

# 生态地理分区框架下的大兴安岭植被动态研究

郭笑怡, 张洪岩

(东北师范大学城市与环境科学学院, 吉林 长春 130024)

**摘要:** 基于GIMMS NDVI数据、GIS技术,综合运用趋势线分析、统计分析和空间自相关分析方法,对1982~2006年大兴安岭整体及各生态地理区域植被特征进行检测分析。结果表明:从整体来看,大兴安岭植被NDVI增加趋势明显,NDVI呈现上升趋势的区域约占研究区总面积的80%;NDVI对气象因子变化敏感,尤其是对气温的敏感程度高于降水;并且在全局范围内呈现正的自相关,不同生态地理区内的全局自相关系数自北向南逐渐升高。各生态地理区NDVI变化趋势差异明显,植被退化的区域集中在大兴安岭北段和中段,在局部自相关分析中NDVI仍然呈现高-高聚集趋势;北段西侧天然植被破坏严重,低-低聚集的区域在逐渐扩大;南段草原区NDVI上升趋势显著,与气象因子的相关程度与其他三个生态地理区相比较低。

**关 键 词:** 大兴安岭; NDVI; 生态地理区

**中图分类号:** Q948

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0690(2013)02-0181-08

植被是生态系统的重要组成部分,在水土保持、减缓温室气体浓度上升等方面有不可替代的作用,因此,植被动态是地理学、生态学研究焦点之一。气候是山地生态系统变化的重要驱动力,植被在全球变化监测中起“指示器”作用<sup>[1]</sup>。植被是地球气候最鲜明的标志,主要植被类型表现植物对气候类型的反映<sup>[2]</sup>。气候变化直接影响植被的物候、生产力、分布格局等,区域植被特征的改变反作用于天气系统,二者相辅相成<sup>[3]</sup>。近年来,全球变暖趋势明显,山地植被对气候变化响应尤为明显<sup>[4]</sup>。研究山地植被覆盖变化可以为合理开发山区土地资源提供科学依据。

前人研究表明,遥感技术因大范围、长时间序列和经济性等特点,使其成为研究和监测植被动态的有效手段。NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)对植被覆盖密度、植被生长状况敏感,并且与植物光合作用效率和植被初级生产密切相关<sup>[5]</sup>。因此,国内外许多研究人员从不同角度利用NDVI对植被进行研究。

大兴安岭地理位置特殊,自20世纪50年代至80年代中期,中国多次组织对该地区进行综合考

察<sup>[6]</sup>。其植被动态情况不仅决定着当地的生态环境,而且对东北、内蒙古中西部及华北地区生态安全有重要影响。前人研究该区域植被时仅探讨植物区系<sup>[7,8]</sup>、植被区划<sup>[9]</sup>等问题,并只做分段讨论,鲜有对整个山脉的综合研究与分段对比分析。郑度等人也主张将大兴安岭作为整体来考察其对蒙古高原、东北平原形成和演变的作用<sup>[10]</sup>。本研究以NDVI作为植被动态指标,分析大兴安岭1982~2006年植被覆盖动态变化过程,对比不同生态地理区变化程度。分析这一区域植被动态及其与气候因子相互关系和分异规律,对生态环境监测和研究植被对气候变化响应具有重要意义。

## 1 研究区概况

大兴安岭位于内蒙古自治区东部、黑龙江省北部,地理位置在40°59' N~53°33' N, 115°5' E~125°16' E之间,大致为东北-西南走向。北起黑龙江上游地区,与西伯利亚高原相连;南抵西拉木伦河上游山地,全长约1 500 km。东西坡向不对称,东坡山势陡峭,迅速向松辽平原下切;西侧起伏平缓,向蒙古高原逐渐过渡。大兴安岭为中国

收稿日期: 2012-04-13; 修订日期: 2012-10-22

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(11SSXT134)资助。

作者简介: 郭笑怡(1985-),男(回族),吉林省吉林人,博士研究生,研究方向为GIS应用与环境遥感。E-mail: guoxy914@nenu.edu.cn

通讯作者: 张洪岩,博士,教授,博士生导师,研究方向为GIS应用与环境遥感。E-mail: zhy@nenu.edu.cn

重要的气候分界线,地跨寒温、中温带两带和湿润、半湿润、半干旱3个干湿气候区。夏季海洋季风受阻于山地东坡,东坡降水多,西坡干旱,形成明显对比。此外,大兴安岭还是中国地势第二、三级阶梯北段分界线。受水热、地形等自然条件影响,植被类型丰富,不同地区植被生境差异明显,自北向南呈地带性规律分布。北部高纬地区广泛分布寒温带针叶林,随纬度降低向南逐渐过渡到中温带草原景观。

