

安徽省油菜种植面积MODIS数据分析

何思洁¹, 樊翠云¹, 陈丽², 方刚^{1*}, 王琦¹

(1.宿州学院环境与测绘工程学院, 安徽 宿州 234000; 2.宿州市第二中学, 安徽 宿州 234000)

摘要:以安徽省为研究区,选取MODIS数据为数据源,首先基于2011年到2018年的16 d合成MODIS归一化差值植被指数产品,利用ENVI软件提取油菜种植面积。然后结合谷歌影像,通过目视解译和NDVI数据提取安徽省多时相油菜种植面积,在此基础上对MODIS-NDVI数据提取油菜种植面积的结果进行验证,并分析了其时空变化。与统计监测数据相比,利用MODIS数据提取油菜面积精度可达84.5%。通过实践和验证,利用MODIS-NDVI数据提取安徽省油菜种植面积具有一定的可行性和可靠性。研究成果可为政府部门掌握农作物生产和农业发展情况提供基础数据,也可为其他省份研究油菜种植面积提取提供参考和借鉴。

关键词:MODIS数据;NDVI阈值;油菜;面积提取;安徽

中图分类号:S565.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2020)01-0014-05

Extraction and Spatial-Temporal Variation Analysis of the Rape Planting Area in Anhui Province Based On MODIS Data

HE Sijie¹, FAN Cuiyun¹, CHEN Li², FANG Gang^{1*}, WANG Qi¹

(1.School of Environment Science and Surveying Engineering, Suzhou University, Suzhou, Anhui 234000, China; 2. Suzhou No.2 High School, Suzhou, Anhui 234000, China)

Abstract: Anhui Province was studied by adoption of MODIS data as the data source. First, based on vegetation index products of the 16d synthetic MODIS normal difference from 2011 to 2018, ENVI was adopted to extract the rape planting area; second, with the help of Google images, the multi-phase rape planting area in Anhui Province was extracted by the visual interpretation and NDVI data. Based on these, the extraction results of the rape planting area by MODIS-NDVI data were verified, and the temporal and spatial changes were analyzed. Compared with statistical monitoring data, the accuracy of extracting rape planting area by using MODIS data can reach 84.5%. Via practice and verification, we concluded that it was feasible and reliable to extract the rape planting area in Anhui province by MODIS-NDVI data and thesis method. Our study results can provide basic data for relevant government agencies to better understand the crop production and agricultural development situation, as well as for other provinces to study the rape planting area extraction.

Keywords: MODIS data; NDVI threshold; rape planting; area extraction; Anhui Province

0 引言

油菜是我国优势作物之一,也是国产食用油的主要来源^[1]。油菜的种植面积是产量预测参数和国家粮食安全的重要指标之一^[2]。安徽省是我国主产油菜大省之一,油菜种植大部分分布在淮河以南及沿长江一带,主要集中在合肥市、六安市、巢湖市、

芜湖市和安庆市。

遥感技术拥有获取数据量大、观测范围广、监测能力强、效益高等特点^[3-4],在农作物识别和种植面积估算等方面有很大优势^[5]。在过去,国家对农作物种植面积监测中运用最多的数据主要是NOAA-AVHRR,但由于其地面分辨率较低、噪声干扰等因素的影响,农作物种植面积的监测精度和

收稿日期:2019-12-16

基金项目:安徽省教育厅教研项目(2018jyxm0217);安徽省高校优秀拔尖人才培养项目(gxgnfx2018051);教育部产学研合作协同育人项目(201802201036);安徽省十三五规划教材项目(2017ghjc219);安徽省一流本科教材项目(2018yljc113);宿州学院教师应用能力发展工作站(2017XJYY01);宿州学院专业带头人(2019XJZY06)。

作者简介:何思洁(1998—),女,安徽青阳人,本科生,研究方向:测绘工程。*通信作者:方刚(1977—),男,安徽潜山人,教授,硕士,研究方向:资源环境遥感、地图制图的教学与研究。

