

王军君,唐熠,王艳兰. 2018 年广西一次极端低温雨雪冰冻灾害成因分析[J]. 气象研究与应用,2021,42(4):118–122.

Wang Junjun,Tang Yi,Wang Yanlan. Cause analysis of an extreme low temperature rain, snow and freezing disaster in Guangxi in 2018 [J].Journal of Meteorological Research and Application,2021,42(4):118–122.

2018 年广西一次极端低温雨雪冰冻灾害成因分析

王军君,唐熠,王艳兰

(桂林市气象局,广西 桂林 541001)

摘要: 利用 NCEP 和 FNL 再分析资料及地面气象观测站气温等观测资料,对 2018 年 12 月 28 日至 31 日广西发生的一次极端低温雨雪冰冻事件进行天气形势分析。结果表明,乌拉尔山阻塞高压强而稳定,贝加尔湖附近 500hPa 气温有 -52°C 的冷中心,同时与横槽配合,是地面冷空气中心堆积加强的原因;副热带高压的异常偏强,造成广西南部温差较大;中纬度锋区强盛,850hPa 南北温度梯度达 22°C ,提供了热力和动力条件;中低层锋区的结构造成了广西北部和中南部降水相态的明显区别;持续且深厚的水汽输送为这次低温雨雪冰冻过程提供有利的水汽条件。

关键词: 强冷空气;南北差异;锋区逆温;水汽

中图分类号: P429

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.4.21

OSID:

引言

自 2008 年中国南方发生大范围低温冰冻天气后,极端低温事件引起广泛关注和研究^[1-6]。极端低温雨雪冰冻灾害是影响广西冬季的灾害性天气之一,对农业、林业、电力、交通等行业有重大的影响。进入 21 世纪以来,广西发生过三次较为严重低温雨雪冰冻灾害:2008 年 1 月 13 日至 2 月 5 日,强冷空气不断补充南下,使得广西出现 50a 来最长的低温冰冻期,冰冻持续 20d 之久;2016 年 1 月 23—28 日广西多地出现第一次降雪记录,强冷空气导致雪线到达华南沿海,为近 50a 来最南雪线;2018 年 12 月 28—31 日,广西再次出现低温雨雪冰冻天气,这次过程雪线只是在广西北部一带,多站最低气温突破建站以来同期历史记录,达到极端事件标准。许多科研业务工作者从不同角度对南方低温雨雪天气进行了研究,取得了有意义的结果。丁一汇等^[2]指出造成 2008 年南方持续低温冰冻天气的主要原因为欧亚 1 月阻塞形势的异常发展和大气环流形势持续稳定,孟加拉湾和南海出现持续的大量暖湿空气向北输

送;高安宁等^[3]指出蒙古横槽南压分裂小槽东移,使地面冷高压强度突然增强并爆发南下,是造成华南寒潮天气的起因;李灿等^[7]研究表明低层冷垫上空暖湿气流强盛,垂直结构逆温长时期维持是南方极端低温冰雪过程的重要特征。本文从环流形势、锋区结构、水汽条件等方面特征对 2018 年 12 月 28 日至 31 日广西发生的一次极端低温事件的成因进行分析,寻找广西极端低温事件的预报着眼点,为今后的低温雨雪预报预警提供参考依据。

1 资料和方法

所用资料包括:2018 年 12 月 28 日至 2019 年 1 月 2 日广西地面气象观测站气温等观测资料,FNL($1^{\circ}\times 1^{\circ}$)逐 6h 每日 4 次再分析资料,1998 年至 2018 年 NCEP($2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$)逐 6h 每日 4 次再分析资料。通过气候统计和合成方法,结合天气学诊断方法,从环流形势、热力条件、锋区结构、水汽条件等方面揭示此次极端低温雨雪天气的特点及其成因。其中 500hPa 与地面环流形势分析用的 NCEP($2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$)资料,其余均用 FNL($1^{\circ}\times 1^{\circ}$)资料。

收稿日期:2021-04-06

基金项目:桂林市气象局自立科研项目(202104)、广西气象局气象科研计划面上项目(桂气科 2020M07)

