

宁夏回族自治区生态植被变化规律研究

金晓媚¹, 余秋生², 薛忠歧², 于艳青²

1. 中国地质大学(北京)水资源与环境学院, 北京 100083

2. 宁夏地质工程勘察院, 银川 750001

[摘要] 植被状况的变化是反映区域性生态环境状况的重要指标之一, 多年植被指数的变化则反映了植被生态环境随时间的变化规律。本文在前人研究成果的基础上, 采用定量遥感技术, 应用美国国家航空航天局最新的全球植被指数变化研究数据 (GIMMS) 及 MODIS 数据作为数据源, 对宁夏地区 1982–2004 年间的植被指数变化幅度及变化趋势进行了研究对比。结果证明, 1999 年以前宁夏绝大部分地区植被指数呈现上升趋势; 而从 2000 年开始, 由于引用黄河水量的减少, 部分地区的植被指数呈现下降趋势。

[关键词] GIMMS; MODIS; NDVI; 黄河

[中图分类号] Q 343.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1000–7857(2007)10–0019–04

Study on Ecological Vegetation Changes in Ningxia Hui Autonomous Region

JIN Xiaomei¹, YU Qiusheng², XUE Zhongqi², YU Yanqing²

1. School of Water Resources and Environment, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

2. Ningxia Institute of Geological Engineering Survey, Yinchuan 750001, China

Abstract: Variability of vegetation is one of the important indices for regional eco-environment. The variation of vegetation during a certain number of years directly reflects the variability trend of vegetation eco-environment with time. On the basis of previous researches and the quantitative remote sensing results, in this paper the variability trend of NDVI from 1982 to 2004 in Ningxia area is studied by using GIMMS NDVI data and MODIS data. According to the result, the variability trend of NDVI in most areas was in rising from 1982–1999. However, due to less diverted water volume of the Yellow River, the NDVI was in declining after 2000.

Key Words: GIMMS; MODIS; NDVI; the Yellow River

CLC Number: Q 343.1

Document Code: A

Article ID: 1000–7857(2007)10–0019–04

植被具有明显的年际变化和季节变化的特点, 并且是联结土壤、大气和水分的自然“纽带”, 在一定程度上能代表土地覆盖的变化, 所以在全球变化研究中充当“指示器”的作用^[1]。对植被的动态监测可以从一定程度上反映气候变换的趋势, 动态监测植被状况和植被覆盖也一直是生态环境研究的热点之一^[2–5]。

近年来随着遥感技术的发展, 使植被面积的动态定量监测成为可能。卫星遥感数据用于大尺度植被分类及变化研究的优越性主要表现在两个方面: ① 卫星

遥感数据提供了植被的许多特征信息, 如季节性信息、植被光合能力的信息等; ② 遥感数据具有周期短、覆盖范围广、成本低、波段宽和时间系列长等特点, 因此可以提供植被覆盖变化的信息。

本文利用遥感手段动态监测过去 23 年 (1982–2004 年) 宁夏回族自治区的植被覆盖变化, 并通过趋势线法模拟其变化幅度, 分析植被变化在空间上的分布特征, 所用的资料为 8 km 分辨率的 GIMMS 数据及 250 m 分辨率的 MODIS 数据。

收稿日期: 2006–12–19

基金项目: 国家自然科学基金项目 (90302003)

作者简介: 金晓媚, 女, 北京市海淀区学院路 29 号中国地质大学(北京)水资源与环境学院, 副教授, 主要从事生态水文学研究;

E-mail: jinxm@cugb.edu.cn

1 研究区概况

宁夏回族自治区位于中国西北地区东部,黄河中上游,与内蒙古自治区、甘肃省、陕西省毗邻,地理坐标为 $104^{\circ}17'E \sim 107^{\circ}39'E$, $35^{\circ}14'N \sim 39^{\circ}23'N$,面积为 $51\,800\text{ km}^2$ 。水田和水浇地面积主要分布于北部引黄灌渠;草地主要分布于中部干旱风沙区;林地主要分布于南部六盘山区和北部引黄灌渠。

