

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.

## 2015 年西北太平洋热带气旋预报精度评定<sup>\*</sup>

陈国民 白莉娜 万日金

中国气象局上海台风研究所,上海 200030

**提 要:** 本文以中国气象局上海台风研究所整编的热带气旋(Tropical Cyclone, TC)最佳路径集为依据,对 2015 年西北太平洋 TC 定位精度及路径、登陆点、强度预报精度进行了评定,结果表明:2015 年中央气象台 TC 平均定位误差为 14.1 km,优于 2014 年定位水平;中央气象台 24、48、72、96 和 120 h 路径预报误差分别为 66.2、119.5、176.3、244.3 和 328.5 km;国内外共 6 个全球模式在上述预报时效的总平均路径误差分别为 86.5、146.5、215.8、321.6 和 475.8 km;4 个区域模式 24、48 和 72 h 的总平均路径误差分别为 84.1、147.1 和 230.8 km。2015 年的主观方法、全球模式和区域模式的路径预报性能均较 2014 年有了较大进步,但是强度预报性能仍未得到改善。目前,统计预报方法的强度预报整体性能仍然领先于数值模式。

**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.1000-0526.2017.04.013

## Verification on Forecasts of Tropical Cyclones over Western North Pacific in 2015

CHEN Guomin BAI Lina WAN Rijin

Shanghai Typhoon Institute of CMA, Shanghai 200030

**Abstract:** Operational positioning, track, landfall point and intensity forecast error of tropical cyclones (TCs) over Western North Pacific in 2015 were evaluated on the basis of CMA/STI's "Best-track" dataset. The results showed that the average TC location errors of CMA is 14.1 km in 2015, better than in 2014. The average track forecast errors by CMA subjective method are 66.2 km (24 h), 119.5 km (48 h), 176.3 km (72 h), 244.3 km (96 h) and 328.5 km (120 h). Meanwhile, the global models' average track forecast errors are 86.5 km (24 h), 146.5 km (48 h), 215.8 km (72 h), 321.6 km (96 h) and 475.8 km (120 h). Additionally, the average errors of regional models are 84.1 km (24 h), 147.1 km (48 h), and 230.8 km (72 h). In general, the ability of track forecasting by subjective methods, global models and regional models have got a major improvement compared to 2014. However, no marked improvement was found in the intensity forecasting. At present, the overall performance of statistical forecast methods is still better than numerical prediction method in the intensity forecasting.

**Key words:** tropical cyclone, location error, track error, intensity error

### 引 言

2015 年西北太平洋及我国南海海域共有 27 个

编号热带气旋(Tropical Cyclone, TC)生成,其中登陆我国的 TC 共有 5 个(3 个登陆华南、2 个登陆华东,1513 超强台风苏迪罗和 1521 超强台风杜鹃分别在在我国登陆两次)。27 个 TC 中强度达到热带风

\* 国家自然科学基金项目(41275067、41305049、41575108 和 41405060)共同资助

2016 年 10 月 28 日收稿; 2017 年 2 月 27 日收修定稿

第一作者:陈国民,主要从事台风强度及预报精度分析技术研究。Email:chengm@mail.typhoon.gov.cn

暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风级的分别为 4、2、2、4 和 15 个。与常年相比,2015 年 TC 生成频数较常年(1981—2010 年气候平均值 25.5 个)略偏多,且超强台风的比例偏高,但登陆我国的 TC 占比略偏少。

在目前的 TC 预报业务中,有多达几十种的路径和强度预报方法可供预报员选择,但是由于各方法关注的区域和技术水平等方面存在一定的差异,预报性能存在较大的差距(陈国民等,2012;2013;2015;陈国民和曹庆,2014;汤杰等,2011;占瑞芬等,2010;Chen et al, 2013)。本文将严格参照最新版的《台风业务和服务规定》(中国气象局预测减灾司,2012)所列举的评估方法对 2015 年西北太平洋 TC 定位精度及路径、登陆点、强度的预报精度进行定量和客观的评定,以期对目前国内外 TC 业务定位、预报能力有直观的了解,为预报方法性能的改进提供技术参考,也为预报决策服务提供使用参考。

