

高分三号卫星对海浪的首次定量遥感*

杨劲松 任林 王隽

(国家海洋局第二海洋研究所 卫星海洋环境动力学国家重点实验室 杭州 310012)

高分三号(GF-3)是我国首颗 C 频段多极化高分辨率微波遥感卫星,于 2016 年 8 月 10 日在太原卫星发射中心成功发射。GF-3 SAR 卫星入射角范围约为 20° — 50° ,具备单极化、双极化和全极化等多极化工作能力,还是世界上成像模式最多的 SAR 卫星,具有 12 种成像模式。不仅涵盖了传统的条带、扫描成像模式,而且可在聚束、条带、扫描、波浪、全球观测、高低入射角等多种成像模式下实现自由切换,既可以探地,又可以观海,达到“一星多用”的效果。

近日,国家海洋局第二海洋研究所卫星海洋环境动力学国家重点实验室利用首批 GF-3 合成孔径雷达(SAR)遥感数据(图 1)对夏威夷西北部附近太平洋海域的海浪进行了首次定量分析和反演研究(图 2)。

图 1 为 GF-3 SAR 的灰度图像,成像时间为 2016 年 9 月 2 日 8:30 (GMT),卫星此时飞行速度约为 7.6km,极化方式为 VV 极化,飞行方向为降轨,空间分辨率为 $8\text{m}\times 8\text{m}$,中心入射角为 28.32° 。由图 1 可以看出,SAR 图像上存在明显的黑白相间的海浪条纹,说明海浪在图像上能够顺利成像。通过提取灰度图像上的调制信息,并作傅里叶变换分析,可得到包含海浪信息的图像谱。进一步,基于经典的 Hasselmann SAR 海浪成像模型的准线性形式,同时估计倾斜调制、水动力调制和聚束调制等三种海浪调制函数(MTF),可以利用图像谱反演得到海浪谱,此时的海浪谱主要为较长波长的涌浪信息,至于较短波长的海浪信息提取,由于受到方位向截断效应的影响,则需要引入初猜谱加以补偿实现。

图 2 为图 1 反演的海面涌浪参数。从图 2 可以看出,该海域海浪由西北向东南传播(即由外海向近岸传播),平均波长约 200m,有效波高从 2.5m 到 4.0m 不等,能够反映浪场的分布差异。由于没有同步的现场观测资料和其他卫星遥感资料,本文将这些结果与欧洲中期天气预报中心(ECMWF)提供的 ERA-Interim 再分析数据进行了比对。初步反演与比对结果表明,两者有较好的一致性,但本文的反演结果反映了更多的细节,显示 GF-3 SAR 有能力对海面涌浪信息进行高分辨率的观测;同时,再次表明 ERA-Interim 再分析数据低估了有效波高,因此 GF-3 卫星的发射将有利于提高全球海浪的遥感观测水平。

关键词 高分三号;合成孔径雷达;海浪

中图分类号 P237 doi: 10.11693/hyhz20161200286

* 国家重点研发计划,2016YFC1401007 号;国家自然科学基金项目,41306191 号,41306192 号,41621064 号;国家高分辨率对地观测系统重大专项,41-Y20A14-9001-15/16 号。杨劲松,博士,研究员,E-mail: jsyang@sio.org.cn

