

doi : 10. 16473/j. cnki. xblykx1972. 2019. 01. 011

阿尔泰山森林景观特征及其适宜粒度分析*

施英俊¹, 高健², 雷亚君², 朱雅丽², 张绘芳², 地力夏提·包尔汉², 张景路²

(1. 兵团林业管理总站, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆林业科学院现代林业研究所, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 在阿勒泰林场, 以其 2006 年和 2016 年的 ETM+/OLI 影像为数据源, 综合运用 RS 和 GIS 技术, 并采用景观指数分析法分析阿勒泰林场景观格局变化的特征、景观异质性特征、景观空间分布格局和景观适宜粒度。结果表明: (1) 研究区优势景观类型为牧草地和灌木林地, 且其面积呈增长趋势; (2) 灌木林地斑块间面积大小差异显著, 破碎化程度最高, 苗圃地和林业辅助用地的破碎化程度最低; (3) 乔木林地和灌木林的平均最小距离 (ENN) 值较高, 分别为 868. 72m 和 870. 87m。在时间纵向上, 由于天然林保护工程和人工造林补植工程的实施, 使得乔木林地和灌木林地的规模逐渐扩大, 具有更好的连接性; (4) 阿勒泰林场景观的整体异质景观要素的空间分布呈常规状态, 整体景观的斑块分布较为均衡, 分布形式变化不大; (5) 阿勒泰林场 2006 年和 2016 年的适宜景观粒度为 60m, 该景观粒度不仅能够科学准确反映区域景观信息, 还能为今后区域景观格局的稳定性研究和空间优化提供基础支撑。

关键词: 阿勒泰林场; GIS; 景观指数分析法; 景观格局; 景观异质性特征; 景观空间分布格局; 景观适宜粒度
中图分类号: S 718. 5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8246 (2019) 01-0063-07

Landscape Characteristics and Suitability Analysis of the Altai Mountains

SHI Ying-jun¹, GAO Jian², LEI Ya-jun², ZHU Ya-li², ZHANG Hui-fang²,
DI LIXIATI · Baoer-han², ZHANG Jing-lu²

(1. Corps General Station of Forestry Management, Urumqi Xinjiang 830000, P. R. China;

2. Institute of Modern Forestry, Xinjiang Academy of Forestry, Urumqi Xinjiang 830000, P. R. China)

Abstract: Based on two periods of remote sensing images of ETM+/OLI in 2006 and 2016 through RS and GIS technology, the landscape index analysis method was used to analyze the characteristics of landscape pattern change, landscape heterogeneity, landscape spatial distribution pattern and landscape suitability granularity. The results showed that: (1) The dominant landscape types in the study area were grassland and shrub forest land, and showed an increasing trend; (2) The difference of patch area between shrub forest land and arbor woodland was significant. The fragmentation degree was the highest, followed by pasture land and arbor land. The minimum degree of fragmentation was between nursery land and forestry auxiliary land; (3) The average minimum distance (ENN) values of arbor forests and shrubs were high, 868. 72m and 870. 87m, respectively. In the longitudinal time, because of the natural forest protection project and the implementation of relevant afforestation projects, the arbor woodland and shrub land gradually expanded, so they had well connectivity; (4) The spatial distribution of the overall heterogeneous landscape elements in Aletai forest farm was normal. The patch distribution of the whole landscape was balanced, and the distribution pattern of the overall landscape patches were not changed; (5) The suitable granularity of landscape in Aletai forest farm in 2006 and 2016 was 60m, which could not only scientific-

* 收稿日期: 2018-06-07

基金项目: 新疆维吾尔自治区科技厅公益性科研经费资助项目 (KY2018054)。

第一作者简介: 施英俊 (1968-), 女, 高级农艺师, 主要从事森林生态研究、林业新技术推广与管理工作。E-mail:396930128@qq.com

通讯作者简介: 高健 (1973-), 男, 高级工程师, 主要从事森林监测管理研究。E-mail:462556168@qq.com

ly and accurately reflect the regional landscape information, but also provide a basic support for the future research and spatial optimization of the regional landscape pattern.

