

# 基于 GIS 与 RS 的流溪河流域景观格局动态变化分析

许文峰<sup>1</sup>, 蒙金华<sup>2</sup> (1. 广东省土地调查规划院, 广东广州 510075; 2. 华南师范大学地理科学学院, 广东广州 501631)

**摘要** 以流溪河流域 1985、1995、2005 年 3 个不同时期遥感数据为基础, 应用多种景观格局指数, 对流溪河流域景观格局效应进行了分析与探索。结果表明: ①研究区斑块数呈增加趋势, 随着时间的推移, 研究区景观破碎化程度增强, 平均形状指数的变化趋势与斑块数的变化趋势总体相同。②研究区内地类景观的分布距离变小, 趋于集聚, 受外界条件干涉显著, 且后 10 年受人类活动影响强度大于前 10 年。③耕地、林地是研究区的主要景观, 同时, 耕地与建设用地景观也是整个流域地类景观变化的主要驱动所在。

**关键词** 景观格局; 遥感技术; 流溪河; 动态变化

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)17-07589-03

## Landscape Pattern and Its Dynamic Changes in Liuxi Basin Based on GIS and RS Technique

XU Wen-feng et al (Guangdong Provincial Land Survey and Planning Institute, Guangzhou, Guangdong 510075)

**Abstract** Based on remote sensing image data (1985, 1995, 2005) in Liuxi Basin, the landscape pattern change of Liuxi Basin with many landscape pattern indexes was analyzed. The results showed that: ①The study area showed an increasing trend in the number of patches, over time, the degree of landscape fragmentation increased, the average shape index trends and trends in the overall number of plaques are the same. ②The distribution of class landscape distance becomes smaller, tend to gather, significant interference by external conditions, and the impact of human activities after 10a stronger than before. ③The type of farmland, woodland in the study area are main landscape, while cultivated land and construction land landscape are the main driving force for whole basin landscape.

**Key words** Landscape pattern; Remote sensing techniques; Liuxi River; Dynamic changes

景观格局的研究是景观生态学的研究热点和难点之一<sup>[1]</sup>。景观格局是由自然或人为形成的, 一系列大小形状各异、排列不同的景观要素共同作用的结果<sup>[2]</sup>, 是各种复杂的物理生物和社会因子相互作用的结果。景观格局深深地影响并决定着各种生态过程, 也直接影响到景观内物种的丰度分布及种群的生存能力及抗干扰能力, 因而景观格局分析是探讨景观格局和生态过程相互关系的基础格局, 既决定生态过程, 又影响和控制景观功能的循环与发展。一定的景观格局有着相应的景观功能。不合理的人类活动致使流溪河流域出现了下游地下水天然补给量减少、地下水水位下降、水质污染加重等一系列生态环境问题, 成为社会各界广泛关注的焦点。

### 1 研究区概况

流溪河位于广州市的西北部, 发源于从化吕田桂峰山, 从北到南纵贯从化市(图 1), 干流全长为 156 km, 流域面积约为 2 300 km<sup>2</sup>。流域项目区属低山丘陵区, 土壤主要为赤红壤、红壤、冲积土等, 土壤厚度为 0.1~1.0 m, 所发育的地带性植被为南亚热带常绿阔叶林, 目前植被类型以亚热带树种较多, 林草覆盖率约为 80%。气候类型为南亚热带湿润季风气候, 年平均气温为 20.3℃, 年均降雨量超过 2 000 mm, 年最大降雨量约为 2 542 mm。全年前汛期(4~9月)降水占年降水量的 64.6%, 后汛期占 35.4%。

### 2 研究方法

**2.1 数据来源** 研究选取的数据包括: ①国家基础地理信

息中心提供的 2000 年数字栅格广州 1:10 000 地形图; ②国际科学数据服务平台提供的覆盖该研究区域的 1985、1995、2005 年的 Landsat TM 影像(其中 TM6 空间分辨率为 120 m × 120 m, 其余波段空间分辨率均为 30 m × 30 m); ③广州市土地利用现状矢量图。数据处理平台主要包括: ENVI 4.8 软件、Fragstas 3.3 景观格局分析软件、SPSS 统计分析软件。

