

快速经济发展下环泉州湾地区城市建设用地扩张研究 ——以福建省泉州市中心城区为例

全 斌^{1,2}, 雷 师¹, 李朝奎^{1,2}, 白一君¹, 欧阳鸿¹, 罗淑华¹, 谢金宁¹

(1. 湖南科技大学 建筑与城乡规划学院, 湖南 湘潭 411201;

2. 湖南科技大学 地理空间信息湖南省工程实验室, 湖南 湘潭 411201)

摘 要: 为量化探索环泉州湾地区不同时期城市化格局演变, 以 Landsat TM/ETM 遥感影像为数据源, 从建设用地扩展速度、扩展强度、时空分布特征、建设用地转移、扩展驱动力等 5 个方面分析了泉州市中心城区 1995—2010 年建设用地的变化情况, 并结合自然环境和社会经济数据分析其建设用地变化的自然和人文驱动力。研究结果表明: (1) 泉州市中心城区建设用地主要集中分布于原泉州城区、惠安县和晋江市, 并呈现出以泉州湾为中心, 沿着晋江、洛阳江为发展轴线, 环湾、向湾扩展的空间动态格局; (2) 1995—2010 年期间泉州市中心城区建设用地呈现逐年增长的趋势, 其扩展速度主要分为 1995—2005 年的较高速发展阶段和 2005—2010 年的较低速发展阶段; (3) 1995—2010 年间新增建设用地的最大来源为耕地, 次要来源为园地和林地; (4) 自然因素和社会因素共同驱动着泉州市中心城区建设用地的扩展, 地形、人口和经济增长、政策是其主要的驱动力因素。

关键词: 建设用地; 驱动力; 遥感; 环泉州湾地区

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2013)06-0232-06

中图分类号: F301. 24

Expansion of Construction Land in Quanzhou Bay Area Under Rapid Economic Development — A Case Study on Quanzhou Urban Area

QUAN Bin^{1,2}, LEI Shi¹, LI Chao-kui^{1,2}, BAI Yi-jun¹, OUYANG Hong¹, LUO Shu-hua¹, XIE Jin-ning¹

(1. School of Architecture and Urban Planning, Hu'nan University of Science and

Technology, Xiangtan, Hu'nan 411201, China; 2. Hu'nan Province Engineering Laboratory

of Geospatial Information, Hu'nan University of Science and Technology, Xiangtan, Hu'nan 411201, China)

Abstract: Based on Landsat TM/ETM imagery and statistic data, the quantitative research has been undertaken to explore the dynamic changes of the urbanization patterns, the construction land expansion from 1995 to 2010 and its natural and cultural driving force in Quanzhou urban area using five determinants: expansion speed, expansion intensity, spatial and temporal distribution, land use changes and expansion drives etc. The results showed that: (1) The urban construction land in Quanzhou City is mainly distributed in the old Quanzhou City, Huian County and Jinjiang City, which expanded along the development axis of Luoyang River and Jingjiang River; (2) The urban construction land in Quanzhou City grew gradually during period between 1995 and 2010, which could be divided into two phases: the rapid development between 1995 and 2005, and slow development between 2005 and 2010; (3) The new built-up land was mainly converted from crop-land with some from orchard and forest; (4) Physical and social factors such as population and topography economic growth, policy play important roles in the expansion of construction land in urban area of Quanzhou City.

Keywords: construction land; driving force; remote sensing; Quanzhou bay area

LUCC(land use/cover change)研究已经成为全球变化研究的核心和热点问题之一^[1-4]。在土地利用/土地覆被变化中, 建设用地领域的变化是一个重

要的方面, 同时也是一个区域经济发展的核心和载体, 建设用地的空间扩展日益成为土地利用变化的主要特征^[5]。当前, 我国正处于工业化、城镇化和现代

收稿日期: 2013-01-22

修回日期: 2013-03-19

资助项目: 国土资源部公益性行业科研专项“泉州市地质灾害、环境地质问题与城市发展相互作用研究”(201211039-4); 湖南省自然科学基金项目(14JJ2098; 14JJ4042)

作者简介: 全斌(1968—), 男(汉族), 湖南省衡阳市人, 博士, 副教授, 主要从事土地利用变化研究。E-mail: quanbin308@aliyun.com。

