

台风预警评述¹⁾

徐夏因 杨贵名

(国家气象中心, 北京 100081)

提 要

通过国家气象中心 1994 年热带风暴(台风)的预报服务业务中,有关热带气旋监测、预报信息的使用和预警服务的发布状况,反映我国在热带气旋及有关的灾害性天气预警服务的业务技术水平。同时,对所涉及的有关问题进行了讨论。

关键词: 热带风暴(台风) 预警 服务 评述

引 言

1994 年我国自然灾害多,受灾范围广,是 1949 年以来灾情和损失最为严重的年份之一。其中,热带风暴(台风)造成的灾害也是 1949 年以来最严重的年份之一。该年度西北太平洋地区共生成热带气旋 39 个。其中,达到热带风暴强度编号的共有 37 个,远远超过多年平均 28.3 个,是常年的 1.3 倍。全年登陆我国的热带风暴和台风多达 12 个(不包括 7 月 21 日登陆广西防城的热带低压),为多年平均数 8 个的 1.5 倍^[1],就登陆和影响面而言,实为罕见。作者选择这样的年份,通过国家气象中心热带气旋预警工作涉及的业务范围,对监测、预报及警报服务作简要评述。

1 热带气旋定位

热带气旋的定位主要是气旋的位置和强度的确定,或路径的确定,需要使用各种监测手段所获得的信息。由于美国派驻在关岛洛克希德的 C-130 型飞机已于 1988 年 10 月 1 日起停止观测^[2]。目前主要使用的是气象卫星、雷达和地面观测资料。

1.1 热带气旋综合定位

几乎所有的热带气旋路径的预报方法的

准确率都与风暴的定位精度密切相关,特别是对 24 小时以内的短期预报影响更大。在业务中,国家气象中心的热带气旋定位采用综合方法。综合定位的精度往往与值班员的预报经验和对探测资料了解及应用的熟练程度有关。西北太平洋地区不同预报中心所确定的路径是有差异的,Bell(1981)指出这些路径的差异平均为 40km 左右^[2]。因此,很难评定最佳路径。表 1 给出了 1994 年国内外风暴定位精度统计^[3]和 1985—1990 年相应的精度^[4]平均。

表 1 1994 年国内外定位精度统计表(单位:km)

单位	中国	日本	关岛	日本国内卫星	日本国内雷达	日本国内雷达
定位次数	420	435	170	474		
94 年平均误差	18.1	17.9	36.2	22.6		
85—90 年平均误差	21.6	23.5	35.1	17.1	29.4	29.3

这些统计以上海台风研究所整编的台风年鉴的热带气旋路径资料为依据。虽然表中给出的国内外预报中心的样本数和所选样本的活动海域不完全相同,数据的比较不完全合理,总体而言大体反映了我国热带气旋定位的水平。

1) 本研究得到国家科技攻关 85-906 项目 09 课题资助。

1.2 气象卫星

目前,在业务中主要使用的是日本地球静止气象卫星 GMS-4(葵花)卫星的观测资料。近几年国家气象中心进行了采用数字化卫星云图资料确定热带气旋强度的研究,对用增强显示卫星云图确定热带气旋强度的方法作了改进。该方法在 1994 年 26 个热带气旋的实时试验中,每天三次共进行 413 次试验应用,其结果与国家气象中心同时次的综合定位的资料比较,热带气旋中心最大风力的平均差异为 $2.44 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,可望在近期的热带气旋定位业务中应用。

在定位业务中,日本的气象卫星云图天气分析报告 SAREP (report of synoptic interpretation of cloud data obtained by meteorological satellite, 通常称为 CCAA 报)也是参考依据之一。1994 年定位精度为 $22.6 \text{ km}^{[3]}$ 。在业务值班中其时效也较早,受到关注。作者将该报告中表征热带气旋强度的 CI 指数的最大持续风速,以爆发性加深后登陆的 9406 号台风为例,用国家气象中心的、实时综合定位报告的中心最大风速相比较(见图 1)。在气旋的发展时期,综合报告的加深趋势不如 CCAA 明显,气旋最强时较为接近,气旋登陆后的迅速衰减趋势 CCAA 明显偏慢,虽在使用中应引起注意,但可见其仍有着很高的可信度,特别是在大洋上。

