

暴雨落区预报实用方法

刘还珠 汤桂生 主编



气象出版社

暴雨落区预报实用方法

刘还珠 汤桂生 主编

气象出版社

内 容 简 介

本书在中国气象局“九五”《暴雨落区逐级指导预报》课题的技术总结基础上,共收集了 32 篇论文。书中介绍了国家级、省级和地市级气象局在应用数值预报产品过程中建立了与本地天气经验相结合的暴雨落区预报方法,除了常用的统计动力释用、相似预报和物理量诊断等方法外,还专门探讨了人工神经网络、模式识别等智能计算技术,以及各种预报方法的智能综合集成技术在暴雨落区预报中的应用。采用 TS、BS 评分及相应的技巧评分来检验预报效果,发现问题,及时修正。所研制的各种方法对暴雨预报客观化、量化及提高暴雨落区预报的准确率,做好气象服务有一定的应用价值。

本书可供气象、水文、海洋等气象科技人员,大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

暴雨落区预报实用方法/刘还珠,汤桂生主编. —北京:气象出版社,
2000.11

ISBN 7-5029-3030-2

I. 暴… II. ①刘…②汤… III. 暴雨—降水区—天气预报—文集
IV. P457.6-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 76244 号

暴雨落区预报实用方法

刘还珠 汤桂生 主编

责任编辑:潘根娣 终审:纪乃晋

封面设计:刘 扬 责任技编:陈 红 责任校对:李 新

气象出版社 出 版

(北京海淀区白石桥路 46 号 邮编:100081)

北京市宏远兴旺印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:320 千字

2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—500 定价:28.00 元

ISBN 7-5029-3030-2/P·1050

前 言

暴雨是我国主要灾害性天气之一,尤其是大范围持续性暴雨造成的洪涝灾害,严重地影响国民经济的发展,威胁人民生命财产的安全。长期以来,我国广大气象工作者勤奋工作,苦心钻研,在暴雨预报研究中取得了丰硕的成果。但是由于暴雨天气的发生和发展是大尺度与中小尺度天气系统相互作用的结果,其形成的机理还有待于进一步认识,因此目前对暴雨的落区和强度预报仍是气象预报工作中的难题。除了机理的认识外,目前虽然有多种探测手段,但是在日常工作中能获取的资料是远远不够的,即便是能得到较多的观测资料,然而其时间分辨率和空间分辨率也满足不了预报这类特点天气的要求。尽管如此,广大气象工作者依然抱着高度的责任感和强烈的事业心投入到暴雨落区逐级指导预报的试验之中。

本课题研究的目的是在前人工作的基础上,如何通过自上而下的逐级指导,在实际预报业务中制作出客观的短期(48小时以内)暴雨落区预报。为了实现本课题的目标,根据实际预报工作的现状,提出着眼于预报基础建设,在资料处理、预报方法和预报流程三个环节上下功夫,从对比试验的实际效果中提供科学依据,制定出适合我国气象体制的国家级、省级、地县级不同功能的逐级指导方案,为决策部门当好参谋。

在资料处理方面,为了充分利用现有常规的和非常规的探测资料,首先建立以高空、地面常规观测资料为主的实时实况库和以数值预报产品为主的实时因子库。其次,为今后智能化预报技术发展着想,在原北京气象学院王跃生教授等人建立天气图智能数据库、卫星云图处理和识别的初步研究基础上,各专题之间通力合作、修改方案,改进流程,完成了近三十年的天气图智能数据库和建立了近几年的云图特征数据库,为日后实现预报方法的客观化和智能化打下了良好的基础。

建立适合于暴雨落区预报方法是实现本课题目标的关键,在“八五”攻关基础上,除了广大预报员通常运用的模式直接输出(DMO)、模式输出统计动力释用方法,如 MOS 法、PP 法,还有相似预报法及物理量诊断方法外,能否将人工智能技术融于天气、动力和统计预报方法之中,在预报方法上进行一些创新的尝试,也是本课题十分关注的问题。在各省市的预报试验中,研制人员在对天气过程和天气环流背景分析研究的基础上,利用丰富的天气预报经验对预报因子的选取、处理和使用上做了许多创造性的工作,由于采用了这些处理技巧使暴雨预报的准确率得到了提高。此外,在若干预报方法建立之后,从多种预报结果中进行科学决策,集各种预报方法之优势的综合集成预报方法应运而生。

根据自上而下指导预报试验的初步分析表明,建立合理的上下配套的逐级指导预报业务流程势在必行。其中的关键是发挥各自优势,建立分工合理、功能互补、符合集约型的预报业务体制和上下配套的预报方法。

