

# 近 10 年松嫩平原地表植被 生长期的变化趋势

李晓东, 闫守刚

(白城师范学院, 吉林 白城 137000)

**摘要:**基于 1998—2008 年每 15 d 的 SPOT-NDVI 数据集,对松嫩平原地表植被的生长状况进行建模分析,得到研究区域地表植被生长期的起始与终止日期以及生长期的持续天数。趋势分析结果表明,1)松嫩平原地表植被生长初期 10 年体变化稳定,局部地区有初始提前趋势,数值为 10 d 以上;2)研究区域内地表植被生长终期 10 年间有延后趋势,平均延后 3 d 左右;3)总体上,松嫩平原地表植被生长期稳定,有 2~3 d 的变化幅度。

**关键词:**NDVI; 植被生长期; 趋势分析

**中图分类号:**Q945.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-0629(2013)07-1019-05

地表植被的生长是以年为周期的一种自然现象。植物的生长既是对地球表层生态环境变化的反馈,同时也是对一个时间阶段以来地区生态环境累积过程的反应,是连接生物圈各生态因子的关键链,还是地球表面自然地理因子发生全球变化的“指示器”<sup>[1-2]</sup>。在农业生产上,农作物春播的预测和农作物防灾减灾都与农作物物候研究关系紧密,所以农作物物候研究已经成为地理学研究的热点之一<sup>[3-11]</sup>。国志兴等<sup>[12]</sup>以东北地区地表植被为研究对象,选择分段式 Logistic 函数拟合法模拟了研究区 20 年的植被物候期,分析了在全球环境变化背景下,东北地区地表植被对气候变化的响应。杨永民等<sup>[13]</sup>以陇西黄土高原地表植被为研究对象,利用 Logistic 和 Gaussian 两种非线性的方法模型提取了研究区的物候信息,为大范围植被监测提供了新思路。武永锋等<sup>[14]</sup>以中国大陆地表植被为研究对象,建立了陆地地表植被绿度期的遥感监测模型,即 Logistic 拟合模型,并验证了该模型结果的可靠性和优越性。

笔者参考常见的几种遥感监测方法,针对吉林西部的植被生长情况,由实验室内的人工判定取代传统的回归方程分析,对最终数学运算结果进行插值运算,得到研究区域地表植被生长期的起始与终止日期(即植被绿度始期和绿度末期)以及生长期的

持续天数,并结合趋势分析研究本地区植被物候期在最近 10 年的变化特点,以期为该区域农业生产决策和农牧业种植方式的调整提供科学依据,并对该地区在全球变化背景下,分析植被对气候变化的响应提供一定借鉴。

## 1 材料与方法

**1.1 研究区概况** 以松嫩平原为研究对象。主要研究区包括白城、松原两个地级市,东边是东北平原腹地,西邻呼伦贝尔草原,南接科尔沁沙区,北依大兴安岭林地,位于农牧过渡带;属中温带大陆性季风气候,春季干燥多风、升温比较快,夏季炎热、降水集中,秋季凉爽、变温快、温差大、冬季漫长、干燥寒冷。

## 1.2 数据获取与处理分析

**1.2.1 地表植被指数数据** 采用的 NDVI 数据为国家自然科学基金委员会“中国西部环境与生态科学数据中心”(Data source: Environment & Ecology Scientific Data Center of Western China, National Natural Science Foundation of China)制作的 1998—2008 年每 15 d 最大值合成(MVC)的 SPOT-NDVI 数据集,该数据集主要用于地表植被和生态环境的研究<sup>[15]</sup>。

**1.2.2 植被生长物候期的计算** 将 1998—2008 年 36 旬的 NDVI 时间序列数据转化为频率累积方程,

收稿日期:2012-09-27 接受日期:2012-12-17

基金项目:白城师范学院科技计划项目(2013-B1);吉林省教育厅“十二五”科学研究项目(2013);向海自然保护区沙丘榆林土壤种子库对植被恢复的制约机制(2013-392)

