

MODIS 卫星 NDVI 时间序列变化在冬小麦 面积估算中的应用分析

李红梅, 张树誉, 王 钊

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710014)

摘 要: 以陕西小麦主产区关中地区为研究地点, EOS/MODIS 卫星数据为主要数据源, 借助冬小麦地面定位调查数据和土地覆盖类型图作为辅助信息, 计算得到不同覆盖类型的植被指数时序曲线图, 找出冬小麦发育期植被指数变化规律, 剔除小麦生长季节的非麦区信息, 用几个关键期的植被指数变化差值图设定不同阈值, 利用 GIS 空间分析功能得到麦区分布图和麦区面积。结果表明, 应用遥感估算麦区面积与实际调查统计结果较为一致。从实际应用来看, 该方法为大区域作物面积估算提供了一种更为快捷、经济的途径, 也进一步说明 MODIS 数据在农业领域中的应用潜力。

关键词: EOS/MODIS; 冬小麦; 归一化植被指数; 土地覆盖; 种植面积

中图分类号: S127

文献标识码: A

文章编号: 1673 - 7148(2011)03 - 0046 - 04

引 言

随着遥感技术的发展, 其应用领域也在不断扩大, 农业已经成为遥感技术应用的一个重要领域。长期以来, 我国农作物种植面积都是依靠人工方法, 通过抽样调查和逐级汇总方式获取数据, 这种方法不仅花费大量的人力、物力, 而且受各种主客观因素的影响, 精度受到很大限制。遥感技术的快速发展, 为农作物种植面积快速、准确、动态监测提供了新的技术手段^[1-2]。农作物种植面积遥感估算是农作物估产的重要基础性工作之一, 是农作物遥感估产的前提和出发点^[3], 它的精度影响着农作物估产的精度^[4]。20世纪70年代, 美国农业部、国家海洋和大气管理局(NOAA)曾利用陆地卫星, 结合高空和低空遥感以及地面观测等同步观测, 进行了一系列大面积作物清查试验(简称LACIE)。随后, 其他国家也积极利用遥感技术, 进行了耕地资源调查及作物估产等方面的理论、方法和业务化运行研究^[5]。近20a来, 我国在利用卫星遥感技术监测农作物种植面积和作物估产方面也已经取得了可喜的进步, 收

到了较好的社会经济效益。但在我国目前的土地使用制度下, 田块分布比较破碎, 作物类别多样, 且由于遥感信息中大量存在的“同物异谱”、“同谱异物”现象, 即使选用较高空间分辨率遥感数据(如Landsat/TM数据), 仍然不能精确识别不同的作物类型^[6]。本文以陕西省关中地区为例, 利用多时相的EOS/MODIS卫星数据(MODIS数据), 结合地面定位调查数据和高分辨率的Landsat/TM数据解译的土地覆盖类型图, 来提取冬小麦的播种区域, 并对播种面积进行估算分析, 为今后农作物面积估算提供一个新的参考途径和方法。

EOS/MODIS卫星的发射为农业遥感提供了一个新的信息源。该数据具有成像面积大而利于获取宏观同步信息, 且资料来源均匀、连续、实时性强, 成本低, 不受地域条件限制的特点。同时, 改进了AVHRR数据的空间分辨率, 将其最大分辨率提高到250m, 比SPOT、Landsat/TM和AVHRR有更高的光谱分辨率, 达到了36个波段和更高的时间分辨率, 可以提供不同时相的遥感影像和植被指数时间序列变化数据, 利于植被与农作物的区分及遥感判

收稿日期: 2011-06-17; 修订日期: 2011-07-19

基金项目: 陕西省气象局研究型业务重点科研项目(2007Z-8)资助

作者简介: 李红梅(1984-), 女, 河南商丘人, 工程师, 学士, 从事遥感干旱监测与遥感环境监测应用研究。E-mail: lee8003@163.com

读,还可及时获取作物长势动态变化信息。

1 资料和方法

1.1 研究区域概况

关中地区地处秦岭北麓渭河冲积平原,总面积 55500 km²,平均海拔约 500 m,包括西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南 5 个省辖地级市。该区属典型的大陆性季风气候,冬季严寒多西北风,夏季炎热多东南风,春秋气候温和多东风,年均气温和降雨分别为 12~14℃和 600~750 mm,是陕西省主要的农业生产基地,主要栽培小麦、玉米和棉花。

