

基于 PALSAR 雷达数据在南方水体信息提取研究

崔舜铤¹, 姚佛军², 连琛芹¹

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

摘要 [目的]利用具有 L 波段的双极化 PALSAR 雷达数据在福建寿宁地区开展水体信息提取的研究。[方法]对双极化 PALSAR 雷达数据进行了极化差、滤波、彩色合成等图像处理手段,增强地物信息,分析了典型地物在雷达影像上的特点,利用地形建模消除山区阴影影响,基于 SVM 分类方法对研究区进行了水体信息提取,最后结合目视解译结果进行了精度评价。[结果] PALSAR 雷达数据可准确地在我国南方地区进行水体信息的提取应用。[结论]该研究为解决在我国南方地区受云雨天气影响,光学遥感数据无法准确地提取地表水体信息的问题提供了理论依据。

关键词 PALSAR; 雷达; 水体; 支持向量机; 南方

中图分类号 TP 79 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)21-0090-03

Water Body Extraction Based on PALSAR Radar Data in the South

CUI Shun-yao¹, YAO Fo-jun², LIAN Chen-qin¹ (1. School of Earth Sciences and Natural Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083; 2. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological sciences, Beijing 100037)

Abstract [Objective] The ALOS Phased Arrayed L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR) was used for water extraction in Shouning. [Method] Firstly, used filtering, color synthesis and polarized difference to enhance the description of targets, and then analyzed the scattering mechanism of typical object, such as water, vegetation, settlement and shadow. Secondly, the shadow from the terrain modeling was used to mask the mislabeled water from PALSAR imagery due to its shadow influence. Finally, the water body was processed using support vector machine classification method. The comparison was made between the results of the extracted water body and visual interpretation from location accuracy and extraction accuracy. [Result] The PALSAR appeared to be more effective in areas of extracting water body in southern China. [Conclusion] The results provide reference for solving the problem that optical remote sensing data in southern China is affected by cloud and rain, it is impossible to accurately extract surface water body information.

Key words PALSAR; Radar; Water; Support vector machine; South

水体信息的提取在水资源研究、水体监测、农业应用、灾害防护、工程建设等方面发挥着重要作用^[1-2]。近 20 年来,随着遥感技术的发展,卫星遥感技术在水体信息提取方面得到了广泛应用,光学遥感技术在水体提取中的技术较为成熟,主要分为阈值法和谱间关系法^[3]。但是在南方地区,光学影像受到常年多云雨天气和植被覆盖的影响,加之地物类型的复杂性,同物异谱和异物同谱现象导致了光学遥感在南方水体信息提取中存在着局限性。近 10 年来,微波遥感技术得到了迅速发展,合成孔径雷达(SAR)凭借着全天候、全天时、主动成像、具有一定穿透力的优势为南方植被覆盖区的信息提取提供了新思路、新方法^[4]。具有 L 波段 PALSAR 雷达数据不仅具有更好的穿透能力而且可以提供多极化数据,极大地增强了对地物的提取能力^[5-6]。2015 年,陈帮乾等^[7]基于 PALSAR 雷达数据对海南岛的土地进行了分类研究,结果表明 PALSAR 雷达数据对水体具有较高的识别精度。虽然合成孔径雷达可以帮助解决信息提取中植被覆盖的难题,但是由于雷达成像特点,导致山体阴影与水体混淆成为了一个无法避免的问题。目前针对山体阴影去除主要有地形建模和与光学遥感影像融合 2 种方法^[8]。

结合研究区特点,笔者利用具有一定穿透特性的 L 波段双极化 PALSAR 雷达数据,对图像进行预处理,利用极化差、假彩色合成、滤波等方法增强地物表征,分析了雷达图像上

不同典型地物的后向散射特性,并基于 SVM 分类器提取水体,利用 DEM 地形建模的方法去除水体提取中误提的阴影,最后结合目视解译结果进行了精度评价。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 研究区位于福建省宁德市寿宁县境内,属于亚热带海洋气候,1—5 月常阴雨绵绵,11 月至次年 3 月经常大雾弥漫,7—9 月常有台风影响。地处鹫峰山脉,地形切割强烈,地势陡峻、峰峦叠嶂、山岭耸峙。交溪干流纵贯研究区东部,沿交溪干流两岸发育低山和中山呈阶状分布,研究区西部为霍童溪和穆阳溪的发源地,河谷形态呈倒置现象,上游多河曲和河漫滩堆积,中游则多峡谷,礁岩裸露,水流湍急。

