

基于RS与GIS的城市化过程中农业 用地景观格局变化研究

章家恩¹, 饶卫民^{1,2}, 肖红生¹, 周庆¹

(1 华南农业大学 热带亚热带生态研究所, 广东 广州 510642; 2 广东省佛山市农业局, 广东 佛山 528000)

摘要:利用1988、1997和2002年3期的TM遥感影像数据和地理信息系统(GIS)技术得到广州市白云区农业用地景观变化图,计算各时期农业用地景观格局指数。通过比较分析,发现1988~2002年白云区农业用地景观面积急剧萎缩,主要向水体、城镇用地和开发用地转移,农业用地景观的斑块数、破碎度、分离度、形状指数趋于升高,斑块的平均面积和周长不断减少。采用逐步回归法对影响农业用地景观变化的内在因素进行了分析,结果表明农业用地景观类型的转化主要与高程、坡度、距城市中心距离、距城镇用地距离、距林地距离有关,其中以高程、距城镇用地距离、距城市中心距离影响最甚。

关键词:RS; GIS; 景观格局; 白云区; 动态变化

中图分类号:TP79;F293.2

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2005)04-0106-04

Change of farmland landscape pattern in urbanization process based on RS and GIS technologies

ZHANG Jia-en¹, RAO Wei-min^{1,2}, XIAO Hong-sheng¹, ZHOU Qing¹

(1 Institute of Tropical and Subtropical Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Foshan Agricultural Bureau of Guangdong Province, Foshan, 528000, China)

Abstract: Baiyun region, a district of Guangzhou was taken as a case study area. Based on the interpretation of Landsat-TM data (with three digital images taken in 1988, 1997 and 2000, respectively) and GIS technologies, dynamic changes of farmland landscape types were attained and some landscape pattern indices were computed and analyzed. The results showed that farmland landscape area shrank rapidly, and mainly converted into water, town and other development lands from 1988 to 2002. The number of patches, fragmentation degree, dispersion degree and shape index were increasing, but the mean area and mean perimeter of patches were decreasing. The factors that influenced changes of farmland landscape were also analyzed by using step regression method, the results indicated that there was a correlation between changes of farmland landscape types, elevation and slope, the minimum distances from farmland to the cores of town, to urban area and traffic lines, and to forests.

Key words: RS; GIS; landscape pattern; Baiyun district; dynamic change

城郊农业用地是城市地区的一种重要的景观类型,它起着重要的生态服务功能,包括改善和调控城市生态、净化空气、调节气候、保持水土、美化环境等。合理的农业用地景观的空间格局对于减少农业面源污染、对城市防灾、减灾有着极其重要的作用。随着城市化、城乡一体化和工业化的高速发展,城市

收稿日期:2004-09-03

作者简介:章家恩(1968-),男,博士,副教授; E-mail: jeanzh@scau.edu.cn

基金项目:广东省自然科学基金资助项目(010286);中国科学院长春净月潭遥感站开放基金;广东省科技计划项目(2004B20101017和2002C5050201);国家科技攻关计划项目(2001BA512B07);美国洛克菲勒兄弟基金会资助项目

区域内及其周边地区的农业用地急剧萎缩,农业用地在空间上的分布格局发生着巨大变化. 本研究应用遥感技术(RS)、地理信息系统技术(GIS)和景观生态学(Landscape Ecology)方法原理监测了广州市白云区农业用地景观格局变化,探讨了其空间演变规律,旨在为城市土地的可持续利用及其生态环境建设提供依据.

1 研究区概况

广州市白云区位于广东省的政治、经济、文化和交通中心——广州市中心区西北部. 地理坐标介于 $113^{\circ}8' \sim 113^{\circ}5' E$, $23^{\circ}10' \sim 23^{\circ}26' N$ 之间,东接增城市和天河区,南接广州市中心区,西邻花都市,北邻从化市,东西长约45 km,南北宽约36 km,土地总面积为 872.4 km^2 . 白云区地处珠江三角洲平原北部,地势东高西低,流溪河从东部贯穿而过. 东部为丘陵地,最高峰为帽峰山,海拔534.9 m,中部是平原地区,从东至西,依次呈丘陵、平原的阶梯状地貌. 白云区属典型的亚热带气候,炎热多雨,长夏无冬,雨量充沛,年平均降雨量为2 728 mm,主要集中在4~9月;年平均气温 21.1°C ,1月平均气温 12.1°C ,7月平均气温 28.5°C .

