

三峡库区景观格局变化及其影响因素
——以重庆市云阳县为例

高 群

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:从 20 世纪 90 年代中期至今是三峡库区生态-经济系统与景观格局发生重大变化的一段时期。论文通过对库区重庆市云阳县 1994 年与 2002 年遥感影像的解译,分析景观格局的变化,探讨生态建设、城镇化、基础设施建设、生态移民、农业产业结构调整等短时期内高强度的人类活动对该区域景观格局的影响。地形破碎、高差悬殊的山地特点以及在亚热带湿润气候主导下的山地立体气候分异等自然因素造成了景观格局的基本分异;有限的土地资源及其利用与分布状况是控制景观格局变化的主导因子;为保证三峡工程的顺利建设和安全运行而采取一系列生态经济建设活动成为促使景观格局变化的最重要的驱动因素;政治、经济和社会决策对景观格局变化具有重要影响。

关键词:三峡库区; 景观格局; 云阳县; 人类活动

文章编号:1000-0933(2005)10-2499-08 **中图分类号:**Q149 **文献标识码:**A

Landscape changes and human activities in three gorges reservoir area: the case of Yunyang County

GAO Qun (*State Key Laboratory of Resource and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China*). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(10): 2499~2506.

Abstract: Over the period of Three Gorges Project (TGP), from the middle 1990's up to the present the landscape in three Gorges Reservoir area has been changed enormously. The frangible eco-environment system is being threatened by excessive and careless reclamation in this area. Meanwhile, the economic development level is relatively low. The area is faced with problems such as over-population, less cultivatable land, environment degradation and poor economic condition. The conflict between economic growth and the eco-environment conservation is fierce. TGP and other relevant human activities exert various influences on the environment, economy and society in the Three Gorges reservoir areas again. Thus, in this study, we focus on the landscapes which may be subjected to dramatic and irreversible changes and study the major driving force and mechanism.

In this study, Yunyang County is used as a case study to understand the complex interactions between human activities and landscape changes. The study area has a special location, and the changes in this area appear as the functions of government, economic and society decision-making. We use landscape indexes to quantify the spatial structure of landscape patterns and explain the observed variation of landscape patterns based on a landscape classification of Landsat TM images of Yunyang County in 1994 and 2002. Results indicate human activities are causing substantial subdivision of plots, which in turn has created a more complex and fragmented landscape in 2002 than in 1994. It is shown that the changes in landscapes are mainly displayed as conversion of sloping field into forestland and grassland, and of cultivated land into construction land, and secondarily as conversion of barren into construction land, of forestland into shrubs and of grassland into forestland. Such changes indicate that the landscapes have indeed experienced several changes over the last few years caused by human impacts.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40225004,40401048)

收稿日期:2004-07-09; **修订日期:**2005-02-24

作者简介:高群(1972~),女,满族,新疆伊宁市人,博士,主要从事区域可持续发展与生态经济研究. E-mail:gaoq@lreis.ac.cn

Foundation item: National Natural Science Foundation of China(No. 40225004 and 40401048)

Received date: 2004-07-09; **Accepted date:** 2005-02-24

Biography: GAO Qun, Ph. D., mainly engaged in regional sustainable development and ecological-economic. E-mial:Gaoq@lreis.ac.cn

We also outline the impacts of main human activities which have already commenced in recent years, such as reusing cultivated for other purpose, the adjustment of agricultural development, urbanization, infrastructure building and ecological migration. These human activities are playing important roles on the changes of landscapes in this area. We try to assess and predict the positive and negative effects of these human interventions to landscapes. Finally, we consider that the reconciliation between ecological conservation and economical development is the key for the landscape sustainability. In a long run, the landscape ecological restoration and rehabilitation are a vital method for constructing regional ecological security pattern in Three Gorges Reservoir area.

Key words: human activities; Three Gorges Reservoir area; landscape patterns; Yunyang County

景观格局是指景观组分的空间分布与组合特征,地形地貌气候等非生物因素形成了景观格局的物理基础,而自然和人为干扰是格局变化的主要原因。其中,人类活动对景观格局的影响是极受关注的课题,分析人类活动对不同景观的影响为景观的可持续提供了规划和发展的研究基础^[1]。许多学者在景观框架下,考察生态与人类社会、经济系统之间的相互作用和反馈关系,关注人类的社会经济行为所引起的景观的可持续与人类社会福利之间的协同进化关系。例如,Linehan 等指出从生态、经济、文化三维角度来讨论景观的必要性,认为虽然自然过程在很大程度上决定了景观的生态状况,但是社会过程将持续的决定它们发展的方向性,所谓“可持续发展”范式的成功或失败最终由它是否能够助长生态可持续性景观的创造而决定^[2];Pietro 从农业生态与社会经济结合的角度讨论生态可持续的农业土地利用,表明农业生产对环境的依赖性保证了资源和景观的可持续性^[3];Duffy 等认为人类对农产品的需求导致了土地退化、森林采伐、生境破坏与生物多样性丧失,因而对土地进行农业利用与生态保护双重目的的有效管理是景观可持续发展的核心^[4]等等。

