

台风试验陆地加密观测在数值天气预报中的作用*

朱宗申 马清云 郝 民 陶士伟

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

采用国家气象中心(NMC)有限区同化预报系统(HLAFS)和华北区域分析预报系统(NCAFS)的基本方案,选择“八五”期间台风试验期进行陆地测站特殊加密观测的两个台风个例作数值天气预报(NWP)试验,探讨这些资料在 NWP 中的作用.试验结果表明:陆地测站加密地面观测资料,对 NMC 的 NWP 系统的预报,尤其在较高分辨率情况下,具有较明显的改进作用.

关键词:地面加密观测 数值预报 影响

引 言

为了提高对台风路径异常、强度突变和暴雨突然增幅的科学认识,改进台风预报水平,开展新的台风预报技术研究,国家科技攻关 85-906 项目于 1993 年和 1994 年组织了台风现场科学、业务试验,选定了 8 个目标台风进行实时观测;以后,又补选了 2 个非实时的目标台风.通过试验,取得了大量的加密观测数据,并进行资料的整编.本文利用 NMC “八五”期间开发的 NWP 业务系统的基本方案,选择两个强度大、影响广、在当年危害最为严重的 9216 和 9406 号登陆台风个例进行 NWP 试验,以此评估陆地空间加密地面观测资料在 NMC 的 NWP 中的作用.

1 NWP 基本方案

采用“八五”期间 NMC 开发的两个业务 NWP 系统的基本版本.它们分别为有限区同化预报系统(HLAFS)和华北区域分析预报系统(NCAFS).为了合理利用加密观测资料,改善试验区域内的预报效果,试验系统方案作了相应的修改,增加分析格点所利用的陆地地面资料数目和扩大系统地理区域.

1.1 HLAFS 方案

HLAFS 由区域资料同化系统(RDAS)^[1]和有限区预报模式^[2]组成. RDAS 包括资料

* 本研究得到自然科学基金项目 49794034 的资助.

1997-08-04 收到,1998-06-17 收到再改稿.

预处理、 σ 面的增量统计插值分析、非绝热非线性正规模初值化和同化预报模式等几个主要部分,有限区预报模式与RDAS中的同化预报模式相同.试验系统的区域扩大为 $0^{\circ}\sim 65^{\circ}\text{N}$ 、 $55^{\circ}\sim 146^{\circ}\text{E}$,水平分辨率仍为 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 经纬度,垂直方向为15层 σ 面.

1.2 NCAFS方案

NCAFS主要由甚细网格统计插值分析^[3]和区域预报模式^[4]组成.试验系统和业务系统相同,区域为 $25^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ 、 $95^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$,水平分辨率为 $0.5^{\circ}\times 0.5^{\circ}$ 经纬度,垂直方向分析在1000~50 hPa的14层等压面进行,预报模式为20层 σ 面.

上述HLAFS和NCAFS两个试验系统,均采用NMC的T42L9全球预报系统提供的 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 经纬度客观分析的历史存档资料的插值作为侧边界条件.

2 试验个例和方案

2.1 试验个例

试验选用9216和9406号台风作为个例.

9216号台风于1992年8月27日在西太平洋洋面上生成,有规律地向西偏北方向移动,30日中午登陆我国台湾,次日晨再次登陆福建长乐,31日夜间台风中心在闽北山区减弱消失,并于皖南形成一个次中心,该中心向东北方向移动在苏北沿海入海,变性为温带气旋.受这个台风影响,南自福建、北至辽宁、吉林的我国东部广大地区,出现了大范围强降雨.这个台风是个补选目标台风,对该台风影响涉及的主要11个省市,先后有673个测站进行了每小时地面加密观测资料的增补收集,与通常业务情况下在该地区仅能应用136个站点观测资料相比,分布相当稠密.