化推进的关键时期,城市化进程的加速促进了大量的建设用地需求,农地非农化过度性损失现象越来越严重,并且其规模呈现不断增加的趋势^[6]。土地利用方式从以自然植被覆盖物为主转化为建设用地为主,往往会带来复杂的社会、经济和环境后果,影响着区域的可持续发展^[7-8]。因而,城市化背景下的区域土地利用/覆盖变化引人注目^[9]。近几十年,福建省利用位于沿海地区优势经济发展十分迅速,位于闽南金三角的环泉州湾地区表现更加突出。2010年《泉州市城市总体规划(2008—2030年)》标志着泉州市将从沿江时代走向环湾时代,并将最终迈向面海时代。随着人口不断增长和二次创业使得泉州中心城区的建设用地日趋紧张,沿泉州湾两岸发展城市空间是泉州市城市发展的必然选择。2030年,泉州中心城区将与石狮、晋江、惠安、台商投资区实现一体化发展,共同构建980 km²环泉州湾大都市区,并实现“一湾两翼三带”的同城格局。在这样的大背景下提出对泉州市中心城区建设用地进行研究是非常有必要的,因此,本研究选取环泉州湾这一新兴大都市区作为研究区域,研究主要目的是为了定量化探索经济快速发展下城市建设用地扩张特征以及驱动力机制。研究结果可为泉州市甚至海西经济区的城市建设规划提供理论支持。

1 研究区域及数据处理

1.1 研究区域

泉州市位于福建省东南部,是福建省三大中心城市之一,该市土地面积约 1.10×10^4 km²。地理位置介于东经117°25′—119°05′E,北纬24°30′—25°56′N,属亚热带海洋性季风气候,年平均气温18~20℃,年降雨量1000~1800 mm,土壤类型多样,分布最广的地带性土壤为红壤,次为水稻土及赤红壤。地势西北高东南低,山地、丘陵占土地总面积的4/5,森林覆盖率达58.45%^[10]。泉州市2010年人口为 8.12×10^6 人,居福建省之最。研究区域泉州市中心城区主要涵括泉州市原有中心城区以及晋江、石狮、惠安、南安等县市。具体是在上版总体规划的8大组团(洛秀组团、洛江组团、城东组团、东海组团、江南组团、东片区、北峰片区、丰州片区)基础上,增加环泉州湾晋江市、石狮市、惠安县和洛江区向湾或近湾乡镇(不包括周边各县市中心城区),面积约980 km²。

1.2 数据来源及处理

采用的数据源包括泉州市中心城区1995/1996和2000/2001年两个时期土地利用矢量数据,2005/2006和2010/2011年Landsat TM/ETM遥感影像,30 m精度DEM数据以及其它相关统计数据。土地利用矢

量数据来自于中国资源环境数据库,其一级分类精度均达到90%以上^[11]。后两期遥感影像来源美国国土资源部USGS网站(<http://glovis.usgs.gov/>)。相关经济统计数据来源于《福建省/泉州市统计年鉴(1995—2010年)》和相关统计网站以及政府公报。

研究中采用eCognition Developer 8软件对影像进行分类,该方法将计算机自动分类和人工信息提取相结合,充分参考了影像的对象信息和类间信息,这种面向对象的分类方法极大地提高了遥感影像的识别精度。具体过程主要是先将影像进行尺度分割,形成研究对象,本文基于研究区域面积和数据精度,选取多尺度分割阈值为5;然后根据光谱参数和空间信息,采用模糊最近邻分类方法进行地物的初步提取;最后通过不同指数算法的计算得到精度较高的分类结果。经检验2005/2006年和2010/2011年两期数据的一级地类分类精度分别为95.45%和96.18%,二级分类精度85%以上,符合研究的精度要求。为方便矢量数据的空间叠加分析,所有矢量数据均统一使用WGS_1984坐标系和Mercator投影。

1.3 土地利用分类体系

本研究参考中国资源环境数据库土地利用分类标准(5个一级分类和18个二级分类),并结合泉州市中心城区的区域实际,将该区土地利用分为耕地、林地、园地、水域、建设用地和未利用地6个一级分类,其中建设用地包括城镇及独立工矿用地、居民点用地和交通及特殊用地3个二级分类。

2 研究方法

2.1 扩展速度和强度分析

采用扩展速度和扩展强度等指数计算的方法分析建设用地的扩展过程,进而揭示其时序演进规律及其空间差异特征^[12]。利用扩展速度和扩展强度指数分别分析了泉州市中心城区不同建设用地类型和所辖行政单元建设用地的扩展速度和强度,反映了1995—2010年其建设用地的扩展规律以及各行政单元建设用地的空间差异特征。

