

陈国民,张喜平,白莉娜,等,2018.2016年西北太平洋和南海热带气旋预报精度评定[J].气象,44(4):582-589.

2016年西北太平洋和南海热带气旋 预报精度评定*

陈国民 张喜平 白莉娜 万日金

中国气象局上海台风研究所,上海 200030

提 要: 以中国气象局上海台风研究所整编的最佳路径数据集为依据,对 2016 年西北太平洋和南海热带气旋(TC)定位精度及路径、强度和登陆点预报精度进行了评定,结果表明:2016 年定位总平均误差 24.9 km,比 2015 年略偏大。主观和客观路径预报误差没有延续之前持续减小的趋势,整体预报能力比前两年略有降低。ECMWF-EPS、NCEP-GEFS 和 UKMO-EPS 三个集合预报系统的台风路径预报整体性能要好于其他集合预报系统。各主客观预报方法的台风强度预报性能与往年相比没有大的改进。主观方法对超强台风莎莉嘉在海南万宁的 24 h 登陆点预报误差均非常小,误差在 15 km 以下。全球模式的登陆点预报性能表现要优于区域模式。

关键词: 热带气旋,定位误差,路径误差,强度误差

中图分类号: P456

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.04.012

Verification on Forecasts of Tropical Cyclones over Western North Pacific in 2016

CHEN Guomin ZHANG Xiping BAI Lina WAN Rijin

Shanghai Typhoon Institute, CMA, Shanghai 200030

Abstract: Operational positioning, track, intensity and landfall point forecast errors of tropical cyclones (TCs) over Western North Pacific in 2016 are evaluated on the basis of CMA/STI's "Best-track" dataset. The results show that the performance of TC positioning is a little larger than that in last year, with an average error by all methods is 24.9 km. The track forecast errors of both subjective and objective methods do not continue to decrease, which means the overall forecast performance in 2016 is slightly lower than that in the previous two years. The ECMWF-EPS, NCEP-GEFS and UKMO-EPS have better performance in track prediction than other ensemble prediction systems. No significant improvement in TC intensity prediction by subjective methods has been seen compared with previous years. However, the subjective methods have very small prediction error for the 24 h landfall point of Super Typhoon Sarika in Wanning, Hainan, and the errors are less than 15 km. The landfall prediction performance of global models is better than that of regional models.

Key words: tropical cyclone (TC), positioning error, track error, intensity error

* 国家自然科学基金项目(41275067,41305049,41475058 和 41405060)共同资助

2017 年 11 月 22 日收稿; 2018 年 2 月 26 日收修定稿

第一作者:陈国民,主要从事台风生成及预报精度分析技术研究. Email:chengm@typhoon.org.cn

引言

2016年西北太平洋和南海海域共生成26个编号热带气旋(tropical cyclone, TC),较常年(1981—2010年气候平均值为25.5个)略偏多,其中超强台风8个,强台风4个,台风1个,强热带风暴5个,热带风暴8个。26个TC中,登陆我国的共有8个,其中5个登陆华南,3个登陆华东(1601号超强台风尼伯特、1617号超强台风鲇鱼和1621号超强台风莎莉嘉三个台风分别在我国登陆两次)。

随着预报技术的发展,目前可供预报和科研人员获取的台风路径和强度预报方法多达几十种,涵盖了国内外各官方台风预报机构和部分省(区、市)气象台发布的主观预报方法,以及包括数值预报方法和统计方法在内的客观预报方法等。但是由于各个方法在技术水平上存在一定的差异,各台风路径和强度预报方法之间的预报性能存在着较大差距(陈国民等,2012;2013;2015;2017;陈国民和曹庆,2014;汤杰等,2011;占瑞芬等,2010;Chen et al, 2013)。为了直观了解2016年国内外各方法对台风业务定位、路径和强度的预报能力,本文将参照最新出版的《台风业务和服务规定》(中国气象局,2012)所列举的评估方法对2016年西北太平洋台风定位精度和路径、强度及登陆点的预报精度进行评定。

1 最佳路径资料和参评方法

本文所使用的TC最佳路径数据由中国气象局上海台风研究所(CMA/STI)整编(中国台风网, http://tcddata.typhoon.gov.cn/zjljsjj_zlhq.html; Ying et al, 2014),该数据提供西北太平洋(含南海,赤道以北,180°E以西)海域的TC每6h的位置和强度信息(TC强度包含近中心2 min最大平均风速和中心最低海平面气压)。参加本次精度评定的有6个定位方法、12个主观预报方法和12个客观预报方法的确定性路径预报(含登陆点预报)性能,7个主观预报方法和13个客观预报方法的确定性强度预报(近中心最大风速)性能以及6个集合预报系统的集合路径预报性能。

