

文章编号: 1672-8785(2015)11-0013-06

国内外卫星遥感监测台风的结果 分析与对比研究 —以 1323 号“菲特”台风为例

崔林丽¹ 鲁小琴² 朱雪松¹

(1. 上海市卫星气象遥感应用中心, 上海, 201199 ;

2. 中国气象局上海台风研究所, 上海, 200030)

摘 要: 基于多源卫星资料特别是微波量化产品开展综合分析, 是卫星遥感台风监测技术未来发展的必然趋势。更客观的综合定强技术有助于在总体上提高台风强度的预报水平。以 2013 年第 23 号强台风“菲特”为例, 采用台风最佳路径结果对国内外常见的几家热带气旋预报机构 (中央气象台、上海气象局、日本气象厅、美国关岛、美国国家海洋和大气局 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 、美国国家环境卫星数据和信息服务中心 (National Environmental Satellite Data and Information Service, NESDIS) 和美国热带气旋中心 (Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, CIMSS)) 的定位、定强结果及导致结果差异的可能原因进行了详细的对比分析。结果表明, 各家机构的路径监测结果较一致, 白天的结果比夜间更可靠。中央气象台、上海气象局、美国关岛和美国 NOAA 区域中尺度气象局 (Regional and Mesoscale Meteorology Branch, RAMMB) 四家机构的风速预报结果最接近。中央气象台的预报误差最小, 精度最高; 其次是上海气象局、美国关岛和 RAMMB; 美国 CIMSS 发布的结果最不稳定, 日本气象厅发布的结果的误差整体偏低。分析结果对台风一线的业务值班人员具有较好的借鉴意义。

关键词: 卫星遥感; 台风位置; 台风强度; 1323 “菲特”

中图分类号: P4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2015.11.003

Analysis and Comparison of Typhoon Monitoring Results of Satellite Remote Sensing at Home and Abroad —Taking 1323 ‘FITOW’ Typhoon as an Example

CUI Lin-li¹, LU Xiao-qin², ZHU Xue-song¹

(1. Shanghai Center for Satellite Remote Sensing and Application, Shanghai 201199, China;

2. Shanghai Typhoon Institute/China Meteorological Administration, Shanghai 200030, China)

收稿日期: 2015-11-02

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41001283 和 41571044)

作者简介: 崔林丽 (1975-), 女, 山西长治人, 博士, 副研究员, 主要从事卫星气象遥感研究工作。

E-mail: cllcontact@163.com

Abstract: The comprehensive analysis based on multi-source satellite data, especially the microwave quantitative products, is the inevitable trend of typhoon monitoring using satellite remote sensing in the future. More objective comprehensive typhoon position and intensity determining technique is helpful to the overall improvement of typhoon intensity prediction. Taking the severe typhoon ‘FITOW’ in 2013 as an example, the typhoon location and intensity determination results issued by several tropical cyclone forecasting organizations at home and abroad including the National Meteorological center of China (NMC/CMA), Shanghai Meteorological Bureau (SMB), Japan Meteorological Agency (JMA), Guam, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Environmental satellite Data and Information Service (NESDIS) and Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMSS) and the possible causes for the differences in issued results are compared and analyzed in detail. The analysis results show that the path prediction results issued by the above organizations are relatively consistent. The path prediction results in the daytime are more reliable than those at night. The wind speed prediction results issued by NMC, SMB, Guam and Regional and Mesoscale Meteorology Branch (RAMMB) are close to each other. The results from NMC have the least error and the highest accuracy. The results from SMB, Guam and RAMMB are in the second place. The results from CIMSS are most unstable. The results from JMA have a lower error on the whole. This analysis is of referential value to the typhoon prediction servicemen on duty.

