

# 利用多时相 HJ 卫星 CCD 遥感影像 提取嘉祥县秋收作物

刘珺<sup>①,②</sup>, 田庆久<sup>①</sup>, 黄彦<sup>①</sup>, 杜灵通<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> 南京大学国际地球系统科学研究所, 南京 210093; <sup>②</sup> 山西工程职业技术学院, 太原 030009)

**摘要:** 作物种植面积对调整农业结构、制定区域粮食安全政策有着十分重要的意义。本文以山东省嘉祥县为研究区, 利用 3 景不同时相的 HJ 卫星 CCD 遥感数据, 结合野外调查样本, 通过分析研究区主要秋收作物(玉米、棉花和水稻)在不同生育期的光谱特征和归一化植被指数(NDVI)的特点, 对分类影像进行系列阈值分割、掩膜处理, 最后利用决策树算法成功提取了山东省嘉祥县的玉米、棉花和水稻的种植面积, 总体精度分别达到 93.31%、89.41%、95.82%。

**关键词:** HJ 卫星; 种植面积; 玉米; 棉花; 水稻

**doi:** 10.3969/j.issn.1000-3177.2012.02.013

**中图分类号:** TP751    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-3177(2012)120-0067-04

## Crop Extraction Based on Multi-temporal HJ Satellite CCD Data in Jiaxiang County

LIU Jun<sup>①,②</sup>, TIAN Qing-jiu<sup>①</sup>, HUANG Yan<sup>①</sup>, DU Ling-tong<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> International Institute for Earth System Science, Nanjing University, Nanjing 210093;

<sup>②</sup> Shanxi Engineering Vocational College, Taiyuan 030009)

**Abstract:** Crop planting area is significant to the agricultural structure adjustment and regional food balance policy. Based on field investigation and spectral property and analysis of crop NDVI during growing period in HJ-1-CCD images, different threshold configurations are set to build decision trees. Planting areas of rice, cotton and corn are precisely extracted utilizing multi-temporal HJ-1-CCD images in Jiaxiang county, Shandong province. The statistical planting area data from the government are prepared for evaluation and the results gave the accuracies of 95.82%, 89.41% and 93.31%, respectively.

**Key words:** HJ satellite; planting area; corn; cotton; rice

### 1 引言

作物的种植面积是进行农业结构调整的依据, 是研究粮食区域平衡的重要数据源。及时、准确地获取区域作物种植面积信息及其空间分布状况, 对于准确估计和预测作物产量<sup>[1~3]</sup>, 加强作物生产管理, 优化作物种植空间格局, 确保中国粮食安全具有重要意义<sup>[4]</sup>。目前中国法定发布的作物种植面积数据是由国家统计局采取层层上报和抽样调查相结合的方法获得的<sup>[5]</sup>。多年来这两种方法发挥了重要的

作用, 加快了农业的发展, 但同时这两种方法浪费时间、财力和人力, 还无法提供作物种植的空间分布状况, 已经不适应社会发展的要求。

遥感技术具有客观性、空间性、时效性、信息量大、成本低等优点, 对于作物种植面积监测具有其他方法不可替代的优势<sup>[6]</sup>。目前国内外应用于大面积作物种植面积监测的方法主要有: 利用 NOAA/MODIS 数据进行监测; 应用 MODIS 与 TM 数据结合进行监测<sup>[7~8]</sup>; 利用 TM、SPOT 等数据进行监测<sup>[9~11]</sup>。但由于 MODIS、NOAA 数据的空间分辨率较低, 其监

收稿日期: 2011-04-27    修订日期: 2011-06-17

基金项目: 全球变化研究国家重大科学研究计划项目(2010CB951503)。

作者简介: 刘珺(1981~), 女, 博士研究生, 主要从事资源与环境遥感研究。

E-mail: 8886355@163.com

测精度有待进一步验证;TM、SPOT 等数据虽具有较高的空间分辨率,对于作物面积监测有较高的精度,但其重访周期长、覆盖范围小、获取最佳时相困难、价格高昂,难以获得作物生长季充足的图像数据,无法充分发挥时相信息在作物识别中的重要作用<sup>[12]</sup>。

