

基于多时相遥感数据和 HSV 变换的 越冬前冬小麦面积提取*

赵叶^{1,2}, 李存军^{1*}, 周静平¹, 竞霞², 荆伟斌^{1,2}

(1. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097; 2. 西安科技大学, 陕西西安 710054)

摘要:【目的】冬小麦种植面积的提取对保障粮食安全和估产工作具有重要意义, 已有冬小麦面积监测方法存在的所需数据量多、时间滞后等问题亟待解决。【方法】基于入冬前的 2017 年 11 月 21 日(分蘖期)和 2017 年 12 月 24 日 Landsat8 OLI 影像, 将 MIR、NIR 和 RED 波段进行 HSV 变换, 并计算地物的 NDVI; 利用全国土地利用图提取耕地与非耕地两类地物, 统计分析两类地物 NDVI 值、H 波段值的关系并设置阈值, 初步提取疑似小麦种植区; 利用小麦两个时相 S 值增大的特点准确提取小麦种植区域。【结果】利用多时相遥感数据中 NDVI、H 和 S 差别提取的试验区冬小麦种植面积, 与地面调查、县区统计年鉴数据有较高的一致性。【结论】HSV 阈值划分方法适用于冬小麦种植面积提取, 能够提高小麦面积估算的时效性。

关键词: 冬小麦; 面积提取; HSV 色彩模型; 早期监测; 遥感影像

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20190603

0 引言

冬小麦是我国主要粮食作物之一, 冬小麦种植面积监测是国家和政府部门十分关心的问题, 监测冬小麦种植面积不仅对我国小麦产业的发展有着重要意义, 也是保障国家粮食安全的关键环节^[1-3]。传统地面调查速度慢、精度低、耗费大量人力物力财力, 且受人为因素影响大, 难以满足政府部门宏观指导和科学决策的需求。遥感技术可以在短期内连续获取大范围的地面信息^[4], 实现农业信息的快速收集和定量分析, 是目前对地观测和信息获取的有效手段^[5]。

已有的农作物种植面积提取方法通常是利用小麦生长后期或全生育期时间序列影像, 通过选定关键物候期的植被指数阈值建立识别模型, 提取作物分布面积。张喜旺等^[6]通过 2010 年河南省冬小麦全生育期 MODIS 时间序列特征结合冬小麦季相节律信息提取了当地冬小麦面积及空间分布信息; 刘剑锋等^[7]利用 2010—2011 年 MODIS 数据, 根据地面调查样点提取冬小麦 NDVI 时间序列曲线, 构建识别模型并提取了开封市

收稿日期: 2019-10-08

第一作者简介: 赵叶(1995—), 硕士研究生。研究方向: 农业遥感。Email: zhaoy1721@163.com

* 通信作者简介: 李存军(1975—), 博士、研究员。研究方向: 农林生态遥感与信息技术。Email: licj@nercita.org.cn

基金项目: 国家自然科学基金项目“综合前期光谱和上茬作物时序遥感数据的冬小麦播期监测方法研究”(4167011560)

2010—2011 年冬小麦面积信息；姜涛等^[8]利用 2014—2015 年 MODIS 数据构建冬小麦全生育期时间序列曲线，在物候分析基础上选择冬小麦识别特征，构建了一种抗时序数据噪声的冬小麦识别方法。但是利用全年时间序列影像的方法对时间序列数据质量要求较高，由于受大气环境等因素的影响，有时无法保证全年数据都具有较高质量，且该方法在小麦生长后期（孕穗期）才能达到精度要求，无法满足生产部门冬季小麦生长管理及提前估产的需求。作物面积监测具有较强的时效性，尽早监测评估是目前亟待解决的问题。

