

王娟, 卓静, 何慧娟. 基于 GIS 和 RS 的西安、咸阳城市扩展特征研究 [J]. 陕西气象, 2015 (1): 6-10.

文章编号: 1006-4354 (2015) 01-0006-05

基于 GIS 和 RS 的西安、咸阳城市扩展特征研究

王娟, 卓静, 何慧娟

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710014)

摘要: 以 1988 年、2000 年及 2014 年 TM 影像为数据源提取了西安、咸阳两市的城镇建设用地信息, 运用扩展强度指数、年均扩展速率、景观指数、城市形态分形维数及提取城市重心等方法对 1988—2014 年西安、咸阳两市的城市扩张状况及其扩张的驱动力机制进行了研究。结果表明: (1) 西安、咸阳两市建成区面积分别从 1988 年 $1.13 \times 10^8 \text{ m}^2$ 、 $2.37 \times 10^7 \text{ m}^2$ 扩张到 2014 年 $4.80 \times 10^8 \text{ m}^2$ 、 $2.18 \times 10^8 \text{ m}^2$, 分别扩张了 4.2 倍及 9.2 倍; (2) 所有城区中年均扩展速率最高的为西安市未央区, 达 38.43%, 灞桥区及咸阳市两城区城市扩展速率均以两位数增长; (3) 西安市城市重心转移大体上呈向北迁移的趋势, 咸阳市城市重心一直向东北方向即西安市方向发展。各指数表明西安、咸阳两市总体扩展较快, 西安市城三区以点的方式填充扩展, 城郊区以面的方式快速扩展, 咸阳市城区扩展经历了外围扩展到内部填充的过程。

关键词: GIS; RS; 城镇建设用地; 城市扩展; 西安市; 咸阳市

中图分类号: F291

文献标识码: A

城市化是 20 世纪以来最为显著的人类活动过程。在过去的 30 年间, 中国城市化进程加快, 随着城市化进程的不断深入, 城市建设和发

展需要大量的土地, 由于各地的社会、自然、经济等条件存在地域差异性, 使得城市扩张呈现出不同的空间形态^[1]。随之而来的城市扩展问题成

收稿日期: 2014-09-10

作者简介: 王娟 (1981—), 女, 山西大同人, 满族, 硕士, 工程师, 从事遥感应用方向研究。

气有关。

(3) WRF 模式预报的夏季日平均降水量与实况值在量级上较为一致, 但空间分布误差较大。3 个时段所作的逐日降水量预报能够较为准确地描述夏季降水发生—发展—减弱的过程。

(4) 通过对模式预报的不同量级的降水量进行分级检验发现, 模式对降水的预报能力随着降水量级的增大而减小, 空报多于漏报, WRF 模式对于暴雨的预报值得参考。

参考文献:

[1] 王雨. 2004 年主汛期各数值预报模式定量降水预报评估 [J]. 应用气象学报, 2006, 17 (3): 316-324.

[2] 王丽, 金琪, 柯怡明. 三种数值预报产品短期强降水预报定量误差评估 [J]. 暴雨灾害, 2007, 26 (4): 301-305.

[3] 药明, 晏晓英. 吉林省数值预报业务系统要素预报性能分析 [J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2008, 38 (增刊): 209-213.

[4] 陈锋, 董美莹, 冀春晓, 等. WRF 模式对浙江 2011 年夏季降水和温度预报评估及其湿过程敏感性分析 [J]. 浙江气象, 2012, 33 (3): 3-12.

[5] Skamarock W C, Klemp J B, Dudhia J, et al. A description of the Advanced Research WRF version 3 [Z]. Ncar Technical Notes, NCAR/TN-475+STR, 2008.

[6] 丁金才. 天气预报评分方法评述 [J]. 南京气象学院学报, 1995, 18 (1): 143-150.