Key words: Aletai Forest Farm; GIS; landscape index analysis; landscape pattern; the landscape heterogeneity; landscape spatial distribution pattern; suitable particle size

景观格局是各种各样复杂的物理、生物以及社会因子在自然或者人为作用下形成的,同时,它也是由若干个大小各异、形状不同、排列顺序参差的景观要素共同作用而形成的结果^[1-2]。目前主要采用景观指数对景观格局进行数量分析^[3],随着GIS技术日趋成熟,将ArcGIS软件与Fragstats软件相结合的方法得到广泛运用^[4-7]。但是数据的尺度影响着景观格局^[8-9],从而使得在景观格局指数的理解方面和景观格局的分析方面产生一定的困难,甚至在理解方面会产生生态学谬误(ecological fallacy)^[10]。在当前的研究中,主要采用空间统计分析法和景观指数量化分析法来研究森林景观特征,其中景观指数量化分析法使用比较广泛^[11-12]。学者对阿尔泰山的研究多集中于生态^[13]、生长量^[14]、生物量^[15-16]、物种丰富度^[17]、空间分布^[18]及景观格局稳定^[19-20]等方面,针对该区景观适宜粒度的研究未见公开报道。

本文以阿勒泰林场为研究对象,采用景观指数分析法,对景观格局整体特征和景观适宜粒度进行分析,以期阿勒泰林场的科学管理提供参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区自然概况

阿勒泰林场位于新疆维吾尔自治区阿尔泰山中部,其地理坐标为47°46′-48°39′N,87°25′-88°38′E,地

势北高南低,海拔1 100-3 914m,属温带半干旱大陆性气候区。根据阿勒泰市气象站观测资料:多年平均气温为3.9℃,最热月(7月)的平均气温为22.9℃,最冷月(1月)的平均气温-18.2℃,平均风速为3.9m/s,最大风速为28m/s,主要为西风和西北风。林场内森林资源和动植物资源比较丰厚^[14],森林覆盖率可达50.26%。境内植被垂直带谱明显,乔木层主要包括落叶松(*Larix sibirica* Ledeb.)、云杉(*Picea obovata* Ldb.)、桦木(*Betulaceae* spp.)、杨树(*Populus* spp.)等,灌草层植被以绣线菊属(*Spiraea* L.)、忍冬属(*Lonicera* L.)、蔷薇属(*Rosa* L.)、刺柏属(*Juniperus* L.)、针茅属(*Stipeae* Dura.)、蒿属(*Descurainia* Webb et Berth.)、苔草属(*Carex* L.)、莎草属(*Cyperus* L.)、梯牧草属(*Phleum* L.)、异燕麦属(*Helictotrichon* Bess.)、老鹳草属(*Geranium* L.)、唐松草属(*Thalictrum* L.)、枸杞(*Lycium dasystemum* Pojark.)、野豌豆属(*Vicia* L.)等为主。

1.2 数据来源

对阿勒泰林场2006年和2016年两期的遥感影像进行辐射定标、大气校正以及基于2013年国产资源一号影像数据进行几何校正,然后以2014年二类调查数据为基础,将阿勒泰林场景观类型分为乔木林地、疏林地、灌木林地、苗圃地、宜林地、林业生产辅助用地、耕地、牧草地、水域、未利用地和建设用地(图1)。

