

玛纳斯河流域近14年多尺度粒度变化 对土地利用景观格局的影响

韩蓉, 唐湘玲

(石河子大学 理学院 地理系, 新疆 石河子 832003)

摘要:以2000年、2014年玛纳斯河流域30 m空间分辨率的遥感影像为基础数据源,借助GIS和ENVI软件,制作玛纳斯河流域土地利用覆被图,选取景观指数,在类型和整体景观的水平上,探讨了玛纳斯河流域景观格局指数随粒度变化的基本规律,并分析了各景观格局指数间的相关性。结果表明:100~3 000 m粒度范围内,流域景观格局指数的“临界粒度”“粗粒化”现象明显,总体而言,在400~800 m,2 000~3 000 m分辨率下玛纳斯河流域的景观格局指数的“临界粒度”为400 m和2 000 m,适宜计算的粒度范围为400~2 000 m,所以在利用遥感影像对玛纳斯河流域景观进行分析研究时,需进行一定的粒度转换及注意粒度的影响。玛纳斯河流域景观形态具有分形特征,各类景观斑块的维数对粒度变化的响应不同,分维数随粒度的增大呈逐渐下降趋势,表明景观类型边界趋于简单化。相关性分析定量反映了所选景观指数受粒度变化影响的相关性程度,可为玛河流域景观格局变化研究提供参考。2000年、2014年间玛河流域景观多样性由复杂逐渐变为简单,多样性指数逐步减小。

关键词:土地利用; 景观格局; 多尺度; 粒度变化; 相关分析; 玛纳斯河流域

中图分类号: P901

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2017)02-0194-08

Influence of Grain Size Change on Land Use Landscape Pattern in Manasi River Basin in Recent 14 Years

HAN Rong, TANG Xiangling

(Department of Geography, College of Science, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China)

Abstract: Based on landscape heterogeneity and spatial differences in land use, landscape pattern indices of measure in time and space ‘coarse’, using RS and GIS software and landscape ecology methods, based on Manas River Basin of the remote sensing image in the period from 2000 to 2014, landscape type in the Manas River Basin, landscape type map grid, the important landscape index, from the overall level of landscape types and the landscape, land using effect and mechanism of the changes of the landscape pattern due to changing grain size in the Manas River Basin were analyzed, and the correlation of the landscape pattern indices with the particle sizes was analyzed. The results showed that in 100~3 000 m particle size range, Manas River Basin landscape pattern indices critical granularity ‘coarse’ phenomenon is obvious, overall, in the 400~800 m resolution critical size of Manas River Basin landscape pattern index was 400 m, suitable for calculating the size range for 200~800 m. So in the use of remote sensing image prediction, comparison and evaluation of the Manas River Valley landscape, the attention should be paid to the effects of grain size and of certain size conversion. Manas River Basin landscape form has the characteristic of fractal, fractal dimension of various types of landscape patches of size change in response to different fractal dimensions with particle size increase gradually decline trend, indicating that the types of landscape boundary tended to be simple. Quantitative correlation analysis reflected the degree of correlation of landscape index influenced by the change of the particle size, which can provide a reference for the subsequent Manas River Basin due to the project of returning farmland to forest (grass) caused by the study on the change of landscape pattern, in nearly 14 years from 2000 to 2014, landscape diversity in Manas River Basin became from the complexity to simplicity,

收稿日期: 2016-05-24

修回日期: 2016-06-25

资助项目: 石河子大学高层次人才项目(RCZX201417)

第一作者: 韩蓉(1990—),女,新疆库尔勒人,硕士研究生,研究方向: 景观生态学。E-mail: 1227677398@qq.com

通信作者: 唐湘玲(1976—),女,湖南人,副教授,博士,研究方向: 全球变化与生态响应。E-mail: Txl@sina.com

diversity index decreased gradually.

Keywords: land use; landscape pattern; multi-scale; grain size change; correlation analysis; Manasi River Basin

