

重庆市城市空间扩展研究及驱动力分析*

黄孝艳^{1,2}, 陈阿林^{1,2}, 胡晓明^{1,2}, 李月臣^{1,2}, 胡波^{1,2}

(1. 重庆师范大学 地理与旅游学院; 2. GIS应用研究重庆市高校重点实验室, 重庆 400047)

摘要:通过引入城市空间扩展强度和紧凑度指数,借助遥感和地理信息系统软件通过对4个时间段(1980年、1997年、2005年、2010年)的TM影像数据及土地利用现状数据进行预处理和分析,揭示重庆城市空间扩展时空演变特征。结果表明:1)重庆市城市空间扩展表现在时间上的阶段性,总体上直辖以后比直辖之前城市空间扩展速度加快,其扩展强度和紧凑度都随时间呈上升趋势;2)空间上的不平衡性,由于各个时期发展区域重点不一,从而导致了各区发展不平衡,各个区在相同时期发展强度、紧凑度和发展模式也具有差异性;3)驱动因素的多样性,主要选取了社会经济因子、人口增长因子、政策导向性因子加以分析,得出经济发展速度的周期性决定了城市空间扩展速度的周期性和城市空间结构分化形式的周期性,国家和地方政策引导及重庆市人口快速增长对重庆市城市空间扩展趋势有重要的影响作用。

关键词:城市空间扩展; 地理信息系统; 扩展强度; 紧凑度; 重庆市

中图分类号: F301.2; K909

文献标志码: A

文章编号: 1672-6693(2012)04-0041-06

城市作为政治、经济、文化、交通、通讯等方面的中心,体现在城市的发展与它的自然、经济、人文等要素上具有时间上的阶段性、顺序性^[1],随着人口的集聚,必然要求城市空间向外围扩展或者内部结构重组。城市空间扩展的过程中,土地利用变化的主导在目前乃至将来都会是城镇用地^[2],这就使得城市土地扩展与耕地资源的矛盾将会更加尖锐。因此,积极充分地开展城市空间扩展研究,分析城市空间扩展模式以及历史变化趋势、时空特征,探讨城市空间扩展的驱动机制,有利于控制和引导城市建设土地合理扩展。

由于遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术在空间数据处理及分析方面具有强大功能^[3],因而两者成为研究城市动态变化监测的重要手段,并逐渐得到普及及应用^[4-5]。20世纪中叶,西方学者逐渐对城市空间扩展的空间过程进行了研究,特别是在美国发射首颗地球资源卫星 Landsat-1 以来,国外学者将多源遥感数据应用于城市土地利用、城市空间扩展以及扩展中出现的生态环境问题,并取得了相当多的研究成果^[6-8]。90年代,中国学者就城市空间

扩展研究也取得了大量成果^[9-10],现今城市空间扩展研究逐渐向综合性、交叉性方向发展。而重庆复杂的山地地形条件,其城市空间扩展轨迹有异于其他地区,具有其独特性。许多学者对重庆市空间演化机制、形态特征、影响机制等进行了研究^[11-13],但是针对重庆主城区分区差异、山水相隔城市形态、组团发展模式的空间扩展独特性研究不足。基于此,本文将重庆市主城区分为9区,运用RS/GIS技术,探索各分区的城市空间扩展过程,在此基础上讨论影响城市空间扩展驱动机制。

1 研究区概况、数据来源

1.1 研究区概况

重庆市地处中国西南部,位于东经 105°17'~110°11'、北纬 28°10'~32°13'之间的青藏高原与长江中下游平原的过渡地带。东西长 470 km,南北宽 450 km,总面积 8.2 万 km²,与湖北、湖南、贵州、四川、陕西等省接壤。重庆主城区坐落在长江与嘉陵江交汇处,主城区常住人口 350 万,流动人口 300 多万,合计主城区人口近 700 万。属亚热带季风性湿润气

