

# 基于 SPOT NDVI 影像的阿坝州植被变化遥感监测

孙存举<sup>1</sup>, 雷建华<sup>1</sup>, 唐果山<sup>2</sup>, 何冰<sup>2</sup>

(1. 四川省林业调查规划院, 四川 成都 610081; 2. 小金县林业局, 四川 阿坝 624200)

**摘要:** 本文利用 1998 年~2013 年 SPOT NDVI 影像对阿坝州的植被时空变化进行分析。结果表明: 研究区 15 年间 NDVI 均值为 0.383, 月均 NDVI 值在 0.222 和 0.623 之间, NDVI 在 8 月达到峰值; 研究区植被总体呈改善趋势, 植被明显改善面积占全区总面积的 56.83%。植被退化区域主要集中于研究区的南部, 其中小金县和汶川县的植被退化最为严重, 若尔盖湿地植被也有一定程度的退化, 这主要跟该区域的放牧活动有关。

**关键词:** SPOT NDVI; 植被变化; 阿坝州

中图分类号: S758.6 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2014)06-0056-04

## A Study of Spatio-temporal Variation Of Vegetation by Using SPOT NDVI Images in Aba, China

SUN Cun-ju<sup>2</sup>, LEI Jian-hua<sup>1</sup>, TANG Guo-shan<sup>2</sup>, HE Bing<sup>2</sup>

(1. Sichuan Forest Inventory and Plan Institute, Chengdu 610081, China;

2. Forestry Bureau of Xiaojin County, Aba 624200, China)

**Abstract:** In this paper, SPOT NDVI images from 1998 to 2013 were used to estimate the spatial-temporal variation of the vegetation in Aba, China. The results showed that the average value was 0.383 and monthly changed from 0.222 to 0.623 during recent 15 years, and the value of NDVI reached a peak in August. The total vegetation coverage was increasing year by year in the study area, and the 56.83% of the research area was improved. The degradation regions were located in the southern areas. The vegetations of Xiaojin and Wenchuan were seriously degraded and the wetland in Zoigê plateau presented some degradation, which might result from grazing.

**Key words:** SPOT NDVI, Vegetation Changes, Aba

植被作为陆地生态系统的主体部分,是覆盖地球表层的自然状态,是全球环境变化中许多自然、生态过程的一个重要变量<sup>[1-2]</sup>。植被覆盖情况被认为是进行人类环境评价和监测的最重要参数之一,也是经常用来衡量一个地区生态系统是否安全的重要指标。植被覆盖的稀疏和退化是导致区域水土流失、生态环境恶化的根源<sup>[3]</sup>。因此,对于植被覆盖变化的监测具有十分重要的意义。

归一化植被指数(Normal Difference Vegetation Index, NDVI)能够相当精确地反映植被绿度、光合作用强度及其季节和年际变化,NDVI能较好的削

弱太阳高度角和大气所带来的噪音,是反映植被状况的最有效参数之一<sup>[4-5]</sup>。国内外研究者利用这些 NDVI 数据在对地表植被的分布、分布格局成因、植被变化及其驱动力等内容都进行了广泛而深入的研究<sup>[6]</sup>。

阿坝藏族羌族自治州(阿坝州)位于四川省西北部,具有相对较好的区位优势。改革开放 30 年来,随着经济发展步伐不断加快,阿坝州的陆地生态系统发生了剧烈的变化,而任何变化都会在植被变化上有一定的响应,本研究利用 1998 年~2013 年的 SPOT NDVI 影像对阿坝州的植被覆盖时空变化

进行分析研究, 探讨其变化特征, 以为今后的生态建设规划提供一定的科学支撑。

### 1 研究区概况

阿坝州位于四川省西北部, 地处青藏高原东南缘, 横断山脉北端与川西北高山峡谷的结合部, 地貌以高原和高山峡谷为主, 东南部为高山峡谷区, 中部为山原区, 西北部为高原区。气温自东南向西北并随海拔由低到高而相应降低: 西北部的丘状高原属大陆高原性气候, 年平均气温 0.8℃ ~ 4.3℃; 山原地带为温凉半湿润气候, 年平均气温 5.6℃ ~ 8.9℃; 高山峡谷地带, 随着海拔高度变化, 气候呈明显的垂直性差异, 其中海拔 2 500 m 以下的河谷地带降水集中, 蒸发快, 成为干旱、半干旱地带, 海拔 2 500 m ~ 4 100 m 的坡谷地带是寒温带, 年平均气温 1℃ ~ 5℃, 海拔 4 100 m 以上为寒带, 终年积雪, 长冬无夏。阿坝州位置见图 1。

