

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. 气象, 41(12):1554-1561.

2014 年西北太平洋热带气旋预报精度评定^{* 1}

陈国民¹ 曹庆² 白莉娜¹

1 中国气象局上海台风研究所, 上海 200030

2 上海海洋气象台, 上海 201300

提 要: 本文以中国气象局上海台风研究所整理的最佳路径集为依据, 对 2014 年西北太平洋热带气旋(TC)定位、路径、登陆点和强度预报精度进行了评定, 结果表明: 2014 年定位总平均误差 25.3 km, 比 2013 年略偏大。CMA 主观预报 24、48、72、96 和 120 h 路径预报误差分别为 84.3、145.6、205.4、280.2 和 415.3 km, 与 2013 年相比, 长时效路径预报误差有显著减小。而全球模式在相应预报时效的总平均路径误差分别为 88.1、159.6、253.9、393.6 和 572.1 km。区域模式 24、48 和 72 h 的总平均路径误差分别为 97.4、188.2 和 302.7 km。统计预报方法的强度预报整体性能仍然领先于数值模式, 而在数值模式中, 区域模式的强度预报性能则略优于全球模式。

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.1000-0526.2015.12.014

Verification on Forecasts of Tropical Cyclones over Western North Pacific in 2014

CHEN Guomin¹ CAO Qing² BAI Lina¹

1 Shanghai Typhoon Institute of CMA, Shanghai 200030

2 Shanghai Marine Meteorological Observatory, Shanghai 201300

Abstract: The location, track, landfall point and intensity forecast error of tropical cyclones (TCs) over Western North Pacific in 2014 are evaluated on the basis of CMA/STI's "Best-track" dataset. The results show that the performance of TC positioning is a little worse than in 2013, with an average error by all methods being 25.3 km. The average track forecast errors of CMA subjective method are 84.3 km (24 h), 145.6 km (48 h) and 205.4 km (72 h), 280.2 km (96 h) and 415.3 km (120 h), respectively. A huge reduction on track forecast was made at large lead time compared to 2013. Meanwhile, global model's average track forecast errors are 88.1 km (24 h), 159.6 km (48 h), 253.9 km (72 h), 393.6 km (96 h) and 572.1 km (120 h), and the average errors for regional models are 97.4 km (24 h), 188.2 km (48 h), and 302.7 km (72 h). The overall performance of statistical forecast method is still better than numerical prediction method in intensity forecast, while in the numerical prediction methods, the performance of regional models is slightly better than that of global 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

2015 年 7 月 1 日收稿; 2015 年 11 月 5 日收修定稿

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

引言

2014 年西北太平洋及南海海域共有 23 个编号热带气旋(以下简称 TC)生成,较常年平均略少。全年共有 5 个 TC 登陆我国,较常年平均(7 个)偏少,这 5 个登陆 TC 中有 4 个在我国登陆两次及以上,即:1409 号超强台风威马逊先后登陆海南文昌、广东徐闻和广西防城港,1410 号强台风麦德姆先后登陆台湾台东、福建福清和山东荣成,1415 号台风海鹰先后登陆海南文昌和广东徐闻,1416 号强热带风暴凤凰先后登陆台湾恒春、宜兰与新北交界处、浙江象山和上海奉贤。

当前的日常台风业务预报中,可供预报员选择的主客观台风路径和强度预报方法多达几十种。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,不同的方法对于同一区域或者类型 TC 的预报能力并不一致(陈国民等,2012;2013;2014)。因此,十分有必要评估各个预报方法的预报能力和预报特性,以供预报和决策服务人员的日常使用,同时也有利于各方法的研发人员改进各自方法的预报能力。

对台风预报性能的评估主要分为定量评估和定性评估两方面。在定量评估方面,占瑞芬等(2010)提出了预报误差区域分布的概念,将不同的预报方法在不同时效中的路径和强度预报误差区域分布情况展现在地图上;汤杰等(2011)提出了不同模式相对于 ECMWF-IFS 模式的移向与移速比的概念,用来衡量某次预报的误差主要是由移向还是由移速形成的。在定性评估方面,陈国民等(2013)首次将主

