

典型地貌景观指数的多尺度效应分析 ——以山西省运城市为例

毕如田, 高 艳

(山西农业大学资源环境学院, 太谷 030801)

摘要: 景观指数作为定量描述景观特征的指数, 具有明显的尺度效应。进行景观指数的尺度效应研究, 对进一步理解格局与尺度之间的关系具有重要意义。本文以 TM 影像为基础, 选择山西省运城市平原、丘陵、山地及综合地貌 4 种不同地貌类型, 对 7 个常用景观指数进行了多尺度效应分析。结果表明: 不同地形上斑块密度 (PD)、景观形状指数 (LSI)、结合度 (COHESION) 3 个指数有明显的粒度效应, 随粒度的增加呈现逐渐减少的变化趋势; 最大斑块指数 (LPI)、周长面积比 (PAFRAC)、景观聚集度 (CONTAG) 和 Shannon 多样性指数 (SHDI) 4 个指数随粒度的增加几乎不发生变化。不同地貌的景观指数随幅度的变化规律比较复杂, 景观形状指数 (LSI) 随幅度的增加呈现逐渐增加的趋势, 其余 6 个指数在较小幅度范围内变化比较复杂, 但随着幅度的增大有逐渐趋于平稳的趋势。针对研究区不同地貌类型, 其景观指数在不同粒度和幅度下有较大区别, 可以根据景观指数值的大小来区分地貌的复杂程度。

关键词: 地貌; 景观指数; 尺度效应; 幅度; 粒度

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2012.00338

1 引言

生态学中的尺度具有复杂性和多样性, 一直以来, 多尺度问题都是景观生态学研究的核心问题^[1], Wu 等认为, 尺度包含空间和时间的粒度和幅度两个方面^[2]。众多学者对景观指数的粒度效应进行了研究^[3-11], 但对景观指数幅度效应的研究相对较少^[12-15]。申卫军等以广东粤北植被景观和美国凤凰城城市景观为例, 研究了 18 种景观指数的粒度效应^[3]; 李明杰等用 ETM+ 影像研究了汕头市景观指数的粒度效应^[6]; 赵文武等以陕北延河流域为例, 研究了 1:25 万和 1:50 万比例尺下景观指数的粒度变化效应^[10]; 游丽平等以厦门岛土地利用格局为例研究了景观指数的尺度效应^[11]; 朱明等利用上海市土地利用数据研究了景观指数的幅度效应^[15]。但由于研究区域、所采用数据源, 以及景观分类数目、地形的不同等因素的影响, 许多指数随粒度和幅度的变化呈现出不同的规律^[16]。

地貌作为生境变化的重要指示因子^[13], 其特点

与变化影响着地面的物质流动与能量的转化, 也是景观格局分布的重要影响因子。黄土高原作为我国黄土分布最典型的地区, 黄土物质疏松, 易受侵蚀, 水土流失严重, 对其进行生态学的研究具有重要意义。因此, 本文以山西省运城市典型地貌为例, 研究了不同地貌类型上景观指数随粒度和幅度的变异规律, 为景观指数描述景观格局、土地利用/覆盖变化等提供一定的依据。

2 典型地貌的选取与数据处理

2.1 地貌的选取与处理

运城市地处山西省南部、黄土高原南端, 属温带大陆性半干旱季风气候区, 具有黄土高原典型的地貌特征。本研究所采用的数据为运城市校正后的 2008 年 8 月 23 日 TM 影像, 分辨率为 30m。首先, 在 ENVI 软件应用运城市边界裁剪出运城市影像, 然后, 应用监督分类法并参照全国第二次土地调查分类标准, 以及 2009 年该区域 6 个县区的土

收稿日期: 2011-12-01; 修回日期: 2012-05-27.

