

引用格式: 汤玲英, 刘雯, 杨东, 等. 基于面向对象方法的 Sentinel-1A SAR 在洪水监测中的应用[J]. 地球信息科学学报, 2018, 20(3): 377-384. [Tang L Y, Liu W, Yang D, et al. Flooding monitoring application based on the object-oriented method and Sentinel-1A SAR data[J]. Journal of Geo-information Science, 2018, 20(3): 377-384.] DOI:10.12082/dqxxkx.2018.170599

基于面向对象方法的 Sentinel-1A SAR 在洪水监测中的应用

汤玲英¹, 刘雯^{1,2*}, 杨东¹, 陈乐¹, 苏扬媚¹, 徐宪立³

1. 湖南师范大学资源与环境科学学院, 长沙 410081; 2. 湖南师范大学 地理空间大数据挖掘与应用湖南省重点实验室, 长沙 410081; 3. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125

Flooding Monitoring Application Based on the Object-oriented Method and Sentinel-1A SAR Data

TANG Lingying¹, LIU Wen^{1,2*}, YANG Dong¹, CHEN Le¹, SU Yangmei¹, XU Xianli³

1. College of Resources and Environmental Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China; 2. Key Laboratory of Geospatial Big Data Mining and Application, Changsha 410081, China; 3. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China

Abstract: In recent years, flood disasters have emerged successively, so extracting the disaster range and studying detection of the change of water body are of great significance to the scientific and effective management of flood disasters. Synthetic Aperture Radar (SAR) has the ability of penetrating clouds and generating ground information and it can collect data from large areas under any weather conditions. SAR has become an important means of natural disasters observation. Sentinel-1A is an important part of satellite in ESA's Copernicus Program for monitoring environment. Therefore, discussions of the application of Sentinel-1A SAR data to the monitoring of flood disaster is meaningful. The traditional pixel-based methods have limitation in image speckle noise suppression, so the object-oriented method is introduced in this study. This study takes Sentinel-1A SAR images of the pre-flood, flooding and after-flood periods as data source. We introduce the object-oriented classification software - eCognition 9.0 to establish an extraction process of flooding area. Firstly, we use the SNAP software to preprocess the Sentinel-1A SAR images. Then, to account for objects features, we conduct experiments using multi-scale segmentation of eCognition 9.0, comparative analysis of the experimental results and we use the prior knowledge to determine the optimal segmentation scale. Based on the assigned class function of eCognition 9.0, we analyze the VV polarization mean feature to extract flooding area. Meanwhile, we use DEM data to remove the hill-shade in water extraction. Using the methods above, the detection of flood dynamic changes of different periods and flood submerge area extracted in the Huixian karst wetland in Guangxi was realized. Maps of the detection of flood changes in the pre-flood, flooding and after-flood periods were plotted. At last, we compared the traditional pixel-based water extraction method (Unsupervised classification and OSTU threshold segmentation). This research shows that Sentinel-1A SAR data has a great application potential in flood detection field. Compared with the traditional pixel-based method, the object-oriented method can effec-

收稿日期 2017-12-15; 修回日期: 2018-01-14.

基金项目 国家自然科学基金项目(41501478); 湖南省重点学科地理学(2016001); 湖南省自然科学基金项目(2015JJ6068)。

[**Foundation items:** National Natural Science Foundation of China, No.41501478; Construction Program of the Key Discipline in Hunan Province, No.2016001; National Natural Science Foundation of Hunan China, No.2015JJ6068.]

作者简介 汤玲英(1992-), 女, 硕士生, 研究方向为生态遥感应用研究。E-mail: 595834337@qq.com

*通信作者 刘雯(1982-), 女, 副教授, 博士, 研究方向为生态环境遥感。E-mail: liuwenww@gmail.com

tively avoid the “salt and pepper phenomenon”, have high precision in flooding area extraction and can improve the utilization of spatial information.

Key words: Sentinel-1A SAR, flood; object-oriented; flood submerge area; Karst

***Corresponding author:** LIU Wen, E-mail: liuwenww@gmail.com

摘要 开展 Sentinel-1A SAR 数据在洪水淹没范围提取和水体变化监测方面的应用研究,对科学有效地管理洪涝灾害有重要意义。合成孔径雷达以其不受天气影响、能穿透云层、覆盖面积广等特点成为灾害监测的重要数据来源。面向对象的方法能有效解决影像的椒盐现象被广泛运用于信息提取研究。本文基于 Sentinel-1A SAR 数据,利用面向对象的方法构建洪水淹没范围提取流程,绘制灾前、灾中、灾后水体变化监测图,对比分析基于传统像元的提取方法,实现对广西临桂会仙岩溶湿地区域不同时期洪水动态监测。研究表明, Sentinel-1A SAR 数据在洪水监测领域有巨大的应用潜力,相较于传统基于像元的方法,面向对象的方法能有效抑制杂斑生成,提高空间信息的利用效率,具有更好的提取精度。

