

文章编号: 1673-8411(2019)03-0022-04

2018年12月铜仁一次罕见暴雪天气过程成因分析

李习瑾, 钟有萍, 胡萍, 陈超, 聂云

(贵州省铜仁市气象局, 贵州 铜仁 554300)

摘要: 利用常规气象观测资料、NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 再分析资料对2018年12月29至30日贵州铜仁的罕见暴雪天气过程进行分析。结果表明: 从蒙古南下的冷空气与来自孟加拉湾的暖湿气流在贵州北部长时间交汇, 形成强烈的辐合上升运动, 是造成此次暴雪天气过程的主要原因; 温度垂直结构为冰晶层-冷层的结构特征, 湿层深厚, 云顶温度小于 -12°C , 整层为冷性结构, 利于冰晶的产生, 且中层暖层消失, 对降雪的产生十分有利; 充沛的水汽辐合和强烈的上升运动为本次暴雪天气过程提供了水汽条件、动力条件。

关键词: 回流降雪; 低空急流; 冷垫

中图分类号: P429

文献标识码: A

Cause Analysis of a Rare Snowstorm in Tongren in December 2018

Li Xijin, Zhong Youping, Hu Ping, Chen Chao, Nie Yun

(Tongren Meteorological Service, Tongren Guizhou 554300)

Abstract: The rare snowstorm weather process in Tongren, Guizhou Province, from December 29 to 30, 2018 was analyzed by using conventional observation data and NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ reanalysis data. The results show that the main reason for the snowstorm is that the cold air from South Mongolia intersects with the warm and wet air from the Bay of Bengal for a long time in northern Guizhou, forming a strong convergence upward movement. The vertical structure of temperature is ice crystal layer-cold layer structure, the wet layer is deep, the top temperature of cloud is less than -12°C , and the whole layer is cold structure, which is conducive to the formation of ice crystals. The disappearance of the middle warm layer is very beneficial to the formation of snow. The abundant water vapor convergence and strong upward movement provide water vapor conditions and dynamic conditions for the snowstorm weather process.

Keywords: reflux snowfall; low-level jet; cold cushion

1 引言

近年来, 一些气象专家和工作对贵州降雪天气进行了天气学诊断研究, 并取得了大量研究成果。杜小玲等^[1]认为长期维持在 25°N 附近的低层切变线为低温雨雪天气的发生提供了辐合条件, 地面上稳定持久的准静止锋是低温雨雪天气发生的重要影响系统。周文钰等^[2]发现强降雪天气过程物理量配置呈现出深厚的冷平流; 低层有不稳定层结且水汽辐合强烈; 高层辐散大于中低层辐; 上升运动强烈且深厚; 湿层深厚等特点。

宋丹等^[3]总结出贵州降雪天气的4种类型, 即北脊南槽型、横槽南支型、平直多波动型和高空急流型。曾维等^[4]分析得出贵州强降雪天气预报着眼点主要有冷空气强度、引导系统、南支槽。罗喜平等^[5]分析指出降雪过程垂直温度层结上呈现“冷-暖-冷”的结构, 湿层薄云顶温度高; 湿层深厚, 整层为冷性结构。顾欣^[6]等总结出造成贵州省东南部强降雪的中尺度系统有: 低涡切变线、辐合线、显著流线、湿舌等。王兴菊^[7]等对贵州省2008年和2016的两次低温雨雪冰冻天气过程进行分析, 两次过程都有明显的锋区和上升气流

收稿日期: 2019-01-20

基金项目: 铜仁市气象局科研基金(铜气科合[2015]10号)“基于数值预报产品的农业气象灾害预报技术研究”