* 收稿日期:2011-07-26 修回日期:2011-11-29 网络出版时间:2012-07-04 11:15:00

资助项目:国家自然科学基金(No. 40801077);教育部重点项目(No. 209100);重庆市教委科技项目(No. KJ07081);重庆市气象局开放基金(No. Kfjj-201103);重庆市自然科学基金(No. CSTC2008BB7367)

作者简介:黄孝艳,女,硕士研究生,研究方向为遥感与地理信息系统;通讯作者:陈阿林,E-mail:cal@cqnu.edu.cn

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20120704.1115.201204.41_007.html

候,年平均气候在 18℃左右,冬季最低气温平均在 6~8℃,夏季平均气温在 27~29℃,日照总时数 1 000~1 200 h,冬暖夏热,无霜期长、雨量充沛、湿润多阴、雨热同季,常年降雨量 1 000~1 400 mm,春夏之交夜雨尤甚,素有“巴山夜雨”之说。

1.2 数据来源

选取了 1980 年、1997 年、2005 年和 2010 年 4 个时相分辨率均为 30 m×30 m 的 TM 影像数据。同时辅助于社会经济、人口等相关统计数据以及 1980 年、1995 年和 2005 年 1:10 万重庆市土地利用现状图,用于遥感解译的后期校正资料。

2 研究方法和路线

2.1 研究方法

鉴于重庆市组团式城市结构特点,为了更好地揭示城市扩展的不平衡性,文章对重庆市主城区按照自然区划分为 9 区进行研究,借助城市空间扩展强度指数^[14]、紧凑度指标^[15]等分析城市时空演变特征。

2.1.1 城市扩展定量指标 1)采用城市空间扩展强度指数(Urbanization intensity index, UII)对城市用地扩展的强弱和快慢进行描述,其值越大城市空间扩展越快。城市空间扩展强度指数的计算表达式为 $UII_{i,t-t+n} = [(ULA_{i,t+n} - ULA_{i,t}) / n] \times 100 / TLA_i$ 。式中, $UII_{i,t-t+n}$ 为行政区单元 i 的城市空间扩展强度指数, $ULA_{i,t+n}$, $ULA_{i,t}$ 分别为第 i 个行政区在 $t+n$ 和 n 年城市用地面积; TLA_i 为该行政区土地总面积, n 为研究时段。2)引入紧凑度指标对重庆市城市空间扩展空间特征演变进行分析,其值越小紧凑度越低,城市空间受外界干扰越大。如以 C 代表城市紧凑度指标, A 为城市建成区面积, P 表示城市建成区轮廓的周长,则 $C = 2\sqrt{(\pi A)} / P$ 。

2.1.2 城市建成区范围确定 国内外学者对在遥感影像上提取城市建设用地方法有较多研究,主要通过基于城市道路网络^[16]、基于城乡纹理密度和归一化指数等方法来提取。由于城市用地主要以植被用地、建筑用地以及水体 3 种土地类型构成^[17],因此,本文根据这 3 种土地类型指数^[18-20],生成这 3 个指数(NDVI/NDBI/NDWI)的波段合成图,通过非监督分类和人机交互综合提取城市用地信息,采用这种方法提取的边界精度更高。

2.2 技术路线

首先对多时相的 TM 原始影像数据进行投影

转换、几何校正和重采样预处理,目的在于对遥感图像进行噪声滤除,以便更好地利用预处理后的遥感图像所反映的地物目标波谱特性进行反演、统计和分析^[21]。然后结合行政区边界提取研究区,为接下来的遥感影像分类提供基础数据。最后利用 ERDAS9.2 软件衍生出 1988 年、1997 年和 2005 以及 2010 年 4 个时相的 NDVI、NDBI 和 MNDWI3 指数波段,并分别对其波段进行图像组合,将影像数据 7 个波段压缩到 3 个波段,结合 1:10 万土地利用图,对合成影像采用非监督分类法进行分类,并从分类结果图中提取出 4 时相的城镇用地信息。为了使提取出的城镇用地具有较明显的城区边界,需要将城镇用地信息进行多次分类后处理,消除用地信息中一些小的斑块,得到最后的城镇用地边界信息图。为了定量研究重庆市城市空间扩展,本文计算出各区城市用地面积在不同时期的扩展强度和紧凑度,有利于分析城市在各个时期扩展的空间特征差异性。同时结合城市经济和人口等统计数据,对重庆市城市空间扩展的驱动机制进行分析,探索对城市空间扩展起主导作用的因子。具体技术路线如图 1 所示。

