

春季低温阴雨中期预报系统

马德贞 林玉成

李晓东

(国家气象中心,北京 100081) (中国气象科学研究院,北京)

提 要

该系统是以数值预报产品为基础而建立的春季低温阴雨中期预报业务系统。系统含较完善的低温阴雨和连晴天过程资料,采用逐步回归、逐步判别、相似预报等方法,将数值预报产品与天气学原理及预报员经验相结合,实现了从资料采集到预报制作自动化和客观化。系统采用模块结构和批处理技术,操作简便,资料和图形显示快捷。经3年试报结果表明,系统对春季低温阴雨有较强的预报能力,在实际预报服务中取得显著的社会经济效益。

关键词: 春季低温阴雨 NWP 应用 中期预报系统

引 言

春季低温阴雨天气严重地威胁着早稻播种育秧,如果不能准确地预报,就会造成大范围烂种烂秧。所以连续低温阴雨成为我国重大灾害性天气之一,已引起广泛重视。60年代初李兆祥曾给出几类低温阴雨天气型,并指出这类天气的形成与北半球大形势调整有关^[1]。此后一些气象学者也做过这方面的研究^[2,3],但大多数从北半球100hPa和500hPa大尺度环流形势研究着手,又限于资料时段较短,研究方法和标准不一,使用上有一定困难。本文除对500hPa环流形势进行分析外,还使用了850hPa温度和海平面气压场资料进行统计分析,建立了以数值预报产品为基础,天气学、统计学和预报员经验相结合的中期预报系统。

1 系统概况

系统硬件配置为一台AST486主机,VGA显示卡及EPSON LQ-1600K打印机。

系统主要采用FORTRAN语言、汇编语言编写,各部分均为独立模块,由批作业主控程序联接而成。实时资料通过DECNET网

与VAX632实时格点库、实时要素库联接获取。系统结构见附图。

2 历史资料库

历史资料库主要含低温阴雨过程及连晴天个例档案,各低温阴雨过程的温度降水检索及高低空三层形势场图形显示。

2.1 低温阴雨天气过程的区域划分

根据历史资料分析,各低温阴雨过程影响的范围不同。为了预报和使用方便,将长江中下游及其以南地区分为4个区域,即:江淮、江南、华南及长江中下游全流域,取上海、南京、武汉、常德、长沙、南昌、衡县、桂林、赣州、衡阳、南城、福州、梅县、连县、广州、梧州、南宁与韶关18个代表站。

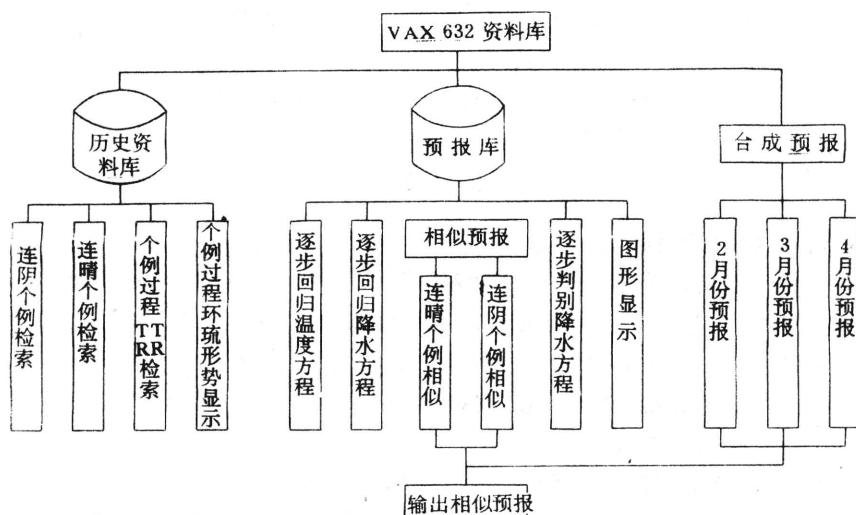
2.2 低温阴雨天气过程的统计标准

若每个区半数测站连续3天以上(含3天)日平均气温低于或等于 12°C ,但等于或高于 8°C ,算作一次低温过程;若日平均气温连续4天以上(含4天)等于或低于 7°C ,则为一次严重低温过程。

