

试验研究

基于 3S 技术的景观格局指数空间尺度效应变化研究

陈雷¹, 刘玉龙², 李宝强³, 田萍萍⁴

(1.陕西省环境工程评估中心, 陕西 西安 710054; 2.中国地质调查局西安地质调查中心, 西安 710054; 3.陕西省环境保护厅, 西安 710006; 4.西安市环境监测站, 西安 710054)

摘要: 本文在阐述景观格局指数空间尺度效应重要意义及 3S 技术特点的基础上, 以四川省木里县梭罗沟金矿矿区为研究区, 介绍了 3S 技术在不同空间尺度提取景观格局指数的技术要求、数据收集和工作流程, 并对研究区不同空间尺度景观格局指数的提取结果进行了效应分析, 将各景观格局指数随空间尺度表现出不同变化趋势划分为五种类型, 确定了该研究区域景观格局分析的最适宜空间尺度为 1.0 m~5.0 m。景观格局指数空间尺度效应分析研究, 有利于揭示景观格局与尺度效应相互作用的机理, 进而对景观格局的尺度推演的方向、过程进行模拟、预测、分析和评价等研究提供重要的科学参考, 并对遥感数据和地理信息系统的正确使用具有重要的科学意义。

关键词: 3S; 景观格局; 空间尺度; 效应

中图分类号: X821

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2014)05-0028-05

THE LANDSCAPE PATTERN INDEX CHANGES STUDY OF SPATIAL SCALES EFFECTS BASED ON 3S TECHNOLOGY

CHEN lei¹, LIU Yu-long², LI Bao-qiang³, TIAN Ping-ping⁴

(1.Xi'an Geology Survey Center of CGS, 2.Environmental Assessment centre of Shaanxi Province, 3.Shaanxi Province Environmental Protection Bureau, 4.Xi'an City Environmental Monitoring Station)

Abstract: Basing on expounding of important insignificance on Landscape Index Spatial Scales Effects and 3S technology traits, The paper elated technology demand, data collection and working process on Landscape Index different Spatial Scales Effects with Suo-luo ditch Gold Mine of Muli County as an example, then According to the Spatial Scales Changes effects of Landscape Index, six index are divided into five types, and the range of appropriate spatial scales for landscape index of study area was 1.0m to 5.0m. Thorough the Landscape Pattern Index Changes Study of Spatial Scales Effects, we can master the mechanization of Landscape Pattern Index and Spatial Scales, have an important scientific reference of prediction, analysis and assessment on Landscape Pattern Index, and also have an important insignificance for appropriately Applying GIS.

Key words: 3S; Landscape Pattern; Spatial Scales; Effects

景观格局是大小和形状不一的景观嵌块体在景观空间上的排列^[1]。景观格局是景观生态学的重要研究内容之一,衡量景观格局特征最常用的定量研究方法是景观生态学指数^[2,3],以往的研究大多是在单一空间尺度上直接进行变化预测或对比分析,而忽视了景观格局的空间尺度效应,因此研究结果具有一定的局限性。随着当前景观生态学的发展,景观格局尺度效应研究成为当前生态学的重点、热点和难点之一,Wu等认为尺度与尺度推移是21世纪景观生态学十大研究的主题之一^[4]。通过景观格局的空间尺度效应分析,有利于揭示景观格局与尺度效应相互作用的机理,进而对景观格局的尺度推演的方向、过程进行模拟、预测、分析和评价等研究提供重要的科学参考,并对遥感数据和地理信息系统的正确使用具有重要的科学意义^[5,6]。

本文在3S技术(遥感(RS)技术、地理信息系统(GIS)技术和全球定位系统(GPS)技术)支持下,以川西南地区的木里县梭罗沟金矿区为研究对象,通过利用景观分析软件Fragstats选取不同空间尺度对景观指数计算结果的分析,确定了该研究区域景观格局分析的最适宜空间尺度,有利于揭示该区域的景观格局与空间尺度的变化规律,为下一步研究该区域景观格局提供了基础性的理论研究。

