

# 翠屏区植被覆盖及其景观格局变化遥感分析

高国林<sup>1,2</sup>, 王石英<sup>1,2</sup>, 蒋容<sup>1,2</sup>

(1. 四川师范大学 西南土地资源评价与监测教育部重点实验室,  
成都 610068; 2. 四川师范大学 地理与资源科学学院, 成都 610101)

**摘 要:** 植被覆盖变化对区域生态环境质量有着重要的影响。分析翠屏区近年来植被覆盖变化趋势, 可为该区域植被覆盖动态变化提供监测方法。利用 Landsat 数据以及相关辅助数据, 通过最大值合成的 NDVI 的变化趋势和像元二分模型, 分析翠屏区 2001—2009 年植被覆盖变化。结果表明: 近 9 a 来翠屏区植被整体覆盖变化改善与退化同时存在, 但改善面积大于退化面积; 高覆盖度植被面积明显增加, 整体植被面积呈增加趋势。此外, 选用 7 个景观指数分析了 2001 年与 2009 年不同植被盖度的景观格局变化, 发现 2009 年高覆盖度植被斑块密度比 2001 年低, 但其整个区域破碎度比 2001 年高。2009 年斑块周长面积分维数和 Shannon's 多样性指数比 2001 年小, 但 2009 年高覆盖度植被最大斑块面积和聚合度都较大, 其具有的生态自然保护功能明显强于 2001 年。因此, 应继续加强和完善植被覆盖保护措施, 以维护植被高覆盖的良好趋势。

**关键词:** 植被覆盖; 景观格局; 变化趋势; 四川省翠屏区; 遥感

中图分类号: TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)03-0104-06

## Remote Sensing Analysis on Vegetation Cover and Landscape Patterns Change in Cuiping

GAO Guo-lin<sup>1,2</sup>, WANG Shi-ying<sup>1,2</sup>, JIANG Rong<sup>1,2</sup>

(1. Key Lab of Land Resources Evaluation and Monitoring in Southwest, Ministry of Education, Sichuan Normal University, Chengdu 610068, China; 2. College of Geography and Resources Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China)

**Abstract:** Vegetation cover change had a very important effect on regional ecological environment quality. Analyzing the trend change of vegetation cover can provide monitoring methods for vegetation cover dynamic change in Cuiping district. The changing trends of maximum value composited of NDVI and dimidiated pixel model were used to analyze the vegetation cover change in Cuiping district from 2001 to 2009 by using landsat and related auxiliary data. The results indicated that the improvement and degradation of the whole vegetation cover area in Cuiping district coexisted simultaneously for the past 9 years, but the improved vegetation area was larger than the degradation area. The area with high vegetation coverage markedly increased as well as the whole trend of vegetation cover area increased. Moreover, seven landscape indices were selected to analyze the landscape pattern change of different vegetation coverage in 2001 and 2009. The results indicated that the patch density of high vegetation coverage in 2009 was lower than that in 2001, but the whole area fragmentation was higher than 2001. The patches perimeter area fractal dimension and Shannon's diversity index in 2009 were smaller than in 2001, but both of the largest patch area and aggregation index in 2009 were larger, which meant that its ecological nature conservation function was significantly stronger than 2001. Thus, in order to maintain favorable trend of high vegetation cover, it should be kept on enhancing and perfecting the regional protective measures of vegetation cover.