效果不理想。而MODIS数据具有接收简单、更新频率高、光谱范围广等特点,被广泛应用于农业监测中^[6-7]。例如郭昱杉等^[8]利用MODIS时序NDVI数据对黄河三角洲农作物种植分布情况进行监测;王连喜^[9]等以MODIS-NDVI数据为数据源,利用决策树和混合像元分解法对江苏省冬小麦的生长状况进行监测;杨小唤等^[10]利用MODIS时序NDVI特征值提取了北京市冬小麦、春玉米、夏玉米、大豆等作物播种面积,总体精度达95%以上。这些研究成果对农作物遥感估产起到一定促进作用^[11]。本文以MODIS-NDVI数据为数据源,安徽省为研究区,对安徽省油菜种植面积进行提取,并对其提取结果进行精度验证。以期为其他省份研究油菜种植面积提供参考和借鉴。

1 研究区概况、研究方法及数据选择

1.1 研究区概况

安徽省位于中国中东部,是最具活力的长江三角洲组成部分。地处114°54'—119°37'E、29°41'—34°38'N之间,辖16个地级市、9个县级市、52个县、44个市辖区,总面积14.01万km²。地形地貌多样化,由平原、丘陵和山地构成,长江和淮河自西向东横贯全境。地处暖温带与亚热带过渡地区,四季分明、雨量充沛、气候宜人。年均气温14~17℃,年均日照1800~2500h,年均无霜期200~250d,年均降水量800~1800mm。研究区地势如图1所示。

安徽省是全国粮食主产省,主要粮食作物有小麦、水稻、玉米、大豆等,大宗经济作物主要有油菜、棉花、蔬菜等。安徽省是全国油菜主产区之一,油菜种植面积和产量仅次于湖北,居全国第二位。

1.2 研究方法

随着大多数农作物从播种到成熟期间(油菜可到开花时)物候期的不断变化,红光反射率也随着农作物覆盖程度以及叶面积系数的增多而减少,近红外波段反射率却在不断增加。在同一时间周期上,不同农作物的形状与结构有明显差异,尤其是在不同物候期。所以可根据不同农作物的物候差异来更好地识别它们。为了准确提取研究区油菜面积,可利用MODIS数据对其NDVI值进行数据重组。NDVI值的范围在-1~1之间,越接近于1,表明植被特征越明显。在越冬期,安徽省大面积地表植被均呈现出枯黄状态,植被特征不明显,其影像上的NDVI值与裸地和建筑用地类似,都远小于1,水体的NDVI值为负值。在该时期,地表大面积呈现绿色植被特征的只有油菜和冬小麦。通过了解油菜的生长过程得知:

11~12月,油菜处于缓慢生长阶段;1~2月,油菜处于越冬期,停止生长;3~4月,返青后油菜处于快速生长阶段,在3月中旬之后,油菜进入盛花期,与其它植被有显著差别;4~5月,油菜处于成熟收获期。综上,识别油菜的最佳时间是3月中、下旬。油菜种植面积分布信息提取的流程如图2所示。

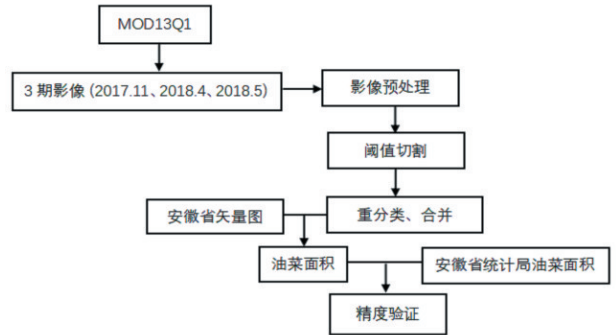


图2 油菜面积提取流程图

在油菜种植面积提取过程中要用到NDVI和植被覆盖度两个指标,而植被覆盖度和NDVI间存在着显著的线性相关,可通过建立二者之间的转换关系,采用像元二分模型估算和提取研究区的植被覆盖度,并对研究区植被覆盖度信息进行定量分析。像元二分模型假设一个像元的地表由有植被覆盖部分和无植被覆盖部分组成。利用像元二分模型和NDVI指数提取研究区9期影像的植被覆盖度^[12](VFC),其计算公式如式(1)~(3)所示。