作者简介: 李习瑾(1991-), 男, 助理工程师, 主要从事中短期天气预报研究。

流存在, 为这两次过程提供了动力和抬升力条件。肖蕾^[8]等认为 700hPa 切变影响与降雪时段对应较好, 湿层深厚, 整层水汽含量为降雪的显著特征。

铜仁地处云贵高原向湘西丘陵过度的斜坡地带, 位于武陵山区腹地, 境内山高谷深, 地形复杂, 主峰梵净山山体庞大, 位于铜仁中部, 呈淮南-北向, 将铜仁市分为东、西两个部分。铜仁每年冬季都有凝冻天气发生, 但降雪天气较少, 12 月出现暴雪更为罕见。2018 年 12 月 29 日至 30 日铜仁市出现了一次的暴雪天气过程, 此次过程降雪强度大、积雪范围广、气温低、道路结冰严重, 凝冻叠加暴雪, 导致全市大部分道路封闭、机场关闭, 给全市交通运输、供水供电、人民生活生活和生命财产安全带来较大的不利影响。本文利用常规观测资料、NCEP 再分析资料等, 对此次暴雪天气过程的大气环流形势及物理量场进行分析, 以期对铜仁区域性暴雪的预报和服务提供参考。

2 降雪天气概况

2018 年 12 月 29 日 08 时至 30 日 14 时铜仁出现大范围降雪天气, 地面观测资料显示, 28 日夜间接为冻雨和雨夹雪天气, 29 日白天开始降水相态由雨夹雪转为降雪, 29 日夜间接为纯雪状态, 30 日 10 时至 14 时铜仁降雪自西向东逐渐停止。这次过程, 全市 24h 降雪量为 3.2 (江口) ~ 11.4 (碧江) mm, 积雪深度除德江为 4.1cm 外, 其余在 7.0 ~ 14.0cm (图 1), 除铜仁市西北部为中到大雪外, 其余各地为大雪到暴雪, 全市有 6 个区县站积雪深度超过历史同期最大值 (占全市 60%)。

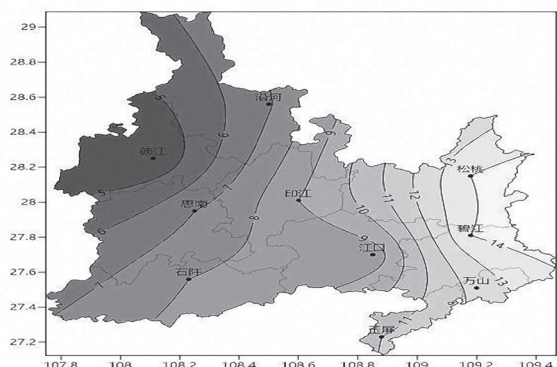


图 1 12 月 29 ~ 30 日最大积雪深度分布图 (单位: cm)

3 环流背景分析

从环流形势分析, 500hPa 上 (图 2), 中高纬为两槽一脊的形势, 高压脊位于乌拉尔山以东, 随后逐渐发展为阻塞高压, 深厚的横槽位于蒙古, 槽后偏北气流, 堆积大量冷空气, 随着横槽逐渐转竖, 导致冷空气大举南下。低纬孟加拉湾南支槽

逐渐东移发展, 铜仁受槽前强盛的西南急流控制, 风速达到 $34\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上, 并且有温度槽配合, -12°C 线完全控制铜仁。700hPa 上 (图略), 铜仁位于切变线南侧、西南急流左前方的复合区内, 风速达到 $20\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上且稳定维持, 西南-东北向存在风速辐合, 有利于水汽输送和上升运动的产生, 冷舌由四川进入贵州西部, 0°C 线已完全控制铜仁。850hPa 上 (图略), 铜仁受高压底部东北气流影响, 风速达 $6 \sim 8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 冷舌也由东北路径进入贵州, 铜仁受 -4°C 线控制, 低层冷垫的形成, 为暴雪的产生提供温度条件, 使降雪相态稳定为雪。地面 (图略) 冷高压中心位于蒙古西部, 中心气压值高达 1075hPa, 冷空气由东北路径进入铜仁, 后续不断有冷空气补充, 准静止锋呈准南北向位于云南东部, 云南热低压中心值为 1015hPa, 1040 线逐渐控制铜仁, 冷暖空气交汇强烈。

由上述分析可知, 此次暴雪天气的影响系统包括: 500hPa 的南支槽及槽前西南气流, 南北气流交汇于贵州北部一带, 提供了有利的水汽和动力条件; 700hPa 的切变线及西南急流, 切变线提供了动力辐合抬升条件, 西南急流提供源源不断的水汽和不稳定能量, 造成天气尺度的上升运动; 850hPa 到地面为东北气流, 为降水提供冷垫, 使西南暖湿气流在此冷垫上爬升, 水汽上升凝结, 产生降水, 属于典型的回流性质的降水。