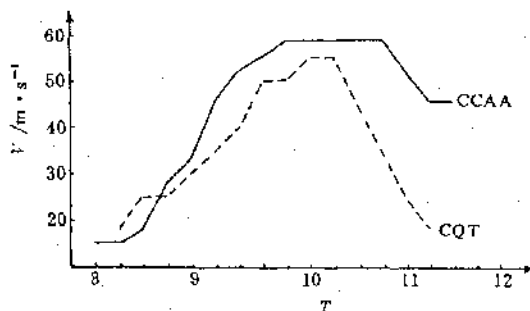


图 1 9406 号台风国家气象中心实时综合方法(CQT)和日本卫星定位(CCAA)最大风速曲线

1.3 气象雷达

在我国东南沿海地区共布设了 10cm 气象雷达 8 部、5cm 雷达 6 部。1994 年共收到 15 个热带气旋的国内外雷达探测报告 462 次。其中,有 8 部国内雷达对 11 个登陆的热带风暴发布了 182 次探测资料,这些报告成为警戒风暴登陆的最宝贵的资料。另外 280 次报告为日本的 12 部雷达所探测。由于雷达站从不同角度对热带气旋进行观测,其波束的衰减程度差异很大。Holland(1985, IWTC)指出通常定位误差为 20~55km^[2]。上海台风研究所因故未对 1994 年度的雷达定位进行检验,表 1 中多年平均我国和日本雷达精度十分接近。雷达对热带气旋的探测范围为 500~600km^[4],雷达的最有效定位在 200km 内^[2]。因此雷达探测最重要的作用是在近海时用于制作热带气旋的登陆预报。分析 1994 年的报告(附表略)发现,日本雷达在气旋进入探测距离内后,探测时段长、发报次数多。特别是对登陆和影响其领域附近的气旋,探测时次非常稠密。相对而言,我国雷达在其测距内探测时段短,发报次数少,有个别雷达甚至没有进行探测。作者认为,对进入东海和黄海的热带气旋,充分利用日本雷达的报告有可能延长警戒时效 1~2 天。

1.4 地面加密观测

地面观测记录仍是热带气旋观测系统的重要组成部分。根据 Holland(1985, IWTC)的普查^[2],12 个热带气旋中的 5 个,地面图的分析仍是定位的主要依据,岛屿与船舶的报告十分珍贵。

当热带气旋影响或登陆沿海地区时,临近省区按照气象部门的台风业务和服务规定^[7],进行地面加密观测。特别是当风暴登陆后强度减弱,地面加密观测记录成为定位和跟踪的最主要手段,比卫星和雷达更为有效。1994 年在我国登陆的 12 个热带气旋所经过和临近的广东、广西、海南、福建、浙江、上海、山东和辽宁等 8 个省(市区)均进行了地面加

密观测。作者分析了这12个台风的地面加密观测资料接收概况(附表略)。其中,有5个在华东登陆的是1994年进行台风科学业务试验的目标台风,即9406、9413、9414、9415和9417号风暴^[8]。以登陆广东、福建、台湾和海南的9403、9404、9405、9414、9418和9424等6个台风接收到的加密观测资料较为密集,能够满足定位业务的要求。

特别要指出的是在1994年登陆台风的加密观测中,尤其是在9403和9424号台风期间,收到海南省的报告整齐及时。

在其余的几个风暴影响期间,收到的地面加密观测报告可分为下述情况:

(1)热带气旋生命史短或强度不是很强,组织准备进行加密观测的时间不充分或未引起足够重视。例如9413强热带风暴其生命史仅30小时,在其登陆前后仅收到中心北侧断续的少数报告,未收到其南侧的加密观测报告。

(2)北方省(市)受台风袭击不如南方频

繁,组织进行加密观测较少。先后登陆山东和辽宁两省的9415台风所经之处,预报值班员收到的加密资料严重不足。

(3)当热带气旋在影响地区上游时执行规定严格,气旋进入下游后过早停止加密观测。如9406台风7月11日06时(北京时)左右登陆,07时大部分测站就停止了加密观测。

作者认为以上3种情况近年有增多的趋势,一定程度上影响了热带气旋警报的质量和时效,有的甚至造成严重影响,应引起业务和管理等有关方面的注意。

2 热带气旋的预报

2.1 热带气旋的综合预报

国家气象中心热带气旋警报中,所发布的24和48小时预报采用的是综合预报方法。1994年国家气象中心24小时和48小时热带气旋路径预报的平均误差分别为179.5和301.4km^[3](见表2)。

表2 1994年综合和模式预报方法平均距离误差/km

方法	24小时预报					48小时预报				
	台风 个数	预报 次数	平均 误差	最大 误差	最小 误差	台风 个数	预报 次数	平均 误差	最大 误差	最小 误差
中国	26	206	179.5	553.8	23.1	18	149	301.4	1019.2	29.1
关岛	17	65	183.5	893.5	31.9	12	46	312.9	733.6	67.6
日本	23	173	170.3	512.8	0.0	18	109	272.9	805.5	42.2
TYM	14	149	154.2	1199.1	0.0	12	121	509.1	1265.2	21.0
NMC	25	89	195.7	410.0	41.0	15	61	361.0	860.2	17.4

注:TYM:日本数值模式

NMC:中国气象局国家气象中心台风路径数值模式1994年试验结束

综合预报的水平与气旋中心的定位精度,值班员考虑各种预报方法可信度的权重,综合能力及预报经验等多种因素有关。另外,还与每年热带气旋活动地域及其路径的预报难度有关。作者将近10年来国家气象中心的预报,与样本数较多、且预报范围较为接近的关岛和日本作了比较。图2给出了近10年来上述3个预报中心逐年的24和48小时路径

预报的误差。国家气象中心10年24和48小时的平均误差分别为203.7和408.7km。由图可见,近10年预报水平有所提高,平均预报误差的趋势都是下降的,但趋势较为缓慢,比较而言,48小时提高的幅度稍大。其中,起伏较大的1993、1989和1987年3年,3个中心的趋势一致,反映了热带气旋预报误差有较大的年际变化。