1.2 数据来源 试验数据采用的是双极化 PALSAR (HH+HV) 雷达数据和 ASTER 多光谱数据。PALSAR 是具有 L 波段的合成孔径传感器,于 2006 年搭载着日本对地观察卫星升空,它能够不受气候、时间影响,全天时全天候地进行观测,被广泛地应用于灾害监控、森林调查、地形监测等领域^[9],具体参数见表 1。相比于其他雷达数据,PALSAR 雷达数据 L 波段具有更好的穿透能力,易于在我国南方覆盖区开展工作,并且 PALSAR 雷达数据在我国覆盖区域较大,数据存档较多,可以连续地进行对比观察研究。为了评价双极化 PALSAR 雷达数据在南方地区水体信息提取的优点和精度,选择该区域的 ASTER 多光谱影像参考,进行目视解译和对比分析。

2 结果与分析

2.1 PALSAR 数据预处理 在面对雷达影像噪声问题上,

基金项目 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(K1501)。
作者简介 崔舜铤(1995—),男,安徽亳州人,硕士研究生,研究方向:遥感地质。
收稿日期 2018-03-19;修回日期 2018-04-19

为了得到高质量的 SAR 图像,需要对研究区域的 PALSAR 图像进行多视处理和滤波处理,降低斑点噪声。在 Lee 滤波、Frost 滤波、增强 Lee 滤波等多种滤波方式中,反复对比试

验,发现增强型 Lee 滤波不仅可以降低噪声,而且可以很好地保留各地物边界特征。

表 1 PALSAR 传感器基本参数
Table 1 Parameters of the PALSAR sensor

模式 Model	中心频率 Center frequency MHz	线性调频宽度 Linear FM width MHz	极化方式 Polarization mode	入射角 Angle of incidence//°	空间高分辨率 High spatial resolution//m	幅宽 Width km
高分辨率模式 High resolution mode		28	HH 或 HV	8~60	7~44	40~70
扫描式合成孔径雷达 Scanning synthetic aperture radar	1 270(L 波段)	14	HH+Hv 或 VV+VH	8~60	14~88	40~70
极化 Polarization		14,28	HH 或 VV	18~43	100	250~350
		14	HH+HV+VH+VV	8~30	24~89	20~65

由于雷达图像缺乏色彩信息,为了增强地物差别,在对图像进行降噪处理后,对双极化 PALSAR 数据 HH 极化通道(图 1)和 HV 极化通道(图 2)进行差值运算,突显不同地物在不同极化通道的差异,并且进行假彩色合成(R:HH;G:HV;B:HH-HV),突出各地物特征。通过研究区 PALSAR 彩色图像(图 3)和 ASTER 遥感影像(图 4)的对比可以发现,ASTER 影像上的云雾覆盖导致目标信息无法准确提取,而 PALSAR 的彩色图像可以很好地反映地物信息,并不受云雾的影响。

向散射很弱,平均为-16.51 dB,在 PALSAR 影像上表现为暗区。居民地由于大量的人工建筑存在,房屋、墙体与路面发生二面角反射,后向散射系数远远高于其他地物,平均值为 6.55 dB,影像上表现为亮区。植被区由于植被覆盖,高低不同,后向散射系数位于中间值,平均为-6.45 dB,可以较好地与水体区分。由于研究区的西部和东部多山地,在山坡上,一些地物目标阻挡了斜射的波束,被遮挡的地方就形成了阴影区,所以在 PALSAR 雷达影像 HH 极化通道上,这些区域的后向散射系数平均值为-10.76 dB,在自动提取时,易与水体混淆。根据地物在 HH 极化通道和 HV 极化通道的后向散射系数的特点,引入极化差进行综合地物区分判别。