**Key words:** vegetation cover; landscape pattern; changing trend; Cuiping district of Sichuan province; remote sensing

植被作为地表生态系统的重要组成部分,是生态过程的一个重要变量,具有水土保持、防灾减灾、调节气候、减缓温室效应、改善生态功能等作用,而植被覆盖度(植被在单位面积内垂直投影面积的比例)也是评价生态环境优劣的一个重要指标,能够反映地表植被分布规律,有利于分析和监测植被动态变化<sup>[1-3]</sup>。近20 a来,随着川南经济区的建设和发展,区域土地覆被/土地利用有着很大的变化,翠屏区作为川南经济区的典型代表,是三江汇聚源头和川南经济发展区的核心城市区域,人口比较集中,经济产业也比较发达,但是土地利用有限,人地矛盾突出,区域生态环境往往表现出脆弱的一面,水土流失严重<sup>[4]</sup>。随着经济的跨越式发展,城市化进程也给翠屏区域生态环境带来了巨大压力,局部流域特别是部分小流域水环境污染严重,大气环境质量仍需进一步改善<sup>[5]</sup>。植被覆盖在翠屏区生态功能服务中扮演着重要角色,包括生态景观、旅游开发、资源环境、预防灾害、人文、生物多样性保护等。随着人口的增长和对资源的开发利用,生态环境保护显得尤为重要,而植被覆盖的空间分布与变化是研究区域生态环境质量变化的重要标志,受到了广泛的关注<sup>[6]</sup>,对该区域植被覆盖动态变化的检测分析,可有利于生态环境的保护和建设。

与实测法相比,遥感技术在长期、投入成本与及时监测植被覆盖变化等方面有着明显的优势。近年来,随着遥感技术的发展和应用,NOAA/AVHRR、SPOT-VGT、MODIS 和 Landsat 等成为了开展植被覆盖变化分析与监测的重要信息源<sup>[7-9]</sup>,但是,NOAA/AVHRR、SPOT-VGT、MODIS 数据分辨率较低,主要用于大区域植被变化监测,Landsat TM/ETM<sup>+</sup>数据分辨率为30 m,比较适用于小区域植被覆盖变化监测和分析。由于NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)植被指数对植被生长状况以及植被覆盖类型等信息非常敏感,包含了90%以上的植被信息,因此大多研究中常用NDVI的线性回归变化斜率分析植被覆盖变化趋势,或直接利用NDVI指数来分析植被变化,近似估算植被覆盖度等<sup>[10-11]</sup>。此外,植被覆盖变化与景观格局也有关,景观是具有高度空间异质性的区域<sup>[12]</sup>,通过对景观格局的分析,可有助于对宏观区域生态环境状况的分析与评价,也有利于探索自然因素与人类活动对植被景观格局变化的影响,可为区域生态环境变化分析提供有效手段<sup>[13]</sup>。基于此,本研究基于2001—2009年的Landsat TM/ETM<sup>+</sup>数据的NDVI,分析翠屏区近9 a的植被及其覆盖度的变化趋势,利用Fragstats 3.3景观分析软件分析其不同植被覆盖等级的景观格局

变化,旨在分析该区域的植被覆盖动态变化过程,为该区域植被分区、人地和谐以及生态规划和保护提供科学参考。

## 1 研究区概况

翠屏区是于1997年由原县级宜宾市改设的县级区,地处四川盆地南部,位于北纬28°32′—29°02′,东经104°24′—104°54′,幅员面积约1 131 km<sup>2</sup>。本研究中的矢量边界由国家基础地理信息系统网站提供,比例尺为1:100万,面积约1 123.5 km<sup>2</sup>。翠屏区由于金沙江和岷江在此汇聚而成为长江之始,故有“万里长江第一城”的美誉,是川南经济区的重要交通枢纽。区域内地势南北高而中部低,海拔范围大约为254~806 m,气候类型属中亚带季风气候区的四川盆南气候类型,具有“春早夏长,秋迟多雨,冬暖少雪”等特点,年平均气温和降水量大约分别为19.5℃和1 164.6 mm左右<sup>[5]</sup>。境内自然资源、水资源、矿产资源比较丰富,具有银杏、水杉等珍稀野生植物,区域植被类型主要为马尾松、湿地松等针叶林植被以及亚热带水果、常绿阔叶、竹林等阔叶林植被。