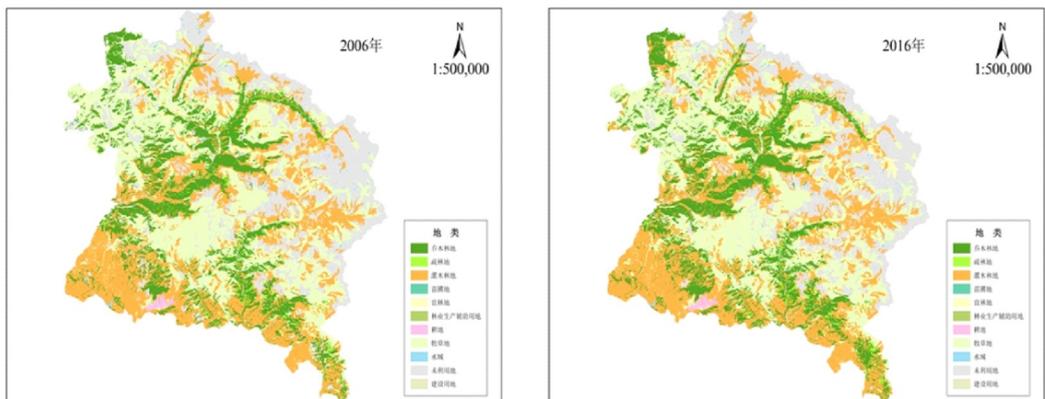


图1 阿勒泰林场2006年和2016年景观分布图

Fig. 1 The landscape distribution in 2006 and 2016

1.3 数据处理模型

本文选择张绘芳等^[15]提出的改进型景观面积损失精度评价指数模型进行定量评价分析，模型如下：

$$L_i = \frac{A_i - A_{bi}}{A_{bi}} \times 100 \text{ ①}, S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n}} \text{ ②},$$

式中， L_i 表示 i 类森林景观面积损失相对值， A_i 表示 i 类森林景观粒度化后面积； A_{bi} 表示 i 类森林景观粒度化前面积； S 表示区域森林景观面积变化指数； n 表示区域森林景观类型数目。粒度化后森林景观类型精度与区域各类森林景观面积变化指数 (S) 是呈反比的关系。参考相关文献资料^[20-22]，本研究将初始粒度设定为 30m，并且选择 30m 的整数倍作为景观粒度，共选择了 10 幅不同粒度的景观类栅格数据。

1.4 景观指数的选取

本文根据实际研究的需要选择了斑块数量 (NP)、斑块面积 (CA)、面积百分比 (PLAND)、景观形状指数 (LSI)、斑块密度 (PD)、斑块大小变异系数 (PCOV)、斑块面积标准差 (PSSD)、平均分维数 (FRAC_MN)、香农指数 (SHDI)、聚合度 (AI)、分离度 (DIVISION) 等指标^[16-18]。

2 结果与分析

2.1 景观格局变化的特征

11 种景观类型的斑块面积、斑块数量及其面积百分比见表 1。

表 1 2006 年与 2016 年阿勒泰林场的景观类型特征

Tab. 1 Landscape feature of Aletai Forest Farm in 2006 and 2016

景观类型	斑块面积/hm ²		斑块数量/个		面积百分比/%	
	2006 年	2016 年	2006 年	2016 年	2006 年	2016 年
乔木林地	88 245.74	93 023.55	455	438	17.19	18.12
疏林地	7 077.73	7 406.29	323	335	1.38	1.44
灌木林地	140 993.30	147 058.00	489	532	27.47	28.65
苗圃地	13.69	13.69	1	1	0.01	0.01
宜林地	8 022.34	10 513.92	270	233	1.56	2.05
林业辅助用地	41.07	41.07	3	3	0.02	0.02
耕地	1 505.90	1 505.90	2	2	0.29	0.29
牧草地	153 889.30	153 820.80	295	292	29.98	29.96
水域	1 615.42	1 546.97	83	80	0.31	0.30
未利用地	111 792.50	97 965.64	481	312	21.76	19.06
建设用地	136.90	451.77	9	20	0.03	0.10

