

文章编号: 1008 - 2786 - (2014) 1 - 30 - 08

贵阳市 1973—2010 年建成区遥感动态监测 与驱动力

李玲玲¹ 安裕伦^{1*} 邓焯文²

(1. 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州省测绘产品质量监督检验站, 贵州 贵阳 550001)

摘 要: 城市建成区的空间扩展情况是衡量城市化水平的重要指标。以不同时期的遥感影像为数据源, 应用 GIS 的空间分析, 提取出 6 个时期贵阳市建成区扩展及对周边土地占用的相关信息; 同时, 应用分维数和紧凑度对建成区 1973—2010 年的扩展情况进行空间特征分析。结果表明: 在 37 a 间, 贵阳市建成区面积扩展了 3.8 倍, 2010 年建成区面积达到 227.45 km², 相当于 1973 年的 4.8 倍, 1973—1990 年的 17 a 间, 仅增加 28.23 km², 而 1990—2010 年的 20 a 间, 增加了 152.23 km²。贵阳市建成区扩展的方式是以老城区为中心向四周扩展, 西北方向为其主要的扩展方向, 扩展占用的土地主要是耕地。自然环境对建成区的扩展形态起着限制作用, 人口和社会经济的增长是建成区扩展的主要推动力, 交通的发展是建成区扩展方向的牵引力, 政策和规划在很大程度上对建成区扩展起着引导和推动作用。

关键词: 贵阳市; 建成区扩展; 遥感监测; 空间特征; 驱动力

中图分类号: X22

文献标志码: A

我国自 20 世纪 70 年代末实行改革开放政策以后, 就逐步放开了原有对人口流动的控制, 大量农民工涌入城市, 加快了城市化的进程, 社会经济活动的快速发展, 给人类赖以生存的土地带来了空前的变化, 而城市作为人类活动高度集中的区域, 其所发生的变化就更加剧烈。城市建成区的空间扩展情况是衡量城市化水平的重要指标之一。过去 20 多年的时间里, 中国城市用地扩展迅速^[1]。城市作为社会经济活动的中心, 其建成区的扩展对周边土地利用的影响更为直接和剧烈。对城市建成区进行历史状况重建和有效地监测, 可以以一种连续方式反映其在空间区域上的演变过程, 为研究者和决策者提供有效的空间决策依据^[2]。近年来, 国外学者对不同地区城市扩张的模式及驱动机制等问题作了大量的

研究^[3-5], 不少学者采用 GIS 和 RS 技术及数据库管理系统等对城市扩展特征进行动态监测及分析预测。遥感图像具有客观、监测面积广、可重复性等特点, 它是城市建成区扩展的主要信息源; GIS 其强大的空间分析能力, 是城市建成区扩展信息进行空间分析的主要技术支撑。国内很多学者也已经应用 GIS 和 RS 技术对我国建成区进行了分析研究: 蔡博峰, 基于遥感和 GIS 的天津城市空间形态变化分析^[6]; 赵晓丽, 郑州城市空间扩展特征及其驱动因素分析^[7]; 牟风云, 济南市近 25 a 年城市建成区的空间扩展遥感监测^[8]; 牟风云, 基于多源遥感数据的北京市 1973—2005 年间城市建成区的动态监测和驱动力分析^[9]; 林目轩, 福州城市扩展的遥感动态监测^[10], 等等。从目前我国学者对城市建成区的

收稿日期(Received date): 2013 - 05 - 09; 改回日期(Accepted): 2013 - 06 - 19。

基金项目(Foundation item): 贵州省科技厅工业攻关项目(黔科合(2007) 3017)。 [Supported by Guizhou province for the industrial research project (Guizhou Contract2007—3017.)]

作者简介(Biography): 李玲玲(1987 -), 女, 贵州省兴义市人, 硕士研究生, 主要研究方向为地理信息系统与遥感。 [Li Lingling(1987 -), female, born in Xingyi, Guizhou province, master candidate, research in GIS and Remote sensing.] Phone: 15985191494, E - mail: 736178937@qq.com

* 通信作者(Corresponding author) 安裕伦(1957 -), 男, 贵州省贵阳市人, 教授, 主要研究方向为地理信息系统与遥感。 [An Yulun(1957 -), male, born in Guiyang, Guizhou province, professor, major research in GIS and Remote sensing.] E - mail: anyulun@126.com

研究上看,主要是结合时空特征及驱动力两个方面进行研究^[6-10],而且主要是以我国东部及沿海地区较发达的城市为主要研究对象,对西部地区的城市研究甚少,而研究时间长达近40 a建成区动态监测的研究更为少见。

贵州是我国极少有平原支撑的省份。贵阳市是贵州省省会,位于云贵高原东部,是我国西南地区重要的中心城市之一,是贵州省的政治、经济、文化、科教中心和西南地区重要的交通通信枢纽、工业基地及商贸旅游服务中心,被誉为“高原明珠”。贵阳市是全国国土综合开放重点地区——乌江干流的沿岸地区的中心城市;是我国西南地区通往东部和东南沿海通道上的重要城市之一;是联系西南、华南两大经济区的重要节点,是中国南部东西向铁路大动脉上的重要城市^[11]。经过37 a的变化,贵阳市建成区面积发展显著,其扩展对周边土地利用的影响剧烈。本文收集到1973—2010年6期遥感影像,对贵阳市建成区扩展变化进行分析讨论,重建贵阳市建成区发展的历史过程,为政府决策和对贵阳市未来城市规划提供科学依据,以促进贵阳市经济的发展,更好地保护贵阳市生态环境。

