doi: 10.6046/gtzyyg.2018.01.24
引用格式: 尤慧,苏荣瑞,肖玮钰,等. 基于 MODIS EVI 时序数据的江汉平原油菜种植分布信息提取[J]. 国土资源遥感,2018,30(1):173-179. (You H, Su R R, Xiao W Y, et al. Extraction of rape planting distribution information in Jianghan Plain based on MODIS EVI time series data[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2018, 30(1):173-179.)

基于 MODIS EVI 时序数据的江汉平原油菜种植分布信息提取

尤 慧[1], 苏荣瑞[1], 肖玮钰[2], 刘凯文[1], 高华东[1]
(1. 湖北省荆州农业气象试验站,荆州 434025; 2. 武汉区域气候中心,武汉 430074)

摘要: 油菜是我国主要的食用油料作物。及时、准确地获取油菜种植分布信息对油菜长势监测、估产以及灾情评估具有十分重要的意义。以江汉平原为研究区,利用 250 m 空间分辨率的 MODIS EVI 时序数据,以 TM 数据作为野外采样数据与 MODIS EVI 数据之间的过渡数据,间接提取 MODIS EVI 数据农作物的训练样本; 通过分析江汉平原油菜和冬小麦的 EVI 光谱特征及物候信息,建立油菜种植面积提取模型; 采用多次阈值比较法提取 2014—2015 年间江汉平原油菜种植分布信息。研究结果表明,2014 年和 2015 年油菜面积遥感提取结果与农业局统计数据相比,总体提取精度分别达到 95.22% 和 91.29%; 2014 年 MODIS 数据与 TM 数据提取的油菜面积一致性为 88.61%; 基于时间序列 MODIS EVI 数据,结合 EVI 光谱特征和物候信息,利用该方法可以有效提取江汉平原油菜种植分布信息。

关键词: MODIS EVI; 时间序列; 油菜面积; 江汉平原
中图法分类号: TP 79 **文献标志码**: A **文章编号**: 1001-070X(2018)01-0173-07

0 引言

油菜是我国继水稻、玉米、小麦和大豆之后的第五大优势作物,也是我国主要的农业经济作物及食用油的主要来源[1]。湖北省是我国的油菜种植大省,江汉平原以其优越的自然地理条件成为湖北省乃至全国著名的粮、棉、油生产基地[2]。因此,及时获取江汉平原油菜种植面积,对优化农业种植结构、加强油菜生产管理及辅助相关部门制定政策具有重要意义[3]。

遥感技术以其高时效、低成本、覆盖范围广、信息量大等特点,在作物长势监测和面积估算方面具有不可替代的优势[4]。植被指数(vegetation index, VI)的时间序列可以很好地反映植被生长状况和浓密程度,尤其是增强型植被指数(enhanced vegetation index, EVI),因其改进了归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)在大气噪声、饱和度和土壤背景等方面存在的缺陷,而在植被信息提取和地物识别方面具有更大的优势[5-7]。左丽君等[8]利用 NDVI 和 EVI 这 2 种植被指数提取耕地信息,通过比较分析指出,EVI 在识别精度以及作物种类识别能力上比 NDVI 具有更强的识别能力; 叶琦等[9]比较了皖江流域 NDVI 和 EVI 这 2 种植被指数所反映的植被覆盖时空分布特征,结果表明在植被生长旺盛时期,EVI 比 NDVI 更能反映植被覆盖状况,并且在相同的空间分辨率下,EVI 比 NDVI 能更好地反映植被覆盖的空间差异性; 米兆荣等[10]利用 MODIS 植被指数估测高寒草地生物量和植被动态研究的结果表明,EVI 在反映地上植被生长状况中更加稳定,并指出用 EVI 估算高寒草地鲜牧草质量时优于 NDVI。

目前,国内基于遥感影像提取作物种植面积的研究主要集中在玉米、水稻和小麦等作物上[11-13]; 在油菜种植面积的遥感研究中,也多基于 NDVI 数据,采用传统的监督分类法[14]、非监督分类法[4,15]和混合像元分解[2,16]等方法进行识别。而本文提出利用 MODIS EVI 数据基于物候信息提取油菜种植

收稿日期: 2016-06-30; **修订日期**: 2016-08-04
基金项目: 湖北省气象局科技发展基金项目"江汉平原农田渍害高光谱遥感特征研究"(编号: 2015Q08)、公益性行业(气象)科研专项项目"作物湿渍害星地一体化监测与预警技术研究及应用示范"(编号: GYHY201406028)和荆州市气象局科技课题项目"江汉平原棉花渍害高光谱遥感监测"(编号: JZ201402)共同资助。
第一作者: 尤 慧(1987-),女,硕士研究生,主要研究方向为农业遥感。Email: youhuinuist@hotmail.com。