观路径预报方法与滞后 12 h 的数值模式路径预报方法的误差分布进行了比较,从中初步客观地评估了数值模式相对于主观预报的路径预报能力;Chen 等(2013)则分析了在不同的台风自身特征(包括台风尺度、初始强度等)和环境特征(包括环境风垂直切变和引导流)下,各方法路径预报误差的精度和稳定度。

本文依据《台风业务和服务规定》(第四次修订版)(中国气象局,2012)所列举的评估方法,对我国 2014 年汛期中业务使用的 TC 预报(包括路径、登陆点和强度等)精度进行定量评定。

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(STI/CMA)整编(中国台风网, http://tcdata.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 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)。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 19 个客观预报方法的路径预报(含登陆点预报)性能,6 个主观预报方法和 11 个客观预报方法的强度预报(近中心地面最大风速)性能。

2 TC 定位精度评定

表 1 是以 2014 年西北太平洋热带气旋最佳路径数据作为参考,计算得到的中央气象台(CMA)、

表 1 2014 年西北太平洋 TC 定位误差

Table 1 TC position errors in 2014

方法	CMA	JMA	JTWC	KMA	北京卫星	日本卫星	平均
定位次数	516	550	499	499	462	493	
误差/km	19.2	31.9	26.2	29.0	17.1	28.5	25.3

日本气象厅(JMA)、美国联合台风警报中心(JTWC)和韩国气象厅(KMA)四家官方实时台风定位机构及北京、日本卫星实时定位方法的平均误差。结果表明,6 种定位方法的总平均定位误差为 25.3 km,比 2013 年(21.7 km)略高。其中,定位误差最小的是“北京卫星”,仅为 17.1 km,其次是 CMA 的 19.2 km,其余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 平均路径预报误差

2014 年各主观预报方法各预报时效(统计 120 h 以内的误差,以 24 h 为时间间隔)的 TC 路径预报误差结果列于表 2。通过比较 CMA、JMA、JT-

WC和KMA这四大官方机构的路径预报误差后发现,CMA主观预报在各预报时效中的平均路径预报误差均小于其余三家机构,其24、48、72、96和120 h路径预报误差分别为84.3、145.6、205.4、280.2和415.3 km。2013年,CMA在24、48、72、96和120 h路径预报误差分别为84.2、138.2、211.9、319.5和557.7 km。可以发现,与2013年相比,2014年,CMA主观预报在短时效路径预报能力稳中有升,而较长时效的预报水平有了明显的进步,尤其是5 d的路径预报误差显著减小了约140 km。通过同样本比较(表略)四大官方机构的路径

预报误差发现,CMA在24 h路径误差分别比JMA、JTWC和KMA小11.3 km(414个样本)、3.5 km(385个样本)和21.9 km(406个样本);48 h分别比JMA、JTWC和KMA小26.1 km(334个样本)、7.0 km(306个样本)和24.8 km(325个样本);72 h分别比JMA、JTWC和KMA小53.4 km(268个样本)、19.5 km(251个样本)和35.7 km(251个样本)。主观预报中路径预报水平最差的是菲律宾主观方法,其24、48和72 h路径预报误差达到了297.4、421.5和540.6 km。

表2 2014年主观预报方法平均路径误差(单位:km)
Table 2 Average errors of subjective track forecast in 2014 (unit: km)

方法名称	24 h		48 h		72 h		96 h		120 h	
	样本数	平均误差	样本数	平均误差	样本数	平均误差	样本数	平均误差	样本数	平均误差
CMA	418	84.3	339	145.6	272	205.4	203	280.2	144	415.3
JMA	418	96.2	340	170.7	269	257.0	203	379.6	157	502.0
JTWC	394	88.5	311	150.6	254	220.7	201	296.1	154	409.5
KMA	408	106.9	327	169.4	251	234.1	203	326.8	151	451.9
广东主观	61	71.1	51	124.0	/	/	/	/	/	/
上海主观	59	68.4	52	132.9	/	/	/	/	/	/
福建主观	29	86.4	24	150.9	18	184	/	/	/	/
广西主观	13	47.1	3	213.3	/	/	/	/	/	/
海南主观	17	63.6	11	96.9	6	139.0	/	/	/	/
江苏主观	6	81.7	3	252.7	/	/	/	/	/	/
菲律宾主观	136	297.4	86	421.5	71	540.6	/	/	/	/
香港天文台	45	76.3	25	108.8	10	123.7	/	/	/	/