2 研究方法

2.1 数据来源

本研究选用 Landsat-TM 和 ETM⁺ 遥感影像作为影像数据源,分别获取了1988年12月10日、1997年8月29日(为 Landsat TM)和2002年11月7日(为 ETM⁺)覆盖白云区的3个时相遥感影像数据(轨道号为122/44). 另外,还获取了白云区1:50 000地形图和1993、1999、2001年3时期的1:10 000白云区土地利用图.

2.2 遥感影像处理与分类

首先,选取10个地面控制点,运用二元二次多项式对3个时相的影像图进行几何精纠正,3个时相影像的投影采用高斯克吕格投影,坐标系采用北京54坐标系. 然后,用白云区行政边界裁剪影像,得到3个时相的白云区遥感影像图. 之后对3时期的TM遥感影像分别以RGB543组合进行彩色合成,线性拉伸,以供目视判读和遥感分类用. 最后,结合野外实地调查数据和相应的图件资料,采用逐级分层分类法^[1],把研究区分成以下8种景观类型. 1988、1997和2002年3个时相的Kappa指数分别为0.716、

0.770和0.773,均高于最低允许判别0.7的要求^[2]. 在此分类结果的基础上,应用ARC/INFO进行数据处理与分析.

选择破碎度指数(fragmentation)^[3~5]、斑块形状指数(patch shape index)^[7,8]和分离度指数(separation index)^[5~8]作为景观格局指数.

2.3 土地利用景观类型的内在变化机制研究方法

参照史培军的方法^[2],分别求出1988~1997年、1997~2002年农业用地景观类型向其他土地利用景观类型转移的比率作为因变量,以表示土地利用景观现状对土地利用景观类型变化影响的主要因素作为自变量. 在ARC/INFO下以像元为单位求出各像元的上述参数值,然后求出各类型斑块的平均值,用SAMPLE函数采样,把采样的数据导入SAS系统用逐步回归法分析^[2].

3 结果与分析

按上述分类步骤,提取了农业用地景观类型(图1),在ARC/INFO地理信息系统支持下,统计计算了农业用地景观转移为其他景观类型面积、农业用地景观斑块特征及其景观格局指数.



图1 1988、1997、2002年广州市白云区农业用地分布图

Fig. 1 Distribution of farmlands of Baiyun district in 1988, 1997 and 2002

3.1 农业用地景观变化转移分析

根据统计分析结果可知,白云区的农业用地数量不断减少,农业用地不断向其他土地利用景观转移. 从1988年的 327.42 km^2 减少到1997年的 284.55 km^2 和2002年的 223.56 km^2 . 这些减少的土地主要是转移成了水体(如养殖坑塘)、开发用地、城镇用地和果园. 1988~1997年,分别有12.18%的农业用地转为水体,9.08%转为开发用地,5.24%转为城镇用地,8.82%转为果园. 1997~2002年,分别有6.36%的农业用地转为水体,9.35%转为开发用地,7.51%转为城镇用地,13.02%转为果园(表1). 说明随着经济和城市化的发展,大量的农业用地向产值较高的养殖坑塘和城镇用地转变. 从农业用地转化的空间分布上看,损失的农业用地主要分布在交通方便、距城镇近的地方,这些土地较为平坦和肥沃,结果不仅导致了农业用地在数量上的大幅度减少,而且也造成了农业用地整体质量的下降.