关键词 Sentinel-1A; SAR; 洪水; 面向对象; 淹没范围; 喀斯特

1 引言

洪涝灾害是全球最具破坏性的自然灾害之一,它制约着区域社会经济的发展,尤其是农业发展。中国是世界上洪水灾害频繁而严重的国家之一,洪水灾害波及区域广、突发性强、发生频繁,且破坏性大,损失严重,对人民群众的生命财产安全和灾区经济发展构成了极大的威胁^[1]。因此,对于洪涝灾害的监测和管理极其重要,而洪水淹没范围的提取是洪涝灾害监测的基础,也是洪涝灾害监测领域研究的重要内容。

基于卫星遥感技术,人们可实现快速、准确的洪涝淹没范围提取,并且能有效地获取其时空分布特征,直观地显示动态变化和发展规律,从而使得其在洪涝灾害监测和管理中发挥极其重要的作用^[2-3]。光学遥感在灾害监测的应用较为广泛,各种光学影像均被用于洪水的研究,但在洪水期间,由于恶劣的天气影响、云层覆盖干扰等因素,光学传感器无法有效获取地面信息,因此光学遥感在洪水实时监测方面存在一定的局限性,而星载合成孔径雷达 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 遥感具有全天候、全天时数据获取能力,不受极端天气条件的影响,能穿透云层,覆盖面积广,获取的影像具有较好的对比度和丰富的纹理信息,尤其适用于突发性灾害研究^[4],并且在 SAR 影像上,水体的镜面反射在影像上呈现为暗色调,水体信息极易被识别。因此, SAR 在洪水淹没范围提取方面具有一定的潜力,及时开展 SAR 受灾范围提取和水体变化监测的研究,对提高洪涝灾害变化监测的时效性和准确性有重要意义。随着 SAR 技术不断发展,雷达遥感数据在自然灾害监测领域的应用得到了极大发展^[5]。欧空局

哥白尼计划的第一颗用于环境监测的 Sentinel-1A 卫星于 2014 年投入运行, Sentinel-1A 卫星搭载 C 波段 SAR 传感器,不仅具有多极化、多入射角等特征,而且具有高空间分辨宽幅干涉模式,高时间分辨率,重访周期仅需 12 d, 与其同一运行轨道的 Sentinel-1B 于 2016 年发射,双星运行周期缩短为 6 d^[6]。 Sentinel-1A 卫星能提供高分辨率的 SAR 影像,用于自然灾害的及时、连续、独立的应急响应,在洪水期间可为汛情监测、淹没范围评估等提供重要的数据支持^[7]。

传统的基于像元的水体信息提取只考虑像元本身的信息,忽略了地物纹理、形状、相邻像元间的关系和空间位置等特征,且由于 SAR 特殊的成像原理,使得 SAR 影像存在一定的相干斑噪声。基于像元的方法对 SAR 影像进行洪涝灾害信息提取应用中受到斑噪的干扰,影响了提取精度,存在一定的局限,而面向对象的方法突破了这种局限。相比基于像元的方法,面向对象的方法不再以单独的像元为基点,而是由包含重要语义信息在内的影像对象及其间的相互关系构成,充分利用对象包含的信息,有效地解决了影像的椒盐现象,信息提取的精度显著提高^[8]。本文基于 Sentinel 1A SAR 数据,利用面向对象的方法构建洪水淹没范围提取流程,实现了对广西临桂会仙喀斯特湿地地区洪水淹没范围的快速提取。

2 研究区概况与数据源

2.1 研究区概况

广西临桂地区属于典型的亚热带季风气候,境内河流纵横,地表水系较发育,地处多雨地带,大暴

雨出现频繁,分布集中,强度大,范围广,为广西三大暴雨中心之一。雨季持续周期长,一般发生在4-7月,6月中旬至7月中旬最多,常出现洪涝灾害^[9]。根据气象数据显示,2016年5月中旬以来临桂地区处于连续降雨天气,且受厄尔尼诺的持续影响,降雨事件明显增多,导致洪涝灾害频发,岩溶洼地区域尤其严重。2017年7月受第一号洪水的影响,遭遇了严重的洪涝灾害。本文以广西桂林临桂县会仙喀斯特湿地周边为研究区域,该地区以农业用地为主,喀斯特岩溶地貌分布广。

2.2 数据源

本文选取了2016年4月3日、5月21日、6月14日及8月25日和2017年5月28日、7月3日及7月15日灾前、灾中、灾后7个时期的 Sentinel-1A SAR GRD 地距探测产品 (Ground Range Detected Product) 影像,对同时期的洪水淹没范围进行提取分析。Sentinel-1A SAR 数据参数如表1所示。其他辅助数据包括研究区矢量边界图、Google Earth 高分影像、30 m分辨率的DEM数据。

