

长江中下游地区“84.1” 暴雪过程分析

朱爱民

寿绍文

(国家气象局, 北京 100081) (南京气象学院)

提 要

通过对1984年1月发生在长江中下游地区的一次冬季暴雪过程的分析,探讨了该地区冬季大雪过程的成因。结果表明:东亚范围南北支环流系统的经向度发展,冷暖空气在长江中下游地区交汇,对流层中低层上的辐合区、正涡度区和上升运动区的存在,以及高、低空急流的靠近和有利的温度层结,众多的水汽源地及较强的水汽输送等是暴雪产生的必要条件。

关键词: 暴雪 分析 动力场 温度层结 水汽条件

引 言

长江中下游地区是我国经常发生雪灾的区域之一。近几年的观测事实表明,该地区几乎每年都要出现大雪过程,并常达到暴雪程度。而每一次暴雪过程的出现,都会给当地的工农业生产和社会生活造成很大的危害。因此,加强对冬季大雪过程的研究,对于做好大雪的预防工作,减轻灾害所造成的损失有重要的意义。本文以1984年1月发生在长江中下游地区的一次暴雪过程为例,探讨该地区冬季大雪过程的成因。

1 天气过程概述

1984年1月17—19日,在江淮和江南地区出现了大范围的降雪天气过程,过程降水量一般有20—40mm,其中江苏南部和安徽北部的部分地区达40—60mm,杭州达84mm。上述地区的积雪深度一般有15—40cm,不少地方打破了历史记录,如霍山、无锡达49cm。

这次降雪过程始于17日,18日达到最

大,19日上午基本结束。

在12小时的降水量分布图上,17日08时,降水主要出现在江南地区,降水形式表现为雨夹雪。17日20时,降水增大,范围向北扩展到江淮地区,转为降雪。18日08时,降水迅速增强,在江淮和长江中下游地区出现了降水量 $>20\text{mm}$ 的降雪带,降雪中心位于沙市、武汉和合肥附近,降水量分别为48和35mm。18日20时,降雪带向东南方向移动,强度减弱,降雪中心位于九江、杭州附近,降水量分别为26和29mm。19日08时,降雪带继续南移,范围减小,强度进一步减弱,直至降雪过程基本结束(图1)。

2 天气形势特征

这次暴雪过程的出现,是中低纬地区天气系统相互作用的产物。

2.1 中高纬稳定的环流形势

1月中旬,欧亚地区的环流形势发生了一次大的调整,形成了稳定的两槽一脊流型。从巴尔喀什湖到东亚沿海为一宽广的低压槽,槽中不断有冷空气分裂影响我国。14—19

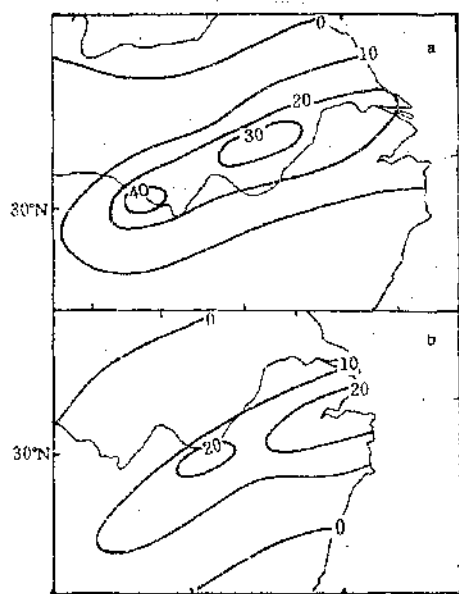


图1 1984年1月18日降水量图(mm)

a:18日03—14时,b:18日15时—19日02时

日,有一股冷空气从槽中分裂南下,受其影响,华北和东北的大部分地区气温下降了6—10℃,江南最低气温降到0—2℃,在对流层低层形成冷垫。

2.2 低空稳定的切变

由于冷空气的不断补充,850hPa大陆高压的维持,高压南侧的偏东风与从南海北上的偏南风在华南北部形成一条切变,700hPa切变线位置较850hPa偏北5个纬距左右。在切变线维持地区,等温线密集,锋区很强。当500hPa有扰动东传时,是产生降水的有利条件。

