

刘志勇,郭莉,杨普平. 丹江口市两次不同相态降雪过程温度层结对比分析[J]. 陕西气象,2021(4):22-26.

文章编号:1006-4354(2021)04-0022-05

丹江口市两次不同相态降雪过程温度层结对比分析

刘志勇¹,郭莉²,杨普平¹

(1. 丹江口市气象局,湖北丹江口 442700;2. 商洛市气象局,陕西商洛 726000)

摘要:利用常规观测资料、NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 逐6 h FNL资料与十堰多普勒雷达资料,对2017年2月丹江口市出现的两次不同相态降雪天气过程进行了对比分析,重点分析两次天气过程温度垂直层结的差异及产生原因。结果表明:降雪相态为纯雪时,温度垂直结构为冰晶层—冷层;降雪相态为冰粒时温度垂直结构为冰晶层—冷层—暖层—冷层;暖平流的厚度、强度与持续时间是造成纯雪与冰粒温度层结不同的原因。

关键词:不同相态;降雪;温度层结;丹江口市

中图分类号:P426.631

文献标识码:A

近年来降雪天气对交通运输、供电线路与设施农业造成的影响越来越大,气象工作者对冬季降雪特别是暴雪天气研究得较多。赵桂香等^[1]对华北大到暴雪过程的切变线进行了动力诊断分析,认为暴雪过程与中尺度切变线的发展和东移直接关联;彭力^[2]对2018年1月2—4日陕西回流暴雪环流特征及成因进行了诊断分析,表明暴雪区上空锋区次级环流加速上升运动发展,对降雪起到增幅作用,暴雪发生在云顶亮温小于等于 -50°C 的强中心移过的区域;胡燕平等^[3]对河南两次不同季节暴雪过程进行对比分析,认为当整层气温均在 0°C 以下,降水相态为纯雪;当中层出现暖层,有一个雨转雪的过程;谷秀杰等^[4]对河南省一次暴雪成因及其相态演变等进行了分析,指出要结合中低空的温度来确定降水相态;还有一些学者^[5-9]从湿位涡特征、地面倒槽、卫星云图特征、数值模拟分析对暴雪天气进行了分析和比较。但是冬季降雪往往因为温度垂直分布的不同,存在雪、雨夹雪、冰粒、冻雨等多种相态,不同的降水相态对应的降雪量级差别较大,造成的影响与危害程度也不同。董全^[10]等对中国不同地区的不同降水相态与各层温度的对应关系进行了统计分

析;杨成芳^[11]等研究了山东冬半年降水相态,发现降水相态与影响系统有关,江淮气旋与回流形势产生的大雪以上的强降雪存在着雨雪转换。做好冬季不同类型的固态降水预报,对区分不同程度的灾害天气,为农业、交通运输、供电部门提供准确的预警信息有着十分重要的意义;因此很有必要对不同相态的冬季降雪天气进行对比分析,以期进一步归纳总结冬季不同相态的降雪预报判别依据,提高对不同相态的冬季降雪的区分能力。

2017年2月,湖北省丹江口市($110.80^{\circ}\sim 111.56^{\circ}\text{E}$, $32.24\sim 32.97^{\circ}\text{N}$)出现了两次不同相态的降雪天气,分别发生在6日21时—7日20时(北京时,下同,以下简称“02·07过程”)和20日21时—21日20时(以下简称“02·21过程”)。利用NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 的6 h FNL资料、常规天气资料、十堰多普勒雷达资料对此两次天气过程进行对比分析,重点分析这两次降雪天气过程的大气层结温度分布差异与形成原因。

