

快速城市化地区土地利用变化研究 ——以广东省东莞市为例

陈红顺^{1,3}, 夏斌^{2,3}

(1. 北京师范大学珠海分校 信息技术学院, 广东 珠海 519087;

2. 中山大学 海洋学院 广东广州 510275; 3. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广州 510640)

摘要:以东莞市为研究区域,利用 1988 年、1995 年、1998 年、2002 年和 2005 年 5 期不同时相的 Landsat TM/ETM⁺ 遥感影像,从土地利用变化幅度、土地利用变化速率、土地利用重心转移和土地利用变化空间分异特征四方面探讨了研究区的土地利用变化。结果表明:(1)1988—2005 年,东莞市土地利用变化总的态势是耕地大幅减少、城镇用地迅速扩张,大量的农业用地转化为城镇用地,城镇用地快速扩张和耕地大量流失是研究区土地利用变化的主要特征。(2)从土地利用变化的空间特征来看,各土地利用类型重心的转移距离都较大,且农业用地的重心转移方向和城镇用地重心转移方向大致相反;耕地分布的空间正相关性明显减弱,城镇用地分布的空间正相关性明显增强。

关键词:土地利用变化;城市化;Landsat;东莞市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)01-0239-04

Analysis of Land Use Change in Rapidly Urbanized Area —A Case Study of Dongguan City, Guangdong Province

CHEN Hong-shun^{1,3}, XIA Bin^{2,3}

(1. School of Information Technology, Beijing Normal University Zhuhai Campus,

Zhuhai 519087, China; 2. School of Marine Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275,

China; 3. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Taking Dongguan City as the study area and applying satellite images of the Landsat TM/ETM⁺ in five different periods, including 10 December, 1988, 30 December, 1995, 22 December, 1998, 7 November, 2002 and 23 November, 2005, we discussed characteristics of land use changes from four aspects including the amount change, change velocity, gravity migration and spatial differentiation. The main results are as follows: (1) during 1988—2005, land use change was indicated by decreasing cultivated land and expanding urban land because a great amount of cultivated land changed into urban land. Rapid expansion of urban land and huge loss of cultivated land are main features of land use change in the study area. (2) Changes also are represented by characteristics of migration of land use critical center and spatial autocorrelation of land use: critical center migration directions of agricultural land are generally opposite to that of urban land, and spatial autocorrelation of cultivated land is reducing and that of urban land is enhancing.

Key words: land use change; urbanization; Landsat; Dongguan City

20 世纪 80 年代以来,我国东南沿海经济处于快速发展时期,特别是珠江三角洲地区,在经济高速发展的同时,也经历了快速城市化进程。在城市化和工业化的带动下,珠江三角洲地区的城镇用地快速扩张导致耕地大量流失,传统以农业用地为主的土地利用格局发生了明显变化,因而成为区域土地利用变化研究的热点区域,如张文忠等^[1]、黎夏^[2]、周静^[3]、闫小

培等^[4]和方元^[5]研究了珠江三角洲地区的土地利用变化。已有的研究结果表明,在城市化和工业化的带动下,珠江三角洲地区的土地利用发生了显著变化,但是由于区域内各城市的自然条件、社会经济条件等方面的差异,珠江三角洲地区的土地利用变化存在明显的空间分异特征。作为珠江三角洲快速城市化的典型地区,东莞市在快速城市化进程中的土地利用变

化有其自身的特点,且更具有代表性,深入研究东莞市在快速城市化进程中的土地利用变化,为研究区今后的土地资源可持续利用、生态环境可持续健康发展提供科学依据,也可以为我国正在经历快速城市化的地区提供有益的参考。