本课题在以上诸方面都作了程度不同的尝试,大部分工作都实现了业务化和准业务化的运行,有些成果在近几年的汛期预报中发挥了重要作用。但由于上一级的预报方法尚不成熟,指导产品还不稳定,因而上下配套的方法尚在试验中,所以这部分的内容十分欠缺。而且目前这些方法和技术还需要进一步完善。相信坚持不断的改进和发展,再加上卫星、雷达等现代大气探测手段所获得的资料的引入,暴雨的落区、强度预报水平必将日趋提高,从而为提高天气预报的准确率,增强预报服务的科技含量,提高气象服务的社会效益和经济效益而作出贡献。

暴雨落区逐级指导预报课题组组长

刘远珠

2000年9月

目 录

前言

物理量综合指数预报山东暴雨落点方法研究	李昌义 顾润源 张 飒(1)
江西暴雨动态落区预报方法及其在 1998 年汛期中的业务试验	曹晓岗(5)
用相应时段累积因子预报累积降水的初步探讨	
..... 陈 焱 王兴荣 刘忠平 罗爱文 沈 伟(10)	
广西汛期暴雨落区预报系统	杨望月 林开平 张诚忠 李 菁 黄香杏 林健铃(14)
北京地区夏季强降水预报系统中数值预报产品应用	李青春 孙继松(21)
黑龙江省暴雨落区相似预报	袁美英 陈 威 周秀杰 周永吉(25)
基于计算智能的多模型气象综合预报	
..... 刘还珠 郝 为 林孔元 赵声蓉 姚明明 黄 卓(30)	
客观暴雨面预报在暴雨落点预报中的应用	
..... 李昌义 顾润源 张 飒 孙兴池 张少林 邹树峰(38)	
集对分析在暴雨预报集成配套方法中的应用	王繁强 郑美琴 王纪秀 于怀征(44)
非线性因子预报山东暴雨站数的研究	李昌义 顾润源 孙兴池 张 飒(48)
基于智能聚类的综合相似预报	黄 卓 杨洪敏 郝 为 刘还珠(53)
广西前汛期暴雨落区相似预报的研究	林开平 杨望月 李 菁 董良森(60)
华北地区几种不同类型暴雨的对比研究	
(一)低纬季风扰动与高低空急流	孙继松(66)
华北地区几种不同类型暴雨的对比研究	
(二)华北不同天气背景下暴雨可能机制的比较	孙继松(76)
江西省降水气候客观分片分析	戴熙敏 单九生(88)
低空弱风场条件下区域性较强降水过程的动力学特征与预报	
..... 汪克付 张 坚 王新生(93)	
孟湾低压造成云南强降水时中尺度对流系统云图分析	何 华 许美玲 孙绩华(97)
大降水预报的动力诊断方法	姚明明 刘还珠 王淑静(103)
山东区域性暴雨和局地性暴雨物理量场特征分析	
..... 李昌义 顾润源 张少林 杨晓霞(108)	
广西盛夏西南涡暴雨特征及应用数值预报产品作落区预报的研究	
..... 杨望月 李 菁 林开平 林健铃 董良森 黄香杏(115)	
暴雨落区的诊断预报方法	陈 威 袁美英(120)
影响我国北方不同路径热带气旋的平均环流特征及暴雨落区	
..... 顾润源 李昌义 张少林 邹树峰(127)	
人工神经网络在温度和降水预报中的应用	袁美英 周秀杰 陈 威 白人海 (132)
神经元网络的降水预报	赵声蓉 曹晓钟(137)
基于过程理解的多模型天气预报系统	王品成 刘还珠 任冬梅 林孔元 孙继松(140)
HAFS 资料在暴雨过程相似预报中的应用	汪克付 周先春 王新生(148)

地面观测资料实况库及数值预报产品因子库的建立和检索	赵翠光 黄 卓 赵 芳 郑锭霞(151)
卫星云图数据智能化处理技术与图像数据库	刘 勇 刘正光 王 萍 汤桂生 刘还珠 王新华(155)
历史天气图数字化与检索业务系统综述	王新华(164)
建立观测资料实况库及 T106、HLAFS 格点场因子库的技术和使用说明	赵 芳 郑锭霞(170)
1998 年 7~8 月 HLAFS 对山东降水预报能力检验	李昌义 顾润源 张 颀(182)
T106 中期数值预报产品对“98.6”滇中暴雨的预报能力检验	何 华 孙绩华(187)

物理量综合指数预报山东暴雨落点方法研究

李昌义 顾润源 张 颀
(山东省气象台, 济南 250031)

提 要

利用 1998 年 7~8 月 HLAFS 08 时物理量分析预报产品, 进行了物理量多级因子综合指数预报山东暴雨落点的试验, 证明了其可行性。补充利用 HLAFS 模式的降水量预报产品进行消空和补漏, 试报山东 1998 年 7~8 月 36 小时(模式时效)暴雨落点 TS 评分达到 28.4%。

