

# 高分三号卫星在海洋领域的应用

• 文 | 1. 国家卫星海洋应用中心 2. 国家海洋局空间海洋遥感与应用研究重点实验室 3. 北京空间飞行器总体设计部  
袁新哲<sup>1,2</sup> 林明森<sup>1,2</sup> 刘建强<sup>1,2</sup> 谢春华<sup>1,2</sup> 赵良波<sup>3</sup> 叶小敏<sup>1,2</sup> 邹亚荣<sup>1,2</sup> 曾韬<sup>1,2</sup> 朱海天<sup>1,2</sup> 安文韬<sup>1,2</sup>  
崔利民<sup>1,2</sup>

## 一、引言

我国是世界上人口最多的沿岸大国，海岸线约 1.8 万 km，拥有渤海、黄海、东海和南海四大海域。面积 500m<sup>2</sup> 以上的岛屿约 6500 多个，内水和领海主权海域面积 38 万 km<sup>2</sup>，我国主张的管辖海域面积约 300 万 km<sup>2</sup>。我国在全球海洋政治、经济、交通、安全、科研上拥有广泛的战略利益。遥感卫星作为一种先进的技术手段，已经广泛用于海洋领域，为海洋监视监测提供了重要的数据支撑。本文介绍了我国高分三号卫星（GF-3）自正式投入使用以来在海洋领域的应用概况，能够为雷达卫星尤其是 GF-3 卫星后续业务卫星数据在海洋领域的应用提供参考。

## 二、高分三号卫星特点

GF-3 卫星是我国自主研发的第一颗兼顾海陆应用的民用多极化 SAR 卫星，卫星于 2016 年 8 月 10 日发射，2017 年 1 月 23 日正式投入使用。

GF-3 卫星运行在平均轨道高度约 755km 的太阳同步回归轨道上，轨道重复周期为 29 天。卫星搭载的 C 频段多极化 SAR 载荷具有 12 种成像模式，其空间分辨率范围 1~500m，成像幅宽范围 10~650km，具有多极化数据获取能力，并且为典型海洋要素海浪和海面风观测设计了专用成像模式——波模式、全球观测模式，能够满足主要海洋监视监测要素的观测需求。表 1 为 GF-3 卫星成像模式主要技术参数<sup>[1]</sup>。

表 1 GF-3 卫星成像模式主要技术参数

序号	成像模式	标称分辨率 /m	标称成像幅宽 /km	入射角范围 /	视数	极化方式	
1	聚束	1	10 × 10	20~50	1	可选单极化	
2	超精细条带	3	30	20~50		可选单极化	
3	精细条带 1	5	50	19~50		可选双极化	
4	精细条带 2	10	100	19~50	2	可选双极化	
5	标准条带	25	130	17~50	6	可选双极化	
6	窄幅扫描 1	50	300	17~50	6	可选双极化	
7	宽幅扫描 2	100	500	17~50	8	可选双极化	
8	全极化条带 1	8	30	20~41	1	全极化	
9	全极化条带 2	25	40	20~38	6	全极化	
10	波成像模式	10	5 × 5	20~41	2	全极化	
11	全球观测成像模式	500	650	17~53	8	可选双极化	
12	扩展入射角	低入射角	25	130	10~20	6	可选双极化
		高入射角	25	80	50~60	6	可选双极化

### 三、高分三号卫星海洋应用

GF-3 卫星海洋领域的主要应用领域包括海洋权益维护、海洋防灾减灾及应对海上重大环境事件、海洋动力环境监测、海岸带综合管理与海域使用管理、极地环境监测与航行保障等。

#### (1) 海洋权益维护

我国主张的管辖海域约 300 万 km<sup>2</sup>，GF-3 卫星通过获取的海岛、海上船舶、海上油气平台监视数据，为岛礁维权、油气资源保护等提供信息服务和辅助决策支持。

1) 海岛。2017 年，国家卫星海洋应用中心初步开展了南海我国管辖海域海岛新生沙洲监测工作。通过数十景 GF-3 卫星数据与高分辨率光学卫星数据对比，验证了 GF-3 卫星数据在海岛新生沙洲监测工作中的能力（见图 1）。