表1 处理的 Sentinel-1A 影像的特征

Tab. 1 Characteristics of processed Sentinel-1A images

获取卫星	Sentinel-1A
极化方式	VV/VH
地距分辨率/m	20×22(方位向×距离向)
像元大小/m	10×10(方位向×距离向)
工作模式	干涉宽幅 (宽幅 250 km)
入射角度/°	30.797~46.22
影像时间	2016年4月03日(灾前) 2016年5月21日(灾中) 2016年6月14日(灾中) 2016年8月25日(灾后) 2017年5月28日(灾前) 2017年7月03日(灾中) 2017年7月15日(灾后)

3 研究方法

3.1 Sentinel-1A 影像及处理方法

Sentinel-1A 卫星采用多种成像模式,空间分辨率达到 20 m,本文利用欧空局 SNAP 软件对 Sentinel-1A 数据进行预处理,主要流程包括影像裁剪、辐射矫正、相干斑噪声抑制、几何地形矫正、后向散射系数转化。处理流程如图1所示。

SAR 是应用合成孔径原理,工作于微波波段的相干性、主动式成像雷达,难以避免相干斑噪声的产生,在一定程度上降低了 SAR 影像的质量。为减少噪声对影像解译的影响,提高水体提取精度,须

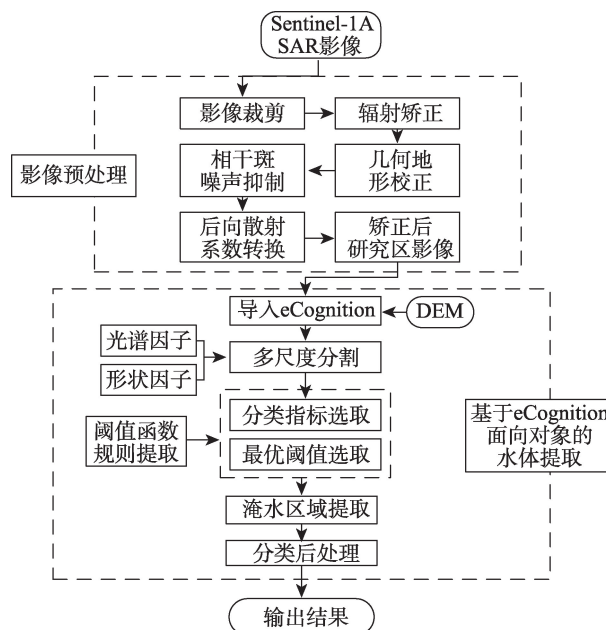


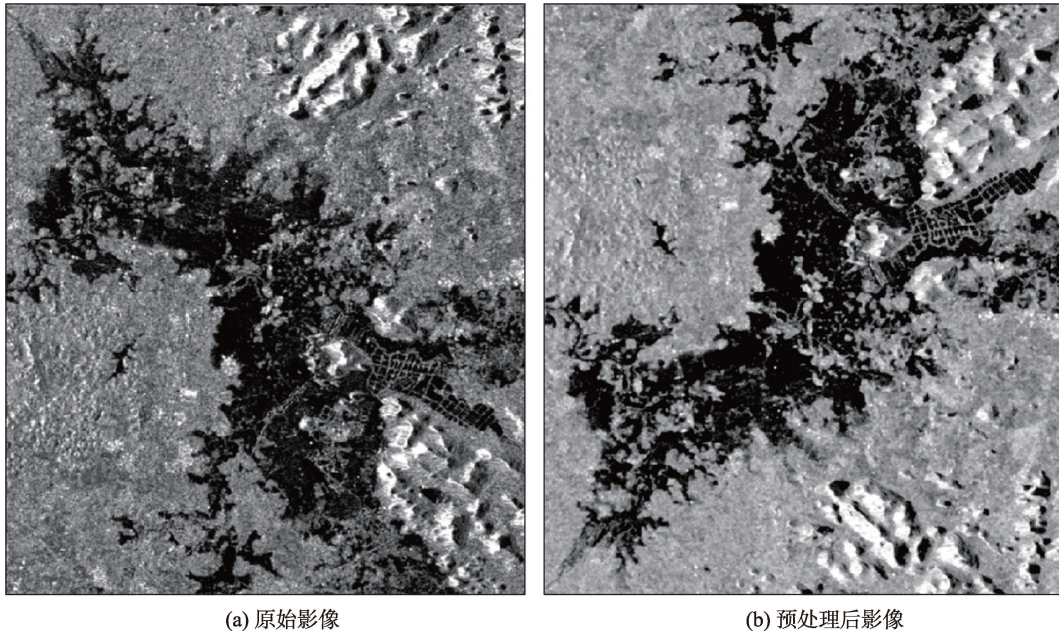
图1 基于面向对象的 Sentinel-1A SAR 数据洪水淹没范围提取流程图