生态地理区域系统主要体现温度、水分、植被覆盖等自然要素的地域差异,可作为生态与环境特征监测的宏观框架。从生态地理分区角度研究植被覆盖变化对气候要素的响应能够更好地揭示大兴安岭区域差异特征。本文依据中国生态地理区域图<sup>[10]</sup>,提取研究区范围,自北向南将其划分为4部分,如图1和表1。

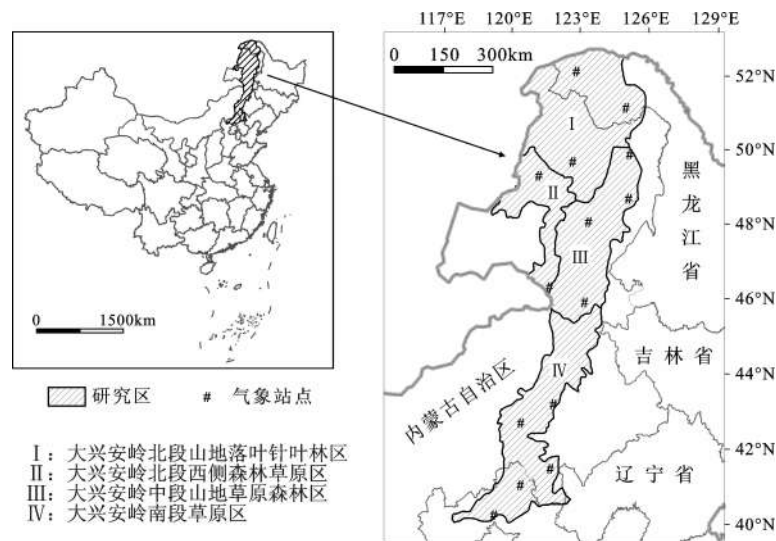


图1 研究区示意图

Fig.1 Location of the study area

表1 大兴安岭各部分生态地理特征

Table 1 Each eco-geographical region natural conditions on Greater Khinggan Mountains

	I	II	III	IV
温度状况	寒温带	中温带	中温带	中温带
干湿状况	湿润	半湿润	半湿润	半干旱
主要植被类型	针叶林	森林草原	草原森林	草原

对少量缺值进行补插。

研究表明最大值合成法 MVC(Maximum Value Composites)对植被动态监测具有良好效果<sup>[14]</sup>。

## 2 数据预处理与研究方法

### 2.1 数据来源与预处理

本文中NDVI数据来源于“中国西部环境与生态科学数据中心”网站(<http://westdc.westgis.ac.cn/>),下载 GIMMS (Global Inventory Modelling and Mapping Studies)NDVI 数据集。该数据集与其它数据相比具有较小的误差和较高的精度,目前已经应用到了相关研究中<sup>[11,12]</sup>。时间分辨率是15 d,空间分辨率为8 km。考虑到时间序列的完整性,冬季积雪对植被NDVI的影响,并参考前人对东北地区植被物候研究成果<sup>[13]</sup>,选择1982~2006年第9~20期数据进行分析。对数据进行投影变换、掩膜,得到研究区1982~2006年NDVI时间序列。气象数据来自“中国气象科学数据共享网”(<http://cdc.cma.gov.cn/home.do>)逐日的气温和降水数据,

利用该方法将15 d的NDVI数据进行合成,获得1982~2006年生长季逐月NDVI时间序列,以确保数据受云、大气、太阳高度角等因素影响最小。在此基础上对每年生长季数据取平均值,得到各年生长季平均NDVI。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 趋势分析方法

利用一元线性回归方程斜率分析每个像元25 a间NDVI的变化趋势。国内外许多研究中都应用了该方法<sup>[15-17]</sup>,计算公式如下:

$$\text{slope} = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (i \times \text{NDVI}_i) - \sum_{i=1}^n i \times \sum_{i=1}^n \text{NDVI}_i}{n \times \sum_{i=1}^n i^2 - \left( \sum_{i=1}^n i \right)^2} \quad (1)$$