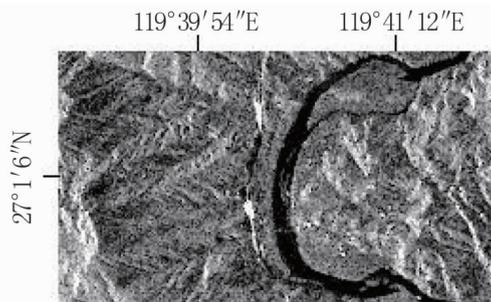


图 1 HH 图像
Fig.1 HH image

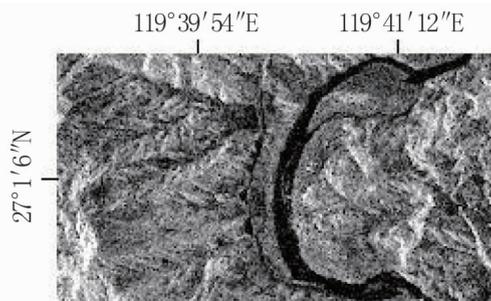


图 2 HV 图像
Fig.2 HV image

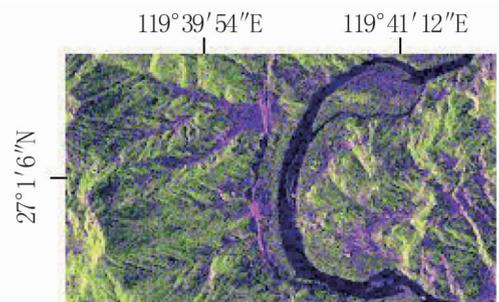


图 3 PALSAR 彩色合成图像
Fig.3 PALSAR color synthetic image



图 4 ASTER 图像
Fig.4 ASTER image

2.2 典型地物散射特征分析 在 PALSAR 影像上,基于训练样本 ROI 统计典型地物的 HH、HV 波段的后向散射系数的最大值、最小值、均值和标准差。表 2、3 表明,HH 极化通道相对于 HV 极化通道更有利于对水体提取,各种典型地物区分更加明显。在 HH 极化通道里,相对于 PALSAR 雷达 L 波段波长,水体表面近似平滑的镜面,通常发生奇次散射,后

2.3 阴影处理 为了消除提取的阴影信息,利用阴影掩膜处理。基于地理空间数据云所获取的 DEM 高程数据,根据雷达成像的基本原理,对研究区的地形进行建模,提取阴影所在位置,消除阴影区域对水体提取的影响。

表2 定标后 HH 极化通道典型地物的后向散射系数 (dB)

Table 2 Backscattering coefficient of typical ground objects in HH polarized channel after calibration (dB)

HH 极化 HH polarized	最大值 Maximum value	最小值 Minimum value	均值 Average	标准差 Standard deviation
水体 Water	-12.78	-21.16	-16.51	1.83
居民地 Settlement place	6.99	3.82	6.55	0.85
植被 Vegetation	3.91	-12.75	-6.45	1.99
阴影 Shadow	-3.59	-14.20	-10.76	1.92

表3 定标后 HV 极化通道典型地物的后向散射系数 (dB)

Table 3 Backscattering coefficient of typical ground objects in HV polarized channel after calibration (dB)

HV 极化 HV polarized	最大值 Maximum value	最小值 Minimum value	均值 Average	标准差 Standard deviation
水体 Water	-3.42	-17.82	-13.93	1.17
居民地 Settlement place	6.99	2.27	5.45	0.95
植被 Vegetation	-0.03	-13.16	-5.62	2.61
阴影 Shadow	-3.49	-14.68	-9.38	1.76

2.4 水体的提取 水体提取采用面对对象分类方法,对双极化 PALSAR 假彩色合成图进行多尺度分割后,采用支持向量机(SVM)法进行水体信息提取^[10]。面向对象分类方法关键在于分割尺度和合并尺度的选择,根据影像临近像素的纹理、亮度、颜色等信息分割出相应的单元,通过反复对比试验,确定该研究区的分割尺度选择为 25,合并尺度为 60。在有限的训练样本情况下,SVM 分类方能发挥出解决小样本分类问题的优势。通过提取结果(图 5)可以发现,白色区域为水体部分,边缘较为平滑。