Key words: remote sensing; typhoon location; typhoon intensity; 1323 ‘FITOW’

0 引言

台风是影响我国的一个重要天气系统^[1]。随着气象卫星的发展,卫星云图填补了海洋上台风观测资料的空白,成为监测台风发生、发展、成熟和衰亡的最好工具。根据 2011 年 4 月在美国夏威夷召开的台风卫星分析国际研讨会的提议,其他国家的业务中心均采用了 1984 年版的 Dvorak 卫星定强技术流程^[2-6]。例如,美国联合台风警报中心 (Joint Typhoon Warning Center, JTWC) 利用卫星资料,每 3 h 进行一次台风定位,每 6 h 进行一次台风定强操作^[7]。香港天文台采用红外增强云图,对 10 min 内的风速取平均值,利用指数风压关系式进行台风定强。日本气象厅采用日本多功能传送卫星 (Multi-functional Transport Satellite, MTSAT) 的资料进行定强,在台风发展的不同阶段采用不同的定强业务流程和方法。美国国家飓风中心则以客观 Dvorak 为主。NOAA 的 RAMMB 主要依托静止卫星的红外和可见光云图发布热带气旋监测数据。首先,根据当前的定位结果和过去 12 h 内的平均运动趋势确立中心位置;然后,根据中心位置计算眼区最暖像元温度和距离中心 24~111 km 范围内最冷圆环的最暖像元温度;最后,再根据两个温度确定 T

值。该方法主要参考 Dvorak (1984) 法^[8],相对客观、简单,每 6 h 更新 1 次。麦迪逊-威斯康星大学 UW-CIMSS 以 MTSAT 静止卫星云图为主,辅以微波探测结果,采用改进的 Dvorak 方法进行了位置和强度的确立,该产品每 30 min 更新一次^[9]。中国国家气象中心也采用简化的 Dvorak 技术确定台风的强度,但流程与国际上通行的 Dvorak 技术分析流程存在较大的差异^[10]。上海气象局也积极开展卫星遥感定位和定强方法研究,实现了基于卫星的 3 h、6h 线性外推定位以及暖心定位等客观定位方法,同时改进集成了 UW-CIMSS 发展的热带气旋评估方法 (Tropical Cyclone Intensity Estimation, TIE) 中的客观定强方法,建立了基于极轨云图特征和微波洋面温度 (Sea Surface Temperature, SST) 的台风强度客观估计方法;以风云二号静止 E 星 (FY-2E) 相当黑体亮温 (Blackbody Temperature, TBB) 资料为主,提取热带气旋 (Tropical Cyclone, TC) 云顶对流核等属性,结合 TC 强度持续性 (以 6 h 前强度表示),建立了用于估计台风强度 (中心最大风速) 的统计模型,该模型在台风的整个生命周期内可自动、客观化运行。

鉴于 Dvorak 本身分析方法的重要性和目前各机构分析流程的差异性,本文以 1323 号“菲

特”台风为例, 对比分析几家机构的典型台风定位、定强结果, 并对存在的差异和可能的原因进行初步分析, 为我国的卫星遥感台风监测与预警服务工作提供客观参考, 以进一步提升我国的台风遥感监测技术研究水平和台风防灾能力。

1 “菲特”台风特点及预报的难点

2013 年第 23 号热带风暴“菲特”于 9 月 30 日 20 时在菲律宾以东洋面上生成, 它是自 1949 年以来在 10 月份登陆我国陆地 (除台湾和海南两大岛屿以外) 的最强台风。给江苏、安徽、上海、浙江、江西和福建等所经之地带来了强降雨, 而且余姚、宁波两地受灾严重。由于“菲特”属秋季台风, 受到西风带、副热带高压和季风等多重因素的影响, 路径预报的不确定因素较多。由于“菲特”与第 24 号热带风暴“丹娜丝”距离较近, 双台风的相互作用导致路径观测与预报具有较大的不确定性。

2 资料收集

文中所用的台风位置和强度资料来源于中央气象台业务系统发布的台风报文和各家专业机构网上实时发布的台风信息, 参考标准来自中国气象局上海研究所编写的《热带气旋年鉴》中的最佳路径结果。卫星数据资料为直接由上海气象局遥感中心自主接收的 FY-2E 数据和 NOAA 极轨卫星数据。

