

占瑞芬, 汤杰, 余晖. 2009年西北太平洋热带气旋定位和业务预报精度评定[J]. 气象, 2010, 36(10): 114-121.

# 2009年西北太平洋热带气旋 定位和业务预报精度评定<sup>\*1</sup>

占瑞芬 汤杰 余晖

中国气象局上海台风研究所, 中国气象局上海台风预报技术重点开放实验室, 上海 200030

**提 要:** 依据《台风业务和服务规定》分析2009年热带气旋(TC)业务定位和业务预报精度, 主要包括: 6个方法的定位精度, 12个综合预报方法、3个客观预报方法和6个数值预报方法的路径预报精度, 以及4个方法的强度(近中心最大风速, 下同)预报精度评定。结果表明: 各方法的平均定位误差均小于21 km, 平均17.1 km, 较2008年有所改进。国内综合预报方法的24小时、48小时和72小时路径预报的平均距离误差分别为115.8 km、217.5 km和357.1 km, 与2008年相比有所偏大; 客观预报方法略优于综合预报方法, 24小时和48小时预报的平均距离误差分别为113.0 km和211.4 km; 4个官方综合预报方法比较发现, 中央气象台对我国近海海域的TC路径预报具有明显优势。强度预报仍然以统计方法为主, 2009年24小时和48小时近中心最大风速预报的平均误差分别为 $4.90 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $7.43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 相比近10年的平均水平, 预报性能没有明显提高。

**关键词:** 热带气旋, 定位, 预报精度, 路径误差, 强度误差

## Precision of the Tropical Cyclone Positioning and Forecasts over the Western North Pacific in 2009

ZHAN Ruifen TANG Jie YU Hui

Key Laboratory of Typhoon Forecast Technique, Shanghai Typhoon Institute of CMA, Shanghai 200030

**Abstract:** Operational positioning and forecast errors of tropical cyclones (TC) over the western North Pacific in 2009 are evaluated according to “Regulations on Typhoon Operation and Service”. The evaluations are performed on the positioning of six methods, the track forecasts from twelve integrated, three objective and six numerical weather prediction (NWP) methods, and the intensity forecasts from four methods. The results show that the TC positioning is better than that in 2008, with an average error in all methods 17.1 km and each less than 21 km. The average errors of domestic integrated track forecast in 24 h, 48 h, and 72 h are 115.8 km, 217.5 km and 357.1 km, respectively, which are worse than those in 2008. The objective forecasts are better than the integrated forecasts with the average errors 113.0 km in 24 h and 211.4 km in 48 h. The comparison of the track forecast errors from four official integrated methods shows that National Meteorological Center (NMC) has good performance in TC track forecast in China Seas. The intensity forecasts still rely mainly on statistical methods with the average errors of  $4.90 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  in 24 h and  $7.43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  in 48 h. Comparing to the average performance in recent 10 years, the intensity forecast has not made obvious improvement.

**Key words:** tropical cyclone (TC), positioning, precision of analyses and forecasts, error of track forecast, error of intensity forecast

\* 国家自然科学基金项目(批准号:40805040;40921160381)资助

2010年7月7日收稿; 2010年8月30日收修定稿

第一作者:占瑞芬,从事台风气候,平流层-对流层交换等研究. Email:zhanrf@mail.typhoon.gov.cn

# 引言

2009 年,西北太平洋及南海海域共生成 23 个风暴及以上等级的热带气旋(Tropical Cyclone, 以下简称 TC),其中登陆我国的 TC 有 11 个(7 个登陆华南、2 个登陆华东,0905 热带风暴苏迪罗和 0908 台风莫拉克在我国两次登陆)。与常年相比,2009 年 TC 生成频数偏少,但影响我国的 TC 频数偏多、登陆比例偏高。

当前可供热带气旋实际业务预报参考的主客观方法众多,如 2009 年参加全国业务发报的分析和预报方法就达 20 多个。但是,由于实际分析手段和业务预报能力的差异,不同方法可参考的信度存在不同,就是同一方法对不同类型台风个例的预报能力也存在差异<sup>[1-4]</sup>。因此,对各方法的性能进行客观评估,将有利于进一步改善预报中的薄弱环节和提高预报及服务水平。本文依据《台风业务和服务规定》<sup>[5]</sup>的客观评估办法,对 2009 年参加全国业务发报的 TC 定位和业务预报方法进行了性能的客观评定,以期对当前(2009 年)我国的 TC 业务定位和预报能力有较系统了解,也为进一步改进这些方法的性能及在今后的 TC 实际业务中更好地使用这些方法的结果打下基础。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