1 数据获取与研究方法

贵阳市位于贵州省中部偏北,106°27′~107°03′E,26°11′~26°55′N之间,是一座典型的喀斯特发育完全、城市生态脆弱的高原山区城市^[12]。其独立的盆地面积十分有限,历史上也形成了以中心区为核心,各片区分散呈组团布局的形式,俗称“众星捧月”^[11]。

贵阳市属亚热带湿润温和型气候,具有冬无严寒、夏无酷暑、雨量充沛等特点。据国土部门公布,贵阳市土地总面积8 034 km²,占全省面积的4.56%。贵阳市城区范围包括云岩区、南明区、白云区、金阳新区、乌当区、小河区、花溪区,共495 km²的区域^[13]。

1.1 数据获取

本文采用1973年贵阳市Landsat MSS影像,1990年、1995年、2000年、2005年和2010年贵阳市Landsat TM影像为主要数据源。在37 a间,完成6个时期共5个时间段的遥感动态监测,1970年代遥感影像一景,20世纪90年代以后间隔时间均为5 a。

1.2 研究方法

1.2.1 遥感图像处理

遥感图像处理包括影像配准、波段合成、影像增强和几何精校正等环节。

对不同时期遥感影像建立统一的坐标投影,具体方法是先将贵阳市1960年航拍的1:5万地形图进行扫描、地理校正,以此作为遥感影像精校正的基准,然后对不同时期遥感影像以校正好的地形图为基准进行几何精校正,在ERDAS 9.2遥感处理软件中进行,采用WGS_1984_UTM(48N)投影,在遥感影像、地形图上选取稳定、明显的对应地物作为控制点,每景影像选取80~100个控制点,校正误差控制在1~2个像元,以保证遥感影像与地形图能够很好地在空间位置上得到匹配。对1990—2010年共5期TM影像采用4、3、2假彩色波段合成,对1973年MSS影像采用3、2、1波段合成。

1.2.2 动态数据获取

对6个时期的遥感影像进行人工目视解译,在ARCGIS 10.1软件平台下,首先提取出2010年贵阳市建成区边界,然后将2010年建成区边界矢量数据叠加在2005年经过精确配准的遥感影像上,提取出2005年贵阳市建成区边界,并且解译出2005—2010年边界之间变化的土地利用信息,由此可得出2005年城市建成区的边界以及2005—2010年扩展过程中对周边土地利用的占用信息。用类似的方法,即以以前一时期建成区边界为基础,获得后一时期建成区边界以及建成区扩展过程中占用的各土地利用情况。得出6个时期城市建成区边界和5个时间段土地利用变化情况。最后应用ARCGIS软件的图形编辑功能和统计功能,获得1973—2010年贵阳市建成区扩展过程图(图1)、1973—2010年贵阳市不同时期建成区扩展的土地利用影响(图2)以及不同时期土地利用各类型面积统计表(表1、表2)。

土地利用分类根据中国全国农业区划委员会《土地利用现状调查技术规程》(1984),从高级到低级逐级划分,将土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地和未利用土地共6个一级类型^[14]。本文根据贵阳建成区扩展占用周边土地利用情况,将土地利用类型分为4大类:耕地、林地、农村居民点及其他建设用地、其他土地。

2 建成区的遥感动态监测

2.1 面积变化

贵阳市建成区扩展基本上是以旧城区为中心向

四周扩展,在不同时期内,建成区扩展速度存在明显差异。贵阳市建成区面积在1973年为46.99 km²,经过37 a的发展,到2010年已扩展到227.45 km²(表1),增长了3.84倍,净增加面积180.46 km²,平均每年扩展4.88 km²。在贵阳市不同时期建成区面积扩展中可看出,有两次快速扩展时期,第一次是1973年到1990年,17 a间建成区面积扩展了28.23 km²,平均每年扩展1.66 km²;第二次是2000年到2010年,10 a间建成区面积扩展了133.08 km²,平均每年扩展13.31 km²。第二次扩展的面积比第一次扩展面积增长了3.71倍。1973—2010年建成区的快速扩展,说明贵阳市发展的步伐紧跟我国改革开放的政策,建成区面积扩展速度加快。

1973—1990年建成区扩展面积占37 a总扩展面积的15.64%,2000—2010年建成区扩展面积占37 a总扩展面积的73.74%。从所有监测时段中可看出,2005年到2010年建成区扩展面积是所有扩展时段中增加量最大的阶段,净增加面积为95.3 km²,占37 a总扩展面积的52.81%。其次是2000年到2005年,净增加面积37.78 km²,占总扩展面积的20.94%。从监测结果可以看出自2000年开始,西北方向的金阳新区成为贵阳市建成区主要的发展对象。贵阳市建成区1973—2010年扩展过程见图1。