6个全球模式(NCEP-GFS、ECMWF-IFS、英国数值、日本数值、T213/T639和韩国GDAPS)2014年24、48、72、96和120 h的总的平均路径误差分别为88.1 km(1596个样本)、159.6 km(1330个样本)、253.9 km(1072个样本)、393.6 km(609个样本)和572.1 km(447个样本)。全球模式中,24、48、72和96 h平均路径预报误差最小的模式是ECMWF-IFS,分别达到65.7、118.6、182.2和257.7 km,而120 h平均路径误差最小的模式是英国数值,达到了375.9 km(表3)。同样本后比较发现(表略),NCEP-GFS模式24 h路径预报误差比ECMWF-IFS模式小6.5 km,比英国数值小18.1 km,而比其余4个全球模式基本小30 km以上;而48 h路径预报同样本比较显示,NCEP-GFS也均优于其余5个全球模式;英国数值则在72、96和120 h的同样本比较中优于其余5个全球模式。

8个区域模式(GRAPES-TCM、美国GFDN、广州数值、澳大利亚数值、美国HWRP、韩国TWRF、上海台风模式和辽宁数值)24、48和72 h总的平均路径误差分别为97.4 km(1190个样本)、188.2 km

(1001样本)和302.7 km(789个样本)。同样本比较结果显示(表略),上海台风模式的路径预报性能优于其余区域模式,它的24、48和72 h同样本误差比广州数值小3.2 km(79个样本)、11.6 km(61个样本)和31.3 km(41个样本)。

在统计预报方法中,广西遗传神经、江苏概率和模式集成这三个方法在2014年均有良好的表现,24和48 h平均路径预报误差分别小于80和150 km。江苏概率在24 h路径误差同样本比较中优于其余三个统计预报方法,48 h路径误差同样本比较中性能最佳的则是广西遗传神经。

3.2 路径预报技巧评分

表4和表5分别是2014年各主观和客观预报方法相对于气候持续法的24、48和72 h路径预报技巧评分。从表4中可以看到,除了菲律宾主观在24和48 h的路径预报技巧为负值以外,其余各方法在各预报时效的路径预报技巧评分均为正值。CMA、JMA、JTWC和KMA这四大官方机构中,CMA在24、48和72 h的路径预报技巧评分均为最

表 3 2014 年客观预报方法平均路径误差(单位:km)

Table 3 Average errors of objective track forecast in 2014 (unit: km)

方法名称	24 h		48 h		72 h		96 h		120 h		
	样本数	平均误差	样本数	平均误差	样本数	平均误差	样本数	平均误差	样本数	平均误差	
全球模式	NCEP-GFS	250	67.7	218	123.9	180	205.3	139	280.1	101	395.5
	ECMWF-IFS	153	65.7	123	118.6	96	182.2	67	257.7	50	393.7
	英国数值	203	80.0	166	124.4	133	200.3	103	284.1	74	375.9
	日本数值	416	96.5	342	170.0	275	265.1	/	/	/	/
	T213/T639	411	121.8	341	233.2	277	380.4	213	494.4	159	612.5
	韩国 GDAPS	163	96.7	140	187.4	111	289.9	87	651.9	63	1083.1
区域模式	GRAPES-TCM	212	89.4	188	167.1	155	258.6	/	/	/	/
	美国 GFDN	108	129.9	95	283.1	80	489.7	60	750.4	42	1039.8
	广州数值	196	78.4	160	137.5	127	230.1	/	/	/	/
	澳大利亚数值	205	105.0	165	185.0	128	282.3	/	/	/	/
	美国 HWRF	227	75.2	197	143.5	168	226.8	130	290.1	380.9	94
	韩国 TWRF	108	123.0	85	269.6	61	429.1	42	660.5	23	916.6
	上海台风模式	112	64.9	92	129.5	70	202.1	/	/	/	/
	辽宁数值	22	113.6	19	190.2	/	/	/	/	/	/
	广西遗传神经	106	75.9	91	145.3	76	237.5	/	/	/	/
	其他客观方法	江苏概率	36	69.6	28	141.9	/	/	/	/	/
	日本集合	339	102.2	282	176.3	227	282.2	173	423.4	123	550.8
	模式集成	395	77.0	320	137.8	257	202.5	/	/	/	/

