

文章编号: 1001-1498(1999)06-0599-07

# 乡村土地利用与景观格局动态变化研究

周再知<sup>1</sup>, 蔡满堂<sup>1</sup>, 许勇太<sup>2</sup>

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东广州 510520; 2. 国营南华农场国土科, 广东徐闻 524149)

**摘要:** 依据景观生态学理论和研究方法, 运用遥感和地理信息系统技术, 对粤西南华农场3个时期土地利用与景观格局进行了分析与评价。结果表明, 不同时期生产性用地中, 斑块类型、斑块数目与面积变化较大。70年代, 景观优势度较高, 多样性和均匀性较低; 80年代, 随斑块类型和斑块数量的增加, 景观多样性、均匀性显著增加, 破碎化指数增大, 景观格局发生较大变化; 90年代, 一些斑块类型逐渐消失, 景观优势度、多样性和均匀性较80年代有所下降, 斑块密度和破碎化指数已降至接近70年代水平。从景观格局动态变化的时序特征看, 市场及经济发展政策的倾向性是导致景观格局阶段性变化的根源。

**关键词:** 乡村; 土地利用; 景观格局

中图分类号: S731.7 文献标识码: A

乡村能否持续发展取决于土地能否维持高的生产力。土地生产力的维持与景观的结构、功能是密切相关的。乡村景观是由自然和人类经营斑块所组成的嵌块体。它既受自然环境条件的制约, 又受人类经营活动和经营策略的影响, 在斑块的大小、形状和配置上具有较大的变异性<sup>[1, 2]</sup>。土地利用或土地覆盖类型涉及自然与人为控制两种环境, 无疑是乡村景观研究的重点<sup>[3]</sup>。近年来, 国内外在景观生态学研究上, 对不同景观类型开展景观格局研究已十分普遍<sup>[4-6]</sup>, 多数注重大、中尺度的研究, 而在小尺度热带乡村景观研究上, 还不多见。本文在小尺度上分析了土地利用和景观格局随时间的变化, 其目的是了解景观变化与人类经营活动和经营策略之间的关系, 为合理制定乡村景观规划和可持续发展战略提供科学依据。

## 1 研究区域自然、社会经济概况

国营南华农场(20°20'58"~20°28'47" N, 110°08'32"~110°16'10" E)位于雷州半岛南端, 广东省徐闻县中部。地势东北部高, 西南部低, 海拔50~170 m。坡度在5°以下, 属缓坡台地。土壤主要为玄武岩发育的铁质砖红壤。气候属亚热带季风气候, 年平均温度22.7℃, 年平均降水量1580 mm。土地总面积5954.2 hm<sup>2</sup>, 其中已开垦利用地5909.0 hm<sup>2</sup>。经营的主要经济作物有甘蔗(*Saccharum officinarum* L.)、茶(*Camellia sinensis* (Linn.) O. Ktze)、咖啡(*Coffea arabica* L.)以及热带水果, 经营的树种主要有橡胶树(*Hevea brasiliensis* (H. B. K.) Muell. - Arg.)、桉树(*Eucalyptus*)和相思(*Acacia*)。全场拥有27个生产队, 人口5100人。1995年农业生产总值达5568.9万元。

收稿日期: 1998-11-06

基金项目: 中国林业科学研究院(CAF)基金项目(1997~1999年)“热带农林复合生态系统景观格局研究”(9786121)和IDRC-CIFOR与CAF合作项目(1995~1998年)“退化地改造及其社会经济手段研究”(9686404)的部分内容。

第一作者简介: 周再知(1963-), 女, 山东单县人, 副研究员。

## 2 研究方法

### 2.1 斑块类型的划分

参照国内常用的土地利用分类系统,依据农场土地利用现状和经营目的,将林网化景观区域划分为二级系统。

第一级:依据土地利用性质将其分为生产性用地和非生产性用地。

第二级:对生产性用地,依据经营目的、外貌特征和经营种类划分为8种斑块类型;对非生产性用地划分为3种类型。即:

生产性用地:

(1) 橡胶林:橡胶—防护林带经营模式,以生产乳胶和用材为经营目的。

(2) 甘蔗地:甘蔗—防护林带经营模式。

(3) 用材林:桉树/竹—防护林带经营模式。

(4) 热作地:热带经济作物单作用地,包括胡椒(*Piper nigrum* L.)、菠萝(*Anans comosus* (L.) Merr.)、油茶(*Camellia oleifera* Abel)、咖啡、茶等。

(5) 间作地:指在橡胶林(包括幼林和成熟林)内间种、套种热带经济作物,如砂仁(*Amomum villosum* Lour.)、益智(*Alpinia osyphylla* Miq.)、菠萝、甘蔗、咖啡、茶等。

(6) 果园:水果种植地,主要品种包括山柰李(*Prunus salicina* Lindl.)、芒果(*Mangifera indica* L.)、香蕉(*Musa nana* Lour.)。

(7) 庭园地:指庭院周围农户的生产生活用地,包括菜地、自留地、牲畜园和苗圃。

(8) 空地:已开垦可利用,当年尚未种植作物的土地。

非生产性用地:

(1) 居民点:指场部、加工厂、生产队居民居住用地。

(2) 水域:指天然形成或人工挖掘的水体,包括河流、水库、坑塘。

(3) 荒地:难以利用的土地,主要指荒石子地。

本文主要是在二级分类水平上进行土地利用和景观格局分析与评价研究。

### 2.2 景观评价基础数据的获取

土地利用图:收集了研究区域1972、1985和1995年3个时期,比例尺为1:20 000的土地利用现状图。1972年的土地利用图是依据比例尺为1:6 000的黑白航片,以地形图为底图经转绘修定而成。1985和1995年的图件,是在1972年图件的基础上,经现场调查,测量绘制而成。

图件数字化:依据所划分的11种斑块类型,以图斑为基本单位,利用GIS(Citystar V 1.5)系统进行图件的数字化,绘制出3个时期景观斑块类型图。从所形成的矢量数据库中提取景观类型的面积信息和周长信息,在EXCEL5.0软件下进行统计分析和景观评价指标的计算。

### 2.3 景观格局评价指标

2.3.1 斑块大小与形状 斑块大小与形状直接影响单位面积的生物量、生产力、养分储量以及物种组成和多样性,是景观空间格局评价的主要参数,斑块大小以斑块面积( $\text{km}^2$ )表示。斑块形状,通过斑块边缘的总长度和平均长度以及斑块的形状指数来反映。斑块形状指数采用以下3种不同的方式测定:

(1) 斑块内缘比( $S$ ), 以周长( $L$ ) 与面积( $A$ ) 比值来表示。

(2) 形状系数( $S_c$ ), 即某一斑块周长与等面积圆周长之比值; 比值为1, 说明该斑块为圆形, 值越大说明斑块周边长, 面积小, 形状复杂。表达式:  $S_c = L / 2 \sqrt{\pi A}$ 。

(3) 分维数( $F$ )<sup>[7,8]</sup>:  $L = A^{F/2}$ , 通过  $\log_2(L/4)$  与  $\log_2(A)$  的回归求出回归曲线的斜率, 分维数为该斜率的2倍。 $F$  值范围为1.0~2.0, 1.0代表正方形斑块, 2.0表示等面积下周边最复杂的斑块。

### 2.3.2 斑块密度与优势度

(1) 斑块密度( $M$ ): 为某类斑块类型的总斑块数目与景观要素类型总斑块数目的比值。

(2) 面积比例( $P$ ): 为某类斑块类型的总面积与景观要素类型总面积的比值。

(3) 斑块优势度( $D_0$ ): 反映斑块在景观中的地位, 优势度值越大, 说明该类斑块在景观中的地位越重要, 对景观的支配作用越大。计算公式:

$$D_0 = (M + P) / 2 \times 100\%$$

2.3.3 景观多样性( $H$ ) 景观多样性是指景观在结构、功能上的多样性, 用以揭示景观的复杂程度。在景观多样性的测定中, 借助信息论中关于不定性的研究方法, 即在一个景观系统中, 景观要素类型愈丰富, 破碎化程度越高, 其信息含量的不定性也就越大, 按 Shannon-Weaver 公式计算出的指数也就越高。计算公式:

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \cdot \log_2(P_i)$$

式中:  $P_i$  是景观类型  $i$  所占面积的比例,  $m$  为景观类型的数目。 $H$  值越大, 表示景观多样性越大。

2.3.4 景观优势度( $D$ )<sup>[9]</sup> 优势度指数表示景观多样性与最大多样性的偏差。测度景观结构中一种或几种景观类型支配景观的程度。优势度( $D$  值) 大, 表明景观只受一个或少数几个类型所支配; 优势度小, 表示各种景观类型所占比例大致相当。表达式:

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^m P_i \cdot \log_2(P_i)$$

式中:  $H_{\max} = \log_2(m)$ , 表示最大多样性指数。

2.3.5 景观均匀性( $E$ ) 景观多样性指数与最大多样性指数之比值, 即:  $E = H / H_{\max}$ 。

2.3.6 景观破碎化指数( $F_r$ )<sup>[10]</sup> 景观破碎化指数表明景观被分割的破碎程度。在乡村景观中, 景观的破碎化程度与人为干扰有密切联系, 其表达式为:  $F_r = [(N_b - 1) / N_t] \times 100\%$ 。式中,  $N_b$  为景观类型中各类斑块的总数,  $N_t$  为景观中最大可能网格总数。

## 3 结果分析

### 3.1 不同时期土地利用与景观特征

50年代初期, 南华农场被选定为雷州半岛发展133 300  $\text{hm}^2$  橡胶林生产基地之一。大片的土地被开垦, 并逐渐种上了橡胶。到1972年底, 橡胶林面积已扩大到5 120. 2  $\text{hm}^2$ , 平均斑块面积达41  $\text{hm}^2$ 。其斑块数目为125块, 斑块密度43. 1%, 面积比例73. 6%, 构成了70年代的景观基质。从表1可以看出, 斑块内部及斑块类型间面积、周长差异显著。受劳力、物力和财力等条件制约, 生产性用地主要开发了3种类型, 即橡胶林、用材林和庭园地, 尚有63块共528. 1  $\text{hm}^2$  开垦闲置的土地未能得到充分利用, 构成了当时一种特殊斑块类型——空地。

表1 土地利用与斑块基本指标

斑块类型	年份	斑块数/块	总面积/hm <sup>2</sup>	斑块面积/hm <sup>2</sup>			斑块平均 周长/km
				平均	最大	最小	
橡胶林	1972	125	5 120.2	41.0	328.0	0.5	3.021
	1985	166	2 931.0	17.7	190.6	0.3	1.863
	1995	106	2 229.0	21.0	130.0	0.5	2.010
甘蔗地	1972	-	-	-	-	-	-
	1985	89	2 931.0	4.7	23.1	0.2	0.984
	1995	82	2 240.0	27.3	215.6	0.8	2.475
用材林	1972	21	360.7	17.8	171.9	0.3	0.314
	1985	59	243.4	4.1	62.3	0.1	0.727
	1995	34	289.9	8.5	77.4	0.4	1.258
热作地	1972	-	-	-	-	-	-
	1985	64	163.0	2.5	12.7	0.3	0.692
	1995	12	25.4	2.1	5.2	0.5	0.662
间作地	1972	-	-	-	-	-	-
	1985	108	994.2	9.2	60.2	0.5	1.390
	1995	-	-	-	-	-	-
果 园	1972	-	-	-	-	-	-
	1985	14	28.4	2.0	14.0	0.4	0.532
	1995	11	82.4	7.5	25.9	0.8	1.216
庭园地	1972	26	109.9	4.2	20.8	0.6	0.999
	1985	85	150.1	1.8	15.1	0.1	0.601
	1995	43	142.9	3.3	17.7	0.4	0.894
空 地	1972	63	528.1	8.4	44.8	0.6	1.328
	1985	30	29.0	1.0	4.7	0.1	0.464
	1995	-	-	-	-	-	-
居民点	1972	27	168.0	6.2	40.7	0.6	1.049
	1985	30	173.9	5.8	40.7	0.6	1.000
	1995	30	212.6	7.9	69.6	1.8	1.145
水 域	1972	20	659.1	33.0	83.5	2.8	7.574
	1985	20	659.1	33.0	83.5	2.8	7.574
	1995	20	659.1	33.0	83.5	2.8	7.574
荒 地	1972	8	9.2	1.1	2.9	0.4	0.267
	1985	8	9.2	1.1	2.9	0.4	0.267
	1995	8	9.2	1.1	2.9	0.4	0.267

