

# 逐步逼近法在热带气旋路径预报中的应用<sup>1)</sup>

毛绍荣

(广州中心气象台, 广州 510080)

## 提 要

通过对逐步逼近法 1995 年试验情况与国内外预报台的综合预报以及与国内一些客观预报方法的比较分析, 总结出该方法对移动路径明显转折的热带气旋有较好的预报能力, 48 小时平均误差达到 300km 以内, 特别是当热带气旋的移速发生明显变化时, 该方法较之其它客观方法有明显的优越性。

关键词: 热带气旋 转折点 移速

## 引 言

近年来, 随着计算机应用技术的提高, 热带气旋移动路径的预报方法越来越多, 仅 1995 年参加广东省气象局组织的业务试验的预报方法就有 8 个, 各个方法由于其着眼点不同, 各有所长, 对不同类型的热带气旋各有不同的预报效果, 往往给预报员的参考应用带来很大困难。本文试图通过 1995 年对逐步逼近法试验的总结, 分析出其在一定条件下会有比较理想的预报效果, 以其给预报员的应用提供指引, 更好地发挥本方法在预报业务中的参考作用。

## 1 方法简介

逐步逼近法是通过差值作时间、空间、移向、移速几步订正, 使预报订正值逐步逼近真实的差值, 从而使预报路径逐步逼近真实的热带气旋移动路径。

### 1.1 理论依据

在热带气旋移动轨迹中任一时刻速度  $\vec{V}_2$  都可以分解为二部分, 一是前一时次的速度  $\vec{V}_1$ , 二是它们的差值  $\Delta\vec{V}$ , 即  $\vec{V}_2 = \vec{V}_1 + \Delta\vec{V}$ 。由此可见, 只要求出差值  $\Delta\vec{V}$  即可由前一时次的速度求出后一时次的速度。

### 1.2 差值的同化——预报订正值 $\Delta\vec{V}$

在实际预报中, 未来误差量是不可知的。但在假定其具有一定程度的气候稳定性时, 可采取气候同化的手段通过统计计算出某一范围、某一时段, 相似移向、相似移速的历年气候平均误差值来代替预报误差值, 这种气候平均误差值我们称之为预报订正值  $\Delta\vec{V}$ 。

订正值  $\Delta\vec{V}$  包括两部分:  $\Delta U$  (经向订正值) 和  $\Delta V$  (纬向订正值)

由此可以推出预报方程:  $(U, V)_2$  (预报) =  $(U, V)_1$  (实时) +  $(\Delta U, \Delta V)$

这样预报位置即可求得:

纬度:  $N_2 = N_1 + (V_1 + \Delta V) \times \Delta t$

经度:  $E_2 = E_1 + (U_1 + \Delta U) \times \Delta t$

### 1.3 订正值的计算

本方法采用国家气象局出版的 1949—1991 年《台风年鉴》路径资料, 把热带气旋路径某时刻前 12 小时的移向按 40 度分档, 从 0—360 度分为 9 档, 移速按  $5\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  分档, 也分为 9 档, 把 5—12 月分为 8 档, 把 10—25°N、107—131°E 热带气旋活动地区按  $3 \times 3$  网格分为 40 个区。把相同月份、相同网格区及相同移向、移速档的热带气旋定义为相似

1) 本方法是华南区域协作组课题科研成果, 由广东省和海南省共同完成, 并在 1994 年通过华南区验收。

热带气旋,并分别进行订正值统计计算。

将热带气旋路径某时刻后 72、48、24 小时  $U$ 、 $V$  分量分别减去前 72、48、24 小时  $U$ 、 $V$  分量得到各时段差值  $\Delta U_{24}$ 、 $\Delta U_{48}$ 、 $\Delta U_{72}$ 、 $\Delta V_{24}$ 、 $\Delta V_{48}$ 、 $\Delta V_{72}$ ,把相似热带气旋各时段差值的平均值作为订正值,即:

$$\Delta U = \sum_i^n \Delta U_i / N$$

$$\Delta V = \sum_i^n \Delta V_i / N \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

方法特点:与其它 PC 预报方法比较,本方法优越之处在于不仅仅是考虑路径的相似,同时也考虑了移速的相似,而热带气旋在路径发生明显转折之前往往先有移动速度的明显变化。因此,从理论上讲本方法对路径发生明显转折的热带气旋应该有更好的预报能力。