## 1 TC 最佳路径、预报方法资料及评定标准

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整编(中国气象局热带气旋资料中心, <http://tcdata.typhoon.gov.cn/>; Ying et al, 2014),该数据提供 1949 年以来西北太平洋(含南海,赤道以北,180°E 以西)海域的 TC 每 6 h 的位置和强度信息(TC 强度包含 2 min 平均近中心最大风速和中心海平面最低气压)。本文评估的方法涵盖 6 个官方及卫星定位方法,13 个主观和 13 个客观路径预报(含登陆点预报)方法,7 个主观和 14 个客观强度(近中心地面最大风速)预报方法。

本文所采用的评定标准严格按照最新版的《台风业务和服务规定》(中国气象局预测减灾司,2012)的规定,即台风中心位置和强度的评定依据为台风最佳路径;评定样本为每个热带气旋达到热带风暴及以上级别的所有预报样本,未达到热带风暴级别样本不参与台风预报质量评定。

## 2 TC 定位精度评定

表 1 是以最佳路径中的 TC 经纬度位置资料作为参考,计算得到的 2015 年中央气象台(CMA)、日本气象厅(JMA)、美国联合台风警报中心(JTWC)和韩国气象厅(KMA)四家官方 TC 实时定位及北京、日本实时卫星定位方法的平均误差。结果显示,6 种定位方法的总平均定位误差为 22.0 km,比 2014 年(25.3 km)略低。其中,定位误差最小的是 CMA,达到了 14.1 km,其次是北京卫星的 18.5 km,其余 4 个方法的定位平均误差均在 20 km 以上。

## 3 TC 路径预报精度评定

### 3.1 路径预报平均误差

2015 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 CMA、JMA、JTWC 和 KMA 这四大官方机构的路径预报误差发现,24、48、72、96 和 120 h 路径预报误差最小的机构分别为 CMA(66.2 km)、JTWC(113.4 km)、JMA(170.6 km)、JTWC(242.3 km)和 CMA(328.5 km)。进一步通过同一样本比较(表略)发现,CMA 24 h 路径误差比 JMA、JTWC 和 KMA 分别小 1.9 km(703 个样本)、5.3 km(673 样本)和 12.7 km(698 个样本);48 h 路径误差比 KMA 小 7.5 km(590 个样本),比 JMA 和 JTWC 分别大 2.1 km(593 个样本)和 7.5 km(560 个样本);72 h 比 KMA 小 1.6 km(484 个样本),比 JMA 和 JTWC 分别大 5.8 km(489 个样本)和 8.0 km(466 个样本)。2015 年,CMA 24 h 路径预报平均误差首次小于 70 km,且 96 和 120 h 路径预报误差分别进入 250 和 350 km 以内。从历年的误差趋势上看(图 1),四个官方机构的路径预报误差呈现逐年下降的趋势,特别是在 2011 年以后,主观路径预报性

表 1 2015 年 TC 定位误差

Table 1 Location errors of TC in 2015

定位方法	CMA	JMA	JTWC	KMA	北京卫星	日本卫星	平均
定位次数/次	819	884	844	837	800	950	
误差/km	14.1	26.7	23.2	27.8	18.5	21.9	22.0

能提升显著。

国内各主观预报方法由于各自的责任区不一样,样本数也不尽相同,但是整体预报较高,特别是

24 h 路径预报误差普遍在 80 km 以下。

表 3 列出的是 2015 年各客观预报方法路径预报平均误差信息。6 个全球模式(NCEP-GFS、

表 2 2015 年主观预报方法平均路径误差

Table 2 Average errors of subjective track forecasts in 2015

方法名称	24 h		48 h		72 h		96 h		120 h	
	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km
CMA	704	66.2	594	119.5	490	176.3	400	244.3	320	328.5
JMA	703	68.2	596	117.6	496	170.6	402	255.2	320	358.5
JTWC	673	72.0	565	113.4	471	170.8	384	242.3	302	343.4
KMA	698	78.9	593	127.6	490	178.5	401	256.3	320	349.9
香港天文台	251	69.4	196	120.0	142	176.5	96	223.3	58	367.2
广东主观	67	70.1	48	123.4	/	/	/	/	/	/
上海主观	13	55.2	9	141.1	/	/	/	/	/	/
浙江主观	52	53.1	45	96.1	33	152.1	9	179.9	7	259.2
福建主观	55	61.0	42	110.1	29	191.8	/	/	/	/
广西主观	15	74.5	3	203.3	/	/	/	/	/	/
海南主观	11	80.1	6	138.8	4	158.0	/	/	/	/
江苏主观	6	53.6	3	171.7	/	/	/	/	/	/