面积的方法,不仅综合了传统分类方法的优势,更准确地提取目标; 而且与混合像元分解方法相比,操作更简单。本文以江汉平原为研究区,基于多时相 MODIS EVI 时间序列数据进行油菜种植分布信息提取,将 TM 数据作为地面采样数据与 MODIS EVI 数据之间的过渡数据[17],间接提取 MODIS EVI 数据的油菜和冬小麦的训练样本; 充分结合不同作物的光谱特征和物候信息,建立油菜提取模型; 采用多次阈值比较法提取油菜种植分布信息,并利用 TM 数据及农业局统计数据对提取结果进行验证。

1 研究区概况及数据源

1.1 研究区概况

江汉平原位于长江中游,地理坐标为 E111°45′ ~ 114°16′,N29°26′ ~ 31°10′,是我国油菜的主要产区之一。该区属亚热带季风气候,气候条件良好,土地肥沃,温度、阳光和水资源丰富[2],利于油菜生长。区内面积最大的越冬作物为油菜和冬小麦,两者从播种到收获生长期的物候相近(表 1)。

表 1 江汉平原油菜与冬小麦物候信息

Tab. 1 Phenological rhythm of rapeseed and winter wheat in Jianghan Plain

作物	9 月			10 月			11 月			12 月			1 月			2 月			3 月			4 月			5 月		
	下旬			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
油菜	播种			苗期						开盘			蕾苔期						开花期			角果期			成熟		
冬小麦						播种	苗期			分蘖期									拔节孕穗期						抽穗扬花		成熟

本文涉及的江汉平原研究区主要包括荆州市的荆州区、沙市区、江陵县、公安县、监利县、石首市、洪湖市和松滋市 8 个县市区,仙桃市、潜江市和天门市等 3 个省级直管市,以及荆门市(包括荆门市区和沙洋县)、京山县和钟祥市等部分地区(图 1)。

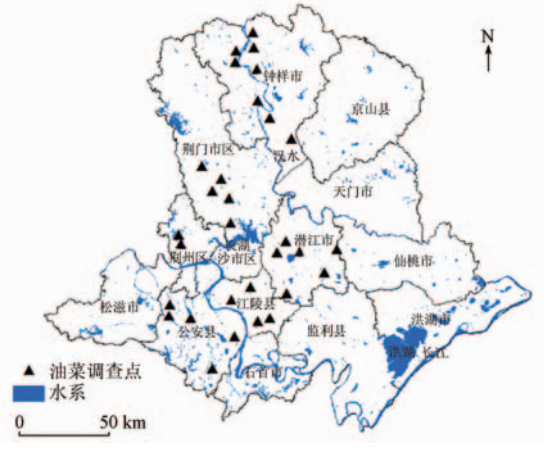


图 1 研究区位置及油菜调查点分布

Fig. 1 Location of study area and distribution of rape investigation spots

1.2 数据源及其预处理

1.2.1 MODIS EVI 时间序列数据

MODIS 是美国宇航局地球观测计划的核心传感器之一,其获取的数据目前已被广泛应用于地表覆盖变化、生态环境监测、气候分析和灾害监测等研究中[18]。本文选用空间分辨率为 250 m 的 16 d 合成的 MOD13Q1 增强型植被指数产品作为主要分析对象。该产品数据选择时相为 2013 年 9 月 30 日—2014 年 5 月 25 日以及 2014 年 9 月 30 日—2015 年 5 月 25 日的油菜和冬小麦生长期数据。EVI 的计算公式[19]为

$$EVI = 2.5\frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{L + \rho_{nir} + C_1\rho_{red} - C_2\rho_{blue}}, \quad (1)$$

式中: L 为土壤调节参数,取值为 1; C_1 和 C_2 分别为大气修正红光和蓝光波段的校正参数,取值分别为 6 和 7.5; ρ_{red} , ρ_{blue} 和 ρ_{nir} 分别代表红光、蓝光和近红外波段的反射率。

利用 MRT 软件对 EVI 产品进行数据拼接和投影转换,并根据研究区矢量图对影像进行裁剪。采用 Microsoft Visual Studio 软件,基于 C + + 语言,计算出江汉平原每年 9 月 30 日—翌年 5 月 25 日的作物生长期 EVI 均值数据。

