

华北地区区域性暴雨综合 预报技术¹⁾

李延香²⁾

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

华北地区区域性暴雨综合预报技术是以 HLAFS 数值降水预报产品为基础,以物理量诊断为主要依据,综合使用红外卫星云图、常规气象资料和国内外数值预报产品等众多信息逐步订正,以人机结合方式制作华北地区区域性暴雨预报的技术。实验表明,该技术对华北暴雨有较好的判断和预报能力,其主要特点是:基本上模拟预报员的预报思维和业务流程制作暴雨预报;系统分段执行,透明度高,便于改进,也有利于预报员了解暴雨发生发展的机理和规律。

关键词: 华北暴雨 综合预报技术 系统设计 预报效果

引 言

暴雨是华北地区的主要灾害性天气之一,多数暴雨,特别是致洪暴雨,除了有利的大型环流背景外,无一不与中尺度天气系统相关,然而传统的天气学预报方法和单纯的数值预报,就预报本身所使用的资料的时空分辨率来看均难于捕捉中尺度系统,因而目前暴雨的预报准确率还很低。卫星、雷达图像和资料为中尺度和暴雨预报提供了重要的短时预报信息。该项目正是基于上述现实情况所开展的一项以国家气象中心现代化气象业务环境为依托,以数值预报为基础,以物理量诊断为主要依据,综合使用卫星、雷达、常规资料逐步订正,以人机结合的方式制作华北地区区域性暴雨短期预报技术研究。

1 系统组成

系统由以下四部分组成:

(1)根据天气学方法和国内外数值预报产品分别进行第一和第二级暴雨消空;

(2)根据 HLAFS 数值降水预报产品确定暴雨警戒区;

(3)根据物理量诊断确定暴雨初步落区;

(4)根据卫星图像、降雨量和天气实况、数值预报产品逐步补充修改暴雨初步落区,做出最后暴雨落区预报。

上述 1、4 项采取人机结合的方式,2、3 项由计算机自动计算、判断并给出暴雨初步落区。

由于目前华北地区雷达图像尚未实时进入国家气象中心会商室的气象信息综合分析处理系统(MICAPS),因此雷达图像暂时没有用于实验中。

2 预报流程及各部分技术简述

本系统预报流程如图 1 所示,以下将简要介绍各部分技术方法。

1) 本工作为中国气象局气象科技“短平快”项目。

2) 参加本工作的还有徐传玉和滕俏斌。

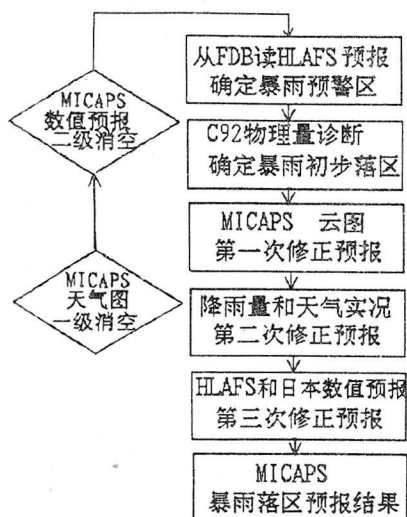


图1 华北地区暴雨落区综合预报流程图

2.1 暴雨消空

为了提高预报准确率,同时尽可能节约人力、物力和机时,首先作暴雨消空。

(1)1级消空:是根据12Z天气图、应用天气学方法,凡同时满足以下4个条件,确定24小时内华北区域无暴雨:

a. 35—45°N, 100—125°E 区域内无西风槽;

b. 35—50°N, 100—130°E 区域内无高空冷涡;

c. 30—45°N, 100—125°E 区域内无中低层低涡切变、地面气旋、冷暖锋且24小时内没有这些系统移入该区域;

