

# 中国东北森林物候期遥感监测数据集

于信芳<sup>1</sup>, 庄大方<sup>1</sup>, 王乾坤<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 西南林业大学林学院, 昆明 650224)

**摘要:** 物候是气候和自然环境变化的综合指示器。森林是全球生态系统的重要组成部分, 森林物候期是反映气候变化对森林生长阶段影响的综合性生物指标。以2000-2010年MODIS 500 m空间分辨率8天合成的MOD09A1产品为数据基础, 计算和重建增强型植被指数(EVI)时间序列数据, 采用动态阈值法获得中国东北地区森林植被物候期数据(生长始期、生长末期和生长期长度)。通过与该地区相关研究文献和地面观测数据的比较, 表明基于MODIS数据获取的森林物候期与调查数据具有可比性。该数据集包括2000-2010年中国东北森林生长始期、生长末期和生长期长度的遥感监测数据。该数据集有效反映了气候和自然环境变化背景下中国东北森林物候期的时空差异, 对于区域植物物候监测和气候变化研究具有参考价值, 可以作为中国东北地区和世界中高纬度地区植物物候研究的参考数据。

**关键词:** 中国东北; 森林; 物候期; 遥感; 时空分布

DOI: 10.11821/dlxb2014S014

**数据引用格式:** 于信芳, 庄大方, 王乾坤. 中国东北森林物候期遥感监测数据集. 全球变化科学研究数据出版系统, 2014. DOI:10.3974/geodb.2014.01.14.v1, <http://www.geodoi.ac.cn/doi.aspx?doi=10.3974/geodb.2014.01.14.v1>

## 1 前言

近年来物候对气候变化的响应研究颇受生态学家的关注, 并成为当前生态学、物候学研究的一个新领域, 是全球变化研究关注的热点之一。准确掌握生态敏感区不同植物物候期及其对气候变化响应, 确定物候期与生态环境间的相互关系, 对于生物多样性的区域性保护以及气候环境变化监测都具有重要的现实意义<sup>[1-2]</sup>。遥感技术的发展为植物物候监测、研究提供了新手段。借助于遥感技术, 可实现物候观测由点向面的空间尺度扩展<sup>[3-4]</sup>。MODIS所提供的多时相数据在植物物候监测及反映植物物候特征变化情况等方面能够发挥更大的作用<sup>[5-6]</sup>。中国东北森林物候期遥感监测数据(Forest phenology products of Northeast China)是该区域森林物候期遥感监测研究重要的成果产出, 是中国东北森林物候期时空变化格局的数据资源。本文作者在发表相关研究论文的同时, 出版该数据集。

## 2 数据集简介

中国东北森林物候期遥感监测数据集(Forest phenology products\_NE China)的数据集名称、短名名称、通讯作者、作者、地理区域、数据年代、数据空间分辨率、数据出版单

收稿日期: 2014-03-16; 修订日期: 2014-06-20

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(41001279); 中国科学院战略性先导科技专项(XDA05050102) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41001279; Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences, No.XDA05050102]

作者简介: 于信芳(1978-), 女, 助理研究员, 主要从事植被遥感应用、土地覆盖变化研究。E-mail: yuxf@igsrr.ac.cn

表1 中国东北森林物候期遥感监测数据集 (Forest phenology products\_NE China) 元数据简表

数据库(集)名称	中国东北森林物候期遥感监测数据集 (2000-2010)		
数据库(集)短名	Forest phenology products_NE China		
通讯作者	于信芳 (yuxf@igsnr.ac.cn)		
数据作者	于信芳,中国科学院地理科学与资源研究所, yuxf@igsnr.ac.cn 庄大方,中国科学院地理科学与资源研究所, zhuangdf@lreis.ac.cn 王乾坤,中国科学院地理科学与资源研究所、西南林业大学, wqkone.2@163.com		
地理区域	中国东北,行政辖区上包括东北的黑龙江、吉林、辽宁三省,以及内蒙古自治区的呼伦贝尔盟、兴安盟、通辽市和赤峰市。地理范围包括 115°52'E~135°09'E, 38°72'N~53°55'N。		
数据出版单位	中国科学院地理科学与资源研究所 DOI:10.3974/		
数据年代	2000-2010 年		
数据空间分辨率	500 m	数据时间频率	1 年
数据格式	ARCGIS grid	数据量	原始 155 MB, 压缩后 17.9 MB
数据出版单位	中国科学院地理科学与资源研究所 DOI: 10.3974/		
数据共享服务平台	中国科学院地理科学与资源研究所全球变化科学研究数据出版系统, <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a> 国家地球系统科学数据共享平台, <a href="http://www.geodata.cn">http://www.geodata.cn</a>		
责任编辑	刘闯, 石瑞香, 徐新良, 何书金		
数据共享政策	本数据著作权所有者同意依据《全球变化科学研究数据出版系统》管理政策中“全社会公益性共享政策”实施共享。		