1 研究区概况

研究区位于四川省凉山彝族自治州木里藏族自治县县城西北方向直线距离约60 km的梭罗沟和如米沟一带,中心地理坐标:东经101°00′16″,北纬28°23′53″。地貌属雅砻江构造侵蚀高山峡谷地貌,地质构造属甘孜~理塘成矿构造带南段,褶皱发育较弱;研究区属高原寒温气候,气候寒冷,垂直差异较为明显;土壤类型主要有褐土,山地棕壤,山地棕色针叶林土,高山草甸土;植被属中亚热带湿润山地植被类型,主要有亚高山针叶林、常绿阔叶林、针阔混交林、高山草甸灌丛等四类。

2 不同空间尺度景观格局指数的提取

2.1 技术要求

(1)为保证解译结果的客观性、准确性,要求选用的卫星影像为遥感信息源,影像空间分辨率不低于15 m,解译比例尺1:25 000。

(2)解译范围研究区边界外延2 km,解译图斑精度4 mm²,图斑不宜过大。

(3)根据野外验证结果,建立景观类型的遥感解译标志,采用目视和人机交互相结合的解译方法,同时对解译结果与野外实地验证结果比较,保证平均判对率大于95%。

(4)数据格式文件转化过程中,为有效控制信息的丢失,栅格单元的大小选择与卫星遥感影像空间分辨率相同。

2.2 数据收集

数据收集主要收集了卫星遥感影像、地形图和辅助解译资料等。

(1)遥感信息源的选取:遥感信息源选取日本ALOS对地观测卫星的ALOS-(AVNIR-2)数据,多光谱为可见光及近红外4个波段,空间分辨率10 m,全色波段分辨率2.5 m,成像时间2013年2月11日。遥感影像的时间、分辨率和光谱数据满足景观格局信息提取的要求,保证了解译结果的科学性和准确性。

(2)地形图:收集研究区1:10 000地形图电子版。

(3)辅助解译资料:包括项目区地质图、土壤图、植被图以及水文等资料。

2.3 数据处理工作流程

数据处理工作流程见图1所示。

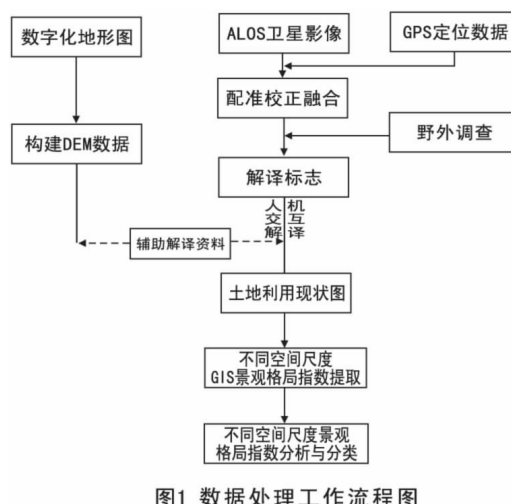


图1 数据处理工作流程图

(1)采用ERDAS Imagine遥感图像处理软件,对遥感图像数据进行配准、融合、校正、增强等处理,对不同波段数据实现融合,制作研究区ALOS卫星遥感影像图。

(2)为了增加目视判读的准确性,在ERDAS

Imagine 中利用 DEM 数据与遥感影像数据进行了复合,制作具有 3D 效果的立体影像图。

(3)利用 MAPGIS 软件图形处理模块,根据景观类型遥感解译标志,绘制景观类型现状图,同时输入相关属性信息。

(4)利用 map2shp 软件将 mapGis 格式的文件转化为 arcview3.2 软件中的 shp 格式,利用 arcview3.2 软件中的 theme 菜单将 shp 格式的文件转化为 grid 文件,转化过程中为有效控制信息丢失,栅格单元的大小选择与卫星遥感影像分辨率相同的 2.5 m。

