

文章编号: 0427-7104(2004)06-1001-09

# 建宁县农业发展转型期的景观格局分析

裘 丽, 李振基

(厦门大学 生命科学学院, 厦门 361005)

摘要: 利用 1970 年与 2000 年的土地利用现状资料, 采用地理信息系统软件 Mapinfo 7.0 和景观指数计算软件 Apack 2.22 对福建省建宁县农业发展转型期前后的景观格局变化进行了定量分析. 研究表明, ①30 年来, 景观的基质正在发生转换, 1970 年样区内以林地为基础; 到 2000 年人工景观斑块类型在明显增加, 果园有成为景观基质的趋势, 景观多样性从 0.873 上升到 1.462, 景观优势度从 0.840 下降为 0.549, 聚集度由 0.835 下降为 0.732, 景观破碎化程度加剧; ②转型期前后林地、水田和水域的连接度由 9.697, 1.065, 26.795 分别下降为 1.518, 0.437, 0.874; ③转型期前后, 建设用地的面积扩大了 3 倍, 由原先较自然集中的集镇向具有多重功能的城镇方向发展; ④转型期的土地利用结构发生了很大变化, 研究样区中果园所占的面积从 0 增加到目前的 20.63%, 强烈地影响了土地利用格局, 导致了水土流失的加剧和洪涝灾害的发生.

关键词: 景观格局; 转型期; 土地利用结构

中图分类号: F 301.2; Q 149; S 759.9;

文献标识码: A

我国自 20 世纪 70 年代以来, 各个领域都取得了突飞猛进的发展, 在农村, 农业技术的普及、人口的增长、耕地的转化成为新的转型期的标志, 转型期的发展可能带来生物多样性、生态环境层面上的负面影响. 如何考察农业发展转型期的生态负面影响并设法消除这种负面影响是摆在我们生态学工作者面前的首要任务. 在本文中, 我们尝试通过景观格局的变化来分析较大尺度的生态功能的变化. 王根绪等(2002)认为区域景观格局的动态变化会引起区域生态功能的转变, 通过不同景观类型间生态功能的迁移变化特征, 可以揭示区域生态系统功能的好坏, 找出区域生态环境的变化趋势及其内在因素, 为制定合理的景观生态管理与保育对策奠定科学依据<sup>[1]</sup>. 目前, 研究景观结构与空间格局演变对区域生态系统功能的影响已成为景观生态学的热点问题<sup>[2]</sup>.

## 1 研究区域概况与区域景观类型

### 1.1 研究区域概况

建宁县位于福建省西北部, 地处武夷山脉中段, 是闽赣两省的交界县, 同时也是闽江的发源地. 地域范围在东经  $116^{\circ}35' \sim 116^{\circ}59'$ , 北纬  $26^{\circ}31' \sim 27^{\circ}01'$  之间, 东邻泰宁县, 南接明溪、宁化县, 西北部与江西省广昌、南丰、黎川三县毗邻, 东北与邵武接壤. 东西宽 54 km, 南北长 61 km, 总面积  $1\,742.3\text{ km}^2$ . 全县地势由四周向中部倾斜, 为一山间河谷盆地地形. 东北部、东部和东南部海拔 1 000 m 以上的高山连绵不断, 山势陡峭. 西北部和西南部的山势平缓. 中部地势较低, 多为丘陵和河谷平原. 全县海拔在 290~ 1 858 m 之间. 在气候上属中亚热带海洋性季风气候区, 年均气温在  $11 \sim 17\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间, 7 月均温  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1 月均温  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年平均降水量 1 700~ 2 400 mm, 年平均相对湿度达 84%. 县内溪河总长达 1 005.9 km, 主要溪河有 13 条, 其中濂溪及其 11 条支流属金溪水系. 河流多且流域面积较广, 流域面积在  $150\text{ km}^2$  以上的河流有 5 条, 落差在 300 m 以上的河流也有 5 条, 最大落差达 700 m, 容易发生洪水灾害.

根据 O' Neill<sup>[3]</sup> 和 Turner<sup>[4]</sup> 等提出的尺度要求, 采取选取样区的方法重点对所选择的样区进行分析.

\* 收稿日期: 2004 05 24

作者简介: 裘 丽 (1976—), 女, 硕士; 通讯联系人 李振基教授, E-mail: zhenjil@163.com.

样区位于建宁县的中部,包括溪口镇和金溪乡的部分地区,总面积约 55 km<sup>2</sup>. 样区属于丘陵和河流盆地相间区,是传统上的农耕区,包括县城—濂城镇和城郊以及周围部分低丘山地,海拔在 298~475 m 之间,宁溪和兰溪在样区西南部的汇入濂溪,濂溪穿过县城城区.