式(1)中,  $n$  为总年数, 即  $n=25$ ,  $i$  为  $n$  a 中的第  $i$  年, 其中, 若  $\text{slope} > 0$  时, 说明 NDVI 是增加的, 反之为减少。

### 2.2.2 统计分析方法

相关分析可以用来研究各地理要素之间的关系。将各气象站点月 NDVI 值与同期的气温和降水数据进行线性相关分析和偏相关分析。相关系数大小及正负反映了因变量与自变量之间的关系; 偏相关系数则反映了多要素中, 某一自变量在其它要素不变的情况其与因变量的相关关系。

### 2.2.3 空间自相关分析方法

空间自相关是指地物分布于不同空间位置, 某一属性值之间的统计相关性, 通常空间距离越近的地物相关性越大。空间自相关分为全局自相关和局部自相关两种测度指标, 全局指标用于探测整个研究区域的空间模式, 局部指标计算每个空间单元与相邻单元同一属性相关程度。通常采用 Moran's  $I$  进行表征, 计算公式如下<sup>[18, 19]</sup>:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

$$I_i = \frac{y_i - \bar{y}}{S^2} \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y}) \quad (3)$$

式(2)、(3)分别为全局自相关和局部自相关计算公式,  $I$  为全局自相关系数,  $I_i$  为局部空间自相关系数,  $n$  为样本个数,  $y_i$  和  $y_j$  分别表示空间对象在  $i$  和  $j$  位置上的属性值,  $w$  为空间权重矩阵,  $S^2$  为  $y_i$  的离散方差。

## 3 结果与分析

### 3.1 大兴安岭植被时空分布格局

#### 3.1.1 NDVI年内格局变化

大兴安岭自北向南地跨 13 个纬度, 其中温度是大兴安岭 NDVI 变化的重要因素之一。图 2 是大兴安岭月积温和与月 NDVI 均值随纬度变化的平均趋势。可以看出气温和 NDVI 都有随纬度变化的分异趋势。同一时间气温自北向南呈现升高趋势, 月最低积温出现在 1 月, 最冷月南北相差近 500℃; 月最高积温出现在 7~8 月, 南北相差约 290℃。NDVI 年内格局与气温都有明显的季节变化格局。在 2 月份 NDVI 值最低, 随温度升高, NDVI 值在 4 月开始逐渐增加, 4~7 月是植被增长阶段; NDVI 最大值出现在 6~8 月份; 之后, 植被进入衰败期, 至 10 月份左右植被活动逐渐停止, 进入一个相对稳定的时期。

冬季, 大兴安岭大部分地区植被 NDVI 值在 0.2 以下, 仅在南段小部分地区在稍高于 0.2。由图 2b 发现, 在冬季若以北纬 47° 为界线, 北侧 NDVI 值低于以南地区, 夏季则相反, 北侧高于南侧。冬季大兴安岭植被活动受积温影响, 南部气温高于北部, 植被活动稍强; 在夏季, 由于大兴安岭南北积