本文所用的 TC 最佳路径数据取自中国气象局上海台风研究所(CMA-STI)整编的热带气旋最佳路径数据集<sup>[6]</sup>,该数据集包含每 6 小时的 TC 最佳路径和强度记录(其中台风强度是指近台风中心的最大风速),参加评定的各业务定位及预报方法的预报数据取自实时业务资料库(事后各相关业务预报中心进行了核对)。

2009 年参加台风精度评定的定位和预报方法见表 1。主要包括:6 个定位方法,21 个路径预报方法(包括 12 个综合预报方法、3 个客观预报方法和 6 个数值预报方法),以及 4 个强度方法。

### 1.2 方法

TC 定位和预报精度的评定方法,取自《台风业务和服务规定》第 6 章<sup>[5]</sup>。

表 1 2009 年参加台风精度评定的分析和预报方法

Table 1 The analysis and forecast methods involved in TC evaluations in 2009

定位方法 名称	路径预报方法名称			强度预报 方法名称
	综合	客观	数值预报	
中央气象台 (简称中央台)	中央台 (综合方法)	江苏概率	北京数值	中央台
日本气象厅 (简称日本)	上海台风所	上海集成	上海台风模式	广西遗传神经
美国联合台风 警报中心 (简称 JTWC)	上海台	广西遗传神经	上海 GRAPES-TCM	上海统计释用
韩国气象厅 (简称韩国)	福建台		广州数值	气候持续法
北京卫星	海南台		辽宁数值	
日本卫星	广东台		日本数值	
	广西台			
	江苏台			
	浙江台			
	日本			
	JTWC			
	韩国			

## 2 TC 定位精度评定

以《2009 年热带气旋年鉴》中发布的最佳路径为依据,统计中央气象台、日本气象厅、美国联合台风警报中心(JTWC)和韩国气象厅的官方实时定位及北京、日本卫星实时定位的平均距离误差(表 2)。结果表明:日本卫星定位误差最小,仅 15.7 km;与之相当的是中央气象台和日本气象厅的定位误差,分别为 15.8 km 和 16.0 km。各方法定位误差总平均为 17.1 km(共 2832 次),相比 2006 年(总平均为 20.5 km)、2007 年(总平均为 23.4 km)、2008 年(总平均为 19.6 km)略有改进。4 个官方实时定位方法的平均误差为 17.4 km(1993 次),2 个卫星实时定位平均误差为 16.5 km(839 次)。各方法与 2008 年相比,除中央气象台和北京卫星定位误差略有偏大外,其他定位方法精度都有所提高。

表 2 TC 定位误差

Table 2 Positioning errors of TC

定位方法	2009 年		2008 年	
	样本数/次	误差/km	样本数/次	误差/km
中央台	520	15.8	382	13.2
日本	501	16.0	364	22.0
JTWC	464	20.1	318	18.5
韩国	508	17.9	336	23.7
北京卫星	448	17.3	267	16.0
日本卫星	391	15.7	255	23.5
平均	2832	17.1	1912	19.5

### 3 TC 路径预报精度评定

#### 3.1 平均距离误差

由各台站综合预报的 24 小时、48 小时和 72 小时 TC 平均距离误差(表 3)可见,各台站 24 小时预报平均距离误差均小于 135 km;48 小时预报的平均距离

误差均不超过 245 km;大部分台站 72 小时预报的平均距离误差在 300~400 km 之间,海南台的平均误差大于 400 km。我国综合方法的 24 小时和 48 小时预报误差总平均为 115.8 km(1540 次)和 217.5 km(1208 次),较 2008 年略偏大(分别为 111.2 km 和 188.3 km);但 72 小时预报的平均距离误差为 357.1 km(595 次)小于 2008 年(401.0 km)。

表 3 综合预报的 TC 位置平均距离误差(单位:km)

Table 3 The mean errors of integrated track forecasts (unit: km)

方法	24 小时			48 小时			72 小时		
	TC 个数	预报次数	平均误差	TC 个数	预报次数	平均误差	TC 个数	预报次数	平均误差
中央台	22	442	120.4	20	349	218.0	18	277	327.0
台风所	20	358	105.2	18	280	204.3			
上海台	18	385	113.0	16	306	207.2	8	145	358.3
福建台	3	6	77.5	1	2	180.9	1	2	186.0
海南台	7	17	127.8	3	8	232.7	2	4	475.0
广东台	14	256	120.0	12	207	242.1	11	142	398.0
广西台	2	4	80.0	2	2	89.9			
江苏台	1	9	69.3	1	7	88.3			
浙江台	1	8	84.4	1	6	108.9			
日本	22	439	120.7	19	349	225.6	18	272	353.5
JTWC	21	401	108.6	19	316	213.3	17	252	372.6
韩国	22	427	131.6	19	341	236.2	18	266	366.6