1 研究区域及数据

1.1 研究区概况

东莞市位于广东省中南部、珠江口东岸,地处 $113^{\circ}31'—114^{\circ}15'E$ 、 $22^{\circ}39'—23^{\circ}09'N$ 。境内地貌结构复杂,冲积平原、丘陵台地和山地多种地貌结构并存,属亚热带季风气候,境内河流主要为东江水系。东莞 1985 年撤县建市,1988 年升格为地级市,现辖 28 个镇、4 个街道办事处。全市总面积 $2\,465\text{ km}^2$,截至 2008 年底,常住人口 694.98 万人。改革开放以来,东莞市经济迅速发展,城市化水平迅速提高,城市用地在短期内占用了大量的农业用地。

1.2 数据来源

本文采用基础数据为 Landsat-5 TM(1988 年 12 月 10 日、1995 年 12 月 30 日、1998 年 12 月 22 日和 2005 年 11 月 23 日)与 Landsat-7 ETM⁺(2002 年 11 月 7 日)遥感影像数据,轨道号是 122/44,成像时间为北京时间上午 10:00—11:00,成像时间均为天气晴朗,天空无云。数据获取时已经做过几何校正和辐射校正,无需做进一步的校正可以满足应用。其它辅助数据包括东莞市行政区划图和 1995 年、2000 年 1:10 万标准分幅的广东省土地利用类型图。

1.3 数据预处理

以经过几何纠正的 2002 年 ETM⁺ 遥感影像为参考图像,分别选取 25~30 个控制点,控制点均匀分布于整幅图像中,运用二元二次多项式对 1988 年、1995 年、1998 年和 2005 年的图像进行配准校正,配准的均方根(RMS)误差小于 0.5 个像元。采用双向线性内插法对原图像进行重采样,将各波段的空间分辨率统一调整为 30 m。最后利用东莞市矢量行政区划图提取东莞市的遥感图像。

1.4 土地利用分类

结合东莞市土地利用特点与遥感影像的解译精度,将土地利用类型分为水体、林地、草地、园地、耕地、城镇用地和开发用地共 7 个类型。首先采用波段 543 与波段 432 假彩色合成图像建立遥感解译标志,然后以 1995 年和 2000 年的广东省土地利用数据作为参考建立不同时段遥感影像的分类模板,并用误差矩阵进行模板的精度评价,保证分类模板中不同类别之间的误差矩阵值大于 85%。最后选择最大似然分

类法进行监督分类,然后对遥感影像中解译的结果进行过滤、归并等处理,消除小于 5 个像元的类组,并将其合并到相邻的最大分类中。对解译结果参考广东省 1995 年和 2000 年土地利用类型图并结合野外调查数据进行精度评价,1988 年、1995 年、1998 年、2002 年和 2005 年遥感分类结果总体精度分别为:85.42%,87.03%,88.42%,86.94%,87.92%,Kappa 系数分别为 0.834,0.821,0.832,0.865,0.845,基本能满足应用要求。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化的幅度分析

土地利用变化首先反映在各种土地利用类型的面积变化,面积变化可以反映区域土地利用格局的变化,通过对各种土地利用类型面积变化的分析,可以了解区域土地利用变化总的趋势。根据土地利用分类结果,对 1988—2005 年东莞市各种土地利用类型的面积进行了统计,其结果见图 1。可以看出,东莞市的土地利用格局在 1988—2005 年发生了较大变化。从不同土地利用类型的面积变化分析,面积呈增长趋势的土地利用类型有城镇用地和开发用地,其中城镇用地增加幅度最大,1988 年东莞市城镇用地面积为 $6\,703.20\text{ hm}^2$,到 2005 年城镇用地面积已增加到 $75\,823.56\text{ hm}^2$,17 a 间增加了 10.31 倍;面积呈减少趋势的土地利用类型有林地、草地、园地和耕地,其中耕地变化幅度最大,1988 年东莞市共有耕地 $114\,468.66\text{ hm}^2$,到 2005 年,耕地面积减少到 $47\,728.08\text{ hm}^2$,17 a 间减少了 58.30%,共减少 $66\,740.58\text{ hm}^2$;水体面积先增加后减少,水体面积先从 1988 年的 $26\,904.78\text{ hm}^2$ 增加到 2002 年的 $37\,319.13\text{ hm}^2$,然后再减少到 2005 年的 $25\,408.17\text{ hm}^2$ 。

