

文章编号:1673-8411 (2016) 01-0043-04

2014年2月18日湖南暴雪成因分析

张俊利¹, 张钊¹, 于希¹, 钟伟业², 刘冬梅²

(1.湖南省邵阳市气象局, 湖南 邵阳 422000 2.湖南省邵东县气象局, 湖南 邵东 422800)

摘要:利用 NCEP 再分析资料、MICAPS 资料、多普勒雷达资料对发生 2014 年 2 月 18 日在湘中及以南一次暴雪天气过程进行诊断分析,结果表明:(1)此次过程的主要影响天气系统为 500hPa 为高空槽、700hPa 切变线及西南急流、850hPa 切变线。(2)暴雪发生时,湿层厚度升高,且整层温度均 $<0^{\circ}\text{C}$, 0°C 层高度下降到 1000hPa 附近。(3)从动力条件分析表明,强降雪发生时强烈的上升运动,低层辐合与高层辐散特征,同时暴雪发生前西南急流为暴雪的发生提供了有利的水汽条件。(4)强降雪期间,雷达回波上有清楚的零度层亮带特征。

关键词:切变线;西南急流;零度层亮带

中图分类号:P458

文献标识码:A

Analysis of Blizzard in Hunan Province on 18February, 2014

Zhang Junli, Zhang Zhao, Yu Xi, Zhong Weiye, Liu Dongmei

(1. Shaoyang Municipal Meteorological Service, Shaoyang 422000; 2. Shaodong County Meteorological Service, Shaodong 422800)

Abstract: Based on NCEP reanalysis data, MICAPS data and Doppler radar observations, the snowstorm process occurred in middle and south of Hunan province on 18th February, 2014 were analyzed. The results show that: (1) the main affecting system of this process is formed by 500hPa upper trough, 700hPa shear line and southwest jet, 850hPa shear line; (2) when the snowstorm occurred, the height of humidity level lifted with the temperature of all the level below 0°C , and the height of 0°C level drop down to around 1000hPa. (3) According to the analysis of the dynamic condition, the results show that there was strong ascending motion when the snowstorm occurred; meanwhile, the southwest jet supplied vapour for snowstorm before it begins. (4) During snowing, the radar echo displayed the obvious 0°C level -bright-band feature.

Key words: shear line; southwest jet; 0°C level bright band

1 引言

近年来,针对降雪天气开展了一些研究,周雪松等^[1]认为红外云图能很好地反映暴雪天气过程对流性的强弱;王晓玲等^[2]认为春季降雪预报中要关注低层的配置尤其是 700hPa 的暖湿气流;姚蓉等^[3]认为地面气温在 0°C 附近,将有雪、雨夹雪、冻雨等混合型降水发生;沈玉伟等^[4]认为降雪区的上空有水汽通量辐合、水汽通量大值区的演变,低空辐合高空

辐散的配置是强降雪产生的有利动力条件;漆梁波等^[5]认为综合考虑温度因子和厚度因子的识别判据对雨雪相态转换更好一些;唐熠等^[6]认为 850hPa 0°C 等温线的位置是影响低温雨雪冰冻天气区域的一个关键线;廖晓农等^[7]认为 0°C 层的高度及其与抬升凝结高度的关系可能与降水相态有密切关系;杨淑华等^[8]对暴雪发生时的多普勒雷达特征进行了分析;刘蕾^[9]、陈根潮^[10]、杨青莹^[11]、党国花^[12]、郑雅心^[13]等认为高层对底层的抽吸作用是暴雨的一个触发机

收稿日期:2015-10-15

基金项目:湖南省气象局预报员专项(XQKJ16C008)支持

作者简介:张俊利(1982-),女,工程师,主要从事中短期天气预报研究工作。

制;张凌云^[14]等认为中暖下冷的逆温层结维持是雨雪持续的必要条件。

本文根据 NCEP 再分析资料、MICAPS 资料、多普勒雷达资料,对发生在 2014 年 2 月 18 日湘中及以南一次暴雪天气过程进行初步探讨分析,分析暴雪发生时的天气背景场、雨雪相态转换时的变化特征、分析强降雪发生时的反射率因子特征和速度图特征,为暴雪天气过程找出有意义的特征因子。