## 2 数据与研究方法

### 2.1 数据来源与预处理

遥感数据主要来源于中科院对地观测与数字地球科学中心对地观测数据共享计划支持和中科院计算机网络信息中心国际科学数据服务平台(<http://datamirror.csdb.cn>),以及美国联邦地质勘探局(USGS)网站提供的行列号为h129r40的2001—2009年的每年3—4月,5—6月,7—9月各一期,共有27景质量较好的Landsat TM/ETM<sup>+</sup>数据,此外还有翠屏区土地利用类型数据,DEM,样方测算和宜宾统计年鉴等辅助数据。对Landsat数据进行如下预处理:(1)将GeoTIFF格式转换成IMG格式,进行波段合成;(2)重投影为Albers投影,椭球体为Krasovsky,中央经线为105°E,第一和第二标准纬线分别为25°N和47°N,然后利用研究区域的AOI进行裁剪;(3)导入GCP控制点进行几何校正,误差控制在一个像元内;(4)去霾,去除噪声;(5)使用ENVI/FLAASH模块进行大气校正,并对其进行辐射校正从而突出目标地物;(6)对于影像上少量云可使用傅里叶滤波变换消除或减少。

### 2.2 研究方法

2.2.1 NDVI线性回归变化趋势 NDVI线性回归分析方法消除了研究时段端点年份偶发性异常因素的影响,可以很好地反映植被覆盖长期变化趋

势<sup>[7,14-16]</sup>,计算公式为:

$$S=\frac{n\times\sum_{i=1}^ni\times\text{MNDVI}_i-\sum_{i=1}^ni\times\sum_{i=1}^n\text{MNDVI}_i}{n\times\sum_{i=1}^ni^2-(\sum_{i=1}^ni)^2}\tag{1}$$

式中: $S$ ——NDVI 拟合线性斜率, $S>0$  表示近 9 a 来植被覆盖是增加的,反之为减少趋势; $i$  为 1~9 的时间长度, $\text{MNDVI}_i$  为第  $i$  年三期影像最大 NDVI 合成值,即:

$$\text{MNDVI}_i=\max(\text{NDVI}_{ij})\tag{2}$$

式中: $\text{NDVI}_i$ ——第  $i$  年的 NDVI 值; $\text{NDVI}_{ij}$ ——第  $i$  年第  $j$  期的 NDVI 值。NDVI 计算为:

$$\text{NDVI}=(\text{CH4}-\text{CH3})/(\text{CH4}+\text{CH3})\tag{3}$$

式中: $\text{CH4}$ ,  $\text{CH3}$ ——近红外波段和红外波段,即 Landsat TM/ETM<sup>+</sup> 数据第 4 和第 3 波段。

2.2.2 植被覆盖度 植被覆盖度的计算可根据像元二分模型<sup>[17]</sup>,其计算公式为:

$$F=(\text{NDVI}-\text{NDVI}_s)/(\text{NDVI}_v-\text{NDVI}_s)\tag{4}$$

式中: $F$ ——植被覆盖度; $\text{NDVI}_s$ ——裸土或无植被覆盖区域的像元 NDVI 值; $\text{NDVI}_v$ ——植被完全覆盖的像元 NDVI 值,即为纯植被像元 NDVI 值。由于受到地表粗糙度、地表湿度、土壤成分、土壤颜色等地表因素以及不同植被类型的影响, $\text{NDVI}_s$  与  $\text{NDVI}_v$  难以取得固定值,因此,本研究以土地利用类型图为基础,通过样方测量的无植被土地类型和完全植被土地类型,取其对应不同时期遥感 NDVI 影像上累积频次为 5% 的 NDVI 值为  $\text{NDVI}_s$  值,而取频次为 95% 的 NDVI 值为  $\text{NDVI}_v$  值。

2.2.3 景观格局指数 为了进一步分析 2001—2009 年间翠屏区植被覆盖状况的细节变化,基于景观生态学知识和本研究实际需要<sup>[18-19]</sup>,选取斑块类型度量指标:斑块密度 $[\text{PD}/(\text{个}\cdot\text{hm}^2)]$ ,最大斑块面积 $(\text{LP}/\text{hm}^2)$ ,斑块周长面积分维数 $(\text{PAFRAC})$ ,斑块面积变异系数 $(\text{AREA\_CV})$ ,聚合度 $(\text{AI}/\%)$ 和景观度量指标:Shannon's 多样性指数 $(\text{SHDI})$ ,破碎化指数 $(\text{FN})$ 进行研究。其中,破碎化指数 $(\text{FN})$ 是在 Fragstats 3.3 景观分析软件计算的相关指标的基础上计算得到的,其计算公式为:

$$\text{FN}=(N_p-1)/N_c\tag{5}$$

式中: $N_p$ ——景观斑块总数; $N_c$ ——研究区域的总面积与单个像元面积的比值。

### 3 结果与分析

#### 3.1 植被变化趋势分析

在 Erdas 9.1 空间模块中进行近 9 a 来逐个像元

的最大值合成的 NDVI 线性回归变化趋势的斜率  $S$  的计算,借鉴前人对 NDVI 变化趋势的划分<sup>[7,14-16]</sup>,将翠屏区近 9 a NDVI 变化趋势划分为 5 个变化等级并分别统计其面积,结果分别如附图 11 和表 1 所示。

表 1 2001—2009 年翠屏区 NDVI 变化趋势结果统计

分类等级	变化程度	面积/ hm <sup>2</sup>	面积比例/ %
$S\leq-0.05$	显著退化	3085.92	2.75
$-0.05<S\leq-0.001$	轻度退化	7531.48	6.70
$-0.001<S\leq0.001$	基本不变	13857.75	12.33
$0.001<S\leq0.05$	轻度改善	36487.62	32.48
$0.05<S$	显著改善	51387.57	45.74

附图 11 和表 1 表明,近 9 a 来翠屏区植被整体覆盖有所改善,改善面积达 87 875.19 hm<sup>2</sup>,占区域面积的 78.22%,其中显著改善面积占区域面积的 45.74%,主要分布于实施了封山育林和人工造林措施的有林地与山地丘陵区。轻度改善区域主要分布于该区域西部与东南部地区,这些地区主要实施退耕还林还草和人工育林措施,说明本世纪以来,翠屏区经过环境保护和人工造林使得区域植被覆盖改善有所成效。基本不变区域占 12.33%,这些地区主要为水域和居民建设用地,以及部分原有的植被覆盖区域。植被退化区域面积达 10 617.4 hm<sup>2</sup>,占区域面积的 9.45%,说明近 9 a 来翠屏区植被覆盖改善与破坏同时存在,其中显著退化区域主要分布于居民地附近以及低坡度的丘陵地区,其主要原因可能为人口增加造成的居民建设用地扩大或者人类活动对植被的采伐,使植被覆盖度降低,其面积占区域面积的 2.75%,虽然面积较小,但依然可以引起严重的水土流失,造成区域生态的破坏。轻度退化区域主要分布于耕地与水浇地区域,该地区植被变化原因可能为农作物的交替播种及播种的物侯期变化,以及人类活动因素等,使得植被表现为轻微减少。

#### 3.2 植被覆盖度变化分析

在 Erdas 空间模块中计算了翠屏区 2001—2009 年的植被覆盖度,并与实测样方进行对比,发现其精度在 0.91 以上,可以满足计算要求。将植被覆盖度划分为 5 个等级,Ⅰ级:低植被覆盖度( $\leq 20\%$ ),主要为水体和居民地,以及植被分布极少的区域;Ⅱ级:中低植被覆盖度( $20\%\sim 40\%$ ),主要为稀疏林地、低盖草地和零星分布的植被;Ⅲ级:中等植被覆盖度( $40\%\sim 60\%$ ),主要为中低盖草地、部分高盖草地、灌木等;Ⅳ级:中高植被覆盖度( $60\%\sim 80\%$ ),主要为部分高盖草地、有林地、部分针叶和阔叶林等;Ⅴ级:高植被覆盖度( $>80\%$ ),主要为密林地、阔叶林地、高密度针叶林地和密灌木林地等。统计该区域近 9 a 不同植

