

◆研究类◆

遥感技术在受损红树林资源调查与监测中的应用*

陶艳成^{1,2},刘文爱¹,潘良浩^{1**},孙仁杰¹,葛文标¹,史小芳^{1,2},朱俊³

(1. 广西科学院广西红树林研究中心,广西红树林保护与利用重点实验室,广西北海 536000;2. 厦门大学环境与生态学院,滨海湿地生态系统教育部重点实验室(厦门大学),福建厦门 361102;3. 广西东测科技有限公司,广西南宁 530023)

摘要:红树林目前还受到不可持续利用方式的严重威胁。为快速掌握广西北海市合浦县铁山港白沙镇榄根村近岸海域监测范围内红树林受损及其周边景观演变情况,采用无人机(UAV)技术和多时期高分辨率卫星影像,结合野外地面群落调查,利用目视解译方法,对榄根村近岸海域红树林及周边景观进行遥感监测与分析。结果显示,该区域红树林2017年12月、2018年10月、2019年6月、2020年4月受损面积分别为0.55,4.77,9.42,17.18 hm²,4年间红树林受损面积增长约30.23倍。将2020年4月红树林受损区按照受损程度不同分为死亡区和严重受损区,面积分别为7.81,9.37 hm²,斑块数分别为35,106个。研究期内榄根村红树林受损面积呈迅速增加趋势,主要位于潮沟两侧;死亡及严重退化区红树林群落形态上呈灰白色不规则斑块状;红树林受损斑块呈“多点开花”特点,有从斑块林缘向内部蔓延的趋势。遥感技术可有效提高红树林生态监测的工作效率和准确性,应用前景广阔。

关键词:死亡红树林 遥感监测 无人机技术 高分辨率卫星影像 合浦县榄根村

中图分类号:P237 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2021)03-0256-08

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20210928.002

0 引言

红树林是重要的海洋生态系统和海洋生态资源,是广西近岸海域重要的特色自然资源。红树林生态系统享有“海岸卫士”“海水净化器”“海底森林”等美誉,红树林海洋生态系统是许多海洋生物,尤其是鱼、

虾、蟹、贝类的优良繁殖场所^[1]。然而,近几年来,不合理的海洋资源和海岸带开发、围填海工程等人类活动,以及全球气候变化、海平面上升等自然环境变化对海洋生态系统造成严重破坏。此外,受不可持续利用方式的连续威胁,目前红树林生态系统发生退化现象^[2]。榄根村红树林位于北海市铁山港湾东岸榄根

收稿日期:2021-06-07

* 广西自然科学基金项目(2017GXNSFBA198159,2017GXNSFBA198009),国家自然科学基金项目(32060282),广西科技计划技术创新引导专项(桂科 AC19245001)和合浦县林业局项目(GXZC2020-J3-HXHP-001)资助。

【作者简介】

陶艳成(1985-),男,在读博士研究生,助理研究员,主要从事海岸带遥感与GIS应用相关研究,E-mail:taoyc@mangrove.org.cn。

【**通信作者】

潘良浩(1986-),男,在读博士研究生,助理研究员,主要从事红树林与滨海盐沼生态学研究,E-mail:panlh86@163.com。

【引用本文】

陶艳成,刘文爱,潘良浩,等. 遥感技术在受损红树林资源调查与监测中的应用[J]. 广西科学院学报,2021,37(3):256-263.

TAO Y C,LIU W A,PAN L H,et al. Application of Remote Sensing Technology in Investigation and Monitoring of Damaged Mangrove Resources [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences,2021,37(3):256-263.

