吴哲红,陈贞宏,白 慧. 2011年与2008年贵州低温雨雪冰冻天气锋区特征对比[J]. 干旱气象,2013,31(4):763-770, doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-04-0763

2011年与2008年贵州低温雨雪冰冻天气锋区特征对比

吴哲红[1,2],陈贞宏[1],白 慧[3]

(1. 贵州省安顺市气象局,贵州 安顺 561000;2. 贵州省山地气候与资源重点实验室,贵州 贵阳 550002;3. 贵州省气候中心,贵州 贵阳 550002)

摘 要:用常规气象观测资料和NCEP 2.5°×2.5°再分析资料,对贵州2011年年初和2008年年初2次严重低温雨雪冰冻灾害期间的天气形势、冷空气、水汽和大气层结等特征进行了分析比较。结果表明:静止锋是贵州低温雨雪冰冻天气的主要天气系统;2008年较2011年冷暖空气均较强,故锋区强、锋面坡度较小,这是2008年冰冻天气强于2011年的主要原因;冻雨的发生与层结的逆温有很大关系,逆温发展的阶段均能较好地对应每一次冰冻过程;逆温强度强且长时间存在是2008年冰冻天气持续时间长的原因。2次过程中低层锋区附近有明显的水汽辐合,形成雨雪天气;对2011年降雪和冻雨过程的对比分析表明降雪与冻雨最明显的特征是降雪时层结基本无逆温,逆温层的出现是降雪转换成冻雨的重要原因。

关键词:冰冻特征;天气形势;锋区特征;逆温强度

文章编号:1006-7639(2013)-04-0763-08 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-04-0763

中图分类号:P429 **文献标识码**:A

引 言

低温雨雪冰冻天气过程是指长时间(持续天数≥6 d)维持近地面低气温、并伴有连续降雪、冰冻天气的过程,即最高气温≤1 ℃、平均气温≤0 ℃并伴有冻雨和雨雪的天气过程,而其中冰冻是一个宽泛的概念,一般包括冻雨、雨凇,有时也称凝冻或雪凝[1]。王凌等[2]对冰冻日给了一个设定,即日平均气温≤1 ℃,且同时有降雨或降雪出现,为1个冰冻日。2008年1月我国出现了大范围低温雨雪冰冻灾害,同期西北地区大部降雪异常偏多,局部地方月降水量达到常年的10倍以上[3-4],我国南方地区则出现了历史罕见的低温雨雪冰冻灾害[5],长时期的冻雨造成的严重冰冻是最主要的致灾因子,其中贵州是冰冻重灾区。2011年1月,全国平均气温再创历史同期新低,南方8个省(市、区)再次遭受低温雨雪冰冻灾害,尤以贵州最重,这期间相继出现了降雪和冻雨天气,虽然此次低温雨雪冰冻过程范围稍小,但也给工农业生产和人民群众生活带来了严重的影响和危害,长时期严重的冰冻天气可破坏有线通讯,影响电力输送,中断交通运输,毁坏树木,冻死牲畜,冻坏小季作物。贵州是南方雨凇(冻雨)天气的多发地区[6],出现次数居全国之首。对2008年的低温雨雪冰冻天气已经有大量的研究[7-11],如杨贵明等[7]研究了2008年低温雨雪冰冻天气过程中冻雨长时期持续的原因及低温雨雪冰冻天气过程锋区的特征,结果表明过程特征为准静止锋稳定、少动,锋面较平缓;等θ_{se}经向和垂直向梯度不断加强;冷暖气团形成的逆温很明显;主锋区前部上空存在多层锋区等。李登文等[8]研究表明2008年初我国南方的持续冰冻过程的异常成因是在稳定的高空环流形势下,来自极地的冷空气和来自南支槽前暖湿气流及东海、南海的偏东气流交绥于我国大陆东南部,加之稳定的滇黔静止锋、华南静止锋和近地面冷高压前东北冷平流,多因素综合导致了这场罕见持续冰冻天气,对流层中低层为西南暖湿气流,强逆温层是冻雨天气突出的垂直特征。王兴菊等[11]对2008年和

收稿日期:2013-06-28;**改回日期**:2013-10-09

基金项目:贵州省气象局气象科技开放研究基金黔气科合KF〔2009〕12号资助

作者简介:吴哲红(1969-),女,贵州省安顺市人,硕士,高工,主要从事天气和气候预测研究. E-mail:wzh69@tom.com

2011 年的2 次低温冰冻灾害的气候背景作了分析,结果表明:2 次过程都受拉尼娜事件的影响,西太平洋副热带高压脊线明显偏北、面积偏大、强度偏强等是造成 2008 年 1 月贵州雨凇灾害的主要原因,而欧亚阻塞异常偏强以及印缅槽出现持续的大量暖湿空气的向北输送是造成 2011 年 1 月贵州雨凇灾害的主要原因,但 2011 年 1 月副热带高压偏弱,中亚、西亚低值系统活跃也不如 2008 年 1 月明显,所以低温雨雪冰冻强度和范围都小于 2008 年 1 月。对贵州来说,低温雨雪冰冻过程最主要的致灾因子是长时期持续发展的冰冻,因此本文使用常规天气观测资料和 NCEP 2.5°×2.5°每日平均的再分析资料,对比分析 2011 年与 2008 年贵州冰冻天气特点,对 2 次过程冰冻最严重时期的天气形势背景、灾害特征、锋面特征、冷空气、水汽条件、逆温等特征进行对比,并对降雪和冰冻转换的关键因子进行了分析,以期为今后低温雨雪冰冻预报提供预报着眼点。