2.3 中层的暖平流

16—18日,在850和700hPa上,我国西南地区为一较强的暖区,在西南气流影响下,暖脊不断由云贵高原向下游伸展。这层暖平流的存在,一方面加强了逆温层上的暖层,另一方面和低层的冷平流之间形成了较强的温度平流差。其结果导致长江中游地区位势高度下降,有利于低值系统的强烈发展。

2.4 低纬系统经向度发展

15—16日,印度有一南支槽东移,受其

影响,我国大部分地区出现了降水。17日,南支槽移出高原时,分成南北两段,南段(25°N以南)减弱,北段(25—35°N)加速东移。17日晚,北段将低层的西南涡带出,此时,降水便开始加大。

2.5 西南涡发展东移

15—16日,在700hPa上,西藏东部地区有一暖性低压静止少动,柴达木盆地有一低压向东南方向移动。16日20时,两低压合并加深东移。17日20时移到四川盆地后,在500hPa高空槽的影响下,开始迅速发展。18日08时,低压范围从盆地沿切变线向东迅速扩展到川东、湖北和江淮地区,此时,低压发展到最盛阶段。此后,开始迅速减弱,到18日20时,基本消失。

在850hPa上,16—17日,西南地区有一低涡向下游方向移动,17日20时移出四川盆地后,开始迅速增强并沿切变线加速东移。18日08时,低涡移到了安庆附近,在其南侧和东侧,形成了两股强大的偏南和偏东风急流,这两股急流为暴雪提供了充足的水汽和动力条件,此时,暴雪达到了最盛阶段。此后,低涡开始减弱并向东南方向移动。19日凌晨,随着低涡东移出海,大雪过程也基本结束。

3 流场分析

3.1 850hPa流场分析

在850hPa流场图上,17日08时,黄河以北地区为偏北气流,长江以南地区为偏南气流,在黄河和长江之间的地区为偏东气流,在偏南和偏东气流之间,大体沿30°N一线有一暖式切变。17日20时,偏南气流的势力明显增强,江淮地区的气流经向度增大。18日08时,偏南气流的势力进一步增强,在柳州、台湾和冲绳附近出现了风速 $>18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的风速中心。另外,偏北气流的势力也明显增强,在南北气流的作用之下,长江附近的切变线流场演变成气旋式流场,环流中心在九江、

安庆附近。此时,降雪也达到了最强阶段。18日20时,随着冷空气南下,江南地区出现偏北气流,降雪开始减弱。

3.2 高低空急流分析

17日08时,江南地区700hPa有一低空急流,急流轴上有两个风速中心,分别位于湖南西部和浙江东部。200hPa淮河流域上空有一高空急流,急流中心位于江苏中部,长江中下游地区位于高空急流入口区的右侧和低空急流的左侧,上述形势对该地区降水的发展很有利。但由于两支急流相距较远,所以,此时雨区只出现在长江以南地区。17日20时,高空急流南移到江淮地区上空,急流轴上出现了两个风速中心。在低空急流轴上,两个急流中心的风速明显增强。由于高低空急流的位置靠近,两支急流强迫产生的上升运动叠加在一起,因此对该地区暴雪的产生非常有利,此时长江流域开始出现暴雪。18日08时,高空急流形势变化不大,低空急流显著增强,急流轴上的两个风速中心分别达到35和30 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,急流轴的东段向北倾斜,与高空急流轴出现交角,此时降雪也达到了最强(图2)。18日20时,高空急流南移到长江流域上空,低空急流的东段也向南移,降水开始明显减弱。但在景德镇到杭州一带地区,因仍处于低空急流左侧的上升运动区内,再加上高空急流的辐散作用,故该地区仍有较大的降雪。

4 动力场分析

4.1 散度场分析

以800hPa代表大气低层、200hPa代表大气高层来进行讨论。17日08时,在长江中下游地区,低层的辐合区位于常德和霍山附近,高层的辐散区位于安庆附近。17日20时,形势发生了较大的变化,低层原有的辐合中心消失,在沙市、修水和杭州附近出现了新的辐合中心。在高层,从沙市、武汉到安庆一带为辐散区。18日08时,低层辐合区强度显著增强,范围迅速扩大到整个长江中下游地