村近岸海域,近年来,由于铁山港东港区的建设,该区红树林遭受巨大威胁,出现成片死亡现象。由于榄根村近岸海域红树林分布广、范围大,生长密集且多位于淤泥质滩涂,传统的人工调查方式时间长、难度大且效率低,难以获取实测数据。随着“3S”技术的发展,国内外学者利用遥感技术对区域尺度下的红树林进行遥感监测,研究内容主要集中在红树林面积时空动态变化^[3-6]、湿地景观格局^[7,8]、红树林保护与管理效果评估等^[9,10]方面。不同于光学卫星影像,由于具有高精度、高时空、高现势性、大比例尺及智能化等特点,无人机(UAV)在红树林遥感监测方面的应用越来越广泛,主要集中于小尺度下的红树林资源调查^[11,12]、红树林生物量与碳储量评估^[13-16]、物种分类^[17-19]等精细化研究方面。然而,目前国内外结合卫星影像与无人机航测数据源研究红树林受损的案例还比较少,因此,为快速掌握围填海工程影响下的合浦县白沙镇榄根村红树林受损情况及其时空演变特征,本研究基于无人机和多期高空间分辨率卫星影像

数据,结合野外地面群落调查,对该区域受损红树林及围填海情况进行遥感调查和监测分析,旨在为该区域受损红树林的保护与恢复提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

铁山港地处广西北部湾沿海东部,地理范围为 $109^{\circ}26'00'' - 109^{\circ}45'00''\text{E}$, $21^{\circ}28'35'' - 21^{\circ}45'00''\text{N}$ 。口门宽约32 km,全湾岸线长约170 km,海湾面积约 340 km^2 ^[20]。铁山港年均气温 22.9°C ,最热月均温 28.8°C ,最冷月均温 15.0°C ,极端最低温 1.5°C ,年均降水量 1573.4 mm ,属非正规全日潮海湾,平均潮差 2.53 m ,平均海面 0.37 m (黄海基面),平均高潮位 1.62 m ,平均低潮位 -0.91 m 。平均海面在当地水尺零面上 4.99 m ,黄海海面在当地水尺零面 4.62 m 。榄根村近岸海域位于铁山港湾东岸,邻近丹兜海,具体地理位置见图1。



图1 研究区地理位置

Fig.1 Location of the study area

1.2 数据源及预处理

1.2.1 数据源

红树林主要生长在海岸带的潮间带的高潮带上部至中潮带下部,大多时间处于海水淹没状态,在低

潮位时才能完全裸露,而广西近岸海域全日潮时间占 $60\% - 70\%$,潮差较大,沿岸各地最大潮差 6.25 m ,平均潮差 2.42 m ,属于强潮岸段,遥感影像的选取十分关键。“北京二号”(BJ2)遥感卫星星座是国家发

改委核准的我国首个民用商业遥感卫星项目,于2015年7月发射升空,该星座系统包括3颗0.8 m 全色、3.2 m 多光谱分辨率的光学遥感卫星,具有高空间分辨率、高时间分辨率和高辐射分辨率的特点(全球任意地点1-2 d 回访能力)。为获取研究区红树林及周边围填海景观动态演变情况,提高目标地物遥感监测的精度,本研究采用4期BJ2 国产高分辨率卫星影像作为数据源,时间跨度为2017年12月至2019年6月,且能覆盖研究区域的影像。数据要求无云覆盖且为低潮位时段影像,通过查阅当地潮汐表,所选影像拍摄时间处于低潮位时间,影像基本符合研究要求。同时,为获取项目区2020年最新影像数据,采用由深圳斯洛普科技有限公司生产的S180 行业级测绘无人机进行数据采集,具体由广西东测科技有限公司执飞,数据空间分辨率为0.03 m。

除此之外,其他相关辅助数据还包括用于影像校正的0.5 m 航空正射影像,覆盖研究区域的1:1 万地形图,野外踏勘RTK 实测GPS 控制点,30 m 精度数字高程模型,历年铁山港区域影像数据和红树林调查数据等。用于此次项目区红树林受损及周边围填海景观演变的影像数据见表1。

表1 项目研究区多源影像数据集

Table 1 Multi-source image data sets in project research area

数据类型 Type of data	成像时间 Imaging time	分辨率 Resolution (m)		面积 Area (km ²)
		全色 Panchromatic	多光谱 Multispectral	
BJ2	2017-12-25	0.8	3.2	25
BJ2	2018-10-02	0.8	3.2	25
BJ2	2019-06-22	0.8	3.2	25
无人机 UAV	2020-04-21	0.03(DOM)		12

