

文章编号:1004-8227(2011)03-0317-08

三峡工程建设前后库区城镇发展与环境变化

张磊, 吴炳方*, 袁超, 朱亮, 王鹏, 周月敏

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 利用卫星遥感监测,分析三峡工程建设前后库区城镇发展类型、时空过程,揭示库区城镇变化的驱动力,探索了城镇扩展与人口城镇化关系,研究城镇环境变化特征。三峡库区城镇规模发展不均衡,库尾城市规模庞大,库中、东部区县级城市规模较小,而乡镇的比例占城镇面积 24%;在过去 15 a 中,建城区规模扩大 172%,高于全国省会城市发展水平 72%;三峡库区城镇规模扩大的同时,东西城镇规模差距逐步缩小,三峡工程建设起着重要的推动作用;城镇发展以侵占了优质耕地资源为代价,耕地占城镇变化 83%;城镇用地变化与人口城市化发展不平衡,城镇空间发展快于人口城镇化过程,城镇对农村人口的吸引力不及全国省会城市平均水平,在 2007 年城市化率低于全国水平 13%,差距进一步扩大;城市空间结构发展模式受地形和土地资源的限制,城市分维数和坡度分别增加 1.2%和 1.04°,城市向潜山区扩展或搬迁的同时,城市空间的完整性下降。

关键词: 三峡库区; 城镇化; 水库淹没; 城镇搬迁; 遥感
文献标识码: A

城市空间扩展及其所表现出的空间效果,是社会、经济和政治等各方面因素综合作用的结果^[1]。城镇化水平的高低,是衡量一个国家或地区发达程度的重要标志^[2]。城市化发展拉动了国家经济增长,为国民积累了更多的社会财富。城市化的健康发展是我国现代化建设中的历史性战略任务,也是和谐社会建设的重要保证^[3]。

三峡库区位于我国东西北部过渡地带,生态环境脆弱。长期以来库区山区经济发展落后,为全国集中联片的贫困地区。长江黄金水道贯穿其中,但长期以来,基础设施落后,陆地交通不便,城镇化水平远低于全国平均水平^[4]。1994 年三峡大坝的兴建,改变了库区城镇原有的发展态势。三峡库区 175 m 蓄水淹没形成大规模的城镇搬迁,通过库区城镇迁建,城市容量、基础设施建设和城市功能有质的飞跃。西部大开发、重庆直辖市设立,使三峡库区城镇得到前所未有的发展机遇,通过重庆、万州、宜昌为主要经济圈的辐射作用,带动了库区的经济发展。而城镇发展的同时,也给土地资源带来了巨大压力,三峡库区人口承载能力、城镇发展的不均衡

性、突变性也带来一些问题。

国内学者通过统计数据路径分析建模方法,分析三峡库区城镇建设用地与社会、经济、人口指标的关系,研究城市扩展的驱动因子^[5];开展了三峡库区城市形态与高山、江河和地质影响研究,分析认为迁建后城市结构形态从集中紧凑的“团状”演变为集中紧凑的“带状”结构,迁建后城市建设的地形条件普遍有所恶化^[6];王崇举^[7]分析得出三峡库区城市搬迁后区城市容量和基础设施建设有质的飞跃,但三峡库区产业空虚化严重、库区城镇失业人口居高不下,城镇功能有待恢复;杨传俊^[8]分析了三峡库区土地集约化利用的变化趋势,分析影响土地集约化的因素。本文利用遥感监测方法,从时空尺度揭示三峡工程建设前后的城镇发展的格局、过程及环境变化,分析三峡库区城镇发展的特点、存在问题和发展模式。

1 研究区概况

三峡库区是指三峡大坝建成后受回水影响的水

收稿日期:2010-09-30; 修回日期:2010-10-20
基金项目:中国科学院知识创新工程重大项目“重大工程生态环境效益遥感监测与评估”(KZCX1-YW-08-01-01);国务院三峡办项目“三峡库区生态与环境遥感实时动态监测”(SX[2002]-004)
作者简介:张磊(1965~),男,江苏省宜兴人,副研究员,主要从事农业与生态环境遥感研究, E-mail: zhang@irsa.ac.cn
* 通讯作者 E-mail: wubf@irsa.ac.cn
© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

库淹没区和移民搬迁安置所涉及的 20 个行政区域,总面积 5.8 万 km²。在三峡工程建设以前,库区城镇多数沿江分布,背山面水,缺少统一规划,布局混乱。城区建筑密度高、道路狭窄、坡度大、弯道多,绿地面积小。三峡工程建设后,175 m 以下的城镇受水库淹没影响进行了城镇搬迁。半淹没搬迁城市包括忠县、万州区、长寿区、涪陵区,全淹没搬迁城市包括丰都县、开县、云阳县、奉节县、巫山县、巴东县、秭归县、兴山县。城市搬迁使库区城镇出现了新的格局。

