

西双版纳橡胶种植特点及其 对热带森林景观影响的遥感研究

张佩芳¹, 许建初², 王茂新³, 邓喜庆⁴

(1. 云南大学, 昆明 650092; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204; 3. 中国气象科学研究院, 北京 100081; 4. 云南省林业规划设计院, 昆明 650051)

摘要: 利用遥感技术研究西双版纳橡胶分布格局、时空动态及其对热带森林景观的影响。研究表明: 西双版纳橡胶种植既有明显的地域分布和地带分布差异特征, 也有很高的时空动态度; 橡胶种植对土壤侵蚀作用不明显, 但是使周边环境破碎度加大, 热带森林异质性自然景观向单一人工斑块化景观发展; 西双版纳橡胶种植获得了巨大的社会效益和经济效益, 也对热带森林的稳定性和多样性造成威胁。

关键词: 热带森林景观; 橡胶种植; 3S 技术; 时空动态; 破碎度; 多样性

中图分类号: TP 79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2006)03-0051-05

0 引言

景观是不同斑块组成的空间区域。景观的结构动态、异质性和破碎度直接影响到生态关系。遥感数据多空间分辨率、多光谱分辨率和多时间分辨率等特点, 为景观时空变化研究提供了技术支持。

西双版纳位于热带、亚热带过渡地带的多个植物区系中心, 是我国面积最大的热带雨林区^[1], 也是我国天然橡胶种植的重要基地。由于生境限制, 西双版纳的橡胶林主要建立在热带森林、次生雨林之上。随着橡胶种植的发展, 植胶林与热带森林矛盾日趋突出。一方面, 天然橡胶作为重要的工业基本原料和战略储备物资, 被政府确定为我国今后投资发展的重点; 橡胶显著的经济效益和极大的市场需求, 成为当地支柱产业和农民增收的主要依托而得到高速发展。另一方面, 受橡胶生长立地条件的局限, 宜胶地资源日益稀缺, 正从空间对热带森林造成挤压。

本文运用景观生态学原理, 依托 3S 技术及生态学数学模型和计量方法, 点面结合, 研究西双版纳人工导向下橡胶群落分布特点及其对热带森林景观结构的影响, 旨在为西双版纳的土地资源开发与合理利用, 生物多样性的保护等提供科学决策依据。

1 研究区概况

不同立地条件对橡胶生长影响较大; 不同空间尺度下热带森林的变化动因、特征及过程也有较大差异。本研究以西双版纳全州作为大研究区, 以橡胶种植及变迁最有代表性的澜沧江南阿河流域中段作为研究点, 两个空间尺度, 点面结合进行研究。

(1) 大研究区西双版纳傣族自治州位于东经 99°56' ~ 101°51', 北纬 21°08' ~ 22°36' 之间, 面积约 19 125 km²。地势北高南低, 气候温暖湿润, 立体气候特征明显; 植被呈水平及垂直地带性分布, 海拔 600 ~ 1 000 m 处多为季节雨林, 850 ~ 1 000 m 处多为热带山地雨林; 1 300 ~ 1 500 m 处多为季风常绿阔叶林, 1 500 m 处以上为思茅松^[2]。不同海拔和地带, 灌草丛、灌木林等次生植被相互衔接交错, 形成多层次、多组分的热带天然植被生态系统。

西双版纳从 20 世纪 50 年代始就成为我国天然橡胶种植的重要基地, 仅 2003 年西双版纳天然橡胶面积就占了云南省橡胶种植总面积的 63%[●]。80 年代农村实行土地承包责任制后, 民营橡胶开始崛起。近年来, 随着国家天然林保护工程、退耕还林等政策实施, 以及国内外橡胶需求市场利益驱动, 民营

收稿日期: 2006-02-23; 修订日期: 2006-04-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40361009)。