作者简介:王军君(1984—),男,工程师,主要从事天气预报及服务。E-mail:646872273@qq.com

通讯作者:唐熠,主要从事天气预报及服务。E-mail:470356073@qq.com

2 过程特点及灾情

据广西地面观测资料统计,2018 年 12 月 28—30 日,广西各地降温幅度 5.5~9.2℃,其中崇左市大部及合浦、平果、德保等地降温幅度达 8~9℃。过程最低气温:桂北-3~0℃,桂中 1~4℃,桂南 5~8℃;高寒山区-8~-4℃。广西有 328 个乡镇最低气温降至 0℃以下,最低出现在桂林资源瓜里乡,达-8℃。其中,30 日融水和柳州最低气温分别为-1.0℃和-1.1℃,均打破当地建站以来 12 月同期最低记录。另外,南宁、雁山、融安、融水、柳城、鹿寨、沙塘、柳州、柳江、环江、罗城 11 个站日平均气温创下当地建站以来 12 月日平均气温新低。2018 年 12 月 29 日至 2019 年 1 月 1 日,全区平均气温连续 4d 低于 8℃,其中 12 月 30—31 日连续 2d 低于 4℃,为近 50a 来 12 月下旬少有。广西北部和中部、南部降水相态有明显差异,桂北出现雨夹雪或小雪天气,部分地区出现结冰或冻雨,全区共出现冰冻 36 站日、雪 54 站日、冻雨 31 站日,为 2003 年来 12 月冻雨最多的过程,而桂中、桂南以小雨到中雨天气为主,未出现降雪或冻雨。据统计,此次过程共造成广西 2.83 万人受灾,直接经济损失 6303 万元,低温冰冻灾害主要出现在桂北,受灾的经济作物有砂糖橘、沃柑、百香果、柿子、甘蔗等。

3 环流特征及成因分析

3.1 500hPa 环流形势

在强冷气影响广西前,2018 年 12 月 25 日 12 时,乌拉尔山与贝加尔湖之间有一个强而稳定的阻塞高压,中心达 548dagpm,比常年同期偏高 24hdagpm 以上,在贝加尔湖有一个强盛的冷性低涡,中心强度达 488dagpm,且持续稳定在 50°N 以北,冷中心温度达-52℃,贝加尔湖至新疆一带有一东西向的横槽,有利于强冷空气在我国北方不断堆积,随着横槽转竖,槽后强盛的西北气流引导北方强冷空气向华南输送,另一个低槽区位于乌拉尔山以西到巴伦支海。强冷空气影响广西时,到 12 月 30 日 12 时,亚洲中高纬呈两槽一脊的环流形势,中纬度有小槽东移,在横槽前面出现阶梯槽的疏散结构,预示着横槽将转竖并向南加深,将引导北方强冷空气大举南下。到 2019 年 1 月 1 日 12 时,500hPa 横槽转为竖槽,位于我国东北附近,地面冷锋已完全进入南海,强冷空气影响广西基本结束。此次过程副高强

度大于常年同期,整个冷空气影响过程前、中、后期,588hPa 线北界都接近 20°N,冷空影响时,副高稍有南落,明显高于常年同期的 15°N,副高的异常偏强有效阻止冷空气的向南扩散,造成广西北部温差较大的温度分布。

3.2 地面冷高压强度

由 12 月 28 日—31 日海平面气压平均场(图略)可见,整个亚欧大陆由大陆强冷高压控制,冷高压中心位于贝加尔湖与乌拉尔山之间,平均强度达到 1055hPa,比常年同期偏高 24hPa 以上,29 日高压中心强度达 1070hPa(图略),等压线密集,整个中国大陆都处于强盛的冷高压控制之下,1035hPa 线南压至广西地区,如此强大的冷源实属罕见。

4 物理机制分析

4.1 850hPa 的 0℃线位置

850hPa 0℃线一般预示着广西雪线的位置。12 月 27—31 日,850hPa 温度场上华南地区维持一个等温线密集区,为锋区位置所在,随着强冷空气向南推进,广西上空等温线更加密集,0℃线于 12 月 30 日南压至 24°N,导致广西北部大部出现冻雨或雨夹雪天气,而广西中部、南部 850hPa 基本高于 0℃,只是以降雨为主,没有出现降雪。计算(20°N,110°E)与(30°N,110°E)的南北温度差,28—31 日平均温度差可达 20℃,其中 28 日 20 时,随着强锋区南压,(30°N,110°E)温度降至-10℃,20°N 与 30°N 温度差达到 22℃,超过广西寒潮爆发时平均锋区强度 20℃的临界值,冷空气异常强盛,为这次过程提供了较好的热力和动力条件。