扩展速度指数 M_i :

$$M_i = \frac{\Delta U_i}{\Delta t \times ULA_i} \times 100\%$$

扩展强度指数 L_i :

$$L_i = \frac{\Delta U_i}{\Delta t \times TLA_i} \times 100\%$$

式中: ΔU_i ——某一时段建设用地扩展数量; Δt ——某一时段的时间跨度; ULA_i ——某一时段初期的建设用地面积; TLA_i ——研究区域的土地总面积。

2.2 土地利用类型转换矩阵

土地利用/覆被类型的转换是指在人类利用和改造土地资源的过程中,根据需求和土地的空间稳定性,将一种用途改变成为另一种或几种用途,或是将几种用途合并为一种用途,从而导致不同地类之间的相互转化及土地利用结构发生变化的现象^[13]。一般来说,特定区域的土地资源总量是不变的,一定时期内土地利用的转变情况可以包含 3 种情形:(1) 保持不变部分;(2) 转出部分,即转换为其它土地利用类型的部分;(3) 新增部分,也称转入部分,即由其它土地利用类型转入的部分^[14]。利用土地利用转换矩阵来分析 1995—2010 年期间建设用地变化的来源和去向。

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

式中: A_{ij} ——第 i 行地类转移向第 j 列地类的面积;行表示地类的去向,即不变部分和转出部分;列表示地类来源,即不变部分和转入部分。

3 结果与分析

3.1 泉州市中心城区建设用地时空特征分析

泉州市中心城区土地利用/覆被以耕地和林地为主,

其中耕地的面积呈现逐渐减少的趋势,林地变化较少,趋于稳定;园地所占面积较少,由于草地面积十分小,约为 0.01 hm^2 ,将其归并到园地类别中,不予分析。其它土地主要包括水域和未利用地,变化并不明显。城镇及独立工矿用地和农村居民点用地为主的建设用地变化十分显著,1995—2010 年间面积呈现逐渐增加的趋势,1995 年面积约为 $10\,487 \text{ hm}^2$,占该年总面积的 10%,而 2010 年面积约为 $28\,533 \text{ hm}^2$,占该年总面积的 29%。泉州市中心城区建设用地主要集中分布在地势较低的东南地区,且分布较为分散。1995—2010 年建设用地的扩展空间规律主要是以原中心城区为中心,沿着晋江、洛阳江和海岸扩张。

泉州市中心城区 1995—2010 年建设用地变化状况详见表 1。由表 1 可以看出,1995—2010 年期间泉州市中心城区建设用地面积呈现逐年增长的趋势,泉州市中心城区涉及到的泉州市、惠安县、晋江市、石狮市和南安市 5 个行政单元的建设用地面积均呈现不同程度的增长。1995—2010 年期间,泉州市、惠安县和晋江市建设用地面积之和均占环泉州湾总建设用地面积的 80% 左右,其中惠安县增长较大,在 2010 年,其建设用地面积已经超过始终位于第一位的原泉州市中心城区。

表 1 1995—2010 年泉州市中心城区建设用地数量结构

行政区名称	1995 年		2000 年		2005 年		2010 年	
	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%
泉州市中心城区	10 487	—	15 358	—	24 549	—	28 533	—
原泉州城区	3 792	36.15	6 190	40.30	8 511	34.67	9 712	34.04
惠安县	2 592	24.72	4 331	28.20	8 465	34.48	9 714	34.05
晋江市	2 641	25.18	3 165	20.61	5 517	22.47	6 433	22.55
石狮市	1 078	10.28	1 096	7.14	1 402	5.71	1 898	6.65
南安市	385	3.67	577	3.76	654	2.66	776	2.72

3.2 泉州市中心城区建设用地扩展速度和强度分析

泉州市中心城区城镇及独立工矿用地和农村居民点用地两大类的扩展速度和强度指数(表 2),揭示了 1995—2010 年期间不同类型建设用地扩展特征。从扩展速度来分析,城镇及独立工矿用地和农村居民点用地的扩展速度均在 2005—2010 年期间达到最低值,较 1995—2000 年和 2000—2005 年两个时期有所减缓。整体趋势表明泉州市中心城区建设用地的扩展经历了由高到低的转变,显示了建设用地的发展走向集约利用的阶段。1995—2000 年、2000—2005 年城镇及独立工矿用地扩展速度分别为 14.75% 和

