

doi:10.11937/bfyy.20172254

不同 NDVI 年值提取方法对秦岭山地 植被变化及其气候响应的影响

王 涛^{1,2,3}, 田 阳⁴, 相 如²

(1. 西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127; 2. 西安科技大学 测绘科学与技术学院, 陕西 西安 710054;
3. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 中国科学院 水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;
4. 重庆市綦江区横山镇人民政府, 重庆 401460)

摘 要:基于 2000—2014 年秦岭山地 MODIS NDVI 影像、气温和降水数据, 分别利用平均值法(AVM)、最大值合成法(MVC)、平均-最大值合成法(AMVC)、时序重建方法(RAVM)获取 NDVI 年值, 分析了不同方法下 NDVI 时空变化过程与趋势, 及其与气温、降水的相关性, 以期对秦岭山地植被动态变化及其气候响应准确评估提供方法基础。结果表明:RAVM 获取的 NDVI 年值效果较好, 平均值居中, 线性变化趋势极显著。其次为 AMVC、MVC 和 AVM 法获取的 NDVI 年值偏高和偏低。山地植被动态监测中, 植被退化是关注的热点问题, AMVC 方法计算得到的秦岭山地 NDVI 线性减少趋势分布面积最大, 其次为 MVC、RAVM、AVM 方法。不同 NDVI 年值提取方法下, NDVI 与气温的相关性具有一定的差异。如相关系数空间分散分布(MVC 和 RAVM)和相对集中分布(AVM 和 AMVC), NDVI 与气温的正相关为主(AVM 和 RAVM)和负相关为主(MVC 和 AMVC)。但 4 种不同方法下 NDVI 与降水的相关性均以正相关为主, 表明不同方法表现植被与降水关系具有一致性, 而植被与气温的关系不稳定。

关键词:MODIS NDVI; MVC; 气温; 降水; 秦岭山地

中图分类号:P 463.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0148-08

全球环境变化尤其是气候变化是国内外学者关注的热点问题^[1-2], 其中气候变化引起的水、热

第一作者简介:王涛(1984-), 男, 河南汤阴人, 博士, 讲师, 现主要从事区域环境变化等研究工作。E-mail: wht432@163.com.

基金项目:国家林业公益性行业科研专项资助项目(201304309); 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室开放基金资助项目(A314021402-1616); 陕西省大学生创新创业训练计划资助项目(201710704072)。

收稿日期:2017-08-01

条件变化, 如极端降水频率增加、气温升高等问题对陆地植被生态系统产生了重要影响, 受到广泛关注^[3-5]。秦岭山地由于高差较大, 山地植被生态系统垂直地带性显著, 是陆地生态系统中对气候变化响应较为敏感的区域之一^[6-7]。对秦岭山地植被变化及其气候响应研究具有重要的理论与现实意义。

随着遥感技术的发展, 利用遥感影像获取的归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)成为研究陆地植被生态系统的

fragrant pear economic forest in Awati township had the highest storage which were 11.88×10^4 t and 5.94×10^4 t, respectively. The economic biomass and carbon storage of Korla fragrant pear economic forest in the economic pasture had the lowest storage, which were 0.04×10^4 t and 0.02×10^4 t, respectively.

Keywords: carbon storage; biomass; Korla fragrant pear

重要指标^[8-9]。由于遥感影像的多源特性,使得 NDVI 获取途径较多,从全球尺度到国家尺度,甚至地市尺度,NDVI 在评估植被变化及其气候响应方面得到了大量应用^[10-12]。NDVI 获取的主要遥感数据源有 GIMMS NDVI、SPOT NDVI、MODIS NDVI 和 Landsat NDVI,前三者的应用最为广泛,其中尤以 MODIS NDVI 具有较高的时空分辨率,受到更多关注^[13-14]。基于 MODIS NDVI 数据的 NDVI 年值获取具有多种方法,如崔晓临等^[15-16]分别基于 TIMESAT 时序滤波工具重建后的 NDVI 和原始 NDVI 数据,利用最大值合成(Maximum Value Composition, MVC)方法获取 NDVI 年值,分析了陕西秦岭山地及陕西省全境植被覆盖变化情况。王涛等^[17-18]基于植被生长季 NDVI 和原始 NDVI 数据,分别采用 MVC、平均值方法和基于月平均 NDVI 的 MVC 方法获取 NDVI 年值,分析了博斯腾湖流域和陕北榆林地区植被覆盖变化情况。尽管目前 NDVI 年值获取方法较多,但对这些方法的对比研究较少。