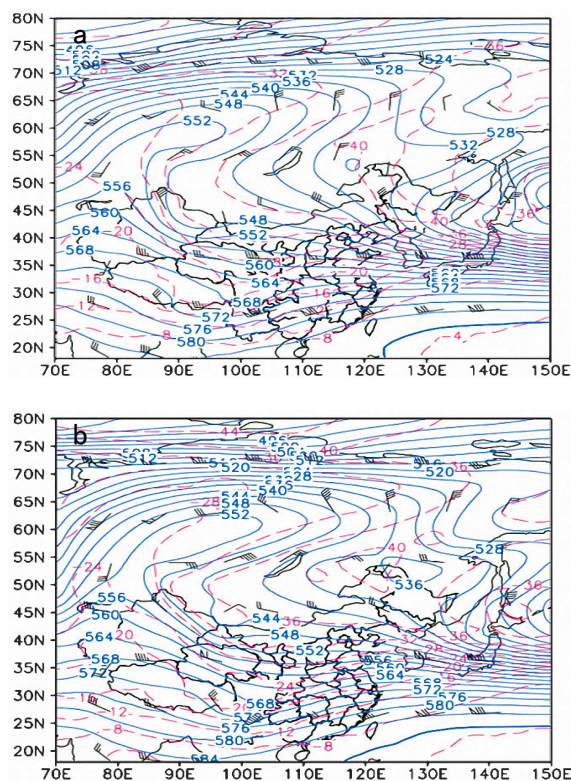


图 2 500hPa 环流形势图 29 日 20 时 (a)、30 日 08 时 (b)

4 温度层结特征

采用离铜仁最近的怀化站探空资料进行分析, 29 日 20 时 (图 3a), 怀化站锋面逆温在 710 ~ 875hPa 之间, 逆温厚度 165hPa, 逆温顶部气温 1℃, 逆温底部气温 -11℃, 逆温梯度 12℃, 地面气温 -3℃, 无暖层。850hPa 和地面均为偏东风或东北风, 风速 $4 \sim 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 700hPa 转为西南风, 风速达 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 表明锋区主要存在于 700 ~ 850hPa 之间, 锋下具有冷平流, 锋上具有暖平流。近饱和层的高度位于 475hPa、-17℃。温度垂直结构为冰晶层 - 冷层

的结构特征。湿层深厚, 云顶温度小于 -12℃, 整层为冷性结构, 利于冰晶的产生, 且中层暖层消失, 对降雪的产生十分有利。30 日 08 时 (图略), 怀化站锋面逆温在 750 ~ 880hPa 之间, 逆温厚度 130hPa, 逆温顶部气温 -1℃, 逆温底部气温 -10℃, 逆温梯度 9℃, 地面气温 -4℃, 无暖层。近饱和层的高度位于 430hPa、-21℃。30 日 08 时的层结条件依然有利于降雪维持。

由温度时间 - 高度剖面可知 (图 3b), 降雪发生前, 铜仁上空 500hPa 达到 -12℃以下, 700hPa 还未达到 -4℃, 850hPa 达到 -8℃以下; 随着 700hPa 温度逐渐降低, 接近 -4℃, 降雪才开始产生。