由于橡胶树抗逆性差,受台风、倒春寒、季节性干旱气候的影响,保存率和产量较低,为提高胶园抗灾能力,提高土地利用率和效益,80年代初农场确定“以胶为主,以林保胶,结合发展多种经营”的政策,实行热带作物(如咖啡、茶叶、胡椒、砂仁、益智、菠萝、甘蔗、油茶等)单作的同时发展多种经营,即在橡胶林和防护林内间种砂仁、茶叶、咖啡、菠萝等热带作物。此时期出现了4种新型斑块类型,即甘蔗地、热作地、果园和间作地。到1985年,绝大部分空地已被其它类型所替代;斑块类型数和斑块数目由1972年的7种290块增加到11种673块,橡胶林和用材林斑块总面积分别下降了74.7%和48.2%。

90年代随生产的发展,生产性用地得到充分利用,空地完全被替代。受农产品及橡胶市场价格的影响,一些热带作物及橡胶树的种植逐渐萎缩。在人为干扰下,间作地已消失。甘蔗地逐

渐占据优势。与1985年相比, 橡胶林、热作地、庭园地面积分别下降了31.5%、541.7%和5.1%; 甘蔗地总面积翻了5倍多, 其最大、最小斑块面积达215.6 hm<sup>2</sup>和0.8 hm<sup>2</sup>, 分别比橡胶林提高了65.8%和60%。尽管甘蔗地的相对密度低于橡胶林, 但就面积比例而言, 已超出橡胶林。从当地土地利用发展趋势及经营策略上看, 甘蔗地将成为90年代乡村景观的基质。非生产性用地中, 水域和荒地面积基本上保持不变, 居民点面积有逐年递增的趋势(表1)。

### 3.2 景观格局动态变化

3.2.1 斑块形状、优势度变化 斑块形状变化: 由表2可见, 3个时期斑块类型内缘比, 除水域和荒地两个类型保持不变外, 其它类型是1985年高于1972年和1995年。说明1985年斑块类型具有较小的平均面积。平均形状系数( $S_c$ )是对周长敏感的形状指数, 反映斑块边界的复杂程度。3个时期各类斑块类型形状系数均在1.2~1.5之间。由于水域的形状为狭长型, 且边缘较复杂, 从而导致具有较大的形状系数(3.96)。

表2 不同时期斑块形状特征

斑块类型	1972年			1985年			1995年		
	$S$	$F$	$S_c$	$S$	$F$	$S_c$	$S$	$F$	$S_c$
橡胶林	18.12	1.142	1.508	30.04	1.142	1.468	18.46	1.195	1.478
甘蔗地	-	-	-	33.85	1.108	1.397	16.60	1.187	1.464
用材林	27.45	1.064	1.481	46.57	1.069	1.318	26.79	1.139	1.394
热作地	-	-	-	40.51	1.116	1.345	38.39	1.118	1.345
间作地	-	-	-	25.79	1.202	1.405	-	-	-
果园	-	-	-	43.95	1.022	1.231	23.56	1.158	1.328
庭园地	32.40	1.171	1.455	49.20	1.008	1.392	35.16	1.218	1.451
空地	22.19	1.143	1.386	35.49	1.174	1.417	-	-	-
居民点	23.78	1.078	1.279	24.70	1.066	1.265	19.77	1.107	1.265
水域	33.37	1.115	3.959	33.37	1.115	3.959	33.37	1.115	3.959
荒地	53.15	1.321	1.431	53.15	1.321	1.431	53.15	1.321	1.431

为减少台风对橡胶林和热带作物的危害, 区域内生产用地于60年代末期已全部实现林网化管理。以长方形网格为基本单位进行土地的规划利用, 是导致各类斑块类型形状简单, 分维数( $F$ )较小的内在因素。3个时期斑块平均分维数在1.0~1.3之间, 变化不显著。荒地的平均

