

塔里木河下游土地利用动态变化分析

张 超¹, 高敏华¹, 赵国强¹, 都伟新²

(1. 新疆大学资源与环境学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆环境科学研究院, 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 利用 1990 年, 1999 年 TM 影像及 2002 年 CBERS 影像的 4、3、2(RGB) 波段合成影像解译结果, 运用分类结果比较法求得研究区土地利用/ 覆盖变化转移矩阵, 结合塔里木河下游土地利用/ 覆盖动态指数进行分析。结果表明, 1990~1999 年塔里木河下游大部分土地利用/ 覆盖动态变化处于一种动态均衡状态, 只有耕地、其他林地、湖泊、水库坑塘、农村居民地处于非均衡或极不均衡状态, 转入面积远大于转出面积。1999~2002 年只有其他林地、河渠处于非均衡状态。从总体分析, 塔里木河下游自然植被面积持续减少, 沙漠化面积继续增加, 生态环境日趋恶化。关键词: 塔里木河; 影像; 土地利用/ 覆盖变化; 转移矩阵; 动态变化指数
中图分类号: F301. 24 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006) 01-0122-04

Analysis of the Land Use/ Cover Dynamic Degree
at the Lower Reaches of Tarim River

ZHANG Chao¹, GAO Min-hua¹, ZHAO Guo-qiang¹, DU Wei-xin²

(1. College of Resource and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;
2. Xinjing Environmental Science Research Institute, Urumqi 830011, China)

Abstract: Based on remote sensing imagine in 1990, 1999 and 2002, taking Landsat 5 TM (thematic mapper) images and CBERS of band 4, 3 and 2 as the data sources. The classification result comparative method is applied and the land use / cover change matrix is obtained with the index of the land use/cover dynamic degree at the lower reaches of Tarim River to analyse. Result shows, in 1990~1999, the most land use/cover dynamic degree to be in dynamic equalization condition, only infield, woodland, lakes, countryside inhabitant is in the non-equalization condition. 1999~2002, only woodland, the rivers and canals are in the non-equalization condition. In the general, the natural vegetation area of the lower reaches of Tarim River continues decrease, the desertification area goes on increasing, the ecological environment deteriorates gradually.
Key words: Tarim River; image; land use/cover dynamic degree; change matrix; index of dynamic change

塔里木河流域是我国最大的内陆河流域, 它位于新疆南部, 地理坐标为 71°39′~93°45′E, 34°20′~43°39′N, 流域总面积 106 × 10⁴ km², 约占新疆南疆总面积的 43%, 塔里木河干流全长 1 321 km^[1], 沿塔克拉玛干沙漠边缘由西向东蜿蜒折向东南, 最后注入台特玛湖。阿克苏河、叶尔羌河、和田河汇合口的肖夹克至英巴扎为上游, 河长 495 km; 英巴扎至哈拉为中游, 河长 398 km; 哈拉至台特玛湖为下游, 河长 428 km。
近几十年来, 受人类活动的影响特别是对水资源利用的不合理, 使河流水量向下游大为减少, 地下水位下降沙漠化发展十分严重^[2]。本文通过对塔河流域下游 1990 年、1999 年和 2002 年三期影像的判读与分析, 得出塔河流域下游 1990~2002 年 13 年间土地利用变化趋势。

1 研究区概况

塔里木河下游位于塔克拉干沙漠与库鲁克沙漠之间, 地处东经 86°32′14″~88°57′12″, 北纬 39°25′13″~41°02′36″^[3], 呈东南向的狭长条状, 本次研究区总调查面积约 12 287. 9

km²。区内水、土、光、热、生物资源和地下油气储量丰富, 是我国重要的水土开发区和以棉花为主的农业基地, 也是我国未来重要的能源战略接替区^[4]。

2 研究方法

2.1 资料来源

本次研究采用了塔里木河干流 1990 年、1999 年 LANDSAT—TM 数据和 2002 年中巴资源卫星(时相 7 月~10 月), 塔河下游 1: 5 万地形图, 土地详查 1: 25 万土地利用图及当地水文气象资料。

