

# 石林景区岩溶湖泊湖滨带土地利用变化研究<sup>\*</sup>

周涛,李玉辉,陈有君,王晶晶,张勇

(云南师范大学 旅游与地理科学学院,昆明 650092)

**摘要:**以土地利用类型图及遥感影像为基础数据,利用 GIS 技术对石林景区岩溶湖泊湖滨带 3 a 土地利用类型进行遥感解译与制图,在此基础上运用景观类型指标和景观格局指标对研究区 22 a 间土地利用变化进行统计分析。结果表明:从 1982 - 2004 年湖泊面积减少 215.05 hm<sup>2</sup>,除有林地面积持续增长及城乡、工矿、居民用地面积增加以外,其他土地利用类型面积均不同程度的减少。另外,除 1982 年其他未利用土地全部开发以致该类消失以外,其他土地利用类型斑块数量均显著增加。景观破碎度指数明显增长,人类生产生活对湖滨带土地利用影响重大。

**关键词:**湖滨带;土地利用变化;景观格局指数;石林

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)04-0230-04

## Changes of Land Use in Lakeside Zone of Karst Lakes in Stone Forest

ZHOU Tao, LI Yu-hui, CHEN You-jun, WANG Jing-jing, ZHANG Yong

(School of Tourism and Geography Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

**Abstract:**Based on land use type maps and sensing images, a remote sensing map of the lakeside zone of karst lakes in stone forest was drawn and interpreted by using GIS technique. Landscape type index and landscape pattern index were used to analyze land use changes in the study area in the period of 22 years. The results showed that the area of lakes reduced 215.05 hm<sup>2</sup> from 1982 to 2004, and areas of other land use types reduced more or less except woodland and construction land. In addition, unused land in 1982 had been used entirely but the number of other land use types increased. Landscape fragmentation index increased obviously, and human-induced production exerted significant influence on land use in lakeside zone.

**Key words:**lakeside zone; land use change; landscape pattern index; stone forest

土地利用/土地覆被变化一方面与自然环境演变相关,另一方面与人类活动的不断增强密切相关<sup>[1-2]</sup>。随着全球范围内人口急剧增长,人类活动对自然环境的影响日趋明显,导致在全球范围内未受人类影响的自然区域越来越少,研究土地利用变化及其对生态环境的影响,探讨可持续土地利用途径和模式将成为重点<sup>[3]</sup>。岩溶环境是世界公认的脆弱生境之一,研究岩溶湖泊湖滨带的土地利用变化,对岩溶环境及其水环境的演变与发展研究有重大意义。

### 1 研究区概况

云南石林景区位于云南东部岩溶高原,距昆明市 78 km,距石林县城鹿阜镇 10 km。地处 103°15' - 103°29' E, 24°40' - 24°56' N,海拔范围在 1 700 ~

1 950 m 之间,面积 350 km<sup>2</sup>。属亚热带高原干湿季风气候,全年分为干、湿两季,年均降雨量 947.9 mm,5 - 10 月为雨季,占全年降雨量的 80% ~ 88%,11 月至次年 4 月为干季。年均温为 16.2℃,最热月是 7 月,平均气温 20.8℃,最冷月是 1 月,平均气温 8.2℃。土壤以红壤为主,在一些地段有紫色土、水稻土分布。

湖滨带的宽度范围目前尚无定论,一般都是根据研究的实际情况具体设定。研究区域地处岩溶台面,地势较平坦,无明确分水岭,而且岩溶地区的地下分水岭与地上分水岭不尽一致,因此给湖滨带宽度范围的划分带来困难。结合研究地区的实际情况和研究目的需要,将湖滨带的宽度设定为 150 m。

\* 收稿日期:2008-12-04

基金项目:自然科学基金(40762004)

作者简介:周涛(1983-),女,山西太原人,硕士研究生,主要从事区域生态与景观设计研究。E-mail: zhoutao215@sina.com

## 2 研究方法

### 2.1 数据资料

采用遥感数据为石林景区 2004 年 3 月 SPOT 影像, WGS84 参考椭球, 横轴墨卡托投影。1982 年、1992 年石林县土地利用类型图, 比例尺为 1 50 000。辅助数据为区域内 1 25 000 分幅地形图、2002 年的土地利用现状图。