被覆盖等级的面积百分比如图 1 所示。

由图 1 可知,翠屏区 2001—2009 年不同植被覆盖度等级变化中,低覆盖度面积每年缓慢增加,这可能与每年的城镇规划用地、非农用地等少有植被覆盖区域的增加有关。中低、中等覆盖度面积却每年减少,而中高覆盖度面积缓慢减少到 2005 年后又逐渐增加。此外,高覆盖度面积大幅增加并于 2007 年开始趋于稳定,这可能与植被覆盖度等级转型有关,在生态保护过程中,保护好的低等植被覆盖度向高植被覆盖度变化以及人工造林面积每年累积等。为便于进一步比较研究分析,对 2001 年与 2009 年植被覆盖度计算与统计如附图 12 和表 2 所示。

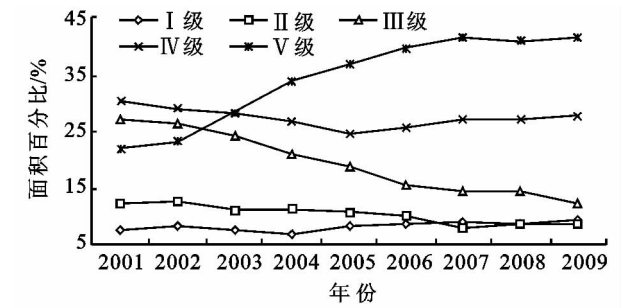


图 1 2001—2009 年翠屏区不同植被覆盖度等级变化

由附图 12 和表 2 可知,2009 年高植被覆盖度面积比 2001 年增加了 22 083.3 hm<sup>2</sup>,年平均变化率达 9.92%,主要分布于西南、西北等地区,比 2001 年分布广泛,说明 2001—2009 年密林地、阔叶林地、高密度针叶林地和密灌木林地等有所增加。2009 年的低植被覆盖度面积也有所增加,主要为水体和居民地的增加,说明近 9 a 来该区域城镇建设用地、非农用地等

植被分布少的区域面积有所增加。但中低、中等和中高植被盖度面积却在减少,减少较多的为中等植被盖度,减少面积达 17 553.79 hm<sup>2</sup>,2009 年的中高和高植被盖度面积共为 78 132.6 hm<sup>2</sup>,占区域面积的 69.44%,高于 2001 年,说明近 9 a 来翠屏区整体植被覆盖变化以高盖植被为主,植被面积变化为增加趋势。为进一步分析其植被盖度面积变化,在 ENVI 基本工具中计算了 2001 年与 2009 年不同植被盖度面积转移矩阵,结果如表 3 所示。

表 2 翠屏区不同植被盖度等级面积统计

年份	植被覆盖度/hm <sup>2</sup>				
	I 级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	V 级
2001/hm <sup>2</sup>	8804.43	14143.86	30512.16	34174.44	24715.17
2009/hm <sup>2</sup>	10456.92	9802.17	13958.37	31334.13	46798.47
变化率/%	18.77	-30.70	-54.25	-8.31	89.35

由表 3 可看出,翠屏区 2001—2009 年不同植被盖度面积转移中,I 级盖度向其它级盖度转出了 3 509.19 hm<sup>2</sup>,其中向Ⅳ级转出的最多,为 1 185.01 hm<sup>2</sup>,转移率为 13.38%,而其它级盖度向其转入了 5 161.68 hm<sup>2</sup>,主要来自Ⅲ级、Ⅳ级、V 级盖度,最多为 V 级盖度,达 1 787.13 hm<sup>2</sup>。转出较为激烈的是Ⅲ级盖度(26 871.48 hm<sup>2</sup>),主要转出为 V 级盖度(14 148.48 hm<sup>2</sup>),这也是 2001 年 V 级盖度比 2009 年面积小的原因之一。而转入较为激烈的是 V 级盖度(36 753.36 hm<sup>2</sup>),主要转自Ⅳ级盖度,从而说明 2001 年Ⅳ级盖度面积比 2009 年大。综上,2001—2009 年高植被盖度面积增加主要由Ⅲ级、Ⅳ级盖度向其转入,同时说明了不同植被盖度的转入面积大于转出面积则其面积变化趋势为增加,反之为减少。