由表 1 可知，2006 年牧草地和灌木林地景观类型面积分别占阿勒泰林场的 29.98% 和 27.47%，占据了绝对优势，并呈增长的趋势；其次，非林地和乔木林地也在森林景观中占据了重要地位，面积占阿勒泰林场总面积的 17% 以上；苗圃地景观类型面积最小，斑块数量为 1，但分布最集中。

2016 年牧草地和灌木林地景观类型面积分别占阿勒泰林场的 29.96% 和 28.65%，仍是主要景观类型。其次非林地和乔木林地分布也比较广泛，占阿勒泰林场总面积的 17% 以上；苗圃地和林业辅助用地景观类型面积较小，分布比较集中。

2.2 景观异质性特征

由表 2 可知，2006 年牧草地、灌木林地、乔木林地的平均形状指数分别为 1.41、1.42 和 1.37，说明这 3 类景观的斑块形状比较复杂，这在一定程度上与平均分维数分析结果是相对应的。斑块的边缘密度、斑块大小变异系数、斑块面积标准差的排序为灌木林地 > 牧草地 > 乔木林地，说明灌木林地斑块间面积大小差异显著，破碎化程度最高，其次是牧草地和乔木林地。苗圃地和林业辅助用地的破碎化程度最低。

表2 2006年与2016年阿勒泰林场的景观异质性

Tab. 2 Landscape heterogeneity of Aletai Forest Farm in 2006 and 2016

景观类型	边缘密度		斑块大小变异系数		斑块面积标准差		平均分维数		平均形状指数	
	2006年	2016年	2006年	2016年	2006年	2016年	2006年	2016年	2006年	2016年
	乔木林地	7.44	7.74	5.68	5.73	1 100.71	1 217.79	1.14	1.11	1.37
疏林地	1.24	1.29	1.17	1.18	25.69	26.14	1.13	1.04	1.15	1.08
灌木林地	10.01	10.56	7.61	7.66	2 194.90	2 117.90	1.24	1.21	1.42	1.39
苗圃地	0.01	0.01	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00
宜林地	1.27	1.37	1.02	0.30	30.36	151.99	1.32	1.25	1.1	1.19
林业辅助用地	0.02	0.02	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00
耕地	0.07	0.07	0.98	0.98	739.26	739.26	1.15	1.12	1.64	1.78
牧草地	9.12	9.12	7.41	7.38	3 865.71	3 888.76	1.25	1.14	1.41	1.31
水域	0.28	0.27	0.87	0.89	17.02	17.28	1.11	1.05	1.03	1.06
未利用地	6.57	5.40	8.46	7.34	1 967.27	2 303.89	1.23	1.09	1.25	1.29
建设用地	0.03	0.08	0.28	0.64	4.30	14.54	1.18	1.11	1.00	1.03

2016年灌木林地、乔木林地的平均形状指数分别为1.39和1.31，由于天然林保护工程和人工造林补植工程的实施，使得乔木林地和灌木林地的规模逐渐扩大，斑块逐渐集中，斑块形状越来越规