宁夏位于中国地势第一阶梯向第二阶梯转折过渡的地带,全境海拔 $1\,000\text{ m}$ 以上,地势南高北低。地貌格局以北西走向的牛首山断裂为界,呈现明显的南北分异。北部贺兰山、银川平原、灵盐台地自西而东依次排列,平行展布,呈带状地貌格局。南部在北面卫宁北山和东面罗山、青龙山、窑山、云雾山围限的广大地区,展布着三列弧形断块山地和两列断陷平原。南部黄土丘陵地区,水土流失严重,流水侵蚀强烈,沟壑地貌发育;中北部物理风化强烈,风和洪流作用盛行,沙丘、沙地广布,山前洪积扇发育^[6]。

宁夏中部银川平原是宁夏回族自治区重要经济区,总面积 $7\,790\text{ km}^2$,占全区总面积的 15.0% ,工农业总产值 96.4 亿元,占全区工农业总产值的 81.9% 。银川平原地势平坦、土地肥沃、灌溉便利、日照充足,具有发展农业的有利条件,是国家商品粮基地之一。

宁夏深居内陆,其特征是冬长夏短,干旱少雨,日照充足,气温年、日差较大,风大沙多,属大陆性气候。年平均降水量 292.47 mm ,多集中在 6-9 月;年蒸发量达 $2\,075\text{ mm}$,是多年平均降水量的 7 倍。

宁夏属黄河流域,主要河流有黄河干流及其支流清水河、苦水河。银川平原的植被主要是以农田为主的人工植被,黄河是其主要灌溉水源;而贺兰山区和六盘山区的天然植被,则与降雨量有很大的关系。因此,研究宁夏的植被变化趋势,对平衡水资源供需、合理开发利用水资源具有一定的参考意义。

2 植被指数

植被指数是由多光谱数据经线性和非线性组合构成的,对植被有一定指示意义的各种数值。在植被指数中,通常利用植物光谱中的近红外与可见光红波段两个最典型的波段值。根据这两个波段计算产生的各种参数都对植被生长状况、生产力敏感。因此,常被用作描述植被生理状况,估测现存绿色生物量、植被生产力等等。

归一化差值植被指数 NDVI (Normalization Difference Vegetation Index) 即是普遍利用的刻画植被的指数。它被定义为近红外波段与可见光红波段数值之差和这两个波段数值之和的比值。即

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (1)$$

式中, IR 为近红外波段地表反射率; R 为可见光红光波段地表反射率。

NDVI 可以用于季节性植被变化研究,也可用于年际间植被变化的分析,如沙漠边缘的变化、干旱地区植被变化规律等等^[7-9]。

3 数据来源

GIMMS (Global Inventory Modelling and Mapping Studies) 的 NDVI 数据是美国国家航空航天局(NASA)于 2003 年 11 月发布的最新的全球植被指数变化数据。这套数据包括 1981-2002 年间的全球植被指数变化,其时间分辨率是 15 d ,空间分辨率是 $8\text{ km} \times 8\text{ km}$ 。

GIMMS 的 NDVI 数据采用卫星数据的格式记录了 22 年间区域植被的变化情况。它可以用于气候模型及生物化学模型计算光合作用、大气层与地表间的 CO_2 交换、地表蒸发蒸腾量和地表吸收及释放的能量。

GIMMS NDVI 数据被认为是相对标准的数据,因为它考虑了全球范围内各种因素对 NDVI 值的影响,并在如下方面进行了校正:① 卫星传感器的不稳定性校正;② 热带阔叶林区云的覆盖引起的变形校正;③ 太阳天顶角和观测角度的校正;④ 火山气溶胶的校正;⑤ 对北半球冬季缺失的数据采用了插值法;⑥ 短期大气气溶胶、水蒸气及云层覆盖的影响校正^[10]。