1.2.2 Landsat TM 数据

由于 3 月中下旬江汉平原油菜处于开花期,油菜在 Landsat TM 模拟真彩色合成影像中呈现黄色,表现出与其他植被明显不同的色调特征。在剔除受云和噪声干扰较严重的数据后,最终选取了江汉平原部分区域 2014 年 3 月 27 日的 2 景 TM 数据(景号分别为 124/038 和 124/039)。基于 ENVI 软件,对 TM 数据进行去云、去噪、几何纠正和拼接等预处理后,裁剪出覆盖研究区的区域。

1.2.3 地面调查数据

地面采样调查时间为 2014 年 3 月,利用手持 GPS 定位仪获取油菜和冬小麦的经纬度信息,调查地点主要分布在钟祥市、荆州区、荆门市、潜江市、江陵县和公安县等地(图 1),每个调查点选取多块面积较大的油菜和冬小麦田块,并获取对应田块的位置信息。将采样调查点经纬度数据导入 ArcGIS 软件中,并转换为与遥感影像投影一致的矢量数据,以

便从遥感影像中提取对应的像元作为样本。

2　研究方法

由于江汉平原越冬作物主要为油菜和冬小麦,且两者在 10 月下旬—翌年 5 月上旬期间具有相近的物候信息(表 1),因而提取油菜种植面积的关键是区分油菜和冬小麦。利用 MODIS 数据提取江汉平原油菜面积的方法主要包括 2 部分:①基于地面实测数据,提取 TM 影像中部分研究区的油菜和冬小麦面积;②利用 TM 数据提取的油菜和冬小麦面积,分别生成 MODIS 数据的油菜和冬小麦训练区,从而获取 MODIS 数据的油菜和冬小麦 EVI 光谱曲线;根据 2 种作物生长重合期的 EVI 光谱曲线变化特征,结合 2 种作物各自的物候信息,构建油菜提取模型;采用多次阈值比较法提取 MODIS 影像中的油菜面积。基于 MODIS EVI 时间序列图像的油菜面积提取流程见图 2。

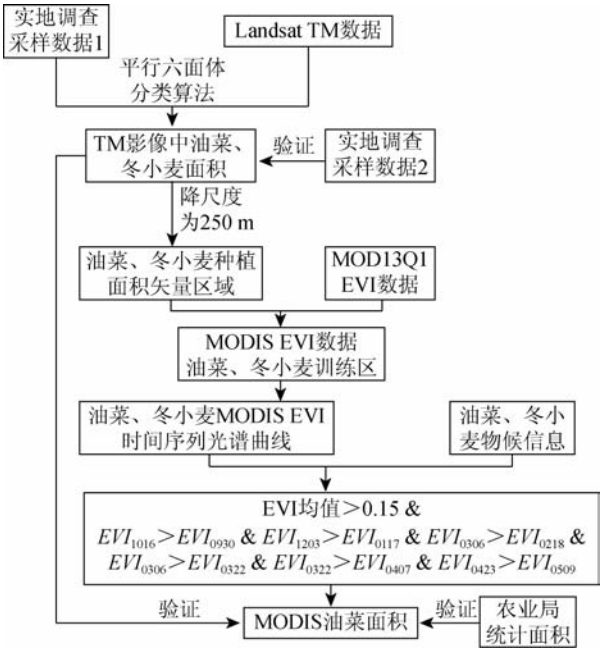


图 2　基于 MODIS EVI 时间序列图像油菜面积提取流程

Fig. 2　Flow chart of rape planting area extraction from MODIS EVI time series image

2.1　TM 数据油菜和冬小麦面积提取

将江汉平原部分研究区预处理后的 2014 年 3 月 27 日 TM 影像进行模拟真彩色合成,可以看出正处于开花期的油菜在图像中呈现黄色,而冬小麦等其他植被则呈现绿色。将地面调查采样数据分为 2 部分样本,一部分样本导入到 TM 图像中,并结合目视解译生成训练分类器;另一部分样本用于分类结果验证。采用平行六面体分类算法提取 TM 图像中油菜和冬小麦面积,经验证分类精度达 97.6%,kappa 系数为 0.96。将从 TM 图像提取的油菜和冬小麦面积分别从 30 m 空间分辨率重采样到 250 m,并进行矢量化。选取面积较大的油菜和冬小麦分布区的矢量区域,作为提取 MODIS EVI 图像中油菜和冬小麦时间序列光谱曲线的依据。