2.2 建成区扩展过程中的土地利用变化

贵阳市建成区在扩展过程中不同程度地占用了周边的土地利用,被占用的土地类型分为四类:耕地、林地、农村居民点及其他建设用地,其他土地。不同时期建成区扩展导致的土地利用变化见表2。自1973年以来,贵阳市建成区面积已扩展180.46 km²,其中周边的土地转为建成区的面积中以耕地为最大,在1973—2010年37 a间,有94.07 km²耕地转为城市建成区,占总转化面积的52.13%;其次为农村居民点及其他建设用地,有30.51 km²融入到城市建成区中,共占16.91%;林地转化面积为第三,共30.05 km²,占16.65%;其他土地主要包括草地、水域和未利用地25.84 km²,共占14.32%。由此可见,贵阳市建成区在扩展过程中除逐渐将周边农村居民点及工矿建设用地融为一体外,最主要的影响就是对周边耕地的占用。在1973—1990年期间,随着改革开放的步伐,建成区面积扩展加快,增加面积为28.24 km²,其中占用耕地69.41%,融入的农村居民点及其他建设用地27.12%。1990—1995年间,城市建成区扩展速度缓慢,增加面积为9.13 km²。

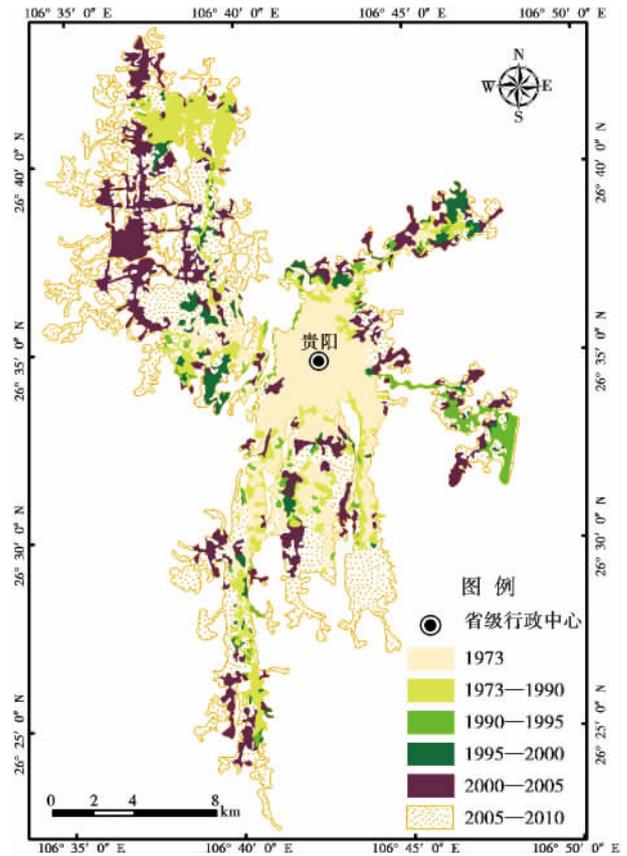


图1 贵阳市建成区1973—2010年扩展过程图

Fig. 1 The expansion process of Guiyang built-up area from 1973 to 2010

1995—2000年期间,增加建成区面积为10.01 km²,建成区扩展与上一时段保持相对平稳速度。从1973—2000年建成区扩展面积中可看出,建成区扩展中占用耕地和其他地类面积较多,融入了部分农村居民点、区镇及其他建设用地,就这27 a来看,除1973—1990年出现显著扩展外,1990—2000年10 a期间一直保持相对稳定和缓慢的扩展状态。

表1 贵阳市不同时期的建成区面积

Table 1 The built-up area of Guiyang in different years

年份	2010	2005	2000	1995	1990	1973
面积/km ²	227.45	132.15	94.37	84.36	75.22	46.99

自2000—2010年10 a间,贵阳市建成区发生了显著的扩展,增加面积为133.08 km²。其中2005—2010年所占耕地面积是2000到2010年所占耕地的65.75%,所占林地的89.28%,融入的农村居民点及其他建设用地的81.13%,2005—2010年建成区扩展占用的土地面积为2000—2010年所占土地面积的80%以上。由此可见,2005—2010年

是城市化发展速度最快的一个阶段。各监测阶段建成区扩展的土地利用影响见图 2。

2.3 建成区扩展的空间过程分析

2.3.1 空间变化

由于地理条件的限制,贵阳市建成区的扩展面积十分有限。在 1973 年之前,建成区主要是中心城区的云岩区和南明区以及小河区一带。到 1990 年,建成区向花溪区扩展,这是由于贵阳至花溪一级公路改造完成并交付使用,大大缩短了花溪与贵阳之间的时空距离,改善了人们的交通条件,因而交通的发展带动了建成区的扩展方向。同年,贵州省“八五”期间重点工程项目——龙洞堡民用机场,经国务院、中央军委正式批准立项修建,因此在 1990—1995 年期间,建成区向城区正东部的郊区龙洞堡方向扩展。旧城区交通公路的完善使得城区内建成区的扩展以内部填充蔓延为主。2000—2005 年是贵阳市建成区快速发展阶段,在 2000 年,国务院批准《贵阳市城市总体规划(1996—2010)》。因此在 2000 年至 2010 年,尤其是 2005 年到 2010 年间城区

