

热带气旋预报方法业务预试验的效果分析

张小丽

(广东省气象局, 广州 510080)

提 要

通过对参加1994年夏季热带气旋预报方法业务预试验的8个方法进行实例分析,初步指出各方法的成功之处与不足,以期得到改进和提高。

关键词: 热带气旋 预报方法 业务试验

引 言

80年代后期,随着计算机条件的改善,广东省气象业务人员逐步研制了一些较为客观的热带气旋预报方法,并开始了热带有限区热带气旋数值预报模式的研究。90年代初,热带气旋数值预报模式和两个统计预报方法投入业务运行,但由于模式的物理过程较为简单,两个统计方法也未进行充分的业务试验检验,因此,使用效果未能令人满意。近几年,针对广东省热带气旋预报业务情况,省局设立了部分热带气旋科研攻关项目,经过几年的研究,这些项目已取得了一些成果。1994年省局组织了热带气旋科研攻关项目业务预试验(以下简称预试验),期望通过预试验,检验各项目的预报性能,找出其成功之处与不足,以便改进和提高,促进各项目业务化的进度。

1 预试验概况

参加预试验共有8个预报方法:《南海台风业务数值预报模式》、《区域台风增强预报模式系统》、《台风路径模式预报的统计订正释用方法》、《台风路径客观综合集成预报方法》、《逐段相似气候-惯性预报法》(简称SPAC法)、《三层引导气流法》、《台风突变诊断预报方法》、《热带气旋西行北翘登陆华南预报方法》。预试验预定时间为6月20日至10月31日,预试验目标为进入130°E以西、

14°N以北对广东省可能造成影响的热带气旋。预试验期间共对6个热带气旋进行了预试验,即9404、9405、9406、9407、9414、9419号,其中,9404、9405、9419为西行登陆粤西型,9406、9407为双台风作用型(9406登陆台湾后左折登陆闽南,9407在南海减弱消失),9414号为登陆台湾北上型。9404、9405、9407、9419号为南海台风,9406、9414为西太平洋台风(见图1)。

各方法在预试验中所提供产品的次数见表1。

8个预报方法中,两个为数值预报模式,其中,《南海台风业务数值预报模式》提供三层流场和高度场预报图、降水预报图和由850hPa高度场客观定位的路径预报图,《区域台风增强预报模式系统》提供两层环流形势预报图和降水预报图;《SPAC法》、《台风突变诊断预报方法》和《热带气旋西行北翘登陆华南预报方法》提供路径和强度预报;其它方法提供路径预报。

2 各预报方法的基本原理

《南海台风业务数值预报模式》由80年代末仅包含简单物理过程的6层模式发展成为具有水平格距为111km,垂直分层10层,包含一系列物理过程如辐射、边界层、深浅对流和大尺度凝结等的数值预报模式,在业务运行中,采用套网格系统。从业务化以来的运

行情况看,系统性能比较稳定。

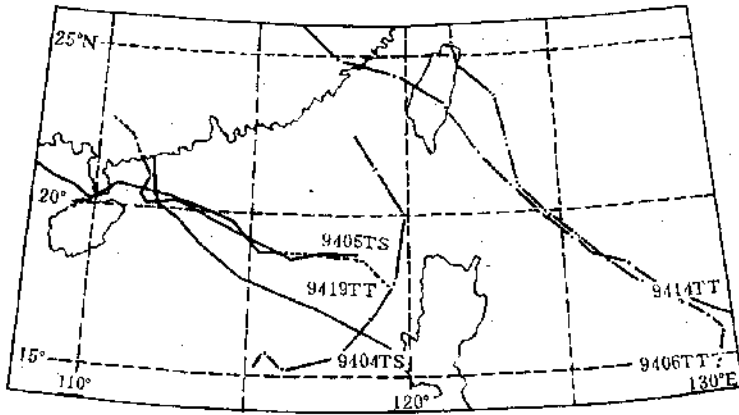


图1 预试验目标热带气旋实况路径

表1 预试验各项目提供产品次数

| 项 目 名 称 | 9404 | 9405 | 9406 | 9407 | 9414 | 9419 | 合计 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|----|
| 南海台风业务数值预报模式 | 2 | 2 | 3 | | 2 | 1 | 10 |
| 区域台风增强预报模式系统 | 2 | 2 | 3 | | 2 | 2 | 11 |
| 台风路径模式预报的统计订正释用方法 | | | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| 台风路径客观综合集成预报方法 | 1 | 1 | 2 | 1 | 6 | 4 | 15 |
| 逐段相似气候-惯性预报 SPAC 法 | | 2 | 8 | 5 | 16 | 12 | 43 |
| 三层引导气流法 | | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 12 |
| 台风突变诊断预报方法 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 13 |
| 热带气旋西行北翘登陆华南预报方法 | 5 | | 9 | 2 | 4 | 3 | 23 |