三峡库区位于北纬 $29^{\circ}16' \sim 31^{\circ}25'$,东经 $106^{\circ}50' \sim 110^{\circ}50'$,泛指按照大坝正常蓄水位 175m 淹没所涉及的重庆和湖北库区的 22 个县、市、区^①。区内以山地、丘陵为主,占 95% 以上,间有少量平原、坝地和岗地,整体上地貌类型多样、地质条件复杂,生态条件具有先天的脆弱性。库区土地资源有限,土地利用结构不合理,坡耕地广泛分布,地块十分破碎^②。后备宜农荒地资源也不足,绝大多数山间盆地的土地已开垦耕种,今后可供农、林、牧开发的荒地主要分布在水、土、交通条件较差的丘陵山地^③。据预测到 2010 年人均耕地仅为 $540.27\text{m}^2/\text{人}$,已基本接近联合国粮农组织提出的粮食安全的耕地警戒水平($533.6\text{m}^2/\text{人}$)^③。此外,在库区现有耕地中, $>25^{\circ}$ 坡耕地占 18.6% (约 2634.65km^2),如果全部退耕还林(草),约相当于十几个三峡大坝淹没的耕地量。而且,三峡库区还是国家级贫困地区之一,全区有国家级贫困县 11 个,省级贫困县 4 个。失衡的生态-经济系统在景观尺度上表现为原有自然景观的被破坏,景观的生态价值、经济价值、美学价值退化^[5]等等,景观生态恢复与重建是构建三峡库区安全的区域生态格局的关键途径^[6,7]。建设三峡工程这一人类活动不仅可以产生洪水控制、发电以及航行方面的效用,而且由其引发的一系列生态与社会经济行为都将对三峡地区景观格局产生难以估量的影响。从景观视角可以捕捉到自然生态系统和土地利用方式、人口分布等人类活动之间服务与功能的时空分布状态,景观结构及其重构都是生态和经济要素相互作用的结果^[8]。因而,从景观角度分析三峡库区生态-经济系统的变化,不仅有助于深入了解景观格局与自然、生态过程和人类社会活动之间的关系,也有利于确定人类的各种干扰活动导致该地区景观格局改变的强度和方向及其有效性^[9],从而为本区域可持续发展决策提供重要的科学依据。

1 云阳县概况

云阳县地处东经 $108^{\circ}24' \sim 109^{\circ}14'$,北纬 $30^{\circ}34' \sim 31^{\circ}27'$ 。位于重庆市东北部,三峡库区腹心地带(图 1),长江横贯其中,汤溪河、澎溪河、长滩河、磨刀溪 4 个一级支流分别由南北汇入长江。全县现辖 65 个乡镇,总面积 3649km^2 ,2001 年末总人口 126.51 万人,人口密度 $346\text{人}/\text{km}^2$,远高于全国平均水平。云阳县是农业大县,农业人口 114.15 万人,占总人口的 93%,经济社会发展滞后,2001 年全县人均 GDP1932 元,农民人均纯收入仅 1446 元,仅分别相当于全国平均水平的 26.1% 和 61.1%,相当于库



图 1 云阳县在三峡库区的位置

Fig. 1 The location of Yunyang County in TGRA

① 国家环境保护总局,长江三峡工程生态与环境监测公报,1997

② 重庆市发展计划委员会,重庆市生态环境保护和建设办公室,重庆市三峡库区环境保护和生态建设规划,2001 年 2 月

③ 云阳县农业区划委员会办公室编. 云阳县农业资源与区划资料汇编,1988

区平均水平的 30.1%和 76%,为国家级贫困县。从生态系统、经济系统、社会系统 3 个方面,该县都可作为三峡库区的缩影反映出库区的景观格局特征和发展方向,对研究三峡库区景观恢复与重建具有较强的代表性。

2 研究方法

2.1 数据的处理

研究以 Landsat TM 影像和当地土地利用普查资料作为基本数据来源,共涉及 2 个时期:1994 年 8 月 14 日和 2002 年 8 月 30 日两期 TM 影像数据。还收集了研究区 1:10 万地形图及部分 1:1 万土地利用图和 1:10 万土地利用图、土壤图以及其他统计资料辅助景观格局分析。

采用 Pci 遥感分析软件,选取 TM5、4、3 三波段假彩色合成影像为基本数据源,同时导入 1:25 万数字高程模型(DEM)以及植被指数(NDVI)参与遥感影像解译,弥补遥感影像中所存在的“同物异谱”和“同谱异物”等问题以提高分类精度。通过初步非监督分类,再结合地形图和土地利用图以及实地考察资料进行目视判别修改。这是由于研究区山地地形破碎、起伏变化大,造成影像阴影较多,地表植被类型丰富且空间变异大,致使研究区“同物异谱”和“同谱异物”现象的广泛存在,不利于采用监督分类的方法。分类结果的检验主要通过实地踏勘和与地方土地利用普查结果对比的途径进行。在大量野外调研和实地考察的基础上经过野外和室内的多次检核,图像分类的结果基本反映了研究区土地覆盖的实际状况。景观斑块类型采用土地利用现状分类体系,结合本区域特点,选择水田及望天田、旱地、林地、灌丛林地、居民点及工矿用地、道路、荒草地、裸岩砾石、水域九大类型。两期影像的解译结果如彩版 I 所示。

