

文章编号: 1008-2786-(2010)5-579-07

# 利用离散傅立叶变换分析拉萨地区植被 季节变化特征

除多<sup>1</sup>, 边巴次仁<sup>1</sup>, 王伟<sup>1</sup>, 张镜铨<sup>2</sup>, 王彩云<sup>1</sup>, 刘林山<sup>2</sup>

(1. 西藏高原大气环境科学研究所, 西藏 拉萨 850000; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 离散傅立叶变换可以将基于遥感植被指数的植被季节变化用时间的频率域来表示, 是定量分析植被季节变化和获取相关参数的有力工具。根据 1985~1999年 NOAA AVHRR全球植被指数 (GV) 数据, 将该方法应用于分析西藏拉萨地区植被随季节的变化特征。分析表明, 属于温带半干旱季风气候区的拉萨地区 NDVI 傅立叶变换的 0次谐波即平均值表征了该地区总体植被生产力, 而基波 (1次谐波) 能够获取绝大部分植被随季节的变化特征, 其解释方差 (explained variance) 达 97.57%; 基波和 2次谐波几乎接近于原始 NDVI 值。这一方法同样可以应用于时间序列变化的其他遥感数据, 是分析土地覆盖和土地覆盖类型在一定时间段内动态变化规律的有力工具。

**关键词:** 离散傅立叶变换; NDVI; 土地覆盖变化; 拉萨地区; 西藏

**中图分类号:** Q948

**文献标识码:** A

在一定区域或全球范围内植被的季节变化特征是地球科学研究的重要内容之一。陆地植物生产力的季节性变化是地表与大气之间碳、能量和水汽循环的关键动态驱动因子, 并对其他生物地球化学循环同样起关键的作用<sup>[1,2]</sup>。地表的物候季节变化同样能提供监测如与火灾、干旱、土地利用变化、气候波动以及气候变化事件相关的植被变化的本底数据<sup>[3]</sup>。利用遥感数据像素时间序列来表示的植被季节变化为地表覆盖分块成可操作的植被类型提供了基础<sup>[2,4]</sup>。

自 1980年代开始, 利用 NOAA AVHRR数据对大尺度地表植被的季节变化进行了大量的研究, 主要集中在研究典型植被的季节变化特征以及监测地表的动态变化, 从而与正常年份之间进行年内和年际之间的差异评价<sup>[5-10]</sup>。这些研究为监测因年内气候变化以及其他影响生态系统功能和农业地区的自然和人类作用驱动的地表特征波动和变化趋势提

供了基础。一些研究则致力于获取地表的生物物理特性, 从而为基于物理机制的气候、水文、净第一性生产力和生物地球化学循环模式提供陆面参数<sup>[1,11,12]</sup>。

从遥感数据获取的归一化植被指数 NDVI的时间序列特征, 为根据土地覆盖的季节变化区分土地覆盖类型提供了基础<sup>[13-15]</sup>。例如, Townshend等人利用多时相的 NOAA AVHRR NDVI数据将监督类最大似然估计应用于南美的土地覆盖分类<sup>[15]</sup>。

Tucker等人利用典型植被季节变化特征的边界将其变换到主成分空间, 从而区分非洲的基本植被类型<sup>[2]</sup>。Lloyd根据从 AVHRR NDVI时间序列数据获取的总和植被指数, 将二元决策树用于植被分类<sup>[16]</sup>。Lovejoy等人利用一年 1 km月平均合成的 AVHRR NDVI数据生成了美国本土土地覆盖的非监督类分类<sup>[4]</sup>。其他一些研究则将分类树方法<sup>[17]</sup>和神经网络方法<sup>[18]</sup>应用于土地覆盖分类研究。除

收稿日期 (Received date): 2009-11-11; 改回日期 (Accepted): 2010-05-29.