表 4 列出的是客观预报的 TC 平均距离误差。24 小时、48 小时预报误差总平均分别为 113.0 km(441

次)和 211.4 km(341 次),24 小时预报逊于 2008 年(107.4 km),但 48 小时预报优于 2008 年(218.2 km)。

表 4 客观预报的 TC 位置平均距离误差(单位:km)

Table 4 The mean errors of objective track forecasts (unit: km)

方法	24 小时			48 小时			72 小时		
	TC 个数	预报次数	平均误差	TC 个数	预报次数	平均误差	TC 个数	预报次数	平均误差
江苏概率	7	16	87.9	5	9	495.0			
上海集成	21	392	110.1	19	319	198.5	14	234	342.9
广西遗传神经	9	33	159.5	5	13	330.3			

表 5 列出的是数值预报的 TC 位置平均距离误差。国内各数值预报方法的 24 小时、48 小时预报误差总平均分别为:142.3 km(1100 次)、266.2 km(885 次),均优于前两年(2008 年为 164.4 km 和

303.1 km,2007 年为 161.5 km 和 289.4 km)。72 小时数值预报方法的平均误差与 2008 年相当,为 453.5 km(682 次)。其中北京数值模式和广州数值模式在 3 个时效的预报均有明显提高,尤其是广州

表 5 数值预报的 TC 位置平均距离误差(单位:km)

Table 5 The mean errors of NWP track forecasts (unit: km)

方法	24 小时			48 小时			72 小时		
	TC 个数	预报次数	平均误差	TC 个数	预报次数	平均误差	TC 个数	预报次数	平均误差
北京数值	22	382	133.8	19	307	246.5	18	237	380.4
上海台风模式	21	287	147.2	19	232	310.3	15	176	565.0
GRAPES-TCM	21	278	168.3	19	228	282.0	17	181	496.2
广州数值	21	144	106.8	17	111	206.1	15	88	339.9
辽宁数值	1	9	109.3	1	7	112.3	—	—	—
日本数值	21	349	120.4	18	277	224.7	16	221	382.7

数值模式,在 2009 年预报中 24 小时、48 小时和 72 小时平均预报误差均有最佳表现。

此外,参与评定的各客观方法和数值方法的 24 小时、48 小时预报在 2009 年度都是正技巧水平,且连续两年均为正技巧水平(图略)。

### 3.2 误差特征分析

进一步分析中央台、日本、JTWC 和韩国 4 个官方综合预报方法的路径预报误差特征。图 1 为 2009 年不同方法 24 小时、48 小时和 72 小时路径预报误差箱线图。该箱线图是由逐 6 小时记录统计分析作出的。箱线图上最大-最小值横线端线给出了相应预报误差的总体分布范围;柱体的上下端揭示了中值附近 50% 样本的分布域;柱体中间黑线确切给出了各方法预报误差样本的统计中值。可以看出,对于 24 小时路径预报(图 1a),JTWC 无论是从分布范围、中值还是从分位数来说,都较其他 3 个综合方

法有明显优势,而韩国则各方面都表现最差。中央台和日本的中值及分布范围相当,但中央台 75% (第三四分位数)以上的样本值都在 150 km 以下,而日本第三四分位数值偏大。也就是说,总体分布而言,JTWC 的 24 小时路径预报具有明显优势,中央台次之,韩国最差。对于 48 小时路径预报(图 1b),中央台最大、最小预报误差、中值和第一分位数值略偏小,而第三四分位数的值较日本偏大,但与 JTWC 相当,虽然表 3 显示,就平均误差而言,JTWC 的值最小,仅为 213.3 km (中央台为 218.0 km,日本为 225.6 km,韩国为 236.2 km),但从总体分布上看中央台 48 小时路径预报具有一定优势。类似地,对于 72 小时路径预报(图 1c),日本总体预报性能最好,无论在误差中值、第三四分位数和第一四分位数的分布上都有明显优势,而 JTWC 第三四分位数的值明显偏大。