作者简介:李晓东(1977-),男,山东东营人,讲师,硕士,研究方向为自然地理学。E-mail: xiaodonglee@126.com

通信作者:闫守刚(1972-),男,山东临沂人,讲师,博士,研究方向为生态植被恢复。E-mail: yanshougang11@163.com

其频率累积方程曲线表现出与植被生物量曲线相近的“S”型生长变化特点。根据这一特点,构建基于 NDVI 频率累积曲线方程的 Logistic 拟合模型来求算植被生长的物候期。构建过程主要包括频率累积转化、曲线拟合、拟合优度检验以及植被生长物候期(包括始期和终期)的确定<sup>[16-17]</sup>。

求出 NDVI 频率累积时序曲线方程的曲率最大值。曲率最大值处弯曲程度最大,说明在该点处对应日期之后地表植被开始迅速增长,可以判定此极值点对应日期为地表植被生长的初始日期,同样可以确定植被生长终期与生长期的持续天数。处理分析都是在遥感软件平台 ERDAS 与地信软件平台

Surfer 和微软 Excel 软件中完成。

## 2 结果与分析

**2.1 数据结果的验证** 在研究区内,选取 180 个样点,利用 1998、2003 和 2008 年(分别代表前期、中期和后期)的研究区内地表植被累计分布函数对应研究区的同期拟合数值,使用 Logistic 函数对研究区内的 NDVI 频率累积方程进行拟合验证(图 1—3)。

1998、2003 和 2008 年研究区内地表植被累计分布函数与拟合曲线的相关性数值分别为, 0.995 666 652, 0.995 529 646 和 0.997 939 054。图中拟合优度( $R^2$ )越大,表明相关越好。NDVI 频率累