《区域台风增强预报模式系统》是近几年研制的中尺度数值预报模式,模式水平格距可达45km,垂直方向分10层,物理过程包含对短期预报有重要意义的各种物理过程,如辐射、行星边界层、对流、大尺度凝结等,初值由三维多变量最优统计插值提供。在预试验中,由于计算条件所限,水平格距仅设180km。

《台风路径模式预报的统计订正释用方法》是以欧洲中心中期数值预报产品为基础,选取850hPa、500hPa的风场和高度场作数值预报产品的信息因子进行正交函数扩展分析,选取特征向量与台风本身的因子相结合,进行回归分析而得到的统计模式。

《台风路径客观集成预报方法》采用了4种台风路径客观预报方法:上海统计-动力法、上海PC法、广东相似加权法及日本数值预报方法的预报值作为因子进行统计分析,建立回归预报方程。

《逐段相似气候-惯性预报法》根据热带

气旋历史相似路径、环境气候规律和惯性作用建立的逐段相似加权预报方法,它与90年代初投入业务运行的P+C方法的区别在于该方法将整条路径相似加权改为逐段相似加权,并分区计算热带气旋的活动规律,气候路径与惯性路径在不同的时段所占的权重也不一样。

《三层引导气流法》应用850hPa、700hPa、500hPa三层基本气流进行权重合成,在权重引导流场的基础上引入订正值。

《台风突变诊断预报方法》是在统计分型的基础上,使用数值预报客观资料对各类路径的环境场特征进行分析,通过预报判据逐步判别并订正未来路径和强度的趋势和预报。

《热带气旋西行北翘登陆华南预报方法》是通过对持续偏西行和偏西转偏北行两类路径进行对比分析,在求出不同情况下的系列订正值基础上建立的预报方法。

3 预报效果与实例分析

通过预试验表明,数值预报模式对影响广东省的热带气旋具有较好的预报能力,对一些转折路径能较好地预报出来,对热带气旋造成的降水量级和落区的24小时预报有令人满意的效果,具有较好的业务应用前景。

《南海台风业务数值预报模式》1994年对5个热带气旋进行了预试验,其中对9404、9405的路径和9406的后期路径,尤其对9405的右折路径有较好的预报效果,图2为6月3日20时起报的9405TS预报路径,可见12小时向西北西方向移动,12小时后转向北北西方向移动,登陆粤西电白县附近,模式提前12小时报出转折的趋势,转折的时间和地点与实况基本吻合。因时间关系,未对模式的所有预报结果进行误差统计,但从模式对1993年7个热带气旋进行实例预报试验的效果看,其预报路径的24小时和48小时平均误差均达到170多km,表明模式是具有做南海台风路径数值预报能力的。表2是模式对热带气旋的24小时降水预报情况,对暴雨以上的降水,基本上能报出其大致的量级与落区,其中对9405、9406的降水预报,虽与实况相差12小时,但量级与落区均预报得较好。在预试验中也发现,由于海上资料缺乏,模式使用了欧洲中心数值格点资料,因此受其牵制较大,当资料收集不正常时,对模式的预报效果影响较大。从业务化的角度来说,

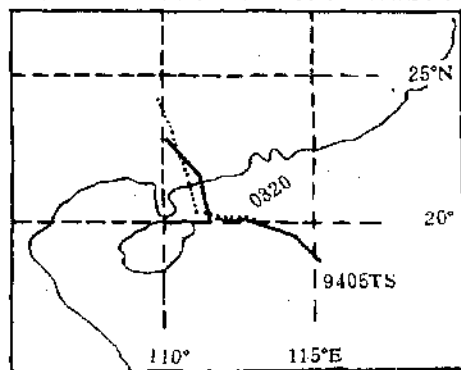


图2 南海台风业务数值预报模式
7月3日20时起报的9405TS未来12、24、36小时预报路径(点线)和实况路径(实线)