Fig. 1 Flowchart of flooding area extraction from Sentinel-1A SAR data based on the object-oriented method

对斑点噪声进行抑制处理^[10]。目前常用的去噪方法包括 Frost、Gamma、Kuan、Lee、Refined Lee 等算法,经过多次实验对比研究分析,本文采用 Refined Lee 滤波算法对影像进行滤波处理,该算法在滤除相干斑噪声的同时很好地保持了地物的边缘信息,并且能一定程度上减少因水面起伏导致的明暗斑点,利于水体信息的识别^[11]。合成孔径雷达是侧视成像,因此地形起伏会对影像造成几何畸变,为了进行多时相分析,本文结合双线性内插法和 SRTM 30 m 分辨率的 DEM 数据,利用距离多普勒算法对地形进行矫正。由于 GRD 影像是干涉宽幅模式,已进行了多视和地理编码矫正处理,无需再进行配准处理^[12-13]。为更好地反映雷达强度的差异性,将影像的后向散射系数 σ_{vv}^0 转化为对数刻度 (dB) 形式。图 2(a) 为原始 SAR 影像对比处理后的影像 (图 2(b)),预处理后的影像斑点噪声得到了有效抑制,纠正了倒置的影像,提高了影像质量。

3.2 基于面向对象的淹水区域提取

面向对象信息提取技术处理的基本单元是“影像对象”,而不是单个的像元,即通过影像分割生成的同质目标^[14]。从影像中查找和提取目标物特征,依靠对象知识特征库来完成目标物的提取。传统的基于像元的分类往往存在斑点噪声的影响,面向



(a) 原始影像

(b) 预处理后影像

图2 2017年7月3日洪水期原始影像和预处理后的影像

Fig. 2 Original images of flood and images after processing on July 3, 2017

对象的分类方法则能较好地解决这一局限。本研究基于eCognition软件,利用面向对象的方法提取研究区淹水区域。

3.2.1 影像分割

eCognition面向对象分类的基础是先分割后分类,影像分割是面向对象提取技术及影像分析的基础和关键^[15]。本研究利用多尺度的方法进行影像分割,多尺度分割是一种自上而下的分割算法,打破了用单一尺度表示同一空间分辨率的遥感影像信息的局限性,它能根据局部反差,任意尺度提取无知识参与的影像对象原型,适用于各种数据类型,同时能处理多通道数据,尤其适用于有纹理或低对比度影像差异小的数据、雷达影像或高分辨率影像^[16]。

多尺度分割通过对光谱特征参数与形状特征参数的选取,置分割尺度使整幅影像分割形成的影像对象异质性最小,将具有相同特征的像元根据指定的尺度聚合在一起,形成一个有实际意义的“对象”,使得整幅影像对象的同质分割达到高度优化的水平,即一个斑块中只含有一种地类,从而在一定程度上避免了“椒盐”现象的出现^[17-18],其实质就是一个局部最优化的过程。异质性的计算方法如下:

(1)整体异质性 f :分为光谱异质性 h_{color} 和形状异质性 h_{shape} 。

$$f = \omega \cdot h_{\text{color}} + (1 - \omega) \cdot h_{\text{shape}} \quad (1)$$

式中: ω 为光谱权重值($0 < \omega < 1$)。

(2)光谱异质性 h_{color} 。

$$h_{\text{color}} = \sum_c \omega_c \cdot \sigma_c \quad (2)$$

式中: c 为图层层数; ω_c 表示图层的权重; σ_c 为图层的标准差

(3)形状异质性 h_{shape} :由平滑度(h_{smooth})与紧致度(h_{compact})2个子异质性指标构成。

$$h_{\text{shape}} = \omega_{\text{compact}} \cdot h_{\text{compact}} + \omega_{\text{smooth}} \cdot h_{\text{smooth}} \quad (3)$$

式中: ω_{compact} 和 ω_{smooth} 为紧致度和平滑度异质性的权重值,二者的和为1。

影像分割尺度的选取至关重要,它直接决定了影像对象的大小以及信息提取的精度^[19]。因此合理选定分割尺度参数、形状权重和紧致度权重的最优值对优化影像分割结果至关重要。

3.2.2 知识库构建与分类提取

知识库是多种特征的集合,确定影像适宜分割尺度后,选取合适的特征表达式对地物特征进行描述,将这些语义知识转化为规则,从而实现对淹水区域的提取。研究区域土地利用类型以农业用地为主,在HV极化方式下,一些植被的后向散射强度存在比较明显的变化,导致淹水区域的变化受到相应的干扰。而VV极化下,淹水区域和背景区域的区分比较清晰,且水体特征在VV极化的后向散射特征上表现较为稳定,纹理信息较少。通过对研究

区域影像特点及水体与其它特征的敏感性分析后,选取了VV极化的后向散射均值特征来构建淹水区域提取的知识库,用于水体和非水体的区分。由于水体特征在SAR影像上极易分辨,因此本文在进行多尺度分割后,利用阈值法对水体进行提取。