关键词: 物理量 综合指数预报 暴雨落点

1 物理量综合指数预报山东暴雨落点的可行性分析

思路: 参考山东区域性暴雨主要物理量场特征的研究结果, 选定物理量因子, 确定其指标临界值, 格点物理量值满足指标时, 格点上物理量综合指数累加 1。完成所有因子的判断以后, 将综合物理量指数插值到站点上, 找到依此综合指数预报站点暴雨的最佳指标, 考察这种方法预报暴雨落点的可能性。

1.1 综合指数判断站点暴雨的步骤

1.1.1 判断格点因子值

设有 n 个因子, Y_i 为第 i 个物理量因子经指标判断后的量值, 其判断规则为

满足指标时 $Y_i = 1$

不满足指标时 $Y_i = 0$

1.1.2 累加 Y_i 得到综合指数值

定义 Z 为综合指数, 则

$$Z = \sum_{i=1}^n Y_i$$

1.1.3 将格点综合指数 Z 值插值到站点

插值方法采用距离权重插值: 设某站与 $1^\circ \times 1^\circ$ 经纬网格周围 4 个格点的距离分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 , 4 个格点综合指数值分别为 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 , 则该站的综合指数

$$Z_z = \sum_{i=1}^n Z_i W_i \times \sum_{i=1}^n W_i$$

式中 W_i 为权重系数。取 $W_i = L_i^{-2}$ 以简化计算, L_i 为格点至站点的距离。

1.1.4 判断站点是否有暴雨

设 Z_0 为已确定的判断站点是否有暴雨的最佳指标, 则:

某站点 $Z_z \geq Z_0$ 时, 预报该站有暴雨, 否则无暴雨。

1.2 采用实况场诊断暴雨落点试验

初步选定了如表 1 所示的几个物理量因子, 并确定了其指标临界值, 称之为 0 时场基本因子。考虑到一些物理量在超过基本指标时, 对暴雨的发生有更强的作用, 在因子中应该有所表

征,又将这些因子分级,确定了 0 时场多级因子(表 2)。

表 1 0 时场基本因子及指标

序数	物理量	指标	单位
1	300hPa 相对湿度	$\geq 70.0E+00$	%
2	500hPa 相对湿度	$\geq 85.0E+00$	%
3	500hPa 垂直速度	$\leq -200.0E-05$	100hPa/s
4	200hPa 散度	$\geq 14.0E-06$	/s
5	850hPa 涡度	$\geq 30.0E-06$	/s
6	850hPa 水汽通量散度	$\leq -2000.0E-11$	kg/(m ² ·hPa·s)
7	700hPa 水汽通量	$\geq 700.0E-05$	kg/(m·hPa·s)
8	500hPa 假相当位温	$\geq 342.0E+00$	K

表 2 0 时场多级因子及指标

序数	物理量	指标	单位
1	300hPa 相对湿度	$\geq 70.0E+00$	%
2	300hPa 相对湿度	$\geq 85.0E+00$	%
3	300hPa 相对湿度	$\geq 85.0E+00$	%
4	500hPa 相对湿度	$\geq 85.0E+00$	%
5	500hPa 相对湿度	$\geq 90.0E+00$	%
6	500hPa 垂直速度	$\leq -150.0E-05$	100hPa/s
7	500hPa 垂直速度	$\leq -250.0E-05$	100hPa/s
8	200hPa 散度	$\geq 10.0E-06$	/s
9	200hPa 散度	$\geq 20.0E-06$	/s
10	850hPa 涡度	$\geq 30.0E-06$	/s
11	850hPa 涡度	$\geq 60.0E-06$	/s
12	850hPa 水汽通量散度	$\leq -1000.0E-11$	kg/(m ² ·hPa·s)
13	850hPa 水汽通量散度	$\leq -2000.0E-11$	kg/(m ² ·hPa·s)
14	850hPa 水汽通量散度	$\leq -3000.0E-11$	kg/(m ² ·hPa·s)
15	700hPa 水汽通量	$\geq 600.0E-05$	kg/(m·hPa·s)
16	700hPa 水汽通量	$\geq 900.0E-05$	kg/(m·hPa·s)
17	500hPa 假相当位温	$\geq 342.0E+00$	K

利用 1998 年 7~8 月 HLAFS 08 时物理量分析产品,采用前述步骤,确定采用基本因子和多级因子的最佳(可使 TS 达到最大)综合指数指标分别为 3.2 和 4.9,依此对 1998 年 7~8 月山东 86 个站的暴雨过程进行了诊断预报评定,评定标准如下:预报某站暴雨,该站降水量 $\geq 50\text{mm}$ 预报正确,降水量 $< 50\text{mm}$ 为空报;预报无暴雨,实况该站降水量 $\geq 50\text{mm}$ 为漏报。