其预报时效有待提高。

《区域台风增强预报模式系统》是中尺度数值预报模式,但在预试验中设置的分辨率较低,因此未能报出一些中尺度系统。模式虽然也受资料来报不齐的影响,但其对初值的敏感度较《南海台风业务数值预报模式》小。从表2可看到,模式对24小时降水预报的量级和落区均能令人满意,除了对9406号的预报量级有所偏大外,其余效果均较好,其中,对9405、9406、9419号的36小时预报也与实况相当吻合,如图3a、b分别为9405、9406的36小时降水预报与实况之比较。可以说模式对热带气旋造成的24和36小时降水是具有较好的预报能力的,但模式对48小时的降水预报效果尚差,在实际业务应用中,其预报时效仍有待于提高。

对参加预试验的4个统计解释预报方法所提供的产品进行了误差计算,由表3可见,4种方法的24小时路径预报误差为130—180km之间,48小时为270—400km之间,与国内外客观预报方法的平均误差(24小时为200km,48小时为400km)相比,《三层引导气流法》、《SPAC法》、《台风路径客观综合集成预报方法》有明显的减小,其中各方法对持续偏西行的9419号的预报误差明显小于登陆台湾的9406和9414号,4种方法的24小时和48小时平均误差分别达到149.9km和338.5km,其误差值小于1985年来国内外主要预报台的平均预报误差(24小时为202km,48小时为396km)。其中,《三层引导气流法》的误差值最小,但在业务操作中,需要进行人工读数,因此,其客观程度和自动化程度均尚待提高。《SPAC法》是所有方法中提供产品次数最多的,其操作简便,对正常路径的预报有较高的预报能力,在预试验中,对9406和9407的双台风作用路径也有较好的反映(见图4)。《台风路径客观综合集成预报方法》和《台风路径模式预报的统计订正释用方法》对正常路径也有较好的预报能力。但上

述方法对明显转折的路径预报能力较差,如未能提前预报出来。
对 9405 号的右折和 9414 号登陆时的左折均

表 2 数值模式对目标热带气旋 24 小时降水预报

| 编号 | A | B | 实况 |
|------|----------------------|------------------------|---------------------------------|
| 9404 | 阳江、茂名附近有 50mm 降水 | 阳江、茂名、珠海一带有 100mm 降水 | 湛江附近局部有大暴雨,茂名局部有大雨 |
| 9405 | 阳江、茂名、湛江有 120mm 降水 | 粤西到珠江口有 50--100mm 降水 | 阳江、茂名、湛江有暴雨到大暴雨(后延 12 小时) |
| 9406 | 潮汕到梅州有 80mm 降水 | 潮汕、梅州及以东福建地区有 100mm 降水 | 潮汕—梅州有暴雨到大暴雨,大暴雨中心在汕头(后延 12 小时) |
| 9414 | 无暴雨以上降水 | 无暴雨以上降水 | 无暴雨以上降水 |
| 9419 | 阳江、茂名、湛江一带有 100mm 降水 | 粤西沿海有 100mm 降水 | 粤西沿海、雷州半岛、海南岛有暴雨,大暴雨中心在海南岛北部 |