为当前城市发展中的研究热点^[2]。城市扩张的过程中造成一系列问题,如区域资源短缺、交通拥堵、绿地空间的丧失及城市生态恶化等^[3]。因此对城市建设用地时空变化规律研究及驱动力分析,对于优化城市空间,推动城市可持续发展具有十分重要的意义^[4]。国内外学者对城市扩张过程、形态特征、变化趋势、驱动机制都做出了许多研究^[5-9],遥感(Remote Sensing, RS)和地理信息系统(Geographical Information System, GIS)技术的发展,为城市扩展时空研究及多种数据的集成研究提供了有力支持^[10]。

西安、咸阳两座城市直线距离仅 25 km,两市不论地理位置还是经济发展在西北地区均占有举足轻重的地位。目前相关研究仅对西安市的城市扩展时空变化及驱动力进行分析^[11],而对于西安市分区及咸阳市分区的城市扩展空间差异性研究及驱动力分析相对较少。鉴于此,以遥感数据 TM 为西安、咸阳两市城镇扩展动态变化的主要信息来源,在 GIS 的支持下,定量分析了 1988—2014 年西安咸阳城市的建成区扩张的时空变化特征,为“西咸一体化”合理科学的规划与发展提供科学依据。

1 研究区概况与数据

1.1 研究区概况

西安市位于陕西省关中平原,地处 107°40'E ~ 109°49'E 和 33°39'N ~ 34°45'N 之间,东西长约 204 km,南北宽约 116 km,总面积 9 983 km²。东以零河和灞源山地为界,西以太白山地及青化黄土台塬为界,南至北秦岭主脊,北至渭河。辖新城、碑林、莲湖、灞桥、未央、雁塔等城六区(图 1)和蓝田、周至、户县、高陵、长安、临潼等六县区。其中城六区为研究区域。近年来,随着城市化进程的加快,城市人口急剧增加,2013 年西安市区六区人口为 795.98 万人, GDP 达到 4 366.10 亿元。全社会固定资产投资额为 4 243.43 亿元。

咸阳市地处陕西关中平原腹地,位于 107°38'E ~ 109°10'E,北纬 34°11'N ~ 35°32'N 之间,南与西安市隔水相望,距西安仅 17 km,北与甘肃相连,东与渭南、铜川市毗邻,西与宝鸡市接壤。

气候类型同西安市一样,共辖秦都、渭城、杨陵三区 and 兴平、泾阳、永寿、乾县、礼泉、三原、武功、淳化、旬邑、彬县、长武等 11 个市县,其中秦都、渭城两区为研究区域(图 1)。2013 年咸阳市人口达 527.92 万人, GDP 达到 1 573.68 亿元,全社会固定资产投资额为 1 614.47 亿元。



图 1 研究区范围

1.2 数据来源与处理

采用的遥感数据包括:条带号为 127_36 的 1988 年 8 月 TM 数据,2000 年 6 月 TM 数据及 2014 年 6 月 TM 数据及西安市城六区及咸阳市城区行政区划矢量图。

在 Erdas 9.3 环境下,对影像做几何纠正、辐射纠正等预处理。选用主成分分析法进行城镇用地提取,提取 3 期城镇用地信息,并结合 Google Earth 西安及咸阳相应年份影像以及实地调查进行分类精度评价,通过选取若干样本区域计算分类误差矩阵及 Kappa 系数,3 个时相的总体分类精度均在 86% 以上,基本达到分类精度要求。将生成的城镇建设用地图进行叠加,得到了西安市及咸阳市城镇扩展图,与行政区划矢量图进行叠置,分别得到了研究区内各行政单位的扩展图。

2 研究方法

2.1 城市年均扩展强度

城市扩展强度指数是某空间单元在研究时期内的城市土地利用扩展面积占其土地总面积的百分比,用于比较不同研究时期城市土地利用扩展的强弱,计算公式^[3]为

$$K_z = [(A_n - A_m) / A_z T] \times 100\%, \quad (1)$$

式中, K_z 为城市年均扩展强度, A_n 为研究末期城

市建设用地面积, A_m 为研究初期年城市建设用地面积, T 为研究时间长度, A_z 为研究区总面积。

2.2 城市年均扩展速率

城市年均扩展速率定义为研究城区在一定时间段内城市土地的扩展速率, 表达某研究区在一定时间范围内城市建成区用地的数量变化情况, 反应年平均增长率^[12], 其公式为