1.2.2 数据预处理

应用ENVI5.3 遥感图像处理平台,结合参考正射影像、地形图及实测GPS 控制点等基础资料,对原始影像进行几何精校正,并作融合、空间增强及裁剪等处理。控制点应选取待纠正影像和参考影像上均有的明显特征地物点,且应均匀分布。成果影像应保持纹理清晰,色调均匀,便于分辨红树林与其他地物类型。无人机航拍影像处理平台为Pix4Dmapper,最后生成正色影像(DOM)、数字地表模型(DSM)数据。

1.3 方法

1.3.1 影像信息提取

在野外踏勘样本采集及历史调查资料的基础上,根据不同影像数据的色彩、纹理、形状等特征,分别建

立红树林及围填海等地物解译标志,基于ArcGIS 平台对铁山港榄根村红树林及围填海工程进行目视解译,屏幕矢量化。解译时,比例尺需要放大到合适位置,至少1:500 以上,且尽量做到矢量边界与红树林、围填海斑块边界重合,对于难以辨认的,采用高精度GPS 和中海达RTK 实地定位进行边界界定。由于红树林边界受潮位影响比较大,解译过程中必须考虑到潮位对红树林的影响,根据所用影像的成像时间及潮汐表,沿海红树林滩涂基本处于裸露状态,与此同时需要去除掉红树林里面的潮沟面积。受损红树林斑块由于斑块破碎化程度高,面积较小,斑块较多,小面积斑块在影像上仅有几个像元,对影像自身的分辨率要求高,同时高程比较低,极易受潮水影响,在解译的过程中必须反复推敲,同时需以历年调查数据和Google Earth 图像为辅助数据进行信息提取。

根据本次遥感调查的目的和精度要求,红树林及围填海面积信息主要以2020年4月高精度航拍数据解译结果为准,2017年12月至2019年6月解译面积仅作为揭示红树林及围填海的动态演变过程。

将2017年12月至2020年4月红树林信息提取结果与影像图叠加,生成野外调查底图,同时将矢量文件转化为KMZ 文件导入手持电脑以便查询和导航,而后进行实地斑块验证、核查和修正。经过多次野外复核及室内修正,形成铁山港榄根村红树林及围填海动态演变数据集。

1.3.2 解译精度分析

选取2019年6月红树林斑块面积解译结果进行精度验证。采用对比法^[6]对铁山港榄根村红树林信息提取面积精度进行分析,即在GIS 技术的支持下,将待评估斑块面图层与基准(参考)斑块面图层叠置,根据空间位置进行逐一斑块比对分析,根据面积误差率和斑块重叠率来检验解译精度,其计算公式分别为

$$ER = (A_e - A) / A \times 100\%, \quad (1)$$

$$OR = A_{or} / A \times 100\%, \quad (2)$$

式中,ER 为面积误差率,%;OR 为斑块重叠率,%;A_e 为实际解译的面积;A 为基准面积,是基准(参考)斑块的面积;A_{or} 为叠合面积,是指通过空间叠置分析得到的待评估斑块与基准(参考)斑块重叠部分的面积。

重叠率越大,表明待评估斑块与基准(参考)斑块重叠的范围越大,待评估斑块与基准(参考)斑块在空间位置上的误差越小,当重叠率达到100%时,表明两个斑块完全重合,待评估斑块与基准(参考)斑块在

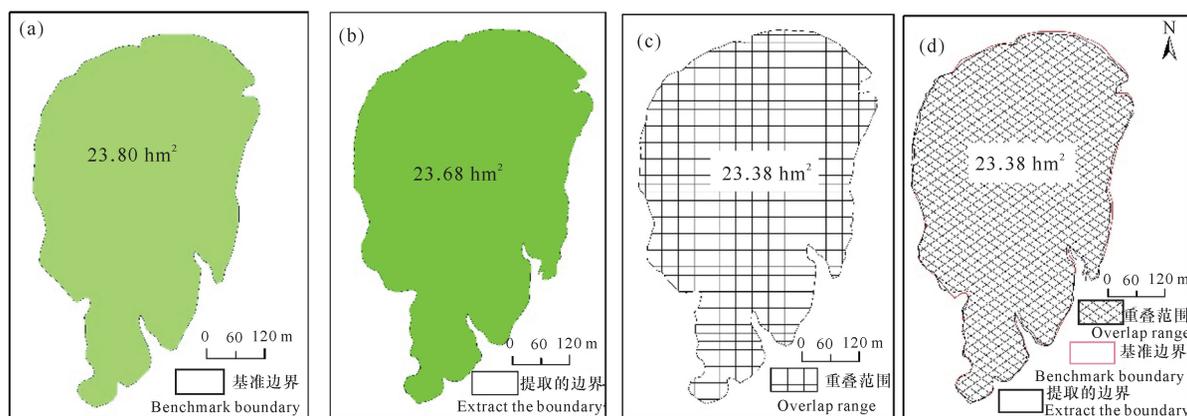
空间位置上不存在误差。原则上需利用更高精度影像解译成果来检验原用于信息提取的遥感影像的解译成果。具体方法如下(以验证区域内单个红树林斑块为例,图2):