$$VFC = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}}, \quad (1)$$

$$NDVI_{soil} = \frac{VFC_{max} * NDVI_{min} - VFC_{min} * NDVI_{max}}{VFC_{max} - VFC_{min}}, \quad (2)$$

$$NDVI_{veg} = \frac{(1 - VFC_{min}) * NDVI_{max} - (1 - VFC_{max}) * NDVI_{min}}{VFC_{max} - VFC_{min}}, \quad (3)$$

式中:NDVI_{soil}为完全裸土或无植被覆盖区域的NDVI值,NDVI_{veg}则代表完全被植被所覆盖的像元的NDVI值,即纯植被像元NDVI值。

1.3 数据选择

在美国NASA网站(<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov>)获取2011年11月、2012年4月、2012年5月、2014年11月、2015年4月、2015年5月、2017年11月、2018年4月和2018年5月覆盖研究区(H27V05、H28V05和H28V06)的MODIS13Q1 16天合成产品,是采用了Sinusoidal投影方式的3级网格数据产品,具有250m的空间分辨率。

DEM数字高程数据(srtm_59_06、srtm_60_06和srtm_60_07)来源于中科院地理空间数据云,其分辨率为90m。

2 数据预处理与油菜分布信息提取

2.1 数据预处理

首先利用 ArcGIS 10.2 对 DEM 数字高程数据进行拼接,然后根据安徽省矢量边界数据对研究区进行裁剪,得到安徽省 DEM 数字高程模型。同样利用 ArcGIS 10.2 对 MODIS 数据进行拼接、投影变换、裁剪等预处理操作。最后对 9 期预处理后影像(2011 - 11、2012 - 4、2012 - 5、2014 - 11、2015 - 4、2015 - 5、2017 - 11、2018 - 4 和 2018 - 5)进行编号处理,分别记为 a、b、c、d、e、f、g、h 和 i,结果如图 3。

2.2 油菜分布信息提取

将上述 9 期预处理后的影像(2011 - 11、2012 - 4、2012 - 5、2014 - 11、2015 - 4、2015 - 5、2017 - 11、2018 - 4 和 2018 - 5)依次加载到 ENVI 5.3 中,并利用植被覆盖度(VFC)公式分别对其进行计算,得到研究区不同时期的植被覆盖情况。在此基础上,对 9 期黑白影像分别进行密度分割,每期密度分割分为两类(植被与非植被),有效提取研究区植被,分别编号为 a、b、c、d、e、f、g、h 和 i,结果如图 4 所示。