而环境与灾害监测预报卫星(简称 HJ 卫星)具有高时间分辨率和较高空间分辨率的特点,是我国自主研发的卫星。自 2008 年发射以来,其数据产品已广泛应用于我国农业、林业、土地利用、自然灾害、定量化应用等众多领域。CCD 相机具有宽幅、中高空间分辨率和高时间分辨率的特点,有利于大范围中尺度区域遥感监测。因此,利用 HJ 卫星 CCD 传感器研究作物种植面积监测方法具有重要的理论价值和实际应用意义。

本研究以山东省嘉祥县为研究区,以主要秋收作物(玉米,棉花和水稻)为研究对象,基于多时相 HJ 卫星 CCD 遥感影像进行作物提取,充分利用不同作物各自的物候特征,结合归一化植被指数,提取研究区秋收作物并计算其种植面积,最后利用统计数据对本文的提取结果进行比对验证。

### 2 研究区概况

嘉祥县位于山东省济宁市西部(E 116°06' ~ 116°27',N 35°11' ~ 35°38'),地势平坦,属黄河冲积平原。东西宽 22km,南北长 47.5km,总面积 971.6km<sup>2</sup>,

表 1 嘉祥县主要秋收作物物候历

月	4月		5月			6月			7月			8月			9月			10月		
旬	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
玉米						播种 出苗			拔节			抽穗 开花 灌浆			腊熟 收获					
棉花	播种		苗期			蕾期			花铃期			吐絮			收获					
水稻			播种	移栽			分蘖			抽穗			灌浆			成熟				

### 3 实验数据获取及其预处理

#### 3.1 遥感数据获取

HJ 卫星 CCD 数据来源于中国资源卫星应用中心(<http://www.cresda.com/>), CCD 相机重访周期为 96h(HJ-1/A 和 HJ-1/B 组网后 48h),空间分辨率为 30m,共有蓝、绿、红和近红外 4 个波段。

8 月中旬是各种作物的生长旺盛期,这个时期是区分植被与非植被的最佳选择,本文利用 2009 年 8 月 13 日的 HJ 卫星 CCD 遥感数据首先提取出了植被,为下一步提取作物做准备。6 月中旬是水稻

耕地面积  $86.6 \times 10^4$  ha。图 1 是 2009 年 8 月 13 日研究区 CCD 数据标准假彩色合成影像。

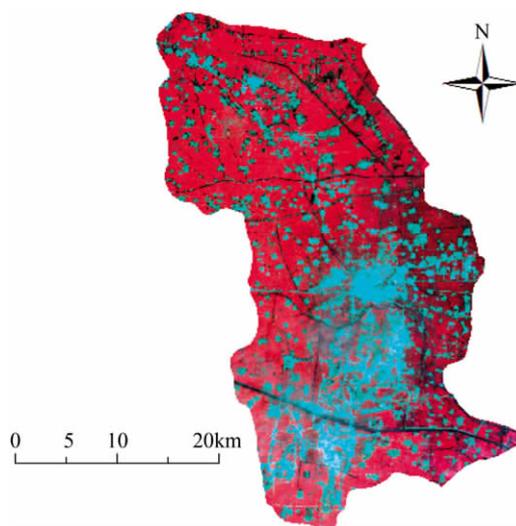


图 1 嘉祥县 CCD B4/3/2 RGB 合成影像

嘉祥是国家商品粮、优质棉基地县<sup>[13]</sup>,农业以小麦、玉米和棉花 3 大作物为主,秋收作物主要是玉米、棉花和水稻。主要种植方式为冬小麦—夏玉米轮作,冬小麦—水稻轮作和冬小麦—棉花套作。作物物候的种间差异是选择作物识别时相的常用依据。嘉祥县主要作物物候历见表 1。从表中可以看出,玉米,棉花和水稻的生长期从 4 月份一直到 10 月份,持续时间较长,有利于根据需要选择时相合适的影像来提取作物。