14.09%,约为 2005—2010 年 5.03% 的 3 倍。相对来说,农村居民点用地扩展速度比较小,1995—2000 年、2000—2005 年、2005—2010 年扩展速度分别为 4.46%、5.19%、0.56%。分析扩展强度指数,城镇及独立工矿用地和农村居民点用地的扩展强度均在 2000—2005 时期达到最大值,说明该时期建设用地扩展强度最大。

根据表 2 可知,1995—2010 年 3 个时期两大类的扩展强度指数均较小,其主要原因是建设用地面积占总面积比例较少,反映出泉州市中心城区建设用地发展地域空间有限,扩展强度较弱。

表 2 泉州市中心城区建设用地两大类扩展速度和扩展强度 %

建设用地类型	1995—2000 年		2000—2005 年		2005—2010 年		1995—2010 年	
	扩展速度	扩展强度	扩展速度	扩展强度	扩展速度	扩展强度	扩展速度	扩展强度
1	14.75	0.75	14.09	1.25	5.03	0.76	14.60	2.76
2	4.46	0.24	5.19	0.34	0.56	0.05	7.37	0.63

注:建设用地类型中 1 代表城镇及独立工矿用地,2 代表农村居民点用地。

分析泉州市中心城区各行政单元 1995—2010 年建设用地扩展速度和扩展强度(表 3)。整体来看,1995—2010 年间惠安县建设用地的扩展速度最快,扩展速度为 54.95%,远大于 980 km² 泉州市中心城区的扩展速度,其次为原泉州城区,扩展速度为 32.23%,再次为晋江市,扩展速度为 28.73%。1995—2010 年间晋江市扩展强度指数最大,为 5.43%,其次为石狮市的 4.37%,再其次为惠安县的 4.17%。从不同时期来分析,1995—2000 年间惠安县、原泉州城区和南安市扩展速度较大,均大于 10%,超过泉州市中心城区的 9.29%;晋江和石狮市扩展速度较为缓慢。原泉州城区扩展强度最大,为 1.17%,大于泉州市中心城区的 0.98%,其次分别为惠安县和

晋江市。2000—2005 年间惠安县、晋江市和原泉州城区发展较为快速,尤其是惠安县,扩展速度为 19.10%。泉州市中心城区扩展速度较 1995—2000 年时期有所加快,扩展速度为 11.97%。该时期建设用地扩展强度指数也有一定增加,晋江市扩展强度指数最大,为 3.37%,其次为惠安县和石狮市,泉州市中心城区建设用地扩展强度约为前一时期的两倍。2005—2010 年泉州市中心城区扩展速度明显减慢,扩展速度为 3.25%,原泉州城区、惠安县和晋江市扩展较其它行政单元快速,但均明显缓慢。从扩展强度指数来看,石狮市扩展强度指数最大,为 2.64%,其次为晋江市和石狮市,泉州市中心城区强度指数为 0.81%,为 3 个时期中最小值。

表 3 泉州市中心城区各行政区建设用地扩展速度和扩展强度 %

行政单元	1995—2000 年		2000—2005 年		2005—2010 年		1995—2010 年	
	扩展速度	扩展强度	扩展速度	扩展强度	扩展速度	扩展强度	扩展速度	扩展强度
泉州市中心城区	9.29	0.98	11.97	1.86	3.25	0.81	34.42	3.65
原泉州城区	12.65	1.17	7.50	1.13	2.82	0.59	31.23	2.89
惠安县	13.41	1.02	19.10	2.42	2.95	0.73	54.95	4.17
晋江市	3.97	0.75	14.86	3.37	3.32	1.31	28.73	5.43
石狮市	0.33	0.10	5.59	1.63	7.06	2.64	15.20	4.37
南安市	10.00	0.64	2.66	0.25	3.74	0.40	20.34	1.29