位、数据共享网络服务平台、数据集组成、出版及责任编辑等信息一并列于表 1。

3 数据研发方法

3.1 监测指标

植物物候期监测主要是发现植被在形态上发生显著变化所对应的日期，以及从生长到衰落所经历的生长期时间<sup>[7]</sup>。遥感监测的物候特征，其目标不是单个植物或特定植物群落的物候，而是不同植物组成的像元的物候特征。由于遥感目标的综合性，植物物候的细节特征可能被忽略，在包括多种植物的像元物候中，单个植物物候的贡献减小了，像元的综合物候通常是关于生长季始末日期概括性的描述，而不是更具体的观测如第一次展叶或发芽时间等<sup>[8]</sup>。因此遥感物候监测指标不同于地面物候观测指标，是与地面观测指标相对应的更具概括性的物候特征。从卫星遥感估测的关键物候指标通常包括生长始期、生长末期和生长期长度等。生长始期是植物活跃生长的开始日期，指大多数植物开始正常生长、发育的日期，与地面物候观测的展叶期相对应。生长末期是植物活跃生长的结束日期，指大多数植物不能正常生长、叶子开始变色的日期，与地面物候观测的相对应秋季叶变色期和落叶期对应。生长期长度是指某一年内植物可以生长的天数，由生长始期和生长末期决定的<sup>[9]</sup>。

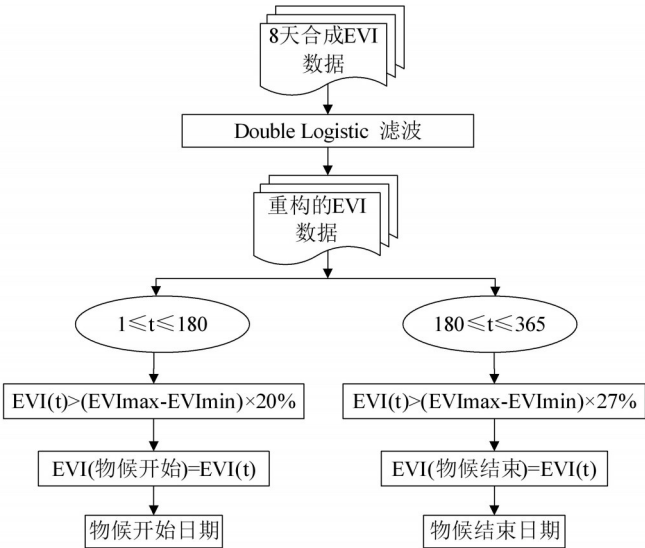


图1 动态阈值法监测物候期工作流程图

3.2 监测方法

本研究使用的遥感数据为EOS/Terra卫星的MODIS产品之一MOD09A1，包括有8天合成的1、2、3波段的数据，空间分辨率为500 m。数据来源于美国NASA ([https://lpdaac.usgs.gov/products/modis\\_products/](https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products/))，时间覆盖2000年1月-2010年12月<sup>[10]</sup>。由于增强型植被指数(EVI)改进了归一化植被指数(NDVI)的某些缺陷<sup>[11]</sup>，特别是大气噪声、土壤背景、饱和度等问题，能更好地反映高植被覆盖区的植被生长状况。通过计算得到EVI数据<sup>[12]</sup>，计算公式如下：

$$EVI = 2.5 \times \left( \frac{p_{nir} - p_{red}}{L + p_{nir} + C_1 p_{red} - C_2 p_{blue}} \right)$$

式中： $p_{nir}$ 和 $p_{red}$ 分别为MODIS数据的第2和第1波段反射率； $p_{blue}$ 蓝光波段反射率，相应于MODIS数据的第3波段反射率； $L$ 为土壤调节参数，数值为1； $C_1$ 为大气修正红光校正参数，数值为6； $C_2$ 为大气修正蓝光校正参数，数值为7.5。