1.2 资料来源

依据关中地区冬小麦生育期分布时段,研究所选数据为 2006 年 2-10 月共 9 个月的晴空影像,空间分辨率为 250 m。结合 TM 影像解译得到的土地覆盖类型图来区分不同植被类型和冬小麦。冬小麦地面调查数据时段在 2006 年 4 月 9 日-6 月 17 日。调查区域在关中地区,调查路线为关中环线,内容包括样点名称、通过 GPS 获取的样点实测坐标、作物类型、生长状况、长势评价及其拍摄的样点图片信息等,以此作为研究的样本数据和检验数据。

1.3 技术方法

1.3.1 MODIS 数据选取和植被指数计算

由于 MODIS 数据覆盖范围比较大,单个时相的数据会因受云雾的影响而出现异常情况,因此对 MODIS 数据先进行筛选,通过获取的快视图选取 2006 年 2-10 月的 MODIS 晴空数据,然后再进行植被指数计算。在遥感图像上,植被信息通过绿色植物叶子光谱特征的差异及动态变化来反映。植被指数是由多光谱数据经线性和非线性组合构成的对植被有一定指示意义的各种数值,通常利用植物光谱中的近红外与可见光红光两个最典型的波段值来估算植被指数,目的是为了增强植被信号,同时减少太阳辐照度和土壤背景的影响^[7-9]。

标准化差值植被指数(NDVI)是反映地表植被特征的遥感参数,反映了地表植被空间分布密度。MODIS 的第一波段(0.62-0.67 μm)、第二波段(0.841-0.876 μm)分别是红色和近红外波段。利用这两个波段可以计算归一化植被指数,最后得到 15 张 NDVI 时间序列植被指数图像。NDVI 计算公式如下:

$$NDVI = \frac{X_{IR} - X_R}{X_{IR} + X_R}$$

式中 X_{IR} 为近红外波段的反射值, X_R 为红光波段的反射值。

1.3.2 不同覆盖类型的植被指数变化规律及冬小麦提取原理

结合样点调查数据对 Landsat/TM 图像解译的土地覆盖类型图进行分析发现,由于光谱信息中存在的“同物异谱”或“同谱异物”,研究区内冬小麦区容易与花木、草地以及果园等某些光谱信息混淆。根据地面调查数据和土地覆盖类型图,结合实测 GPS 定位坐标,在由 MODIS 图像所获取的 15 张植被指数图上选择不同类型的典型地块,做出时间序列图像的植被指数曲线(见图 1)。

图 1 横轴为时间序列,从 2006 年 2 月 20 日开始到 10 月 26 日,其中冬小麦区的植被指数数据提取是从 2 月 20 日开始,其余类型的植被指数信息是从 4 月 1 日开始;纵轴为 NDVI 值。从图 1 可以清楚地看出,冬小麦的生长时间序列 NDVI 曲线呈明显的双峰型。关中地区 10 月上旬冬小麦开始播种,10 月中下旬出苗。随着冬小麦的出苗生长,NDVI 开始上升,到 2 月中下旬冬小麦开始返青,NDVI 逐步升高,4 月开始拔节,5 月初开始抽穗,NDVI 达到峰值,冬小麦从抽穗、灌浆到乳熟,一直到 6 月上旬冬小麦成熟,NDVI 值是逐渐下降的。6 月中旬小麦基本收获完毕,开始播种玉米,NDVI 降至最低。6 月中下旬玉米出苗,NDVI 又逐渐升高,7 月下旬玉米拔节至 8 月底乳熟,NDVI 又出现一个峰值,然后又急剧下降,直到 10 月中旬小麦出苗,NDVI 又开始上升。其余几种类型 NDVI 曲线大致呈单峰分布规律,只是峰值出现的时间略有差异,乔木和果园的 NDVI 到 9 月份还依然保持较高数值,10 月植被指数缓慢下降。城区绿地的植被指数受多种因素影响,动态变化不明显。