9406号台风在1994年7月8日生成于菲律宾以东洋面,向西北移动,10日晚登陆台湾东南部,11日晨再次登陆福建晋江,当晚进入江西境内减弱成低气压,并折向北偏东移动,13日在辽宁消失,路径较9216号台风深入内陆.它所造成的降雨,自南向北多达十多个省市.由于南北系统相互作用,在台风低压北方出现暴雨的增幅,暴雨强度及范围甚至超过长江以南地区.观测试验期间,有16个省市参加每小时地面加密观测,测站总计有1037个,业务情况仅可能提供223个站点.另外,在台风影响时段和地区,先后有19个探空站参加06:00、18:00 UTC的增补观测(12个站增补1次,4个站2次,3个站3次).

2.2 试验方案

分别对使用实际业务资料和增补加密观测资料(陆地地面观测为空间加密,探空观测仅9406号台风有极少量时间加密¹⁾)的两种情况(以下分别简称业务和增补方案),进行第1节中所述NWP试验方案的计算,并加以对比.表1给出上述两种不同观测资料情况进行NWP效果比较的试验方案.模式预报初始时刻的选取,主要考虑当时是否已有较多加密观测资料可以提供使用.

1) 试验采用的HLAFS资料同化方案为6小时周期的间歇资料同化方案,不能利用每小时间歇的时间加密地面观测.

表 1 观测资料应用试验方案

试验 台风	HLAFS		NCAFS		加密资料
	资料同化	模式预报	分析和模式预报		
9216	8月29日12:00 UTC	31日00:00 UTC 36 h 预报	31日00:00 UTC 分析和 36 h 预报		地面(空)
	~9月1日12:00 UTC	31日12:00 UTC 24 h 预报	31日12:00 UTC 分析和 24 h 预报		673 个站
9406			10日12:00 UTC 分析和 36 h 预报		地面(空)
	7月9日12:00 UTC	11日00:00 UTC 48 h 预报	11日00:00 UTC 分析和 36 h 预报		1037 个站
	~13日12:00 UTC	11日12:00 UTC 48 h 预报	11日12:00 UTC 分析和 36 h 预报		少量探空(时)
			12日00:00 UTC 分析和 36 h 预报		19 个站

3 NWP 试验结果

3.1 HLAFS 方案

对比上述两个个例在两种不同观测资料情况下的计算结果. 对于区域同化分析场和 6 h 短时预报的形势和降水场, 总的来说两者比较接近, 但有些细节仍有一定差别, 增补方案稍有改进. 例如, 8月31日 06:00~18:00 UTC, 在 9216 号台风的地面倒槽中皖南地区台风低压次中心的形成过程、位置和强度, 利用加密观测资料的增补方案较接近实况. 短时降水 NWP 的准确性, 除受 NWP 模式影响外, 与初值所反映的大气动力和热力结构的协调和真实性有密切关系. 图 1 给出 8月31日 06:00~12:00 UTC 的 6 h 降水量, 对于长江以北地区的强降雨区(无论强度或分布), 增补方案的预报明显地比业务方案与实况更为吻合. 至于 24 h 及以上的短期预报结果, 两种观测资料方案的差异似乎并不明显.

