

# 1307号台风“苏力”期间 T639 风场预报产品的有效性检验及应用\*

宋 帅<sup>1</sup>, 周 林<sup>2</sup>, 郑崇伟<sup>2</sup>, 苏 勤<sup>3</sup>

(1. 总参气象水文局 北京 100081; 2. 解放军理工大学气象海洋学院 南京 211101; 3. 海洋出版社 北京 100081)

**摘 要:** 文章利用 T639 风场预报产品, 对发生在 2013 年 7 月中旬的 201307 号台风“苏力”的海表风场进行预报, 分析台风的结构特征, 并探索性地利用来自我国台湾、韩国的观测资料, 检验 T639 风场预报产品在台风期间的精度, 以期可为台风风场预报、防灾减灾等提供科学依据。结果表明: (1) 从定性的角度来看, 预报风速与观测风速在曲线走势上保持了很好的一致性, 预报风速具有较高可信度; 综合考虑相关系数、偏差、均方根误差、平均绝对误差, 定量地分析发现, 预报风速具有较高精度, 预报值在数值上稍大于观测值。(2) T639 风场预报产品在中国海范围整体上具有较高精度, 但在部分小区域没有充分考虑到地形效应。(3) T639 风场预报产品很好地刻画了台风“苏力”的结构特征, 对台风眼、台风尾迹、大风区等台风的显著特征刻画的较为形象, 预报的台风走向与观测路径也大体上保持一致。

**关键词:** T639 风场; 中国海; 台风; 预报能力

## 1 前言

台风的巨大破坏性已被人类所共识, 其形成的狂风巨浪轻则造成重大的经济损失, 重则带来严重的灾难<sup>[1-2]</sup>。前人对台风做过较多的工作, 张建海等<sup>[3]</sup>利用 MM5 模式, 对 2004 年第 14 号台风 Rananim 进行数值模拟, 分析了台风登陆前后环流特征、热力、动力结构特征的演变过程, 发现 MM5 模式对台风路径、移速、降水量等具有较强的模拟能力。黄嘉宏等<sup>[4]</sup>曾利用四维同化技术和 MM5 模式, 对南海台风 Vongfong 进行模拟, 结果表明同化 QuikScat 资料主要能使模拟的台风移动路径与实况更为接近, 台风的强度变化、降水量与对流参数化方案有密切的关系, 其中 Betts—Miller 湿对流调整型方案最为合适。张志旭等<sup>[5]</sup>利用 Holland 台风模型和美国国家环境预报中心 (National Centers for Environmental Prediction, NCEP) 再分析风场资料, 构造出南海台风风场, 发现结果较好地符合了 TOPEX/Poseidon 卫星高度

计观测的风速分布。王艳萍等<sup>[6]</sup>对 2006 年西北太平洋热带气旋的活动特征进行了分析, 并利用 500 hPa 月或候平均环流形势解释了 2006 年的台风登陆早、登陆时间集中的原因, 发现 500 hPa 月或候平均环流形势对台风登陆预报有一定意义。

前人对台风的机理分析做了很大贡献, 但多是采用后报的分析方法, 本研究利用 T639 风场预报产品, 对发生在 2013 年 7 月中旬的 201307 号台风“苏力”的海表风场进行预报, 分析台风的结构特征, 并充分利用来自台湾周边的观测资料, 检验 T639 风场预报产品在台风期间的精度, 以期可为台风风场预报、防灾减灾等提供科学依据。

## 2 台风概况、资料简介、数据处理方法

### 2.1 台风概况

发生在 2013 年 7 月中旬的 201307 号台风“苏力”, 生成于马里亚纳群岛北部洋面, 而后迅

\* 基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (2012CB957803)。

速加强,曾一度发展为超强台风,7月13日凌晨3点(全文均为北京时间)袭击台湾岛,7月13日傍晚正面袭击福建沿海,16点在福建连江县登陆,给台湾岛、大陆沿海的水产养殖、电力、交通、居民生命财产安全造成了严重影响,是近6年来强度最大的台风,具体台风路径请见图1。