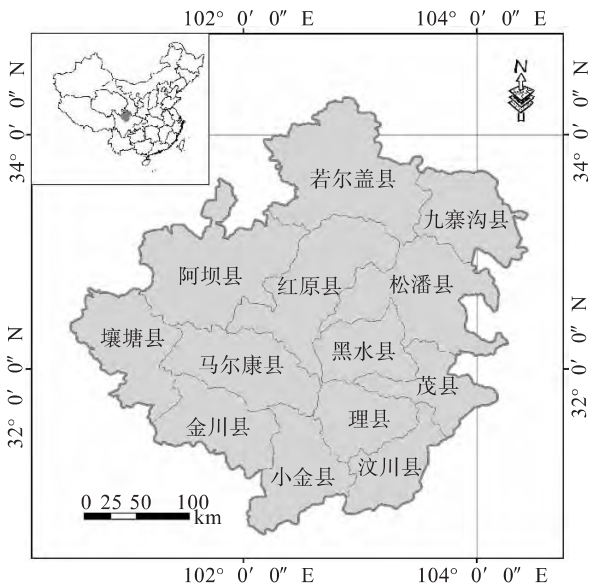


图 1 阿坝州位置图

Fig. 1 Map of Aba Prefecture, China

### 2 数据来源和研究方法

#### 2.1 数据来源

本研究所使用的主要数据为 1998 年 4 月 ~ 2013 年 3 月的 SPOT 逐旬 NDVI 数据, 空间分辨率为 1 km。来源于比利时弗莱芒技术研究所 (Flemish Institute for Technological Research), 每月 3 期, 共计 540 期影像。该数据通过大气校正、辐射校正、几何校正和线性拉伸后, 生成 10 d 最大化合成 NDVI 数

据<sup>[6-7]</sup>。

#### 2.2 数据预处理

因合成的 NDVI 数据包含很多噪音, 需对其进行噪音处理<sup>[8]</sup>。借鉴前人研究成果, 采用 Savitzky-Golay 滤波器<sup>[9]</sup>来拟合 NDVI 长期变化趋势线, 去除云噪音, 并重构时序 NDVI 影像文件。

#### 2.3 变化趋势分析

使用简单的一元线性回归可以模拟每个栅格的 NDVI 变化趋势, Stow<sup>[10]</sup>等利用该方法模拟植被的绿度变化率。植被的绿度变化率为某时间段内的 NDVI 年际变化的一元线性回归方程的斜率。对于 NDVI 时间序列数据, 每个像素对应若干年的时间序列数值。对这些数值进行线性拟合, 所得直线的斜率揭示了在该时间序列中该像素所代表的植被指数的演化趋势。据此可显示整幅遥感影像上每个像元所代表区域的植被变化情况: 斜率大于零, 表明该像素代表的植被状况得以改善; 反之则是植被状况变差。本研究采用此方法来模拟阿坝州每个栅格 NDVI 值的变化趋势, 其算法如公式 (1)。

$$\theta_{slope} = \frac{n \times \sum_{i=1}^n i \times NDVI_i - (\sum_{i=1}^n i) (\sum_{i=1}^n NDVI_i)}{n \times \sum_{i=1}^n i^2 - (\sum_{i=1}^n i)^2} \tag{1}$$

式中:  $n$  为变化监测的年数;  $NDVI_i$  为第  $i$  年的最大化 NDVI 值。

### 3 结果与分析

#### 3.1 区域 NDVI 的时间变化

##### 3.1.1 月均 NDVI 的年内变化

研究期间, 阿坝州月均 NDVI 值的季节变化明显, 在 0.222 ~ 0.623 间波动, 最小值出现在 3 月, 然后逐渐增加, 4 月之后即快速上升, 直到 8 月达到最高值, 此后迅速回落, 直至最小值 (图 2)。