表3 斑块类型密度( $M$ )、面积比例( $P$ )与优势度( $D_o$ )

斑块类型	1972年			1985年			1995年		
	$M$	$P$	$D_o$	$M$	$P$	$D_o$	$M$	$P$	$D_o$
橡胶林	43.1	73.6	58.4	24.7	50.5	37.6	30.9	37.8	34.4
甘蔗地	-	-	-	13.2	7.2	10.2	23.9	38.0	31.0
用材林	7.2	5.2	6.2	8.8	4.2	6.5	9.9	4.9	7.5
热作地	-	-	-	9.5	2.8	6.2	3.5	0.4	2.0
间作地	-	-	-	16.0	17.1	16.6	-	-	-
果园	-	-	-	2.1	0.5	1.3	3.2	1.4	2.3
庭园地	0.9	1.6	5.3	12.6	2.6	7.6	12.5	2.4	7.5
空地	21.7	7.6	14.7	4.5	0.5	2.8	-	-	-
居民点	9.3	2.4	5.9	4.5	3.0	3.7	7.9	3.6	5.7
水域	6.9	9.5	8.2	3.0	11.4	7.2	5.8	11.2	8.5
荒地	2.8	0.1	1.5	1.2	0.2	0.7	2.3	0.2	1.24

分维数最大,这主要是由于荒地为自然、未受人类干扰的斑块类型,形状比较复杂的缘故。

斑块优势度变化:1972年斑块类型间优势度(表3)差异显著,橡胶林的密度、面积比例占绝对优势,优势度高达58.4%,其次为空地14.7%,其它类型斑块优势度不足10%;到1985年,斑块格局发生了明显变化,尽管橡胶林的优势度指数高于其它斑块类型,但与1972年相比,下降了41.1%,新出现的甘蔗地和间作地的优势度已超过10%。起支配作用的景观类型为橡胶林和间作地;1995年,甘蔗地斑块面积已超过橡胶林,其优势度由1985年的10.2%增至31.0%。热作地优势度较1985年有明显下降。起支配作用的景观类型为橡胶林和甘蔗地。

3.2.2 景观破碎化、多样性及优势度的变化 破碎化:景观的破碎化是指由于自然和人为因素的干扰,导致景观由简单趋向复杂的过程。所研究的区域,主要受人为因素的干扰。1972年斑块面积大、数目小,其斑块密度和破碎化指数小(表4);1985年随斑块数量的增加,斑块密度增加、破碎化指数增大,景观趋于复杂。1995年农场砍伐了大片纯胶林和间作胶林,用于发展甘蔗种植,许多小斑块被合并为单一类型大斑块,斑块数目明显减少,破碎化指数随之降低。

表4 景观评价指标的比较

多样性和优势度:景观的多样性大小取决于斑块类型数量多少以及各类斑块类型所占比例的均衡性。多样性的大小影响着系统的物种多样性和遗传多样性,影响着系统的生产力和系统的稳定性,在景观的规划利用上应特别加以重视。表4表明,1972年的景观多样性为最低。1985年景观多样性显著增加,即

年份	斑块密度/ (块·km <sup>-2</sup> )	分维数	优势度/ %	多样性 指数	均匀性 指数	破碎化 指数
1972	4.17	1.132 ( $r^2=0.902$ )	43	0.414	0.49	0.047
1985	11.6	1.182 ( $r^2=0.936$ )	36	0.686	0.66	0.13
1995	5.82	1.220 ( $r^2=0.900$ )	34	0.618	0.65	0.065

从1972年的0.414增至1985年的0.686,主要是“多种经营”政策确定和执行得力。90年代初,随橡胶、咖啡、砂仁等农产品市场价格的下降及食糖价格的上升,农场的生产经营策略随之转移。1993年制定“压胶、下树、上甘蔗”的经营方针,在一些较干旱的生产队砍伐胶树、防护林带和用材林,大面积种植甘蔗,1995年景观多样性指数表现出下降趋势。景观优势度变化亦呈现出下降的趋势,即从1972年的43%降至1985年的36%,1995年的34%。可见乡村景观的多样性、优势度随土地经营政策和方式的改变而发生变化。