的秧苗移栽期,在此期间,水稻田的水深一般在 0.02m~0.15m 之间,影像中的水稻田是表层水体和秧苗的混合光谱特征,这是水稻特有的性质,因此利用水稻在 2009 年 6 月 10 日影像上的光谱特征,可以将水稻从植被中区分出来;而 10 月初正值玉米收割完成,棉花成熟收获的季节,此时玉米田块表现为秸秆地或裸地,而棉花则由于处于成熟阶段,呈现出较低反射率的植被特征,因此本文选取了 2009 年 10 月 2 日影像进行区分棉花和玉米。

#### 3.2 非遥感数据获取

非遥感数据是提高遥感监测精度的一个重要手

段<sup>[14]</sup>,研究区非遥感数据包括:①用于影像校正的地面 GPS 点。其定位精度在 3m~5m,可以满足几何校正的要求,且采集的点较均匀地分布在全县范围内,使得利用其进行几何校正更加合理;②嘉祥县 1:10 万行政区划图和山东省 1:25 万行政区划图;③玉米、棉花和水稻外业调查样本。在嘉祥县农技中心工作人员的带领下,在研究区典型乡镇采集了玉米、水稻和棉花样地,作为室内试验的训练样本。

### 3.3 数据预处理

HJ 卫星 CCD 数据预处理主要包括辐射校正、几何校正、大气校正和研究区裁剪。具体步骤如下:

- ①根据头文件中的辐射定标系数,将影像的灰度值转为辐射亮度值;
- ②利用 ArcGIS 软件将 GPS 定位的样点经纬度数据转换成与图像投影一致的 shp 文件,以便在遥感影像上进行地面样点定位。
- ③将遥感影像裁剪为包含研究区的最大矩形,根据地面实测 GPS 点,应用多项式校正模型和最近邻距离重采样模型对 8 月 13 日影像进行几何精校正。
- ④以 8 月 13 日影像为基准,分别对其他影像进行几何精校正,校正误差控制在 0.8 个像元以内。
- ⑤运用 FLAASH 模型对影像进行了大气校正,将辐射亮度值转为地表反射率;
- ⑥在 ENVI 中以研究区矢量图建立感兴趣区,建立掩膜,将其与几何精校正后的遥感图像进行相乘运算,并把研究区行政范围外的光谱值乘以零,予以取消,结果得到研究区 HJ 数据图像。

## 4 作物光谱特征分析及其提取

### 4.1 三种作物 NDVI 趋势分析

基于遥感的作物面积信息提取过程,主要依据作物生长特征中的物候差别来提取其种植信息。NDVI(Normalized Difference Vegetation Index,归一化植被指数)一直被有效地用于土地利用覆盖监测、植被覆盖密度评价、作物识别和作物产量预报等<sup>[15]</sup>。然而,经过计算和分析,我们发现在所选的 3 个时期内玉米、棉花和水稻的 NDVI 时间谱曲线的变化趋势几乎一致,所以通过一次分类很难把他们区分开来,还需要借助其他特征波段。

### 4.2 水稻的提取

首先计算 2009 年 8 月 13 日 HJ 影像的 NDVI 值,对植被指数进行决策树分类,来区分植被和非植被,反复尝试后确定  $T1 > 0.31$  时为植被。然后参

考野外调查地块和 GPS 定位点,以 GPS 现场定位点建立感兴趣区并对训练样本进行统计分析,发现在 2009 年 6 月 10 日 HJ 影像第 4 波段上,虽然水稻的光谱曲线与棉花、玉米有重叠,但重叠范围内的值出现的几率几乎为零,可以将其剔除,不作考虑。除此之外,水稻的 DN 值与棉花、玉米的 DN 值差异显著。因此,可以通过对影像进行阈值分割,将水稻成功提取出来。经过反复试验后确定  $23 \leq B4 \leq 32$ 。

### 4.3 玉米和棉花的提取

为了提高分类精度,减少“异物同谱”的干扰,采用分级掩膜方法进行分类。即利用上一步得到的水稻分类结果对 2009 年 10 月 2 日的 HJ 影像进行掩膜运算,以排除水稻在其他作物分类中的干扰,再利用掩膜后的影像进行棉花和玉米的分类。在 2009 年 10 月 2 日的 HJ NDVI 影像上,棉花和玉米的 NDVI 值差异显著,因此对其设置阈值  $T2$  和  $T3$  可以把棉花和玉米区分开来,多次试验后确定  $0.492 \leq T2 \leq 0.724, 0.208 \leq T3 \leq 0.355$ 。