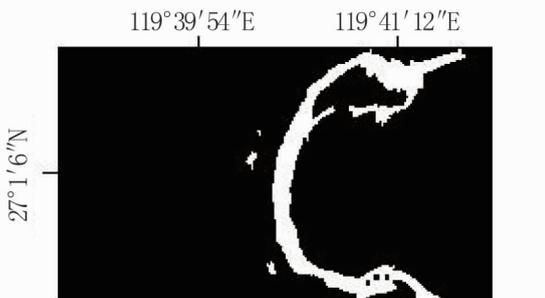


图5 PALSAR 水体提取结果

Fig. 5 Water extent extracted from PALSAR

2.5 精度评价 为了客观地评价 PALSAR 雷达数据提取水体的效果和精度,结合研究区 ASTER 数据进行了三维影像分析(图 6),在研究区西部和东部山区所产生的阴影被较好地剔除,未产生误提。结合目视解译样本,选择了 2 000 个水体相元和 15 000 个非水体相元,分别对试验区的 2 类分类结

果进行精度分析。总体分类结果为 98%,Kappa 系数为 0.94。说明 PALSAR 雷达数据能够进行精度很好的水体信息提取。

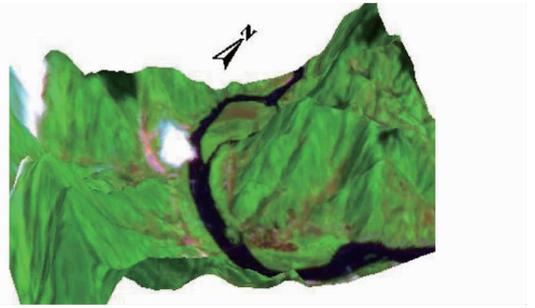


图6 研究区三维立体图像

Fig. 6 3D image of research area

3 结论与讨论

基于双极化 PALSAR 雷达数据对地物特点进行分析,利用面对对象的提取水体信息,并将提取结果与目视解译结果进行对比,统计分析提取精度。结果表明:①在南方植被区域,多云,多雾,并且受植被覆盖的影响,光学影像难以进行快速准确的提取,雷达影像利用其穿透能力可以进行快速准确的提取。②多极化数据的极化差、彩色合成等处理方式可以增强雷达数据的色彩信息,增强地物信息的识别能力。③滤波、地形建模等处理方式可以很好地消除斑点噪声和阴影产生的错误信息。但是由于双极化 PALSAR 雷达数据分辨率的影响,对于区域面积较小的水体难以很好的提取,在后续研究中,可尝试利用高分辨率的雷达数据进行南方植被覆盖区的水体信息提取。

参考文献

- [1] 吴虹,郭远飞,郭建东,等.基于 TM/ETM+和 MODIS 的漓江流域生态环境遥感动态监测[J].国土资源遥感,2007(3):56-61.
- [2] 汪权方,孙佩,王新生,等.基于洪水过程的农业洪灾变化遥感快速评估模型及其应用[J].长江流域资源与环境,2017,26(11):1831-1842.
- [3] 夏列钢,沈占锋,李均力,等.复杂背景下多样水体遥感自动解译[J].中国图象图形学报,2013,18(11):1513-1519.
- [4] 王庆,廖静娟.基于 SAR 数据的鄱阳湖水体提取及变化监测研究[J].国土资源遥感,2010,22(4):91-97.
- [5] 王贺,张路,徐金燕,等.面向城市地物分类的 L 波段 SAR 影像极化特征提取与分析[J].武汉大学学报(信息科学版),2012,37(9):1068-1072.
- [6] ZHOU G Y, CUI Y, CHEN Y L, et al. Linear feature detection in polarimetric SAR images[J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, 2011,49(4):1453-1463.
- [7] 陈帮乾,李香萍,肖向明,等.基于 PALSAR 雷达数据与多时相 TM/ETM+影像的海南岛土地利用分类研究[J].热带作物学报,2015,36(12):2230-2237.
- [8] 杨存建,周成虎.利用 RADARSAT SWA SAR 和 LANDSAT TM 的互补信息确定洪水水体范围[J].自然灾害学报,2001,10(2):79-83.
- [9] ROSENQVIST A, SHIMADA M, ITO N, et al. ALOS PALSAR: A pathfinder mission for global-scale monitoring of the environment[J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, 2007,45(11):3307-3316.
- [10] 吴永辉,计科峰,郁文贤.利用 SVM 的全极化、双极化与单极化 SAR 图像分类性能的比较[J].遥感学报,2008,12(1):46-53.