doi: 10.6046/gtzyyg.2015.02.18

引用格式:李钰溦,贾坤,魏香琴,等.中国北方地区植被覆盖度遥感估算及其变化分析[J].国土资源遥感,2015,27(2):112-117. (Li Y W, Jia K, Wei X Q, et al. Fractional vegetation cover estimation in northern China and its change analysis[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2015,27(2):112-117.)

中国北方地区植被覆盖度遥感估算及其变化分析

李钰溦1,贾坤1,魏香琴2,姚云军1,孙俊3,牟丽秋4

(1.北京师范大学地理学与遥感科学学院遥感科学国家重点实验室,北京 100875;2.中国科学院 遥感与数字地球研究所,北京 100101;3.西林吉林业局综合设计队,大兴安岭 165300;
 4.大兴安岭神州北极木业有限责任公司宜家分公司,大兴安岭 165300)

摘要:为了分析中国北方地区 2000 年之后植被覆盖度的时空分布及其变化,利用 MODIS 光谱反射率数据计算归 一化植被指数,采用像元二分模型对中国北方地区 2000—2012 年植被覆盖度进行定量估算,分析研究区 13 a 间植 被覆盖度的时空变化特征。研究结果表明: 植被覆盖度年内变化特征体现在最大植被覆盖度一般出现在 7 和 8 月 份,与中国北方地区植被的生长季相一致; 整个中国北方地区年最大植被覆盖度呈现缓慢增长的趋势,其增长速率 为每年 0.2%; 年最大植被覆盖度变化的空间分布具有较大差异,其中东北、华北和黄土高原等三北防护林工程建 设区的年最大植被覆盖度有较明显的增长。

关键词:像元二分模型;中国北方;植被覆盖度;时空变化特征

中图法分类号: TP 79; S 127 文献标志码: A 文章编号: 1001-070X(2015)02-0112-06

0 引言

植被覆盖度(fractional vegetation cover, FVC)通 常定义为植被(包括叶、茎及枝)在地面的垂直投影 面积占统计区总面积的百分比^[1],是刻画地表植被 覆盖状况的重要参数^[2]。植被覆盖度及其变化特 征是区域生态系统环境变化的重要指示^[3],在水 文、生态及全球变化等领域研究中有重要意义^[4]。

植被覆盖度信息的获取主要有地面测量和遥感 估算2种方法。根据测量原理,地面测量方法主要 分为目估法、采样法、仪器测量法及模型法等^[5]。 地面测量方法的结果相对准确、客观;但费时、费 力,而且只适用于小尺度范围,很难在较大空间尺度 上连续进行。多光谱、多时相及多尺度的遥感数据 为大区域甚至全球尺度连续监测植被覆盖度提供了 可能。利用遥感数据获取不同时空尺度的植被覆盖 度信息,已经成为估算区域植被覆盖度的主要技术 手段。

植被覆盖度遥感估算方法主要有应用较广的回 归模型法、混合像元分解法及机器学习法^[6-8],以及 有应用较少的物理模型法^[9]、光谱梯度差法^[10]及森 林冠层密度分级法(forest canopy density, FCD)^[11] 等。回归模型法是对植被覆盖度与遥感数据某光谱 波段、光谱波段组合或利用光谱波段计算出的植被 指数进行回归分析,并建立反演模型^[12]。这种方法 对于局部区域具有较好的精度,但是需要大量地面 测量数据,受时空条件限制大,只能针对特定的区域 和植被类型,大范围地推广使用具有不确定性。混 合像元分解模型假设每个地表组分对传感器所观测 到的光谱反射率信号都有贡献,通过求解植被组分 占混合像元所有组分的比例估算植被覆盖 度^[7,13-14]。混合像元分解算法多采用线性光谱混 合理论,其中像元二分模型是线性混合像元分解模 型中最为广泛应用的植被覆盖度遥感估算模型[14]。 机器学习算法主要包括神经网络[15-16]、决策树[17] 及支持向量机^[18-19]等。机器学习算法的步骤一般 为确定训练样本、训练模型和估算 FVC。机器学习 算法的关键在于要确保所选训练样本的准确性和代 表性。地面实测数据虽然可以获得较高精度的训练 样本,但是在代表性和全面性方面具有一定的限制。 本研究旨在应用长时间序列的遥感数据,估算