表 3 2001—2009 年翠屏区不同植被盖度面积转移矩阵

2009 年	2001 年									
	I 级		Ⅱ级		Ⅲ级		Ⅳ级		V 级	
	面积/hm <sup>2</sup>	百分比/%	面积/hm <sup>2</sup>	百分比/%	面积/hm <sup>2</sup>	百分比/%	面积/hm <sup>2</sup>	百分比/%	面积/hm <sup>2</sup>	百分比/%
I 级	5295.24	60.14	865.71	6.12	1142.55	3.74	1366.29	4.00	1787.13	7.23
Ⅱ级	793.89	9.02	1043.01	7.37	2052.54	6.73	2819.52	8.25	3093.21	12.52
Ⅲ级	758.79	8.62	1686.96	11.93	3640.68	11.93	4275.9	12.51	3596.04	14.55
Ⅳ级	1178.01	13.38	4682.88	33.11	9528.21	31.23	9739.35	28.50	6205.68	25.11
V 级	778.5	8.84	5865.30	41.47	14148.18	46.37	15973.38	46.74	10033.11	40.59
转出	3509.19	—	13100.85	—	26871.48	—	24435.09	—	14682.06	—
转入	5161.68	—	8759.16	—	10317.69	—	21594.78	—	36753.36	—

注:纵列表示 2001—2009 年各植被盖度转出的面积,横行表示 2001—2009 年各植被盖度转入的面积。

3.3 植被覆盖景观格局变化分析

为便于比较分析,对 2001 年与 2009 年不同植被盖度的景观格局进行分析。在 ArcMap 中将 2001 年与 2009 年的不同植被盖度等级数据 IMG 格式转换为 ArcGrid 格式,然后利用 Fragstats 3.3 景观分析软件选用 4 邻规则计算所选择的指标,结果如表 4 所示。

由表 4 可以看出,翠屏区 2009 年各植被盖度等级的斑块密度中,最小为 V 级植被盖度:0.521 8,其余各级植被盖度均高,说明它们的破碎度比高盖植被较大。与 2001 年相比,除了高盖度植被的斑块密度较 2001 年小外,其余都比 2001 年大,说明 2009 年高

盖度植被破碎度较小而其它盖度植被破碎度呈增加趋势,而全区破碎化指数 FN 由 2001 年的 0.136 5 上升到 2009 年的 0.198 1,反映出近 9 a 来翠屏区受到自然和人类活动等因素影响,其区域整体植被分布破碎化程度增加。2009 年Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级植被盖度的最大斑块面积 LP 均较小且小于 2001 年,但Ⅰ、Ⅴ级植被盖度的 LP 大于 2001 年,Ⅰ级植被盖度主要表现为水体或建设用地,说明由于城市化和区域经济建设的发展,以及人口增加等,导致低植被区域被占用,使得城镇建设面积扩大或水体涵养面积增加,并可能呈大片集中;而Ⅴ级植被盖度主要表现为密林地、阔叶林地、高密度针叶林地和密灌木林地等,反映了近 9 a 来实施了生态保护与人工造林措施,使得高密度植被成片增加。此外,从聚合度(AI)来看,2009 年高盖度植被聚合度达 73.37%,比 2001 年大,表明 2009 年高盖度植被面积也比较集中,由于大面积高密度植被在物质循环、物种保护等有着良好的功能,许多濒危物种需要大面积自

然生境才能保证生存,因此,相比于 2001 年,2009 年高盖度植被在自然保护功能上有着明显的优势。周长面积分维数(PAFRAC)可反映景观形状分布的复杂程度,2009 年中 PAFRAC 较大的为Ⅳ级和Ⅴ级植被盖度,但均小于其对应的 2001 年的值,反映了 2009 年不同植被盖度分布呈规则化。斑块面积变异系数(AREA\_CV)可反映斑块内部面积之间的差异,与 2001 年对应植被盖度相比,2009 年的Ⅰ级植被盖度的 AREA\_CV 最大,达 6 324.46,低盖度植被区的水体与建设区面积之间的差异悬殊,其次为Ⅴ级的 AREA\_CV(2 350.04),反映出其内部面积分布很不均匀。从香农多样性指数(SHDI)来看,2009 年全区的 SHDI 为 1.413 9 比 2001 年小 0.041 7,由于香农多样性可以反映出景观的异质性,由此说明了 2001 年土地利用程度比 2009 年高,这可能是由于近 9 a 来随着经济发展和人们环保意识的增强,对土地的合理利用提出了更高的要求,实现了资源的优化配置。