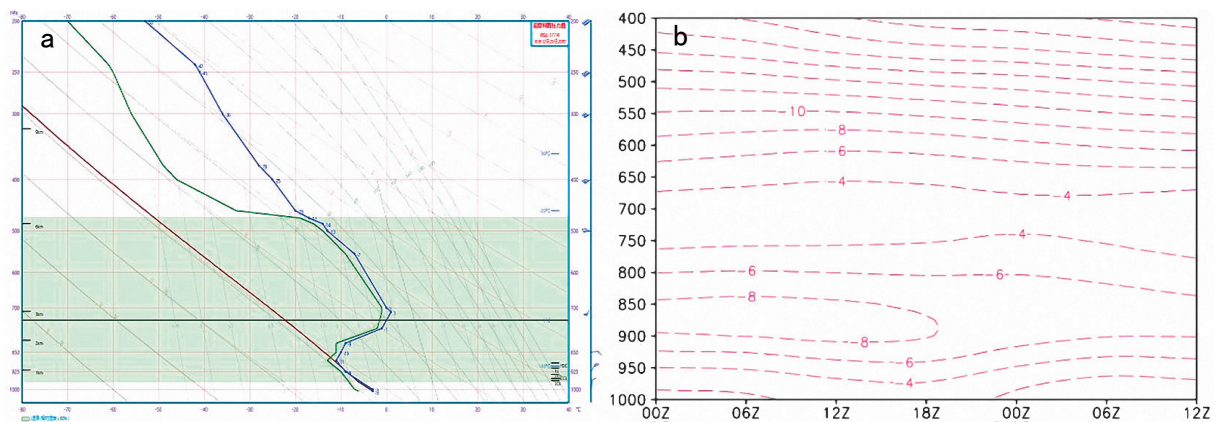


图 3 12 月 29 日 20 时怀化探空 (a), 铜仁温度时间 - 高度剖面 (b)

5 物理量诊断分析

5.1 水汽条件分析

分析 700hPa 水汽通量场得知, 此次降雪过程水汽输送主要来自孟加拉湾, 由西南急流输送至贵州, 29 日 20 时 (图 4a) 水汽输送达到最大, 老挝到贵州东南部有西南 - 东北向水汽通量高值带, 其中心强度达到 $30 \text{ g} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上, 铜仁位于西南急流左前方的辐合区。30 日 08 时 (图 4b), 水汽通量高值区东移南压移出贵州。从水汽通量散

度时间 - 高度剖面可见 (图略), 28 日白天开始出现水汽辐合, 并逐渐加强, 29 日夜间强降雪发生过程中, 水汽辐合达到最强, 辐合中心位于 600hPa 至 700hPa 之间, 中心强度达到 $-10 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。30 日白天逐渐转为水汽辐散, 降雪天气趋于结束。分析比湿场 (图略) 得知, 降雪发生前铜仁 700hPa 比湿达 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上, 850hPa 达 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上; 降雪发生时, 700hPa 比湿达 $4 \sim 5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 850hPa 为 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。丰富的水汽输送及强烈的水汽辐合为此大雪天气过程提供了充足的水汽条件。

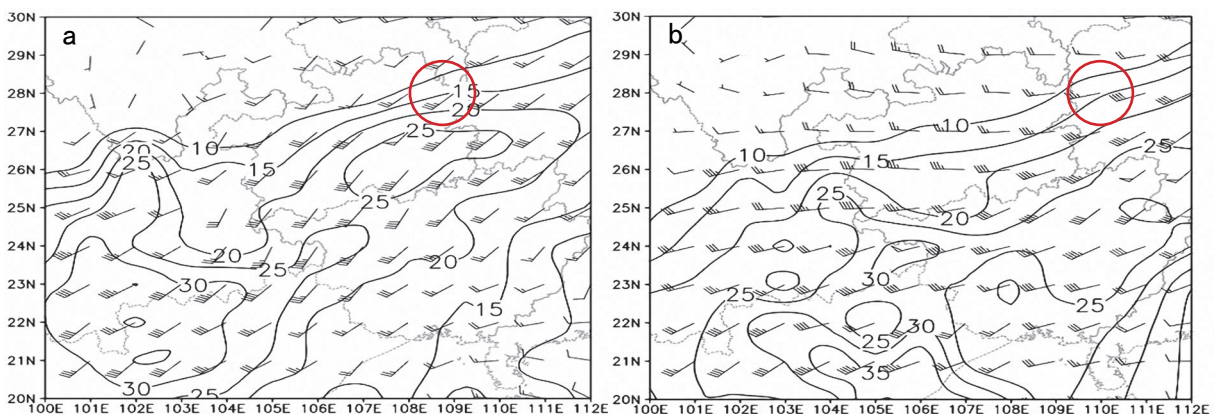


图 4 12 月 29 日 20 时 (a)、30 日 08 时 (b) 700hPa 水汽通量场及风场 (等值线, 单位 $\text{g} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

