

文章编号: 1000-0585(2001)06-0723-08

# 土地利用动态变化的研究方法 及其在海南岛的应用

赵 健, 魏成阶, 黄丽芳, 阎守邕

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

**摘要:** 本文在对海南岛 1986 年、1996 年、2000 年 3 个时期陆地卫星 TM 影像判读分析的基础上, 建立了 1:10 万比例尺土地利用数据库。并以此为基础数据, 采用转移矩阵、地理网格、数学模型和影像判读等方法, 对海南岛的土地利用动态变化进行了定性、定位、定量研究。研究成果有利于人们全面理解海南岛土地利用变化原因、过程和驱动力, 并为土地利用规划、生态省建设提供科学依据。

**关键词:** 海南岛; 土地利用; 动态变化; 研究方法

**中图分类号:** F301.24; P208 **文献标识码:** A

## 1 引 言

土地利用状况及其变化作为全球环境变化研究的一个重要组成部分, 长期以来一直受到国内外专家的重视。作者在与欧共体合作项目“基于遥感和地理信息系统的自然资源可持续发展管理策略研究——以海南岛为例”的支持下, 对海南岛的土地利用状况进行了 1986 年、1996 年和 2000 年 3 个时期、1:10 万比例尺的遥感调查, 及其动态变化对比分析。该研究工作旨在深入了解土地利用状况及其变化的动态过程、主导原因及演化机理, 特别是人类活动和有关政策对它们的影响, 以提高人们对土地利用变化的预测、管理、决策和调控能力。

海南自从 1988 年建省, 并成为我国最大经济特区后, 土地利用状况随着人类活动的加剧而发生了显著变化。例如, 原始森林覆盖率从 1950 年的 35%, 下降到 1987 年的 7.2%, 现在仅有 4% 左右; 城市基础设施、各种开发区建设占用土地资源也十分严重<sup>[1]</sup>。海南省政府为了避免土地资源过度开发, 而引发生态环境恶化, 于 1999 年 7 月提出了《海南生态省建设规划纲要》。力图把海南岛建成为一个具有良好的海岛生态系统、发达的生态产业、天人合一的生态文化、一流的生活环境的省份<sup>[2]</sup>。为配合实施这一战略决策, 在海南省有关政府部门的支持下, 本文采用基于遥感和 GIS 技术的转移矩阵、地理网格、数学模型和影像判读等方法, 来研究海南岛土地利用动态变化。

**收稿日期:** 2001-08-08; **修订日期:** 2001-09-20

**基金项目:** 中国 欧共体合作项目“基于遥感和地理信息系统的自然资源可持续发展管理策略研究——以海南岛为例”

**作者简介:** 赵健 (1963—) 男, 北京市人, 副研究员。主要从事地理信息系统、空间数据模型及遥感应用等领域的研究工作, 出版专著 1 部、发表论文 10 余篇。

## 2 数据处理

本研究应用的基础数据主要包括：海南岛 1986 年、1996 年、2000 年冬季成像的陆地卫星 TM 图像数据 12 景；1:10 万地形图 25 幅；海南岛地貌、土壤、植被、气候区划、行政区划等专题图和社会、经济统计数据。其中，TM 图像用 1:10 万地形图进行了几何精纠正，并编制成全岛的 TM 数字镶嵌影像图，建立了相应的图像数据库。

在全岛 TM 数字影像数据库的支持下，通过人机交互判读，生成了全岛 3 个不同时期的 1:10 万土地利用图。该图把全岛的土地利用类型分为 7 个大类、21 个二级类型。

经实地验证：全岛土地利用图的判读制图精度达 95%（表 1），然后，建立了相应的土地利用数据库<sup>[3]</sup>。表 2 给出了 3 个不同时期全岛土地利用各类型数据。

将 3 个不同时期全岛土地利用图进行数据复合，产生 1986~1996 年和 1996~2000 年的海南岛土地利用变化图。并生成 1km<sup>2</sup> 的网格数据和分县土地利用统计数据等。这些数据是本项研究工作直接使用的重要基础数据，支持着土地利用变化研究工作的顺利开展。

表 1 土地利用判读图分类精度的野外验证结果（2000 年）  
Tab. 1 Interpretation accuracy with land use map of Hainan Island