##### 3.1.2 月均 NDVI 的年际变化

阿坝州 15 年间 NDVI 平均值为 0.383, 年内变化趋势基本相同, 但振幅有所变化 (图 3)。

对研究期阿坝州各年 NDVI 均值经行测算, 得到 (2) 式, 研究期间, 该地区的植被覆盖情况得到一定程度的改善 (图 4)。

$$NDVI_t = 0.0025t - 4.6724 \tag{2}$$

$$R^2 = 0.39, P < 0.05$$

式中,  $NDVI_t$  为第  $t$  年的 NDVI 的平均值。

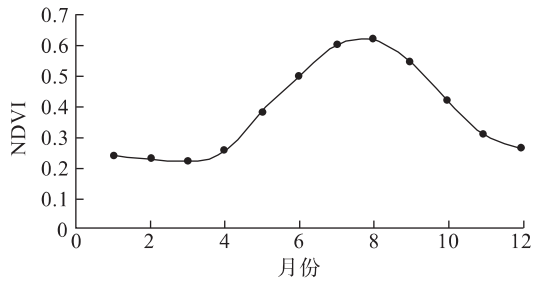


图2 1998~2013年阿坝州月均NDVI

Fig.2 Average monthly NDVI of ABA ,China from 1998 to 2013

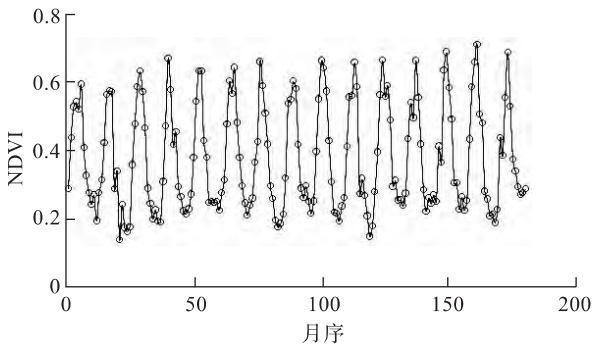


图3 1998年4月~2013年3月阿坝州各月NDVI

Fig.3 Monthly NDVI from April 1998 to March 2013 in Aba ,China

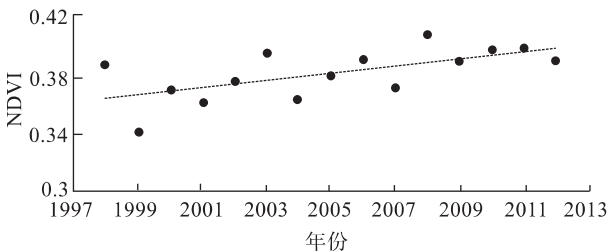


图4 1998年~2013年阿坝州年NDVI的变化

Fig.4 Variation of annual NDVI from1998 to 2013 in Aba , China

### 3.2 区域NDVI的空间变化

#### 3.2.1 典型年份NDVI的空间变化

本研究计算得出阿坝州各月NDVI平均值影像(图5),可以看出全区NDVI从4月份开始增大,直到8月达到最大值,后迅速下降,直到最小值。这与NDVI时间变化分析结果一致。

#### 3.2.2 区域NDVI的空间变化趋势

本研究采用Stow提出的绿度变化率法计算1998年~2013年间阿坝州植被变化趋势,并以-0.0066、-0.0013、0.0016、0.0043为分段点,将该区植被变化分为5个级别,分别为严重退化、轻微退化、基本不变、轻微改善和显著改善。阿坝州植被覆

盖总体呈增加趋势(图6),生态环境有所改善。

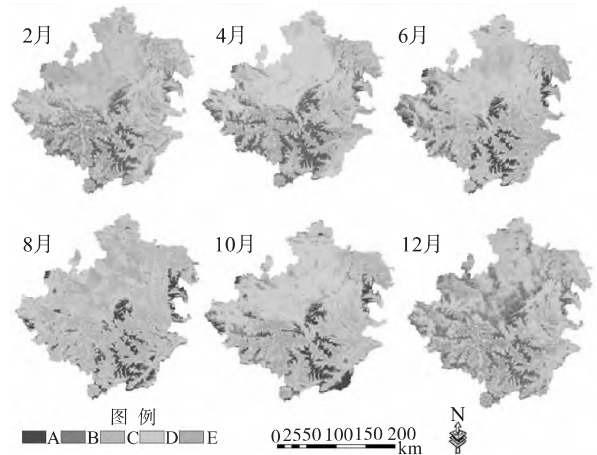


图5 阿坝州NDVI空间变化

Fig.5 Spatial variation of NDVI in ABA , China

A:  $NDVI < -0.0251$  ; B:  $-0.0251 \leq NDVI < -0.0492$  ;  
 C:  $-0.0492 \leq NDVI < 0.0002$  ; D:  $0.0002 \leq NDVI < 0.0035$  ;  
 E:  $0.0035 \leq NDVI < 0.0186$