使用景观指标定量分析景观格局的特征与变化是景观生态学研究的核心之一,本研究借助 GIS 技术和 Fragstas 3.3 栅格版本软件,通过对三峡库区云阳县各景观类型的景观指标计算,定量分析该地区的景观格局特征。在斑块类型尺度上分析景观指标时,选用了斑块类型面积、斑块类型所占景观面积的比例、斑块类型个数 3 个指标(表 1、表 2);在景观级别上分析景观指标时,选用了斑块个数、最大斑块所占景观面积的比例、斑块平均大小、斑块密度指数、香农多样性指数、香农均度指数等指标(表 3)。

表 1 云阳县 1994 年斑块类型指数

| Table 1 The patch types level index of Yunyang County in 1994 | | | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| In 1994 类型 Type | 类型面积 Area(km ²) | 比重 Percent index | 斑块密度 Patch density | 最大斑块指数 Largest patch index | 景观形状指数 Shape index | 斑块个数 Number of patch |
| 水田及望天田 Paddy field | 396.074 | 4.610 | 0.487 | 0.184 | 144.55 | 7963 |
| 旱地 Dry land | 1023.462 | 11.913 | 2.494 | 0.451 | 316.33 | 55789 |
| 林地 Woodland | 778.288 | 9.059 | 0.810 | 0.491 | 161.44 | 6961 |
| 灌木林地 Shrub | 263.837 | 3.071 | 0.399 | 0.283 | 119.43 | 3433 |
| 荒草地 Thicket grass | 1057.861 | 13.911 | 0.751 | 1.768 | 235.50 | 16677 |
| 居民地独立工矿 Residential area | 2.845 | 0.033 | 0.007 | 0.011 | 11.27 | 867 |
| 道路 Road | 0.610 | 0.007 | 0.008 | 0.001 | 13.36 | 76 |
| 裸石砾岩地 Barren | 74.294 | 0.865 | 0.343 | 0.011 | 85.13 | 2944 |
| 水域 Water area | 73.105 | 0.851 | 0.053 | 0.552 | 37.56 | 759 |

表 2 云阳县 2002 年斑块类型指数

| Table 2 The patch types level index of Yunyang County in 2002 | | | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| In 2002 类型 Type | 类型面积 Area(km ²) | 比重 Percent index | 斑块密度 Patch density | 最大斑块指数 Largest patch index | 景观形状指数 Shape index | 斑块个数 Number of patch |
| 水田及望天田 Paddy field | 416.438 | 5.097 | 1.2247 | 0.3019 | 197.14 | 9758 |
| 旱地 Dry land | 813.795 | 11.503 | 1.7676 | 0.9255 | 288.80 | 45863 |
| 林地 Woodland | 1022.735 | 12.518 | 1.8468 | 1.6737 | 195.06 | 12792 |
| 灌木林地 Shrub | 270.765 | 3.314 | 1.4602 | 0.679 | 151.85 | 5007 |
| 荒草地 Thicket grass | 859.216 | 10.516 | 1.4333 | 0.7101 | 258.11 | 22314 |
| 居民地独立工矿 Residential area | 59.043 | 0.723 | 1.4099 | 0.063 | 117.82 | 11242 |
| 道路 Road | 12.380 | 0.152 | 0.0682 | 0.0146 | 39.29 | 557 |
| 裸石砾岩地 Barren | 10.664 | 0.131 | 0.0942 | 0.0212 | 34.32 | 1770 |
| 水域 Water area | 79.339 | 0.971 | 0.1006 | 0.5745 | 49.07 | 822 |

表 3 景观尺度上的指数比较

Table 3 The compare of landscape level index between 1994 and 2002

| 年份 Year | 总斑块数 Number of patch | 斑块密度 Patch density | 最大斑块指数 Largest patch index | 景观形状指数 Shape index | 景观聚集度指数 Contagion | 香农多样性指数 Shannon diversity index | 香农均度指数 Shannon even index |
|------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 1994 | 95469 | 6.30 | 2.4582 | 127.4335 | 98.7063 | 1.6659 | 0.7582 |
| 2002 | 110125 | 8.61 | 1.3008 | 169.4011 | 97.845 | 1.6385 | 0.7457 |

2.2 结果分析

从斑块类型指数看,城镇和农村居民点和道路是变化最大的两个景观斑块类型:城镇及农村居民点和道路建设用地的面积分别从 1994 年的 2.84km² 和 0.61km² 增加到 2002 年的 59.04km² 和 12.38km²,斑块数目也分别从 867、76 块增加到 11242、557 块,说明近几年该地区的城镇及道路建设的速度明显加快。