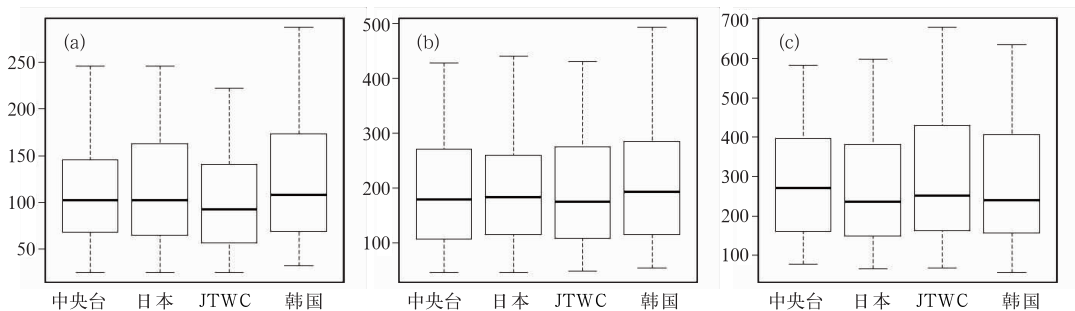


图 1 2009 年 4 个官方综合预报方法(a) 24 小时,(b) 48 小时和(c) 72 小时路径预报误差箱线图

图中横坐标为预报方法,纵坐标为距离误差(单位: km),虚线顶端(底端)为误差最大值(最小值),柱体上端(下端)为误差第三四分位数(误差第一四分位数),柱体中间黑线表示误差中位数

Fig. 1 The distribution of box plots of track forecast errors from four official integrated methods at (a) 24 h, (b) 48 h, and (c) 72 h

The abscissa presents the forecast methods and the ordinate the track errors (unit: km).

The upper and lower limits of the dashed "whiskers" present the maxima and minima.

The upper and lower limits of the boxes present the third and the first quartiles of track errors (75th and 25th quantiles). The median of errors is denoted by a black horizontal bar in the box

图 2 给出了 2009 年 4 个官方综合预报方法 24 小时路径预报误差区域分布,其中阴影代表误差值,格点内的数字代表样本数。4 个官方综合预报方法预报误差总体分布较为类似,均表现出在  $135^{\circ} \sim 140^{\circ} \text{E}$  附近海域、吕宋岛以东( $15^{\circ} \sim 20^{\circ} \text{N}$ ,  $122^{\circ} \sim 130^{\circ} \text{E}$ )及南海北部等 3 个区域预报误差较小;但在菲律宾北部及以北附近海域、菲律宾南部以东海域( $15^{\circ} \text{N}$  以南、 $130^{\circ} \sim 140^{\circ} \text{E}$ )及  $20^{\circ} \text{N}$  以北,  $140^{\circ} \text{E}$  以东海域预报误差最大。这表明虽然对台风的总体预

报性能各中心有所差异,但对不同台风预报的难易程度各中心可能是类似的。图中值得注意的是,对我国近海海域来说,中央台预报误差最小,具有明显优势,而 JTWC 和韩国预报误差相对较大,这可能与不同预报中心关注的海域不同有关,且在我国近海我们具有更多的探测设备和预报经验。4 个官方综合预报方法 48 小时路径预报误差区域分布与此类似(图略)。