3.3 泉州市中心城区建设用地转换分析

对 1995,2000,2005 和 2010 年 4 期土地利用数据进行空间叠加分析,统计数据得出各时期建设用地新增面积情况以及 1995—2000 年、2000—2005 年、2005—2010 年、1995—2010 年 4 个土地利用类型转移矩阵。由研究区域各个时期新增建设用地的空间分布情况可知,1995—2000 年时期新增建设用地较其它时期更为明显。研究中选取 1995—2010 年的土地利用转移矩阵(表 4)来分析建设用地变化的来源和去向。1995—2010 年间,转入建设用地面积约为 20 293 hm²,由耕地转换成建设用地的面积约为 15 442 hm²,占转入建设用地面积的 76%,是建设用地增长的主要来源;园地转换成建设用地面积约为 1 322 hm²,林地转移成建设用地面积约为 1 826 hm²,这两者之和占转入建设用地面积的 16%,为建

设用地增长的次要来源;水域转换成建设用地面积约为 1 179 hm²,未利用地转换成建设用地面积约为 524 hm²。1995—2010 年期间,建设用地不变的部分约为 8 240 hm²,占 2010 年总建设用地面积的 29%。1995—2010 年期间,建设用地的转出面积较少,约为 2247 hm²,主要的转出形式为农用地,其中,转换成耕地面积为 811 hm²,转换成园地面积约为 322 hm²,转换成林地面积约为 863 hm²。

3.4 泉州市中心城区建设用地变化的驱动力分析

城市建设用地的扩展是一个具有阶段性、复杂性和动态性的过程,区域地形地貌特征、人口规模变动、社会经济发展及相关政策、规划制订都会对其产生很大影响^[15-17]。本研究着重从自然因素,人口、经济增长,政策制度 4 个方面分析了泉州市中心城区建设用地的驱动力机制。

表 4 泉州市中心城区 1995—2010 年土地利用面积转移矩阵

hm²

项 目	1995 年						1995 年合计
	耕地	园地	林地	水域	建设用地	未利用地	
2010 年	耕 地	—	—	—	15 442	—	—
	园 地	—	—	—	1 322	—	—
	林 地	—	—	—	1 826	—	—
	水 域	—	—	—	1 179	—	—
	建设用地	811	322	863	147	8 240	10 487
	未利用地	—	—	—	—	524	—
	2010 年合计	—	—	—	—	28 533	98 936

3.4.1 自然因素 泉州市中心城区建设用地变化受自然因素影响较大,特别是地形因素和水文因素(附图 5)。建设用地扩展受河流、周围山地和海洋的一定限制,分布完整性较差,晋江、洛阳江和海洋等主要河流海域将建设用地分割为不同组团。泉州市中心城区地势整体较为平坦,大部分地区高程值在 0~100 m,高程最大值为 730 m;研究区域大部分坡度值在 0~15°,坡度最大值约为 56°。通过 2010 年建设用地与高程、坡度叠加分析可知,泉州市中心城区建设用地主要分布于高程较低,坡度值较小的东南地区,而高程值 200~400 m,400~730 m 范围内以及坡度在 15~25°,大于 25°两个等级,建设用地分布十分稀少。通过建设用地与河流水域生成的缓冲区图层空间叠加来分析水源距离对建设用地分布的影响。根据空间分布格局可直观发现,建设用地分布于沿晋江、洛阳江两侧,泉州湾沿海岸线区域的分布密集度也较高。在 ArcGIS 9.3 软件中,将河流水域数据生成 0~600 m,600~1200 m,1 200~1 800 m 共 3 级缓冲带。统计分析数据得到,约 22 610 hm² 建设用地位于 3 级缓冲区内,约占 2010 年建设用地面积的 79.24%。其中,约 5 962 hm² 分布于 0~600 m 缓冲带;约 7 774 hm² 分布于 600~1 200 m 缓冲带;约 8 874 hm² 分布于 1 200~1 800 m 缓冲带。研究区域内特殊的自然地理条件决定了其建设用地主要呈现沿晋江、洛阳江以及环湾、向湾的扩展格局。

3.4.2 社会因素 人口增长和社会经济发展是城市土地扩张的主要驱动因素^[18]。随着城市化进程的不断加快,城市人口数量持续增加,经济水平大幅提高,必然导致住房、生产、交通、服务等用地需求的增加,从而促使城镇建设用地扩张。选取与人口和经济增长密切相关的人口数量、人均 GDP、人均支配收入等主要因子来进行分析,泉州市总人口由 1995 年的 625.92 万人增加到 2010 年的 685.27 万人,15 a 间城镇人口比重从 15.68%增长到 33.22%;人均 GDP 值由 1995 年的 7 995 元增加到 2010 年的 45 124 元,约