2 数据与方法

2.1 数据来源和图像预处理

三峡库区城镇遥感监测采用 1992、2002、2007 年 SPOT、TM 的融合数据,空间分辨率为 10 m。充分利用 TM 光谱信息和 SPOT 空间信息,采用 SPOT 的全色波段数据与 TM 多光谱数据进行融合的技术方法,达到总体精度为 10~15 m 的影像数据。1992 年数据缺少 SPOT 数据,采用 TM 数据。1:5 万 DEM、坡度空间辅助数据参与数据分析,以提高信息识别和提取的精度。信息提取预处理分为数据采集、大气纠正^[9]、地形光谱纠正^[10]、波段反射率计算、云标识、正射纠正、数据融合等处理。

2.2 城镇信息提取及变化检测

城镇信息分类方法采用基于面向对象的决策树分类方法^[11,12]。该方法具有非参数分离、多变量参与规则集建立的优势,通过多尺度的对象拟合进行识别的特点,同时基于对象的纹理特征、几何属性和空间关系,增加识别的信息。分类采用 Definiens 公司 5.0 图像处理软件进行。尺度 8 的分割聚类,适合三峡地区的建设用地边界拟合,同时尺度分割后避免了分类中出现的“椒盐”现象,城镇用地的完整性加强。为减少分类误差,城镇决策树建立采取最短建树、类型均匀划分的原则,划分指标选取了植被茂盛期 NDVI、植被出苗期 NDVI、出苗期反照率、茂盛期裸露地亮度指数、坡度、高程,由于建设用地是人工用地,其在几何形态、空间关系具有独特的判别特征,在划分指标引入了对象大小、空间关系判别指标,加强建设用地的识别。通过决策树的分离过程,不断去除非城镇信息,达到城镇用地提纯的目标(图 1)。城镇的变化检测采用后分类方法进行对比,提取 1992~2002、2002~2007 年时间段的变化数据。

2.3 城镇扩展评价

利用城镇用地扩展强度指标反映城镇用地扩展

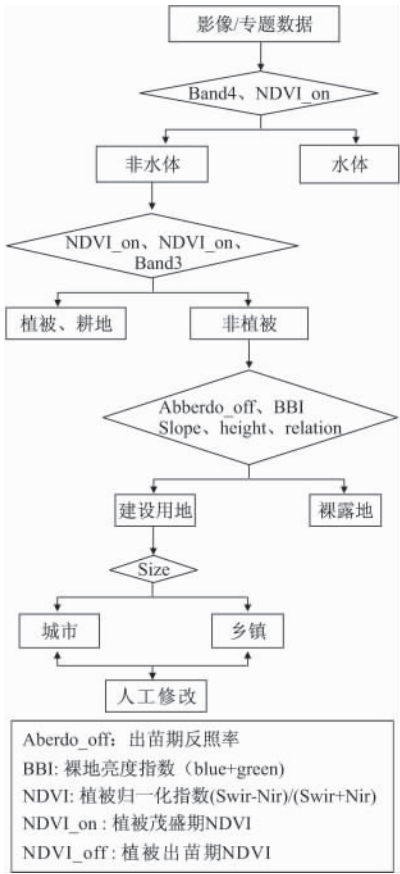


图 1 建设用地提取决策树流程图

Fig. 1 Framework of Decision Tree Algorithm for Buildup Classification

强弱和快慢,对各空间单元的土地面积对其年平均扩展速度进行标准化处理,使不同时期城市土地利用扩展的速度具有可比性。其公式如式(1)^[13]。

I= (U_b - U_a) / (n * A_i) * 100 (1)

式中:I 为城镇扩展强度指数;U_a 为研究期初的城镇用地面积;U_b 为研究期末的城镇用地面积;n 为研究时段;A_i 为城镇土地总面积。经过式(1)计算,研究区内各单元在各研究期内城镇用地扩展强度指数如图 2。

城镇用地分形维数是用来表示城市形态、分析不同时期城市的空间复杂度和稳定性的模型。其模型如式(2)^[14]。

lnU = (2/E) * lnC + K (2)