基金项目 (Foundation item): 国家科技支撑计划 (2007BAC06B08)、国家自然科学基金资助项目 (40361001); 中国气象局气象新技术推广项目。 [ National Key Technology Research and Development Program No. 2007BAC06B08; National Natural Science Foundation of China No. 40361001; New Technology Applications Project of CMA ]

作者简介 (Biography): 除多 (1969-), 男, 藏族, 西藏白朗县人, 博士, 研究员, 主要从事环境遥感与 GIS应用。 [ Chuduo (1969-), Tibetan male Ph.D., Professor specialized in remote sensing and GIS applications in Tibetan Plateau ] E-mail: chuduo22@hotmail.com

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

了这些土地覆盖分类研究之外,生物气候学分析方法应用于揭示植被季节动态变化与气候因素如降水和气温之间的关系<sup>[2,19,20]</sup>,这些相关信息可以响应长时间的气候变化以及气候的异常,如厄尔尼诺现象和南方涛动<sup>[21]</sup>。

利用傅立叶方法分析 AVHRR数据方面的文献较少。Olsan等人根据月平均全球植被指数(GVI)数据利用傅立叶方法分析了南美和非洲的陆地表面植被的动态变化<sup>[22]</sup>。Menenti等根据 NOAA AVHRR NDV时间序列数据利用傅立叶变换绘制了农业生态区划图<sup>[23]</sup>。Andre等将傅立叶分析方法应用于空间集合的 AVHRR数据,并发现傅立叶变换的谐波对植被生产力的季节变化是敏感的<sup>[24]</sup>。Rogers等通过对 NOAA AVHRR数据的傅立叶变换分析,预测了西非舌蝇的分布<sup>[25]</sup>。Azzal等将傅立叶分析方法应用于南部非洲的生物气候区划<sup>[26]</sup>。郑玉坤等对中国全年12个月的NDV序列数据进行了离散傅立叶变换,并分析了其结果所反映的生物学特征<sup>[27]</sup>。最后,Moody等详尽地阐述了傅立叶分析方法在研究植被季节变化和分类基本植被区系方面的应用,在此基础上,根据1990~1997年14 d合成的 NOAA AVHRR NDV数据,通过选取典型气候地区,利用傅立叶分析方法对典型植被的季节

变化特征进行了细致的分析和评价<sup>[28]</sup>。

本文根据1985~1999年NOAA AVHRR全球植被指数(GVI)利用离散傅立叶变化(DFT)方法对西藏拉萨地区的地表植被季节变化特征进行了研究。

## 1 研究地区概况

拉萨地区位于西藏自治区的中南部,是由高山深谷相间组合并呈西北—东南向微微倾斜的巨大立体块体(图1)。西北部念青唐古拉山脉山脊海拔6000~7000 m,东南部山脊线海拔为5300~6500 m,念青唐古拉山主峰海拔为7162 m,是本地中海拔最高点,地势由此渐向东南低倾,至拉萨河中下游海拔低于4000 m。拉萨地区属于典型的半干旱温暖河谷型气候,年平均降水一般在400 mm左右,但地域的不同而差异很大。东部直孔等地年降水量>600 mm,而西部尼木地区年降水量仅为340 mm左右。拉萨地区干湿季分明,降水主要集中在夏季。6~9月为雨季,占年降水量的79%以上<sup>[29]</sup>。拉萨地区的年平均气温1.5~7.8℃,总的分布趋势是自东南向西北逐渐降低。降水和气温的多年月平均值见图2和图3。