在水田及望天田的面积与斑块数增加的同时,旱地的面积减少,斑块数亦减少。全县水田及望天田的面积和斑块数分别从 396.07km²、7963 增加到 416.43km²、9758;旱地的面积和斑块数分别从 1023.46km²、55789,减少到 813.795km²、45863。

未利用荒草地的面积减少,但斑块数增加,分别从 1994 年的 1057.86km²、16677 变化为 2002 年的 859.22km²、22314。林地和灌木林地的面积和斑块数都呈现增长趋势;裸石砾岩地的面积和斑块数都呈现减少趋势。

从景观类型指数看,该地区景观的破碎度增高,斑块的规模变小。景观破碎化及斑块数量的增加,是由于耕地的退耕、撂荒、城镇建设、道路建设等人为干扰以及自然灾害的破坏等自然干扰过程共同作用的结果。

将以上遥感影像解译结果与云阳县实地调查访谈所见结合起来分析,可以发现该地区各种景观类型在近几年发生了十分复杂的相互转换,主要表现在以下几个方面:

- (1) 由于 175m 水位线下耕地将被淹形成水域,许多耕地已经退耕;
- (2) >25°坡耕地已经开始通过实施退耕还林还草政策,向林牧业用地转换;
- (3) 低山丘坡及台塬区耕地因新城镇建设、工矿迁建和移民新村建设使部分耕地、荒草地转换为建设用地;
- (4) 荒山荒地地开发改造为耕地的力度加大;
- (5) 在水田及望天田的面积与斑块数增加的同时,旱地的面积减少,斑块数亦减少;
- (6) 未利用地,主要包括中低山的荒草地通过陡坡地退耕还草等开发整理后转换为耕地、林地、园地和牧草地;
- (7) 荒山绿化等各类生态恢复工程的实施使裸石砾岩地的面积呈现减少趋势;未利用荒草地的面积减少,但斑块数增加;
- (8) 林地和灌木林地面积显著增加,郁闭度增加,形成水源涵养林、陡坡地水土保持林和沿江岸防护林的分布格局;
- (9) 移民城镇后靠迁建与农村居民点后靠造成建设用地骤增;
- (10) 城镇和农村居民点和道路是变化最大的两个类型,说明近几年该地区的城镇及道路建设的速度明显加快。

3 景观格局变化的驱动力分析

地形地貌是影响景观生态分异的基本因素之一,云阳县的地形地貌在三峡库区具有充分的代表性,主要受华莹山—方斗山弧形褶皱体系和大巴山断褶带控制,几个向斜从西至东渐趋闭合,形成背斜成山、向斜也成山、向斜与背斜相间排列的独特“隔档式”地貌。因而,云阳县由北至南形成由林地景观为主的景观带与以农田景观为主的景观带相间的条带状景观格局。

云阳县长期以来人口增长过快,经济发展滞后,建设投入较少。但是三峡工程建设以来,生态建设与城市化等的力度加大,影响景观格局变化的生态-经济过程主要包括:农业土地利用过程,自然退化过程(水土流失),城镇化过程,道路建设的破坏,生态建设过程等等。从整体上看,云阳县由于退耕还林的力度逐步加大以及其生态与经济效益的逐步显现,在景观变化的驱动力中,单纯的农业生产景观利用已经退居次位,以生态建设为主的景观过程居于主导地位。因此,如图 2 显示景观格局变化的示意图所示,农田景观向林地景观扩散的趋势受到抑制,而林地景观向农田景观扩散的趋势受到引导。通过既具有生产功能,又具环境保护功能的林、草地小斑块在内层农业耕作景观中因地制宜的引入,合理组合林地斑块与农田斑块的空间结构,最终在景观格局中不仅具有完整的山地森林景观斑块起稳定作用,而且在以农田为主的景观带内可以形成连通性较好的由生态防护林、经济林、薪炭林等构成的生态廊道,整体景观格局变化的方向将