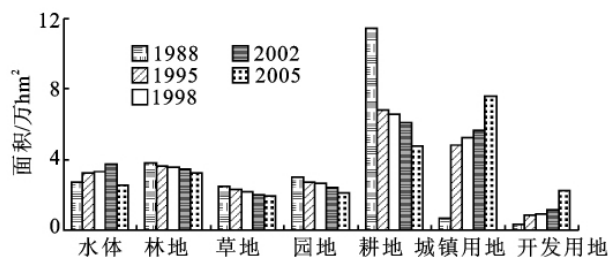


图 1 1988—2005 年东莞市各种土地利用类型的面积

各种土地利用类型的面积变化,使得东莞市的土地利用格局发生了显著改变。1988 年东莞市占优势的土地利用类型是耕地、林地和园地,三者合占东莞市面积的 74.94%,其中耕地占 46.90%,林地占 15.60%,园地占 12.44%;到 2005 年,土地利用格局发生明显改变,城镇用地的比重上升至 31.07%,成为研究区占绝对优势的土地利用类型。

2.2 土地利用类型的变化速率分析

单一土地利用类型动态度反映研究区一定时间范围内某一土地利用类型的数量变化情况^[6-8],其表达式为

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\%$$
 (1)

式中: K ——研究时段内某一土地利用类型动态度; U_a ——研究初期某一土地利用类型的数量; U_b ——研究末期某一土地利用类型的数量; T ——研究时段,当 T 的时段定义为年时, K 的值就是研究区某一种土地利用类型的年均变化率。

根据公式(1)计算 1988—2005 年东莞市各种土地利用类型的年均变化率,结果见图 2。可以看出,各种土地利用类型的变化速率在研究时段内存在明显差异。从不同土地利用类型的变化速率分析,变化较快的土地利用类型有:城镇用地、开发用地和耕地,其中城镇用地是增长最快的土地利用类型,1988—2005 年的年均变化率达 60.66%,其中 1988—1995 年的年均变化率高达 88.32%;开发用地的增长速度仅次于城镇用地,1988—2005 年的年均变化率达 38.95%,其中 1988—1995 年的年均变化率高达 26.67%;耕地是减少最快的土地利用类型,1988—2005 年的年均变化率达 -3.43%,其中 1988—1995 年的年均变化率高达 -5.80%。水体、林地、草地和园地总体上变化不大。

2.3 土地利用重心转移分析

利用土地利用重心变化模型来研究时段内各种土地利用类型的重心转移,能够揭示区域土地利用的空间分布变化规律^[7-9]。为了研究土地利用重心转移

的方向和距离,本文对土地利用重心的转移距离(D)和转移角度(α)定义如下:

$$D=\sqrt{(X_{t+1}-X_t)^2+(Y_{t+1}-Y_t)^2}$$
 (2)

$$\alpha=\begin{cases} \arctan(\frac{Y_{t+1}-Y_t}{X_{t+1}-X_t}) & X_{t+1}-X_t\geq0 \\ \pi+\arctan(\frac{Y_{t+1}-Y_t}{X_{t+1}-X_t}) & X_{t+1}-X_t<0 \end{cases}$$
 (3)

式中: D ——从 t 时刻到 $t+1$ 时刻重心转移的距离(km); X_t,Y_t —— t 时刻某种土地利用类型重心的横坐标和纵坐标; X_{t+1},Y_{t+1} ——分别在 $t+1$ 时刻该种土地利用类型重心的横坐标和纵坐标; α ——从 t 时刻到 $t+1$ 时刻重心转移的角度,是指重心转移方向与正东方向的夹角,范围是 $0\sim360^\circ$ 。

