

江苏省暴雪预报系统

陈德群 胡洛林 冯民学 张忠义

(江苏省气象台, 南京 210008)

提 要

暴雪预报系统是在普查 1970—1992 年资料, 对暴雪的天气形势分型的基础上建立的, 通过计算预报场与各型平均场的相似离度判别有无暴雪产生, 进而通过寻求与历史样本的最佳相似预报暴雪落区。该系统业务应用效果令人满意。

关键词: 暴雪 形势分型 相似离度

引 言

江苏省地处 $31^{\circ}\text{--}35^{\circ}\text{N}$, 暴雪天气平均每年出现 1.2 次, 是本省冬半年主要的灾害性天气之一。暴雪天气在本省的发生既不象我国北方那样频繁, 也不象南方那么罕见; 而暴雪过程, 也往往先是雨转雪, 雨夹雪, 然后才下暴雪, 雨、雪量很难区分。江苏省地域并不大, 暴雪的出现, 却鲜有全省范围的, 据统计, 本省有一半以上的过程发生在沿江和江淮之间, 因此本省的暴雪预报有一定的难度。在研究、开发预报工具时, 既要着眼于大范围的环流形势的变化, 天气系统的配置, 也要考虑几百公里范围的中尺度天气系统的作用, 配合云图的使用, 我们制作出江苏暴雪预报系统(以下简称“系统”), 在业务使用中取得较好的预报效果。

1 暴雪预报系统简介

1.1 暴雪形势分型

首先, 我们查阅了 1970—1992 年江苏省从南到北 30 个台站, 每年 11 月到次年 3 月, 共 5 个月的逐口资料, 按照中国气象局制订的暴雪标准(24 小时降水量达 10mm, 积雪深度 5cm 以上), 找出本省的 27 次暴雪过程(另有 14 次“准”暴雪过程)。根据历史上的这些个例, 进行 500hPa 上天气形势的分型工作, 建立起暴雪个例档案。

由于暴雪是一个大型天气过程, 形势比较稳定。因此在寻找暴雪形势场的特点时, 侧重于形势场的相似。系统将暴雪形势分为两个型。

第一型判别标准如下:

500hPa 上: (1) 75°E 以东, 45°N 以北有深厚阻塞高压。(2) 50°N 以北, 115°E 以东有低于 5200gpm 的低压中心。(3) 有低于 -44°C 的冷中心与此低压配合。(4) 中纬度环流较平, 西南风急流轴(风速大于 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) 达 45°N 附近。(5) 120°E 处, -8°C 线达 24°N 或 5800gpm 等高线在 27°N 附近。

850hPa 上: (1) 在本省西北部有小高压存在。(2) 沿 30°N 有准东西向切变线存在。(3) 120°E 处, 4°C 线在 30°N 附近。(4) 低空西南风急流轴(风速大于 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) 达 30°N 附近。

本型标准场见图 1。

第二型判别标准如下:

500hPa 上: (1) 75°E 以东, 45°N 以北为一宽广的低压带, 或 105°E 附近, 45°N 以北有弱高压脊, 其范围较窄, 东西宽度不超过 20 个经度。(2) 50°N 以北, 115°E 以东有闭合低压中心。(3) 新疆北部到本省上游有阶梯槽, 或蒙古(及其以北)地区有横槽。(4) 西南风急流轴达 47°N 以北。(5) 120°E 处, -8°C

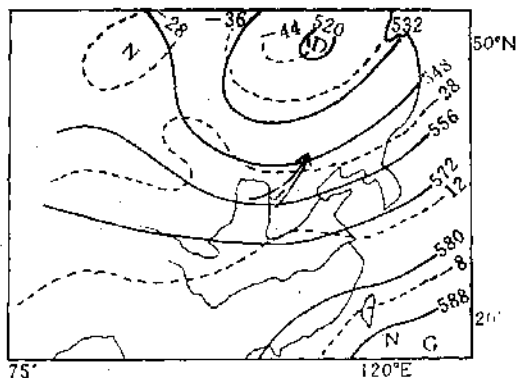


图1 第一型标准场(实线:等高线/gpm,虚线:等温线/°C,矢线:急流轴)

线在 25°N 附近或 5800gpm 等高线在 30°N 以北。

850hPa 上:(1)本省上游有南支槽存在。(2)120°E 处,4°C 线在 31°N 以北。(3)低空西南风急流轴达 30°N 以北。

本型标准场图见图 2。

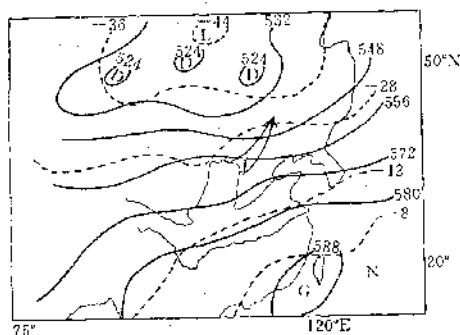


图2 第二型标准场(说明同图1)

对比这两个型的判别标准,可以发现它们的主要不同点是中、高纬度环流有明显差异。而对于中、低纬度的系统来说,暖湿空气在第二型中要明显比第一型强。

1.2 建立有无暴雪的判别方程

根据以上分类标准,我们得到第一型个例 16 个,第二型个例 11 个。选取 500hPa 上,15—60°N,70—145°E 范围内 250 个站点的高度场资料,用以下公式计算其平均场:

$$\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ik}$$

其中, n 为样本个数, k 为样本原因子序号。然

后,计算预报场和平均场之间的相似离度。在计算前,须先进行标准化处理:

$$x'_k = \frac{x_k - x_{kmin}}{x_{kmax} - x_{kmin}} \quad (k = 1, 2, \dots, m)$$

式中, x_k 为样本的原因子数据, x'_k 为标准化后的因子数据, x_{kmax} 和 x_{kmin} 分别为所有历史样本原因子的最大值和最小值。

$$\text{相似离度 } C_{ij} = \frac{1}{2} (S_{ij} + D_{ij})$$

$$\text{式中, } S_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m |x_{ijk} - E_{ij}|$$

$$D_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m |x_{ijk}|$$

而 $x_{ijk} = x_{ik} - x_{jk}$, $E_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ijk}$, m 为因子数。

