

298-303

第19卷第3期
1999年5月生态学 报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 3
May, 1999

东莞市风岗镇景观人工改造活动的空间分析*

曾 辉 郭庆华 喻 红

(北京大学城市与环境学系 北京 100871)

5732.65
5985.11

摘要 在风岗镇多时段景观结构遥感研究的基础上,根据人工改造活动与景观组分之间的对应关系,构造了人为影响指数这样一个定量描述人工改造活动强度的空间变量,借助人影响指数,利用系统网格采样方法和地统计学分析方法,研究了风岗镇过去10a中的景观人工改造活动,揭示了它的空间变异和强度分布特征,并根据该镇社会经济生产活动的空间特点,特别是城市、农业、新经济开发区等用地类型的开发和分布情况,对人工改造活动的空间特征进行了成因分析。

关键词 景观,人工影响,空间分析,珠江三角洲。

SPATIAL ANALYSIS OF ARTIFICIAL LANDSCAPE TRANSFORM IN FENGGANG TOWN, DONGGUAN CITY

ZENG Hui GUO Qing-Hua, YU Hong

(Department of Urban and Environmental Science, Beijing University, Beijing, 100871, China)

Abstract Based on the multi-temporal landscape remote sensing study in Fenggang Town, Zhujiang River Delta. The analyzed the relations between transforming activities and landscape elements. A spatial variance, Human Impact Index, was raised to express the spatial distribution of artificial transforming strength. Using this index, mesh sampling method, and geostatistics tool, we studied the landscape human impact conditions during the past 10 years, and revealed the spatial characteristics of artificial transforming strength and their relations with the regional social and economic development.

The results indicated that the spatial characteristics of artificial transforming had strong relations with the economic activities in Fenggang Town. In 1988, when agricultural production was the main human impact of Fenggang landscape, the semivariogram of impact index was very low and in short ranges. In 1992 and 1994, both agricultural production and non-agricultural land exploitation were equally important types of human disturbance, the semivariogram was high and in long ranges. Because the north-south belt area were the main exploiting region, the semivariogram was anisotropic from 1986 to 1994, but when the east-west new developing belt area began to be constructed from 1992, it became more and more isotropic.

* 国家自然科学基金(49871070)和北京大学自然科学基金资助项目。

收稿日期:1997-05-30,修改稿收到日期:1998-05-18。

Key words landscape, human impact, spatial analysis, Zhujiang Delta.

近年来,随着对受人工影响显著的景观类型研究的不断深入,人工改造活动引起景观结构、功能和动态变化的规律性不断被揭示出来^[1~2]。人工管理和开发强度及类型的空间差异,无疑是受影响景观结构、功能空间差异的主要因素,特别是那些人为活动占绝对优势的景观中,二者之间的因果关系更加显著^[3]。本文以广东省东莞市凤岗镇为例,在景观结构遥感分析基础上,探讨该地区过去10a中景观人工改造活动的空间特征。

1 工作区基本概况及景观结构特点

1.1 工作区基本概况

凤岗镇位于珠江三角洲的东部,东莞市的东南部地区,是东莞市距深圳市距离最近的镇(图1)。改革开放以来,全镇国民经济保持持续、快速、健康发展,社会经济的活动密度不断增加,对原有的景观形成强烈的改造作用(表1)。

1.2 工作区景观结构的基本特点

利用 TM 卫星遥感 CCT 磁带数据和 GIS 软件 MICSIS,对凤岗镇进行了人工监督下的机助最大似然法景观组分遥感分析。研究中将凤岗镇的景观组分分为9类:即建成区(完成建设工作的城镇地区)、新开发区(完成三通一平的新增城镇建设用地)、水体(面积较大的水库和河流等)、稻田、旱地(丘陵和低山地区的旱作农业用地)、林地(丘陵和低山地区的各种天然植被)、果园(丘陵和低山的荔枝和柑橘园)、裸地(各种建筑取土场所和火烧山)和菜地(居住区附近的集约化菜田)。在进行景观组分的特征信息提取时,为减少一些小面积不规则图斑的不确定性,采取八方向4×4的众值面积过滤法,将小图斑剔除,处理后凤岗镇的景观特征结果如表2所示。