1 雪情

“02·07过程”,以纯雪为主,总降雪量达7.7 mm,最大积雪深度1 cm,其中13时之前为零星小雪,强降雪时段出现在13—17时;“02·21

收稿日期:2020-07-21

作者简介:刘志勇(1974—),男,湖北丹江口人,本科,高工,主要从事气象服务工作。

过程”,降雪相态为冰粒、雨夹雪,总降雪量达到 13.6 mm,最大积雪深度 2 cm,主要降雪时段出现在 07—13 时,其中 07 时 30 分到 12 时以冰粒为主,其余时段为雨夹雪。

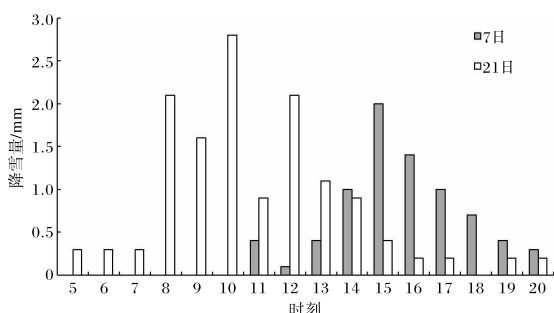


图1 2017年丹江口市2月两次降雪过程逐小时降雪量(单位为mm;灰色柱为7日11—20时,白色柱为21日05—20时)

2 天气形势

两次天气过程中 500 hPa 天气图(图略)上亚洲中高纬地区均呈“两槽一脊”形势,两个低槽区分别位于乌拉尔山至里海一带和鄂霍次克海附近,两低槽之间为宽广的高脊区,鄂霍次克海附近至贝加尔湖以东地区的横槽转竖,引导地面冷空气沿华北平原南下影响丹江口,四川盆地有低槽东移。地面图上影响两次降雪过程的冷空气路径不同。“02·07过程”为东路冷空气影响,“02·21过程”首先是东路冷空气南下影响,随后有中路冷空气补充影响;在两次过程中北方冷高压中心位于 40°N 以北,降雪均发生在冷锋后。从两次过程中低层风场特征图(图略)上可以看出,700 hPa 与 850 hPa 均存在明显切变,700 hPa 风场上切变线位于四川东北部到陕西南部一带,850 hPa 切变线较 700 hPa 切变线偏南约 3~4 个纬距。两次过程中 700 hPa 均出现了明显的急流,丹江口市均位于急流左侧,有利于降水天气发生,但“02·21过程”急流较“02·07过程”急流位置偏北,急流中心最大风速较大。

从以上分析可以看出,两次降雪过程中均有强冷空气影响,中低层均存在切变线与急流,不同的是“02·21过程”先后有两次冷空气影响,急流较“02·07过程”略偏北,急流中心最大风速更大。

3 温度层结条件

天气背景分析表明,两次降雪过程其本质都是大尺度降水过程,均需要水汽的聚集和上升运动的发展。一些研究表明:降水相态不同的根本原因在于温度的垂直分布的差异,不同降水过程温度垂直廓线的细微差别最终决定降水物类型^[12-13],漆梁波^[14]对冬季降雪温度层结按-10℃以下、-9~0℃、0℃以上分为冰晶层、冷层、暖层,本文参照此方法对两次天气过程的温度层结进行分析。

“02·07过程”中,降雪发生前(7日08时,图2a)(图2见第25页)950 hPa 以下温度为 1~2℃,950~500 hPa 温度为-9~0℃,500 hPa 以上温度低于-10℃。逆温层出现在 800~700 hPa,厚度为 100 hPa,逆温层底为-4℃,层顶为-2℃。降雪发生时(14时,图2b)温度垂直结构、逆温层位置与 08 时类似。降雪结束时(20时,图2c),逆温层消失,400 hPa 以下气温全部降至 0℃以下。以上分析表明,当降水物为纯雪时,温度的垂直结构为冰晶层—冷层。