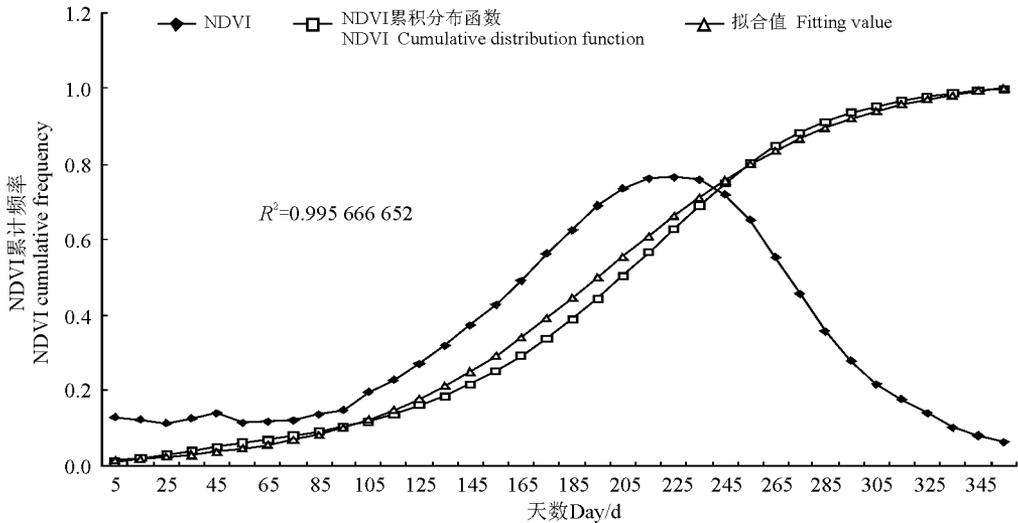


图 1 1998 年松嫩平原地表植被累计分布函数与拟合曲线图

Fig. 1 NDVI cumulative frequency and fitting curve of Songnen Plain, in 1998

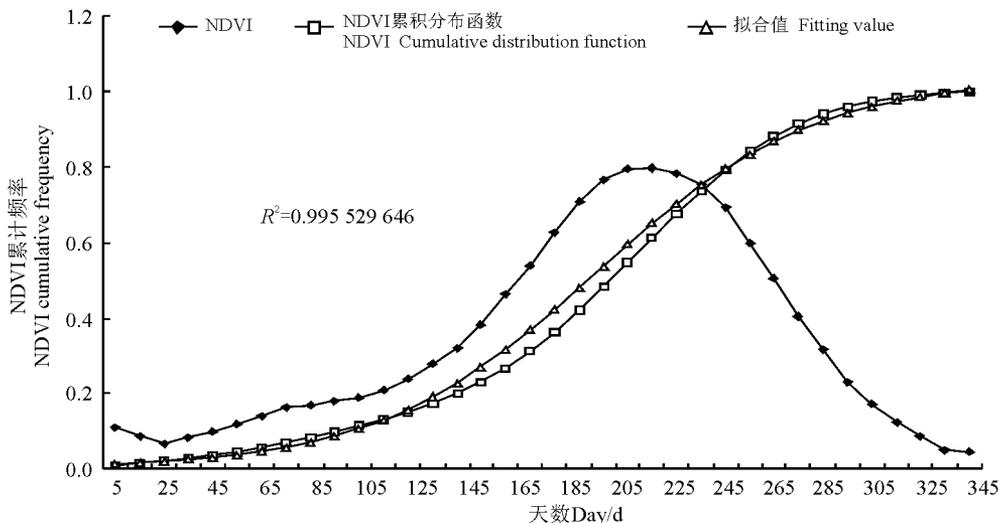


图 2 2003 年松嫩平原地表植被累计分布函数与拟合曲线图

Fig. 2 NDVI cumulative frequency and fitting curve of Songnen Plain, in 2003

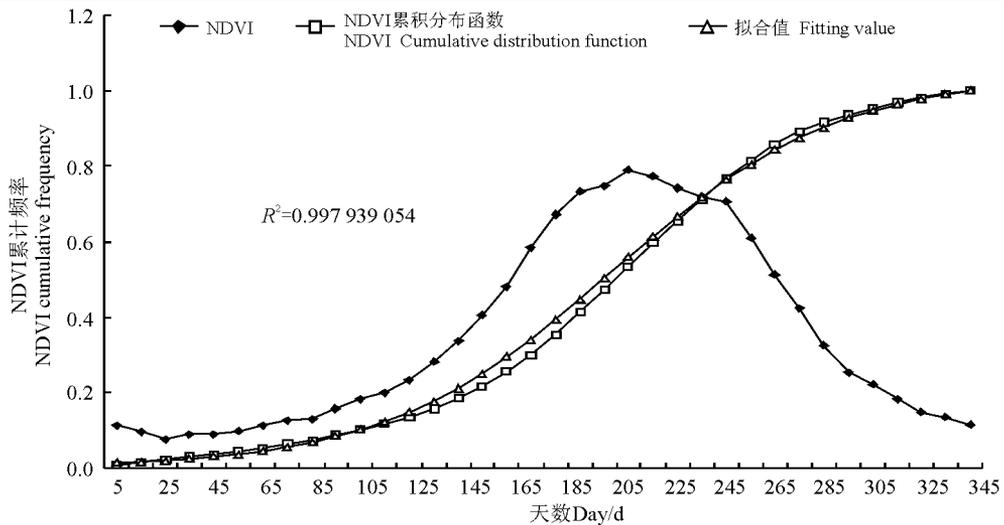


图3 2008年松嫩平原地表植被累计分布函数与拟合曲线图

Fig. 3 NDVI cumulative frequency and fitting curve of Songnen Plain, in 2008

积曲线与拟合数值之间的拟合优度均在0.994以上,说明整体拟合效果良好。

**2.2 松嫩平原地表植被生长始期10年来的变化情况** 对生长季初始日期进行趋势分析得到变化斜率数值。对趋势分析结果数据作负值处理,最后得到的数据正值代表生长初期提前的天数,负值代表延后的天数。基于180个采样点上的地表植被生长初始期数据计算得到,研究区内地表植被生长平均初始期的趋势变化斜率为0.86,即整个研究区地表植被生长初始期平均提前0.86 d。在空间分布上,研究区以北的地表植被生长平均初始期变化斜率为0,与正常年份持平;长春以西,松嫩平原以南地区的地表植被生长初始期的变化斜率数值以正值为主,其中部分地区生长初始期的变化斜率 $\geq 10$ ,即提前10 d以上(图4)。