在景观生态学中,把尺度定义为对某一研究对象或现象在空间或时间上的量度,往往以粒度大小和幅度变化来表示^[1]。在地学和生态学研究,研究尺度效应需要解答的问题主要在于:(1)在何种尺度上,可以正确地表达特定的地理现象?(2)如何有效地将数据和信息从一种尺度转换为另一种尺度^[2]?(3)原始数据和信息经过尺度转换后,会出现何种信息的损失或效应?即不同尺度的数据反映相同的地物和现象时的差异如何^[3]?多尺度空间分析是进行尺度效应分析的基础,是发现和识别景观等级结构和特征尺度的主要方法。从不同的空间尺度研究土地利用空间数据对土地利用景观格局的表达,有利于从不同的层次,认识土地利用与覆盖变化的机理与过程^[4]。目前,格局与过程的时空尺度变化是景观生态学的研究热点,尺度效应分析受到格外重视和发展^[5],其文献在生态学的相关研究中占相当重大的比重^[6-7]。景观指数在景观生态学中应用很广泛,但景观指数对不同景观特征和分析尺度的响应及其生态学意义尚缺乏明确的阐述^[8]。景观格局作为景观异质性在空间上的综合表现,具有很强的尺度依赖性,分析同一景观格局在不同尺度下的特征及变化规律,明确区域景观格局特征的尺度效应,可以更加准确地反映土地景观格局的真实状况^[9]。只有在连续的尺度序列上对景观格局进行考察和研究,才能把握其内在的演变规律^[10-11],所以选择适宜的研究尺度显得极为重要。尺度选择不当,就不能科学地揭示研究对象的本质。尺度选择过大,往往导致大量细节被忽略;尺度选择过小,就会陷入局部,容易忽略总体规律^[10-12]。许多学者对基于1:50 000以下小比例尺的景观指数粒度效应进行了研究^[13-20],对不同比例尺的矢量数据如何选择适宜粒度的研究也有涉及^[21-23]。土地调查数据作为开展土地资源合理管理和优化配置的基础,也是开展景观生态分析数据的重要来源,为景观格局的分析与研究提供了有利条件^[24-26],但当前涉及基于此数据开展的景观格局对粒度变化的影响及其机理研究较少。而且目前大多数都是针对单一尺度上的研究,多尺度空间粒度研究较少。

本文以玛纳斯河流域30 m空间分辨率的遥感影像为基础数据源,通过GIS和ENVI软件技术支持,运用景观生态学相关方法,从类型与景观2个水平上选取多个经典景观格局指数选择重要的景观指数^[27],主要分析土地利用景观指数的差异和各土地利用景观类型格局变化趋势特征机理,并对所选景观指数在粒度

上的差异进行相关性分析。总结相同景观在不同粒度下的景观特征差异,使得景观格局指数在测度过程中更具说服力,对不同空间粒度下景观格局的差异做出正确解释,为土地利用现状数据开展景观格局分析,指导土地资源利用规划和保护提供理论依据。

1 研究区概况

玛纳斯和流域位于新疆准噶尔盆地南部,西南部分别相邻于准噶尔盆地边缘和天山山脉,地理位置为85°01'—86°32'E,43°27'—45°21'N,最高海拔为5 242.5 m,平原区海拔为300~500 m。东西198.7 km,南北260.8 km,流域面积3.1万km²。地势由东南向西北倾斜,海拔最高5 259 m,最低168 m。由南向北依次分为山地、山前平原和沙漠三大地貌类型区(比例约为2.83:1:1.07)^[28],流域属内陆干旱区,夏季炎热干燥,冬季寒冷多风,年均气温6.8℃,年降水量110~200 mm^[29],年蒸发量约为1 500~2 000 mm,玛纳斯河流域人口约为1.3×10⁵人。景观格局十分复杂,即以草地、林地、耕地、荒漠为主,是流域自然状况的体现,玛纳斯河流域属大陆性干旱气候,气候冬冷夏热,光、热、风、水资源丰富。

2 资料及方法

2.1 数据来源与处理

以玛纳斯河小流域全色波段遥感2000年的Landsat ETM+和2014年的Landsat OLI数据;分辨率为30 m的ASTER GDEM V₂版的DEM数据(数据来源于中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn>))。选取无云或少云的遥感影像和DEM在ENVI 5.1的支持下,进行镶嵌和裁剪,并将坐标系统统一Albers_Conic_Equal_Area投影,基准面为WGS_1984,中央经线为105°E。

本文遥感影像分类在ENVI 5.1中完成。首先数据预处理,分别进行2000年和2014年玛纳斯河流域遥感影像图的NDVI和ISODATA非监督分类计算,在进行ISODATA分类时,最大分类数量设置为10,迭代次数设置为10。将获得的玛纳斯河流域的DEM,NDVI,ISODATA和近红外、红、绿波段进行波段组合,得到一个6波段的文件。然后,选取训练样本。根据玛纳斯河流域的实际土地利用情况和遥感影像的纹理信息和光谱特征,本文将研究区土地分

类为:(1)草地包括草甸、绿地;(2)林地包括高覆盖灌木林、常绿灌木林;(3)水体包括湖泊、河流;(4)建设用地;(5)未利用地包括裸地和荒漠、盐碱地等;(6)耕地。在两期影像中,分别选取一定数量的6类土地利用的训练样本,并保证训练样本的可分离度在1.8以上。最后,获取规则和应用规则分类。根据选择的训练样本,基于CART算法获取决策树规则,进行决策树分类,最终提取出玛纳斯河流域土地利用信息。本文中,使用混淆矩阵方法,检验遥感影像分类的精度。经过精度评价,研究区2000年、2014年分类图总体分类精度为91.6%,88.5%,可以满足本研究的精度要求。最后,在ArcGIS 10.1支持下,通过格式转换、空间叠加等处理,进行数据统计分析。