高,分别达到 67.57%、65.85%和 66.67%。

各客观路径预报方法的路径预报技巧均表现为正技巧(表 5)。全球模式中,ECMWF-IFS 在 24、48 和 72 h 的路径预报技巧评分均为最高,分别达到 77.46%、75.60%和 71.77%;区域模式中,24、48 和 72 h 的路径预报技巧评分最高的方法分别是上海台风模式、广州数值和美国 HWRF,分别达到 75.58%、67.78%和 65.38%;而其他客观预报方法中表现最好的是江苏概率。

表 4 2014 年主观方法路径预报技巧评分(单位:%)

Table 4 Skill score for subjective methods of track forecast in 2014 (unit: %)

	24 h	48 h	72 h
CMA	67.57	65.85	66.67
JMA	62.83	60.36	58.48
JTWC	67.31	63.73	64.40
KMA	58.90	58.81	59.56
广东主观	54.08	65.75	/
上海主观	74.96	75.42	/
福建主观	57.89	65.43	73.70
广西主观	67.21	57.20	60.92
海南主观	57.26	70.43	69.19
江苏主观	72.26	63.27	/
菲律宾主观	-93.79	-23.25	58.11
香港天文台	53.74	76.98	81.03

表 5 2014 年客观方法路径预报技巧评分(单位:%)

Table 5 Skill score for objective methods of track forecast in 2014 (unit: %)

		24 h	48 h	72 h
全球模式	NCEP-GFS	73.08	72.56	69.19
	ECMWF-IFS	77.46	75.60	71.77
	英国数值	67.03	71.40	67.40
	日本数值	61.35	61.86	58.13
	T213/T639	50.14	46.36	41.23
	韩国 GDAPS	62.43	59.15	54.13
区域模式	GRAPES-TCM	67.49	63.96	59.77
	澳大利亚数值	58.54	55.43	52.84
	韩国 TWRF	46.68	36.68	39.64
	上海台风模式	75.58	67.47	62.15
	美国 GFDN	41.00	26.80	27.62
	广州数值	68.25	67.78	62.74
	美国 HWRF	63.02	64.18	65.38
	辽宁数值	44.71	53.64	/
其他客观方法	日本集合	56.11	58.11	56.27
	广西遗传神经	65.59	62.39	62.19
	江苏概率	72.90	70.39	/
方法	模式集成	71.36	67.35	67.51

4 TC 强度预报精度评定

4.1 强度预报误差评定

表 6 和表 7 分别列出了 2014 年主观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、预报趋势一致率和均方根误差的情况。四家官方主观预报方法 24、48 和 72 h 强度预报的绝对平均误差范围区间分别为 4.18~5.48、6.82~8.28 和 7.41~10.05 $m \cdot s^{-1}$ 。其中, JTWC 在 24 和 48 h 强度预报绝对平均误差最小, 分别为 4.18 和 6.82 $m \cdot s^{-1}$, 72 h 强度预报绝对平均误差最小的是中央台, 为 7.41 $m \cdot s^{-1}$ 。遗憾的是, 2014 年各主观方法的强度预报能力与前几年相比, 仍没有较大的改观。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, 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)将上述机构报文中的风速换算成与 CMA 一致的平均风速。需要指出的是, 在 WMO 关于风速转换的文档中, 按照台风处于内陆、