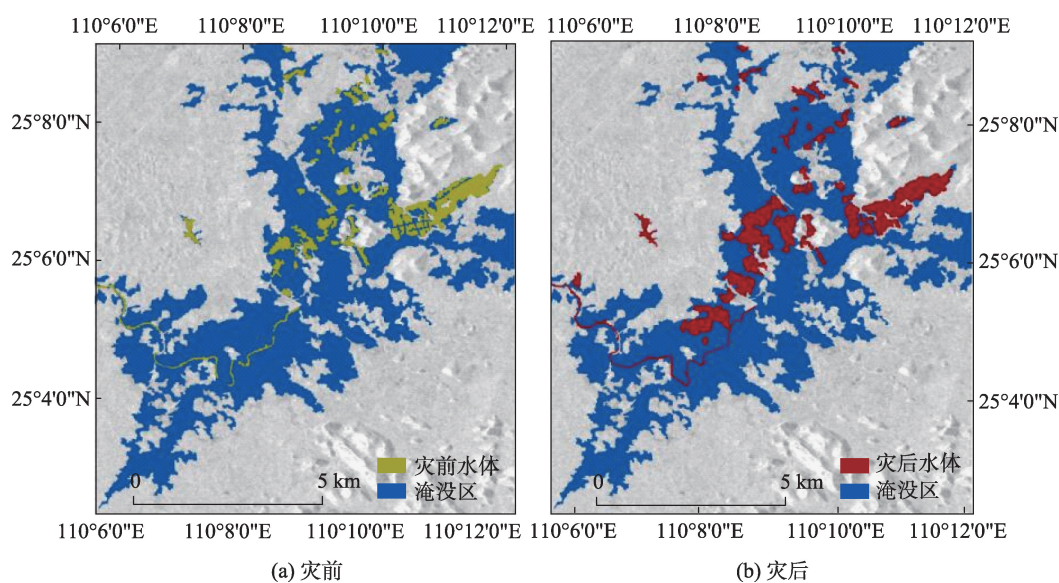
4 结果与分析

综合考虑影像本身的特点及淹水范围提取的研究目的,本研究将影像地物类型分为淹水区域和未淹水区域2大类,提取灾前、灾中及灾后水体,结合不同时期的水域变化情况,对淹水范围进行提取分析。通过不断变化分割尺度以及对形状和紧致度权重的调整,得到不同的分割结果,利用先验知识和人的判别能力选取最优分割参数,同时结合地物信息特征,影像分割的尺度参数设为30,形状因子设为0.1,光谱因子设为0.9,紧致度因子设为0.5。该分割结果较为理想,能够体现出斑块间的差异信息,影像内部同质性高,水陆分离界限明显,保持了边界完整性。通过对VV极化均值特征的分析,水体的平均后向散射系数低于-14.15 dB,基于eCognition软件的Assign Class函数设置阈值范围,提取水体与非水体区域。

SAR影像是斜距成像,受成像机制的影响,微波照射地表时,研究区域喀斯特峰丛会出现透视收缩、叠掩和阴影等现象,场景中地形起伏较大的山

体背向坡因无法获得雷达波束而产生山体阴影^[20],阴影区域亮度低,与水体的后向散射强度相近。基于面向对象的阈值法无法完全将阴影区分出来,导致山体阴影被误提为水体。针对以上虚假信息误提的问题,根据研究区域特有的喀斯特地貌峰丛特征,本研究结合DEM数据,对研究区域的高程值进行统计,并结合山体阴影图及入射角度图,确定地势起伏较大区域的高程阈值为179.7 m,提取地势起伏较大的区域,以此剔除山体阴影对水体提取结果的影响。

基于上述研究方法,得到研究区域2017年受第一号洪水影响的灾情监测结果(图3)。研究区总面积为127.890 km²,灾前水体面积为3.559 km²,灾后水体面积为5.613 km²,对比7月15日灾后影像,7月3日总淹没区域为30.636 km²。从洪水时空分布上看,小河流区域灾情比较严重,淹水范围集中。受灾期影像与灾后时期影像间隔为12 d,对比灾前和灾后水体面积,可知该喀斯特岩溶湿地边缘区域退水周期较长。研究区以农业用地为主,且地势低于周边区域,可能是暴雨导致农田积水难以短时间排泄。同时,为了探讨Sentinel-1A SAR数据及基于面向对象方法的应用潜力,选取了2016年5月及6月研究区不同时期的受灾影像,并利用本文构建的提取流程对淹水范围进行监测提取分析。从图4可看出,淹水区域空间分布相对集中,提取的水域面积与原始影像水体面积基本吻合。由于研究区域