### 4.4 决策树算法的实现

根据上述原则,建立决策树提取流程(图 2),以 2009 年 6 月 10 日、8 月 13 日和 10 月 2 日的嘉祥县 HJ 卫星 CCD 遥感影像作为数据源,在 IDL 软件平台下实现图 2 所给出的作物提取流程,得到 2009 年嘉祥县主要秋收作物提取结果(图 3)。

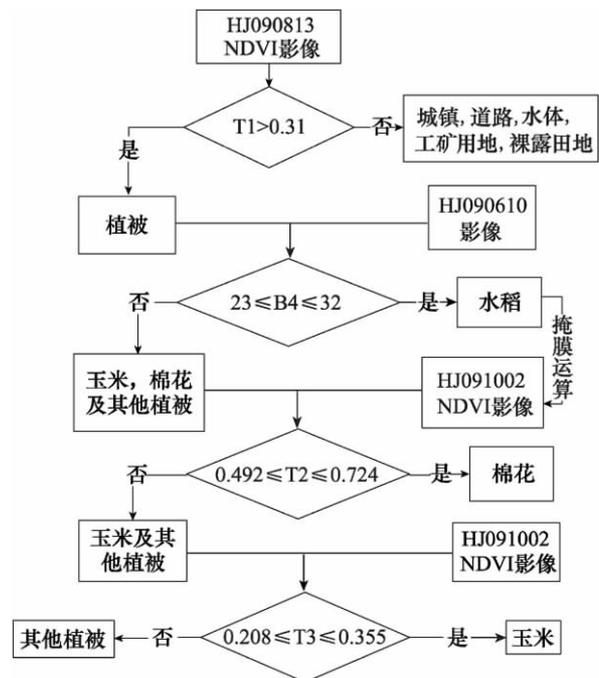


图 2 决策树提取流程图

( $T1$  为 HJ 20090813NDVI 值; $T2$ 、 $T3$  为 HJ 20091002 NDVI 值; $B4$  为 HJ20090610 影像的第 4 波段 DN 值)

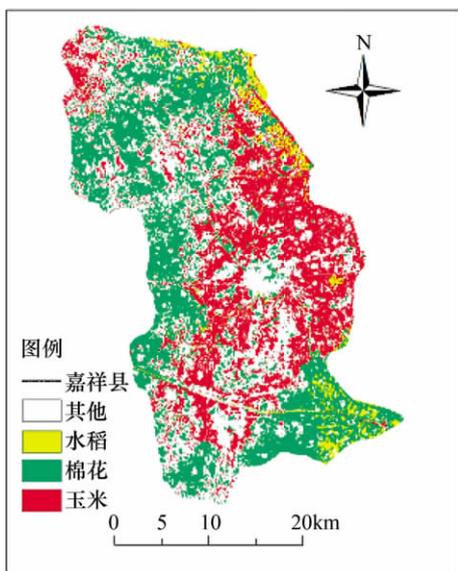


图3 嘉祥县主要秋收作物提取结果

从图3可以看出,在数量上,玉米和棉花在嘉祥县大面积分布,水稻只占很小面积。在位置上,棉花主要分布在县城的西部和北部,东南部有少量分布;玉米主要集中在县城东部,在北部有较小分布;而少量的水稻则主要分布在县城东南部水系发达,灌溉条件好的乡镇,另外在县城东北部靠近河流的区域也有零星分布。提取结果与实验人员实地调查的结果相吻合。