西北方向,即金阳新区得到了快速发展。这也是 37 a 间扩展速度最快、扩展面积最大的一个阶段。在旧城区即云岩区、南明区、小河区、乌当区、白云区、花溪区内,以城市外廓边界向内部和外部延伸扩展。同时,交通的完善让贵阳市两大城区(老城区,金阳新区)成为建成区的两大主体。

2.3.2 空间特征

1. 城市空间形状的分维数

表 2 贵阳市不同时期建成区扩展导致的土地利用变化

Table 2 The land use change generated by built-up

时间/a	expansion in different years				时段 合计
	占用土地类型				
	耕地	建成区融入的农 居点及其他用地	林地	其他 土地	
1973—1990	19.6	7.66	0.26	0.72	28.24
1990—1995	2.36	1.6	1.6	3.57	9.13
1995—2000	4.76	2.07	0.48	2.7	10.01
2000—2005	23.07	3.62	2.97	8.12	37.78
2005—2010	44.28	15.56	24.74	10.73	95.3

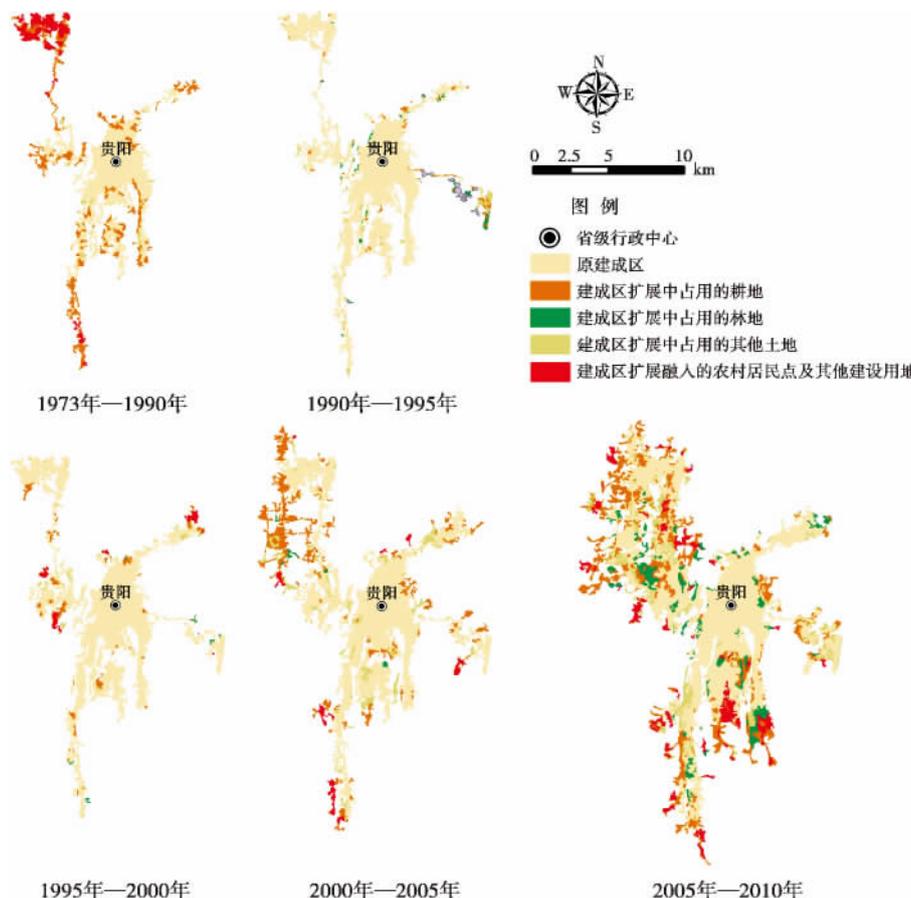


图 2 1973—2010 贵阳市不同时期城市扩展的土地利用影响

Fig. 2 The impact of Guiyang urban land expansion in different years

城市边界的扩展有着非常复杂的形态特征,分维数可以用来反映城市的这一复杂性。分形是美国数学家 Benoit B. Mandelbrot 于 1975 年提出的概念,可以用于解释自然界中那些不规则、不稳定和具有高度复杂结构的现象,起到显著的分析效果^[15]。本文使用面积-周长定义的分维数来衡量城市空间形态的分维特征。一般情况下认为,城市分维数越低,则城市不规则的程度越低,城市空间扩展过程以建成区内部边缘间的填充为主,从而城市边缘的不规则边界会同时趋向规则。相反,若城市分维数越高,则城市不规则的程度越高,城市空间扩展过程以外部扩展为主。若城市分维数保持不变,则城市不规则程度保持较低,城市建成区控制保持相对稳定的发展阶段。

在分形几何中,斑块面积和周长的定义为

$$P = K(A^{D/2}) \quad (1)$$

对于单个正方形的斑块,常数 $K=4$, 则

$$D = 2 \ln(P/4) / \ln(A) \quad (2)$$

式中 D 为分维数,用来表示城市形状的复杂程度。 P 表示斑块周长, A 表示斑块面积。 $1 \leq D \leq 2$, D 值越大表示图形不规则的程度越大^[2]。