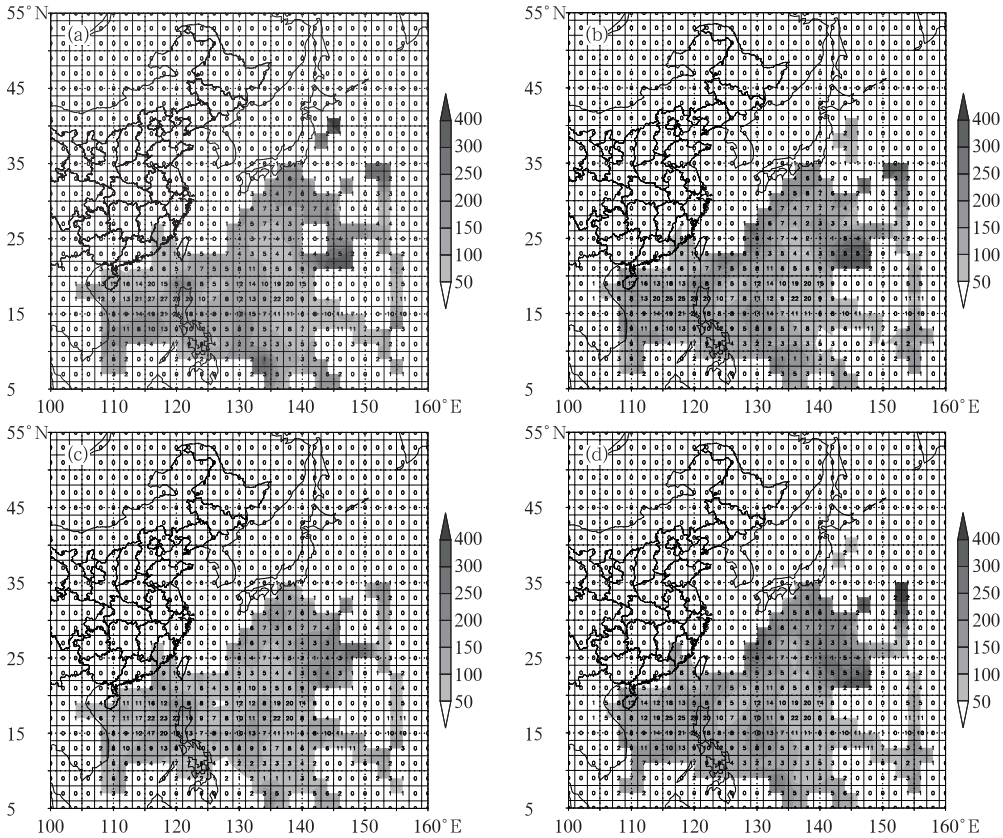


图 2 2009 年(a) 中央台, (b) 日本, (c) JTWC, 和(d)韩国 24 小时路径预报误差区域分布

Fig. 2 The regional distribution of 24 h-forecast track errors from  
(a) CMA, (b) Japan, (c) JTWC and (d) Korea

图 3 给出了 3 个官方综合预报方法多年平均距离误差趋势图。可以看出, 3 个方法的 24 小时和 48 小时路径预报误差曲线呈振荡下降趋势, 尤其是 2002 年前后, 下降较为显著, 表明近年来 3 个方法的路径预报水平都有显著提升, 但近 3 年来发展较为平缓, 尤其是 48 小时预报各中心预报误差都呈

现略有上升的趋势。对 72 小时预报来说, 近年来 3 个中心都没有明显进展, 尤其是近 3 年误差明显偏高。而就不同中心来说, JTWC 在 24 小时预报中水平始终处于前列, 日本次之; 对 48 小时路径预报, 2005 年以前 JTWC 预报误差基本上是最小的, 但之后中央台提高较快, 在 3 个中心中预报误差最小; 72

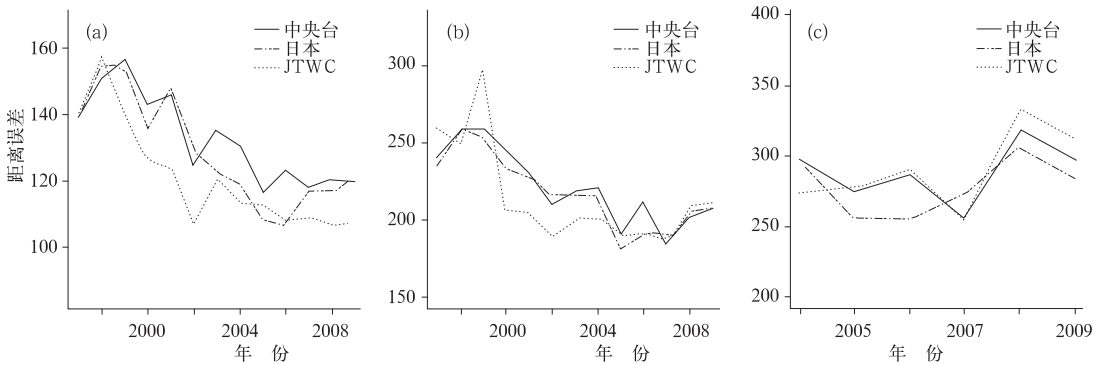


图 3 3 个官方综合预报方法多年平均距离误差趋势图 (单位: km)

(a) 24 小时; (b) 48 小时; (c) 72 小时

Fig. 3 The trends of mean track forecast errors from three official integrated methods (unit: km)

(a) 24 h, (b) 48 h, and (c) 72 h

小时路径预报日本较有优势,而 JTWC 性能较差。

### 3.3 综合评定指标

综合考虑预报的距离稳定度、方向稳定度、有效稳定度、转型灵敏度、变速灵敏度、相对于 PC 法的技巧水平等各要素,再取以上 6 要素的权重分别为 0.2、0.2、0.3、0.1、0.1、0.1 的基础上,得到 1 级综合评定指标。取 24 小时和 48 小时预报的 1 级综合评定指标的权重为 0.4、0.6,得到 2 级综合评定指标(AI)。表 6 列出了各综合预报方法的综合评