## 1.2 研究区域景观类型的确定

根据景观塑造过程中人类影响强度、土地利用类型结合地貌分异的规律和建宁县土地利用的特点(参照 1:5 000 比例尺的土地利用现状图),将研究样区分为水田、旱地、园地、草地、林地、建设用地和水域 7 个类型,并根据格局定量分析的需要再灵活地增加或减少一些土地利用的类型<sup>[4~5]</sup>.

(1) 水田:指有良好的水源,便于灌溉的耕地;(2) 旱地:指没有固定的灌溉设施,主要靠天然降水灌溉作物的耕地;(3) 园地:包括果园、菜地等,在选取的样区内,果园主要为黄花梨果园、茶地;(4) 草地:指用于放牧割草等为主的草丛和人为因素形成的草地;(5) 林地:包括树林、疏林、灌丛等;(6) 建设用地:包括居民点、工矿企业用地、交通用地和特殊用地;(7) 水域:指天然形成或人工开挖的水体,包括河流、水库、湖泊、坑塘占地及水利建筑用地.

## 2 研究方法

### 2.1 景观格局分析指标

采用地理信息系统软件—Mapinfo 7.0 和计算景观格局指数的软件—Apack 2.22,以实现具体的分析研究.选取下列指标来分析研究区域景观空间结构特征与演变规律.

(1) 斑块所占面积(Relative area, RA)

$$RA_i = \frac{C_i}{C}; \quad (1)$$

其中,  $RA_i$  表示  $i$  类斑块所占面积;  $C_i$  表示  $i$  类斑块的面积;  $C$  表示整个景观的总面积. 斑块所占面积对景观中基质的确定,了解整个景观中各类斑块的基本构成可以提供重要的信息,也用来描述景观粒度,在一定意义上揭示景观破碎化程度.

(2) 斑块平均周长/面积比(校正过)(Avg. Perimeter– Area ratio (corrected), PAC)

表示平均周长与平均面积之比,这里的面积校正过,以面积与  $4\pi$  相乘后开平方校正,其公式为:

$$PAC_i = \frac{PA_i}{N_i}, \quad PA_i = \sum_{j=1}^{N_i} \frac{P_j}{\sqrt{4\pi A_j}}; \quad (2)$$

其中,  $PAC_i$  表示  $i$  类斑块的平均周长/面积比;  $PA_i$  表示  $i$  类斑块的周长/面积比;  $N_i$  表示  $i$  类斑块的数量;  $P_j$  表示  $i$  类斑块中各斑块的周长,  $j = 1, 2, \dots, N_i$ ;  $A_j$  表示  $i$  类斑块中各斑块的面积,  $j = 1, 2, \dots, N_i$ .  $PAC_i$  的值一般大于或等于 1, 当值等于 1 时,表明斑块的形状是圆形的;为 1.1 时,表明斑块的形状是正方形的;在大于 1.1 的情形下,值越大,表示其形状越狭长、越复杂.

(3) 分维度(Fractal dimension (double log), FD2)

根据面积/周长法估测分形数,公式为:

$$FD2 = P^{1/D} \propto S^{1/2}. \quad (3)$$

其值在  $1 < FD2 < 2$ ,  $FD2$  趋向于 2 时,表明各个斑块的形状趋向于不规则和复杂;  $FD2$  趋向于 1 时,表明斑块的形状趋向于规则. 这是个相对值,是基于同类斑块的形状的值,当只有一个斑块时,其值为 0.

(4) 多样性(Shannon–Wiener diversity, SWD)

表示景观中不同组分(生态系统或斑块)的总数. 公式为:

$$\overline{SWD} = - \sum_{i=1}^m P_i \ln P_i; \quad (4)$$

其中,  $SWD$  表示景观的多样性;  $P_i$  表示  $i$  类斑块所占面积的百分比;  $m$  表示斑块的类型数.  $SWD$  的值越大,景观的多样性越高;  $SWD$  值越小则景观趋向于单一.

## (5) 均匀度(Shannon Wiener evenness, SWE)

$$\text{公式为: } SWE = \left( H / H_{\max} \right) \times 100\%; \quad H = - \log \left[ \sum_{i=1}^T P(i)^2 \right], \quad H_{\max} = \log(T); \quad (5)$$

其中,  $H$  是修正了的 Shannon Wiener 多样性指数;  $H_{\max}$  是最大可能的景观均匀度;  $P_i$  表示  $i$  类斑块在景观中的面积比例;  $T$  为景观中斑块类型数。  $0 < SWE < 1$ , 当  $SWE$  值趋向 1 时, 表示景观的均匀度高。

## (6) 优势度(Dominance, DO)

$$DO = D_{\max} - D; \quad D = - \sum_{i=1}^T P(i) \times \ln(P(i)), \quad D_{\max} = \ln T; \quad (6)$$