为 1995 年人均 GDP 的 6 倍;市区居民人均可支配收入也由 1995 年的 5 794 元增加到 27 448 元;而随着人口和经济的增长,建设用地面积也呈现出了快速的增长趋势,建设用地面积由 1995 年的 10 487 hm² 增加到 2010 年的 28 533 hm²,15 a 间建设用地面积增加了 18 046 hm²。如图 1 所示,人口增长和经济发展各要素与泉州市中心城区建设用地扩展密切相关,呈正相关关系。人口和经济的快速增长极大地促进了建设用地扩展,是研究区域建设用地扩展最主要的驱动因素。

国家政策对建设用地扩展具有导向性作用。2004 年初福建省政府提出海峡西岸经济区发展战略。近几年来,海峡西岸经济区的主体福建省政府加大投资力度,改善基础设施,力促经济发展,壮大经济区的总体实力。计划通过 10~15 a 的努力,成为中国经济发展的发达区域。2010 年《泉州市城市总体规划(2008—2030 年)》标志着泉州中心城区、晋江、石狮、惠安等地区由分散走向融合。城市规模实现跨越式发展,预计到 2030 年,建设用地规模将实现迅速发展,中心城区 980 km² 的范围内常住人口将达 280 万人。

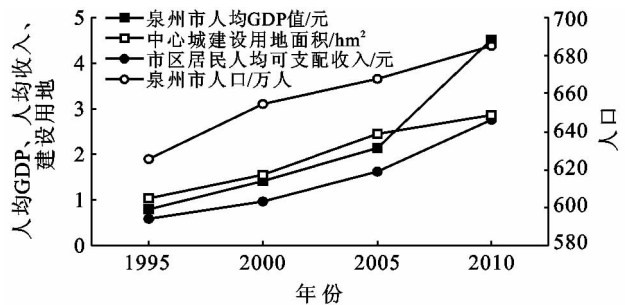


图 1 泉州市中心城区经济发展与建设用地变化的关系

4 结 论

(1) 1995—2010 年间,泉州市中心城区建设用地面积不断增长,其各个县市建设用地面积均呈现逐年

增长的趋势,其中惠安县建设用地扩展最为迅速。

(2) 1995—2010年间,泉州市中心城区建设用地扩展由1995—2005年的快速发展阶段转向2005—2010年的缓慢发展阶段。各行政单元扩展速度和强度指数反应出惠安县建设用地扩展速度指数最大,晋江市扩展强度指数最大。表明泉州市中心城区建设用地面积扩展受到局限,建设用地逐渐走向集约利用发展。