①在GIS平台下对Google图像进行几何校正后用人机交互式解译,准确提取每个红树林斑块的边

界并计算其面积,作为基准数据。

②将基准数据和相对应的影像解译斑块数据进行叠加分析,得到一个新的面图层,该图层为两者叠加的重合部分,计算该图层层面积。

③逐一对参加验证的斑块进行面积误差和重叠率的计算。



(a)谷歌影像提取的边界(2019);(b)工作影像提取的边界(2019);(c) a、b 叠加分析结果;(d)斑块重叠情况分析

(a) Boundary extracted by Google Earth images (2019);(b)Boundary extracted from the working images (2019);(c) Results of a and b overlay analysis;(d) Plaque overlap analysis

图2 红树林解译精度验证过程

Fig.2 Verification process of interpretation accuracy for mangrove

随机选取研究区范围内部分红树林斑块进行验证,由Google图像提取的该区域部分红树林斑块总面积为 120.91 hm^2 ,由GF-1影像提取的总面积为 120.59 hm^2 ,通过叠加分析得到两者斑块重叠总面积为 117.79 hm^2 ,红树林总体面积误差为 2.58% ,斑块面积总体重叠率达 97.42% ,斑块面积和空间位置误差均较小,说明此次红树林面积解译结果较为可靠。围填海工程信息提取精度验证亦做上述处理。由于无人机航拍精度较高(0.03 m),2020年4月红树林面积验证主要以地面调查为主。

1.3.3 红树林受损评估方法

在野外红树林群落样方($10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$)调查与遥感目视解译的基础上,发现该区域受损红树林斑块植被覆盖度均不高于 25% ,以受损红树林斑块为评估单元,对红树林群落覆盖度进行分级,其中,覆盖度 $\leq 5\%$ 认定为死亡红树林, $5\% < \text{覆盖度} \leq 25\%$ 则为严重退化红树林。

2 结果与分析

2.1 榄根村红树林及其周边围填海景观演变

通过查阅相关历史影像资料,发现20世纪70年代末到80年代初期在榄根村红树林外围已开始修建

堤围。本研究中,通过多期高空间分辨率和无人机航拍影像分析榄根村红树林及周边陆域填土、海域吹填动态演变。红树林仅统计监测范围内且假设红树林均为健康状态下的面积,而陆域填土及海域吹填则不受此限定。根据该约定统计监测区域红树林面积、陆域填土和海域吹填面积,并分析其动态变化。结果如表2所示,2017年12月至2020年4月陆域填土面积呈迅速增长趋势;由于围填海活动,红树林面积在2017年12月至2019年6月面积减少 1.03 hm^2 ,表2 榄根村红树林及周边陆域填土、海域吹填动态演变(2017-2020年)

Table 2 Dynamic evolution of mangrove and surrounding land fill and sea reclamation in Lan'gen Village (2017-2020)

时间 Time	面积 Area (hm^2)		
	红树林 (监测范围内) Mangrove (within the monitoring range)	陆域填土 Land fill	海域吹填 Sea reclamation
2017/12	110.36	28.55	48.51
2018/10	109.58	35.20	48.51
2019/06	109.33	37.87	43.90
2020/04	110.98	48.60	46.42