评分项目:TS 评分、漏报率(PO),空报率(NH),预报偏差(B)。

TS = 正确次数/(正确次数 + 空报次数 + 漏报次数)

PO = 漏报次数/(正确次数 + 漏报次数)

NH = 空报次数/(正确次数 + 空报次数)

B = (正确次数 + 空报次数)/(正确次数 + 漏报次数)

诊断预报暴雨落点的评定结果如表 3 所示。可以看到,多级指标因子的效果好于基本指标因子,其 TS 评分达到 32.9%。由此可见,若数值产品物理量预报场有较高的质量,采用这种方法制作暴雨落点预报是可行的。

表 3 综合指数诊断暴雨落点评定

类别	正确	空报	漏报	TS	NH	PO	B
0 时场基本指标	133	231	103	0.285	0.635	0.436	1.54
0 时场多级指标	151	223	85	0.329	0.596	0.360	1.58

从两种方法的空报率和预报偏差来看,空报情况较多,我们曾试图调整指标数值以减少空报,但 TS 下降较快,需要从其他方面寻找消空手段。

2 预报试验

2.1 初步预报实验

考察 1998 年 7~8 月 HLAFS 08 时物理量 24 小时预报物理量产品后,将表 2 中的指标值根据 HLAFS 物理量预报场中高层偏湿、低层涡度偏小等误差特性进行修正,修正后各因子的指标值见表 4。

表 4 24 小时预报方法多级因子指标

序数	物理量	指标	单位
1	300hPa 相对湿度	$\geq 85.0E+00$	%
2	300hPa 相对湿度	$\geq 90.0E+00$	%
3	300hPa 相对湿度	$\geq 95.0E+00$	%
4	500hPa 相对湿度	$\geq 85.0E+00$	%
5	500hPa 相对湿度	$\geq 90.0E+00$	%
6	500hPa 垂直速度	$\leq -150.0E-05$	100hPa/s
7	500hPa 垂直速度	$\leq -250.0E-05$	100hPa/s
8	200hPa 散度	$\geq 12.0E-06$	/s
9	200hPa 散度	$\geq 20.0E-06$	/s
10	850hPa 涡度	$\geq 20.0E-06$	/s
11	850hPa 涡度	$\geq 40.0E-06$	/s
12	850hPa 水汽通量散度	$\leq -1000.0E-11$	kg/(m ² ·hPa·s)
13	850hPa 水汽通量散度	$\leq -1500.0E-11$	kg/(m ² ·hPa·s)
14	850hPa 水汽通量散度	$\leq -2000.0E-11$	kg/(m ² ·hPa·s)
15	700hPa 水汽通量	$\geq 800.0E-05$	kg/(m·hPa·s)
16	700hPa 水汽通量	$\geq 1000.0E-05$	kg/(m·hPa·s)
17	500hPa 假相当位温	$\geq 344.0E+00$	K

按照前述步骤和评定标准,试报 1998 年 7~8 月 86 个站点暴雨,确定最佳(可使 TS 达到最大)综合指数指标 Z_0 为 5.5,评定结果见表 5 的“不订正”栏。对比表 3 可以看出,采用 24 小时预报场的综合指数 TS 评分 19.1%,虽然较采用 0 时预报场的 32.9%有较大差距,但对于预报暴雨落点已经是可以接受的水平,不过对更为严重的空报现象必须找到消空订正的方法。

2.2 采用降水量预报进行订正

将 HLAFS 08 时降水量 12~36 预报格点值插值到站点上,对综合指数的暴雨落点预报进行消空和补漏订正。

消空:站点降水量预报小于某指标时,将该站消空。在 10~40mm 范围内逐步查找,得到 28mm 为最佳消空指标。消空的效果见表 5“只消空”栏。

补漏:站点降水量预报大于某指标时,预报该站有暴雨。在 30~60mm 范围内逐步查找,得到 40mm 为最佳补漏指标。补漏的效果见表 5“只补漏”栏。

两种指标同时应用的效果见表 5 中“消空、补漏”栏。

表 5 中还列出了仅采用降水量预报 $\geq 37\text{mm}$ 这一指标预报站点是否有暴雨的评定结果。

表 5 24 小时综合指数预报暴雨落点评定

类别	正确	空报	漏报	TS	NH	PO	B
不订正	162	549	92	0.191	0.786	0.362	2.98
只消空	121	193	133	0.271	0.615	0.524	1.24
只补漏	173	611	81	0.200	0.779	0.319	3.09
消空、补漏	132	210	122	0.284	0.614	0.480	1.35
降水量预报 $\geq 37\text{mm}$	77	116	177	0.208	0.601	0.697	0.76