则。苗圃地和林业辅助用地由于斑块面积小，数量少，所以它的破碎化程度低，灌木林地、乔木林地的破碎程度见图2。

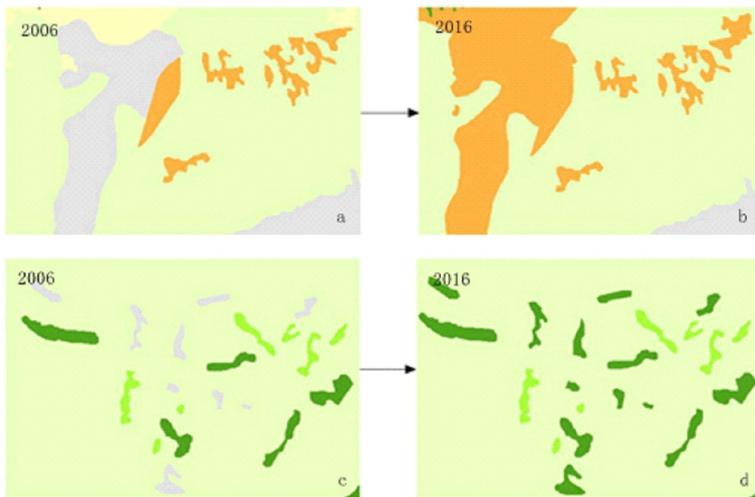


图2 阿勒泰林场2016年破碎化程度

注：a代表2006年灌木林地（棕黄色），b代表2016年灌木林地（棕黄色），c代表2006年乔木林地（绿色），d代表2016年乔木林地（绿色）

Fig. 2 A sketch map of low fragmentation in Aletai Forest Farm in 2016

2.3 景观空间分布格局

2.3.1 同质景观要素间的空间分布

根据查阅文献，描述同类景观要素之间的空间关系可以采用平均最小距离（ENN）这个指数^[19]。

由表3可以得出，因为阿勒泰林场乔木林地和灌木林地面积比较大，使得乔木林地和灌木林地的ENN值较高，2006年和2016年均均在900m以内；其次是牧草地和未利用地，ENN值2年均均在1km以内，说明这四类景观呈团聚分布，相互间容易发生干扰。疏林地、宜林地、林业生产辅助用地、耕

地、水域和建设用地的ENN值都在1km以上，与其数量少，面积小有关，说明这几类景观要素呈离散分布状态，相互干扰少。苗圃地的ENN值为0，主要因为其斑块数量为1。2006-2016年期间，由于阿勒泰林场积极开展天然林保护工程和造林补植工程，使得乔木林地和灌木林地的规模逐渐扩大，林地斑块也逐渐趋于集中化，因此斑块的连接性逐渐变好，相应的疏林地、宜林地等逐渐变得稀疏，呈离散的分布状态。

表 3 阿勒泰林场景观平均最小距离指数

Tab. 3 Statistics for average minimal distance of forest landscape in Aletai Forest Farm

景观类型	平均最小距离/m	
	2006 年	2016 年
乔木林地	873.87	868.72
疏林地	1 482.52	1 510.55
灌木林地	889.46	870.87
苗圃地	0.00	0.00
宜林地	1 569.23	1 603.94
林业生产辅助用地	5 622.49	5 622.49
耕地	1 110	1 041
牧草地	940.69	950.59
水域	2 028.3	2 030.57
未利用地	954.78	969.78
建设用地	3 406.88	2 547.91

表 4 阿勒泰林场景观的异质景观要素间的空间分布指数

Tab. 4 Statistics for spatial distribution of elements in heterogeneity landscape in Aletai Forest Farm

景观分类	散布与并列指数 (IJI)		蔓延度指数 (CONTAG)	
	2006 年	2016 年	2006 年	2016 年
景观分类	56.32	55.85	46.30	46.16

通过表 4 可以发现, IJI 和 CONTAG 这 2 个指数变化不大, 而且它们的数值位于一个平衡状态, 说明整体的异质景观要素呈常规化、均衡分布。

2.4 景观适宜粒度分析

景观粒度变化会引起景观格局变化, 从而使景观格局指数也发生变化。因此, 选择合适的粒度, 有助于景观格局分析。当粒度大小增加到一定的限度时, 就会出现一个转折点, 这个转折点是因为一些小的斑块被合并引起景观格局发生了突变现象^[22-23]。在这个转折点的区间内, 景观指数发生突变是一个普遍现象。但是有些景观指数的突变现象并不是显而易见的, 这种现象说明随着粒度的变化景观格局特征会呈现出不同的等级层次^[20]。

2.3.2 异质景观要素间的空间分布

异质景观要素之间的空间关系是指景观中不同属性的景观要素的结构成分之间的空间关系, 可以采用散布与并列指数 (IJI) 和蔓延度指数 (CONTAG) 这 2 个指数来分析^[21]。

