

台风路径相似预报模式的改进与实践

吴中海

(上海台风研究所)

提 要

本文对HURRAN模式做了业务性改进。①按具体情况设定不同长度的持续性作用时间；②根据背景形势的情况和预报经验决定相应的权重得分，最后按照权重得分综合出相应的预报路径及相应的概率椭圆，

实践表明，改进后的效果是明显的。路径预报方向误差显著减小，但在台风转向前后移速的预报误差仍较大。

一、前言

自1969年Hope和Neumann创建了HURRAN模式^[1]后，于70年代初期较成功地预报了几个大西洋飓风。然而，分析了相似判据的实质，其局限性也是很明显的。近年来，美国国家飓风中心(NHC)对各种业务预报模式的检验，表明了NHC现行的六种业务模式中，HURRAN模式的平均误差最大，用技巧水平^[2]来衡量也是最低的。可是，NHC还要保留它作为业务模式之一，这是由于相似预报模式要求的预报起始条件简单、提供预报结果最早、运算费用经济，并能提供概率估计。此外，这个方法最简单，又比较符合当前值班预报员的思路，因而被世界上各个热带气旋源地国家所普遍采用。1986年10月Neumann在我国讲学时，曾提到NHC最近将打算撤消这一模式，但仍将把它用于概率预报。这就说明了该模式虽然有弱点，但也有可取之处。

二、改进的方向

一段时间以来，关于相似模式讨论中的主要意见是：相似条件中缺乏“天气形势的相似”。自然，台风移动主要是由背景形势所操纵的。如果“天气形势的相似”指的仅是

当时的天气形势相似，那么，相似条件中初始移动矢量的相似已反映了这一方面。因为当时的天气形势无非是反映了当时的引导气流而已，而初始移动矢量也就反映了当时的局地引导气流。如果“天气形势相似”还包含着未来天气形势的变化也要有一定程度相似性。那么，HURRAN模式的相似判据中的时间限制(前后15天)和地域限制(在2.5个纬距之内)也从气候规律的角度简单地反映了这方面的要求。要想真正体现出形势变化的相似，势必将涉及到形势预报问题。这不是在简单的设备条件下所能实现的，同时也将改变了相似方法简单性这一特点。因而，我们觉得改进的方向应该针对着业务实践中暴露出来的问题，同时又必须保持方法简单性的优点，以便能达到最早给出指导性预报的特点。

Neumann曾提到了相似模式的两个主要缺陷：(1)常常会发生找不到相似个例，以致无法作出预报。这个问题在大西洋源地由于飓风个例相对比较少，因而显得较为突出。在西北太平洋源地，由于历史个例较多，问题就相对地显得不十分突出。事实上，1985年台风季节，我们用相似模式作了一百多次

业务预报,只出现两次找不到相似个例的情况。而且还只是在某一时刻找不到个例,紧接着在下一个时刻就有了相似的个例。(2)相似个例常常会出现形成多簇的情况,用单峰型的二维正态分布来拟合将是一种损失。这个问题确实是一个较为重要的问题。出现多簇情况,实际上是多种天气形势的反映。如果不加区别,由于最终的综合预报路径是所有相似个例经持续性修订后的平均,其结果必然与各簇都有差异,这样就反映不了较为贴切的形势,势必使预报误差普遍地偏大。

其次,在近两年的实践中我们还发现另外两个存在的问题:一个是有时在相似个例中会出现个别的异常路径,而在当时的预报形势下显然是不可能出现的。如果被选中的相似个例较多,其影响可能还不会太大。如果相似个例本来就很少,如果不加选择地将它平均进去,势必造成较大的预报误差。另一个问题是,在 HURRAN 模式中将持续性作用时间固定为36小时(每小时持续性因素递减 $1/36$),在台风移动方向相对较为稳定的阶段,持续性作用时间取为36小时,甚至更长的时间都是可以的。但是当台风处于不稳定阶段,例如接近转向阶段,如果仍取36小时,则持续性影响就会显得过分了。

针对以上所述的这些问题,在台风业务预报系统 TOFS 1.5 版*的功能 6 中,我们利用了 IBM PC 机的图形显示功能,实现了改进的 HURRAN 模式,取名为 ZHURRAN;在相似判据及概率椭圆的计算方面与 HURRAN 方法完全一样。不同之处是:

(1) 可结合具体情况设定不同长度的持续性作用时间。(2) 在屏幕上显示当时的天气形势(如有适当的形势预报,也可显示预报形势),并且每选中一个相似个例,在屏幕上

就显示出该个例的整个路径,这样就能初步看出其前期的相似程度及未来趋势的合理程度。当历史资料扫描完毕后,屏幕上再逐个地显示出经持续性修订后的相似个例的路径,并逐个提问相应的权重得分。此时,值班人员可根据背景形势的情况和个人的经验来决定相应的权重得分,最后就按照权重得分综合出相应的预报路径及相应的概率椭圆。

三、实践的情况

1986年台汛期间,我们利用相似法,对10个台风(8604、8605、8606、8607、8615、8616、8617、8619、8621、8626)进行了115次业务预报。平均误差为:24小时:164.2公里,19.6度;48小时:404.4公里,30.9度;72小时:618.9公里,32.6度。