分析表 5,不难发现,消空的效果最为明显,使 TS 评分提高了 8.3%,补漏仅提高了 0.9%。综合订正 TS 评分较不订正高出 9.3%,较仅采用降水量预报高出 7.6%。

3 小结

(1)采用物理量多级因子制作综合指数预报山东暴雨的落点预报是可行的,但可能存在过多的空报。

(2)应用数值模式降水量预报指标进行消空订正,可以消除大量空报,大大提高预报准确率;应用降水量预报指标补漏也可使预报准确率有所提高。

江西暴雨动态落区预报方法及其 在 1998 年汛期中的业务试验

曹晓岗

(江西省气象台, 南昌 330046)

提 要

本文介绍了江西省气象台暴雨动态落区预报方法、业务预报流程以及暴雨落区预报方法在 1998 年汛期中的业务试验情况。试验表明,建立该方法的思路可行,业务系统运行稳定可靠,试用结果较理想。

关键词:暴雨动态落区预报 业务试验 TS 评分

1 引言

江西省气象台从 1994 年开始向地(市)县两级台站发布降水等值线预报和灾害性天气落区预报。这些预报落区等值线是由预报人员主观确定的,没有客观方法的支持,预报质量有待提高。为加强省台对下级台站的指导功能,满足基层台站的服务需求,江西省气象台研制了以 T106 数值预报产品为基础的落区预报方法,于 1998 年汛期投入业务试验,预报结果可供省台预报人员参考,同时将客观预报结果上网供下级台站查阅。经 1998 年汛期特别是“98.6”和“98.7”两次连续暴雨过程的考验,证明设计方案合理,使用效果好,取得预期效果。本文是这一成果的初步总结。

2 暴雨落区预报方法

暴雨的落区预报技术方法主要有综合叠套法、MOS 法、PP 法、相似方法、神经网络方法及动力模式的直接输出等等。根据省气象台目前的业务情况和所具备的条件,我们对 T106 数值产品进行 PP 法和 MOS 方法的解释应用,建立了暴雨落区的统计模式。利用 T106 模式产品丰富的物理量场对暴雨进行诊断分析,建立了江西暴雨落区的诊断分析方法。最后将这三种方法进行了集成,得到江西暴雨落区的综合预报方法。

2.1 预报因子处理

通过卫星发送的 T106 产品资料量大,且是 $1^\circ \times 1^\circ$ 较高分辨率的资料,这就给我们的解释应用带来了方便。大家知道,暴雨形成的物理条件在一般情况下应包括位势不稳定、低空湿舌或水汽辐合、不稳定能量释放的机制,如低层辐合区,地形抬升、低空和高空急流等等。我们选择了反映这些条件的 T106 资料有比湿、相对湿度、温度露点差、水汽通量、水汽辐合量、K 指数, $dbse/dp$ 、V 分量、涡度、散度、垂直速度等等。对这些量按其数值大小及对暴雨的有利程度进行编码(表 1)。表中的物理量编码值为 0、1、2、3 等等,每个物理量分别有 2、3、4 个档次,0 为不利于下暴雨,数字越大,越有利于降暴雨。

2.2 预报对象处理

我们将全省 83 个测站的降水资料插值到 $1^\circ \times 1^\circ$ 的经纬网格点上,采用半径圆法,即以网格点为中心,半径取 50km 画圆,在圆内所有测站其降水 $< 30\text{mm}$ 时编码为 0;若有测站降水 $\geq$

30mm 且 < 50mm 时编码为 1; 有测站降水 $\geq 50\text{mm}$ 且 < 100mm 时编码为 2; 当有测站降水 $\geq 100\text{mm}$ 时编码为 3。这样可得到江西每个经纬网格点上的暴雨编码值。江西共有 21 个经纬网格点与 T106 资料的网格点相对应。

表 1 物理量编码判别值

物理量	编码等级			
	0	1	2	3
相对湿度 850hPa、700hPa	< 80	≥ 80		
温度露点差 地面、925hPa、850hPa	> 4	≤ 4	≤ 2	
K 指数	> 29.5	≥ 29.5	≥ 31	
$d\theta_{se}/dp$ 地面、925hPa、850hPa	< 8	≤ 8	≤ 4	≤ 0
南风分量 850hPa、700hPa、500hPa	< 4	≥ 4	≥ 6	
比湿 850hPa	< 14	≥ 14	≥ 16	
比湿 700hPa	< 10	≥ 10	≥ 12	
水汽通量 850hPa、700hPa	< 15	≥ 15	≥ 20	≥ 30
水汽通量散度 850hPa、200hPa	> 0	≤ 0	≤ -10	≤ -30
散度 850hPa、700hPa、500hPa	> 0	≤ 0	≤ -10	≤ -20
涡度 850hPa、700hPa、500hPa	< 10	≥ 10	≥ 20	≥ 30
垂直速度 850hPa、700hPa、500hPa	≥ 15	≤ -5	≤ -10	≤ -20