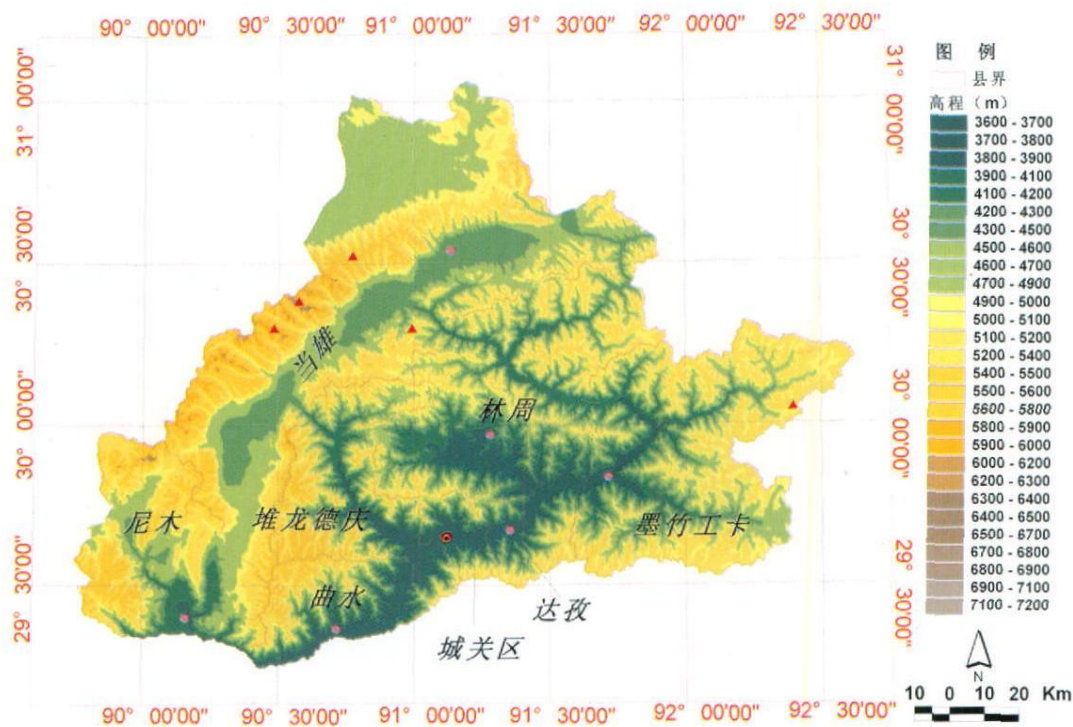


图1 研究区域数字高程模型(DEM)及行政边界

Fig. 1 DEM and Administrative boundary of study area

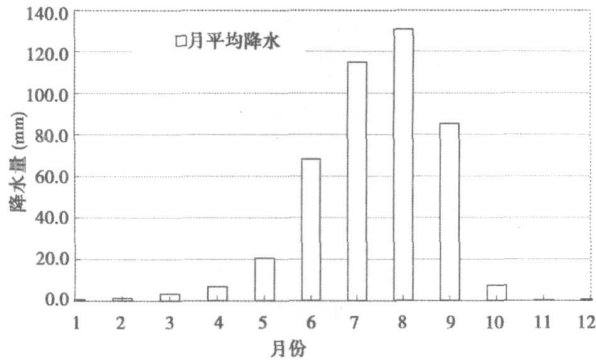


图 2 拉萨地区月平均降水量

Fig. 2 Monthly average precipitation in study area

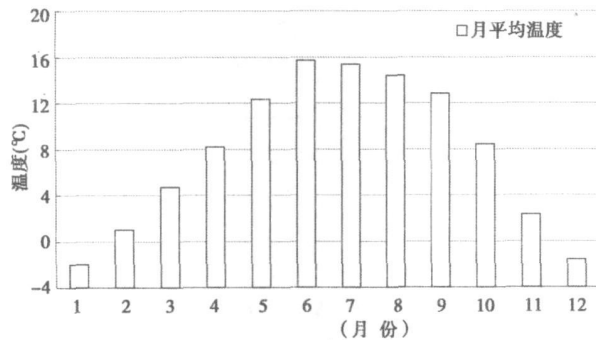


图 3 拉萨地区月平均温度

Fig. 3 Monthly average temperature in study area

研究区主要的植被类型有: 1. 高山草甸, 一般分布在海拔 4 400 ~ 5 600 m, 因生境寒湿, 故以高山小蒿草等耐寒的多年生中生植物种类为主的低矮密丛为特征; 2. 高山草原, 主要分布于北部和西北部, 海拔 4 000 ~ 5 200 m, 因气候很冷干旱, 植物种类简单, 以寒旱生的多年生丛生禾草为主, 主要优势种为紫花针茅; 3. 山地草原和河谷灌木等植被, 这些青藏高原特有的植被类型, 分布海拔一般在 4 200 m 以下, 另外一些植被类型如高寒荒漠植被分布在海拔 5 600 m 以上, 此外, 在河滩和湖滨地区分布有小面积的沼泽化草甸<sup>[30]</sup>。

根据 1980 年代开展的西藏全区首次土地资源调查<sup>[30]</sup>, 拉萨地区的各种草地占土地总面积的 71.75%, 裸土地 17.01%, 水体 5.53%, 林地 3.43%, 耕地 1.18%, 余下为居民点、果园、交通用地等。由此可见, 拉萨地区是以草地植被为主导的土地利用类型。