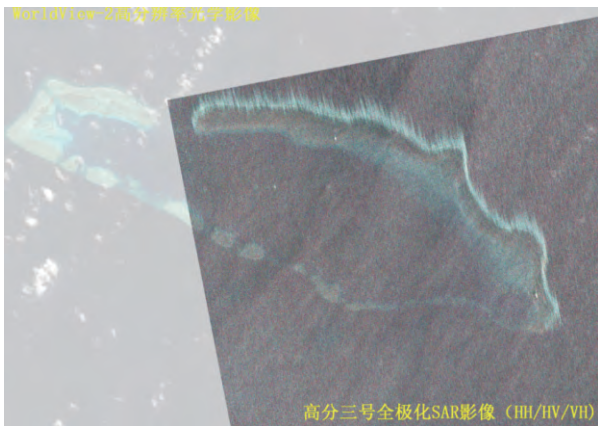


图 1 利用 GF-3 卫星全极化条带 1 模式图像与 WorldView-2 卫星图像制作的南沙六门礁叠合图

2) 油气平台监视。南海蕴藏着丰富的油气资源。近年来，某些南海周边国家在我国管辖海域内建设了多个油气平台，损害了我国海洋权益。2016 年底至 2017 年 3 月，国家卫星海洋应用中心利用 GF-3 卫星数据对南海油气平台分布情况进行了监测，并利用高分专项光学卫星数据进行了验证。图 2 是南海南部部分油气平台 GF-3 卫星数据监测结果。

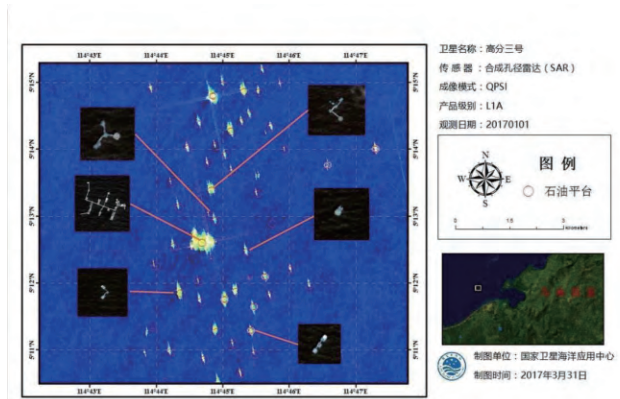


图 2 基于 GF-3 卫星多时相全极化 1 条带模式图像制作的南海油气平台监测专题图

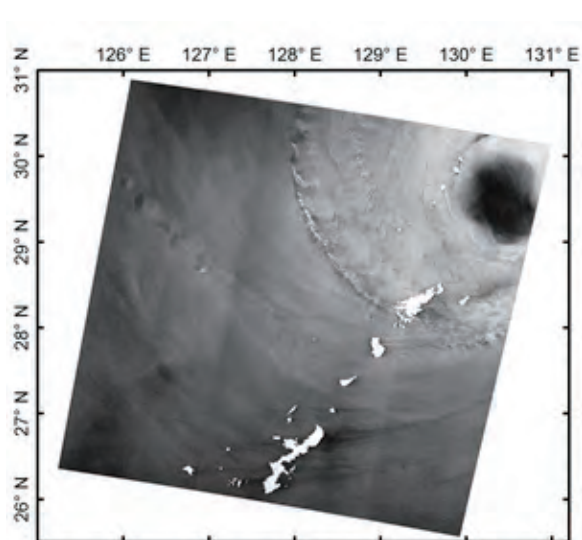
#### (2) 海洋防灾减灾及应对海上重大环境事件

我国是世界上少数几个遭受多种海洋灾害的国家之一，包括风暴潮、巨浪以及热带气旋、温带气旋和冷空气大风所造成的突发性的海洋灾害每年都给我国沿海经济建设、海洋开发和人员生命财产带来巨大的损失。GF-3 卫星提供我国邻近海域的风暴潮、热带气旋、海冰、海面溢油、绿潮信息，为灾害监测和评估、应对重大环境事件提供地理空间信息支持。