区,辐合中心在武汉和安庆附近,中心值分别为 -7.8×10^{-5} 和 $-6.7\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在高层,该地区为辐散区,辐散中心在安庆附近,中心值为 $6.5\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ (图略)。18日20时,武汉附近的辐合区消失,变为辐散区。安庆附近的辐合中心向东移到了皖南地区,强度基本保持不变。19日08时,长江中下游地区完全被辐散区所控制。

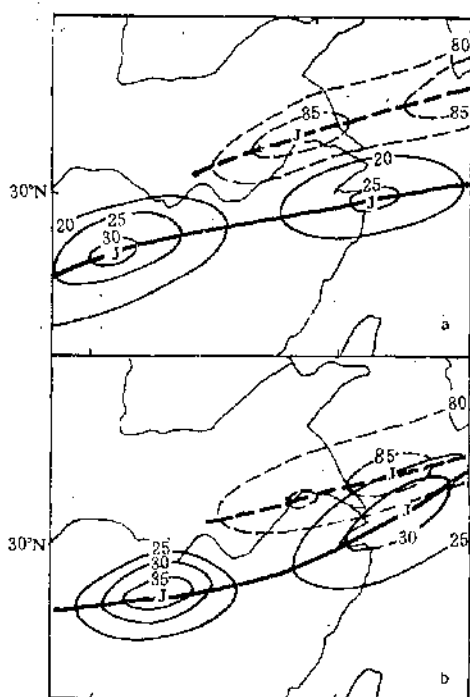


图2 1984年1月17-18日高低空急流位置图

a:17日20时 b:18日08时

粗虚线为200hPa高空急流;粗实线为700hPa低空急流;等值线为等风速线($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

4.2 涡度场分析

以850hPa为代表来讨论。在850hPa的涡度图上,17日08时,正涡度区位于长江以南地区,17日20时,正涡度区的范围向北迅速扩展到了长江以北地区,强度迅速增强,在武汉和杭州附近,出现了两个正涡度中心。18日08时,上述地区的涡度进一步增强,武汉和杭州附近的正涡度值分别达到 $9.6\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $11.8\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ (图略)。18日20

时,正涡度区向东南移到了江西到苏南一带地区。19日08时,长江中下游地区被负涡度区所控制。

4.3 垂直运动场分析

重点讨论 700hPa 垂直运动情况。在 700hPa 的垂直运动图上,17日08时,除在武汉西边有一下沉运动区外,长江中下游大部分地区为上升运动区。17日20时,武汉西边的下沉运动区消失,变为上升运动区,此时整个长江中下游地区几乎完全被上升运动所控制。18日08时,从武汉到安庆附近,出现了一条东西向的强的上升运动带,上升运动中心在安庆附近,中心值为 $-14.0 \times 10^{-5} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ (图略)。18日20时,武汉附近为下沉运动所控制,上升运动主要集中在皖南到浙江沿海一带地区。19日08时,整个长江中下游地区,除在宜昌附近还有一个小的上升运动区外,其余的均被下沉运动所控制。

从上述分析中可看出,动力场的形势变化和降雪过程的演变基本上是一致的。

5 大气稳定度分析

我们用 500 和 850hPa θ_{se} 的差值来代表中低层大气的稳定度。以暴雪最强时次的 18日08时为例,在 $\Delta\theta_{se(500-850)}$ 平面图上,所有的差值均为正值,且最大的差值区位于长江中下游地区,最大的差值中心在降雪中心附近。

稳定度的上述分布,与暴雪区附近的温度层结有关。以暴雪区附近的安庆站为例,在 18日08时的探空曲线上,温度层结有以下的特征:a. 温度层结呈中层暖下层冷的分布,中间有一层逆温层,逆温层的最高温度在 0°C 左右,逆温层的厚度约 2000m。b. 近饱和层 ($T-T_d \leq 4^{\circ}\text{C}$) 的厚度较厚,从地面直到 330hPa,云顶的温度约为 -35°C ,云体厚度将近 6000m。