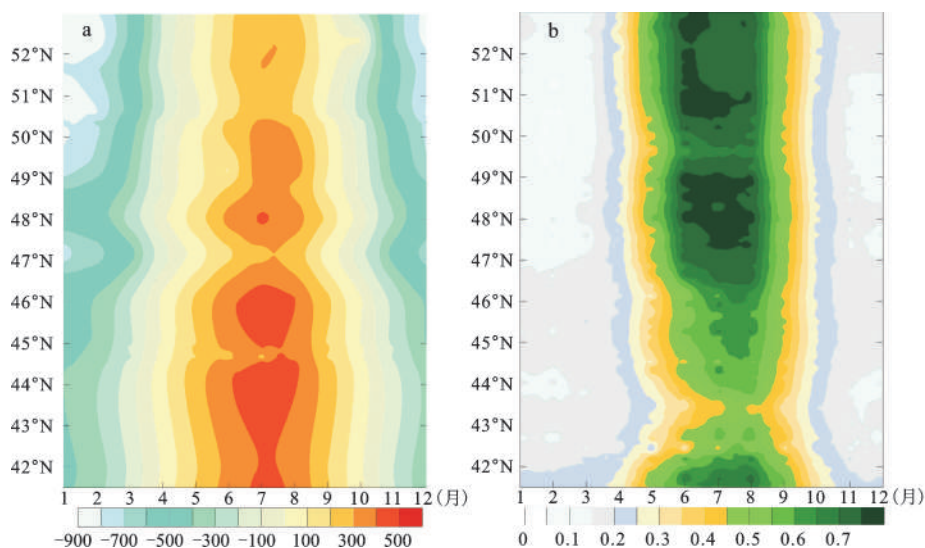


图2 大兴安岭月积温(°C)(a)与月 NDVI 均值(b)随纬度的变化

Fig.2 The monthly accumulated temperature (a) and mean NDVI (b) varies by latitude



温差异小,NDVI由植被类型决定,最北部是中国主要林区,中部分布针阔混交林,因此在研究区内冬季与夏季植被对气温的响应截然相反。

### 3.1.2 NDVI空间分布格局

为了阐明大兴安岭在1982~2006年间植被覆盖情况,统计了1982~2006年间植被生长季NDVI均值作为研究时间段内植被平均状态,如图3所示。受到天气系统、植被类型、人为干扰等因素的影响,各生态地理区差异较大。大兴安岭植被覆盖较好的地方是北段寒温带森林区和中段山地草原森林区,区内NDVI平均值分别为0.65和0.63。北部以针叶林为主要植被类型,森林茂盛;中段海拔较高的区域分布着森林植被,在低海拔区域为羊草(*Leymus chinensis*)和贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)草原。北段西侧是大兴安岭山地呼伦贝尔草原过渡区域,这里曾经植被茂密,由于海拔相对较低,人类活动对自然植被干扰强烈,自20世纪30年代以后,随着牧业发展不平衡,草原存在过度放牧现象,草原退化非常明显,其NDVI平均值仅为0.57。大兴安岭南段草原区代表半干旱地区,其NDVI平均值为0.51,大兴安岭较小NDVI值集中出现在该区域中部的东坡。

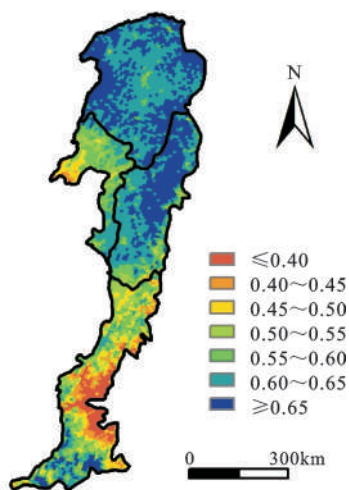


图3 1982~2006年生长季平均NDVI空间分布

Fig.3 Spatial distribution of average NDVI of growth season of Greater Khingan Mountains in 1982-2006

### 3.1.3 大兴安岭NDVI变化趋势

线性趋势能够排除短期气候对植被覆盖的影响,并能反映环境变化对植被动态的综合影响<sup>[20]</sup>。图4是大兴安岭1982~2006年植被覆盖变化线性趋势空间分布。大兴安岭植被整体变化幅度较

大,斜率的变化范围在-0.002 87~0.004 32之间,平均值是0.000 74,总体方差是0.000 89。整体上来看,研究时段内大兴安岭地表植被覆盖整体改善的区域比退化的区域面积大,NDVI值呈现增加趋势和减少趋势的像元分别约占总数的80%和20%。

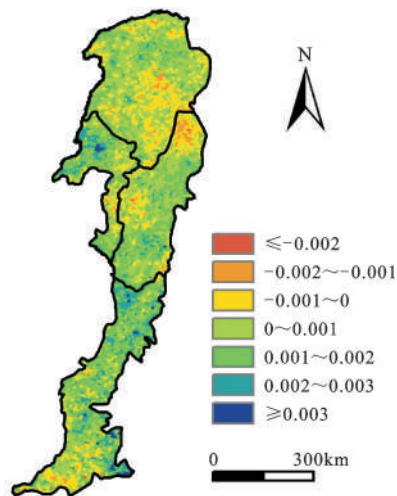


图4 1982~2006年生长季平均NDVI变化趋势

Fig.4 The variation rate of average NDVI of growth season of Greater Khingan Mountains in 1982-2006