2020年4月由于红树林的自然恢复, 面积有所增加。整个影像监测期内, 陆域填土面积呈增长趋势, 海域吹填面积在2017-2018年相对稳定, 2019年明显减少, 到2020年4月面积又有所增加。

2.2 榄根村红树林受损情况动态变化

通过多期高空间分辨率卫星影像及无人机航拍,

对监测范围内榄根村红树林受损情况进行动态演变分析。通过目视判读及历史数据研判, 得到4期红树林受损面积情况(图3、表3)。2017年12月, 榄根村红树林受损面积仅为 0.55 hm^2 , 空间分布上主要临近陆域填土/海域吹填区域; 2018年10月红树林受损面积急剧增加, 达 4.77 hm^2 , 此时受损区几乎遍布

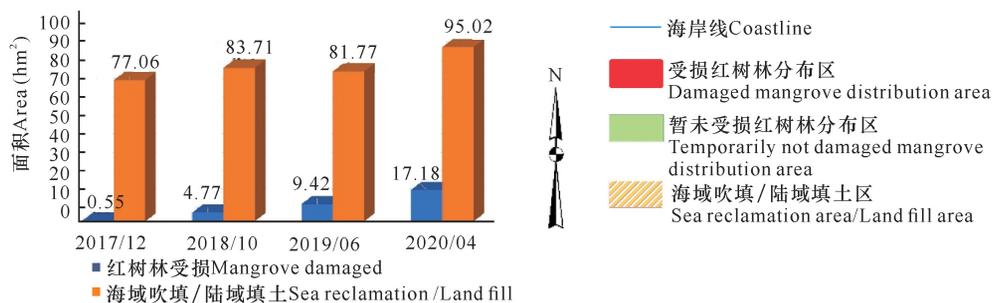
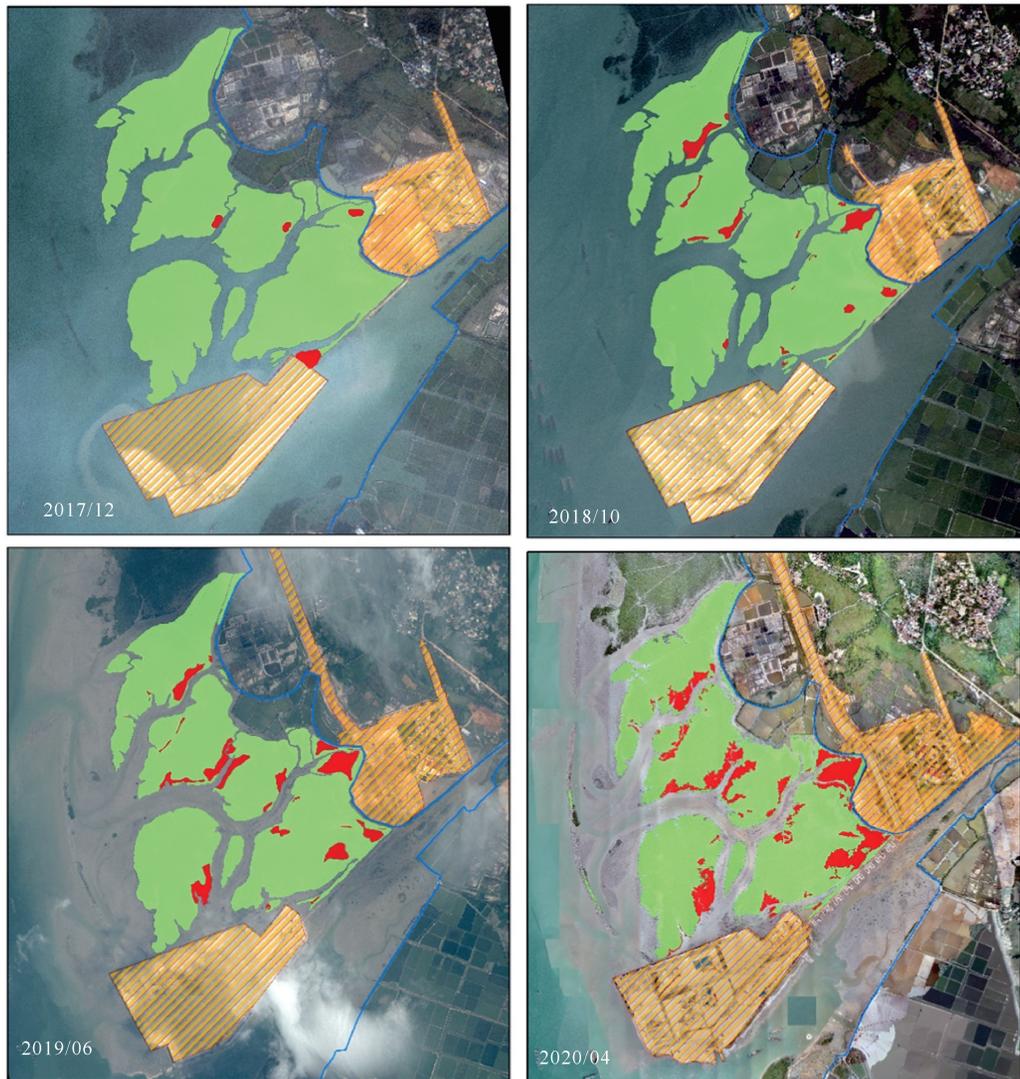