土地利用类型	抽样验证 图斑数	判读 正确数	正确率 (%)
水田	138	134	97.1
旱地	142	137	96.5
有林地	117	112	95.7
灌木林地	183	174	95.1
疏林地	108	101	93.5
其他林地	136	129	94.8
草地	129	122	94.6
水域	86	86	100.0
城乡建设用地	124	120	96.8
工矿建设用地	58	56	96.6
未利用地	205	195	95.1
总计	1 426	1 366	95.8

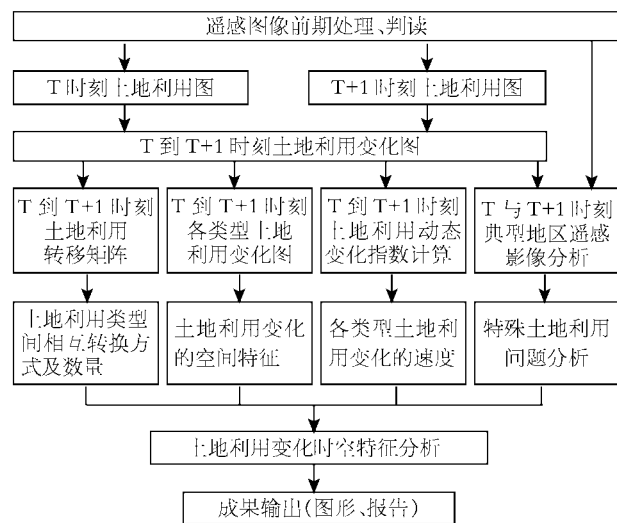


图 1 海南岛土地利用动态变化研究技术流程图  
Fig. 1 Workflow of land use change research of Hainan Island

图 1 给出了从土地利用判读到成果输出整个数据流程和工作步骤。其中使用了转移矩阵、地理网格、数学模型和影像判读等 4 种方法来研究海南岛的土地利用变化<sup>[4~7]</sup>。

## 3 转移矩阵法

在 GIS 软件支持下，对海南岛 3 个时期（1986 年、1996 年、2000 年）土地利用本底数据库中的各类型数据进行统计分析，统计它们相互之间的转换面积，制成 1986~1996 年、1996~2000 年土地利用转移矩阵（表 3、表 4），从变化数量和类型上反映了土地利

表 2 海南岛 3 期土地利用遥感调查面积数据比较表 (单位: hm<sup>2</sup>)

Tab. 2 Land use status of Hainan Island in 1986, 1996 and 2000 (Unit: hectares)