进一步分析不同生态地理区NDVI变化趋势,在表2中统计各生态地理区变化趋势的栅格比例。其中,北段森林区植被覆盖下降趋势最明显,有26.79%的面积呈现下降趋势。另外,中段草原森林区也达到了21.57%。以上两区呈下降趋势的栅格集中在两区交界处的根河市、大兴安岭地区以及鄂伦春自治旗3个地区的交界处。有研究表明,大兴安岭北部和中部人为干扰对景观影响较大,主要表现为农业开垦、道路修建、森林砍伐、居民点建设和采矿<sup>[21]</sup>。北段西侧作为研究区内生态较为敏感的区域,近年来随着“退耕还林还草”、“三北防护林工程”、“围栏封育”等一些措施的实施,生态保护工作已经初显成效<sup>[22]</sup>,有84.54%面积的NDVI呈增加趋势。南部草原区植被覆盖有明显转好趋势,呈增加趋势栅格数占该区总数的85.81%,其中最东南区域的增幅较大。近年来在这里先后建立了塞罕坝、大海陀等国家级保护区,使植被得到了很好的保护与恢复。

## 3.2 各气象站点NDVI及其与气象因子的关系

### 3.2.1 典型气象站点NDVI变化

在各生态地理区中选取典型气象站点(尽可能在各区中心位置),分别是图里河、额尔古纳右

表2 大兴安岭各生态地理区NDVI变化趋势  
Table 2 Variation of NDVI in different eco-geographical region on Greater Khingan Mountains

	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)
≤-0.002	0	0.32	0.17	0.08
-0.002~-0.001	2.45	1.13	3.36	1.86
-0.001~0	24.34	14.01	18.04	12.25
0~0.001	53.59	35.59	42.11	30.89
0.001~0.002	18.33	35.10	32.13	37.28
0.002~0.003	1.28	12.72	4.03	15.98
0.003≤	0	1.13	0.17	1.66

旗、博克图和林西,分析各典型站点 1982~2006 年间植被生长季NDVI变化情况。如图 5 所示,各个气象站点 NDVI 值均具有波动性,图里河、额尔古纳右旗、博克图 3 个气象站点 NDVI 年际变化波动幅度较大,生长季平均 NDVI 最高与最低值之差在 0.1 以上,图里河与博克图站点附近 NDVI 最高。林西气象站点相对平稳,在 0.354~0.430 之间波动,NDVI 值最低。林西气象站点的 NDVI 值有明显的波动上升趋势,博克图、额尔古纳右旗气象站点在波动中稍有升高,图里河有轻微下降。各气象站点的 NDVI 趋势与其所在生态地理区植被动态情况基本一致。

3.2.2 NDVI 与气象因子的相关性

为了揭示大兴安岭 NDVI 与气象因子之间关系,将气象站点植被生长季各月 NDVI 值与相应时间月平均气温、月累计降水量降水进行线性和偏相关分析,如表 3 所示。大兴安岭 NDVI 与气温和降水都有显著的正相关性,全部通过  $P<0.01$  的显著性检验。研究区内 NDVI 与气温相关性要高于其与降水的相关性,两者之差在 0.162 以上,表明研究区内植被对气温因子敏感,与中国大部分区

域的研究结果一致。在偏相关分析中,也体现了温度对植被影响较大的分析结果,一定的降水条件下,NDVI 与气温的相关系数较高;当气温一定时,NDVI 与降水的相关性低。以上结果表明,大兴安岭气温和降水相互作用明显,在不考虑二者关系时,NDVI 对气温变化更敏感。

对比各生态地理区 NDVI 与气温和降水的相关系数,可以发现,南段气象站点所在像元 NDVI 值与气象因子相关性比其它生态地理区相对要低,表明半干旱区 NDVI 对气温的敏感性较低。此外,植被草本群落的高度与密度都较小,并且不同年份气象因子的变率较大,草原中的植物也不同。罗玲对中国东北地区的相关研究也表明,同期的气温和降水对森林 NDVI 影响高于草原<sup>[23]</sup>。