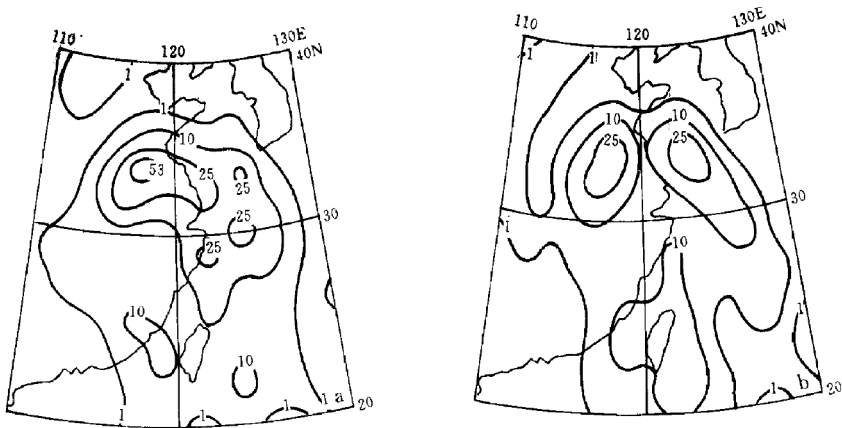


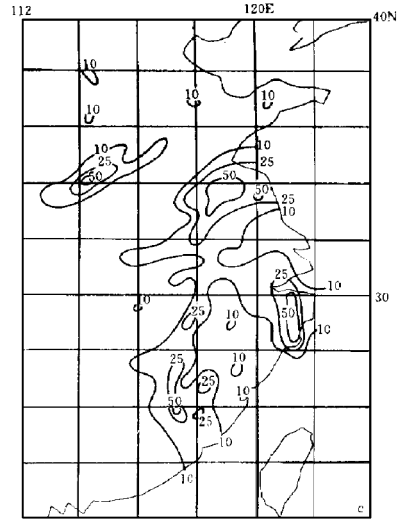
图 1 1992 年 8 月 31 日 06:00~12:00 UTC 6 h 降水量
(a) 增补加密地面观测资料 HLAFS 方案 6 h 预报
(b) 业务观测资料 HLAFS 方案 6 h 预报 (c) 实况

3.2 NCAFS 方案

在甚细网格方案中,利用加密地面观测资料对 NWP 则有较明显的影响.图 2 是 1992 年 8 月 31 日 12:00 UTC 的海平面气压场细网格分析.与 HLAFS 方案对比结果相似,而且增补地面加密观测资料后,细网格分析的地面台风倒槽表现更为明显,倒槽北端台风低压次中心出现且表现得更清楚.

利用加密地面观测资料,不仅改善了细网格地面分析场,由于采用了三维统计插值方法,还可以利用地面信息在对流层低层获得具有较真实和细致特征的大气初值.降水预报往往能较好地显示这种初值改进的效果.对比使用两种资料分析所作的 24 h 降水预报可发现(图 3),120°E

附近从江南北伸的南北向降雨带与实况相比,两个方案都比较接近.但仔细分析可以看到,实况中皖南、赣北和冀西南、豫北的两条 100~200 km 宽,400~500 km 长的近南北走向的中尺度强降雨带,在业务方案预报中没有反映,而增补方案给出了较好的预报.其中皖南、赣北的强降雨带在 8 月 31 日 00:00 UTC 的增补方案预报中已有反映,而业务方案的预报只是大范围相连的降水区,雨带反映不明显.



(续图 1)