针对小麦生长前期长势稀疏，光谱信息易受土壤背景影响的问题，文章借鉴 Pekel 等^[9]利用 MIR、NIR、RED 波段提取转换荒漠稀疏植被的方法，提出一种将 MIR、NIR、RED 波段转换成 HSV 阈值划分方法。将 MIR 波段作为 NIR 和 RED 波段的补充，MIR 波段对土壤与植被中的含水量反应更为灵敏^[10]，能提高植被与裸土可区分性，获得更加可靠的稀疏植被提取。该方法基于长势较弱的稀疏小麦与其他地物在“H-NDVI 空间”上的差异建立稀疏小麦阈值提取规则，以期实现冬小麦面积的早期检测。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

该文以河北省中南部小麦主产区为研究区域（图 1），包括石家庄市、邢台市和邯郸市的正定县、栾城区、高邑县等 26 个县区，位于北纬 36°05′~42°40′，东经 113°27′~119°50′。河北省是全国三大小麦集中产区之一，河北省小麦总产量一般占到全省粮食产量的 1/3 以上。地处我国第二大平原华北平原腹地，地势低平，土层深厚，土壤肥沃，大部分地区适宜小麦生长。河北省西北区域地势高，不适合种植冬小麦；中南部区域地势平坦，水肥等自然条件良好，更适宜冬小麦种植。研究区内冬小麦通常每年的 9 月底至 11 月播种，次年 6 月收获。

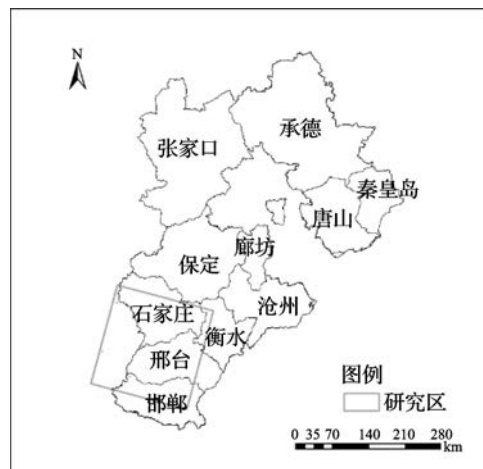


图 1 研究区概况

Fig.1 Overview of the study area

2019年12月

1.2 数据源

该文采用的数据包括 Landsat8 OLI 影像、2017 年河北省土地利用类型分布数据、地面小麦种植田块调查数据和河北省各县小麦种植面积统计年鉴数据。

冬小麦在生长发育阶段会表现不同的物候特征，在遥感影像上呈现光谱差异，该文选择 30 m 空间分辨率的 Landsat8 OLI 影像作为数据源，根据研究区冬小麦的物候特征，在 USGS 网站^[11]下载 2017 年 11 月 21 日（分蘖期）和 2017 年 12 月 24 日两景影像。

NDVI 采用 ENVI5.3 软件计算，公式为：

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

式（1）中， NIR 为近红外波段的反射值， R 为红光波段的反射值。

2017 年河北省土地利用类型分布图在地理国情监测云平台下载^[12]，根据其属性将土地利用类型分为耕地和非耕地。根据实地调查，河北省中南部冬季作物均为冬小麦^[13]。

1.3 HSV 空间色彩变换法

为了提高 Landsat 影像小麦种植区域的识别效果，用 HSV 色彩空间替换 RGB 色彩，HSV 是一种直观的颜色模型^[14]，色调 H 是用角度度量不同颜色，取值范围为 0~360°，从红色开始按逆时针方向计算，红色为 0°，绿色为 120°，蓝色为 240°；饱和度 S 表示颜色接近光谱色的程度。任何一种颜色可以看成是某种光谱色与白色混合的结果，其中光谱色所占比例愈大，颜色接近光谱色的程度就愈高，颜色的饱和度也就愈高。明度 V 表示颜色明亮的程度，对于光源色，明度值与发光体的光亮度有关。对于物体色，该值和物体的透射比或反射比有关，通常取值范围为 0%（黑）~100%（白）。

