

巴音河流域植被与水文动态变化研究

甘小莉¹, 郝玉培², 翟永洪³, 王建荣³, 巢世军³, 刘录三⁴

(1. 中国城市科学研究会 学术交流部, 北京 100835; 2. 中国地质大学(北京) 水资源与环境学院, 北京 100083; 3. 青海省环境科学研究设计院, 西宁 810007; 4. 中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘 要:近年来流域生态环境严重退化,成为我国区域生态环境演变研究的重点地区之一,而植被是生态环境中最重要、最敏感的自然要素,植被覆盖变化对区域生态环境质量有着重要影响。因此本文基于地理信息系统和遥感技术,采用一元线性回归分析方法,利用 NASA 全球数据中心 16 天合成全球 250 m 的 MODIS 数据,分析了近 11 a 来巴音河流域的植被分布及变化情况,并简单分析了植被生长的气候影响因素。结果表明,近 11 a 来,巴音河流域 7 月份大部分地区植被的植被指数为 0.1~0.4;植被指数变化率为-0.04~0.04;植被生长与气温和降雨的相关系数分别为 0.06 和 0.03;巴音河流域植被处于非常低的分布状态,而自然植被的破坏是造成水土流失的主要原因,因此该区域植被生态环境非常脆弱,亟待改善。

关键词:巴音河流域; 植被指数(NDVI); 生态; 遥感

中图分类号:S715.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)02-0323-04

Study on Dynamic Change of Vegetation and Hydrology in Bayin River Basin

GAN Xiao-li¹, HAO Yu-pei², ZHAI Yong-hong³, WANG Jian-rong³, CHAO Shi-jun³, LIU Lu-san⁴

(1. Chinese Society For Urban Studies, Academic Exchange Department, Beijing

100835, China; 2. School of Water Resources & Environment, China University of

Geosciences, Beijing 100083, China; 3. Qinghai Research and Design Academy of Environmental Science,

Xi'ning 810007, China; 4. Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract: In recent years, the ecological environment deterioration has become one of the regional ecological environments of China development research focus area, vegetation is the most important and sensitive natural factor on ecological environment, vegetation cover change has an important impact on the regional ecological environment quality. This paper, extracted vegetation index (NDVI) in vegetation season (July) of Ba Yin River Basin from 2002 to 2012 based on geographic information systems and remote sensing application technology, and by using the method of monadic linear regression analysis with MODIS data from the U. S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) which spatial resolution of global data center is 250 m and the time resolution is 16 days, adopted a linear regression trend analysis method to calculate the change rate of the vegetation index in this basin in the past 11 years, analyzed the changes in vegetation distribution of Bayin River Basin in the past 11 years, and simply analyzed the climate influence factors on vegetation growth. The results show that in the past 11 years, most of the vegetation index in Bayin River Basin was between 0.1 and 0.4, the change rate of the vegetation index was between -0.04 and 0.04 in July, the correlation coefficients of vegetation growth and temperature and rainfall are 0.06 and 0.03, respectively. This shows the entire range of inland vegetation change in direction towards benign and deterioration in Bayin River basin is roughly equal, but has presented a very low distribution, and the destruction of natural vegetation was the main reason for causing soil erosion, so that the regional vegetation ecological environment was very fragile, and will need to be improved.