类型	时间	1986 年各类型面积	占一级类型 (%)	1996 年各类型面积	占一级类型 (%)	2000 年各类型面积	占一级类型 (%)	1986 年到 1996 年各类型变化值	1996 年到 2000 年各类型变化值	1986 年到 2000 年各类型变化值
耕地	平原水田(111)	158769.12	17.76	162478.43	18.93	165625.05	17.96	3709.31	3146.62	6855.93
	丘陵台地水田(112)	28603.45	3.20	20409.54	2.38	20400.65	2.21	-8193.91	-8.89	-8202.8
	山地水田(1113)	128572.48	14.39	127974.03	14.91	127968.71	13.88	-598.45	-5.32	-603.77
	平地旱地(121)	232750.92	26.04	253972.97	29.59	284351.71	30.84	21222.05	30378.74	51600.79
	丘陵台地旱地(122)	134759.89	15.08	81487.49	9.49	228510.07	24.78	-53272.40	147022.58	93750.18
	山地旱地(123)	210315.01	23.53	211892.35	24.69	95272.60	10.33	1577.34	-116619.75	-115042.41
合计及占全岛总面积(%)		893770.87	26.15	858214.81	25.12	922128.79	26.96	-35556.06	63913.98	28357.92
林地	有林地(21)	1411443.06	64.35	1439267.34	65.13	1406442.05	65.49	27824.28	-32825.29	-5001.01
	灌木林地(22)	281071.96	12.81	259499.21	11.74	237086.42	11.04	-21572.75	-22412.79	-43985.54
	疏林地(23)	153772.90	7.01	118264.68	5.35	126973.54	5.91	-35508.22	8708.86	-26799.36
	其他林地(24)	347052.57	15.82	392887.58	17.78	377128.31	17.56	45835.01	-15759.27	30075.74
合计及占全岛总面积(%)		2193340.49	64.17	2209918.81	64.69	2147630.32	62.80	16578.32	-62288.49	-45710.17
草地	高覆盖草地(31)	110789.27	81.37	113264.13	82.12	106149.03	81.50	2474.86	-7115.1	-4640.24
	中覆盖草地(32)	23432.18	17.21	23790.99	17.25	22872.92	17.56	358.81	-918.07	-559.26
	低覆盖草地(33)	1926.72	1.42	871.61	0.63	1217.20	0.93	-1055.11	345.59	-709.52
合计及占全岛总面积(%)		136148.17	3.98	137926.73	4.04	130239.15	3.81	1778.56	-7687.58	-5909.02
水域	河流(41)	16438.59	14.21	13489.20	10.66	13577.33	11.15	-2949.39	88.13	-2861.26
	湖泊(42)	365.54	0.32	365.54	0.29	365.54	0.30	0	0	0
	水库(43)	66146.07	57.18	82816.50	65.42	78794.54	64.69	16670.43	-4021.96	12648.47
	海涂(45)	18924.71	16.36	16015.60	12.65	17143.16	14.07	-2909.11	1127.56	-1781.55
	滩地(46)	13802.36	11.93	13912.20	10.99	11927.17	9.79	109.84	-1985.03	-1875.19
合计及占全岛总面积(%)		115677.27	3.38	126599.04	3.71	121807.74	3.56	10921.77	-4791.30	6130.47
建筑工矿用地	城镇用地(51)	10429.58	20.04	17888.13	27.83	24352.17	30.83	7458.55	6464.04	13922.59
	农村居民用地(52)	26603.76	51.12	28997.04	45.12	28658.00	36.28	2393.28	-339.04	2054.24
	工矿建设用地(53)	15008.26	28.84	17383.82	27.05	25972.17	32.88	2375.56	8588.35	10963.91
合计及占全岛总面积(%)		52041.6	1.52	64268.99	1.88	78982.34	2.31	12227.39	14713.35	26940.74
未利用地	沙地(61)	23006.58	84.85	18165.60	93.86	17929.33	93.78	-4840.98	-236.27	-5077.25
	盐碱地(63)	205.98	0.76	250.10	1.29	250.10	1.31	44.12	0	44.12
	沼泽地(64)	866.88	3.20	866.88	4.48	866.88	4.53	0	0	0
	裸土地(65)	3033.67	11.19	71.41	0.37	71.41	0.37	-2962.260	-2962.26	
合计及占全岛总面积(%)		27113.11	0.79	19353.99	0.57	19117.72	0.56	-7759.12	-236.27	-7995.39
总计		3418091.51		3416282.37		3419906.06		-1809.14	3623.69	1814.55

注: 1. 本表中的各类型面积均是未作线状和细小地物扣除的遥感调查面积。

2. 海南岛 3 期遥感调查面积不一致是由于不同潮位的海涂面积不一样和围海造地等原因造成的。

表 3 海南岛 1986~1996 年土地利用转移矩阵(单位: hm<sup>2</sup>)

Tab. 3 Land use transition matrix of Hainan Island during 1986~1996 period (Unit: hectares)

1996 \ 1986	水田	旱地	林地	园地及其他	草地	水域	城镇建设	农村居民点	未利用地	总计
水田	0.00	7842.69	2590.23	703.68	848.00	1773.40	241.51	9.85	118.54	14127.90
旱地	4817.69	0.00	13222.40	12595.00	3792.84	7878.49	8080.78	258.19	326.13	50971.52
林地	1361.03	1896.86	0.00	52560.81	3065.16	1391.82	1721.68	2971.02	1299.30	66267.68
园地及其他	786.15	1915.81	14044.50	0.00	409.55	2035.92	237.27	30.34	16.17	19475.71
草地	1139.65	1709.07	2108.96	449.91	0.00	717.54	201.60	15.23	691.08	7033.04
水域	58.04	271.71	198.08	105.60	20.39	0.00	2217.22	33.80	0.00	2904.84
城镇建设	22.13	81.84	0.00	0.00	0.00	74.66	0.00	213.50	19.10	411.23
农村居民点	0.00	233.03	838.89	0.00	0.00	0.00	99.37	0.00	0.00	1171.29
未利用地	423.99	4566.41	3719.18	921.85	376.27	450.12	13.45	115.00	0.00	10586.27
总计	8608.68	18517.42	36722.24	67336.85	8512.21	14321.95	12812.88	3646.93	2470.32	172949.48

表 4 海南岛 1996~2000 年土地利用转移矩阵(单位:hm<sup>2</sup>)