3 “菲特”定位结果对比分析

图 1 是中央气象台、关岛和美国 JTWC 三大机构发布的台风路径图。可以看出三个机构的定位信息较一致, 主要分歧点发生在三个时段: 第一个是 10 月 2 日 20 时至 10 月 4 日 08 时的早期发展期; 第二个为 10 月 5 日 17 时至 10 月 6 日 08 时的由强转弱期; 第三个时段具体时间为 10 月 7 日 05 时至 10 月 7 日 11 时的登陆衰亡期。在前两个时段, 差异均发生在夜间, 主要原因可能是夜间可见光云图和极轨微波云图的缺失和台风结构调整对人工定位有较大的影响。后一时段分歧发生在白天, 临近陆地, 此时台风强度明显减弱, 螺旋结构不再清晰 (图 2)。另外, 随着 1324 “丹娜丝”的北上, 两台风逐渐靠近, 并于 7 月 2 时之后达 10 个纬距范围 (图 3), 两者的路径发生互旋作用, 导致定位偏差。

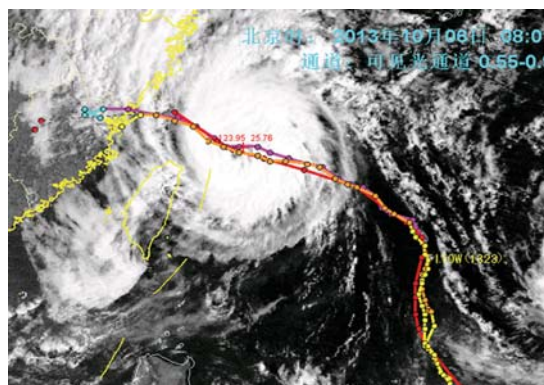
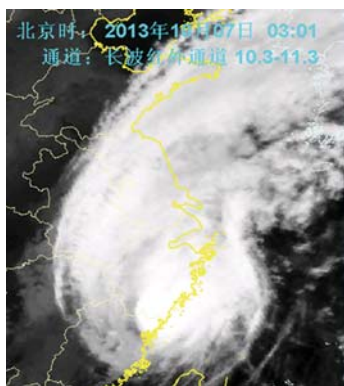
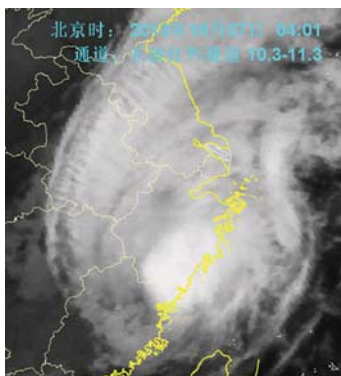


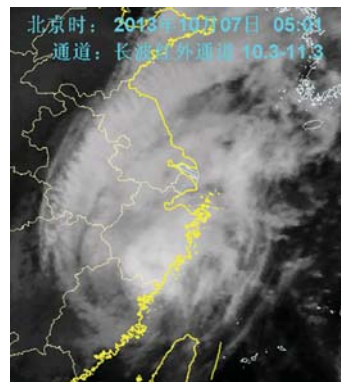
图 1 1323 “菲特”的移动路径图



(a)



(b)



(c)