5.2 动力条件分析

从铜仁的垂直速度时间-高度剖面可见(图 5), 29 日白天, 降雪发生前, 500hPa 以下都为下沉运动; 29 日午后, 降雪开始发生, 750hPa 以上开始转为上升运动, 中心强度达 $-60 \times 10^{-2} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$, 750hPa 以下为冷空气下沉运动; 29 日夜间到 30 日上午, 上升运动达到最强, 中心位于高层 400hPa, 强度达 $-80 \times 10^{-2} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$; 30 日下午, 随着上升运动转为下沉运动, 降雪停止。此次暴雪天气过程是典型的回流性质爬升运动产生的降雪, 即中高层西南暖湿气流在低层东北气流形成的冷垫上爬升, 强烈的上升运动为降雪的发生提供了充足的动力条件。

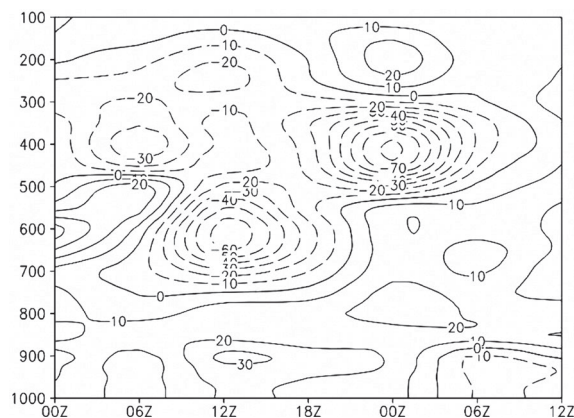


图 5 铜仁垂直速度时间-高度剖面(单位: $10^{-2} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)

6 小结

(1) 此次暴雪天气过程的影响系统包括: 500hPa 的南支槽及槽前西南气流, 700hPa 的切变线及西南急流, 850hPa 的东北气流, 地面冷锋, 属

于典型的回流性质的降水。

(2) 温度垂直结构为冰晶层-冷层的结构特征, 湿层深厚, 云顶温度小于 -12°C , 整层为冷性结构, 利于冰晶的产生, 且中层暖层消失, 对降雪的产生十分有利。

(3) 此次降雪天气水汽输送来自孟加拉湾, 由西南急流输送至贵州, 铜仁位于西南急流左前方的辐合区, 丰富的水汽输送及强烈的水汽辐合为此类暴雪天气过程提供了充足的水汽条件。中高层西南暖湿气流在低层东北气流形成的冷垫上爬升, 强烈的上升运动为降雪的发生提供了充足的动力条件。

参考文献:

- [1] 杜小玲, 高守亭, 彭芳. 2011 年初贵州持续低温雨雪冰冻天气成因研究 [J]. 大气科学, 2014, 38(1): 61-72.
- [2] 周文钰, 张东海. “2014.02” 贵州强降雪天气过程物理量诊断分析 [J]. 防灾科技学院学报, 2015, 17(1): 12-18.
- [3] 宋丹, 胡跃文, 刘丽萍. 贵州近 44a 降雪天气形势及物理量诊断分析 [J]. 气象科学, 2008, 28(S1): 71-77.
- [4] 曾维. 贵州强降雪天气过程环流形势分析 [J]. 贵州气象, 2012, 36(6): 29-31.
- [5] 罗喜平, 王兴菊, 汪超. 2015 年贵州首场降雪和冻雨天气对比分析 [J]. 云南大学学报(自然科学版), 2017, 39(1): 71-77.
- [6] 顾欣. 贵州省东南部强降雪天气预报及分布特点分析 [C]. 第 35 届中国气象学会年会 S1 灾害天气监测、分析与预报论文集. 中国气象学会, 2018: 7.
- [7] 王兴菊, 汪超, 李启芬, 等. 贵州省两次低温雨雪冰冻天气过程对比分析 [J]. 贵州气象, 2017, 41(4): 17-23.
- [8] 肖蕾, 唐海, 张云秋, 等. 遵义市冬末初春两次寒潮降雪天气过程对比分析 [J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(3): 73-79.