其中,  $D_{\max}$  表示  $D$  的最大可能值;  $D$  表示 Shannon- Wiener 多样性指数;  $P_i$  与  $T$  同上。

## (7) 相对聚集度(Contagion (relative Li), COL)

描述景观中不同生态系统(斑块)的团聚程度。聚集度越大, 表明景观由少数团聚的大斑块组成, 反之, 代表景观由许多小斑块组成。相对聚集度在一定程度上可以反映不同景观类型在区域中所占的地位和重要性。

$$COL = 1 - C / C_{\max}; \quad C = - \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T P(i, j) \log(P(i, j)), \quad C_{\max} = 2 \log T, \quad P_{ij} = EE(ij) / Nb; \quad (7)$$

其中,  $P_{ij}$  为  $i$  类和  $j$  类斑块的相邻概率;  $T$  为景观中斑块类型总数;  $EE(ij)$  是相邻的  $i$  类和  $j$  类斑块的共同边界长度;  $Nb$  是景观中不同斑块间边界的总长度。

## (8) 聚集度指数(Aggregation Index, AI)

景观聚集度是指某一景观中不同斑块个体空间分布的聚集程度。公式表示如下:

$$AI_i = T_i / M_i; \quad (8)$$

其中,  $T_i$  表示  $i$  类斑块相邻的边界总长度;  $M_i$  表示  $i$  类斑块相邻的最大可能长度。  $0 < AI < 1$ , 当  $AI$  趋于 1, 表明各个斑块趋向聚集成为一个单一的正方形, 趋于 0, 表明各个斑块聚集成狭长的形状。

## (9) 连接度指数(Connectivity (centroid), CCE)

连接度指数描述景观中同类斑块联系程度。公式表示如下:

$$CCE = \frac{\sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T I(i, j)}{TI}, \quad I(i, j) = (M_i M_j) / D^2; \quad (9)$$

其中,  $I(i, j)$  表示  $i$  类和  $j$  类斑块之间的作用;  $TI$  表示斑块间的总作用;  $M_i$  和  $M_j$  表示  $i$  类和  $j$  类斑块的数;  $D$  表示斑块间的距离。

## (10) 空间关系指数(Adjacency Matrix, AM)

空间关系指数, 描述某景观因子和其他景观因子的相邻程度,  $0\% < AM < 100\%$ , 如 A 对 B 的  $AM$  值为 40%, 则代表 A 周围的 40% 相邻的是 B, 由此, 可以表示为各个景观因子与其他景观因子的相邻关系, 表示不同景观的镶嵌状况、复杂性等。公式表示如下:

$$AM_{ij} = T_{ij} / T_{ii}; \quad (10)$$

其中,  $T_{ij}$  表示与  $i$  类斑块相邻的  $j$  类斑块网格数;  $T_{ii}$  表示所有  $i$  类斑块的相邻网格数。

## 2.2 最小尺度确定

土地利用的各个类型的格局动态具体变化的定量分析是基于小尺度(fine-scale)的定量分析<sup>[6,7]</sup>, O' Neill(1996)<sup>[3]</sup>和 Turner(2001)<sup>[4]</sup>等提出的尺度要求为: 纹理为小于最小辨别斑块的 2~ 5 倍, 范围为大于最大研究斑块的 2~ 5 倍。

## 2.3 景观类型与网格确定

景观类型的确定根据所选样区的土地利用现状进行, 研读所选取样区在不同时期(1970 和 2000 年)的土地利用现状图(比例分别为 1: 1 000 和 1: 5 000), 根据建宁农业的特点选择林地、果园、水田、旱地、草地、建设用地、水域、菜地、茶地和莲田等 10 个景观类型进行景观格局的定量分析。分别将对应的类型标为: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9。将该区域的电子地图用 Mapinfo 7.0 软件中的有关操作进行网格化处理, 为保

证较高的精确度,将样区划分 125 为列,167 行,每个网格的规格为  $53\text{ m} \times 53\text{ m}$ ,获得总数为 20 875 的网格地图.该网格地图能够满足 O' Neill<sup>[3]</sup>、Turner 等<sup>[4]</sup>所提出的尺度要求,其纹理小于最小辨别斑块的 2~5 倍.在每个网格中填入因子标号,得到综合信息表,在此基础上进行相关指数的计算,生成专题地图.经过景观指数计算软件 Apack 2.22 计算后分别获得各景观因子的景观指数、各景观因子的综合景观指数和各景观因子的空间景观指数.