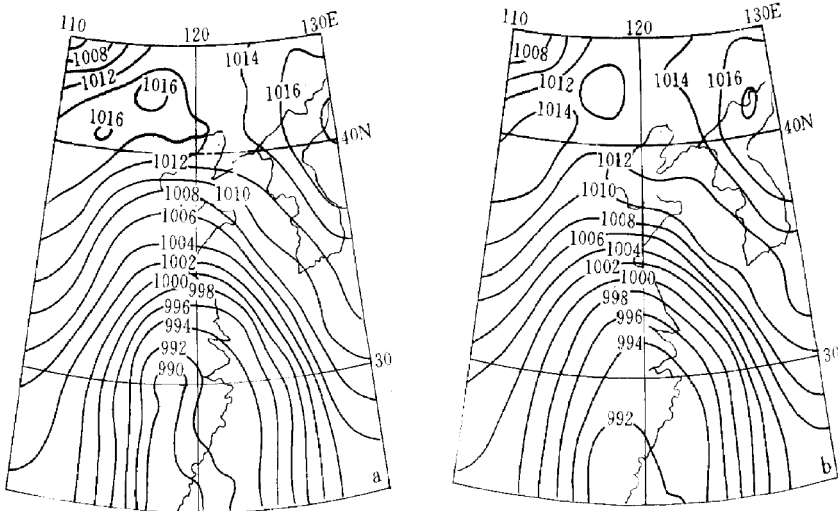


图 2 1992 年 8 月 31 日 12:00 UTC 海平面气压分析场
(a)增补加密地面观测资料方案 (b)业务观测资料方案

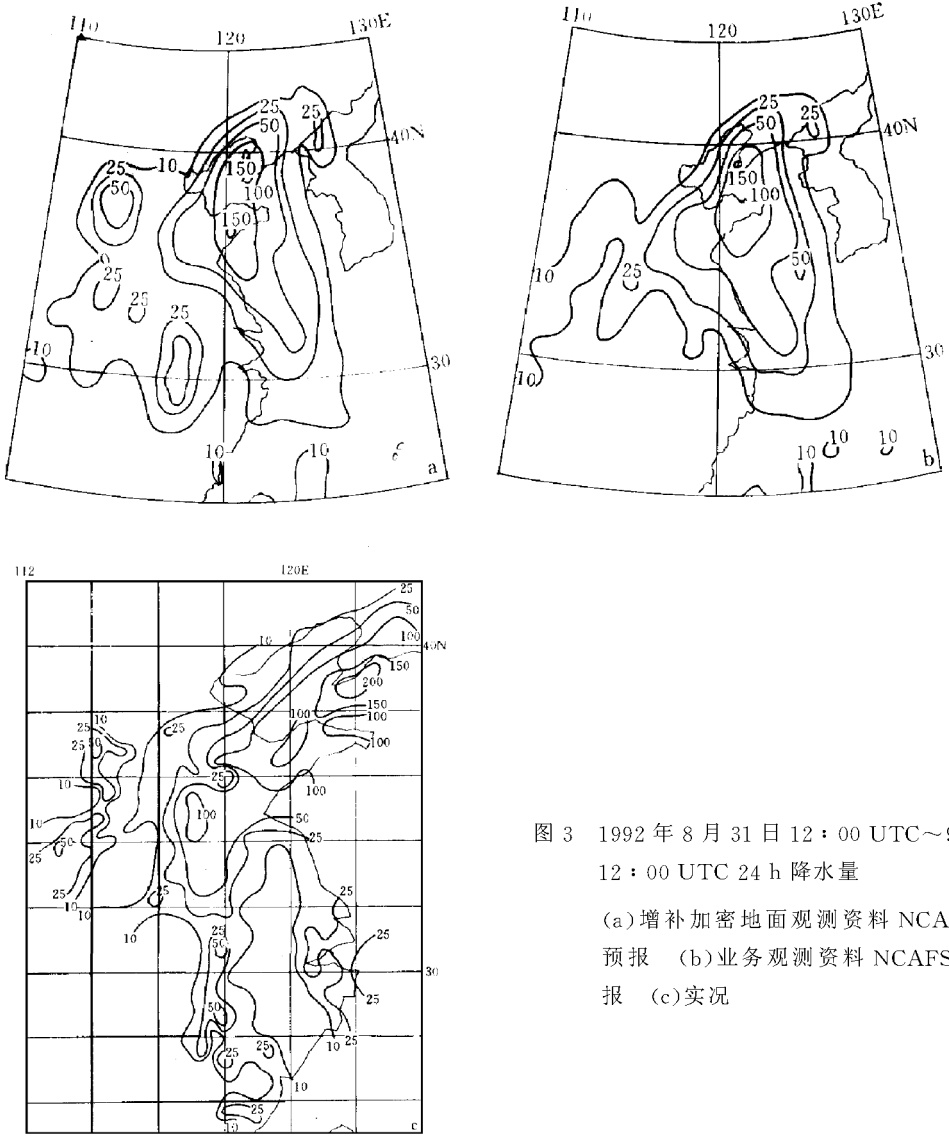


图 3 1992 年 8 月 31 日 12 : 00 UTC ~ 9 月 1 日 12 : 00 UTC 24 h 降水量
 (a) 增补加密地面观测资料 NCAFS 方案预报 (b) 业务观测资料 NCAFS 方案预报 (c) 实况