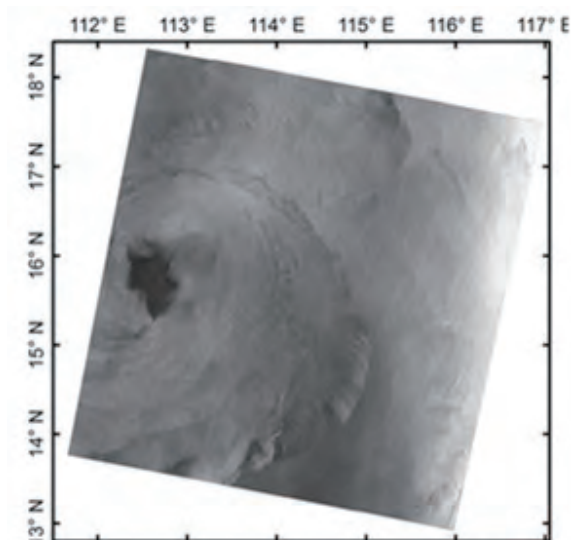
1) 台风监测。2017 年，我国沿海台风频发，对沿海人民生命财产与经济发展造成了严重影响。国家卫星海洋应用中心联合相关单位，首次获取了 GF-3 卫星台风监测数据。共监测有编号台风 6 个，获取台风及登陆区域观测数据 30 余景，并制作了相应的台风监测产品<sup>[2][3]</sup>，向相关单位进行了快速产品分发。为汛期台风监测、台风 SAR 遥感科学研究提供了有效的数据支撑。