Key words: Bayin River Basin; vegetation index (NDVI); ecology; remote sensing

收稿日期: 2013-08-03

修回日期: 2013-10-14

资助项目: 环保部良好湖泊的生态环境保护专项

作者简介: 甘小莉(1981—), 女, 湖北省孝感市人, 博士, 助理研究员, 从事水文水资源及生态研究。E-mail: haojie9130@163.com

通信作者: 郝玉培(1988—), 女, 河北省石家庄市人, 在读硕士, 从事水文地质工程地质研究。E-mail: 936979627@qq.com

随着生态环境问题的日益突出,区域生态环境演变研究成为生态环境研究领域的热点,而近年来我国流域生态环境严重退化,成为我国区域生态环境演变研究的重点地区之一^[1]。植被是生态环境中最重要、最敏感的自然要素,植被覆盖变化对区域生态环境质量有着重要影响^[2]。植被指数(NDVI)的变化能够揭示环境的演化^[3]。在遥感图上,植被信息主要通过绿色植物叶子光谱特征的差异及动态变化来反映,由于红光和红外波段包含90%以上的植被信息,通常利用植物光谱中近红外与可见光红光两个最典型的波段值来估算植被指数^[4]。因此,NDVI可以简单地理解为近红外波段和可见光波段数值之差和这两个波段值之和的比值^[5],主要反映了植被在可见光、近红外波段反射与土壤背景之间差异的指标,且随着时间的变化与植被及作物的物候信息呈现一定的规律性^[6]。 $-1 \leq \text{NDVI} \leq 1$,负值表示地面覆盖为云、水、沙等;0表示有岩石或裸土等;正值,表示有植被覆盖,且随覆盖度增大而增大^[7]。NDVI时间序列是研究作物植被变化的重要因子,呈现明显周期性和动态连续性,选取以旬或月时间间隔的NDVI,从时间曲线上能直观看出植被的季节性变化规律以及空间分布变化情况,过去多基于NOAA NDVI植被指数产品对植被长时间序列时空变化特征进行研究^[8-10]。由于MODIS数据在空间、光谱分辨率上优于NOAA,因此本文通过对MODIS时序植被指数进行分析,实现了对研究区内植被空间、时间变化的比较和植被的动态监测。

20世纪60年代以来,遥感手段被广泛应用于植被覆盖变化的研究中,而NDVI是研究植被覆盖变化的良好指标。植被指数遥感为大面积监测植被状况的演化过程提供了技术可能。在大、中尺度的区域研究中,遥感方法是研究生态环境宏观变化趋势的重要空间技术^[11]。巴音河流域是柴达木盆地生物多样性最为丰富的地区,对维护区域生物多样性起着关键作用,具有不可替代的生态区位价值。李健等^[12]从水现状和近远期用水规划出发,分析探讨了流域水资源开发利用对生态与环境产生的影响;严应存等^[13]用灰色关联度法分析了巴音河流域土地利用和土地覆盖现状、18 a来的变化趋势及气候驱动,并定性分析了社会驱动;郭海英等^[14]分析了巴音河流域生态环境现状存在的问题,并提出生态修复的对策及措施;哈斯等^[15]通过巴音河流域基本情况及水利发展现状的分析,提出流域保护开发利用对策。上述研究有助于了解巴音河流域生态环境的基本情况,但目前关于巴音河流域植被覆盖变化方面的研究较少,希望

本次研究可以对巴音河流域的生态环境保护起到一定的参考作用。

1 研究区概况

巴音河流域位于海西州德令哈市境内,地处柴达木盆地东北边缘,北以野牛脊山、哈尔科山与哈拉湖盆地分隔,东与布赫特山相连,南至阿木尼克山—巴音山一线,西以伊克达坂山与塔塔楼河水系相隔,位于北纬 $36^{\circ}53'$ — $38^{\circ}11'$,东经 $96^{\circ}29'$ — $98^{\circ}08'$,流域面积约为 $17\,608\text{ km}^2$ 。巴音河流域内常年有水的河流主要是巴音河和巴勒更河,巴音河是德令哈市境内的最大河流,也是柴达木盆地的第四大河流。巴音河、巴勒更河经过几番潜流和溢出后,最终汇入下游的可鲁克湖、托素湖和尕斯库勒湖,河流和湖泊共同构成一个完整的内陆河水系,称为可鲁克湖—托素湖—尕斯库勒湖水系。可鲁克湖面积为 58.03 km^2 ,是柴达木盆地最大的淡水湖^[16]。流域气候属典型的高原荒漠半荒漠干旱气候^[9],据德令哈气象站多年资料,年均气温为 4°C ,多年平均降水量 159.40 mm ,年均蒸发量约 $2\,146.20\text{ mm}$ 。流域内分布有河口、河流、淡水湖、沼泽、咸水湖等多种湿地类型,水陆过渡特征明显,生境类型多样,是柴达木盆地生物多样性的主要聚集区^[17]。巴音河流域是生态较为脆弱的区域,该区域主要为沙地草原类型。境内植被类型主要有小嵩草、草甸、芨芨草草原、紫花针茅草原及白刺、枸杞荒漠和芦苇盐生草甸等。