降雪发生前(7日08时,图2a),丹江口上空 900~550 hPa 为弱的暖平流控制,平均强度为 0.8×10^{-5} K/s,最强达到 1.5×10^{-5} K/s,900 hPa 以下与 550 hPa 以上为冷平流控制。14 时(图2b)随着中层冷空气侵入,800 hPa 以下转为偏北风,800~650 hPa 为弱的暖平流控制,暖平流厚度变薄,强度减弱。20 时(图2c)降雪结束时,400 hPa 以下为冷平流控制。由于暖平流强度较弱,厚度浅薄,持续时间较短,无法形成暖层,950~800 hPa 温度始终在 0℃以下,近地层温度在 1℃左右,高层的冰晶在降落过程没有融化,降落到地面为雪。

“02·21过程”中,降水物为冰粒时,温度垂直结构有明显的差别。冰粒发生前(21日02时,图3a)950 hPa 以下温度为 1~2℃;950~800 hPa 为冷层,其中最低温度出现在 900 hPa,达-4.5℃;800~650 hPa 为暖层,温度 0~1.5℃;650~500 hPa 为冷层,500 hPa 以上为冰晶层。逆温层出现在 850~600 hPa,逆温厚度 250 hPa,逆温层底温度为-6℃,层顶为-2℃。

逆温层中出现了明显的暖层,位于 800~650 hPa,厚度约为 150 hPa,温度廓线 3 次穿越 0℃线。冰粒发生时(21 日 08 时,图 3b)温度层结与 02 时类似,温度廓线 2 次穿越 0℃线,只是暖层温度略有下降,温度为 0~1℃。冰粒天气结束时(14 时,图 3c)暖层消失,550 hPa 以下全部为冷层。以上分析表明:当降水物为冰粒时,温度廓线多次穿越 0℃线,温度的垂直结构为冰晶层—冷层—暖层—冷层。

冰粒天气发生前(21 日 02 时,图 3a)(图 3 见第 25 页)丹江口上空 900 hPa 以下为冷平流控制,850~400 hPa 受较强偏南气流控制,为暖平流区域,强中心出现在 800 hPa,强度为 5.4×10^{-5} K/s。从温度垂直分布图可以看出,850~700 hPa 温度大于 0℃,暖层开始形成且持续,厚度达到 1 500 m。08 时(图 3b)冰粒天气发生,850 hPa 以上始终为偏南气流控制,暖平流厚度、暖层区域较之前没有明显变化,近地层始终在 -3℃以下,形成冻结层;高层的冰晶在下降过程中先是在暖层区域内融化成水滴,在进入冷层后由于温度低迅速冻结形成冰粒降落至地面。14 时(图 3c)后暖平流控制区域变小,厚度变薄,800 hPa 以下转为偏北气流控制,暖层消失,冰粒天气结束。

以上分析表明:冰粒天气发生前到发生时,850~400 hPa 由于长时间受较强偏南暖湿气流控制,出现了暖平流深厚、强度偏强且维持时间较长特点,在 850~650 hPa 形成暖层,从而出现了与降雪天气不同的温度层结。

4 雷达垂直风廓线

利用 VAD(多普勒雷达风场反演)技术反演的水平风垂直廓线也可以很好反映两次降雪前后大气风场特征,图 4(见第 26 页)是两次降雪天气过程中最强降雪时段的风廓线图。“02·07 过程”中,从 09 时开始 1.2 km 高度以下为偏东风,1.5~2.1 km 始终为偏北风控制。12:43 偏北风扩展到 2.4 km,2.4 km 以下风向随高度逆时针旋转,持续到降雪结束,2.4 km 以上为西南气流控制。13:50 后偏北风伸展到 2.7 km,低层冷垫厚度达到最大,4.3~4.6 km 西南风速超过

20 m/s。这种风场结构持续到 19 时,西南急流沿低层冷空气垫爬升。此时地面持续 4 h 降雪,降雪量达 5.1 mm。“02·21 过程”中,06—13 时 2.7~7.3 km 长时间受较强南风到西南风控制,风向随高度顺时针旋转,暖平流深厚且持续时间较长,容易形成暖层且长时间持续。11:21 后 2.1 km 转为偏北风控制,暖平流减弱,暖层逐渐消失,转为雨夹雪直至降水结束。