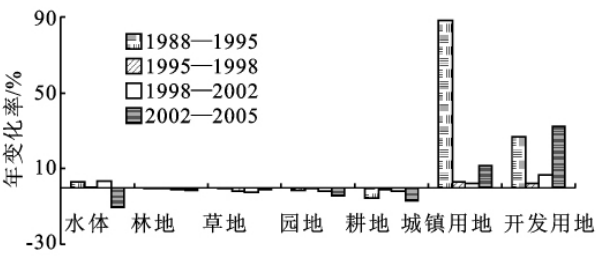


图 2 1988—2005 年东莞市各种土地利用类型的年均变化率

根据公式(2)和(3)计算东莞市 1988—2005 年的各类土地利用类型的重心及重心转移情况,其结果见表 1。总体来看,1988—2005 年,各土地利用类型重心的转移距离都较大,其中林地重心转移距离最大,其重心往 SE 转移了 24.49 km;水体重心转移距离最小,其重心往 SW 转移了 2.70 km;其它各类型重心转移距离也都在 10 km 以上。这说明在该研究时段内研究区的土地利用变化较为剧烈。

表 1 1988—2005 年东莞市各种土地利用类型的重心转移距离和转移角度

项目	研究时段	水体	林地	草地	园地	耕地	城镇用地	开发用地
转移距离 D/km	1988—1995	1.36	7.63	2.35	11.96	17.91	0.43	0.21
	1995—1998	7.41	8.72	10.26	12.78	5.88	0.72	0.36
	1998—2002	7.24	12.16	11.64	12.15	0.22	0.52	0.39
	2002—2005	2.98	14.49	11.92	1.87	0.76	12.79	15.97
	1988—2005	2.70	24.59	14.89	10.90	13.06	12.06	15.47
转移角度 $\alpha/^\circ$	1988—1995	316.79	348.20	296.57	183.02	359.23	129.29	81.87
	1995—1998	32.60	174.07	179.16	0.27	168.23	357.61	4.76
	1998—2002	212.31	355.61	1.18	179.01	344.05	305.54	4.40
	2002—2005	208.89	320.38	325.67	74.18	33.69	153.37	147.12
	1988—2005	236.31	333.87	325.51	172.41	5.80	152.29	144.71

从不同土地利用类型的转移方向来看,水体、林地、草地、园地和耕地的重心转移方向和城镇用地重心转移方向大致相反。1988—1995 年,水体、林地、草地、园地和耕地的重心分别向 SE,SE,SE,SW 和 SE 方向转移,而城镇用地的重心则向 NW 转移;

1995—1998 年,水体、林地、草地、园地和耕地的重心分别向 NE,NW,NW,NE 和 NW 方向转移,而城镇用地的重心也反向往 SE 转移;1998—2002 年,水体、林地、草地、园地和耕地的重心分别向 SW,SE,NE,NW 和 SE 方向转移,城镇用地的重心往 SE 方向转

移;2002—2005 年,水体、林地、草地、园地和耕地的重心分别向 SW,SE,SE,NE 和 NE 方向转移,城镇用地的重心往 NW 方向转移。这主要是因为城镇用地扩张占用了大量耕地、园地等农业用地,形成重心移动“一进一退”的趋势^[8,10],在区域土地面积一定的情况下,区域内各土地利用类型的相互转化导致区域土地利用类型重心的变化,在空间上表现为重心方向移动的相反性。

2.4 土地利用变化的空间分异特征

空间自相关是用来检验在空间上具有一定规律性的空间变量在不同空间位置上的相关性^[11],通常采用 Moran's I 系数作为空间自相关指标,其表达式为:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (4)$$

式中: X_i, X_j ——变量 X 在配对空间单元 i 和 j 上的取值; \bar{X} ——变量 X 的平均值; W_{ij} ——相邻权重或空间权重函数(相邻取值为 1,不相邻取值为 0); n ——空间单元总数。 I 系数取值范围为 $-1 \sim 1$, $I=0$ 代表空间不相关, $I>0$ 代表空间正相关, $I<0$ 代表空间负相关。