### 3 研究结果与讨论

#### 3.1 样区农业转型期前后景观类型的增加与分布

通过 Mapinfo 7.0 的网格化和数字化处理后得到建宁是农业转型期前后的景观类型分布图(见图 1).从图 1 可以看出,1970 年的景观类型只有 4 类,即林地、水田、建设用地、水域,而 2000 年的景观类型为 10 类.需要指出的是,1970 年的景观类型只有 4 类,虽然还有其他景观类型,但由于面积过小而无法表现.进一步将图 1a 与图 1b 比较,可以发现,2000 年的景观的丰富度和破碎化程度都较高,前后土地利用变化十分明显.

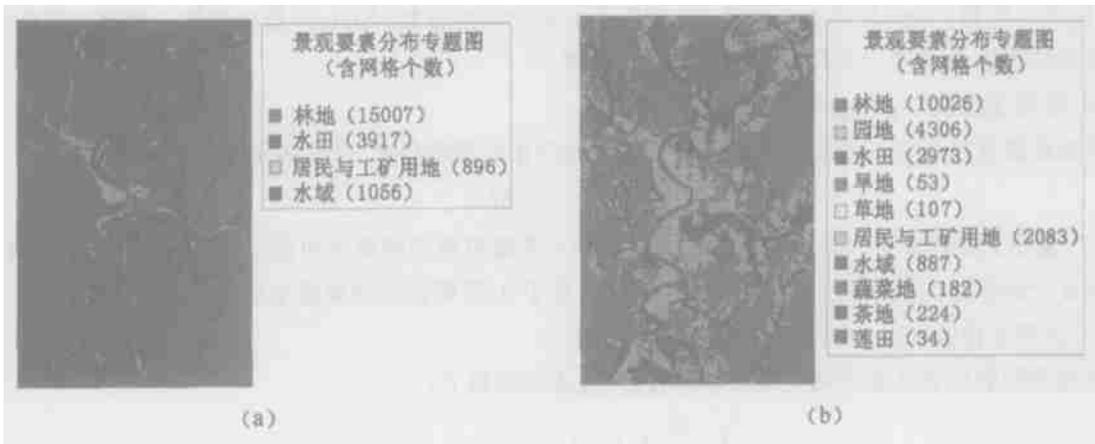


图 1 1970 年(a)与 2000 年(b)各景观类型分布图

Fig. 1 Distribution of different landscape types in 1970 and 2000 respectively

#### 3.2 转型期土地利用的景观空间格局指数变化

##### (1) 斑块指数变化

对各个景观类型的斑块大小和相对斑块面积进行分析,如表 1 所示.

从表 1 中可以看出,在 1970 年,平均斑块大小为  $40.9\text{ hm}^2$  (145.6 个网格),到 2000 年仅为  $7.3\text{ hm}^2$  (25.8 个网格),平均斑块大小下降了 82.3%;1970 年斑块总数仅 205 个,而到 2000 年达到 620 个,斑块总数增加了 2 倍;1970 年的最大斑块为林地,斑块面积占 4 418 个网格( $1\,241.0\text{ hm}^2$ ),而到 2000 年最大斑块虽然还是林地,但是其连片面积仅占 1 645 个网格( $462.1\text{ hm}^2$ ).这说明自 20 世纪 70 年代以来,随着农业的转型,景观中斑块面积缩小,受干扰程度加大,景观破碎化程度上升.

从表 1 还可以看出,30 年来,样区中的各景观类型的面积和数量均发生很大的变化.1970 年的景观类型只有林地、水田、建设用地和水域 4 类,到 2000 年景观类型已增加到 10 类,新的景观类型有果园、旱地、草地、菜地、茶地和莲田,其中果园的比例很大,已接近林地的一半,超过了传统的水田面积,茶地和菜地也占有一定的比例,这表明,转型期中经济果树和蔬菜生产发展很快,尤其是果园,已成为该样区农业的主导经济产业之一.1970 年林地所占面积为 71.89%,很明显是该样区的基质,到 2000 年,林地面积急剧缩小,降到了 48.02%,在面积上已不能满足占总面积的  $1/2 \sim 2/3$  作为基质的要求<sup>[8,9]</sup>.样区 30 年来基质正在发生变化,园地有成为基质的趋势;水田曾经是该区的主要斑块,但是 30 年后,其所占面积下降了 13.7%,平均斑块面积和最大斑块面积也都有所下降,表明部分耕地转换成了其他形式,从其他类型的增长和景观

类型分布图中可以看出部分耕地已转换为果园、菜地和建设用地。

表 1 各个景观类型的斑块指数

Tab. 1 Patch indices of different landscape types in 1970 and 2000 respectively

斑块类型	平均斑块大小 (用网格数量衡量)		总斑块数量 / 个		最大斑块大小 (用网格数量衡量)		所占面积 / %	
	1970	2000	1970	2000	1970	2000	1970	2000
林地	254.4	82.9	59	121	4418	1645	71.90	48.02
果园	-	18.1	-	238	-	318	-	20.62
水田	50.2	33.8	78	88	663	853	18.76	14.24
旱地	-	3.0	-	18	-	7	-	0.26
草地	-	3.7	-	29	-	18	-	0.51
建设用地	14.0	33.6	64	62	361	935	4.29	9.97
水域	263.8	49.3	4	18	896	767	5.05	4.25
菜地	-	5.4	-	34	-	33	-	0.88
茶地	-	20.4	-	11	-	53	-	1.07
莲田	-	34.0	-	1	-	34	-	0.16
总计			205	620			100.00	100.00
平均	145.6	25.8						