## 2 研究方法

### 数据源

NOAA 极轨卫星上 AVHRR 辐射计测量到的可见光及近红外波段的反射率, 为监测绿色植被的密度及生长状况提供了有效手段。植物的光合作用活动使得植物在可见光波段存在较低的反射率, 而在近红外波段有较高的反射率, 这是绿色植物的独有特征。通过这两个波段相比或相差, 能够响应植被生长, 从而与其他地表特征区分。这一方法就是归一化植被指数 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), 其计算方法如下

$$NDVI = (Ch_2 - Ch_1) / (Ch_2 + Ch_1)$$

式中  $Ch_1$  和  $Ch_2$  分别是 NOAA AVHRR 可见光波段和近红外波段的反射率。

自 1982 年之后, 根据 NOAA 卫星可见光和近红外波段反射辐射制作的 NDV 数据已收集成全球植被指数 (GVI) 数据 (NOAA GVI GUIDE, 2001)<sup>[4, 20]</sup>。它的主要目的是通过可见光和近红外波段计算的归一化植被指数 NDVI 进行植被覆盖研究。GVI 已经经过了三代产品。目前在土地覆盖研究中广泛使用的第三代产品是对第二代产品的进一步改进, 包括对波段 1 和 2 的发射之后的相容纠错和对波段 4 和 5 的非线性校正。第三代产品有三种产品, 包括每星期、每月和气候产品, 对应的是 B、C 和 D 级产品。本研究采用 1985—04 ~ 1999—12 每周合成的 NDVI 数据。

### 方法

利用傅立叶变换可以把时间信号数据分解成频率信号, 其频率信号是连续的正弦和余弦来表示的。所分解的频率信号又可以通过傅立叶反变换恢复到时域。如果原始数据是离散的而不是连续, 则可以用离散傅立叶变换<sup>[28]</sup>。

傅立叶变换的指数形式为

$$Y_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j 2\pi k n / N} \quad (1)$$

式中  $N$  是时间序列样本数,  $j$  是复数,  $x$  是第  $k$  次采样值。

离散傅立叶变换 (DFT) 的公式用下面的欧拉方程可以分解成三角函数形式。欧拉方程为

1) <http://earthobservatory.nasa.gov>

2) <http://www2.ncdc.noaa.gov/docs>

$$e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta \quad (2)$$

式中  $\theta$  是相角, 其范围是 0 至  $2\pi$ 。

该式代入 DFI 表达式 (1) 之后得

$$y_n = a_0 + a_1 \cos\left(\frac{2\pi}{N}n\right) + b_1 \sin\left(\frac{2\pi}{N}n\right) + a_2 \cos\left(\frac{4\pi}{N}n\right) + b_2 \sin\left(\frac{4\pi}{N}n\right) + \dots + a_k \cos\left(\frac{2\pi}{N}kn\right) + b_k \sin\left(\frac{2\pi}{N}kn\right) \quad (3)$$

式中  $a_0$  是平均值,  $a_1$  和  $b_1$  是 1 次谐波的傅立叶系数,  $a_2$  和  $b_2$  是 2 次谐波的系数, 一直到  $k$  次谐波。用指数形式, 则其幅度和相位如下

$$y_{\text{magnitude}} = (y_{\text{real}} + jy_{\text{imaginary}})^{1/2} \quad (4)$$

$$y_{\text{phase}} = \tan\left(\frac{y_{\text{imaginary}}}{y_{\text{real}}}\right) \quad (5)$$

式中  $y_{\text{real}}$  和  $y_{\text{imaginary}}$  分别是傅立叶变换的实部和虚部;  $y_{\text{magnitude}}$  和  $y_{\text{phase}}$  分别是幅度和相位。

### 3 结果分析

本研究中 NDV 数据是从 NOAA 获取的 1985 ~ 1999 年每周合成的 NOAA AVHRR 全球植被指数 (GVI) 图, 共有 780 张左右。具体处理过程为, 首先制作与 NOAA AVHRR 全球植被指数 (GVI) 图坐标一致的拉萨地区行政边界, 利用该边界从全球植被指数图中切出拉萨地区的 GVI 植被指数图; 其次, 对该指数图的 NDV 值平均后生成拉萨地区每周的平均 NDV 值, 这些值又每年按月平均生成了月平均

的 NDV 值 (图 4); 最后, 将 1985 ~ 1999 年 15 年的 NDV 值按对应的月份进行平均之后就得出研究区月平均 NDV 值 (图 5、图 6)。