表 1 广州白云区 1988 ~ 1997、1997 ~ 2002 农业用地景观类型转移情况
Tab.1 Transferring properties of farmland landscape types in Baiyun district,
Guangzhou from 1988 to 1997 and from 1997 to 2002

年份 year	项目 item	林地 forest	果园 orchard	农业用地 farmland	水体 water area	开发用地 exploited land	灌草地 grassland	城镇用地 town area	交通用地 traffic land	裸地 barren land
1988 ~ 1997	农业用地 farmland/km ²	5.10	28.88	198.22	39.88	29.72	5.37	17.16	1.78	1.27
	转移百分比 transferring percent/%	1.56	8.82	60.55	12.18	9.08	1.64	5.24	0.54	0.39
1997 ~ 2002	农业用地 farmland/km ²	10.60	37.63	158.45	18.37	27.03	3.70	21.70	1.15	10.40
	转移百分比 transferring percent/%	3.67	13.02	54.82	6.36	9.35	1.28	7.51	0.40	3.60

3.2 农业用地空间景观格局变化

利用景观类型斑块面积把白云区农业用地景观划分为 6 个等级,分析白云区 1988、1997 和 2002 年 3 个时相农业用地景观类型斑块大小的等级构成及其变化(图 2)。静态地看,农业用地景观类型 3 个时相的斑块等级均以 0.002 ~ 0.005 km² 的 b 级占优势。动态的看,由于超大斑块的农业用地破碎化加剧,生成多个中大斑块,再加上许多小斑块农业用地向其他景观类型转变,使小斑块占优势程度逐渐变弱,而较大斑块占优势程度缓慢增强。