将上述数据导入 ArcGIS 10.2 中,首先将 2012 年 4 月和 5 月影像进行油菜种植面积叠加合并,并

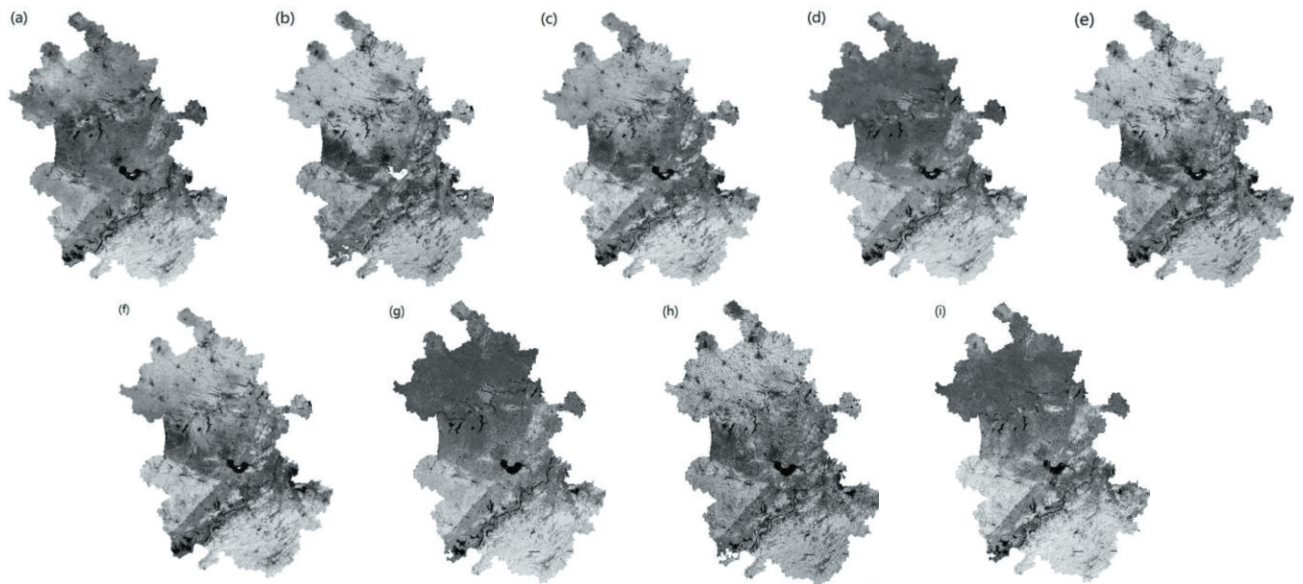


图3 9期MODIS—NDVI影像

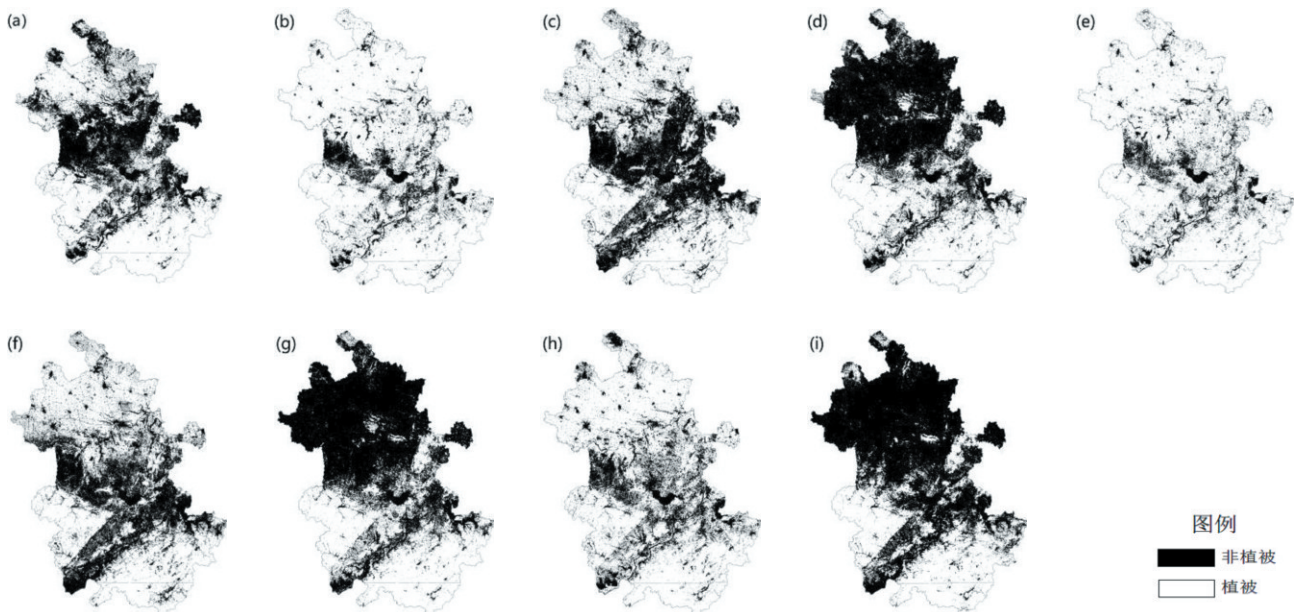


图4 不同时期植被覆盖情况

结合目视解译对其重分类,然后将合并重分类后的影像与2011年11月影像进行叠加合并和重分类,得到安徽省2012年内油菜种植面积近似值影像,按照类似方法得到安徽省2015年和2018年油菜种植面积近似值影像。在此基础上,经过与安徽省DEM数字高程数据叠加合并、重分类、坡度分析和精度检测和优化处理,计算得到安徽省2012年、2015年和2018年的油菜种植面积。