$$K_s = [(U_b - U_a)/U_a] T \times 100\%, \quad (2)$$

式中, K_s 为城市年均扩展速率, U_b 为研究末期城市建设用地面积, U_a 为研究初期城市建设用地面积, T 为研究时段。

2.3 城市形态的分形维数

建设用地形态的变化是城市发展过程中空间格局和结构变化的综合反映。分形维数用于刻画自然界不规则的、不稳定的并具有高度复杂结构的现象^[13]。城市扩展分形维数可以反映城市扩展的形态特征及变化过程, 其公式为

$$D(n) = 2\ln(P(n)/4)/\ln A(n) \quad (3)$$

式中, $D(n)$ 为分形维数, $P(n)$ 为研究区边缘周长, $A(n)$ 为研究区面积, n 为研究时期; D 值介于 1~2 之间, 越大表示图形形状越复杂, 当 $D < 1.5$ 时, 说明图形趋向于简单, 当 $D > 1.5$ 时, 则图形更为复杂。

2.4 城镇建设用地中心测算

城镇建设用地的最大斑块往往在主城区, 通

过计算不同年份间最大斑块的重心变化, 可得出不同年份城市的中心变化, 从而得出城市扩展的方向、规模的变化规律。利用 ArcGIS 9.3 的“Feature to point”功能提取最大斑块的质心^[14], 用经纬度做横纵坐标, 在坐标系内显示研究区重心变化的轨迹。

3 结果与分析

3.1 西安、咸阳市扩展分析

在 Arcgis 9.3 软件环境下, 提取 1988 年、2000 年、2014 年 3 期城镇建设用地信息 (表 1), 并对其进行统计分析。1988—2000 年, 西安、咸阳两市城区建设用地面积均显著增加, 其中西安市的未央区增加最多, 增加了 $5.25 \times 10^7 \text{ m}^2$, 咸阳市秦都区增加了 $2.54 \times 10^7 \text{ m}^2$; 2000—2014 年, 西安市城区仍以未央区面积扩展最多, 增加了 $1.16 \times 10^8 \text{ m}^2$, 占城区总增加面积的 42.07%, 但新城区、碑林区及莲湖区均有略微下降。上述城三区是西安市的老城区, 20 世纪 90 年代后期, 政府规划明城墙内为观光及商业集中区域, 与此同时, 由于城市的扩展, 城三区人口也逐步的向市郊迁移; 老城区城市建设用地增加得到控制, 城市用地扩展放缓; 2000 年后, 城市规划大力开展城市绿地建设, 绿地面积有所增加, 对违章建筑的拆除力度加大, 因此建设用地略有减少。

表 1 西安、咸阳 1988—2014 年城镇建设用地面积

10^7 m^2

年份	未央区	雁塔区	灞桥区	新城区	碑林区	莲湖区	秦都区	渭城区
1988	1.68	1.54	2.07	1.92	1.53	2.54	1.26	1.12
2000	6.93	6.07	4.13	2.70	2.08	3.48	3.80	3.08
2014	18.51	10.12	13.02	2.12	1.46	2.79	12.05	9.71

3.2 西安、咸阳城市扩展强度与年均扩展速率分析

从两市城区扩展强度与速率来看, 如表 2 所示: 1988—2000 年西安和咸阳市城区不论是扩展强度还是年均扩展速率均大于 2000—2014 年, 在此期间西安和咸阳市城区城市建设均保持高速发展; 西安市城六区扩展强度最强的为未央区, 其次是雁塔区, 年均扩展速率均以两位数增长, 西安市以城墙区域为中心向四个方向扩张, 尤其

是南北两个方向; 咸阳市两区的扩展速率也均达到两位数增长; 2000—2014 年, 西安市城六区扩展强度最强的为灞桥区, 年均增速达 14.38%, 未央区仍保持二位数增长, 而老城区的新城、碑林、莲湖三区, 由于地理位置及政策指导的原因, 扩展速度放缓, 甚至出现了小幅下降, 这一时期为缓慢有序发展期; 城市建设按照政策规划有条不紊地进行, 咸阳市两城区仍处在快速发展阶段。