2 TC定位精度评定

表1是以2016年西北太平洋TC最佳路径数据作为参考,计算得到中央气象台、日本气象厅、美国联合台风警报中心(JTWC)、香港天文台和韩国气象厅五家官方实时台风定位机构及北京、日本卫星实时定位方法的全年平均误差。结果表明,7种定位方法的总平均定位误差为24.9 km,比2015年(22.0 km)略大。其中,定位误差最小的是中央气象

表1 2016年西北太平洋TC定位误差(单位:km)

Table 1 TC positioning errors in 2016 over Western North Pacific (unit: km)

方法	中央气象台	日本气象厅	JTWC	韩国气象厅	香港天文台	北京卫星	日本卫星	平均
定位次数/次	466	544	430	273	443	444	621	
误差/km	16.3	28.4	28.4	28.5	25.0	26.4	21.0	24.9

台,仅为16.3 km,其余方法的平均定位误差均在20 km以上。

3 TC路径预报误差

3.1 确定性方法路径预报

2016年各主观预报方法24、48、72、96和120 h预报的TC路径预报误差信息列于表2。通过比较中央气象台、日本气象厅、JTWC、香港天文台和韩国气象厅五个官方机构的路径预报误差后发现,24、48、72、96和120 h平均路径预报误差最小的机

构均为香港天文台,分别为72.5、134.7、242.0、373.8和467.0 km。中央气象台2016年预报性能略逊于香港天文台,但是由于两者责任海域略有不同,因此样本数上有较大的差别,香港天文台的样本数约是中央气象台的三分之二。进一步通过同样本(表略)比较后发现,中央气象台24 h的平均路径误差比日本主观、JTWC和韩国主观分别小0.5 km(404个样本)、4.7 km(341个样本)和10.0 km(228个样本),比香港天文台大2.0 km(229个样本);中央气象台48 h路径预报平均误差比日本气象台、香港天文台、JTWC和韩国气象厅分别大3.4 km(318个样本)、6.1 km(181个样本)、8.1 km(262个样

本)和 8.8 km(177 个样本)。2016 年,官方机构路径预报整体性能比 2015 年略有下降,从历年的误差趋势上看(图 1),五大官方机构的平均路径预报误差逐年下降趋势被逆转,尤其体现在长预报时效上。

表 3 列出的是 2016 年各客观预报方法路径预报平均误差。6 个全球模式(NCEP-GFS、ECMWF-IFS、英国数值、日本数值、T639、韩国 GDAPS)预报性能两极分化现象较为严重,以 ECMWF-IFS、NCEP-GFS 为代表的表现较好的全球模式的路径预报性能比表现较差的全球模式存在 50%~100% 的优势。4 个区域模式(GRAPES-TCM、广州数值、澳大利亚数值和上海台风模式)24、48 和 72 h 总的平均路径误差分别为 91.9 km(731 个样本)、170.4 km(600 个样本)和 307.5 km(465 个样本)。图 2 是部分全球和区域模式近年来 24、48 和 72 h 平均路径预报误差趋势,从图中可以看出,2012 年

以来,模式的 24、48 和 72 h 平均路径预报误差分别基本低于 100、200 和 300 km 整数关口,近年来部分全球模式 24 和 48 h 平均路径预报误差逐渐接近 50 和 100 km。性能优秀的区域模式预报性能与国际顶尖的全球模式路径预报性能之间还存在一定的差距,但是这种差距在逐年缩小。图 3 展示了三个顶级的全球模式 2010—2016 年各预报时效平均路径预报误差分布。2010—2015 年三个全球模式在各预报时效的平均路径预报性能均有不同程度的改进,但是 2016 年预报性能却有所降低,主要表现为 2016 年 3 d 及以上路径预报误差的第三个四分位数要远大于 2015 和 2014 年,从而影响了 2016 年 3 d 及以上路径预报误差的中位数和平均值。统计预报方法中,广西遗传神经和模式集成表现较为稳定,24、48 和 72 h 平均路径预报误差均分别小于 85、170 和 280 km。

表 2 2016 年主观路径预报方法路径平均误差
Table 2 Average errors of subjective track forecasts in 2016