MIR、NIR 和 RED 波段分别作为 RGB 通道，采用 HSV 色彩变换法将 Landsat 影像 MIR、NIR、RED 波段从 RGB 色彩空间转换至 HSV 色彩空间，以分离出色调、饱和度和亮度值。

1.4 冬小麦面积提取方法

冬小麦面积提取算法流程如图 2 所示。对遥感影像进行预处理，并采用 HSV 色彩空间变换法将 RGB 转换至 HSV 色彩空间，通过小麦和非小麦地物在 H-NDVI 空间上的差异，采用 HSV 阈值法初步识别冬小麦疑似区域，再对疑似区域的色彩饱和度 S 变化值进行统计分析，去除土壤等易混淆地物，最终得到小麦种植区域。因 MIR、NIR、RED 波段值为 DN 值，其取值范围与 RGB 图像不同，所以在进行图像色彩转换之前要先将其 DN 值按比例缩放至 RGB 图像像素值范围（1~255），再进行色彩转换。

2 结果与分析

2.1 阈值设置

将 H 波段影像、NDVI 影像进行掩膜处理，分离出小麦种植区与非小麦种植区，分别转换成 ASCII 格式，并按小麦种植区域与非小麦种植区域分别导入 EXCEL 中，从中随机选取部分样本点建立 H-NDVI 空间散点云图（图 3）。