● 张佩芳, 等. 西双版纳州乡镇企业局统计, 2004。

橡胶迅速发展,使得多样化的土地利用格局正被单一橡胶种植所取代,热带森林景观空间结构发生极大变化。

(2) 研究点南阿河流域中段大勐龙坝位于西双版纳境内东经 $100^{\circ}39'00'' \sim 100^{\circ}46'02''$, 北纬 $21^{\circ}30'00'' \sim 21^{\circ}39'00''$ 之间, 面积 108.25 km^2 , 海拔 $650 \sim 1450 \text{ m}$, 坡度介于 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间。地形地貌、海拔、气候等小环境生态因子的空间配置使得该区域成为橡胶种植的最适宜区, 也成为西双版纳橡胶种植替代热带森林植被最有代表性的地方。

2 研究资料及方法

2.1 数据资料

(1) 电子地图: 包括研究点 $1:5$ 万, 研究区 $1:25$ 万电子地图。

(2) 遥感数据: 研究点 1965、1992 年航摄影像, 1990、2000 年 TM 数据; 研究区 2002 年 ETM 数据。

(3) 土壤侵蚀遥感分类数据 ($1:10$ 万) ①。

(4) 西双版纳州土地利用详查数据、橡胶历年统计数据资料及部门社区调查访谈资料。

2.2 研究理论和方法

遥感应用软件环境为 ERDAS 和 ECOGNTIO; 分类标准沿用全国土地利用遥感监测分类体系; 小项目点采用目视判读和计算机监督分类模型完成, 大研究区采用地学主导因子下的模式识别与遥感专家分类系统相结合的方法完成。经实地 GPS 采点验证和 Kappa 混淆矩阵精度评价, 项目区和项目点橡胶分类精度分别为 82% 及 87%。

在 RS 分类研究基础上, 采用景观生态学数量方法进行分析。主要分析评价指标包括景观粒度、相似性指数、最大斑块指数、破碎度指数、优势度指数以及分离度指数^[1-6]。景观粒度、最大斑块指数和相似性指数从不同侧面反映了景观破碎化的程度; 景观破碎度直接反映了景观被人类行为分割的程度; 景观异质性是景观空间结构丰富度的表述, 异质性程度高的景观, 有利于物种共生而不利稀有内部种生存^[4]; 优势度表现了某几个生态系统对整个景观控制的程度; 分离度表现不同斑块个体在空间的离散度, 它们直接影响到生态系统物质、能量的迁移和生物的扩散, 具有十分重要的生态意义。

3 空间分布格局、时序演变及其影响研究

3.1 空间分布格局

西双版纳橡胶分布具有地域性和地带性特征。

(1) 地域性特征主要体现在区位上。植胶区基本分布于西双版纳南部地区, 以景洪市、勐腊县为主的东南部地区是橡胶种植的主要地带, 西部地区仅在勐海县的打洛坝区小规模分布 (图 1)。

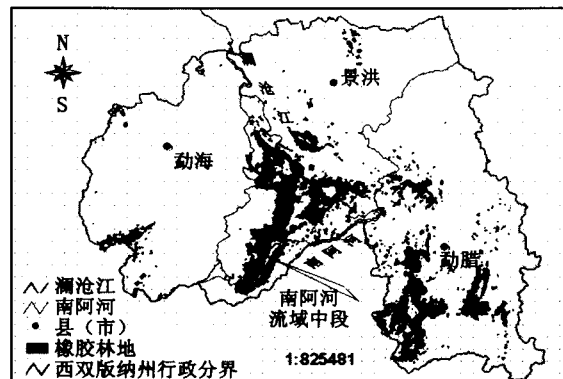


图1 西双版纳橡胶空间分布格局

(2) 地带性特征主要体现在地形要素上。全州橡胶分布受海拔和坡度影响, 植胶区大都分布在坡度 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 之间、海拔 900 m 以下的坝子边缘及丘陵地带。据 1994、2002 年空间数据分析, 坡度 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、海拔 $600 \sim 900 \text{ m}$ 的缓坡地带及低热坝子边缘, 橡胶种植面积占橡胶总面积的 89.3%; 全州近 85% 的橡胶种植在坡度 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 区域, 海拔 $550 \sim 950 \text{ m}$ 是橡胶主要种植区, 以多年连片、稳定及规模种植的农垦农场为主, $950 \sim 1200 \text{ m}$ 的植胶区, 大多是近年来迅速发展起来的民营橡胶, 呈现零星分散的种植格局。