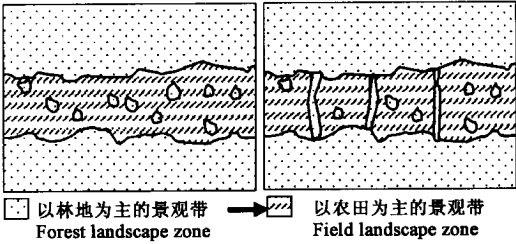


图 2 景观空间格局的变化趋势示意图

Fig. 2 The sketch map of change trend of landscape pattern

是由碎片化格局向“集中与分散相结合”的优化景观格局发展^[10,11]。

3.1 退耕还林还草等生态治理行为对景观格局的影响

陡坡垦殖是导致山地区水土流失和自然生境破坏严重的根源,是构成山地景观生态质量整体退化的主要问题^[12]。陡坡耕地的退耕还林本质上是人为作用下的以景观格局改造为表现形式的生态重建过程。云阳县自上世纪20世纪80年代末90年代初开始实施速丰林工程、长防林工程、天然林资源保护和退耕还林、荒山荒地绿化工程等生态工程,累计造林461.83km²,封育202.79km²,与80年代相比,全县森林面积、活立木蓄积量分别增长了52.7%、47%;森林覆盖率由13.26%上升到24.3%,提高了11.04个百分点。到1999年底实施了21条小流域的治理,治理水土流失面积823.38km²,已基本控制水土流失面积203.8km²。随着国家退耕还林(草)工程的开展,从2000年以来,就实现退耕还林206.77km²,荒山造林336.8km²,大量坡耕地处于退耕或歇耕状态。这与用DEM生成的坡度数据与遥感影像解译结果中的耕地数据进行叠加分析的结果相一致,如彩版Ⅱ所示坡耕地的面积已经大为减少。与此同时,林地、灌木林地景观的面积增大,在一定程度上既反映了该区原始植被遭人为破坏后的自然恢复过程,也表明大面积人工林(主要为人工针叶林)由幼林到成林的生长过程。

这些变化趋势表明,随着区域经济的发展和农业结构调整的深入,在坡麓地带,园地有逐步取代耕地景观的趋势,以退耕还林为突破口,耕地景观的比重将从大的景观结构中降下来。因此生态建设过程已经成为改变库区景观生态格局的重要过程。

3.2 城镇化速度加快与基础设施建设对景观格局的影响

虽然林地、灌木林地面积增大,整体景观生态向良性方向演替,但局部地区的恶性转化强度也不容忽视。例如,云阳县今后相当长一段时间都处于城镇与道路建设的高潮期,因此城镇与道路交通建设对景观变化的驱动作用很大,彩版Ⅲ所示为云阳县城所在地双江镇在1994年和2002年遥感影像上表现出的变化。城镇迁移后靠和面积的扩大而进行的大量土石方的开挖以及城镇间大量公路基础设施的建设等人类活动不仅占用耕地、破坏了原有的草地、灌丛林地等景观,而且所形成的新廊道也分割了原有斑块,使景观更趋向于破碎化,这些活动在施工过程也极易造成水土流失,使局部地区生态环境退化和恶化。这类植被破坏与水土流失,必须通过生态手段逐步加以改善,并将城镇周边和公路沿线的生态缓冲带作为景观的重要组成部分,减弱人为活动对其他景观单元的不良影响。

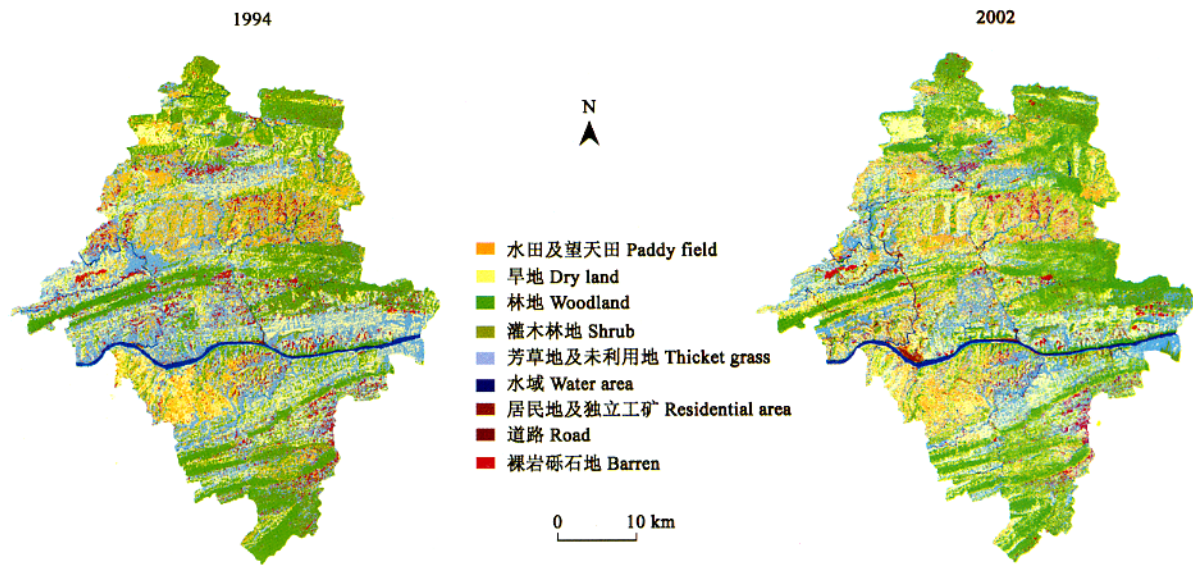
城镇是人口与经济的载体,城镇体系建设有利于促进生态-经济系统内的物质、能量、信息的流动与交换,并成为塑造云阳县未来景观格局的重要驱动力之一。2000年云阳县城镇人口仅19.6万人,城镇化水平15.5%,由于移民迁建的推动,该地区城镇化水平在未来20a内将快速提高。根据云阳县城市发展规划的预测,2005年城镇化水平将提高到23%,2010年达到32%,2020年达到42%。这意味着在今后20a该地区城镇人口将增加近60万人,城镇化水平增加19个百分点。城镇化进程的加快促进了农业人口的转移,一方面有利于减轻人地矛盾,最终改变土地利用的格局;另一方面,城镇化不仅意味着城镇用地和人口聚集导致的景观变化,而且城镇生活方式的扩散对景观变化可能起到更为关键的作用。例如,库区民用燃料结构从传统的木材、树枝、秸秆或灌木丛等燃料转向天然气、液化石油气或者沼气对库区植被的保护、恢复作用。但是城镇是否有能力接纳农村剩余劳动力的快速转移又取决于经济的发展,特别是产业结构的调整与优化。