4.2 锋区结构特征

冷暖空气交汇形成锋区是低温雨雪的主要原因,为了更好了解这次过程期间锋区的垂直结构及特征,沿 110°E 作假相当位温及温度的垂直剖面图(图 1)。以 320K、284K 分别作为锋区的上、下界,28 日 20 时,锋区北界位于 28°N 附近,南界伸至 20°N 附近,锋区内等温线密集,28°N 以北有明显逆温层,此时广西上空逆温层不明显。随着强冷空气南下,当强冷空气主体影响广西时,即 12 月 30 日 12 时锋区北界到达 22°N 附近,锋区南界到达 18°N 附近,广西上空锋区内等温线较 28 日更加密集,锋区内逆温层在 24°N 附近非常明显,在 850~700hPa 之间有一明显>0℃的暖层,中层的暖层为融化层是冻雨形成的有利条件,广西北部低层气温在 0℃以下;而广西

中部、南部逆温层不明显,其上空 600hPa 以下基本都大于 0°C ,因而不利于冻雨或降雪,主要为降雨为主。由上述分析可知广西北部和中部、南部上空的锋面垂直结构有明显差异,北部明显的逆温层、中层暖

层及较低的低层温度有利于降雪或冻雨的发生,而中部、南部上空不存在明显逆温,虽然温度也较低,但都在 0°C 上,不利于降水相态由雨向雪的转变。

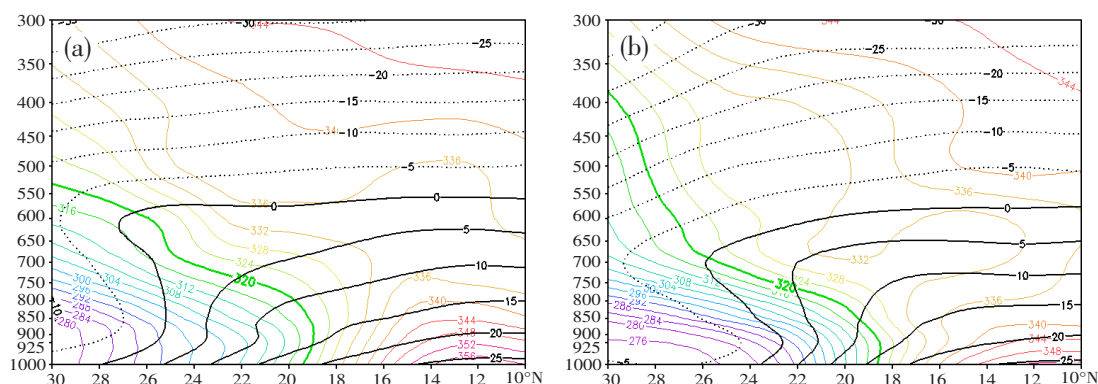


图1 沿 110°E 作假相当位温(彩色等值线单位:K)与温度垂直剖面(黑色等值线 $\geq 0^{\circ}\text{C}$,虚线 $< 0^{\circ}\text{C}$,单位: $^{\circ}\text{C}$)
(a)12月28日20时;(b)12月30日12时

5 水汽输送特征

5.1 相对湿度分析

充沛的水汽条件是雨雪天气的必要条件。沿 110°E 作相对湿度的纬度-高度垂直剖面图(图2,阴影区为相对湿度 $\geq 80\%$ 的区域),通过分析发现,2018年12月28日 24°N 以南,广西相对湿度从低层到高层都较小,表明在冷空气影响前期空气较干,

不利于降水;而在 24°N 以北从地面到 700hPa 相对湿度基本在 90% 以上,中低层水汽呈基本饱和状态,有利雨雪天气的发生。到12月30日,强冷空气南下影响广西时,广西的湿层明显增厚,广西北部湿层延伸至 500hPa 附近,中低层水汽都呈饱和状态,广西中部、南部的相对湿度也明显增大,有利于雨、雪天气的发生与维持。