(5)将转换后不同尺度的栅格数据(栅格单元的大小分别选取为 1、2.5、5、10、25、50 m)逐一导入景观格局分析程序 Fragstats3.3 中,分别计算研究区景观格局指数。

(6)通过对研究区不同空间尺度景观格局指数计算结果的统计,分析景观格局指数值随空间尺度的变化特征,评价不同空间尺度对景观格局的影响。

2.4 景观类型的划分

许多景观格局的数据以类型图来表示(如植被图、土壤图、土地利用和土地覆盖图等),也就是说,景观格局是以空间非连续型变量来表示的^[7]。景观格局变化主要表现为土地利用/土地覆盖变化^[8]。根据研究区土地利用/土地覆盖特点,结合 ALOS 对地观测卫星遥感影像光谱特征,本次研究依据《土地利用现状分类标准(GB/T 21010-2007)》^[9]将研究区景观类型划分为旱地、有林地、灌木林地、疏林地、天然草地、坑塘水面、工业用地、采矿地、沙地、裸岩石砾地、湖泊水面 11 个类型。

2.5 景观格局指数的选取

景观格局指数是高度浓缩的景观格局信息,是反映景观结构组成、空间配置特征的简单量化指标^[8];是描述景观格局及变化,建立格局与景观过程之间的联系的最常用的方法^[10]。本次研究选择生态学意义较明显的斑块总面积、斑块数、斑块密度、斑块平均面积、景观形状指数、最大斑块指数等常用景观格局指数,景观格局指数的计算公式及生态学意义见表 1。

2.6 不同空间尺度景观格局指数提取结果

木里县梭罗沟金矿矿区不同空间尺度景观格局指数提取结果见表 2。

表 1 常见景观格局指数的计算公式及生态学意义

景观格局指数	计算公式	参数意义	相关描述	生态学意义
景观面积	$TA=\sum(a_i)$	a_i 为景观中 i 类型斑块面积	$TA>0$, 无上限	TA 决定了景观的范围以及研究和分析的最大尺度,也是计算其它指标的基础
斑块数	$NP=N_i$	N_i 为景观中 i 类型斑块数	$NP\geq 1$, 无上限; 在类型和景观水平都适用	斑块形状的基本要素
斑块密度	$PD=N_i/A$	N_i 为斑块数, A 为景观总面积	$PD\geq 0$, 无上限	反映景观的破碎化程度
斑块平均面积	$MPS=TA/NP$	TA 为景观面积, NP 为景观斑块数	$MPS>0$, 无上限	MPS 值的分布区用图像或地图的范围以及对景观中最小斑块程度的选取有制的作用, MPS 可以指征景观的破碎程度,是反映景观异质性的关键
最大斑块指数	$LPI=\frac{Max(a_i, a_2, \dots, a_n)}{A} \cdot (100)$	a_i 为景观类型 i 的面积, A 为景观类型的面积	$0<LPI\leq 100$	其值的大小决定着景观中的优势种,内部种的丰度等生态特征,其值的变化可以改变干扰的强度和频率,反映人类活动的方向和强弱
景观形状指数	$LSI=\frac{P_i}{2\sqrt{A_i}}$	P_i 为景观类型 i 的周长, A_i 为类型 i 的面积	$LSI\geq 1$, 无上限; 当景观中只有一个正方形的斑块时, $LSI=1$; 当景观中斑块不规则时, 其值增大	描述斑块边界形状的复杂程度

表 2 研究区不同空间尺度景观格局指数计算结果

空间尺度	TA/hm ²	NP/个	PD/(个/km ²)	MPS/hm ²	LPI	LSI
1.0	3688.6415	343	9.2988	10.7541	17.2649	20.1056
2.5	3688.6419	346	9.3801	10.6608	17.2651	20.0365
5.0	3688.6075	345	9.3531	10.6916	17.2617	19.9593
10	3688.6600	360	9.7596	10.2463	17.2765	19.6642
25	3692.3750	390	10.5623	9.4676	17.3398	18.1078
50	3691.5000	324	8.7769	11.3935	12.5085	15.2459