方法名称	预报时效									
	24 h		48 h		72 h		96 h		120 h	
	样本数 /个	平均误差 /km								
中央气象台	405	76.2	320	147.3	242	244.7	185	419.0	133	527.0
日本气象厅	510	85.3	339	146.3	259	253.7	192	396.6	138	490.1
JTWC	397	87.6	308	154.9	241	262.6	166	441.0	108	564.6
韩国气象厅	238	89.1	184	142.3	139	251.6	100	426.6	61	510.4
香港天文台	272	72.5	214	134.7	161	242.0	112	373.8	75	467.0
广东主观	71	60.5	52	119.9	/	/	/	/	/	/
上海主观	38	67.1	25	133.1	/	/	/	/	/	/
浙江主观	62	65.7	52	155.0	35	250.5	26	471.8	16	726.3
福建主观	49	56.3	38	140.7	22	314.6	1	348.8	1	678.7
广西主观	22	74.0	13	137.8	/	/	/	/	/	/
海南主观	28	59.4	22	141.5	12	189.5	/	/	/	/
江苏主观	2	37.6	1	129.5	/	/	/	/	/	/

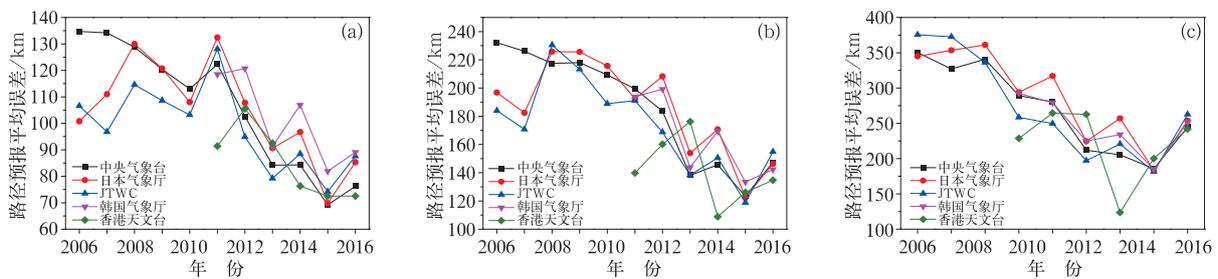


图 1 中央气象台、日本气象厅、JTWC、韩国气象厅和香港天文台历年来 24 h(a)、48 h(b)和 72 h(c)路径预报平均误差趋势

Fig. 1 The 24 h (a), 48 h (b) and 72 h (c) averaged TC track forecast error trends by CMA, JMA, JTWC, KMA and HKO

表 3 同表 2, 但为客观路径

Table 3 Same as Table 2, but for objective track forecasts

方法名称	预报时效										
	24 h		48 h		72 h		96 h		120 h		
	样本数 /个	平均误差 /km	样本数 /个	平均误差 /km	样本数 /个	平均误差 /km	样本数 /个	平均误差 /km	样本数 /个	平均误差 /km	
全球模式	NCEP-GFS	142	64.2	123	122.5	102	201.4	78	348.0	53	448.0
	ECMWF-IFS	173	61.8	140	109.6	109	194.2	81	310.3	57	426.3
	英国数值	244	78.7	197	145.2	147	233.5	109	381.0	77	556.3
	日本数值	460	83.6	382	162.7	291	280.3	/	/	/	/
	T639	412	114.9	330	227.3	251	384.1	180	559.8	116	659.3
	韩国 GDAPS	34	134.5	24	225.6	16	309.2	9	650.2	5	1248.6
区域模式	澳大利亚数值	65	128.8	47	212.9	30	340.5	/	/	/	/
	广州数值	183	68.9	140	142.7	106	234.5	/	/	/	/
	上海台风模式	194	88.5	166	156.2	131	257.2	/	/	/	/
	GRAPES-TCM	289	81.5	247	169.9	198	297.7	/	/	/	/
其他客观方法	台风所模式集成	64	80.3	58	153.9	46	227.5	/	/	/	/
	广西遗传神经	237	84.0	181	169.0	135	277.1	/	/	/	/

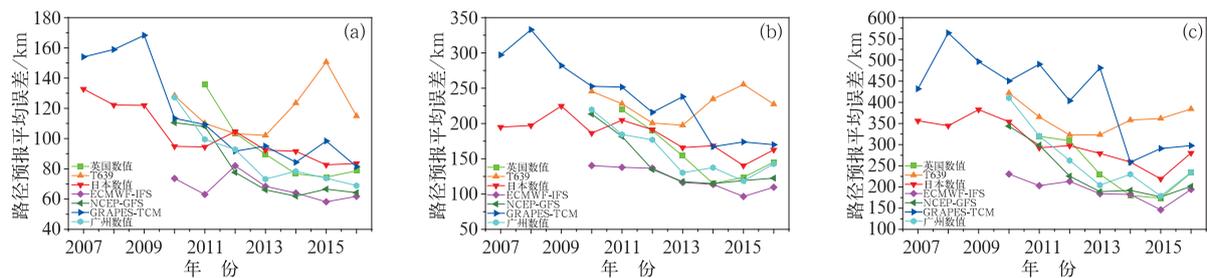


图 2 部分全球和区域模式历年来 24 h(a)、48 h(b)和 72 h(c)路径预报平均误差趋势

Fig. 2 The 24 h (a), 48 h (b) and 72 h (c) averaged TC track forecast error trends by global and regional models

