

王兴菊,李启芬,王芬,等. 贵州省 2008 年与 2022 年年初低温雨雪冻雨天气过程对比分析[J]. 中低纬山地气象,2023,47(5):8-16.

贵州省 2008 年与 2022 年年初低温雨雪 冻雨天气过程对比分析

王兴菊¹,李启芬²,王 芬³,蒋尚雄³,曾 妮¹,胡秋红¹

(1. 贵州省安顺市气象局,贵州 安顺 561000;2. 贵州省贵阳市气象局,贵州 贵阳 550001;
3. 贵州省黔西南布依族苗族自治州气象局,贵州 兴义 562400)

摘 要: 为了解贵州 2008 年与 2022 年年初低温雨雪天气过程差异,该文选取常规气象观测资料以及 NCEP 再分析资料,采用时空分布统计,环流背景、相关性分析等方法,对 2008 年和 2022 年年初贵州省低温雨雪冻雨天气过程进行对比分析。结果表明:2022 年低温雨雪与 2008 年相比偏轻,气温偏低程度和冻雨、降雪站数与 2008 年相比均偏低偏少,尤其是冻雨站数与 2008 年相比明显偏少,但 2022 年最大雪深超过 2008 年。2008 年和 2022 年低温雨雪期间,副高异常增强、阻塞高压形势稳固,北极明显升温,孟加拉湾和南海持续的水汽输送以及逆温层的存在,拉尼娜事件的影响,为这 2 次雨雪冰冻灾害提供重要的环流背景。2008 年低温雨雪过程中副高位置比 2022 年偏北偏西,持续时间长,海平面气压高压中心强度更大;2022 年副高最强强度指数和面积指数较 2008 年偏强,但持续时间短,鄂霍次克海低涡强度和逆温与 2008 年相比偏弱。

关键词: 低温雨雪;冻雨;拉尼娜;逆温

中图分类号: P458.1⁺21 **文献标识码:** A

Comparative Analysis of Cryogenic Freezing Rain and Snow Weather in early 2008 and 2022 in Guizhou Province

WANG Xingju¹, LI Qifen², WANG Fen³, JIANG Shangxiong³, ZENG Ni¹, HU QiuHong¹

(1. Anshun Meteorological Bureau of Guizhou Province, Anshun 561000, China;
2. Guiyang Meteorological Bureau of Guizhou Province, Guiyang 550001, China;3. Qianxinan Bouyei and
Miao Autonomous Prefecture Meteorological Bureau of Guizhou Province, Xingyi 562400, China)

Abstract: To understand the differences between the low - temperature rain and snow weather processes in Guizhou from 2008 to early 2022, based on conventional meteorological observation data and NCEP reanalysis data, a comparative analysis was conducted on the low temperature rain, snow, and freezing rain weather processes in Guizhou Province in early 2008 and 2022 through the statistical methods of spatial and temporal distribution, circulation background and correlation analysis. The results show that the low temperature rain and snow in 2022 were relatively light compared to that in 2008, and the degree of low temperature and the number of days of freezing rain and snowfall were relatively low compared to 2008. Especially, the number of freezing rain stations was significantly less compared to 2008. However, the maximum snow depth in 2022 exceeded that in 2008. During the low temperature rain and snow period in 2008 and 2022, the subtropical high anomaly strengthened, the blocking high situation stabilized, the Arctic significantly warmed up, the continuous water vapor transport in the Bay of Bengal and the South China Sea, the existence of inversion layer, and the influence of La Nina event provided an important circulation background for the two snow and ice disasters. During the low temperature rain and snow

收稿日期:2023-03-23

第一作者简介:王兴菊(1980—),女,高工,主要从事短期天气预报研究,E-mail:404408944@qq.com。

process in 2008, the subtropical high position was located more north and west compared to 2022, with a longer duration and a greater intensity of the center of high pressure at the sea level pressure; the strongest intensity index and area index of the subtropical high in 2022 were stronger than those in 2008, but the duration was short. The strength and inversion of the Sea of Okhotsk vortex were weaker than those in 2008.