拉萨地区属典型高原温带半干旱季风气候区。由于经度差异, 印度洋暖湿气流进入拉萨各地的先后及影响降水的强度各不相同。降水开始时间由东到西逐步推移, 占拉萨地区主要植被类型的牧草的萌发也从东部逐步推到西部。影响 NDV 值的作物种植区主要位于河谷地区, 但面积很小, 仅占整个土地面积 1.18%, 占拉萨主要土地利用类型的牧草以高寒草原和高寒草甸为主。牧草的青草期为 90 ~ 120 d 而枯草期 > 200 d。此外, 虽然草地的营养价值较高, 但生长较稀疏。因此, 拉萨地区平均 NDV 值较小, 为 0.14。傅立叶变换的 0 次谐波亦即 NDV 平均值反映了拉萨地区总的植被生产力较低的特点。图 5 可知, 拉萨地区月平均 NDV 傅立叶变换的基波 (1

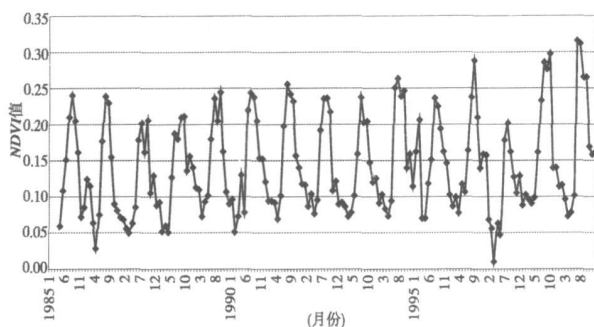


图 4 1985 ~ 1999 年拉萨地区逐月平均 NDV 值

Fig 4 Monthly NDVI changes in Lhasa area from 1985 to 1999

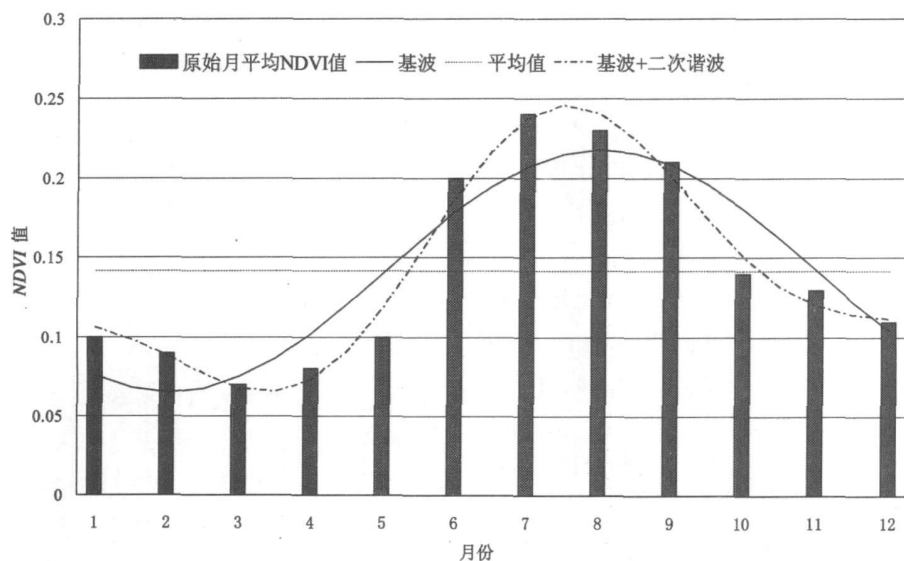


图 5 拉萨地区月平均 NDV 值的傅立叶变换

Fig 5 Discrete Fourier Transform decomposition of average NDVI values

次谐波)能够获取绝大部分 NDVI 的时间变化特征, 表明了很强的季节变化性, 其解释方差 (explained variance) 为 97.57%。2 次谐波的解释方差仅为 2.07%, 剩下谐波所占的比例都小于 1% (表 1)。这表明, 在拉萨地区 NDVI 年内随时间变化的绝大部分特性可以由傅立叶变换的基波即 1 次谐波来表示。基波的振幅是 0.08 该峰值出现在第八个值附近。2 次谐波的时间变化序列出现了两个峰值, 分别在 1 月和 7 月 (见图 6 和表 2)。这是由于 7 月研究区水热条件适宜, 地表植被和各种作物迅速返青和生长。1 月是由于植被衰老之后, 残余部分所致。基波和 2 次谐波的叠合变化趋势几乎接近与 NDVI 原始值, 在第三采样点附近出现了最低值, 而在第七采样点附近达到最高值。表明 3 月由于雨季未来临, 加上温度的逐渐上升而地表相对干旱, 使得植被处于一年中最枯黄期, 其生产力处于最低时期; 而从 6 月开始, 随着雨季的到来, 地表由于每年草场和其他植被对湿润季节的迅速响应而变绿, 到 7 月植被

的生产力达到最高值, 这表现在 NDVI 峰值上。此后, NDVI 又开始逐渐下降。除了 1 次和 2 次谐波之外, 剩下的几个谐波所保留的信号很少。图 6 给出了 NDVI 的 1 次谐波至 6 次谐波的傅立叶变换, 其变化趋势与原始 NDVI 值一致。