2.2　油菜和冬小麦 EVI 光谱变化分析

以从 TM 数据中提取的油菜和冬小麦矢量区域为基础,应用到 MODIS 图像中,分别提取不同时相 MODIS EVI 图像中对应油菜和冬小麦矢量分布区域的 EVI 值,将不同时相提取的 EVI 值求平均后建立油菜和冬小麦生长重合期的 EVI 光谱曲线(图 3),图 3 中竖线左侧部分为 2013 年对应的日期,右侧为 2014 年对应的日期。

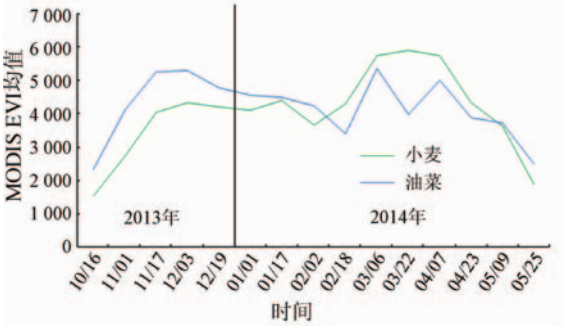


图 3　油菜和冬小麦生长重合期 MODIS EVI 时间序列光谱曲线

Fig. 3　MODIS EVI temporal profile of rape and winter wheat during growth coincidence period

结合表 1 分析图 3 可以看出,油菜和冬小麦生长重合期的 EVI 曲线变化趋势大体相同。江汉平原油菜 9 月下旬播种,翌年 5 月上旬成熟收获;冬小麦 10 月下旬播种,翌年 5 月下旬成熟收获。11—12 月油菜和冬小麦处于缓慢生长阶段,EVI 曲线平缓上升;而 1—2 月处于越冬期,油菜和冬小麦停止生长。冬小麦在 2 月下旬—4 月上旬处于拔节孕穗期,生长快速,EVI 曲线一直持续上升。油菜和冬小麦在 2 月下旬—3 月上旬分别处于蕾苔期和拔节孕穗期,生长快速,两者的 EVI 曲线在此阶段均快速上升。但到了 3 月中旬,冬小麦仍处于拔节孕穗期,继续生长,EVI 曲线也持续上升;而油菜则进入开花期,EVI 呈明显下降趋势。此时两者的 EVI 曲线呈现出相反的变化,并且冬小麦的 EVI 值明显高于油菜,因此 3 月份是识别油菜和冬小麦的最佳时段。

2.3　MODIS 数据油菜种植区提取模型

采用多次阈值比较法,根据油菜和冬小麦 EVI 时间序列光谱变化特征,充分结合其物候信息,从 MODIS EVI 时间序列光谱上提取油菜区别于冬小麦等其他地物的差异性特征,构建油菜提取模型。为了屏蔽城镇、水体和裸地等非植被地类,采用目视

解译与阈值设定相结合的方法，经过反复试验，设定EVI数据均值小于0.15的像元为非植被区。并选取2013年9月30日、2013年10月16日、2013年12月3日、2014年1月17日、2014年2月18日、2014年3月6日、2014年3月22日、2014年4月7日、2014年4月23日以及2014年5月9日这10期EVI图像进行判别。判别条件为：①2013年9月下旬—2014年1月中旬的播种到开盘，EVI数据同时满足 $EVI_{1016} > EVI_{0930}$ 和 $EVI_{1203} > EVI_{0117}$；②2014年1月下旬—3月上旬的蕾苔期，EVI数据满足 $EVI_{0306} > EVI_{0218}$；③2014年3月中旬—4月上旬油菜正处于开花期，EVI数据同时满足 $EVI_{0306} > EVI_{0322}$ 和 $EVI_{0322} > EVI_{0407}$；④4月中旬—5月的成熟收获期，EVI数据满足 $EVI_{0423} > EVI_{0509}$。以上条件中EVI下标代表日期，能够同时满足以上4个判别条件的像元则被确定为油菜。

3 结果与分析

3.1 油菜面积提取结果及精度分析

图4为采用本文方法提取的2014年江汉平原MODIS油菜种植分布结果。

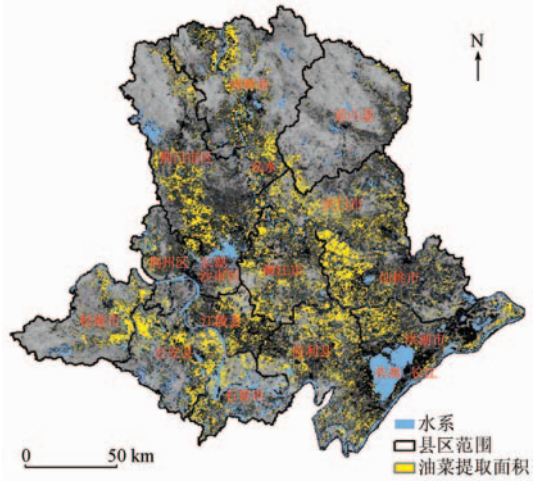


图4 2014年基于MODIS EVI时间序列图像江汉平原油菜种植面积分布

Fig. 4 Rape planting area of Jianghan Plain extracted from MODIS EVI time series image in 2014