注:蓝色区域为7月3日淹水区域,黄色区域为5月28日灾前水体,红色为7月15日灾后水体

图3 研究区域2017年7月上旬洪水淹没范围提取结果图

Fig. 3 The flooding area extraction results in the study area during early July, 2017

水体分布变化复杂,人工描绘水域边界较困难,因此本文结合灾前灾后时期 Landsat 8、Google Earth 等高分辨率影像对灾前部分区域人工描绘水域边界,进行精度评价,用户总体精度达到89.7%。

对比分析基于像元的方法提取结果(图5(b))可明显看出,基于像元的分类方法受到影像斑噪的影响,地物分类结果比较离散,细小的河流不能被准确提取出来,破碎斑点多,阴影难以剔除。虽然

基于OSTU阈值分割法(图5(c))能较好地保留水体边缘,但同样受到斑噪的影响,而基于面向对象的分类结果(5(a))连续性较高,一定程度上避免了的椒盐现象的产生,有较高的提取精度。

5 讨论与结论

本文基于 eCognition 9.0 软件利用面向对象的

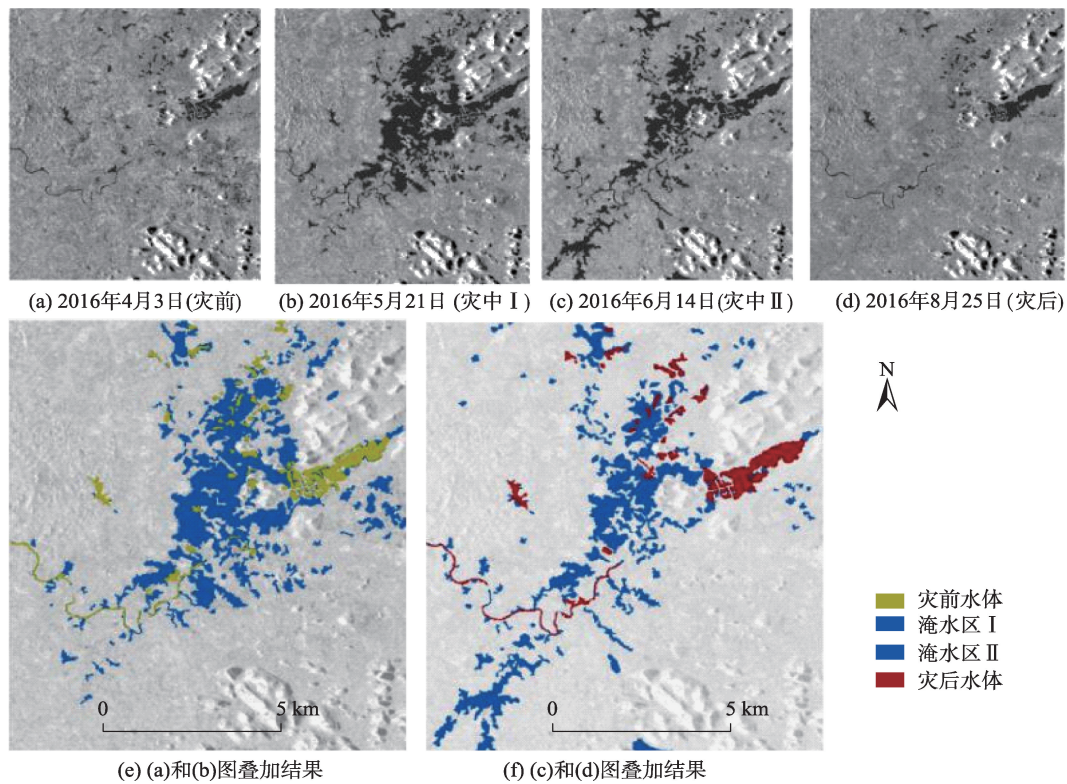


图4 2016年5、6月淹水提取结果

Fig. 4 The flooding area extraction results in May and June, 2016

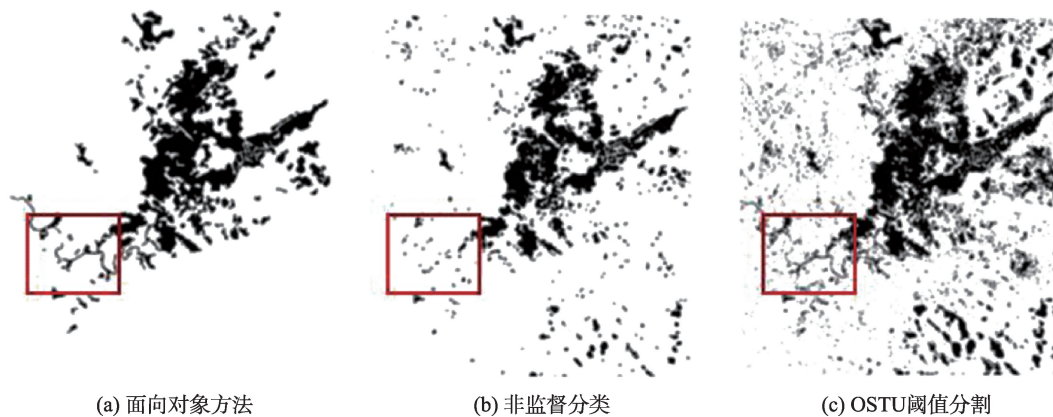


图5 基于不同分类方法的淹水范围提取

Fig. 5 Flooding area extraction results based on different classifications

方法对研究区域不同灾害时期的 Sentinel-1A SAR 影像进行淹水范围提取。研究表明,与传统基于像元的方法相比,面向对象的方法能有效地抑制杂斑的生成,提高空间信息的利用效率,且提取过程更加灵活,在提取精度上有一定的优势;Sentinel-1A SAR 数据在洪水检测方面具有一定的应用潜力。在后期研究中可结合 Sentinel-1B SAR 数据,以期更好地对灾害过程实施动态监测,提高监测的时效性,为洪灾监测和灾情评估工作提供重要的数据支持。由于条件限制,针对淹水区提取结果的验证缺乏野外实际点的调查数据,且灾害期间连续阴雨天,受到云层覆盖干扰,无法获取有效的高分辨率光学影像对受灾范围进行验证分析,提取精度有待进一步提高。在后续研究中可结合研究区域土地利用类型覆盖图,统计不同土地利用类型受灾情况,以更好地指导区域农业生产和发展。

参考文献 (References):

- [1] 赵阳,程先富.洪水灾害遥感监测研究综述[J].四川环境, 2012,31(4):106-109. [Zhao Y, Cheng X F. Review on remote sensing monitoring of flood disaster[J]. Sichuan Environment, 2012,31(4):106-109.]
- [2] 李小涛,黄诗峰,孙涛.洪涝灾害遥感监测与评估系统的实现和应用[J].水电能源科学,2012,30(5):115-118,215. [Li X T, Huang S F, Sun T. Implementation and application of systems of flooding monitoring and evaluation using remote sensing[J]. International Journal Hydroelectric Energy, 2012,30(5):115-118,215.]
- [3] 孙亚勇,黄诗峰,李纪人,等. Sentinel-1A SAR 数据在缅甸伊洛瓦底江下游区洪水监测中的应用[J].遥感技术与应用,2017,32(2):282-288. [Sun Y Y, Huang S F, Li J R, et al. Application of Sentinel-1A SAR data in monitoring the downstream flooding of Myanmar Irrawaddy river[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2017,32(2): 282-288.]
- [4] Hong S, Jang H, Kim N, et al. Water area extraction using radarsat sar imagery combined with landsat imagery and terrain information[J]. Sensors, 2015,15(3):6652-6667.
- [5] 李加林,曹罗丹,浦瑞良.洪涝灾害遥感监测评估研究综述[J].水利学报,2014,45(3):253-260. [Li J L, Cao L D, Pu R L. Progresses on monitoring and assessment of flood disaster in remote sensing[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2014,45(3):253-260.]