1 2 次低温雨雪冰冻天气概况及气象要素特点比较

图 1 为 2011 年和 2008 年低温雨雪冰冻天气过程从开始到结束达到冰冻的站数的逐日演变曲线。2011 年贵州低温雨雪冰冻天气从 2011 年 1 月 1 日至 2 月 1 日共持续 32 d,低温冰冻过程来势猛,范围广,过程共影响全省 78 个站,占全省台站的 92.9%,冰冻站数在中期有明显减少的时段,呈阶段性影响。2008 年过程从 1 月 13 日至 2 月 15 日共 34 d,冰冻持续发展,前期发展缓慢,但中后期强度大,持续时间长,从 1 月 19 日至 2 月 3 日冰冻站数均维持在 50 站以上。

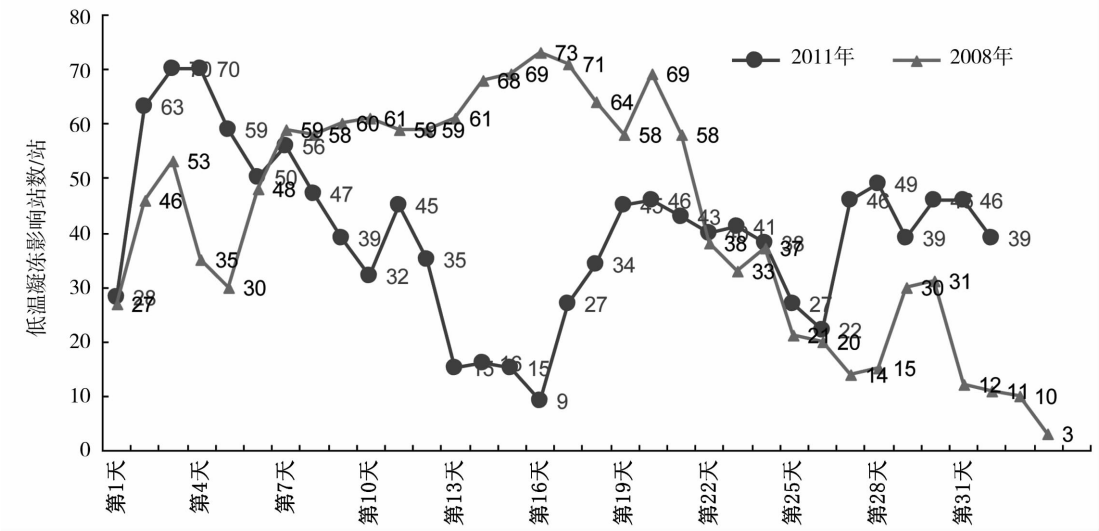

图 1 2008 年 1 月 13 日至 2 月 15 日和 2011 年 1 月 1 日至 2 月 1 日低温雨雪冰冻过程影响贵州站数逐日变化

Fig. 1 The daily change of station numbers influenced by the two freezing rain and snow weather processes in Guizhou from January 13 to February 15, 2008 and from January 1 to February 1, 2011

选取贵州省西北部的威宁、中部的贵阳、和东部的万山这 3 个站作为代表站,分析比较 2 次低温雨雪冰冻期间主要的气象要素特点见表 1。2011 年除冻雨外,省内大部分地区有降雪天气出现,极端最低气温为威宁 1 月 21 日出现的 -8.8 ℃,最大积雪厚度为万山 1 月 20 日的 29 cm,最大结冰厚度为万山 21 mm(含导线观测直径 4 mm)。2008 年结冰厚度极厚:长时间电线积冰厚度在 30 ~ 60 mm(含导线观测直径 4 mm),万山达 160 mm 以上,最大为 330 mm。极端最低气温 2008 年低于 2011 年。

由图 1 及表 1 可见:2011 年和 2008 年低温雨雪冰冻时段均超过 1 月以上,2008 年冰冻发展缓慢,但中后期发展极强,2011 年冰冻发展迅速,但其间阶段性明显,有明显的缓和期。2008 年全省极端最低气温低于 2011 年。天气现象上,2008 年威宁仅有 1 d 降雪,贵阳没有降雪,2011 年有明显的全省性降雪过程,2008 年最大结冰厚度远大于 2011 年。说明 2008 年冰冻程度更重,这也是 2008 年造成极重道路结冰和电线结冰灾害的原因。

表 1　2011 年 1 月 1 日至 2 月 1 日和 2008 年 1 月 13 日至 2 月 15 日 3 站气象要素的比较

Tab. 1　Comparison of meteorological elements at three weather stations during the two freezing rain and snow weather processes in Guizhou