样区内的建设用地在 30 年中变化很大, 其最大斑块( 城镇) 已扩大了近 3 倍, 所占面积也增加了 1 倍多, 可见城镇发展速度很快. 建设用地的扩展与交通用地( 图中的线状部分) 密不可分, 在交通便利之处, 建设用地分布更广、更大. 转型期后交通用地增加了 2 条外联道路. 菜地分布也在增大, 在城郊尤其突出. 水域面积有所下降, 河流面积下降较为严重, 而非河流的水产养殖水域( 非线性分布) 面积有所增加. 莲子是建宁的特产, 有悠久的历史 and 浓厚的文化背景, 是目前受提倡的产业, 由于多分散在其他斑块或网格中, 在样区中比例较小, 斑块只有 1 个, 其实际面积约 2.3 hm<sup>2</sup>.

(2) 景观总体格局指数

通过平均的周长/ 面积之比、分维度、多样性、均匀度、优势度、相对聚集度、聚集度等景观总体格局指数的分析可以了解整个景观的格局状况. 通过计算得到转型期前后景观综合指数对比图( 见图 2). 从图 2 中可以看出, 平均周长/ 面积比与分维度的值都很大, 明显大于 1. 1, 表示景观中各个斑块的形状趋向于不规则、狭长和复杂, 各类型斑块基本上呈狭长型. 各类斑块的分布与地形地貌密切相关, 但果园存在较多的超高超坡现象. 转型期后, 景观类型增多, 景观多样性提高, 各类型的多样性和丰富度都提高. 1970 年的景观优势度接近 1, 表明该区域主要由几种占优势的景观类型组成, 而到 2000 年, 优势度值下降, 占优势的景观类型已不十分明显. 聚集度有所下降, 表明景观中各个斑块的连接性有所降低.

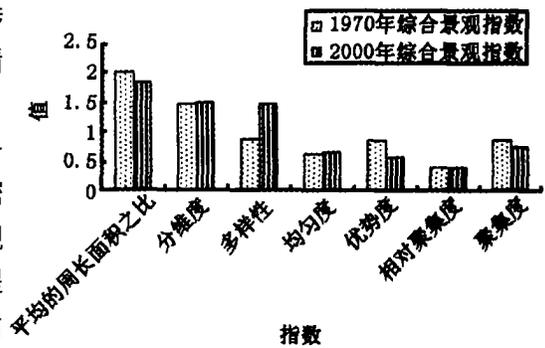


图 2 建宁研究样区农业转型期前后景观综合指数对比

Fig. 2 Comparative of different integrating landscape indices over an agricultural change period in Jianning

从以上分析明显可以看出 1970 年和 2000 年的景观格局的不同, 主要表现为: 基质正在转换, 人工景观多样性在增加, 人为干扰加大, 景观破碎化程度加剧.

(3) 各景观类型的景观指数

为了进一步分析各景观类型的特征, 对各个景观类型的景观指数进行分析, 得到如下结果( 见表 2). 比较 1970 年和 2000 年的平均周长/ 面积比, 可以看出, 转型前水域的形状狭长, 非常不规则, 转型后水域的现状变得过于规则; 转型期后建设用地的形状更不规则, 表明城区发展有所侧重. 不同景观类型的分维数在转型前后变化不大, 且基本上在 1.600 以下, 表明为不明显偏向规则或是不规则. 而水域的分维数偏

大,表明其为线形,趋向于不规则.连接度(中心)和连接度(边长)分别表示各个斑块中心相连的程度和边长相连的程度,连接度对于物质循环和能量流动很重要,对于生物多样性的保护具有重要意义.从表中可以看出,林地、水田和水域的连接度较高,但经过转型期后,这几个类型的连接度都显著下降,而建设用地的连接度明显提高,也表明城区建设发展很快.从表 2 中的聚集度看,林地、水田、水域的聚集度正在下降,而建设用地的聚集度增加了 20%,同样表明城镇化趋势非常明显.另外,新的景观类型也以大面积团聚的方式出现,如黄花梨、茶地和莲田,其聚集度的值均较高.