从图4可以看出，江汉平原油菜种植区比较集中，主要分布在荆门市、监利县、仙桃市、潜江市、天门市及钟祥市等地，且长江和汉水沿岸的集中度较高，湖泊水库周围多有油菜种植。通过统计油菜种植区像元数，分别计算整个研究区和各市县区的种植面积 S，即

$$S = NA \ , \qquad (2)$$

式中：N 为油菜像元数；A 为像元面积，即250 m × 250 m。为了定量分析本文提取结果的可行性，将本文提取的油菜面积 S 与农业局提供的各市县区统计结果 S' 进行了比较（图5）。面积提取精度 P 公式为

$$P = 1 - \frac{|S - S'|}{S'} \times 100\% \ 。 \qquad (3)$$

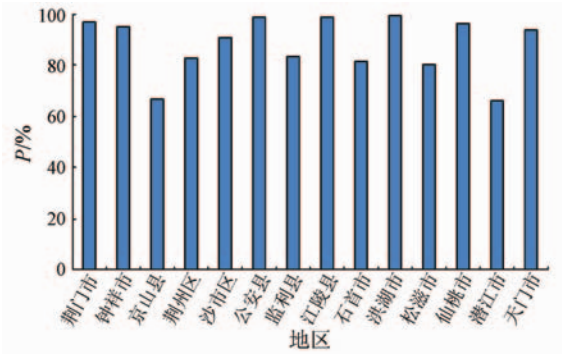


图5 2014年江汉平原14个市县区油菜面积提取精度

Fig. 5 Accuracy of rape area extraction of 14 counties/cities/districts in 2014

从图5可以看出，14个市县区中6个市县精度达到95%以上，2个区市精度介于90% ~95%之间，4个市县区精度介于80% ~90%之间，2个市县精度介于65% ~80%之间。本文提取的江汉平原2014年油菜总种植面积和农业局提供的统计面积分别为 487.76×10^3 hm^2 和 512.25×10^3 hm^2，整体精度达95.22%。同时对14个市县区的种植面积与农业局统计结果进行相关性分析，相关系数（R^2）达到0.91，提取结果基本令人满意。