站名	年份	过程平均气温/℃	极端最低气温/℃	总降雨(雪)量/mm	主要天气现象	最大结冰厚度/mm	最大积雪厚度/cm
贵阳	2008	-2.1	-6.3	17.4	雨凇	60	0
	2011	-1.3	-5.4	24	雨凇、雪	18	9
万山	2008	-3.4	-8.0	78	雨凇、雪	330	11
	2011	-2.4	-6.6	64	雨凇、雪	21	29
威宁	2008	-1.5	-10.2	31.5	雨凇	17	8
	2011	-2.5	-8.8	20	雨凇、雪	15	9

2　2 次低温雨雪冰冻天气背景比较

长时期的低温雨雪冰冻天气过程是在相对稳定的天气背景下发生的。对地面形势的分析表明,2 次过程地面冷空气路径基本一致,都是在贝加尔湖到巴尔喀什湖之间有强大的冷高压中心,冷空气不断从冷高压东南侧南压,从我国东部回流影响贵州;但 2008 年巴尔喀什湖附近的冷高压更加强大,中心强度达到 1 050 hPa,因此后部不断有强大的冷空气补充,等压线更加密集,锋区更强;高空形势分析表明 2008 年 1 月东亚地区 500 hPa 为 2 槽 1 脊形势,在贝加尔湖地区为一强冷涡,我国新疆地区为一脊,脊前冷空气不断补充到我国东部地区,700 hPa 在孟加拉湾附近有浅槽,槽前有暖湿气流不断向西南地区输送,利于形成中层的逆温层,近地面我国东部有强大的冷高压维持,由于有强冷空气持续补充,在青藏高原东侧形成静止锋区。2011 年东亚地区高空为 1 脊 1 槽形势,巴尔喀什湖附近为 1 脊,冷空气从贝加尔湖附近脊前影响我国,中高纬径向度大,在高原东侧不断受到冷空气持续影响,中低层孟加拉湾附近有低值系统,从孟加拉湾不断有暖湿气流影响贵州,贵州处于冷高压回流的东北冷空气和西南暖湿气流的过渡带,形成静止锋并长时期维持。

对 2008 年和 2011 年低温雨雪冰冻天气背景的分析表明:静止锋是贵州低温雨雪冰冻天气形成的关键,2 次过程都是由于强冷空气持续影响,西南气流有一定的势力,在贵州形成静止锋,冷、暖气流长时间共同影响造成。2008 年静止锋更强,因此 2008 年极端最低气温更低,冰冻更强。

3　2 次低温雨雪冰冻天气阶段划分及锋区特点

低温雨雪冰冻天气过程,其主要影响系统之一是锋面或锋区,冷暖气团长期对峙是低温雨雪冰冻天气持续的主要原因[8];以上对天气形势的分析也表明,静止锋稳定少动是贵州 2 次低温雨雪冰冻天气形成的关键。

但在长时期的过程中,由于冷空气的进退,造成静止锋位置和强度变化,形成在长时期低温雨雪冰冻中的阶段性,不同的阶段呈现不同的天气现象特点和灾害特点:2008 年低温雨雪冰冻天气前期发展缓慢,之后发展强烈,冻雨最严重的时段为 1 月 19 日至 2 月 11 日;2011 年过程呈现明显的阶段性,且其中有降雪和冻雨转换的阶段,2011 年 1 月 17 ~ 20 日出现降雪,冻雨连续发展的阶段为 1 月 21 日至 2 月 1 日。

对 2 次过程锋区演变的分析表明 2 次过程其静止锋特征有一定的区别:在沿 26°N 所作的平均 θ_{se} 剖面上,2008 年锋区伸展到 700 hPa 附近(图 2a),低层等 θ_{se} 线密集,从 850 hPa 到 700 hPa θ_{se} 从 290 K 过渡到 315 K;而 2011 年锋区伸展到 650 hPa 附近(图 2b),从 850 hPa 到 650 hPa θ_{se} 从 295 K 过渡到 315 K。说明 2008 年强冷空气集中于近地层,锋区强于 2011 年。冷空气的厚度不同,2008 年锋区较薄,强冷空气主要集中在低层,锋区随高度向北倾斜明显,锋面坡度较小。而 2011 年锋区伸展到较高层次,锋区较弱,冷空气的厚度较厚,锋面坡度较大。2008 年冷暖空气均较强,这是冻雨日数、结冰厚度强于 2011 年的原因之一。

杨贵名等[7]的研究表明还可用南北风交界线来表征锋区,他们的分析表明南北风交界线的移动趋势与 2008 年 4 次低温雨雪冰冻过程逐渐向南推进非常一致。本文对 2008 年 1 月 13 日至 2 月 15 日(图 3a)和 2011 年 1 月 1 日至 2 月 1 日(图 3b) 100°E ~ 110°E 平均的 850 hPa“v”风时间序列的分析也表明贵州范围内每一次北风的加大即“v”风零