5 结论与讨论

以丹江口市 2017 年 2 月两次不同形态的降雪过程为例,利用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 的 6 小时 FNL 资料、地面天气、十堰多普勒雷达资料,对两次天气过程进行了分析,两次过程都有较强冷空气影响,中低空存在切变线与急流,温度层结上均有逆温层出现,但是两次过程在温度层结上仍有明显的不同。

(1)雪相态为纯雪时,温度的垂直结构为冰晶层—冷层;降雪相态为冰粒时,温度的垂直结构为冰晶层—冷层—暖层—冷层,逆温层中出现了暖层结构,温度廓线数次穿过 0℃温度线。

(2)冰粒天气发生时,850~400 hPa 由于长时间受较强偏南暖湿气流控制,出现了暖平流深厚、强度偏强且维持时间较长特点,在 850~650 hPa 形成暖层;纯雪天气则出现了暖平流浅薄、偏弱且持续时间较短的特点,未形成暖层。两次过程中温度平流的这种分布与 850~400 hPa 间偏南气流强弱、持续时间密切相关。在实际预报服务中,结合数值预报产品偏南风厚度、强度、持续时间可进行暖层判断,再结合近地层温度层结变化,对冬季降雪相态做出准确预报。

参考文献:

- [1] 赵桂香,程麟生,李新生. “04.12”华北大到暴雪过程切变线的动力诊断[J]. 高原气象, 2007, 26(3): 615-623.
- [2] 彭力. 2018 年 1 月 2—4 日陕西回流暴雪环流特征及成因分析[J]. 陕西气象, 2019(5): 1-6.
- [3] 胡燕平,单铁良,武威. 河南省两次不同季节暴雪过程的对比分析[J]. 陕西气象, 2019(3): 18-24.
- [4] 谷秀杰,邵宇翔,王友贺,等. 一次暴雪成因及相态演变分析[J]. 陕西气象, 2018(4): 12-17.