2 天气实况分析

2014 年 2 月 18 日,湘中以南地区出现一次暴雪天气过程。17 日 20 时湖南以降雨为主;18 日 02 时,湘中以北地区的湘西自治州、张家界、常德、益阳、岳阳出现纯雪,并且降雪范围进一步扩大;18 日 08 时降雪范围扩大到湘中地区的邵阳、衡阳及株洲地区,降雪强度增强;18 日 14 时湘中及以南地区的强降雪仍持续。强降雪主要集中在 18 日白天。18 日 08 时至 19 日 08 时,湘中及以南大部分地区出现暴雪,主要暴雪区域集中在邵阳、娄底、湘潭、株洲、衡阳、郴州等地市。

3 天气形势分析

此次过程的主要影响系统为 500hPa 为高空槽、700hPa 切变线及西南急流、850hPa 切变线。

进入 2 月中旬以来,中高纬度西伯利亚地区稳定维持一低涡,低涡南部不断有短波槽东移。

17 日 08 时,高原东部有短波槽活动,孟加拉湾南支槽稳定维持在 85°E 附近;700hPa 在河南-陕西-四川一带有一近东西向切变线,切变线以南有强盛的西南急流,急流核风速达 28m/s,将来自孟加拉湾的水汽不断地向暴雪区输送;850hPa 在安徽、江苏有一气旋,湖南、贵州为东北西南向切变线,此时湖南大部分地区以小雨为主。

18 日 08 时,500hPa 高原低槽东移至河南、湖北、四川一带,高原低槽携带冷空气逐渐扩散南下;700hPa 切变线位于湖北东部、湖南西北部、贵州一带,其以北的偏北气流随着低槽东移逐渐南下,切变线以南为西南急流,急流核风速达到 $24\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上;850hPa 气旋东移入海,低层冷空气自偏东路径经山东、河南、江苏、安徽一带形成了东北回流,在江南、华南形成了深厚的冷空气垫,湖北、湖南偏北风最大风速达到了 $18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,0℃等温线位于广西至湖南郴州南部,偏北风与 0℃温度线几乎成垂直夹角,冷平流向南输送比较明显,切变线南压至江西、广东、广西

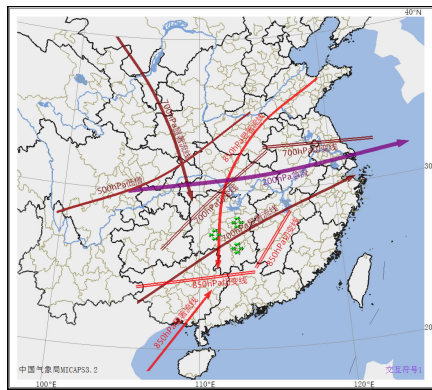


图 1 2014 年 2 月 18 日 08 时综合图

一带。西南暖湿急流沿着低层冷垫向上爬升,为暴雪的形成提供了有力的动力条件。

从 18 日 08 时中尺度分析(图 1)来看,湖南位于 200hPa 高空西风急流右后侧、700hPa 西南急流左前侧强辐合区,此处高空辐散、低空辐合有利于形成强烈的上升运动;低层 850hPa 湖南为偏北气流,到 700hPa 逆转为西南急流,说明低层强的风垂直切变有利于造成强烈的垂直上升运动。在这些因素的共同作用下,造成了此次湖南大范围暴雪天气。从实况来看,此次暴雪落区主要位于 700hPa 与 850hPa 切变线之间。

4 层结条件分析

4.1 T-lnP 图

从 17 日 08 时怀化站 T-lnP 图来看(图略),700hPa 以下露点线靠近温度线,湿层厚度主要位于 700hPa 以下,同时 850hPa 至 700hPa 之间温度 $> 0^{\circ}\text{C}$,0℃层高度位于 925hPa 附近,850hPa 附近为偏东南风,925hPa 为偏东北风,从实况来看,此时湖南大部分地区以小雨为主。18 日 08 时怀化站 T-lnP 图来看(图略),300hPa 以下露点线靠近温度线,湿层厚度由 17 日 08 时的 700hPa 升高到 300hPa 附近,湿层厚度升高与大气强烈垂直上升运动有关,且整层温度均 $< 0^{\circ}\text{C}$,0℃层高度下降到 1000hPa 附近,850hPa 及以下均转为偏北风,850hPa 偏北风速达到 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,从实况来看,此时湖南大部分地区出现强降雪。