Tab. 4 Land use transition matrix of Hainan Island during 1996~2000 period (Unit: hectares)

2000 \ 1996	水田	旱地	林地	园地及其他	草地	水域	城镇建设	农村居民点	未利用地	总计
水田	0.00	214.71	484.20	76.02	0.00	1165.23	1853.89	261.04	90.13	4145.22
旱地	673.63	0.00	592.36	534.44	0.00	194.42	4887.50	189.27	243.83	7315.45
林地	948.72	41018.40	0.00	7682.64	4991.35	731.63	1868.23	130.53	1553.99	58925.49
园地及其他	1270.83	14015.60	8605.14	0.00	335.71	155.25	1260.42	46.46	83.24	25772.65
草地	382.07	10507.80	702.55	18.80	0.00	55.43	1367.37	0.00	222.99	13257.01
水域	1431.01	4608.63	847.48	773.51	150.57	0.00	2678.57	0.00	0.00	10489.77
城镇建设	0.00	197.42	22.90	176.53	0.00	432.75	0.00	0.00	0.00	829.60
农村居民点	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.86	922.42	0.00	0.00	952.28
未利用地	0.00	83.81	1580.59	0.00	99.15	0.00	737.61	0.00	0.00	2501.16
列总计	4706.26	70646.37	12835.22	9261.94	5576.78	2764.57	15576.01	627.30	2194.18	124188.63

注:在表 3 和表 4 中,行表示的是 k 时刻的各种土地利用类型,列表示 k+1 时刻的各种土地利用类型。表中第 i 行第 j 列数据表示 k 时刻的 i 种土地利用类型转化为 k+1 时刻 j 种土地利用类型的面积。行总计表示 k 至 k+1 时期内该土地利用类型转变为其它类型的总面积,列总计表示 k 至 k+1 时期其它类型转变为该土地利用类型的总面积。表中所有面积均为未进行线性地物、细小地物扣除的遥感测量毛面积。

用变化的总体特征。由表 3 和表 4 可以看出,两个时间段中,海南岛土地利用变化的显著差别:1986~1996 年,海南岛土地利用的变化主要表现为耕地被大量用于海岸带防护林和果园、城镇建设。从数量上看,全岛耕地有 13 298.68hm<sup>2</sup> 被改作园地,15 812.63hm<sup>2</sup> 用于植树造林,8 322.29hm<sup>2</sup> 用于城镇和工矿建设,导致耕地面积减少 37 973.35hm<sup>2</sup>。另外,橡胶的发展导致林地面积减少 52 560.81hm<sup>2</sup>。橡胶园地面积的急剧增长与海南建省时迫切需要发展橡胶生产等高效益龙头产业有关。该时间段,未利用土地得到很大程度的开发,其总面积减少了 8 115.95hm<sup>2</sup>。

1996~2000 年,海南岛土地利用变化的主要特征是基本农田得到进一步开发和切实的保护,耕地面积得到较大幅度回升。这是因为,海南省政府于 1995 年 7、8 月通过了《海南省基本农田保护区管理规定》、《海南省 1997~2010 年土地利用总体规划》等决定,强调了基本农田建设与保护。在这一时间段中,41 967.12hm<sup>2</sup> 林地(主要是台地中的疏林、灌木林)、15 286.43hm<sup>2</sup> 园地(主要是台地中的老橡胶园砍伐更新)、10 889.87hm<sup>2</sup> 草地转变成耕地。这期间,中小城镇的继续发展,占用 6 741.39hm<sup>2</sup> 耕地、1 868.23hm<sup>2</sup> 林地、1 260.42hm<sup>2</sup> 园地、1 367.37hm<sup>2</sup> 草地、2 678.57hm<sup>2</sup> 水域和 737.61hm<sup>2</sup> 未利用土地。海南岛耕地面积较大幅度的回升与宏观政策的调控有关。这些政策法规牢固确立了耕地、尤其是基本农田的重要地位。而耕地面积的回升主要是改造环岛台地中的疏林、灌木林和更新老橡胶园的结果。它既恢复和保护了基本农田,又实现了海南生态省建设规划纲要确定的生态产业的目标。