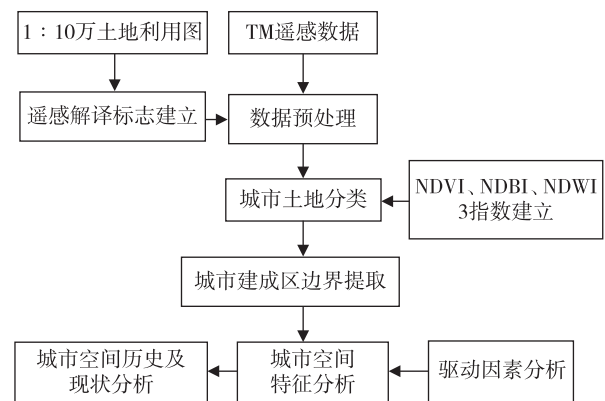


图 1 基于 RS 和 GIS 的城市空间扩展研究技术路线图

Fig. 1 The technology roadmap of city spatial expansion based on RS and GIS

3 研究结果

以重庆市主城区自然行政区划为依据,将城市建成区分为 9 区,对各时相各个区的城镇建设用地区域空间分布图进行叠加分析,获得不同年份的各区城镇建设用地区域面积,然后分析不同时段各区城镇建设用地区域数量特征与空间演变特征(表 1 和封三彩图 2),运用扩展强度指数与紧凑度指数(图 3 和图 4),分析主城各区城市空间扩展的内部差异。

表1 重庆市城市建成区分区面积统计

Tab.1 Built-up area partition area statistics of Chongqing main urban zone City km²

	1980年	1997年	2005年	2010年
渝中区	16.34	17.76	17.76	17.76
大渡口区	14.50	24.02	30.70	34.15
江北区	20.30	29.48	38.41	51.04
沙坪坝区	35.83	47.58	61.93	107.04
九龙坡区	38.14	60.36	70.89	87.14
南岸区	25.50	40.32	56.63	66.17
北碚区	14.05	19.70	27.18	46.48
渝北区	10.65	25.56	95.26	133.16
巴南区	16.40	25.29	33.08	42.37
主城区	191.70	290.09	431.84	585.30

3.1 城市空间扩展在时间上的阶段性

对于城市用地扩展的数量分析,主要是研究城区在一定时段内城市用地的扩展速度。从表1可以看出1980—2010年的30年重庆市城市建成区面积整体呈上升趋势;其中1980—1997年间城市建成区面积年平均扩展达到5.79 km²;1997年重庆直辖以后,城市空间扩展速度明显加快,该期间建成区面积增长到431.82 km²,其间年平均扩展面积为23.63 km²,显著超过了前面的时期;2010年城市建成区面积是1997年的2倍,其中2005—2010年的年平均扩展面积最大,达到30.69 km²,这期间除渝中区外,其余各区的扩展速度都稳步上升。从图3、4发现,随着时间推移,各区城市空间扩展强度指数及紧凑度指数普遍高于前一时期。其中1997—2005年重庆市经历了直辖以来的初期经济发展,城市发展迅速,各区城市建成区都有大面积扩展,城市扩展指数明显高于1980—1997;2005—2010年是重庆市主城区城市发展最为迅速的阶段,扩展指数值普遍比前两个时期大。1980、1997年重庆市主城区紧凑度较低,只有渝中区在1997年达到了1以上,其他各区均在0.5以下;1997—2010年以来城市扩展速度明显加快,城市在向外围延伸的同时,内部结构不断重组,导致各区紧凑度不断升高。