图 3 (a)、图 3 (b) 分别是 GF-3 卫星获取的 2017 年第 5 号台风“奥鹿”和 19 号台风“杜苏芮”图像。

图 4 (a)、图 4 (b) 分别为 2017 年 13 号强台风“天鸽”GF-3 卫星图像及其台风监测产品。

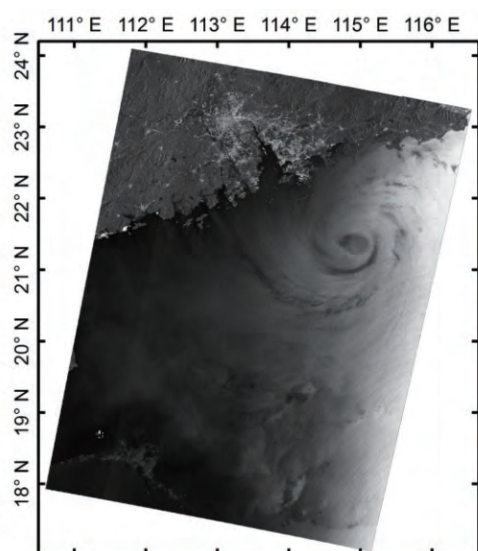


(a) 2017年8月4日台风“奥鹿”图像

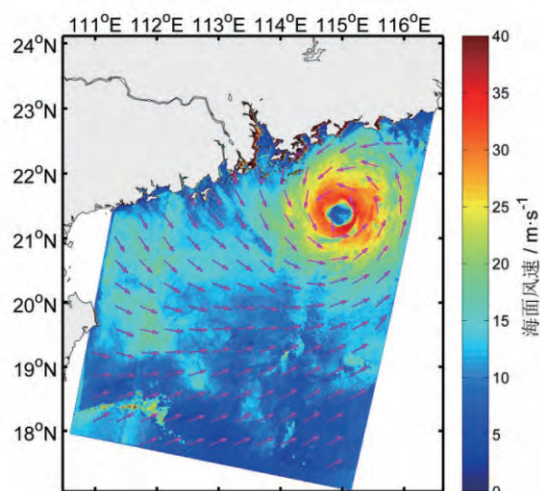


(b) 2017年9月13日台风“杜苏芮”图像

图3 GF-3卫星台风“奥鹿”宽幅扫描模式VH极化图像与台风“杜苏芮”宽幅扫描模式VV极化图像



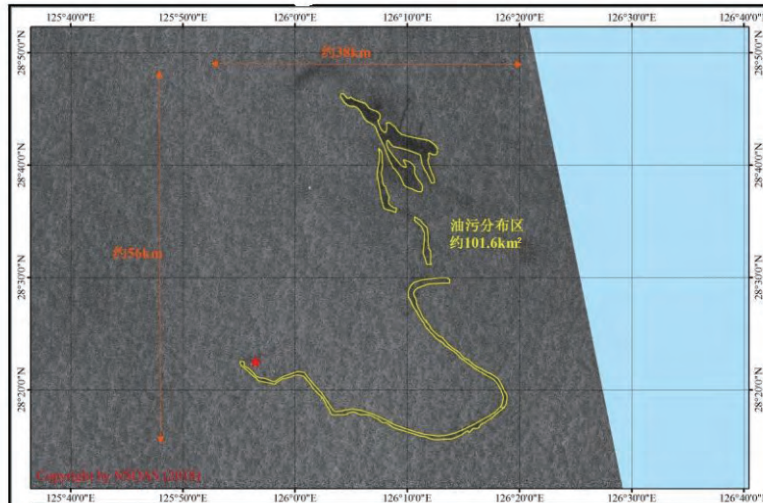
(a) 2017年8月22日台风“天鸽”图像

数据源: GF-3/SAR 观测时间: 2017年8月23日 06:24 (北京时间)  
制作单位: 国家卫星海洋应用中心

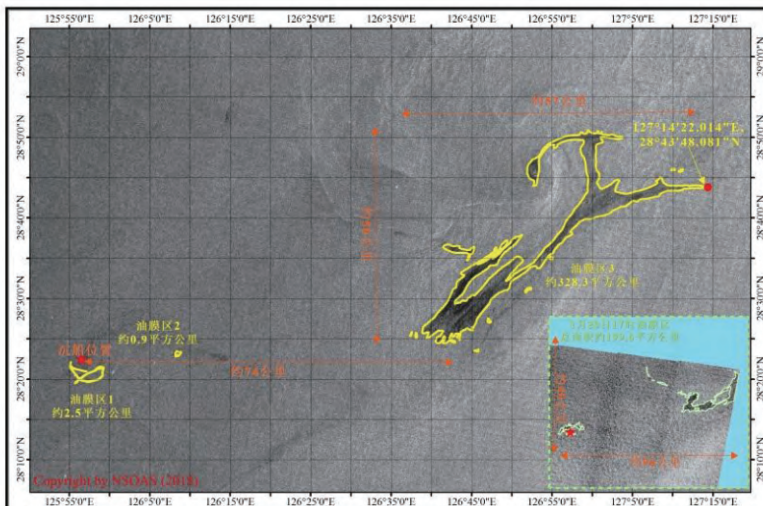
(b) 台风“天鸽”风场监测产品

图4 台风“天鸽”GF-3卫星宽幅扫描VV极化图像及基于VH极化图像制作的风场监测产品

2) 溢油监测。2018年1月6日,巴拿马油船桑吉号与香港散货船长峰水晶号在长江口以东约160海里处发生碰撞,导致桑吉号全船失火,船载凝析油大量外泄,对海洋环境造成严重影响。国家卫星海洋应用中心利用业务化海上溢油监视系统<sup>[4]</sup>及时开展桑吉号油船及其溢油的卫星遥感应急监测。利用GF-3卫星数据制作桑吉号溢油应急监测专题产品及监测报告,及时为决策部门提供了溢油分布面积、位置以及溢油路径预测等信息(见图5)。



(a) 2018年1月17日桑吉号海上溢油监测专题图



(b) 2018年1月28日桑吉号海上溢油监测专题图

图5 基于GF-3卫星标准条带模式VV极化图像制作的桑吉号海上溢油监测专题图

### (3) 海洋动力环境监测

高分辨率海浪、海面风场、内波、浅海水下地形、中尺度涡和锋面数据，能够为全球海洋动力环境研究、海洋预报以及沿海重大工程论证、运行提供支撑。

内波是重要的海洋监测要素。我国南海北部是内波高发区，是世界公认的研究内波的“天然试验场”。GF-3卫星获取了丰富的南海内波图像资料，为深入研究内波提供了基础。国家海洋局利用GF-3卫星数据对南中国海东沙岛附近的内波开展了振幅高精度反演。

### (4) 海岸带综合管理与海域使用管理

GF-3卫星能够获取海岸变迁、海岸带植被等海岸带典型地物要素、海域使用类型、位置分布、用海面积监视数据，为全面、及时掌握海岸带与海域使用现状提供重要的客观依据。

湿地被称为“地球之肾”，是重要的生态系统。GF-3卫星具有的多极化数据获取能力，能够提供相对于传统单极化SAR数据幅度、相位以外的极化信息，在滨海湿地典型地物分类中有着重要应用。图6是2017年国家海洋局利用GF-3卫星全极化条带1模式数据，制作的黄河三角洲滨海湿地典型地物分类专题图。