图3 榄根村监测范围内红树林受损动态变化(2017-2020)

Fig. 3 Dynamic changes of mangrove damage in the monitoring area of Lan'gen Village (2017-2020)

该区域每个红树林斑块;2019年6月红树林受损面积进一步加大,达到 9.42 hm^2 ,受损区沿斑块边缘继续扩张;2020年4月红树林受损面积达到 17.18 hm^2 ,较2017年12月增长30.23倍,空间上受损区域扩张呈爆发式发展。从陆域填土/海域吹填面积来看,虽然2019年较2018年略微下降,但该时期其面积总体上亦处于逐年快速增长趋势,与受损红树林面积成正相关关系。

表3 榄根村监测范围内红树林受损面积动态变化(2017-2020年)

Table 3 Dynamic change of mangrove damaged area in the monitoring area of Lan'gen Village (2017-2020)

时间 Time	面积 Area (hm^2)	
	陆域填土/ 海域吹填 Land fill/Sea reclamation	受损红树林 (监测范围内) Mangrove damaged (in the monitoring area)
2017/12	77.06	0.55
2018/10	83.71	4.77
2019/06	81.77	9.42
2020/04	95.02	17.18

2.3 监测范围内红树林受损情况分析

按照上述红树林受损评估方法,经计算分析与统计,截至2020年4月21日榄根村红树林监测范围内共有红树林面积 111.01 hm^2 ,其中受损红树林总面积为 17.18 hm^2 ,含死亡红树林面积 7.81 hm^2 ,严重退化红树林面积 9.37 hm^2 ,监测范围内暂未受损红树林总面积为 93.83 hm^2 (表4)。

表4 榄根村监测范围内红树林情况

Table 4 Mangroves status in monitoring area of the Lan'gen Village

受损情况 Damaged situation		斑块数(个) Number of plaques (Pieces)	面积 Area (hm^2)
受损 Damaged	死亡 Death	35	7.81
	严重退化 Severe degradation	106	9.37
	小计 Subtotal	141	17.18
暂未受损 Not damaged		101	93.83
合计 Total		242	111.01