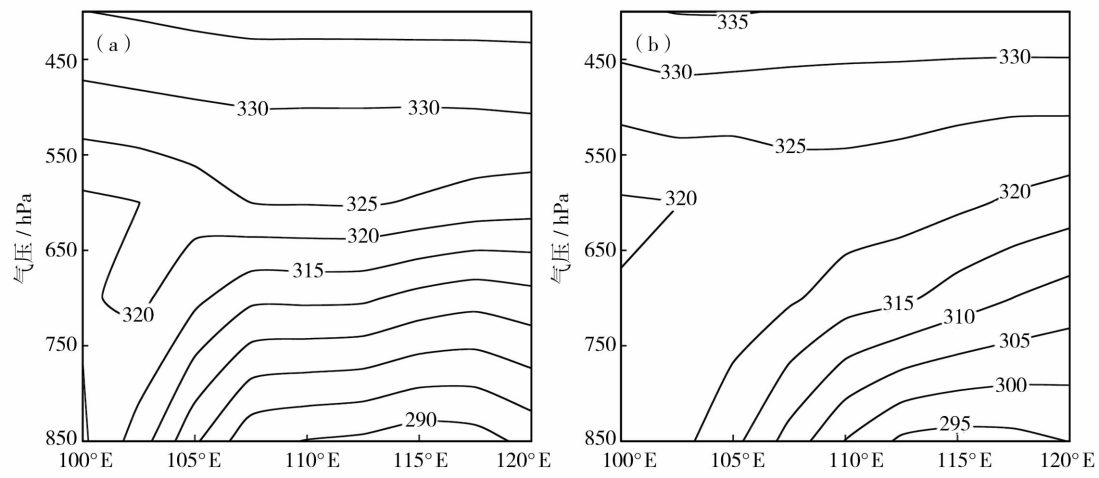

图 2 2008 年(a)和 2011 年(b)低温雨雪冰冻天气期间
平均 θ_{se} 沿 26°N 的经度—高度剖面(单位:K)

Fig. 2 The longitude – height section of the average θ_{se} along 26°N
during the freezing rain and snow weather processes in 2008(a) and 2011(b) (Unit:K)

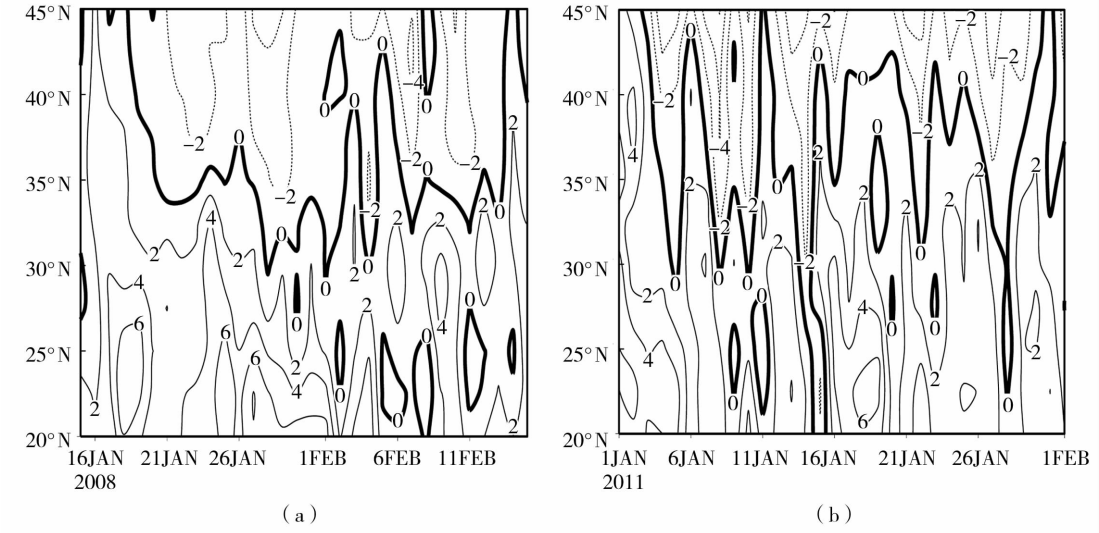

图 3 2008 年(a)和 2011 年(b)低温雨雪冰冻天气 100°E ~ 110°E 平均的
850 hPa"v"风时间序列演变(单位:m · s^{-1},粗黑线为 v 风零线)

Fig. 3 The evolution of "v" wind averaged between 100°E and 110°E on 850 hPa
during the freezing rain and snow weather processes in 2008(a) and 2011(b)
(Unit:m · s^{-1}, and the thick black line for the zero line of "v" wind)

线(南北风分界线)到达 30°N 以南都对应一次冷空气入侵贵州的过程,比较 2 次冰冻天气过程,看出南北风交界的界限 2011 年明显有较大的起伏,前期和后期冷空气频繁,阶段性较强,在 1 月 17 ~ 20 日北风到达 20°N 以南后南风明显加大,说明一次冷空气影响过后,冷锋南压出贵州省,之后南风明显加大,锋区北抬,对比天气实况发现这个时段出现了明显的降雪过程;2008 年前期冷空气发展入侵缓慢,但从 1 月中后期开始发展剧烈,维持时间长,南北风的交界长期维持在西南地区,同时南风也较大,1 月 27 日最大南风达到 6 m/s,表明 2008 年暖湿气流势力更强,锋区更强。