同样利用公式（3）提取了江汉平原2015年油菜种植分布情况（图6），通过与农业局提供的统计数据相比较，总体精度达到91.29%。

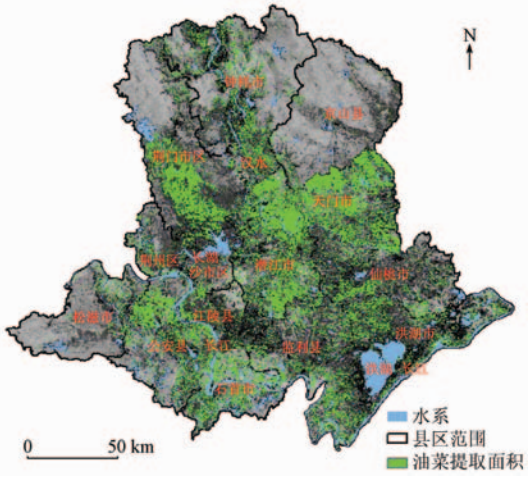


图6 2015年江汉平原油菜种植面积分布

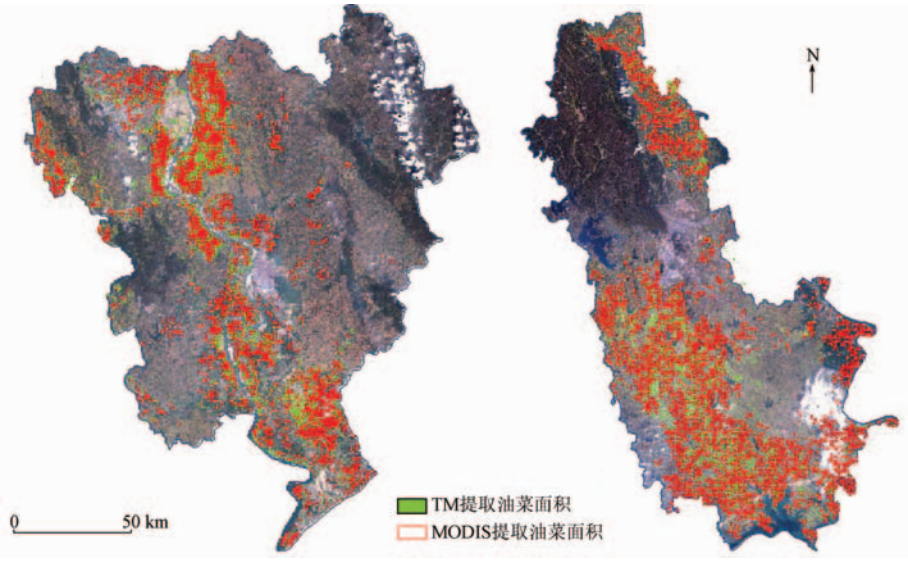
Fig. 6 Distribution of rape planting area of Jianghan Plain in 2015

3.2 基于TM数据油菜提取结果的精度验证

为了进一步检验采用MODIS数据提取油菜结

果的可行性,首先将用 MODIS 数据提取的 2014 年钟祥市、荆门市油菜种植区与用 TM 数据提取的对应区域结果均进行矢量化,然后叠置到 TM 彩色合成图像上进行对比分析。

图 7 直观显示了 2 种遥感数据油菜提取结果的差异情况。



(a) 钟祥市　　(b) 荆门市

图 7　2014 年钟祥市与荆门市 2 种遥感影像提取的油菜种植分布

Fig. 7　Distribution of rape area extracted by TM and MODIS images of Zhongxiang City and Jingmen City in 2014

图 7 背景图像为 2014 年 3 月 27 日获取的钟祥市和荆门市的 TM 数据模拟真彩色合成图像,图中绿色和红色区域分别为采用 TM 和 MODIS 数据提取的 2014 年油菜种植结果。从分布结果中可以看出,用 2 种遥感影像提取的油菜种植结果在空间分布上具有较高的一致性。在定性分析的基础上,将 2 种数据提取的油菜面积进行精度验证,部分地区 2 种提取结果如表 2 所示。

表 2　2014 年遥感提取油菜面积

Tab. 2　Results of rape area extracted by remote sensing images in 2014　(10^3 hm^2)

地区	TM 提取油菜面积	MODIS 提取油菜面积
荆门市	53.09	60.61
钟祥市	41.32	43.25
京山县	8.15	12.83
荆州区	18.24	14.19
沙市区	4.28	3.13
公安县	27.52	39.40
监利县	58.59	63.90
江陵县	18.23	22.32
石首市	16.89	24.23
松滋市	21.75	28.49
潜江市	49.81	46.17
天门市	42.39	48.06

从表 2 可以看出,2 种遥感影像的油菜面积提取结果数值相近,总体精度为 88.61%。通过对两者进行相关性分析(图 8)得到 2 种数据提取结果的相关系数(R^2)达到 0.93,均方根误差(root mean squared error,RMSE)为 18.53,可见两者具有较高的相关性。

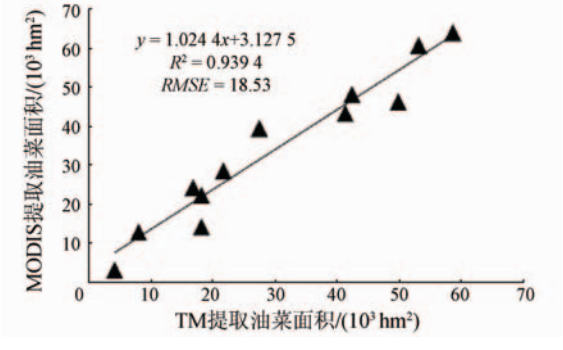


图 8　MODIS 提取结果与 TM 提取结果相关性分析

Fig. 8　Correlation analysis between results extracted from MODIS and TM data

4　结论与建议

1)将 TM 数据作为过渡数据,利用地面采样数据间接对 MODIS EVI 数据进行样本提取和验证,并结合油菜物候信息,构建油菜提取模型,提取了江汉平原油菜种植分布信息。通过与农业局统计数据对比分析,2014 年与 2015 年油菜提取结果总体精度分别达到 95.22% 和 91.29%。虽然农业局提供的统计数据具有较高的可靠性,但是其面积获取的过程通常是采用逐级上报统计方法或传统人工地面调查的方式,该过程会耗费大量的人力物力; 本文利用遥感监测的方法不仅能在很大程度上降低成本,而且能实时、快速地获取油菜种植面积。