2.2 指标计算与技术路线

基于ArcGIS 10.1软件平台,利用Spatial Analyst模块将玛纳斯河流域土地利用类型图(2000年和2014年)的矢量数据转为栅格数据。采用粒度推译法,粒度推译包括上推和下推。其中最常用的为粒度上推,即把精微尺度上的观察、试验及模拟结果外推到较大尺度的过程。它是研究成果的“粗粒化”,即不断降低景观格局的空间分辨率^[30]。由于研究区面积较小,所以采用的粒度大小为栅格大小,从100 m到3 000 m,即100,200,400,600,800,1000,2 000,3 000 m为像元大小,得到8幅景观类型栅格图(Grid),用Fragstats 3.3计算景观格局指数,景观指数依据前人的研究^[31]和研究区特点,景观指数包括5个面积/周长/密度指数,7个形状指数,8个蔓延度指数;景观水平上选取的景观指数包括4个面积/周长/密度指数,4个形状指数,3个蔓延度指数和4个多样性指数。各指数计算公式及生态学意义见有关参考文献^[32]。

2.3 相关性分析

在SPSS 11.5环境下,主要采用二元定距变量相关性分析。二元定距变量的相关分析是指通过计算定距变量间两两相关的相关系数,对2个或2个以上定距变量之间两两相关的程度进行分析。在二元定距变量的相关分析过程中常用的几个相关系数是Person简单相关系数、Spearman和Kendall's tau-b等级相关系数^[33]。本文运用的是person简单相关系数来进行相关性分析。

3 结果与分析

3.1 类型水平景观指数的空间粒度变化行为测度

空间粒度“粗粒化”对一些景观格局指数有明显的影响,即同一景观不同粒度时,用同一种景观格局指数表示的结果不同。类型水平景观指数的相关性

越强,指数值越相近^[34]。根据景观指数对空间粒度的响应关系和粒度效应关系,选取20个景观指数中的14个重要景观指数,分为3类,从地类景观单个指标特征柱状图(图1)来看,其粒度效应表现出斑块密度(图1A)、景观形状指数(图1D)、平均周长面积比(图1M)、聚集度指数(图1K)、相似邻近比指数(图1J)、聚合指数(图1G)都表现出逐渐减少的趋势。而从14个类型水平景观指数变化柱状图变化特征来看,其粒度效应有以下特征:

(1)第1类景观指数随着粒度的增加而减小,且具有比较明显的粒度效应关系,可预测性较强。这类景观指数主要有斑块密度、景观形状指数、平均周长面积比、聚集度指数、相似邻近比指数,聚合指数(图1G)。以聚合指数为例,聚合指数表示景观类型内部的团聚程度^[29],如果一个景观由许多离散的小斑块组成,其聚合指数较小;当景观中以少数大斑块为主或同一类型斑块高度相连时,其聚合指数较大。从聚合指数的变化趋势来看(图1G),其地类景观指数下降较为明显,其中下降最明显的是建设用地和水域,其次是未利用地、林地,可见随着粒度的增加,类型景观的形状愈加简单,并且在1 000 m粒度时,建设用地、耕地和水域都出现了拐点。

(2)第2类景观指数随着粒度的增加呈现增加的趋势,同样具有比较明显的粒度效应关系,代表性指数有归一化形状指数(图1F)。归一化形状指数随着粒度的增加,其柱状图呈逐渐上升的趋势,可见随着粒度的增加景观类型的形状便越来越简单,由图1F可以看出,所有地类的归一化形状指数都大于0.1,表明研究区所有地类景观形状比较简单,并且随着粒度的增加边界趋势于平滑、规则。

(3)第3类景观格局指数随粒度的变化柱状图差异较大,无明显规律,代表性指数如周长面积变异系数、斑块密度、景观形状变异系数、最大斑块指数、有效粒度面积和平均周长面积比(图1)。有效粒度面积用于比较斑块的平均面积大小。景观总面积不变时,有效粒度面积变大,反映该类型景观面积增加,其在景观中的比例加大。通过分析,粒度变化对耕地的有效粒度面积指数影响最大,尤其在800~2 000 m粒度其值变化较为剧烈,而其他地类的有效粒度面积指数随粒度的增加变化不明显。其他几类景观指数随粒度同样表现出不规律的变化。