3.2 时序变化分析

从时间序列来看, 如图 2 所示, 50 a 来, 西双版纳

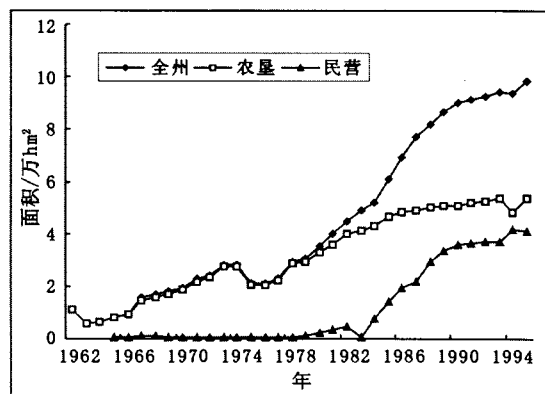


图2 西双版纳橡胶种植时序变化^[7]

橡胶种植总体上保持了高速的发展态势。在橡胶种植的整体格局中, 农垦橡胶持续稳定增长, 民营橡胶则大幅度增长。1963~1995 年 32 a 间, 全州橡

① 水利电力部天津勘察设计院遥感中心 TM 解译, 1998。

胶年均增长率达9.04%,其中农垦橡胶年均增长率7.04%,民营橡胶年均增长率31.00%。

从时段分析,20世纪50~80年代初,橡胶种植以农垦农场为主,1980年,农垦橡胶占全州橡胶种植面积的93.50%;20世纪80年代中期至今,民营橡胶迅速增长,1995年农垦橡胶和民营橡胶分别占全州橡胶总面积的54.98%及45.12%^[7],至2003年,农垦与民营橡胶面积各占50%^①。

从研究点的土地利用时序演变来看,在1965~1990年、1990~2000年时段内,土地覆盖/土地利用均有不同类型向橡胶林演变(图3)。

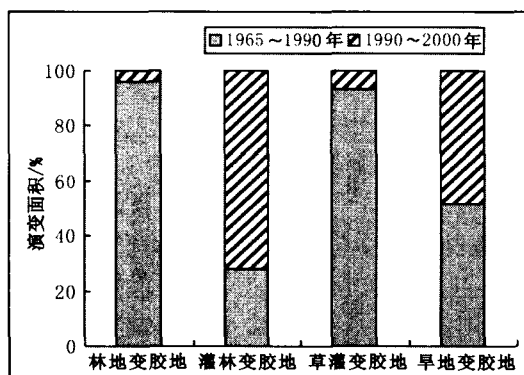
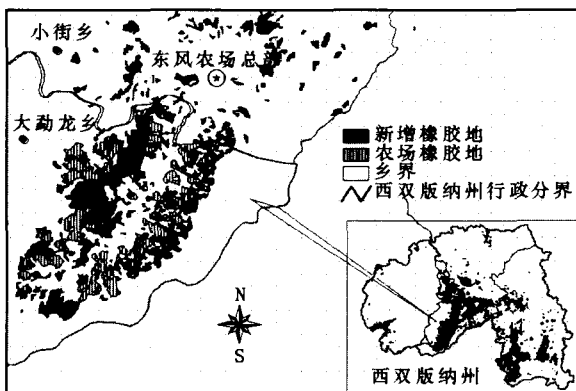


图3 南阿河流域中段土地利用向橡胶地的演变

1965~1990年间,林地和草灌地演变为橡胶林的变幅最大,反映了大量砍伐森林种植橡胶,大面积开垦灌草地、荒草地为植胶区的历史;1990~2000年,最为显著的是灌木林向橡胶林的演变,最不显著的是林地向橡胶林的演变,反映了由于橡胶大幅