基金项目: 山西省自然科学基金项目“山西省涑水河流域土地覆盖与生态环境演变过程研究”(2008011061-1)。

作者简介: 毕如田(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 从事资源环境信息技术及土地复垦与规划研究。

E-mail: brt@sxau.edu.cn

地利用现状,对遥感影像分类结果进行核对,将其分为:水浇地、旱地、林地、草地、建设用地、水域 6 大类型。根据影像从该区域选取出 144km^2 ($12\text{ km} \times 12\text{ km}$) 的 4 种不同地貌类型的区域,地貌类型分为:平原、丘陵、山地和综合地貌(图 1),然后用 4 种地貌的矢量数据分别裁剪分类后的结果,得到 4 种地貌 $12\text{ km} \times 12\text{ km}$ 的景观类型图。

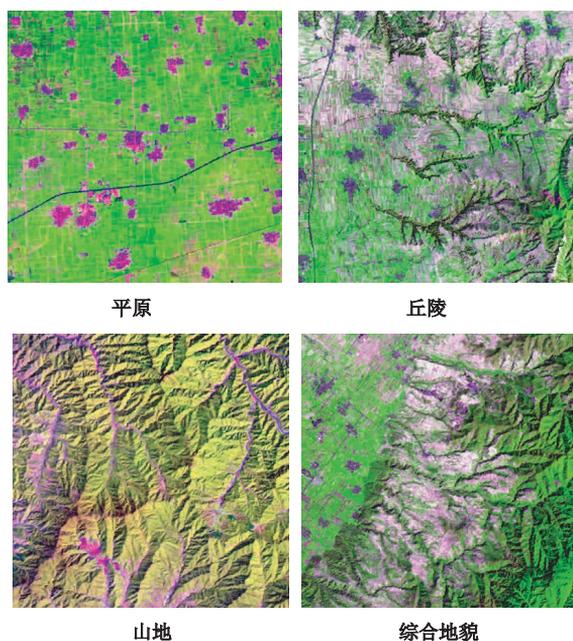


图 1 研究区 4 种典型地貌类型图

Fig. 1 Four classical landforms in the study area

2.2 景观类型图的生成

以 4 种地貌 $12\text{km} \times 12\text{km}$ 的景观类型图为基础,在粒度方面以 30m 为间隔,对该景观类型图进行重采样得到 30m 、 60m 、 90m 、 120m 、 150m 、 180m 、 210m 、 240m 、 270m 、 300m 10 个粒度等级的景观类型图;在幅度方面以该正方形区域的左下角像元为不变点,横轴和纵轴都以 1km 为间隔,得到 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 、 $2\text{km} \times 2\text{km}$ …… $12\text{km} \times 12\text{km}$ 等 12 个不同幅度等级的景观类型图。

2.3 景观指数的选取

景观格局指数从斑块水平、斑块类型水平、景观水平 3 个水平来定义。斑块水平反映景观中单个斑块的结构特征,是计算其他景观级别指标的基础;斑块类型水平反映景观中不同斑块类型各自的结构特征;景观水平反映景观的整体结构特征。

本文在景观水平上,从面积/密度/边长、聚集/分布、形状、连接性以及多样性 5 大方面,选用了斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、景观形状指数(LSI)、周长面积比分维数(PAFRAC)、景观聚集度(CONTAG)、斑块结合度(SOHESION)、Shannon 多样性指数(SHDI)。首先,将各景观指数值在 Fragstats 软件中进行计算,然后将指数计算结果导入 Excel 处理分析^[17]。各指数的生态学意义见表 1。

表 1 景观指数的生态学意义

Tab. 1 Landscape indices in the study and their ecological significance

景观指数	缩写	生态学意义
斑块密度	PD	反映景观破碎程度
周长面积比分维数	PAFRAC	反映类型斑块的形状复杂程度
景观聚集度	CONTAG	反映景观内不同斑块类型的团聚程度或延展趋势
景观形状指数	LSI	反映整体景观的形状复杂程度
最大斑块指数	LPI	反映斑块的集中程度和景观的优势类型
Shannon 多样性指数	SHDI	反映景观组分数量和比例的变化情况

3 景观指数多尺度效应分析

3.1 不同地貌景观指数的粒度效应分析

景观粒度变化可以改变斑块边界、分割或融合斑块,引起景观格局变化,从而使得描述这些格局的指数发生相应变化^[18]。图 2 是不同地形景观的粒度变化曲线。

(1)从景观指数与粒度之间的关系看,随粒度的增加,不同地形上景观指数表现出两种变化趋势:①斑块密度(PD)、景观形状指数(LSI)、斑块结合度指数(COHESION)、聚集度指数(CONTAG),随粒度的增加呈现逐渐减小的趋势,且前两种指数没有明显的尺度转折点,后两种指数在丘陵和综合地貌上有尺度转折点,这可能是由于分类精度的影响;②最大斑块指数(LPI)、周长面积比分维数(PAFRAC)和 Shannon 多样性指数(SHDI),随粒度的增加呈现几乎不变的趋势,说明粒度的变化对这些指数的影响很小。

