

地块窗口支持下作物的遥感估产

韩松 贺立源 黄魏 陈璇 张立志

华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070

摘要 为克服样方代表性狭窄、误差大、需重复采样等缺点,提出了基于地块窗口的估产模式,以行政村作为研究区域,利用 QuickBird 影像提取的地块区域作为窗口, TM 影像为主要数据源,结合实地调查,分别以玉米和花生为研究对象,在地块、区域 2 个层面初步探讨了在地块窗口支持下遥感估产的关键技术。结果表明:采用以地块为窗口的分类方法在大比例尺下作物的提取能获得较好的结果;归一化植被指数 NDVI 与单产间呈线性关系,且为显著正相关;地块窗口支持下,以 TM 影像为主要数据源,结合实地调查等方法,是一种比较适合我国地块破碎、种植类型复杂的南方地区的遥感估产模式。

关键词 地块窗口; 遥感估产; 归一化植被指数

中图分类号 S 127 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)02-0206-04

实时获取粮食作物面积、长势等信息,是管理部门进行宏观经济决策的重要依据。目前对农作物长势监测和估产主要有气象预测预报方法、农学预测预报方法、统计预报方法、遥感和地理信息系统预测预报方法 4 种^[1],但只有遥感和地理信息系统方法使得对粮食作物的生长过程进行全程监测成为可能^[2]。我国从 20 世纪 70 年代末开始研究农作物遥感估产以来,已在全国许多省(市)开展了多种农作物的估产研究^[3]。作物遥感的理论基础是绿色植被的波谱特征。对植被的研究多采用近红外、红光、绿光波段。目前广泛采用的表征地表植被绿色特征的归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)就是利用植物近红外和红色波段的特征^[4]。

遥感估产的依据是作物光谱特征与其长势及产量间的定量关系^[5]。同一时相遥感影像中,不同作物及其种植面积确定仍然是遥感估产的关键技术。国内外相关研究中,对遥感影像的分类多配合样方或样条调查结合的方法^[6-7],因此不同作物的分类及其产量估计在很大程度上依赖样方的选取。样方大小、形状和数量对估产精度具有不可忽视的影响^[8-9]。为了保证样方的可靠性,吴炳方等^[10]研制了 GVG 采样系统估算不同作物所占面积比例,该

方法通过集成 GPS、VIDEO、GIS,并以汽车等交通工具作为平台,采用人机互动的方式,针对车辆所经过区域的录像或照片,区别作物种类及其比例来统计不同作物的产量,但精度依赖调查路线和解译经验,属于线状样方采样,且该方法在交通条件差的地方难以施展。马丽等^[11]通过在县域内选择多个 500 m×500 m 的地块样方,采用 SPOT5 多光谱遥感影像对选择的地块样方进行数字化,通过决策树分类算法^[12]获得不同作物的种植比例。然而在未知县域,如何确定代表性样方、样方间的距离和数目设置、分类算法的准确性判断等限制了该法的具体实施。此外,虽然上述技术及其改进在大范围地域内应用时,能提高估产的精度,但是由于年度间种植业布局变化,导致估产系列工作必须年年重复、工作量大、代价也大,影响了遥感农情监测技术的普及应用。

伴随农村信息化的深入发展,信息示范村建设为遥感技术在农情监测中的应用奠定了基础和可靠的保障。本研究利用国家科技支撑计划“现代农村信息化关键技术研究及示范”中信息示范村建设研究所建立的行政村一级的耕地资源空间数据库及其作物种植信息,探索建立了以区域地块为窗口的遥感农情监测模式,并以当地主要作物花生和玉米为例进行了估产应用。

收稿日期: 2010-04-27

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD101304)和华中农业大学人才启动基金项目

韩松,硕士研究生,研究方向:“3S”技术在农业上的应用。E-mail: hansong0916@gmail.com

通讯作者: 贺立源,教授,研究方向: 作物耐非生物逆境生理、农业信息技术及其应用。E-mail: heliyuan@mail.hzau.edu.cn

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

研究区位于湖北省阳樊市襄州区古驿镇，地处鄂豫交界处，襄新公路穿境而过，古驿镇是农业大镇，耕地面积 8 855 hm²，其中 2008 年玉米和花生种植面积分别为 4 733 hm² 和 3 300 hm²。全镇共有 31 个村，248 个村民小组，13 367 户，农业人口 58 762 人。吕镇村是国家科技支撑计划选择建设的农业信息化示范村，地处古驿镇中心，现有 6 个村民小组，1 个居委会，526 户，5 390 人。全村耕地面积 198.7 hm²，其中 2008 年玉米和花生种植面积分别为 117.5 hm² 和 75.9 hm²，是当地主要种植的作物。本研究选择这 2 种作物作为研究对象，具备一定的典型性和代表性。当地花生和玉米一般 5 月初播种，9 月成熟。