连阴雨过程必须有连续5天日雨量 $\geq 1.0\text{mm}$,7至10天连阴雨过程允许有一个无雨日;10天以上的连阴雨允许有两个不相邻

的无雨日(第3个无雨日作为连阴雨的中断,两天连续无雨也作为中断处理)。全流域性连阴雨,指有半数或以上代表站符合连阴雨标

准。连阴雨期内70%或以上代表站为低温的定为低温阴雨过程。



附图 春季低温阴雨中期预报系统框图

根据上述规定,统计分析了1965—1990年2—4月4个区域的低温阴雨过程共111次,给出了各区域低温阴雨过程活动表及每次过程的气温和降雨量图形显示。分析这些过程可以看出,低温阴雨过程持续时间差异较大,持续时间最短的是3天,大都出现在华南;最长的可达30多天,全部出现在江南;一般为5至10天。

资料库不仅给出了低温阴雨天气过程的资料,同时还统计出连晴天个例,计算了每次低温阴雨和连晴天过程500hPa高度、850hPa温度和海平面气压场的平均场(一般为3至7天平均),并具有图形显示功能。由此可查阅各次过程的资料并能给出上述三层

环流形势场。

2.3 低温阴雨过程的气候、区域分布概率

历史资料库以表格的形式给出低温阴雨过程的气候和区域分布概率,以便于预报员参考。表1给出了各区低温阴雨天气出现的频数,可以看出,江南低温阴雨天气出现得最多达48次,其中强低温阴雨过程有11次,占总数的23%;其次是华南有28次,强低温阴雨过程有8次,占29%;江淮有18次,强低温阴雨过程有6次,占33%;全流域最少,只有17次,强低温阴雨有3次,占18%。由此可以看出,低温阴雨尽管是大尺度天气过程,但影响的范围还是以区域性为主,影响全流域的几率较小。因此分区预报是符合实际的。

表1 各型低温阴雨频数

项 目	全 区 域		江 淮		江 南		华 南	
	次数	频率/%	次数	频率/%	次数	频率/%	次数	频率/%
低温阴雨	14	0.82	12	0.67	37	0.77	20	0.71
强低温阴雨	3	0.18	6	0.33	11	0.23	8	0.29
总计	17	100	18	100	48	100	28	100

表2给出了华南和江南低温阴雨天气气候概率分布。下面仅以这两个区域为例分析低温阴雨过程的年、月、旬际分布特点。

表2 华南江南低温阴雨气候分布/次

月份	华 南			江 南	
	1	2	3	3	4
上旬	0	7	2	10	13
中旬	1	4	4	8	3
下旬	4	5	1	7	7
合计	5	16	1	25	23

(1) 年际变化

华南低温阴雨年际变化不太大。除1982与1983年各有3次,1973与1988年无低温阴雨外,其余年份均为1次。

江南年际变化较大,1968年与1980年分别出现4次,1974、1989与1990年则无低温阴雨出现,其余年份一般为2至3次。

(2) 月际变化

华南地区(1971—1990年1—3月)低温阴雨的月际变化最大,2月份出现最多有16次,占总数58%;而1月和3月出现的次数较少,其概率分别为18%和25%;江南低温阴雨月际变化不大,3月和4月份出现的频数相当。

(3) 旬际分布

华南地区各旬低温阴雨频数差别较大(表2)。1月上旬无低温阴雨天气出现,下旬开始明显增多,共出现4次。2月上旬是低温阴雨出现的高峰期,共出现7次;2月中下旬出现次数也较多,分别为4次和5次。3月份除中旬出现了4次外,上旬和下旬低温阴雨出现的次数明显减少。