收稿日期: 2014-01-21;修订日期: 2014-04-28

基金项目:国家自然科学基金项目"基于机器学习和融合算法的全球陆表植被覆盖度遥感估算方法研究"(编号:41301353)、遥感科学国家重点实验室自由探索项目"多尺度植被覆盖度观测实验与遥感产品验证数据集生产"(编号:14ZY-06)、国家 "863"计划项目"全球生态系统与表面能量平衡特征参量生成与应用"(编号:2013AA122801)和国家测绘地理信息局科技 领军人才科技资助项目共同资助。

1 研究区概况和数据源

北方地区环境演化提供基础数据。

1.1 研究区概况

我国北方地区曾经是风沙危害、水土流失比较 严重的区域。1979年,国家决定在西北、华北平原 北部及东北西部等地区建设大型防护林工程,并在 近几年实施了大规模的植被保护与恢复工程,如退 耕还林还草工程、天然林保护工程及京津风沙源治 理工程等。中国北方地区植被覆盖情况发生了巨大 的变化。因此,分析中国北方区域长时间序列的植 被覆盖度时空变化特征对于评价各种生态工程效益 和分析环境演化特征具有重要意义。

本文研究广义上的北方地区,即淮河—秦岭及 其西线的延伸及其以北地区(涉及东北地区、华北 地区、以及青海省以外的西北地区)。由于青藏高 原地区气候环境具有一定的独特性,因此本研究不 涉及青藏高原北部地区。故研究区域以省界为基 础,由东向西包括了黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、 河北、山西、内蒙古、陕西、宁夏、甘肃及新疆等省 (市、自治区)。用于验证 MODIS 植被覆盖度反演 精度的 Landsat 数据覆盖了河北省北部,中心点坐标 为 E115°32′52″,N41°45′58″。

1.2 数据源及其预处理

本文获取的用于估算中国北方地区长时间序列 植被覆盖度的 MODIS 光谱反射率数据已经过大气 校正等预处理^[20]。该数据处理综合利用时间、空间 和光谱信息,减少了云雪误判和漏判,填补了数据的 缺失,经过时间序列的平滑,保证了时空覆盖的完整 性^[20]。MODIS 数据的空间分辨率为1 km,时间分 辦率为8 d,时间范围为 2000—2012 年,其中 2000 年缺少1月份数据,每月共有17个格网覆盖研究 区。本文 MODIS 数据处理主要包括:利用红波段 和近红外光谱波段计算 NDVI,按照月最大 NDVI 值 对时间分辨率重采样,获得月分辨率的数据,并用 MODIS 重投影工具(MODIS reprojection tool, MRT) 对数据进行拼接,并转换为经纬度投影,最终裁剪出 研究区域数据。为了检验 MODIS 数据植被覆盖度 估算精度,本研究利用30m空间分辨率的Landsat5 和 Landsat 7 卫星多光谱数据计算的植被覆盖度进

行精度验证。随机选取轨道号为 14031 的 Landsat 数据作为验证样区,选取该样区 4 个季度的 4 景云 覆盖较少和质量较好的数据作为 MODIS 数据植被 覆盖度验证的样本数据,获取日期分别是 2000 年 4 月 5 日、2001 年 7 月 4 日、2006 年 9 月 20 日及 2006 年 10 月 6 日。Landsat 数据的预处理主要包括大气 校正和云雪掩模,并投影转换为与 MODIS 一致的经 纬度投影。最后利用大气校正后的红波段和近红外 波段光谱反射率数据计算 NDVI 值,进而采用像元 二分模型计算植被覆盖度。

2 研究方法

2.1 像元二分模型

像元二分模型假设像元由植被和非植被2种端 元组成。李苗苗等^[13]讨论了不同植被指数的特点, 指出 NDVI 在利用像元二分模型估算植被覆盖度中 具有更好的表现。因此,本文像元二分模型计算植 被覆盖度的公式为

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_{\text{soil}}}{NDVI_{\text{veg}} - NDVI_{\text{soil}}} , \qquad (1)$$

式中: FVC 为植被覆盖度; NDVI_{soil} 为完全是裸土或 者无植被覆盖像元(即陆地土壤像元)的 NDVI; NDVI_{veg} 为完全由植被所覆盖像元(即纯植被像元) 的 NDVI。只要确定 NDVI_{soil}和 NDVI_{veg}的值,就能计 算每一个像元的植被覆盖度。

