

# 基于RS对云南边境地区土地覆盖现状及变化研究

刘美玲<sup>1,2</sup>, 齐清文<sup>2</sup>, 邹秀萍<sup>2</sup>, 李晋<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 土地利用/覆盖变化研究是全球变化研究的热点之一。应用遥感、GIS技术及数理统计学的方法,利用1976年MSS和2004年TM二个时期的遥感影像数据,对云南边境地区的土地覆盖动态变化进行监测研究,并对变化的时空特征进行了分析。结果表明,土地覆盖现状以森林和裸岩地为主,土地利用/覆盖变化的主要方向是林地向裸地和耕地转化。

**关键词:** 遥感; 土地利用/覆盖变化; 云南边境地区

**中图分类号:** TP 79; P 208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2006)01-0075-04

## 0 引言

利用遥感和GIS研究土地利用/覆盖的变化,揭示其时空变化规律已经成为当前国际上开展土地利用/覆盖变化研究的最新趋势<sup>[1]</sup>。土地利用/土地覆盖变化是自然与人文过程交叉最为密切的产物,是区域生态环境的一个敏感因子,因而是区域生态环境研究的切入点与突破口。我国的LUCC(土地利用/覆盖变化)的研究主要集中在“热点地区”和“脆弱区”<sup>[2]</sup>。而云南边境地区的LUCC属于未来一段时间将要发生较大变化和对环境影响较大的“热点地区”,我国云南省国境线长达4 060 km,沿边境地带面临着复杂的跨境生态环境问题。云南省地处4条国际大河的上游,与缅甸、老挝、越南相连,既是未来中国—东盟的经济走廊,更是我国西南与东南亚极为重要的生态廊道<sup>[3]</sup>。因而,对云南省边境地区的土地利用/土地覆盖变化研究显得更为重要。

## 1 研究方法

### 1.1 土地利用覆盖现状

土地利用现状分析包括土地利用结构分析和土地利用空间规律揭示。土地利用结构分析常用土地

利用类型面积和比例来表示,即

$$S_{(i,t)} = \sum_{j=1}^n A_x \quad (1)$$

$$P_i = \frac{S_{(i,t)}}{\sum_{i=1}^m S_{(i,t)}} \quad (2)$$

式中, $S_{(i,t)}$ 为 $t$ 时期土地类型 $i$ 的面积; $A_x$ 为土地类型 $i$ 第 $x$ 斑块的面积; $P_i$ 为土地类型 $i$ 的面积占总面积的比例; $m$ 为土地利用类型数。

### 1.2 土地利用变化幅度

土地利用变化幅度是指土地各利用类型在面积上的变化幅度。它反映不同土地利用类型在土地利用变化总的态势和土地利用结构上的变化。土地利用/覆盖变化幅度包括相对变化比率和绝对变化比率。

相对变化比率的数学表达式为

$$Sr = \frac{S_{(i,t_2)} - S_{(i,t_1)}}{S_{(i,t_1)}} \times 100\% \quad (3)$$

绝对变化比率的数学表达式为

$$Sa = \frac{S_{(i,t_2)} - S_{(i,t_1)}}{S} \times 100\% \quad (4)$$

式中 $S_{(i,t_1)}$ 、 $S_{(i,t_2)}$ 表示研究初期 $t_1$ 和末期 $t_2$ 某一土地利用类型 $i$ 的面积; $S$ 为区域总面积; $Sr$ 为相对变化比率; $Sa$ 为绝对变化比率。

### 1.3 土地利用/覆盖变化速度

相对土地利用动态度是以土地利用类型的面积为基础,关注研究时段内某用地类型面积变化的结果。其公式为

$$V = Sr \times \frac{1}{t_2 - t_1} \times 100\% \quad (5)$$

式中, $V$ 为某一种土地利用类型的变化速率; $Sr$ 为相对变化比率。当 $t$ 的单位设定为年时,模型结果表示该土地利用类型的年变化率。

单一动态度可直观地反映某一土地利用类型相对本身变化剧烈程度与速度,也易于通过类型间的比较反映不同类型间变化的差异。由于同一区域内各种用地类型或不同区域间相同用地类型的面积基数不同,相对动态度大小无法反映该种变化类型在区域变化所作贡献的大小。为了衡量某土地类型的变化是否成为区域土地利用/覆盖变化的主要类型,在此引进绝对动态度概念来表示土地利用/覆盖的变化速率,公式为

$$V' = V \times P_i \times 100\% \quad (6)$$

式中, $V'$ 为研究时段内区域某一种土地利用类型的绝对动态度; $V$ 是前面所提到的单一土地利用动态度; $P_i$ 为研究初期第 $i$ 类用地类型占区域土地总面积的比率。通过比较各种用地类型的绝对动态度,可以直观地找出区域土地利用/覆盖变化的主要类型,土地绝对动态度的值越大,表明该用地类型的变化在区域变化中的贡献越大。