对平均"v"风的分析表明,2011 年 850 hPa 南北风"0"线就在贵州省,呈准南北向,南风最大中心值为 3 m/s,北风中心在亚洲东北部,中心值为 7 m/s,700 hPa 南北风(图略)分界线在 32°N 左右,南风最

大值为 3 m/s;2008 年 850 hPa 南北风“0”线位置与 2011 年相似,但南风最大值达 6 m/s,最大北风 7 m/s,700 hPa 的南北风分界线偏北到 38°N 附近,南风最大值达 6 m/s(图略)。分析表明 2008 年锋区随高度明显向北倾斜,贵州省低层静止锋区上空有明显的暖气流。

4　2 次低温雨雪冰冻期间逆温特征比较

以往研究[7-8]表明,冻雨的发生与层结的逆温有很大关系,对 2 次过程冰冻最严重期间平均的沿 106°E 的垂直冷暖平流图(图 4)的分析进一步看出,2011 年和 2008 年低温雨雪冰冻期间的冷暖平流的垂直分布均表现出低层和高层冷,中层暖的“夹心层”结构,2008 年低层冷平流较强,集中在 800 hPa 以下的近地层,强中心达到 -8×10^{-4} ℃·s^{-1},中层暖层暖平流达到 12×10^{-4} ℃·s^{-1},500 hPa 左右还有一冷平流层,中心为 -4×10^{-4} ℃·s^{-1};2011 年近地层冷平流仅达到 -2×10^{-4} ℃·s^{-1},中层暖平流中心为 6×10^{-4} ℃·s^{-1},高层冷平流中心为 -2×10^{-4} ℃·s^{-1}。可见,2008 年冷暖空气均较强,这是冻雨日数、结冰厚度强于 2011 年的原因之一。

用 700 hPa 与 850 hPa 的温度差代表逆温的程度,沿 26°N 做过程期间 $T_{700hPa}-T_{850hPa}$的经度—时间演变图(图 5),可以看出 2 次过程逆温发展的阶段均能较好地对应每一次冰冻过程,但 2 次过程的逆温特征有着明显的区别:2011 年逆温出现的时间大致为 1 月 4~6 日,7~11 日,14~17 日,1 月 21 日至 2 月 1 日,大致对应 4 次过程,逆温的最大值为 4 ℃,1 月 17~20 日的降雪过程,虽然有冷空气影响,但层结几乎没有逆温,因此以降雪为主;2008 年逆温大致出现在 1 月 14~18 日,19~26 日,27 日至 2 月 2 日,2 月 4~6 日,2 月 7~11 日,其中逆温最大值为 2 月 10 日的 8 ℃。可见 2008 年整个过程期间基本有逆温,且逆温强度强,中层暖层(融化层)的长时间存在,是 2008 年冰冻天气持续时间长的原因。

5　2 次低温雨雪冰冻期间水汽特征

对水汽通量散度垂直分布的分析表明(图 6),2 次过程在中低层锋区附近均有明显的水汽辐合中心,水汽辐合的层次与锋区的层次基本一致,这是造成 2 次过程雨雪长期维持的原因,2008 年(图 6a)低层水汽最大辐合中心达到 -5×10^{-8} g·m^{-2}·hPa^{-1}·s^{-1},水汽辐合集中于 750 hPa 以下,在 650~700 hPa 还有一水汽辐散层,可见 2008 年水汽辐合集中于低层;而 2011 年(图 6b)辐合不如 2008 年强,水汽辐合中心为 -3.5×10^{-8} g·m^{-2}·hPa^{-1}·s^{-1},但水汽辐合伸展到较高的高度。因此 2008 年水汽辐合强但聚集在较低的层次,因此造成的冻雨过程更强,总降雨量 2008 年大多数地区多于 2011 年。