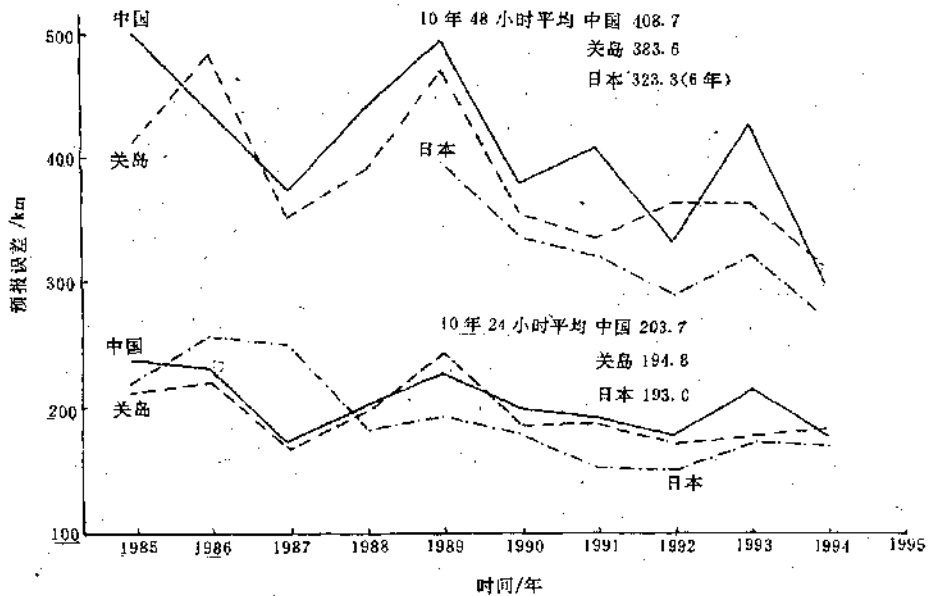


图2 1985—1994年中国、关岛和日本台风路径预报平均误差

2.2 全球和区域数值预报

国家气象中心的T42L9中期数值预报系统和LAFS分析预报系统于1990年投入使用, T63L16也已准业务运行一年多, 它们的分辨率分别约为300和200km, 成为制作热带气旋预报背景场和估计较长时间移动趋势的主要依据。此外, 欧洲中期数值预报中心(ECMWF)、日本和美国的数值预报结果也是综合考虑的依据。它们都是预报形势和降水的全球或区域模式, 不是热带气旋路径预报的专用模式。作者用它们的格点场的低值中心表示气旋中心(虽然这不够精确), 检验它们对热带气旋路径趋势预报的能力(表略)。结果表明, 这种趋势不能满足热带气旋路径预报的需求。

2.3 热带气旋路径的客观预报

国家气象中心近年来进行了台风路径数值预报系统的研制, 采用Bogus人造台风技术, 台风模式与全球谱模式异模式及台风模式粗细网格自模式单向嵌套, 制作西北太平

洋区域24和48小时台风路径预报, 在1994年的试验中, 24和48小时平均误差分别为195.7和361.0km, 具有相当的预报能力, 1995年准备投入准业务运行^[9]。

日本自从1989年, 即数值预报台风谱模式(TYM)投入业务后的第二年, 开始在热带气旋的警报中发布48小时预报。该模式不但制作60小时内的路径预报, 而且预报气旋中心强度。1994年该模式24和48小时路径预报的平均误差分别为154.2和309.4km^[3]。

图3是TYM模式9406台风7月8—11日

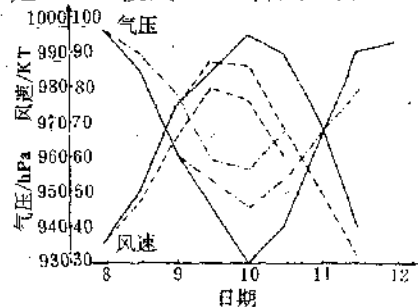


图3 9406号台风中心日本TYM模式气压、风速廓线预报

台风中心气压和风力的预报。与图中实况(粗实线)比较,其对台风强度变化的趋势预报与实况较为符合,但在台风登陆前突然加强程度估计不够,登陆后的衰减也相应滞后。由此例也可见其预报的可信度。

1994年,有机会得到了英国 UK Met.

表3 9406号台风国内外各预报方法(模式)误差统计/km

时效		24小时	48小时	72小时	96小时	120小时
综 合	中国	162.1(11)	297.9(11)			
	日本	147.6(16)	342.4(11)			
	关岛	181.4(12)	318.2(11)	549.3(4)		
台 风 模 式	英国(EGRR)	179.7(8)	337.2(8)	437.4(8)	465.6(6)	471.3(3)
	日本(TYM)	173.6(8)	235.7(6)			
	中国(MAM81)	229.4(5)	468.2(4)	578.1(2)		