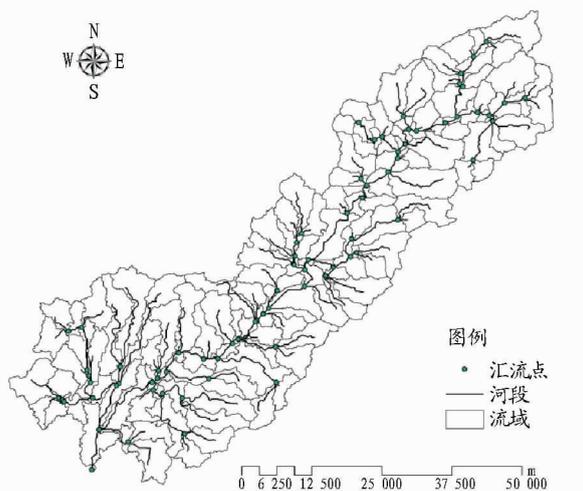


图 1 研究区概况

### 2.2 数据处理

**2.2.1 遥感数据处理。** 研究利用 ENVI 提供的监督分类中的最大似然法(maximum likelihood)对流溪河流域土地利用类型进行分类。最大似然分类是监督分类方法之一, 它通过求出每个像素对于各类别的归属概率, 将该像素分到归属概率最大的类别中去。最大似然法假定训练区地物的光谱特征近似服从正态分布, 利用训练区可求出均值方差以及协方差等特征参数, 然后求出总体的先验概率密度函数, 并利用公式 Bayes 进行后验概率的计算。根据其最大值原则判定类别归属, 根据研究区地形图, 同时参照遥感影像彩色合成

**基金项目** “十二五”国家科技支撑计划课题(2012BAJ22B06); 广东省自然科学基金项目(9151063101000046); 华南师范大学学术骨干与团队培养专项(G21053)。

**作者简介** 许文峰(1977-), 男, 广东梅州人, 工程师, 硕士, 从事土地管理研究, E-mail: miki040852@126.com。

**收稿日期** 2013-06-06

解译标志,对遥感影像进行训练样本的选取。不同地物由于自然社会因素的影响会出现同物异谱的现象,因此样本的选择应尽可能与该种地类的分布在空间上相一致,而不能集中在局部位置上,最终得到最大似然分类的土地利用景观分类

图(图2)。分类结果采用随机抽样检验的方法,每类分别选取40个点共120个样点进行实地考察印证。验证结果分类正确率达80%以上,表明遥感图像的土地利用分类结果比较理想。

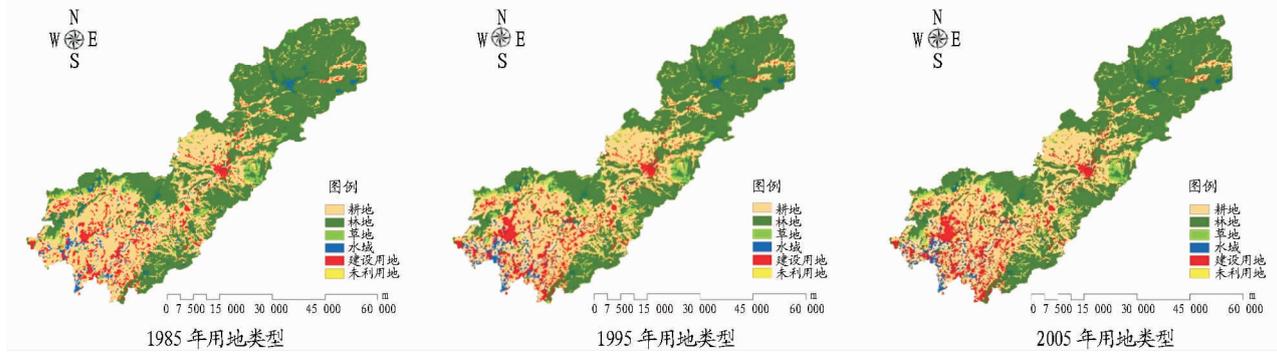


图2 流溪河流域土地利用分类

**2.2.2 景观格局指数计算。**将解译的目标斑块导入 ARCGIS 中进行数字化,同时建立空间数据;利用 ARCGIS 进行空间统计专题图的制作和输出;将流域景观数据转换为栅格图像(30 m × 30 m)的格式,使用 FRAGSTAT 3.3 软件计算流域景观格局指数,最后结果导入 SPSS 做相关性分析。

**2.3 景观类型划分** 景观分类是景观格局和功能研究的基础,景观分类必须首先明确景观单元等级,根据不同空间尺度或图形比例尺的要求来确定分类的基础单元,其次应体现出景观的空间分异与组合,同时还应反映出控制景观形成过程的主导因子。在景观格局研究中常用一定级别的土地利用类型来表达<sup>[3]</sup>。景观中的嵌块体类型景观空间格局就是土地利用空间格局<sup>[2]</sup>,因此,该研究使用土地利用类型作为景观的斑块类型,根据土地利用类型划分标准将研究区按土地一级类型划分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地6类<sup>[4]</sup>。