近岸、近海、远海, 给出不同的换算系数进行计算, 同时也提供了一个通用转换系数。本文采用该 WMO 文档中的通用转换系数进行转换。

客观预报方法强度预报检验结果显示(表 7), 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 和 72 h 强度预报绝对平均误差最小的均为广西遗传神经, 分别达到 4.81 和 6.68 $m \cdot s^{-1}$, 而 48 h 误差最小的是美国的 GFDN 模式, 达到了 6.53 $m \cdot s^{-1}$ 。通过同样本比较发现, 统计预报方法在台风强度客观预报方法中优势更加明显, 如广西遗传神经方法 24、48 和 72 h 强度误差同样本比模式(全球和区域)小约 1.5、2.1 和 2.9 $m \cdot s^{-1}$ 以上。

表 6 2014 年主观预报方法强度预报误差

Table 6 Intensity forecast errors of subjective methods in 2014

方法名称	24 h				48 h				72 h			
	平均 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势 一致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数	平均 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势 一致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数	平均 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势 一致率 /%	均方 根误差 / $m \cdot s^{-1}$	样本数
CMA	5.13	74.16	6.63	418	7.52	82.60	9.34	339	7.41	87.13	9.36	272
JMA	5.48	69.11	7.30	395	8.28	77.12	10.79	319	10.05	78.17	12.69	252
JTWC	4.18	77.61	5.43	393	6.82	84.24	8.54	311	7.68	85.04	9.68	254
KMA	5.32	75.39	7.23	382	8.18	77.60	10.62	308	9.54	80.74	11.73	244
广东主观	4.95	65.57	6.41	61	7.20	78.43	8.42	51	/	/	/	/
香港天文台	6.00	68.89	8.40	45	6.92	68.00	9.93	25	5.70	60.00	7.53	10

表 7 2014 年客观预报方法强度预报误差

Table 7 Intensity forecast errors of objective methods in 2014

方法名称	24 h				48 h				72 h				
	平均 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势 一致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数	平均 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势 一致率 /%	均方根 误差/ $m \cdot s^{-1}$	样本数	平均 误差/ $m \cdot s^{-1}$	趋势 一致率 /%	均方 根误差 / $m \cdot s^{-1}$	样本数	
全球 模式	NCEP-GFS	5.93	70.00	8.01	250	7.84	76.15	10.23	218	8.29	82.78	10.71	180
	ECMWF-IFS	5.94	59.48	7.69	153	9.90	61.79	12.31	123	12.07	67.71	14.67	96
	英国数值	7.69	39.93	10.15	203	12.28	46.39	15.40	166	13.93	50.38	17.42	133
	日本数值	6.81	58.89	9.02	416	11.20	66.67	14.37	342	14.23	65.45	17.55	275
	韩国 GDAPS	8.01	41.10	10.69	163	12.41	52.86	15.67	140	15.85	56.76	19.63	111
区域 模式	GRAPES-TCM	6.22	63.68	7.81	212	8.71	70.21	11.56	188	9.45	74.19	12.50	155
	澳大利亚数值	5.98	65.85	8.54	205	9.24	72.12	12.21	165	11.45	74.22	14.53	128
	美国 GFDN	5.02	73.15	6.91	108	6.53	71.58	8.79	95	7.07	82.50	8.76	80
其他 客观 方法	广西遗传神经	4.81	76.42	6.65	106	6.54	85.71	8.41	91	6.68	88.16	8.51	76
	偏最小二乘 西北太平洋热 带气旋强度统计	5.70	74.27	7.81	377	8.17	82.35	10.74	323	8.39	85.66	10.59	265
		5.85	79.49	7.82	156	7.83	87.90	10.35	124	11.15	81.52	13.70	92

4.2 强度预报技巧评分

2014 年, 全球模式中除 NCEP-GFS 在 24 和

48 h 强度预报达到 1.64% 和 2.37% 的正技巧以外, 其余全球模式在个预报时效中的强度预报技巧水平均为负值(表 8); 而各区域模式在各个预报时效中

的技巧均为负;统计方法中,广西遗传神经在 24 和 48 h 的强度预报技巧均为正,西北太平洋热带气旋强度统计方法在 48 h 的强度预报技巧也为正。

表 8 2014 年客观预报方法强度预报技巧(单位:%)
Table 8 Skill score for objective methods on intensity forecast in 2014 (unit: %)