2.3 统计方法

将网格点上不同层次的各物理量与预报对象求相关进行相关普查,PP 法用 T106 客观分析计算的物理量,MOS 方法用 T106 预报场资料。挑选出相关系数大,物理意义明确的不同物理量作为建立方程的初选因子。最后用逐步回归方法分别建立了暴雨落区的 PP 方程和 MOS 方程。

2.4 诊断分析方法

诊断分析方法实际上是根据降暴雨需要的各种物理条件进行叠套,建立诊断模型。在此基础上将暴雨区上空的物理量按其有利程度进行定量编码,编码值的大小按表 1 进行。通过诊断分析,我们选择 700hPa 相对湿度、比湿、水汽通量、涡度和 850hPa 的 $T - T_d$ 、水汽通量散度、涡度、垂直速度、以及 $d\theta_{se}/dp$ 和 K 指数等 11 个量作为暴雨落区叠套因子。将这 11 个物理量的编码值相加得到一个综合量,这个综合量代表了物理量的综合叠套结果,最大值为 27。每天通过 T106 资料可算出每个 $1^\circ \times 1^\circ$ 网格点的综合量。利用 1995 年和 1996 年 T106 资料对江西网格点的暴雨进行统计分析,找出了江西网格点上综合量 $A_i (i = 1, \cdots, 21)$ 与暴雨的对应点判别值为:

当 $A_i \geq 24$ 时 $R_i \geq 100\text{mm}$
 $24 > A_i \geq 21$ 时 $100 > R_i \geq 50\text{mm}$
 $21 > A_i \geq 17$ 时 $50 > R_i \geq 30\text{mm}$
 $i = 1 \cdots 21$ 为江西 $1^\circ \times 1^\circ$ 经纬网格点上的序号, R_i 为格点上的暴雨预报值。

2.5 综合模式

综合模式是对 PP24、MOS 和诊断分析三种方法的集成。对每个格点上的预报值进行如下

判断:

(1)三个方法中有1个方法报 $\geq 100\text{mm}$,其它两个方法之一报 $\geq 50\text{mm}$;或有2个以上方法报 $\geq 100\text{mm}$,则报有大暴雨($\geq 100\text{mm}$)。

(2)三个方法中有2个以上方法报 $\geq 50\text{mm}$ 且 $< 100\text{mm}$;或有一个报 $\geq 100\text{mm}$,其它两个方法是报 $\geq 30\text{mm}$,则报有暴雨($\geq 50\text{mm}$ 且 $< 100\text{mm}$)。

(3)有一个方法报 $\geq 50\text{mm}$;或有2个方法报 $\geq 30\text{mm}$,则报有大到暴雨($\geq 30\text{mm}$ 且 $\geq 50\text{mm}$)。

3 江西暴雨落区预报流程

本工作于1998年4月1日开始,在江西省气象台进行了业务试验,其自动处理软件加载在micaps的定时控制表中,每天中午12时进行自动处理,完成上述流程的所有工作。也可在windows95平台上启动暴雨落区预报软件进行预报。业务试验表明系统运行稳定、可靠。当实时业务系统中缺少T106资料时,其预报结果受到影响,系统软件将自动记录缺少哪些物理量资料。

由流程图(图1)可看到,首先从实时资料库中取T106数值预报产品资料和实况资料,进行消空判别,若消空,直接得到预报结果。不消空,进行下列工作,分离出将江西上空 5×6 个 $1^\circ\times 1^\circ$ 的经纬度格点资料,建立各处理文件,按表1的要求对各物理量进行编码,然后分别套用PP法、MOS法和诊断分析方法建立的预报模式,再对三种模式进行集成,得到综合预报结果。将这四种格点上的暴雨预报值转换成人机交互系统micaps的第3类和第4类数据格式。最后可在人机交互平台上显示或者打印输出4种暴雨落区预报模式的等值线预报结果,将全省台站分布底图加进去,可得落点预报结果。在得到预报结果后及时上网供下级台站调用参考。