d. 25—40°N, 110—125°E 区域无东风波和热带气旋、且24小时内没有该类系统移入。

(2)2级消空:如果(1)中任一天气条件出现,但HLAFS和日本数值预报产品在相应的时段里均没有10mm及以上降雨,认为华北区域没有暴雨,进行二级消空。

2.2 确定暴雨警戒区

根据1995年7、8月和1996年6、7月共

4个月的HLAFS数值降雨预报产品普查发现,总的来看,HLAFS对于中雨预报的准确率较之暴雨明显的高,而暴雨预报的准确率相当低,但我们发现了一个重要事实,那就是,实况50mm及以上的降雨基本上都落在HLAFS预报的10mm线所包围的降雨区内,仅少数个例中山东部分地区的暴雨例外。因此,我们选取HLAFS的10mm线所包围的区域作为暴雨预警区或称警戒区。预警区的确定由计算机自动从FDB预报资料库里调用并将格点资料插值到站点上。

2.3 物理量诊断确定暴雨初步落区

根据对1995年6、7、8月和1996年7月共4个月的诊断分析和华北地区的研究成果,选取了一些物理意义较明确,且有一定诊断能力的物理量,确定出它们与暴雨对应的阈值。这些物理量包括:KY指数、垂直运动速度、涡度平流、300hPa与850hPa的散度差、水汽通量散度、假相当位温、700hPa与850hPa的假相当位温之差、850hPa的露点温度、700hPa的露点温度、压能共10个因子(表1)。如果某一站点7个或7个以上的物理量达到阈值且该站点落在HLAFS预报的10mm降雨范围内就认为该站点将出现暴雨,这样就可以确定出暴雨初步落区。这一部分在C92计算机上自动计算判断,然后在MICAPS上输出计算结果。

2.4 卫星图像订正暴雨落区

根据1983—1989年6—8月红外云图特征量与6小时降雨量相关资料统计结果和近几年的暴雨个个例对比分析,得出华北暴雨可能出现的相应的红外云图TBB阈值(—55℃)。如果某一区域上空出现了TBB值低于这个阈值的云系,就认为该区域及其下方将出现暴雨。以云区范围内700hPa平均风速为引导气流做该区域的暴雨外推预报,然后修订初步暴雨落区。

表1 确定暴雨初步落区所用的诊断量

序号	名称	符号	阈值	单位
1	假相当位温(850)	CT	≥ 357	K
2	水汽通量散度(850)	DQ	$-24-10$	$(\text{kg/s}) \times 10^{-1}$
3	散度差(300—850)	DV	$-25-50$	$(1/\text{s}) \times 10^{-7}$
4	KY 指数	KY	$3-9$	无量纲
5	压能(850)	PE	$0-30$	$(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}) \times 10^{-4}$
6	假相当温度差(700—850)	T	$-5-0$	K
7	露点(850)	D8	≥ 16	C
8	露点(850)	D7	≥ 6	C
9	涡度平流(500)	VR	$-150-200$	$(\text{m} \cdot \text{s}^{-2}) \times 10^{-11}$
10	垂直运动速度(850)	WW	$-14-18$	$\text{hPa/s} \times 10^{-4}$

2.5 根据降雨量和天气实况订正暴雨落区

(1) 如果 TBB 值达不到出现暴雨的阈值,但达到了大雨出现的阈值(-46°C)、且其强度是加强的,同时在这片云系下方附近地区已出现成片的(3 站以上)大于或等于 30mm/6 小时的降雨区,也认为该区域将出现暴雨。同样按 700hPa 平均风速做 6 小时降雨实况外推,进一步修正暴雨落区。

(2) 根据高空、地面形势和具体要素分析,确认暴雨的影响系统已经移出某地、或即将移出某地,且其影响已明显减弱,降雨已经停止,或虽未停止但 6 小时降雨量已小于 1mm(含 1mm),或者红外云图的 TBB 值已高于 -33°C ,在这种情况下,尽管某地根据物理量诊断后确定可能有暴雨,但在修订暴雨落区时也要剔除。