1.2 数据选择及预处理

1) TM 影像。研究选取 2008 年 6 月 6 日的经几何校正后的 TM 影像，该影像的空间分辨率 30 m，具有 7 个波段的信息，图像质量良好，影像清楚，调查区域无云遮盖。为保证精度，根据从测绘部门购买的控制点对其进行了校正，尽可能降低配准误差。

2) 耕地地块窗口。在信息示范村建设的空间数据库中提取吕镇村地块图层(图 1)，该图层从空间分辨率为 0.61 m 的 QuickBird 影像经人工数字化而得。研究过程中，3 次到研究区现场确认地块边界和所种作物；调查地块所属农户、种植制度、作物产量等信息，作为本研究的村级行政区地块窗口，得

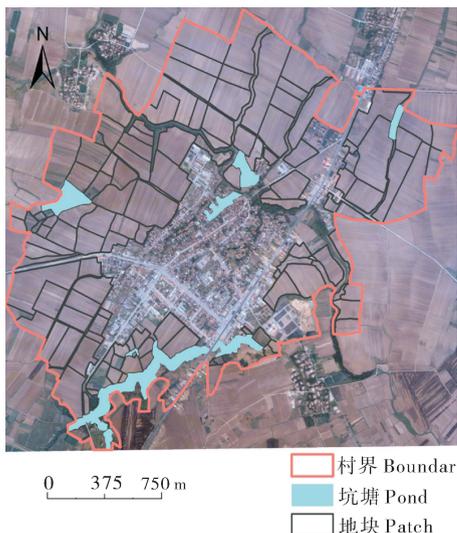


图 1 研究区地块

Fig. 1 Patch of the study area

到 2008 年玉米、花生、其他作物种植面积比例为 59.13% : 38.20% : 2.67%。

1.3 技术路线

以校正的 TM 影像为主要数据源，耕地地块窗口为辅助手段，通过野外调查等方法围绕襄州区古驿镇这个研究区的花生和玉米 2 种作物在多边形(吕镇村耕地地块)层面、区域(古驿镇耕地)层面探讨了 NDVI 与单产的关系。研究技术路线如图 2。

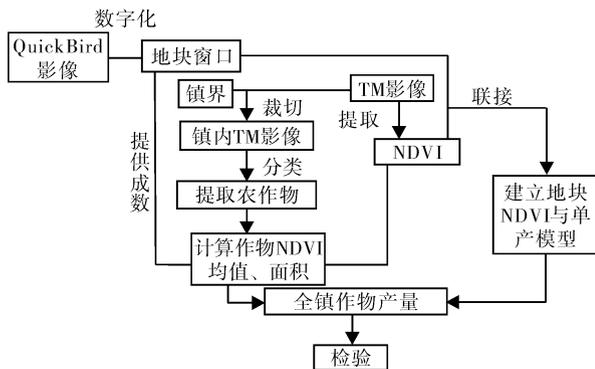


图 2 地块窗口支持下的遥感估产技术路线

Fig. 2 Technology route of yield estimation based on field window

2 结果与分析

2.1 NDVI 与单产之间的关系

首先，从以 QuickBird 影像为底图已数字化的吕镇村耕地地块中选择面积较大、种植类型单一的地块分玉米和花生与 NDVI 图层进行区域统计，即可得到 41 块玉米地、15 块花生地的 NDVI 的均值，通过计算，玉米和花生的 NDVI 与单产间的相关系数分别为 0.853 9 和 0.846 0。然后，将其与实地调查得来的单产建立 NDVI，如图 3 所示。玉米的趋势线拟合程度 $R^2 = 0.729 1$ ，花生的趋势线拟合程度 $R^2 = 0.715 8$ ，经检验，回归方程显著。

2.2 土地利用与作物分类结果

农作物与非农作物在大小、形状、颜色、纹理、布局上的差异为确定农作物面积提供了依据^[12]。

TM 影像经乡镇边界裁切后，得到镇内的 TM 影像，利用此数据进行非监督分类^[13]。以地块窗口提供的土地利用类型为参考，用面积占优法确定地块对应的遥感影像分类的利用类型，将分类得到的 18 类地物综合、概括、合并后得到农作物、林地、水域和其它用地 4 类分布图，如图 4 所示。统计得到农作物面积为 8 424 hm²，精度为 95.13%。分类过