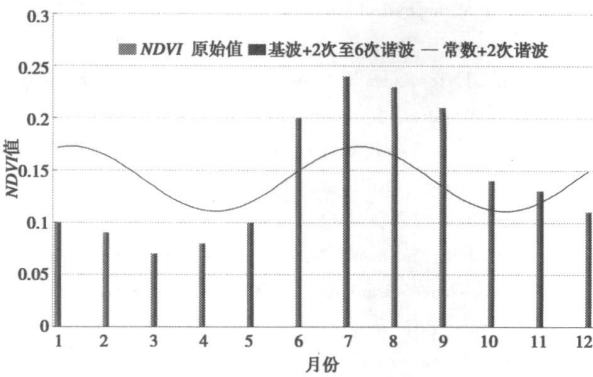


图 6 拉萨地区平均 NDVI 值及傅立叶变换  
Fig 6 Monthly average NDVI and its Discrete Fourier Transform

表 1 离散傅立叶变换每个谐波的解釋方差 (explained variance)  
Table 1 The explained variances of each harmonic of the discrete Fourier transform (DFT) (%)

基波 (第 1 谐波)	第 2 谐波	第 3 谐波	第 4 谐波	第 5 谐波	第 6 谐波	总计
First	Second	Third	Fourth	Fifth	Sixth	Sum
97.57	2.07	0.06	0.08	0.23	0.00	100

表 2 拉萨地区 NDVI 离散傅立叶变换谐波的振幅和前两个谐波的相位  
Table 2 Amplitude and Phase values for the first two harmonics of the discrete Fourier transform (DFT)

平均值	第 1 谐波振幅	第 1 谐波相位	第 2 谐波振幅	第 2 谐波相位	第 3 谐波振幅	第 4 谐波振幅	第 5 谐波振幅
Mean	Amplitude I	Phase I	Amplitude II	Phase II	Amplitude III	Amplitude IV	Amplitude V
0.14	0.08	8	0.03	1.7	0.01	0.01	0.01

4 结论与讨论

1. 傅立叶变换可以把时间信号数据分解成频率信号。植被随时间或季节变化可以用傅立叶变换方法用时间的频率域来表示, 是分析植被季节变化特征和获取相关参数的有力工具。该方法同样可以用于时间序列变化的其他遥感数据, 如研究土地覆盖和土地覆盖类型在一定时间段内的动态变化规律, 对监测土地覆盖异常变化具有广阔的前景。

3. 在西藏拉萨地区, 离散傅立叶变换的 0 次谐

波反映了该地区总体植被生产力较低的特点, 而基波和 2 次谐波能够获取植被随季节变化的规律。特别是, 在拉萨地区傅立叶变换基波的解释方差为 97.57%, 即基波能够获取绝大部分植被随季节变化的特征。

3. 傅立叶变换中噪声信号保留在高次谐波上, 所以高次谐波可能与地表的异常, 如洪水、火灾、干旱等有关。这些异常能够迅速地影响植被的生产力, 而傅立叶变换方法对监测这些异常提供了有利的工具。

