

基于分形理论的土地利用空间格局分析——以西南某镇为例

罗海霞^{1,2}, 罗凯^{1,2}, 叶路生^{1,2}, 陈文清^{1,2*}, 李正山¹

(1. 四川大学建筑与环境学院, 四川成都 610065; 2. 川大-日立环境应用技术研究中心, 四川成都 610065)

摘要 综合应用 GIS 和 RS 技术及分形理论, 对西南某镇 2010 年土地利用类型进行了分析, 获得了各土地利用类型的分形模型、分形维数和稳定性指数, 为今后该镇社会经济的持续健康发展和土地资源的合理调控提供科学的决策依据。

关键词 分形; 分维; 土地利用类型; 稳定性指数

中图分类号 S28 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)01-00339-02

Analysis of Land Use Spatial Pattern Based on Fractal Theory

LUO Hai-xia et al (School of Architecture and Environment, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610065)

Abstract The land use types of a town in southwest China in 2010 was analyzed by using RS, GIS technology and fractal theory comprehensively. The fractal model, fractal dimension and the stability index were obtained, which provides a scientific basis for healthy development of socio-economic and reasonable regulation of land resources of the town in the future.

Key words Fractal; Fractal dimension; Land use type; Stability index

分形理论“fractal”于 20 世纪 70 年代由美国学者曼德布罗特(Mandelbrot)创立,是当今世界十分风靡和活跃的新理论、新学科,横跨自然科学、社会科学及思维科学,是目前热门研究课题之一^[1-2]。相比于传统欧氏几何,分形理论在描述大自然中复杂的真实事物时更占优势。土地利用类型是自然和人类双重作用下的产物,其特征相对复杂,可利用分形方法进行探讨^[1]。该研究运用分形模型,结合 GIS 和 RS 技术,定量分析研究区域的土地利用类型稳定性及分布特征,以为该乡镇土地资源优化配置提供参考。

1 研究区概况

研究区域为位于中国西南、四川省东北部的某乡镇,地处嘉陵江畔,全镇幅员面积 33 km²,耕地面积 8.3 km²,森林覆盖率达 22%,为浅丘地形,平均海拔 500 m,属亚热带季风性湿润气候,四季温暖,年平均气温 15.6℃,年降雨量 200 mm,全镇辖 16 个村,1 个居委会,113 个社,4 306 户,总人口 17 109 人(其中非农人口 3 600 人)。

2 研究方法

2.1 材料及处理方法 运用 2010 年 8 月该区域 TM 遥感数据,通过 ERDAS 遥感图像处理软件对影像做预处理,并使用地理信息系统软件对经过处理的影像进行矢量化和数据集成(包括矢量数据拼接、属性挂接、修改、删除等过程),从而形成 2010 年研究区土地利用分布图。利用 GIS 精确计算各土地利用类型的斑块面积、周长及斑块数。利用研究区域不同土地类型的各斑块的周长、面积等统计资料,在分形模型的基础上,运用 SPSS Statistics 17.0 软件,计算各土地利用类型的分维数^[3]。

2.2 土地利用类型的划分与选取 此次研究的土地利用分类参照《土地利用现状调查技术规程》,以其中的土地用途、

利用方式、覆盖特征等因素作为分类依据,结合研究区域实际情况,将研究区域划分为耕地、林地、园地、草地、水域、建设用地、其他用地 7 个二级土地利用类型,如图 1 所示。