9406 号台风, 由于 1994 年 7 月 10 日 12 : 00 UTC 和 11 日 00 : 00 UTC 的地面加密资料, 主要位于 NCAFS 区域南边界附近的范围内, 受模式嵌套的限制(侧边界取自没有利用加密观测资料全球谱模式 T42L9 的分析), 两种资料方案的计算结果很相似. 7 月 11 日 12 : 00 UTC 和 12 日 00 : 00 UTC 的两种方案的形势、降雨预报与实况基本吻合, 但对暴雨强度预报明显偏弱, 而华北地区实况则出现了大范围 100 ~ 200 mm 以上的大暴雨. 但是, 对强降雨带分布, 增补方案好于业务方案. 图 4 给出 7 月 12 日 00 : 00 UTC ~ 13 日 00 : 00 UTC 的 24 h 降水量, 两个方案预报的华北地区北部强降雨带的位置比实况稍偏北, 增补方案中暴雨区形状和东伸程度比业务方案接近实况, 且业务方案在 35°N 110°E 附近出现了虚假的强暴雨区.

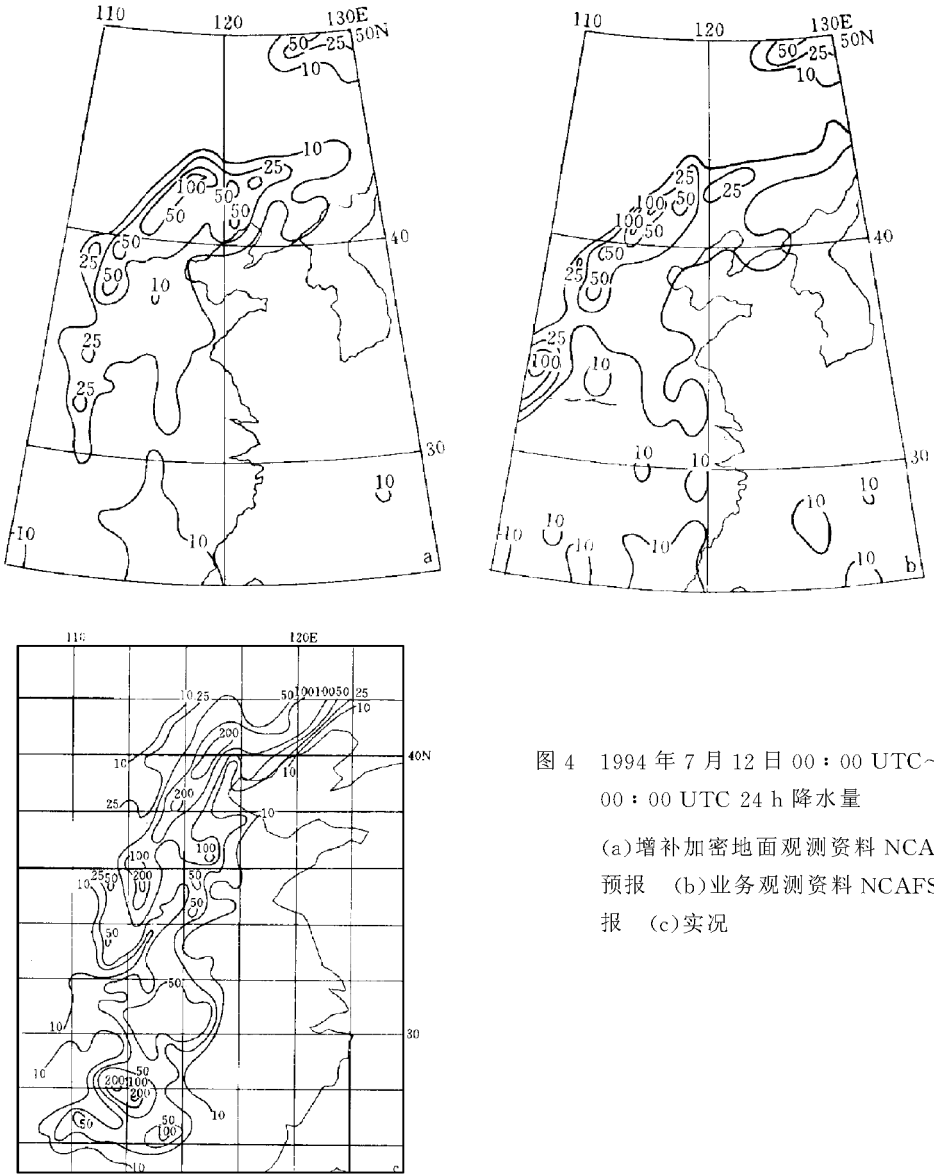


图4 1994年7月12日00:00 UTC~13日00:00 UTC 24 h 降水量
 (a) 增补加密地面观测资料 NCAFS 方案预报 (b) 业务观测资料 NCAFS 方案预报 (c) 实况

4 小 结

(1) 加密陆地地面观测资料对于 NMC 的 HLAFS 分析和预报有一定的改善,但总的效果不很明显,这可能与 HLAFS 的水平分辨率较粗($1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 经纬度)有关。目前我国东部地区的常规发报地面观测网已经比较稠密,可能已基本满足较粗网格这个系统的需要。

(2) 加密陆地地面观测资料在 NCAFS 分析和预报中,对于较大尺度的形势和大范围降雨区的预报改进虽不十分显著,但对一些尺度为 200~300 km 宽,数百公里长的雨

带预报,在某些个例中显示有较明显的改进作用.因此,在进一步提高我国业务 NWP 系统分辨率时,尽可能充分地利用我国现有的各种地面观测网资料是有意义的.

(3) 上述试验表明,这些台风试验加密观测资料,对于改进数值模拟显然是有价值的.

(4) 台风加密观测资料中缺少空间加密探空观测,且时间加密测站和观测次数也较少,这或许是这次现场观测试验的缺陷.

由于试验选用的个例较少,因此结果也是初步的.希望在“八五”期间获得的这些宝贵资料,今后能够得到更充分的应用.

参 考 文 献