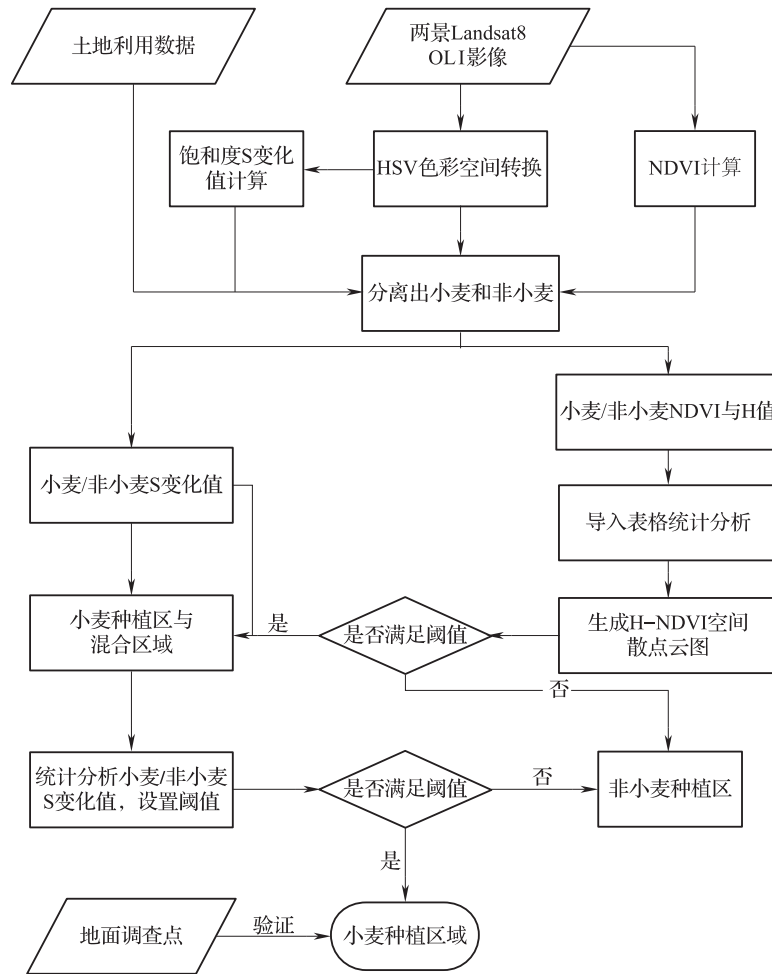


图 2 冬小麦面积提取算法流程

Fig.2 Area extraction algorithm flow of winter wheat

根据 H 值的分布规律将样本点分为 3 个区间，非小麦区、小麦区和混淆区。在生长前期，冬小麦苗株稀疏，长势较弱，在色彩上易与土壤其他地物类型混淆，由图 3 可知小麦和非小麦地物类型 NDVI 普遍较小，非小麦地物 NDVI 与 H 没有明显关联，H 值在非小麦地物 NDVI 范围内波动；而小麦地物随 H 值增大，NDVI 值有增高趋势，小麦的 H 值相对于非小麦地物而言整体偏大，该研究按照 H 值差别设置初步阈值，但是由于在小麦生长初期，苗株稀疏，长势微弱，易与土壤等背景混淆，导致单用一景影像无法准确区分开来，H 值在 45~75° 之间既存在小麦种植区也存在土壤背景等非小麦地物，所以仅靠 H 值尚不能完全区分开。

在冬小麦分蘖期前期利用 H 值对小麦和非小麦地物进行初步区分，设置 $H > 75^\circ$ 为小麦种植区域， $H < 45^\circ$ 为非小麦区域， $45^\circ \leq H \leq 75^\circ$ 为小麦与非小麦混淆区。在 ENVI5.3 中利用 $H \geq 45^\circ$ 建立掩膜，去除非小麦区域，留下小麦种植区和混淆区等待下一步区分。

2019年12月

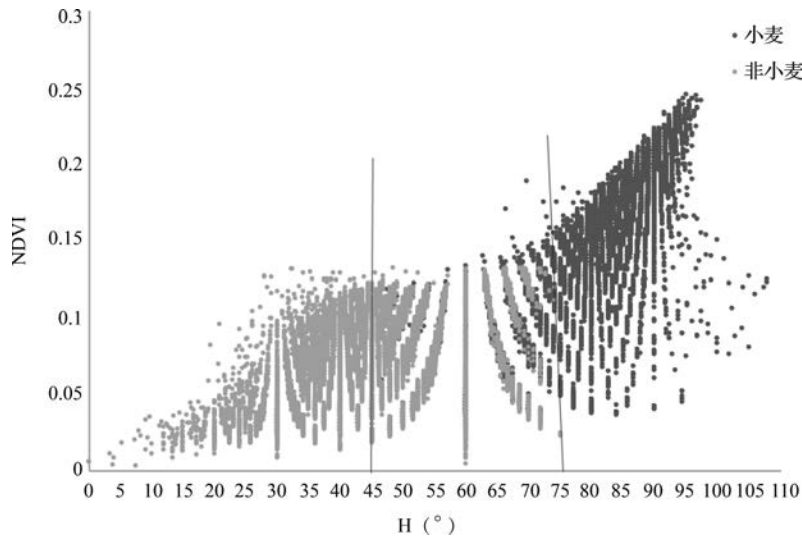


图3 H-NDVI 空间散点图
Fig.3 H-NDVI space scatter diagram

随着冬小麦生长，其色彩饱和度 S 逐步增大，而其他地物随着气温降低，饱和度 S 不变或略有降低，因为 S 值是一个定性指标，可以独立于观测条件等外界因素来识别冬小麦。根据该特征，该研究用掩膜后的 2017 年 12 月 24 日 HSV 影像 S 波段减去 2017 年 11 月 21 日掩膜后 HSV 影像 S 波段，得到的即为饱和度 S 的变化值（以下简称 S-slope），将 S-slope 进行掩膜处理，分离出小麦种植区与非小麦种植区。

分别从小麦和非小麦地物 S-slope 值中随机选取 5 500 个样本并统计各个数值出现的频率直方图。如图 4 所示，频率值为在特定 S-slope 值的样本个数，也就是某个 S-slope 值出现的次数，根据频率值建立正态分布曲线，用以观察小麦和非小麦区域 S-slope 值分布情况。