该研究选择气候变化响应较为敏感的秦岭山地区域,基于 2000—2014 年 250 m 分辨率、16 d

合成的 MODIS NDVI 数据和气温、降水数据,采用 4 种方法获取 NDVI 年值,分析不同 NDVI 年值获取方法对植被变化及其气候响应监测结果的影响,以期对秦岭山地植被动态变化及其气候响应准确评估提供方法基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

该研究中的秦岭山地,主要指秦岭腹地即陕西省境内的秦岭山地(图 1),位于东经 105°30′~111°05′、北纬 31°55′~34°35′,总面积约 7 万 km²。秦岭山地是中国暖温带和亚热带的分界线,也是长江水系和黄河水系的分水岭,1 月平均气温由北向南逐渐由 0℃ 以下升至 0℃ 以上,年降水量也由 500~600 mm 增加到 1 000 mm 以上。气候条件的差异,导致秦岭山地北坡与南坡差异较大,北坡山势陡峭,河流长度短且流速急,如灞河、泾河等,河流谷底发育程度较低;而南坡山势减缓,汉江、丹江等河流发育,山间谷地发育,成为人类活动密集区域。作为中国南水北调中线工程的水源地,秦岭山地陆地生态系统变化受到更多重视。

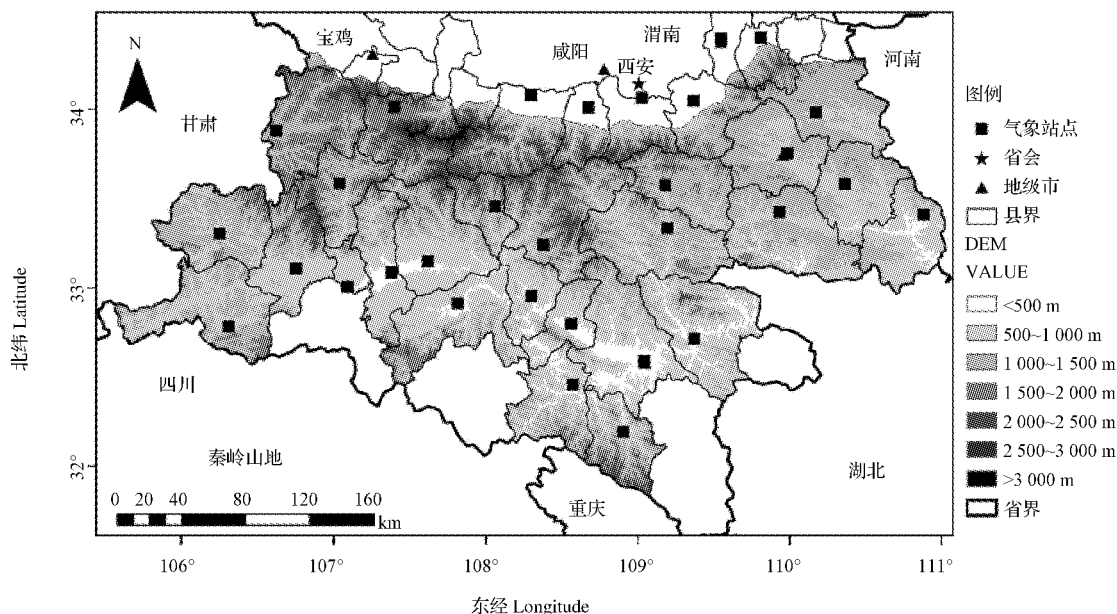


图 1 研究区位置及气象站点分布

Fig. 1 Study sits and the distribution of weather stations

1.2 试验方法

使用数据包括:1)MODIS NDVI 数据,下载自 <http://ladsweb.nascom.nasa.gov>,为 2000—2014 年 250 m 分辨率、16 d 合成的 MODIS13Q1-Level 3 NDVI 产品;2)秦岭及其附近区域共计 31 个气象站点 2000—2014 年逐年气温和降水数据(站点分布见图 1),下载自中国气象数据网(<http://www.data.cma.cn>)。3)研究区 30 m 分辨率 DEM 数据,来源于中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn>)。