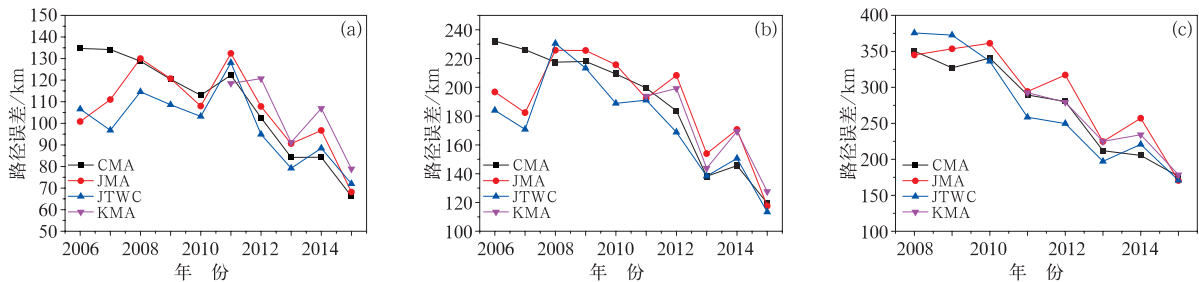


图 1 CMA、JMA、JTWC 和 KMA 历年 24 h(a)、48 h(b)和 72 h(c)平均路径预报误差趋势

Fig. 1 Trends of annual mean track forecasts at the lead time of 24 h (a), 48 h (b) and 72 h (c) for CMA, JMA, JTWC, KMA

表 3 2015 年客观预报方法平均路径误差

Table 3 Average errors of objective track forecasts in 2015

方法名称	24 h		48 h		72 h		96 h		120 h		
	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km	样本数	平均误差 /km	
全球模式	NCEP-GFS	414	66.6	355	119.1	289	176.5	234	251.0	188	360.0
	ECMWF-IFS	331	58.2	282	96.5	230	146.2	187	204.9	147	278.0
	英国数值	347	74.5	296	123.6	246	173.8	198	230.1	158	296.8
	日本数值	699	82.6	594	140.4	489	219.2	/	/	/	/
	T639	46	150.6	36	255.3	28	361.6	20	408.1	15	531.0
	韩国 GDAPS	230	86.4	192	144.3	161	217.5	131	513.7	105	913.2
区域模式	澳大利亚数值	331	96.4	283	173.2	232	264.4	/	/	/	/
	广州数值	285	73.8	239	118.6	193	178.5	/	/	/	/
	上海台风模式	440	67.8	368	122.7	293	189.4	/	/	/	/
	GRAPES-TCM	483	98.4	395	173.9	318	290.8	/	/	/	/
其他客观方法	上海台风研究所模式集成	619	61.4	521	108.1	432	164.0	/	/	/	/
	江苏概率	11	86.5	9	153.7						
	广西遗传神经	380	77.8	318	125.0	261	194.7	/	/	/	/

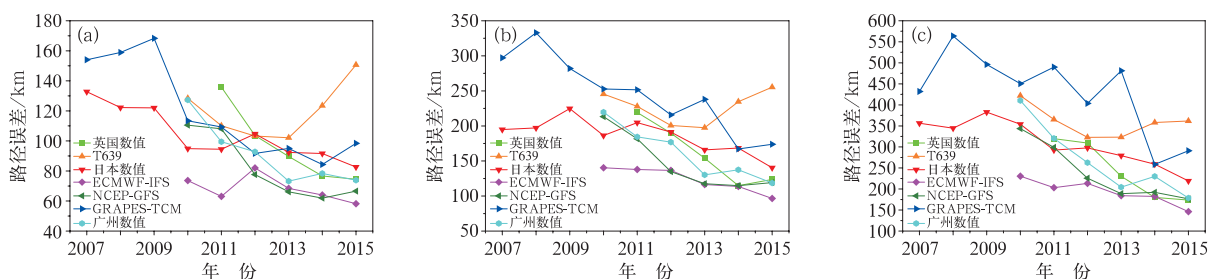


图 2 部分全球模式(英国数值、T639、日本数值、ECMWF-IFS 和 NCEP-GFS)及区域模式(GRAPES-TCM 和广州数值)历年来 24 h(a)、48 h(b)和 72 h(c)平均路径预报误差趋势