本研究选择TIMESAT中提供的Double Logistic滤波方法对EVI时间序列进行了重建。参考中国科学院资源环境科学数据中心提供1:10万土地利用数据(2000年)，提取林地范围，作为本研究森林物候期研究范围。采用动态阈值法来提取森林物候期(图1)，首先确定整个时间序列上的EVI最大值( $EVI_{max}$ )、植被在生长阶段(前23个时间序列数据)和衰落阶段(后23个时间序列数据)的EVI最小值( $EVI_{min}$ )，将生长阶段EVI值的变化振幅( $EVI_{max}-EVI_{min}$ )的20%的时间，作为树木生长开始时间；将植被衰落阶段植被EVI值的变化振幅( $EVI_{max}-EVI_{min}$ )的27%的时

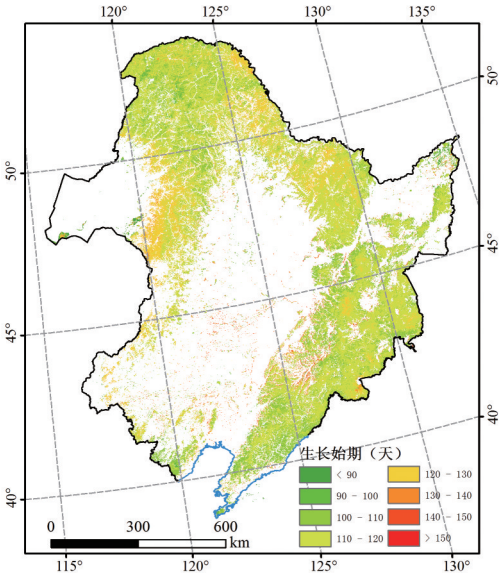


图2 2010年中国东北森林生长始期空间分布(天)

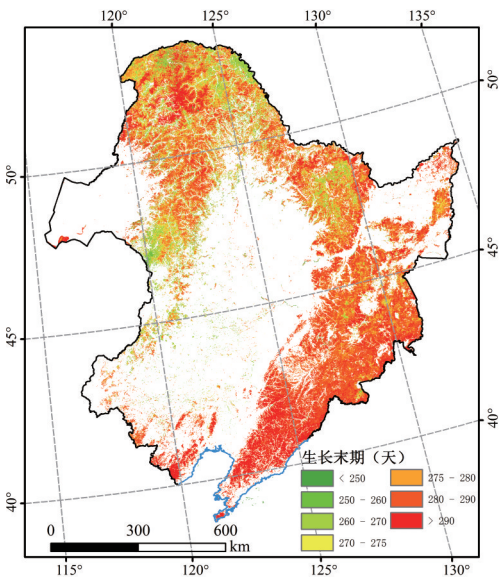


图3 2010年中国东北森林生长末期空间分布(天)

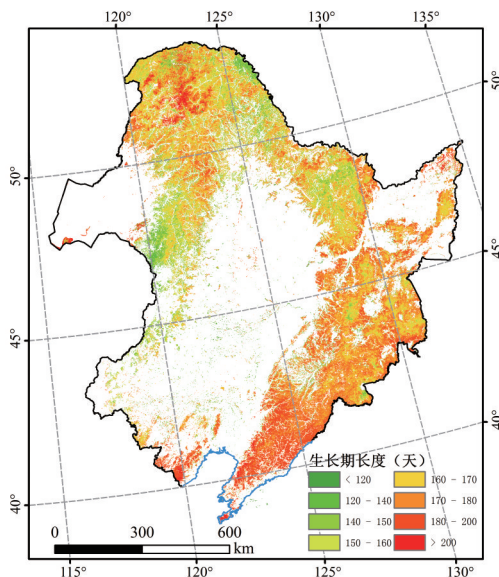


图4 2010年中国东北森林生长期长度分布(天)

间,作为植被生长结束时间。

## 4 数据集组成

中国东北森林物候期遥感监测数据集包括中国东北森林生长始期空间分布数据(2000-2010年),中国东北森林生长末期空间分布数据(2000-2010年),中国东北森林生长期长度空间分布数据(2000-2010年),空间分辨率为500 m。数据集包括2000-2010年逐年共33个文件,年度数据是以ARCGIS标准格式存储的东北地区森林物候期(生长始期、生长末期和生长期长度),主要包括Rowid、VALUE\*和COUNT三个字段:(1)Rowid是ARCGIS软件自动生成的顺序序列,从0开始,每一个VALUE\*对应一个唯一值;(2)VALUE\*字段在生长始期和生长末期数据中分别代表该物候期在一年中发生的时间,有效范围分别为90~180和250~300,代表其发生时间分别为第90天到第180天和第250天到第300天;VALUE\*在生长期长度图像中代表一年中生长的时间长度,有效范围为120~220天;(3)COUNT代表拥有相同VALUE\*值的像元的个数。数据以地理经纬度坐标,单期数据量为4.7 M。数据可视化图分别见图2-4<sup>[13]</sup>。