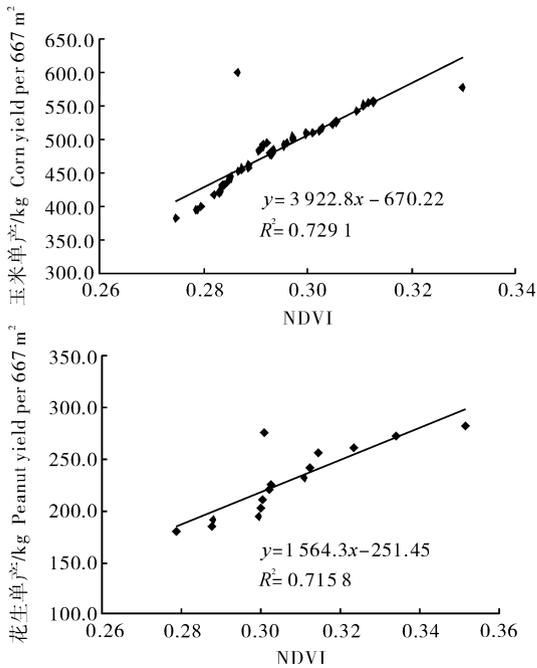


图 3 玉米与花生的 NDVI 与单产之间的关系

Fig. 3 Function relationship between NDVI and yield of corn and peanut

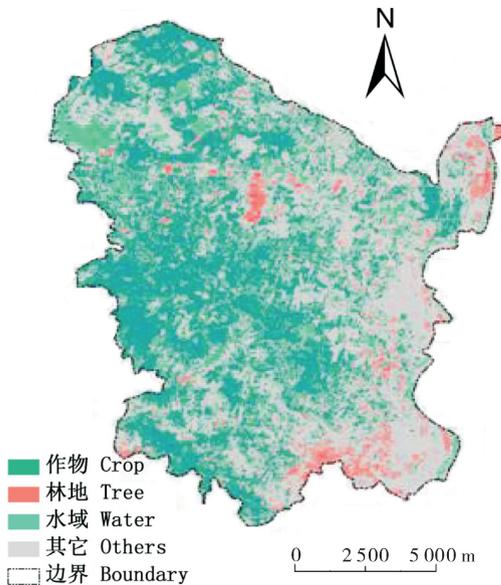


图 4 遥感图像分类结果

Fig. 4 Chart of the classification of the image

程中发现不同绿色植物的光谱曲线仅在吸收和反射光谱的强度有所不同,曲线趋势大致相同。因此,仅根据光谱信息区分不同农作物比较困难。

本研究遥感影像是 2008 年 6 月 6 日获取的,此时节玉米和花生均处于快速生长期,因此,植被覆盖度不高,玉米的 NDVI 均值为 0.297 4,花生的

NDVI 均值为 0.300 5,两者的 NDVI 均值差异非常小,甚至可以忽略。因此,研究先统计出农作物 NDVI 总量,得到农作物的 NDVI 值为 0.298 6/667 m²,然后通过地块窗口提供的种植面积比率派发到具体作物,得到古驿镇玉米、花生和其他作物的遥感分类面积分别为 4 981.11、3 217.97 和 224.92 hm²。与当年统计数据比较,玉米和花生的遥感分类面积误差分别为 5.24% 和 -2.49%。

2.3 估产模型的检验

根据襄阳市 2009 年统计年鉴得知:2008 年古驿镇玉米平均产量 8 400 kg/hm²,种植面积为 4 733 hm²,花生平均产量为 3 000 kg/hm²,种植面积为 3 300 hm²。建立精度评价模型为

$$k = \left(1 - \frac{|\text{估算值} - \text{历史统计值}|}{\text{历史统计值}}\right) \times 100\%$$

得到玉米和花生的平均产量准确率分别为 89.48% 和 92.19%,其中玉米估算值低于统计值而花生则高于统计值;玉米和花生总产准确率分别 94.17% 和 94.87%,其中玉米总产估算值低于统计值而花生则高于统计值;农作物总产(玉米和花生之和)准确率为 96.35%。此结果表明:地块窗口支持下以 TM 影像为主要数据源的方法在小尺度遥感估产上具有较高的可靠性。

3 讨论

本研究中,地块的花生和玉米的 NDVI 均值差异非常小,印证了潘志强等^[14]“仅根据光谱信息对不同农作物进行区分、提取比较困难”的观点。采用人工数字化的方式在 QuickBird 影像上提取的地块边界,能客观反映各种土地利用类型特有的结构形状特征。为确定作物类型和面积,本研究采用了地块窗口支持下的作物遥感估产模式。它在采样面积和估产精度上与 GVG、地块数据方法差不多,但可规避交通不便、解译经验缺乏、分类算法准确性尚待提高等问题。研究结果表明,多源数据支持下的农作物种植面积提取,采用地块窗口数据支持下的以 TM 为主要数据源的农作物提取方法准确率较高;分作物证实了 NDVI 与单产间正相关,建立了估产模型,并以 2008 年该乡镇的 2 种作物的产量进行了验证。研究结果证明,采用高精度 QuickBird 影像提取村域地块作为窗口,以 TM 影像为主要数据源,结合信息示范村耕地利用信息,能克服样方代表性小、误差大、延续性差、需重复采样等缺点,同时既