MODIS 是 EOS AM-1 系列卫星的主要探测仪器,也是当前世界上新一代“图谱合一”的光学遥感仪器,具有 36 个光谱通道,分布在 $0.4 \sim 14\text{ }\mu\text{m}$ 的电磁波谱范围内。1998 年到 2006 年计划发射 4 颗卫星。MODIS 数据的地面分辨率分别为 250 m , 500 m 和 $1\,000\text{ m}$,本次研究所用数据分辨率为 250 m 。多波段数据可以同时提供反映陆地、云边界,云特性,海洋水色、浮游植物,生物地理、化学,大气中水汽,地表、云顶温度,大气温度,臭氧和云顶高度等特征的信息,用于对陆表、生物圈、固态地球、大气和海洋进行长期全球观测。

4 计算及结果分析

本项研究应用 GIMMS NDVI 数据,每月 2 幅共计 432 幅影像,研究宁夏 1982-1999 年 18 年间植被的变化情况;再利用 2000-2004 年的 MODIS 数据,共计 121 幅图像,研究 2000-2004 年的植被变化趋势,并进行对比。

4.1 研究区 1982-1999 年植被变化趋势

对 1982-1999 年(18 年)432 幅遥感图像,本文采用斜率法进行分析,即对连续的卫星影像的每一个像素点的 NDVI 值随时间的变化作线性回归,即可得出每个像素点的回归系数(斜率),回归系数的计算公式为

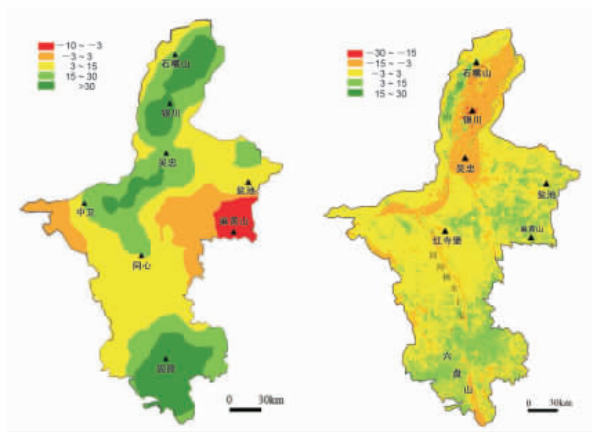
$$NDVI = \text{Slope} \cdot \text{Year} + C \quad (2)$$

其中 Slope 即为所求解的斜率,若斜率值为正,说明植

被指数随着时间的变化为上升趋势;若斜率值为负,则说明植被指数随着时间的变化呈下降趋势。图像中所有像素点的斜率值则构成了研究区多年的植被变化趋势图(图 1(a))。为了更好地显示结果,将斜率值扩大了 100 倍。

4.2 研究区 2000–2004 年植被变化趋势

采用同样的方法对 2000–2004 年的 MODIS 数据,共计 121 幅图像进行计算,得到近 4 年研究区的植被变化趋势等值线图(图 1(b))。



(a) 1982–1999 年

(b) 2000–2004 年

图 1 宁夏全区多年植被变化趋势等值线图

Fig. 1 Isogram of vegetation changes in Ningxia region

4.3 结果分析

根据 1982–1999 年的计算结果可以看出,宁夏全区,除盐池南部、麻黄山黄土丘陵区以外,其余地区多年植被均属变好的趋势,特别是银川平原、卫宁灌区及南部六盘山地区,植被均呈良好的变化趋势。而位于盐池南部麻黄山黄土丘陵区,上部被黄土广泛覆盖,水土流失严重,水源短缺,多年植被呈现退化趋势。

然而,从 2000–2004 年的植被变化趋势看出,宁夏部分地区的植被呈现出逐步退化的趋势,其退化地区主要有 3 个。

1) 银川平原区

本区包括陶乐扬黄灌区和青铜峡灌区。其退化原因,与引、扬黄河水量减少有关。从 2000 年后,宁夏取用黄河水量逐步减少,到 2003 年仅为 55.69 亿 m^3 (见图 2)。相应地,平原区的灌溉水量减少(图 2),引起人工植被的变化。