### 2.2 数据处理

由于 1982 年和 1992 年的石林县土地利用类型图为纸质图件, 首先进行扫描拼接, 然后在 ERDAS Imagine 8.7 支持下进行配准, 将 3 a 的图件统一坐标, 形成遥感解译基础数据。之后, 在 ArcView 3.3 支持下进行目视解译和数字化, 建立湖泊周围 150

m 缓冲区作为研究区湖滨带范围; 最后, 结合野外实地调查, 修正解译中的错误, 进行图斑综合、属性生成等解译结果后处理, 完成矢量景观类型图。利用 Fragstats 3.1 进行相关景观格局指数的计算分析。

### 2.3 土地利用景观类型划分

根据研究区土地利用、覆盖特点和研究的需要, 依据中国环境监测总站 2008 年全国生态遥感监测土地利用、覆盖分类体系, 将研究区湖泊湖滨带土地利用类型划分为耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地和未利用土地 6 个一级类, 水田、旱地、有林地、灌木林、疏林地、其他林地、河渠、滩地、城镇用地、农村居民点、其他建设用地、裸土地、裸岩石砾地和其他未利用土地 14 个二级类。

表 1 景观空间格局特征指标及生态含义<sup>[5-6]</sup>

景观格局指数	计算方法	生态含义
均匀度指数	$E = (H / H_{max}) \times 100\%$	描述土地利用类型的分配均匀程度
优势度指数	$SWD = \ln m + \sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i$	说明景观中某种类型的斑块在面积上占据优势
破碎度指数	$F = N_i / A_i (i = 1, \dots, m)$	表征景观被分割的破碎程度, 反映景观空间结构的复杂性和人类活动对景观结构的影响程度
分维数	$FD = 2 \ln(P/4) / \ln A$	测定斑块形状的复杂程度, 以定量描述景观格局。理论范围为 1.0 ~ 2.0, 1.0 代表形状最简单的正方形斑块, 2.0 表示等面积下周边最复杂的斑块

*E*——相对均匀度指数; *H*——修正了的 Simpson 指数; *H<sub>max</sub>*——在给定丰富度条件下景观最大可能均匀度; *SWD*——优势度指数; *P<sub>i</sub>*——类型 *i* 在整个景观中所占的面积比例; *m*——景观中斑块类型的总数; *F*——破碎度指数; *N<sub>i</sub>*——类型 *i* 的斑块数目; *A<sub>i</sub>*——类型 *i* 的面积; *m*——斑块类型的总数; *FD*——分维数; *P*——斑块周长; *A*——斑块面积。

### 2.4 景观格局指数

已有的研究结果<sup>[4]</sup>表明, 大部分景观指标所指示的格局特征往往不够全面, 即它们只对格局系列中个别因子的变化敏感, 而对另一些因子的变化反应迟钝。因此, 本研究分斑块类型和景观两个层次, 选取斑块面积、斑块数量、均匀度、优势度、破碎度和分维数等几个有代表性的景观格局指标, 综合地反映研究区域土地利用景观格局特点。

## 3 结果分析

### 3.1 湖滨带土地利用结构变化分析

从 1982 - 2004 年石林景区水域总面积不断减少, 从 1982 年的 833.10 hm<sup>2</sup> 到 2004 年的 618.05 hm<sup>2</sup>, 22 a 间水域面积减少了 215.05 hm<sup>2</sup>。水域面积的缩小增加了滩地的面积, 同时也影响了水田的面积, 22 a 间水田面积减少了 50.67 hm<sup>2</sup>, 近乎缩减了 50%。1982 年尚存在的宜农、宜林、宜牧的其他未利用土地, 至 2004 年已经全部被开发利用。另外, 疏林地的面积从 1982 年的 618.34 hm<sup>2</sup> 锐减到 1992 年的 90.46 hm<sup>2</sup>, 共减少了 527.88 hm<sup>2</sup> 缩减比