### 1.4 土地利用/覆盖空间变化分析

转移矩阵可全面而又具体地刻画区域土地利用变化的结构特征和各种用地类型变化的方向。该方法来源于系统分析中对系统状态与状态转移的定量描述,为国内外所常用。转移矩阵的数学形式为

$$S_{ij} = \begin{vmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ S_{m1} & \cdots & S_{mm} \end{vmatrix} \quad (7)$$

式中, $S$ 为面积; $m$ 为土地利用类型数; $i, j$ 分别代表研究期初和期末的土地利用类型。在具体应用中,通常将该矩阵用表格形式表示。

## 2 研究区概况、资料及数据处理

### 2.1 研究区概况

研究区为云南省沿边境线内外各 20 km 的缓冲区(图 1),边境线总长 4 060 km,其中中缅边境线云南段长 1 997 km,中老边境线云南段长 710 km,中越

边界线云南段长 1 353 km。研究区域总面积约为 10 万 km<sup>2</sup>,涉及到云南省边境地区的 25 个县及缅甸、越南、老挝三国边境部分地区。元江—红河、澜沧江—湄公河、怒江—萨尔温江和伊洛瓦底江 4 条南北蜿蜒的国际大河,边境地区地势西北高东南低,渐趋和缓,高山峡谷相间,河谷开阔,断陷盆地星罗棋布,山川湖泊纵横。气候和土壤类型多样。多样性的地貌特征和气候特征,形成植被垂直分布和地域分布的特点。植被主要为热带雨林、季雨林和常绿阔叶林。

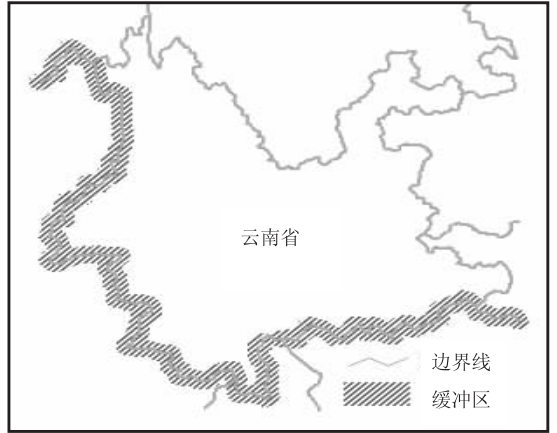


图 1 研究区域示意图

### 2.2 研究资料及数据处理

#### 2.2.1 研究资料

研究使用的数据主要包括 1976 年 14 景 MSS 影像数据、2004 年 15 景 TM、ETM 数据;1:500 万云南省地图参考资料、1:25 万的地形图及 1:25 万 DEM 数据;边境地区行政区矢量图、国界线矢量图及流域矢量图等。统计数据主要是边境地区的社会和经济方面的有关统计资料。

#### 2.2.2 数据获取

土地利用是人类根据土地的特点,按一定的经济与社会目的,采取一系列技术手段,对土地进行的长期性或周期性的经营活动<sup>[4]</sup>。对本地区的土地资源的遥感宏观调查中,采用了大尺度的一级分类系统,包括耕地、林地、草地、水域、城镇居民建设用地及裸地 6 大类。

(1) 土地利用/土地覆被类型判读。首先,利用 ERADAS 对影像进行投影转换、辐射校正、几何校正、图像镶嵌、色彩平衡及研究区提取等预处理,再进行增强处理。以 MSS4, MSS2, MSS1 和 TM4、TM3、TM2 波段合成标准假彩色图像,根据已有的室内资料,如地形图、各种专题图等建立解译标志。对有疑问的地方,组织专家进行现场考察。建立起多区域、多时相、精度可靠的解译标志。然后,在 ArcViewGIS

3.3 软件环境下,以影像栅格文件作为判读背景(底层),通过人机交互方式,分层提取土地利用/土地覆被类型的边界和属性以及重要线状地物等目标土地利用/土地覆被类别。最后,根据已建立的解译标志,识别目标土地利用/土地覆被类型,绘制土地利用/土地覆被类型边界,赋以属性,并将图像目视解译结果存为 ArcViewGIS 3.3 软件中 shp 文件,类型边界和边界内属性分别保存为线文件和点文件。

(2) 矢量图的生成。首先在 ArcGIS 8.3 中进行 shp / coverage 转换,用 CLEAN 建立拓扑关系;然后,用 APPEND 命令将线文件和点文件合并统一;最后,用 CLEAN REGIONS 生成 2 个时期的土地利用/土地覆被类型图层。用 Project 命令将所有图件全部转成统一的等面积分割圆锥投影坐标系统。再用 INTERACTION 命令将 1976 年和 2004 年 2 期土地利用/土地覆盖类型图进行叠加,得到 2 个时期的类型变化图层。