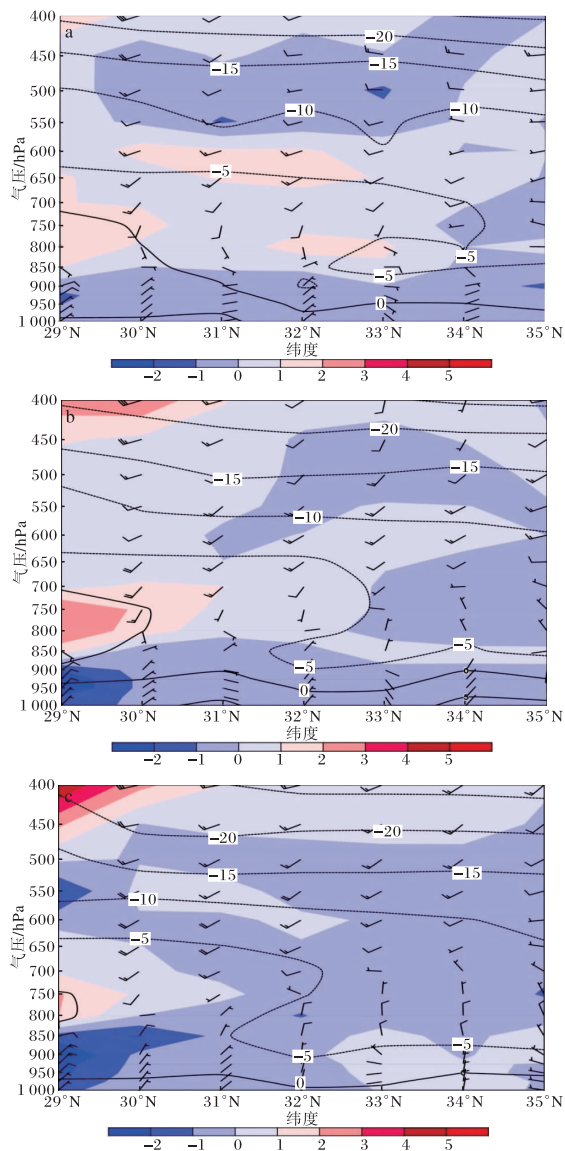


图2 2017-02-07沿111°E温度(等值线,单位为℃)、温度平流(填色区,单位为 10^{-5} K/s)、风场(风矢量场,单位为 m/s)垂直分布(a 08时;b 14时;c 20时)
(文见第24页)

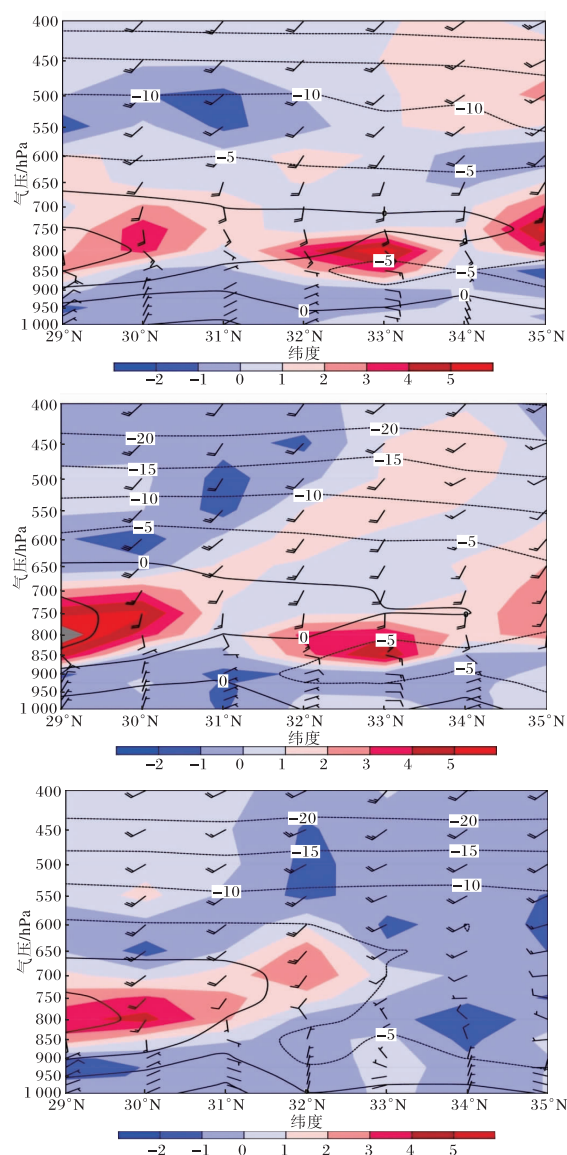


图3 2017-02-21沿111°E温度(等值线,单位为℃)、温度平流(填色区,单位为 10^{-5} K/s)、风场(风矢量场,单位为 m/s)垂直分布(a 02时;b 08时;c 14时)
(文见第24页)

- [5] 高玲. 2015年秋末河套地区一次罕见暴雪天气成因分析[J]. 陕西气象, 2017(1): 10-14.
- [6] 姚浪, 吴姗, 周庶, 等. 毕节市两次持续低温雨雪天气对比分析[J]. 陕西气象, 2020(4): 15-20.
- [7] 赵桂香. 一次回流与倒槽共同作用产生的暴雪天气分析[J]. 气象, 2007, 33(11): 41-48.
- [8] 路爽, 李丹. 沈阳“06.2”暴雪天气过程诊断分析[J]. 气象科学, 2007(S1): 89-94.
- [9] 陶健红, 张新荣, 张铁军, 等. WRF模式对一次河西暴雪的数值模拟分析[J]. 高原气象, 2008, 27(1):

68-75.