对于纯土壤像元的 NDVI,理论上应接近于 0, 但是由于受到环境因素等影响, NDVI soil 通常在 -0.1~0.2 之间变化。一般情况下, NDVI_{soil} 与 NDVIveg取给定置信度的置信区间内的最大值与最 小值,可在一定程度上消除遥感图像噪声所带来的 误差。本研究中,NDVI soil 与 NDVI yeg 的取值是统计所 有155景 MODIS NDVI 数据,并结合研究区植被覆 盖的实际情况得出的。根据频率统计表, NDVI suil 是 选取区域内累计频率为 5% 的像元的 NDVI 值, NDVI_{ver}为累计频率为90%的NDVI像元值;在统计 计算的过程中,当像元值≤0时,认为是水体,不参 与统计计算。在像元二分模型中,NDVI soil 和 NDVI veg 取统一的值,使得长时间序列的数据都在一个相同 的基准上估算植被覆盖度,因而其变化趋势分析更 为可靠。当累计频率分别为5%和90%时,NDVI soil 和 NDVIveg 的取值分别为 0.013 3 和 0.848。

2.2 MODIS 植被覆盖度精度验证

利用像元二分模型对 Landsat 多光谱数据进行 植被覆盖度计算, NDVI_{soil}与 NDVI_{veg}分别选取 NDVI 累积频率 5% 和 95% 时的值^[21]。对于每一景 Landsat 影像,找到其相同时相 MODIS 数据计算的植被 覆盖度(尽量选择时相最接近的),对 MODIS 数据 计算的植被覆盖度进行精度检验。按照 Landsat 数 据中心点所在经纬度坐标,选择 MODIS 数据的 9 像 元 × 9 像元,然后计算 MODIS 每一个像元对应的所 有 Landsat 数据像元的植被覆盖度均值。

2.3 植被覆盖度趋势变化分析

采用线性回归方法对年最大植被覆盖度年际变 化趋势进行分析^[22]。逐像元计算年最大植被覆盖 度年际变化的最小二乘线性回归方程的斜率,即

$$\theta_{\text{slope}} = \frac{n \sum_{i=1}^{n} i NDVI_{i} - \sum_{i=1}^{n} i \sum_{i=1}^{n} FVC_{i}}{n \sum_{i=1}^{n} i^{2} - (\sum_{i=1}^{n} i)^{2}} , \quad (2)$$

式中: n 为研究阶段的年数(本文 n = 13); FVC_i 为 第 i 年最大植被覆盖度; $NDVI_i$ 为第 i 年某像元的植 被覆盖度; θ_{slope} 为研究区间内植被覆盖度变化斜 率,反映了在研究期间植被覆盖度的变化趋势。当 $\theta_{slope} > 0$ 时,表示植被覆盖度增加; 当 $\theta_{slope} = 0$ 时表 示植被覆盖度没有变化; 当 $\theta_{slope} < 0$ 时,则表示植被 覆盖度降低。

3 结果与分析

3.1 中国北方地区植被覆盖度估算

根据水利部 2008 年颁布的《土壤侵蚀分类分级标准》中植被覆盖度分级标准,将植被覆盖度划分为5个等级:低植被覆盖度[0,30%)、中低覆盖度[30%,45%)、中等覆盖度[45%,60%)、中高覆盖度[60%,75%)和高覆盖度[75%,100%]。利用MODIS NDVI数据和像元二分模型估算中国北方地区2000—2012 年长时间序列的植被覆盖度,并进一步利用年最大植被覆盖度,合成得到中国北方地区多年最大植被覆盖度图,直观反映北方地区植被覆盖度空间分布特征,如图1所示。



从图 1 可以看出,中国北方地区植被覆盖度较 大的地区主要在东北地区,由于该区域有大、小兴安 岭等原始森林、辽阔的草原以及松 - 嫩 - 辽平原农 业区等,因此最大植被覆盖度都处于高植被覆盖度 等级。华北平原和黄土高原南部等地区是我国重要 的农业产区,在农作物生长茂盛的夏季,植被覆盖度 也相对较高。

为定量评估 MODIS 数据估算植被覆盖度的精度,采用 Landsat 数据计算的植被覆盖度对 MODIS 数据估算结果进行定量的精度评价,如图 2 所示。



TM 数据植被覆盖度散点图

Fig. 2 Scatter diagram of the MODIS FVC data with the corresponding TM FVC data

在精度评价过程中,对于 Landsat 数据上有云的 像元进行剔除。MODIS 数据估算的植被覆盖度与 对应的 Landsat 数据植被覆盖度的线性回归系数为 0.967,常数项为 0.034, R² 为 0.82,显著性较为明 显;回归方程计算残差平方和为 1.36,中误差为 0.06可以看出中误差相对较小,表明 MODIS 数据估 算植被覆盖度和 Landsat 数据植被覆盖度相差不大, 具有较高的估算精度。