3.2 整体水平景观指数的空间粒度变化行为测度

利用Fragstats 3.3软件分析的结果,进行整体水平上的景观特征对比分析。玛纳斯河流域2014年整体景观特征的粒度效应见图2。

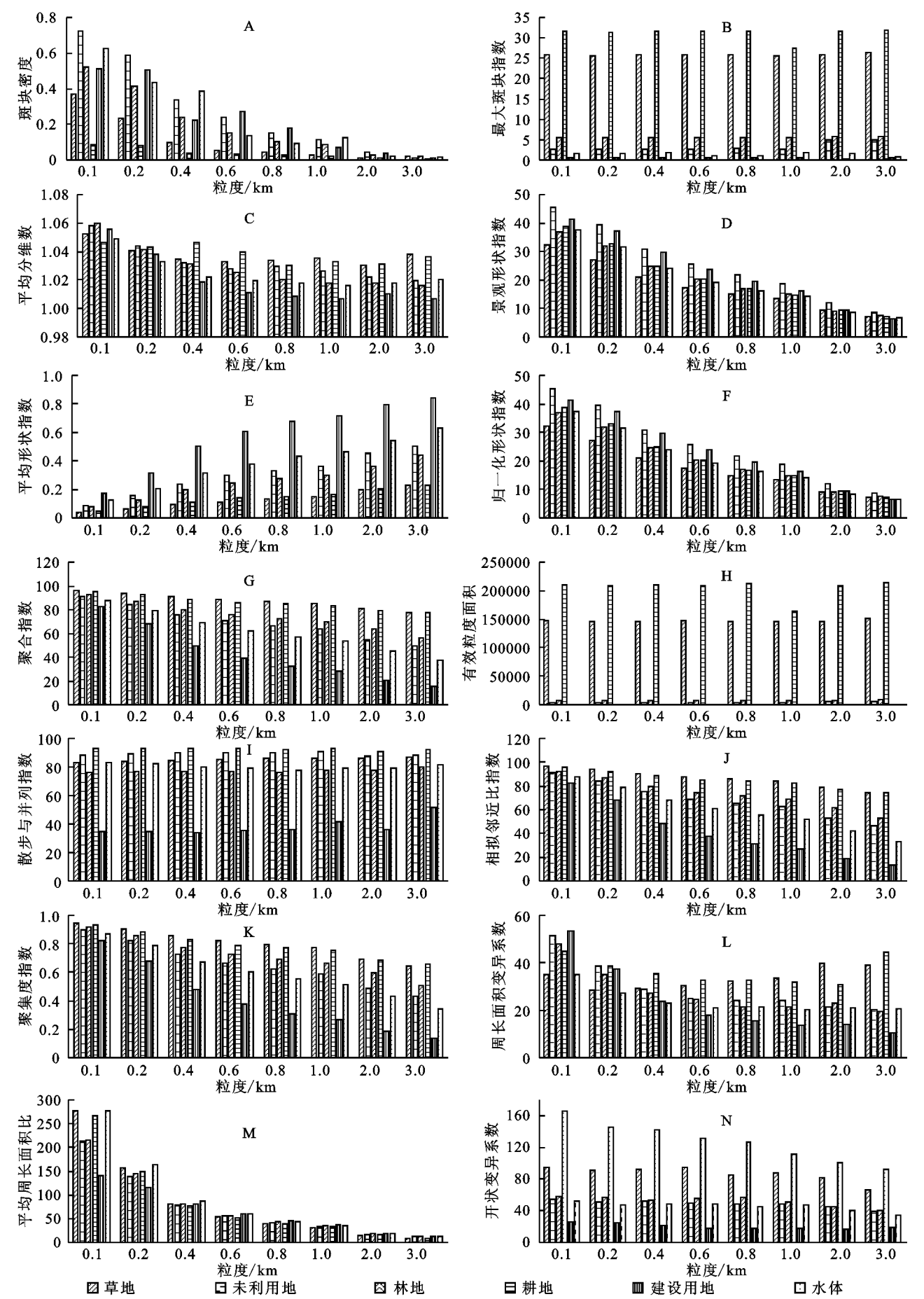
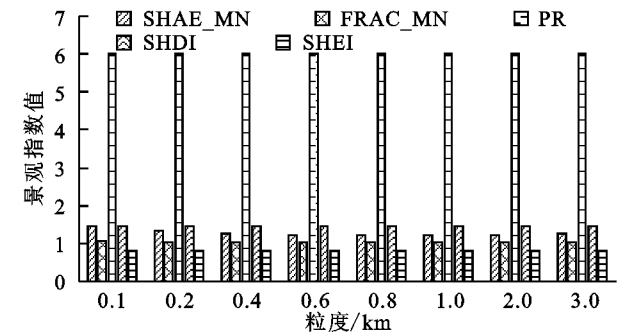


图 1 类型水平景观特征指数的粒度变化曲线

在整体水平上,选取特征较明显的 10 个景观指数进行分析,其粒度变化柱状图见图 2。由图 2 可以看出,2014 年玛纳斯河流域的类型景观指数大部分随着粒度的增加呈现减小的趋势。随着粒度的增加,蔓延度指数维变化差值为 2~3,景观形状变异系数变化差值维持在 5 以内、凝聚度指数变化差值维持为 2~3,聚合指数变化差值维持在 5 以内、景观形状指数变化差



值维持在 2 以内,说明这些景观格局指数粒度效应受空间格局特征的影响不大,主要表现为逐渐下降势降,也有少数情况下指数的粒度效应曲线表现为基本趋于稳定,如平均分维数维持在 1.2 左右、平均形状指数维持在 2.5 左右、香农多样性指数维持 2.5 左右、香农均匀度指数维持在 0.8 左右、景观丰度维持在 6 左右,可见景观中斑块形状逐渐规则且斑块之间相互邻接。