3.3 NDVI 空间分异特征分析

3.3.1 全局空间自相关

利用公式(2)对大兴安岭多年(1982~2006)生长季 NDVI 平均值进行空间自相关计算,全局 Moran's  $I$  系数为 0.889,检验结果呈现出显著性水平 ( $P<0.01$ ),NDVI 值存在明显的正自相关。Moran's  $I$  值反映了 NDVI 离散程度和区域之间的差异,说明该区植被覆盖好的区域,其周边的植被情况也较好,植被覆盖差的地区,与其临近的区域植被状况也较差。

进一步对大兴安岭各生态地理区 Moran's  $I$  系数进行计算,各生态地理区 NDVI 自相关系数具有明显差异,具体表现为 II (0.809)>IV (0.800)>III (0.721)> I (0.501)。整体性相对较好的大兴安岭,NDVI 空间自相关性自北向南逐渐升高,NDVI 分布随机性强,植被分布相对破碎。

3.3.2 NDVI 局部空间自相关及动态变化

为了更直观的观察大兴安岭 NDVI 的空间分

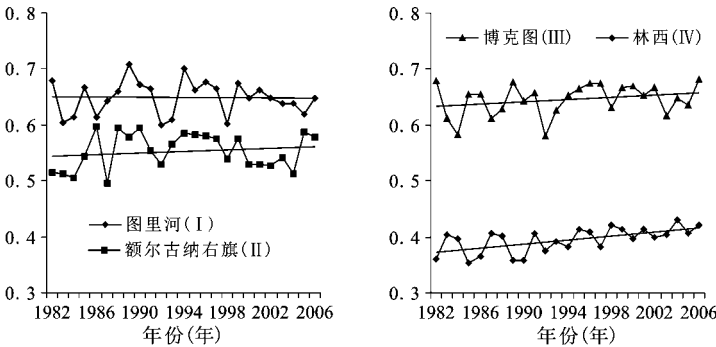


图5 典型气象站点生长季平均NDVI变化  
Fig.5 NDVI changing trend of growth season in typical region meteorology stations

表3 大兴安岭NDIV与气温和降水的相关系数

Table 3 Correlation analysis between climatic variables and NDVI at the vegetation growth season in Greater Khingan Mountains

生态地理区	台站名称	相关系数		偏相关系数	
		气温	降水	气温	降水
I	漠河	0.877	0.522	0.828	-0.094
	新林	0.895	0.610	0.827	0.021
	图里河	0.884	0.632	0.798	0.013
II	额尔古纳右旗	0.901	0.552	0.862	-0.211
	阿尔山	0.874	0.611	0.790	-0.014
III	大兴安岭	0.881	0.621	0.798	-0.031
	小二沟	0.822	0.542	0.738	-0.087
	博克图	0.894	0.599	0.829	-0.049
	索伦	0.841	0.537	0.768	-0.005
IV	巴林左旗	0.573	0.362	0.477	0.015
	林西	0.656	0.458	0.540	0.131
	赤峰	0.457	0.281	0.377	0.032
	丰宁	0.633	0.468	0.499	0.145
	围场	0.663	0.501	0.531	0.198

布情况，计算多年平均(1982~2006 年)、前 5 a (1982~1986 年)和后 5 a(2002~2006 年)平均NDVI 的局部空间自相关系数，分别代表研究区的平均状况、初始状态和最后的状态，生成 LISA 聚集图(图6)。该结果反映出大兴安岭 NDVI 的空间依赖性和异质性，同时表明植被动态的格局和演变过程。从空间分布来看，大兴安岭植被形成 4 个主要聚集区，NDVI 值高-高关联分布在大兴安岭北段、

中段和山脉的最南端;低-低关联分布在北段西侧和南段;高-低、低-高关联在研究区内极少的零星分布，体现了植被覆盖的局部离群区域。与之前的分析结果具有较高的一致性。

纵向比较 25 a 间大兴安岭 NDVI 局部自相关变化特征，Moran’s *I* 系数有一定程度的下降。位于高-高象限的像元数目减少约 10%，位于低-低象限的像元数略有增加。高-高像元减少区域分