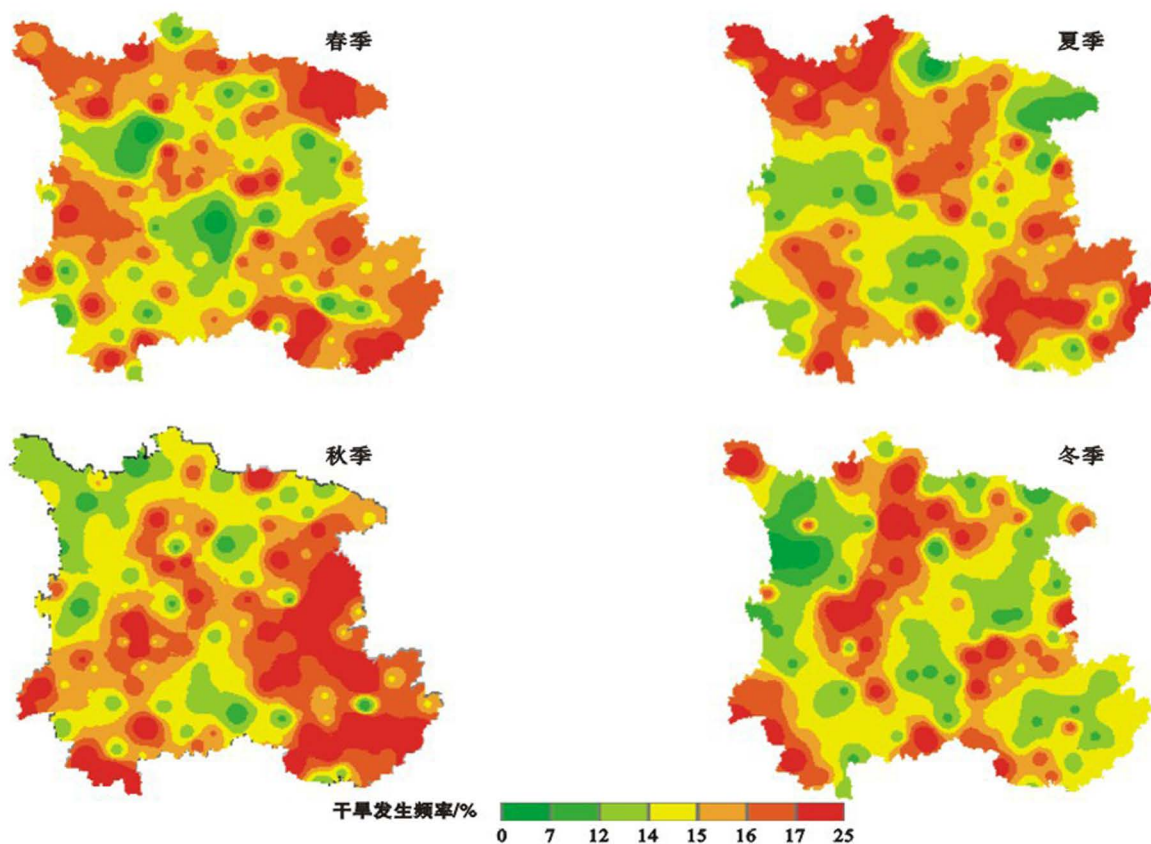
(3) 分析1995—2010年新增建设用地的来源可知,耕地是建设用地增长的主要来源,占转入建设用地面积的76%;园地和林地转移成建设用地面积占转入建设用地面积的16%,是建设用地增长的次要来源。研究结果反映出研究区新增建设用地占用耕地情况严重,长远看来,占用农业用地会带来耕地保护及生态环境问题,城市内部土地利用结构亟待调整。

(4) 泉州市中心城区建设用地扩展受到地形的影响,人口和经济的增长是建设用地扩展的最重要社会经济因素,政府政策也对其产生较大的作用。

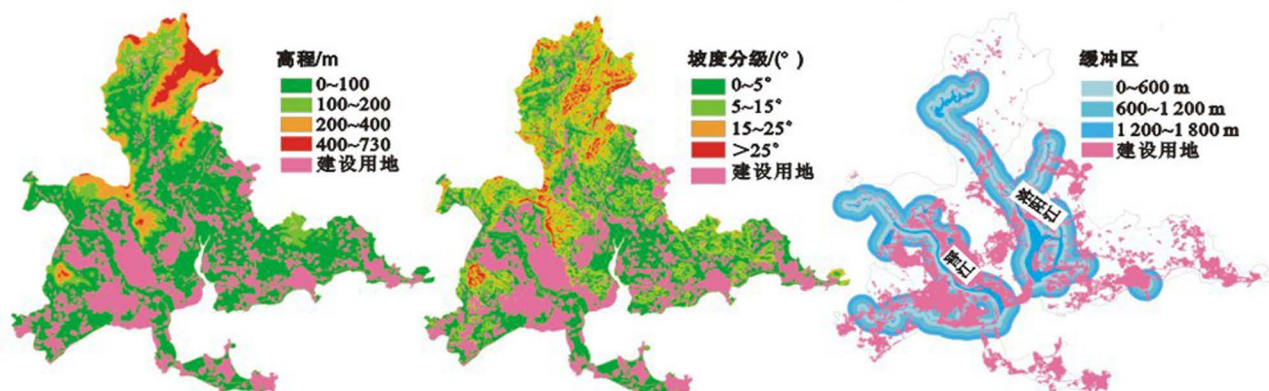
(5) 本研究尚未定量分析其建设用地扩张的驱动力机制,驱动力研究存在一定的主观性。此外,不同典型区域土地利用变化的深入比较分析将是下一步的重要研究工作。

[参 考 文 献]

