

SAR 高分辨率海面风场资料同化研究*

余意^{†1)2)} 张卫民¹⁾ 冷洪泽¹⁾ 叶敏华²⁾ 孙菁²⁾

(1 国防科技大学气象海洋科学院, 长沙, 410073)

(2 中国人民解放军 94865 部队, 杭州, 310021)

目前卫星微波辐射计和散射计是全天候条件下获得全球条件下获得全球海面风场观测的主要来源, 其空间分辨率为 25-50km, 无法获得高空间分辨率的海面风场信息。合成孔径雷达 (SAR) 具有测量高空间分辨率海面风场的能力, 能观测精细的大气结构信息, 有利于观测台风等极端天气过程, 弥补台风等区域有效观测资料不足的缺陷 (Yu et al., 2017)。将 SAR 海面风场应用于资料同化系统, 仍然存在诸多挑战 (Danielson et al., 2013)。传统同化方法同化风场观测资料时, 风向不是状态向量, 同化计算过程不考虑风向观测误差给同化分析场带来的影响。

本文将风场资料同化风速、风向的同化方法 (Huang et al., 2013) 创新性的应用到 SAR 海面风场观测资料同化中, 在同化中考虑风向的观测误差对于同化分析场的直接影响, 并与传统的风场资料同化 u 风、v 风方法进行对比。实验中对 SAR 真实观测风场同化状态变量的质量控制做了深入的研究, 提出了同一风矢量内的两种形式观测做联合质量控制 QC_co 方法, 实现对 SAR 海面风场观测资料的有效质量控制。

实验选用 2016 年台风“狮子山”为个例, 在 WRFDA 有效实现这两种 SAR 海面风场资料同化方法即 SAR_sd (同化风速、风向) 和 SAR_uv (同化 u 风、v 风)。验结果得出, 与控制实验相比, 虽然只是同化了台风中心区域的有限区域内哨兵 1 号 SAR 的海面风场资料, 但是 SAR 海面风场观测同样对于台风整个垂直高度的分析都有改进, 在 500hPa 以下有显著改进, 尤其在 850hPa 的改进最明显。此外, 同化 SAR 海面风场观测不仅对于风速的分析场有明显的改进, 而且对其他温度、比湿等其他分析场要素在整个台风垂直高度层均有明显的改善。整体上, 同化 SAR 海面风场获得的同化分析场有效地改进了台风“狮子山”个例的路径和台风海表面最低气压预报。相比 SAR_uv 同化方法, SAR_sd 同化方法能够获得更合理的分析场, 更显著地改进台风的路径和气压强度预报。SAR 海面风场观测资料增加了台风极端天气下的有效观测数目。只是 SAR 反演的风场观测达到了 0.5km 的分辨率, 具有较高的分辨率, 而目前的同化系统中模式格点的分辨率通常都达不到这么高的分辨率, 迫使同化过程中大量的 SAR 风场观测因为稀疏过程而舍弃, 没有充分发挥出高分辨率的优势。未来模式分辨率提高以后, 同化 SAR 风场观测也许能更有效地改善台风的数值模拟和预报。

关键词: SAR, 海面风场, 风速, 风向, 资料同化, 质量控制

参考文献

- 1 Yu Y, Yang X, Zhang W, et al. Assimilation of Sentinel-1 Derived Sea Surface Winds for Typhoon Forecasting[J]. Remote Sensing, 2017, 9(8): 845.
- 2 Danielson R, Fillion L, Ritchie H, et al. Assimilation Of SAR Wind Information In Environment Canada's High Resolution 3D-Var Analysis System[J]. International Small Business Journal, 2013, 32(Issue):117-139.
- 3 Huang X Y, Gao F, Jacobs N A, et al. Assimilation of wind speed and direction observations: a new formulation and results from idealised experiments[J]. Tellus Series A-dynamic Meteorology & Oceanography, 2013, 65(2):301-306.

*公益性行业科研专项 (批准号: GYHY201206007), 国家自然科学基金项目 (批准号: 41675097, 40775064))

[†]余意, 女, 1982 年生, 工程师, 研究方向数值天气预报卫星资料同化. Email: yuyi2019@nudt.edu.cn