式中:U 为某一分研究区的城镇用地面积;E 为分形维数;C 为城镇用地轮廓的周长;K 为面积与周长关系截距。

2.4 精度验证

采用随机抽样的方法验证精度。将三峡库区标

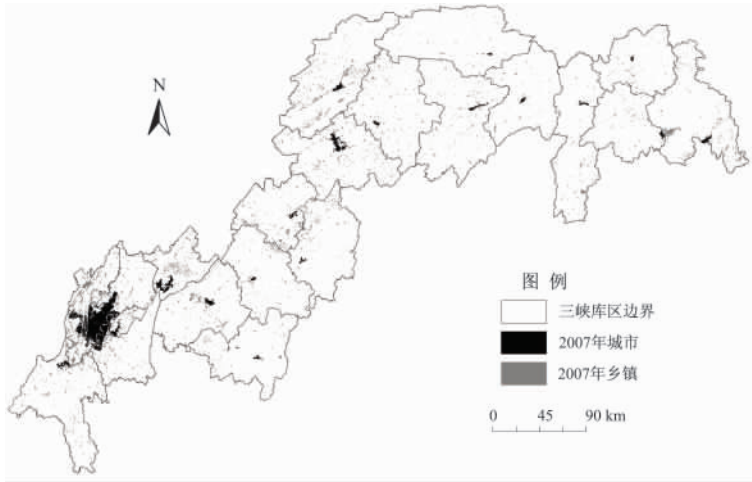


图 2 2007 年三峡库区城镇空间格局

Fig. 2 Urban Spatial Pattern in TGR Area in 2007

准的 1:1 万地形图格网为样本选取的基本单元区域,随机抽取规定数量的样本进行实地验证。样本量是指保证达到调查结果预期精确度所必须抽取的最小样本单元数。适宜的样本量是综合考虑调查估计值的精度要求和调查实施的各种制约因素权衡决定的。为了满足估算精度的要求,根据抽样的要求,抽样最小样本 n 的计算公式为:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \tag{3}$$

$$n_0 = \frac{t_a^2 p(1-p)}{d^2} \tag{4}$$

式中: N 为目标总体; d 为要求的估算误差。 t_a 是在某个置信度下对应的系数,可从查找表中获取; p 为抽样保守值; n_0 为未修正的样本数量; n 为修正后的样本数量。

根据三峡遥感监测的要求,置信度设为 95%,对应的 t_a 为 1.96,估算误差为 10%,由于无法得到 p 的估计值,因此设 $p=0.5$,使 $p(1-p)$ 达极大值,得到最保守的样本量 $n_0=96$ 。

3 结果

3.1 验证结果

分类结束后,根据分层抽样,通过野外调查获取了 252 地面样点数,得到城镇转换矩阵分析(表 1),得到城市与乡镇的用户者精度分别为 97%和 94%,生产者精度分别为 100%和 97%,城镇用地总精度为 93%。

3.2 三峡库区城镇发展

根据遥感监测结果,2007 年三峡库区城镇用地

表 1 城镇用地监测精度评估

Tab. 1 Accuracy Assessment for Buildup Mapping

类型	城市	乡镇	其它	小计	用户者精度
城市	70	0	2	72	97%
乡镇	0	165	10	175	94%
其它	0	5	0		
小计	70	170	12		
生产者精度	100%	97%			93%

面积 73 995 hm²,其中城市用地面积 55 975 hm²,乡镇用地面积 18 020 hm²。重庆 7 区与渝北区城市建成区占三峡库区城市用地 66%,其它区、县受环境、资源限制,城镇用地比例较小,这一特征显示三峡库区城镇空间发展规模的不平衡,重庆市城市规模庞大,其它区县级城市规模较小;而乡镇、小城镇的比例只占到城镇用地面积的 24%,未形成城市的区域辐射作用和城市-区县城-乡镇的均衡发展态势。三峡库区共涉及 20 个市、区、县城,城市和乡镇的空间格局总体分布集中分布于长江及其支流两岸(图 3),除渝北区、武隆县、石柱县、开县、巫溪县、兴山县、夷陵区 7 个区县分布于长江一级支流外,其它 13 个区县城市均集中于长江沿线。

1992~2007 年,三峡库区城市经历了不同程度的发展强度和发展模式。城市面积净增加了 3.54 万 hm²(图 3),平均比原城市面积增加 172%,到 2007 年城市面积达到 5.6 万 hm²。城市扩展规模最大的两个城市为重庆 7 区和渝北区,而城市扩展强度较大的主要是秭归县和渝北区,土地扩展 10 倍以上,城市扩展强度较小的有夷陵区、巴东县、巫溪县、涪陵区、巫山县、重庆 7 区,城市扩展强度在 0.5 左右。