3.3 产业结构调整与景观建设

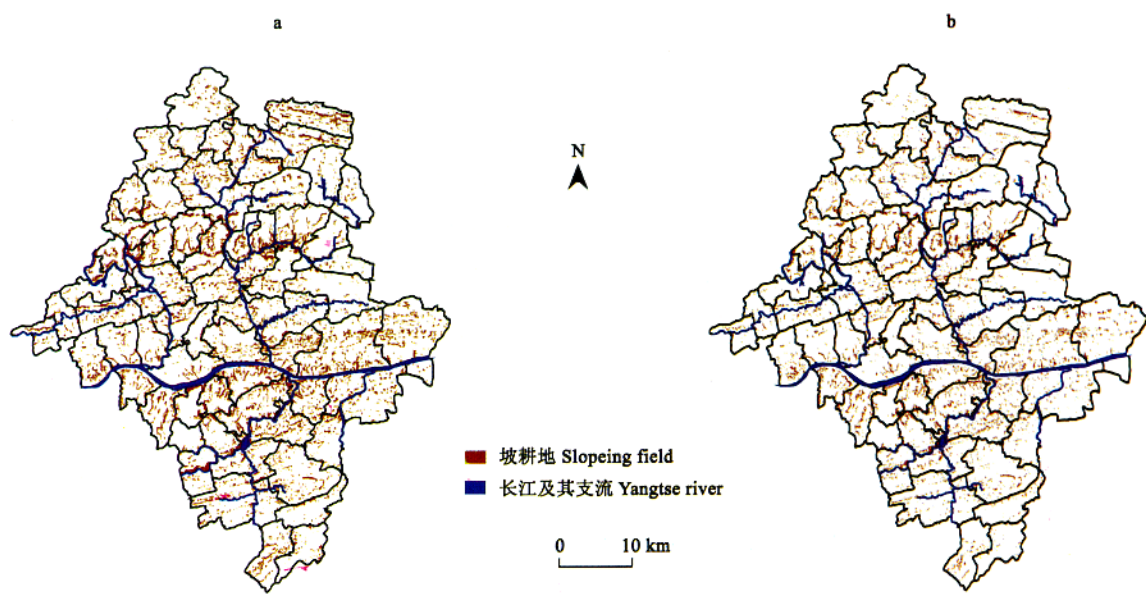
云阳县产业结构的调整方向应遵循“生态优先原则”,重点发展无污染和轻污染、并有利于生态环境恢复的生态产业^[13,14]。云阳是农业大县,其农业产业结构的调整,以水土流失控制和农林复合系统建设为主线,进行坡改梯、中低产田土改造,发展果园、茶园和桑园,促使农业从单一的粮农经济向多样化的林、牧业与特种种植转变。例如,养鹿和高阳0.2万hm²佛手、0.333万hm²密植桑园的建设,巴阳、关市333.3hm²核桃基地,堰坪万亩小茴香基地建设,莲花乡千峰等村新建草场200hm²、红狮、故陵0.133万hm²脐橙等等,均采用“公司+基地+农户”的经营方式,改变了土地利用的规模和格局。这表明农业生产方式的转变在加快农业生产的生态化、产业化、基地化的同时,将导致单一斑块面积的扩大,加快斑块性质的转变,从而促使斑块的类型、形态、相互关系发生变化,导致景观格局逐渐被调整和优化。