表 2 样区农业转型期前后各景观类型的景观指数

Tab. 2 The landscape indices of different landscape types over an agricultural change period in Jianning

景观类型	平均周长/面积比		分维数		连接度(中心)		连接度(边长)		聚集度	
	1970	2000	1970	2000	1970	2000	1970	2000	1970	2000
林地	1.720	1.778	1.371	1.434	9.697	1.518	11265.700	404.400	0.898	0.823
果园	-	1.779	-	1.479	-	0.209	-	2.579	-	0.631
水田	2.364	2.352	1.535	1.620	1.065	0.437	16.700	12.000	0.682	0.629
旱地	-	1.36	-	1.468	-	0.013	-	0.036	-	0.341
草地	-	1.488	-	1.528	-	0.052	-0.236	-	0.326	
建设用地	1.695	1.883	1.600	1.587	0.134	0.622	4.265	16.247	0.566	0.660
水域	4.623	2.125	1.811	1.659	26.795	0.874	5734.200	70.670	0.729	0.627
菜地	-	1.555	-	1.515	-	0.08	-	0.413	-	0.427
茶地	-	1.660	-	1.319	-	0.721	-	9.452	-	0.722
莲田	-	2.612	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.732

#### (4) 各景观类型的空间关系

通过各个景观类型的空间相邻指数的分析可以了解它们之间的空间相关性,为进一步分析生态过程作基础.因此,通过计算镶嵌关系指数(Adjacency Matrix, AM)来描述一个景观类型和其他景观类型的相邻程度,以了解景观的镶嵌状况、复杂性等.通过计算得到表 3 和表 4.

表 3 1970 年各个景观类型的空间关系指数

Tab. 3 Adjacency Matrix of different landscape types in 1970 %

类型	林地	水田	建设用地	水域
林地	80.53	42.68	45.65	22.64
水田	13.75	46.68	16.94	23.60
建设用地	3.76	4.34	31.89	5.28
水域	1.95	6.31	5.52	48.48

从表 3 和表 4 中可以看出,1970 年,与林地相邻的其他斑块类型可能性大小依次为:林地>建设用地>水田>水域;2000 年,林地和其他斑块类型相邻的可能性大小依次为:林地>果园>水田>旱地>菜地>建设用地>水域.可见,与林地相邻可能性最大的斑块类型由 1970 年的建设用地变为 2000 年的果园,1970 年的建设用地、水域两个类型和林地相邻的可能性减小最大,小于增加的旱地和菜地.由此可以看出,随着人为干扰的加强,农业开发的拓展,林地中镶嵌的斑块类型在 30 年发生了很大的变化,人类活动的扩散的空间方式依次为:建设用地-菜地-旱地-水田-果园.反映出城镇在发展过程中的空间配置格局,由原先较自然集中的集镇向具有多重功能的城镇方向发展,建设用地的周围发展了具有服务城镇的城郊农业,包括菜地和种植各种经济作物的旱田等.从其他斑块类型的空间关系指数来看,水田和建设用地类型和水域相邻的可能性较大,这是因为样区大部分属于河谷平原和低丘地带,比较转型期前后数据,表明建设用地和水域关系加强,意味着沿水域的据点增多;在新增的斑块类型中,最显著的为黄花梨果园,该

类型斑块除了自相邻性较大外,和其他斑块类型的相邻性也很大,结合斑块的面积、数量和大小考虑,该斑块类型已普遍分布于研究样区中,成为一种新的优势景观类型。

表4 2000年各个景观类型的空间关系指数

Tab. 4 Adjacency Matrix of different landscape types in 2000

类型	林地	果园	水田	旱地	草地	建设用地	水域	菜地	茶地	莲田
林地	68.50	33.58	24.83	22.31	5.67	13.29	11.27	14.12	7.95	11.62
果园	17.25	41.30	17.83	10.48	14.75	15.74	15.27	8.94	16.56	5.05
水田	8.87	12.40	40.82	12.10	19.29	13.96	13.96	9.69	11.56	0.00
旱地	0.18	0.16	0.27	13.17	0.00	0.85	0.94	0.67	0.08	0.51
草地	0.09	0.43	0.81	0.00	16.03	1.45	2.35	1.75	0.25	0.00
建设用地	3.28	7.57	9.65	26.34	23.83	43.34	14.86	30.00	10.00	39.39
水域	1.23	3.24	4.26	12.90	17.02	6.55	38.02	9.52	4.59	0.00
菜地	0.36	0.44	0.69	2.15	2.98	3.10	2.23	20.89	3.36	6.06
茶地	0.21	0.84	0.84	0.27	0.43	1.05	1.10	3.43	45.66	0.00
莲田	0.05	0.04	0.00	0.27	0.00	0.67	0.00	1.00	0.00	37.37