2.6 参考 HLAFS 和日本降水数值预报图,

如果两种预报图上在某一区域均报了暴雨,且其中又有大于 100mm 降雨时,认为该区域可能出现暴雨,对暴雨进行最后修正。但当这一规则与 2.5 中规则(2)相矛盾时,应以前者为准。

3 实验情况及效果

1996 年 9 月 24 日—10 月 29 日系统正式投入实验,逐日定时作华北区域 24 小时暴雨预报。在这一时段,华北地区未出现成片暴

雨过程,仅出现过局地性暴雨。就有无暴雨而言,预报准确率为 94%。

鉴于 9—10 月暴雨过程很少,为了测试本技术方法对盛夏暴雨落区和落点的预报性能,我们又对 8 月初出现在河北等地的一次与 9608 号台风低压有关的致洪暴雨过程进行了事后预报,预报效果(图 2)较好。8 月 3、4、5 日华北区域出现了成片暴雨,该技术三天均报出了成片暴雨。三天降雨预报相比,5 日最好,3 日较差。尽管 3 日的 24 小时预报没有报出石家庄的特大暴雨,但 4 日的山西到河北一带,特别是河北大范围的暴雨(含大暴雨)均报出,无一漏报。5 日 7 站暴雨报对 5 站,漏报 2 站,漏报原因可能是由于 HLAFS 的 10mm 降水南界预报偏北,也就是说暴雨警戒线偏北所致。总的看来,该技术方法的漏报率较小,但空报率较大,三天空报率均大于漏报率,预报偏差或者说暴雨预报面积偏大是该技术方法的主要弱点,这也是造成空报率大的一个原因,还有待于改进。

将本技术方法与 HLAFS 降水预报相比(表 2),就本次过程的 TS 评分而言,前者明显高于后者。3 日和 5 日,HLAFS 尽管分别在河南北部和河北北部报了小范围的暴雨区,但均没有落在实际暴雨落点,因此评分为 0。4 日 HLAFS 预报的暴雨预报范围也较