2.2 遥感图像处理与数据采集

(1) 波段选择。土地利用动态遥感对各种土地利用方式都有一定的精度要求, 并且为突出农作物的光谱特征, 本次采用 TM 和 CBERS 遥感影像都为多光谱数据, 波段划分基本相同。根据它们自身的特点, 结合土地利用变化研究, 选用 TM2(蓝)、TM3(绿)、TM4(红) 波段进行假彩色合成。

(2) 几何精校正及地图投影方式。采用用户输入坐标方式对实验区的数据进行几何精校正。以 1: 5 万地形图先对

¹ 收稿日期: 2005-02-26
作者简介: 张超(1979-), 男, 硕士研究生, 研究方向为遥感与地理信息系统; 高敏华, 新疆大学资源与环境学院副教授。

1990 年、1999 的 TM 和 2002 年的 CBERS 影像进行校正, 考虑到双线形内插法具有较高的空间位置精确性与适当的计算量, 本次研究采用双线形内插法进行重采样。影像的投影变换采用 6 度分带的高斯- 克吕格投影。

(3) 研究区分类体系确定。用采的分类体系是中国科学院“八五”重大课题 KY- 85- 13 的重要内容中与本区域有关的土地资源分类系统。

(4) 影像解译。参考 2000 年土地资源类型, 解译出 1999 年塔河下游土地资源类型。内检完毕后, 进行外业检查, 最终成果正确率大于 90%。然后参照 1999 年解译成果, 分别解译 1990 年、2002 年卫星遥感图像, 获得不同时期的土地利用/ 覆盖类型矢量图。

(5) 解译后图像的 GIS 处理。将分类后的图像转入 ARC/INFO 软件, 转为矢量格式, 并做出塔河下游的差值图, 依次分析土地利用方式的变化, 并将结果转入 MAPGIS 软件, 做出结果图。

2.3 土地利用/ 覆盖信息提取

(1) 数据质量检查及精度评价。对由 TM、中巴影像解译形成的三个时段的分幅 WP 文件, 利用 MAPGIS 软件中的

根据属性赋参数功能查找漏赋地类属性的图斑, 对照相应时期遥感影像补赋地类属性。

分别在三期分幅土地利用图上随机挑选 80 个样点, 将点位置转换为属性并赋土地利用类型值, 在遥感影像上找到这些样点, 参照解译标志对样点进行检验三期分幅矢量数据成图精度均大于 98%, 1999 年达到 100%, 因此数据可用。

(2) 分幅数据拼接及最终专题数据的生成。在 MAPGIS 土地利用管理信息系统中调入。WP 分幅数据进行分幅数据拼接、同类属性图斑合并的操作, 可以得到三个时段相应比例尺的土地利用现状图, 见图 1 中的 a、b、c。

(3) 土地利用/ 覆盖信息的提取。利用 M APGIS 软件的空间数据库和属性数据库统一联动管理的功能, 在属性库管理子系统下提取三期土地利用/ 覆盖类型面积, 见表 1; 再使用区对区的空间分析功能, 将前面编辑处理得到的三个时段的土地利用/ 覆盖类型图. WP 文件, 在 MAPGIS 中分别进行相交分析(1990 年和 1999 年、1999 年和 2002 年), 将空间分析结果导出为 EXEL 表格文件, 对比属性代码在 SPSS 中进行统计, 获得塔里木河下游的主要土地利用类型在这两个时期内的变化面积。