### 3 网格制图法

网格制图法:首先,将海南岛土地利用数据库中 3 个时期的空间数据复合,提取其中

土地利用类型发生变化的图形,产生 1986~1996 年、1996~2000 年两个时段的土地利用变化图。其次,利用 GIS 软件,将海南岛和部分海域按 1 公里的间隔划分成 250 行、250 列的网格。然后,将海南岛土地利用变化图与该网格叠加,统计每一网格内的各类型土地利用变化面积。选择每个网格中面积增加或减少最多,且大于 200hm<sup>2</sup> 的土地利用类型,作为该网格的主导性土地利用变化类型,分别生成两个时期的海南岛土地利用变化的增加和减少图(见图版 4)。如图 2a、2b 和图 3a、3b。从这些图可以看出:

在 1986~1996 年间,海南岛土地利用的显著变化主要发生在环岛平原台地区,而中部山地丘陵区变化很小。其中,增加最多的土地利用类型是沿海林地和园地,大量减少的是沿海耕地。这些变化的土地,主要用于橡胶园、海岸带防护林、沿海大城市和开发区建设。

在 1996~2000 年间,海南岛土地利用变化从环岛平原、台地扩展到全岛范围。其中,沿海耕地的增加是最显著的土地利用变化特征。与此同时,海岸带林地有相当数量的减少。由于经济结构的调整,果园和椰子、槟榔等热带经济作物的种植面积有所增加,致使橡胶园地面积有一定数量的减少。在此期间,海南省调整了城镇发展政策,在全岛重点发展 100 个中小城镇,使得中小城镇的占地面积大幅度增加,而大城市的占地面积变化不大<sup>[8]</sup>。

#### 4 数学模型法

所谓数学模型法,主要包括土地利用动态度、土地利用开发度和耗减度三个指数的计算模型。它们用于对土地利用动态变化速度、新开发速度和被耗费速度的度量,从净变化和实际变化两个方面对土地利用变化速度进行研究。其中,土地利用动态度虽然很好地度量了土地利用的净变化速度。但是,由于增减变化的抵消,这种净变化速度往往在一定程度上掩盖了土地利用变化的实际情况。为此,作者提出了土地利用开发度和土地利用耗减度两个指数,以揭示海南岛各类型土地利用实际新开发和实际被耗减的速率<sup>[9~11]</sup>。

(1) 土地利用动态度 (LUDI) 土地利用动态度表示单位时间内某一土地利用类型面积的变化程度。其表达式为:

$$LUDI = \frac{U_a - U_b}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中  $U_a$ 、 $U_b$  分别表示  $a$  时刻和  $b$  时刻某种土地利用类型的面积, $T$  为  $a$  时刻到  $b$  时刻的研究时段长。当  $T$  以年为单位时, $LUDI$  表示该类型土地利用面积的年变化率。

(2) 土地利用开发度 (LUD) 土地利用开发度表达的是单位时间内某类型土地利用实际新开发的程度,以单位时间内新开发的该类型土地面积占初期该类型总面积的百分比来表示。由于此概念不适用于未利用土地,对这种类型土地不进行此项计算。

$$LUD = \frac{D_{ab}}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中  $D_{ab}$  量测从  $a$  时刻到  $b$  时刻新开发的某类型土地利用的面积。即,由其它类型土地利用转变为该类型土地利用的面积之和。 $U_a$  表示  $a$  时刻该土地利用类型的面积, $T$  为  $a$  时刻到  $b$  时刻的研究时段长,以年为单位。

(3) 土地利用耗减度 (LUC) 为了量测单位时间内某类型土地利用被实际消耗的程度,设计了土地利用耗减度这一指数。它可以表示为:

$$LCU = \frac{Cab}{Ua} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中  $Cab$  是指从  $a$  时刻到  $b$  时刻某种土地利用类型被消耗的面积。即, 该类型土地利用转变为其它类型土地利用的土地面积的总和。 $Ua$  表示  $a$  时刻该土地利用类型的面积,  $T$  为  $a$  时刻到  $b$  时刻的研究时段长, 以年为单位。

根据上述公式, 海南岛两个时期各类型土地利用动态变化指数计算结果见表 5。

表 5 海南岛各类型土地利用动态变化指数表(单位:%)

Tab. 5 Indexes of Hainan land use dynamic change (Unit: %)