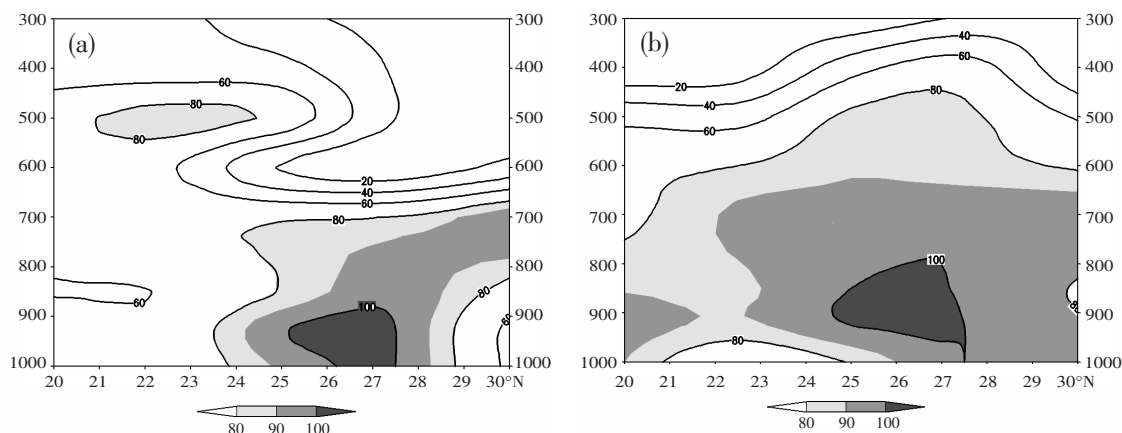


图2 沿 110°E 相对湿度的纬度-高度剖面
(a)12月28日20时;(b)12月30日12时

5.2 水汽通量散度分析

分析出现降雪时的 700hPa 和 850hPa 的水汽通量散度和流场分布图(图略),700hPa 广西上空有大于 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西南暖湿急流影响,形成一条水汽辐合带,将孟加拉湾水汽往广西上空输送,水汽辐合中

心为 $-1.2 \times 10^{-5} \text{g}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,而在 850hPa 广西基本为东南气流控制,将南海水汽往广西上空输送,形成另一条水汽辐合带。尽管两条水汽输送带水汽来源不同,但是强度相当,从 850hPa 到 700hPa 都有较强的水汽辐合,表明这次过程水汽条件深厚,充

沛的水汽条件有利于这次低温雨雪冰冻过程的发生发展。

6 结论与讨论

利用地面气象观测站气温等资料、NCEP 和 FNL 再分析资料,分析了 2018 年 12 月广西一次极端低温雨雪冰冻天气过程的环流特征、冷空气强度、锋区结构特征及热力、水汽条件等,得到以下结论:

(1) 中高纬度乌拉尔山阻塞高压强而稳定,贝加尔湖有一个强盛的冷性低涡,500hPa 冷中心温度达 -52°C ,贝加尔湖至新疆一带有一东西向的横槽,有利于强冷空气在我国北部不断堆积,地面冷中心气压达 1070hPa,为低温雨雪过程提供了强大的冷源。副高的异常偏强有效阻止冷空气的向南扩散,造成广西南北温差较大。

(2) 副热带锋区强盛,850hPa 南北温度梯度达 22°C ,为这次过程提供了较好的热力和动力条件, 0°C 线只南压至 24°N ,锋区的结构上,锋区内逆温层在 24°N 附近非常明显,在 850~750hPa 之间有一明显 $>0^{\circ}\text{C}$ 的暖层,为冻雨形成的有利条件,且广西北部低层气温在 0°C 以下,而桂中、桂南逆温不明显,600hPa 以下基本大于 0°C ,从而造成了广西北部和中南部降水相态的明显区别。

(3) 700hPa 和 850hPa 水汽来源不同,但均具有较强的水汽辐合,强冷空气影响时广西北部的湿层延伸至 500hPa 附近,广西中部、南部的湿层也明显增强增厚,持续且深厚水汽输送为这次低温雨雪冰冻过程提供有利的水汽条件。