度发展,可垦殖为橡胶地的成林地已经十分有限,进而转向对灌木林地开垦的现象。无论1965~1990年段还是1990~2000年段,旱地/轮歇地都以一个均衡的速率改变为橡胶林,从空间数据和DEM模型分析可以看到,演变为橡胶林的轮歇地基本上介于海拔550~850 m、坡度8°~20°之间。

3.3 空间演变研究

RS、GIS空间叠合分析表明,西双版纳橡胶种植面积、空间位置及斑块数量等变化均具有很高的动态度。

(1)从空间动态看。首先,西双版纳的橡胶区多数在原热带雨林分布区,这部分地区已经形成了引进斑块对自然植被斑块的替代;其次,植胶区继续向高纬度、陡坡地带蔓延,海拔高度已达到1200 m左右,坡度超过25°,橡胶林不断替代灌丛、杂木林、竹林,并向季风长绿阔叶林分布地带推进。1994~2002年间,坡度在25°~35°的橡胶种植年均增长速度达到50.1%,坡度35°以上的橡胶种植达到了29.17%。

(2)从扩展的特点看。橡胶林正向两个极端的格局演变。一是以原有农垦橡胶基地为核心,向外围扩展并规模成片,橡胶斑块取代其它类型斑块,导致植胶区土地利用的趋同化发展;二是相当一部分海拔在1200 m左右的陡坡、低草灌丛地迅速演变为橡胶林,这部分土地大多是农户的轮歇地和自留山,斑块的零星分布,加大了景观破碎度(图4)。

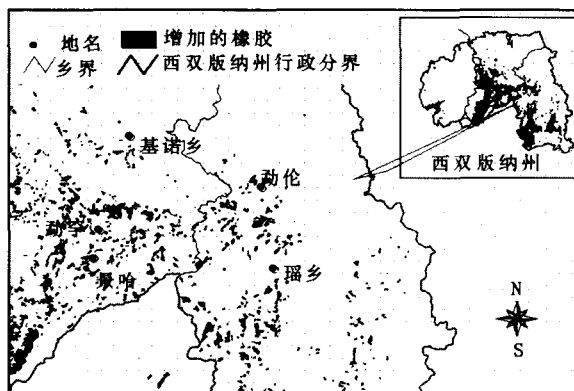


图4 西双版纳橡胶扩展的特征

(左:以农场植胶地为中心连片增长;右:民营橡胶离散型分布)

(3)从演变类型看。林地及早地/轮歇地向橡胶林变动的比例最大,速度最快。1994~2002年8 a间,林地向胶林演变的年变化率为15%,旱地/轮歇地为18.8%;林地向胶林演变的面积占橡胶增长总面

积的37.5%,旱地/轮歇地占46.95%,反映了热带森林景观被替代的趋势和民营橡胶发展的速率(图5)。

① 张佩芳,等. 西双版纳州乡镇企业局统计,2004。

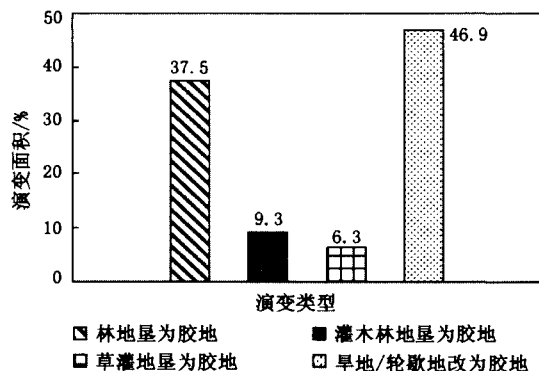


图5 热带森林向橡胶地的演替

3.4 橡胶时空动态对热带森林景观格局的影响分析

通过分析大研究区 2002 年生态量化指标(表 1),可以看出:

第一,面积大于 1 000 hm^2 的橡胶地占橡胶总

面积的 73.9%,而对应的斑块数仅占总植胶地斑块数的 2%,其中最大的橡胶地块占了橡胶总面积的 18%(最大斑块指数达 0.18);橡胶的分离度指数较小,仅为 0.135。小斑块大面积及较小的分离度反映了橡胶地总体相对紧密聚集的关系,即橡胶作为结构高度单一的人工引进系统,在局部地域有高聚集、大面积出现和取代热带森林的现象;

