

鹤山市景观格局动态变化研究

周霞^{1,2}, 廖圣东¹, 廖其芳¹

(1. 广州地理研究所, 广州 510070; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要:以鹤山市 1988、1995 和 2001 年的 TM 影像为基本资料, 在 ERDAS、ARC/INFO 和 FRAGSTATS 软件的支持下, 提取景观缀块信息, 并从缀块类型水平和景观水平对 3 个时段的景观格局进行分析; 同时对 1988 和 2001 年两个时段的景观格局进行叠加分析, 生成变化转移矩阵, 以分析景观格局空间演化规律。结果表明, 鹤山市景观格局具有动态变化的特征, 不同缀块类型间各有其变化特点, 且存在一定的空间演化规律。

关键词:景观格局动态; 缀块; 景观指数; 变化转移矩阵; 鹤山

中图分类号: TP79; P966

文献标识码: A

文章编号: 1001-5221(2005)03-0206-05

景观格局, 即景观结构, 与景观功能、动态变化是景观生态学研究中的 3 大核心问题。格局在一定程度上决定功能, 功能的改变最终将从结构的变化中反映出来。景观格局反映景观中斑块的空间分布, 是该景观区域若干生物过程和非生物过程长期综合作用的产物。同时, 景观格局对各种生物过程和非生物过程有直接或间接的影响^[1,2]。因此, 了解某区域景观格局的变化, 可以揭示该区域生态状况及空间变异特征, 了解该地区土地利用动态, 揭示土地利用和景观变化导致的生态环境问题, 为该区域资源的合理管护和利用提供科学依据。

近年来, 景观格局动态变化已成为景观生态学的重要研究领域, 随着信息科学技术和普及, 遥感、地理信息系统(GIS)等技术的广泛应用, 对景观动态的研究越来越深入和细致, 定量的、多尺度的、时空相结合的研究更能准确地分析景观动态变化。例如 Odum 和 Turner 利用历史航片对 Georgia 州近 50 年的景观动态变化进行研究; Vos 对意大利 Solano 盆地 1935~1985 年土地利用状况作出对比研究; Fox 通过量化分析热带雨林变化的时空格局来说明各种自然、生物和社会经济参数对泰国高地雨林的控制作用的研究等^[3]。国内景观格局的研究始于 80 年代末^[4], 当时景观指数和图形的操作主要采用一般的计算方法和手工操作, 近来有更多的学者进行有关景观格局动态的研究, 比如针对湿地景观、城市景观、农业景观^[5-7]等。遥感、地理信息系统及相应的计算方法也逐渐引入景观格局的研究

中来^[8-10]。同时, 有的学者还进一步进行了景观格局和环境、景观格局和文化等关系的研究^[11]。

广东省鹤山市历史上曾是森林资源十分丰富的地区, 由于过度开荒及其他人为活动的影响, 植被严重退化, 出现大量疏林地和荒草地。近 20 年来, 随着人工造林的广泛开展, 植被恢复工作取得显著的经济和社会效益, 鹤山市景观格局也发生相应的变化, 森林覆盖率逐渐升高, 荒草地面积逐渐减少。景观格局的变化可以在一定程度上反映农业生产结构的变化和社会经济的发展。本文利用鹤山市 3 个时段的 TM 遥感影像, 从宏观上量化不同时段的景观格局特征, 以了解近 20 年来鹤山市景观格局动态变化状况, 分析植被恢复工作对地区景观格局的影响, 为当地植被恢复模式的合理性提供实践依据, 并进一步了解鹤山市的社会经济发展状况, 为区域可持续发展战略的实施提供理论基础。

1 研究区域概况

研究区域鹤山市位于广东省南部珠江三角洲腹地, 总面积约 1 100 km²。地理位置为北回归线以南, 22°29'~22°52'N, 112°28'~113°25'E, 属南亚热带季风区。境内具有海洋气候特征, 温、光、热、雨量充足, 年平均气温 22.6℃, 年平均降雨量 1 700 mm 左右, 但雨量分布不均, 有明显的干湿季。夏秋多台风暴雨, 冬春有冷空气侵袭, 偶遇奇寒。鹤山市气候宜人, 土地肥沃, 耕作条件优越, 历来是广东省商品粮基地^[11]。

