

热带气旋路径的一种集成 预报方法

吴天泉 费亮 薛宗元

(上海台风研究所, 200030)

提 要

利用 Tsui, T. L. [1] 提出的组合置信加权预报方法, 对我国6种不同特性的热带气旋路径客观预报在3个区域分别进行组合试验。结果表明, 组合后的预报性能优于参加组合的任何一种预报子方法。

关键词: 热带气旋 集成预报 预报区域

引 言

我国目前正式投入业务应用的热带气旋路径客观预报方法已接近或超过预报员的主观预报水平^[2], 在台风季节的日常业务预报中起了很重要的参考作用。尽管各种方法都有自己的特长, 但还没有哪种方法的预报结果在任何情况下都是最优的。因此在各种方法的预报结果出现较大差别时, 预报员往往无所适从, 难以选择。为解决这个问题, 人们已进行过各种集成预报方法的研制。如薛宗元等^[3]建立的台风客观路径预报综合方法是对综合优化模式研究的初步试验, 在近两年的试报中有一定效果, 但所集成的3个子方法局限于上海的客观预报模式。钟元等^[4]也曾研制过由7种预报方案组成的决策预报方案, 根据预报员需要或专家判别, 取其中几种或全部方案结果的综合, 这方法属于预报专家系统中的一部分。这些综合集成预报方法虽然试用较有效果, 但在业务实践中还没有作较长时间的检验, 而且选用的子方法有一定局限性。Tsui, T. L. 提出采用各方法的最佳

预报频率进行综合加权预报, 经实践, 效果比较显著。本文拟参考该方法的原理, 在我国目前参加业务发报的客观预报模式中, 按不同纬度、不同预报时效对不同模式产品进行加权, 建立一个集成预报方案。

1 集成预报方案原理

美国海军环境预报研究所 Tsui, T. L. 等将参加组合的各种预报方法, 对同一样本作预报, 将最小误差者称为最佳预报。然后, 对大量历史样本求出各种预报方法的最佳预报次数, 也称最佳预报频率, 据此提出组合置信加权预报方法(CCWF)。根据各种方法的最佳预报频率, 分别建立不同时间段的预报方程:

$$(Lat, Long)_F = \frac{\sum_{i=1}^n f_i(Lat, Long)_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

式中, $i=1, 2, \dots, n$ 表示参加组合预报方法的序号, f 表示第 i 种方法的最佳预报频率; $(Lat, Long)$ 分别表示第 i 种方法预报的纬度和经度, 下标 F 表示最终的组合置信加权预报位置。由此可看出, 预报方程的加权系数大

小实际上取决于它们在累计预报样本中所占最佳预报次数的比重。一般而言,这些加权系数大小也可反映出该预报方法的优劣程度。加权系数越大的预报方法为越优,在集成预报中所占的份量也就越重。应该指出的是,加权系数随着样本的扩大,会趋于更有代表性。目前在台风业务预报期间,将历史样本确定的各预报方法的加权系数视为常数使用。然而随着实践预报的积累,这种权重系数可逐步修正。

2 预报区域的划分及集成预报方程

本文选择6种客观预报方法进行集成预报,它们是北京相似法(F_1)^[5]、上海统计动力学(F_2)^[6]、上海复合统计法(F_3)^[7]、福建统计法(F_4)^[8]、广东相似法(F_5)^[9]、浙江统计方案(F_6)^[10]。

上海台风研究所多年来对我国台风路径客观预报方法进行评价,已获得各方法在不同区域和天气形势条件下的预报性能估价^[11]。在此基础上,将海区划分为3个预报起始区:南区、北区和东海区(见图1),然后在3个海区内选择4个性能较好的预报方法,分别计算它们的预报频率(见表1)。资料样本选自1985—1989年每年6月下旬—10月上旬。