图 2 10 月 7 日 03 时~03 时 05 分“菲特”的 FY-2E 红外云图

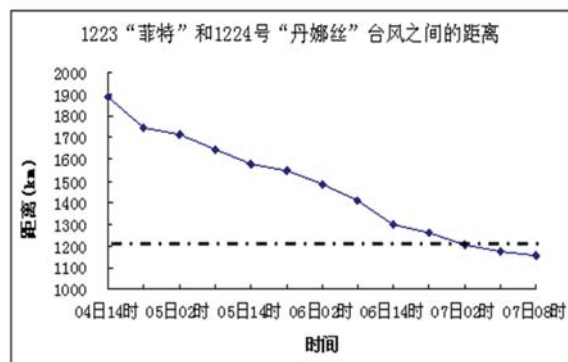


图 3 1223 “菲特”和 1224 “丹娜丝”两者之间的距离随时间变化的曲线图

4 “菲特”台风强度对比分析

图 4 是各大机构发布的“菲特”台风中心最大风速随时间变化的曲线图。可以看出，在台风发展的不同阶段，各家的结果存在明显差异，具体表现在：

(1) 根据各大机构相同时次发布的台风中心最大风速与最佳路径、最大风速均方根误差可知(图 5)，中央气象台的预报最好，其次是上海气象局、关岛和 RAMMB，日本发布的结果因风力统计标准不同而整体偏低。总体趋势上，上海气象局、中央气象台、关岛、和 RAMMB 的定强结果与最佳路径一致。除日本的整体偏低外，CIMSS 在台风强度较弱时，风力估计偏低，而在强度较强时，定强结果偏高。

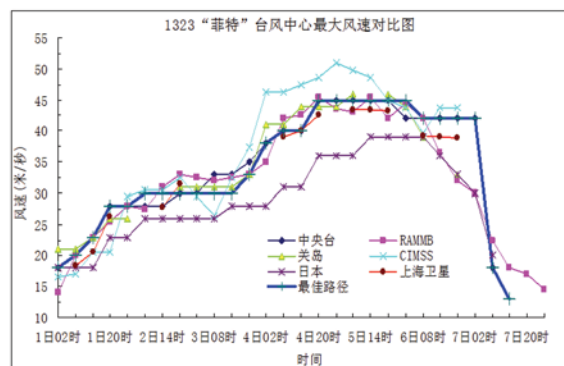


图 4 1323 “菲特”台风中心最大风力对比结果图

(2) 从风速随时间变化的曲线图还可以看出，RAMMB 对台风在 6 h 内的短期强度变化最敏感，每 6 h 风力数据都不尽相同，而关岛略差，6 h 内强度保持不变的时段出现频繁，甚至

还出现 24 h 内台风预报强度保持不变的情况(2 日 20 时~3 日 20 时)，中央气象台则对台风强度的短期变化最不敏感，在台风持续 24 h 后才进行强度调整的时段有 3 次，分别是 1 日 20 时~2 日 20 时、4 日 20 时~5 日 20 时和 6 日 2 时~7 日 2 时。这种强度估测的精细化程度除与台风本身强度变化的特点有关外，还与各机构使用的方法和资料的精度有很大的关系。

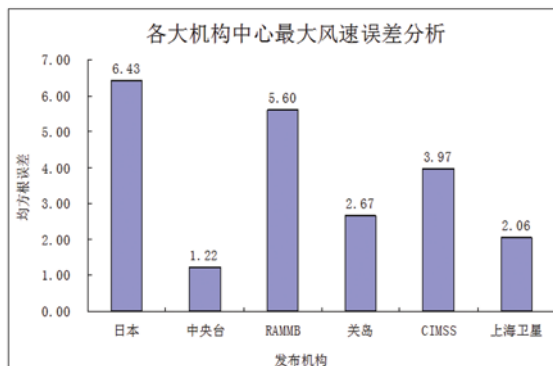


图 5 1323 “菲特”台风中心最大风力误差分析结果图

(3) 从“菲特”台风的生命史看，“菲特”登陆后，强度进一步减弱，以致在卫星上无法监测到台风的环流特征。多家气象机构如中央气象台与日本气象厅由于风力减弱无法确定中心(图 6)，不得不停止发布预报。而根据 NOAA 发布的 6 h 多源风场融合资料(图 7)可知，直到 10 月 7 日 20 时(北京时间)，“菲特”低层环流中心依然保持，所以 RAMMB 发布的定位、定强信息一直持续到 10 月 8 日 02 时(北京时间)，在监测到的风力小于 17 m/s 后结束(图 7d)。