收稿日期: 2005-02-01; 修订日期: 2005-05-31

基金项目: 中国科学院鹤山丘陵综合试验站 2002 年度开放基金项目“鹤山植被恢复的景观动态研究”

作者简介: 周霞(1977-), 女, 四川崇州人, 博士生, 目前从事生态环境遥感方面的研究, (E-mail) zhouxia@gdas.ac.cn。

2 研究方法

2.1 数据源

数据以 Landsat /TM 影像为主,结合地面调查资料和其他材料。TM 影像采集时间分别是 1988 年 10 月、1995 年 10 月和 2001 年 11 月。

2.2 数据处理

结合地形图,利用 ERDAS 软件将 TM 影像进行几何纠正,并对 3 个时段的影像进行严格的空间配准。在地面资料的辅助下,对图像进行机助监督分类,生成 1:5 万的景观类型图。根据研究需要将鹤山市景观缀块分成 7 大类型,包括耕地、林地、疏林、荒草地、居民点、水面以及其他未利用土地。然后利用景观空间格局分析软件包 FRAGSTATS 进行景观指数的计算,并在 ARC/INFO 支持下对 1988 和 2001 年的景观类型图进行叠加分析(overlay),计算缀块类型变化转移矩阵。

2.3 景观指数的选择

景观指数是反映景观格局的重要参数,它根据景观格局特征的分析层次相应分为缀块水平指数、缀块类型水平指数和景观水平指数。参照 McGarigal 所提出的景观指数选取时的注意事项^[12,13],根据本文研究目的,选择缀块类型数、景观百分比、缀块密度、边缘密度、聚集度、周长-面积分维数、香农均匀度指数和香农多样性指数等景观指数,分别从缀块类型水平和景观水平进行景观格局分析。所有景观指数的计算均在 FRAGSTATS 软件中进行。

2.4 景观类型变化转移矩阵

变化转移矩阵用于描述景观空间结构变化,其概率模型表示为:

$$N_{i,t+\Delta t} = PN_{i,t}$$

式中, $N_{i,t}$ 和 $N_{i,t+\Delta t}$ 分别代表 t 和 $t+\Delta t$ 时刻状态向量的值, P 是转化概率矩阵,其中, P_{ij} 表示从时间 t 到 $t+\Delta t$ 系统从缀块类型 j 转变为缀块类型 i 的概率, $0 \leq P_{ij} \leq 1$,且

$$\sum_j P_{ij} = 1 \quad (n \text{ 为缀块类型总数}).$$

本文将分析 1988 到 2001 年景观格局的空间变化特点。利用 ARC/INFO 软件,将两个时期的景观类型图进行空间叠加分析,即可求出缀块类型的转移矩阵^[14]。其中,转化率是指一种缀块类型转变为另一种缀块类型的面积占 1988 年该缀块类型面积的比例;实现率是转变的面积占 2001 年转变类型的面积的比例,实现率反映了景观的变化对景观格局

现状的作用^[15]。

3 结果分析

3.1 鹤山市的景观构成特点与变化

经过影像解译,将鹤山市景观缀块分成耕地、林地、疏林、居民点等 7 大类型。在各种景观类型中,林地占有绝对的优势,到 2001 年,林地面积占全市面积的一半以上,其次为耕地,占整个鹤山市面积的 25%~30%,疏林和荒草地也占有相当的比例。

从时间序列看,各种缀块类型面积都发生了变化,其中林地的变化最为显著,从 1988 年的 35.12% 增加到 2001 年的 55.68%。而耕地逐渐减少,景观百分比从 1988 年的 29.19% 减少至 1995 年的 27.50%,以及 2001 年的 24%。疏林和荒草地也呈减少趋势,分别减少 15.4% 和 3.7%。由此推断出增加的林地主要来源于耕地、疏林和荒草地这 3 种类型,其中疏林占有最大比例。同时也可看出,林地的增加伴随着疏林的减少,而疏林的增加伴随着荒草地的减少,这反映出生态系统从荒草地→疏林→林地的恢复过程,可见鹤山市近年来在植被恢复中的显著成绩。