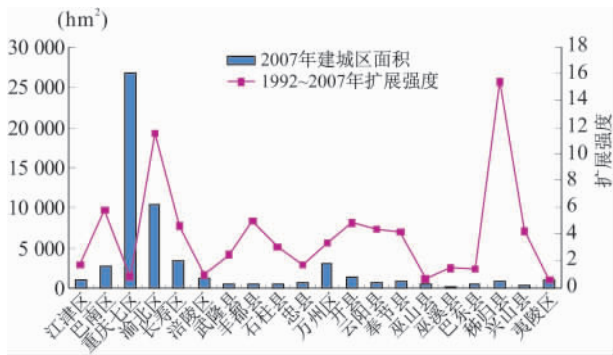


图 3 2007 年三峡库区各城镇用地分布

Fig. 3 Development Relation Between Urban Sprawl and Town Expansion in TGR Area

三峡库区城市扩展的区域、速度具有差异性特征(图 4),1992~2007 年,城市均有不同程度增长,其中 1992~2002 年的城市面积增加 152%,2002~2007 年扩展了 22%,前期阶段城市增长的区域分布于重庆市周边与库首地区。1997 年重庆成立直辖市后几年,国家在促进西部发展方面给以重庆市优厚的发展政策,重庆主城区及周边城市发展迅猛,而三峡移民工程在 2002 年之前,135 m 水位以下的移民已大规模搬迁,它主要涉及云阳以东的城市搬迁,移民工程使城市建设大为改观。前期发展较为均衡、发展速度快。而后期城市发展主要受城市 175 m 水位以下城市搬迁影响较大,增长较快地



图 4 1992~2007 年的三峡库区城市发展动态图

Fig. 4 Urban Spatial Expansion Between 1992~2007 in TGR Area

区主要分布于库中的开县至渝北区之间的区县。

三峡库区乡镇发展慢于城市发展、并滞后于城市发展(图 5)。15 a 发展实际增长率为 85%,到 2007

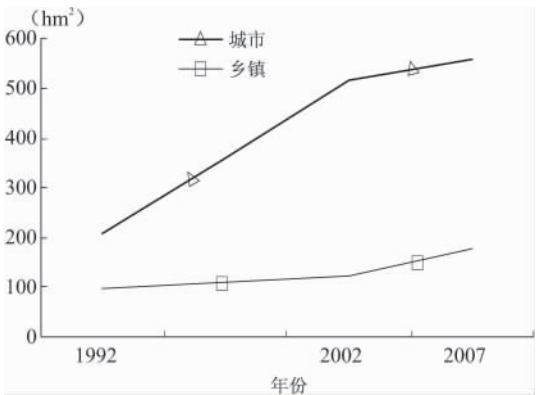


图 5 1992~2007 年三峡库区城、镇发展关系

Fig. 5 Urban and Town Development During

1992~2007 in TGR Area
年乡镇面积达到 1.8 万 hm^2 ,乡镇面积只有城市面积的 32%。城市和乡镇在各阶段发展速度不同,1992~2002 年,发展受多种因素影响,城市发展速度快于乡镇建设发展速度 124%,2002~2007 年,城市发展速度慢于乡镇建设 38%,城市发展进入了新的阶段,城市的扩展主要是开发区的建设,城市发展进入一个调整期,而乡镇发展受城市发展带动,乡镇企业得以快速发展,特别是库区的交通体系的发展,促进了乡镇的建设。

3.3 城镇发展过程的土地覆被类型转换

城镇发展主要侵占耕地资源。根据土地覆被类型转换矩阵分析,城镇用地占用耕地占到城镇变化面积 83%(图 6),草地占到 10%,其它类型占 7%。基本上占用了河谷地带高质量的耕地。三峡库区土地资源有限,平坦的土地基本上开垦成耕地,而坡面的土地难以利用,城市发展只能占用有限的耕地。城市发展也是耕地减少的主要原因。

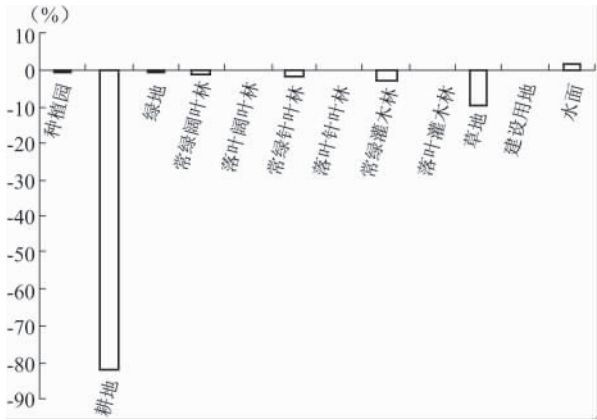


图 6 三峡库区城镇发展下的土地覆被类型转换

Fig. 6 Land Cover Conversion Caused by Urban Expansion

3.4 城镇扩展期间的人口城镇化过程

三峡库区城镇土地变化与人口城市化发展水平不平衡。近 15 a 城市土地扩张速度迅猛，而人口城市化进程滞后，相比城市变化，人口增长了 74%，居民居住条件有了较大的改善，土地容量有了较大增长，其中三峡工程对带动库区经济发展和城市化进