2 数据及方法

2.1 数据介绍

遥感数据因遥感平台、传感器、遥感方式的不同,使遥感信息具有多源性。MODIS植被指数(VI, Vegetation-Index)产品可用于比较全球植被状况的空间和时间一致性,以此监测地球陆地进行光合作用的植被的活跃程度。MODIS植被指数产品包括:分辨率为 250 m 的NDVI(8日、16日及月度产品);分辨率为 1 km 的NDVI, EVI(8日、16日和月度产品);分辨率为 250 m 的NDVI, EVI(8日、16日和月度产品)。

本次研究采用NASA全球数据中心16 d合成全球 250 m 的NDVI数据,它是美国新一代地球观测系统(EOS)发射的卫星Terra(AM-1)和Aqua(PM-1)上装载的中分辨率成像光谱仪MODIS(Moderate-resolution Imaging Spectrometer)生成的产品数据,基于过程模型(BEPS模型)而生成的全球标准产品数据MOD13Q1,所用数据时间跨度为

2002年1月—2012年12月,每年23景数据,11a共253景。

2.2 数据处理与分析

首先,在MRT软件中提取2002—2012年的MODIS-NDVI数据,在ArcGIS中进行字段统计,得到2002年每月NDVI的平均值,并对每月平均NDVI值绘制成折线图(图1)。从图1中可以看出,巴音河流域植被6—9月是一年中植被最好的生长季节,且在7月达到最大值。所以以7月份为代表,分析11a来巴音河流域的植被变化情况。

然后,将每年7月份的2景MOD13Q1数据在ArcGIS中用栅格计算器进行最大合成,得到2002—2012年每年7月份的植被指数分布。

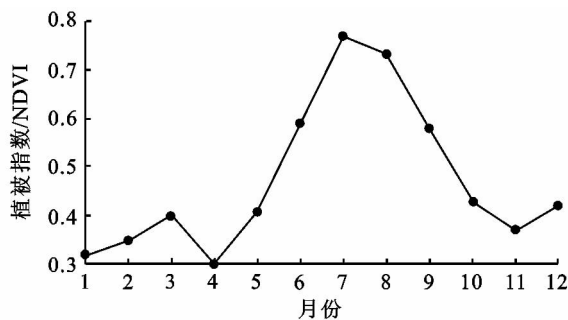


图1 2002年月平均NDVI分布

最后,对于各年7月份的NDVI采用一元线性回归趋势分析方法^[18]分析巴音河流域植被的时间变化特征。一元线性回归可以模拟每一个栅格的变化趋势,其公式为:

$$Q_{\text{slope}} = \frac{n \sum_{i=1}^n i M_{\text{NDVI},i} - \sum_{i=1}^n i \sum_{i=1}^n M_{\text{NDVI},i}}{n \sum_{i=1}^n i^2 - (\sum_{i=1}^n i)^2}$$

式中: n ——年数(本文中 $n=11$); $M_{\text{NDVI},i}$ ——计算时间段中第 i 年的NDVI值,如 $i=1$ 时, $M_{\text{NDVI},1}$ 为2002年的NDVI值, $i=2$ 时, $M_{\text{NDVI},2}$ 为2003年的NDVI值,以此类推。计算得出的斜率 Q_{slope} 可以反映在2002—2012年的11a时间序列中巴音河流域的NDVI变化总趋势。若 $Q_{\text{slope}} > 0$,则表明植被变化是趋向良性的;若 $Q_{\text{slope}} < 0$,则表明植被变化是逐步恶化的;若 $Q_{\text{slope}} = 0$ 则表明植被生长趋势基本不变。

通过分析巴音河流域MODIS-NDVI斜率变化分布图(图2)可知,近11a来巴音河上游附近部分植被退化较严重,下游部分地区植被生长态势良好;可鲁克湖周围除少数植被呈增长趋势外,大部分植被呈退化趋势;托素湖附近植被有明显增加趋势;其余大部地区植被整体变化不大。此外,从NDVI斜率变化散点分布图(图3)可以看出,斜率变化率介于