这里, S_{ij} 为形系数,是反映预报场和平均场中各因子之间差值 x_{ijk} 对 E_{ij} 的离散程度的量。即从总体看来,它反映两个场之间形状的相似程度。当 $S_{ij} = 0$ 时,预报场和平均场的形状完全相似。而 D_{ij} 为值系数,它可反映出预报场和平均场之间总平均数值上的差异程度, D_{ij} 越小,两场之间的距离越近。当 $D_{ij} = 0$ 且 $S_{ij} = 0$ 时,则 $C_{ij} = 0$,即预报场和平均场完全重合。

为了建立有无暴雪的判别方程,我们在原有 27 个暴雪个例的基础上,又从每年的 11 月至次年 3 月随机地抽取一两个时次,使样本数扩大到 68 个。用天气图上站点资料计算出相似离度为 C_{1ij} ,用欧洲中期天气预报中心 500hPa 实况资料(范围:20—60°N, 60—150°E, 171 个格点)计算出两型的标准场,并以暴雪开始前 48 小时的预报场计算其相似离度得 C_{2ij} 。得出综合预报方程:

$$Y = \alpha_1 C_{1ij} + \alpha_2 C_{2ij}$$

根据历史个例试验的结果 α_1 和 α_2 分别取为 0.4 和 0.6,而 Y 的门限值取为 0.6 较好。当 $Y < 0.6$ 时,预报未来将有暴雪,总的历史拟合率为 0.72。

1.3 暴雪落区预报

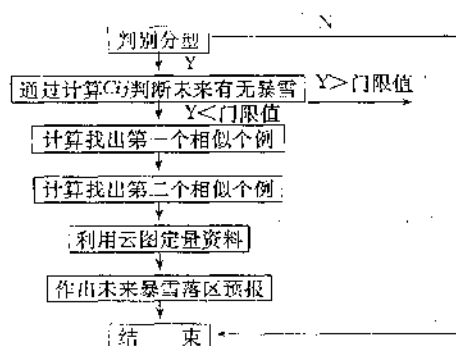
暴雪虽然是一个大型天气过程,但 24 年(包括 1993 年)的 29 个样本中,却没有一个符合中国气象局规定的全省性暴雪天气。为预报暴雪的落区,首先计算出预报场和该型内各历史样本之间的相似离度,并用以下公式计算 Y_m ,

$$Y_m = |C_{ijm} - C_{ij}| \quad m = 1, 2, \dots, n$$

其中, n 为本型历史样本个数。系统软件自动搜索,取 Y_m 最小者样本的暴雪落区为主要参考预报落区,次小者为参考预报落区,再辅之以云图订正,做出最后的暴雪预报。

在云图的分析上,我们采用移动、追踪式分析。软件的光标一个点约 50km^2 ,使用 5×5 ,即范围为 1250km^2 的方形框区追踪云图上低于 -48°C (冬季本省 200hPa 上的平均温度,这个温度可随月份和个例而调整)的点的密集区的变化。

“系统”的预报流程如下:



2 两次预报实践

这里要说明的是,过程的开始,是以我省第一个站开始下雪的时间为准。

1993 年 1 月 12 日前,本省淮河以南一直在下雪,直至 12 日 14 点以后,江淮之间北部和淮北地区才开始降雪。至 13 日 08 点,已有 3 站(泗阳、宿迁、泗洪)降了暴雪。14 日全省普降雨雪,苏南地区由于积雪标准不够,未能达到暴雪。这是一次全省范围的大型降水过程,整个过程中,我省苏北地区达到了规定的暴雪标准。

过程前的 500hPa 形势场符合 I 型暴雪形势场的要求。进一步,系统在 12 日 08 点计算出来的 Y 值已达 0.45,从历史资料库中调出 1979 年 1 月 10 日和 1974 年 12 月 8 日两个个例,它们的暴雪落区分别发生在江淮之间北部和淮北地区,追踪云图的结果与此也不矛盾,系统选择了以上落区为本次预报落区。预报结果还是令人满意的。

而 1993 年 11 月 20 日发生的暴雪过程,其天气形势符合的是 II 型暴雪形势(其中仅有一条: 850hPa 上西南低空急流轴仅达 26°N ,不符合标准。如何处理这些标准的关系,这里省略)。这也是一次全省性的降水过程,其中 24 小时降水量沿江、江淮地区达 30mm 左右,其它地区也有一定的量。但全省仍只有北部 5 个站(泗洪、泗阳、涟水、述阳、东海)达到暴雪标准。系统计算出的 Y 值为 0.41,调出的历史个例是 1988 年 2 月 25 日和 1990 年 1 月 30 日。它们的暴雪实况分别出现在沿江、江淮和江淮北部。系统预报未来本省沿江和江淮地区有暴雪出现,预报正确。

参考文献(略)

A Forecasting System of Heavy Snow in Jiangsu Province

Chen Dequn Hu Luolin Feng Minxue Zhang Zhongyi

(The Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008)

Abstract

A forecasting system of heavy snow with 23 year's data from 1970 to 1992 is developed. An objective analysis is used. Two heavy snow processes are successfully forecasted in routine operation in 1993.

Key Words: heavy snow forecast objective analysis