定结果,表中 AI 值的下方为 48 小时的预报次数。

由表 6 可见,除海南台外,各综合方法的 AI 值均超过 0.75。各客观预报方法中(表略)上海集成样本最多、评分最高,达到 0.80,与表 6 中几大中心的综合方法评分相当;国内各数值预报方法的综合评定结果(表略)在 0.71~0.85 之间,与日本数值的结果(0.78)相当。辽宁数值模式和广州数值模式在国内的数值预报方法中,评分较高,也优于日本数值模式,分别达到 0.85 和 0.84,但辽宁数值模式的样本较少,仅为 7 个。

表 6 综合预报方法的综合评定指标  
Table 6 The integrated index of integrated forecasts

预报方法	中央台	台风所	上海台	福建台	海南台	广东台	广西台	江苏台	浙江台	日本	JTWC	韩国
AI	0.80	0.80	0.80	0.79	0.65	0.76	0.78	0.84	0.86	0.78	0.80	0.77
48 小时预报次数	349	280	306	2	8	207	2	7	6	349	316	341

## 4 TC 登陆点预报精度评定

如表 7 所示(括号内为起报时间相对于 TC 登

陆时间的提前时间(h),下同),2009 年各方法的 24 小时登陆点预报误差与往年类似,存在很大差异,从几千米到几百千米不等,国内综合预报大部分的平均登陆误差都小于 100 km,登陆时间的预报,普

表 7 综合预报方法 24 小时登陆点预报误差统计(单位: km)

Table 7 The 24 h forecast error of landing point from integrated forecasts (unit: km)

TC 编号	0903	0904	0905	0906	0907	0908	0913	0915	0917		
登陆点	福建晋江	广东惠州	海南文昌	广东徐闻	广东深圳	广东台山	台湾花莲	福建霞浦	海南文昌	广东台山	海南万宁
中央台	A	152.8 (23)	45.2 (17)	68.3 (15)	3.8 (23)	A	12.8 (22)	68.5 (21)	49.1 (18)	161.8 (22)	69.3 (20)
台风所	A	144.6 (23)	23.5 (5)	85.3 (3)	102.1 (23)	B	29.8 (16)	80.5 (21)	55.0 (18)	108.7 (22)	70.5 (20)
上海台	B	B	45.2 (17)	68.3 (15)	3.8 (23)	A	15.6 (22)	68.5 (21)	49.1 (18)	161.8 (22)	69.3 (20)
福建台	A	52.8 (5)	B	B (17)	109.8	B	B	B	B	B	B
海南台	A	A	A	A	109.8 (17)	B	B	B	55.7 (6)	82.7 (22)	B
广东台	83.8 (19)	132.9 (23)	35.7 (23)	56.0 (21)	12.0 (23)	33.4 (20)	9.1 (22)	54.7 (21)	33.5 (24)	53.8 (22)	52.2 (20)
广西台	B	B	B	B	110.2	B (5)	B	B	B	B	B
江苏台	B	B	B	B	B	B	22.9 (22)	63.7 (15)	B	B	B
浙江台	B	B	B	B	B	B	43.0 (22)	86.7 (15)	B	B	B
日本	A	136.5 (23)	37.5 (17)	57.9 (15)	175.1 (23)	A	8.5 (22)	71.0 (21)	9.6 (18)	137.1 (22)	94.7 (20)
JTWC	A	148.4 (23)	44.4 (5)	17.9 (3)	110.2 (23)	31.9 (20)	21.6 (22)	46.0 (21)	66.8 (18)	108.8 (22)	51.4 (20)
韩国	418.2 (19)	146.6 (23)	39.8 (17)	60.3 (15)	9.6 (23)	137.7 (20)	25.2 (22)	45.3 (21)	11.6 (18)	158.3 (22)	97.7 (20)

注:A:未能提前 24 小时预报登陆;B:TC 登陆前 24 小时内无预报结果;括号内数字为起报时间相对于 TC 登陆时间的提前时间(h)

Note: A: not predicting the TC landing within advanced 24 h; B: without forecast results within 24 h before TC landing; the number in bracket is the advanced time period from forecasts to TC landing; The same hereinafter