**2.3 松嫩平原地表植被生长终止期10年来的变化情况** 由生长季终止日期得到的变化斜率的实际意义就是延后的天数,所以变化斜率正值代表了生长终止期延后的天数,负值代表了提前结束的天数。基于180个采样点上的地表植被数据计算得到,研究区内地表植被生长平均终止期的趋势变化斜率为3.17,即整个研究区地表植被生长终止期平均延后3.17 d。在空间分布上,研究区内的中部地区地表植被生长平均终止期变化斜率为0,与正常年份持平,嫩江流域和松嫩平原南部的地表植被生长平均终止期的变化斜率 $\geq 5$ ,即有5 d以上的延后趋势(图5)。

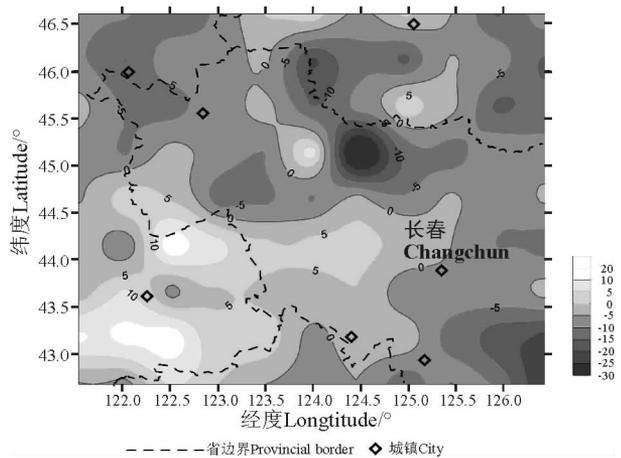


图4 松嫩平原地表植被生长初始期趋势变化图

Fig. 4 Changes trend of the beginning date of greenness period, Songnen Plain

**2.4 松嫩平原地表植被生长期总天数10年来的变化情况** 在研究区内地表植被生长期总天数的趋势分析中,生长季持续天数变化斜率的正值代表了生长期增加的天数,负值代表了减少的天数。基于180个采样点上的地表植被的生长季持续天数,利用统计软件对其进行趋势分析,得出研究区内的地表植被生长期总天数趋势变化斜率为2.61,即生长期的天数有2~3 d的增加幅度。在空间分布上,研究区内的中、西部地区地表植被生长期总天数的变化斜率为0,变化稳定,长春以西,松嫩平原以南地区和嫩江流域以北地区的趋势变化斜率 $\geq 20$ ,即生长季持续天数延长20 d以上(图6)。

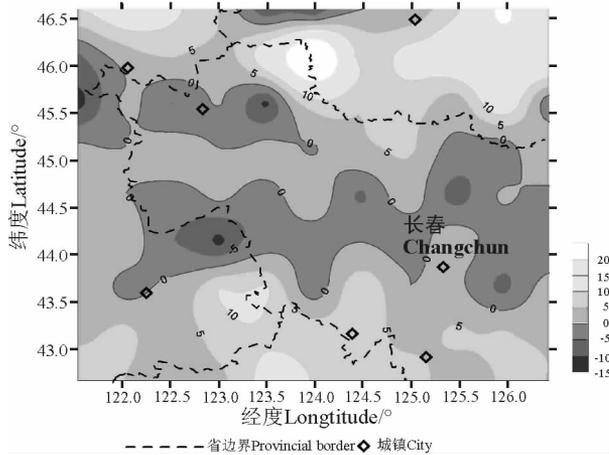


图5 松嫩平原地表植被生长终止期趋势变化图  
Fig. 5 Changes trend of the end date of greenness period, Songnen Plain