Fig. 2 Trends of annual mean track forecasts at the lead time of 24 h (a), 48 h (b) and 72 h (c) for global models (UKMO-MetUM, T639, JMA-GSM, ECMWF-IFS and NCEP-GFS) and regional models (GRAPES-TCM, TRAMS)

ECMWF-IFS、英国数值、日本数值、T639、韩国 GDAPS)24、48、72、96 和 120 h 的总的平均路径误差分别为 86.5 km (2067 个样本)、146.5 km (1755 个样本)、215.8 km (1443 个样本)、321.6 km (770 个样本)和 475.8 km (613 个样本)。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 84.1 km (1539 个样本)、147.1 km (1285 个样本)和 230.8 km (1036 个样本)。而从全球和区域模式历年来 24、48 和 72 h 平均路径预报误差趋势可以看出(图 2),2012 年以来,模式的 24、48 和 72 h 路径预报误差基本分别低于 100、200 和 300 km 整数关口,部分全球模式 24、48 和 72 h 路径预报误差已经分别逐渐逼近 50、100 和 150 km。统计预报方法中,广西遗传神经和上海台风研究所模式集成这两个方法在 2015 年均有优异的表现,24、48 和 72 h 平均路径预报误差均分别小于 80、150 和 200 km。

### 3.2 路径预报技巧评分

表 4 和表 5 分别是 2015 年各主观和客观预报方法相对于气候持续法 24、48 和 72 h 路径预报技巧水平。各主观预报和客观预报方法 24、48 和 72 h 路径预报技巧评分基本都表现出了正技巧水平。

## 4 TC 强度预报精度评定

### 4.1 强度平均误差

表 6 和表 7 分别列出了 2015 年主观和客观预

表 4 2015 年主观方法路径预报技巧评分(单位: %)

Table 4 Skill score for track forecasts of subjective methods in 2015 (unit: %)

	24 h	48 h	72 h
CMA	70.69	73.11	71.62
JMA	69.67	74.20	73.29
JTWC	67.59	74.39	72.99
KMA	64.60	71.55	72.09
香港天文台	66.47	68.36	73.85
广东主观	66.51	72.56	/
上海主观	72.24	61.08	/
浙江主观	71.39	76.56	75.23
福建主观	70.40	74.73	74.05
广西主观	44.60	52.46	/
海南主观	67.29	84.98	91.17
江苏主观	74.51	68.00	/

表 5 2015 年客观方法路径预报技巧评分(单位: %)

Table 5 Skill score for track forecasts of objective methods in 2015 (unit: %)

方法名称	24 h	48 h	72 h
NCEP-GFS	72.52	76.05	75.34
ECMWF-IFS	74.06	78.55	76.44
英国数值	67.35	72.71	73.39
日本数值	63.35	68.29	64.97
T639	68.52	79.14	80.81
韩国 GDAPS	63.28	69.37	70.15
澳大利亚数值	57.61	62.62	58.57
广州数值	68.58	73.82	72.65
上海台风模式	67.63	68.18	67.41
GRAPES-TCM	63.34	61.40	49.27
上海台风研究所模式集成	71.91	74.15	72.93
广西遗传神经	60.27	65.99	63.95
江苏概率	59.31	63.48	/

表 6 2015 年主观预报方法强度预报误差

Table 6 Intensity forecast errors of subjective methods in 2015

方法名称	24 h				48 h				72 h				96 h				120 h			
	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个
CMA	4.3	74.7	5.6	704	6.4	77.9	8.1	594	7.6	78.9	9.6	490	8.1	78.5	10.6	400	9.6	78.1	12.0	320
JMA	5.1	67.4	6.6	700	8.0	70.8	9.8	587	9.4	71.3	11.4	485	/	/	/	/	/	/	/	/
JTWC	4.9	74.1	6.3	673	7.1	78.9	9.0	565	8.1	78.1	10.5	471	8.7	77.3	11.4	384	8.9	82.7	11.8	302
KMA	5.1	73.1	6.5	690	7.5	75.6	9.3	583	8.5	76.3	10.6	478	9.4	76.3	11.5	393	10.1	74.5	11.9	307
香港天文台	5.04	77.3	6.1	248	6.74	67.2	7.5	189	7.4	70.3	9.9	135	7.1	77.9	10.8	89	7.7	70.6	11.2	51
广东主观	4.1	77.6	5.3	67	5.7	77.0	7.1	48	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
浙江主观	3.8	80.7	5.0	52	5.6	77.7	7.1	45	7.1	69.7	8.6	33	11.0	11.1	11.4	9	6.5	71.4	7.4	7