由同一类型斑块的相邻可能性来看,在1970年各种斑块类型的自相邻性大小依次为:林地>水域>水田>建设用地,空间关系指数分别为:80.53%,48.48%,46.68%,31.89%,除了林地有绝对自相邻度外,其他几类自相邻性不到50%。而到2000年,斑块类型的自相邻性大小依次为:林地>茶地>建设用地>果园>水田>水域>莲田,空间关系指数分别为:68.50%>45.66%>43.34%>41.30%>40.82%>38.02%>37.37%,可见,30年前,林地优势度高,破碎化不明显,而转型后,林地的自相邻性显著减小,从原来的80.53%下降到68.50%,这意味着一定面积的林地被开发转化成了果园、茶地等其他用途。水域的自相邻性也有一定的减小,这意味着一些水域被转变成为莲田或是居民住宅用地等,这势必削弱水域的滞纳洪水功能,为水灾的频繁发生带来了隐患。建设用地的自相邻性增加程度较大,可见,城区建设发展较快,且成片发展。

上述分析表明:人工景观格局的多样性增加,破碎化程度加深,农业景观类型多样化,旧的基质正在发生转变,新的景观类型在不断增加,景观复杂性提高,反映出人们对土地的利用程度加深和利用方式的变化,这值得深入研究。结合实地调查(包括公众参与),发现园地尤其是黄花梨为主的果园导致了较严重的水土流失,水田的流失也在增大,土壤的质量在不断下降,病虫害的问题越来越突出。许多研究认为<sup>[6,10-12]</sup>,农业生产的发展导致了动植物生境的破碎化、田块的扩大、植被类型的减少和动植物多样性的变化,这些变化不仅减少了农作物和其他有益生物的储备基因库同时又通过削弱生态系统天敌——害虫间自调节功能,降低农业的可持续性,从而有可能进一步导致农业景观系统的不稳定。

## 4 讨论

建宁县农业景观生态格局在几十年中发生了很大的变化,随着人口增长和经济的发展,土地利用及其生态格局将继续发生改变,因此在今后的生态农业建设中应该重视景观格局的优化。景观格局优化是对原有景观类型的优化组合或引入新的成分,调整或构建新的景观格局,增加景观异质性和稳定性,充分发挥良好景观生态系统的生态效益与经济效益<sup>[13]</sup>。景观格局的优化找出景观格局恶化的原因与瓶颈因素,加以调整或恢复,或引入新的斑块类型,创建不同斑块间的交错带和廊道。

建宁县转型期土地利用格局的变化主要有人为因素、经济因素、政策因素和开发因素等影响所致,由于人口的增加对农业土地利用产生了很大的压力,供人类生活、生存所需用的耕地资源数量在不断发生变化,土地利用结构和生态环境背景质量也在发生变化,相应地,农业景观生态格局也随之发生变化。市场需求和农业经济发展的转型导致土地资源的重新分配与土地利用的相应变化。在“承包到户”的政策影响下,农户对农田和责任地拥有自主的使用权,农户作为土地的经营管理者,考虑的是“投入—产出”的效益比,主要

是经济效益为主,因此,农产品受市场影响而波动,土地利用的方式和类型具有盲目性、不确定性和随机性。建宁县山地和丘陵多,是福建典型的山区县,居民点和农田早已聚集密布在大大小小的盆谷地和低丘上并向外扩展到山地下部的坡地上,有的地方连大于 25° 的坡地也被利用,因此,随着城镇化速度的加快、国民经济中的第二产业的比值的不断提高,沿水域和道路两侧居民住宅地的扩展、交通建设、城镇建设以及工矿企业的发展等都在影响原先以农业为主的土地利用方式。

通过建宁农业发展转型期的景观格局动态变化的分析,可以为建宁县及其他山区县的农业生态建设提供景观优化的启示。由于山区县的山地景观占整个景观的大部分,山区县县域生态系统的整体稳定对于山地植被建设、水土保持表现出强烈的依附性,由此在生态林业建设方面需要慎重进行山地的开发利用。国内外的许多研究都表明,自然或半自然的基质、斑块或廊道都可以保障较高的生物多样性<sup>[11,14-16]</sup>,在山区县应该尽量恢复自然或半自然景观,使其在人工景观中发挥关键作用。

转型期的景观格局变化不仅仅发生在建宁,在全国其他区域有着相类似的局面。都存在着斑块形状复杂程度增加、新的斑块类型增加、各斑块类型连接度降低、斑块分离度增加等问题,因此,在农业生态建设中,应该重视各个类型的大小、形状和同类斑块之间的连接度建设。

从建宁的城镇建设用地的趋势可以看出全国城市建设的土地征用趋势,可以看出各地耕地的流失情况。各地的耕地转化应该慎重,不应该以牺牲肥沃的耕地为代价换取一些不必要的圈地。