收稿日期: 2016-12-22, 收修改稿日期: 2017-01-06

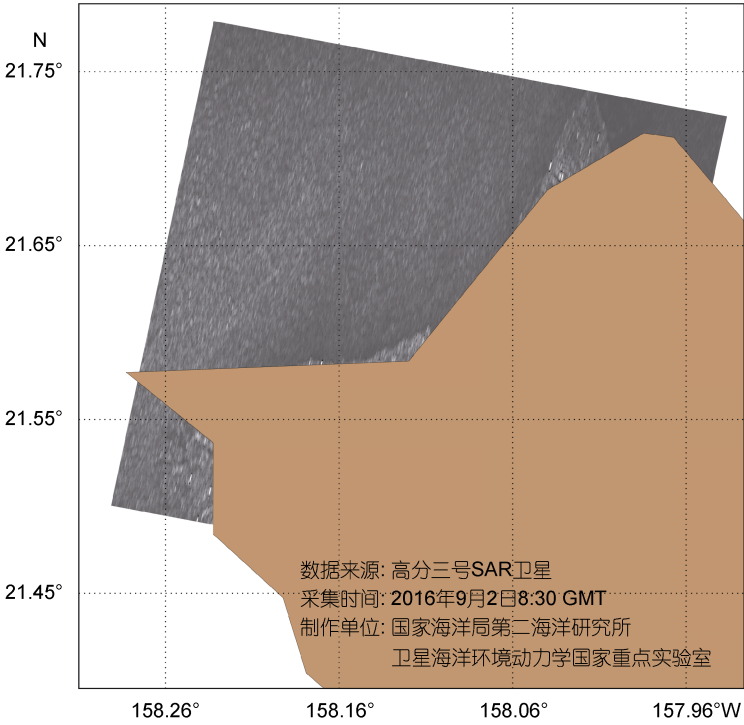


图 1 GF-3 SAR 的灰度图像
Fig.1 Gray scale image from GF-3 SAR

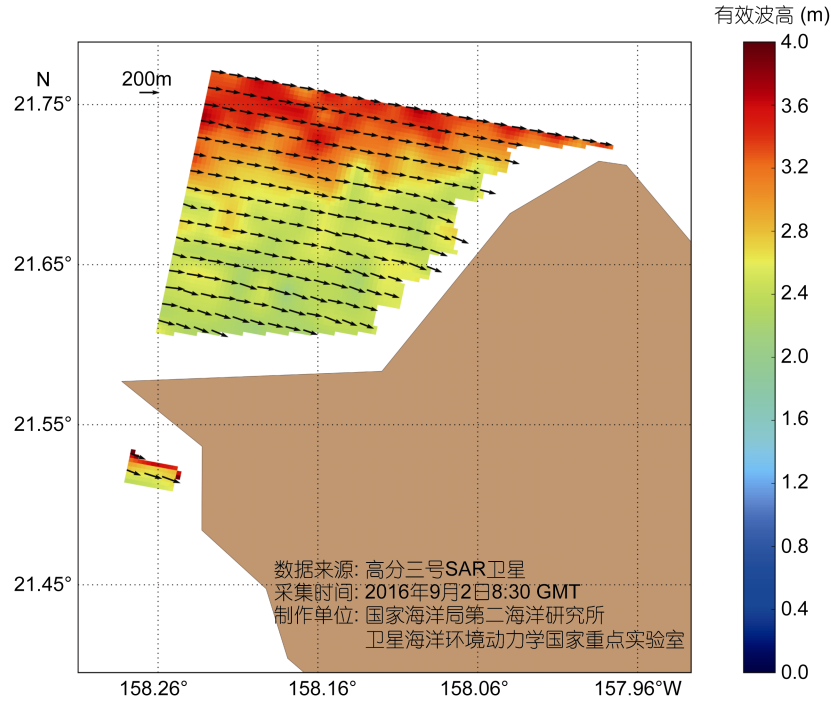


图 2 图 1 反演的海面涌浪参数
Fig.2 The retrieved ocean waves from Fig.1

THE FIRST QUANTITATIVE REMOTE SENSING OF OCEAN SURFACE WAVES BY CHINESE GF-3 SAR SATELLITE

YANG Jing-Song, REN Lin, WANG Juan

(State Key Laboratory of Satellite Ocean Environment Dynamics, Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, China)

Quantitative analysis and retrieval given by State Key Laboratory of Satellite Ocean Environment Dynamics (SOED), Second Institute of Oceanography (SIO), State Oceanic Administration (SOA), China, from first batch of GF-3 (GF stands for Gao Fen, which means “High Resolution” in Chinese) synthetic aperture radar (SAR) data (in VV polarization and 8m pixel size) with ocean surface wave features in the Pacific Ocean near Hawaii (acquired at 8:30 GMT on Sep. 2, 2016) show that the ocean waves propagates from the Northwest to the Southeast (from the open ocean to the shore), the average wavelength is about 200m, the significant wave height ranges from 2.5m to 4.0m. GF-3 is China’s first C band multi-polarization high resolution microwave remote sensing satellite. It is the world’s most imaging mode SAR satellite, and has 12 imaging modes. It was successfully launched on Aug. 10, 2016 in Taiyuan satellite launch center, China.

Key words GF-3; synthetic aperture radar (SAR); ocean waves