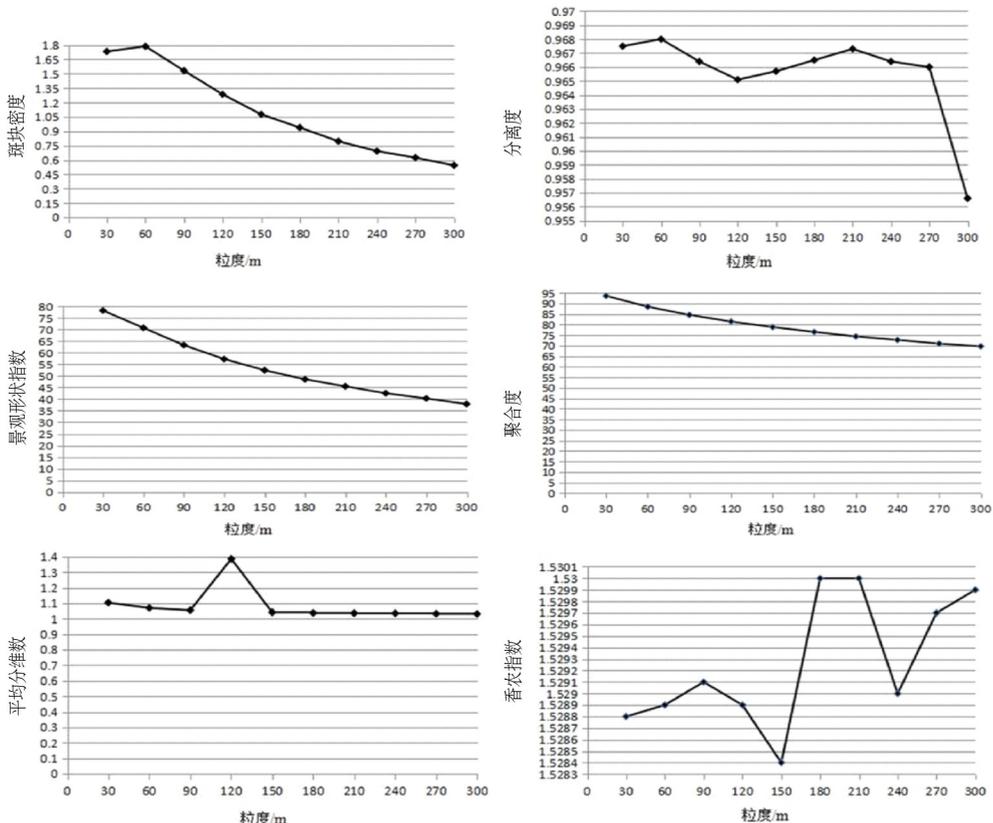


图 3 不同粒度景观指数变化

Fig. 3 Landscape index in different sizes

由图3可以看出,斑块密度、景观形状指数、平均分维数和聚合度这4个指数逐渐下降,意味着景观异质性与景观粒度呈反比,随着景观粒度的增加,景观形状也越来越规则。分离度和香农指数呈现波动状态,分离度指数在[30-120]这个区间逐渐下降,在粒度>120m,分离度指数逐渐上升,表明景观格局发生突变,保留的真实信息比较少,因此,120m可以被当作一个转折点。香农指数在[30-90]这个区间的变化比较平稳,但是在粒度>90m,曲线呈现剧烈波动现象,根据其拐点的分布特征和变化情况,将[30-90]这个区间认定为适宜景观粒度区域,适宜粒度位于这个区域,它能准确客观反映研究区2016年整体景观格局。