遍都比实况提前 15~23 小时。除广东台外,国内各综合预报方法都未能对 0903 台风莲花和 0907 台风天鹅提前作出登陆预报。从登陆误差看,国内各综合预报方法对 0908 台风莫拉克在台湾花莲的登陆比较成功,平均误差为 22.2 km;而误差最大的是对 0904 热带风暴浪卡在广东惠州的登陆,平均登陆误差达 127.2 km。客观预报方法和数值预报方法 24 小时登陆点预报误差与综合预报方法预报误差情况类似,这里不再赘述。

## 5 TC 强度预报精度评定

### 5.1 平均强度误差

以《2009 年热带气旋年鉴》中发布的 TC 最佳强度为依据,统计中央气象台综合预报方法、广西遗传神经网络方法、上海统计释用方法和气候持续法对 TC 强度的预报平均绝对误差、预报趋势一致率和均方根误差,结果如表 8 所示。可见,24 小时、48 小时和 72 小时近中心最大风速预报的误差范围分别为 3~6  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、5~10  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  和 6~10  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。24 小时和 48 小时近中心最大风速预报的平均误差分别为 4.90  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  和 7.43  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,相比 2007 年和 2008 年的平均水平,24 小时预报误差相当,但 48 小时预报误差持续增加。

从最近 2 年各强度预报方法相对于气候持续法

的技巧水平(表略)来看,参与评定的强度预报方法 24 小时预报均表现出正技巧。各方法 48 小时和 72 小时的强度预报水平相对于 2008 年而言都有大幅度下降,除了广西遗传神经网络方法 48 小时预报评分仍维持正技巧外,中央台和上海统计释用方法均出现负技巧。

### 5.2 强度误差特征分析

下面进一步分析各强度预报方法的误差特征。图 4 为 2009 年各方法 24 小时和 48 小时强度预报误差箱线图。对于 24 小时强度预报(图 4a),中央台强度预报误差具有最大的分布范围,而广西遗传神经网络预报误差的分布范围最小,这可能也与其样本较少有关;此外也可以看出,中央台 75% 以上的样本值都在 3  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  以下,其他方法在 4~5  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  之间不等,而气候持续法 25% 的样本值在 -2  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  以上,其他方法相对偏大。也就是说,在 24 小时强度预报中,中央台预报偏弱的概率较大,偏强的概率小,而气候持续法预报偏弱的概率较小,但偏强的概率较大。对于 48 小时强度预报(图 4b),中央台和广西遗传神经网络 75% 以上的样本值都在 5  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  以下,而气候持续法 25% 的样本值在 -3  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  以上,也就是说,在 48 小时强度预报中,中央台和广西遗传神经网络预报偏强的概率较小,而气候持续法预报偏弱的概率较小。

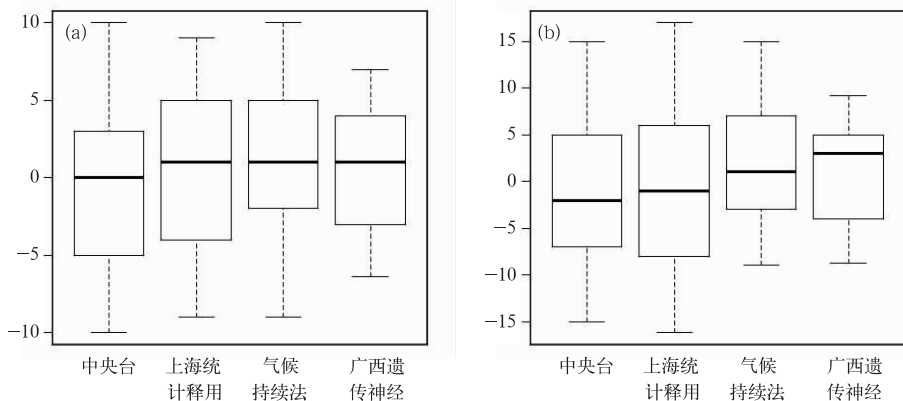


图 4 同图 1,但为各方法 24 小时(a)和 48 小时(b)强度预报误差箱线图

Fig. 4 The same as Fig. 1, but for intensity forecast errors at 24 h (a) and 48 h (b)

图 5 为各预报方法多年平均强度预报误差趋势图。相对于路径预报的显著提高,近 10 年来强度预报无论是 24 小时还是 48 小时总体水平都没有明显提高。其中中央台和广西遗传神经网络在两个时效的预报基本优于气候持续法,尤其是广西遗传神经网络,在

强度预报中表现出了较好的性能,但其样本个数较少,且仅限于南海地区,所以在使用上具有一定的局限性。上海统计释用方法相对来说预报不是很稳定,尤其在 2003 年以后误差明显增加,但近 3 年来预报性能有所提高。