## 4 结论与建议

(1) 1972~1995年间,景观空间格局发生了较大变化。斑块类型数目及斑块总数目由1972年的7种类型290块增至1985年的11种673块,而后降至1995年的9种343块,表明景观的破碎化程度由低到高再到低的过程。不同时期斑块景观比例优势地位各不相同,1972年占绝对优势的斑块为橡胶林;1985年为橡胶林和间作地;1995年为橡胶林和甘蔗地。3个时期,荒地、间作地及庭园用地斑块平均分维数在1.2以上,表明这3种斑块类型较其它斑块类型复杂。从总体景观水平上看,1972年景观优势度高,多样性指数和均匀性指数低;1985年景观优势度下降,景观多样性增加;1995年景观多样性下降。

(2) 80年代初期,农场“以胶为主”,以林保胶,结合发展多种经营”的政策促进了土地利用结构的调整,景观多样性不断增加。90年代初,受市场及经营管理体制的制约,在农场“压胶、下树、上甘蔗”的政策影响下,大面积橡胶林及防护林带被砍掉由甘蔗取而代之,间作地、热作地

逐渐消失, 景观多样性明显下降。从乡村景观格局动态变化的时序特征看, 市场及经济发展政策的导向性是导致景观格局阶段性动态变化的根源。

(3) 在土地的利用上, 正确地解决眼前利益和长远利益的关系, 注重景观的结构和功能, 对提高景观的异质性和多样性, 促进乡村的持续发展具有重要的现实意义。

#### 参考文献:

- [1] Forman, R T T, Godron M. Landscape Ecology[M]. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- [2] Burgess R L, Sharper D M. Forest island dynamics in man-dominated landscape[M]. New York: Springer-Verlag, 1981.
- [3] Turner M G. Landscape changes in nine rural counties in Georgia[J]. Photogrammetric engineering and remote sensing, 1990, 56(3): 379 ~ 386.
- [4] 肖笃宁, 赵羿. 沈阳西郊景观格局变化的研究, 景观生态学——理论方法和应用[C]. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [5] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析[J]. 生态学报, 1995, 15(2): 113 ~ 120.
- [6] James D W, Douglas J N. Mapping and analyzing landscape patterns[J]. Landscape Ecology, 1994, 9(1): 7 ~ 23.
- [7] Burrough P A. Principles of geographic information systems for land resources assessment[M]. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- [8] Gardner R H, Milne B T, Turner M G, et al. Neutral models for analysis of broad-scale landscape pattern[J]. Landscape Ecol., 1985, 1: 19 ~ 28.
- [9] O'Neill R V, Krummel J R, Gardner R H, et al. Indices of landscape pattern[J]. Landscape Ecology, 1988, 1: 153 ~ 162.
- [10] Monmonier M S. Measures of pattern complexity for choropleth maps[J]. The American Cartographer, 1974, 1(2): 159 ~ 169.

## Land Use and Landscape Dynamics in a Rural Area

ZHOU Zai-zhi<sup>1</sup>, CAI Man-tang<sup>1</sup>, XU Yong-tai<sup>2</sup>

(1. The Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Nanhua State Farm, Xuwen 524149, Guangdong, China)

**Abstract:** Changing pattern of land/land cover were studied in Nanhua State Farm in the southern China from 1972 through 1995. Land-cover maps of three periods (1972, 1985, 1995) with scale of 1:20 000, derived from aerial photographs and field surveys, were collected. Land-cover categories (or patch types) were digitized by using digital instrument with the assistant of Geographic Information System (GIS). Landscape patterns were quantified by using some indices and measures. Patch types and numbers were increased from 1972 to 1985, then declined from 1985 to 1995. Higher dominance and lower diversity and evenness characterized the landscape spatial pattern in 1972. In 1985, landscape pattern was greatly changed with high diversity and fragmentation. Up to 1995, some patch types has disappeared, and the declining trend of diversity and dominance displayed. By quantifying the spatial and temporal patterns of land-cover change, an attempt was made to show how the landscape in rural area was controlled by social and economic development strategies.

**Key words:** rural area; land use; landscape pattern