## 5 数据可靠性检验

验证是基于遥感数据的物候信息提取的一个重要工作。研究根据帽儿山实验林场(东经127°30'~127°34',北纬45°20'~45°25')的1984年资料,白桦在5月16日展叶,9月27日落叶,其它落叶树种大多在5月中旬开始展叶,9月中落叶<sup>[14]</sup>。根据凉水自然保护区1984年资料:落叶松在5月上旬开始展叶,9月下旬落叶;白桦:5月上旬开始展叶,9月中旬落叶;红松6月中旬开始展叶,10月中旬落叶;其它阔叶树5月中下旬展叶,9月下旬至10月上旬落叶。根据孙国芝绘制的物候图谱看出,黑龙江小兴安岭地区落叶松生长始期在4月20日至5月10日;白桦生长始期在5月10-20日<sup>[15]</sup>。依照陈效逖文章中使用的中国东北地区暖温带地区一个物候观测点(牡丹江观测点)的数据,该点1982-1993年平均生长季开始日期是年序日的第98天。而平均生长季的结束日期是年序日的第289天<sup>[1]</sup>。通过与以上资料的比较,可以看出基于MODIS数据获取的森林物候期与调查资料具有可比性。因此森林物候期遥感监测数据对于区域性物候监测研究具有参考价值。

## 6 结论

该数据是以500 m空间分辨率8天合成的MODIS MOD09A1产品为基础的中国东北森林物候期遥感监测数据。它是中国东北地区 and 世界中高纬度地区植物物候和气候变化研究的参考数据和基础性数据。

**致谢:**使用的中国1:10万土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心,感谢数据生产者刘纪远研究员等。

## 参考文献

- [1] Chen Xiaoqiu, Pan W F. Relationship among phenological growing season, time-integrated normalized difference vegetation index and climate forcing in the temperate region of eastern China. *International Journal of Climatology*, 2002, 22: 1781-1792.
- [2] Yu Xinfang, Wang Qiankun, Yan Huimin et al. Forest phenology dynamics and its responses to meteorological variations in Northeast China. *Advance in Meteorology*, 2014, DOI: 10.1155/2014/592106. <http://dx.doi.org/10.1155/>



- 2014/592106.
- [3] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法. 北京: 科学出版社, 2003.
- [4] 陈效述, 谭仲军, 徐成新. 利用植物物候和遥感资料确定中国北方的生长季节. 地学前缘, 2000, 7(增刊): 196.
- [5] Zhang Xiaoyang, Friedl M A, Schaaf C B et al. Monitoring vegetation phenology using MODIS. Remote Sensing of Environment, 2003, 84: 471-475.
- [6] Yu Xinfang, Zhuang Dafang, Hou Xiyong et al. Forest phenological patterns of Northeast China inferred from MODIS data. Journal of Geographical Sciences, 2005, 15(2): 239-246.
- [7] 葛全胜, 戴君虎. 中国物候观测规范质量要求与观测报表. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 2002.
- [8] Reed B C, Brown J F, VanderZee D et al. Measuring phenological variability from satellite imagery. Journal of Vegetation Science, 1994, 5: 703-714.
- [9] 于信芳. 基于MODIS数据的森林物候期遥感监测及森林类型识别研究. 博士学位论文. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 2005.
- [10] MOD09A1. [https://lpdaac.usgs.gov/products/modis\\_products](https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products).
- [11] Suzuki R, Nomaki T, Yasunari T. Spatial distribution and its seasonality of satellite-derived vegetation index (NDVI) and climate in Siberia. International Journal of Climatology, 2001, 21: 1321-1335.
- [12] Huete A C, Justice W V, Leeuwen. MODIS Vegetation Index (MOD 13), Algorithm Theoretical Basis Document Version 3, University of Virginia.
- [13] 国家基础地理信息中心. 中华人民共和国国界地理信息系统数据 (1:100万比例尺), 2008.
- [14] 帽儿山实验林场基础资料. 哈尔滨: 东北林学院, 1984.
- [15] 孙国芝, 王振宇, 王树良. 黑龙江森林物候气象预测模型的建立. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2001.