上述的温度分布对暴雪的产生非常有利。中层暖,饱和层厚,可提供充足的水汽条

件。中层暖,但最高温度不超过 0°C ,可使高层的冰晶在落入中层过冷却水层后会增长成为雪花,而不致形成雨滴。下层冷,可使雪花直接飘落到地面,而不致溶化成降雨。

6 水汽条件分析

6.1 水汽通量与降雪

在 850hPa 水汽通量图上,17日08时,水汽通量的高值区位于华南北部地区,呈东西向带状分布。偏南急流穿越水汽通量的高值区,将水汽源源不断地送往长江中下游地区。17日20时,华南地区的水汽通量明显增强,经向度增大。18日08时,上述地区的水汽通量进一步增强,在桂林、福州和东海上空出现了 3 个 $16 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 左右的水汽通量中心(图 3)。在长江中下游地区,水汽的

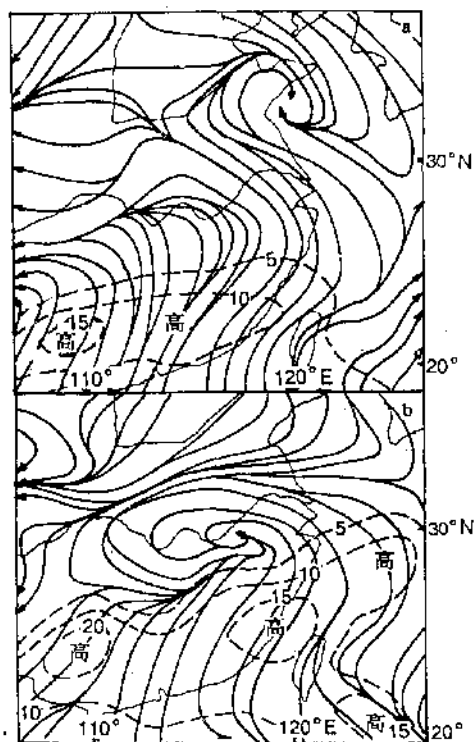


图3 1984年1月17—18日850hPa水汽通量图
($\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

a: 17日20时; b: 18日08时
实线为水汽通量; 虚线为等水汽通量

辐合也进一步增强,相应的,此时降雪也达到了最强。18日20时,在北方气流的入侵下,水汽通量开始迅速减弱,高值区退到了东南沿海地区。这种形势的变化与当时的降雪开始减弱,降雪带向东南方向移动是一致的。

考察水汽通量与降雪的分布可见,这次暴雪既不是出现在850hPa的水汽通量高值带内,也不是出现在700hPa的水汽通量高值带内,而是出现在800hPa和700hPa北侧的等水汽通量线的密集带内。该密集带的出现,是由于偏南暖湿气流与偏北干冷气流在长江中下游地区交汇的结果。在上述地区,由于水汽通量的梯度很大,水汽通量的辐合较强,所以产生了暴雪。

6.2 水汽源地与降雪

从水汽通量图上可以看出,在本次暴雪过程中,水汽输送的主要通道是:在700hPa,水汽从孟加拉湾经云贵高原进入长江中下游地区。在850hPa和在近地层,水汽从南海北上经华南地区然后进入长江中下游地区。在东面,水汽从东海南部北上,在长江口附近向

西转向进入江淮地区。因此,本次暴雪过程的水汽源地有3个,即孟加拉湾、南海和东海。再加上水汽输送强度很强,因此,长江中下游地区的降雪也特别大,几乎达到了创纪录的程度。

7 结 语

7.1 这次暴雪过程是在特定的环流形势下产生的。影响本次暴雪过程的主要系统有:高纬地区长波槽,低纬地区高空槽,700和850hPa上的低涡、切变线以及高、低空急流等。

7.2 暴雪区位于850hPa上暖式切变线附近的气流汇合区。高、低空急流以中尺度扰动形式向暴雪区提供了充足的水汽和动力条件。

7.3 动力场上的低层辐合和高层辐散区、正涡度区和上升运动区与暴雪中心的位置有较好地对应关系。

7.4 中暖下冷的温度层结、众多的水汽源地及较强的水汽输送是暴雪产生的有利条件。