## 2 1995 年热带气旋概况

1995 年全年中央台编号热带气旋(强度  $\geq 35KT$ )共有 23 个,其中进入南海(预报区)的有 13 个,在我国登陆的共有 11 个,其中在

华南地区登陆的有 10 个(广东 6 个、海南 2 个、广西 1 个、台湾 1 个)。进入南海的热带气旋特点明显,路径明显转折(12 小时转角大于  $30^\circ$ ,下同)的多,并且各种类型都有,给方法的试验带来难得的较全面的样品,使试验结果有较大的说服力。

在登陆华南的 10 个热带气旋中有 7 个其路径有明显转折,分别为:

右折型:9504、9505、9511、9521

左折型:9506

抛物型:9516

特异路径:9502

1995 年广东省气象局组织的热带气旋预报业务试验共对 9 个热带气旋进行了统一试验。

## 3 1995 年逐步逼近法试验总结<sup>2)</sup>

本方法对 1995 年进入南海预报区的共 13 个热带气旋进行了 76 次预报,结果为:24 小时平均误差为 149.6km,48 小时平均误差为 316.2km。

表 1 1995 年逐步逼近法试验情况

热带气旋编号	类型	登陆华南	预报次数	24 小时平均误差/km	48 小时平均误差/km
9502	特异	台湾	4	145	340
9504	右折	广东	2	162	276
9505	右折	广东	4	222	378
9506	左折	广东	2	96	/
9508	正常	海南	5	187	319
9509	正常	广东	11	172	353
9511	右折	广东	3	155	221
9514	特异	/	11	168	451
9515	正常	广东	6	157	330
9516	抛物	广西	4	143	220
9519	正常	/	2	60	/
9520	左折	/	11	122	179
9521	右折	海南	11	146	348
全年	/	10	76	平均 149.6km	平均 316.2km

### 3.1 与国内、外各主要预报台综合预报比较

1995 年进入南海的 13 个热带气旋中,登陆华南且路径发生明显转折的有 7 个(9502、9504、9505、9506、9511、9516、9521)。

由表 2、表 3 可以看出,逐步逼近法 24

小时预报准确率明显高于国内、外综合预报水平,48 小时预报准确率高于国内水平,达到国外综合预报水平,特别是对路径明显转折的热带气旋,本方法显示出非常好的预报能力,48 小时平均误差达到 300km 以内,其

2) 资料来源:1995 年广东省热带气旋预报业务试验总结;1995 年广州中心气象台热带气旋档案和年鉴

准确率已明显超过国外对同类热带气旋的综合预报水平。

表2 1995年进入南海热带气旋(13个)本方法与各台综合预报平均误差/km

预报台	24小时	48小时
广州	190	349
北京	220	370
香港	190	335
日本	176	295
关岛	187	314
逐步逼近法	150	316

表3 路径明显转折热带气旋(7个)本方法与各台综合预报平均误差/km

预报台	24小时	48小时
广州	208	376
北京	244	411
香港	229	413
日本	186	309
关岛	206	328
逐步逼近法	152	297

### 3.2 与国内几个主要客观预报方法的比较

在1995年广东省气象局组织的热带气旋预报业务试验中共对9个热带气旋进行了统一试验。三层引导法、SPAC法和综合集成法都参加了正式试验,现利用这三个客观方法的试验结果与本方法作比较分析。在9个试验热带气旋中登陆华南且路径发生明显转折的有5个(9504、9505、9506、9511、9516)。

表6 7个热带气旋在转折点前的移动速度/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 和预报出转折时间

热带气旋	前6小时	前12小时	前18小时	前24小时	前30小时	报出时间
9502	4.1	8.2	18.1	24.9	21.5	前12小时
9504	1.8	5.2	16.6	14.7	/	前12小时
9505	18.7	27.5	23.0	18.4	23.9	×
9506	5.8	11.2	9.3	22.3	/	前18小时
9511	7.3	9.3	28.0	36.0	29.6	前12小时
9516	6.6	15.1	25.9	16.4	13.8	前12小时
9521	14.6	16.6	20.5	34.3	23.9	前18小时

表6、图1可见,除9505号外,其余6个热带气旋在转折点前其移速均明显减小(变化大于 $10\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )。有5个在转折点前6小时内其移速减小到小于 $8\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,其中9504号最小,达到 $1.8\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,而9505号