表 7 2015 年客观预报方法强度预报误差

Table 7 Intensity forecast errors of objective methods in 2015

方法名称	24 h				48 h				72 h				96 h				120 h			
	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个	平均绝对 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势一 致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数 /个
NCEP- GFS	6.4	64.2	8.0	414	7.9	72.6	10.1	355	9.6	71.6	11.9	289	10.4	74.7	12.7	234	10.1	78.7	12.1	188
ECMWF- IFS	5.7	66.1	7.6	331	8.9	69.5	11.5	282	10.6	71.3	13.5	230	11.0	70.0	13.7	187	11.0	66.6	13.5	147
全球 模式 英国 数值	6.7	29.6	8.6	347	10.4	40.8	12.9	296	12.3	42.6	14.9	246	13.5	48.9	16.3	198	13.4	58.8	16.1	158
日本 数值	6.7	61.3	8.5	699	10.7	67.3	13.3	594	12.9	68.3	15.7	489	/	/	/	/	/	/	/	/
韩国 GDAPS	7.3	45.2	9.6	230	11.9	38.0	15.1	192	15.3	35.4	18.9	161	17.7	29.7	21.7	131	18.5	35.2	22.8	105
T639	6.7	63.0	8.2	46	9.7	77.7	12.2	36	12.7	75.0	15.9	28	15.4	60.0	19.0	20	18.9	60.0	23.5	15
区域 模式 澳大利 亚数值	7.4	61.3	9.6	331	10.4	64.6	13.0	283	12.2	68.1	15.4	232	/	/	/	/	/	/	/	/
广州 数值	8.9	51.2	11.5	285	10.5	61.0	13.6	239	10.4	70.9	13.4	193	/	/	/	/	/	/	/	/
上海台 风模式	8.3	59.9	10.2	439	11.8	64.5	14.1	367	13.5	66.7	16.0	292	/	/	/	/	/	/	/	/
GRAPES- TCM	8.2	67.7	10.4	483	9.5	73.6	11.9	395	10.4	76.1	13.2	318	/	/	/	/	/	/	/	/
广西遗 传神经	4.1	73.9	5.4	380	6.2	73.9	7.8	318	7.3	74.7	9.5	261	/	/	/	/	/	/	/	/
上海台 风研究 所 WIPS	5.4	72.8	7.1	489	7.9	73.4	9.8	415	11.3	71.7	14.0	336	/	/	/	/	/	/	/	/
其他 客观 方法 上海台 风研究 所相似 强度	5.2	70.1	6.8	579	7.6	75.9	9.6	486	8.6	80.4	10.8	403	/	/	/	/	/	/	/	/
上海台 风研究 所偏最 小二乘	5.6	67.1	7.4	563	8.2	73.6	10.4	482	9.2	79.8	11.6	407	9.6	80.1	12.1	337	10.2	82.9	12.9	276

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、预报趋势一致率和均方根误差的

情况。四个官方机构(CMA、JMA、JTWC 和 KMA)主观预报方法24、48和72 h强度预报的平

均绝对误差范围区间分别为 4.3~5.1、6.4~8.0 和 7.61~9.4  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。其中,CMA 在 24、48、72 和 96 h 强度预报平均绝对误差最小,分别为 4.3、6.4、7.6 和 8.1  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,120 h 强度预报平均绝对误差最小的是 JTWC,为 8.9  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由于 CMA、JMA 和 JTWC 各自在表示台风强度时所选取的平均风速有所差异,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转换成与 CMA 一致的 2 min 平均风速。

客观预报方法强度预报检验结果显示(表 7),与往年评定结果类似(陈国民等,2012;2013;2015;陈国民和曹庆,2014),统计预报方法的强度预报整体水平仍略优于数值模式强度预报水平。24、48 和 72 h 强度预报平均绝对误差最小的均为广西遗传神经,分别达到 4.1、6.2 和 7.3  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