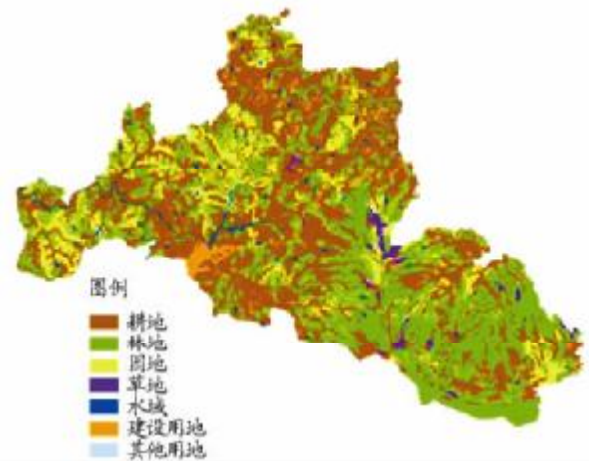


图 1 2010 年研究区土地利用现状

2.3 分形研究方法 土地利用类型斑块分形维数的估算方法很多,目前应用最广泛的方法是根据斑块周长和面积之间的关系来估算分维数,其关系式为^[3]:

$$\ln A(r) = \frac{2}{D} \ln [P(r)] + C$$

式中, $A(r)$ 为斑块面积; $P(r)$ 为斑块周长; C 为常数(截距); D 为二维欧氏空间的分形维数^[1]。对于任一土地利用类型的斑块来说,通过测算其面积和周长数据,就可以在平面坐标中绘出一点,依次得到所有斑块对应的一系列点,最终拟合出一条关于 $\ln A(r)$ 和 $\ln [P(r)]$ 两者关系的直线,从斜率 $2/D$ 的值可求得分形维数 D 。 D 的大小表征了土地利用类型的复杂性。 D 值范围为 1.0~2.0。就土地利用类型而言, D 值越大表示该类型的结构越复杂,边界越不规则。 D 值为最小值 1.0 时,表示该要素形状为圆形,边界最为规则;反之, D 值为最大值 2.0 时,则表示该要素的形状最复杂,边界最不规则。当 D 为 1.5 时,则表示该要素处于类似

作者简介 罗海霞(1989-),女,山西忻州人,硕士研究生,研究方向:水体及土壤污染评估, E-mail: lhxia10@foxmail.com。*通讯作者,教授,博士,硕士生导师,从事环境材料开发及应用、水体及土壤污染风险评估与生态修复技术研发工作。

收稿日期 2012-10-31

布朗运动的随机状态,越接近该值则稳定性越差。因此,定义各类土地利用类型的稳定性指数(SI)为: $SI = |1.5 - D|$, SI的理论值为0.0~0.5, SI值越大,表明该土地利用类型越稳定^[1-2,5]。

3 结果与分析

3.1 土地利用空间格局分析 根据上面的公式,利用 SPSS 软件进行统计分析。具体的计算方法是对需计算分形维数的土地利用类型的面积和周长取对数后,将其录入 SPSS 中进行回归分析,最终可求出分形模型。表 1 列出了各土地利用类型周长与面积的统计值。表 2 列出了该镇 2010 年各种土地利用类型的分形模型、判决系数 R^2 、斑块样本数、分形维

数及稳定性指数。

表 1 土地利用类型周长与面积统计值

地类名称	图斑数	图斑周长	各图斑总面积	占全区总面积百分比
	个	m	m ²	%
园地	138	181 868	3 597 560	11.78
水域	26	41 374	459 869	1.51
其他用地	6	434	4 346	0.01
林地	545	467 776	8 654 185	28.35
建设用地	440	190 094	1 847 678	6.05
耕地	11 559	507 261	15 639 645	51.23
草地	10	14 908	326 996	1.07

表 2 各土地利用类型的分形模型、分形维数和稳定性指数

地类名称	模型	R^2	样本数	分形维数	稳定性指数
园地	$\ln A(r) = 1.252 6 \ln P(r) - 0.075$	0.945	836	1.217 4	0.282 6
水域	$\ln A(r) = 1.232 5 \ln P(r) - 0.063$	0.965	658	1.611 4	0.111 4
其他用地	$\ln A(r) = 1.323 6 \ln P(r) + 0.339$	0.901	46	1.432 5	0.067 5
林地	$\ln A(r) = 1.165 6 \ln P(r) + 0.756$	0.916	2 135	1.311 2	0.188 8
建设用地	$\ln A(r) = 1.158 4 \ln P(r) + 0.349$	0.923	1 612	1.267 4	0.232 6
耕地	$\ln A(r) = 1.249 9 \ln P(r) + 0.146$	0.915	3 245	1.259 0	0.241 0
草地	$\ln A(r) = 1.350 9 \ln P(r) - 0.284$	0.910	58	1.248 6	0.251 4