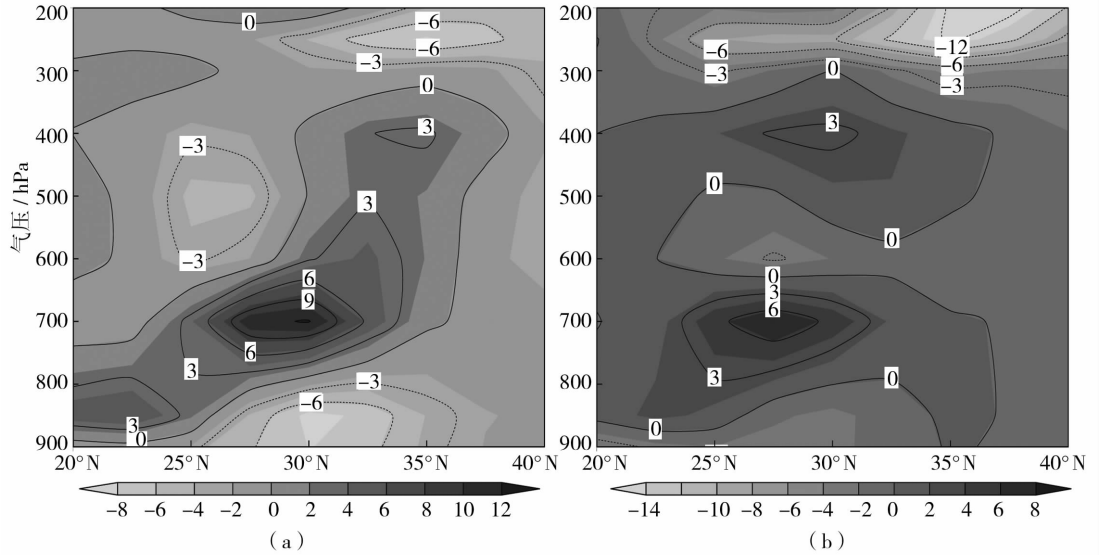

图 4　2011 年(a)和 2008 年(b)冰冻期间平均的沿 106°E 冷暖平流的垂直分布(单位:10^{-4} ℃·s^{-1})

Fig. 4　The vertical distribution of temperature advection along 106°E during the freezing rain and snow weather processes in 2011(a) and 2008(b)(Unit:10^{-4} ℃·s^{-1})

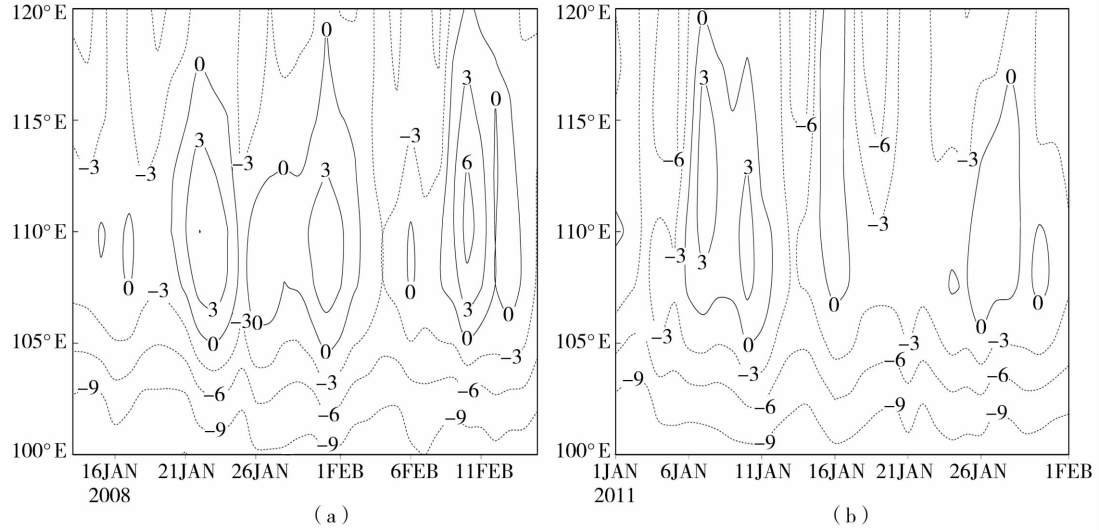

图 5 2008 年(a)和 2011 年(b)逆温随时间演变图(单位:℃)

Fig. 5 The evolution of temperature inversion during the freezing rain and snow weather processes in 2008(a) and 2011(b)(Unit:℃)

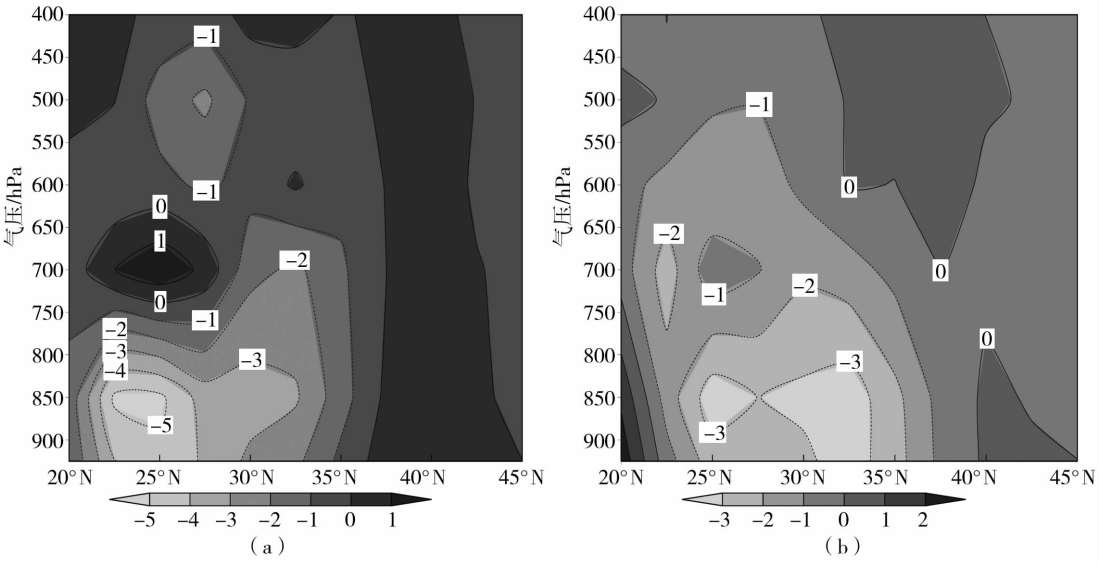

图 6 2008 年(a)和 2011 年(b)冰冻期间平均的水汽通量散度沿 106°E 的垂直分布(单位:$g \cdot m^{-2} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$)