有区域针对性,又有地块作物实际调查结果进行验证,还可以实现地块历史数据的长期跟踪,是适合我国南方地区应用的一种高效、快速的遥感估产模式。

当区域较小时,作物产量的估算还可通过逐级上报方式统计而得,误差较小;但区域越大,误差会越来越大。地块窗口支持下的遥感估产模式在更大范围应用时,如县域应用,可以根据耕作制度、种植类型等进行典型农作物区域分类,每类选择1种作物种植面积比率与该区作物实际种植面积比率相近的行政村,建立村级地块空间数据库,可以通过更新空间数据库中地块种植信息获取作物类型、生长状况和产量,实现历史跟踪,动态预测。

由于本研究采用的 TM 遥感影像是 2008 年 6 月获取的,此时节玉米和花生都处于快速生长期,因此植被覆盖度不高,NDVI 值偏低,最后建立的产量与 NDVI 值之间的模型准确率相对偏低,若能获取更多副作物生长关键时期的高精度和高光谱遥感影像,进一步减少混合像元的不利影响,建立的模型准确率可能会更高。

参 考 文 献

- [1] 吕庆喆. 农作物遥感估产方法介绍(上)[J]. 中国统计, 2001(5): 56-57.
- [2] 刘扬, 周清波, 刘佳, 等. 基于遥感和 WebGIS 的冬小麦估产支

- 持系统[J]. 中国农业科学, 2008, 41(10): 3371-3375.
- [3] 张海珍, 马泽忠, 周志跃, 等. 基于 MODIS 数据的成都市水稻遥感估产研究[J]. 遥感信息, 2008(5): 63-67.
- [4] WANG Q, ADIKU S, TENHUNEN J, et al. On the relationship of NDVI with leaf area index in a deciduous forest site [J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 94(2): 244-255.
- [5] 白丽, 王进, 蔺桂英, 等. 干旱区基于高光谱的棉花遥感估产研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(8): 2499-2505.
- [6] 黄青, 王迪, 刘佳. 农情遥感监测中空间抽样技术研究现状与发展趋势[J]. 中国农业资源与区划, 2009, 30(2): 13-17.
- [7] 鲁明星, 徐辉, 贺立源, 等. 湖北省钟祥市耕地土壤养分时空变化分析[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(4): 431-437.
- [8] 周红敏, 惠刚盈, 赵中华, 等. 森林结构调查中最适样方面积和数量的研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22(4): 482-495.
- [9] HSU Y C, PEARN W L, CHUANG Y F. Sample size determination for production yield estimation with multiple independent process characteristics[J]. European Journal of Operational Research, 2009, 196: 968-978.
- [10] 吴炳方, 田亦陈, 李强子. GVG 农情采样系统及其应用[J]. 遥感学报, 2004, 8(6): 570-580.
- [11] 马丽, 顾晓鹤, 徐新刚, 等. 地块数据支持下的玉米种植面积遥感测量方法[J]. 农业工程学报, 2009, 25(8): 147-151.
- [12] 马丽, 徐新刚, 贾建华, 等. 利用多时相影像进行作物分类方法[J]. 农业工程学报, 2008, (增刊 2): 191-195.
- [13] 曾群, 喻光明, 杨珊, 等. 基于 RS/GIS 的江汉流域土地利用变化研究[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(2): 224-228.
- [14] 潘志强, 刘高焕, 周成虎. 黄河三角洲农作物种植分区的遥感研究[J]. 地理研究, 2003, 22(6): 799-805.

Remote sensing yield estimation of crop based on field window

HAN Song HE Li-yuan HUANG Wei CHEN Xuan ZHANG Li-zhi

College of Resource and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract To overcome the drawbacks of stricture representativeness of quadrat, great error, resampling, the mode of yield estimation based on field window was proposed. Based on mechanism of remote sensing on crops using administrative village as survey region, the field extracted from QuickBird image and TM image was used as main data. Combining with the methods of field survey, a preliminary discussion about key technology of remote sensing yield estimation based on field window from two aspects of sampling field and region of corn and peanut was made. This study was attempted to extract the crops on large scale, considering that it would have better results of crops using classification supported by field window. It also showed that there was a linear relationship and significant positive correlation between NDVI and yield per unit area. The method using the TM image supported by field window and combining with field survey is considered to be a suitable mode of yield estimation for the southern China with disconnected field and complex plantation type.

Key words field window; remote sensing yield estimation; NDVI

(责任编辑: 张志钰)