- [10] 董全, 黄小玉, 宗志平. 我国各地区降水相态变化的气温分析[J]. 天气预报技术总结专刊, 2011, 3(2): 29-35.
- [11] 杨成芬, 姜鹏, 张少林, 等. 山东冬半年降水相态的温度特征统计分析[J]. 气象, 2013, 39(3): 355-361.
- [12] 李江波, 李银娥, 裴雨杰, 等. 一次春季强寒潮的降水相态转变的机制讨论[J]. 气象, 2009, 35(7): 87-94.

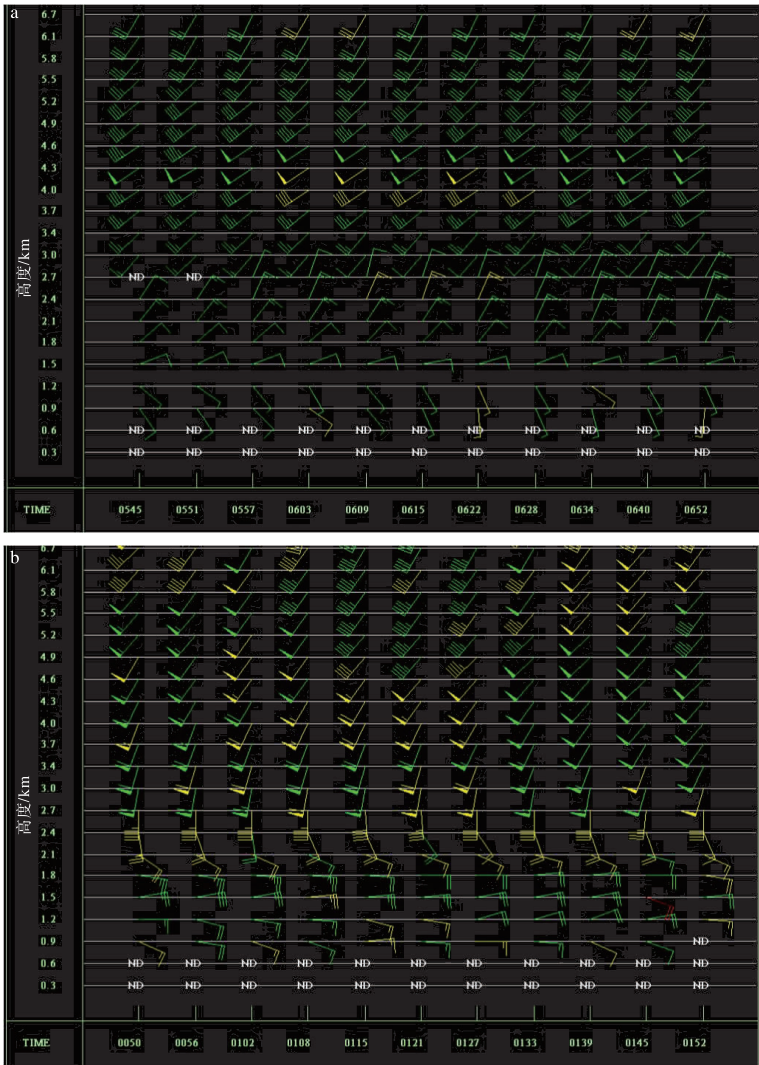


图 4 十堰多普勒雷达强降雪时段垂直风廓线图(图中时间为世界时;
a 2017-02-07,b 2017-02-21)(文见第 24 页)

[13] 张备,尹东屏,孙燕,等. 一次寒潮过程中的多种相态降水机理分析[J]. 高原气象, 2014, 33(1): 190-198.

[14] 漆梁波. 我国冬季冻雨和冰粒天气的形成机制及预报着眼点[J]. 气象, 2012, 38(7): 769-778.