MODIS 数据估算结果可以用来分析中国北方 地区13 a 来的植被覆盖度的动态变化特征和规律。 但是,有些数据点偏差较大,可能与2种数据的成像 时间有关,因为 MODIS 数据是按照1个月为时间分 辨率计算的,目前还很难找到2种在时间上精确匹 配的数据。

3.2 北方地区植被覆盖度年内变化规律

中国北方地区植被的季相变化明显,因此植被 覆盖度在不同季节也有明显变化。本文以我国东北 地区多年植被覆盖度月均值为例说明1a中植被覆 盖度的变化特点。图3为我国东北地区1—12月份 2000—2012年植被覆盖度的对应月份平均值的变 化曲线。从中可以看出,植被覆盖度最大月均值出 现在8月份,7月次之,并且7—9月植被覆盖度变





化不大;最小月均值则出现在1—2月,4—7月为植 被快速生长期,进入秋季之后植被开始落叶,在9— 11月,植被覆盖度迅速减小。统计每年的最大和最 小月均值可以发现,植被覆盖度的变化和植被季相 变化基本一致。

对 2012 年不同季度的植被覆盖度进行分等级 制图,如图 4 所示。



图 4 2012 年不同季度植被覆盖度等级分布图 Fig. 4 Grade distribution of FVC in different quarters in 2012

由图4可以看出,第1季度植被覆盖度普遍偏低,即使在东北的原始森林区,植被覆盖度也处于中等水平,其他地区大多是低植被覆盖度水平。第2季度是植被返青和快速生长的季节,植被覆盖度变化较为明显。在第3季度中期(7—8月)植被覆盖度达到最大,特别是东北地区、华北地区和黄土高原地区。内蒙古西部、甘肃北部和新疆地区则变化不明显,且大多处于低覆盖度水平,这与土地覆盖类型有关,比如内蒙古西部多为荒漠地区。第3季度的植被覆盖度明显比其他3个季度大,第1季度最小,

这与图3中曲线变化特点相一致。年最大植被覆盖 度和第3季度的分布基本一致,大部分像元的植被 覆盖度在第3季度达到最大值,充分说明植被覆盖 度的变化和植被的生长季相一致,在生长最为旺盛 的第3季度植被覆盖度最大。第4季度植被覆盖度 和第1季度相差不大。

3.3 北方地区植被覆盖度年际变化趋势

图 5 是 2000 和 2012 年的年最大和年平均不同 等级植被覆盖度占区域面积的比例。对于年最大植 被覆盖度,2012 年高等植被覆盖度的比例相对 2000





$Fig. 5 \quad Maximum(\,left) \,\, and \,\, mean \,\, annual(\,right) \,\, FVC \,\, in \,\, different \,\, grade \,\, proportion \,\, in \,\, 2000 \,\, and \,\, 2012$

年高出很多,低、中低、中和中高等级则相对 2000 年 较低。在年平均植被覆盖度中,2012 年的中低、中 和高等级植被覆盖度都较 2000 年高。因此,从整体 来看,北方地区 2012 年植被覆盖度比 2000 年有较 大幅度的升高。

为分析 2000—2012 年中国北方地区的植被覆 盖度总体变化趋势,分别统计每月区域均值,计算年 最大植被覆盖度的变化趋势(图 6)。



Fig. 6 Variation profile of FVC from 2000 to 2012 (month resolution)

由图 6 可知,植被覆盖度随时间呈周期性变化, 在不同的年份,其月平均值有一定的浮动,但是整体 呈增长趋势,增长速率可达到每年 0.2%。

提取 2000—2012 年的 MODIS 数据每年最大植 被覆盖度,然后计算植被覆盖度的变化趋势,并按照

斜率大小,划分不同的等级,得到 2000—2012 年的 植被覆盖度变化趋势空间分布图,如图 7 所示。



图 7 2000—2012 年植被覆盖度变化趋势空间分布 Fig. 7 Spatial distribution of FVC change trend from 2000 to 2012

统计不同变化等级的面积比例,如表1所示。

Tab. 1	Area	percentage in different grade scale of FVC change slopes
	表1	植被覆盖度变化斜率不同等级范围的面积比例