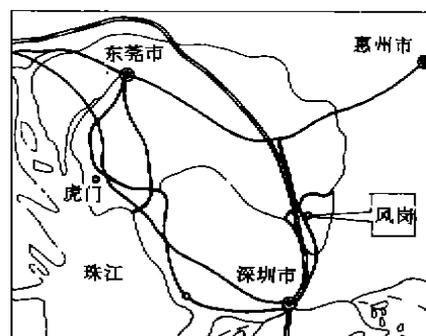


图1 工作区位置图

Fig. 1 The location of working area

表1 凤岗镇社会经济密度变化情况

Table 1 The changing of economic densities in Fenggang Town

年份 Year	人口密度 (people/km ²) Density of population	面积 (km ²) Area	农业产值密度 (10 ⁴ yuan/km ²) Density of agricultural production	工业产值密度 (10 ⁴ yuan/km ²) Density of industrial production	三产比重 Percentage of three industries
1986	39.9	103	6.53	17.8	0.19+0.76+0.05
1992	174.4	103	12.7	161.6	0.28+0.67+0.06
1994	182.2	103	11.8	203.2	0.23+0.66+0.10

从表2可知,1986年凤岗镇景观的总体特色为农业景观,主要景观组分为林地、稻田和果园等少数几种农业用地类型,面积均占全镇总面积的1/4以上。1992年该镇比较典型的农业景观被改造成为城乡交错景观,大面积的农田、果园变为开发区,城镇用地规模大幅度增加。原来占据绝对优势的林地、农田和果园等景观组分的面积比重不断下降,城镇建设用地面积则显著上升。1994年该镇仍维持城乡交错景观特色,稻田、果园、开发区等组分的面积不断减少,城镇、菜地面积则持续增多,但景观变化速度逐渐减慢。

2 研究方法

2.1 人工影响指数

人工改造活动作用的结果是,景观组分的原始自然属性不断降低^[5~6],不同类型的景观组分代表着不同的人工改造强度特征,据此本文利用不同景观组分的面积比重,构造了一个人工影响指数,用于描述一

定区域内的景观人工改造活动强度,计算公式如下:

$$DT = \sum_{i=1}^N \frac{A_i P_i}{TA}$$

式中 DT 为人工改造活动指数, N 景观组分类型的数量, A_i 为第 i 种景观组分的总面积, P_i 为第 i 种景观组分所反映的工人影响强度参数, TA 为景观(样地)总面积。

表2 东莞市东风岗镇景观参数统计结果

Table 2 Statistical results of the landscape indices in Fenggang Town, Dongguan City

年代 Years	性状 Characteristics	林地 Forest	旱地 Upland	菜地 Vegetable	裸地 Nudation	城镇 Town	稻田 Iceland	果园 Orchard	水体 Water
1986	斑块数量 Number of patches	258	154	227	0.00	114	385	340	82
	面积百分比 Percentage of area	34.74	3.35	2.95	0.00	2.24	23.37	25.30	7.55
1992	斑块数量 Number of patches	173	242	128	97	128	361	258	45
	面积百分比 Percentage of area	33.10	9.98	4.46	7.10	11.67	21.52	8.00	4.17
1994	斑块数量 Number of patches	419	333	419	49	190	419	398	27
	面积百分比 Percentage of area	29.80	9.77	13.58	0.75	19.94	15.12	7.56	3.48

人工影响强度参数 P_i 主要依据不同组分的人工管理强度和属性特征,通过专家评估的办法确定(表3)。由人工影响指数计算公式的结构可知, DT 值在0~1之间。某一地区的 DT 值大,表明城镇建设用地等人为活动占优势的景观组分构成比例大,人工改造活动强度也大, DT 值小则意味着景观的人工改造活动强度也小。

2.2 地统计学方法

人工影响指数本身是一种空间变量,可以利用地统计学方法进行空间特征分析。地统计学方法是在经典统计方法的基础上,充分考虑到空间变量的空间变化特征(相关性和随机性),并以变异函数作为工具,来研究空间变量的有关问题。变异函数为区域变量 $Z(x)$ 和 $Z(x+h)$ 增量平方的数学期望,即区域化变量的方差。其通式为:

$$\begin{aligned} 2\gamma(h,1) &= E[Z(x) - Z(x+h)] \\ &= VAR[Z(x) - Z(x+h)] \end{aligned}$$

上式中有2这个因子,因此常把 $\gamma(h)$ 称为半变异函数(semivariogram),式中的 $Z(x)$ 和 $Z(x+h)$ 分别是变量 Z 在空间位置 x 和 $x+h$ 上的取值,半变异函数在应用时的计算公式为:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