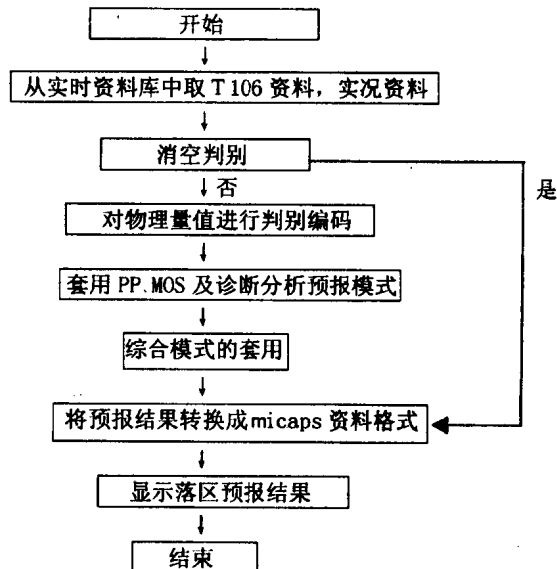


图1 暴雨动态落区预报流程框图

4 业务试验及结果评定

4.1 结果评定

从 1998 年 4 月 1 日到 7 月 31 日进行了业务试验,因 4 月、5 月暴雨非常少且 T106 资料接收也不很正常,我们未作评定。这里仅给出 6 月和 7 月的评定结果(表 2),评定采用 TS 方法。

$$TS = \frac{\text{正确次数}}{\text{正确次数} + \text{漏报次数} + \text{空报次数}}$$

表 2 1998 年 6 月、7 月暴雨落区 24 小时预报 TS 评分

	PP 法	MOS 法	诊断方法	综合法
6 月	0.49	0.30	0.38	0.45
7 月	0.30	0.24	0.23	0.26

从表 2 可看出,6 月比 7 月暴雨落区预报要准确,PP 法得分最高,综合法次之,MOS 法最低但也是有参考价值的。我们对 1994 年汛期江西省气象台预报员画的等值线落区预报的准确率进行评定,TS 评分为 0.29。7 月份 TS 评分低的主要原因是,由于我们研制方法时所用的资料为汛期暴雨样本,即 4 月 1 日到 7 月 15 日之间出现的暴雨作为预报对象,而 1998 年 7 月的连续暴雨在 7 月 15 日之后,此时已是江西的盛夏季节。在这种反常的气候背景下,该预报方法也受到一定的影响。

4.2 1998 年 6 月中下旬连续暴雨落区预报

表 3 1998 年 6 月 12~27 日逐日暴雨及落区预报 TS 评分表

站 数					TS 评分				
日 期	暴雨	大暴雨	特大暴雨		诊断方法	MOS	PP24	综合	PP48
12~13	13	2	2		0.62	0.57	0.84	0.57	0.72
13~14	22	18			0.25	0.57	0.86	0.62	0.39
14~15	6	9			*	*	*	*	*
15~16	10	3			*	*	*	*	*
16~17	8	4	1		0.27	0.29	0.37	0.37	0.57
17~18	16	3			0.23	0.43	0.44	0.5	0.54
18~19	26	5			0.57	0.54	0.93	0.6	0.13
19~20	4				0.25	0.09	0.09	0.09	0.57
20~21	9	13	2		0.13	0.22	0.32	0.2	0.14
21~22	7	5			0.37	0.22	0.25	0.29	0.22
22~23	14				0.5	0.42	0.54	0.46	0.43
23~24	25	4			0.57	0.39	0.39	0.44	0.54
24~25	18	7			0.43	0.32	0.5	0.4	0.46
25~26	6	5			0.24	0.43	0.46	0.35	0
26~27	1				0.15	0	0.17	0.15	*
合计	185	89	5	平均 0.35	0.26	0.47	0.39	0.39	

“*”为缺资料不参加评分。

1998 年 6 月 12 日到 27 日江西出现了特强连续大暴雨过程,表 3 分别给出了逐日 20~20h

的暴雨站数、大暴雨站数、特大暴雨站数以及逐日暴雨落区预报 TS 评分。从该表可看出,暴雨落区预报方法比较成功报出了连续暴雨过程的开始,并且有很高的落区预报水平,几个方法该日的 TS 评分均在 0.5 以上。PP24 小时预报的在连续落区过程的大部分时间 TS 评分较高,其它方法也有补充作用,诊断分析方法有几天预报得分高于其它方法。PP 法 48 小时的预报 TS 评分也相当高。图 2 是 18 日 PP 法 24 小时暴雨落区预报和 18 日 20 时到 19 日 20 时的 24 小时降水分布图,可看到暴雨落区预报与实况等值线几乎重合,其 TS 评分为 0.93。