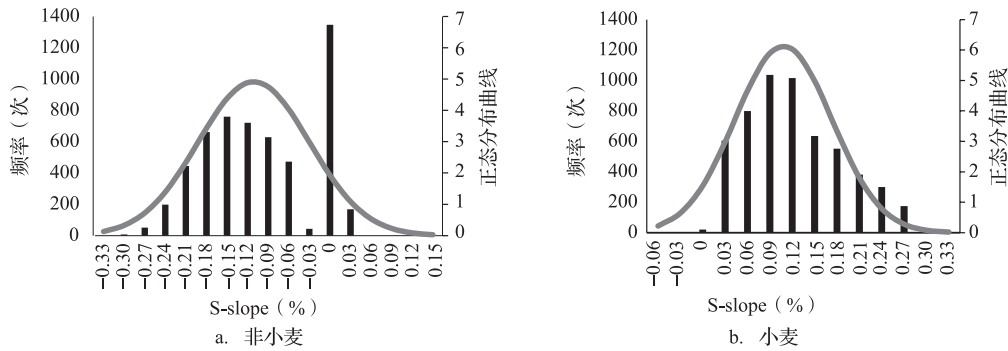


图4 小麦和非小麦地物的 S-slope 值分布
Fig.4 S-slope value distribution of wheat and non-wheat features

由图 4 可知，非小麦地物的 S-slope 值总体偏小，产生该现象的原因为非小麦地物色彩饱和度变化较小甚至不变，而小麦的 S-slope 值聚集在 0.1 附近，其原因为 S 值对颜色的微小变化反应灵敏，小麦生长过程中颜色逐渐加深，饱和度变化明显，S 值发生了较大的变化。根据该特征，设置阈值 S-slope>0.03% 作为小麦和非小麦的区分。

2.2 冬小麦面积提取

按照 $H \geq 45^\circ$ 的阈值规则掩膜，对 2017 年 12 月 24 日影像（图 5a）进行第一次掩膜处理，去除非小麦地物，留下小麦与混淆地物图像（图 5b）；按照 $S\text{-slope} > 0.03\%$ 的阈值规则进行第二次掩膜，去除混淆区域中非小麦地物，得到最终小麦种植区域（图 5c）。

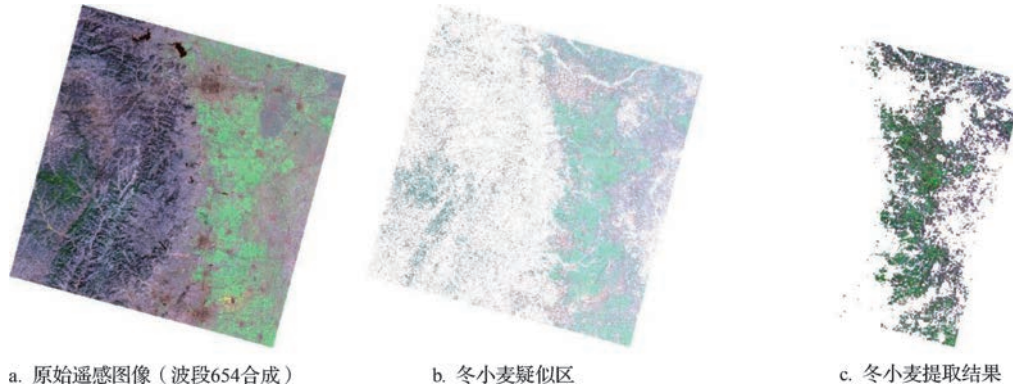


图 5 冬小麦面积遥感提取

Fig.5 Remote sensing extraction of winter wheat area

2.3 结果验证

利用县界分县统计图 5 中各县冬小麦面积，与 2018 年小麦面积统计年鉴数据对比，制作散点图（图 6）。图 6 中实线代表 1:1 线，虚线代表提取面积与统计年鉴数据拟合直线。图中拟合直线接近 1:1 线，且提取面积与统计年鉴数据呈现极显著相关关系 ($R^2=0.9225$)。表明利用多时相遥感数据冬小麦种植面积，与县区统计年鉴数据有较高的一致性。