4.2 温度层结条件分析

16 日 14 时,偏北风位于 925hPa 以下,且风速 $< 4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,在 29°N 以南的 850hPa~925hPa 有一逆温层; $< 0^{\circ}\text{C}$ 的区域向南扩散到 26°N,其上部温度 $> 0^{\circ}\text{C}$, $< -2^{\circ}\text{C}$ 的区域基本上在 28°N 以北地区;从 25°N 到 30°N,1000hPa 气温都在 4~6℃。从实况看,此时湖南

以液态降水为主。

17 日 14 时, 受不断扩散南下的冷空气影响, 偏北风厚度接近 850hPa, 且偏北风速增大到 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $<-2^{\circ}\text{C}$ 的区域向南压到 26°N ; 受 700hPa 附近强盛的西南急流影响, $26^{\circ}\text{N}\sim 27^{\circ}\text{N}$ 附近的 700hPa 温度由 16 日 14 时的 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 升高到 6°C 以上, 逆温层的强度较 16 日 14 时相比明显加强, 700hPa 与 925hPa 之间的温度梯度增加; 1000hPa 的温度都在 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ 。从实况看, 此时湖南为液态降水。

18 日 08 时, 受不断扩散南下的冷空气影响, 偏北风厚度升高, 位于 850hPa 以上到 700hPa 之间; 27°N 以北, 0°C 层高度与 17 日 14 时相比明显下降, 925hPa 以上气温均 $<0^{\circ}\text{C}$, 近地面温度 $<2^{\circ}\text{C}$, 此时从实况来看, 27°N 及以北地区均转为纯雪, 27°N 以南由于 1000hPa 气温 $>2^{\circ}\text{C}$ 降水相态为液态降水。

从 18 日 14 时 (图 2) 温度层结的垂直分布来看, 1000hPa 以上的整层气温均 $<0^{\circ}\text{C}$, 地面气温均降至 1°C 以下, 湘中及以南大部分地区均出现纯雪。

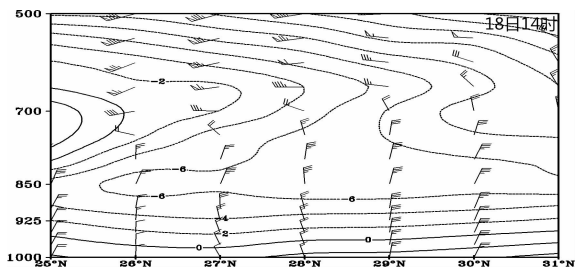


图 2 2014 年 2 月 18 日 14 时 112°E 温度垂直剖面图

5 动力条件

5.1 垂直速度

从衡阳站垂直速度时间剖面图 (图略) 可以看出, 从 16 日至 18 日, 500hPa 以下到 850hPa 的垂直速度均为负值, 可见中低层均为上升运动, 而 18 日 08 时之前, 垂直速度最大值均在 $-0.6\sim -0.2\times 10^{-3}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$; 随着冷空气厚度加厚, 暖湿气流被抬升, 18 日 08 时开始, 垂直速度负值逐渐增大, 到 18 日 14 时, 垂直速度中心最大值升高到 $-1.8\times 10^{-3}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$, 上升运动强度达到最大。可见较强的上升运动是产生暴雪的原因之一。

5.2 散度

从图 3 可以看出, 17 日 20 时之前, 700hPa~925hPa 为弱的辐合, 其数值在 $-2\sim -1\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$; 17 日 20 时开始, 700hPa~850hPa 之间的辐合程度加强, 在 600hPa 附近也出现明显的副散区, 18 日 02 时, 辐合和副散中心值分别为 $-7\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 和 $5\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$; 18 日 08