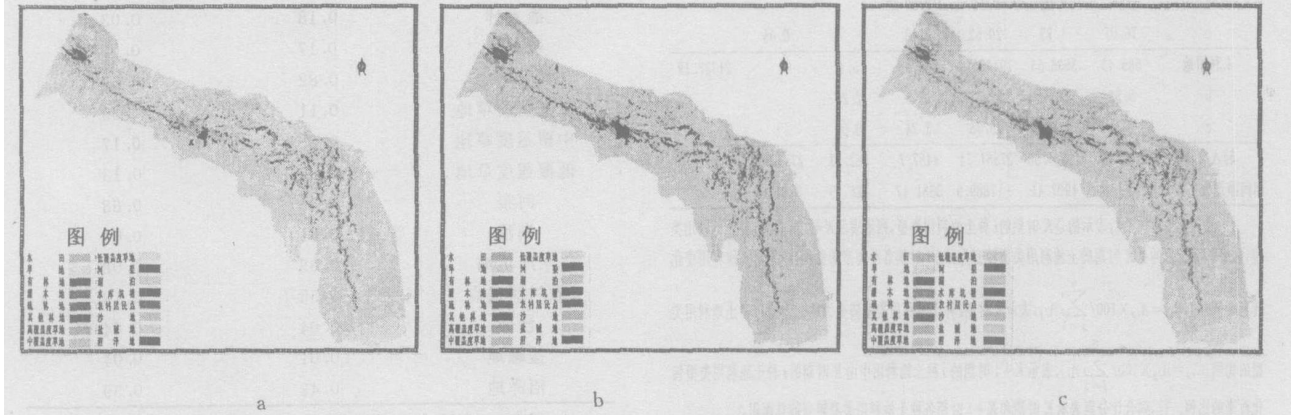


图 1 三个时段的土地利用现状图

表 1 塔里木河下游 13 年来土地利用/ 覆盖类型面积表

地类代码	地类	1990 面积/hm ²	比重/ %	1999 面积/hm ²	比重/ %	2002 面积/hm ²	比重/ %
11	水田	378. 05	0. 00	414. 13	0. 03	413. 45	0. 03
12	旱地	31771. 15	2. 59	37614. 21	3. 06	37571. 46	3. 06
21	有林地	9720. 7	0. 79	10278. 17	0. 84	10295. 37	0. 84
22	灌木林	11666. 54	0. 95	12544. 14	1. 02	12468. 08	1. 01
23	疏林地	35043. 87	2. 85	37381. 57	3. 04	36824. 79	3. 00
24	其它林地	557. 41	0. 05	552. 11	0. 04	585. 04	0. 05
31	高覆盖度草地	34256. 04	2. 79	36159. 22	2. 94	37089. 61	3. 02
32	中覆盖度草地	56166. 28	4. 57	51462. 87	4. 19	52405. 27	4. 26
33	低覆盖度草地	308232. 96	25. 08	294215. 08	23. 94	290642. 19	23. 65
41	河渠	1315. 34	0. 11	1928. 37	0. 16	3259. 78	0. 27
42	湖泊	663. 3	0. 05	900. 24	0. 07	897. 43	0. 07
43	水库坑塘	7659. 79	0. 62	10259. 48	0. 83	10269. 9	0. 84
52	农村居民点	1391. 52	0. 11	1878. 3	0. 15	1841. 01	0. 15
61	沙地	56226. 83	45. 75	563658. 9	45. 87	564487. 76	45. 94
63	盐碱地	160648. 61	13. 07	160409. 52	13. 05	161014. 14	13. 10
64	沼泽地	7091. 8	0. 58	9134. 13	0. 74	8724. 94	0. 71
合计		1228790. 49	100. 00	1228790. 49	100. 00	1228790. 49	100. 00

3 塔里木河下游土地利用/ 覆盖变化研究

3. 1 土地利用转移矩阵

塔里木河干流下游在 1990 ~ 1999 年, 1999 ~ 2002 年期间, 土地利用发生了很大变化。根据地图代数原理和马尔可夫过程原理, 建立土地利用转移矩阵, 可以从 3 个方面来研究这种变化: 一是研究两个时期各种土地类型面积的变化; 二是研究土地利用类型从前一个时期向后一个时期的转移比例; 三是研究后一个时期土地利用类型由前一个时期土地利用类型的转移来源比例^[5]。限于篇幅, 本文只列出第一级土地利用转移矩阵表。(见表 2, 表 3)