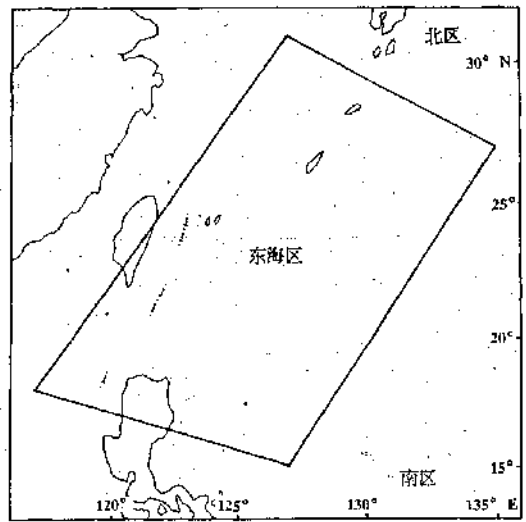


图1 分区图

南区:20°N以南,120—140°E

北区:20°N以北,120—140°E

东海区:由31°N、127°E、27°N、135°E、18°N、117°E和15°N、127°E 4点组成

表1 3个区域6种客观预报方法的最佳预报频率分布

区域	时效	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	总数
南区	24	30	31	40		25		126
	48	25	38	27		24		114
	60	19	27	27		19		92
北区	24	25	31	43	15			114
	48	19	20	33	15			87
	60	9	13	20	8			50
东海区	24	19	25	29			34	107
	48	19	20	24			25	88
	60	13	12	16			13	54

例:根据表1可得到南区fj3组预报方程:

$$Lat_{24} = \frac{30 \times (Lat_{24})_1 + 31 \times (Lat_{24})_2 + 40 \times (Lat_{24})_3 + 25 \times (Lat_{24})_5}{126}$$

$$Long_{24} = \frac{30 \times (Long_{24})_1 + 31 \times (Long_{24})_2 + 40 \times (Long_{24})_3 + 25 \times (Long_{24})_5}{126}$$

$$Lat_{48} = \frac{25 \times (Lat_{48})_1 + 38 \times (Lat_{48})_2 + 27 \times (Lat_{48})_3 + 24 \times (Lat_{48})_5}{114}$$

$$Long_{48} = \frac{25 \times (Long_{48})_1 + 38 \times (Long_{48})_2 + 27 \times (Long_{48})_3 + 24 \times (Long_{48})_5}{114}$$

$$Lat_{60} = \frac{19 \times (Lat_{60})_1 + 27 \times (Lat_{60})_2 + 27 \times (Lat_{60})_3 + 19 \times (Lat_{60})_5}{92}$$

$$Long_{60} = \frac{19 \times (Long_{60})_1 + 27 \times (Long_{60})_2 + 27 \times (Long_{60})_3 + 19 \times (Long_{60})_5}{92}$$

3 预报结果分析

表2列出了1985—1989年决策预报和其他各种预报方法在不同预报区域的平均预报误差。由表可清楚地看出,决策预报方法在南区的改进效果最明显,24、48、60小时的预报

平均误差分别只有126.0、308.3和399.1km,都明显优于其他3种预报子方法,在东海区也有一定程度的改进。在北区的改进就不太明显,仅在24小时的预报精度有一定提高,48和60小时预报平均误差尚未能达到最优程度。

表2 决策预报和其他各预报方法在3个预报区的平均误差(单位:km)

区域	时效	样本	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	集成
南区	24	126	144.8	145.7	143.9		179.0		126.0
	48	114	342.5	351.2	350.5		438.1		308.3
	60	92	433.6	486.2	470.2		554.9		399.1
北区	24	114	202.4	166.4	165.3	219.6			159.4
	48	87	537.7	489.0	423.3	604.7			434.5
	60	50	714.7	740.9	511.5	695.4			556.0
东海区	24	107	182.6	167.2	168.2			147.8	145.5
	48	88	464.8	444.1	431.3			407.0	391.9
	60	54	647.2	704.1	606.0			611.2	579.1

本文还分析了穿越南北两个区的8704号台风7月10—16日10次和8711号台风8月24—29日连续12次的集成预报连续性(见图2和图3)。可见,在2个台风的多次预报过程中,集成