时, 随着冷空气不断扩散南下, 辐合最大值中心由 18 日 02 时的 850hPa 附近上升到 600hPa 附近, 辐散最大值中心也由 600hPa 附近上升到 400hPa 附近, 低层辐合、高层辐散有利于强降水的发生; 18 日 14 时, 随着高层辐散的高度逐渐下降, 湖南大部分地区强降雪逐渐趋于减弱; 18 日 20 时, 600hPa 以下散度均为正值, 说明中低层转为辐散区, 湖南降雪停止。通过对强降雪发生前后散度场的分析说明, 强降雪发生时低层辐合、高层辐散特征明显。

6 水汽条件

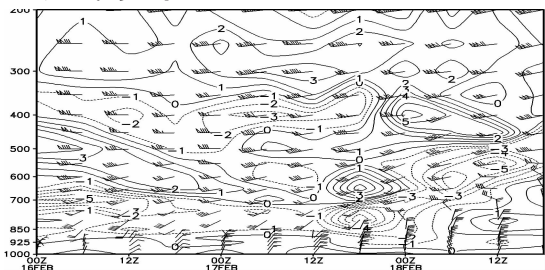


图 3 2014 年 16 日 08 时至 18 日 20 时衡阳站散度垂直时间剖面图 (单位: 10^{-5}s^{-1})

6.1 水汽通量

16 日 08 时, $>10\times 10^{-2}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 的水汽通量大值区主要位于湘中及以南地区。16 日 20 时, 随着西南急流加强东伸, 湖南中部、江西、浙江、福建等地的水汽通量值均 $>10\times 10^{-2}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。17 日 08 时~14 时 (图略), 西南急流继续加强维持, 湖南大部分地区水汽通量在 $10\sim 12\times 10^{-2}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。17 日 20 时, 由于强盛的西南气流维持, 湖南大部分地区水汽通量值增大到 $12\times 10^{-2}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 而在大值区北侧水汽通量等值线密集, 梯度较大。18 日 08 时 (图略), 随着北方冷空气扩散南下, 偏北风速加大到 $8\sim 10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 水汽通量等值线密集区南压到湘中地区, 湘中及以南的水汽通量仍 $>10\times 10^{-2}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。18 日 14 时之后, 冷空气厚度逐渐升高到 700hPa 高度, 500hPa~700hPa 的西南急流逐渐减弱, 700hPa 以下逐渐转为偏北风, 湘中及以南的降雪趋于停止。

通过分析可以看出, 此次暴雪由 700hPa 西南暖湿急流将海洋上水汽输送到暴雪区, 由于暴雪发生时强烈的垂直上升运动, 造成了湖南地区此次大范围暴雪。

7 多普勒雷达特征分析

本文多普勒雷达资料选取湖南邵阳的多普勒雷达资料, 主要分析了暴雪发生当天即 18 日白天多普

勒雷达的反射率因子和径向速度特征。

7.1 反射率因子特征

图4(见彩页)为4.3度仰角基本反射率因子图。08:00时,在隆回、新邵、邵东等县上空已经出现半圆弧亮带,距离雷达站37公里,高度3公里;08:25时,在邵东北部、隆回南部的亮带回波出现加强趋势,邵阳东北部最强回波达到50~55dBZ,且亮带的范围有所扩大,此时邵阳已经降鹅毛大雪;10:05时,亮带一直维持在该高度,且强度基本维持,才从实况来看,08时至10:05时,降雪强度较强,根据野外的观测,此时地面积雪厚度达到10cm;从10:30时开始,亮带的范围开始减小,回波强度逐渐减弱,从实况来看,此时降雪强度也开始减弱。但降雪仍持续;12:04时,亮带中的30dBZ以上的回波明显趋于消失,亮带仍有15~25dBZ的回波,实况看此时强降雪已经趋于减弱;12:23时,仍然有15~25dBZ回波亮带,此后降雪基本都以弱降雪为主。

2月18日强降雪期间,零度层亮带在12:04时之前强度较强,此阶段强雪强度较强,并且亮带与雷达距离和亮带所在的高度基本维持不变,12:04时之后,亮带强度有所减弱,降雪也趋于减弱,零度层亮带可以作为暴雪预报的一个依据。