4. 如果利用较高分辨率的 NDVI 时间序列数

据,选取某一区域的不同植被类型进行对比分析,将会得到更好的结果。

## 参考文献 (References)

- [1] Sellers P J, Tucker S Q, Collatz G J et al. A global 1% NDVI data set for climate studies. Part 2: The generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from the NDVI [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1994, 15: 3519 ~ 3647
- [2] Tucker C J, Townshend J R & Goff T. African cover classification using satellite data [J]. *Science*, 1985, 227: 369 ~ 375
- [3] Justice C O, Holben B N & Gwynne M D. Monitoring East African vegetation using AVHRR data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1986, 7: 1453 ~ 1474
- [4] Loveland T R, Merchant J W, Ohlen D O et al. Development of a land cover characteristics database for the contiguous US [J]. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 1991, 57 (11): 1453 ~ 1463
- [5] Duchemin B, Goubier J & Courrier G. Monitoring phenological key stages and cycle duration of temperate deciduous forest ecosystems with NOAA/AVHRR data [J]. *Remote Sensing of the Environment*, 1999, 67: 68 ~ 82
- [6] Townshend J R G & Justice C O. Analysis of the dynamics of African vegetation using the normalized difference vegetation index [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1986, 7: 1435 ~ 1445
- [7] Justice C O, Townshend J R G, Holben B N et al. Analysis of the phenology of global vegetation using meteorological satellite data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1985, 6: 1271 ~ 1318
- [8] Lambin E F & Sathler A H. Change vector analysis in multitemporal space: a tool to detect and categorize land cover change processes using high temporal resolution satellite data [J]. *Remote Sensing of the Environment*, 1994, 48: 231 ~ 244
- [9] Moulin S, Kerfoot L, Viovy N et al. Global scale assessment of vegetation phenology using NOAA/AVHRR satellite measurements [J]. *Journal of Climate*, 1997, 10: 1154 ~ 1170
- [10] Reed B C, Brown J F, VanderZee D et al. Measuring phenological variability from satellite imagery [J]. *Journal of Vegetation Science*, 1994, 5: 703 ~ 714
- [11] Spanner M A, Pierce L L, Running S W et al. The seasonality of AVHRR data of temperate coniferous forests: relationship with leaf area index [J]. *Remote Sensing of the Environment*, 1990, 33: 97 ~ 111
- [12] Townshend J R G, Justice C O, Li W et al. Global land cover classification by remote sensing: present and future possibilities [J]. *Remote Sensing of the Environment*, 1990, 35: 243 ~ 255
- [13] DeFries R, Hansen M & Townshend J. Global discrimination of land cover types from metrics derived from AVHRR Pathfinder data [J]. *Remote Sensing of the Environment*, 1995, 54: 209 ~ 222
- [14] DeFries R S, Townshend J R. NDVI derived land cover classifications at a global scale [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1994, 15: 3567 ~ 3586
- [15] Townshend J R G, Justice C O & Kalb V. Characterization and classification of South American land cover types using satellite data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1987, 8: 1189 ~ 1207
- [16] Lloyd D. A phenological classification of terrestrial vegetation cover using shortwave vegetation index imagery [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1990, 11: 2269 ~ 2279
- [17] Friedl M A & Brodley C E. Decision tree classification of land cover from remotely sensed data [J]. *Remote Sensing of the Environment*, 1997, 61 (3): 399 ~ 409
- [18] Gopal S, Sklarow D & Lambin E. Fuzzy neural networks in multitemporal classification of land cover change in the Sahel [A]. In: *Proceedings of the DOSES Workshop on New Tools for Spatial Analysis* [C], 1994, November 18 ~ 20, Lisbon, Portugal, 55 ~ 68
- [19] Rundhuist B C, Harrington J A & Goodin D G. Mesoscale satellite bioclimatology [J]. *Professional Geography*, 2000, 52 (2): 331 ~ 344
- [20] Yang L, Wylie B K, Tieszen L L et al. An analysis of relationships among climate forcing and time integrated NDVI of grasslands over the U. S. northern and central Great Plains [J]. *Remote Sensing of the Environment*, 1998, 65: 25 ~ 37
- [21] Malinjeau J P. Global vegetation dynamics: satellite observations over Asia [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1986, 7: 1121 ~ 1146
- [22] Olsson L, Eklundh L. Fourier series for analysis of temporal sequences of satellite sensor imagery [J]. *Int. J. Remote Sens.*, 1994, 15: 3735 ~ 3741
- [23] Menni M, Azzali S, Verhoef W et al. Mapping agroecological zones and time lag in vegetation growth by means of Fourier analysis of time series of NDVI images [J]. *Adv. in Space Res.*, 1993, 13: 233 ~ 237
- [24] Andres L, Salas W A, Skoles D. Fourier analysis of multitemporal AVHRR data applied to a land cover classification [J]. *International J. Remote Sens.*, 1994, 15: 1115 ~ 1121
- [25] Rogers D J, Hay S J, Packer M J. Predicting the distribution of tsetse flies in West Africa using temporal Fourier processed meteorological satellite data [J]. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 1996, 90: 225 ~ 241
- [26] Azzali S & Menni M. Mapping vegetation soil climate complexes in southern Africa using temporal Fourier analysis of NOAA/AVHRR data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2000, 21: 973 ~ 996
- [27] Zheng Y ukun, Zhuang Da feng. Fourier analysis of multitemporal AVHRR Data [J]. *Journal of the Graduate School of the Chinese Academy of Sciences*, 2003, 20 (1): 62 ~ 68 [郑玉坤, 庄大方. 多时相 AVHRR 数据的傅立叶分析 [J]. 中国科学院研究生院学报, 2003, 20 (1): 62 ~ 68]
- [28] Moody A, Johnson D M. Land surface phenologies from AVHRR using the discrete Fourier transform [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2001, 75: 305 ~ 323
- [29] Lin R inuan. Agroclimatic Resource Delineation in Lhasa Area [M]. Beijing: Meteorological Press, 2001 [林日暖. 西藏拉萨市农业气候资源 [M]. 北京: 气象出版社, 2001]