注:括号中的数字为预报次数

综上所述,发展热带气旋的数值预报模式对48小时及其以上时效的预报,是提高热带气旋预报水平的主要途径。

3 热带气旋警报

3.1 国家气象中心热带风暴(台风)警报发布的方式和途径

(1)气象通讯系统 通过GTS的国内外气象通信线路和通信网络向气象部门和有关的水利、海洋、民航、减灾等专业部门发布热带气旋警报和产品。

(2)为国务院及有关职能部门服务 用重要天气报告或专题报告等形式通过文件交换、电话、传真等途径发布。近年来开通了光缆向国务院传送警报和一般气象产品。

Office的热带气旋Bogus方案的预报结果。表3给出9406号台风该方法120小时内每隔24小时的逐次预报的平均误差,显示了该方法具有较好的中期趋势和登陆转向趋势预报能力。

(3)公众服务 通过电视、广播、报刊等新闻媒体向社会和公众发布预报和警报。近年来每天的电视和广播的气象节目时次大有增加。必要时还可临时加发紧急警报。

3.2 热带气旋警报现状

(1)警报精度

作者通过热带气旋警报登陆点的预报误差及登陆时段的预报偏差来讨论警报精度。根据1994年7个登陆台风的国家气象中心发布的警报,气旋中心24小时内登陆点的预报误差统计(见表4)^[3],平均精度为133.0km,最小误差14.2km,最大达215.8km。

表4 国家气象中心24小时内警报登陆点误差/km

编号	9406	9413	9415	9417	9418	9419	9424	平均
误差	115.8	35.8	194.9	215.8	14.2	162.2	194.9	133.0

对登陆台风的警报时效还以9406号台风为例。在9406号台风登陆以前7月9—10

日的三次警报中,第一次警报距台风登陆台湾和福建的时间分别尚有26和36小时的预

报时效,登陆时段的预计比较恰当。10日发布的两次警报对台风的移速估计不足,登陆警报明显偏晚,特别是10日上午距台风登陆福建仅20小时发布的警报。对公众和用户而言,缩短了采取有效防御措施的时间。

(2) 热带气旋信息的传递

热带气旋警报是一种非常讲究时效的短期产品。现代化通信技术的发展使气象部门的传输时效有了较明显的改进。但我国通过电视和广播向公众发布警报的时次的密集度和覆盖面还不如发达国家,缺少安全、可靠通向基层的信息传播网。传统的向决策部门提供信息的方式,会延误和减少有效防灾抗灾的时间。

(3) 提高热带气旋警报系统的效益

几十年的努力,我国已形成了包括热带气旋监测、通信、预警服务和资料处理在内的警报系统,建立了有关业务管理规定。与其它灾害相比,热带气旋警报系统较为完整,多年

来在减灾防灾中发挥了巨大的作用。在当前的形势下,如何充分利用现有条件提高警报系统的效益,需要包括国家气象中心在内的业务和管理部门的共同努力,精心组织。

参考文献

- 1 上海台风研究所编,西北太平洋热带气旋气候图集,北京,气象出版社,1990.
- 2 陈联寿等译,热带气旋全球观,北京,气象出版社,1994.
- 3 陈雪峰,邱碧端,1994年热带气旋路径预报和业务定位精度的评定,科研技术报告,上海台风研究所.
- 4 吴天泉,邱碧端,1990年热带气旋路径预报和业务定位精度的评定,科研技术报告,上海台风研究所.
- 5 范惠君等,用数字云图确定热带气旋强度方法的进一步检验和应用,1991年国家气象中心科技年报,1995.
- 6 方维祺,陆家庭等译,台风业务手册和业务试验记事,北京,气象出版社,1990.
- 7 国家气象局天气预报警报管理司,台风业务和服务规定,国家气象局,1991年5月.
- 8 范永祥,1994年台风科学业务试验简介,1994年全国台风专家会议.
- 9 《中国气象局国家气象中心》,1995,3,北京.

A Review of the Typhoon Forecast and Warning in NMC

Xu Xianan Yang Guiming

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

The operation and service for tropical cyclone watching, forecasting and warning in the National Meteorological Center in 1994 are described.

Key Words: tropical storm (typhoon) forecast and warning service review