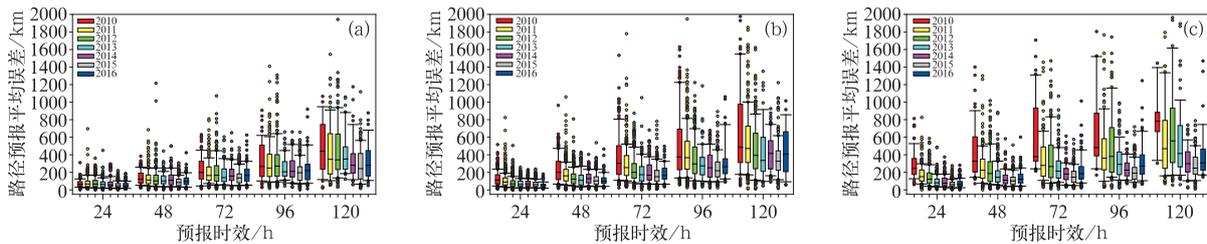


图 3 2010—2016 年 ECMWF-IFS(a)、NCEP-GFS(b)和英国数值(c)

3 个全球模式 1~5 d 路径预报误差箱线图

[图中箱线顶端(底端)为误差 90%(10%)百分位数,箱型体上端(下端)为误差第三个四分位数(误差第一个四分位数),箱型体中间黑线表示误差中位数,箱线以上(下)圆点为误差异常大(小)值]

Fig. 3 Distribution of box plots of track forecast errors from 2010 to 2016 for ECMWF-IFS (a),

NCEP-GFS (b) and UK Numerical Model (c) at the lead time level from 1 to 5 days

(The upper and lower limits of the solid "whiskers" present the 90% and 10% percentile of track errors respectively;

the upper and lower limits of boxes present the third and the first quartiles of track errors;

the black bars in the boxes are the median of errors and the circulars out of box plots are outliers)

3.2 集合路径预报误差

图 4 是欧洲中期天气预报中心集合预报系统

(ECMWF-EPs)、日本气象厅台风集合预报系统(JMA-TEPS)、日本气象厅每周天气集合预报系统(JMA-WEPS)、加拿大气象局集合预报系统(MSC-

CENS)、美国国家环境预报中心集合预报系统(NCEP-GEFS)和英国气象局集合预报系统(UKMO-EPS)对 2016 年西北太平洋海域台风路径预报的集合平均误差结果。由图可见,在六个集合预报系统中,ECMWF-EPS 是 2016 年台风路径预报整体性能最好的一个集合预报系统;NCEP-GEFS 和 UKMO-EPS 集合预报系统 3 d 以内的台风路径预报性能分列第二和第三位,而对于 3 d 以上的台风路径预报,UKMO-EPS 则要远优于 NCEP-GEFS;JMA-TEPS、JMA-WEPS 和 MSC-CENS 这三个集合预报系统的台风路径预报性能相对较差。

在日常业务预报中,集合预报系统对于台风路径预报的集合离散度结果是除集合路径预报误差以外广大预报员重点参考的指标之一。以往,对于台风路径集合预报的离散度检验往往用离散度同路径误差做成的散点图来分析路径集合预报性能。但由于在统计集合预报系统性能时涉及大量路径预报样

本,因此传统的离散度和路径误差散点图中的“点”会密集呈现,从而只能大概判断某个集合预报系统是离散度大还是路径误差大。此外,传统散点图往往无法把所有预报时效的样本置于同一幅图中,因为这样做会增加分析难度。为了更有效地分析台风集合预报的离散度和路径误差性能,本文在传统散点图的基础上开发了双向分位分析图(图 5)。