利用(2)式分别计算贵阳市不同年份的分维数(图3)。从图3中可以看出,1973年分维数最小,为1.248,2005年分维数最大,为1.282。在20世纪90年代之前,贵阳市建成区分形维数呈持续上升状态,说明贵阳市在这一时期建成区向外扩张的不规则程度差异明显,稳定性较低,扩展的方式主要以外部扩展为主。1990年代中期,贵阳市建成区分形维数的值保持在1.26上下波动,说明这一时期向外扩张的程度处于一个相对稳定的状态。1990年代以后,在2000—2005年,建成区分形维数迅速升高,即这一时间段是以外部扩展为主,因为这一时期建成

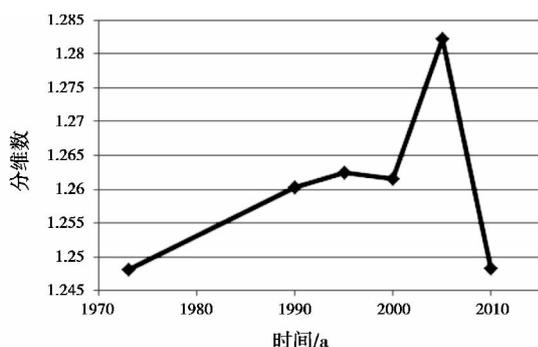


图3 贵阳市不同时期建成区分维数变化图

Fig. 3 The change of fractal of built-up area in different periods

区的扩展主要是沿着铁路、国道呈分枝状扩展,2005年分维数达到最大,说明在2000—2005年由于经济增长,房地产业兴起,城市化加快,建成区的扩展呈现出规则状态。2005—2010年,分维数则逐年降低,建成区边界趋于规则,表现为这一时期建成区是在主交通线间呈填充式蔓延扩展。

2. 城市空间形状的紧凑度

城市的紧凑度是指城市在空间上的集中程度^[16],城市外围轮廓的紧凑度被认为是城市空间形态的一个重要指标。形状紧凑度计算公式为^[17-18]:

$$C = 2 \sqrt{\pi A} / P \quad (3)$$

式中 C 指城市紧凑度, A 为城市面积, P 为城市轮廓周长。一般认为,紧凑度越大,则城市形状越有紧凑性;反之,紧凑度越小,则城市紧凑性越差^[6]。利用(3)式计算贵阳市建成区不同时期紧凑度(图4)。

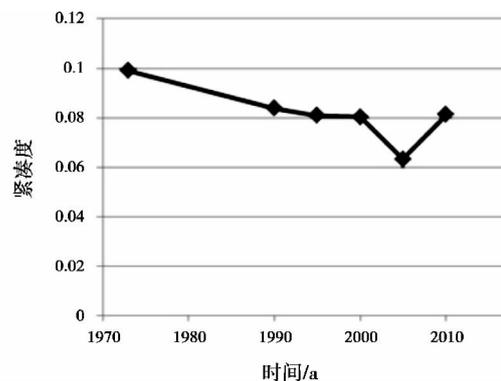


图4 贵阳市不同时期建成区紧凑度变化图

Fig. 4 The change of compactness of built-up area in different periods

从图4可以看出,贵阳市由于其独特的地貌结构,建成区扩展的紧凑度都较低。1995年之前,建成区紧凑度呈缓慢下降趋势,到1995年,紧凑度保持平衡,到2005年,随着经济的发展,建成区紧凑度呈迅速降低趋势,说明城市内各部分地类之间的联系较零散,各地类没有得到充分的利用。2005—2010年,随着建成区紧凑度的提高,说明城市中各部分地类得到了有效利用,缩短了城市内各部分之间的联系距离,提高了城市的土地利用效率,建成区的扩展也趋于合理。

3 建成区扩展驱动力分析

3.1 自然环境

自然环境是城市空间扩展的基本限制条件,主

要影响城市的扩展方式。贵阳地处云贵高原的东斜坡上,属全国东部向西部高原过渡地带。它地处黔中山原丘陵中部,地貌走势大致呈东西向延展,地势起伏较大,南北高,中部低。中部层状地貌明显,主要有贵阳—中曹司向斜盆地和白云—花溪—青岩构成的多级台地及溶丘洼地地貌。奇特的喀斯特地貌大量分布,既有高原山地和丘陵,又有盆地和河谷、台地,海拔 872~1 659 m。贵阳市典型的中曹司盆地使得整个建成区扩展面积十分有限,建成区扩展的方式也只能以旧城区为核心向西北、西南和南方呈放射状格局扩展。贵阳市辖区地形图见图 5。

3.2 人口因素

人口增长是城市建成区扩展的重要驱动力,对建成区的扩展有着推动作用。人口的增长加大了对住房、交通运输等产业的需求,因而在一定程度上加快了城市建设用地的扩展。1973 年,贵阳市市区非农业人口为 73.74 万人,1990 年增至 101.86 万人,1995 年增长到 114.99 万人,到 2000 年增长至 130.49 万人,到 2005 年增长到 147.59 万人,至 2010 年,贵阳市市区非农业人口已达 160.58 万人。