小,仅太原一站暴雨落点报对。

将本技术方法与日本亚洲和远东谱模式数值降水预报相比,前者也显著好于后者,对

该特大暴雨过程,日本的上述模式 24—36 小时预报均未报出暴雨。

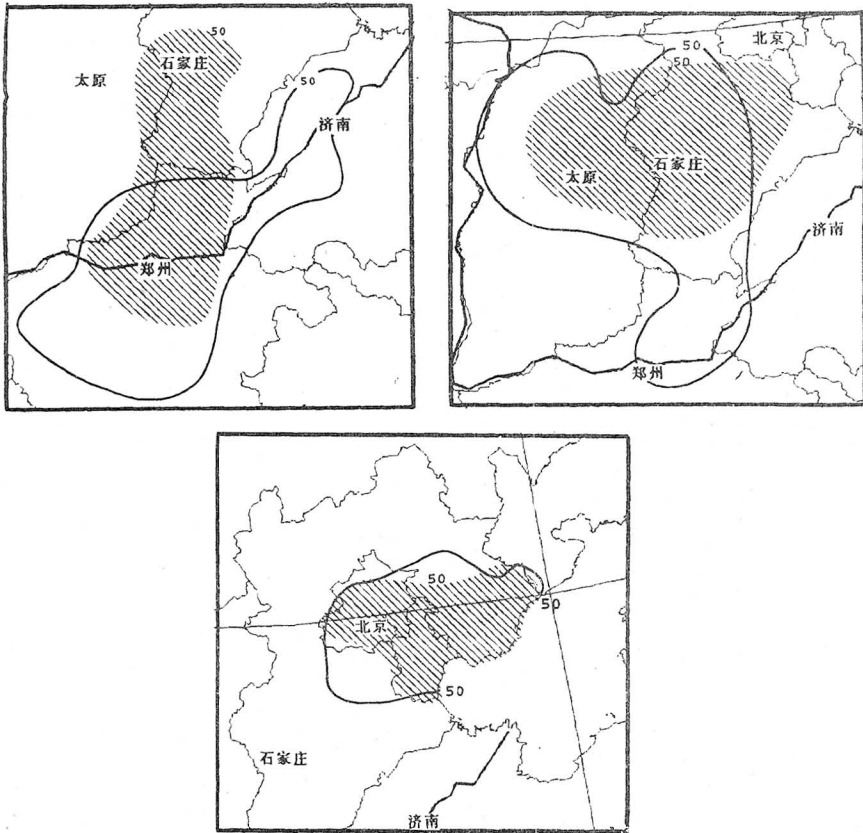


图2 上左:8月3日8时华北区域24小时暴雨(实线)和相应的实况(阴影区)
上右:8月4日8时
下图:8月5日8时

表2 1996年8月3—5日综合预报技术和HLAFS预报检验结果

月	日	方案	Ts	B	Po	NH	EH
8	3	NC	0.15	2.5	0.25	0.80	0.66
		H	0.00	0.0	1.00	0.00	0.92
8	4	NC	0.36	2.8	0.00	0.64	0.82
		H	0.25	0.3	0.08	0.00	0.94
8	5	NC	0.45	2.0	0.29	0.58	0.84
		H	0.00	0.3	1.00	0.03	0.88

注:NC为华北地区区域性暴雨综合预报技术预报评分;H为HLAFS预报评分;
NH和Po分别为空、漏报率,B为预报面积偏差,EH为有效率。

4 小结与讨论

4.1 该技术方法不同于 MOS、PP、PPM 预报,也区别于专家系统。它基本上是模拟预报员的预报思维和流程,综合运用众多的资料信息和数值预报产品,最后作出暴雨落区预报。因此,它也是力图摆脱几十年来以天气学方法为主、基于手工操作的预报方法和流程的一种尝试。

4.2 该系统分段执行,透明度大,有利于预报员在执行过程中了解每段产品及其与暴雨的相关情况。这样不仅有利于对每段预报结果进行检验,而且也有利于系统的改进与完善。将不同层次、不同类型的天气形势、物理量场、卫星云图等图形图像进行叠加和动画

对比分析,有利于预报员在使用过程中了解在不同天气形势下造成暴雨的天气系统的物理结构及其发生发展的规律和机理。

4.3 该系统对华北地区区域性暴雨有较好的判断和预报能力,但因试报时间较短,其预报性能还要在实践中进一步检验。目前物理量诊断确定初步暴雨落区用的是固定的阈值,今后如对造成暴雨的天气型和影响系统进行分类、分区判断并增加雷达回波和可见光云图修正,将有利于提高暴雨预报准确率。

致谢:国家气象中心李泽椿院士对本技术方法提出指导意见,范惠君研究员提供了1983—1989年红外云图反演降水结果,刘还珠副研究员、黄卓和钮丛笑同志在物理量诊断和图形像显示方面给予帮助,在此一并致谢。

A Comprehensive Technique for Forecasting Regional Torrential Rain in Huabei Area

Li Yanxiang

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

The comprehensive technique is a man and computer interactive system for forecasting regional torrential rain in Huabei area, which is based on numerical precipitation prediction products of HLAFS, judged by diagnosis of meteorological elements and corrected step by step by using infrared satellite images, conventional meteorological data and NWP both domestic and abroad. Experimental study shows that this technique has a remarkable ability to identify and forecast torrential rain in Huabei Area. The main characteristics of the system are the following: first, it basically simulates the forecaster's thinking and work procedure to forecast torrential rain; second, as working step by step, the system has higher transparency and is convenient for further improvement and for forecaster to know the mechanism and law of torrential rain onset and development.

Key Words: torrential rain in North China comprehensive forecasting technique system design results of forecast