变化斜率	≤ -0.002	(-0.002,0.002]	(0.002,0.006]	(0.006,0.010]	(0.010,0.014]	>0.014
面积比例/%	8.7	61.2	13.3	6.2	3.8	6.8

从图 7 和表 1 可以看出,在 2000—2012 年 13 a 间,61.2%的地区植被覆盖度没有发生明显的变化, 植被覆盖度降低的区域主要分布在新疆北部和内蒙 古东部的一些地区。但是,在内蒙古东部边界(位 于东北造林区内)、内蒙古中南部和宁夏、陕西北部 (黄土高原造林区)、华北平原,北部地区植被覆盖 度增加趋势非常明显。

4 结论

 北方地区植被的季相特征明显,植被覆盖度 呈现明显的年周期变化规律,每年最大植被覆盖度
 一般出现在7-8月,最小值一般在1-2月。

2)在 2000—2012 年这 13 a 间,北方大部分地 区植被覆盖度变化趋势相对稳定,但具有明显的空 间分布差异;整个北方地区年最大植被覆盖度呈缓 慢增长的趋势,其增长率为每年 0.2%。

下一步需要结合气候资料和地面调查,对造成植 被覆盖度变化的自然因素和人为因素进行分析。

参考文献(References):

 [1] 梁顺林,李小文,王锦地,等.定量遥感:理念与算法[M].北 京:科学出版社,2003:382.

Liang S L, Li X W, Wang J D, et al. Advanced Remote Sensing: Concepts and Algorithm [M]. Beijing: Science Press, 2003;382.

[2] 程红芳,章文波,陈 锋. 植被覆盖度的遥感估算方法研究进展
 [J]. 国土资源遥感,2008,20(1):13-18. doi:10.6046/gtzyyg.
 2008.01.02.

Cheng H F, Zhang W B, Chen F. Advances in researches on application of remote sensing method to estimating vegetation coverage [J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2008, 20(1):13 - [3] 邢著荣,冯幼贵,杨贵军,等. 基于遥感的植被覆盖度估算方法 述评[J]. 遥感技术与应用,2009,24(6):849-854.
 Xing Z R, Feng Y G, Yang G J, et al. Method of estimating vegetation coverage based on remote sensing[J]. Remote Sensing Technology and Application,2009,24(6):849-854.

18. doi:10.6046/gtzyyg.2008.01.02.

- [4] Zeng X B, Dickinson R E, Walker A, et al. Derivation and evaluation of global 1 km fractional vegetation cover data for land modeling[J]. Journal of Applied Meteorology, 2000, 39(6):826-839.
- [5] 江 辉. 基于遥感的植被覆盖度估算及其动态研究——以鄱阳 湖区为例[D]. 南昌:南昌大学,2005.
 Jiang H. Study on Vegetation Coverage and its Dynamic Change by Remote Sesing: A Case Study of the Poyang Lake[D]. Nanchang: Nanchang University,2005.
- [6] Van de Voorde T, Vlaeminck J, Canters F. Comparing different approaches for mapping urban vegetation cover from Landsat ETM ⁺ data: A case study on brussels [J]. Sensors, 2008, 8(6):3880 3902.
- [7] Xiao J F, Moody A. A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert – to – upland transition zone in central New Mexico, USA[J]. Moody A. Remote Sensing of Environment, 2005, 98 (2/3):237 – 250.
- [8] North P R J. Estimation of FAPAR, LAI, and vegetation fractional cover from ATSR - 2 imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 80(1):114 - 121.
- [9] Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(8):1533-1543.
- [10] 唐世浩,朱启疆,王锦地,等.三波段梯度差植被指数的理论基础及其应用[J].中国科学:D辑,2003,33(11):1094-1102.
 Tang S H,Zhu Q J, Wang J D, et al. Principle and application of three band gradient difference vegetation index[J]. Science in China Series D;Earth Sciences,2005,48(2):241-249.
- [11] 贾 坤,姚云军,魏香琴,等. 植被覆盖度遥感估算研究进展
 [J].地球科学进展,2013,28(7):774-782.
 Jia K, Yao Y J, Wei X Q, et al. A review on fractional vegetation

cover estimation using remote sensing[J]. Advances in Earth Science, 2013, 28(7):774-782.

[12] 宋 莎. 基于多源遥感数据的植被覆盖度研究[D]. 成都:四川农业大学,2010.
 Song S. Retrieval of Vegetation Coverage Using Multi - sensor Re-

mote Sensing Data[D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2010.