3.2 城市空间扩展在空间上的不平衡性

由表1和封三彩图2还可以看出,各个区在不同年份城市建成区扩展面积也有所不同,各个城区内部空间扩展也存在差异。总体来看,截止2010年,沙坪坝区和渝北区城市建成区面积最大,与

1980年相比,扩展面积也最多,其扩展强度指数最大;渝中半岛由于受地理位置的影响,城市建成区已基本呈饱和状态,没有向外围扩展;相比其他区,大渡口区面积变化最小,30年只增长了19.65 km²,其次是巴南区、北碚区和江北区。

1)以1980年重庆市建成区作为参考,分析其它时期城区空间扩展的分异特征及主导方向。80年代城区扩展主要集中在老城城区的空间填充上,没有明显的向外围扩展趋势,城市紧凑度普遍较低,这一时期主要受地形和交通的影响,城市空间扩展区域主要在半岛地区的老城区,南岸和北岸地区有少量扩展。进入90年代增加的建成区主要分布在江北区北部、南岸区南部经济开发区,以及“半岛”西部的部分地区。但江北区与南岸被两江阻隔,交通不如“半岛”地区,其扩展也不如“半岛”西部区域。

在此期间,城市空间扩展强度指数最大区域为大渡口区,渝中区次之;最小为巴南区,北碚区次之。渝中区由于受地理位置和历史的原因,导致该区的紧凑度最高,说明渝中区城市空间受外界干扰小,内部稳定性高,同时两江的地理因素制约了渝中区向外发展。

2)1997—2005年期间,城市建成区扩展主要位于渝北区、沙坪坝区和南岸区,沿交通干线延伸显著;在西南新城开发区和大渡口区西南方向城市空间扩展也很显著;北碚区的西南部扩展也很明显;期间各城市空间扩展指数都较上一时期有所增长,其中尤以大渡口区和南岸区增长最大。从图4来看,相比1997年,2005年除渝中区没变化外,大渡口区和渝北区的紧凑度指数有所上升,其他各区都有所降低,说明大渡口区和渝北区的扩展模式在这一时期主要以内部填充为主,而其他各区主要以外部蔓延为主,形成多中心组团模式,城市发展向外围扩展迅速。

3)2005—2010年时期发展转向西、北两方向。由于城市发展受交通因素的影响,城市建成区沿公路分布延伸明显,直接导致处于这两方向的沙坪坝区和江北区城市空间扩展速度最快,同时这一时期北岸和南岸各区发展速度都普遍比以往时期快,其中尤以江北区发展最为迅速,城市空间扩展强度最大,巴南区发展速度最慢。紧凑度指数除大渡口区和南岸区少许降低外,其他各区都有所增长,说明在经过1997—2005年的快速发展时期后,各区发展模式由外围蔓延转向内部填充为主。