数据预处理过程包括:1)利用 MRT(Modis-Reprojection Tool)对 MODIS NDVI 影像进行解码、拼接、重投影、格式转换等处理,并利用边界提取 2000—2014 年秦岭山地时间序列 MODIS NDVI 影像。2)依据文献[15]中山地气温数据 IDW(Inverse Distance Weighted)空间插值过程,利用气温垂直递减率和 DEM 进行气温插值修正方法,获取研究区 2000—2014 年逐年年平均气温空间分布图。降水数据直接采用 IDW 插值获得。3)依据文献[17]中植被生长季确定方法,得到秦岭山地植被生长季开始于 4 月上旬,结束于 10 月中旬。采取以下方法获取 NDVI 年值。①AVM(Average Value Method):以植被生长季内所有 NDVI 的年平均值作为 NDVI 年值。②MVC:以植被生长季内所有 NDVI 的最大值合成 NDVI 年值。③AMVC:植被生长季内逐月 NDVI 采用平均值方法获取,利用逐月数据采用 MVC 方法获得 NDVI 年值。④RAVM:基于 TIMESAT 时序滤波工具的高斯拟合算法对逐期 NDVI 重建后,利用平均值方法获得 NDVI 年值。

1.3 数据分析

1)线性趋势法,线性趋势法用于分析 2000—2014 年秦岭山地 NDVI 空间线性变化速率,其计算公式如下^[19]: $Y=aX+b$ (1),

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2} \quad (2)。$$

式中, Y 为 2000—2014 年研究区 NDVI 空间分布数据; X 为 2000—2014 年年份; a 为系数; b 为常数; \bar{x} 和 \bar{y} 为 X 和 Y 的平均值。 a 值的正与负反映植被 NDVI 的线性增加与减少。

2)相关系数,相关系数用于分析 NDVI 与气温、NDVI 与降水的相关关系,计算公式为^[19]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)。$$

式中, x 、 y 分别为 2000—2014 年 NDVI 和气温或降水。 r 值在 $[-1, 1]$ 之间, $r=0$ 表示 2 个变量不相关; r 值越趋近于 -1 表示负相关关系越强,反之则正相关关系越强。查询相关系数临界表,当 $\alpha=0.05$,临界值为 0.513 9,即相关系数 $r > 0.513 9$ 时,显著;反之,则不显著。

2 结果与分析

2.1 植被时间变化对比分析

利用 AVM、MVC、AMVC 和 RAVM 共 4 种 NDVI 年值提取方法获取 2000—2014 年秦岭山地 NDVI 年值数据,绘制得到图 2。可知,利用 MVC 方法获取的 NDVI 年值数值总体较高,