例高达 85.37%。与此同时, 旱地的面积从 1982 年 404.33 hm<sup>2</sup> 增加到 1992 年 614.42 hm<sup>2</sup>, 裸岩石砾地从 1982 年的 17.15 hm<sup>2</sup> 增加到 1992 年的 199.97 hm<sup>2</sup>。旱地和裸岩石砾地面积的大幅增长中必然有部分是疏林地面积减少所转化而来的。石林县从 1982 年的 182 947 人到 2000 年的 223 978 人, 近 20 a 人口增加了 41 031, 增长幅度达 22.43%<sup>[7]</sup>。人口迅速增长的巨大压力, 要求当地人民不得不想办法开发一切可利用的土地, 因此城镇用地、农村居民点、其他建设用地面积逐年增加。旱地的大幅开发, 不合理的耕作方式, 过当的种植压力, 使得土地退化严重, 增加了裸岩石砾地的面积。2004 年旱地面积减少裸土地面积大幅上升, 这样的结果有可能是因为研究所使用的 2004 年 SPOT 遥感影像图的时相是初春, 地物植被信息不明显, 部分没有农作物覆盖的土地被分到了裸土地, 存在误差。因此, 1992 - 2004 年旱地面积基本保持不变或略有缩小, 面积变化幅度不大。除此之外, 有林地是自然土地利用性状中唯一保持逐步增长的土地利用类型, 这与政府退耕还林, 保护生态, 保护水源植被等指导政策有关。

表 2 土地利用类型面积变化  $hm^2$

一级土地 利用类型	二级土地 利用类型	年份		
		1982	1992	2004
1 耕地	11 水田	101.72	84.07	51.06
	12 旱地	404.33	614.42	275.79
	21 有林地	257.90	333.59	396.06
2 林地	22 灌木林	35.16	34.51	0
	23 疏林地	618.34	90.46	164.50
	24 其他林地	0	14.40	3.15
3 草地	30 草地	0	101.54	41.61
	41 河渠	0	1.50	0
4 水域	42 湖泊	833.10	781.95	618.05
	46 滩地	11.14	0	185.81
5 城乡、 工矿、居 民用地	51 城镇用地	0	10.75	0
	52 农村居民点	30.57	35.09	201.44
6 未利用 土地	53 其他建设用地	37.81	48.16	79.30
	65 裸土地	24.06	14.88	331.93
	66 裸岩石砾地	17.15	199.97	178.19
	67 其他未利用土地	174.20	0	0

1982 - 2004 年间,石林景区水域数量发生了很大的变化,这里水域包括湖泊、水库和坑塘。从 1982 年的 77 个到 2004 年的 157 个,这其中有些湖泊消失了,但又新出现了许多,新出现的水域大部分是在农村居民点附近的坑塘及小水库,说明人类的生活方式及生存要求,巨大的改变着土地利用类型。而且,在水田面积大幅减少的情况下,斑块数目区在

22 a 间变化不大,说明在广泛的范围内每处的水田面积都发生了减少。除水田之外,旱地、有林地、疏林地、滩地、农村居民用地、其他建设用地、裸土地、裸岩石砾地 8 种土地利用类型的斑块数目都成增长趋势,说明土地利用类型的斑块越来越细碎,破碎化程度越来越高,人类干扰强度越来越大。

### 3.2 湖滨带土地利用格局变化分析

通过 Fragstats 3.1 及计算得到石林景区岩溶湖泊湖滨带部分景观格局指数如表 4。

3.2.1 景观优势度指数分析 优势度指数随相对面积的变化是:类型间的面积越接近,优势度值越低;它与均匀度的变化趋势相反<sup>[4]</sup>。1982 年和 1992 年的景观优势度指数分别为 0.664 5 和 0.763 8,优势度指数较高。1982 年湖滨带土地利用类型中,疏林地面积最大达 618.34  $hm^2$ ,所占比例高达 24.291 7%,与最小土地利用类型面积比重 0.4376 %相差近 24 %,优势明显。1992 年湖滨带土地利用类型中,旱地面积最大达 614.42  $hm^2$ ,面积比重为 25.976 9%,与最小土地利用类型面积比重 0.063 5 %相差近 26 %,优势明显。而 2004 年湖滨带土地利用类型中,有林地面积比重最大为 15.674 %,裸土地与旱地的面积比重紧随其后,分别是 13.135 8 %和 10.914 4 %,比重相当,难分伯仲。另外最小土地利用类型面积比重为 0.124 5 %,与最大面积比重相差约 15 %。因此,2004 年景观优势度指数明显小于 1982 年和 1992 年,仅为 0.320 4。