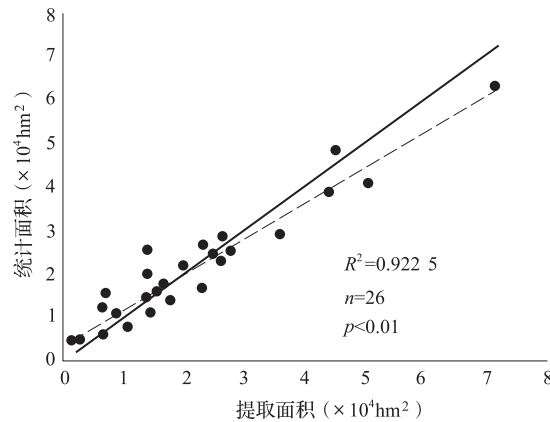


图 6 冬小麦遥感提取面积与统计年鉴数据散点图

Fig.6 Scatter map of remote sensing extraction area of winter wheat and statistical yearbook data

3 结论

该研究采用 HSV 色彩空间变换法将 Landsat8 OLI 影像中 MIR、NIR、RED 波段从 RGB 转换至 HSV 色彩空间。通过分析 Landsat8 OLI 影像中小麦种植区和非小麦种植区在

2019年12月

“H-NDVI”上的空间分布差异,采取阈值法初步排除非小麦区域,进而通过 S-slope 上的差异排除非小麦区域,最终得到小麦种植区域面积。

(1) 传统植被监测多用 NIR 和 RED 波段,该研究加入 MIR 波段,因其对土壤与植被中的含水量反应更为灵敏,提高了植被与裸土的可区分性。

(2) 该研究使用 2017 年 11 月 21 日(分蘖期)和 2017 年 12 月 24 日前后两景进行小麦种植区提取,在冬小麦分蘖后期可实现冬小麦面积监测,基本实现冬小麦面积早期监测。

(3) 利用多时相遥感数据中 NDVI、H 和 S 差别提取的试验区冬小麦种植面积,与地面调查、县区统计年鉴数据有较高的一致性。

该研究中一些小麦田块小,影像本身分辨率及质量对面积监测影响较大,未来可以考虑使用分辨率更高的国产影像,得到更为精确的面积数据,并在更多区域对该方法进行实验和验证。

参考文献

- [1] 杜雨青. 农作物种植面积遥感估算的影响因素研究. 乡村科技, 2018, 35(61): 122~123.
- [2] 李杰, 谭荣建. 基于高分 1 号卫星数据的农作物面积遥感测量. 浙江农业科学, 2018, 59(3): 414~416.
- [3] 权文婷, 王钊. 冬小麦种植面积遥感提取方法研究. 国土资源遥感, 2013, 25(4): 8~15.
- [4] Zhang X., Liao C.. Comparison of pixel decomposition models for the estimation of fractional vegetation cover from remotely sensed data. *Journal of Shihezi University: Natural Science*, 2016, 34(2): 141~147.
- [5] 陈炯, 徐新刚, 杜晓初, 等. 基于 PLS 和组合预测方法的冬小麦收获指数高光谱估测. 中国农业信息, 2019, 31(2): 28~38.
- [6] 张喜旺, 秦耀辰, 秦奋. 综合季相节律和特征光谱的冬小麦种植面积遥感估算. 农业工程学报, 2013, 29(8): 154~163.
- [7] 刘剑锋, 贾玉秋, 张喜旺. 基于时间序列 MODIS-NDVI 的冬小麦遥感识别. 湖北农业科学, 2017, 56(8): 1560~1563.
- [8] 姜涛, 朱文泉, 詹培, 等. 一种抗时序数据噪声的冬小麦识别方法研究. 遥感技术与应用, 2017, 32(4): 698~708.
- [9] Pekel J. F., Ceccato P., Vancutsem C., et al. Development and application of multi-temporal colorimetric transformation to monitor vegetation in the desert locust habitat. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. 2011, 4(2): 318~326.
- [10] Marinho E., Vancutsem C., Fasbender D., et al. From remotely sensed vegetation onset to sowing dates: aggregating pixel-level detections into village-level sowing probabilities. *Remote Sensing*, 2014, 6(11): 10947~10965.
- [11] 美国地质调查局. <https://earthexplorer.usgs.gov/>, 2019.
- [12] 北京数字空间科技有限公司. <http://www.dsac.cn/>, 2019.
- [13] 陶欢, 李存军, 谢春春, 等. 基于 HSV 阈值法的无人机影像变色松树识别. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(3): 99~106.
- [14] 曹永强, 李晓瑞, 朱明明. 河北省主要作物系数时空分布特征. 水利水电科技进展, 2019, 39(2): 37~45.