式中 $N(h)$ 是在分离距离为 h 时的样本总数^[6]。

半变异函数计算主要有3种模型:线性模型,指数模型和球型模型^[7~9]。本研究的数据结构符合球型模型的计算条件,其定义为:

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= C_0 + (b - C_0)[1.5(h/a) - 0.5(h/a)^3] \\ \gamma(h) &= b & b > a \\ \gamma(0) &= 0 \end{aligned}$$

式中 $\gamma(h)$ 是半变异函数, C_0 为块金, a 为变程, b 为基台值。

利用地统计学分析方法,可以清晰地描述人工影响指数的空间结构特征,从而有助于深入了解景观人

表3 不同景观组分人工影响强度参数

Table 3 The strength indexes of human impact for different landscape elements

景观组 Landscape elements	人工影响强度参数 Strength indexes of human impact
建成区 Developed area	0.98
水体 Water area	0.14
稻田 Paddy	0.55
旱田 Upland	0.46
果园 Orchard	0.45
菜田 Vegetable land	0.59
林地 Forest	0.08
开发区 Developing area	0.68

工改造活动的空间分布、梯度变化和方向性特点。利用地统计学分析结果,通过空间插值方法还可以将工作区内的人工影响状况直观定量表达出来,这对于提高景观定量研究水平具有重要的意义。

2.3 采样方法

为使地统计学计算中各点的人工影响指数能够代表一定区域人工改造活动的综合状况,本文利用覆盖全部工作区的网格进行系统采样,每个样地(网格)的人工改造活动强度计算结果作为样地中心点的值。O'Neill 在关于景观格局指数研究中认为,景观样地的面积应当为斑块平均面积的2~5倍,才能够综合反映采样地点周围景观的格局信息^[10]。根据风岗镇景观斑块的面积情况(不同时段平均斑块面积在0.04~0.06km²),本研究确定采样网格的面积为0.36km²(0.6×0.6km²)。

3 结果及讨论

在忽略地形起伏影响的情况下,通过系统网格采样法得出了各个采样单元中心点的人工改造活动强度值。人工改造活动强度的空间结构特征可以通过实验半变异函数计算和理论半变异函数拟合进行研究(图2),函数本身的结构特征可以清晰地反映出风岗镇人工影响指数的空间分布形式与区域分异规律。由图2可见拟合的结果相当好,说明风岗镇景观人工影响指数有明显的结构特征,即存在着显著的空间自相关关系^[7]。

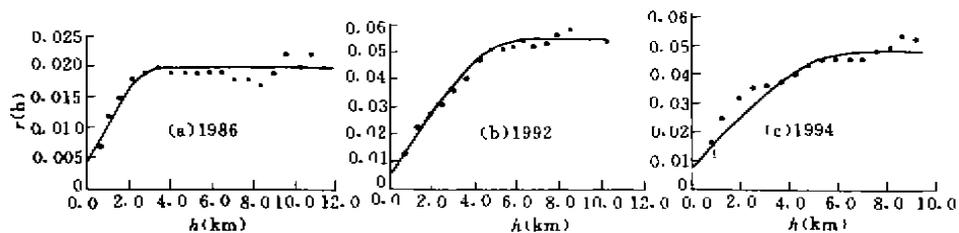


图2 人工影响指数的实验(·)与理论半变异函数(—)

Fig. 2 The experimental(·)and theoretical semivariograms(—)of human impact indexes

a,b,c 分别为1986、1992、1994年人工影响指数的理论和实验半变异函数 a,b,c represent the theoretical and experimental semivariograms of landscape artificial transforming activities in 1986,1992 and 1994

3.1 人工影响指数的空间结构分析

表4是风岗镇3个时段人工影响指数理论半变异函数的结构参数,从中不难发现,该镇1986年的人工影响特征与1992、1994年相比,出现了质的变化,半变异函数的结构特征均有显著的差异。而1992年与1994年相比,差异则比较小。半变异函数的这种变化,一方面反映了该镇1986年的农业景观和1992~1994年的城乡混合景观之间的驱动力方面的机制性差异;另一方面也体现了两种景观中人工改造活动作用的方式明显不同。