3 结果与分析

3.1 精度验证

在ENVI 5.3和ArcGIS 10.2中,根据最后优化处理后的影像计算和提取油菜种植区像元数和油菜种植面积(种植面积=像元数×像元面积,文中像元面积=30×30 m²=900 m²)。通过上述计算,得到安徽省2012年、2015年、2018年的油菜面积分别为7 274.46 km²、6 362.12 km²和5 467.98 km²,为了更好地比对实验结果,在安徽省统计局官网查询到安徽省2012年、2015年和2018年的油菜种植面积分别为6 096 km²、5 325 km²和4 620 km²。经过实际计算,得到安徽省油菜种植面积提取总体精度达83.7%以上,具体油菜种植面积及精度验证结果如表1所示。

表1 精度验证

年份	油菜 实际面积/km ²	油菜 计算面积/km ²	总体 精度/%
2012	6 096	7 274.46	83.8
2015	5 325	6 362.12	83.7
2018	4 620	5 467.98	84.5

由表1可知,油菜种植计算面积与实际面积数值较接近,总体精度均大于83.7%,说明用此方法提取油菜种植面积是切实可行的,提取精度可接受。

3.2 安徽省油菜种植面积的时间变化分析

为了更直观地了解和分析安徽省油菜种植面积在时间上的变化规律,绘制出安徽省油菜面积折线图,如图5所示。

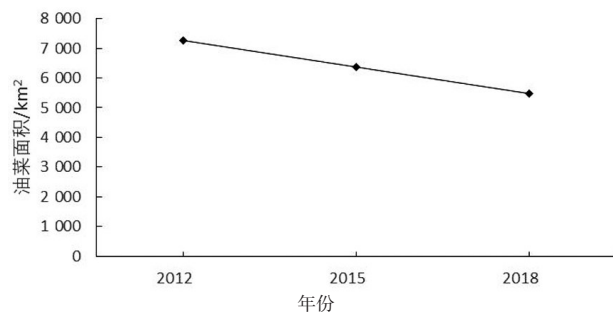


图5 2012—2018年油菜种植面积变化趋势

由图5可知,安徽省油菜种植面积一直处于减少状态,从2012年到2015年减少了912.34 km²,减幅达12.54%;从2015年到2018年减少了894.14 km²,减幅达14.05%;从2012年到2018年减少了1 806.48 km²,减幅达26.59%。

3.3 安徽省油菜种植面积的空间变化分析

通过对研究区9期MODIS影像进行定量计算,得到安徽省2012年、2015年和2018年油菜种植面积分布图,结果如图6所示。由图6可知:(1)从2012年到2018年安徽省油菜种植面积一直处于减少状态,淮河以北地区减少更加突出。(2)结合Google Earth以及2012年安徽省油菜籽生产形势调查,油菜种植主要集中于江淮丘陵、沿江圩区和皖南山区等区域,与实验分布区大致相同,因淮河以南地区处长江流域湿润地区,温度、热量条件和降水量等气候条件满足油菜生长需求。淮河以北地区油菜种植呈零星分布状态,因气候条件不利于油菜越冬并且易发生秋旱,影响油菜正常播种、出苗等情况,所以油菜种植面积大部分集中于淮河以南地区。(3)自2012年到2018年,淮河以北地区油菜种植面积呈现出先减少后增加状况,2012年能清晰的看出油菜种植范围,2015年很难看出油菜种植范围,2018年又能较清晰的看出油菜分布范围。