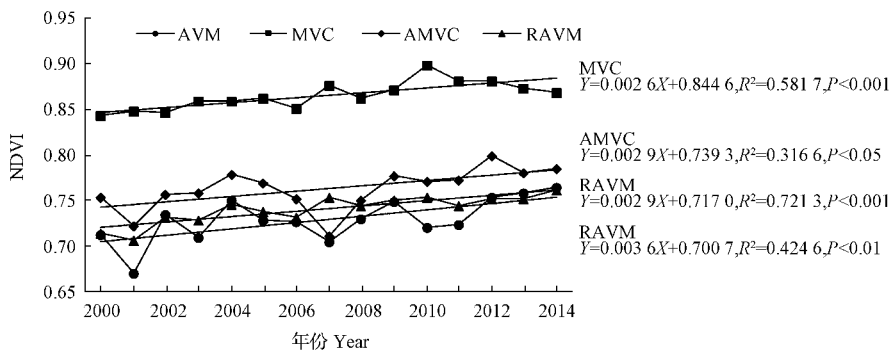


图 2 不同年值提取方法下秦岭山地 NDVI 时间变化过程

Fig. 2 NDVI change process in Qinling Mountains with different extracted methods

2000—2014 年平均值为 0.865 3。其它 3 种方法获取的年均值总体较为接近,其中以 AMVC 方法获取年均值较高,平均值为 0.762 5,其次为 RAVM 方法获取的年均值,平均值为 0.740 4,AVM 获取年均值最低,为 0.729 1。反映出 MVC 方法获取了植被生长季 NDVI 最大的数值,表现出平均值最高的特征,并且与其它 3 种方法的平均值相差较大。而 AMVC 方法在植被生长季 NDVI 月值上进行了平均,使得获取的 NDVI 年均值较 MVC 方法减小,同时 AVM 方法仅求取了植被生长季内 NDVI 的算术平均值,故总体平均值最小。RAVM 通过对 NDVI 影像中可能错误的栅格数值进行了重新赋值,其平均值介于 AMVC 和 AVM 二者之间,并且从 2007 年 NDVI 值可看出,RAVM 方法消除了 NDVI 偏低的现象,使总体 NDVI 变化过程波动幅度减缓。显然,从平均值的角度看,MVC 获取的 NDVI 年均值偏高,而 AVM 方法获取的 NDVI 年均值偏低,AMVC 和 RAVM 方法获取的 NDVI 年均值居中。

2000—2014 年 NDVI 线性变化趋势表明,4 种方法获取的 NDVI 年均值均呈线性增加趋势,但线性增加速率具有一定的差异,表现为 AVM 方法线性增加速率最高,为 $0.003\ 6 \cdot a^{-1}$,其次为

AMVC 和 RAVM 方法,二者均为 $0.002\ 9 \cdot a^{-1}$,MVC 的线性增加速率最低,为 $0.002\ 6 \cdot a^{-1}$ 。与平均值的表现相反,MVC 方法获取的 NDVI 平均值最高,而线性增加速率最小,AVM 获取的平均值最低,但线性增加速率最大,AMVC 和 RAVM 方法居中。线性变化显著性检验结果表明,MVC 和 RAVM 方法下 NDVI 呈极显著($P < 0.001$)线性增加过程,AVM 方法下 NDVI 呈较显著($P < 0.01$)线性增加过程,AMVC 方法下 NDVI 呈显著($P < 0.05$)线性增加过程。

从以上对比 4 种 NDVI 年均值方法获取的 2000—2014 年平均值、线性变化速率及显著性结果可知,总体上 RAVM 获取的 NDVI 年均值效果较好,平均值居中,线性变化趋势极显著。其次为 AMVC 方法,而 MVC 和 AVM 方法获取的 NDVI 年均值偏高和偏低。

2.2 植被空间变化对比分析

基于 2000—2014 年不同方法获取的 NDVI 年均值空间分布数据,结合线性趋势方法,计算获得了 4 种不同方法下秦岭山地 NDVI 线性变化趋势空间分布结果(图 3)。

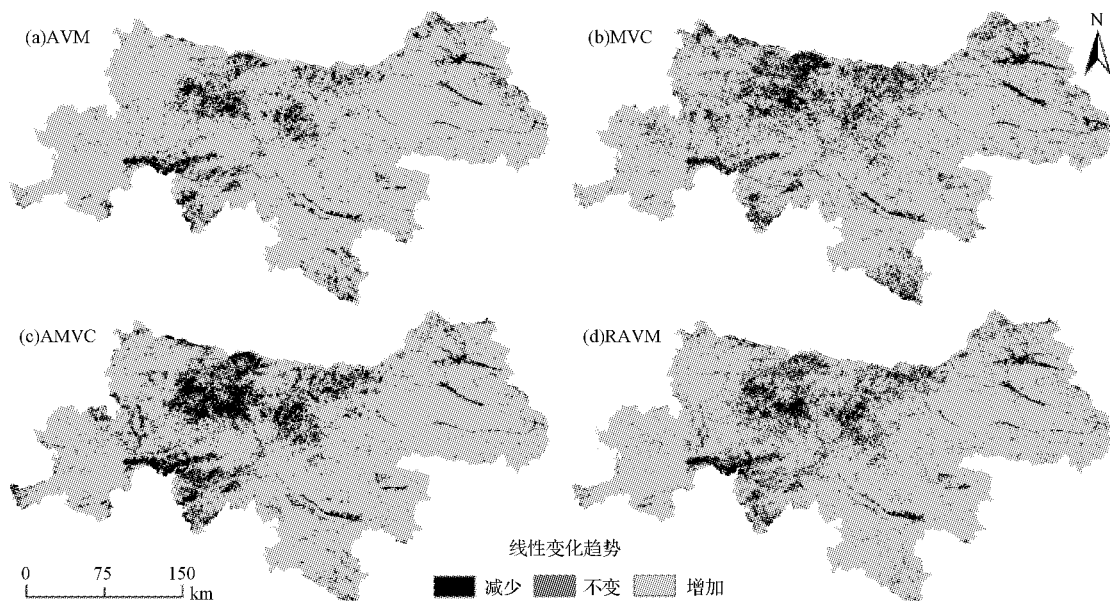


图 3 不同年均值提取方法下秦岭山地 NDVI 线性变化趋势空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of linear change trend of NDVI in Qinling Mountains with different extracted methods