### 3 流域景观类型的格局指数变换及空间过程

景观指数是高度浓缩的景观格局信息,是反映景观结构组成和空间配置特征的简单量化指标<sup>[5]</sup>。该研究主要选取斑块水平上的景观指数,包括景观单元特征指数和景观异质性指数,对广州流溪河流域的景观格局进行定量分析。研究中,景观格局指数选取包括斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、

景观面积的比例(PLAND)、最大类型斑块占景观面积的比例(LPI)、景观形态指标(LSI)、香农多样性指数(SHDI)、散布与并列指数(IJI)等<sup>[6]</sup>。

#### 3.1 景观尺度上的景观结构特征及其变化

**3.1.1 景观格局特征。**由表1可知,研究区斑块数在1985、1995和2005年分别是2 205块、2 225块和2 283块,呈增加趋势。随着时间的推移,研究区景观破碎化程度增强,平均形状指数的变化趋势与斑块数的变化趋势总体相同,且1985~1995年的增加速度明显高于1995~2005年,说明研究区景观斑块形状趋于不规则化、复杂化的发展趋势,且1995~2005年不规则化、复杂化速度低于1985~1995年。可见,随着时间的推移,人们对流溪河流域利用的速度有所减缓,但整体上流溪河流域的景观斑块仍向不规则化、复杂化发展。结合斑块数和景观平均形状指数可以得出,研究区内整体景观随着时间的推移,呈现出破碎化、不规则化与复杂化增强的变化趋势<sup>[7]</sup>。

表1 不同时期斑块类型指数

| 年份   | NP    | LSI  | PD   | SHDI | IJI   | LPI      |
|------|-------|------|------|------|-------|----------|
| 1985 | 2 205 | 41.1 | 0.50 | 1.16 | 53.12 | 25.802 7 |
| 1995 | 2 225 | 41.8 | 0.51 | 1.20 | 55.11 | 23.523 1 |
| 2005 | 2 283 | 42.5 | 0.52 | 1.21 | 58.80 | 24.162 6 |

表2 不同时期各地类面积及比例

| 地类   | 1985年               |       |        | 1995年               |       |        | 2005年               |       |        |
|------|---------------------|-------|--------|---------------------|-------|--------|---------------------|-------|--------|
|      | 面积//km <sup>2</sup> | 比例//% | 斑块数//个 | 面积//km <sup>2</sup> | 比例//% | 斑块数//个 | 面积//km <sup>2</sup> | 比例//% | 斑块数//个 |
| 林地   | 211 373.91          | 49.26 | 441    | 211 249.17          | 49.20 | 479    | 209 306.25          | 48.74 | 447    |
| 草地   | 9 118.35            | 2.12  | 170    | 9 617.85            | 2.24  | 180    | 9 020.25            | 2.10  | 168    |
| 耕地   | 149 013.72          | 34.70 | 397    | 142 925.53          | 32.77 | 442    | 135 558.18          | 31.57 | 412    |
| 建设用地 | 42 159.78           | 9.81  | 848    | 53 358.15           | 11.39 | 709    | 54 636.12           | 12.74 | 778    |
| 水域   | 17 207.46           | 4.00  | 325    | 18 376.96           | 4.28  | 390    | 20 352.42           | 4.74  | 354    |
| 未利用地 | 496.71              | 0.11  | 24     | 555.30              | 0.12  | 25     | 496.71              | 0.11  | 24     |

**3.1.2 景观异型性特征。**由表1可得,研究区1985、1995和2005年斑块密度指数分别为0.50、0.51和0.52,呈持续增大趋势,表明在1985~1995年,研究区单位面积的景观斑块数持续增加,整个研究时段景观空间异质性增强,破碎化程度

增强。比邻指数在1985~1995年呈持续增大趋势,且1995~2005年的增加速度高于1985~1995年,说明研究区内地类景观的分布距离变小,趋于集聚,受外界条件干涉显著,且后10年受人类活动影响强度大于前10年,即研究区内地类