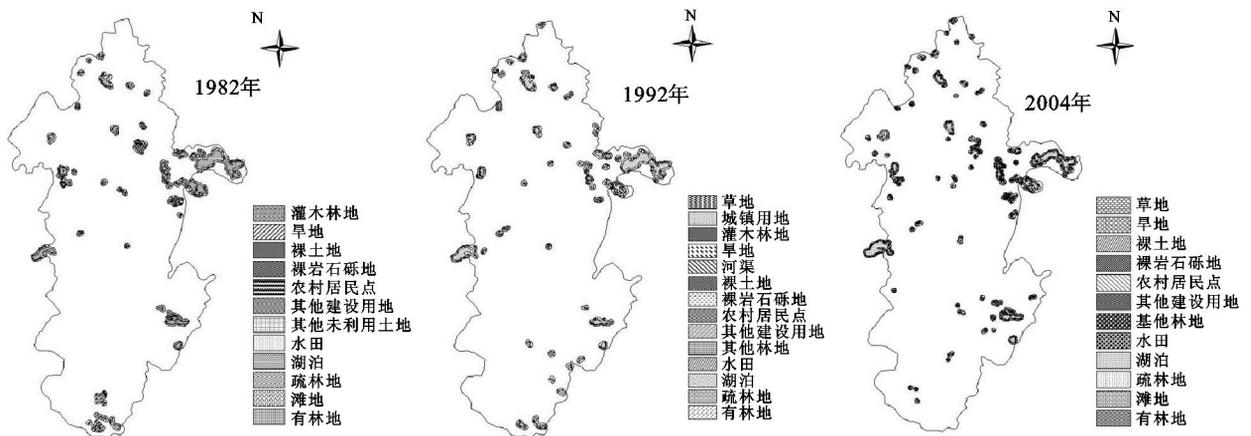


图 1 不同年份石林景区岩溶湖泊湖滨带土地利用类型

3.2.2 景观均匀度指数分析 景观均匀度指数是描述景观由少数几个主要景观类型控制的程度。1982 年与 1992 年景观均匀度指数相差不大,2004 年比前两者略高出 0.15,达到 0.871。这主要是因为 1982 年与 1992 年土地利用类型中,均有一种土地利用类型面积比重突出,达到 24 %以上,即如前所述优势度指数较高。而 2004 年湖滨带土地利用类型中,

有林地、旱地、裸土地面积比重相当,均在 10 %以上,其他各土地利用类型面积比重不足 8 %,因此 2004 年景观均匀度指数较 1982 年与 1992 年略高。

3.2.3 景观破碎度指数分析 破碎度是测度景观破碎化程度的重要参数,受人类活动影响。由表 4 知,1982 年和 1992 年的景观破碎度指数分别为 0.121 8 和 0.146 3,相差不大,破碎度指数较低,受人

为影响较小,自然性保持较好。但是,2004 年景观破碎度指数高达 0.314 6,是前两者数值的 2 倍多。2004 年景观破碎化程度高,从水域面积与斑块数目的变化也可略见端倪,22 a 间研究区水域面积减少了 215.05 hm<sup>2</sup>,水域斑块数目却增加了 80 个。另外,至 2004 年无论各土地利用类型面积是否增加,旱地、有林地、疏林地、滩地、农村居民用地、其他建设用地、裸土地、裸岩石砾地 8 种土地利用类型的斑块数目都有所增长。其中,旱地面积几乎无明显变化,但斑块数目从 1982 年的 57 个增长到 2004 年的 150 个,增长近 3 倍。人类生产生活的需求,对土地利用类型的干扰巨大,斑块越来越细碎,破碎化程度越来越高。