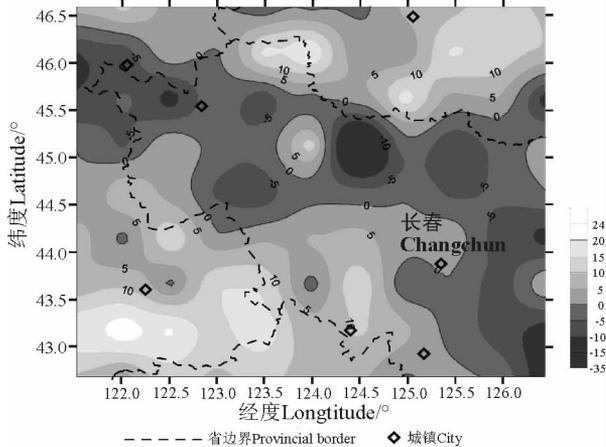


图6 松嫩平原地表植被生长期总天数趋势变化图  
Fig. 6 Changes trend of the total days of greenness period, Songnen Plain

### 3 讨论与结论

研究区内地表植被生长初始期在第126天前(即5月初)开始。本研究表明,研究区内的大部分地区地表植被生长的平均初始期与正常年份相当,但部分地区有提前趋势,提前10 d以上。Zhang等<sup>[18]</sup>认为,气候变暖使得中国北部地区植物物候期在春季提前。赵秀兰等<sup>[19]</sup>对东北地区近50年的气温变化研究表明,东北地区平均气温呈上升趋势,春季升温明显,降水量呈逐年减少趋势,秋季减少明显。王宗明等<sup>[20]</sup>对东北地区植被对气候因子的响应研究表明,春季气温对植被的影响高于其余季节。春季气温变暖和稳定降水是研究区内地表植被生长初始期提前的原因之一。

研究区内地表植被生长终期在第266天前(9月下旬至10月上旬)结束。本研究表明,研究区内大部分地区地表植被生长的平均终止期与正常年份相比有推后趋势,平均推后3~4 d,但长春以西,松嫩平原以南地区的地表植被生长的平均终止期与正常年份持平。李波等<sup>[21]</sup>对吉林西部近10年气温变化研究表明,研究区内秋季气温变化稳定,波动较小,9月与10月的平均气温有增温趋势。暖干为主的秋季气候,再加上该研究区内近年来农田灌溉设施的推广应用,使得研究区内地表植被生长终期后延。

从10年地表植被生长期总天数平均变化情况看,研究区内的地表植被生长期总天数存在增加趋势,变化幅度为2~3 d,在长春以西,松嫩平原以南地区和嫩江流域以北地区有20 d以上的延长情况存在。沈柏竹等<sup>[22]</sup>和涂钢等<sup>[23]</sup>对东北地区几十年来的水热变化特点研究表明,研究区的生长季气温变化稳定,在10年尺度上基本没有振荡特征出现,同样研究区内地表降水变化趋势稳定,这一特点有利于研究区内农作物的规律性耕种。整体而言,本研究区域内地表植被生长期总天数基本没有变化,但在长春以西,松嫩平原以南地区和嫩江流域以北地区有延长趋势。

本研究中的植被生长期是包括研究区农作物在内的所有地表植被生命活动的始期与终期,并非专指农作物的生长特点,所以与农业上的农作物开始与终止期意义是不同的。实验室得出的数据运算结果本身存在的实际应用价值与意义需要在农业生产领域进行验证,判断是否符合实际的地表生长状况。另外,研究区地表植被除受气候因子影响之外,人为因素也是不可忽略的,这一方面进行深入研究的意义较高。

致谢:在数据的整理过程中得到了侯旭、娄思文、姚希奎、杜保佳、赵英杰、孙继梅、卢瑶、孙晶和王蔚悦等同学的大力帮助,特此感谢。

### 参考文献

- [1] 张峰,吴炳方,刘成林,等.利用时序植被指数监测作物物候的方法研究[J].农业工程学报,2004,20(1):155-159.
- [2] 吴文斌,杨鹏,唐华俊,等.基于NDVI数据的华北地区耕地物候空间格局[J].中国农业科学,2009,42(2):552-560.