(2)从景观指数与地貌之间的关系可发现如下

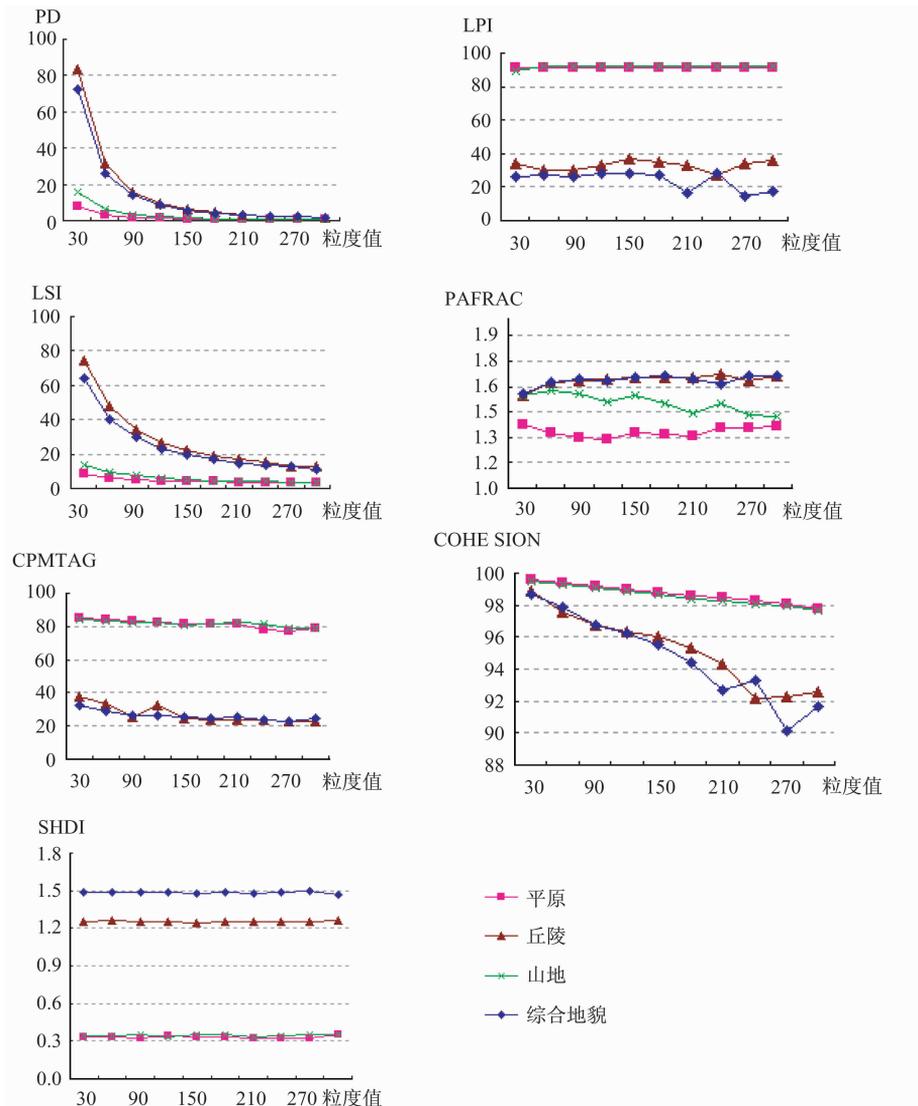


图2 不同地貌景观的粒度变化曲线

Fig. 2 Response curves of different grain sizes to the four landforms

规律:①斑块密度(PD)、景观形状指数(LSI),在较小的粒度范围内丘陵和综合地貌这两种地貌上的景观指数值明显大于平原和山地这两种地貌的景观指数值,说明在较小粒度范围内根据景观指数值可以较好地地区分这两类地貌。这可能是因为平原和山地景观单一,而丘陵和综合地貌景观较为复杂。②斑块结合度指数(COHESION)随粒度的增加,平原和山地这两种地貌的景观指数值明显大于丘陵和综合地貌这两种地貌的景观指数值,说明在较大粒度范围内,根据景观指数值可以较好地地区分这两类地貌。③周长面积比分维数(PAFRAC)在各种地形上的景观指数值差别不明显,不能根据景观指数值区分出各种地貌。④最大斑块指数