表 3 土地利用类型斑块数目 个

一级土地利用类型	二级土地利用类型	年份		
		1982	1992	2004
1 耕地	11 水田	26	22	22
	12 旱地	57	73	150
	21 有林地	27	56	99
2 林地	22 灌木林	7	7	0
	23 疏林地	44	13	59
3 草地	24 其他林地	0	9	2
	30 草地	0	18	8
4 水域	41 河渠	0	4	0
	42 湖泊	77	58	157
5 城乡、工矿、居民用地	46 滩地	3	0	67
	51 城镇用地	0	3	0
6 未利用土地	52 农村居民点	13	16	58
	53 其他建设用地	23	33	48
	65 裸土地	7	6	92
	66 裸岩石砾地	7	28	33
	67 其他未利用土地	19	0	0

3.2.4 景观分维数指数分析 分维数大小可以反映斑块形状的复杂程度,用来定量描述景观格局。石林景区湖滨带土地利用类型的分维数在 22 a 间变化不大,基本保持在 1.1 左右。说明斑块形状较为简单,边界复杂程度不高。同时也说明湖滨带范围土地与当地居民生活息息相关,历来就被人们开发、改造和利用,人类活动迹象明显,因此失去了自然的不规则的复杂边界,而变得简单规矩。

表 4 土地利用景观格局指数

年份	景观优势度	景观均匀度	景观破碎度	分维数
1982	0.6645	0.7326	0.1218	1.1123
1992	0.7638	0.7106	0.1463	1.1089
2004	0.3204	0.8710	0.3146	1.1118

## 4 结论

(1)对土地利用的结构变化分析可知:近 22 a 来,石林景区湖泊面积显著减少,湖滨带土地利用类

型中,有林地、滩地、裸岩石砾地、农村居民点和其他建设用地面积有所增加,水田、疏林地、其他林地、灌木林地和草地面积有所减少。受人口增长、城镇化和第三产业发展等因素影响,1982 年的其他未利用土地即宜农、宜牧、宜林荒地,在 1992 年已全部被开发利用。湖泊水域面积的减小,直接影响了水田耕作中水源的稳定性,导致水田面积减少,同时滩地面积扩大。旱地在 1982 - 1992 年增长幅度较大,在 1992 - 2004 年间变化不大,说明可利用的土地几乎全部被利用。

(2)对土地利用的格局变化分析可知:研究区景观分维数变化不大,斑块形状基本保持简单规矩。景观优势度减小同时景观均匀度增加,说明区域内土地利用类型更加多样丰富化,且更均匀更规则。另外,景观破碎度指数上升,大多数土地利用类型斑块数目明显增加,说明人口的快速增长,土地的利用程度加剧,环境承受着严重压力。人为的生产生活行为对土地利用变化造成干扰,生态环境面临挑战。

### 参考文献:

[1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 553-557.

[2] 陈利顶,傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 337-340.

[3] 傅伯杰,陈利顶. 土地持续利用评价的指标体系与方法[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 112-119.

[4] 李秀珍,布仁仓,常禹,等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报, 2004, 24(1): 123-134.

[5] 邬建国. 景观生态学:概念与理论[J]. 生态学杂志, 2000, 19(1): 42-52.

[6] 肖笃宁. 景观生态学研究进展[M]. 长沙:湖南科学技术出版社, 1999.

[7] 石林彝族自治县 2000 年人口普查资料[Z].

[8] 刘斌,杨海波,朱强,等. 基于 RS 和 GIS 的黄河河口地区土地利用及景观分析[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 423-425.

[9] 李道峰,郝芳华,刘昌明,等. 黄河小浪底水库蓄水前后库周土地覆被变化研究[J]. 水土保持研究, 2003, 10(2): 5-8.

[10] 王佑汉,赵宏达,任茜. 成都平原土地利用景观格局变化及驱动因素分析:以成都市龙泉驿区为例[J]. 水土保持研究, 2007, 14(6): 204-207.

[11] 潘竞虎,刘菊玲. 黄河源区土地利用和景观格局变化及其生态环境效应[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(4): 69-74.

[12] 陈利顶,傅伯杰,王军. 黄土丘陵区典型小流域土地利用变化研究:以陕西延安地区大南沟流域为例[J]. 地理科学, 2001, 21(1): 46-51.