预报比较稳定。除了在台风路径转折明显处集成预报的移向与实际路径有较大偏差外,其他地方两者的趋势较为一致。

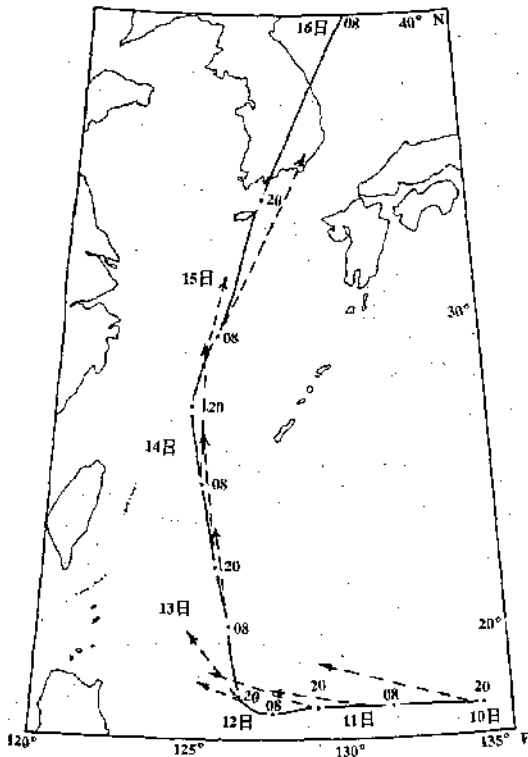


图2 8704号台风实际路径(实线)及其集成预报(虚线)

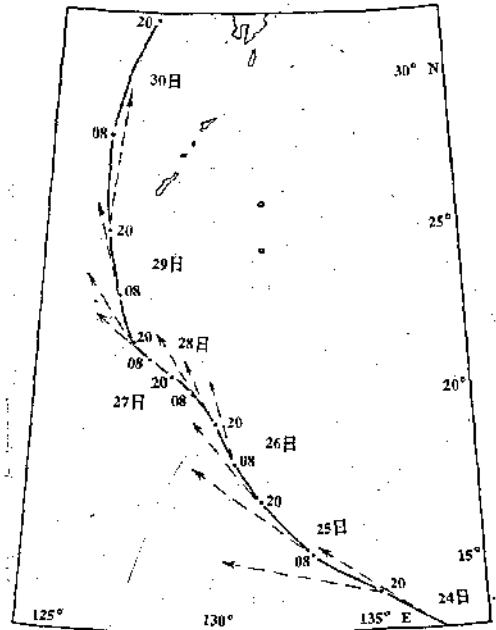


图3 8711号台风实际路径(实线)及其集成预报(虚线)

为了试验上述加权系数的稳定性,我们还对1990年的台风业务预报进行集成试验。现将试验结果列于表3。从表中看出,集成预报的24、48及60小时预报整体水平比较稳定,

精度有所提高。对路径变化较大的9012号台风,集成预报也作了试验。可以看出,当路径比较稳定时,集成预报效果较好(见图4)。当台风路径出现明显转折时,预报偏差也显著

增大。如18日02时的预报,各子方法都预报9012号台风北上登陆甚至很快转向,这种情况下,由这4种子方法构成的集成预报显然同样会出现很大偏差(图5)。

表3 决策预报方法对1990年台风业务预报的误差(单位:km)

区域	时效	样本	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	中央台	集成
南区	24	10	180.3	145.0	115.0		150.7		167.2	125.1
	48	10	412.4	355.0	296.2		274.2		358.3	290.2
	60	10	535.0	497.3	442.2		354.0		/	381.1
北区	24	10	144.1	160.1	118.9	160.8			196.3	129.4
	48	10	312.0	357.0	310.6	325.5			319.9	272.0
	60	10	356.5	408.2	367.4	423.0			/	298.5
东海区	24	10	147.3	158.4	118.3			141.5	142.0	125.3
	48	10	326.8	340.0	324.6			281.5	314.8	281.4
	60	10	427.1	443.3	427.8			410.6	/	364.7