程起到重要的推动作用。将三峡库区与全国平均的城市化率进行对比分析，三峡库区的人口城市化率小于全国水平(图 7a)，全国人口城市化率每年平均增长 1.2%，三峡库区城市化率每年增长为 0.8%。1992 年三峡库区城市化率低于全国平均水平 7 个百分点，到了 2002 年差距扩大到 11 个百分点，而 2007 年三峡库区的城市化率只有 32%，低于全国 13 个百分点，差距进一步扩大。而城市的土地规模在不断扩大，与全国省会城市平均水平对比(图 7b)，1992~2007 年，三峡库区建城区的增长速度大于全国省会城市平均的发展速度 72 个百分点，而库区城市人口相对增长不高，对农村人口的吸引力不及全国省会城市平均水平。

城市土地和人口的差异性增长，使人均用地发生了变化(图 8)。人口和土地差异性增长导致城市人均用地从 1992 年的人均 79 m² 增长至人均 111 m²，2002 年达到顶峰 117 m²，2002 年以前重庆建立直辖市是城市用地增长的主要原因，2002 年以后人口城市化使城市人均用地开始下降。三峡库区

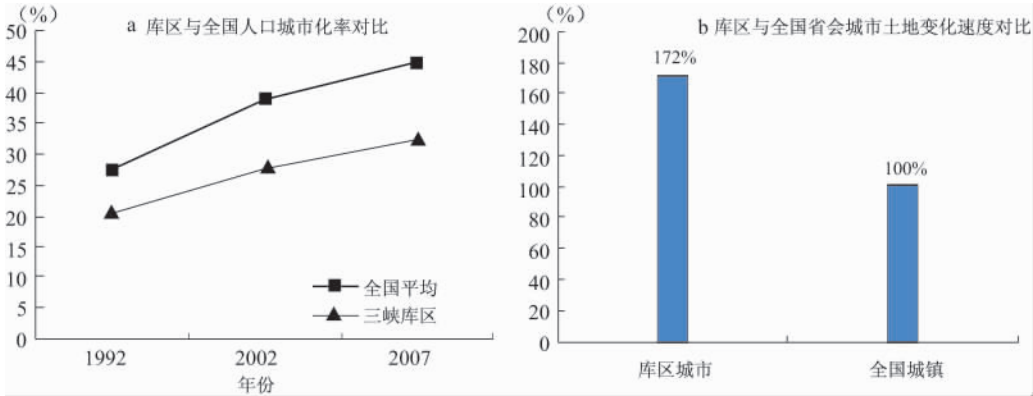


图 7 1992~2007 年三峡库区与全国城市发展对比

Fig. 7 Population Urbanization Rate(a) and Urban Expansion Rate(b) Comparison Between TGRA and China

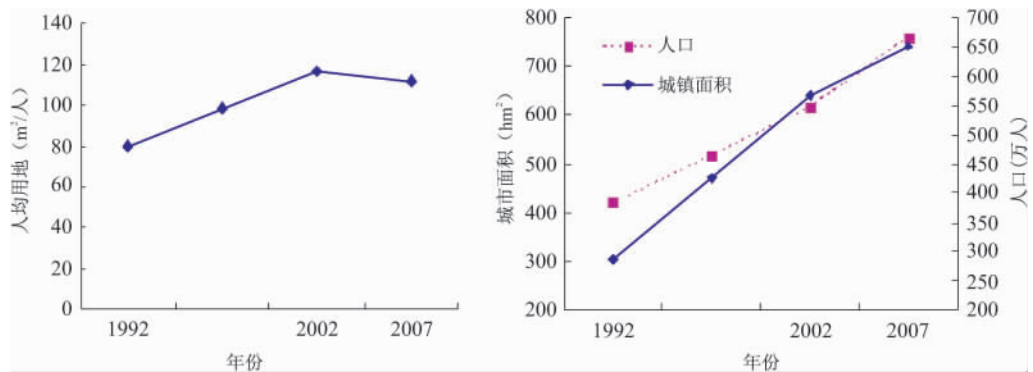


图 8 1992~2007 年三峡库区城市人均用地变化

Fig. 8 Urban Land Occupation per Capita Change During 1992~2007 in TGR Area

城市人均用地超过国家人均 100 m² 标准(国际人均 80 m²),但仍低于全国人均水平 134 m², 三峡库区土地紧张,城市发展同样应走集约化的道路,提高单位土地的经济价值。