景观受人类活动的影响随时间推移而递增。此外,香农多样性指数 1985、1995 和 2005 年分别为 1.16、1.20 和 1.21,呈逐年增大趋势,说明 1985 年该流域的大型稀有的斑块类型利用程度较低,但在近 20 年来,该流域对大型稀有斑块类型利用程度逐年增强,土地利用形式越来越丰富,景观破碎化程度不断加剧。综合以上各指数可以得出,在 1985~2005 年的 20 年,研究区景观受到了强烈的人为干扰,尤其在长期的城乡建设矛盾及大规模水土开发工程的影响下,使得流域斑块破碎化严重,空间异质性增强,受人类活动的影响也随着时间的推移越来越大。

**3.2 斑块尺度上流域景观类型的格局指数变化** 根据 1985、1995 和 2005 年 3 个时期土地利用类型数据,提取不同时期斑块类型间的景观指数(图 3),在 FRAGSTAT 3.3 和 ARCGIS 9.3 的支持下,统计出不同年份土地利用类型面积,计算出不同年份土地利用类型的面积及比例(表 2)。

由表 2 得知,耕地、林地是研究区景观类型的主要景观,同时耕地与建设用地景观也是整个流域地类景观变化的主要驱动所在。建设用地景观面积在 1985~2005 年有所增加,1985 年面积为 42 159.78 km<sup>2</sup>,1995 年为 59 358.15 km<sup>2</sup>,2005 年为 54 636.12 km<sup>2</sup>,前 10 年增加幅度大于后 10 年。斑块数、景观形状指数、比邻指数呈现先减少后增加的趋势(图 3),但最大斑块指数、边缘密度呈现增加趋势,说明在 1985~2005 年建设用地面积增加,同时形状也趋于复杂不规则化。

这与人类活动对其影响有密切关系,揭示了人类活动对建设景观的干扰较大,且破碎化程度增加明显,景观连通程度较好。建设面积的增加主要是由于在广州市高速城市化的背景下,经济人口增加,居住需求加大;以及行政区域调整,村镇规划调整,堤围工程也带来了一定的影响。

耕地主要分布于河流两侧和居民点附近,其面积在 1985~2005 年一直减少,其中 1985 年为 149 013.72 km<sup>2</sup>,1995 年为 136 925.53 km<sup>2</sup>,2005 年为 135 558.18 km<sup>2</sup>,前 10 年减少幅度大于后 10 年。其景观指数中斑块数、边缘密度指数、斑块密度指数、最大斑块指数呈现先减少后增加的趋势,景观形状指数、比邻指数都随时间推移呈增加趋势,说明在 1985~2005 年耕地面积是逐年减少的。这与建成区景观面积增加趋势显示负相关关系,减少部分主要为地面上靠近城镇居住区的地方,主要集中在花都、从化与白云区交界一带。人类活动对耕地的干扰程度较大,尤其是 1995 年以来,受广州市高速城乡发展的影响,人类活动加速了其破碎化程度<sup>[2]</sup>。

在全部的景观类型里面,林地的景观面积是最大的,其面积在 1985~2005 年内一直减少,其中 1985 年为 211 373.91 km<sup>2</sup>,1995 年为 211 249.17 km<sup>2</sup>,2005 年为 209 306.25 km<sup>2</sup>,减少的速度缓慢。斑块数、景观形状指数、边缘密度、比邻指数均呈现先增加后减少的趋势(图 3),但最大斑块指数呈现平衡趋势,说明林地景观较集中,破碎程度不大,人为因素影响不大。