第二,面积小于 2 hm^2 的橡胶地仅占橡胶总面积的 0.34%,而对应的斑块数却占总植胶地斑块数的 48%;橡胶粒度较小,平均为 170 hm^2 /块;橡胶与整个景观相似性指数仅为 0.08,反映了橡胶地零星分布的又一个特点,形成区域性的高对比度、片断化及破碎化特征。热带森林的片断化和破碎化,将在一定程度上影响热带生态系统物质、能量和物种的流动。

表 1 2002 年西双版纳 RS 橡胶面积、斑块及景观数量指标

总 体		斑块面积 >1000 hm^2				斑块面积 <2 hm^2				景观粒度	相似性指数	最大斑块指数	分离度指数
面积/ hm^2	斑块/块	面积/ hm^2	比例/%	斑块/块	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	斑块/块	比例/%				
153 003	898	113 129	73.9	18	2	513	0.34	431	48	170	0.08	0.18	0.135

分析研究点 4 个时段的生态量化指标可见(表 2):该区域橡胶种植面积持续高速增长,1965 ~ 1990 年段,橡胶地年均增长率为 4.7%,1990 ~ 2000 年段,年均增长率达到 7.2%。分别与航片、卫星影像两两对比可见,景观优势度指数下降,破碎度增加,意味着该区域原来热带森林的优势已经不突出,而以橡胶、农田为主的人为干扰斑块正逐步与天然

植被面积持平,景观破碎度加大;橡胶的分离度指数则给出两个信息:一是橡胶的分离度基数高,二是橡胶分离度下降的趋势。分离度指数基数高,反映了橡胶在该区域内个体斑块的离散性大,橡胶种植分散的现象;而分离度指数下降,反映了橡胶林逐渐连片种植的趋势。

表 2 南阿河流域中段土地利用空间结构及动态

数据	年代	各分类所占百分比/%								各类指数		
		密林	灌木林	草灌地	旱地/轮歇地	水田	胶林	其它		优势度	破碎度	橡胶分离度
航片	1965	36.1	14.7	26.4	2.4	11.8	7.7	0.9	0.17	0.015	0.27	
	1990	24.5	15.6	14.6	3.6	13.4	26.6	1.8	0.1	0.017	0.11	
TM	1990	15.1	47.1	6.3	2.8	18.4	10.2	0.2	0.23	0.08	0.58	
	2000	4.7	27.2	27.7	3.8	15.9	20.6	0.2	0.15	0.09	0.4	

3.5 橡胶种植与土壤侵蚀

据水利电力部天津勘察设计院遥感中心 1998 年 TM 数据解译,西双版纳土壤侵蚀主要为水力侵蚀,侵蚀面积占总面积的 29.03%。空间分布特征显示:中度侵蚀占总侵蚀面积的 11.04%,主要在勐海县境内;轻度侵蚀占 17.99%,主要分在景洪市和勐腊县。

西双版纳植胶地的侵蚀面积仅占总侵蚀面积的 32.6%,大都为轻度侵蚀,集中分布在景洪坝、大勐

龙坝、勐捧坝和勐润坝等几个面积较大、海拔较低的坝区。从土壤侵蚀的面积、程度和空间分布结构来看,橡胶种植与土壤侵蚀的关联不明显。这是因为:其一,西双版纳处于热带、亚热带地区,植被恢复能力强,深根和浅根树木相结合增强了水的渗透,原生植被枯枝落叶加大土壤的营养循环与能量流动;其二,西双版纳土壤主要为赤红壤,占全州总面积的 61.07%,而极易引起土壤侵蚀的砖红壤仅占 15.65%^[3]。