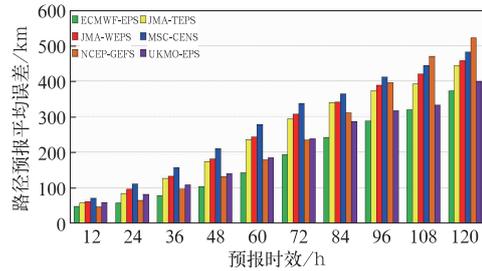


图 4 2016 年集合路径预报平均误差

Fig. 4 Ensemble mean track forecast error in 2016

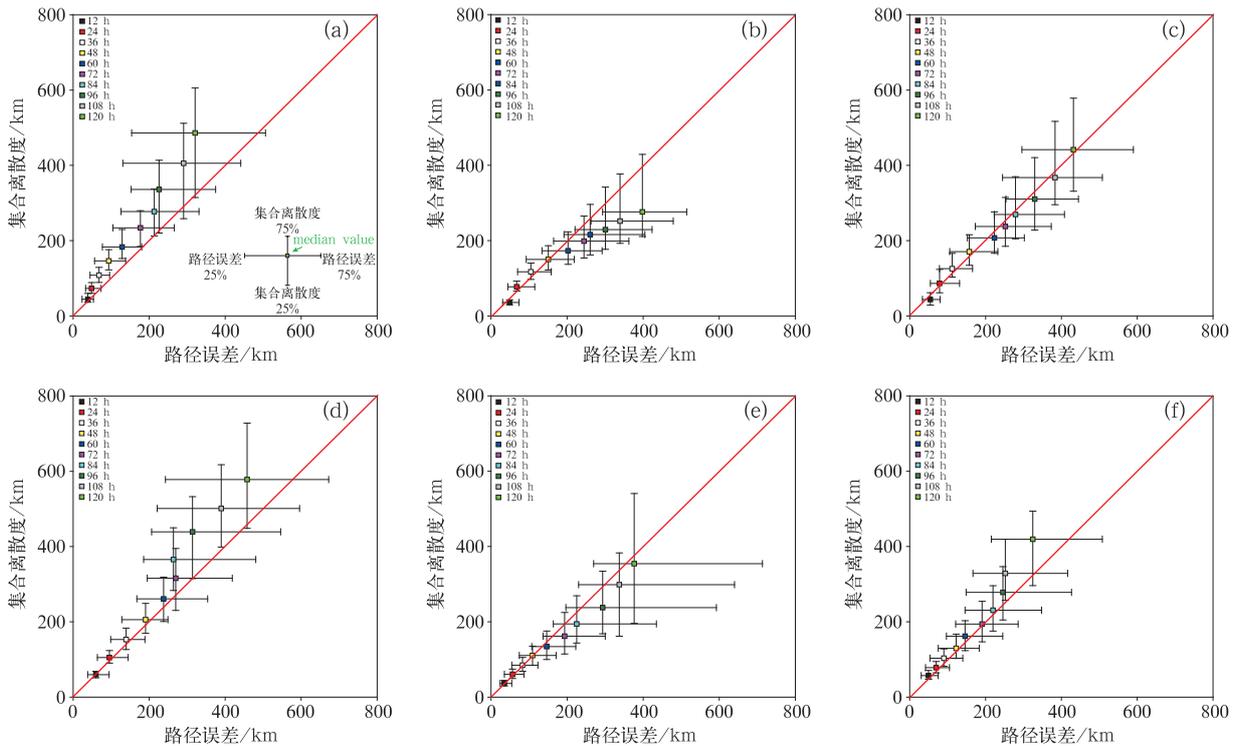


图 5 2016 年六个集合预报系统台风路径预报集合离散度和路径预报误差双向分位分析图

- (a) ECMWF-EPS, (b) JMA-TEPS, (c) JMA-WEPS, (d) MSC-CENS,
- (e) NCEP-GEFS, (f) UKMO-EPS

Fig. 5 Bi-direction quantile analysis chart between typhoon track forecast ensemble spread and position error for six ensemble systems in 2016

- (a) ECMWF-EPS, (b) JMA-TEPS, (c) JMA-WEPS, (d) MSC-CENS,
- (e) NCEP-GEFS, (f) UKMO-EPS

双向分位分析图中的横坐标表示集合路径误差,纵坐标表示集合离散度,其绘制步骤如下:首先分别统计某个台风集合预报系统各预报时效的离散度和路径误差的 25%、50%(中位数)和 75%分位值;然后再将各预报时效离散度和路径误差中位数值以“方块”的形式绘制于散点图上;最后分别将各预报时效的 25%和 75%分位的离散度(路径误差)置于中位数标志的上下(左右)两端。利用双向分位分析图,可以清晰直观地在一张图上分析所有预报时效的离散度和路径误差样本。

从图 5 中可以看出 ECMWF-EPS、MSC-CENS 和 UKMO-EPS 三个集合预报系统的离散度大于路径误差;JMA-TEPS 和 NCEP-GEFS 2 d 以上的离散度小于路径误差,而 2 d 内的离散度与路径误差相当;JMA-WEPS 各预报时效的离散度与路径误差相当。