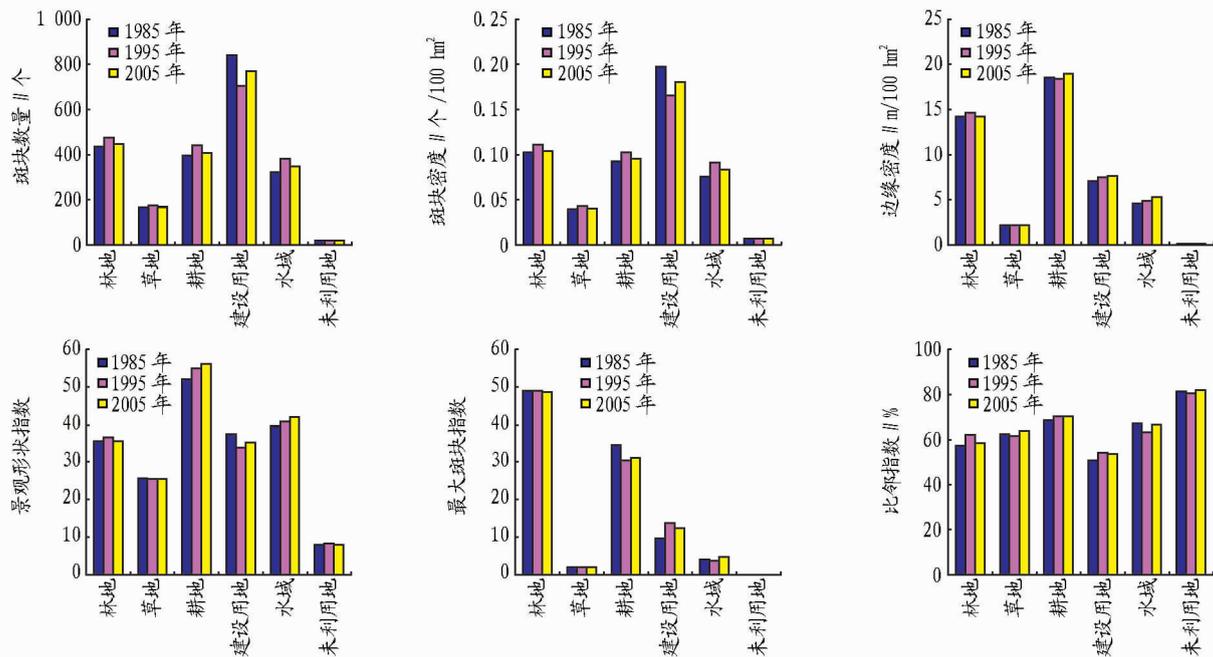


图 3 不同时期斑块类型间的景观指数

未利用地和草地的面积在所有流域内的景观类型中所占比例较小。在 1995~2005 年,草地面积呈先增加后减少趋势,斑块密度有所减少,但比邻指数有所增加。同时对照河流面积的变化可证明,由于水域面积增加和人工水利工程的实施,加大了草地的连通性,破碎化程度加剧。在 1985~2005 年,未利用地的面积基本维持不变,在 496.71 km<sup>2</sup> 左右,斑块数、斑块密度、景观形状指数、最大斑块边缘密度指

数各指标变化不大。

水域景观是流溪河流域景观类型中优势度最大的类型,水域面积在 1985~2005 年持续增加,其中 1985 年为 17 207.46 km<sup>2</sup>,1995 年为 18 376.96 km<sup>2</sup>,2005 年为 20 352.42 km<sup>2</sup>。斑块数、斑块密度呈现先增加后减少的趋势,但景观形状指数、最大斑块边缘密度指数呈现逐年增加趋势,比邻

(下转第 7602 页)

**1.3.3.2 棚架式。**利用棚架等建筑小品或设施作为攀援植物生长的依附物,如花廊、花架等。此种形式多应用于活动较多的场所,可供居民休憩谈心。

**1.3.3.3 篱垣式。**篱垣式主要用于矮墙垣、篱架、栅栏、铁丝网、花格等处绿化,既有围护防范功能,又能很好地美化环境。

**1.3.3.4 立柱式。**立柱,一般如电线杆、灯柱、高架桥立柱、立交桥立柱、枯树等。攀援植物靠吸盘、不定根直接附着柱体生长,或通过绳索、钢丝网等攀援而上,形成垂直绿化景观。由于其立地条件一般较差,在选择植物材料时应当充分考虑适应性强,抗污染并耐阴的种类。

**1.3.3.5 阳台、窗台绿化。**在阳台、窗台上种植藤本,不仅使高层建筑的立面增添了绿色的点缀,而且使优美和谐的大自然渗入室内,增添了生活环境的生气和美感。阳台绿化的方式也是多种多样的,如可以将绿色藤本植物引向上方阳台、窗台构成绿幕,也可以向下垂挂形成绿色垂帘<sup>[4]</sup>。

**1.3.3.6 屋顶花园。**屋顶花园建设宜结合场地情况,设置藤架,种植攀援植物。植物配置做到疏密有致,色彩、季相富于变化,使人赏心悦目,流连忘返。

**1.3.3.7 地被植物。**攀援植物由于具有良好的攀援特性,在一些破损山体、裸露山体,地质条件差的裸露地面等处都可以种植,达到遮盖、美化的目的<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 攀援植物生长特性** 参试攀援植物在半阴条件下生长快。全光照条件下,大多数攀援植物生长受到一定的抑制。因此,光照条件在攀援植物生长过程中有重要作用。在半阴条件下,从生长量来看,达到4 m以上的品种有17种;生长