表 4 不同植被盖度景观格局指数计算结果

年份	植被盖度	PD	LP	PAFRAC	AREA_CV	AI	SHDI(全区)	FN(全区)
2001	Ⅰ级	0.6844	5374.44	1.3366	4548.88	81.20	1.4556	0.1365
	Ⅱ级	2.3860	90.72	1.4027	384.81	48.94		
	Ⅲ级	1.8015	401.22	1.4370	561.58	52.27		
	Ⅳ级	1.5901	430.11	1.4589	519.79	53.23		
	Ⅴ级	0.8645	1861.38	1.4071	1595.84	67.98		
2009	Ⅰ级	1.5301	5401.71	1.3600	6324.46	69.16	1.4139	0.1981
	Ⅱ级	4.9081	15.75	1.3512	151.55	30.91		
	Ⅲ级	5.2873	22.86	1.3487	160.32	29.11		
	Ⅳ级	2.7096	89.28	1.4180	299.38	44.96		
	Ⅴ级	0.5218	4732.20	1.4051	2350.04	73.37		

## 4 结论与讨论

2001—2009 年,翠屏区植被覆盖发生了明显变化。由最大值合成的 NDVI 变化趋势表明,近 9 a 来翠屏区植被整体覆盖变化改善与退化同时存在,但是改善的植被面积达 87 875.19 hm<sup>2</sup>,占区域面积的 78.22%,远大于植被轻度与显著退化的区域面积(10 617.4 hm<sup>2</sup>)。像元二分模型计算的植被覆盖度表明,翠屏区 2001—2009 年整体植被面积变化是增加的,不同植被覆盖度等级变化中,低、高植被覆盖度面积呈增加趋势,中低、中等植被覆盖度面积逐渐减少,而中高植被覆盖度面积有待增加,植被覆盖度变化以高盖植被为主,其面积增加主要由其它盖度植被转移得到。由选择的 2001 年与 2009 年不同盖度植被景观格局指数分析可知,2009 年除了高盖度植被破碎度较小外,其余等级盖度破碎度都比 2001 年的大,且整个景观的破碎度也较大;2009 年的高盖度植

被聚合度和最大面积都比较大,在自然保护功能上占有明显优势;2009 年各个植被盖度分布逐渐规则,但其土地利用程度较 2001 年低。

植被覆盖面积呈增加趋势这一结果与林成东<sup>[5]</sup>对翠屏区研究结果基本相似,但本研究是在总结前人分析植被覆盖变化的基础上,结合 NDVI 线性回归变化趋势、植被覆盖度变化,以及根据实际需要选择植被覆盖度景观格局指数,对翠屏区的植被覆盖情况进行了深入的分析与探讨。植被覆盖趋势与植被覆盖度的变化,在很大程度上与土地利用变化、政策、人类对资源的需求等人为因素有关。虽然翠屏区在发展区域经济的同时每年不断进行植树造林,相比以往,造林面积有所增加,植被覆盖和大气环境有所改善,但是近年来,随着经济的发展,人口的增加,翠屏区对资源的需求也增大,少有植被分布的城镇建设用地、工业用地、非农用地的面积也在增加,土地利用也发生了变化,一些弃耕区域成了荒地,尚有未治理的强

度水土流失面积超过  $31.13 \text{ km}^2$ , 相应的低植被覆盖区域面积也有所增加<sup>[4-5]</sup>。植被覆盖度景观格局变化主要受人类活动因素影响外, 还受自然因素, 如坡度、高程、自然灾害等的影响<sup>[17]</sup>。因此, 在今后生态保护过程中, 应该完善和加强生态环境保护措施, 增加植树造林, 减少破碎化, 合理利用土地, 尽可能实现资源合理配置。