(LPI)、聚集度指数(CONTAG)和 Shannon 多样性指数(SHDI)这3种指数平原和山地这类地貌的景观指数值要么明显大于要么明显小于丘陵和综合地貌这类地貌的景观指数值,说明可以根据景观指数值区分出地貌的复杂程度。

3.2 不同地貌景观指数的幅度效应分析

图3为不同地貌类型在不同幅度上景观指数的变化情况,图中的横坐标表示幅度大小,其中,数字1代表 $1\text{km} \times 1\text{km}$,2代表 $2\text{km} \times 2\text{km}$,依次类推。图3是不同地形景观的幅度变化曲线。

(1)从幅度与景观指数的关系上看,各景观指数都表现出一定的幅度效应且各景观指数随幅度

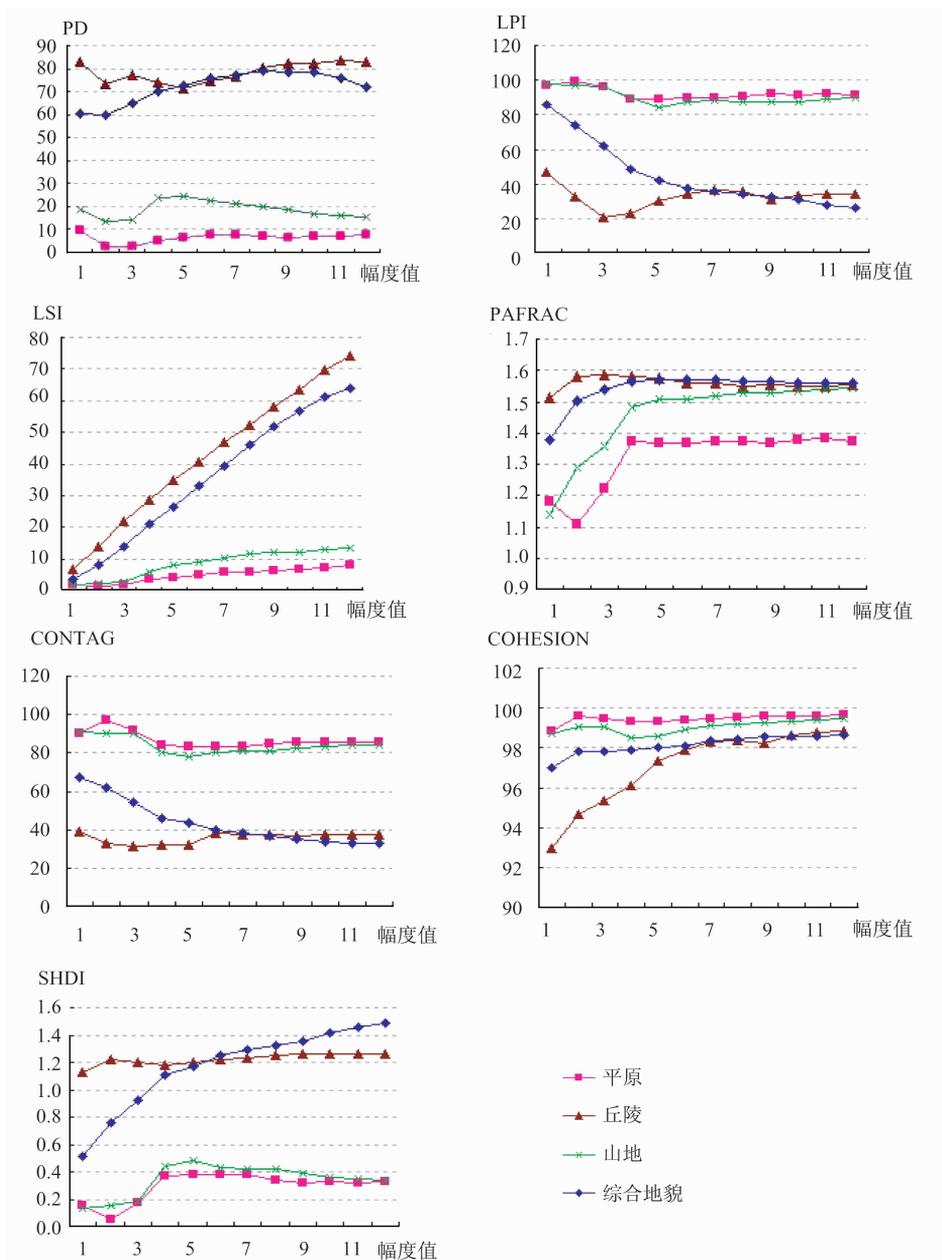


图3 不同地貌景观的幅度变化曲线

Fig. 3 Response curves of different extent sizes to the four landforms

的变化表现出两种变化趋势:①斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、周长面积比分维数(PAFRAC)、景观聚集度(CONTAG)、斑块结合度(SOHE-SION)、Shannon多样性指数(SHDI),这些景观指数随幅度的增加在 $5\text{km} \times 5\text{km}$ 幅度范围左右变化趋势比较复杂,之后景观指数随幅度的变化趋于平稳,说明在较小幅度范围内这些指数受幅度的影响较大,达到一定的尺度后,幅度对其几乎没有影响。②景观形状指数(LSI)随幅度的增加呈现逐渐增加的趋势,说明该指数受幅度的影响较大。

(2)从景观指数和地貌的关系上看,可发现如下规律:①不同幅度上,斑块密度(PD)的景观指数值丘陵和综合地貌这两种地貌的景观指数值明显大于平原和山地这两种地貌的景观指数值,说明该景观指数值能较好地区分这两类地貌。②景观形状指数(LSI)在较大幅度范围内丘陵和综合地貌地貌上景观指数值大于平原和山地地形,说明在较大幅度上该指数能较好地区分这两类地形。③不同幅度上,最大斑块指数(LPI)、景观聚集度(CONTAG)、Shannon多样性指数(SHDI),这些指数平原