3 景观格局指数空间尺度效应统计结果分析

依据各景观指数随空间尺度的变化趋势,可将上述景观指数的空间尺度效应分为 5 类。

3.1 类趋势指数

景观指数随着空间尺度增加,呈递增趋势,具有尺度效应关系较明确。

表现出该趋势的指数为景观面积,如图 2 所示。景观面积指数值随空间尺度的增加递增,拟合函数呈二次函数上升,相关系数平方为 0.7156,在上升过程中出现空间尺度转折点,说明这一类景观指数随空间尺度增加所表现出来的尺度效应关系较明确。依据各尺度转折点,可以将景观面积的空间尺度效应曲线划分成不同的尺度区间,在 1~10 m 尺度区间内,指数值变化不大,在 10~25 m 尺度区间内,景观指数呈迅速上升趋势,在 25~50 m 尺度区间内,指数值随呈缓慢下降趋势。在空间尺度 25 m 处出现转折点,说明这一类景观指数随空间尺度增加所表现出来的尺度效应关系较明确。

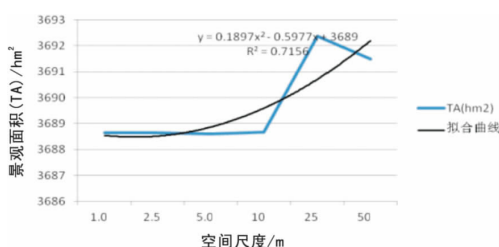


图2 景观面积指数空间尺度效应变化趋势图

3.2 类趋势指数

景观指数值在空间尺度增加的初期,总体呈现上升趋势,但在空间尺度增加的后期,指数值则呈现下降趋势,整个曲线近似于“n”型,具有明显的尺度转折点,尺度效应关系比较复杂。

表现出该趋势的指数为斑块数量、斑块密度,如图3、图4所示。这两个指数在空间尺度增加的初期,总体呈现上升趋势,但在空间尺度增加的后期,指数值则呈现下降趋势,变化趋势与多项式三次函数具有较好的拟合趋势,相关系数平方分别为0.7376和0.7398。这两个指数在上升的过程中均出现了明显的尺度转折点。依据各尺度转折点,可以将景观指数的空间尺度效应曲线划分成不同的尺度区间,在每一个尺度区间内,景观指数值的变化趋势是一致的。如斑块数量,在1~5 m尺度区间内,指数值变化不大,在5~25 m尺度区间内,景观指数呈上升趋势,在25~50 m尺度区间内,指数值随空间尺度的增加呈迅速下降趋势。在空间尺度25 m处出现转折点,说明这一类景观指数随空间尺度增加所表现出来的尺度效应关系较明确。类似的趋势在斑块密度指数中也同样出

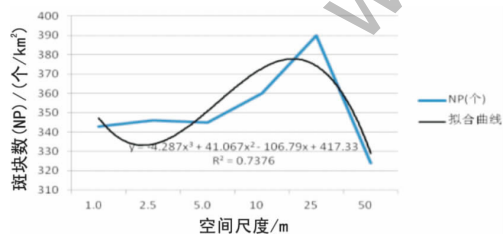


图3 斑块数空间尺度效应变化趋势图

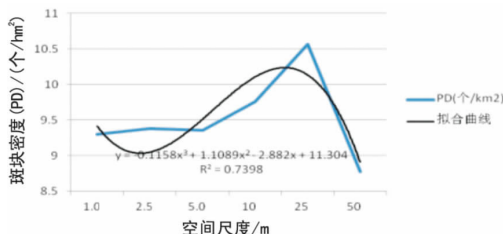


图4 斑块密度空间尺度效应变化趋势图

现。

3.3 类趋势指数

景观指数值在空间尺度增加的初期,总体呈现下降趋势,但在空间尺度增加的后期,指数值则呈现上升趋势,整个曲线近似于“U”型,具有明显的尺度转折点,尺度效应关系比较复杂。