本研究用 Landsat TM/ETM<sup>+</sup> 数据, 通过最大值合成 NDVI 进一步消除大气和季节变化的影响, 有利于小区域连续时间序列的植被覆盖变化趋势、植被覆盖度及其景观格局变化分析。研究中采用 Landsat TM/ETM<sup>+</sup> 数据时间周期都为 16 d, 虽然结合起来可缩短周期, 但研究区域受云影响时间较长, 每年只选用三期影像, 最大值合成的 NDVI 难免也会受农作物候期的影响。此外, Landsat 数据空间分辨率为 30 m, 对于小斑块植被难以识别, 植被覆盖变化还受到自然和人为多种因素影响, 需在今后研究中尝试进一步分析和评价。

#### 参考文献:

[1] 王秀春, 黄秋昊, 蔡运龙. 贵州省乌江流域植被覆盖动态变化分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(5): 15-19.

[2] 王兮之, 陆龙, 梁钊雄. 青海湟水流域植被覆盖度时空变化分析[J]. 水土保持研究, 2010, 17(6): 172-176.

[3] 马驰, 卢玉东. 重庆南部 TM 图像植被指数与植被覆盖度信息的关系研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(6): 136-138.

[4] 陈文言, 张雷, 刘慧. 基于水土保持的宜宾市土地利用空间重组[J]. 农业工程学报, 2007, 23(3): 75-79.

[5] 林成东. 翠屏区生态建设可持续发展评价研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2009.

[6] 柳铮铮, 曾从盛, 钟春棋. 基于 TM 影像的福州市地表植被变化分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(3): 194-196.

[7] 侯西勇, 应兰兰, 高猛, 等. 1998-2008 年中国东部沿海植被覆盖变化特征[J]. 地理科学, 2010, 30(5): 735-741.

[8] Miller A B, Bryant E S, Birnie R W. An analysis of land cover changes in the northern forest of New England using multitemporal Landsat MSS data[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(2): 245-265.

[9] Fensholt R, Rasmussen K, Nielsen T T, et al. Evaluation of earth observation based long term vegetation trends-intercomparing NDVI time series trend analysis consistency of Sahel from AVHRR GIMMS, Terra MODIS and SPOT VGT data[J]. Remote Sensing of Environment, 2009, 113(9): 1886-1898.

[10] 李登科, 范建忠, 王娟. 陕西省植被覆盖度变化特征及其成因[J]. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2896-2903.

[11] 陈效述, 王恒. 1982—2003 年内蒙古植被带和植被覆盖度的时空变化[J]. 地理学报, 2009, 64(1): 84-94.

[12] 陈云浩, 史培军, 李晓兵. 基于遥感和 GIS 的上海城市空间热环境研究[J]. 测绘学报, 2002, 31(2): 139-144.

[13] 孟京辉, 陆元昌, CHRISTOPH Kleinn, 等. 基于遥感的景观格局时空动态研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 207-211.

[14] 张月丛, 赵志强, 李双成, 等. 基于 SPOT NDVI 的华北北部地表植被覆盖变化趋势[J]. 地理研究, 2008, 27(4): 745-755.

[15] Stow D, Daeschner S, Hope A, et al. Variability of the seasonally integrated normalized difference vegetation index across the north slope of Alaska in the 1990s [J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 24(5): 1111-1117.

[16] 宋怡, 马明国. 基于 SPOT VEGETATION 数据的中国西北植被覆盖变化分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(1): 83-93.

[17] 张超, 余树全, 李土生. 基于多时相 Landsat 影像的庆元县植被覆盖变化研究[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(1): 72-79.

[18] 秦耀民, 胥彦玲, 李怀恩, 等. 西安市城市森林景观格局分析[J]. 水土保持通报, 2009, 29(6): 225-230.

[19] 余新晓, 牛健植, 关文彬, 等. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.