由图3可知,不同NDVI年值提取方法下,秦岭山地NDVI线性变化趋势空间分布以增加趋势为主,但减少趋势所占面积比例也较大。具体表现为:4种方法下NDVI均以线性增加趋势为主,AVM、MVC、AMVC和RAVM方法下线性增加趋势占区域总面积的比例分别为90.88%、86.09%、85.07%和88.33%,并且线性增加速率主要分布在 $0\sim 0.01$,分别占区域总面积的88.52%、85.17%、83.67%和86.63%,而线性减少速率主要分布在 $-0.01\sim 0$,分别占区域总面积的8.99%、13.70%、14.77%和11.44%。

空间分布上,4种NDVI年值提取方法计算得到的线性变化趋势空间分布结果较为接近,线性增加趋势分布较为广泛,而线性减少趋势主要分布在秦岭山地的东部、东南部的河流谷地,呈条带状分布,如丹江谷地、汉江谷地,同时这些区域是城市主要分布区域,如商洛市、安康市等人类活动密集区域;以及以面状分布在秦岭山地的中部及中偏西部区域,如太白山地及南部的汉中市附近。通过线性趋势面积对比可知,AVM计算得到的线性增加区域面积最大,其次为RAVM、MVC和AMVC方法。而对于山地植被动态监测而言,更多关注的是植被退化情况,即NDVI线性减少趋势的分布区域,则可知AMVC方法计算得到的线性减少趋势分布面积最大,其次为MVC、RAVM和AVM。故就秦岭山地而言,利用AMVC方法获取的植被动态变化趋势结果最优,其次为MVC、RAVM和AVM方法。

2.3 植被变化的气候响应分析

基于2000—2014年秦岭山地NDVI、气温和降水数据,计算得到不同方法下NDVI与气温、NDVI与降水的相关系数,并通过 $\alpha=0.05$ 时临界值0.5139将相关系数划分为显著负相关、负相关、正相关和显著正相关4类,空间分布结果和面积比例统计结果分别见图4和图5。

由图4、5可知,不同NDVI年值获取方法下,秦岭山地NDVI与气温相关性的空间分布和面积比例具有较大的差异。具体表现为AVM方法下NDVI与气温相关性以正相关和显著正相关为主,共占67.76%,其中显著正相关仅占2.53%,主要分布在秦岭山地自东北-西南的条带上,而负相关主要分布在西北、东南和东北部分区

域,其中尤其是商洛盆地内部存在NDVI与气温的显著性分布。MVC方法下以负相关和显著负相关为主,共占65.88%,其中显著负相关仅占2.64%,正相关和负相关的分布均较为零散,交叉分布,其中秦岭东北商洛盆地、西部的边缘地带具有显著负相关分布。AMVC方法下以负相关和显著负相关为主,共占69.81%,其中显著负相关仅占2.45%,分布范围较广,其中显著负相关相对集中分布在商洛盆地、丹江谷地、安康东部和汉中市附近,而正相关分布与AVM方法下相近,呈自东北向西南的条带状分布。RAVM方法下以正相关和显著正相关为主,共占59.02%,其中显著正相关仅占1.23%,以条带状相对集中分布在秦岭山地自西向东的北部、中南部区域,而显著负相关分布区域与AVM方法中分布类似。

不同NDVI年值获取方法下,NDVI与降水相关性的空间分布和面积比例也具有较大的差异。具体表现为:AVM方法下NDVI与降水相关性以正相关和显著正相关为主,共占60.09%,其中显著正相关仅占3.04%,主要分布在秦岭山地东部、南部地区,而负相关和显著负相关主要分布在中、西部区域。MVC方法下以正相关和显著正相关为主,共占76.44%,其中显著正相关占10.97%,主要分布在东北、南部和西南、西部区域,西南部显著正相关分布较为密集,而负相关和显著负相关主要分布在中、北部区域。AMVC方法下以正相关和显著正相关为主,共占75.15%,其中显著正相关仅占3.93%,分布区域与MVC方法下近似,主要分布在东部、南部和西南部。RAVM方法下以正相关和显著正相关为主,共占74.39%,其中显著正相关仅占5.50%,分布范围与AMVC、MVC方法下类似,显著正相关主要集中在西南部汉中市域范围。