利用公式(4)计算了 1988 年、1995 年、1998 年、2002 年和 2005 年各土地利用类型的 Moran's I 系数,其结果见图 3。

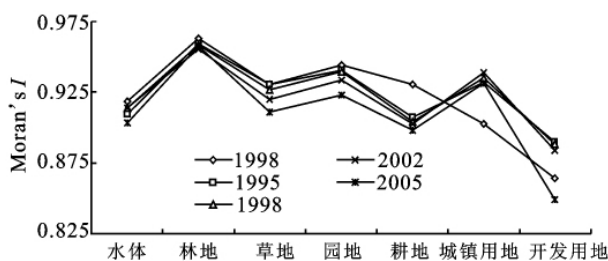


图 3 1988—2005 年各土地利用类型的 Moran's I 系数

总体来看,耕地、城镇用地和开发用地的 Moran's I 系数变化幅度较大,其中耕地的 Moran's I 系数减少幅度最大,说明耕地分布的空间正相关性正在减弱;城镇用地的 Moran's I 系数有较大增长,说明其城镇用地分布的空间正相关性正日益增强。水体、林地、草地、园地和耕地的 Moran's I 系数变化较小,总体上呈减少趋势,说明它们在空间分布上趋于分散,其空间正相关性有所减弱。这主要是由于在快速城市化进程中,一方面由于大量的耕地转化为城镇用地,导致城镇用地在空间分布上趋于集中,而耕地面

积大幅减少,另一方面耕地流失导致耕地分布日趋破碎化。

3 结论

(1)1988—2005 年,东莞市土地利用变化总的态势是耕地大幅减少,城镇用地迅速扩张,大量的农业用地转化为城镇用地,城镇用地快速扩张和耕地大量流失是研究区土地利用变化的主要特征。

(2)从土地利用变化的空间特征来看,各土地利用类型重心的转移距离都较大,且农业用地的重心转移方向和城镇用地重心转移方向大致相反;耕地分布的空间正相关性明显减弱,城镇用地分布的空间正相关性明显增强。

(3)本文仅研究了东莞市的土地利用变化特征,没有探讨该变化的主要驱动因素及该变化对区域生态环境的影响,今后将在这些方面继续深入研究。

参考文献:

- [1] 张文忠,王传胜,吕昕,等.珠江三角洲土地利用变化与工业化和城市化的耦合关系[J].地理学报,2003,58(5):677-685.
- [2] 黎夏.珠江三角洲发展走廊 1988—1997 年土地利用变化特征的空间分析[J].自然资源学报,2004,19(3):307-315.
- [3] 周静.基于 RS 与 GIS 的珠江口两岸景观破碎化分析[D].北京:中国科学院研究生院,2005.
- [4] 闫小培,毛蒋兴,普军.巨型城市区域土地利用变化的人文因素分析:以珠江三角洲地区为例[J].地理学报,2006,61(6):613-621.
- [5] 方元.珠江口两岸土地利用时空演变及其生态环境效应[D].北京:中国科学院研究生院,2008.
- [6] 摆万奇,赵士洞.土地利用和土地覆盖变化研究模型综述[J].自然资源学报,1997,12(2):74-80.
- [7] 王思远.基于地理时空数据库的中国近期土地利用/土地覆盖变化研究[D].北京:中国科学院研究生院,2002.
- [8] 任志远,张艳芳,李晶,等.土地利用变化与生态安全评价[M].北京:科学出版社,2003.
- [9] 包玉海,乌兰图雅,香宝,等.内蒙古耕地重心移动及其驱动因子分析[J].地理科学进展,1998,17(4):47-54.
- [10] Mertens B, Lambin E. Modeling land cover dynamics: integration of fine-scale land cover data with landscape attributes[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,1999,1(1):48-52.
- [11] 张朝生,陶澎,袁贵平,等.天津市平原土壤微量元素含量的空间自相关研究[J].土壤学报,1995,32(1):50-57.