[ 30] Lhasa City Animal and Husbandry Bureau. Land Resources in Lhasa City [ M]. Beijing: China Agricultural Technology Press, 1991

[ 西藏自治区拉萨市农牧局. 西藏拉萨市土地资源 [ M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991]

## Vegetation Phonologies in Lhasa Area Using the Discrete Fourier Transform

Chuguo, Bianbacirel, WANG Wei, ZHANG Yifan, WANG Caiyuan, LIU Linshan

(1. Tibet Institute of Plateau Atmospheric and Environmental Sciences, Lhasa 850000, China

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The vegetation phonologies are well articulated in the temporal frequency domain using the Discrete Fourier Transform (DFT) and it is a useful technique for quantitatively analyzing the vegetation and land cover. Based on the NOAA AVHRR Global Vegetation Index (GVI), this technique used in analyzing seasonality of vegetation in Lhasa area of Tibet. The result shows that as a temperate semi-arid climatic zone the mean or 0th order harmonic indicates the overall level of productivity and the first order captures most of the temporal variability in NDVI at Lhasa area. The explained variance of first order harmonic reaches to 97.57%. The method can be used in other remotely sensed data of temporal sequences and in analyzing land cover changes and land classifications for a certain period as well.

**Key words:** DFT, NDVI, land cover change, Tibet

## 封面照片说明: 甘肃舟曲三眼峪和罗家峪泥石流

三眼峪和罗家峪位于甘肃省甘南藏族自治州舟曲县县城北面,嘉陵江一级支流白龙江的左岸,流向由北到南。三眼峪和罗家峪与白龙江的汇口处海拔约 1 320 m,流域最高点分别为 3 825 m 和 3 780 m。流域所在区域处于秦岭山脉与龙门山山脉的接合部,为我国南北地震带中北段,晚第四纪构造活动强烈,活动断裂非常发育,地震活动频繁。有史记载以来,曾发生过公元前 186 年武都 7 级、1654 年天水南 8 级和 1879 年武都南 8 级等特大地震。出露的地层岩性主要是泥盆系、二叠系的千枚岩、硅质灰岩、碳质页岩和板岩等。岩石经受多次构造运动作用,褶皱、裂隙、节理发育,很容易风化形成岩屑和粘土。脆弱的地质条件和生态环境使得这一区域成为我国泥石流滑坡灾害最为发育的地区之一。2010 年 8 月 7 日 23 时左右,这两条沟同时暴发大规模的泥石流,毁坏了近三分之一的舟曲县城,造成了重大的人员伤亡和经济损失。有关这次泥石流事件的详细情况,参见本刊 628~640 页。

(胡凯衡)