以上不同NDVI年值提取方法下,秦岭山地NDVI与气温、降水相关性分布结果表明,MVC和RAVM 2种方法下NDVI与气温、降水的相关系数分布相对较为分散,AVM和AMVC 2种方法下相关系数分布相对较为集中。相关系数显著性面积统计结果表明,AVM和RAVM 2种方法下NDVI与气温的相关性以正相关为主,MVC和AMVC 2种方法下相关性以负相关为主。但4种方法下NDVI与降水的相关性均以正相关为主。

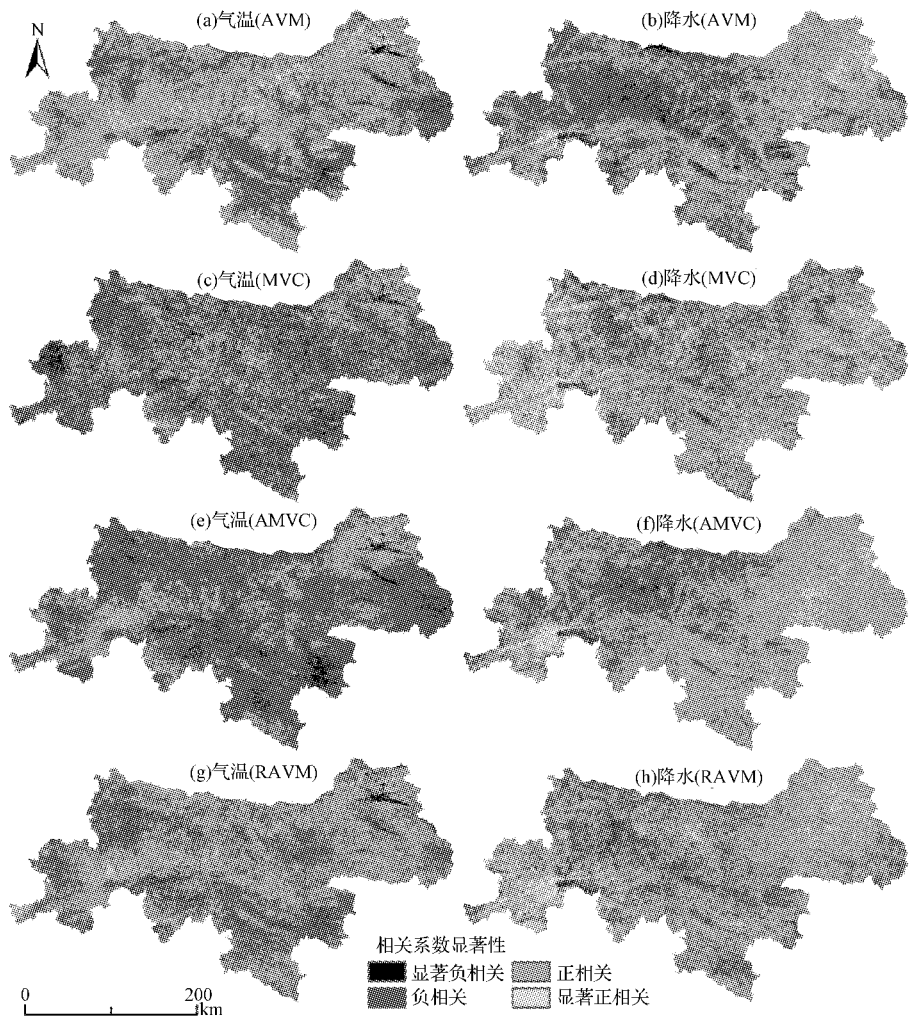


图 4 不同年值提取方法下秦岭山地 NDVI 与气温、降水相关性空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of correlation between NDVI and temperature, precipitation in Qinling Mountains with different extracted methods