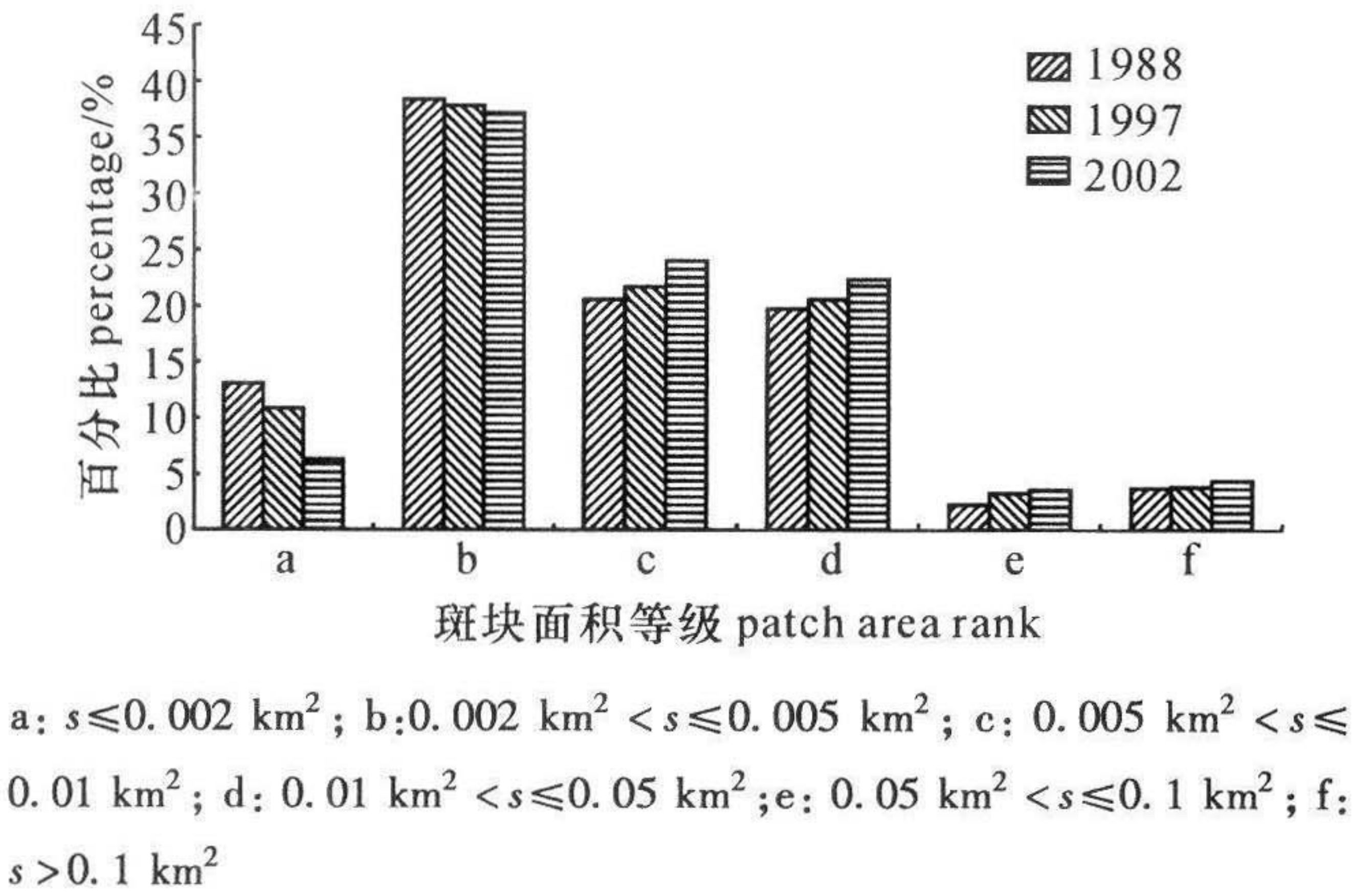


图 2 白云区 1988 ~ 2000 年农业用地景观斑块等级结构变化

Fig. 2 Changes in the patch size of farmland landscape types from 1988 to 2002 in Baiyun district

农业用地的斑块数在 1988 ~ 2002 年期间不断增加,由 1988 年 2 425 个增加至 4 152 个,至 2002 年,斑块数增加到 4 598 个;斑块平均面积和斑块平均周长呈不断减少趋势,分别从 1988 年的 13.50 hm²、2 702.33 m,减少至 1997 年的 6.85 hm²、1 812.96 m 和 2002 年的 4.86 hm²、1 441.14 m。

1988 ~ 2002 年,农业用地面积不断减少,由于经

济发展和城市化的驱动,城镇与工厂建设用地、开发用地和鱼塘占用大量的农业用地,导致农业用地破碎度和斑块之间的距离都在增加。破碎度、分离度分别由 1988 年的 0.23、0.22 增至 1997 年的 0.39、0.33 和 2002 年的 0.43、0.44(表 2)。

3.3 农业用地景观类型变化的影响因素分析

通过农业用地景观类型变化的影响因素的相关分析发现,农业用地转化为果园的概率与农业用地距城镇用地、裸地、城市中心的距离和农业用地所处高程、坡度呈正相关关系,与农业用地距林地、果园的距离呈负相关关系。农业用地转化为水体的概率与农业用地距城镇用地、果园、城市中心的距离和农业用地所处高程呈正相关关系,与农业用地距水体、林地、距离呈负相关关系。农业用地转化为开发用地的概率与农业用地距果园、开发用地、城市中心的距离和农业用地所处高程、坡度呈正相关关系,与农业用地距城镇用地、交通线的距离呈负相关关系。农业用地转化为城镇用地的概率与农业用地距水体、林地、果园的距离和农业用地所处高程、坡度呈正相关关系,与农业用地距城镇用地、交通线、城市中心的距离呈负相关关系(表 3)。

白云区地处广州郊区,随着白云区的经济发展和人口增长,城镇用地、水体等经济效益高的土地利用景观向较高高程区位扩张日益强烈,因白云区可开发的低平农业用地较多,农业用地所处坡度、高程目前并没成为制约农业用地向开发建设景观转变的首要因子;近年来随着政府加强对坡度大的山地植被恢复治理,高程和坡度大的农业用地正被改造成果园和林地等自然景观,因此高程、坡度成为这一转化的主要限制因子;水源是水体景观形成的主要因子,因此邻近河流和湖泊的农业景观较易转化为水体;同样城镇的形成需要有较好的交通条件,距交通线的距离也是影响农业

用地向城镇用地转化的重要因子.