整体分析表明，在台风生成初期，各家发布的风力结果最接近；当后期热带气旋发展至台风级别时，除了日本和 CIMSS 的监测结果表现出系统性偏低和偏高外，其余各机构的差别较明显，如自 10 月 6 日 02 时开始，中央气象台监测的压力和风力都保持不变，直到 7 日 02 时(登陆后)开始减弱，7 日 08 时风速则突然从 42 m/s 降低至 18 m/s。而日本气象厅和 RAMMB 发布的强度自 6 日 08 时开始至后期持续减弱，但登陆前后风力都在 42~44 m/s 之间，为强台风级别，总体上强度预报结果较准确。

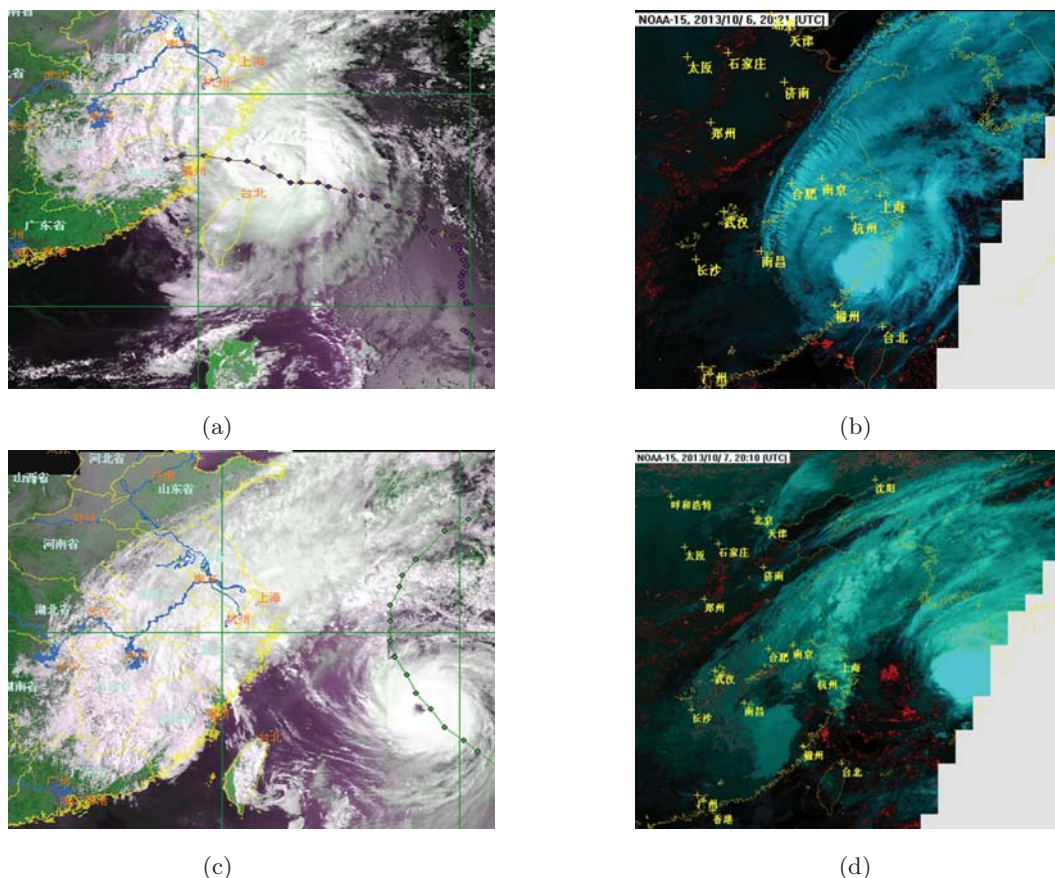


图 6 “菲特”极轨卫星 (NOAA) 云图 (注: 10 月 6 日 06 时 14 分~07 时 54 分; 10 月 6 日 20 时 21 分; 10 月 7 日 06 时 02 分~07 时 42 分; 10 月 7 日 20 时 10 分)