土地利用类型	动态度		开发度		耗减度	
	(1986~1996)	(1996~2000)	(1986~1996)	(1996~2000)	(1986~1996)	(1996~2000)
耕地	-0.42	1.86	0.39	2.19	0.81	0.33
林地	-0.16	-0.63	0.26	0.35	0.42	0.98
园地及其他	2.80	-1.05	3.37	0.59	0.57	1.64
草地	0.11	-1.39	0.63	1.01	0.51	2.40
水域	0.95	-1.49	1.81	1.00	0.86	2.50
城乡与工矿用地	3.00	5.58	3.38	6.45	0.38	0.87
未利用土地	-2.99	-0.40			3.90	3.23

由表 5 可以看出: 在 1986~1996 年间, 海南岛耕地和林地大量消耗, 耕地的开发度为 0.39%, 耗减度为 0.81%, 年均减少 0.42%; 林地开发度 0.26%, 而耗减度 0.42%, 林地年均减少 0.16%; 园地开发很快, 开发度高达 3.37%, 年均面积增加 2.8%; 城镇用地也发展较快, 开发度 3.38%, 为同期所有类型土地最高值。这种高开发速度使该土地利用类型年增长达 3%。与此同时, 表 5 还反映了在这一时期里, 未利用土地也得到了有效开发, 其耗减度高达 3.90%。在 1996~2000 年间, 为了贯彻落实海南省政府于 1995 年 7、8 月通过了《海南省基本农田保护区管理规定》、《海南省 1997~2010 年土地利用总体规划》等决定, 补偿前期城镇和园地发展占用的大量耕地、保持全岛耕地总量的平衡, 又新开垦了不少耕地, 其开发度高达 2.19%, 耗减度降低至 0.33%, 致使耕地的年均增长达到 1.86%。这以期间, 耕地是农用土地中发展最快, 也是唯一实现正增长的土地利用类型。同时, 林地的耗减速度大大加快, 而开发速度迟缓。园地和草地耗减速度也明显加快, 但开发速度不足, 出现负增长的情况。此间, 城乡工矿建设用地迅猛发展, 开发度高达 6.45%。城乡工矿建设用地迅猛发展是这一时期最显著的土地利用变化特点。分析结果与海南省政府在这期间强调发展中小城镇的政策完全符合。

## 5 遥感影像判读法

利用同一地区的多时相遥感图像, 进行对比分析判读, 可以形象、直观和快速地用来发现一些特殊的, 如红树林、海岸防护林、海岸带沙地等土地利用类型的变化。遥感影像判读方法可以根据同一地区单时相和多时相遥感图像, 分为静态判读和动态判读两种方法。

### 5.1 静态影像判读法

遥感影像的静态判读方法是在单时相的遥感图像上, 根据对不同土地利用类型影像的

比较分析, 从而发现异常变化的一种方法。采用这种方法, 对图像判读人员的专业知识、判读经验要求较高。作者采用这种方法判读海南岛的海岸带防护林被破坏以及海岸带局部沙漠化, 取得了不错的效果。图 4 (图版 4) 反映了 2000 年 1 月 7 日海南岛东海岸文昌县境的海岸带防护林带被人为破坏的情况。实地考察验证: 海南岛从 20 世纪 50 年代起, 为了减轻台风灾害的影响, 经过 40 年坚持不懈的植树造林, 已经在海岸带上建成了相当规模的防护林生态系。然而, 近 10 多年来, 这一具有良好的人工生态系的土地, 被出租给了外地农民耕种和外商使用。这些承租人急功近利、掠夺性开发, 将大量长 500m、宽 200m 的海岸防护林带推倒 (已经被推倒的海岸防护林约占总面积的 1/5)。图 4 中红色影像 (防护林) 中的白色方块是防护林不久前被砍伐后裸露的海岸沙地。

此外, 在海南岛有沙质海岸约 1 000km, 占全岛海岸线总长的 62%。其中, 沙质海岸有裸沙地 17 929.33hm<sup>2</sup>。由于沙质海岸植被生长条件差, 生态环境脆弱, 再加上人为砍伐防风固沙林和滥采沙矿等原因, 使大量沙地裸露活化变成活动砂丘。海岸带沙漠化, 1986~1996 年总面积为 2 850.82hm<sup>2</sup>, 1996~2000 年总面积为 2 529.89hm<sup>2</sup>。图 5 显示了 2000 年在海南岛东方市南部沿海出现的沙漠化现象。在那里, 海岸带沙漠化已成为严重的生态环境问题, 应该引起有关方面的重视, 采取必要措施加以制止。