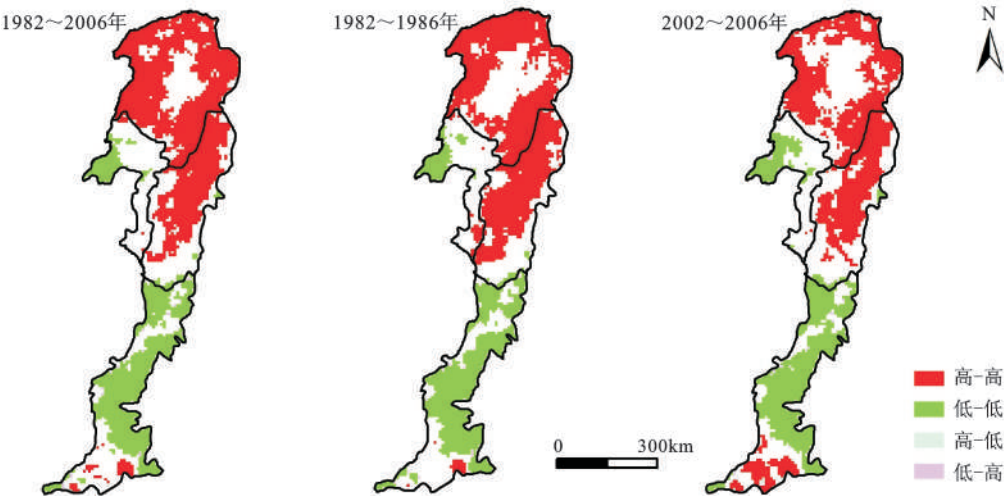


图6 大兴安岭NDVI局部空间自相关格局及动态变化

Fig.6 Local spatial autocorrelation pattern and change of NDVI in Greater Khingan Mountains

布在研究区最北端的中部;升高区域在山脉最南端,植被覆盖转好。在北段西侧区域低-低自相关类型有扩张的趋势。说明研究区内NDVI差异在减小,各生态地理区的植被状况趋于相似。

## 4 结 论

本文基于GIMMS NDVI数据,采用趋势分析法、统计分析、空间自相关分析研究了大兴安岭自1982~2006年的NDVI变化情况,对大兴安岭整体及各生态地理区得出如下结论:

1) 从年内格局、空间分布格局以及动态趋势3个方面对大兴安岭NDVI时空格局进行分析。表明研究区冬季NDVI自北向南升高;在夏季自北向南降低。从空间分布来看,该区北段和中段NDVI值较高,植被覆盖较好。整体上植被有明显的增加趋势,北段和中段退化趋势的区域较大。

2) 大兴安岭NDVI与气温和降水相关关系明显,都通过了0.01的显著性检验。NDVI与气温的相关性更强,在偏相关分析中表现突出,因此气温是影响大兴安岭植被的主要气候因子。通过对不同生态地理区比较发现,由于植被类型的差异,南段草原区与气温的相关性最低。

3) 大兴安岭NDVI整体上具有较高的聚集性,Moran's  $I$ 系数达到0.889,相似的NDVI值形成了4个主要的聚集区域。1982~2006年间高-高聚集的区域呈现动态减少,减少的区域大兴安岭北段,增加区域分布在山脉的最南端,低-低自相关变化不大。