#### 4.2 强度预报技巧评分

2015 年,只有 ECMWF-IFS 分别在 24 和 48 h,以及 NCEP-GFS 分别在 48 和 72 h 强度预报达到正技巧水平(表 8),其余全球模式在各预报时效中均表现为负技巧;区域模式中,只有广州数值在 48 h 预报中的技巧为正,其余区域模式在各个预报时效中的技巧均为负;统计方法中,广西遗传神经 24、48 和 72 h 的强度预报技巧均达到 20% 以上,WIPS 分别在 24 和 48 h 的强度预报技巧也为正。

### 5 TC 登陆点预报检验

2015 年,登陆我国的热带风暴以上等级的 TC 共有 5 个,分别是强热带风暴鲸鱼(1508)、强台风莲花(1510)、超强台风苏迪罗(1513)、超强台风杜鹃(1521)和超强台风彩虹(1522)。其中,超强台风苏迪罗(1513)先后登陆台湾花莲和福建莆田,超强台风杜鹃(1521)先后登陆台湾宜兰和福建莆田。

表 8 2015 年客观预报方法强度  
预报技巧(单位: %)

Table 8 Skill score for intensity forecasts  
of objective methods in 2015 (unit: %)

方法名称	24 h	48 h	72 h	
全球模式	NCEP-GFS	-8.98	8.97	5.29
	ECMWF-IFS	5.79	2.30	-11.43
	英国数值	-7.2	-10.87	-11.84
	日本数值	-15.36	-30.35	-36.22
	韩国-GDAPS	-27.57	-48.96	-57.05
区域模式	GRAPES-TCM	-39.49	-8.46	-7.62
	澳大利亚数值	-12.93	-10.90	-12.53
	广州数值	-24.69	5.16	12.33
	上海台风模式	-47.63	-47.41	-69.18
其他客观方法	广西遗传神经	31.43	30.33	23.46
	上海台风研究所 WIPS	5.93	5.67	-20.17
	上海台风研究所 偏最小二乘	4.07	4.4	8.51

表 9 和表 10 分别列出了 2015 年各主观和客观预报方法 24 h 登陆点预报误差。主观预报方法中(表 9),CMA、JMA、JTWC 和 KMA 对 5 个登陆台风的 24 h 平均登陆点预报误差分别为 54.1、44.3、66.0 和 79.9 km。四个官方机构对于 1521 号超强台风杜鹃在台湾宜兰和福建莆田的两个登陆点的预报较为精准,登陆点误差均在 35 km 以下,而对于 1508 号强热带风暴鲸鱼的 24 h 登陆点预报误差普遍大于 100 km,其中 JTWC 和 KMA 的登陆点预报误差甚至达到了 270 km 以上。对于客观预报方法而言,不同的方法之间的登陆点预报能力也有一定的差距。得益于较强的路径预报能力,ECMWF-IFS 对 2015 年登陆 TC 的 24 h 登陆点整体预报效果无疑是最好的,24 h 平均登陆点误差为 22.9 km,对于 1510 号台风莲花的登陆点误差仅为 0 km。从整体的登陆点预报能力上看,全球模式的表现要优于区域模式。

表 9 2015 年主观预报方法 24 h 登陆点预报误差统计(单位: km)

Table 9 The 24 h forecast errors of landing point of subjective methods in 2015 (unit: km)

台风编号 登陆位置	1508 海南万宁	1510 广东陆丰	1513 福建莆田	1513 台湾莲花	1521 福建莆田	1521 台湾宜兰	1522 广东湛江
CMA	106.2 (23)	48.6 (22)	30.2 (21)	66.7 (20)	9.6 (19)	18.5 (21)	98.7 (24)
JMA	103.2 (23)	92.4 (22)	21.2 (21)	57.7 (20)	10.8 (19)	10.8 (21)	13.9 (24)
JTWC	272.3 (23)	34.6 (22)	31.2 (21)	56.6 (20)	27.5 (19)	2.2 (21)	37.8 (24)
KMA	272.8 (23)	51.4 (22)	67.5 (21)	66.5 (20)	33 (19)	25.1 (21)	42.7 (24)

注:括号中的数字为起报时间相对于 TC 登陆时间的提前时间,单位:h,下同。

Note: Numbers in the brackets refer to the lead time relative to the landfall time of TC, unit: h.