表2 1988、1997、2002年白云区农业用地斑块特征及景观格局指数

Tab. 2 Pattern indices and patch characteristics of farmland landscape types in 1988,1997 and 2002 in Baiyun district

年份 year	斑块数 patch number	斑块面积 mean area of patch /hm ²	斑块周长 mean perimeter of patch/m	破碎度指数 fragmentation index	分离度指数 separation index	斑块形状指数 patch shape index
1988	2 425	13.50	2 702.33	0.23	0.22	1.49
1997	4 152	6.85	1 812.96	0.39	0.33	1.53
2002	4 598	4.86	1 441.14	0.43	0.44	1.56

表3 农业用地景观类型变化的影响因素回归分析(1988-2002)¹⁾

Tab. 3 Regression analysis of influence factors for changes of farmland landscape types from 1988 to 2002

景观类型 landscape type	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
林地 forest	369.94	-0.33 ⁵	1.20 ²		-0.93 ⁴							19.09 ¹	54.06 ³
果园 orchard	-200.21		0.91 ³		-1.36 ²	-2.93 ⁶		0.13 ⁷			0.03 ⁵	21.86 ¹	109.83 ⁴
水体 water area	-46.65	-0.47 ¹	0.93 ²		-0.57 ³	0.92 ⁴					0.02 ⁵	29.00 ⁶	
开发用地 exploited land	158.40		-0.25 ⁷			0.82 ³			0.50 ⁶	-0.16 ⁵	0.01 ⁴	26.19 ¹	77.92 ²
灌草地 grassland	119.16				0.71 ⁴		-0.36 ⁵	-0.19 ³				24.74 ¹	72.92 ²
城镇用地 town area	943.27	0.36 ⁷	-1.12 ⁶		0.85 ³	1.72 ¹				-0.69 ²	-0.02 ⁵	53.50 ⁴	
裸地 barren land	-95.45							-0.37 ³	-0.65 ⁴		0.04 ²	25.62 ¹	

1)表中数据上标值为因子影响度排序值. 以上回归系数均达到5%的显著水平;B. 常数项 constant,C~L 分别指距水体最近距离、距城镇用地最近距离、距农业用地最近距离、距林地最近距离、距果园最近距离、距灌草地最近距离、距裸地最近距离、距开发用地最近距离、距交通用地最近距离、距城市中心最近距离 C-L is the minimum distance from farmland to water, to town, to farmland, to forest, to orchard, to grassland, to barren land, to exploited land, to traffic land, to core of town respectively; M. 高程 elevation; N. 坡度 slope

4 结论

从上述景观分析结果可以看出,1988~2002年,随着经济发展和人口增长,广州城市不断扩张,白云区农业用地流失严重,其格局愈来愈破碎化并呈离散状态. 在研究期内,随着以城镇用地景观的扩张和侵入,作为半自然半人工的农业用地景观,其保持生物多样性等生态服务功能将不断削弱.

建设资金的大量涌入、人口增长和产业结构调整等社会经济变化,这些外在驱动力推动着土地利用景观类型的转化,而交通条件、地形条件和邻域景观类型等内在的因素决定着景观类型在空间上的分布格局. 本研究中农业用地景观类型的转化主要与距城市中心距离、距城镇用地距离、距林地距离和农业用地所处的高程、坡度有关,其中,以高程、距城镇用地距离、距城市中心距离影响最甚.

参考文献:

[1] 胡远安,程声通,贾海峰,等. 利用TM图像逐级分类提取非点源信息[J]. 环境科学,2003,24(1):152-156.

[2] 史培军. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京:科学出版社,2000.99-108.

[3] 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——以山东省东营市为例[J]. 生态学报,1996,16(4):337-344.

[4] SUI D Z, ZENG H. Modeling the dynamics of landscape structure in Asian emerging desakota region[J]. Landscape and Urban Planning,2001,53:37-52.

[5] 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):1 029-1 034.

[6] 陈利顶,傅伯杰,王 军. 黄土丘陵区典型水流域土地利用变化研究——以陕西延安地区大南沟流域为例[J]. 地理学报, 2001,21(1):46-51.

[7] 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. 96-100.

[8] PEARCE M C. Pattern analysis of forest cover in south-western Ontario[J]. The East Lakes Geographer,1992, 27:65-76.

【责任编辑 周志红】