		24 h	48 h	72 h
全球模式	NCEP-GFS	1.64	2.37	-4.82
	ECMWF-IFS	-10.00	-33.65	-53.22
	英国数值	-35.52	-55.85	-69.06
	日本数值	-16.79	-38.26	-68.94
	韩国 GDAPS	-43.97	-65.87	-97.28
区域模式	澳大利亚数值	-4.78	-19.52	-39.74
	美国 GFDN	-1.86	-16.6	-6.9
	GRAPES-TCM	-9.41	-29.93	-64.21
	广州数值	-3.67	-12.46	-41.73
	美国 HWRP	-4.26	-8.45	-30.79
	上海台风模式	-127.78	-108.79	-139.27
其他客观方法	日本集合	-16.46	-27.58	-58.72
	广西遗传神经	14.57	1.16	-4.5
	西北太平洋热带气旋强度统计	-6.35	6.63	-17.8
	偏最小二乘	-2.7	-6.16	-5.87

5 TC 登陆点预报

表 9a 和 9b 分别列出了 2014 年各主观和客观预报方法 24 h 登陆点预报误差。表中“A”表示该方法未能提前 24 h 预报登陆,“B”表示 TC 登陆前 24 h 内无预报结果,括号中的数值为起报时间相对于 TC 登陆时间的提前时间。主观预报方法中(表 9a),CMA、JMA、JTWC 和 KMA 24 h 平均登陆点预报误差分别为 73.5、96.5、64.4 和 110.6 km,而 48 和 72 h 平均登陆点预报误差(表略)则分别大于 125 和 180 km。四家官方机构对于 1409 超强台风威马逊在广西防城港、1410 强台风麦德姆在山东荣成的登陆点预报误差较大,而对于 1410 强台风麦德姆在福建福清、1415 台风海鸥先后在海南文昌和广东徐闻的登陆点预报效果较好。客观预报方法(表 9b)同样对于 1409 超强台风威马逊在广西防城港和 1410 强台风麦德姆在山东荣成的登陆点预报偏差较大,其中对于 1410 强台风麦德姆 24 h 在山东荣成的登陆点预报误差除 NCEP-GFS 以外,其余模式

表 9a 2014 年主观预报方法 24 h 登陆点预报误差统计(单位:km)

Table 9a 24 h forecast errors of landing point of subjective forecast in 2014 (unit: km)

台风编号	1407	1409	1409	1409	1410	1410	1410	1415	1415	1416	1416	1416	1416
登陆位置	广东 汕头	广西 防城港	广东 徐闻	海南 文昌	福建 福清	山东 荣成	台湾 台东	广东 徐闻	海南 文昌	上海 奉贤	浙江 象山	台湾宜兰与 新北交界	台湾 恒春
CMA	45.7 (21)	233.2 (23)	74.8 (22)	56.9 (19)	5.8 (21)	103.7 (21)	136.6 (21)	37.9 (23)	45.3 (21)	105.3 (22)	160.5 (19)	66.3 (21)	93.4 (20)
广东主观	A (**)	228.7 (11)	74.7 (4)	19.6 (19)	13.2 (21)	B (**)	11.2 (15)	46.6 (17)	55.7 (15)	B (**)	B (**)	80.8 (15)	108.4 (14)
上海主观	41.0 (21)	B (**)	B (**)	B (**)	28.8 (21)	340.1 (21)	4.9 (15)	B (**)	B (**)	44.0 (16)	107.0 (13)	76.5 (15)	103.6 (14)
福建主观	128.7 (21)	B (**)	B (**)	B (**)	54.1 (21)	335.2 (21)	10.3 (15)	B (**)	B (**)	47.9 (16)	B (**)	40.7 (21)	68.3 (20)
广西主观	45.7 (21)	9.3 (23)	160.6 (16)	31.0 (19)	17.5 (9)	B (**)	B (**)	29.4 (17)	71.9 (15)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)
海南主观	41.0 (21)	229.6 (23)	75.6 (16)	17.0 (19)	B (**)	B (**)	B (**)	11.8 (17)	7.6 (15)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)
江苏主观	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	341.2 (21)	B (**)	B (**)	B (**)	110.0 (16)	110.1 (13)	B (**)	B (**)
JMA	96.3 (21)	230.8 (23)	76.8 (22)	38.1 (19)	46.5 (21)	342.4 (21)	16.5 (21)	42.9 (23)	0.0 (21)	A (**)	110.4 (19)	65.2 (21)	92.3 (20)
JTWC	16.9 (21)	228.6 (23)	82.2 (22)	19.2 (19)	38.0 (21)	B (**)	12.0 (21)	18.4 (23)	36.3 (21)	A (**)	106.2 (19)	61.6 (21)	88.7 (20)
KMA	132.4 (21)	227.1 (23)	50.4 (22)	51.2 (19)	91.5 (21)	333.5 (21)	74.8 (21)	18.7 (23)	38.2 (21)	106.4 (22)	167.9 (19)	59.1 (21)	86.2 (20)
菲律宾主观	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	24.7 (21)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	7.3 (21)	31.8 (20)
香港天文台	63.6 (21)	231.9 (23)	80.6 (22)	35.7 (19)	7.3 (9)	B (**)	B (**)	36.6 (23)	43.6 (21)	B (**)	B (**)	40.8 (21)	68.4 (20)