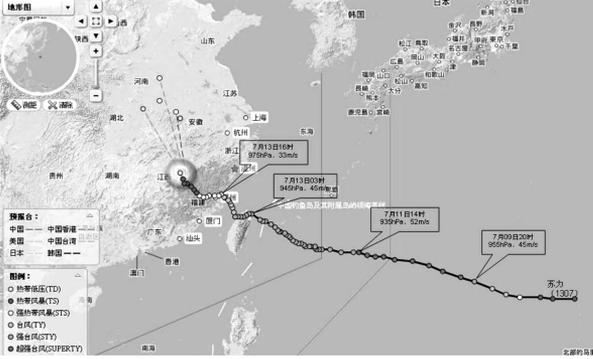


图1 201307号台风“苏力”路径图

## 2.2 资料简介

本研究利用 T639 风场预报产品,对台风“苏力”的海表风场进行预报,并利用台湾周边的观测资料检验了 T639 风场预报产品在台风期间的有效性。T639 是 T639L60 全球中期数值预报系统的简称,与 T213 产品相比, T639 产品具有要素丰富、时空分辨率高等优点<sup>[7-11]</sup>。T639 模式将谱分辨率从 213 波提高至 639 波,垂向分层从 31 层增至 60 层,时间分辨率为 3 h,空间分辨率为  $0.3^\circ \times 0.3^\circ$ ,空间范围覆盖北半球。国家气象中心在 2007 年实现 T213 到 T639 模式的升级,并在 2008 年投入业务化运行,可为预报员提供依据。

## 2.3 数据处理方法

T639 系统输出产品的原始文件名规则:

系统名: gmf (Global Model Forecast system)

模式名称: 639 (T<sub>1</sub>639L60)

起报时间: 年月日时次 (4 位年, 2 位月和 2 位日, 2 位预报时次。均为国际时)

预报时效: FFF (3 位数字)

编码格式: grb1 (grib 1 版本编码)

利用 Grads 软件提取所需区域的数据,编写吻合的 ctl 文件,最后进行可视化制作,具体如下:

Step1: grib2ctl.pl gmf. 639. 2008042812000. grb1>gmf. 639. 2008042812000. ctl;

Step2: gribmap-i gmf. 639. 2008042812000. ctl;

Step3: 编写 gs 程序,利用 grads 软件截取所需的区域;

Step4: 编写配套的 ctl 文件,如下:

```
DSET E: \wind. dat
TITLE WAVEWATCH III gridded data
Undef 9.999E+20
XDEF 149 LINEAR 100.00000
0.30000
YDEF 141 LINEAR 0.00000
0.30000
ZDEF 1 LINEAR 1000.00000
1.00000
```

```
TDEF 41 LINEAR 00:00Z11Jul2013
3HR
```

VARs 2

WU 0 99 Wind U (m/s)

WV 0 99 Wind V (m/s)

ENDVARs

Step5: 利用 grads 软件进行可视化制作,效果图请见图 2。

## 3 资料验证

目前海洋观测资料在全球各个国家均较为稀缺,这种困境在我国也较为突出。卫星资料反演海表风速虽然精度得到了广泛认可,但卫星轨道在中国海较少,重复周期也很长(如 T/P 高度计周期为 10d),这就导致卫星资料反演的海洋数据在中国海范围的空间分辨率、时间同步性等方面都有很大缺陷。本研究充分收集来自我国台湾、韩国周边海域的实测风速,用于验证 T639 风场预报产品在中国海的有效性。

### 3.1 定性比较数据精度

对比预报风速、观测风速的曲线走势图,可以直观地看出模拟数据的精度(图 3 和图 4)。从曲线走势来看,预报风速与观测风速保持了很好的一致性,我国台湾周边的 4 个观测站、韩国的 1 个观测站均是如此。