居民点呈现增加的趋势,这在一定程度上反映出城市化进程,但增加的幅度较小,说明城市化进程相对比较缓慢。水面也有所增加(这里增加的水面缀块主要指养殖用地),尤其到 2001 年,变化非常显著,反映当地农业结构的变化,即养殖业在农业生产中的比例逐渐增加。

3.2 景观格局变化

3.2.1 景观水平上的变化 从 1988 到 2001 年,鹤山市的景观总体特征发生明显的变化。缀块数目增多,密度增大,缀块平均面积减小,说明景观的破碎度逐年增大(图 1)。而分维度是用以描述景

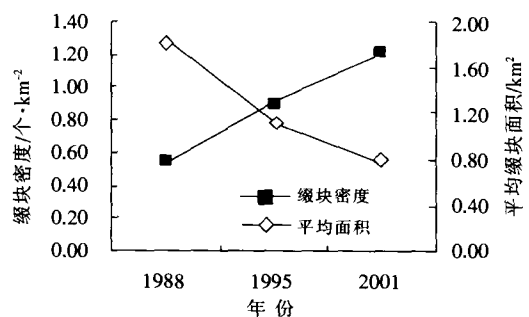


图 1 鹤山市的景观缀块密度和平均缀块面积
Fig. 1 Patch density and mean patch size of landscape in Heshan

观缀块的几何形状复杂性,鹤山的景观分维数基本维持在 1.5 左右,从 1988 年的 1.45 升高到 1995 年的 1.49,而到 2001 年又略有降低(图 2)。这说明景观形状的复杂性在前一时段逐渐增加,而后一时段

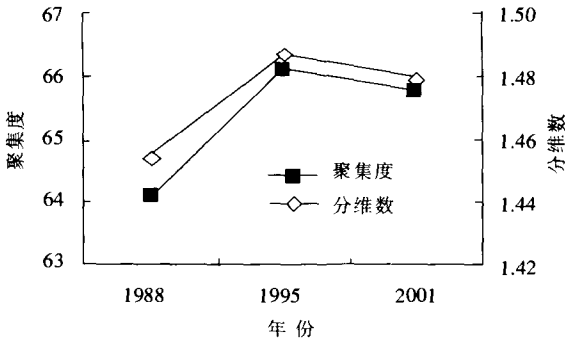


图 2 鹤山市的景观聚集度和分维数

Fig. 2 Contagion and fractal dimension of landscape in Heshan

又略微降低。聚集度指数反映景观类型的聚集程度,当聚集度指数增大时,意味着聚集程度增大。因此,从图 2 可以看出景观聚集度自 1988 到 1995 年逐渐增大,而到 2001 年又有所降低。香农指数则反映景观的多样性,从 1988 到 2001 年,香农均匀性指数和多样性指数均有所降低,说明景观多样性呈减少的趋势(图 3)。这主要由于单一缀块类型支配景观的作用增强,对该区域而言是林地占有突出地位的缘故。

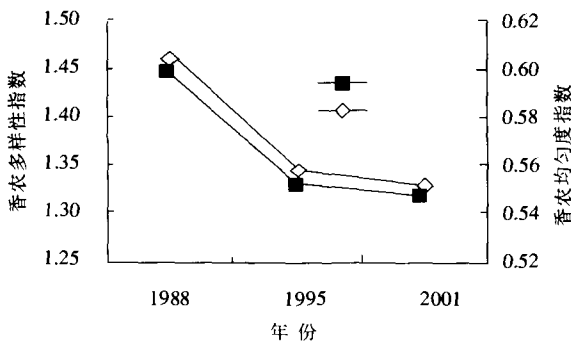


图 3 鹤山市的景观多样性指数

Fig. 3 Diversity index of landscape in Heshan

3.2.2 缀块类型水平上的变化 缀块的密度、边缘密度、缀块数目和平均缀块面积都可以反映各缀块类型的破碎度^[16,17]。1988 到 2001 年间大部分缀块类型的密度、边缘密度、缀块数目等指数普遍增加,而平均缀块面积普遍减小,说明它们的破