江南地区(表2)低温阴雨高峰期出现在4月上旬共计13次,其次是3月上旬有10次,4月中旬出现次数明显减少,但4月下旬又有所回升。

3 预报模块

预报模块由以使用数值预报产品为基础的客观预报工具组成。在数值预报产品的释

用方面强调应用预报员的经验,例如,在建立降雨量预报方程时,为了提高降雨的气候概率,根据预报经验设置了消空指标,提高了预报准确率。在组织预报因子的过程中,充分体现天气学意义并注意尽可能地降低数值预报产品的误差。例如:锋区的位置和强度、气流走向、代表站与周边格点的权重等都在预报因子中得到体现。

3.1 降雨过程及降雨量预报方法

由于造成降水的因素极其复杂,降雨时段、落区及降雨量级的预报是中期预报中一个难度较大的课题。在现有资料条件下,我们采用逐步回归和逐步判别方法制作降雨的客观预报。

3.1.1 逐日降雨量预报方程

(1) 资料及其处理

应用1986—1990年2—4月500hPa逐日高度、850hPa温度与海平面气压场实况资料。范围为20—85°N,10—180°E区域内5×5经纬度正方网格点504个。由于历史样本长,降雨概率又较低。为提高降雨概率,首先用关键区500hPa高度与850hPa温度格点的不同组合值消去无降雨日或各区域内1/2站无降雨且连续3天日降雨量小于1mm的日数。现以2月份为例说明消空处理过程。取20—30°N,110—120°E范围内500hPa东西向高度差值来表征江南至华南地区是否为西北气流控制,同时以850hPa格点温度高于4℃反映850hPa为暖脊控制,若满足以上条件,则认为华南地区没有降雨,消去无降雨日。经过消空各月降雨概率均提高了0.23至0.37。

(2) 因子的选取

经验证明,在将数值预报产品转化为天气要素预报的过程中,无论采用何种统计模型,因子质量的挑选是至关重要的。因而因子的选择是决定预报方程优劣的关键。目前在现有的数值预报产品情况下,按照下列原则挑选因子。

①高低层结合

我们使用了欧洲中期数值预报中心 500hPa 高度、850hPa 温度和海平面气压场三层资料。

②大环流形势与影响系统相结合

根据预报员的经验挑选出物理意义清晰、天气学意义明显的因子,用格点值的不同组合来表征关键区大型环流形势与影响系统的特点,共同参加建立方程的运算,应用格点的组合在一定程度上也缩小了数值产品的预报误差的影响。预选出的因子分布大致如下:

a. 500hPa 高度因子 12 个。这些因子描述了乌拉尔山、贝加尔湖附近及其它几个关键区的长波槽(脊)的分布;东高西低形势;亚洲地区不同纬度上西风锋区强度以及南支槽的位置和强度。

b. 850hPa 温度组合因子 7 个。用 850hPa 格点温度差的不同组合反映冷空气的路径与强度。

c. 海平面气压场组合因子 12 个。在 20—50°N, 100—130°E 范围内用海平面气压场格点值的不同组合表征低层西高东低和北高南低的形势特点及低层冷空气的强度等。

(3)方程的建立

将各月选好的 3 层因子与相应各区的降雨量进入逐步回归计算精选出因子,最后建立各月各区的降雨预报方程。由 2 至 4 月各区域降雨预报历史拟合情况(表略)可以看出,当 F 值定为 2.5 时,复相关系数一般都在 0.60 以上,拟合率(日降雨量与实况在 $\pm 5\text{mm}$ 内为准确)均在 0.70 以上,表明方程有预报能力。

3.1.2 逐日降雨量级预报方程

用逐步判别方法制作降雨量级预报。为了避免因子进入预报方程太多,对方程稳定性有影响,给出了进入预报方程因子数目上下限为 4 至 9 个。在经过多个判别方程的分析和比较之后,确定了各月各区的 2 级(1 级:区域平均日降雨量 $< 10\text{mm}$, 2 级:区域平

均日降雨量 $\geq 10\text{mm}$) 判别预报方程。

3.2 温度预报

在建立预报方程前,首先用关键区 850hPa 温度格点值消去日平均气温高于 12℃ 的日数,以提高历史样本中低温天气的概率。统计表明,经消空处理后各月低温概率提高了 0.20—0.47。