3. 2 塔里木河干流下游土地利用/ 覆盖动态度指数模型

本研究采用土地利用/ 覆盖动态度指数来定量描述塔里木河干流下游土地利用/ 覆盖类型内部相互之间变化状况, 其表达式为:

$$p_i = \frac{\Delta U}{U_{iout} - U_{iin}}$$

(1)

式中: p_i ——区域土地利用/ 覆盖单一动态度指数; ΔU_i ——某一土地利用/ 覆盖类型某时段内的面积净增量或净减量; U_{iout} ——某一土地利用/ 覆盖类型研究期内转换为其它土地利用/ 覆盖类型面积; U_{iin} ——研究期内其它土地利用/ 覆盖类型转换为某一类的面积。

由 ΔU_i 、 U_{iout} 、 U_{iin} 的定义和公式(1), 可得出:

$0 < p_i < 1$

依据上述公式可以计算出从 1990 ~ 1999 年、1999 ~ 2002 年两个时期内塔里木河下游二级土地利用/覆盖类型动态度指数 p_i 的值, 如表 4 所示:

表 2 1990 ~ 1999 年塔里木河下游土地利用转移矩阵表							
1990/1999	耕地	林地	草地	水面	农村居民点	未利用地	转出合计
耕地		284.52	1721.18	15.19	462.96	25.24	2509.09
b		2.06	6.17	0.34	67.85	0.09	
c		11.34	68.6	0.61	18.45	1.01	
林地	312.42		6444.96	245.75	10.39	1904.03	8917.55
b	3.72		23.11	5.48	1.52	6.91	
c	3.5		72.27	2.76	0.12	21.35	
草地	7327.99	9785.57		3432.91	192.86	25034.91	45774.24
b	87.36	70.78		76.5	28.26	90.8	
c	16.01	21.38		7.5	0.42	54.69	
水面	13.65	215.94	267.93		0.71	608	1106.23
b	0.16	1.56	0.96		0.1	2.21	
c	1.23	19.52			0.06	54.96	
农村居民点	148.74	2.4	40.13	4.17		0.09	195.54
b	1.77	0.02	0.14	0.09			
c	76.07	1.23	20.52	2.13		0.05	
未利用地	585.43	3536.53	19410.14	789.68	15.41		24337.19
b	6.98	25.58	69.61	17.6	2.26		
c	2.41	14.53	79.76	3.24	0.06		
转入合计	8388.23	13824.96	27884.34	4487.7	682.33	27572.27	
期间净增 减(+ / -) 5879.14 4907.41 - 17889.9 3381.47 486.79 3235.08							

注: 在表 2 和表 3 中, 行表示的是 K 时期的 i 种土地利用类型, 列则表示 $K+1$ 时期的 j 种土地利用类型。粗字 部分表示的是 K 时期的土地利用类型转变为 $K+1$ 时期各种类型的面积, 即原始土地利用变

化转移矩阵 $A_{ij}, B_{ij} = A_{ij} \times 100 \sum_{j=1}^6 A_{ij}$, 表示 K 时期 i 种土地利用类型转变为 $K+1$ 时期 j 种土地利用类型的比例; $C_{ij} = A_{ij} \times 100 \sum_{j=1}^6 A_{ij}$, 表示 $K+1$ 时期的 j 种土地利用中由 K 时期的 i 种土地利用