基台值的大小反映了人工影响指数在空间的变化快慢^[6]。1986年的基台值只有0.016,说明当时的人工改造活动强度在空间的变化非常缓慢,这是由于1986年风岗镇还保持着比较传统的农业景观特色,人工改造活动的主要方式是农业经营,因此不同采样网格之间的人工影响强度差异比较小。1992~1994年期间基台值显著增加,表明干扰指数在空间出现急剧变化,意味着空间不同地点的人工改造活动强度差异性程度增加,这无疑体现了城乡混合景观的特色。在这类景观中,人工改造活动有两种主要方式,即农业经营活动和城镇建设活动。由于该镇1992~1994年期间的城乡混合景观中同时存在着高、中、低强度人工改造活动斑块类型,且高强度人工改造活动斑块类型(城镇建设用地和开发区等)的面积比重逐渐增大,导致基台值显著增高。1992年和1994年的基台值未出现明显变化,说明这期间的人工改造活动在方式和强度上均未发生显著变化。其中1994年的基台值有轻微减少,表明全区人为改造活动的整体水平提高,空间强度分布趋于均匀。

表4 人工影响指数的理论半变异函数

Table 4 Theoretical semivariograms of human impact indexes

年代 Years	块金 Nugget	基台值 Sill	变程(km) Range
1986	0.004	0.016	3.5
1992	0.005	0.05	6.3
1994	0.008	0.04	6.7

变程反映了人工改造活动在空间的相关性^[4],这种相关性尤其受到以不同行政区为单元的特定行政管理工作的强烈约束。1986年风岗镇的人工改造活动主要是农业经营活动,低层次行政单元的农业经营活动即可以显示出局部特征差异,因此3.5km的变程大致相当于一个管理区(村)级行政单元的管理范围。1992~1994期间的大规模非农业用地开发建设活动,使管理区级行政单元的景观人工改造活动的差异减小,对于景观结构产生显著约束作用的主要是中尺度的地形差异或经济发展轴心的走向等,因此人工改造活动空间相关性距离急剧增加到6.3~6.7km,表明全镇的景观人工改造活动不断趋于均匀化。

3个时段人工影响指数的半变异函数中都存在块金现象,说明风岗镇景观人工改造活动强度的空间分布还存在着细尺度的结构,这种特征是目前这种分析尺度所无法揭示的。

3.2 人工影响指数的异向性特征分析

由于景观人工改造活动受地形、城镇中心区、道路和行政边界等因素的影响,因此,人工影响指数在空间的分布也会随着上述条件的变化而出现显著的异向性特征。本研究分别计算了N-S与W-E两个方向的半变异函数(表5)。

由表5可知,1986~1994年人工影响指数半变异函数的长轴方向均为N-S走向,但异向性程度不断降低。景观人工改造活动一般是由居民点开始向外部逐渐扩散,强度不断递减,人工影响指数半变异函数的上述异向性特征,恰好反映出风岗镇过去10a来景观人工改造活动的变化情况。风岗镇传统的社会经济发展轴心是N-S方向的东深公路沿线地区,受深港地区社会经济发展的带动作用,这一轴心地带不断得到强化,因而成为景观人工改造活动分布的长轴方向。但是从1992年开始,沿E-W方向另一条干线公路发育起来的新开发带成为风岗镇社会经济活动的另一个次级轴带。到1994年该带状该区域的开发规模与N-S向开发带规模基本相当,致使整个风岗镇景观人工改造活动空间分布的均匀性不断增加,半变异函数的异向性特征不断