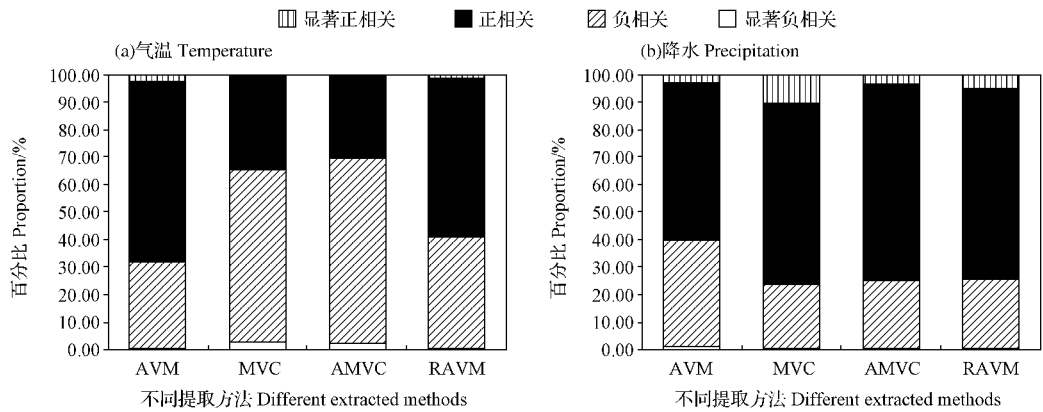


图 5 不同年值提取方法下秦岭山地 NDVI 与气温、降水相关系数显著性面积比例

Fig. 5 Area proportion of significant correlation coefficient between NDVI and temperature, precipitation in Qinling Mountains with different extracted methods

3 结论与讨论

基于 2000—2014 年 MODIS NDVI 影像、气温和降水数据,结合 4 种 NDVI 年值提取方法,分析了不同方法下 NDVI 年平均值变化过程、空间变化趋势、NDVI 与气温、降水相关性,结果表明,RAVM 获取的 NDVI 年值效果较好,平均值居中,线性变化趋势极显著。其次为 AMVC 方法,MVC 和 AVM 方法获取的 NDVI 年值偏高和偏低。AVM 计算得到线性增加区域面积最大,其次为 RAVM、MVC、AMVC 方法。对于山地植被动态监测,更多关注的是植被退化,即 NDVI 线性减少趋势的分布区域,AMVC 方法计算得到的线性减少趋势分布面积最大,其次为 MVC、RAVM 和 AVM 方法。就秦岭山地而言,利用 AMVC 方法获取的植被动态变化趋势结果最优,其次为 MVC、RAVM 和 AVM 方法。MVC 和 RAVM 2 种方法下 NDVI 与气温、降水的相关系数分布均相对较为零散,而 AVM 和 AMVC 2 种方法下相关系数分布相对较为集中。AVM 和 RAVM 2 种方法下 NDVI 与气温的相关性以正相关为主,MVC 和 AMVC 2 种方法下相关性以负相关为主。4 种不同 NDVI 年值提取方法下 NDVI 与降水的相关性均以正相关为主。这一结果也反映出秦岭山地植被与降水关系明确,而与气温的关系存在波动。

由于缺乏可以参考和用于验证的数据,文章仅能够对 AVM、MVC、AMVC 和 RAVM 方法进行横向对比,无法给出明确的不同方法的优缺点,导致 4 种方法的选择应用存在较大的局限性,需要进一步利用可行的验证数据进行对比分析。

参考文献

[1] GAO X J, SHI Y, ZHANG D F, et al. Climate change in China in the 21st century as simulated by a high resolution regional climate model[J]. Chinese Science Bulletin, 2012, 57 (10): 1188-1195.

[2] STOKER T F, QIN G K, PLATTNER M, et al. IPCC, 2013: Summary for policy makers[A]. Climate Change 2013: The physical basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[R]. Cambridge University Press, Cambridge, United

Kingdom and New York, NY, USA.

[3] WALTHER G R, POST E, CONVEY P, et al. Ecological responses to recent climate change[J]. Nature, 2002, 416: 89-395.

[4] 白红英. 秦巴山区森林植被对环境变化的响应[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 1-42.

[5] GARTZIA M, CABELLO F P, BUENO C G, et al. Physiognomic and physiologic changes in mountain grassland in response to environmental and anthropogenic factors[J]. Applied Geography, 2016, 66: 1-11.