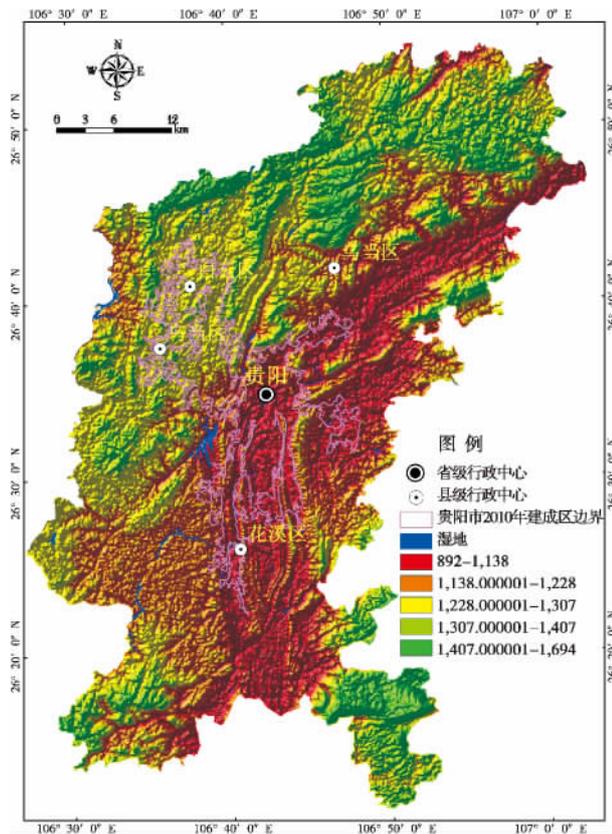


图 5 贵阳市辖区地形示意图

Fig. 5 The terrain map of municipal district of Guiyang

城市人口的增加对城市化和城市建成区扩展都产生了最直接的影响。对贵阳市建成区面积与人口进行曲线拟合,结果显示人口与建成区的指数拟合最优,拟合方程为 $y = 13.354e^{0.0163x}$,复相关系数 R^2 为 0.9313,见图 6。

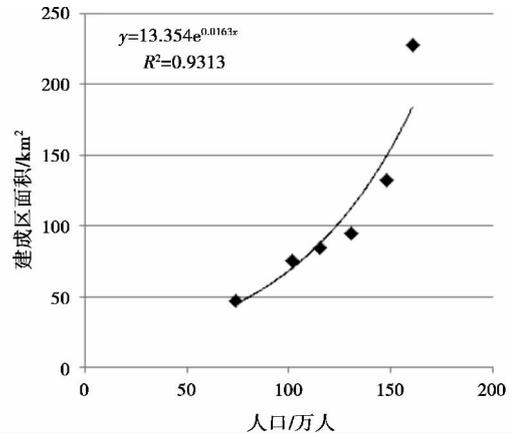


图 6 贵阳市建成区面积与人口关系图

Fig. 6 The relationship between the population and the built-up area

3.3 经济增长

经济增长是城市建成区扩展的重要推动力之一,城市用地的扩展提供了社会和居民一切经济活动的物质基础和物质来源。地区生产总值(GDP)是反映一个地区经济发展状况的综合指标。在 1973 年,贵阳市生产总值为 5.24 亿元,改革开放后,贵阳市经济快速发展,到 1990 年,GDP 达到了 44.52 亿元,到 1995 年 GDP 为 117.71 亿元,2000 年 GDP 增至 264.81 亿元,2005 年为 525.62 亿元,到 2010 年,贵阳市生产总值已达到 1 121.82 亿元,37 a 间,GDP 增长了 213.23 倍。

对贵阳市建成区与贵阳市生产总值进行拟合,结果显示线性拟合最优,拟合方程为 $y = 0.1491x + 58.407$,复相关系数 R^2 为 0.9823。经济增长对城市建成区的扩展有着直接且重要的作用力,城市的发展、经济的增长需要更多的建设用地来进行一切社会经济活动,随着贵阳市经济和人口的增加,城乡居民点用地也会持续增多,建成区面积必然将继续扩展。

3.4 基础设施

城市基础设施的完善是城市空间扩展的必需条件。城市作为区域的中心,其内部联系和区域外部联系主要都依靠交通来实现,交通的发展促进城市空间的扩展并改变城市的外部形态,对城市空间扩展具有指向性作用。

在经济发展和城市化进程的形势下,贵阳市的交通设施不断加快。至2010年,贵阳市已形成以两条国道线,六条高等级公路及五条省道为骨架的市域公路交通网络。在市区内,道路总长度已达872 km,道路面积为 $1\,348 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。贵阳作为中国西南重要的铁路交通枢纽,贵阳南站为西南最大、全国第二大的铁路编组站。便利的交通为城市扩展提供了一定的保障。