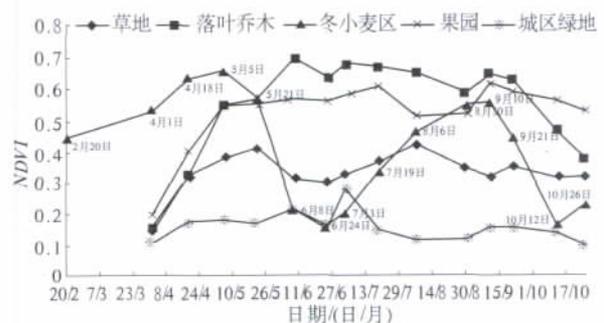


图 1 不同植被类型 NDVI 时间序列变化曲线

根据以上分析,利用 MODIS 影像上的几个关键生长期的 NDVI 值的变化规律,可以提取出冬小麦信息。提取的原理为:植被的光谱特征曲线具有相似性,不同类型植被的光谱特征曲线会发生重叠或

交叉,也就是会发生所谓的“同谱异物”现象,仅依据单一时相的 Landsat/TM 图像很难精确识别出不同的作物类型。但是,各种作物的生长都有各自的物候期,如播种、出苗、成熟、收获等,同一种作物在同一个地区具有相对稳定的生长发育规律。因此,不同作物物候历的种间差异可作为作物类型识别的重要依据^[10]。在研究中,以 Landsat/TM 进行作物识别为基础,初步提取出冬小麦分布的范围和面积信息,利用多时相 MODIS 遥感数据,分析由于不同作物物候期的差异构成的光谱特征信息的差异,建立合适的辅助提取模型,修正冬小麦的分布和面积信息,从而最终准确提取出研究区的冬小麦面积。具体流程为:首先利用植被指数有明显增减变化的时段做植被差值图像,然后根据调查数据设定阈值,结合上面的各时段不同覆盖类型的植被指数变化规律来提取冬小麦区。这里用 $NDVI(D)$ 表示不同时期的 $NDVI$ 值, D 为图 1 中时间序列图像的某一张图像日期,本文就是用冬小麦返青期至拔节期的 $NDVI$ 时序规律得到 $NDVI_{4.18} - NDVI_{2.20} > T1$ 、 $NDVI_{4.01} > NDVI_{2.20}$ 的像元为冬小麦。其中, $NDVI$ 的下标表示 $NDVI$ 值的日期,如 $NDVI_{4.18}$ 表示 4 月 18 日的 $NDVI$ 值; $T1$ 为 $NDVI$ 的阈值,根据野外 GPS 调查点的数据统计得出。

2 结果与分析

依据上文所述原理及方法,对关中地区 2006 年冬小麦种植面积进行了提取,得到冬小麦播种区域分布图(图 2)。利用 GIS 空间分析功能,设定不同阈值,得到不同的面积统计结果;然后结合调查点的数据进行多次比较,得到几个近似阈值范围;最后根据不同阈值范围统计出的麦区面积相差不大,用遥感图像统计出的麦区面积与调查统计的数据相比,得到的比值用 R 表示, R 的范围在 0.911 ~ 1.027,其中最高精度达 97.8%。试验结果表明,用 MODIS 影像