### 3 云南边境地区 LUCC 过程和趋势分析

#### 3.1 土地利用现状分析

从遥感图像的解译结果中可以得到 6 大土地利用类型的数量及分布状况(如图 2),其中耕地面积为 7 784.40 km<sup>2</sup>,占该区总面积的 7.99%,主要分布在镇康、瑞丽市、潞西市、河口、龙陵、沧源、澜沧、勐腊、景洪市、勐海。林地面积为 66 901.21 km<sup>2</sup>,占该区总面积的 68.67%。草地面积为 3 379.61 km<sup>2</sup>,占该区总面积的 3.47%,主要分布在金平、马关、勐海、镇康、沧源。水域和湿地面积为 5 102.18 km<sup>2</sup>,占该区总面积的 5.24%、主要分布在四大国际性河流及其附近,裸地面积为 14 145.21 km<sup>2</sup>,占该区总面积的 14.52%,主要分布在西盟、麻栗坡、盈江、泸水、腾冲。城镇居民建设用地面积为 97.92 km<sup>2</sup>,由于一些建设用地分散,零碎,图斑面积小,达不到上图标准,本次检测到的建设用地面积比实际偏少。本区受地形、气候及经济条件的影响,2004 年土地利用/土地覆被呈现了如下特点:①森林主要分布在山地,垂直地域分布明显。②草地主要分布在山地峡谷中。③耕地主要分布在河流附近,地势平坦丘陵台地区及峡谷有零星地分布。④居民区受地形的影响主要分布海拔相对较低,交通较便利地区的“坝区”,农田及河流附近,城市及工业用地较少。⑤裸地主要分布在山地高海拔地区,干热河谷区,裸岩地有大范围的分布。怒江海拔 1 200 m 以下、元江海拔 1 000 m

~1 400 m 以下、澜沧江海拔 1 000 m 以下的河谷地带。⑥高海拔山顶终年积雪,如滇西北的高黎贡山,横断山有大面积的分布。⑦水域主要分布在 4 条国际性大河流及其支流。

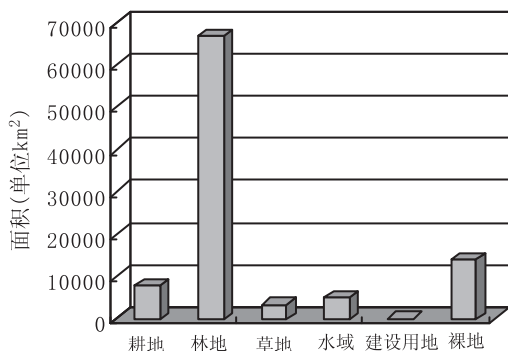


图 2 2004 年土地利用类型柱状图

#### 3.2 土地利用变化分析

##### 3.2.1 土地利用结构变化分析

监测分析结果如表 1 所示。可以看出,从 20 世纪 70 年代末至 2004 年 30 多 a 间,在耕地、林地、草地、水域、建设用地和裸地等 6 个一级地类中,2 种地类的面积净减,4 种地类的面积净增。在面积净减的 2 种地类中,林地面积居首位,达 9 466.58 km<sup>2</sup>,共减少了 9.72%,水域减少了 1 793.19 km<sup>2</sup>,共减少了 1.84%;面积净增的 4 类地类中,耕地居首,净增 5 563.04 km<sup>2</sup>,共增加了 5.71%,裸地增加 4 327.36 km<sup>2</sup>,共增加了 4.44%。

表 1 土地利用类型分类面积及变化

土地利用类型	1976 年土地利用类型面积/km <sup>2</sup>	2004 年土地利用类型面积/km <sup>2</sup>	土地利用类型变化面积/km <sup>2</sup>	土地利用面积变化比例/%
耕地	2 221.36	7 784.4	5 563.04	5.71
林地	76 367.79	66 901.21	-9 466.58	-9.72
草地	2 104.17	3 379.61	1 275.44	1.31
水域	6 895.37	5 102.18	-1 793.19	-1.84
建设用地	3.99	97.92	93.93	0.10
裸地	8 817.85	14 145.21	4 327.36	4.44

##### 3.2.2 土地利用变化速度分析

利用公式(5)、(6)计算云南边境地区 1976 ~ 2004 年间各用地类型变化相对动态度和绝对动态度,结果如表 2 所示。

表 2 1976 ~ 2004 年土地利用/覆盖变化动态度

速度	耕地	林地	草地	水域	建设用地	裸地
相对动态度/%	6.59	-0.33	1.60	-0.68	61.95	1.59
绝对动态度/%	0.150	-0.256	0.035	-0.048	0.003	0.117

