [J]. 地理科学进展, 2013, 32(2): 308—317.
- [20] 杨振山, 蔡建明, 文 辉. 郑州市 2001—2007 年城市扩张过程中城市用地景观特征分析 [J]. 地理科学, 2010, 30(4): 600—605.
- [21] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 上海城市用地扩展强度、模式及其空间分异特征 [J]. 自然资源学报, 2003, 18(4): 412—422.
- [22] 渠爱雪, 仇方道. 徐州城市建设用地扩展过程与格局研究 [J]. 地理科学, 2013, 33(1): 61—68.
- [23] ALICIA L, FERNANDO M, SONIA C. Different Spatial Organization Strategies of Woody Plant Species in a Montane Cloud forest [J]. Acta Oecologica, 2012, 38(1): 49—57.
- [24] ERSB LL A K, ERSB LL B K. Simulation of the K-Function in the Analysis of Spatial Clustering for Non-Randomly Dis-

tributed Locations: Exemplified by Bovine Virus Diarrhea Virus (BVDV) Infection in Denmark [J]. *Preventive Veterinary Medicine*, 2009, 91(1): 64–71.

- [25] 高 凯, 周志翔, 杨玉萍, 等. 基于 Ripley K 函数的武汉市景观格局特征及其变化 [J]. *应用生态学报*, 2010, 21(10): 2621–2626.
- [26] 马林兵, 曹小曙, 牟少杰. 一种融合地理空间指标的土地需求量预测方法 [J]. *地理研究*, 2011, 30(5): 854–860.
- [27] 曹志东, 王劲峰, 高一鸽, 等. 广州 SARS 流行过程的空间模式与分异特征 [J]. *地理研究*, 2008, 27(5): 1139–1149.
- [28] 赵 媛, 杨足膺, 郝丽莎, 等. 中国石油资源流动源—汇系统空间格局特征 [J]. *地理学报*, 2012, 67(4): 455–466.
- [29] 齐 梅, 林秀梅, 杨庆媛, 等. 重庆市城镇土地集约利用的空间差异分析 [J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 2009, 31(8): 157–162.
- [30] 刘 娟, 郑钦玉, 郭锐利, 等. 重庆市人口城镇化与土地城镇化协调发展评价 [J]. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 2012, 37(11): 66–72.

WANG Jin-liang¹, SHAO Jing-an^{1,2}, LI Yang-bing¹

1. *College of Geographical Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;*

2. *Institute of Mountainous Ecology and Regional Development in Three-Gorges Reservoir Area, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China*

: The direct result of urbanization to geographic space is the spatial expansion of cities, which is also the important engine of regional economic development. Based on the multi-temporal Landsat TM images of Chongqing metropolitan area from 1986 to 2010 and starting from the spatial patterns of urban expansion, this article reveals the temporal and spatial characteristics of urban expansion in Chongqing metropolitan area with the help of urban expansion area, urban expansion rate and urban expansion intensity index, and characterizes its spatial distribution tendency of urban expansion, using the standard deviational ellipse method in point pattern analysis and geography information system spatial analysis, so as to capture the main direction of urban development and evolution trajectory, and provide reference for future planning and pattern optimization of urban land pattern. The conclusions can be drawn as follows. (1) During the period from 1986 to 2010, the urban area in Chongqing metropolitan area showed an exponential growth, with a slow expansion during 1986–1997, a rapid expansion during 1997–2005 and a steady expansion during 2005–2010. (2) For the spatial distribution tendency of urban expansion, all the index values of standard deviational ellipses showed a consistent trend, $1986 > 1997 > 2010 > 2005$. A localized accumulation feature was detected in 1986–1997 period, an overall accumulation feature was shown in 1997–2005 period and a diffusion characteristic was revealed in 2005–2010. The long axis of ellipses had a strong consistency with the spa