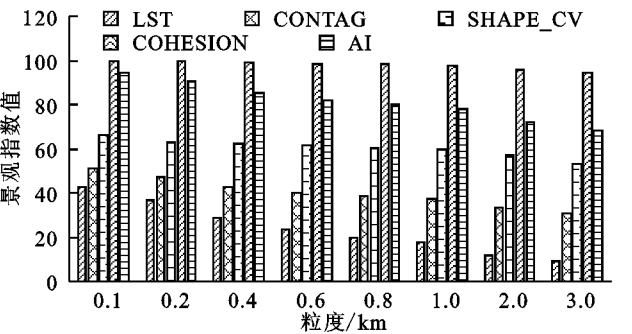


图 2 整体水平景观特征指数的粒度变化曲线

为了更好地研究各个时期景观指数随粒度的变化特征,此次研究将 8 种粒度在 2 个时期的景观特征指数进行对比,其结果见表 1。从表 1 看出,随着粒度的增加,景观形状变异系数呈现减小趋势,2014 年随着粒度增加景观形状变异系数从 66.28 减少至 53.01,相较于 2014 年,2000 年景观形状变异系数最大,最大可达到 71.626,可见 2000 年景观的形状指数最为不规则。平均分维数、蔓延度指数、凝聚度和景观丰度、聚合度指数几乎没有变化。香农多样性指数由 2000 年的 1.38 增加到 2014 年的 1.45,说明 2014 年拼块邻接程度达到最高。随着粒度的增加,景观形状指数逐渐降低,2000 年最大达到 56.285,2014 年最小值达到 9.03,其特征指数变化与景观形状变异系数变化趋势相一致。聚合度指数与香农均匀度和香农多样性表现出同样

的变化规律,都在 2014 年达到最大值,可见 2014 年景观类型面积增加,并趋于均匀。凝聚度、景观丰度在 2000 年和 2014 年处于稳定,几乎没有变化波动。蔓延度在 2000 年达到最大,2014 年达到最小。总的来看:(1)粒度发生变化时,多数指标年际间的变化规律不一样,使得指标的协同变化也不一样;(2)聚合度指数与香农均匀度和香农多性、景观形状指数与景观形状变异系数、聚合指数和景观丰度的变化在粒度间变化趋于一致。

3.3 景观形态的自相似性及其对粒度效应的响应

在各种粒度下,玛纳斯河流域 2000—2014 年各类景观斑块的平均分维数都大于 1(表 2),这说明各类景观形态都具有分形特征,呈现出一定的自相似性和复杂性。

表 1 各时期整体水平景观特征指数的差异

粒度/m	年份	LSI	SHAPE_MN	SHAPE_CV	FRAC_MN	CONTAG	COHESION	PR	SHDI	SHEI	AI
100	2000	56.285	1.5325	70.4214	1.0608	52.0277	99.6619	6	1.3804	0.7704	92.483
	2014	42.890	1.4615	66.2871	1.0548	51.2806	99.7635	6	1.459	0.8143	94.336
200	2000	47.180	1.3664	70.3021	1.0424	47.628	99.4648	6	1.3806	0.7705	87.452
	2014	36.833	1.3362	62.8292	1.0395	47.1385	99.5215	6	1.4598	0.8147	90.322
400	2000	35.208	1.2626	71.6267	1.0277	43.3112	99.0103	6	1.38	0.7702	81.461
	2014	28.546	1.2482	62.0315	1.0271	42.6939	99.0761	6	1.4585	0.814	85.172
600	2000	27.802	1.8027	71.2354	1.5578	41.0227	41.4067	6	1.3783	0.7693	78.273
	2014	23.652	1.2193	61.4656	1.0218	40.0289	98.4067	6	1.4585	0.814	81.760
800	2000	23.056	1.241	69.7122	1.0218	40.0042	98.0483	6	1.3827	0.7717	76.23
	2014	19.993	1.2154	60.2862	1.0199	38.5775	98.2272	6	1.4563	0.8128	79.674
1000	2000	20.065	1.2122	59.4588	1.0186	37.1492	97.5928	6	1.4554	0.8123	77.783
	2014	17.630	1.2122	59.4588	1.0186	37.1492	97.5928	6	1.4554	0.8123	77.783
2000	2000	11.931	1.2744	59.6856	1.0233	37.4802	95.9002	6	1.362	0.7602	70.980
	2014	11.565	1.2354	57.32	1.0191	33.2693	95.9642	6	1.4603	0.815	72.102
3000	2000	9.2423	1.2433	62.7856	1.018	35.19	94.6755	6	1.3665	0.7626	67.385
	2014	9.0361	1.2467	53.0118	1.019	30.8307	94.1675	6	1.4585	0.814	68.376

