

基于人工神经网络的散射模型反演估计 溢油参数

孟昕雨^{1,2}, Ferdinando Nunziata³, Andrea Buono³, 杨晓峰^{1,4},

1 遥感科学国家重点实验室, 中国科学院空天信息创新研究院, 中国北京; 2 中国科学院大学, 中国北京; 3 Dipartimento di Ingegneria, University of Naples - Parthenope, Napoli, Italy, 4 海南省地球观测重点实验室, 三亚中科遥感研究所, 中国三亚

合成孔径雷达(SAR)由于具有全天时、近乎全天候、高空间分辨率的观测能力而被一致认为是海洋溢油监测和灾害评估最有效的遥感手段之一, 然而, 利用 SAR 数据提取溢油定量信息, 如溢油厚度和乳化油含水量等参数仍然是一项具有挑战性的任务。海洋上的泄露原油及其乳化物形成的浮油层的厚度可以从微米至毫米量级, 低海况条件下新鲜泄露油甚至可以达到厘米量级厚度。溢油的厚度及其空间分布信息有利于正确选择应急处理对策和资源分配, 也为后期的法律追责提供依据。

本研究采用人工神经网络(ANN)技术研究了雷达电磁散射前向模型在定量反演海洋溢油参数方面的潜力。在 SAR 图像中, 相比于清洁海面, 溢油呈现出“暗区”特征。这是由溢油对海面电磁散射过程中的几何效应和介电效应共同造成的, 一方面, 溢油阻尼海面短重力波和毛细波, 平滑海面粗糙度, 从而产生相比于无油海面较低的后向散射信号, 另一方面, 如果浮油层足够厚或与海水混合发生乳化, 溢油区域海面的介电特性也会发生改变从而影响后向散射能量。现有研究已证明采用阻尼比(DR, 即无油海面与溢油海面的后向散射系数比)能够提取溢油的定量信息, 同时削弱海况和入射角的影响。因此, 本文基于 AIEM 散射模型仿真粗糙海面后向散射信号, 并结合增强 MLB 阻尼模型、溢油有效介电常数模型和复合介质模型对溢油海面的后向散射信号及阻尼比 DR 进行仿真估计。利用模型仿真得到的 DR 及其相应的溢油参数, 即油层厚度和海水体积分数, 对具有简单四层结构的神经网络进行训练和测试, 从而克服溢油实测数据难以实测获取的问题。将训练完备且验证有效的人工神经网络反演模型应用于深水地平线(DWH)溢油事故期间收集的 L 波段 UAVSAR 图像, 从而得到 SAR 图像中油层厚度和海水体积分数分布反演结果。反演结果表明, 较厚的乳化油位于溢油区的中部, 厚度为 2-4mm, 周围被厚度小于 1mm 的薄油膜包围。DWH 乳化油的含水量约为 20%-30%。DWH 溢油的 SAR 数据反演结果与光学影像和以往研究结果都显示出了较高的一致性。

本工作得到了 ESA-NRSCC Dragon 5 合作项目 ID57979 “Monitoring harsh coastal environments and ocean surveillance using radar remote sensing sensors” 的支持。