3.5 城镇发展的类型及区域特征

三峡库区各区县的空间结构发展模式具有 4 种类型:放射状发展、单向发展、线性扩展模式、异地发展模式。放射状发展模式主要分布于库尾地区,以重庆 7 区为中心及周边的区县的发展。重庆市是全国统筹城乡综合配套改革试验区,受益于西部开发和直辖市的行政区升级,重庆市出现了前所未有的发展机遇,发展以重庆 7 区为中心的“一小时”经济圈,该区域的城市面积占到 20 个城市土地面积的 81%,平均城市面积为 7 500 hm²,重庆 7 区发展已与渝北区、巴南区联片形成城市群。单向发展和异地发展模式受三峡工程城镇移民迁建影响较大,全淹没城市基本上是采用异地发展模式,半淹没城市采取城市后靠、单向发展模式。全淹没城市变化高于半淹没城市变化,而半淹没城市变化高于其它没有淹没城市。异地发展模式为城市整体搬迁,大多数分布东部,新城功能齐全、布局合理,城市搬迁后空间增大,平均增长 353%。单向发展模式受原城市布局和原地形的影响,城市变化小,平均增长 115%(不考虑区域经济发展因素),其城市调整面积较小,城市搬迁只能对城市的局部区域进行产业结构、城市规模进行调整,优化城市布局和功能,在一定程度上促进城市的发展。线性扩展模式主要是严重受地形影响,沿等高线发展的方式。包括奉节县、巴东县;受空间发展限制,线性发展城市形成串珠状城市结构,线性搬迁城市变化面积大约在 150%~300%,城市过于分散,增加城市环境、交通改造和运行的成本,县城处于高坡度的边缘,由于可利用面积小、地形陡,城市沿等高线线状发展模式,并为多条冲沟分开,地质条件不稳定,特别是巴东县部分城市还在滑坡体上、安全性差,在其城市建设中,进行了大量的高切坡工程和土地平整工程处理,建设成本高而可扩展空间有限,这类城市未来发展受到极大的限制。

三峡库区城镇规模扩大的同时,东西城镇规模差距减少了(图 9)。1992~2007 年,各城市用地规模均在扩大,库区中、东部地区城市原规模相对较小,平均城市规模在 400~500 hm²,受地形影响,总体发展规模小于西部地区,但受三峡工程城市搬迁等因素影响,城市发展比例大于西部城镇。特别是

整城搬迁变化较大。三峡库区 2007 年城镇化率由库尾重庆的 76%向东逐步递减至东部的巫溪 11%,东部地区城镇用地增加有利于农村人口的城市化,减轻农村土地压力。库区的城镇发展使原先中、东部地区城镇较小规模得以改善,使三峡库区城市规模均衡发展,其中,三峡工程建设促进了城市均衡化发展。

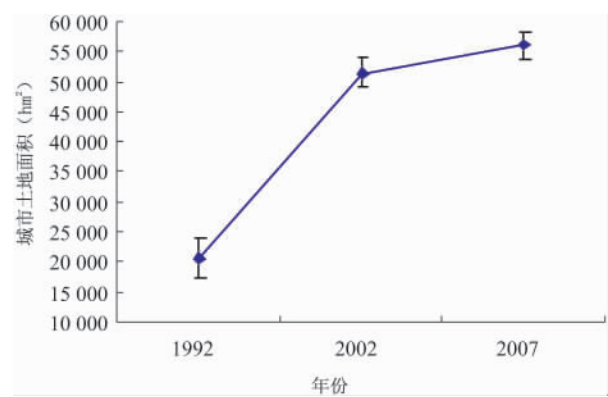


图 9 1992~2007 年三峡库区各城市规模及标准差变化
Fig. 9 Variety of Urban Size and Standard Deviation in TGR Area During 1992~2007

3.6 城市环境变化

三峡库区城镇扩展与经典的克里斯特勒的“六边形”聚落结构不同,库区各县(市)域地形为典型的山地地形,高山、河谷等割裂了部分城镇之间的联系,城镇体系往往呈现沿江、地势发展(图 4)。库区城市平均分维数为 1.45、平均坡度为 10.4°,1992~2007 年,三峡库区分维数平均提高 1.2%,坡度增加了 1.04°,城市向潜山区扩展或搬迁的同时,城市的完整性有所下降。其中石柱县、万州区、奉节县和巴东县城的分维数增长大于 3%(图 10),这些城市周边地形狭窄,土地资源有限,未来城市发展需要严格控制规模,特别是奉节县城市搬迁后坡度增加了 10°,城市东西伸展过长,不利于城市居住和生活。万州区主要是因为 3 个城区孤立发展形成的高分维数增长,城区过于分散。兴山县和云阳县城的城市搬迁比较成功,分维数和坡度均有下降,城市空间环境得以改善。