7.2 径向速度特征

从图5(见彩页)可以看出,在2公里以下、距离雷达20公里以内,零线为一条直线,风向随高度变化一致,雷达站20公里范围内为偏北风,有正负一对速度最大值中心,正速度中心最大值15m/s,负速度中心最大值-20m/s,并且最大入流速度绝对值大于最大出流速度绝对值,说明表明低层有辐合运动,这种风场特征说明低层2公里以下有冷空气入侵。距离雷达80公里以外,速度开始出现模糊,距雷达中心西南方位负速度出现模糊,距雷达东北方位的正速度出现模糊,根据判断5公里以上为西南急流。低层的偏北风和高层的西南风的强风垂直切变是此次暴雪过程的原因之一。

8 结论

本文主要对2014年2月18日暴雪发生前后从天气形势、温度层结特征、物理量特征、卫星云图、多普勒雷达等特征进行了相关分析,结果发现:

(1)此次过程的主要影响系统为500hPa为高空槽、700hPa切变线及西南急流、850hPa切变线。

(2)暴雪发生时,湿层厚度升高,且整层温度均 $<0^{\circ}\text{C}$, 0°C 层高度下降到1000hPa附近。

(3)从动力条件分析表明,强降雪发生时有强烈的上升运动,低层辐合与高层辐散特征,同时暴雪发生前明显的水汽输送为暴雪的发生提供了有利的水汽条件。

(4)强降雪期间,零度层亮带在12:04时之前强度较强,此阶段强雪强度较强,并且亮带与雷达距离和亮带所在的高度基本维持不变,12:04时之后,亮带强度有所减弱,降雪也趋于减弱,零度层亮带可以作为暴雪预报的一个依据。从速度图上可以看出,低层的偏北风和高层的西南风的强风垂直切变是此次暴雪过程的原因之一。

参考文献

- [1] 周雪松, 杨成芳, 孙兴池. 两次早春暴雪过程的对比分析 [J]. 高原气象, 2013 (4): 446-455.
- [2] 王晓玲, 徐双柱. 湖北省春季两次雨雪过程的对比分析 [J]. 暴雨灾害, 2009 (6): 157-160.
- [3] 姚蓉, 叶成志, 田莹, 等. 2011年初湖南暴雪过程的成因和数值模拟分析 [J]. 气象, 2012 (7): 848-857.
- [4] 沈玉伟, 孙琦曼. 2010年冬季浙江两次强降雪过程的对比分析 [J]. 气象, 2013 (2): 218-225.
- [5] 漆梁波, 张瑛. 中国东部地区冬季降水相态的识别判据研究 [J]. 气象, 2012 (1): 96-102.
- [6] 唐熠, 韦健, 周文志, 等. 广西重大低温雨雪冰冻天气过程概念模型分析 [J]. 灾害学, 2013 (4): 25-30.
- [7] 廖晓农, 张琳娜, 何娜, 等. 2012年3月17日北京降水相态转变的机制讨论 [J]. 气象, 2013 (1): 28-38.
- [8] 杨淑华, 梁进秋, 张小冬, 等. 大同市一次暴雪天气过程多普勒雷达速度特征 [J]. 气象与环境学报, 2011 (6): 56-60.
- [9] 刘蕾, 丁治英, 陈茂钦. 2010年5月6~7日广州大暴雨过程分析 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (1): 10-17.
- [10] 陈根潮, 叶朗明, 何佳苗, 等. 2010年12月江门两次强冷空气过程对比分析 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (增刊): 63-64.
- [11] 杨青莹, 杨万康, 郑智佳, 等. 一次南方特大暴雪灾害过程诊断分析 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36 (2): 36-39.
- [12] 党国花, 贺春江, 陆广驰. 河池市一次罕见冬季暴雨预报技术分析 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (增刊): 58-60.
- [13] 郑雅心, 李芳, 李志勇. 许昌两次初春回流类雨转雪过程对比分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (3): 44-49.
- [14] 张凌云, 李宜爽, 王艺. 2013年初桂北寒潮天气过程分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (4): 40-43.