3.4 生态移民对景观格局的影响

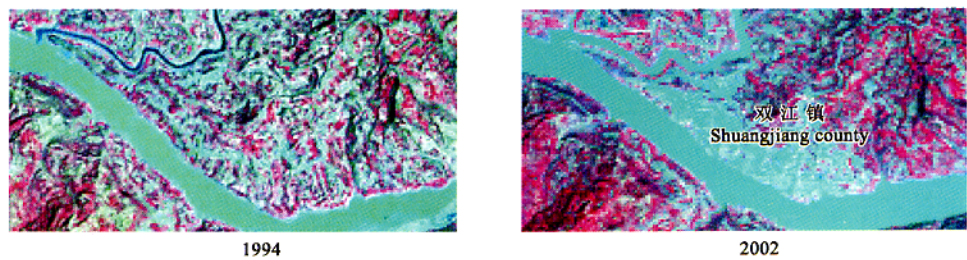
在高寒山区、边远山区、石山区和陡坡区进行生态移民是促进库区景观恢复与重建的重要对策。根据重庆市“十五”易地扶贫计划的详细调查,云阳县全县符合生态移民对象有53854户、216834人,占全县总人口的17%,共涉及62个乡镇680个村,主要分布在北部云峰山区、南部岐耀山区、西部四十八槽山区、东部方斗山区等。云阳县生态移民可以使迁出区289.28km²耕地退耕还林、还草,减少1446km²荒山和疏幼林地的人为破坏,按每平方米年平均减少土壤侵蚀量0.034t计算,每年可减少土壤侵蚀量5.9846×10⁶t;同时对迁入区进行“山、水、田、林、路”的重建工程,增加植被覆盖面积100.85km²,改造中低产田土40.42km²,共增加水土保持面积141.27km²,按每平方米年减少土壤侵蚀量0.002t计算,每年将减少土壤侵蚀量3.178×10⁵t,迁入和迁出区合计将治理水土流失面积1876km²,年减少土壤侵蚀量6.3024×10⁶t。由此可大大减少入江泥沙量和减轻山洪、泥石流及滑坡等自然灾害的发生频率与强度,同时对迁出和迁入区景观格局的影响也具有重要意义。



彩版 I 1994 和 2002 年 Landsat TM 遥感影像解译结果
Plat I The interpretation results of Landsat TM remote sense images in 1994 and 2002



彩版 II 1994 年坡耕地分布(a)与 2000 年坡耕地分布(b)的比较示意图
Plat II The contrast between the sloping land in 1994(a) and the one in 2002(b)



彩版 III 云阳新县城所在地双江镇 1994 与 2002 年景观对比图
Plat III The landscape contrast of county seat from 1994 to 2002

云阳县在进行广泛调查的基础上,选取具有典型性和代表性的上坝乡、清水乡、莲花乡进行生态移民试点,移民采取“以奖代补”的形式,对符合条件又自愿搬出林区的农户给予一定的补偿和扶持。其安置方式的重点是“退一、进二、进三”,即从深山向城镇以及从农业向第二、三产业转移,逐步实现“搬得出、安得稳、逐步能致富”的生态移民目标。根据2002年12月该县对于生态移民的跟踪调查结果(表4),可以看出,生态移民试点已经取得较好的生态、经济、社会效益。移民搬迁前后虽然由于耕地面积的减少,部分移民家庭的粮食总产量减少,但是由于搬迁后增加了务工的机会和经营养殖业等,移民的整体收入增高。云阳县的经验表明,生态移民不仅是三峡库区景观生态保护的重要措施,而且还能够取得较好的经济与社会效益。

表4 云阳县生态移民试点效果跟踪调查效益比较
Table 4 The benefit comparison of ecological migration in experimental units

| 乡名 County | 户数(户) Num. of family | 人口(人) Population | 效益比较 Benefit comparison | | | |
|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| | | | 粮食 Grain yield(kg) | | 现金(元)Cash(Yuan) | |
| | | | 总增 Adding | 人均 Per person | 总增 Adding | 人均 Per person |
| 合计 Total | 46 | 199 | —5580 | —28.04 | 125640 | 631.36 |
| 莲花乡 Lianghua | 15 | 67 | 3450 | 51.49 | 56990 | 850.59 |
| 清水乡 Qingshui | 16 | 70 | —2000 | —28.57 | 42310 | 604.43 |
| 上坝乡 Shangba | 15 | 62 | —7030 | —113.38 | 27340 | 440.97 |

4 结论与讨论

三峡水库的修建给库区原本就处于失衡状态的生态-经济系统增加了更大的压力,但也带来了恢复与重建的机遇与条件。三峡工程的建设影响巨大,而三峡库区也成为对国民经济和生态环境保育极其敏感和至关重要的前沿阵地。三峡工程是一个全局性的工程,它为三峡库区人与自然关系的协同进化带来一个新的平台。站在三峡库区特殊的区位角度,面对自然灾害频发、生态退化、经济落后的现状,很容易理解“生态优先”原则的含义。

通过对库区典型县云阳地区景观格局的研究表明:(1)生态建设过程成为改变景观生态格局的重要过程。云阳县由于退耕还林的力度逐步加大以及其效益的逐步显现,单纯的农业生产景观利用已经退居次位,以生态建设为主的景观过程居于主导地位。(2)对由于迁建城镇和道路建设而进行的大量土石方的开挖所造成的植被破坏与水土流失,必须通过生态手段逐步加以改善,并将城镇周边的生态缓冲带作为城镇景观的重要组成部分,减弱人为活动对其他景观单元的不良影响。(3)生态移民与产业结构调整等人文经济要素正在对景观生态结构与演变起重要作用。