−0.04~0.04,表明在巴音河流域整个范围内陆地植被朝良性与恶化方向变化基本相当,处于正态分布状态,但是变化幅度非常小。

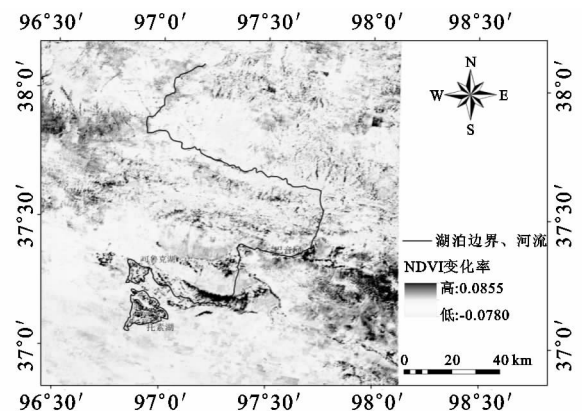


图2 巴音河流域近11a间NDVI斜率变化空间分布

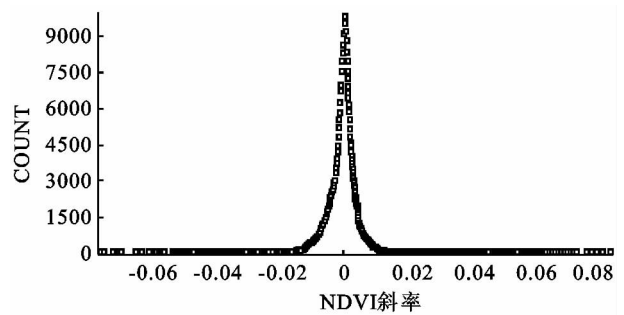


图3 巴音河流域近11a间NDVI斜率变化率散点分布

3 NDVI影响因素分析

作为陆地生态系统的一个重要组成部分,植被的生长受各种因素的影响和制约,如土壤质地、地形地貌、地下水埋深、气候因素等,通常情况下在分析同一地区植被的逐年变化时,气候条件如降雨、气温和蒸发是其主要影响因素。考虑到实际资料和文章篇幅大小,本文只分析降雨和气温对植被生长的影响。

3.1 降雨

本文根据德令哈市气象站2002—2011年的降雨量数据和对应的年均NDVI值,从图4可以看出,年平均降水量与植被覆盖度之间的相关性很差,相关系数仅为0.03,由此可知巴音河流域年降雨量对植被变化的影响不是很大。这主要是因为,降雨虽然能作为流域内的一种补给源,但是由于巴音河流域蒸发量远远大于降雨量,降雨根本无法达到能够影响植被发育的下限值。另外,随着农用器械的更新,在植被区人为灌溉等因素的影响越来越占有更大的比重,所以年降水量对植被的影响很小。

3.2 气温

根据气象站2002—2011年的年平均气温数据与历年的平均NDVI值做二者散点图,如图5所示。

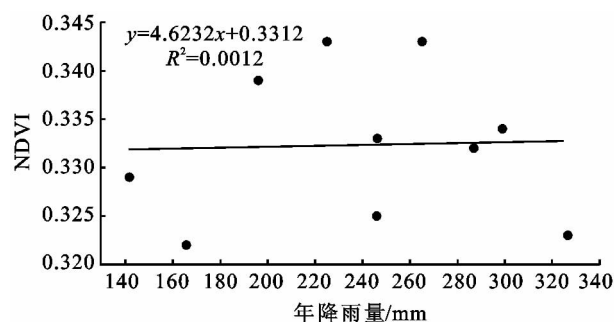


图 4 历年降水量与 NDVI 相关关系分析

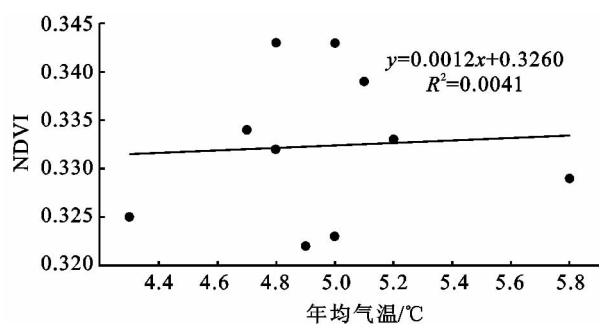


图 5 历年温度与 NDVI 相关关系分析

从图 5 可以看出,历年年均 NDVI 与年均气温之间的相关关系不是很明显,2002—2011 年年均气温有小幅增加,但年均 NDVI 呈上下浮动趋势,二者的相关系数为 0.06,进一步说明这二者变化没有什么相关性。该结果与薛忠岐、孙智辉等^[19-20]的研究结果年均气温对 NDVI 值影响较小的观点相一致。