- [6] Aulard-Macler M. Sentinel-1 product definition[J]. MDA Document, Num. SEN-RS-52-7440, ESA CDRL Num. PDL1-1, PDL2-1, 2011.
- [7] 欧阳伦曦,李新情,惠凤鸣,等.哨兵卫星 Sentinel-1A 数据特性及应用潜力分析[J].极地研究,2017,29(2):286-295. [OuYang L X, Li X Q, Hui F M, et al. Characteristics of Sentinel-1A data and analysis of its potential applications [J]. Chinese Journal of Polar Research, 2017,29(2):286-295.]
- [8] 何勇,陈昌鸣,熊增连,等.基于 eCognition 的面向对象农村公路提取[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2012, 31(6):1194-1197. [He Y, Cheng C M, Xiong Z L, et al. Object-oriented rural roads extraction based on eCognition[J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science), 2012,31(6):1194-1197.]
- [9] 李海良.基于 AHP 的临桂新区岩溶塌陷危险性模糊综合评价[D].桂林:桂林理工大学,2014. [Li H L. Fuzzy synthetic evaluation of the karst collapse risk in Lingui new area based on AHP Major[D]. Guilin: Guilin University of technology, 2014.]
- [10] 叶子伟,陈小松,吴敦.基于 Radarsat SAR 微波影像的水体提取研究[J].测绘地理信息,2016,41(2):54-57. [Ye Z W, Chen X S, Wu D. Water extraction of Radarsat SAR images[J]. Journal of Geomatics, 2016,41(2):54-57.]
- [11] 徐颖,周焰. SAR 图像相干斑抑制研究进展[J].计算机工程与应用,2013(20):210-216. [Xu Y, Zhou Y. Review on SAR image speckle suppression[J]. Computer Engineering and Applications, 2013(20):210-216.]
- [12] 冷英,刘忠玲,张衡,等.一种改进的 ACM 算法及其在鄱阳湖水域监测中的应用[J].电子与信息学报,2017,39(5): 1064-1070. [Leng Y, Liu Z L, Zhang H, Improved ACM algorithms for Poyang lake monitoring[J]. Journal of Electronics and Information Technology 2017,39(5): 1064-1070.]
- [13] Liu Z, Li F, Li N, et al. A novel region-merging approach for coastline extraction from sentinel-1a IW mode SAR imagery[J]. IEEE Geoscience & Remote Sensing Letters, 2016,13(3):324-328.
- [14] 周春艳,王萍,张振勇,等.基于面向对象信息提取技术的城市用地分类[J].遥感技术与应用,2008,23(1):31-35, 123. [Zhou C Y, Wang P, Zhang Z Y, et al. Classification of urban land based on object-oriented information extraction technology[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2008,23(1): 31-35,123.]
- [15] 王伟超,邹维宝.高分辨率遥感影像信息提取方法综述[J].北京测绘,2013(4):1-5. [Wang W C, Zhou W B. Methods of information extraction of remote sensing images with high resolution[J]. Beijing Surveying and Mapping, 2013(4):1-5.]
- [16] 张俊,汪云甲,李妍,等.一种面向对象的高分辨率影像最优分割尺度选择算法[J].科技导报,2009,27(21):91-94. [Zhang J, Wang Y J, Li Yan, et al. An object-oriented optimal scale selection method for remote sensing images