宁夏土地面积 77% 属于年降水量小于 400 mm 的干旱区,平均年降水量 293 mm,远低于黄河流域均值,不足全国平均的 1/2。宁夏地表水资源量 8.89 亿 m^3 ,地下水资源量 25.3 亿 m^3 ,总水资源量 10.5 亿 m^3 ,地表水产水量为黄河流域平均的 1/5,相当全国平均的 1/16,均属全国最少。据目前宁夏水资源利用情况看,在取用

水量中 97.6% 为过境黄河水资源,当地水资源仅为 2.4%,在耗用水量中 94.7% 为过境黄河水资源,当地水资源仅为 5.3%。由此可见,黄河是宁夏唯一可依赖的水源,自古以来宁夏就是唯黄河而生存、唯黄河而发展。另外,宁夏是全部土地面积处在流域内的唯一省区,黄河是宁夏的唯一水源,黄河分配水量的减少,对宁夏影响是较大的,特别是对银川平原这个产粮基地。银川平原的人工植被主要依靠黄河取水量进行灌溉,随着黄河取水量的减少,其植被也相应呈现了退化的趋势。

银川市周边所出现的植被退化严重的地区,主要

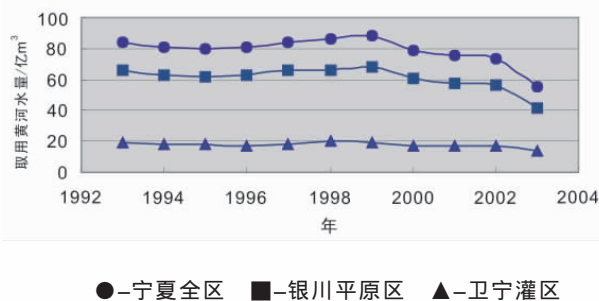


图 2 1993–2003 年宁夏引、扬黄河水量变化图

Fig. 2 Variation of diverted water volume of the Yellow River in Ningxia from 1993 to 2003

是由于近年来银川市大力发展城市建设所引起的。

2) 卫宁灌区

卫宁灌区是中卫、中宁两县独成系统的灌区。在黄河沙坡头与青铜峡之间,是宁夏农业的稳产高产。随着黄河引水量的减少(见图 2),卫宁灌区的人工植被也呈现出了退化趋势。

3) 红寺堡及固海扩灌区

本区的植被退化与次生盐渍化有关。从 1998 年开始建设的宁夏扶贫扬黄灌溉工程,其固海扩灌区及红寺堡灌区在开发利用的过程中存在不同程度的次生盐渍化,造成局部地区植被退化。这些扬黄灌区产生的次生盐渍化目前虽然面积不大,但应当予以重视。

除去出现退化的区域,宁中山间平原区及宁南河谷平原区的植被无明显变化,呈现稳定趋势。而北部贺兰山区及南部六盘山区,由于近年来降雨量的增大,植被呈现良好的生长趋势。而盐池南部麻黄山黄土丘陵区,由于宁夏扶贫扬黄灌溉工程中盐环定扬水盐池灌区的建设,虽然局部地区出现次生盐渍化,但大部分地区植被呈现增长趋势。

5 结论及问题

通过以上分析,得到以下几点结论。

1) 1982–1999 年间,宁夏全区,除盐池南部、麻黄山黄土丘陵区以外,其余地区多年植被均属变好的趋

势,特别是银川平原、卫宁灌区及南部六盘山地区,植被均呈良好的变化趋势。

2) 2000-2004 年间,受引用黄河水量减少的影响,宁夏全区部分地区的植被呈现出逐步退化的趋势,其退化地区主要有银川平原(陶乐扬黄灌区和青铜峡灌区)及卫宁灌区。

3) 自 1998 年实施扶贫扬黄灌溉工程以来,固海扩灌区及红寺堡灌区出现次生盐渍化,造成局部地区植被退化。

4) 北部贺兰山区及南部六盘山区,由于近年来降雨量的增大,植被呈现良好的生长趋势。

六盘山中南部隆德及泾源南部有部分植被近年呈现退化趋势,退化的原因仍需要进一步研究。

参考文献 (References)