- 1 朱宗申,马清云,陶士伟,等. 国家气象中心区域资料同化系统. 台风、暴雨业务数值预报方法和技术研究. 北京:气象出版社,1995. 545~554.
- 2 闫之辉,赵俊英,郑国安,等. 暴雨预报模式实时资料预报试验. 台风、暴雨业务数值预报方法和技术研究. 北京:气象出版社,1995. 85~93.
- 3 郝民,朱宗申,钱滔滔. 北京区域中心中尺度数值预报系统客观分析方案及试验. 国家气象中心科技年报(1996)A册(气象类). 北京:国家气象中心,1997. 237~244.
- 4 钱滔滔,郑国安,郭肖容,等. 华北区域数值模式及模拟试验. 国家气象中心科技年报(1995)A册(气象类). 北京:国家气象中心,1996. 270~279.

IMPACT OF THE INTENSIVE OBSERVATIONAL DATA FROM THE TYPHOON EXPERIMENTS ON NWP

Zhu Zongshen Ma Qingyun Hao Min Tao Shiwei
(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on the basic schemes of the High-resolution Limited-area Assimilation Forecast System(HLAFS) and North China Analysis and Forecast System(NCAFS) developed by National Meteorological Center(NMC), the experiments of Numerical Weather Prediction(NWP) for the cases of typhoons No. 9216 and No. 9406 are made using the intensive observational data of these periods. The experimental results show that the intensive observational data of ground stations could make great improvement for the forecast of NWP system of NWC, especially in the case of high resolution.

Key words: Intensive surface observational data Numerical Weather Prediction(NWP)
Impact