类型转化而来的比例。行、列合计分别表示 K 时期和 $K+1$ 时期各种土地利用类型转变的总面积。

表 3 1999 ~ 2002 年塔里木河下游土地利用转移矩阵表							
1990/1999	耕地	林地	草地	水面	农村居民点	未利用地	合计
耕地		110.14	1080.64	56.45	29.92	95.33	1372.48
b		8.02	78.74	4.11	2.18	6.95	
c		1.69	8.54	3.23	34.87	1.01	
林地	63.03		4638.4	870.86	9.58	1526.72	7108.59
b	0.89		65.25	12.25	0.13	21.48	
c	4.74		36.66	49.81	11.16	16.16	
草地	1159.2	4764.21		663.35	45.84	7721.66	14354.26
b	8.08	33.19		4.62	0.32	53.79	
c	87.22	73		37.94	53.42	81.71	
水面	7.84	101.12	194.38			106.14	409.48
b	1.91	24.69	47.47			25.92	
c	0.59	1.55	1.54			1.12	
农村居民点	63.58	12.65	46.88				123.1
b	51.65	10.27	38.08				
c	4.78	0.19	0.37				
未利用地	35.38	1538	6693.67	157.83	0.47		8425.35
b	0.42	18.25	79.45	1.87	0.01		
c	2.66	23.57	52.9	9.03	0.55		
合计	1329.03	6526.12	12653.97	1748.49	85.81	9449.85	
期间净增 减(+ / -) - 43.45 - 582.47 - 1700.29 1339.01 - 37.29 1024.5							

注: 表 3 说明同表 2。

p_i 越接近 0 土地利用/覆盖类型的双边转换越频繁, 土

地利用/覆盖类型就处于一种相对平衡状态, p_i 越接近 1, 土地利用/覆盖类型的单边转换越明显, 土地利用/覆盖类型就处于一种非均衡状态, 依据前人的经验可将其划分为四种状态(如表 5), 从表 4 可以看出在 1990 ~ 1999 年间大部分土地利用/覆盖类型变化处于一种极均衡和标准均衡状态, 即大部分土地利用/覆盖类型之间既有转出又有转入, 而且各土地利用/覆盖类型间相互转化面积差额不大, 土地利用/覆盖动态变化处于一种动态均衡状态, 只有耕地、其他林地、湖泊、水库坑塘、农村居民地处于非均衡或极不均衡状态, 转入面积远大于转出面积; 在 1999 ~ 2002 年间上一时期处于非均衡状态的耕地、水库坑塘、农村居民地, 动态度指数急剧下降处于极均衡状态, 上一时期处于极不均衡状态的其他林地和湖泊, 动态度指数也急剧下降, 其他林地降至 0.59 的非均衡状态, 湖泊降至 0.04 的极均衡状态, 只有河渠的动态度指数从 0.35 升至 0.68。

表 4 塔里木河下游土地利用/覆盖类型动态度指数		
土地利用/覆盖类型	1990 ~ 1999 动态度指数	1999 ~ 2002 动态度指数
耕地	0.54	0.02
有林地	0.12	0.01
灌木林	0.18	0.03
疏林地	0.17	0.06
其它林地	0.82	0.59
高覆盖度草地	0.11	0.29
中覆盖度草地	0.03	0.17
低覆盖度草地	0.26	0.13
河渠	0.35	0.68
湖泊	0.81	0.04
水库坑塘	0.68	0.08
农村居民点	0.55	0.18
沙地	0.04	0.04
盐碱地	0.01	0.04
沼泽地	0.42	0.39

表 5 土地利用/覆盖类型变化衡状态对照表	
动态度指数范围	土地利用/覆盖状态
0 ~ 0.25	极均衡状态
0.25 ~ 0.5	标准均衡状态
0.5 ~ 0.75	非均衡状态
0.75 ~ 1	极不均衡状态

4 结果与分析

结合塔里木河下游土地利用转化矩阵表 2, 表 3 对土地利用动态度指数发生了较大变化的土地利用/覆盖类型进行分析如下:

4.1 耕地

塔里木河下游 1990 ~ 2002 年间耕地资源总面积增加, 1990 ~ 1999 年间耕地面积增加了 5 879.14 hm^2 , 耕地转入面积 8 388.23 hm^2 , 其中 87.36% 来源于草地, 高覆盖度草地占 17.93%、中覆盖度草地占 24.53%、低覆盖度草地占 44.89%, 说明 1990 ~ 1999 年间耕地面积的转入主要是依靠开垦农田周围易农草地而实现的; 转出面积 2 509.09 hm^2 , 其中 68.6% 转变为草地, 高覆盖度草地占 8.21%、中覆盖度草地占 25.27%、低覆盖度草地占 35.12%, 18.45% 转变为农村居民地, 9.43% 转变为林地。说明 1990 ~ 1999 年间塔里木河下游耕地和草地之间物质和能量交换频繁, 经历了一个大面积开垦草地、小范围弃耕的过程; 耕地和居民地之间主要是居民地占有耕地的过程; 耕地和林地之间主要是耕地向农林

地的转换。1999~2002 年间耕地面积减少了 43.44 hm², 期间转入耕地面积 1 329.04 hm² 主要来自草地, 其中高覆盖度草地占 6.29%、中覆盖度草地占 31.12%、低覆盖度草地占 49.81%; 转出面积 1 372.47 hm², 其中 5.87% 转变为高覆盖度草地、33.94% 转变为中覆盖度草地、38.93% 转变为低覆盖度草地、8.02% 转变为林地、6.95% 转变为未利用地。

结合当地实际分析, 随着社会经济的发展, 人口的增加, 耕地相对面积减少, 大面积开垦宜农未利用地成为一种必然现象, 因此 1990~1999 年间塔河下游耕地面积迅速增长, 动态指数处于非均衡状态, 在一定程度上加速了塔河下游生态环境的急剧恶化。随着国家政策性提出退耕还林、还草计划, 1999~2002 年间耕地动态指数急剧下降, 耕地面积呈减少趋势。

4.2 其他林地

其他林地的面积变化动态指数在 1990~1999 年间高达 0.82 处于极不均衡状态, 期间转入面积 1 255.32 hm², 其中 90.81% 来自盐碱地, 转出面积 120.66 hm², 其中 54.26% 转化为耕地, 33.06% 转化为疏林地。面积变化主要是由盐碱地向其他林地的单边转化, 因此动态指数会比较高, 这一转化过程, 减少了未利用地面积, 增加了植被覆盖度。在 1999~2002 年间其他林地的动态指数下降为 0.59 面积变化处于非均衡状态, 转入面积 44.25 hm², 主要来自耕地和居民地, 其中耕地占 66.85%, 居民地占 26.81%; 转出面积 11.32 hm², 其中 80.16% 转化为草地, 主要是低覆盖度草地, 10.67% 转变为耕地, 9.2% 转变为居民地。基本是以耕地和居民地向其他林地转变为主, 这和国家政策性退耕还林密切相关。这一转变过程对塔河下游生态环境的改善起到了积极的促进作用。

4.3 湖泊、水库坑塘

由于“塔里木河流域管理局”的建立, 制定了相应的政策法规, 增加了水资源的利用效率, 对水资源的利用进行了合理的调配, 整治了河道水库, 因此在 1990~1999 年间水域面积参考文献:

[1] 王让会, 樊自立. 利用遥感和 GIS 研究塔里木河下游阿拉干地区土地沙漠化[J]. 遥感学报, 1998, 2(2): 137-142.
[2] 樊自立. 新疆土地开发对生态环境的影响及对策研究[M]. 北京: 气象出版社, 1996.
[3] 王让会, 宋郁东, 樊自立, 等. 3S 技术在新疆塔里木河下游生态环境动态研究中的应用[J]. 南京林业大学学报, 2000, 24(4): 59-63.
[4] 吴秀芹, 蒙古军. 塔里木河下游土地利用/覆盖变化环境效应[J]. 干旱区研究, 2004, 21(1): 38-42.
[5] 熊惠波, 侯会乔, 等. 扎鲁特旗土地利用变化及其驱动力分析[J]. 农村生态环境, 2002, 18(3): 5-10.
[6] 刘志丽, 马建文, 陈嘻, 等. 利用 3S 技术综合研究新疆塔里木河流域中下游 11 年生态环境变化与成因[J]. 遥感学报, 2003, 7(2): 146-152.