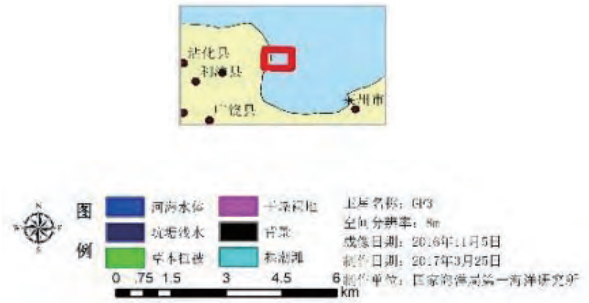
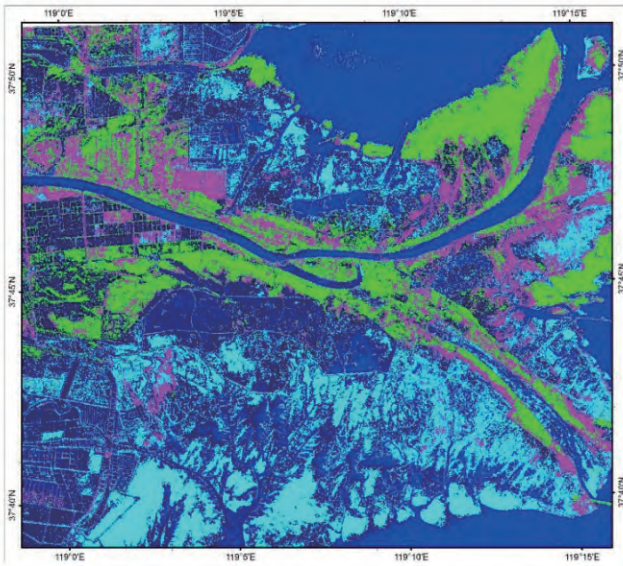


图6 基于GF-3卫星全极化条带1模式图像制作的黄河口湿地分类专题图

(5) 极地环境监测与航行保障

极地环境变化与全球环境和气候变化有着密切联系。极地航道对于经济、军事以及极地科考都具有重要意义。GF-3卫星能够提供极地冰覆盖、极地航道监测数据，为应对全球变化与极地科学考察提供有力保障。

2016年11月，尽管GF-3卫星在轨测试尚未结束，但卫星数据已经用于第33次南极科考雪龙号科考船极地航行保障工作。在2017年第34次南极科考雪龙号科考船极地航行保障任务中，国家卫星海洋应用中心进一步利用GF-3卫星为雪龙号科考船整个航行期间提供了数据保障。图7为第34次南极科考时，雪龙号科考船抵近中山站准备进行卸货作业时，利用GF-3卫星数据制作的冰情态势分析图。

四、结束语

本文通过大量应用实例，介绍了GF-3卫星投入使用以来在海洋主要应用领域的示范应用情况。实际使用效果验证了GF-3卫星在海洋领域的应用能力与潜力。目前GF-3卫星的后续业务卫星研制工作正在开展，随着GF-3卫星后续业务卫星的发射，通过卫星组网运行，可以预见GF-3卫星及其后续业务卫星将在海洋领域发挥更重要的作用。

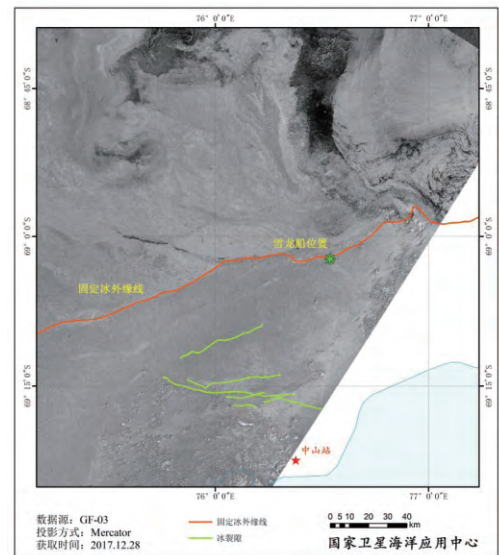


图7 基于2017年12月28日GF-3卫星标准条带VV极化图像制作的雪龙号科考船航行保障冰情分析图

参考文献

- [1] 张庆君. 高分三号卫星总体设计与关键技术 [J]. 测绘学报, 2017, 46 (3) : 269-277.
- [2] 林明森, 袁新哲, 刘建强, 等. 高分三号卫星在台风监测中的应用 [J]. 航天器工程, 2017, 26 (6) : 167-171.
- [3] Lin Mingsen, Ye Xiaomin, Yuan Xinzhe. The first quantitative joint observation of typhoon by Chinese GF-3 SAR and HY-2A microwave scatterometer [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2017, 36 (3) : 1-3.
- [4] 邹亚荣, 邹斌, 梁超. 应用极化合成孔径雷达检测海上溢油研究进展 [J]. 海洋学报, 2014, 36 (9) : 1-6.