

海面乳化溢油的后向散射仿真

孟昕雨^{1,2}, 杨晓峰^{1,3}, 陈锬山⁴, Ferdinando Nunziata⁵, Andrea Buono⁵

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 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; 4 桂林理工大学 测绘地理信息学院, 中国桂林; 5 Dipartimento di Ingegneria, University of Naples - Parthenope, Napoli, Italy

乳化油是海洋环境中最常见的溢油类型之一。海面浮油在 SAR 图像上通常呈现“暗斑”特征, 主要由两方面原因造成: a) 浮油有效地抑制了影响海面后向散射能量的毛细波和短重力波; b) 由于油的介电常数较小导致受油污海面的相对介电常数与清洁海面相对介电常数相比显著降低。为了兼顾这两方面的影响, 本文利用先进积分方程模型 (AIEM), 通过两方面的改进对溢油海面的后向散射系数进行了仿真模拟: a) 计算在海面上叠加一层乳化油层形成的双层介质的复合反射系数, 其中, 乳化油层的介电特性与海水体积分数有关; b) 将描述海面粗糙度的波谱模型与描述油膜对小尺度粗糙度阻尼的局部平衡模型 (MLB) 相结合。在分层介质的基础上, 得到溢油覆盖海面的几何特性和介电特性的准确描述, 并根据不同的油膜厚度和不同的油水混合情况, 对雷达后向散射进行了仿真。

模型仿真结果表明, 随着雷达入射频率的增加, 乳化油海面后向散射系数对油膜厚度和油膜含水量的敏感性增加, 而 L 波段灵敏度最低。后向散射信号表现出与油膜厚度有关的非线性行为, 这是因为油膜对后向散射的影响有两方面: 一是对海面小尺度粗糙度的阻尼, 二是多层介质的复合反射系数中的影响因素之一。不同入射角对油污海面后向散射的影响相对较小, 而风速的升高通常可以减小清洁海面和油污海面之间后向散射系数的差异。通过比较数值仿真结果与多频 SAR 观测结果, 可以得出, 利用雷达后向散射信号估计油膜厚度可以达到一定的精度要求。

本工作得到了 ESA-MOST Dragon 4 合作项目 ID32235 “沿海地区微波卫星测量和极端天气监测的支持。