表 2 西安、咸阳城区建设用地扩展强度指数及扩展速率

行政区	1988—2000 年			2000—2014 年		
	扩展面积/m ²	扩展强度	年均扩展速率/%	扩展面积/m ²	扩展强度	年均扩展速率/%
未央区	5.25×10^7	0.77	25.98	1.16×10^8	2.11	11.13
雁塔区	4.53×10^7	0.66	24.54	4.05×10^7	0.74	4.44
灞桥区	2.05×10^7	0.30	8.25	8.90×10^7	1.62	14.38
新城区	7.82×10^6	0.11	3.39	-5.82×10^6	-0.11	-1.44
碑林区	5.50×10^6	0.08	3.00	-6.12×10^6	-0.11	-1.96
莲湖区	9.43×10^6	0.14	3.10	-6.87×10^6	-0.13	-1.32
秦都区	2.54×10^7	0.06	16.88	8.25×10^7	0.23	14.49
渭城区	1.96×10^7	0.04	14.58	6.63×10^7	0.18	14.36

3.3 西安、咸阳城市分形维数分析

一般情况下,城市发展模式包括填充式及分散随机式,若以填充式为主要模式,那么在城市扩张过程中的空隙会逐渐被填充,城市的边界会趋向规则;而当城市受到政策指导或经济发展的非理性影响时,城市土地的开发会处于一种相对分散随机的状态,外围轮廓又会变得越来越不规则^[15]。根据公式(3)计算西安市城六区及咸阳市城二区的分形维数,结果如 2 所示:不同年份的西安市城六区及咸阳市城二区分形维数均小于 1.5,且新城、碑林、莲湖三个老城区在不同年份的分形维数均是最低,说明受地理位置和政策指导的影响,这三个城区建设集中,建设用地扩展主要以内部填充为主;1988—2000 年,西安市六区的分形维数降低,而 2000—2014 年分形维数又有所增加,说明西安市城六区城市扩展呈先以点状填充为主再以面状扩展的规律发展,城

市规模在 2000—2014 年间扩大迅速;咸阳市两区则以先以外围扩展再以内部填充的方式扩展。

3.4 西安、咸阳城市扩展的空间特征

在 Arcgis 9.3 软件的支持下,提取不同时期两市的用地重心分布(图略),西安市在 1988—2014 年,城市重心转移大体上呈向北迁移的趋势。1988—2000 年,城市重心向西北方向转移(重心由 108.938°E , 34.262°N 移到 108.932°E , 34.273°N),此时是改革开放后城市迅猛发展的时期,城市主要以填充式扩展,在人口、商业区密集的老城区,城市建设用地迅速扩展,重心的转移仍在老城区内进行。2000—2014 年,城市重心向东北方向迁移(重心移到 108.944°E , 34.293°N),且迁移速度很快,这与西安市城市规划有很大关系,西安市北郊未央区与东郊的灞桥区一河之隔,与西边的咸阳一桥之隔,2000 年后,未央区经济发展迅猛,面对市政府北迁、未央新城、铁路北客站、大明宫遗址区保护改造、大兴路地区城市综合改造等重大项目落户,西安城北已经成为了西安市新的经济政治中心。灞桥区在此期间大力发展生态建设,先后开发与建成灞柳生态园、西安纳米科技产业园并承办了 2011 年的世界园艺博览会,在世园会建设的带动下,灞桥区的城市建设得到了快速发展,这些工程拆除了许多村庄,并征用了周边农田,城市建设用地面积快速增加。咸阳市城市重心一直朝东北方向迁移(重心 1988 年在