## 5.2 动态影像判读法

遥感影像动态判读方法: 是通过分析比较同一地区、不同时相获得的遥感图像研究土地利用动态变化的一种方法。在监测海南岛红树林变化时, 作者就使用了这种方法, 效果极佳。红树林是生长在热带、亚热带沿海河口、海湾滩涂上, 生物链循环十分丰富的一种独立生态系统。被称为世界海洋四大高生产力生态系之一。对保护海岸带生态环境具有极为重要的意义。在我国, 海南岛的红树林面积最大, 种类最多。遗憾的是其总面积已由原来的 12 506.00hm<sup>2</sup>, 减少到目前的 5 023.00hm<sup>2</sup>。现有总面积仅为原有面积的 40.16%。尽管海南岛建立了多处国家级、省级、县级红树林保护区, 但是红树林人为破坏的现象仍然极其严重。例如图 6 为我国 1980 年宣布的第一个国家级红树林保护区——海南岛琼山县东寨港红树林保护区。图 6 中黄色框内即红树林。1996 年该保护区内还有红树林 2 601.00hm<sup>2</sup>, 到 2000 年仅剩 1 621.00hm<sup>2</sup>。实地考察验证: 从 1996~2000 年, 该保护区有 3 大片红树林已被外商开垦为养殖场。还有相当规模的红树林海滩中的潮沟正在被人为封堵, 红树林得不到海水养份的补给, 正面临着大片死亡的威胁。

## 6 结 论

本文探讨了在海南岛进行土地利用动态变化研究的四种主要方法及其应用效果。转移矩阵法主要反映了土地利用变化的方式以及各类型间相互转化的数量; 地理网格法用于土地利用变化定位研究, 能够揭示土地利用变化的空间分布规律和空间差异; 土地利用变化程度指数等数学模型方法则用于计算各类型土地利用变化的程度和速度。最后, 还用遥感图像判读方法, 监测了一些特殊土地利用类型的变化情况。通过这些研究实践表明: 基于遥感和地理信息系统的多种土地利用变化研究方法只有结合起来使用, 才能取得可以充分而有效地反映土地利用变化实际的研究成果, 为制定既能改善人们生活质量, 又不损坏生态环境的土地利用管理策略做出重要的贡献<sup>[12]</sup>。

**参考文献:**

- [1] 中国自然资源丛书编撰委员会. 中国自然资源丛书 海南卷[M]. 北京:中国环境科学出版社,1996. 10.
- [2] 海南省政府. 海南生态省建设纲要[R]. 1999. 7.
- [3] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 中国科学技术出版社. 1996. 12.
- [4] 史培军,陈晋,潘耀忠. 深圳土地利用变化机制分析[J]. 地理学报,2000, 55(2):151~160.
- [5] 史培军,宫鹏,李小兵,等. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京:科学出版社,2000. 11.
- [6] 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.
- [7] 胡孟春,马荣华,吴焕忠. 海南省生态环境综合评价制图方法[J]. 地理学报,2000,55(4):467~474.
- [8] 冷允法,等. 基于 GIS 的土地利用变更与时空动态分析[J]. 地理研究,1999, 18(增刊):136~141.
- [9] 邵晓梅,等. 山东省耕地变化趋势及驱动力研究[J]. 地理研究,2001,20(3):298~306.
- [10] 叶岱夫. 人地关系地域系统与可持续发展的相互作用机理初探[J]. 地理研究,2001,20(3):307~314.
- [11] 李平,等. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究,2001,20(2):129~138.
- [12] 高志强,刘纪远. 基于遥感和 GIS 的中国土地潜力资源的研究[J]. 遥感学报,2000,4(2):136~140.

## Research methods of land use changes and their applications in Hainan Island

ZHAO Jian, WEI Cheng-jie, HUANG Li-fang, YAN Shou-yong  
(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Based on time series mapping of land use in Hainan Island, the dynamic changes of the land use in the island have been monitored using remote sensing and GIS. The methods used in this paper include: land use transition matrixes, land use dynamic mapping, mathematical models and image interpretation. All these methods are used separately to explore the characters and laws of land use changes in Hainan from different aspects. In fact, transition matrixes are good for describing the general trends of land use changes and conversion amount among different land use types. Land use dynamic mapping is often used to discover the changes of land use in time and space. Mathematical models are utilized to calculate the extent and speed of change, including increase and decrease of land area for different purposes. The method of image interpretation is easy to monitor the land use changes, such as mangroves, shelter-belt and sandy land in the coastal zone directly and visually. Therefore, the results of the study in Hainan show that integration of multiple techniques and multiple methods could help people gain a deep understanding about land use dynamics and the driving forces of these changes.