表现出该趋势的指数为平均斑块面积,如图5所示。平均斑块面积在空间尺度增加的初期,总体呈现下降趋势,但在空间尺度增加的后期,则呈现上升趋势,变化趋势与多项式三次函数具有较好的拟合趋势,相关系数平方为0.7602。平均斑块面积在下降的过程中出现了明显的尺度转折点。依据各尺度转折点,可以将景观指数的空间尺度效应曲线划分成不同的尺度区间,在每一个尺度区间内,景观指数值的变化趋势是一致的。如平均斑块面积,在1~5 m尺度区间内,指数值变化不大,在5~25 m尺度区间内,景观指数呈下降趋势,在25~50 m尺度区间内,指数值呈迅速上升趋势。在空间尺度25 m处出现转折点,说明这一类景观指数随空间尺度增加所表现出来的尺度效应关

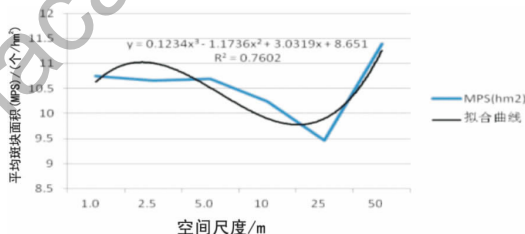


图5 平均斑块面积空间尺度效应变化趋势图

系明确。

3.4 类趋势指数

景观指数在空间尺度增加的初期,呈现缓慢的下降变化趋势,但在空间尺度增加的后期,指数值则呈现明显下降趋势,具有明显的空间尺度转折点,尺度效应关系较简单。

表现出该趋势的指数为景观形状指数,如图6所示。景观形状指数在空间尺度增加的初期,呈现缓慢的下降变化趋势,呈现下降趋势,但在空间尺度增加的后期,则呈现明显下降趋势,具有明显的空间尺度转折点,变化趋势与线性函数具有较好的拟合趋势,相关系数平方为0.7159。景观形状指数在下降的过程中出现了多个尺度转折点,依据各尺度转折点,可以将景观指数的空间尺度效应曲线划分成不同的尺度区间,在1~10 m尺度区间内,指数值变化不大,在10~25 m尺度区间内,景观指数呈加剧下降趋势,在25~50 m尺度区间内,指数值随空间尺度的增加呈急剧下降趋势。

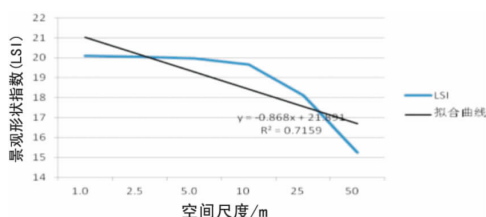


图6 景观形状指数空间尺度效应变化趋势图

3.5 类趋势指数

景观指数在空间尺度增加的初期,无明显变化趋势,但在空间尺度增加的后期,指数值则呈现急剧下降趋势,具有明显的尺度转折点,尺度效应关系简单。

表现出该趋势的指数为最大斑块指数,如图7所示。最大斑块指数在空间尺度增加的初期,无明显变化趋势,但在空间尺度增加的后期,则呈现急剧下降趋势,具有明显的空间尺度转折点,变化趋势与多项式二次函数具有较好的拟合趋势,相关系数平方为0.7748。最大斑块指数在变化过程中出现了尺度转折点,在空间尺度25m处出现转折点。依据尺度转折点,可以将最大斑块指数的空间尺度效应曲线划分成不同的尺度区间,在1~25m尺度区间内,指数值变化不大,在25~50m尺度区间内,景观指数呈急剧下降趋势。