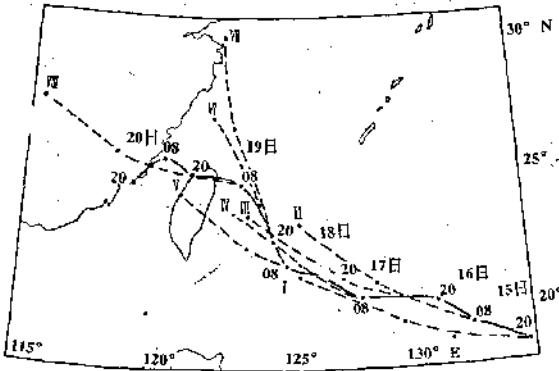


图4 9012号台风实际路径(实线)及其集成预报(虚线)
(罗马数字为预报次数)

4 结语

4.1 本文提供的集成预报方案是在客观预报方法连续进行6年评价基础上的综合,考虑了各种方法在不同区域的预报性能,由此综合后的预报误差减小比较明显。根据个例检验,预报路径比较稳定。

4.2 集成预报方案中的最佳预报频率计算比美国的CCWF方法有所改进。本文是在预报样本、预报时刻及预报次数都相同的情况下获得的,所以具有一定代表性。

4.3 决策方案性能很大程度上依赖于各子方法的预报性能,当前客观预报方法对疑难路径缺乏预报能力的情况下,集成方案对此也同样无能为力。

4.4 最佳预报频率是一个总体平均概念。目前尚无法判别在什么天气形势下哪种方法性能最好,因此使用最佳频率具有一定局限性。这些问题有待于今后进一步研究。

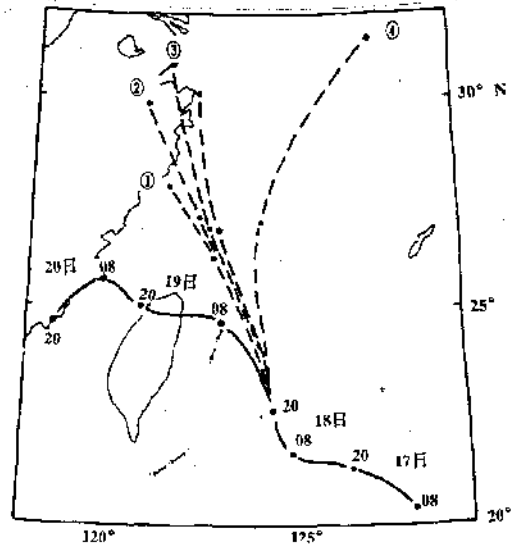


图5 9012号台风在转向点8月18日20时4种方法的预报路径及其集成预报结果
0为集成预报;1为北京相似法;2为上海统计动力法;3为上海复合法;4为福建统计法;实线为实际路径

参考文献

- 1 Tsui, T. L., etc., Combined confidence Rating System, 16th conf. on hurricanes and Tropical Meteorological, U. S. A., 1985.

(下转第20页)

(上接第24页)

- 2 费亮等. 我国台风业务预报的评价. 气象科学研究院院刊, 1989, 4(3).
- 3 薛宗元等. 热带气旋路径客观业务预报综合方案的试验. 气象, 1990, 16(4).
- 4 钟元等. 台风路径预报专家系统. 气象科技, 1986, 第5期.
- 5 王继志. 西北太平洋MAM81台风模式的业务预报试验. 1983年台风会议文集.
- 6 上海台风研究协作组. 预报台风路径的统计动力学方法. 1976年台风会议文集.
- 7 丁长根等. 台风路径预报的一种复合模式. 1983年台风会议文集.
- 8 陈瑞闪等. 关于台风路径预报的一种统计方案. 1978年台风会议文集.
- 9 谢玲娟. 台风路径相似加权预报方法的改进方案. 气象, 1981, 第7期.
- 10 金一鸣等. 台风路径统计预报七九改进方案. 1982年台风会议文集.
- 11 费亮等. 我国热带气旋路径客观预报方法的性能分析. 1990年台风会议文集.

A Combined Weighting Method of Tropical Cyclone Track Forecasts

Wu Tianquan Fei Liang Xue Zongyuan

(Shanghai Typhoon Institute, 200030)

Abstract

Using the Combined Confidence Weighting Forecast method introduced by Tsui, T. L., six kinds of objective forecast of different performances are tested in 3 forecast areas individually. The results indicate that the final combined forecast is more advanced than the each one of the six kinds of forecasts.