Fig. 6 The vertical distribution of average moisture flux divergence along 106°E during the freezing rain and snow weather processes in 2008(a) and 2011(b)(Unit:$g \cdot m^{-2} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$)

以上对锋区、冷空气、逆温、水汽等特征的分析表明,2011 年和 2008 年都是由于冷暖空气长期对峙,造成了长时间的低温冰冻过程。由于 2008 年锋区更强,锋区倾斜性更强,暖湿气流更强,造成逆温更强,水汽辐合也较强,因此冰冻程度更加严重。

6 2011 年 1 月 17 ~ 20 日降雪的天气特征

2011 年低温雨雪冰冻期间 1 月 17 ~ 20 日出现了明显降雪,在此之后才出现了最强的冻雨过程。对 1 月 17 ~ 20 日的天气形势和物理量特征进行分析,试图比较形成冻雨和降雪天气的不同天气形势特征。

1 月 17 ~ 20 日降雪期间冷空气势力较强,中低层有明显的冷舌,巴尔喀什湖附近的高压加强,从其东侧有冷空气补充影响我国,沿 106°E 的 17 ~ 20 日冷暖平流的垂直分布图上(图 7),700 hPa 降雪时的暖平流的中心强度与出现冻雨时的暖平流中心强度

比较数值接近,但在高层 300 hPa 有一个强度达到 -24×10^{-4} ℃ · s^{-1}的强冷平流中心,由于高层强冷平流作用,使得大气整层气温较低,中层暖层消失,1 月 17 ~ 20 日 $T_{700hPa}-T_{850hPa}$随时间的演变(图 8)表明这段时间贵州上空基本没有逆温,其中 18 日贵阳探空资料(图略)的 850 hPa 为 -6 ℃,700 hPa 为 -5 ℃,仅有 1 ℃的逆温,且整层气温较低,均低于 0 ℃;对 700 hPa 2 个阶段气温分布的比较发现,降雪时 700 hPa 零度线南压到广西北部,贵州全省均低于 0 ℃,而出现冻雨时零度线北抬到贵州中部一线,贵州中部以南气温高于 0 ℃,其余地区在 0 ℃左右,对 2 个阶段 700 hPa 高度场和温度场的比较发现,降雪期间 700 hPa 高度和温度均低于出现冻雨时(图略)。

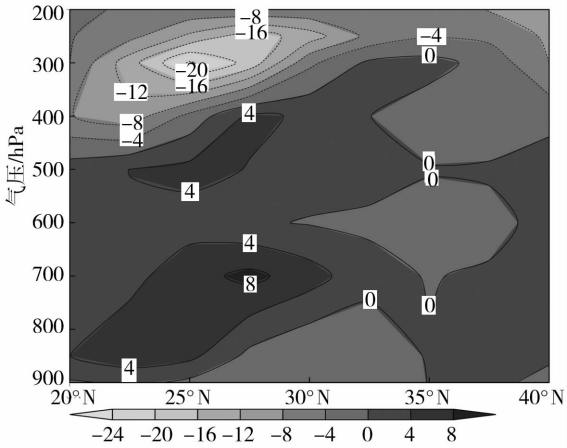

图 7　2011 年 1 月 17 ~ 20 日沿 106°E 的平均冷暖平流垂直分布(单位:10^{-4}℃ · s^{-1})

Fig. 7　The vertical distribution of temperature advection along 106°E from January 17 to 20, 2011 (Unit: 10^{-4} ℃ · s^{-1})

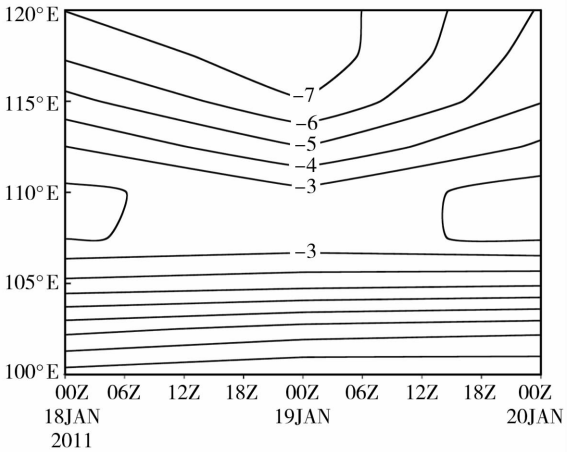

图 8　2011 年 1 月 17 ~ 20 日平均逆温随时间演变(单位:℃)

Fig. 8　The evolution of temperature inversion from January 17 to 20, 2011 (Unit: ℃)