从 1976 ~ 2004 年整个时期相对动态度来看, 建设用地 > 耕地 > 草地 > 裸地 > 水域 > 林地, 其中, 建设用地和耕地的相对动态度分别为 61.95% 和 6.59%; 从绝对动态度来看, 林地 > 耕地 > 裸地 > 水域 > 草地 > 建设用地, 其中, 林地和耕地的绝对动态度分别为 0.256%、0.150%。从单一动态度的角度, 3 个时段均是以建设用地居首位, 林地居末尾; 而绝对动态度刚好与之相反, 林地居首位, 建设用地居末尾。由此可以得出, 边境地区变化程度剧烈的土地利用类型是建设用地和耕地, 而对整个区域土地利用变化贡献最大的是林地。

### 3.2.3 土地利用空间转移矩阵分析

通过公式(7)可以得出土地利用类型之间的转移矩阵, 计算结果如表 3 所示。

表 3 1976 ~ 2004 年云南跨境地区土地利用类型转型 (单位 km<sup>2</sup>)

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	裸地
耕地	0	735.05	183.02	71.06	3.61	311.98
林地	4 376.81	0	1 823.72	1 811.69	73.56	9 335.22
草地	627.03	615.81	0	15.85	0.83	390.2
水域	498.57	2 035.94	31.46	0	7.46	1 322.6
建设用地	0	0	0	0	0	0
裸地	1 357.29	4 452.47	888.01	175.84	8.47	0

从表 3 分析可知: ①耕地增加的主要来源为林地和裸地, 其中有 4 376.81 km<sup>2</sup> 林地和 1 357.29 km<sup>2</sup> 裸地转化为耕地, 林地和裸地主要开垦为旱地, 还有 498.57 km<sup>2</sup> 的水域转变成水田。同时有 735.05 km<sup>2</sup> 和 311.98 km<sup>2</sup> 分别转化为林地和裸地。②裸地增加主要来源于林地, 其中约占增加面积的 67%。③林地是所有类型变化中最明显的, 有 9335.22 km<sup>2</sup> 和 4 376.81 km<sup>2</sup> 的林地分别转化为耕地和裸地, 占转出总面积的 78.7%, 同时也有 4 452.74 km<sup>2</sup> 的裸地转化为林地, 它们两者之间相互弥补和抵消。④水域呈

减少的趋势, 1 322.60 km<sup>2</sup> 的水域和湿地转化为裸地, 主要是因为冰川消失一部分河流干涸。⑤居民区及建设用地增加十分突出, 占用土地来自各个类型, 主要来自林地(73.56 km<sup>2</sup>)、水域(7.46 km<sup>2</sup>)和裸地(8.47 km<sup>2</sup>)。

## 4 结 论

(1) 不同时期的土地主要类型有差异, 70 年代土地覆盖类型以林地、裸地和水域为主。随着林地的减少, 裸地和耕地的增加, 目前土地覆盖类型以林地、裸地和耕地为主。但研究区土地利用/覆盖类型始终以林地和裸地为主, 二者面积之和占土地总面积的 85% 以上。

(2) 近 30 a, 研究区林地和水域面积大幅度减少, 林地减少了 9.72%, 水域减少了 1.84%。农田、建设用地、裸地及草地的面积呈增加趋势, 其中耕地和裸地分别增加了 5.71% 和 4.44%。

(3) 研究区土地利用/覆盖变化的主要方向是林地向裸地和农田转化, 三者的数量变化存在着一定的相关性。今后相关国家应加强区域合作, 保障农田数量, 禁止陡坡开荒, 保护生态用地, 防止自然环境进一步恶化。

## 参 考 文 献

[1] 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究 - 基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229 - 239.

[2] 于兴修, 杨桂山. 中国土地利用/覆盖变化研究的现状与问题[J]. 地理科学进展, 2002, 21(1): 51 - 57.

[3] 齐清文, 何大明. 云南沿边境地带生态环境 3S 监测、评价与调控研究[J]. 地理科学进展, 2005, 24(2): 1 - 12.

[4] 洪军, 江南, 于雪英. 上海市土地利用时空变化及驱动力分析[J]. 国土资源遥感, 2002, (3): 58 - 61.

[5] 史培军, 宫鹏, 李晓兵, 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.

# SPATIAL - TEMPORAL CHANGES OF THE LAND USE/COVER IN BORDER AREAS OF YUNNAN PROVINCE

LIU Mei - ling<sup>1,2</sup>, QI Qing - wen<sup>2</sup>, ZOU Xiu - ping<sup>2</sup>, LI Jin<sup>2</sup>

(1. School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geographical Science and Natural Resource Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The research on the land use/cover change is one of the frontiers and hot spots in the global change researches. Based on remote sensing and GIS technology, the authors analyzed the spatial - temporal characteristics