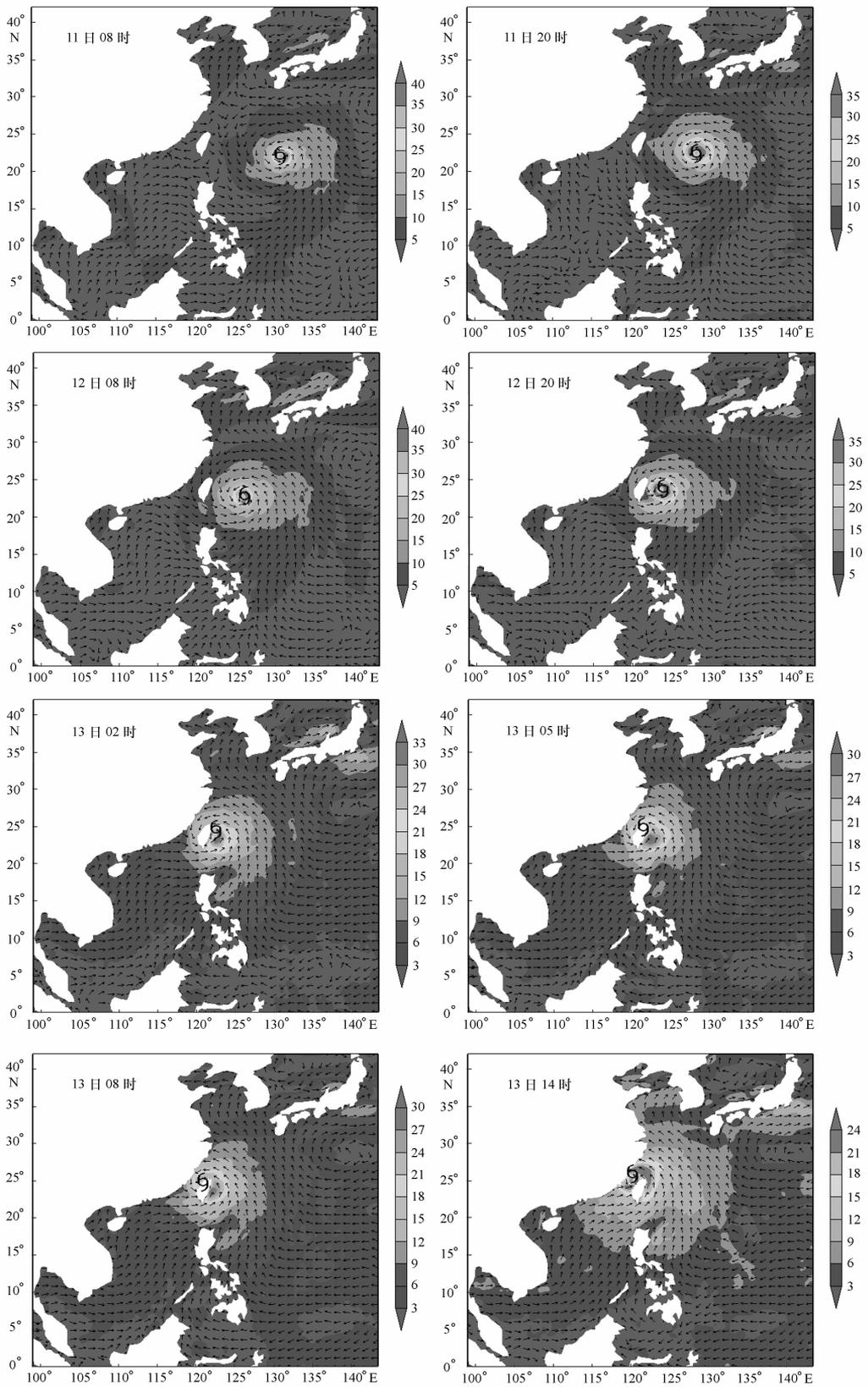


图 2 台风“苏力”期间的 T639 预报风场, 风速单位: m/s  
注: 为了便于观察, 以矢量箭头代表风向, 以背景色代表风速大小

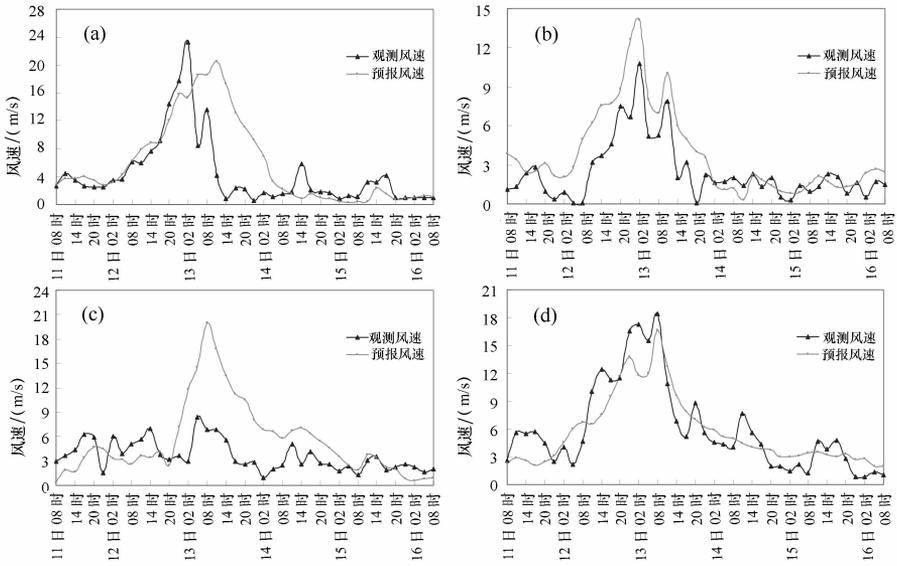


图 3 台湾岛周边海域观测风速与预报风速

a-d: 分别为站点基隆气象站、淡水气象站、石梯气象站、梧棲气象站

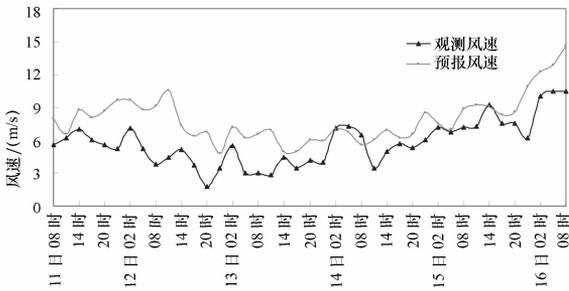


图 4 韩国 22102 浮标站的观测风速与预报风速

由图 2 可见，基隆气象站、淡水气象站的波峰出现在 13 日 02 时前后，基隆站的最大风速在 24 m/s 左右，淡水站的最大风速在 13 m/s 左右；石梯气象站、梧棲气象站的最大风速出现在 13 日 08 时左右，比基隆气象站、淡水气象站的波峰晚了约 5 个小时，这应该是由台风先期到达基隆气象站、淡水气象站所致。整体来看，T639 预报风速在台湾周边具有较高精度，能很好地刻画出风速的整体变化趋势，仅在石梯附近的预报值明显偏大，这应该是由模式没能充分考虑到此处的地形效应，这也是该模式以后可以改进之处。

韩国 22102 浮标站：该站属于台风的外围区域，受台风影响并不强烈，风速在整个台风期间变化不是特别大，11 日 08 时—15 日 20 时，风速基本在 6 m/s 上下波动，15 日 20 时—16 日 08 时，风速增加，这是由于有一弱的低压系统过境所致。预报风速与观测风速的走势非常一致，仅在数值上略大于观测风速。