4 讨论

三峡库区近 10 多 a 的城镇发展,使城市规模增大、建筑密度降低、人均土地增加,改善了城市居住环境。而城镇的扩展以牺牲紧缺的优质耕地为代价,但耕地的减少并没有加剧农民的人地关系,农村

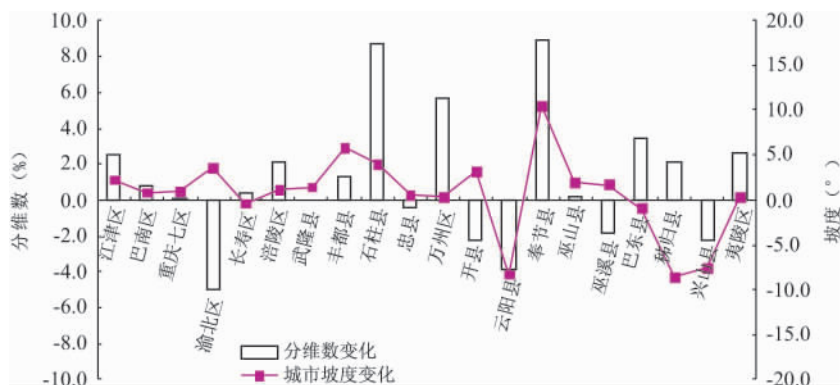


图10 1992~2007年三峡库区各城市分维数和坡度变化

Fig.10 Change of Urban Fractal Dimension and Slope in TGR Area During 1992~2007

的人均耕地反而上升了,因为城镇土地扩张的同时也是城镇化的过程。虽然三峡库区的城镇扩张速度快于城镇化进程,但是这种土地、人口的转换还是减轻了农民的土地负担。三峡库区已确定为《国家主体功能区规划》中的限制性开发区,以保护环境为主、适度开发为原则。三峡库区的土地开发程度不高,但脆弱的生态环境本底和三峡库区水安全,使三峡库区已难以承受现有强度的土地开发,坡耕地在未来几年可能大面积退耕,转化成自然植被,农村人口的城镇化进程将会加快。城镇化过程将影响城镇土地的扩张。目前,对这种土地转换中经济、生态价值难以定量地恒量,但在三峡库区应优先考虑生态环境的保护,推进城镇化发展过程。

三峡库区城镇化发展过程低于全国发展水平,可能有几个方面原因:(1)三峡库区的坡耕地破碎、分散,主要按传统经营方式耕作,难以形成大田集约化生产,限定了土地流转的数量和方式,使农民难以进行土地出让,从而限制了农村人口的流动;(2)山区交通的不便使农村的流动性大大降低;(3)三峡库区经济落后于沿海地区,使人口流向经济密度大的沿海地区,而库区的区、县城市发展内动力不足、产业空虚,吸引力不够;(4)农民的封闭思想也使农民接受新思想和新经营方式方面需要时间过程。目前,三峡库区的城镇环境大大改观,有利于城镇化的发展。从内、外动力驱动推进区域的城镇化发展,进一步改善城镇的基础设施,提供农民更多的培训机会、增强城镇的就业能力;通过自愿的生态移民、工业园开发方式吸引农村人口城镇化。

三峡库区未来发展应优先小城镇建设。由于水库生态环境的压力,今后库区生态移民和农村人口的城镇化将是必然趋势。目前,三峡库区农村人口

比例高、城乡差别大,大城市-区县城市-乡镇发展比例不均衡,乡镇规模较小。库区城市发展受地形、资源的限制,大城市的功能与结构难以在山区地形形成和施展。而小城镇建设是农村与城市发展的纽带,小城镇发展使大量的农民迅速非农化,较快地进入低水平的城市化阶段;小城镇的发展是培育和开拓农村市场、扩大国内市场需求的根本措施,也是消化城市化过程中大量农村剩余劳动力的重要场所^[15]。三峡库区的土地资源分散于长江各支流中,适合小规模的城市建设及资源配制,有利于农村剩余劳动力的转移,同时又缓解大中城市人口压力。