和山地这类地貌的景观指数值要么明显大于要么明显小于丘陵地形的景观指数值,但在综合地貌上这些指数随幅度呈现出逐渐下降或上升的趋势,且在较大幅度上景观指数值跟丘陵地貌上的相差不大,与平原和山地上的相差较大,说明在较大幅度上这些指数能区分地貌的复杂程度。④不同幅度下,周长面积比分维数(PAFRAC)和斑块结合度(SOHESION),在不同地貌上的景观指数值相差不明显,说明这两个指数不能区分不同地貌。

4 结论与讨论

各景观指数都呈现出一定的粒度效应和幅度效应。不同地形上,斑块密度(PD)、景观形状指数(LSI)、结合度(COHESION),3个指数有明显的粒度效应,随粒度的增加有明显的变化规律。最大斑块指数(LPI)、周长面积比分维数(PAFRAC)、景观聚集度(CONTAG)和 Shannon 多样性指数(SHANNON),随粒度的增加几乎不发生变化。不同地形上,各景观指数随幅度的变化规律比较复杂。除景观形状指数(LSI)外,所有指数在各种地形上都是在一定幅度范围内变化曲线复杂,之后随幅度的增加各指数变化趋于稳定,景观形状指数(LSI)随幅度的增加呈现逐渐增加的趋势。另外,周长面积比分维数(PAFRAC)指数值在 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 的幅度上差异明显。

景观指数作为景观格局分析的重要指标,在景观分析中被普遍应用,但由于景观指数之间的相关性,以及景观指数的尺度效应,使得其应用和发展受到一定程度的制约。本文从多种地貌类型上对常用的景观指数的尺度效应进行研究,试图找出不受尺度变化影响的景观指数,使得能在不同数据源、不同时相、不同地貌类型下,客观地运用景观格局指数进行对比分析。另外,从本研究可以看出不同地貌景观指数值有一定的差异。因此,可根据景观指数值来判断某一区域的地貌特征,这对于遥感分类和景观格局分析有一定的借鉴。