5 讨论及结论

以 1223 “菲特”台风为例, 根据最佳路径分析结果, 对目前国内外几大主要台风业务机构发布的台风中心最大风速数据进行了对比分析。结果表明, 总体上台风路径监测精度较一致, 台风强度的监测差异性较大, 具体表现在:

(1) 各机构预报的台风路径整体上较一致, 但在台风早期生成阶段和后期衰亡期因结构不够清晰和分析方法所限, 定位结果的差异性较大; 相对于白天, 夜间可见光云图的缺失使定位结果存在一定的差异。

(2) 强度方面, 与最佳路径结果对比, 中央气象台、关岛、RAMMB 和上海气象局四家机构的预报结果总体上最接近, 其中中央气象台预报的结果最好, 其次是上海、关岛和 RAMMB, CIMSS 发布的结果最不稳定。日本气象厅发布

的结果因整体偏低而表现最差, 这个结果可能与日本气象厅在计算风速时采用 10 min 内的平均风速有关, 其他几个气象机构一般采用 2 min 内的平均风速。但特别值得注意的是, 预报结果一直偏低的日本气象厅, 在 6 月 14 日之后发布的结果却与 RAMMB 较相近。

(3) 从监测时效、6 h 内台风强度变化的敏感度以及在不同发展阶段的相对稳定性方面比较, 不难发现, RAMMB 的表现最稳定。从 RAMMB 网站上发布的大量遥感监测信息看, 基于多卫星、多源资料融合的定量化产品是卫星遥感台风监测技术未来发展的必然趋势, 更客观的综合定强技术研究更有助于从总体上提高台风强度的分析水平, 而热带气旋的强度 (最大风速) 确定依然是热带气旋分析研究中的一个关键命题。