2)通过对比2014年钟祥市和荆门市油菜种植区MODIS数据与TM数据提取结果可见,2种数据提取结果在空间分布上具有较高的一致性;若将2014年TM图像提取结果视为真值,对MODIS数据提取结果进行精度验证,则用MODIS数据提取的油菜面积总体精度达到了88.61%,两者的相关系数为0.93,均方根误差为18.53。上述结果表明,利用本文方法能够较好地区分油菜与同期生长的其他植被的差异,从而取得较好的油菜提取结果。

3)由于本文研究选用的数据源是空间分辨率为250 m的MODIS数据,其空间分辨率相对较低,而且江汉平原油菜主要种植区域地块较为破碎,作物混种现象比较严重,加之受气候条件、地形等影响,部分地区的油菜和冬小麦的播种期与江汉平原整体播种期会略有差异,这些因素都会造成部分地区油菜种植分布信息提取结果出现一定的误差。因此,如何更好地处理混合像元、小区域间物候差异等问题,提高油菜种植信息提取精度,将是今后需要解决的一个重要问题。

参考文献(References):

[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.
Zhang X,Ma Y,Zheng W,et al. Variation trend of rape cultivation area based on MODIS-NDVI time series data:A case in Jianghan Plain[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin,2016,25(3):412-419.

[2] 张 煦. 基于MODIS-NDVI时间序列数据的油菜识别与复种指数提取[D]. 武汉:华中农业大学,2015.
Zhang X. Study on Rape Discrimination and Multiple Cropping Index Extraction Based on MODIS-NDVI Time Series Data[D]. Wuhan:Huazhong Agricultural University,2015.

[3] 王 凯,张佳华. 基于MODIS数据的湖北省油菜种植分布信息提取[J]. 国土资源遥感,2015,27(3):65-70. doi:10.6046/gtzyyg.2015.03.12.
Wang K,Zhang J H. Extraction of rape seed cropping distribution information in Hubei Province based on MODIS images[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2015,27(3):65-70. doi:10.6046/gtzyyg.2015.03.12.

[4] 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.
Liang Y T,Wan J. Application of HJ-1A/B-CCD images in extracting the distribution of winter wheat and rape in Hubei Province[J]. Chinese Journal of Agrometeorology,2012,33(4):573-578.

[5] Jakubauskas M E,Legates D R,Kastens J H. Crop identification using harmonic analysis of time-series AVHRR NDVI data[J]. Computers and Electronics in Agriculture,2002,37(1/3):127-139.

[6] Chen P Y,Fedosejevs G,Tiscareño-López M,et al. Assessment of MODIS-EVI,MODIS-NDVI and VEGETATION-NDVI composite data using agricultural measurements:An example at corn fields in western Mexico[J]. Environmental Monitoring and Assessment,2006,119(1/3):69-82.

[7] 王正兴,刘 闯,Huete A. 植被指数研究进展:从AVHRR-NDVI到MODIS-EVI[J]. 生态学报,2003,23(5):979-987.
Wang Z X,Liu C,Huete A. From AVHRR-DVI to MODIS-EVI:Advances in vegetation index research[J]. Acta Ecologica Sinica,2003,23(5):979-987.

[8] 左丽君,张增祥,董婷婷,等. MODIS/NDVI和MODIS/EVI在耕地信息提取中的应用及对比分析[J]. 农业工程学报,2008,24(3):167-172.
Zuo L J,Zhang Z X,Dong T T,et al. Application of MODIS/NDVI and MODIS EVI to extracting the information of cultivated land and comparison analysis[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2008,24(3):167-172.

[9] 叶 琦,赵 萍,孙 静. 基于MODIS/NDVI与EVI的皖江流域植被覆盖比较分析[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(3):361-368.
Ye Q,Zhao P,Sun J. Comparative analysis of vegetation coverage along the Yangtze River in Anhui Province based on MODIS/NDVI and EVI[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin,2012,21(3):361-368.

[10] 米兆荣,张耀生,赵新全,等. NDVI和EVI在高寒草地牧草鲜质量估算和植被动态监测中的比较[J]. 草业科学,2010,27(6):13-19.
Mi Z R,Zhang Y S,Zhao X Q,et al. Comparison NDVI with EVI in the herbage fresh weight estimation and vegetation dynamics for alpine grassland[J]. Pratacultural Science,2010,27(6):13-19.