注: A, 南海台风业务数值模式; B, 区域台风增强预报模式

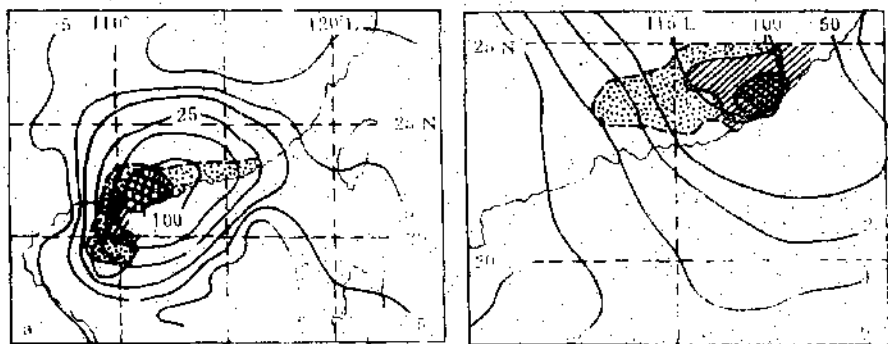


图 3a 《区域台风增强预报模式系统》7 月 3 日 20 时起报的 12—36 小时(9405TS)降水预报图

图 3b 《区域台风增强预报模式系统》7 月 10 日 20 时起报的 12—36 小时(9406TY)降水预报图

注: 实线为预报降水等值线, 网格区为大暴雨实况, 斜线区为暴雨实况, 点区为大雨实况

表 3 4 种客观预报方法路径误差值/km

| 项 目 | 时 段 | 9405 | 9406 | 9414 | 9419 | 合 计 |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 台风路径模式预报的统计订正释用方法 | 24h | | 206.8 | 290.4 | 99.0 | 180.4 |
| | 48h | | 467.5 | 651.2 | 245.3 | 402.6 |
| 台风路径客观综合集成预报方法 | 24h | 155.1 | 155.1 | 158.4 | 139.7 | 151.8 |
| | 48h | | 264.0 | 480.7 | 239.8 | 349.8 |
| 逐段相似气候-惯性预报 SPAC 法 | 24h | 212.3 | 163.9 | 132.0 | 102.3 | 134.2 |
| | 48h | | 438.9 | 377.3 | 106.7 | 331.1 |
| 三层引导气流法 | 24h | 231.5 | 107.8 | 97.9 | 94.6 | 133.1 |
| | 48h | | | 236.5 | 317.9 | 270.6 |

多年来,人们已注意到,对热带气旋正常路径的预报,国内外已有一些可供业务使用的客观预报方法,而对异常路径的预报,目前尚无确实可行的办法。为此,近年我们组织了热带气旋突变的重点攻关课题。预试验中,《台风突变诊断预报方法》对判别热带气旋是否会发生路径和强度的突变具有较高的参考

价值。图 5a、b 分别为对 9405 和 9419 号的预报路径,除了 9405 号第一次预报转折的时间有所提前外,其余的预报均与实况比较吻合。把该方法对 6 个目标气旋作了粗略的误差计算,其 24 小时和 48 小时的平均误差分别达 103km 和 226km,与其它客观预报方法的误差值相差接近一半,其业务前景是诱人的。

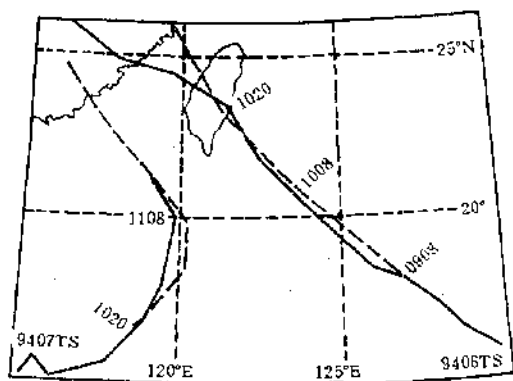


图4 SPAC法7月9日08时起报的9406TY预报路径(虚线)和7月10日20时起报的9407TS预报路径

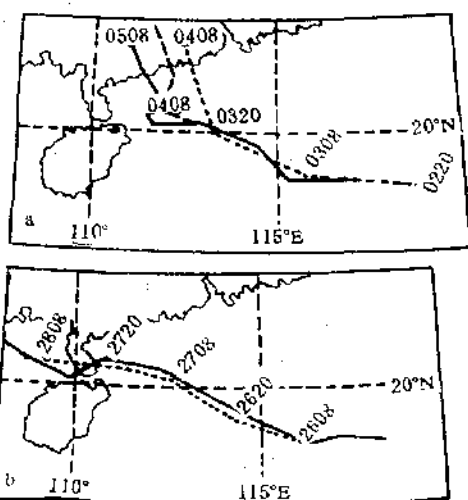


图5 台风突变诊断预报方法对9405TS的预报路径(a)及对9419TY的预报路径(b)

《热带气旋西行北翘登陆华南预报方法》在预试验中,对9419号的24和48小时预报路径分别达109.9km和147.3km,对菲律宾以东西行北翘的9414号误差达185.9km和343.4km,对登陆台湾后左折的9406号误差较大。该方法对1995年4个目标气旋路径预报的平均误差统计结果表明比上述方法误差均大,因此有待于进一步改进。

4 结束语

综上所述,一些方法虽然可预报出热带气旋的转折路径,但每天可提供产品的次数不够多,受资料的限制也大,操作也不够简

便,而另一些方法虽然对转折路径预报较差,但对正常路径仍有较好的预报能力,可提供产品的次数也多,操作简便。预试验的目的在于促进预报方法的业务化,因此对有业务化要求的科研项目来说,除了注意提高其预报能力外,还要注意提高其实际的预报时效,提高客观化与自动化程度。通过1994年的预试验,可以初步得出各方法存在的优点和不足,从而促进各方法的改进和提高,为1996年正式业务试验打好基础。

An Analysis of the Pre-experimental Effect of Tropical Cyclone Forecast

Zhang Xiaoli

(Guangdong Province Meteorological Office, Guangzhou 510080)

Abstract

Analyses of eight tropical cyclone forecasts have been made in the operational pre-experiment in the summer of 1994. The advantages and disadvantages of these methods were given.

Key Words: tropical cyclone forecasting operational experiment