- of high spatial resolution[J]. Science & Technology Review, 2009,27(21):91-94.]
- [17] 汤传勇,卢远.利用面向对象的分类方法提取水稻种植面积[J].遥感信息,2010(1):53-56. [Tang C Y, Lu Y. Research on extraction of rice planting area based on object-oriented classification methods[J]. Remote Sensing Information, 2010(1):53-56.]
- [18] 李丹,张旭亚,孙丽娜.面向对象的土地利用遥感分类方法研究[J].安徽农业科学,2013,41(20):8586-8588,8610. [Li D, Zhang X Y, Sun L N. Research on object-oriented method of land use remote sensing classification[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013,41(20):8586-8588,8610.]
- [19] 雍万铃,杨树文,张立峰,等.最优分割尺度的滑坡信息提取[J].测绘科学,2017,42(3):120-125. [Yong W L, Yang S W, Zhang L F, et al. Landslide information extraction based on the optimal segmentation scale[J]. Science of Surveying and Mapping, 2017,42(3):120-125.]
- [20] 孙亚勇,李小涛,杨锋杰,等.基于星载SAR数据的山区水体提取方法研究[J].中国水利水电科学研究院学报,2014,12(3):258-263. [Sun Y Y, Li X T, Yang F J, et al. Study on the method of mountain water extraction based on the space-borne SAR images[J]. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2014,12(3): 258-263.]

航空高光谱地质矿产探测技术及应用 专辑征稿

高光谱遥感技术具有光谱分辨率高、图谱合一的独特优势,是遥感技术发展以来最重大的科技突破之一。高光谱遥感技术最初发展于矿产资源勘查领域,新世纪以来,高光谱遥感技术在我国地质矿产勘查领域应用的技术方法和效果取得了长足进步,尤其是航空高光谱遥感技术在地质矿产探测方面更是取得一系列新的重要成果,不仅为我国基础地质调查和找矿突破提供了重要新技术支持,而且对我国即将发射的高光谱遥感卫星(高分五号)的地质矿产应用摸索了经验。但是,地质矿产勘查领域高光谱遥感技术的应用仍面临许多前沿科学问题,需要从岩矿精细光谱特征、数据高效处理、地质要素精细识别、高光谱信息地质分析、以及与地质新理论紧密结合的应用新理念新思路等多个方面开展基础理论和技术方法研究。本专辑围绕“航空高光谱地质矿产探测技术及应用”的主题征稿,内容包括:

- (1) 岩矿光谱特征识别与分析;
- (2) 航空高光谱数据获取与处理;
- (3) 航空高光谱矿物填图与地质要素识别;
- (4) 航空高光谱遥感信息地质分析;
- (5) 航空与卫星、地面、钻孔岩心等高光谱技术对比或集成;
- (6) 航空高光谱地质矿产探测技术应用及其新理念新方法。

本刊特邀中国科学院地理科学与资源研究所傅肃性研究员、核工业北京地质研究院遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室刘德长研究员、中国国土资源航空物探遥感中心王润生研究员任专辑责任编辑(Guest Editor)。稿件格式参见《地球信息科学学报》投稿要求,稿件经由学报网站(<http://www.dqxxkx.cn>)在线提交,全文投稿截止期为2018年5月10日,拟于2018年下半年刊出。

《地球信息科学学报》编辑部

2018年3月5日