根据改进型景观面积损失精度评价模型,计算得出图4。在[30-90]这个区间内,当景观栅格粒度大于30m小于等于60m时,景观面积损失指数由13.65下降至12.35,呈降低趋势;当景观栅格粒度大于60m小于等于90m时,景观面积损失指数由12.35上升至14.15,呈逐渐升高趋势。因此,阿勒泰林场2006年和2016年的适宜景观粒度为60m,该景观粒度不仅能够科学准确反映区域景观信息,还能为今后区域景观格局的稳定性研究和空间优化提供技术支撑。

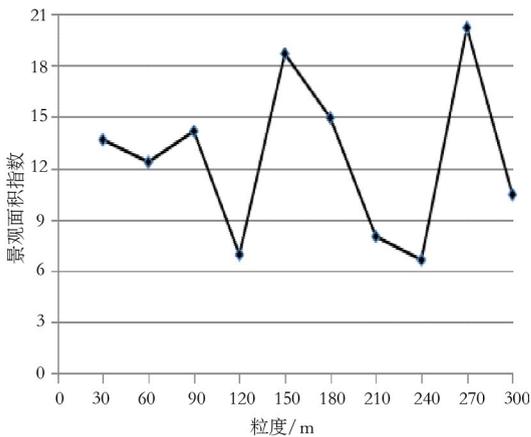


图4 不同粒度景观面积指数变化

Fig. 4 Different sizes landscape area index

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 阿勒泰林场的优势景观类型为牧草地和灌木林地,并呈增长的趋势;苗圃地和林业辅助用地景观类型面积较小,但分布比较集中。牧草地、

灌木林地、乔木林地的平均形状指数逐渐增大,斑块形状越来越规则。苗圃地和林业辅助用地由于其斑块面积小,数量少,所以其破碎化程度低。

(2) 乔木林地和灌木林地的ENN值较高,2006年和2016年均均在900m以内,说明乔木林地和灌木林地呈团聚分布,相互间容易发生干扰。在时间纵向上,由于阿勒泰林场的天然林保护工程和造林补植工程的实施,使得乔木林地和灌木林地的规模逐渐扩大,连接性也更好。

(3) 阿勒泰林场景观的整体异质景观要素的空间分布呈常规状态,整体景观的斑块分布较为均衡,分布形式变化不大。阿勒泰林场2006年和2016年的适宜景观粒度为60m,该景观粒度不仅能够科学准确反映出区域景观信息,还能为今后区域景观格局的稳定性研究和空间优化提供基础支撑。

3.2 讨论

本研究以阿勒泰林场为研究对象,利用2006年和2016年解译的11种景观类型数据,对其景观格局变化的特征和景观适宜粒度进行分析,但是仍然存在如下不足,希望在今后的研究中可以进一步完善。

(1) 因为数据源的局限,研究使用的是Landsat ETM+和OLI影像,分辨率为15m,会影响景观类型分类的准确性,从而影响研究区整体的景观格局。

(2) 在进行景观格局特征分析时没有考虑到景观指数的其它因素,比如:地形因子。在后期的研究中可以把影响到景观指数的其它因子一并分析,以完善相关研究。

参考文献:

- [1] Husshoff R M. Landscape indices describing a Dutch landscape[J]. Landscape Ecology, 1995, 10(2): 101-111.
- [2] 刘敏,厉悦,杨晓杰,等. 扎龙自然保护区景观格局变化及其驱动机制[J]. 西北林学院报, 2010, 25(5): 157-162.
- [3] 陈宗铸,杨丽薇,黄国宁,等. 基于Fragstats的森林景观格局研究[J]. 热带林业, 2014, 42(2): 47-49.
- [4] 韩建平. 基于GIS的汾河源头森林景观格局分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(11): 152-158.
- [5] 孙楠,王京民,赵鹏祥,等. 基于GIS的黄龙山林区森林景观格局分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(11): 152-158.

版),2013,41(9):61-67.

[6]岳刚,杨华,亢新刚,等.基于GIS的长白山森林景观格局分析[J].中南林业科技大学学报,2013,33(7):35-39.