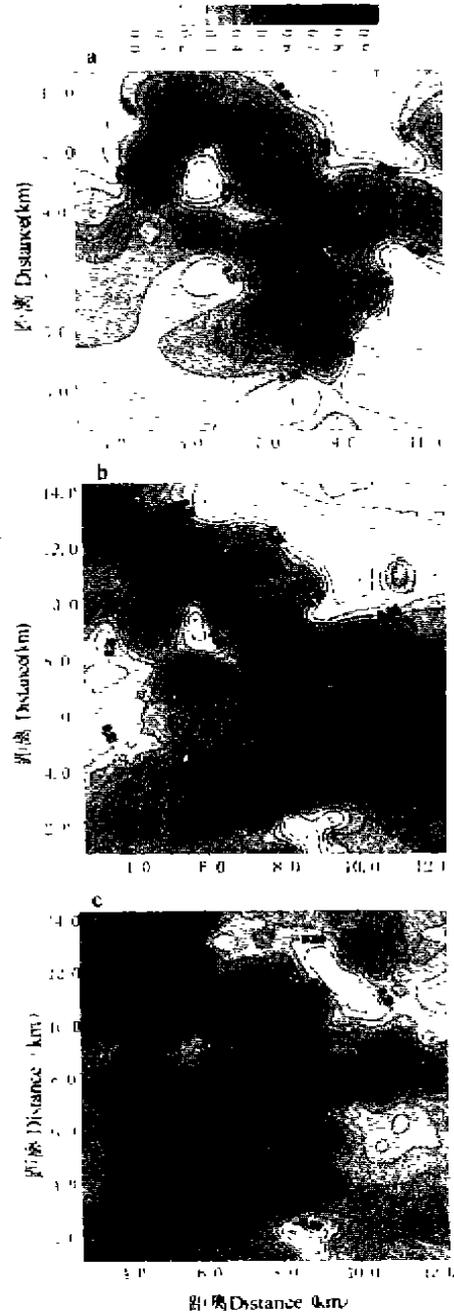


图3 人工影响指数的空间分布

Fig. 3 The spatial distribution of human impact indexes(1988(a)、1992(b)、1994(c))

减少。

表5 人工影响指数半变异函数的方向性特征

Table 5 The direction characteristics of semivariogram of human impact indexes

年代	基台	长轴方向	长轴变程(km)	短轴变程(km)	异向性
Years	Sill	Direction of long axis	Range of long axis	Range of short axis	Variability of direction
1986	0.016	N-S	6.1	3.4	1.79
1992	0.05	N-S	6.7	4.2	1.60
1994	0.04	N-S	7.4	5.4	1.37

3.3 景观人工改造活动强度的空间分异

根据人工影响指数半变异函数的计算结果,利用插值法得到的凤岗镇景观人工改造活动的空间分布情况如图3所示,从中可以清晰地看出凤岗镇南北向和东西向两个带状开发区域的发育进程。

4 结论

本研究可以得到以下几个结论:

1) 过去10a来,凤岗镇的景观特征发生了显著变化,1986年为较典型的农业景观,1992~1994年期间为城乡混合景观类型。

2) 1986年该镇景观人工改造活动的方式主要是各种农业经营活动,主要特点是改造强度的空间差异比较小;1992年以后农业经营活动和城镇开发建设活动同时成为景观改造的主要类型,改造活动的空间强度差异显著增加。

3) 行政管理单元的大小、地形条件和经济发展轴带的走向对于景观人工改造强度的空间分异和相关性特征有显著影响;由于管理区级行政单元对于该镇景观人工改造活动的约束作用不断降低,加上东西向新经济开发带的不断发展,凤岗镇景观人工改造活动的均匀性不断增加。

4) 地统计学分析方法,可以很好地说明空间变量的内在结构规律。本研究表明,如能够合理地将景观特征变量空间化,就可以利用该方法半定量地揭示景观的深层次规律性。

参 考 文 献

- Ahern J. Planning for an extensive open space system; Linking landscape structure and function. *Landscape Ecology*. 1991, 6(1~2): 131~145
- Cooper A. Multivariate land class and land cover correlation in Northern Ireland. *Landscape and Urban Planning*. 1995, 31(1): 11~19
- Vos W. Recent landscape transformation in the Tuscan Apennines caused by changing land use. *Landscape and Urban Planning*. 1993, 24(4): 63~68
- LaGro J A, DeGloria S D. Land use dynamics within an urbanizing non-metropolitan county in New York State (USA). *Landscape Ecology*. 1992, 7(4): 275~289
- Yoshiko A, Dieter M D. A landscape perspective of the Hawaiian rain forest dieback. *Journal of Vegetation Science*. 1995, 6(4): 449~464
- Warren B C, Thomas A S. Semivariograms of digital imagery for analysis of conifer canopy structure. *Remote Sens. Environ.* 1990, 34(2): 167~178
- SHU T. Kriging and mapping of copper, lead and mercury contents in surface soil in Shengzhen area. *Water, Air and Soil Pollution*. 1995, 83: 161~172
- 王丽玖,等. 环境水文地质理论及方法研究. 北京:地质出版社,1987
- 徐吉炎,等. 土壤调查数据地域统计的最佳估值研究——章武县表层土全氮量的半方差图和块状 Krigging 估值. *土壤学报*, 1983, 20(4): 419~430
- O'neill R V *et al.* Scale problems in reporting landscape pattern at the regional scale. *Landscape Ecology*. 1996, 11(3): 169~180