(上接第 113 页)

[2] 王佑民. 中国林地水土保持功能研究概况[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 109-113.
[3] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
[4] 孙立达, 朱金兆. 水土保持林体系综合效益研究与评价[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
[5] 余新晓, 赵玉涛, 等. 贡嘎山东坡峨眉冷杉林地被物分布及其水文效应初步研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(5/6): 14-18.
[6] 杨会蒲. 黄土丘陵区油松人工林水分生态效益研究[J]. 水土保持研究, 2002, 9(4): 74-79.
[7] 耿玉清, 王保平. 森林地表枯枝落叶层涵养水源作用的研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(5): 49-52.
[8] 孙志蓉, 张鼎华, 等. 杨树刺槐混交林沙地土壤的水分物理性质[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(2): 122-125.
[9] 苏志尧, 陈北光, 等. 广州白云山风景名胜区内几种森林群落枯枝落叶层的持水能力[J]. 华南农业大学林学院, 2002, 23(2): 91-92.
[10] 赵鸿雁, 吴钦孝, 等. 黄土高原人工油松林枯枝落叶层的水土保持功能研究[J]. 林业科学, 2003, 39(1): 168-172.
[11] 刘向东, 吴钦孝. 黄土高原油松人工林枯枝落叶层水文生态功能研究[J]. 水土保持学报, 1991, 5(4): 87-91.
[12] 阎文德, 张学龙, 等. 祁连山森林枯落物水文作用的研究[J]. 西北林学院学报, 1997, 12(2): 7-14.
[13] 曾曙才, 谢正生, 等. 广州白云山几种森林群落生物量和持水性能[J]. 华南农业大学学报(自然科学版), 2002, 23(4): 41-44.

积变化主要是淹没其周边土地实现单方面面积增加, 所以动态指数比较高, 在 1999~2002 年间湖泊和坑塘水库面积比较稳定地与周边盐碱地、沼泽地、草地等进行频繁的相互转化, 因此湖泊和坑塘水库的土地利用动态指数快速降低处于一种极均衡的动态变化过程。

4.4 河渠

1990~2002 年间河渠的动态指数从 0.35 升至 0.68, 从差值图中可以看出 1999~2002 年间水域面积的增加主要分布在铁杆里克以下的旧河道, 由于生态应急输水工程的实施旧有河道复流河渠面积单边增加明显, 因此动态指数升高。

4.5 居民地

居民地面积在塔河下游所占比例较低, 但变化比较剧烈, 尤其是在 1990~1999 年间随着人口增长以及盲目的开荒热, 居民地面积增加了 486.79 hm², 转入面积有 67.85% 来自耕地、28.27% 来自草地主要是中、低覆盖度草地, 其余来自林地、沙地和盐碱地, 转出面积有 76.07% 转变为耕地、20.52% 转变为草地, 其余部分转变为林地和河渠, 因此居民地与耕地、草地间转换密切, 居民地的增加主要是通过占用耕地、草地实现的。1999~2002 年间居民地面积减少, 转出的居民地面积有 51.65% 转变为耕地, 38.08% 转变为草地, 其余的转变为林地。

5 结 论

利用 TM 影像与中巴资源卫星影像相结合作为塔河下游土地利用/覆盖变化分析的数据源, 应用 GIS 分析 1990~2002 年 13 年间塔河下游土地利用/覆盖动态变化得出, 1990~2002 年间塔河下游水域、居民地、耕地动态指数较大, 变化剧烈。未利用地动态指数最小, 变化缓慢。耕地、林地、水域、居民地、未利用地呈增长趋势; 草地面积呈减少趋势。总体来看, 塔河下游天然草场退化严重, 土地沙漠化、盐渍化加剧, 成为塔里木河流域生态环境最为恶劣的地区^[6]。