**Key words:** Hainan Island; land use; dynamic changes; research methods



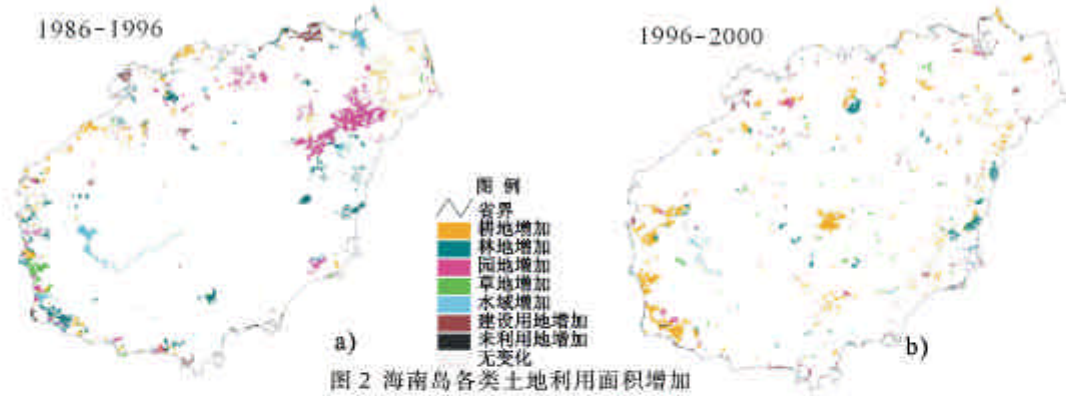


图 2 海南岛各类土地利用面积增加

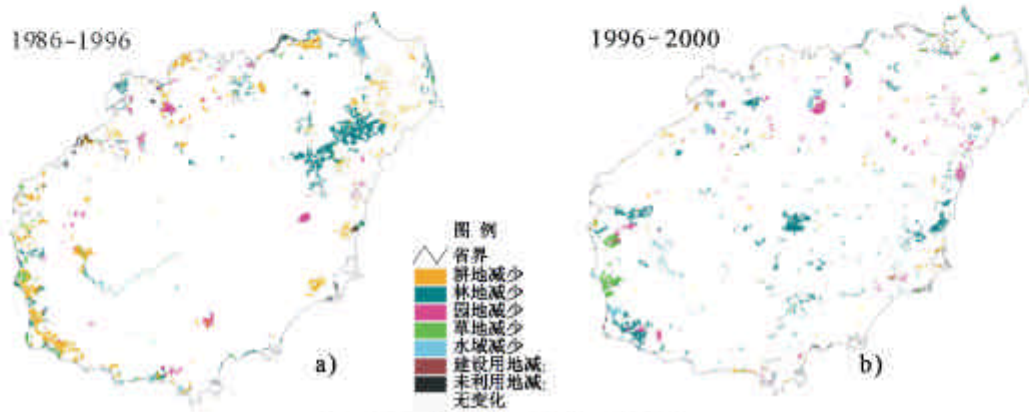


图 3 海南岛各类土地利用面积减少

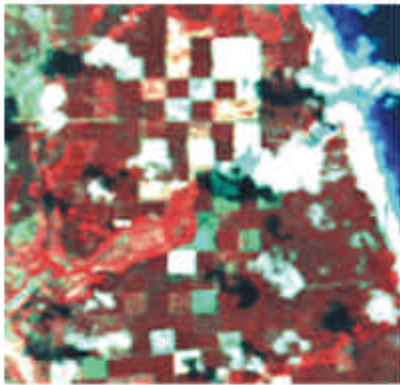


图 4 文昌县海岸带防护林破坏情况图



图 5 东方市海岸带沙漠化情况图

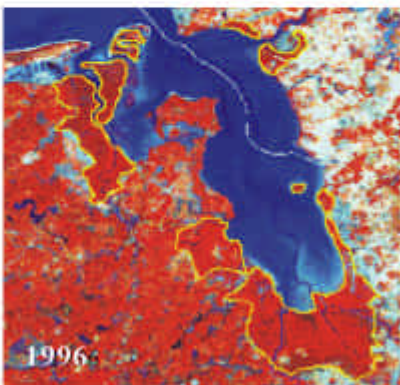


图 6 琼山县东寨港红树林破坏情况图