## 参考文献:

- [1] 孙红雨,王常耀,牛 铮,等.中国植被覆盖变化及其与气候因子关系——基于NOAA时间序列数据[J].遥感学报,1998,2(3):204~210.
- [2] 谢今范,毛德华,任春颖.植被—气候关系遥感分析研究进展[J].东北师大学报(自然科学版),2011,43(3):145~150.
- [3] 陈效述,王 恒.1982~2003年内蒙古植被带和植被覆盖度的时空变化[J].地理学报,2009,64(1):84~94.
- [4] Keller F,Kienast F,Beniston M. Evidence of response of vegetation to environmental change on high-elevation sites in the Swiss Alps[J].Regional Environmental Change,2000,1(2):70~77.
- [5] 毕晓丽,王 辉,葛剑平.植被归一化指数(NDVI)及气候因子相关起伏型时间序列变化分析[J].应用生态学报,2005,16(2):284~288.
- [6] 周以良.中国大兴安岭植被[M].北京:科学出版社,1991.
- [7] 魏绍成,王秋月,刘显芝,等.大兴安岭中段东西两侧植被的分异性[J].草业学报,1994,3(2):12~9.
- [8] 梁存柱,王炜,刘钟龄,等.大兴安岭南部山地植物区系多样性研究[J].内蒙古大学学报,1997,28(4):553~562.
- [9] 周道玮,张正祥,靳英华,等.东北植被区划及其分布格局[J].植物生态学报,2010,34(12):1359~1368.
- [10] 郑 度.中国生态地理区域系统研究[M].北京:商务印书馆,2008.
- [11] Anyamba A,Tucker C J. Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981 - 2003[J].Journal of Arid Environments,2005,63:596~614.
- [12] 陈福军,沈彦俊,李 倩,等.中国陆地生态系统近30年NPP时空变化研究[J].地理科学,2011,31(11):1409~1414.
- [13] 国志兴,张晓宁,王宗明,等.东北地区植被物候期遥感模拟与变化规律[J].生态学杂志,2010,29(1):165~172.
- [14] Lanfredi M,Lasaponara R,Simoniello T,et al. Multiresolution spatial characterization of land degradation phenomena in southern Italy from 1985 to 1999 using NOAA-AVHRR NDVI data[J].Geophysical Research Letters,2003,30:1069~1072.
- [15] Stow D A,Hope A,McGuire D,et al. Remote sensing of vegetation and land-cover change in Arctic Tundra Ecosystems[J].Remote Sensing of Environment,2004,89(3):281~308.
- [16] 侯西勇,应兰兰,高 猛,等.1998~2008年中国东部沿海植被覆盖变化特征[J].地理科学,2010,20(5):735~741.
- [17] 侯光雷,张洪岩,郭 聃,等.长白山山区植被生长季NDVI时空变化及其对气候因子敏感性[J].地理科学进展,2012,21(3):285~292.
- [18] Moran P A. Notes on continuous stochastic phenomena[J].Biometrika,1950,37(1-2):17~23.
- [19] Anselin L. Local indicators of spatial association—LISA[J].Geographical Analysis,1995,27(3):93~115.
- [20] Yang Zhaoping,Gao Jixi,Zhou Caiping,et al. Spatio-temporal changes of NDVI and its relation with climatic variables in the source regions of the Yangtze and Yellow rivers[J].Journal of Geographical Sciences,2011,21(6):979~993.
- [21] 段春霞,胡远满,李月辉.大兴安岭北部林区景观格局变化及其影响分析[J].生态学杂志,2004,23(2):133~135.
- [22] 刘立成,吕世海,高吉洗,等.呼伦贝尔森林-草原交错区景观格局时空动态[J].生态学报,2008,28(10):4982~4991.
- [23] 罗 玲,王宗明,宋开山,等.1982~2003年中国东北地区不同类型植被NDVI与气候因子的关系研究[J].西北植物学报,2009,29(24):800~808.



## The Vegetation Dynamic Research Under of Eco-geographical Region Framework on Greater Khingan Mountains

GUO Xiao-yi, ZHANG Hong-yan

*(College of Urban and Environmental Science, Northeast Normal University, Changchun, Jilin 130024, China)*

**Abstract:** In recent years, ecological deterioration trend of the mountain regions caused by global climate change and unreasonable resource development increased gradually. In this article, the spatial distribution and dynamic change of vegetation cover in the Greater Khingan Mountains are analyzed based on 8-km resolution GIMMS NDVI data from 1982 to 2006. Combining the meteorological data, the relationship between NDVI and climatic factors of vegetation variation response to climate change was discussed. The average NDVI values of the north and center were higher (0.65 and 0.63) than those of the northwest and south (0.57 and 0.51). The results showed that the NDVI values in Greater Khingan Mountains was increased more than decreasing in 1982-2006. The NDVI increased and decreased area covered about 80% and 20% of the whole study area respectively. Spatial changing trend of NDVI had great difference and most parts in different eco-geographical indistinct change. The decreased area was distributed in north, and center of the mountains. The region with marked increasing trend was mainly distributed on the south of the Greater Khingan Mountains. There was significant positive correlation between NDVI and climatic factors (temperature and precipitation), and NDVI had a stronger correlation with temperature than that with precipitation for the four eco-geographical region. By other factors, the weakest correlation was shown in the steppes vegetation cover region. The NDVI in Greater Khingan Mountains showed positive spatial autocorrelation in the whole region and similar NDVI were apt to aggregate together. A downward trend is detected in the high-high autocorrelation type, which tends to spread toward the lower reach of the north and center. The opposite result is obtained for the low-low autocorrelation type in the northwest.

**Key words:** Greater Khingan Mountains; NDVI; eco-geographical region