由于改进工作是在实践的基础上逐步进行的,因而上述诸台风的业务预报并非全按改进后的办法执行。现在选几个较为典型的情况来加以阐明:

1. 对持续性作用时间改进后的效果

图1是8605号台风6月24日14时两种不同持续性作用时间的预报效果。图中实线是实况路径,虚线是持续性作用时间为36小时的预报路径,点划线是持续性作用时间为12小时的预报路径。由于当时偏北的初始移速较快,持续性作用较长,就使预报路径过分偏北了。持续性作用较短,其结果就较为理想。

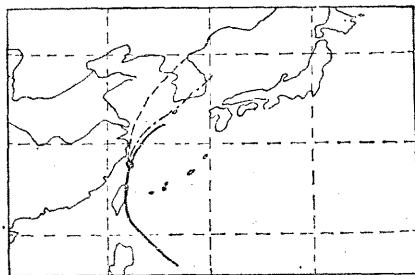


图 1

* 吴中海、高泉平、周红妹,台风业务预报系统 TOFS 1.5 版使用手册,上海台风研究所(轴印本),1986。

2. 结合天气背景加权后的效果

图2是8615号台风8月25日02时预报过程中的一幅图象,背景形势是8月24日20时500hPa的几条主要等值线。这次预报,按相似判据一共选中了18个历史个例,按36小时的持续性作用时间,经修订后的路径也显示在图上。从图2中可以看出相似个例基本上分为相对集中的三簇:一簇是西行(包括两条打转的异常路径);一簇是在近海转向;一簇是偏东转向。如果不考虑天气背景加以选择,其最终预报结果如图3所示。如果结合天气背景,考虑到副热带高压将会进一步减弱和东退,这样就可以剔除掉西行的那簇个例,余下的情况如图4所示,相应地最终预报则为图5所示。如果又考虑到偏东转向的那一簇,实际上是相应于已东移滑过副高的

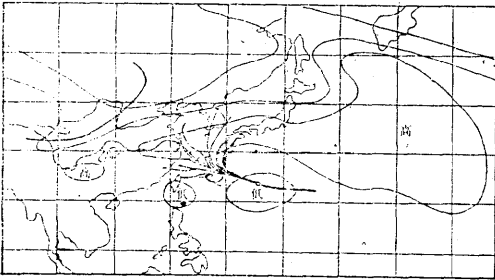


图2

表1 剔除和包括偏东转向一簇个例后的预报误差比较

路 径	24小时		48小时		72小时	
	距离(km)	方向(度)	距离(km)	方向(度)	距离(km)	方向(度)
剔除偏东转向的一簇	22.6	0.0	40.7	1.3	100.9	4.0
包括偏东转向的一簇	33.1	2.5	253.0	11.3	256.0	10.2

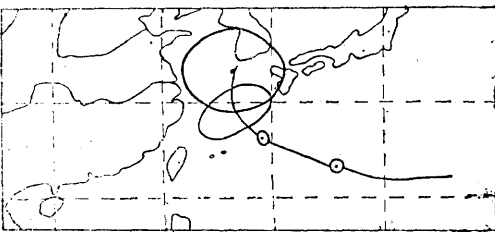


图5

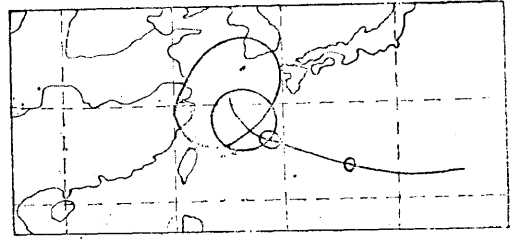


图3

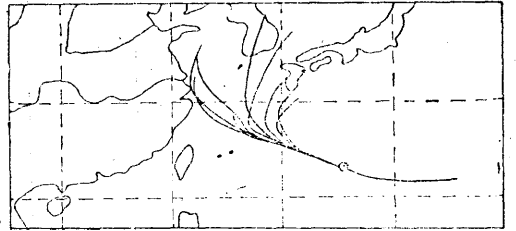


图4

那个低槽(形势背景见图2),那么就可以进一步剔除了偏东转向的一簇,其结果如图6所示,最终的预报结果则为图7所示(当时的业务预报就是选择了这一种)。为了作比较,图8中给出了实况路径(实线)和偏东转向一簇所给出的预报路径(虚线)以及只保留近海转向一簇所给出的预报路径(点划线),显然后者比前者的效果好得多。相应的预报误差如表1。