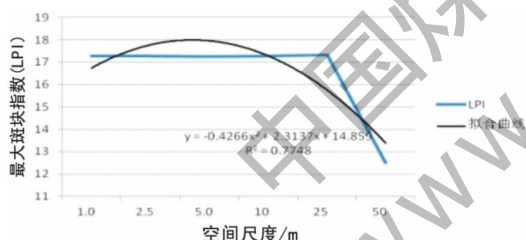


图7 最大斑块指数空间尺度效应变化趋势图

4 结论

本文在以川西南地区的木里县梭罗沟金矿矿区为研究对象,通过利用景观分析软件Fragstats选取不同空间尺度对景观指数计算结果的比较分析,主要得出以下结论:

(1) 研究区内所选景观格局指数随空间尺度的增大出现了显著的变化,景观指数对空间尺度变化相对敏感,体现出一定的尺度依赖性,利用这些指数进行景观类型、景观格局变化预测、对比分析和评价等研究时需考虑空间尺度效应。

(2) 随着空间尺度的增加,各景观格局指数表现出不同的变化趋势。通过将斑块总面积、斑块数、斑块密度、斑块平均面积、景观形状指数、最大斑块指数等6类景观指数的空间尺度效应变化趋

势分析,将其划分为五种趋势变化类型。

(3) 当空间尺度增加到一定程度时,景观格局指数值的变化会出现明显或不明显的尺度转折点,这主要是因为空间尺度的变化能够改变斑块边界、分割或融合斑块,从而改变了景观格局的有关特征,进而导致景观指数值发生一系列的变化。

(4) 景观格局指数随空间尺度变化的曲线存在多个拐点,并对应于合适的景观格局分析尺度。通过将斑块总面积、斑块数、斑块密度、斑块平均面积、景观形状指数、最大斑块指数等6类景观格局指数的空间尺度效应变化范围叠加后,可知本研究区景观格局指数计算的适宜空间尺度范围为1~5.0m。

本文在3S技术支持下,以川西南地区的木里县梭罗沟金矿矿区为研究对象,通过利用景观分析软件Fragstats选取不同空间尺度对景观指数计算结果的比较分析,确定了该研究区域景观格局分析的最适宜空间尺度,有利于揭示景观格局与尺度效应相互作用的机理,进而对景观格局的尺度推算的方向、过程进行模拟、预测、分析和评价等研究提供重要的科学参考,并对遥感数据和地理信息系统的正确使用具有重要的科学意义。

参考文献

- [1] 伍业钢,李海滨.景观生态学的理论发展[A].见:邬建国(主编).当代生态学博论[C].北京:中国科学技术出版社,1992.30~39.
- [2] Forman RT. 1986. Landscape Ecology. Cambridge :Cambridge University Press. 599~600.
- [3] Wu J G. 2000. Landscape Ecology Pattern, Process, Scale and Hierarchy. Beijing :Higher Education Press. 104~105 (in Chinese).
- [4] Wu J G, Hobbs R. 2002. Key issues and research priorities in landscape ecology :An idiosyncratic synthesis. Landscape Ecol, 17: 355~365.
- [5] Wu J. Hierarchy and scaling: Extrapolating information along a scaling ladder Canadian [J], Journal of Remote Sensing, 2000, 25 (4) :367~380.
- [6] Chen Jing M. Spatial scaling of a remotely sensed surface parameter by contexture[J]. Remote Sens Environ, 1998, 69 :30~42.
- [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.
- [8] 张秋菊,傅伯杰,陈利顶.关于景观格局演变研究的几个问题[J]. 地理科学, 2003, 23(3):264~270.
- [9] 中国质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会.土地利用现状分类标准(GB/T21010-2007).2007年3月.
- [10] 何鹏,张会儒.常用景观指数的因子分析和筛选方法研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22(4):470~474.