### 5 精度验证

总量精度是指一定范围的行政或自然单元内作物种植面积的总量精度  $K$ (式1)<sup>[16]</sup>。以《嘉祥县农业统计年报2010》中统计的秋收作物种植面积为标准值,对本文得到的水稻、棉花和玉米的种植面积进行总量精度验证,结果见表2。

$$K = (1 - \frac{|测量值 - 历史统计值|}{历史统计值}) \times 100\% \quad (1)$$

从提取结果看,水稻和玉米的相对误差均小于7%,而棉花的相对误差大于10%。经实地调查发现,棉花属于套种作物,种植方式为小麦—棉花套

作,因此在提取时易受到混合像元的影响,导致提取精度偏低。

表2 决策树提取结果相对精度 单位:ha

	玉米	棉花	水稻
提取结果	24575.7	23140.5	4527.4
统计值	23034.4	20925.1	4345.9
相对精度	93.31%	89.41%	95.82%

### 6 结束语

本文利用多时相 HJ 卫星 CCD 影像,根据作物生长规律,将 NDVI 和特征波段相结合分别分析玉米,棉花和水稻各自的波谱特征,通过设定一系列阈值,采用决策树算法成功提取了山东省嘉祥县主要秋收作物。通过计算提取结果与统计数据之间的相对误差来评价提取方法的可行性。结果表明:

①HJ 卫星 CCD 影像可以很好地应用于作物提取。其高时间分辨率的特点在分析作物光谱特征随生长期变化趋势方面起到了非常重要的作用;而中高空间分辨率的特点则在作物识别方面得到了充分的发挥。

②得到嘉祥县玉米、棉花和水稻的种植面积分别为 24575.7ha、23140.5ha 和 4527.4ha。通过评价分析提取结果,表明3种作物的面积精度均可满足农业遥感监测的需要,同时也证明了本文所采用的提取方法是可行的。

这种方法工作原理简单易懂,操作方便。因此,如何在进一步提高精度的基础上,将这种简单易行的方法推广应用于大尺度区域的作物分类、识别、提取以及面积计算将是下一步研究的方向,同时也可以进一步检验 HJ 卫星的应用价值。

致谢:感谢由来自中国资源卫星应用中心提供的试验数据。同时,感谢嘉祥县农业局和统计局的工作同志提供的无私帮助。

### 参考文献

- [1] Quarumby N A, Milnes M, Hindle T L, Silleos N. The use of multi-temporal NDVI measurements from AVHRR data for crop yield estimation and prediction[J]. International Journal of Remote Sensing, 1993, 14(2): 199-210.
- [2] Fulu tao, Masayuki Yokozawa, Zhao Zhang, et al. Remote Sensing of crop production in China by production efficiency models: Models comparisons estimates and uncertainties[J]. Ecology Modeling, 2005, 183(4): 385-396.
- [3] Xavier Blaes, Laurent Vanhalle, Pierre Defourny. Efficiency of crop identification based on optical and SAR image time series[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 96(3~4): 352-365.
- [4] 陈沈斌. 小麦、玉米和水稻遥感估产技术试验研究文集[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1993: 34-38.
- [5] 国家统计局农调总队. 多目标复合抽样方法与实例[M]. 北京:中国统计出版社, 2003. 9. (下转第 107 页)

数为 70, 形状参数为 0.2, 颜色参数为 0.8, 紧密度为 0.4, 平滑度为 0.6, 能够反应铁尾矿堆实际分布情况。

对比结果显示, 面向对象避免了像元分类产生的“椒盐效应”, 使得分类结果更精确、地物形态更完整、符合实际情况。虽然面向对象的分类方法不能

完全、十分精确地表达目标信息, 但是可以快速地锁定目标信息的具体范围, 避免了目视解译过程中“漏掉”信息的情况。因此, 可以利用 eCognition 软件的 RS/GIS 的数据集成功能, 将面向对象的分类结果转换成矢量图层, 进行下一步的目视解译, 可以大大提高工作效率。