本文研究是在山西省运城市典型地貌上进行的,对其他地貌类型是否有一般性规律,仍需做进一步的研究。从本文的结果可以看出,有些指数的变化趋势在一定幅度范围内上下波动,其原因可能是受景观特征的尺度影响,也可能受分类精度或其

他因素的影响。

参考文献:

- [1] 岳文泽,徐建华,谈文琦,等. 城市景观多样性的空间尺度分析[J]. 生态学报,2005,25(1): 122-128.
- [2] Wu J. Scale and scaling: A cross-disciplinary perspective[M]. In: Wu J and Hobbs R (eds). Key Topics in Landscape Ecology. Cambridge: Cambridge University Press,2007,115-118.
- [3] 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.
- [4] Wu J, SHEN W, SUN W, *et al.* Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics[J]. Landscape Ecology,2002,17(8): 761-782.
- [5] Wu J. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations [J]. Landscape Ecology, 2004,19(2): 125-138.
- [6] 李明杰,钱乐祥,夏丽华,等. 汕头市土地利用景观指数粒度效应初探[J]. 地理与地理信息科学,2008,24(6): 93-96.
- [7] 时嘉凯,陈东辉,陈亮. 上海市青浦区景观格局的粒度效应分析[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(Z2): 26-32.
- [8] 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.
- [9] 李小马,刘富常. 景观格局指数的粒度效应——以沈阳城市森林为例[J]. 西北林学院学报,2009,24(2): 166-170.
- [10] 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.
- [11] 游丽平,林广发,杨陈照,等. 景观指数的空间尺度效应分析[J]. 地球信息科学,2008,10(1): 74-79.
- [12] 申卫军,邬建国,任海,等. 空间幅度变化对景观格局分析的影响[J]. 生态学报,2003,23(11): 2219-2231.
- [13] 龚建周,夏北成. 区域土地覆被景观特征的幅度效应及其变异规律[J]. 资源科学,2007,29(4): 97-102.
- [14] 沈泽昊,张新时,金义兴. 地形对亚热带山地景观尺度植被格局影响的梯度分析[J]. 植物生态学报,2000,24(4): 430-435.
- [15] 朱明,徐建刚,李建龙,等. 上海市景观格局梯度分析的空间幅度效应[J]. 生态学杂志,2006,25(10): 1214-1217.
- [16] 高艳,毕如田. 涑水河流域景观指数的粒度效应[J]. 中国农学通报,2010,26(13): 396-400.
- [17] 高艳,毕如田,曹毅. 空间粒度变化及土地利用分类对

景观指数的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18 (5): 1076 - 1080.

[18] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121 - 125.

Analysis of Multi-scale Effect of Landscape Indices of Classical Landforms in Yuncheng City, Shanxi Province

BI Rutian and GAO Yan

(College of Resources and Environmental Science, Shanxi Agriculture University, Taigu 030801, China)

Abstract: Landscape indices, as quantitative description to landform characteristics, have obvious scale effect and have being used widely. Researches on the scale effect of landscape indices have important significance in understanding the relationship between pattern and scale of landforms. Based on TM images, we choose four different geomorphologic types, i. e. plain, hill, mountain and complex landform in Yuncheng City, Shanxi Province, and seven landscape indices to analyze the multi-scale effects. Firstly, we did the resample from landform images to get ten grain sizes and twelve extent sizes; secondly, according to the response curves of landscape indices of different grain and extent sizes to the four landforms, we analyzed the grain effect and extent effect of seven common landscape indices. The result showed that: patch density (PD), landscape shape index (LSI), patch cohesion index (COHESION) show a gradual downward trend with increasing of grain size with different geomorphologic types, largest patch index (LPI), perimeter-area fractal dimension (PAFRAC), landscape contagion (CONTAG) and Shannon diversity index (SHDI) have no significant changes. All landscape indices showed complicate changes with the changed spatial extent in different geomorphologic types. Landscape shape index (LSI) gradually declined with the increasing spatial extent, the other landscape indices curve changed rather complicatedly in the smaller spatial extent and showed no significant changes in the larger spatial extent. In addition, according to the different landforms, the landscape indices have obvious distinction in different grain and extent sizes, so we can distinct the complexity of different landforms by landscape indices.

Key words: landform; landscape indices; scale effect; extent; grain size