### 3.2 定量精确比较数据精度

图 3 和图 4 可以定性地展现预报风速的变化趋势是否与观测风速一致，为了定量地分析 T639 预报风速的精度，本研究还计算了相关系数 (CC)、偏差 (Bias)、均方根误差 (RMSE) 以及平均绝对误差 (MAE)，见表 1。从相关系数来看，5 个观测站处预报风速与实测风速的相关性都非常好，均通过了 99% 的信度检验；从偏差来看，5 个观测站均为负值，表明预报值稍大于观测值，但 Bias 数值都很小，表明误差很小。从 RMSE、MAE 来看，误差也都在可控范围之内，可见，此次台风期间，T639 预报风速在中国海范围整体上具有较高精度。

表 1 T639 预报风速在台湾周边的精度

站名	站点位置		相关系数 (CC)	偏差 (Bias)	均方根误差 (RMSE)	平均绝对误差 (MAE)
	经度 (°E)	纬度 (°N)				
基隆气象站	121.73	25.13	0.60	-1.52	5.18	2.99

续表

站 名	站点位置		相关系数 (CC)	偏差 (Bias)	均方根误差 (RMSE)	平均绝对误差 (MAE)
	经度 (°E)	纬度 (°N)				
淡水气象站	121.44	25.17	0.87	-1.40	2.19	1.67
石梯气象站	121.50	23.48	0.46	-1.84	4.44	3.27
绿岛气象站	121.45	22.65	0.85	-3.37	4.50	3.77
梧棲气象站	120.52	24.26	0.89	0.35	2.26	1.89
22102 浮标站	125.77	34.80	0.69	-2.15	2.70	2.23

#### 4 台风风场的分布特征

利用 T639 风场预报产品, 对台风“苏力”的海表 10 m 风场进行预报 (图 3)。整体来看, T639 预报风场很好地刻画了台风“苏力”的结构特征, 对台风眼、台风尾迹、大风区等台风的显著特征刻画的较为形象, 预报的台风走向与观测路径也大体上保持一致。

11 日 08 时: 台风位于台湾以东的广阔洋面, 所处的广阔暖洋面环境有利于台风的维持与发展, 此时其强度为超强台风, 以 22 km/h 的速度向西移动。台风中心存在一风速是相对低值中心, 即台风眼, 风速在 20 m/s 以内, 从台风眼往外, 风力迅速增加, 7 级风半径约 400 km, 10 级风半径约 150 km; 台风尾迹可从台风后部延伸至菲律宾南部, 台风尾迹的风速在 5~10 m/s。

11 日 20 时: 台风缓慢向西北偏西的方向以东, 台风结构保持较好, 台风眼、台风尾迹都展现的较为清晰, 强度略减为强台风, 7 级和 10 级风半径与 11 日 08 时无大的变化, 台风外围风场已经能够影响到第一岛链 (日本—琉球群岛—我国台湾—菲律宾), 但由于风速不是很大, 此时对第一岛链的影响并不强烈。

12 日 08 时: 继续缓慢向西北方向移动, 7 级风半径刚能影响到台湾东部的花莲近海。12 日 20 时, 台风逼近台湾岛, 10 级风半径已经影响到台湾东北部近海。

13 日 02 时: 此时台风已经逼近台湾东北部近海, 并在 1 小时候在新北市与宜兰县交界处登陆, 虽然台湾岛对台风起了很大的阻挡作用, 但由于台风登陆地点在台湾岛东北部, 离海洋很近, 因此台湾岛的阻挡作用并没有破坏台风

的结构特征, 强度依然为强台风, 7 级和 10 级风半径比台风在大洋上时只是略有缩小。

13 日 05 时: 台风中心位于台湾岛东北部的台北市, 整个台湾岛及周边海域都处于 10 级大风半径以内, 尤其是花莲近海, 风速在 30 m/s (11 级) 以上。