碎度逐渐增大,这种破碎度变化既有缀块数目变化的原因,也有缀块面积变化的影响。部分缀块类型的变化有所不同,如疏林的破碎度在 1995 年最高,而 2001 年最低;居民点的变化不大,而荒草地呈反向的变化。

缀块分维数是缀块形状复杂程度的表示,也与人类的干扰有关。鹤山市的分维数多在 1.5 左右,反映出较复杂的缀块形状。耕地、居民点、水面和荒草地的分维数相对较高,而林地的分维数相对较低,这是因为鹤山的林地多为人工林,即人为的有规律种植,其缀块形状相对比较简单。虽然耕地同样受到人类影响,但因为当地地形关系和不同开垦方式,其缀块形状比林地更为复杂。从 1988 到 2001 年耕地和居民点的缀块形状复杂性逐年增大,而荒草地和水面缀块的形状复杂性逐年减小(表 1)。

表 1 1988、1995 和 2000 鹤山市景观缀块类型指数

Tab. 1 Indices of patch types in 1988, 1995 and 2000

年份	类型	缀块数目 / 个	缀块密度 / 个·km ⁻²	边缘密度 / m·km ⁻²	平均缀块面积 / km ²	分维数
1988	耕地	74	0.070	3093	4.147	1.614
	林地	75	0.071	1348	4.922	1.428
	疏林	157	0.149	1995	1.756	1.532
	荒草地	42	0.040	442	1.075	1.685
	居民点	30	0.029	85	0.215	1.544
	水面	174	0.166	519	0.263	1.646
其他用地	20	0.019	36	0.108	1.434	
1995	耕地	158	0.150	3182	1.830	1.615
	林地	252	0.240	2646	2.205	1.449
	疏林	213	0.203	1069	0.467	1.498
	荒草地	23	0.022	352	1.624	1.696
	居民点	28	0.027	143	0.416	1.663
	水面	218	0.207	573	0.220	1.628
其他用地	38	0.036	102	0.266	1.357	
2001	耕地	250	0.238	3328	1.009	1.605
	林地	213	0.203	2972	2.748	1.481
	疏林	119	0.113	1127	0.956	1.573
	荒草地	16	0.015	81	0.429	1.541
	居民点	46	0.044	194	0.314	1.640
	水面	534	0.508	1031	0.114	1.590
其他用地	87	0.083	204	0.199	1.304	

从景观格局变化速率看,各种类型缀块的变化速率各不相同,尤其对几种优势缀块类型,如耕地、林地、疏林等而言,这种差异更加明显。若将 1988

到 1995 年视为第一阶段,1995 到 2001 年视为第二阶段,那么耕地在第二阶段减少的面积多于第一阶段,而缀块数目、缀块密度、边缘密度的增加值却大于第一阶段,而分维数的变化率相同。这说明耕地在 1995 到 2001 年间的变化更为明显,面积大幅度减小,破碎度显著增加。同样,水面在第二阶段的变化也相对较大,主要体现在缀块面积和数量的迅速增加。由此判断 1995 到 2001 年间,鹤山市农业格局的变化较显著。林地的变化同耕地不同,在第一阶段的变化速率更大,面积增加近 200 km²,缀块数目、密度和边缘密度也有较大幅度的增加,而第二阶段的变化相对较小,这说明从 1988 到 1995 年,鹤山市在林业建设方面成绩非常突出。疏林和草地的主要变化也发生在第一阶段,与林地的变化相对应。居民点在第一阶段的面积变化速率略大,而在第二阶段其他指数的变化略大。