[7]胡喜生,周沿海,黄金荣,等.基于GIS的闽江上游城区森林景观格局分析[J].吉林师范大学学报(自然科学版),2014(1):130-135.

[8]Wu J. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations [J]. Landscape Ecology, 2004, 19(2): 125-138.

[9]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(7):1138-1142.

[10]何兴元,金莹杉,朱文泉,等.城市森林生态学的基本理论与研究方法[J].应用生态学报,2002,13(12):1679-1683.

[11]Turner M G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns [J]. Landscape Ecology, 1990, 4(1): 21-30.

[12]彭文成,熊梦辉,龙文兴,等.海南尖峰岭两类人工林中天然更新群落特征研究[J].林业科学研究,2015,28(5):739-743.

[13]郑拴丽,许文强,杨辽,等.新疆阿尔泰山森林生态系统碳密度与碳储量估算[J].自然资源学报,2016(9):1553-1563.

[14]黄力平,高亚琪,李云,等.阿尔泰山中东部西伯利亚落叶松生长量及其对气候变化的响应研究[J].干旱区地

理,2015(6):1169-1178.

[15]张绘芳,朱雅丽,地力夏提·包尔汉,等.阿尔泰山林区云杉和落叶松生物量分配格局研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2017,41(1):203-208.

[16]王军,何秉宇.阿尔泰山林下灌木生物量生长模型研究[J].安徽农业科学,2017(36):157-160.

[17]井学辉,曹磊,臧润国,等.阿尔泰山小东沟林区乔木物种丰富度空间分布规律[J].干旱区研究,2016(3):511-518.

[18]张景路,张绘芳,地力夏提·包尔汉,等.基于Landsat数字影像的阿尔泰山乔木林空间分布规律研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2018(4):153-158.

[19]张绘芳,地力夏提·包尔汉,朱雅丽,等.阿尔泰山森林景观格局的稳定性[J].水土保持通报,2018,38(5):189-194.

[20]任煜堃,唐代生,文敏.湖南望云山森林公园林地景观空间格局研究[J].西南林业大学学报,2017,37(4):150-155.

[21]董文婷.新疆阿勒泰林场林地保护与利用研究[J].林业调查规划,2013,38(3):51-54.

[22]徐芝英,胡云峰,刘越,等.空间尺度转换数据精度评价的准则和方法[J].地理科学进展,2012,31(12):1574-1582.

[23]宋涛.基于GIS的森林景观格局适宜粒度研究[D].长沙:中南林业科技大学,2009.

(编辑:胡光辉)



[上接第 53 页]

[18]张芳,邢世岩,韩晨静,等.叶籽银杏种质资源染色体核型分析及进化趋势[J].园艺学报,2011,38(12):2245-2252.

[19]李璇,段青,王祥宁,等.云南泸定百合12个野生居群的核型研究[J].园艺学报,2014,41(5):935-945.

[20]Zeng J H, Wang D X, Wu Y Q, et al. Karyotype analysis of gazania rigens varieties [J]. Horticultural Plant Journal, 2016, 2(5): 279-283.

[21]段永红,渠云芳,王玉庆,等.不同产地苦参核型及近似系数聚类分析[J].中国药学杂志,2014,49(14):1194-1199.

[22]贺士元.河北植物志(第三卷)[M].石家庄:河北科学技术出版社,1991:75-76.

[23]Thomas E M. Systematic studies in the Coreopsidinae: Cytotaxonomy of Mexican and Guatemalan *Cosmos* [J]. American Journal of Botany, 1968, 55(3): 345-353.

[24]董山平,罗乐,钟军珺,等.榆叶梅及其部分近缘种的染色体核型分析[J].西北植物学报,2015,35(3):608-613.

[25]李志,王梓辛,耿胜娟,等.菊科紫菀属3种植物的核型分析[J].西北植物学报,2015,35(6):1148-1152.

(编辑:胡光辉)