13 日 08 时: 台风进入台湾海峡, 强度依然为强台风, 在台风巨大风力和狭管效应的双重作用下, 给整个台湾海峡带来了强劲的东北风, 基本在 21 m/s (9 级) 以上, 台湾东部的花莲近海风速仍然在 30 m/s (11 级) 以上。

13 日 14 时: 台风逼近福建沿海, 在台湾岛和大陆地形的共同影响下, 强度减弱为台风, 并与两小时后在附件连江县黄岐半岛沿海登陆。台湾海峡、台湾岛、福建沿海在台风的影响下, 风速基本都在 15 m/s (7 级) 以上, 大值中心在 2 121 m/s (9 级) 以上。

#### 5 结论与讨论

本研究利用 T639 风场预报产品, 对发生在 2013 年 7 月中旬的 201307 号台风“苏力”的海表风场进行预报, 分析台风的结构特征, 并探索性地利用来自我国台湾、韩国的观测资料, 检验 T639 风场预报产品在台风期间的精度, 以期可为台风风场预报、防灾减灾等提供科学依据。本文主要得到如下结论。

(1) 从定性的角度来看, 预报风速与观测风速在曲线走势上保持了很好的一致性, 预报风速具有较高可信度; 综合考虑相关系数 (CC)、偏差 (Bias)、均方根误差 (RMSE)、平均绝对误差 (MAE), 定量地分析发现, 预报风速具有较高精度, 预报值在数值上稍大于观测值。

(2) T639 风场预报产品在中国海范围整体上具有较高精度, 仅在部分小区域偏差稍大, 如台湾的石梯气象站, 这是由于没有充分考虑到地形效应所致, 这也是该模式在以后的研究中可以改进之处。

(3) T639 风场预报产品很好地刻画了台风“苏力”的结构特征, 对台风眼、台风尾迹、大风区等台风的显著特征刻画的较为形象, 预报的台风走向与观测路径也大体上保持一致。

### 参考文献

- [1] 郑崇伟, 周林, 宋帅, 等. 1307 号台风“苏力”台风浪数值预报[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2014, 53(2): 257—262.
- [2] ZHENG C W, PAN J, LI J X. Assessing the China Sea wind energy and wave energy resources from 1988 to 2009 [J]. *Ocean Engineering*, 2013, 65: 39—48.
- [3] 张建海, 薛根元, 沈桐立. 台风 Rananim 数值模拟试验及其结构特征分析[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 370—375.
- [4] 黄嘉宏, 李江南, 魏晓琳, 等. 同化 QuikSCAT 资料对台风 Vongfong(2002)数值模拟的影响[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2006, 45(4): 116—120.
- [5] 张志旭, 齐义泉, 施平, 等. 最优化插值同化方法在预报南海台风浪中的应用[J]. 热带海洋学报, 2003, 22(4): 34—41.
- [6] 王艳萍, 田志光. 2006 年西北太平洋热带气旋(台风)活动特征分析[J]. 海洋预报, 2008, 25(1): 47—55.
- [7] 郑崇伟, 游小宝, 潘静, 等. 钓鱼岛、黄岩岛海域风能及波浪能开发环境分析[J]. 海洋预报, 2014, 31(1): 49—57.
- [8] 袁国波, 韩子亮, 赵红霞. T639 数据格式及其读取方法[J]. 陕西气象, 2009, 4: 8—10.
- [9] ZHENG C W, ZHUANG H, LI X, et al. Wind energy and wave energy resources assessment in the East China Sea and South China Sea [J]. *Science China Technology Sciences*, 2012, 55(1): 163—173.
- [10] 郑崇伟, 潘静, 黄刚. 利用 WW3 模式实现中国海击水概率数值预报[J]. 北京航空航天大学学报, 2014, 40(3): 314—320.
- [11] 牛若芸. 2008 年 12 月至 2009 年 2 月 T639 与 ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象, 2009, 35(5): 112—119.