注:A:未能提前 24 h 预报登陆;B:TC 登陆前 24 h 内无预报结果;括号中的数值为起报时间相对于 TC 登陆时间的提前时间(h),** 表示没有资料,下同。

表 9b 2014 年数值模式 24 h 登陆点预报误差统计 (单位: km)

Table 9b 24 h forecast errors of landing point of objective forecast in 2014 (unit: km)

台风编号	1407	1409	1409	1409	1410	1410	1410	1415	1415	1416	1416	1416	1416
登陆位置	广东 汕头	广西防 城港	广东 徐闻	海南 文昌	福建 福清	山东 荣成	台湾 台东	广东 徐闻	海南 文昌	上海 奉贤	浙江 象山	台湾宜兰与 新北交界	台湾 恒春
NCEP-GFS	55.1 (21)	226.1 (23)	33.0 (22)	28.8 (19)	29.1 (21)	22.0 (3)	33.7 (21)	29.7 (23)	36.9 (21)	49.1 (22)	109.3 (19)	11.8 (21)	46.2 (20)
ECMWF-IFS	42.9 (21)	223.4 (23)	70.4 (16)	26.3 (19)	34.7 (21)	341.4 (21)	37.7 (15)	42.9 (17)	0.0 (15)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)
英国数值	94.7 (21)	234.0 (23)	81.1 (16)	84.0 (19)	62.4 (21)	346.1 (21)	17.7 (15)	117.9 (17)	88.3 (15)	38.1 (16)	165.0 (13)	3.8 (15)	34.1 (14)
日本数值	22.4 (21)	231.0 (23)	76.6 (22)	84.1 (19)	10.1 (21)	334.4 (21)	8.8 (21)	16.8 (23)	38.8 (21)	A (**)	109.4 (19)	15.9 (21)	49.6 (20)
GRAPES-TCM	B (**)	189.0 (23)	76.1 (22)	233.7 (19)	42.5 (21)	394.9 (21)	6.2 (21)	35.5 (23)	42.2 (21)	B (**)	0.0 (1)	B (**)	B (**)
澳大利亚数值	65.4 (21)	124.5 (23)	53.8 (16)	152.9 (19)	24.7 (21)	414.7 (21)	67.6 (15)	101.9 (17)	59.8 (15)	48.2 (16)	111.8 (13)	3.8 (15)	39.7 (14)
韩国 GDAPS	817.7 (9)	100.3 (23)	84.4 (16)	166.0 (19)	19.8 (21)	343.7 (21)	24.9 (15)	102.2 (17)	60.1 (15)	41.9 (16)	B (**)	25.4 (15)	20.4 (14)
美国 GFDN	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	106.0 (23)	64.5 (21)	151.9 (22)	216.8 (19)	51.5 (21)	78.8 (20)
广州数值	58.6 (21)	124.6 (23)	50.1 (16)	79.4 (19)	26.3 (21)	333.4 (21)	3.8 (15)	A (**)	A (**)	84.3 (16)	152.9 (13)	9.8 (15)	44.7 (14)
美国 HWRF	0.0 (21)	232.8 (23)	66.8 (22)	80.3 (19)	21.1 (21)	B (**)	30.5 (21)	43.9 (17)	5.8 (15)	13.4 (22)	109.8 (19)	8.2 (21)	31.3 (20)
辽宁数值	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	88.3 (21)	337.7 (9)	46.6 (15)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)
上海台风模式	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	B (**)	29.2 (17)	56.1 (15)	85.6 (16)	113.0 (13)	76.4 (15)	110.1 (14)
T213/T639	75.3 (21)	106.6 (23)	51.3 (22)	95.3 (19)	21.0 (21)	341.3 (21)	66.9 (21)	44.1 (23)	7.0 (21)	93.6 (22)	167.2 (19)	251.6 (21)	287.9 (20)
韩国 TWRF	64.1 (9)	190.0 (23)	76.6 (16)	167.2 (19)	0.0 (21)	369.3 (21)	57.3 (15)	25.0 (17)	37.1 (15)	51.6 (16)	115.7 (13)	61.1 (15)	88.3 (14)