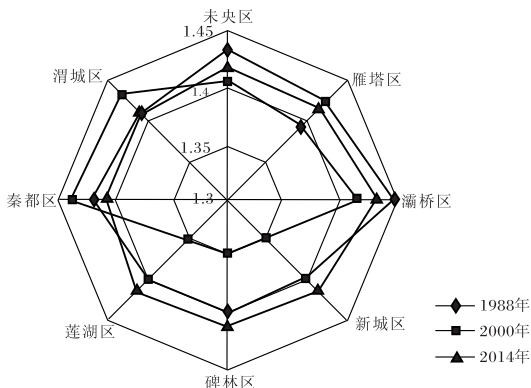


图 2 西安、咸阳城市分形维数

108.708°E, 34.340°N, 2000年在108.718°E, 34.351°N, 2014年在108.729°E, 34.357°N), 这主要是在政府规划下,在“西咸一体化”的背景下,咸阳市城市建设用地一直朝着西安市的方向扩展的结果。

4 结论

利用遥感影像对西安市、咸阳市1988—2014年的城市扩展做了时空特征、分形维数及重心变化分析,结果表明:西安、咸阳两市建成区面积在1988年分别是 $1.13 \times 10^8 \text{ m}^2$ 、 $2.37 \times 10^7 \text{ m}^2$,2014年城市建成区面积分别为 $4.80 \times 10^8 \text{ m}^2$ 、 $2.18 \times 10^8 \text{ m}^2$,分别增长了4.2倍及9.2倍,增长速度迅猛;其中西安市的碑林、新城、莲湖三区扩张强度及年均扩展速率较未央、灞桥、雁塔三区低,未央区为西安市城区内扩展强度及年均扩展速率最大的区域;西安市城市扩展方式先以点的方式填充扩展,扩展主要集中在城三区,再以面的方式向城郊快速扩展,咸阳市则先以外围扩展再以内部填充的方式扩展;1988—2014年,西安市城市重心转移大体上呈向北迁移的趋势,在2000年以后城市重心朝东北方向迁移明显,咸阳市城市重心一直向东北方向发展。研究旨在为“西咸一体化”的城市规划朝着良性的方向可持续发展提供参考依据。不足之处在于,遥感数据时间跨度较大,不利于进一步分析城市建设用地的扩展规律。

参考文献:

- [1] Ji W, Ma J, Twibell R W, et al. Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2006, 30 (6): 861-879.
- [2] 谢余初, 巩杰, 赵彩霞, 等. 嘉峪关市城市化进程及景观格局动态变化 [J]. *生态学杂志*, 2012, 31 (4): 1009-1015.
- [3] 杨勇, 任志远. 基于GIS的西安市城镇建设用地扩展研究 [J]. *遥感技术与应用*, 2009, 24 (1): 47-51.
- [4] 徐改花, 张福平, 赵沙. 西安市建成区扩张及动力机制分析 [J]. *干旱区资源与环境*, 2012, 26 (4): 37-43.
- [5] 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.
- [6] 曹雪, 柯长青, 冉江. 基于GIS技术的城镇用地扩展研究—以南京市江宁区为例 [J]. *资源科学*, 2008, 30 (3): 385-391.
- [7] Jat M K, Garg P K, Khare D. Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques [J]. *International journal of Applied earth Observation and Geoinformation*, 2008, 10 (1): 26-43.
- [8] 巩杰, 谢余初, 孙朋, 等. 近25年嘉峪关城市景观格局变化及人文驱动力分析 [J]. *兰州大学学报: 自然科学版*, 2013, 49 (2): 214-220.
- [9] 徐涵秋. 福清市城镇空间扩展规律及其驱动机制分析 [J]. *遥感技术与应用*, 2002, 17 (2): 86-92.
- [10] 王涛, 杨强. 基于RS和GIS的城市扩展特征及驱动机制差异性分析—以南通地区为例 [J]. *遥感技术与应用*, 2011, 26 (3): 365-374.
- [11] 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): 143-149.
- [12] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨 [J]. *地理科学进展*, 1999, 18 (1): 81-87.
- [13] 王劲峰. 空间分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 281-282.
- [14] 尹奇, 吴次芳. 理性增长——美国城市增长的新理念 [J]. *中国矿业大学学报: 社会科学版*, 2005 (3): 73-761.
- [15] 王青. 城市形态空间演变定量研究初探——以太原市为例 [J]. *经济地理*, 2002, 22 (3): 339-341.