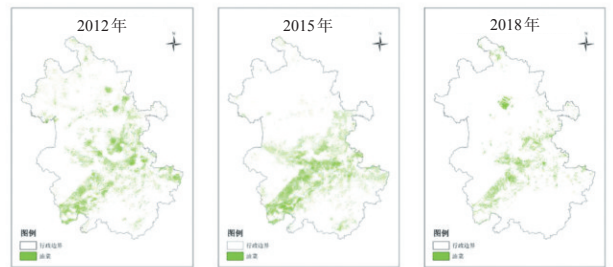


图6 3个年份油菜种植面积分布图

4 结论

论文以安徽省为研究区,选取油菜生产期内的16 d合成的MODIS-NDVI数据为数据源,对安徽省油菜种植面积进行提取和精度验证,取得较好的效果。具体结论如下:

(1)在研究区内,利用越冬期不同农作物(油菜和冬小麦)的植被特征,结合油菜开花期来区别油菜和冬小麦的分布,根据最佳时期的组合,得到油菜种植面积范围。但不能避免气候或播种时间的不同对油菜种植面积提取产生一定的误差。

(2)根据NDVI阈值分割,结合高分辨率卫星影像,通过目视解译提取油菜种植分布信息精度可达84.5%。

(3)从时间变化上可知,安徽省油菜种植面积一直处于减少状态,从2012年到2018年减少了1 806.48 km²。从空间变化上可知,安徽省油菜种植主要集中于江淮丘陵、沿江圩区和皖南山区等区域,油菜种植面积逐渐减少,尤其是淮河以北减少更加明显。淮河以北地区油菜种植呈零星分布状态。

(4)由于MODIS数据空间分辨率为250 m,并且油菜和冬小麦难以分辨,所以不可避免地会造成实验结果偏大(特别是皖南地区)。在今后的油菜种植面积提取研究中,加强研究大范围低分辨率遥感影像的混合像元问题,以提高油菜种植面积提取精度。

参考文献:

[1] 张煦,马驿,郑雯,等.基于时序MODIS-NDVI的油菜种植面积变化趋势分析——以江汉平原为例[J].长江流域资源与环境,2016,25(3):412-149.

[2] 周可金,牛运生,郭高,等.中国油菜籽国际竞争力分析与对策[J].中国农业科技导报,2003,5(3):38-41.

[3] YAO X, WANG N, LIU Y, et al. Estimation of wheat LAI at middle to high levels using unmanned aerial vehicle narrowband multispectral imagery[J].Remote Sensing, 2017, 9(12):1304.

[4] TREITZ P, ROGAN J. Remote sensing for mapping and monitoring land-cover and land-use change: an introduction[J]. Progress in Planning, 2004, 61:269-279.

[5] 梁益同,万君.基于HJ-1A/B-CCD影像的湖北省冬小麦和油菜分布信息的提取方法[J].中国农业气象,2012,33(4):573-578.

[6] 刘海岩,牛振国,陈晓玲.EOS-MODIS数据在我国农作物监测中的应用[J].遥感技术与应用,2005,20(5):531-536.

[7] 徐根生,何应法,付炜.基于MOD13Q1的永州近15年植被变化研究[J].甘肃农业科技,2015(3):27-29.

[8] 郭昱杉,刘庆生,刘高焕,等.基于MODIS时序NDVI序列主要农作物种植信息提取研究[J].自然资源学报,2017,32(10):1808-1818.

[9] 王连喜,徐胜男,李琪,等.基于决策树和混合像元分解的江苏省冬小麦种植面积提取[J].农业工程学报,2016,32(5):182-187.

[10] 杨小唤,张香平,江东.基于MODIS时序NDVI特征值提取多作物播种面积的方法[J].资源科学,2004,26(6):17-22.

[11] 王娜,李强子,杜鑫,等.单变量特征选择的苏北地区主要农作物遥感识别[J].遥感学报,2017,21(4):519-530.

[12] 李苗苗,吴炳方,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.

(责任编辑:曲继鹏)