### 参考文献

- [1] 蔡石贵. 铁尾矿综合处理与二次利用技术及市场前景分析探讨[J]. 四川建材, 2008(5): 64—65.
- [2] 夏平, 李学亚, 刘斌. 尾矿的资源化综合利用[J]. 矿业快报, 2006(5): 10—12.
- [3] Ketting. R. L., Landgrebe. D. A. Computer classification of remotely sensed multispectral image data by extraction and classification of homogeneous object [J]. IEEE Transactions on Geoscience Electronics, 1976, 14(1): 19—26.
- [4] Lobo A, Chic O, Casterad A. Classification of mediterranean crops with multi-sensor data: Per-pixel versus per-object statistics and image segmentation [J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17 (12): 2385—2400.
- [5] Aplin P, Atkinson P, Curran P. Per-field classification of land use using the forthcoming very fine resolution satellite sensors; Problems and potential solutions [C]//Advances in Remote Sensing and GIS Analysis. Chichester: Wiley & Sons, 1999: 219—239.
- [6] Baatz M, Schape A. Object-oriented and multi-scale image analysis in semantic networks [C]//Proc of the 2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing, 1999.
- [7] Hofmann P. Detecting buildings and roads from IKONOS data using additional elevation information[J]. GeoBIT/GIS, 2001(6): 28—33.
- [8] Huang HuiPing, Wu Bingfang, Fan Jinlong. Analysis to the relationship of classification accuracy segmentation scale image resolution [C]//IGARSS, 2003: 3671—3673.
- [9] 张建国, 李宪文, 吴延磊. 面向对象的冬小麦种植面积遥感估算研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(5): 156—160.
- [10] 刘常娟, 杨敏华, 张秀英. 面向对象的分类方法在土地利用数据库建设中的应用[J]. 测绘科学, 2009, 34(1): 176—177.
- [11] 孙晓霞, 张继贤, 刘正军. 利用面向对象的分类方法从 IKONOS 全色影像中提取河流和道路[J]. 测绘科学, 2006, 31(1): 61—63.
- [12] 曾涛, 杨武年, 黎小东, 等. 面向对象的高空间分辨率遥感影像信息提取—汶川地震城市震害房屋案例研究[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(5): 81—87.
- [13] 魏飞鸣. 基于对象信息的遥感影像分类研究[D]. 电子科技大学, 2008.
- [14] 黄惠萍. 面向对象影像分析中的尺度问题研究[D]. 中国科学院遥感应应用研究所, 2003.
- [15] 陈秋晓, 骆剑承, 周成虎, 等. 基于多特征的遥感影像分类方法[J]. 遥感学报, 2004, 8(3): 239—245.

(上接第 70 页)

- [6] 李维钧, 张微微, 等. 基于中巴资源卫星数据的水稻种植面积监测[J]. 西南大学学报, 2009(31): 179—184.
- [7] 吴健平, 杨星卫. 用 NOAA/AV HRR 数据估算上海地区水稻种植面积[J]. 应用气象学报, 1996, 7(2): 190—194.
- [8] 骆成凤, 王长耀, 刘永洪, 等. 利用 BP 算法进行新疆 MODIS 数据土地利用分类研究[J]. 干旱区地理, 2005, 28(2): 258—262.
- [9] Lenington R K, Sorensen C T, Heydorn R P. A mixture model approach for estimating crop areas from landsat data[J]. Remote Sensing of Environment, 1984, 14(1~3): 197—206.
- [10] Dturner M, Gongalton R. Classification of multi-temporal SPOT-XS satellite data for mapping rice fields on a west African floodplain[J]. International Journal Remote Sensing, 1998, 19(1): 21—41.
- [11] 陈晔, 赵纯勇, 杨华. 基于 RS、GIS 重庆市都市圈生态绿地特征研究[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2005, 22(2): 64—67.
- [12] 燕荣江, 景元书, 何馨. 农作物种植面积遥感提取研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(26): 14767—14768.
- [13] [http://www.jiaxiang.gov.cn/touzizhe/tz\\_content.php?id=33](http://www.jiaxiang.gov.cn/touzizhe/tz_content.php?id=33)[EB/OL].
- [14] 赵红蕊, 阎广建, 邓小炼. 一种简单加入空间关系的实用图像分类方法[J]. 遥感学报, 2003, 7(5): 358—363.
- [15] 彭虢, 张树文. 基于 NDVI 与 LAI 的水稻生长状况研究[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(1): 12—16.
- [16] 马丽, 顾晓鹤, 徐新刚, 黄文江, 贾建华. 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.