3.5 政策与规划

政策和规划对城市扩展起着引导和推动作用。改革开放之前,在1973年,贵阳市建成区主要以老城区为中心。十一届三中全会之前,贵阳市先后做过8次城市总体规划。改革开放初期1978—1990年期间,贵阳市政府共编制详细规划60多项,规划总用地 $550 \times 10^4 \text{ m}^2$,规划建筑面积 $530 \times 10^4 \text{ m}^2$,较好地保证了城市建设的顺利进行。

2000年,国务院批准《贵阳市城市总体规划(1996—2010)》,目的是要科学的发展贵阳的新区——金阳。早在1986年国务院批准的《贵阳市城市总体规划》中就已明确地提出“城市今后的发展方向,是在城区西北部的金华、阳关一带建设一个城市新区,来改善城市中心区人口稠密、交通拥挤、环境质量差的现状”。从1990年开始,贵阳市建成区扩展重点已经逐步转向城区西北部一带,到2000年,贵阳市建成区迅速在金阳新区发展,在2005—2010年,金阳新区得到了快速发展,在政策规划的指导下,先后完成了金阳文化商贸区、居住区建设、大型公建项目等,成为贵阳目前乃至今后一个重点的新兴开发区。

4 结论

结合GIS和RS技术对贵阳市1973—2010年建成区扩展进行动态监测,还原建成区历史状况,进行建成区扩展空间分析。监测结果表明:从时间过程分析,贵阳市建成区扩展从1973年至2010年建成区面积逐步扩大,1973年建成区面积为 46.99 km^2 ,在这37 a间经历了两个快速发展时期,第一时期是改革开放初期,建成区面积扩大了 28.23 km^2 ;第二次是2000—2010年的10 a间建成区面积扩展了 133.08 km^2 。37 a间,贵阳市建成区面积增加了3.84倍。扩展速度最快的是2005—2010年阶段。从空间扩展分析,1990年以前,建成区扩展主要以

旧城区为主,以城市边界向外扩展。1990年之后城市建成区开始向西北方向发展,扩展方式为向外扩展以及旧城区的填充蔓延扩展。到2005年之后,西北方向的金阳新区得到快速扩展,扩展方式以城市外廓边界向周边地类发展,到2010年底,建成区已扩展到 227.45 km^2 。在城市扩展过程中,耕地是城市扩展占用的主要地类,其次是逐渐融入的农村居民点及其他建设用地,合计共占用面积将近70%。分维数和紧凑度表明贵阳市建成区的扩展已逐渐趋于规则、合理。

在贵阳市建成区扩展中,自然环境、人口因素、经济增长、基础设施、政策与规划都是建成区扩展方式和方向的主要影响因素。自然环境对建成区的扩展形态起着限制作用,人口和社会经济的增长是建成区扩展的主要推动力,交通的发展是建成区扩展方向的牵引力,而政策和规划在很大程度上对建成区扩展起着引导和推动作用。

参考文献(References)

- [1] Liu Jiyuan, Zhang Zhengxiang, et al. A study on the spatial-temporal dynamic changes of land-use and driving forces analyses of China in the 1990s[J]. Geographical Research, 2003, 22(1): 1-12 [刘纪元, 张增祥, 庄大方, 等. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 1-12]
- [2] Tan Wenbin, Liu Bin, Zhang Zhengxiang, et al. Remote sensing monitoring and analyzing of the urban built-up land expansion in Kunming in 1974~2004[J]. Journal of Geo-Information Science, 2009, 11(1): 117-124 [谭文彬, 刘斌, 张增祥, 等. 近三十年来昆明市建成区扩展遥感监测与分析[J]. 地球信息科学学报, 2009, 11(1): 117-124]
- [3] Manish K Tiwari, Dr. Aruna Saxena, Dr. Vivek Katare. Mapping and evaluation of urban sprawl using an integrated approach of remote sensing and GIS technique[J]. International Journal of Advanced Technology and Engineering Research, 2012, 2(1): 21-29
- [4] Saravanan P, Ilangoan P. Identification of urban sprawl pattern for Madurai region using GIS[J]. International Journal of Geomatics and Geosciences, 2010, 1(2): 141-149
- [5] Rahman A, Netzband M, Fazal S, et al. Monitoring urban sprawl using remote sensing and GIS techniques of a fast growing urban centre, India[J]. Browse Journals & Magazines, 2011, 4(1): 56-64
- [6] Cai Bofeng, Zhang Zhengxiang, Liu Bin, et al. Analysis of Tianjin urban expansion and spatial morphologic change based on GIS and RS in recent 26 years[J]. Geo-Information Science, 2007, 9(5): 89-94 [蔡博峰, 张增祥, 刘斌, 等. 基于遥感和GIS的天津城市空间形态变化分析[J]. 地球信息科学, 2007, 9(5): 89-94]
- [7] Zhao Xiaoli, Liu bin, Yi Ling, et al. The extraction of land use change caused by the construction of key projects based on object-oriented method: a case study of the national stadium[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2009, 4(82): 90-95 [赵晓丽, 刘斌, 易玲, 等. 郑州城市空间扩展特征及其驱动因素分析[J]. 国土资源遥感,