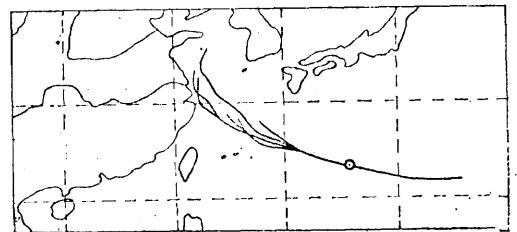


图6

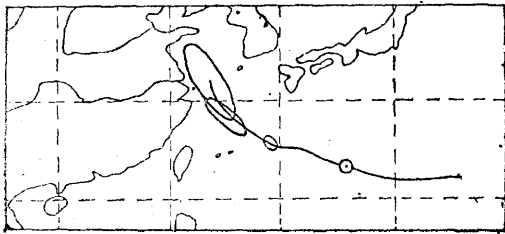


图 7

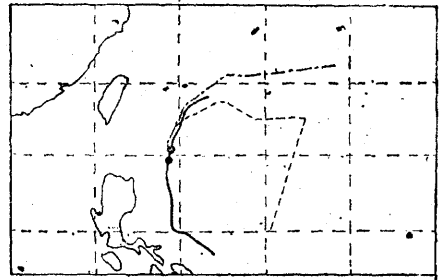


图 10

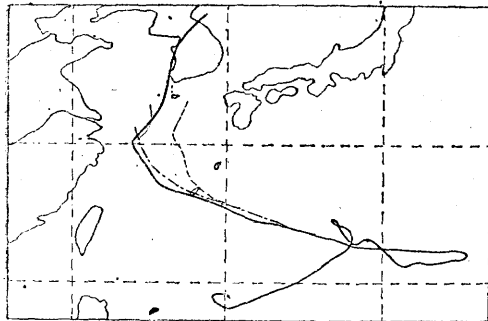


图 8

3. 剔除明显不合理的个例后的效果

8626号台风11月21日20时的预报情况：当时共选中5个相似个例，经持续性修订后的情况如图9所示。图中向东南方向跌落的路径相应的是8419号台风，这条路径的相应天气形势与11月21日20时的天气形势有明显的差异，如果不剔除这一路径，则最终的预报路径如图10中虚线所示。剔除以后，其预报路径如图10中点划线所示，与实况路径（实线）较接近，可见改进的效果是很明显的。

四、讨论

1. 在移速预报上的缺陷

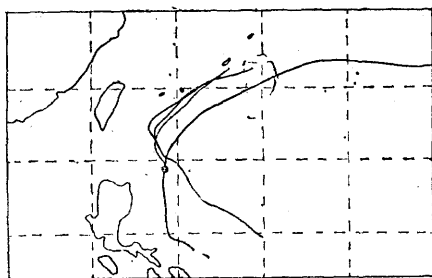


图 9

相似方法的局限性不仅是无法预报出历史上很少相似的异常路径，如果用距离误差来衡量，主要问题还在于后期的移速无法加以控制。例如，在一般情况下，台风转向以后进入西风带，移速明显加快。对于个别转向以后移速仍然很慢的台风就将造成很大的距离误差。8626号台风（图9），在业务预报中预报了图10中点划线所示的路径，显然在路径的方向上是较好的。但由于8626号台风转向后的移动速度很慢，因此距离误差仍然很大，48小时为470.6km，60小时为741.1km。这或许就是Neumann所提到的，相似法对转向台风预报较差的主要原因。如能较好地解决这个问题，将会进一步提高相似法在各种业务模式中的地位。

2. 相似模式的适用性较广

相似法的优点是简单、及时，而且基本上可在任何时空范围进行业务预报。例如8626号台风，我们的各种定量预报模式均已无法进行，而只有相似法能作出预报。可见，对业务预报来说，相似法将仍然是一种暂时还不可缺少的辅助手段。

3. “客观性”问题

许多人对上述改进的HURRAN方法提出了客观性不够的意见。我们认为，目前国内外的任何一种台风路径预报模式充其量只能说是半客观的预报方法。例如，在统计模式中，初始移动矢量是一组很重要的因子，而这组量目前还是缺测的，在业务预报中确定这组量是有较大主观成分的。在我国的统

计模式中, 读取天气图因子的主观性成分也是很大的。至于动力学模式, 初始场的台风范围内的结构问题, 资料稀疏地区人造站的设置问题等, 显然也包含着主观因素。作为一个业务预报模式, 是应该尽量向客观化的方向努力。可是, 在目前的技术水平的条件下, 应该允许发挥模式执行者的主观能动性。提高预报的实效(精确、及时、经济等方面)才是我们最根本的目的。

参考文献

- [1] Hope, J. R., and C. J. Neumann, An operational technique for relating the movement of existing tropical cyclones to past tracks, *Mon. Wea. Rev.*, 98, 925—933, 1970.
- [2] Neumann, C. J., and J. M. Pelissier, Models for the prediction of tropical cyclone motion: An operational evaluation, *Mon. Wea. Rev.*, 109, 522—538, 1981.

(下转第10页)

(上接第15页)

**Improvement of analog model and its application
to typhoon track prediction**

Wu Zhonghai

(Shanghai Typhoon Institute)

Abstract

The operational improvements in HURRAN model are made. These are ① give the different duration of action according to concrete conditions and ② give the prediction track and its probability ellipse in accordance with weight score, which can be decided based on the general circulation and forecast experiences.

The effect of the improved model is evident. The errors of typhoon movement direction prediction is much smaller than HURRAN model, but the errors of speed is still bigger around a turn in typhoon track.