可见降雪与冻雨最明显的特征对比是层结基本无逆温,且整层气温低于 0 ℃,中层暖层出现后降雪转换成冻雨。逆温层的出现是降雪转换成冻雨的重要原因。

7　结　论

(1)静止锋是贵州低温雨雪冰冻天气形成的关键。2 次过程都是由于强冷空气持续影响,西南气流有一定的势力,在贵州形成静止锋,冷、暖气流长时间共同影响造成。2008 年较 2011 年静止锋更强,冷暖空气均较强、锋区随高度向北倾斜明显,锋面坡度较小,近地面冷空气厚度薄、中层暖气流强,因此 2008 年极端最低气温更低,冰冻更强。

(2)冻雨的发生与层结的逆温有很大关系,2 次过程期间的冷暖平流的垂直分布均表现出低层和高层冷、中层暖的“夹心层”结构,逆温发展的阶段均能较好地对应每一次冰冻过程,2008 年整个过程期间基本有逆温,且逆温强度强,中层暖层(融化层)的长时间存在,是 2008 年冰冻天气持续时间长的原因。2 次过程在中低层锋区附近有明显的水汽辐合中心,水汽辐合的层次与锋区的层次基本一致,这是造成 2 次过程雨雪长期维持的原因,2008 年水汽辐合强但聚集在较低的层次,因此造成的冻雨过程更强,总降雨量多于 2011 年。

(3)对 2011 年降雪和冻雨过程的对比分析表明降雪与冻雨最明显的特征对比是降雪时层结基本无逆温,且整层气温低于 0 ℃,中层暖层出现后降雪转换成冻雨。逆温层的出现是降雪转换成冻雨的重要原因。

参考文献:

[1] 杨贵名,孔期,毛冬艳,等. 2008 年初/低温雨雪冰冻灾害天气的持续性原因分析[J]. 气象学报,2008,66(5):837 - 850.

[2] 王凌,高歌,张强,等. 2008 年 1 月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析. I. 气候特征与影响评价[J]. 气象,2008,34(4):95 - 100.

[3] 纳丽,郑广芬,杨建玲. 2008 年 1 月宁夏持续连阴雪低温极端天气气候背景及影响因子[J]. 干旱气象,2010,28(2):202 - 211.

[4] 吴爱敏. 2008 年 1 月陇东黄土高原阴雪低温异常天气分析[J]. 干旱气象,2011,29(4):478 - 482.

[5] 丁小剑,杨军,唐明晖,等. 湖南 2 次典型的冰冻灾害天气特征及成因分析[J]. 干旱气象,2008,28(1):76 - 80.

[6] 丁一汇,王遵娅,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):208 - 225.

[7] 杨贵名,毛冬艳,孔期,等. “低温雨雪冰冻”天气过程锋区特征分析[J]. 气象学报,2009,67(4):652 - 665.

[8] 李登文,乔琪,魏涛,等. 2008 年初我国南方冻雨雪天气环流及垂直结构分析[J]. 高原气象,2009,28(5):1140 - 1148.
[9] 叶成志,吴贤云, 黄小玉,等. 湖南省历史罕见的一次低温雨雪冰冻灾害天气分析[J]. 气象学报,2009,67(3):488 - 500.
[10] 张润琼,刘艳雯,姚刚,等. 2008 年贵州罕见低温雨雪冰冻灾害成因及影响分析[J]. 热带地理,2009,29(4):319 - 334.
[11] 王兴菊,白慧,陈贞宏. 2008 年和 2011 年年初贵州低温雨凇分析[J]. 干旱气象,2012,30(2):237 - 243.

Comparative Analysis on the Frontal Zone Feature of Two Freezing Rain and Snow Weather Processes in 2008 and 2011 in Guizhou Province

WU Zhehong[1,2], CHEN Zhenhong[1], BAI Hui[3]

(1. *Anshun Meteorological Bureau of Guizhou Province*, *Anshun* 561000, *China*;
2. *Guizhou Key Laboratory of Mountounious Climate and Resources*, *Guiyang* 550002, *China*;
3. *Guizhou Climate Center*, *Guiyang* 550002, *China*)

Abstract: Based on the conventional observation data and NCEP 2.5° × 2.5° reanalyzed data, the comparative analysis of the synoptic situation, cold air, water vapor and the atmospheric stratification was done between two heavy cryogenic freezing rain and snow weather processes which occurred in the beginning of 2008 and 2011, respectively. The results show that the stationary front was the main weather system of the freezing rain and snow weather in Guizhou. The principal reason why the freezing rain and snow weather in 2008 was stronger than the one in 2011, was that both the cold and warm airs were more active and therefore the frontal zone was stronger and frontal slope was smaller. The occurrence of freezing rain had great relation to the inversion layer, the development of the temperature inversion brought the corresponding change in each freezing rain weather process. The process in 2008 had a long duration because of the excellent strength and prolonged existence of the inversion layer. It was the obvious moisture convergence near frontal zone at the middle and low level which caused the freezing rain and snow weather in these two processes. During the the freezing rain and snow weather process in 2008, there was almost no temperature inversion during snowfall stage and the appearance of the inversion layer was the momentous factor which transformed snow into freezing rain.

Key words: freezing characteristics; weather situation; frontal zone characteristics; inversion intensity