- 2009 *A*(82):90-95]
- [8] Mu Fengyun, Zhang Zhengxiang, Liu Bin, et al. Remote sensed monitoring of Jinan city in 25 years and driving forces analysis [J]. *Journal of Shangdong Agricultural University: Natural Science* 2008, *39*(1): 73-79 [牟凤云, 张增祥, 刘斌, 等. 济南市近二十五年城市建成区的空间扩展遥感监测 [J]. *山东农业大学学报: 自然科学版*, 2008, *39*(1): 73-79]
- [9] Mu Fengyun, Zhang Zhengxiang, Chi Yaobin, et al. Dynamic monitoring of built-up area in Beijing during 1973-2005 based on multi-original remote sensed images [J]. *Journal of Remote Sensing* 2007, *11*(2): 257-268 [牟凤云, 张增祥, 迟耀斌, 等. 基于多源遥感数据的北京市1973-2005年间城市建成区的动态监测与驱动力分析 [J]. *遥感学报* 2007, *11*(2): 257-268]
- [10] Wang Lin, Xu Hanqiu, Li Sheng. Dynamic monitoring of the urban expansion in Fuzhou of SE China using remote sensing technology [J]. *Geo-Information Science* 2006, *8*(4): 129-135 [王琳, 徐涵秋, 李胜. 福州城市扩展的遥感动态监测 [J]. *地球信息科学*, 2006, *8*(4): 129-135]
- [11] Yang Gang, Lin Gang. Electricity saving by making architectural shield structures in the south [J]. *Journal of Guizhou University of Technology: Natural Science* 2004, *33*(2): 95-100 [阳刚, 林刚. 用经营城市的理念强力推进贵阳市的城市化进程 [J]. *贵州工业大学学报: 自然科学版* 2004, *33*(2): 95-100]
- [12] Hou Yingyu, He Yanbo. Monitoring land use change of cities in karst mountainous area using TM remote sensing data [J]. *Geography and Territorial Research* 2001, *8*(3): 22-25 [侯英雨, 何延波. 利用TM数据监测喀斯特山区城市土地利用变化 [J]. *地理学与国土研究* 2001, *8*(3): 22-25]
- [13] He Xindong, Li Jing. Regional remote sensing synthetic analysis of city Eco-environment [J]. *Geo-Information Science* 2005, *7*(1): 126-130 [何新东, 李静. 城市生态环境分区遥感综合分析 [J]. *地球信息科学* 2005, *7*(1): 126-130]
- [14] Wang Siyuan, Liu Jiyuan, Zhang Zhengxiang, et al. Spatial pattern change of land use in China in recent 10 years [J]. *Acta Geographica Sinica* 2002, *57*(5): 523-530 [王思远, 刘纪远, 张增祥, 等. 近10年中国土地利用格局及其演变 [J]. *地理研究* 2002, *57*(5): 523-530]
- [15] Wu Bing, Ge Zhaopan. Applications of fractal geometry theory in the study of geographic information science [J]. *Geography and Territorial Research* 2002, *18*(3): 23-26 [吴兵, 葛昭攀. 分形理论在地理信息科学研究中的应用 [J]. *地理学与国土研究* 2002, *18*(3): 23-26]
- [16] Fang Chuanglin, Qi Weifeng, Song Jitao. Researches on comprehensive measurement of compactness of urban agglomerations in China [J]. *Acta Geographica Sinica* 2008, *63*(10): 1011-1021 [方创琳, 祁巍峰, 宋吉涛. 中国城市群紧凑度的综合测度分析 [J]. *地理学报* 2008, *63*(10): 1011-1021]
- [17] Gert D R. Environmental conflicts in compact cities: complexity decision making, and policy approaches [J]. *Environment and Planning B: Planning and Design* 2000, *27*(2): 151-162
- [18] Roberto Camagni, Maria Cristina Gibelil, Paolo Rigamonti. Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion [J]. *Ecological Economics* 2002, *40*(2): 199-216

Dynamic Monitoring of Guiyang Built-up Area and Its Driving Forces for 1973—2010 Based On Remote Sensing Images

LI Lingling¹, AN Yulun¹, DENG Zhuowen²

(1. Institute of Geography and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China;

2. Surveying and Mapping Product Quality Supervision and Inspection of Guizhou Province, Guiyang 550001, China)

Abstract: Situation of the urban space extension is one of the important indicators to measure the level of urbanization. This paper used different times of the remote sensing images as data source, applied GIS spatial analysis to extract six periods of urban spatial features and surrounding land use information of Guiyang, Guizhou, China. At the same time, the indicators fractal dimension and compactness were applied to analyze space characteristics of Guiyang's extension from 1973 to 2010. Results show that: in 37 years, Guiyang's area was expanded 3.8 times, which was 227.45 km² in 2010, 4.8 times in 1973; during the 17 years from 1973 to 1990, area increased just 28.23 km², while it increased 152.23 km² during the 20 years from 1990 to 2010. Guiyang's urban space extended in the way making old city as the center to expand, the northwest as the main expansion direction, cultivated land as the main occupied land. Natural environment plays a limited role on the propagation of the built up area, population and society economic growth are the main driver of extension, the traffic is the traction of development, and policies and programming play a guiding and promoting role to a large extent to urban space extension.

Key words: Guiyang; urban space expansion; remote sensing monitoring; special feature; driving force