[6] LIU X, ZHU X, PAN Y, et al. Vegetation dynamics in Qinling-Daba Mountains in relation to climate factors between 2000 and 2014[J]. Journal of Geographical Sciences, 2016, 26(1): 45-58.

[7] ZHAO X, MA C, XIAO L. The vegetation history of Qinling Mountains, China[J]. Quaternary International, 2014, 325: 55-62.

[8] WESSELS K J, PRINCE S D, FROST P E, et al. Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern south Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 91: 47-67.

[9] ZHAN Z Z, LIU H B, LI H M, et al. The relationship between NDVI and terrain factors: A case study of Chongqing[J]. Procedia Environmental Science, 2012, 12: 765-771.

[10] BOSCHETTI M, NUTINI F, BRIVIO P A, et al. Identification of environmental anomaly hot spots in west Africa from time series of NDVI and rainfall[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2013, 78: 26-40.

[11] ZHOU H, ROMPAEY A V, WANG J. Detecting the impact of the 'Grain for Green' program on the mean annual vegetation cover in the Shaanxi Province, China using SPOT-VGT NDVI data[J]. Land Use Policy, 2009, 26: 954-960.

[12] LI S, YANG S, LIU X, et al. NDVI-based analysis on the influence of climate change and human activities on vegetation restoration in the Shaanxi-Gansu-Ningxia region, central China[J]. Remote Sensing, 2015, 7: 11163-11182.

[13] FENSHOLT R, PROUD S R. Evaluation of earth observation based global long term vegetation trends-comparing GIMMS and MODIS global NDVI time series[J]. Remote Sensing of Environment, 2012, 19: 131-147.

[14] STEFANOV W L, NETZBAND M. Assessment of ASTER land cover and MODIS NDVI data at multiple scales for ecological characterization of an arid urban center[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 99: 31-43.

[15] 崔晓临, 白红英, 王涛. 秦岭地区植被 NDVI 海拔梯度差异及其气温响应[J]. 资源科学, 2013, 35(3): 618-626.

[16] 崔晓临, 赵娟, 白红英, 等. 基于 MODIS NDVI 的陕西省植被覆盖变化分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(5): 87-93.

- [17] 王涛,陶辉,雷刚,等. 博斯腾湖流域植被覆盖变化及驱动因素分析[J]. 中国农学通报,2015,31(4):228-236.
- [18] 王涛,杨梅焕,徐澜. 陕西榆林地区植被退化与沙漠化趋势分

析[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2017,53(2):104-111.

- [19] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京:高等教育出版社,2002:37-70.

Impact of Different Extracted Methods of Annual NDVI on Vegetation Cover Change and Their Response to Climate Change in Qinling Mountains

WANG Tao^{1,2,3}, TIAN Yang⁴, XIANG Ru²

(1. College of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127; 2. College of Geomatics, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710054; 3. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau/Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100; 4. The People's Government of Hengshan Town Qijiang District Chongqing Municipal, Chongqing 401460)

Abstract: On the basis of the MODIS NDVI images, temperature and precipitation data from 2000 to 2014 in Qinling Mountains, the spatial and temporal variation of NDVI and the correlation between NDVI and temperature, precipitation were analyzed with 4 different extraction methods on annual NDVI value, such as AVM (Average Value Method), MVC (Maximum Value Composition), AMVC (Average-Maximum Value Composition) and RAVM method (Reconstruction-Average Value Method). This study would provide an information to accurate assessment of NDVI change in Qinling Mountains. The results showed that the RAVM was the best to extract annual value of NDVI, and the linear change trend was very significant, followed by the AMVC, while the annual value of NDVI extracted by MVC and AVM were higher and lower. Vegetation degradation was a hot issue for the monitoring of Qinling Mountains. The linear reduction trend area calculated by AMVC was the largest, followed by the MVC, RAVM and AVM. The correlation between NDVI and temperature was different to a certain extent, such as the spatial distribution of coefficient was relatively scattered (MVC and RAVM) or concentrated (AVM and AMVC), and the positive (AVM and RAVM) or negative correlation (MVC and AMVC). But the correlation between NDVI and precipitation was positive for the 4 different methods, which reflect the correlation between NDVI and precipitation was stable and unstable between NDVI and temperature.

Keywords: MODIS NDVI; MVC; temperature; precipitation; Qinling Mountains