Area extraction of winter wheat based on HSV transformation

Zhao Ye^{1, 2}, Li Cunjun^{1*}, Zhou Jingping¹, Jing Xia², Jing Weibin^{1, 2}

(1. Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China;

2. Xi'an University of Science and Technology, Shaanxi Xi'an 710054, China)

Abstract: [Purpose] The extraction of winter wheat planting area is of great significance to guarantee food security and yield estimation. The existing methods need a lot of data and time lag to be solved. [Method] Based on the images of Landsat8 OLI on November 21, 2017 (tillering

stage) and December 24, 2017 before winter, HSV transform was performed on MIR, NIR and RED bands, and NDVI of ground object was calculated. The national land use map was used to extract the cultivated land and non-cultivated land features, and the relationship between the NDVI value and H-band value of the two features was statistically analysed and a threshold was set to preliminarily extract the suspected wheat planting area. The wheat planting area was accurately extracted with the increase of S value of two time phases. [**Result**] The planting area of winter wheat in the test area extracted by using the difference of NDVI, H and S in the multi-temporal remote sensing data has a high consistency with the data of ground survey and county statistical yearbook. [**Conclusion**] HSV threshold division method is applicable to the extraction of winter wheat planting area and can improve the timeliness of wheat area estimation.

Key words: winter wheat; area extraction; HSV color model; early monitoring; remote sensing image

欢迎订阅《中国农业信息》

《中国农业信息》(双月刊)由农业农村部主管,中国农学会农业信息分会、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所共同主办,是我国目前全方位传播和刊载国内外农业遥感/农业信息科学领域的信息获取、处理、分析和应用服务的理论、技术、系统集成、标准规范等方面最新进展和成果,促进学术交流以及农业信息学科关键技术与产品的创新研发、集成推广和应用示范的综合性科学技术期刊。

主要刊登农业遥感、农业传感器、农业信息智能处理、精准农业/智慧农业、农业监测预警与信息服务系统、农业物联网、智能装备与控制、虚拟农业、人工智能、信息技术标准等方向学科热点领域的最新、最重要的理论研究和应用成果。主要栏目有:农业遥感、智慧农业、综合研究、农业信息技术、农业物联网、专题报道等。目前被中国知网(CNKI)、万方数据、中文科技期刊数据库、中国核心期刊(遴选)数据库等多家数据库收录。

《中国农业信息》为国内外公开发行的刊物,开本为 16 开,彩色四封,读者范围广,影响面大,全国各地邮局均有订阅。每双月 25 号出版,定价为 25.00 元/册,150 元/年。

邮局汇款

收 款 人:《中国农业信息》编辑部

地 址:北京市海淀区中关村南大街 12 号中国农科院资源所区划楼 319

邮 编:100081

银行汇款

开 户 行:农行北京北下关支行

行 号:103100005063

账 号:11050601040011896

单位名称:中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

电 话:(010)82109632

传 真:(010)82109632

E m a i l : nyxxbjb@caas.cn

邮发代号:2-733

投稿网址:www.cjarrp.com