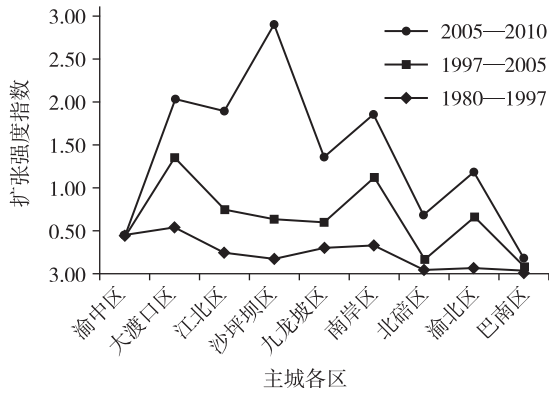


图 3 重庆市各区扩张强度指数

Fig. 3 The expansion intensity index of Chongqing

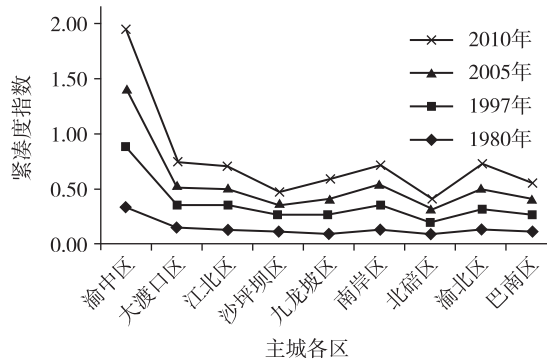


图 4 重庆市各区紧凑度指数

Fig. 4 The compactness index of Chongqing

3.3 驱动因素的多样性

城市化过程是动态的演化过程,城市空间扩展作为城市化作用的表现形式,是内部驱动因素与外部驱动因素共同作用的结果,具体包括:区域资源条件、地理环境(地形地貌、水文、气候等)、政策、社会经济、人口、文化和生产技术等因素^[22]。城市空间扩展驱动力是随着生产力的发展水平而不断变化的^[23],对其研究视角也表现出多元化特征^[24]。在参考前人研究的基础上总结出重庆市主城区扩展的主要影响因子,分别对社会经济因子、人口增长因子、政策导向和规划因子加以分析。

3.3.1 社会经济因素 城市的发展与经济发展息息相关,经济发展速度的周期性决定了城市空间扩展速度的周期性和城市空间结构分化形式的周期性。当经济高速增长时,城市空间扩展为外延式水平扩展,城市用地呈较松散状态;在经济稳定增长或增长缓慢时,城市建设以填充城市内部剩余空间为主,城市发展转化为内部填充式,建筑密度加大。

从图 5 可以看出,从 1980 年以来重庆市经济发展可以分为 3 个阶段:从 1980 年至 1990 年间 GDP 增长缓慢;1990 年至 1997 年间 GDP 快速增长;

1997 年以后 GDP 飞速发展。这与重庆市城市空间扩展趋势相近,通过相关分析计算得出显著水平为 0.973,因此经济增长与城市建成区扩展具有明显的线性相关关系。伴随着城市经济发展,基础设施的发展也促进了城市空间扩展并使城市外部形态改变。交通设施作为基础设施的核心组成部分,是城市空间扩展的牵动力,对城市空间扩展具有指向性作用。特别是 1997 年以来,主城区经过实施“半小时主城区”工程和“道路白改黑”等重大项目,新建城市道路 1 万多公里;外环高速公路的修建贯通,使得一批道路堵塞点和交通拥挤路段得到了有效解决,道路交通状况有所改善,并使得城市空间扩展迅速向二环方向蔓延。交通等基础设施的建设完善,使得重庆主城区城市空间扩展突破了一部分自然环境的局限性。

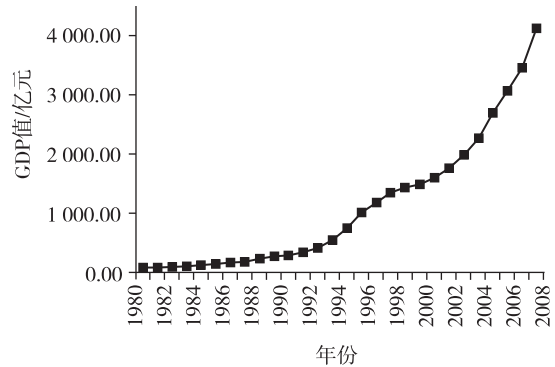


图 5 1980 年以来重庆市 GDP 增长曲线

Fig. 5 The GDP growth curve since 1980 of Chongqing

3.3.2 人口因素 城市人口对空间的需求促使城市空间不断扩展,人口流动、生活方式及生活环境的变迁,也间接地影响城市空间变化。主城区作为重庆市社会经济发展核心区域,人口聚集程度十分巨大,其人口地域分布与城市主要功能和经济要素集中在主城区的趋势是一致的。直辖以来,重庆市主城区人口增长快速,2009 年常住人口接近 700 万人,较 2000 年增长幅度达到 15%。但主城区内人口空间分布不平衡,增长也存在差异性,其中,渝北区增长幅度最大,达到 26.8%,南岸区增幅也超过全市的平均水平;人口增幅最小的是渝中区,其次为大渡口区。人口分布不均匀与城市空间扩展存在区域差异性呈正相关关系。各区横向比较结果显示,“半岛”区域内人口增长放缓,这与环境承载力有关,人口达到一定数量后呈饱和状态;“半岛”西部、两岸区域人口增长速度加快,人口增长将进一步加速该区域的城市空间扩展。