表 2 各类景观斑块的分维数对粒度变化的响应

粒度/m	年份	草地	未利用地	林地	建设用地	水域	耕地
100	2000	1.0623	1.0584	1.0614	1.0584	1.0624	1.0589
	2014	1.0524	1.0585	1.0599	1.046	1.0553	1.0485
200	2000	1.0436	1.0426	1.0436	1.04	1.0411	1.0425
	2014	1.0402	1.0438	1.0413	1.0429	1.0378	1.0331
400	2000	1.03	1.034	1.027	1.0197	1.0285	1.0344
	2014	1.0343	1.0325	1.0314	1.0465	1.0186	1.0224
600	2000	1.0283	1.0305	1.0228	1.0114	1.023	1.0285
	2014	1.0329	1.0282	1.0253	1.0399	1.0111	1.0191
800	2000	1.0278	1.0308	1.0228	1.0086	1.0216	1.0294
	2014	1.0336	1.0292	1.0201	1.0307	1.0086	1.0176
1000	2000	1.0352	1.0264	1.0177	1.0073	1.016	1.0331
	2014	1.0352	1.0264	1.0177	1.0331	1.0073	1.016
2000	2000	1.0304	1.0295	1.0186	1.01	1.0194	1.0329
	2014	1.0308	1.0218	1.0177	1.0312	1.0102	1.0181
3000	2000	1.021	1.0142	1.0188	1.0079	1.0207	1.028
	2014	1.0377	1.0197	1.0158	1.0362	1.0072	1.0206
平均值		1.03598125	1.03290625	1.02886875	1.0293625	1.0243	1.030833333

从平均水平来看,草地、耕地和未利用地分维数平均值达到 1.03,说明景观相对比较不规则和复杂,林地、建设用地、水域景观平均分维数达到 1.02,说明景观相对比较规则简单,这也符合研究区的实际情况,因为:(1) 玛纳斯河流域流域地处干旱区,有“沙漠绿洲”之称,环境恶劣,该区的未利用地所占面积比重比较大,而且草地的管理也较少,从而导致草地景观比较复杂的格局;(2) 2000 年退耕还林(草)政策的实施,使得耕地大面积减少,林草地大面积增加,并且得到了有序的种植和管理;(3) 玛纳斯河流域内由于居住地的转移和工矿用地的建设,使得建设用地景观的形态格局复杂化程度接近于荒草地。表 2 还表明,各类景观斑块的分维数对粒度变化的响应不同,它们的分维数随着粒度的变化基本保持不变;在粒度较小时,各类景观斑块之间的分维数差异较大,而随着粒度增大,各类景观斑块之间的分维数差异减小。其中,草地和耕地、水域、建设用地分维数在 400~2 000 m 粒度内,具有明显的随粒度增加先减小后增加的趋势。2000 年和 2014 年其他类型景观的分维数在 400~800 m,800~1 000 m 粒度范围内变化较小,说明这些景观的形态结构在这一粒度范围内具有

自相似性,在 1 000~2 000 m,2 000~3 000 m 粒度时各类型景观分维数略有波动,但整体呈下降趋势。

3.4 类型景观指数与粒度的相关分析

采用相关性分析,获得了 2000—2014 年玛纳斯河流域各地类景观指数与粒度的相关性(表 4)。从表 3,4 可以看出,聚集度指数、斑块密度和相似邻近比、聚合指数、平均面积周长比、散步与并列指数与粒度的相关性在类型水平上呈现极显著负相关,归一化形状指数与粒度呈极显著正相关,散步与并列指数呈两级分化,即呈正相关又有负相关。水域、草地、耕地和林地的平均面积周长比与粒度的相关性不高,而且平均面积周长比与粒度的相关性呈负相关。对于玛纳斯河流域而言,建设用地和林草地之间的转化频繁。所以重点研究三者 in 斑块密度、归一化形状指数、聚集度指数与粒度之间的相关性。从草地和林地类型景观指数与粒度的相关性来看,斑块密度与粒度为极显著负相关,归一化形状指数与粒度极显著正相关,聚集度指数与粒度则呈现极显著负相关。从建设用地类型景观指数与粒度的相关性来看,斑块密度与粒度呈极显著负相关,而归一化形状指数和聚集度指数与粒度的相关性则与草地、林地类似。

表 3 2000 年各地类景观指数与粒度的相关性

地类	斑块密度	散步与并列指数	平均面积周长比	聚集度指数	归一化形状指数	相似邻近比	聚合指数
草地	-0.717*	0.160	-0.719*	-0.874**	0.874**	-0.896**	-0.874**
未利用地	-0.772*	0.355	-0.723*	-0.884**	0.885**	-0.900**	-0.885**
林地	-0.732*	0.321	-0.715*	-0.661	0.554	-0.632	-0.553
耕地	-0.684	0.057	-0.717*	-0.853**	0.838**	-0.859**	-0.838**
建设用地	-0.839**	0.901**	-0.763*	-0.788*	0.789*	-0.481	-0.435
水体	-0.758*	-0.512	-0.696	-0.876**	0.875**	-0.965**	-0.963**