表 10 2015 年数值模式 24 h 登陆点预报误差统计(单位: km)

Table 10 The 24 h forecast errors of landing point of numerical weather prediction models in 2015 (unit: km)

台风编号	1508	1510	1513	1513	1521	1521	1522	
登陆位置	海南万宁	广东陆丰	福建莆田	台湾花莲	福建莆田	台湾宜兰	广东湛江	
全球模式	NCEP-GFS	280.9 (23)	128.1 (22)	B (**)	B (**)	0 (19)	12.2 (21)	71.9 (24)
	ECMWF-IFS	29.7 (23)	0 (16)	3.1 (15)	74.3 (20)	4.9 (13)	25.9 (21)	22.8 (18)
	英国数值	20.6 (23)	A (**)	34.5 (15)	4.4 (20)	30.7 (13)	18.7 (21)	12.6 (18)
	日本数值	33.1 (23)	A (**)	51.7 (21)	24.4 (20)	0 (19)	2.2 (21)	47.7 (24)
	韩国 GDAPS	B (**)	A (**)	59.5 (15)	48.3 (8)	28.3 (1)	35.3 (9)	5.8 (18)
区域模式	澳大利亚数值	330.3 (23)	227.4 (16)	9.1 (15)	2.2 (20)	22.3 (13)	12.2 (21)	36.9 (18)
	广州数值	305.3 (23)	14.9 (4)	20.5 (15)	3.1 (20)	34.8 (13)	44.2 (21)	95 (18)
	上海台风模式	0 (23)	634.4 (22)	5.8 (3)	B (**)	A (**)	56.7 (21)	0 (24)
	GRAPES-TCM	B (**)	100.3 (21)	64.5 (21)	5.4 (20)	40.1 (19)	6.6 (21)	107.6 (24)
其他客观方法	广西遗传神经	A (**)	324 (22)	20.5 (15)	52.5 (20)	39 (19)	69.5 (21)	78.1 (24)
	上海台风所模式集成	261.3 (23)	31.5 (22)	4.4 (21)	68 (20)	21.8 (19)	11.4 (21)	42.7 (24)

注:“A”表示未能提前 24 h 预报登陆,“B”表示 TC 登陆前 24 h 内无预报结果,而“\*\*”则表示未计算出提前时间。

Note: “A” represents the landing point that was not predicted at the lead time of 24 h, “B” represents there were no records in 24 h before TC landfall, “\*\*” represents lead time was not worked out.

## 6 结 论

本文对 2015 年西北太平洋海域 TC 定位精度及路径、强度、登陆点预报精度进行了评定,得到的结论如下:

(1) CMA、JMA、JTWC 和 KMA 四个官方预报机构和两个卫星定位方法的总平均定位误差为 22.0 km,比 2014 年(25.3 km)略低。其中,定位误差最小的是 CMA,达到了 14.1 km,其次是北京卫星的 18.5 km,其余四个方法的定位平均误差均在 20 km 以上。

(2) 四个官方预报机构中,24、48、72、96 和 120 h 路径预报误差最小的分别为 CMA(66.2 km)、JTWC(113.4 km)、JMA(170.6 km)、JTWC(242.3 km)和 CMA(328.5 km);全球模式路径预报性能逐年提升,近年来部分全球模式 24、48 和 72 h 路径预报误差分别逐渐接近 50、100 和 150 km。

(3) 各主观和客观路径预报方法 24、48 和 72 h 路径预报技巧均表现出了正技巧水平。

(4) CMA、JMA、JTWC 和 KMA 四个主观预报 24、48 和 72 h 强度预报的平均绝对误差范围区间分别为 4.3~5.1、6.4~8.0 和 7.6~9.4  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,强度预报性能与往年相近。客观方法中,统计预报方法的强度预报整体水平仍略优于数值模式强度预报水平。

(5) 四个官方预报机构对于 1521 号超强台风

杜鹃在台湾宜兰和福建莆田的两个登陆点的预报较为准确,登陆点误差均在 35 km 以下。ECMWF-IFS 对 2015 年的 5 个登陆台风的 24 h 登陆点预报误差均在 30 km 以下。

## 参考文献

- 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,曹庆,白莉娜,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,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.
- 中国气象局预测减灾司,2012. 台风业务和服务规定[M]. 北京:气象出版社:38-41.
- Chen G M, Yu H, Cao Q, 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