3.3.3 政策导向和规划因素 直辖以前,重庆市只是西部的一个大城市,社会经济欠发达阻碍了城市发展;直辖以后,在西部地区的窗口和辐射作用中,重庆被认为是关系到国家发展战略的城市,因此受到国家一系列政策措施的支持及许多优惠的政策,增强了重庆对外的吸引力,为城市空间结构的建设迎来一个政策宽松、制度合理、观念先进、经济逐步发展的环境。在城市发展中,城市规划对城市用地扩展的影响尤为重要,它对城市空间扩展方向、规模、速度都具有很强的导向作用。从重庆的规划历史来看,各版本城市规划对城市空间扩展均产生了重要的影响。83版总体规划确定了重庆市“多中心、组团式”的城市用地空间结构,明确了重庆市主要发展方向。98版总体规划修编确定了新的城市空间形态结构,突破了两山屏障,布置了十一个外围组团,拓展了城市的空间。2003年规划了西部大学城的建设,该项目的实施将重庆主城区建成区的版图向西推移了20多公里。2007版新总体规划进一步明确了“一城五片、多中心组团式”的发展策略,规划了“两环十射”的高速公路网,使得城市进一步扩展。

4 总结

1)重庆市城市空间扩展在时间上具有阶段性,并且城市经济发展与城市空间扩展趋势具有明显的正相关性。改革开放初期,由于经济发展的制约,城市发展缓慢;90年代后,市场经济初现成效,城市空间扩展有所加快,特别是在1997年直辖以后,城市发展进入了高速发展阶段,扩展强度达到了新高。

2)重庆市城市空间扩展在方向上具有明显的差异性。改革开放30年来,各个时期发展区域重点不一,从而导致了各区发展不平衡,突出方向不一。1997年以前,城市发展主要以半岛区域为主,1997年以后,城市发展不断向外围延伸,1997—2005年主要在江北、渝北和南岸区,城市发展突破了两江的限制,向北岸和南岸方向蔓延。2005—2010年,城市发展继续往北延伸,同时转向西部发展,其他各区在原有城区的支持下,内部填充的同时不断向外围扩展延伸。

3)1997年以后的城市空间扩展过程中,一些区域的紧凑度有所降低,说明城市不断的向外围扩展,形成了更多的发展中心。未来重庆市的城市发展必然要与城市规划紧密结合,科学合理的构建紧凑型城市结构,减少城市发展与耕地的矛盾,构建城市与

经济环境同步发展模式。

4)在重庆市主城区城市空间扩展的诸多驱动因子中,国家和地方政策的引导及重庆市的人口快速增长对重庆市城市空间扩展趋势具有重要的影响作用。同时,经济快速发展对重庆市城市空间扩展起到了推动作用,基础设施建设与完善对重庆市城市空间扩展起到了促进作用。

参考文献:

- [1] 康红刚. 济南市城市空间格局演变研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2009.
- [2] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [3] Sui D Z. GIS and urban studies: positivism, post-positivism, and beyond[J]. *Urban Geography*, 1994, 15(3): 258-278.
- [4] 马荣华, 陈雯, 陈小卉, 等. 常熟市城镇用地扩展分析[J]. *地理学报*, 2004, 59(3): 418-426.
- [5] 吴宏安, 蒋建军, 周杰, 等. 西安城市扩张及其驱动力分析[J]. *地理学报*, 2005, 60(1): 143-150.
- [6] Jenson J R, Toll D L. Detecting residential land use development at the urban fringe[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1982, 48: 629-643.
- [7] Michael B. Urban modeling: algorithms, calibrations, predictions[M]. United Kingdom: Cambridge University Press, 1976: 1-32.
- [8] 武进. 中国城市形态: 结构、特征及演变[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990: 13-14.
- [9] 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.
- [10] 王新生, 刘纪远, 庄大方, 等. 中国特大城市空间形态变化的时空特性[J]. *地理学报*, 2005, 60(3): 392-400.
- [11] 郭莉滨, 杨庆媛, 郝府祥. 重庆城市土地利用空间演化机制及对策研究[J]. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 2005, 30(3): 573-576.
- [12] 廖和平, 彭征, 洪惠坤, 等. 重庆市直辖以来的城市空间扩展与机制[J]. *地理研究*, 2007, 26(6): 1137-1146.
- [13] 牟凤云, 张增祥, 谭文. 基于遥感和GIS的重庆市近30年城市形态演化特征分析[J]. *云南地理环境研究*, 2008, 20(5): 38-43.
- [14] 刘盛和, 吴传钧. 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.
- [15] 刘纪远, 王新生, 庄大方, 等. 凸壳原理用于城市用地扩展空间类型识别[J]. *地理学报*, 2003, 58(6): 886-892.
- [16] 陆毗, 汤茂林, 刘茂松. 基于RS和GIS的江阴城市扩张研究[J]. *南京师范大学学报: 自然科学版*, 2010, 33(2): 132-137.

- [17] Stefanov W L, Ramsey M S, Christensen P R. Monitoring urban land cover change: an expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2001, 77(2):173-185.
- [18] Rouse J W, Haas R H, Schell JA, et al. Monitoring vegetation systems in the great plain swith ERTS[R]. Washington DC: NASA Special Publication, 1973: 309-317.
- [19] 杨山. 发达地区城乡聚落形态的信息提取与分形研究—以无锡市为例 [J]. *地理学报*, 2000, 55(6): 671-678.
- [20] McFeeters S K. The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1996, 17(7):1425-1432.
- [21] 刘世峰, 李来芝. 基于遥感技术的城市化进程中南京浦口区的土地利用变化 [J]. *遥感技术与应用*, 2008, 23(2):166-172.
- [22] 徐涵秋. 基于压缩数据维的城市建筑用地遥感信息提取 [J]. *中国图像图形学报*, 2005, 10(2):223-229.
- [23] 方创琳, 鲍超, 乔标, 等. 城市化过程与生态环境效应 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [24] Gong J Z, Xia B C. *City Landscape Ecology and Ecological Security* [M]. Beijing: Scientific Press, 2008.

Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

On Urban Spatial Expansion and Analysis of Driving Forces in Chongqing City

HUANG Xiao-yan^{1,2}, CHEN A-lin^{1,2}, HU Xiao-ming^{1,2}, Li Yue-chen^{1,2}, HU Bo^{1,2}

(1. College of Geography and Tourism; 2. Key Laboratory of GIS Application (Chongqing Municipal Education Commission), Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: Through introducing urban spatial expansion and compactness index, with the aid of remote sensing and geographical information system software, by means of pretreatment and analysis of TM image data and 2010 present situation of land utilization data in four time ranges (1980, 1997, 2005, 2010), this article revealed evolution characteristics of Chong Qing city space-time expansion. The results indicated that: Chong Qing spatial expansion expressed in time stages shows that Chong Qing after becoming municipality increased more quickly than before in expansion speed in general, it is mainly reflected at the urban expansion trend and intensity over time. Since development region is not the same in different periods, it leads to different districts having unbalanced characteristics in development, which is mainly reflected in various districts of the city having different development intensification, compactness and development model in the same period. The variation of driving factors mainly select social-economical factors, population growth factors and policy leading factors to be analyzed. A conclusion arrives that the speed of economic development cycle determines the city spatial expansion rate periodicity and city space structure differentiation form periodic, the national and regional policy leading, quick population increasing have an important effect on the Chong Qing urban expansion trend.