量在2~4 m的种类有19种;年生长量在2 m以下的种类有32种<sup>[7]</sup>。有些攀援植物的树龄长短影响其年生长量的测定。同种攀援植物,树龄较长者,年生长量相对较大;树龄较小者,年生长量相对较小,因此,该数据仅供参考。

**2.2 攀援植物生态习性** 参试攀援植物中,有常绿植物20种,落叶植物46种;攀援方式上,缠绕类有26种,卷绕类有18种,吸附类有12种,攀靠类有12种<sup>[6]</sup>。

## 3 结论

该研究参试的68种攀援植物在半阴条件下可以正常生长。在武汉冬季气温低于5℃时,口红花、翡翠珠、三角梅和空气凤梨容易发生冻害死亡。从生长量来看,达到4 m以上的品种有17种;生长量在2~4 m的种类有19种;年生长量在2 m以下的种类有32种。常绿植物20种,落叶植物46种;攀援方式上,缠绕类有26种,卷绕类有18种,吸附类有12种,攀靠类有12种。笔者根据对参试攀援植物的生物学特性和攀援方式的了解,总结了各种攀援植物的园林用途。

## 参考文献

- [1] 谢良生. 华南地区适宜岩质坡面绿化的攀援植物筛选[J]. 中国园林, 2006(11): 73-75.
- [2] 刘振林. 河北省木本攀援植物及其在垂直绿化中的应用[J]. 河北职业技术学院学报, 1999, 13(3): 51-55.
- [3] 鲍思伟. 浙江天台山野生观赏攀援植物资源及其园林应用[J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2005, 27(2): 169-173.
- [4] 臧得奎, 爰爱收, 徐兴东, 等. 山东省木本攀援植物及其在垂直绿化中的应用[J]. 山东农业大学学报, 1996, 27(1): 8-16.
- [5] 安明志, 杨瑞, 喻理飞. 贵州野生攀援植物资源及开发利用[J]. 林业资源管理, 2007(5): 92-96.
- [6] 包启伟. 福建西北部木本攀援植物观赏与应用[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(2): 225-228.
- [7] 史淑兰, 闫双喜, 孔德政, 等. 鸡公山自然保护区野生木本攀援植物资源与应用的研究[J]. 河南农业大学学报, 2001, 35(4): 360-363.

(上接第7591页)

指数则呈现先减少后增加的趋势,说明水域景观破碎度增强,人为因素的影响是水域景观变化的直接动力。

## 4 结论

研究区景观类型主要是以林地、耕地、建成区为主,这3类景观也是该流域景观主要驱动所在。1985~2005年,研究区景观类型总面积呈增加趋势。其中,水域、城乡用地面积每年均增加,但景观破碎度也在增加,说明人为因素是其主要驱动力。其他各地类景观、草地、未利用地面积波动很小,但草地景观的破碎度大,未利用地变化很小。

研究区景观斑块数不断增加,形状不规则性增强,复杂性增大,同时在空间上呈集中连片,趋于聚集分布,整体景观呈破碎化发展趋势,是因为研究区受到了强烈的人为干扰,尤其在长期的人地矛盾及大规模水土开发工程的影响下,使得流域斑块破碎化严重,空间异质性增强,且随着时间的推移,受人类活动的影响越来越大。

自20世纪90年代以来,研究区建筑景观面积持续增加,在空间上呈集中连片,趋于聚集分布,且破碎化程度增加

明显,这是由于研究区气候变化、水文因子,以及在广州市高速城市化的背景下,行政区域调整,村镇规划调整等自然和社会两方面因素共同作用的结果。

## 参考文献

- [1] 郭建国. 景观生态学格局过程尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [2] 白军红, 欧阳华, 王庆改, 等. 基于Apack的若尔盖高原湿地景观空间格局分析[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(5): 1253-1256.
- [3] 任志远, 张艳芳. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [4] 傅伯杰, 陈利顶. 景观多样性的类型及其生态意义[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 454-462.
- [5] TURNER M G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns[J]. Landscape Ecology, 1990, 4(1): 21-30.
- [6] 常学礼, 郭建国. 科尔沁沙地景观格局特征[J]. 生态学报, 1998, 18(3): 225-232.
- [7] 黄俊芳, 王让会, 师庆东. 基于RS与GIS的三江河流域生态景观格局分析[J]. 干旱区研究, 2004, 21(1): 33-37.
- [8] MCGARIGAL K, MARKS B. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Reference Manual[M]. Oregon: Forest Science Department, Oregon State University, 1994.
- [9] 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.