- [1] 孙红雨, 王长耀, 牛铮. 中国地表植被覆盖变化及其与气候因子关系——基于 NOAA 时间序列数据分析[J]. 遥感学报, 1998, 2(3): 204-210.
SUN Hongyu, WANG Changyao, NIU Zheng. Analysis of the vegetation cover change and the relationship between NDVI and environmental factors by using NOAA series data [J]. Journal of Remote Sensing, 1998, 2(3): 204-210.
- [2] BERLIN G A I, LINUSSON A-C, OLSSON E G A. Vegetation changes in semi-natural meadows with unchanged management in southern Sweden, 1965-1990[J]. Acta Oecologica, 2000, 21(2): 125-138.
- [3] LIU W T, KOGAN F. Monitoring Brazilian soybean production using NOAA/ AVHRR based vegetation condition indices[J]. International Journal of Remote Sensing, 2002, 23(6): 1161-1179.
- [4] GITELSON A A, KOGAN F, ZANARIN E, *et al.* Using AVHRR data for quantitative estimation of vegetation conditions: calibration and validation [J]. Advances in

Space Resources, 1998, 22(5): 673-676.

- [5] 马明国, 角媛梅, 程国栋. 利用 NOAA-CHAIN 监测近 10 年来中国西北土地覆盖的变化[J]. 冰川冻土, 2002, 24(1): 68-72.
MA Mingguo, JIAO Yuanmei, CHENG Guodong. Change in land coverage in northwest China during the past decade monitored by NOAA-CHAIN[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2002, 24(1): 68-72.
- [6] 张黎, 王利. 宁夏地下水资源 [M]. 银川: 宁夏人民出版社, 2003.
ZHANG Li, WANG Li. Groundwater resources of Ningxia area[M]. Yinchuan: Ningxia People Press, 2003.
- [7] 李晓兵, 史培军. 基于 NOAA/AVHRR 数据的中国主要植被类型 NDVI 变化规律研究[J]. 植物学报, 1999, 41(3): 314-324.
LI Xiaobing, SHI Peijun. Research on regulation of NDVI change of Chinese primary vegetation types based on NOAA/AVHRR data[J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(3): 314-324.
- [8] 王心源, 郭华东, 王长林, 等. 额济纳旗绿洲生态环境的遥感动态监测分析[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 60-62.
WANG Xinyuan, GUO Huadong, WANG Changlin, *et al.* Dynamic monitoring of environment of Ejina Banner oasis by remote sensing [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2001, 21(1): 60-62.
- [9] 罗格平, 陈嘻, 胡汝骥. 基于 AVHRR/NOAA 影像的天山北坡近 10 年植被变化[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2): 233-237.
LUO Geping, CHEN Xi, HU Ruji. Vegetation change during the last 10 years derived from satellite image in the north slopes of the Tianshan Mountains [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, 25(2): 233-237.
- [10] TUCKER C J, PINZON M E, BROWN M E, *et al.* An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2005, 26(5): 4485-4498.

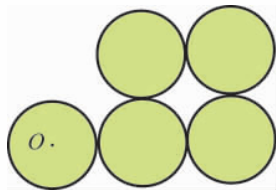
(责任编辑 王士泉)

·科技智力游戏·

好玩的数学——等分面积

如果您在 6 月 15 日前将本栏目答案连同期刊所附调查表寄至本刊编辑部,您将有可能会获得自下期至 2008 年底的《科技导报》一套。

有 5 个相同的圆,如下图所示排列,其中 O 是左下方圆的圆心。



现在要求通过 O 作一条直线,把 5 个圆分为面积相等的两部分。

上期“全体等于部分”答案

问题的症结出在最后一步:由 $\frac{AB^2-BC \cdot BD}{BC}$

$\frac{AB^2-BC \cdot BD}{BD}$,无法推得 $BC=BD$ 。

因为由 $\triangle ABC \sim \triangle ABD$,可推得 $AB^2=BC \cdot BD$,即 $AB^2-BC \cdot BD=0$ 。

这样由 $\frac{0}{BC} = \frac{0}{BD}$,再推出 $BC=BD$ 显然是错误的。

(供稿 韩雪涛 责任编辑 黄永明)