Key words: urban expansion; GIS; expansion intension; compact tolerance; Chongqing

(责任编辑 欧红叶)

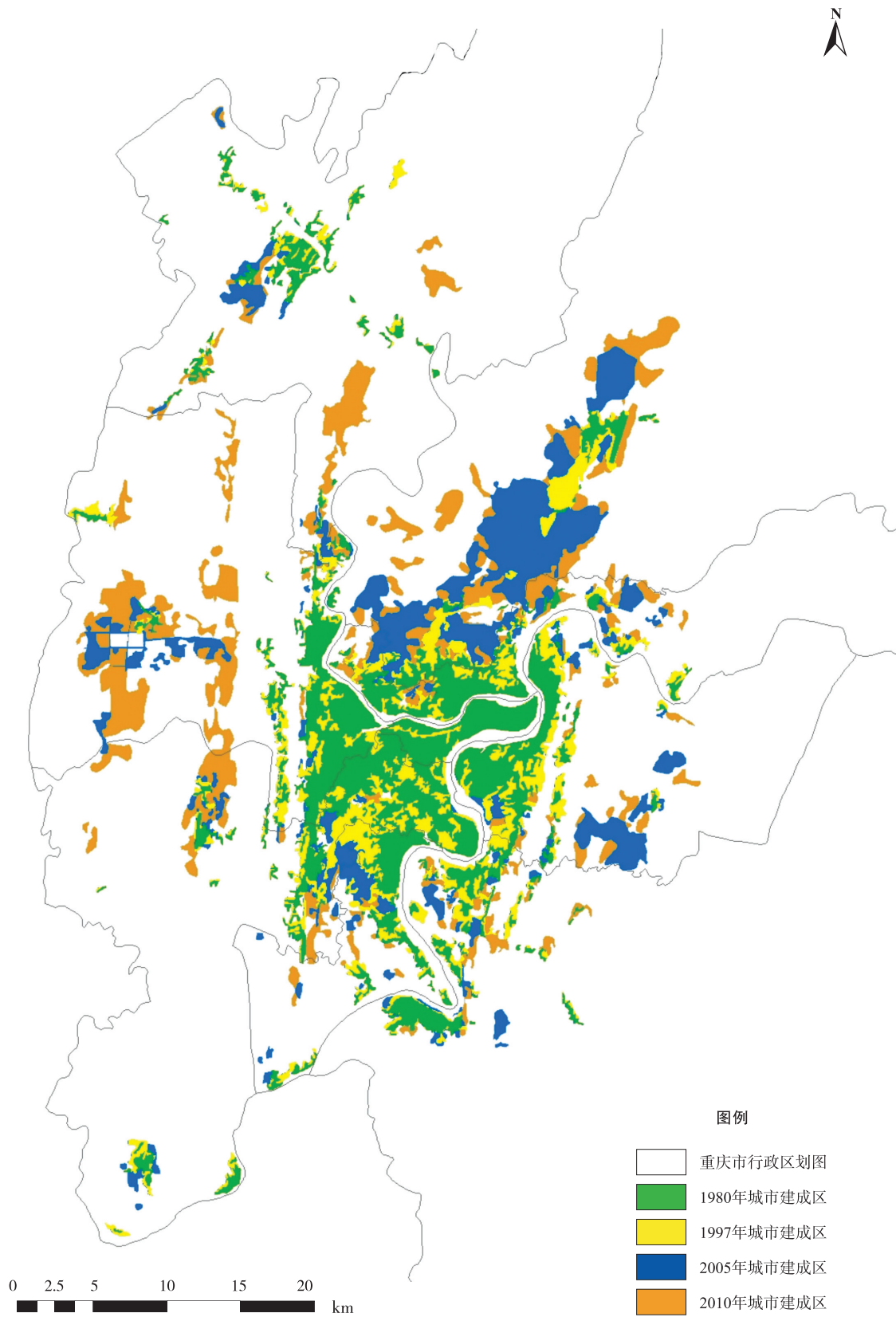


图2 重庆市主城区城市边界空间叠置图
 Fig. 2 City boundary superposed graph of Chongqing main urban zone