果园建设带来的问题不仅在建宁,也是全国亚热带地区普遍存在的问题,各地政府和果农往往一哄而上,动辄千亩、万亩果园,换来的很大一部分是盲目的投资和生态环境的恶化。在未来的生态建设中,应该对果园的上马做出恰如其分的生态评价,各地应该根据景观特点,将果园退园还林。

#### 参考文献:

- [1] 王根绪,郭晓寅,程国栋. 黄河源区景观格局与生态功能的动态变化[J]. 生态学报, 2002, 22(10): 1587-1598.
- [2] Fu Bojie, Chen Liding, He Chansheng. Integrating landscape ecological principles and land evaluation for sustainable land use[J]. *Journal of Environmental Sciences*, 1999, 11(2): 136-140.
- [3] O' Neill R V, Hunsaker C T, Timmins B L, et al. Scale problems in reporting landscape pattern at the regional scale[J]. *Landscape Ecology*, 1996, 11(3): 169-180.
- [4] Turner M G, Gardner R H, O' Neill R V. *Landscape Ecology in Theory and Practice Pattern and Process*[M]. New York: Springer Verlag, 2001.
- [5] Gustafson E J. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art? [J]. *Ecosystems*, 1998, (1): 143-156.
- [6] 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.
- [7] 傅伯杰,陈利顶,邱扬,等. 黄土丘陵沟壑区土地利用结构与生态过程[M]. 北京: 商务印书馆, 2002.
- [8] 李振基,陈小麟,郑海雷. 生态学(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [9] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [10] Burel F, Baudry J. Species biodiversity in changing agricultural landscapes: A case study in the Pays d' Auge, France[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1995, 55: 193-200.
- [11] Sharon K C. Ecological consequences of habitat fragmentation: Implications for landscape architecture and planning[J]. *Landscape and Urban Planning*, 1996, 36: 59-77.
- [12] Scott E S, David N K, Jay J R, et al. Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: A review of the evidence at multiple spatial scales[J]. *Biological Conservation*, 2003, 115: 101-110.
- [13] Swanson F J, Kratz T K, Caine N et al. Landform effects on ecosystem patterns and processes[J]. *BioScience*, 1988, 38: 92-98.
- [14] 王成,徐化成,郑均宝. 河谷土地利用格局与洪水干扰的关系[J]. 地理研究, 1999, 18(3): 327-335.
- [15] 福尔曼 R, 戈德罗恩 M. 景观生态学[M]. 肖笃宁, 张启德, 赵弈等译. 北京: 科学出版社, 1990.

[ 16] 肖笃宁, 李秀珍, 高 峻, 等. 景观生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

## Analysis on the Landscape Pattern Over an Agricultural Changing Period in Jianing County

Qiu Li, Li Zhenji

(College of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Based on the land use data in 1970 and 2000, the landscape pattern over an agricultural change period in Jianing, China has been analyzed with the GIS software—Mapinfo7.0 and a special index analysis software—Apack2.22. The results showed that great change has happened during the past thirty years. Firstly, the matrix was changing obviously. The matrix is woodland 30 years ago, and the orchard has a trend of becoming the matrix now. The index of landscape diversity increased from 0.873 to 1.462, and the index of dominance and congregation decreased from 0.840 and 0.835 to 0.549 and 0.732 respectively. It is more and more fragmental over the change period. Secondly, the congregation of woodland, field and watershed also decreased from 9.697, 1.065, 26.795 to 1.518, 0.437, 0.874 respectively. Thirdly, the area for residential and urban land increased about two times over the past 30 years. Fourthly, the pattern of land use changed seriously, the relative area of orchard increased from 0 to 20.63% by now. It brought one after another severe flood in 1990's in this area. Several problems of relationships between spatial patterns and agricultural development also were discussed, and some suggestions and references of optimized patterns were submitted on different scales at the end of the dissertation.

**Keywords:** pattern of landscape; change period; pattern of land use

(上接第 1000 页)

## A Strategic Planning of Spatial Development for Eco-city of Xiamen

ZHANG Li-quan, CHEN Xiao-hua, WANG Hai-zhen

(State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** The eco-city is an ideal model for the city development in 21 century, applying ecological principles and methods to the city development. A strategic planning of the spatial development is the most intuitional and important aspects for the strategic planning of eco-city. The present spatial pattern for Xiamen city was analysed. On the basis of an ecological suitability analysis and eco-functional zones for the inland and coastal area of Xiamen, respectively, a strategic planning of the spatial development coordinated with multi-centers and corridor pattern for Xiamen eco-city was proposed. This strategic planning of the spatial development could serve as a scientific basis for the economical development, environmental protection and the foundation of "eco-city with a bay landform", as well as a sound guideline for the ecological planning of Chinese coastal cities.

**Keywords:** strategic planning of spatial development; ecological suitability analysis; eco-functional zone; multi-center and corridor pattern; Xiamen city