4 TC 强度预报误差

表 4 列出了 2016 年主观预报方法和客观预报方法强度(近台风中心地面最大风速,下同)预报的平均绝对误差和均方根误差的情况。五个官方主观预报方法 24、48 和 72 h 强度预报的绝对平均误差范围区间分别为 4.9~5.7、6.0~8.9 和 7.2~10.0 $m \cdot s^{-1}$ 。其中, JTWC 在 48、72 和 96 h 强度预报绝对平均误差最小,分别为 6.0、7.2 和 7.6 $m \cdot s^{-1}$, 24 和 120 h 强度预报绝对平均误差最小的是香港天文台,分别为 4.9 和 9.0 $m \cdot s^{-1}$ 。由于中央气象台、日本气象厅和 JTWC 在表示台风强度时各自所选取的平均风速有所差异,因此在进行精度评定之前,已经根据 WMO 相关业务文档(Harper et al,

2010)将各机构报文中的风速换算成与中央气象台一致的 2 min 平均风。

客观预报方法强度预报检验结果显示(表 5),与往年类似,统计预报方法的强度预报整体性能仍略优于数值模式强度预报水平。24 和 72 h 强度预报绝对平均误差最小的均为广西遗传神经,分别为 5.4 和 6.6 $m \cdot s^{-1}$;48 h 最小值为上海台风模式,达到了 6.8 $m \cdot s^{-1}$ 。

5 TC 登陆点预报误差

2016 年,登陆我国的 TC 共有 8 个,分别为 1601 号超强台风尼伯特(Nepartak)、1603 号强热带风暴银河(Mirinae)、1604 号台风妮妲(Nida)、1608 号热带风暴电母(Dianmu)、1614 号超强台风莫兰蒂(Meranti)、1617 号超强台风鲑鱼(Megi)、1621 号超强台风莎莉嘉(Sarika)和 1622 号超强台风海马(Haima)。其中,“尼伯特”先后登陆台湾台东和福建泉州,“鲑鱼”先后登陆台湾花莲和福建泉州,“莎莉嘉”先后登陆海南万宁和广西东兴。

表 6 和表 7 分别列出了 2016 年各主观和客观预报方法 24 h 登陆点预报误差。中央气象台、香港天文台和 JTWC 这三家机构对 2016 年所有登陆台风登陆前 24 h 内都给出了登陆预报,三者 24 h 登陆点预报全年平均误差分别为 41.5、46.7 和 44.4 km;日本气象厅对“银河”和“电母”没有在它们登陆前 24 h 报出登陆,剩下的 9 次登陆点预报平均误差为 40.0 km;韩国气象厅对于“电母”“莫兰蒂”以及“鲑鱼”的两次登陆都没给出 24 h 登陆预报结果,其剩余的 7 次登陆点预报平均误差为 33.6 km。从 24 h 登陆点预报总的平均误差上看,五大官方预报

表 4 2016 年主观预报方法强度预报误差

Table 4 Average errors of subjective intensity forecast in 2016

方法名称	预报时效														
	24 h			48 h			72 h			96 h			120 h		
	平均误差 $/m \cdot s^{-1}$	均方根误差 $/m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均误差 $/m \cdot s^{-1}$	均方根误差 $/m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均误差 $/m \cdot s^{-1}$	均方根误差 $/m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均误差 $/m \cdot s^{-1}$	均方根误差 $/m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均误差 $/m \cdot s^{-1}$	均方根误差 $/m \cdot s^{-1}$	样本数 /个
中央气象台	5.4	7.2	405	7.3	9.4	320	7.6	9.7	242	8.4	10.3	185	9.3	11.3	133
日本气象厅	5.0	6.8	472	7.9	10.1	302	9.3	11.9	232	/	/	/	/	/	/
JTWC	5.0	6.7	397	6.0	7.7	308	7.2	9.00	241	7.6	9.6	165	9.4	11.6	108
韩国气象厅	5.7	7.9	217	8.9	11.0	166	10.0	12.2	120	9.4	11.0	83	10.1	10.9	54
香港天文台	4.9	6.9	267	6.9	9.32	212	8.5	11.1	157	8.6	10.4	107	9.0	10.6	72
广东主观	4.9	6.3	71	6.6	8.05	52	/	/	/	/	/	/	/	/	/
浙江主观	6.6	9.0	62	8.8	12.2	52	9.1	12.4	35	7.1	8.7	26	7.9	9.6	16