5 结论

(1)三峡库区城镇规模不均衡,库尾城市规模庞大,库区中、东部区县级城市规模较小;而乡镇、小城镇的比例更少,但在过去15a中三峡库区城镇规模扩大的同时,东西城镇规模差距逐步缩小,三峡工程建设起着推动作用,未来发展应优先小城镇建设;(2)城镇发展主要侵占了优质耕地资源,它也是耕地减少的主要原因;(4)三峡库区城镇土地变化与人口城市化发展不平衡。城镇空间发展快于人口城镇化过程,城镇对农村人口的吸引力不足。三峡库区的城市化率低于全国水平,差距进一步扩大。建城区扩大规模大于全国省会城市发展水平;(5)三峡库区城市空间结构发展模式有放射状发展、单向发展、线性扩展模式、异地发展模式,地形和资源是城镇发展模式的限制因素;(6)近15a中三峡库区城市分维数和坡度均有增加,城市向潜山区扩展或搬迁的同时,城市完整性有所下降;(7)小城镇发展适合三峡库区城镇化发展模式。

参考文献:

[1] 许彦曦,陈 凤,濮励杰.城市空间扩展与城市土地利用扩展的研究进展[J].经济地理,2007,27(2):296~301.

[2] 胡 丽,张卫国,叶晓更.三峡库区城镇化建设中的资源配置优势分析[J].科技管理研究,2006,(10):14~16.

[3] 方创琳.改革开放 30 年来中国的城市化与城镇发展[J].经济地理,2009,20(1):19~25.

[4] 邱 强.三峡库区城镇土地利用结构优化探析[J].重庆建筑大学学报,2002,24(5):1~4.

[5] 曹银贵,王 静,郑新奇,等.三峡库区城镇建设用地驱动因子路径分析[J].中国人口·资源与环境,2007,17(3):66~69.

[6] 王松涛,祝 莹.三峡库区城镇形态的演变与迁建[J].城市规划汇刊,2000,2:68~74.

[7] 王崇举.长江三峡库区城市功能恢复与重建的思考[J].城市经济,2006,13(6):74~78.

[8] 杨传俊,刘秀华.三峡库区城镇土地集约利用研究[J].西南农

业大学学报(社会科学版),2006,4(4):101~104.

[9] BERK A,BERNSTEIN L S,ROBERTSON D C. MODTRAN: A moderate resolution model for LOWTRAN 7[M]. GL-TR-89-0122,Geophys Lab,Bedford,MA,1989.

[10] GU D G,TOPOGRAPHIC A G. Normalization of landsat TM images of forest based on subpixel sun-canopy-sensor geometry[J]. REMOTE SENS ENVIRON,1998,64:166~175.

[11] 钱巧静,谢 瑞,张 磊,等.面向对象的土地覆盖信息提取方法研究[J].遥感技术与应用,2005,20(3):338~342.

[12] 陈云浩,冯 通,史培军,等.基于面向对象和规则的遥感影像分类研究[J].武汉大学学报(信息科学版),2006,31(4):316~320.

[13] 曹银贵,袁 春,周 伟,等.三峡库区耕地城镇化及城镇扩展测度[J].农业工程学报,2009,25(6):254~260.

[14] 朱莉芬,黄季煜.城镇化对耕地的影响研究[J].经济研究,2007(2):137~145.

[15] 柳思维.关于发展农村小城镇与加快中国城市化的若干问题[J].湖南商学院学报,1999,5:1~6.

URBAN DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT CHANGE BEFORE AND AFTER THREE GORGES PROJECT CONSTRUCTION IN THREE GORGES RESERVOIR AREA

ZHANG Lei, WU Bing-fang, YUAN Chao, ZHU Liang, WANG Peng, ZHOU Yue-ming
(Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract: This paper used satellite remote sensing data,analyzed the spatio-temporal pattern, process of urban development in Three Gorges Reservoir Area (TGRA) before and after Three Gorge Project construction,revealed the driving forces of urban change,explored population urbanization process with the urban expansion,and performed studies of urban environmental change characteristics. The development cities and towns was not balanced on scale in TGRA. The west developed a large municipality,while small county-level cities occurred in the east;and towns accounted for only 24% among all cities and towns. In the past 15 years,the cities expanded 172%,that is 72% more than the national urban average. Urban expansion narrowed the gap of scale between the west and the east in TGRA,and Three Gorge Project played an important role in promoting this process. Urban development was based on the cost of high-quality cultivated land loss. Cropland occupation accounted for 83% of urban change. Urban expansion and population urbanization were unevenly developed. The cities expansion was quicker than the urbanization process,and the cities and towns attracted less rural population than national urban average. The TGRA urbanization in 2007 was below the national level 13%,and the gap trended to enlarge. Topography and land resources were the limit factor to urban spatial pattern of development. Urban average fractal dimension and the slope gradient in TGRA increased by 1. 2% and 1. 04 degrees,respectively. The spatial integrity of the cities becomes worse as urban expansion or relocation closed to the mountain.

Key words: Three Gorges Reservoir Area; urbanization; reservoir inundation; urban relocation; remote