4 讨论

(1)西双版纳橡胶分布格局的地域性和地带性差异特征十分突出;具有很高的时空动态性;橡胶连片种植和零散分布并存;植胶地与土壤侵蚀关联不明显。

(2)西双版纳橡胶的单一化种植方式和垦殖规模等因素,使得热带森林景观发生了质的变化,自然植被演替恢复周期不复存在,热带森林组分如结构层次正被单一的人工橡胶景观所替代。热带雨林片断化和生境破碎化,物种多样性流失,自然景观生态系统结构及功能被改变。

(3)西双版纳 50 多 a 的橡胶种植获得了巨大的社会效益和一定的经济效益,但是也给热带森林生态系统的稳定性和多样性带来威胁。政府应加大科学决策以及管理力度。

参考文献

- [1] 周 鸿. 文明的生态学分析与绿色文化[J]. 应用生态学报, 1997, 8(增刊): 88-89.
- [2] 金振洲, 欧晓昆. 西双版纳热带雨林植被的植物群落类型多样性特征[J]. 云南植物研究, 1997, (Suppl. 1x): 1-30.
- [3] 刘 隆, 胡桐元, 杨毓才, 等. 西双版纳国土经济考察报告[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1988.
- [4] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [5] 杨树华, 彭明春. 西双版纳勐养自然保护区的空间结构与土地利用现状评价[J]. 应用生态学报, 1997, 8(增刊): 88-89.
- [6] 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): 337-344.
- [7] 唐贵庚. 西双版纳傣族自治州林业志[M]. 昆明: 云南民族出版社, 1998.
- [8] 欧晓昆, 金振洲, 彭明春, 等. 西双版纳勐养自然保护区植被的分布与生态特征[J]. 应用生态学报, 1997, 8(增刊): 8-19.
- [9] 古希全, 李维锐. 云南天然橡胶产业现状及其发展前景[J]. 云南热作科技, 2001, 24(1): 21-24.
- [10] 陈寿昌. 亚洲象的种群数量减少, 橡胶区的小气候从湿热向干热方向转变等一系列生态环境问题[J]. 热带农业工程, 2001, (1): 29-31.
- [11] 李秀彬. 全球环境变化的核心领域-土地利用/土地覆盖变化的国际研究动态[J]. 地理学报, 1995, 51(6): 553-558.
- [12] 吕 宁, 高 杨, 邓玉娇, 等. 浙江省义乌市城市空间结构动态变化遥感监测[J]. 国土资源遥感, 2005, (4): 65-67.
- [13] 刘美玲, 齐清文, 邹秀萍, 等. 基于 RS 对云南边境地区土地覆盖现状及变化研究[J]. 国土资源遥感, 2006, (1): 75-78.
- [14] 陈艳华, 张万昌. 地理信息系统支持下的山区遥感影像决策树分类[J]. 国土资源遥感, 2006, (1): 69-78.

SPATIAL AND TEMPORAL DYNAMICS OF RUBBER PLANTATION AND ITS IMPACTS ON TROPICAL FOREST IN XISHUANGBANNA

ZHANG Pei-fang¹, XU Jian-chu², WANG Mao-xin³, DENG Xi-qing⁴

(1. Yunnan University, Kunming 650092, China; 2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China; 3. Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing 100081, China; 4. Yunnan Institute for Forest Inventory and Planning Forestry Information Center, Kunming 650051, China)

Abstract: Xishuangbanna is one of the largest tropical forest vegetation and highest biodiversity regions and also an important rubber-producing area in China. This paper has studied the impacts of rubber plantation on the fragmentation of tropical forests and its substitution for natural forests. It is concluded that the rubber plantation in Xishuangbanna shows significant geophysical patterns and high spatial and temporal dynamics. Rubber plantation has had no significant impacts on soil erosion but has evidently accelerated fragmentation, resulting in the homogeneity of landscape. Although rubber plantation has social and economic benefit in a certain degree, it has obviously threatened the biodiversity and stability of the tropical forest ecosystem.

Key words: Tropical forest landscape; Rubber plantation; 3S technology; Spatial and temporal dynamic; Fragmentation; Diversity

第一作者简介: 张佩芳(1958-), 女, 副教授, 硕士生导师, 主要从事 3S 技术应用及人地关系研究。

(责任编辑: 刁淑娟)