库区景观格局既受自然因素的制约,又受社会、经济、技术和历史等因素的影响,具有很强的综合性和地域性。其景观格局演变特征是:地形破碎、高差悬殊的山地特点以及在亚热带湿润气候主导下的山地立体气候分异等自然因素造成了景观格局的分异;有限的土地资源及其利用与分布状况是控制景观格局变化的主导因子;为保证三峡工程的顺利建设和安全运行而采取一系列生态经济建设活动成为促使景观格局变化的最重要的驱动因素。尤其是位于三峡库区的特殊区位,充分体现了政治、经济和社会决策对景观格局变化所起的决定性作用。三峡库区景观生态恢复与重建任务的艰巨性不仅表现在逆转景观生态退化过程,而且退化景观的恢复与重建还必须满足山区人民生活 and 库区经济发展的需要,它不仅仅是一个自然的、技术的过程,还必须与区域产业结构的调整相结合,寻求生态上可行、经济上合理、政策上可操作的重建模式。恢复与重建实质是对景观格局调整优化和功能增强的过程,其中生态要素结构优化必须与产业结构的调整相结合,才能完成真正意义上的生态重建与经济振兴。

References:

[1] Ülo Mander, Rob H G Jongman. Human impact on rural landscapes in central and northern Europe. *Landscape and Urban Planning*, 1998, **41**: 149~153.

[2] John R Linehan, Meir Gross. Back to the future, back to basics: the social ecology of landscapes and the future of landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 1998, **42**: 207~223.

[3] Francesca Di Pietro. Assessing ecologically sustainable agricultural land-use in the Central Pyrénées at the field and landscape level. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, **86**: 93~103.

[4] Sheila Bliss Duffy, Michael S Corson, Grant W E. Simulating land-use decisions in the La Amistad Biosphere Reserve buffer zone in Costa Rica and Panama. *Ecological Modelling*, 2001, **140**: 9~29.

[5] Xia D N. Rural landscape ecological construction in china: theory and application. In: Xia D N edited. *The Research Progress of Landscape ecology*. Changsha: Hunan Technology Publishing Company, 1999.

[6] Guan W B, Xie C H, Ma K M, et al. A vital method for constructing regional ecological security pattern: Landscape ecological restoration

and rehabilitation. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, **23**(1):64~73.

[7] Gao Q. Connotation and principles of recuperation and restoration of unbalanced ecological-economic system. *Geography and Geo-information Science*, 2004, **20**(5):72~76.

[8] Robert Costanza, Lisa Wainger, and Nancy Bockstael. Integrated ecological economic systems modeling: theoretical issues and practical applications. *Ecological Economics*. Cheltenham; Edward Elgar Publishing Limited, 1997.

[9] Fu B J, Chen L D, Ma K M, *et al.* *The theory and application of landscape ecology*. Beijin; Science Press, 2001.

[10] Xiao D N, Burencang, Li X Z. Spatial ecological theory and landscape heterogeneity. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, **17**(5):453~461.

[11] Xiao D N, Li X Z, Gao J, *et al.* *Landscape ecology*. Beijin; Science Press, 2003.

[12] Chen Z J, Liu S Q, Liao X Y, *et al.* Optimum adjustment on the mountain ecosystem in the TGP area. *Journal of Mountain Science*, 2003, **21**(1):85~89.

[13] Mao H Y, Gao Q, Feng R G. The selection of pillar industries under the ecologically and environmentally friendly principles in Three Gorges reservoir Area. *Acta Geographica Sinica*, 2002, **57**(5):553~560.

[14] Gao Q, Mao H Y. GIS-based study on the ecological-economic regionalization of Yun-yang County in Three Gorges Reservoir area. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, **23**(1):74~81.

参考文献:

[5] 肖笃宁. 中国农区景观生态建设的理论与实践. 见:肖笃宁主编. 景观生态学研究进展. 长沙:湖南科学技术出版社, 1999.

[6] 关文彬, 谢春华, 马克明, 等. 景观生态恢复与重建是区域生态安全格局构建的关键途径. 生态学报, 2003, **23**(1):64~73.

[7] 高群. 生态-经济系统恢复与重建的基础理论研究. 地理与地理信息科学, 2004, **20**(5):72~76.

[9] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等编著. 景观生态学原理及应用. 北京:科学出版社, 2001.

[10] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性. 生态学报, 1997, **17**(5):453~461.

[11] 肖笃宁, 李秀珍, 高峻, 等. 景观生态学. 北京:科学出版社, 2003.

[12] 陈治谏, 刘邵权, 廖晓勇, 等. 三峡库区山地生态系统优化调控. 山地学报, 2003, **21**(1):85~89.

[13] 毛汉英, 高群, 冯仁国. 三峡库区生态环境约束下的支柱产业选择. 地理学报, 2002, **57**(5):553~560.

[14] 高群, 毛汉英. 基于 GIS 的三峡库区云阳县生态经济区划. 生态学报, 2003, **23**(1):74~81.