的误差普遍在 300 km 以上。

6 结 论

本文对 2014 年西北太平洋海域 TC 定位、路径、登陆点和强度预报精度进行了评定,得到的结论如下:

(1) 6 种定位方法(四个官方主观定位方法: CMA、JMA、JTWC 和 KMA,两个卫星定位方法: 北京卫星和日本卫星)的总平均定位误差为 25.3 km,比 2013 年(21.7 km)略高。

(2) CMA 主观预报在各预报时效中的平均路径预报误差均小于 JMA、JTWC 和 KMA 的主观预报,其 24、48、72、96 和 120 h 路径预报误差分别为 84.3、145.6、205.4、280.2 和 415.3 km。与 2013 年相比,2014 年,CMA 主观预报在短期路径预报能力稳中有升,而长期预报水平有了明显的进步,尤其

是 5 d 的路径预报误差显著减小了约 140 km。全球模式 24、48、72、96 和 120 h 的总平均路径误差分别为 88.1、159.6、253.9、393.6 和 572.1 km。主观预报中路径预报水平最差的是菲律宾主观方法,其 24、48 和 72 h 路径预报误差达到了 297.4、421.5 和 540.6 km。区域模式 24、48 和 72 h 的总平均路径误差分别为 97.4、188.2 和 302.7 km。国内各主观路径预报方法 24、48 和 72 h 路径预报技巧评分基本在 55% 以上,而各客观路径预报方法也均表现出了正技巧水平。

(3) CMA、JMA、JTWC 和 KMA 主观预报的 24h、48h 和 72h 强度预报的绝对平均误差范围分别在 4.18~5.48、6.82~8.28 和 7.41~10.05 $m \cdot s^{-1}$ 。全球模式中除 NCEP-GFS 在 24 和 48 h 强度预报达到正技巧以外,其余全球模式在个预报时效中的强度预报技巧水平均为负值;而各区域模式在各个预报时效中的技巧均为负;统计方法的强度预

报表现仍略优于模式,广西遗传神经在 24 和 48 h 的强度预报为正技巧,西北太平洋热带气旋强度统计方法在 48 h 的强度预报技巧也为正。

(4) CMA、JMA、JTWC 和 KMA 主观预报对于 1409 超强台风威马逊在广西防城港、1410 强台风麦德姆在山东荣成的登陆点预报误差较大,而对于 1410 强台风麦德姆在福建福清、1415 台风海鸥先后在海南文昌和广东徐闻的登陆点预报效果较好。

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. 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. 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. 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. 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. 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). 北京:气象出版社, 38-41.
- Chen G M, Yu H, Gao Q, et al. 2013. The performance of global models in TC track forecasting over the western North Pacific from 2010 to 2012. 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. 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 Atmos Oceanic Technol, 31, 287-301; doi:10.1175/JTECH-D-12-00119. 1.