3 讨论

计算机自动分类在解译精度上具有其局限性,目视解译作为最常规的影像分类技术,其解译精度高,在林业调查中已得到广泛证明和应用^[11,12]。在本研

究中,红树林及其周边景观的形状、大小、色调、纹理、阴影、图案等地物特征明显,为保证影像解译精度,采用高分辨率影像数据,利用人机交互式目视解译方法对红树林及周边地物景观进行影像分析。目视解译精度除了受到影像成像质量、自然环境(如海洋潮汐、大气散射)等直接因素影响外,也受到人为影响因素,在实际处理过程中,应加强对解译人员实际经验的培训,同时尽可能采用高分辨率影像以满足项目研究需求。在本研究中,由于历史地面调查数据不够全面,2017年12月至2019年6月3期红树林受损面积仅作为红树林受损变化的动态过程分析。在红树林受损的认定过程中,应对“空(卫星)天(无人机航拍)地(地面调查)”获取的各种数据资料进行反复研判。无人机航拍影像由于其超高的分辨率,在自然资源调查和监测中具有与生俱来的天然优势,但如何快速获取地物信息,进行无人机影像高精度信息提取仍然是未来影像解译技术发展的重点方向和应用于实践的必然要求。本研究采用2020年4月21日精度达 0.03 m 的无人机航拍影像作为数据源,对红树林受损情况进行定量分析,在地面群落调查的基础上,针对受损红树林斑块单元,通过对其植被覆盖度进行科学分级来判定红树林死亡和严重退化情况,对评估红树林受损资源状况具有一定的参考价值。在后期的研究中,对红树林的受损情况划分应考虑更多的分级因子,进一步细化分级标准,实现更加精准的红树林受损情况分类,满足红树林生态修复等实际管理需求。

4 结论

本研究以2017年12月至2020年4月高分辨率卫星影像和低空无人机航拍数据为基础,通过建立影像解译标志,采取人机交互式目视解译方法并结合野外调查,对广西北海市合浦县白沙镇榄根村近岸海域红树林分布区及其周边景观进行信息提取与分析,得到以下结论:

①铁山港东港区海域吹填和陆域填土过程中,榄根村红树林受损面积呈迅速增加趋势。从空间分布上分析,受损红树林分布区主要位于邻近海域吹填及陆域填土区红树林潮沟两侧。

②红树林死亡及严重退化区几乎分布于监测范围内每个红树林斑块,形态上呈灰白斑块状;结合红树林历史景观演变过程,红树林受损呈“多点开花”特点,有由斑块局部受损向斑块内部区域受损的蔓延趋势。如不及时采取相应保护措施,该区域不排除红树

林群落进一步死亡和严重退化的可能性。

③无人机航拍结合影像分类技术能够快速查明红树林受损情况,与传统的调查方式相比,工作效率和准确性大大提高,在未来红树林生态监测中应用前景广阔。

参考文献

- [1] 范航清. 红树林——海岸环保卫士[M]. 南宁:广西科技出版社,2000.
- [2] CARNEY J,GILLESPIE T W,ROSOMOFF R. Assessing forest change in a priority West African mangrove ecosystem: 1986 - 2010 [J]. *Geoforum*, 2014, 53: 126-135.
- [3] JIA M M,WANG Z M,LI L, et al. Mapping China's mangroves based on object-oriented classification of landsat images [J]. *Wetlands*,2014,34(2):277-283.
- [4] HU L,LI W,XU B. Monitoring mangrove forest change in China from 1990 to 2015 using Landsat-derived spectral-temporal variability metrics [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2018,73:88-98.
- [5] MA C,AI B,ZHAO J, et al. Change detection of mangrove forests in coastal Guangdong during the past three decades based on remote sensing data [J]. *Remote Sensing*,2019,11(8):921.
- [6] 李春干,代华兵. 1960 - 2010 年广西红树林空间分布演变机制分析[J]. *生态学报*,2015,35(18):1-19.
- [7] 王浩,任广波,吴培强,等. 1990 - 2019 年中国红树林变迁遥感监测与景观格局变化分析[J]. *海洋技术学报*, 2020,39(5):1-12.
- [8] 吴海萍. 广西北部湾滨海湿地景观格局演化及生态安全研究[D]. 南宁:南宁师范大学,2019.
- [9] JIA M,WANG Z,ZHANG Y, et al. Monitoring loss and recovery of mangrove forests during 42 years: The achievements of mangrove conservation in China [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*,2018,73:535-545.
- [10] BUITRE M J C,ZHANG H,LIN H. The mangrove forests change and impacts from tropical cyclones in the Philippines using time series satellite imagery [J]. *Remote Sensing*,2019,11(6):688.
- [11] BALLARI D,ORELLANA D,ACOSTA E, et al. UAV monitoring for environmental management in Galapagos Islands [J]. *ISPRS International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*,2016,XLI-B1:1105-1111.
- [12] 冯家莉,刘凯,朱远辉,等. 无人机遥感在红树林资源调查中的应用[J]. *热带地理*,2015,35(1):35-42.
- [13] PHAM T D,YOKOYA N,XIA J, et al. Comparison of machine learning methods for estimating mangrove above-ground biomass using multiple source remote sensing data in the Red River delta biosphere reserve, Vietnam [J]. *Remote Sensing*,2020,12(8):1334.
- [14] TIAN Y,HUANG H,ZHOU G, et al. Aboveground mangrove biomass estimation in Beibu Gulf using machine learning and UAV remote sensing [J]. *Science of the Total Environment*,2021,781:146816.
- [15] LI Z,ZAN Q,YANG Q, et al. Remote estimation of mangrove aboveground carbon stock at the species level using a low-cost unmanned aerial vehicle system [J]. *Remote Sensing*,2019,11(9):1018.
- [16] KUSTIYANTO E. Estimating aboveground biomass/carbon stock and carbon sequestration using UVA (unmanned aerial vehicle) in mangrove forest, mahakam delta, Indonesia [D]. Enschede: University of Twente,2019.
- [17] CAO J,LENG W,LIU K, et al. Object-based mangrove species classification using unmanned aerial vehicle hyperspectral images and digital surface models [J]. *Remote Sensing*,2018,10(1):89.
- [18] 徐逸,甄佳宁,蒋侠朋,等. 无人机遥感与 XGBoost 的红树林物种分类[J]. *遥感学报*,2021,25(3):737-752.
- [19] 闻馨,贾明明,李晓燕,等. 基于无人机可见光影像的红树林冠层群落识别[J]. *森林与环境学报*,2020,40(5):486-496.
- [20] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志 第十二分册:广西海湾[M]. 北京:海洋出版社,1999.