2008 年和 2016 年广西均出现了极端低温雨雪冰冻灾害,2008 年低温冰冻天气持续时间达 20d 之久,降水相态以冻雨为主,2016 年广西出现了大范围的降雪天气,多地出现建站以来第一次降雪记录,雪线南压至广西沿海,为近 50a 最南雪线,而 2018 年低温冰冻虽然时间不长,雪线也只是出现在广西北部,但其造成的低温冰冻灾害不亚于 2016 年,广西各地市最低气温比 2016 年过程更低,三次过程的环流特征、热力结构、锋区结构及水汽条件会有怎样

的区别,下一步将对其进行更深入的分析。

参考文献:

- [1] 陶诗言,卫捷.2008 年 1 月我国南方严重冰雪灾害过程分析[J].气候与环境研究,2008,13(4):337-350.
- [2] 丁一汇,王遵亲,宋亚芳,等.中国南方 2008 年 1 月罕见低温雨雪冰冻灾害发生的原因及其与气候变暖的关系[J].气象学报,2008,66(5):808-825.
- [3] 高安宁,陈见,李生艳,等.2008 年华南西部罕见低温冷害天气成因分析[J].热带气象学报,2009,25(1):110-116.
- [4] 李向红,陆虹,伍静,等.影响广西两次低温灾害及物理机制对比分析[J].灾害学,2018,33(4):60-64,77.
- [5] 赖珍权,翟丽萍,张禹德,等.2016 年初广西罕见的一次低温雨雪冰冻灾害天气分析[J].自然灾害学报,2017,26(1):156-164.
- [6] 余文楷,高庆九.1996 年冬季一次南方低温事件的低频特征分析及诊断[J].大气科学,2020,44(2):257-268.
- [7] 李灿,张端禹,冯明,等.2009 年南方极端低温雨雪冰冻过程天气学特征分析[J].暴雨灾害,2009,28(4):321-327.
- [8] 刘红武,李振,唐林,等.2020.2018 年 12 月湖南极端低温暴雪环流特征及成因分析[J].暴雨灾害,39(5):487-495.
- [9] 朱秋雨,何慧,周秀华,等.广西持续性低温雨雪冰冻过程特征和气候成因分析[J].气象研究与应用,2019,40(1):38-41.
- [10] 杨洁,杨财源,王兵,等.广东一次罕见冰粒伴雨雪过程和云结构分析[J].气象研究与应用,2020,41(3):85-89.
- [11] 梁岱云,苏兆达,黄归兰.广西大明山冰冻天气概念模型及其预报方法[J].气象研究与应用,2021,42(2):13-18.
- [12] 林良勋,吴乃庚,蔡安安,等.广东 2008 年低温雨雪冰冻灾害及气象应急响应[J].气象,2009,35(5):26-33.
- [13] 姚晨,杨祖祥,朱月佳,等.2018 年初安徽省两次罕见大暴雪过程的对比分析[J].暴雨灾害,2018,37(5):401-409.
- [14] 孙建华,赵思雄.2008 年初南方雨雪冰冻灾害天气准静止锋与层结结构分析[J].气候与环境研究,2008,13(4):368-384.

Cause analysis of an extreme low temperature rain, snow and freezing disaster in Guangxi in 2018

Wang Junjun, Tang Yi, Wang Yanlan

(Guilin Meteorological Bureau, Guilin Guangxi 541001, China)

Abstract: Based on the reanalysis data of NCEP and FNL, and the temperature observation data of ground meteorological observation station, the paper presented the synoptic analysis of an extreme low temperature rain, snow and freezing event in Guangxi from December 28 to 31, 2018. The results show that the blocking high pressure in Ural Mountain was strong and stable, and there was a cold center of -52°C at 500hPa near Baikal Lake. At the same time, it was matched with the transverse trough, which was the reason for the strengthening of the accumulation of ground cold air center. The subtropical high was unusually strong, resulting in a large temperature difference between the north and the south of Guangxi. The mid latitude front was strong, and the north-south temperature gradient of 850hPa was up to 22°C , providing thermal and dynamic conditions. The structure of the middle and low-level frontal zone resulted in the obvious difference of precipitation phase between the north, the middle and the south of Guangxi. The continuous and deep water vapor transport provided favorable water vapor conditions for the low-temperature rain and snow freezing process.

Key words: strong cold air; north-south difference; frontal inversion; steam