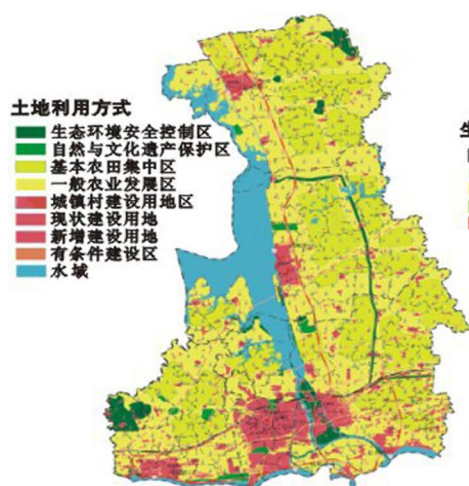
- [1] Quan B, Römken M J. Spatial-temporal pattern and population driving force of land use change in Liupan Mountains Region, Southern Ningxia, China[J]. Chin. Geogra. Sci., 2008, 18(4): 323-330.
- [2] 李秀彬. 土地利用/土地覆盖变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [3] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学(D辑): 地球科学, 2002, 32(12): 1031-1040.
- [4] 摆万奇, 赵士洞. 土地利用和土地覆被变化研究模型综述[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 169-175.
- [5] 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.
- [6] 谭荣, 曲福田. 现阶段农地非农化配置方式效率损失及农地过度性损失[J]. 中国土地科学, 2006(3): 3-8.
- [7] 何春阳, 史培军, 陈晋, 等. 北京地区土地利用/覆盖变化研究[J]. 地理研究, 2001, 20(6): 679-688.
- [8] Clarke K C, Gaydos L J, Hoppen S. A self-modified cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay Area[J]. Environment and Planning(B), 1997, 24(2): 247-261.
- [9] 陈述彭. 城市化与城市地理系统[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [10] 陈永庭. 中国自然资源丛书: 福建卷[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995: 102-122.
- [11] 刘纪远, 战金艳, 邓样征. 经济改革背景下中国城市用地扩展的时空格局及其驱动因素分析[J]. AMBIO, 2005, 34(6): 444-449.
- [12] 段学军, 卢雨田, 李慧, 等. 南通市城镇建设用地扩展时空特征分析及模拟[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(2): 104-110.
- [13] 杨维鸽. 基于CA-Markov模型和多层次模型的土地利用变化模拟和影响因素研究: 以陕西省米脂县高西沟村为例[D]. 陕西 西安: 西北大学, 2010.
- [14] 黄锦凤. 惠州东江流域土地利用变化时空特征及驱动力研究[D]. 湖南 长沙: 中南大学, 2011.
- [15] 严祥, 蔡运龙, 陈睿山, 等. 土地变化驱动力研究的尺度问题[J]. 地理科学进展, 2010, 29(11): 1408-1413.
- [16] 王小玉, 张安明, 邹小红, 等. 重庆市土地利用变化及驱动机制研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(2): 146-151.
- [17] 摆万奇, 赵士洞. 土地利用变化驱动力系统分析[J]. 资源科学, 2001, 23(3): 39-41.
- [18] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 我国城市用地扩张的驱动力分析[J]. 经济地理, 2003, 23(5): 635-639.



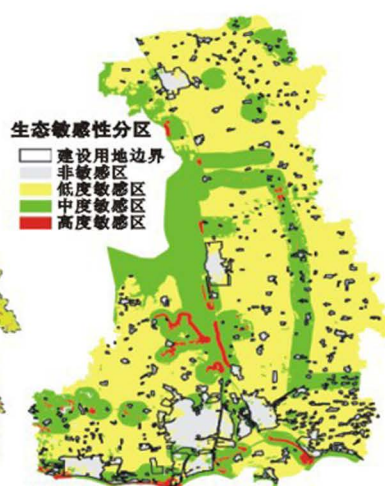
附图4 1962—2011年西南地区四季干旱发生频率分布



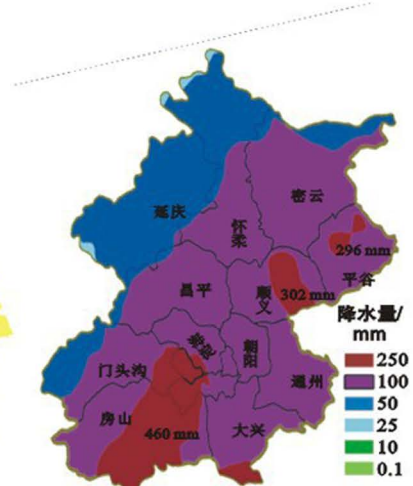
附图5 泉州市中心城区建设用地自然驱动因素



附图6 扬州市土地利用总体规划



附图7 扬州市土地利用生态敏感性分区



附图8 北京市“7·21”暴雨雨量分布图