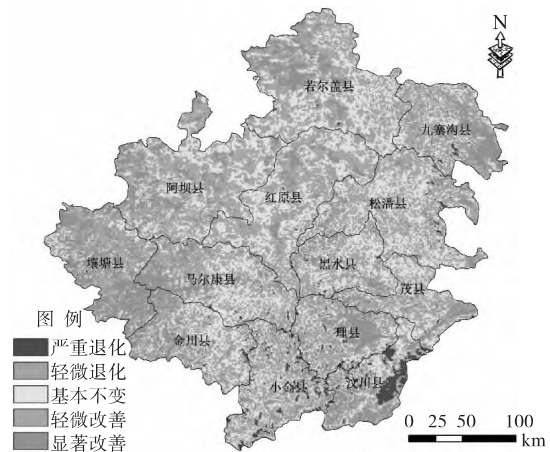


图6 1998—2013年阿坝州NDVI的变化趋势

Fig.6 Trends of NDVI variation from 1998 to 2013 in Aba , China

严重退化:  $NDVI < -0.0066$  ;  
 轻微退化:  $-0.0066 \leq NDVI < -0.0013$  ;  
 基本不变:  $-0.0013 \leq NDVI < 0.0016$  ;  
 轻微改善:  $0.0016 \leq NDVI < 0.0043$  ;  
 显著改善:  $0.0043 \leq NDVI < 0.0186$

研究期间,阿坝州的  $\theta_{slope} > 0.0016$  的地区占该地区总面积的56.83%(表1,轻微改善和显著改善),说明研究期间整个阿坝州的生态环境得到了很大程度的改善。研究区西部生态恢复较好,退化地区主要集中在研究区南部。其中小金县和汶川县的植被退化最为严重。验证了汶川县植被受地震等影响出现了一定的退化。若尔盖湿地区也出现了一定程度的退化,主要是放牧等活动造成草地的沙化。

表 1 不同区域 1998 年 ~ 2013 年 NDVI 变化趋势分级统计

Table 1 Statistics of NDVI trend between 1998 and 2013

(单位: km<sup>2</sup>)

县名	严重退化	轻微退化	基本不变	轻微改善	显著改善
若尔盖县	11	993	4477	5393	1532
九寨沟县	47	473	1508	2931	1423
阿坝县	3	499	3647	6160	1660
红原县	13	1365	3932	4093	711
松潘县	76	1160	3974	4113	665
壤塘县	5	155	972	3660	2605
黑水县	44	523	1963	1965	423
马尔康县	47	620	2689	3272	1289
茂县	44	523	1569	1887	570
金川县	53	643	2079	2524	1133
理县	137	612	1259	1969	1181
汶川县	714	1088	1183	1010	843
小金县	367	1101	2010	2388	714

#### 4 结论与讨论

本研究分析了阿坝州 1998 - 2013 年间的植被变化。阿坝州 15 年间 NDVI 平均值为 0.383。研究区月均 NDVI 的季节变化明显,月均 NDVI 值在 0.222 ~ 0.623 间,最小值出现在 3 月,然后逐渐增加 4 月之后即快速上升,直到 8 月达到最高值,此后迅速回落,直至最小值。

15 年以来,阿坝州的生态环境得到了很大程度的改善。研究区西部生态恢复较好,退化地区主要集中在研究区南部,其中小金县和汶川县的植被退化最为严重,汶川县植被受地震等影响出现了一定的退化。若尔盖湿地地区植被也出现了一定的退化,主要是放牧等活动造成了草地的沙化。

NDVI 变化趋势与气温和降水存在正相关,但本研究尚未分析降水、气温等因子与 NDVI 值变化的相关性。这种关系需要进一步的研究和探讨。

#### 参考文献:

- [1] Turner II B L, Skole D L, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change. Science/Research Plan [R]. IGBP Report No. 35 & HDP Report No. 7. Stockholm: IGBP. 1995.
- [2] Hansen M G, Defries R S, Townshend J R G, et al. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach [J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21: 1331 ~ 1364.
- [3] Myneni R B, Keeling C D, Tucker C J, et al. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991 [J]. Nature, 1997, 386: 698 ~ 702.
- [4] Cao Ming-kui, Prince S D, Li Ke-rang, et al. Response of terrestrial carbon uptake to climate interannual variability in China [J]. Global Change Biology, 2003, 9(4): 536 ~ 546.
- [5] 杨延征, 赵鹏祥, 郝红科, 等. 基于 SPOT-VGT NDVI 的陕北植被覆盖时空变化 [J]. 应用生态学报, 2012, 23(7): 1897 ~ 1903.
- [6] Maisongrande P, Duchemin B, Dedieu G. Vegetation/SPOT Monitoring [J]. International Journal of Remote Sensing, 2004, 25(1): 9 ~ 14.
- [7] 宋怡, 马明国. 基于 SPOT-VEGETATION 据的中国西北植被覆盖变化分析 [J]. 中国沙漠, 2007, 27(1): 89 ~ 93.
- [8] 杨啸. 基于时序 NDVI 的湖北省植被覆盖动态变化监测分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(2): 226 ~ 231.
- [9] 顾晓鹤, 宋国宝, 韩立建, 等. 基于变化向量分析的冬小麦长势变化监测研究 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(4): 159 ~ 165.
- [10] 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: 1111 ~ 1117.