表 5 同表 4, 但为客观预报方法

Table 5 Same as Table 4, but for objective intensity forecast

方法名称	预报时效															
	24 h			48 h			72 h			96 h			120 h			
	平均误差 /m·s ⁻¹	均方根误差 /m·s ⁻¹	样本数 /个													
全球模式	NCEP-GFS	7.7	9.8	142	10.4	12.8	123	11.6	15.0	102	12.8	17.28	78	8.9	13.4	53
	ECMWF-IFS	8.1	11.2	173	9.8	13.1	140	10.6	14.1	109	9.2	12.20	81	6.7	9.7	57
	英国数值	9.2	11.8	244	10.1	12.7	197	10.86	13.3	147	10.7	12.99	109	11.3	13.1	77
	日本数值	6.4	8.5	460	10.7	13.6	382	13.7	17.0	291	/	/	/	/	/	/
	韩国 GDAPS	15.7	20.7	34	17.8	22.9	24	18.8	24.7	16	17.1	23.3	9	14.6	17.0	5
区域模式	澳大利亚数值	6.8	10.6	65	11.3	15.7	47	11.7	15.9	30	/	/	/	/	/	/
	广州数值	8.0	10.9	182	11.5	15.5	139	11.6	15.3	106	/	/	/	/	/	/
	上海台风模式	6.2	8.1	188	6.8	9.3	162	7.9	10.4	127	/	/	/	/	/	/
	GRAPES-TCM	6.0	7.7	289	7.5	10.3	247	9.1	11.8	198	/	/	/	/	/	/
其他客观方法	广西遗传神经	5.4	7.2	237	7.0	9.0	181	6.6	8.3	135	/	/	/	/	/	/
	台风所 WIPS	6.6	8.5	352	9.1	11.6	266	10.8	13.6	193	/	/	/	/	/	/
	台风所相似强度	6.4	8.2	368	9.4	11.8	294	11.0	13.1	226	/	/	/	/	/	/
	台风所偏最小二乘	7.7	10.3	332	12.6	15.6	324	14.2	17.1	248	13.4	15.8	185	14.0	16.6	129

表 6 2016 年主观预报方法 24 h 登陆点误差统计(单位:km)

Table 6 The 24 h forecast errors of landing point by subjective methods in 2016 (unit: km)

	台风名/登陆点										
	1601 号 超强台风 尼伯特 /福建泉州	1601 号 超强台风 尼伯特 /台湾台东	1603 号 强热带风暴 银河 /海南万宁	1604 号 台风 妮妲 /深圳	1608 号 热带风暴 电母/ 广东湛江	1614 号 超强台风 莫兰蒂 /福建厦门	1617 号 超强台风 鲇鱼 /台湾花莲	1617 号 超强台风 鲇鱼 /福建泉州	1621 号 超强台风 莎莉嘉 /广西东兴	1621 号 超强台风 莎莉嘉 /海南万宁	1622 号 超强台风 海马 /广东汕尾
中央气象台	8.2	37.4	45.2	87.8	57.3	42.7	7.3	73.1	34.2	2.2	61.2
香港天文台	34.4	58.3	43.9	110.8	56	86.4	20.5	46	18.2	7.6	31.8
日本气象厅	8.2	45.3		65.6		55.7	22	84.9	55.3	2.2	20.9
JTWC	39.8	71	10.3	61.5	58.4	66.7	0	73	65.1	10.1	32.7
韩国气象厅	23.3	45.3	41.5	31.7					66.8	13.2	13.7
广东主观	46.3	41.6	20.2	83.7	44.6	130.3	20.4	60.6	48.6	47.9	4.9
浙江主观	8.2	13				93	4.9	89.9			56.6
福建主观	8.2	37.3		19.7		78.7	7.6	72.2			47.7
广西主观				75.9	46.7	19.2			44.7	51.7	12.4
海南主观					56.4	73.1			40.1	47.9	
江苏主观	8.5										

机构在 2016 年的登陆点预报误差相差不大。五个机构对于“莎莉嘉”在海南万宁的 24 h 登陆点预报误差都非常小,误差在 15 km 以下,但对于“妮妲”在深圳的 24 h 登陆点误差则整体相对较大,香港天文台登陆点预报误差超过了 100 km。在诸多客观预报方法中,不同的方法之间的登陆点预报能力存在一定的差距。ECMWF-IFS 对 2016 年 24 h 登陆点预报效果无疑是最好的,它对所有登陆台风的 24 h 登陆点预报误差均在 30 km 以下。整体而言,全球模式的登陆点预报表现要优于区域模式。

6 结 论

本文对 2016 年西北太平洋海域热带气旋定位

精度及路径、强度和登陆点预报精度进行了评定,得到的结论如下:

(1) 中央气象台、日本气象厅、JTWC、香港天文台和韩国气象厅五个官方预报机构两个卫星定位方法总平均定位误差为 24.9 km,比 2015 年(22.0 km)略偏大。其中,定位误差最小的是中央气象台,仅为 16.3 km。