[11] 贾建华,刘良云,竞 霞,等. 基于多时相MODIS监测冬小麦的种植面积[J]. 遥感信息,2005(6):49-51.
Jia J H,Liu L Y,Jing X,et al. Monitoring planting area of winter wheat based on multi-temporal MODIS images[J]. Remote Sensing Information,2005(6):49-51.

[12] 于文颖,冯 锐,纪瑞鹏,等. 利用MODIS数据提取水稻种植面积及精度分析[J]. 中国农学通报,2013,29(33):32-36.
Yu W Y,Feng R,Ji R P,et al. Extracting rice planting area and precision analysis by using MODIS data[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2013,29(33):32-36.

[13] 顾晓鹤,韩立建,王纪华,等. 中低分辨率小波融合的玉米种植面积遥感估算[J]. 农业工程学报,2012,28(3):203-209.
Gu X H,Han L J,Wang J H,et al. Estimation of maize planting area based on wavelet fusion of multi-resolution images[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2012,28(3):203-209.

[14] 李丹丹,刘 佳,周清波,等. 尺度变化对油菜种植面积遥感监测精度的影响[J]. 中国农业资源与区划,2014,35(6):85-92.
Li D D,Liu J,Zhou Q B,et al. Influence of scale variation on precision of rapeseed acreage remote sensing monitoring[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning,2014,35(6):85-92.

[15] 李丹丹. 基于中高空间分辨率遥感影像的油菜种植面积信息提取研究[D]. 北京:中国农业科学院,2011.

Li D D. Study of Extracting Rape Acreage Using MID and High Space Resolution Sensing Imagery[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011.

[16] 王立辉,黄进良,孙俊英. 基于线性光谱混合模型的油菜种植面积遥感监测方法研究[J]. 遥感信息,2010(3):55 - 59.
Wang L H, Huang J L, Sun J Y. Study on remote sensing monitoring of rape acreage based on linear spectral mixture model[J]. Remote Sensing Information, 2010(3): 55 - 59.

[17] 张 霞,帅 通,杨 杭,等. 基于 MODIS EVI 图像时间序列的冬小麦面积提取[J]. 农业工程学报,2010,26(S1):220 - 224.
Zhang X, Shuai T, Yang H, et al. Winter wheat planting area extraction based on MODIS EVI image time series[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(S1): 220 - 224.

[18] 尤 慧,刘荣高,祝善友,等. 加拿大北方森林火烧迹地遥感分析[J]. 地球信息科学学报,2013,15(4):597 - 603.
You H, Liu R G, Zhu S Y, et al. Burned area detection in the Canadian Boreal Forest using MODIS imagery[J]. Journal of Geo - Information Science, 2013, 15(4): 597 - 603.

[19] 刘新圣,孙 睿,武 芳,等. 利用 MODIS - EVI 时序数据对河南省土地覆盖进行分类[J]. 农业工程学报,2010,26(S1):213 - 219.
Liu X S, Sun R, Wu F, et al. Land - cover classification for Henan Province with time - series MODIS EVI data[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(S1): 213 - 219.

Extraction of rape planting distribution information in Jianghan Plain based on MODIS EVI time series data

YOU Hui[1], SU Rongrui[1], XIAO Weiyu[2], LIU Kaiwen[1], GAO Huadong[1]

(1. *Jingzhou Agriculture Meteorological Trial Station of Hubei Province*, *Jingzhou* 434025, *China*;
2. *Wuhan Regional Climate Center*, *Wuhan* 430074, *China*)

Abstract: Rape is the major oil crop in China, and timely and accurately obtaining the information about rape planting spatial pattern has great significance for growth monitoring, yield estimation and disaster assessment. In this paper, the distribution of rape growing in the Jianghan Plain from 2014 to 2015 was extracted utilizing the MODIS EVI time series data with 250 m spatial resolution. The field survey data were used to extract crop training samples for MODIS EVI data indirectly by using TM data as the transition data between the field survey data and MODIS EVI image. According to the spectra and phenological calendar of winter wheat and rape in Jianghan Plain, the authors established the extraction model for the area of rape growing by multiple threshold comparative method. With the Agricultural Bureau Statistics data as the verification, the overall accuracy of the extraction results of MODIS data were up to 95.22% and 91.29% respectively in 2014 and 2015. In addition, the extraction result was quite consistent with TM - based result with a precision of 88.61%, in 2014. The results show that, based on the time series MODIS - EVI data sets, combined with the EVI spectral characteristics and phenological information of crop and using the study method presented in this paper, the rape planting distribution information could be extracted effectively in Jianghan Plain.

Keywords: MODIS EVI; time series; rape planting area; Jianghan Plain

(责任编辑: 陈 理)