- [13] 李苗苗,吴炳芳,颜长珍,等.密云水库上游植被覆盖度的遥感 估算[J].资源科学,2004,26(4):153-159.
 Li M M, Wu B F, Yan C Z, et al. Estimation of vegetation fraction in the upper basin of Miyun Reservior by remote sensing [J]. Resources Science,2004,26(4):153-159.
- [14] 陈 晋,陈云浩,何春阳,等. 基于土地覆盖分类的植被覆盖率估 算亚像元模型与应用[J]. 遥感学报,2001,5(6):416-422,481. Chen J,Chen Y H,He C Y,et al. Sub - pixel model for vegetation fraction estimation based on land cover classification[J]. Journal of Remote Sensing,2001,5(6):416-422,481.
- [15] Camacho F, Cernicharo J, Lacaze R, et al. GEOV1: LAI, FAPAR essential climate variables and FCOVER global time series capitalizing over existing products. Part 2: Validation and intercomparison with reference products[J].Remote Sensing of Environment, 2013, 137:310 - 329.
- [16] Baret F, Weiss M, Lacaze R, et al. GEOV1 ; LAI and FAPAR essential climate variables and FCOVER global time series capitalizing over existing products. Part1 ; Principles of development and production [J]. Remote Sensing of Environment ,2013 ,137 ;299 –

309.

- [17] Hansen M C, DeFries R S, Townshend J R G, et al. Towards an operational MODIS continuous field of percent tree cover algorithm: examples using AVHRR and MODIS data[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 83 (1/2): 303 - 319.
- [18] Huang C Q, Song K, Kim S, et al. Use of a dark object concept and support vector machines to automate forest cover change analysis [J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(3):970-985.
- [19] Su L H. Optimizing support vector machine learning for semi arid vegetation mapping by using clustering analysis[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2009, 64(4):407 – 413.
- [20] 梁顺林,袁文平,肖 青,等.全球陆表特征参量产品生成与应用研究[J].中国科学院院刊,2013,28(s1):122-131.
 Liang S L, Yuan W P, Xiao Q, et al. Generation and applications of global land surface satellite(GLASS)products[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences,2013,28(s1):122-131.
- [21] 贾维花,廉丽姝,吕宜平,等. 基于 TM 数据的黄河三角洲地区 植被覆盖度提取[J]. 地理信息世界,2012,10(6):62-66,74.
 Jia W H,Lian L S,Lv Y P, et al. The derivation of vegetation fraction based on TM data in Yellow River Delta [J]. Geomatics World,2012,10(6):62-66,74.
- [22] Duan H C, Yan C Z, Tsunekawa A, et al. Assessing vegetation dynamics in the Three – North Shelter Forest region of China using AVHRR NDVI data [J]. Environmental Earth Sciences, 2011, 64 (4):1011 – 1020.

Fractional vegetation cover estimation in northern China and its change analysis

LI Yuwei¹, JIA Kun¹, WEI Xiangqin², YAO Yunjun¹, SUN Jun³, MOU Liqiu⁴

(1. State Key Laboratory of Remote Sensing Science, School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Comprehensive

Design Team of Xilinji Forestry Bureau, Da Hinggan Ling 165300, China; 4. Greater Khingan Range Shenzhou Polar Wood Industry Co., Ltd. Yijia, Da Hinggan Ling 165300, China)

Abstract: The aim of this study is to analyze the spatial – temporal pattern and change of fractional vegetation cover (FVC) in northern China since 2000. FVC of northern China from 2000 to 2012 was estimated using dimidiate pixel model based on the normalized difference vegetation index (NDVI) calculated by MODIS spectral reflectance data. The FVC change trends and characteristics of the study area during the 13 years were analyzed. The inner annual FVC change trend in northern China indicated that the maximum FVC generally appeared in July or August, which was consistent with the vegetation growth season. The maximum annual FVC showed a slightly increase trend in the whole study area, and the annual increase rate was 0.2%. However, the spatial distribution of maximum annual FVC change trend had great differences. The typical regions of the Three – North Shelter Forest Region such as Northeast China, North China and Loess Plateau region had an obviously increase in maximum annual FVC. **Keywords**: dimidiate pixel model; northern China; fractional vegetation cover; spatial – temporal change characteristics

第一作者简介:李钰溦(1990-),女,硕士研究生,主要从事定量遥感方面的研究。Email: yuwei_breeze@163.com。

通信作者:贾 坤(1983 -),男,博士,硕士生导师,主要从事定量遥感方面的研究。Email: jiakun@ bnu. edu. en。