3.3 景观格局的空间演化

转移矩阵可以更详细地说明景观格局的空间演化特征。从表 2 中可以看出,林地的变化率最小,

表 2 鹤山市 1988 到 2001 年景观类型的转移矩阵

Tab. 2 Landscape transition matrix from 1988 to 2001

变化率(%)		A	B	C	D	E	F	G
A	转变率	54.18	25.43	10.67	0.93	2.08	5.92	0.79
	实现率	66.02	12.97	28.92	38.98	44.77	31.69	14.09
B	转变率	5.04	91.15	1.50	0.42	0.03	0.73	1.13
	实现率	7.82	59.13	5.17	22.36	0.84	4.95	25.74
C	转变率	16.96	58.48	18.07	0.95	0.57	1.90	3.07
	实现率	18.00	25.97	42.67	34.74	10.74	8.86	47.63
D	转变率	27.61	11.80	50.28	0.56	2.00	3.62	4.12
	实现率	5.24	0.94	21.25	3.69	6.70	23.02	11.45
E	转变率	33.93	6.59	4.17	0.00	50.40	4.80	10.10
	实现率	0.88	0.07	0.24	0.00	23.04	0.55	0.04
F	转变率	11.32	11.51	3.22	0.04	3.60	69.87	0.43
	实现率	1.87	0.80	1.19	0.23	10.52	50.88	1.05
G	转变率	18.91	31.69	27.54	0.00	20.89	0.97	0.00
	实现率	0.17	0.12	0.56	0.00	3.38	0.04	0.00

注:A. 耕地;B. 林地;C. 疏林地;D. 荒草地;E. 居民点;F. 水面;G. 其他用地。

1988 年有 91.15% 的林地未发生变化,而有 5.04% 转变成耕地;同时 2001 年的林地中有 25.97% 来自疏林地,有 12.97% 来自退耕还林。有 54.18% 的耕地保留至 2001 年,其余增加变化部分是:23.24% 来自疏林和荒草地的开垦,7.82% 由林地转变而来。

疏林和荒草地的变化都比较大,其中有 50.28% 的荒草地转变成疏林,而有 58.48% 的疏林转变成了林地,此外有 27.65% 的荒草地和 16.96% 的疏林地被开垦成耕地;同时 2001 年的疏林和荒草地有很大一部分来自耕地,分别占 28.92% 和 38.98%,也有部分来自林地的退化。水体的变化部分主要来源于耕地,而居民点的增加部分也主要由耕地转变而来。

转移矩阵反映出 1988 到 2001 年鹤山市景观格局空间演化的一些规律。总的说来,各种缀块类型之间都有一些互变存在,如耕地和林地之间的互变,林地和疏林之间的互变,居民点和耕地的互变,但其中有一些变化处于主导地位,主要演化规律是:荒草地→疏林地→林地;未利用地/荒草地→耕地→居民点/林地。这也透射出鹤山土地利用的变化规律和管理策略,即城市建设占用大量的耕地,而通过开垦荒草地和未利用地以及一些农村的宅基地来实现耕地的总量平衡;基本保持原有林地,此外通过退耕还林和植树造林来增加林地面积。在 1988 年的基础上,有大量的荒草地和疏林地转变成了林地。这进一步验证了前面的分析,显示出鹤山植被恢复工作的成效。

4 小结

景观指数分析揭示了鹤山市的景观格局特点,不同时段叠加分析说明鹤山市景观格局具有动态变化特点。这是各种生物和非生物过程长期综合作用的结果,与人类的生产生活具有密切的关系,同时也在一定程度上反映社会发展状况。

通过分析可以看出,近 20 年来,鹤山市植被恢复工作效果明显,尤其是 1988 到 1995 年期间,林地覆盖率显著提高。同时,鹤山也是一个农业生产占据重要位置的区域,其耕地面积占全市面积的 25% 左右,这与鹤山市作为“广东省商品粮基地”的地位密切相关。但近年来农业生产结构有所改变,水产业的比重逐渐增加。在所研究时段里,城市化的进程相对比较缓慢。

鹤山市景观的形状比较复杂。景观破碎度逐渐增大,多样性降低,聚集度也有一定幅度的降低,这在一定程度上反映人类的干扰活动逐渐增加。

景观格局空间演化比较复杂,但有一定的规律可循。总的趋势是:荒草地→疏林地→林地;未利用地/荒草地→耕地→居民点/林地。目前,仍有相当比例的疏林地和荒草地。因此一方面要加强林地保育工作,继续开展植树造林,另一方面充分开发利用