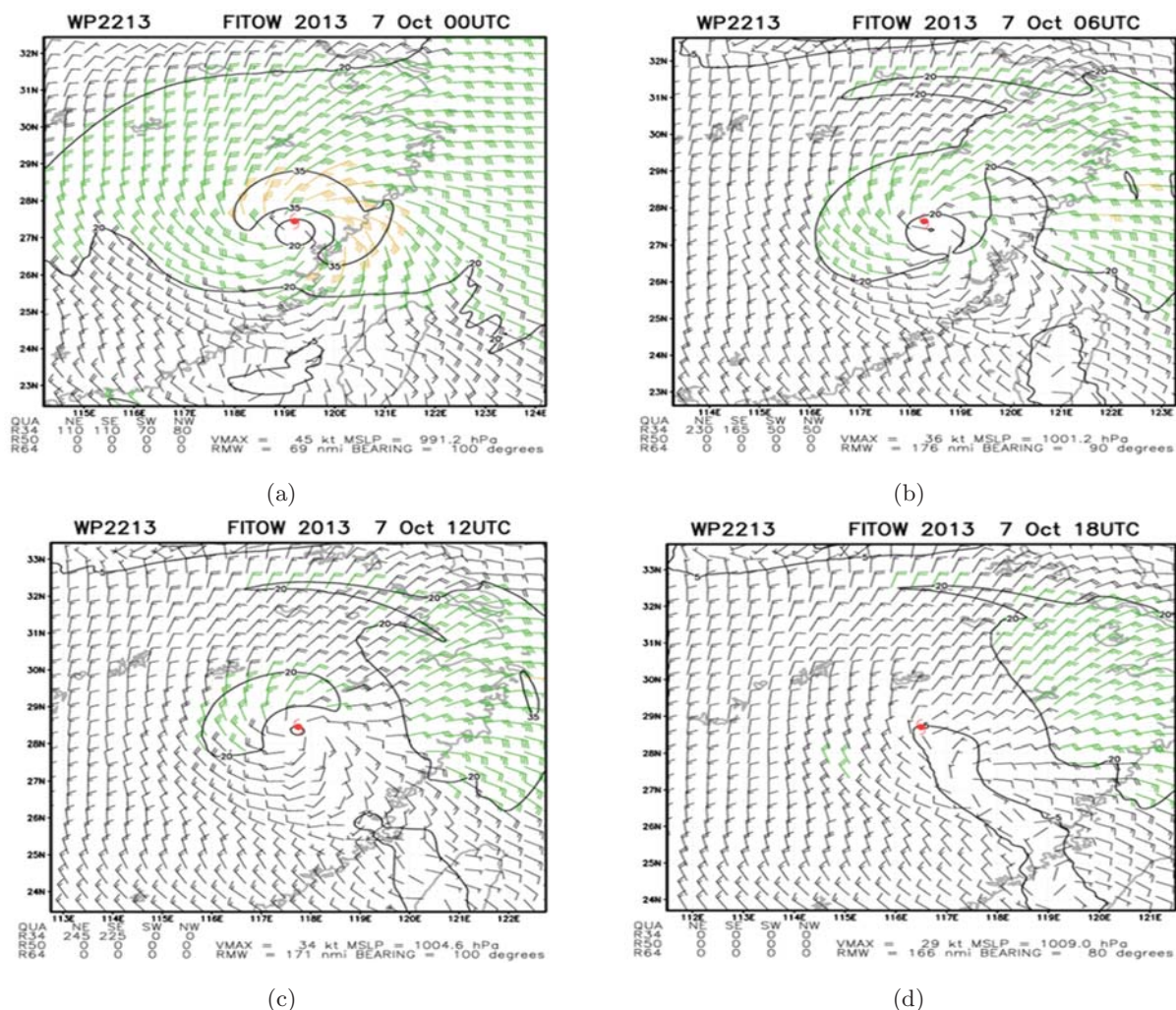


图7 NOAA发布的多源卫星风场反演图(注: 10月7日00时; 10月7日06时; 10月7日12时; 10月7日18时)

参考文献

- [1] 王学忠, 沙文钰, 端义宏. 利用卫星云图变分同化初始场对热带气旋路径影响的数值试验[J]. *热带气象学报*, 2003, 19(1): 107-112.
- [2] Dvorak V F. A Technique for the Analysis and Forecasting of Tropical Cyclone Intensities from Satellite Pictures [R]. NOAA Tech Memo NESS 36, 1972.
- [3] Dvorak V F. A Technique for the Analysis and Forecasting of Tropical Cyclone Intensities from Satellite Pictures [R]. NOAA Tech Memo NESS 45, 1973.
- [4] Dvorak V F. Tropical Cyclone Intensity Analysis and Forecasting from Satellite Imagery [J]. *Monthly Weather Review*, 1975, 103(5): 420-462.
- [5] Dvorak V. F. Tropical Cyclone Intensity Analysis and Forecasting from Satellite Visible or Enhanced Infrared Imagery [R]. NOAA National Environmental Satellite Service, Applications Laboratory Training Notes, 1982.
- [6] Dvorak V F. Tropical Clouds and Cloud Systems Observed in Satellite Imagery: Tropical Cyclones [R]. Workbook, 1995, 2: 1-3.
- [7] Guard C P, Carr L E, Wells F H, et al. Joint Typhoon Warning Center and the Challenges of Multi-basin Tropical Cyclone Forecasting [J]. *Weather Forecasting*, 1995, 7: 328-352.
- [8] Dvorak V F. Tropical Cyclone Intensity Analysis Using Satellite Data [R]. NOAA Tech Report NESDIS 11, 1984.
- [9] Velden C, Harper B, Wells F, et al. The Dvorak Tropical Cyclone Intensity Estimation Technique: A Satellite-based Method that Has Endured for over 30 Years [R]. Bull Amer. Meteor. Soc., 2006, 87: 1195-1210.
- [10] 许映龙, 张玲, 向纯怡. 台风定强技术及业务应用—以 Dvorak 技术为例 [J]. *气象科技进展*, 2015, 5(4): 22-34.