由表4、表5明显看出,逐步逼近法对路径明显转折的热带气旋的预报能力明显优于其它三个客观预报方法,48小时平均误差达到280km以内。

表4 1995年9个试验热带气旋本方法与3个客观方法平均误差/km

预报方法	24小时	48小时
三层引导	154	411
SPAC	190	332
综合集成	170	353
逐步逼近	163	326

表5 试验热带气旋中路径发生明显转折(5个)本方法与3个客观方法平均误差/km

预报方法	24小时	48小时
三层引导	178	450
SPAC	208	369
综合集成	166	356
逐步逼近	155	273

## 4 适用分析

1995年登陆华南的热带气旋中路径发生明显转折的有7个,本方法对其中的6个都能在转折点前准确预报出其路径转折趋势,只有一个预报失败(9505)。

现对这7个热带气旋在转折点前的移速变化作一比较分析。表6和图1给出这7个热带气旋移速变化情况。

在转折点前12小时仍然是加速移动,在转折点前6小时移速仍然达到 $18.7\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,且移速变化小于 $10\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,这是本方法对其路径转折没有反映的主要原因。其余6个都能预报出转折趋势,其中9502、9504、9506、

9516 的预报都相当精彩(图 2、图 3 给出两个个例),可见本方法对移速突然变化(减速)的转折热带气旋有相当理想的预报能力。

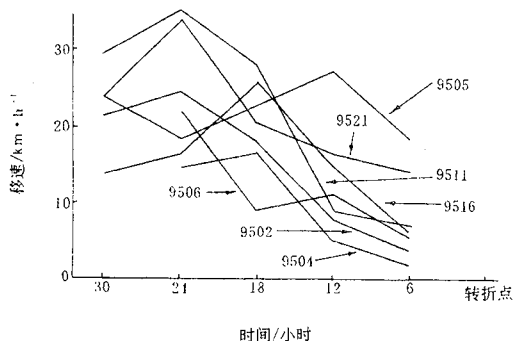


图 1 7 个热带气旋在转折点前移动速度对比

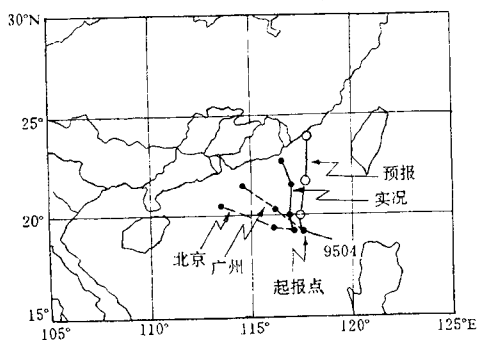


图 2 9504 号热带气旋 7 月 30 日 02 时预报路径对比

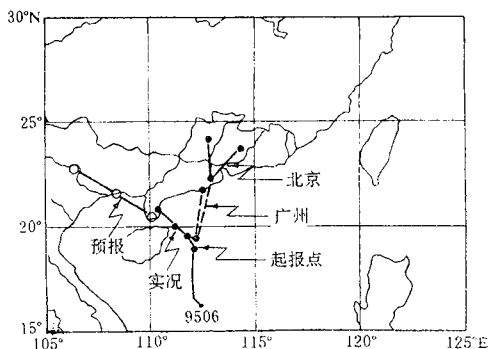


图 3 9506 号热带气旋 8 月 18 日 20 时预报路径对比

从 1995 年情况看,比较理想的预报适用范围为:移速小于  $15\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,移速变化大于  $10\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。同时,移速越小,移速变化越大,预报效果越好。

### 5 结论

综合以上分析,可以得出逐步逼近法的经验适用范围:(1)本方法对路径明显转折的热带气旋有较好的预报能力;(2)移速越小,移速变化越大本方法预报效果越好。

当然,以上仅仅是对 1995 年的热带气旋总结分析得出的结果,还有待于在今后的实践中不断总结修正完善,使之有更高的实用参考价值。

参考文献(略)

## Application of A Step-by-step Approximation Method in Forecasting Tropical Storm's Motion

Mao Shaorong

(Guangzhou Central Meteorological Observatory, Guangzhou 510080)

### Abstract

By comparing experimental results of a step-by-step approximation method with tropical storm forecasts issued by other weather services in China and some international services, and with experimental outputs from some domestic objective forecasting methods during tropical storms season in 1995, it is pointed out that the step-by-step approximation method has good ability in forecasting recurvature of tropical storm's track. The 48 hours mean distance error of the results was less than 300km. The method has more advantages than other objective forecasting methods especially when a tropical storm changed its motion speed markedly.

**Key Words:** tropical storm break point motion speed