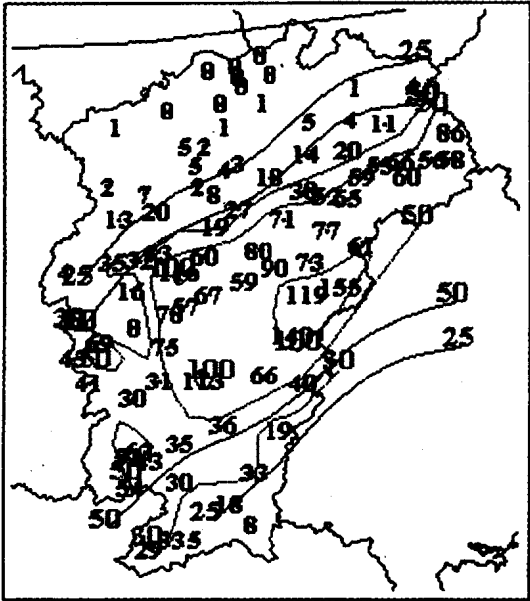


图 2 18 日 PP 法 24 小时暴雨落区预报和 18 日 20 时到 19 日 20 时的 24 小时降水分布图

注:粗线为 1998 年 6 月 18 日 PP 法 24 小时预报值

细线和站点数据值为 1998 年 6 月 18 日 20 时到 19 日 20 时的实况值

12~18 日及 22~26 日雨带稳定期间落区预报较为理想;受冷空气影响雨带由赣北南压到赣南部,降水强度减弱,20 日西南气流加强,雨带迅速北抬到赣北,降水也很快加强,这两天的落区预报要差一些。此外,这次过程结束日,虽然暴雨落区方法预报北抬的趋势,但其范围大了一些,空报多了一点。总的来看,整个连续暴雨过程暴雨的落区是预报得相当成功的,给预报服务和防汛决策服务提供了较准确的信息。

参 考 文 献

[1]曹晓岗. 利用 T106 数值预报产品作江西暴雨动态落区预报. 江西气象科技,1998,NO.1,P2—5

用相应时段累积因子预报累积降水的初步探讨

陈 焱 王兴荣* 刘忠平 罗爱文 沈 伟
(安徽省气象台, 合肥 230061)

提 要

本文针对当前数值预报产品释用工作中通常存在的因子的瞬时量与预报降水的累积量这样一个时间尺度的不相匹配的问题,提出了用相应时段内因子的累积量预报降水的累积量的预报方案。用该方法处理的累积因子与降水量之间的相关系数,与用瞬时因子相比有显著提高。以此为依据,用 HLAFS 数值预报产品,建立了一个降水量滚动预报系统,有较好的使用效果。

关键词:数值预报 累积因子 累积降水 相关系数

1 引言

20 世纪 80 年代以来,数值预报产品的释用,在全国普遍开展。为了提高降水预报水平,许多学者做了卓有成效的工作,取得了一定进展。然而,由于一些原因和通讯条件的限制,使得数值预报产品的提供和传输受到严重制约。例如 ECMWF 产品,仅有一个 20 时起始场格点资料,预报时效间隔 24 小时,要素和层次也只有很少几个,缺少水汽场。JMH 产品则只有传真图资料,没有格点场。T106 产品目前也仅发 20 时起始场预报资料。这一状况使得当前所采用的释用预报方法只能在某一时段降水量和和某一时刻的瞬时物理量因子之间建立联系。这种方法有一个致命弱点,就是时间尺度不相匹配。

由于在实际天气过程中,一方面某一时刻的物理量,可以有不同的发展趋势;另一方面某一时段内的降水,往往是在特定天气条件下,由多个中尺度雨团降水量累积的结果。所以预报量和物理量因子的时间尺度不相匹配,必然影响其相关性的进一步提高。针对这个问题,考虑到 HLAFS 产品每天发布 20 时、08 时两个时次起始场预报资料,各种要素场极为丰富,产品预报时效间隔密度已达 6 小时一次。针对这一较多时次预报产品的释用,提出用相应时段累积因子来预报累积降水的办法,本文对此问题作一初步探讨。

2 原理和方法

根据经典的动力学理论,任一瞬间的降水强度应该是那一瞬间各种物理过程复合作用的结果。因此,如果假定数值预报产品是比较可靠的,那么任一时刻的降水率 $I = dR/dt$ 就可以表达为数值预报模式输出的那一时刻若干物理因子 $x_n(t)$ 的函数,即有

$$I = \frac{dR}{dt} = \sum_n A_n x_n^a(t) \quad (1)$$

其中 A_n 为降水与 x_n 因子之间相关的定常系数,则对于某一时段 $t_1 \sim t_m$ 的累积降水量 R ,应该有

$$R = \sum_n \int_{t_1}^{t_m} A_n x_n^a(t) dt \quad (2)$$

鉴于数值预报模式输出的物理因子不是连续的,因此必须采取差分近似计算。如果采取

* 安徽省气象科学研究所