4 结论与建议

通过对巴音河流域近 11 a 来植被的植被指数及其变化率的分析可知,在巴音河流域整个范围内陆地植被生态系统基本保持着比较持续的平衡状态,但因为 NDVI 值持续处于非常低位的状态,所以这种平衡状态是一种非常脆弱的平衡状态;通过对植被指数影响因素的分析,表明温度和降雨对巴音河流域植被生长影响不大。

植被是控制和减弱水土流失的有效措施,具有保持水土的作用。大量研究表明,植被覆盖度与土壤流失量密切相关^[21]。面对巴音河流域植被分布的这种脆弱状态,建议相关部门提出保护对策,实施有效的保护措施,比如封山育林、人工造林、飞播造林、围栏封育等,使巴音河流域植被向良性发展,从而实现生态系统的健康发展。另外,影响植被生长的不仅是气象因素,由于温度和降雨对此流域植被影响较小,由此推断地形地貌和其他外界条件可能对研究区植被影响较大,有兴趣的学者可做此方面研究。

参考文献:

[1] 李静,桑广书,刘小艳. 黑河流域生态环境演变研究综述

[J]. 水土保持研究,2009,16(6):210-214.

- [2] 高国林,王石英,蒋容. 翠屏区植被覆盖及其景观格局变化遥感分析[J]. 水土保持研究,2013,20(3):104-109.
- [3] 李秀花,师庆东,常顺利,等. 1981—2001 年中国西北干旱区 NDVI 变化分析[J]. 干旱区地理,2008,31(6):940-945.
- [4] 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):135-138.
- [5] 徐超,朱秀芳,潘耀忠,等. 基于 NDII 及 NDVI 提取水稻信息的对比研究[J]. 地理与地理信息科学,2008,24(5):44-46.
- [6] 乌兰吐雅,刘爱军,高娃. 内蒙古天然草原植被 20 年动态遥感监测[J]. 草业科学,2009,26(9):40-42.
- [7] 刘志锋,南颖,胡浩等. 2000—2008 年长白山地区植被覆盖变化特征[J]. 西北植物学报,2010,30(2):0391-0398.
- [8] 毛飞,孙涵,张艳红,等. 近 20 年藏北草地地表参数动态变化研究[J]. 农业工程学报,2008,24(4):166-172.
- [9] 张宏斌. 基于多源遥感数据的草原植被状况变化及其驱动力研究[D]. 北京:中国农业科学院,2007.
- [10] 王晨轶,李秀芬,纪仰慧. 黑龙江省植被长势遥感监测解析[J]. 中国农业气象,2009,30(1):582-584.
- [11] 师庆东,吕光辉,潘晓玲,等. 中国西部干旱区植被覆盖变化特征分析[J]. 科技导报,2006,24(3):52-56.
- [12] 李健,王建军,黄勇,等. 青海德令哈市巴音河流域水资源开发利用[J]. 干旱区研究,2009,26(4):483-489.
- [13] 严应存,校瑞香,肖建设,等. 青海省巴音河流域 LUCC 遥感调查及驱动分析[J]. 中国沙漠,2012,32(1):276-283.
- [14] 郭海英,李爱萍,李庆原. 浅谈巴音河流域生态环境现状及生态修复对策[J]. 内蒙古水利,2007(1):67-70.
- [15] 哈斯,韩钢. 浅谈锡林郭勒盟巴音河流域生态环境保护开发利用[J]. 内蒙古水利,2008(5):86-87.
- [16] 汤浩,巨邦选. 克鲁克—托素湖湿地保护初探[J]. 东北水利水电,2011(2):46-47.
- [17] 黄桂林. 青海克鲁克—托素湖自然保护区湿地景观格局及其演变分析[J]. 林业资源管理,2008,8(4):112-117.
- [18] 刘蕾,刘建军,朱海涌. 2001—2007 年天山南坡中段不同植被类型 NDVI 变化分析:以新疆和静县为例[J]. 中国环境监测,2008,24(5):69-74.
- [19] 薛忠岐. 银川平原植被生态变化规律及其影响因素的遥感研究[D]. 北京:中国地质大学,2006.
- [20] 孙智辉,刘志超,雷延鹏,等. 延安北部丘陵沟壑区植被指数变化及其与气候的关系[J]. 生态学报,2010,30(2):533-540.
- [21] 肖培青,姚文艺,张海峰. 黄土高原植被固土减蚀作用研究进展[J]. 水土保持研究,2012,19(6):282-286.