- [3] 陈效迷, 王林海. 遥感物候学研究[J]. 地理科学进展, 2009, 28(1): 33-40.
- [4] 张学霞, 葛全胜, 郑景云. 遥感技术在植物物候研究中的应用综述[J]. 地球科学进展, 2003, 18(4): 534-544.
- [5] 林忠辉, 莫兴国. NDVI 时间序列谐波分析与地表物候信息获取[J]. 农业工程学报, 2006, 22(12): 138-144.
- [6] Karlson S R, Solheim I, Beck P S A, *et al.* Variability of the start of the growing season in Fennoscandia, 1982—2002 [J]. International Journal of Biometeorology, 2007, 51(6): 513-524.
- [7] 于信芳, 庄大方. 基于 MODIS NDVI 数据的东北森林物候期监测[J]. 资源科学, 2006, 28(4): 111-117.
- [8] 余振, 孙鹏森, 孙世荣. 中国东部南北样带主要植被类型物候期的变化[J]. 植物生态学报, 2010, 34(3): 316-329.
- [9] 宫攀, 陈仲新. 基于 MODIS 数据的东北地区植被物候参数提取[J]. 土壤通报, 2009, 40(2): 213-217.
- [10] 宋开山, 刘殿伟, 王宗明, 等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力[J]. 地理学报, 2008, 63(1): 93-104.
- [11] 杨淑杰, 李晓东, 王兰芸. 吉林西部地表植被指数时空分布特点研究[J]. 东北林业大学学报, 2010(5): 223-334.
- [12] 国志兴, 张晓宁, 王宗明, 等. 东北地区植被物候对气候变化的响应[J]. 生态学杂志, 2010, 29(3): 578-58.
- [13] 杨永民, 冯兆东, 龙爱华, 等. 基于 MODIS 时序植被指数的植被物候空间格局[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2010, 46(6): 14-19.
- [14] 武永峰, 李茂松, 李京. 中国植被绿度期遥感监测方法研究[J]. 遥感学报, 2008, 12(1): 92-103.
- [15] 陈怀亮. 黄淮海地区植被覆盖变化及其对气候与水资源影响研究[D]. 北京: 中国气象科学研究院, 2007: 39-59.
- [16] Stockli R, Vidale P L. European plant phenological and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset[J]. International Journal of Remote Sensing, 2004, 25(17): 3303-3330.
- [17] Chen J, Jonsson P, Tamura M, *et al.* A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 91: 332-344.
- [18] Zheng J Y, Ge Q S, Hao Z X, *et al.* Impacts of climate warming on plants phenophases in China for the last 40 years[J]. Chinese Science Bulletin, 2002, 21: 1826-1831.
- [19] 赵秀兰. 近 50 年中国东北地区气候变化对农业的影响[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(9): 144-149.
- [20] 王宗明, 国志兴, 宋开山, 等. 中国东北地区植被 NDVI 对气候变化的响应[J]. 生态学杂志, 2009, 28(6): 1041-1048.
- [21] 李波, 刘晶如, 李晓东. 白城市近 35 年来的气温变化趋势及对农业生产的影响[J]. 白城师范学院学报, 2009, 6(3): 71-74.
- [22] 沈柏竹, 廉毅, 杨涵涓, 等. 中国东北夏季温度年代际变化特征[J]. 地理科学, 2012, 32(6): 94-100.
- [23] 涂钢, 刘波, 王淑瑜. 基于陆面模式 NCAR/CLM3. 5 的东北区域生长季地表干湿状况时空分布特征模拟研究[J]. 地理科学, 2012, 32(6): 101-106.

## Changes trend of terrestrial vegetation greenness period during recent 10 years in Songnen Plain

LI Xiao-dong, YAN Shou-gang

(Baicheng Normal College, Baicheng 137000, China)

**Abstract:** Based on GIS spatial analysis, the NDVI time-series data of different vegetation types in north-east China were extracted by using the NDVI data from 1998 to 2008. Meanwhile, the phenological phases of vegetation types were simulated by Logistic function with their variation trends in 1998—2008. Results showed that 1) in 10 years, the date of vegetation beginning to grow was stable in Songnen Plain, and the growth trend in the local area was earlier than normal with a more than ten-days value; 2) in the study area, the vegetation final date delayed evidently with a three-day average scale; 3) in a word, the change trend of vegetation grown season in Songnen Plain fluctuates between 2 and 3 days.

**Key words:** NDVI; terrestrial vegetation greenness period; the trend analysis of vegetation