注:* $p<0.05$ 时,相关性是显著的,** $p<0.01$ 时,相关性是极显著的。下表同。

表 4 2014 年各地类景观指数与粒度的相关性

地类	斑块密度	散步与并列指数	平均面积周长比	聚集度指数	归一化形状指数	相似邻近比	聚合指数
草地	-0.627	0.837**	-0.666	-0.953**	0.953**	-0.962**	-0.953**
未利用地	-0.781*	-0.449	-0.715*	-0.906**	0.909**	-0.918**	-0.909**
林地	-0.757*	0.929**	-0.718	-0.928**	0.926**	-0.936**	-0.926**
耕地	-0.789*	-0.635	-0.665	-0.907**	0.908**	-0.928**	-0.908**
建设用地	-0.803*	0.847**	-0.825*	-0.812*	0.811*	-0.817*	-0.811*
水域	-0.755*	-0.152	-0.679	-0.899**	0.898**	-0.907**	-0.898**

3.5 整体景观指数与粒度的相关性

从表 5 可以看出,香农均匀度指数、香农多样性指数与粒度相关性在 2000 年、2014 年呈两极分化,在 2000 年呈负相关,相关性系数都为 -0.227,在

2014 年呈正相关,相关性系数为 0.066,景观形状指数、平均分维数、蔓延度指数与粒度相关性在 2000 年和 2014 年均呈负相关,说明周边景观多样性降低,景观格局由复杂变为简单。

表 5 各时期景观指数与粒度的相关性

年份	景观形状指数	凝聚度	平均分维数	蔓延度	香农多样性	香农均匀度
2000 年	-0.844**	0.081	-0.167	-0.139	-0.227	-0.227
2014 年	-0.863**	-0.997**	-0.605	-0.886**	0.066	0.066

4 结论与讨论

尺度效应在土地利用数据上表现明显,土地利用景观特性的表现在不同的空间尺度上具有较大的差异。土地利用景观随着尺度的变化而发生改变,呈现出明显的相关性和复杂性。通过对玛河流域 2000 年和 2014 年景观格局指数的粒度“粗粒化”研究,分析了玛纳斯河流域景观格局的多粒度尺度效应。从景观的类型水平和整体水平分别进行分析,实现了玛纳斯河流域景观格局研究从部分到整体的结合。研究发现“临界粒度”及“粗粒化”现象在玛纳斯河流域景观格局普遍存在。玛河流域景观格局指数的“临界粒度”“粗粒化”现象较为明显。在 100~3 000 m 粒度范围内,400~800 m,2 000~3 000 分辨率下玛河流域的景观格局指数的“临界粒度”为 400 m 和 2 000 m。景观形态自相似性的研究可以很好地反映景观格局的边界特征,研究中,玛纳斯河流域景观形态具有分形特征,并且呈现出一定的自相似性和复杂性。各类景观斑块的分维数对粒度变化的响应不同,分维数随粒度的增大呈现逐渐下降趋势,表明景观类型边界趋于简单化。在粒度较小时,各类景观斑块之间的分维数差异较大,而随着粒度增大,各类景观斑块之间的分维数差异减小。从平均水平看,草地、林地和水域景观相对比较规则简单,耕地和建设用地景观比较复杂,而未利用地介于它们之间。本研究表明,玛纳斯河流域的景观分维数随粒度的增加而逐渐减小。通过相关性分析,一方面定量反映了所选景观格局指数受粒度变化影像的相关性程度,另一方面可为后续玛河流域因“退耕还林(草)”工程引起的景观格局变化研究提供参考。

本文在对景观指数的粒度效应研究中,针对从测量尺度向本征尺度的过渡进行了说明,但文章只从空间上分析了各地类景观指数的粒度效应,并没有从时间变化角度分析景观指数的粒度效应,这一点还需深入研究。因为景观格局是不同景观单元和生态过程在一定时间和一定空间内相互作用的表现,它在空间或时间单方面的特征都不能代表其本质的规律性。判别景观格局的特征尺度是进行格局分析的前提,而这个特征尺度不仅包括空间尺度,还应包含时间尺度,二者缺一不可。目前我国开展的大量景观格局分析中,更多的侧重于景观格局指数的计算与分析,而将景观格局分析与实际问题相结合的研究相对较少。

参考文献:

[1] 邬建国. 景观生态学: 概念和理论[J]. 生态学杂志, 2000,19(1):42-52.

[2] Marceau D I, Hay G J. Remote sensing contributions to the scale issue[J]. Canadian Journal of Remote Sensing, 1999,25(4):357-366.

[3] 刘明亮,唐先明,刘纪远,等. 基于 1 km 格网的空间数据尺度效应研究[J]. 遥感学报,2001,5(3):183-190.