3.2 土地利用类型稳定性分析 比较表 2 中各土地利用类型的分形维数 D , 研究区的土地利用类型的分维值介于 1.200~1.620 之间, 从大到小的顺序为水域、建设用地、其他用地、林地、耕地、草地、园地; 其中, 水域分形维数值最大, 是因为研究区域内嘉陵江易受到自然环境及气候条件的影响。建设用地、耕地、草地和园地的分维值较小, 表明这几类用地类型结构最简单, 是因为它们受人为干预最多; 其他用地分维数也较大, 是因为其他用地分布较为破碎; 林地的分维值介于其他几类之间, 这是因为部分林地是通过人工培植的, 受到了人为干预, 但同时也受到自然环境的影响。由此可以看出, 自然景观的斑块形状是比较复杂的, 而人工景观的斑块形状是比较有规律的, 相对较为简单。从土地利用类型的稳定性指数来看, 稳定性由大到小依次为园地、草地、耕地、建设用地、林地、水域、其他用地。园地、草地、耕地及建设用地的稳定性指数最大, 这是由于受到人为规划因素的影响, 它们的结构最稳定。林地的稳定性指数介于其他类型之间, 结构相对稳定。

4 结论

应用分形理论进行土地利用空间格局分析, 对于揭示土地利用斑块的稳定性、土地资源的合理利用及促进土地可持续利用来说, 不失为一种很好的方法。运用该方法对研究乡镇的土地利用结构进行了分析, 得出以下结论:

(1) 通过对各类土地的分形建模, 得出各土地利用类型的复杂程度为: 水域 > 建设用地 > 其他用地 > 林地 > 耕地 > 草地 > 园地。稳定性程度依次为园地 > 草地 > 耕地 > 建设

用地 > 林地 > 水域 > 其他用地。

(2) 人类活动较为强烈的园地、草地、耕地、建设用地等斑块面积较大的土地利用类型因其特殊的社会功能, 土地结构较为稳定, 斑块边缘较为规则, 因而这些土地利用类型在自然状态下, 抵御外界干扰、维持其原有形态的能力较强。土地利用现状图上分散分布的其他用地稳定性指数最小, 其抵御外来干扰、维持其形态的能力较弱。

(3) 从整个研究区域而言, 各土地利用类型平均分维值为 1.335 4, 偏离布朗随机运动值(1.5)较大。稳定性指数在 0.2~0.3 之间的各土地利用类型的面积占全镇土地总面积的 70.13%。这表明, 随着城镇建设的进一步发展, 在人为规划因素的影响下, 研究区土地利用空间格局趋于稳定, 但是在以后的土地利用总体规划中, 仍需进一步考虑人为干涉措施的合理性, 确保研究区土地利用更科学合理。

参考文献

- [1] 谢力扎提·哈布尔, 高敏华, 吉别克·哈力克巴义. 基于分形理论的哈巴河县土地利用类型分析[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(7): 145-146, 195.
- [2] 王鹏, 张家其, 田亚平, 等. 基于分形理论的土地利用时空变化特征分析——以常宁市松柏镇为例[J]. 国土与自然资源研究, 2011(1): 39-41.
- [3] 郭朝伟, 文星跃. 丘陵区小城镇土地利用景观空间格局分析——以绵阳市文昌镇为例[J]. 绵阳师范学院学报, 2010, 29(8): 80-86, 97.
- [4] 鲁恒, 李永树, 何政伟. RS 与 GIS 在泸桥镇土地利用类型分形研究中的应用[J]. 测绘, 2009, 32(2): 87-90.
- [5] 曹雅坤. 基于分形维数和信息熵的土地利用景观格局变化研究——以西安市为例[J]. 地下水, 2012, 34(4): 152-154.