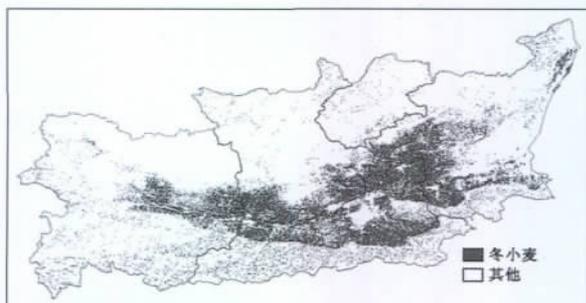


图 2 关中地区冬小麦分布图

来提取大面积的冬小麦分布面积具有可行性,且精度与实际调查面积接近,可为今后作物面积统计提供一种简便快捷的方法。

3 结论与讨论

本文利用 MODIS 卫星晴空数据、结合地面调查数据和高分辨率的 Landsat/TM 数据解译得到的土地覆盖类型图像,根据不同覆盖类型的植被指数在不同生长阶段的变化规律提取出小麦分布区域,然后利用冬小麦几个生长关键期的植被指数变化得到植被差值图像,再结合定位点调查数据设定不同的阈值范围,最后利用 GIS 空间分析统计得到冬小麦分布面积。通过与实际调查统计面积对比发现,该方法的估算最高精度可达 97.8%。该方法为今后区域农作物面积估算提供了一种有效的途径,不仅可以节省大量的人力物力,还可以在图上很直观地反映出冬小麦区域分布状况。

卫星资料所反映的冬小麦长势是地面的实况,但由于地形、气候的差异,通常冬小麦不是在同一发育期水平。本文研究区域较大,忽略了不同条件影响而导致的不同地区作物发育期的差异。由于一个大区域设定一个统一阈值会导致某些县小麦面积偏少、某些县偏多,综合起来考虑总体精度不会受太大影响。但针对具体小范围研究,这些外在条件的影响不容忽视。其次,不同年份相同时段的冬小麦植被指数会出现高低不均,所以同一地区不同年份相同时段的植被差值阈值的设定会有所改变,针对具体区域还要更细化阈值设定的参考因素。并且遥感监测受天气条件影响很大,研究时段内晴空资料很难保证,有时要对植被指数进行合成,达到去云效果。总之,利用 MODIS 数据进行小麦面积估算是一种实用可行的方法,但在图像预处理、辅助信息利用以及阈值设定的精细化等方面,仍需要深入分析和探讨。

参考文献

- [1] 童庆禧. 遥感科学技术进展[J]. 地理学报, 1994, 49(增刊): 616-623.
- [2] 刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J]. 遥感学报, 1997, 1(3): 225-230.
- [3] 张养贞, 张树文, 常丽萍, 等. 县级玉米遥感估产实验及其效果研究[J]. 地理科学, 1995, 15(2): 144-153.
- [4] 吴炳方. 水稻种植面积提取技术设计[C]//陈沈斌. 小麦、玉米和水稻遥感估产技术试验研究文集. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 34-38.

- [5]李郁竹. 农作物气象卫星遥感监测和估产研究进展及前景探讨[J]. 气象科技, 1997, 25(3): 29-35.
- [6]赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [7]包安明, 张小雷, 方晖, 等. MODIS 数据在新疆生态环境建设中的应用[J]. 干旱区地理, 2004, 27(2): 256-260.
- [8]池宏康. 黄土高原地区提取植被信息方法的研究[J]. 植物学报, 1996, 38(1): 40-44.
- [9]Qi J, Chehbouni A, Huete A R. A Modified Soil Adjusted Vegetation Index[J]. Remote Sens Environ, 1994, 48: 119-126.
- [10]崔读昌, 刘洪顺, 闵谨如, 等. 中国主要农作物气候资源图集[M]. 北京: 气象出版社, 1984.

Application and Analysis of MODIS Satellite NDVI Time Series Change in Winter Wheat Area Estimate

Li Hongmei, Zhang Shuyu, Wang Zhao

(Shanxi Provincial Agricultural Remote Sensing Information Center, Xi'an 710014, China)

Abstract: The study area of this paper is Guanzhong in Shanxi province, which is a major wheat-growing region. Based on EOS/MODIS satellite data, the survey data of winter wheat and the classification of land cover based on Landsat/TM image, we can get a vegetation index time series curve of different land cover. According to the *NDVI* variety of winter wheat during its growth and development period, we eliminate the non-wheat area information. Different thresholds will be set though compared the wheat's *NDVI* which in different critical growth period. The distribution and area of winter wheat will be analyzed and estimated with the help of spatial analysis module of GIS. The result shows that the accuracy rate of area by using this method is high. This approach may be an important tool for estimating area of regional crop over large area, and application potential of MODIS data in agriculture is proved better.

Key words: EOS/MODIS; winter wheat; NDVI; land cover; sown area