[4] 赵磊. 土地利用空间数据转换的尺度效应研究[D]. 北京: 中国农业大学,2005.

[5] 肖笃宁. 论现代景观科学的形成与发展[J]. 地理科学, 1999,19(4):379-384.

[6] 肖笃宁,李秀珍. 当代景观生态学的进展和展望[J]. 地理科学,1997,17(4):356-363.

[7] 李秀珍. 从第十五届美国景观生态学会看当前景观生态学发展的热点和前沿[J]. 生态学报,2000,20(6): 1113-1115.

[8] 邬建国. 景观生态学中的十大研究论题[J]. 生态学报, 2004,24(9):2074-2076.

- [8] Peterson G D. Scaling ecological dynamics: Self-organization hierarchical structure and ecological resilience [J]. *Climate Change*, 2000, 44: 291-309.
- [9] Cai B F, Yu R. Comparison on spatial scale analysis methods in landscape ecology [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 25(5): 2279-2287.
- [10] Levin S A. The problem of pattern and scale in ecology [J]. *Ecology*, 1992, 73: 1943-1967.
- [11] Wu J G. Landscape ecology: Concept and theory [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2000, 19(1): 42-52.
- [12] Zhao W W, Fu B, Chen L D. Some fundamental issues in scaling [J]. *Advance in Earth Sciences*, 2002, 17(6): 905-911.
- [13] Lam N, Quattrochi D A. On the issues of scale, resolution, and fractural analysis in the mapping sciences [J]. *The Professional Geographer*, 1992, (44): 88-987.
- [14] Qi Y, Wu J. G. Effects of changing spatial resolution on the results of landscape pattern analysis using spatial auto-correlation indice [J]. *Landscape Ecology*, 1996, 11(1): 39-49.
- [15] Wu J, Shen W, Sun W, et al. Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics [J]. *Landscape Ecology*, 2002, (17): 761-782.
- [12] Wu J. Effects of change scale on landscape pattern analysis: Scaling relations [J]. *Landscape Ecology*, 2004, 19: 125-138.
- [17] 吕一河, 傅伯杰. 生态学中的尺度及尺度转换方法 [J]. *生态学报*, 2001, 21(12): 2097-2104.
- [18] 蔡博峰, 于嵘. 景观生态学中的尺度分析方法 [J]. *生态学报*, 2008, 28(5): 2279-2287.
- [19] 申卫军, 邬建国, 林永标, 等. 空间粒度变化对景观格局分析的影响 [J]. *生态学报*, 2003, 23(12): 2506-2519.
- [20] 赵文武, 傅伯杰, 陈利顶. 景观指数的粒度变化效应 [J]. *第四纪研究*, 2003, 23(3): 326-333.
- [21] 杨存建, 刘纪元, 张增祥, 等. 土地利用数据尺度转换的精度损失分析 [J]. *山地学报*, 2001, 19(3): 258-264.
- [22] 杨丽, 甄霖, 谢高地, 等. 泾河流域景观指数的粒度效应分析 [J]. *资源科学*, 2007, 29(2): 183-187.
- [23] 孟陈, 李俊祥, 朱颖, 等. 粒度变化对上海市景观格局分析的影响 [J]. *生态学杂志*, 2007, 26(3): 1138-1142.
- [24] 何丙辉, 徐霞, 辜世贤. 潼南县土地利用景观格局特征分析 [J]. *水土保持研究*, 2005, 12(5): 130-133.
- [25] 焦峰, 温仲明, 王飞, 等. 黄土丘陵县域尺度整体景观格局分析 [J]. *水土保持学报*, 2005, 19(2): 167-170.
- [26] 吕一河, 陈利顶, 傅伯杰. 县域人类活动与景观格局分析 [J]. *生态学报*, 2004, 24(9): 1833-1838.
- [27] 张金屯, 邱扬, 郑凤英. 景观格局的数量研究方法 [J]. *山地学报*, 2000, 18(4): 346-352.
- [28] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级 [M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2007: 117-119.
- [29] 赖先齐. 绿洲盐渍化弃耕地生态重建研究 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [30] 游丽平, 林广发, 杨陈照, 等. 景观指数的空间尺度效应分析: 以厦门岛土地利用格局为例 [J]. *地球信息科学*, 2008, 10(1): 74-79.
- [31] 周伟, 钟星, 袁春. 1: 10000 比例尺土地利用景观指数的粒度效应分析 [J]. *中国土地科学*, 2010, 24(11): 20-26.
- [32] 卢玲. 景观格局指数及各指数意义 [EB/OL] <http://wenku.baidu.com/view/869ea62ccfc789eb172dc8a1.html>. 2011年6月7号上传, 2015年1月4日下载
- [33] 余建英, 何旭宏. 数据统计分析与SPSS应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [34] 赵文武, 傅伯杰, 陈利顶. 景观指数的粒度变化效应 [J]. *第四纪研究*, 2003, 23(3): 326-333.