(2) 2016 年,主观和客观路径预报误差没有延续之前持续减小的趋势,整体预报性能较前两年略有降低。

(3) ECMWF-EPS、NCEP-GEFS 和 UKMO-EPS 三个集合预报系统的台风路径预报整体性能要高于其余的集合预报系统。

(4) 中央气象台、日本气象厅、JTWC、韩国气象

表 7 同表 6, 但为客观预报方法
Table 7 Same as Table 6, but for the objective methods

	台风名/登陆点										
	1601 号 超强台风 尼伯特 /福建泉州	1601 号 超强台风 尼伯特 /台湾台东	1603 号 强热带风暴 银河 /海南万宁	1604 号 台风 妮妲 /深圳	1608 号 热带风暴 电母/ 广东湛江	1614 号 超强台风 莫兰蒂 /福建厦门	1617 号 超强台风 鲇鱼 /台湾花莲	1617 号 超强台风 鲇鱼 /福建泉州	1621 号 超强台风 莎莉嘉 /广西东兴	1621 号 超强台风 莎莉嘉 /海南万宁	1622 号 超强台风 海马 /广东汕尾
北京数值	14.4	40.6	284.6	108.1	58.1	50.6	25.5	66.7	18.8	23.9	9.6
ECMWF-IFS	21.3	12.8	17.5	70.4			20.2	25.2	15.2	16.8	5.8
日本数值	26.9	35.5	22.3		84.1	84.7	24.8	9.1	26.8	13.4	54.2
NCEP-GFS							13.4	58.4	18.6	7	
英国数值	15.9	7.9	9.6		56.1	46.5	3.1	68.2	9.2	17	33.2
澳大利亚数值	22.5	62.2	42.1	63.5							
广州数值	49.7	19.7			126.4	77.7	9.3	17.2	25.1	5.4	38.4
辽宁数值						5.4	0	42.8			
GRAPES-TCM	74.2	5.4	61.4	114	114.5	116.1	13	83.8			37.3
上海台风模式			108.9	99.7	102.8	51					143.6
美国 GFDL	25.7	64.2	67.1	103	53.7		5.8	117.2	33.2	12.6	
日本集合	3.1	12.2	25.2		58.2	95.2	15.2	8.2	20.8	7.9	83.1
广西遗传神经 台风所模式集成	38.6 9.1	72.1 13.6	17.2	62.8	64.3	75	25.5	64.5	10.8	5.4	47.9

厅和香港天文台五个官方主观预报方法 24、48 和 72 h 强度预报的绝对平均误差范围区间分别为 4.9 ~ 5.7、6.0 ~ 8.9 和 7.2 ~ 10.0 m · s⁻¹。客观方法中,统计预报方法的强度预报仍略优于数值模式强度预报水平。整体而言,各主客观预报方法的台风强度预报性能与往年相比并没有大的改进。

(5) 五个官方台风预报机构对于超强台风莎莉嘉在海南万宁的 24 h 登陆点预报误差均非常小,误差在 15 km 以下;而对于台风妮妲在深圳的 24 h 登陆点误差则相对较大。客观预报方法中,全球模式的登陆点预报性能表现要优于区域模式。

参考文献

陈国民,白莉娜,万日金,2015. 2014 年西北太平洋热带气旋预报精度评定[J]. 气象,41(12):1554-1561.
 陈国民,白莉娜,万日金,2017. 2015 年西北太平洋热带气旋预报精度评定[J]. 气象,43(4):501-507.
 陈国民,曹庆,2014. 2013 年西北太平洋热带气旋预报精度评定[J]. 气象,40(12):1549-1557.

陈国民,汤杰,曾智华,2012. 2011 年西北太平洋 TC 预报精度评定[J]. 气象,38(10):1196-1204.
 陈国民,余晖,曹庆,2013. 2012 年西北太平洋热带气旋预报精度评定[J]. 气象,39(10):1350-1358.
 汤杰,陈国民,余晖,2011. 2010 年西北太平洋台风预报精度评定及分析[J]. 气象,37(10):1320-1328.
 占瑞芬,汤杰,余晖,2010. 2009 年西北太平洋台风定位和预报精度评定[J]. 气象,36(10):114-121.
 中国气象局,2012. 台风业务和服务规定(第四次修订版)[M]. 北京:气象出版社:38-41.
 Chen G M, Yu H, Cao Q, et al, 2013. The performance of global models in TC track forecasting over the western North Pacific from 2010 to 2012[J]. Trop Cyclone Res Rev, 2(3):149-158.
 Harper B A, Kepert J D, Ginger J D, 2010. Guidelines for converting between various wind averaging periods in tropical cyclone conditions[R]. World Meteorological Organization, TCP Sub-Project Report, WMO/TD-No. 1555.
 Ying M, Zhang W, Yu H, et al, 2014. An overview of the China Meteorological Administration tropical cyclone database[J]. J Atmos Oceanic Technol, 31(2):287-301. DOI: 10. 1175/JTECH-D-12-00119. 1.