Application of Remote Sensing Technology in Investigation and Monitoring of Damaged Mangrove Resources

TAO Yancheng^{1,2}, LIU Wen'ai¹, PAN Lianghao¹, SUN Renjie¹, GE Wenbiao¹,
SHI Xiaofang^{1,2}, ZHU Jun³

(1. Guangxi Key Laboratory of Mangrove Conservation and Utilization, Guangxi Mangrove Research Center, Guangxi Academy of Sciences, Beihai, Guangxi, 536000, China; 2. Key Laboratory of the Coastal and Wetland Ecosystems (xiamen university), Ministry of Education, College of the Environment & Ecology, Xiamen University, Xiamen, Fujian, 361102, China; 3. Guangxi Dongce Science and Technology Co. LTD, Nanning, Guangxi, 530023, China)

Abstract: Mangroves are still being seriously threatened by unsustainable utilization pattern at present. In order to quickly grasp the mangrove damage and the surrounding landscape evolution in the coastal waters of Lan'gen Village, Baisha Town, Tieshan Bay, Hepu County, Beihai City of Guangxi, using unmanned aerial vehicle (UAV) technology and multi-period high resolution satellite images, combined with field ground community survey and visual interpretation method, remote sensing monitoring and analysis of mangrove forest and surrounding landscape in the coastal waters of Lan'gen Village were carried out. The results showed that the damaged area of mangrove in December 2017, October 2018, June 2019 and April 2020 were 0.55, 4.77, 9.42 and 17.18 hm², respectively. The damaged area of mangrove had increased by about 30.23 times during the four years. The damaged mangrove areas in April 2020 were divided into dead area and severely damaged area according to different degrees, the area was 7.81 and 9.37 hm² respectively, and the number of plaques was 35 and 106 respectively. During the study period, the damaged area of mangroves in Lan'gen Village showed a rapid increasing trend, mainly located on both sides of the tidal gully. Morphological characteristics of dead and severely degraded mangrove areas were grayish white irregular plaques. The damaged plaques of mangroves showed "multi-point blooms" characteristics and tended to spread from edge to interior. Remote sensing technology can effectively improve the efficiency and accuracy of mangrove ecological monitoring, and its application prospects are broad.

Key words: death mangrove, remote sensing monitoring, UVA technology, high-resolution satellite imagery, Lan'gen Village of Hepu County

责任编辑: 陆雁



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: gxxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxxkx.ijournal.cn/gxxkxyxb/ch>