预报方程的建立。将选好的各月 3 层因子与各区域平均的日平均气温用逐步回归方法分别建立各月各区的预报方程。由 2—4 月份各区域温度预报历史拟合情况可以看出,当 F 值定为 2.5 时,复相关系数大多在 0.66 以上,拟合率(日平均气温预报与实况误差在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 内为准确)在 0.73 以上,表明方程预报能力较强。

3.3 用相似方法做低温阴雨预报

用 ECMWF 或 T63 模式 500hPa 24—144 小时预报场资料分别计算与低温阴雨及连晴天过程平均场的相关系数,计算范围为 20—60°N、40—140°E,比较预报场与两者相关程度的差异,两者差异越大预报可信度越大。考虑到相似预报的局限性,在选相似个例时相关系数要求较高。根据与两种样本相关程度,选相关系数最大的历史样本作为预报参考。

4 预报合成模块

在以上各方法的基础上,第一步将气温预报与降雨预报合成做出有无低温阴雨;有无连阴雨以及有无连续低温 3 种类型的预报。第二步将相似预报和客观预报合成,在两者预报意见一致的情况下发布低温阴雨预报,并认为预报的可信度较大。若两者结论不一致,一般以客观统计预报为主,将相似预报提供的个例给出,供预报员参考。必要时可根据预报员的经验选择预报结论。

5 系统应用情况

用 1993—1995 年 2—4 月 500hPa 高度、850hPa 温度和海平面气压场 24—144 小时预报资料进行试报,表 3 给出的预报结果说

明了以下几点:

表3 1993—1995年2—4月份低温阴雨试报情况

区 域	低温阴雨/次			低温无阴雨/次			阴雨无低温/次		
	正确	空报	漏报	正确	空报	漏报	正确	空报	漏报
全流域	2	0	0	8	2	2	11	1	5
江 淮	2	0	0	2	1	1	11	1	5
江 南	2	0	0	6	1	1	11	1	5
华 南	2	0	0	1	0	2	3	2	0

(1)每个区域的低温阴雨过程预报基本正确(正确是指预报和实况出现的低温阴雨时段一致),空、漏报现象较少。(2)对低温但无阴雨过程,江南地区的预报较好,预报正确有6次,空、漏报各有1次,预报成功率为75%;其次是全流域,8次预报正确,空、漏报各有2次;最差的是华南,漏报较多。(3)对连阴雨但无低温过程,预报成功率为60%—65%。综上预报结果看出,系统不仅对低温阴雨过程有较强的预报能力,对连阴雨和低温

过程也能做出客观定量的预报,这样可以为用户提供更丰富实用的预报信息,从而提高中期预报的使用价值。

参考文献

- 1 李兆祥. 春季低温连续阴雨的两个模式. 气象通讯, 1963, 第2期.
- 2 王继志. 我国南方低温阴雨天气的研究. 气象科技, 1981, 第1期.
- 3 吴天棋. 春播期低温阴雨过程中期预报. 气象, 1980, 第3期.

The Medium-range Forecasting System of Microtherm and Excessive Rain in Spring

Ma Dezhen Lin Yucheng

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Li Xiaodong

(Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing)

Abstract

Based on the NWP products, the medium-range operational forecasting system of a microtherm and excessive rain in spring is established. The system includes detailed data of the microtherm and excessive rain as well as continuous fine days. It uses successive regression, successive discrimination and analog method to combine NWP products with synoptic principles and forecasting experiences. The system can collect data and make prediction automatically and objectively. Every part of the system is independent. The system uses batch processing technique and can be operated easily, and it displays data and figures rapidly.

The results of the experiments in the last three years show that the system has better abilities in forecasting microtherm and excessive rain. Obviously social and economic benefits have been obtained in the practical forecasting operation.

Key Words: microtherm and excessive rain in spring application of NWP medium-range forecasting system