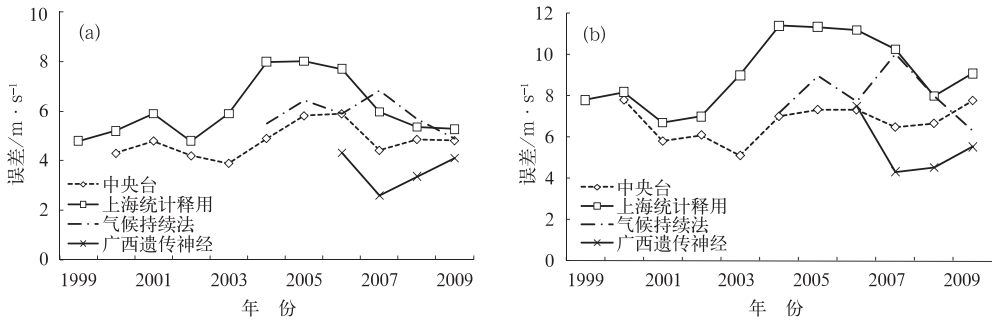


图 5 各预报方法 24 小时(a), 48 小时(b)多年平均强度预报误差趋势图(单位:  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

Fig. 5 The trends of mean intensity forecast errors at 24 h (a) and 48 h (b) (unit:  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

## 6 结 语

本文对 2009 年 TC 定位、路径和强度预报情况进行了系统评定, 得到以下结论:

(1) 各方法的平均定位误差均小于 21 km, 总平均误差为 17.1 km, 较 2008 年有所改进。除了北京卫星和中央台定位误差较 2008 年略有增加外, 其他定位方法精度都有所提高。

(2) 国内综合预报方法的 24 小时和 48 小时路径预报的平均距离误差分别为 115.8 km 和 217.5 km。客观预报方法的平均误差比综合预报方法略小, 24 小时和 48 小时预报的平均距离误差为 113.0 km 和 211.4 km; 国内数值预报方法的误差则比综合预报方法稍大, 24 小时、48 小时和 72 小时预报的平均距离误差分别为 142.3 km、266.2 km 和 453.5 km。进一步分析表明, 在中国、日本、JTWC 和韩国 4 个官方综合预报方法中, 就误差总体样本分布来说, JTWC 的 24 小时路径预报具有明显优势, 中央台 48 小时路径预报具有一定优势, 而日本 72 小时的总体预报性能最好; 就区域分布来说, 各官方综合预报方法预报误差总体分布较为类似, 但在我国近海海域中央台 24 小时路径预报表现出了较好的性能。

(3) 参与评定的各客观方法和数值方法的 24 小时、48 小时和 72 小时路径预报在 2009 年度相对

于气候持续法, 均表现为正技巧水平。

(4) 各方法对登陆点的预报误差从几千米到几百千米不等, 国内综合预报大部分的平均登陆误差都小于 100 小时, 登陆时间的预报, 普遍都比实况提前 15~23 小时。

(5) 24 小时和 48 小时近中心最大风速预报的平均误差分别为  $4.90 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  和  $7.43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 相比前两年的平均水平, 24 小时预报误差相当, 但 48 小时预报误差持续偏大。在所有强度预报方法中, 广西遗传神经方法有最高的正预报技巧, 但样本太少且仅限于南海地区, 在使用上具有一定的局限性。

**致谢:** 张维副研究员、谭燕为本文提供了部分资料和帮助, 特此致谢!

## 参考文献

- [1] 应明, 余晖, 梁旭东, 等. 2007 年西北太平洋热带气旋活动综述[J]. 气象, 2009, 35(2): 94-100.
- [2] 李佳, 余晖, 应明, 等. 2007 年西北太平洋热带气旋定位和预报精度评定[J]. 气象, 2009, 35(2): 101-105.
- [3] 马雷鸣, 李佳, 黄伟, 等. 2007 年国内台风模式路径预报效果评估[J]. 气象, 2008, 34(10): 74-80.
- [4] 谭燕, 余晖, 占瑞芬. 2008 年西北太平洋热带气旋定位和预报精度评定[J]. 大气科学研究与应用, 2009, 2: 52-61.
- [5] 中国气象局预测减灾司. 台风业务和服务规定(第 3 次修订版)[M]. 北京: 气象出版社, 2001: 40-47.
- [6] 中国气象局上海台风研究所, <http://www.typhoon.gov.cn/en/data/>