荒草地。在加速城市化进程时,必须考虑耕地的总量控制和生态环境的保护,从而有效保证区域的可持续发展。

参考文献:

- [1] 岳德鹏,王冬梅,赵廷宁,等.北京市大兴县北臧乡景观格局及生态变化的研究[J].北京林业大学学报,1997,19(2):35-41.
- [2] Turner M G, Ruscher C L. Changes in landscape patterns in Georgia, USA[J]. Landscape Ecology, 1988, 4:241-251.
- [3] 曾辉,唐江,郭庆华.珠江三角洲东部地区小城镇景观动态变化研究——以东莞市常平镇为例[J].应用基础与工程科学学报,1998,6(2):125-133.
- [4] 肖笃宁,赵羿,孙中伟,等.沈阳西郊景观格局变化的研究[J].应用生态学报,1990,1(1):73-83.
- [5] 王宪礼,肖笃宁,布仁仓,等.辽河三角洲湿地的景观格局分析[J].生态学报,1997,17(3):317-323.
- [6] 高峻,宋永昌.上海西南城市干道两侧地带景观动态研究[J].应用生态学报,2001,12(4):605-609.
- [7] 宇振荣,谷卫彬,胡敦孝.江汉平原农业景观格局及生物多样性研究——以两个村为例[J].资源科学,2000,22(2):19-23.
- [8] 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.
- [9] 谢志宵,肖笃宁.城郊景观动态模型研究——以沈阳市东陵区为例[J].应用生态学报,1996,7(1):77-82.
- [10] 田光进,张增祥,张国平,等.基于遥感与GIS的海口市景观格局动态演化[J].生态学报,2002,22(7):1028-1034.
- [11] 中共鹤山市委,鹤山市人民政府.鹤山概览[EB/OL].鹤山信息网:www.gdheshan.gov.cn/qxfq.asp.2003-08-15.
- [12] McGarigal K. Landscape pattern metric. www.umass.edu/landeco/pubs/Fragmetrics_short.pdf.2003-06-09.
- [13] 张林艳.鼎湖山自然保护区植被景观变化[D].北京:中国科学院研究生院,2004.43-44.
- [14] 史培军,陈晋,潘耀忠,等.深圳市土地利用变化机制研究[J].地理学报,2000,5(2):151-160.
- [15] 饶胜,方精云,崔海亭,等.最近10年鄱阳湖区土地利用格局的时空变化[J].长江流域资源与环境,2002,11(5):421-426.
- [16] Daolan Zheng, David O, Wallin, et al. Rates and patterns of landscape change between 1972 and 1988 in the Changbai Mountain area of China and North Korea[J]. Landscape Ecology, 1997, 12:241-254.
- [17] Lutz Tischendorf. Can landscape indices predict ecological processes consistently? [J]. Landscape Ecology, 2001, 16:235-254.

A STUDY ON THE DYNAMIC CHANGES OF THE LANDSCAPE PATTEM IN HESHAN

ZHOU Xia^{1,2}, LIAO Sheng-dong², LIAO Qi-fang²

(1. College of Resources and Environment, GSCAS, Beijing 100049, China;

2. Guangzhou Institute of Geography, GDAS, Guangzhou 510070, China)

Abstract: Landsat TM images in 1988, 1995 and 2001 are used to analyze the changes of the landscape pattern in Heshan City of Guangdong Province. Several landscape indices are calculated with FRAGSTATS software, which include number and size of patches, percentage of landscape, mean patch size, patch density, edge density, perimeter-area fractal dimension, contagion index and diversity index. Moreover, the transition matrix for landscape pattern from 1988 to 2001 is obtained by using "overlying" of ARC/INFO software. Results show that the landscape pattern has greatly been changed from 1988 to 2001. The landscape of Heshan has become more fragmented and less various, and every patch type has its own change characters. The transition matrix shows the trend of landscape pattern succession. Generally speaking, the grassland was gradually substituted by shrub land, and then by forest; or the unexploited land and grassland were substituted by arable land, and then partly by forest or construction land.

Key words: Landscape changes; Patch; Landscape indices; Transition matrix; Heshan