Key words: low – temperature rain and snow; freezing rain; La Nina; temperature inversion

0 引言

低温雨雪冻雨灾害主要发生在冬季,这种气象灾害是由降雪或降雨后遇低温形成的积雪、结冰现象造成。贵州中西部地区的海拔高度和地形分布为贵州冻雨提供了绝佳的地形条件,尤其是西北部地区海拔高、温度低,更有利于冻雨的形成。我国南方在 2008 年出现了持续时间长、范围大的低温雨雪天气,引起了很多学者的关注,对此次过程进行研究并得到一些有意义的结论^[1-13]。丁一汇等^[14]对中国南方 2008 年 1 月罕见低温雨雪冰冻灾害发生进行了研究;王遵娅等^[15]分析了 2008 年极端冰灾事件的气候特征及其所造成的影响;姚蓉等^[16]对 2008 年初和 2011 年初的低温雨雪冰冻天气气候影响评估、天气学成因等方面进行综合对比分析;王东海等^[17]对 2008 年的低温雨雪冰冻灾害的形成机理及其致灾原因进行分析;刘红武等^[18]对湖南罕见的雨雪低温冰冻天气过程开展了研究。综合以上分析可以总结出:(1)拉尼娜事件的影响;(2)贝加尔湖阻高异常强盛,鄂霍次克海低涡偏强;(3)西太平洋副热带高压脊线较常年偏北,强度偏强,面积也明显偏大;(4)中亚、西亚低值系统活跃,来自南海(印缅槽)和孟加拉湾的大量暖湿空气不断向北输送。

关于贵州低温雨雪冻雨的研究,杨贵名等^[19]从短期天气预报角度出发,初步分析了 2008 年初低温雨雪冰冻天气的主要特点和环流特征,对冻雨、暴雪的成因也进行了初步分析;甘文强等^[20]对 2018 年 1 月底至 2 月初贵州低温雨雪天气成因进行初探;杜小玲等^[21]对 2011 年初贵州持续低温雨雪冰冻天气成因,发现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。王兴菊等^[22]对 2008 和 2016 年的低温雨雪冰冻天气过程进行对比分析,并对 2000—2018 年贵州省的降雪空间、时间分布,周期特点进行了研究^[23]。对于贵州低温雨雪天气,虽然各位专家研究重点不同,但都较为一致地认为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。

2011 年以后,贵州持续性低温雨雪天气过程明显减少,2022 年贵州省再次发生大范围的低温雨雪

事件,社会关注度比较高,很多人甚至认为 2022 年的低温雨雪已经超过了 2008 年。为了客观评价此次低温雨雪的强度,本文在前人研究的基础上,对 2008 年和 2022 年年初贵州省低温雨雪冻雨天气进行对比研究,除了常规的环流分析,增加了阻塞高压、副高、拉尼娜等分析研究,希望为贵州省以后该类灾害性天气的预报和研究提供参考。

1 2 次过程实况的对比分析

1.1 低温雨雪冻雨时间分布特点

2008 年 1 月 13 日—2 月 13 日(以下统称 2008 年初)和 2022 年 1 月 29 日—2 月 24 日(以下统称 2022 年初)的低温雨雪天气过程都有影响范围大、持续时间长、气温明显偏低的特点。2008 年低温雨雪持续了 32 d,1 月 13 日—2 月 1 日是低温雨雪持续加重的过程,2 月 4—13 日以后低温雨雪逐步减弱,范围从全省缩小为贵州省中西部地区。2022 年低温雨雪持续了 29 d,分为 4 个短暂的阶段,间歇期白天气温回升到 0℃以上,分别为 2022 年 1 月 29 日—2 月 3 日,2 月 6—9 日,2 月 13 日,2 月 18—23 日。

2008 年(图 1a)全省最低气温为 -10.2℃,出现在 2008 年 2 月 1 日(威宁站),全省各站点过程最低气温平均值为 -3.9℃(1 月 13 日)~0.5℃(1 月 27 日),全省过程平均低温为 -1.4℃。2022 年(图 1b)全省最低气温为 -6.3℃,出现在 2022 年 2 月 22 日(威宁站),过程全省平均最低气温为 -1.5℃(1 月 13 日)~5.5℃(1 月 27 日),全省过程平均低温为 -1.3℃,与 2008 年相比偏高 2.7℃。

2008 年(图 2a)全省最大积雪深度为 11 cm,分别出现在 2008 年 1 月 28、29 日(万山站),2 月 1 日、2 日(三穗站);最多降雪站数为 81 站,出现在 2 月 1 日,最多冻雨站数为 73 站,出现在 1 月 12 日;过程平均最大雪深为 7.5 cm,日平均降雪站数为 35.2 站,日平均冻雨站数为 45.5 站。2022 年(图 2b)全省最大积雪深度为 26 cm,出现在 2 月 22 日(万山站);最多降雪站数为 80 站,出现在 2 月 22 日,最多冻雨站数为 31 站,出现在 2 月 21 日;过程平均最大雪深为 5.9 cm,日平均降雪站数为 32.1

站,日平均冻雨站数为 10.4 站。日平均降雪站数与 2008 年相比略偏少,达到了 2008 年的 91%;日平

均冻雨站数与 2008 年相比明显偏少,但 2022 年最大雪深超过了 2008 年。

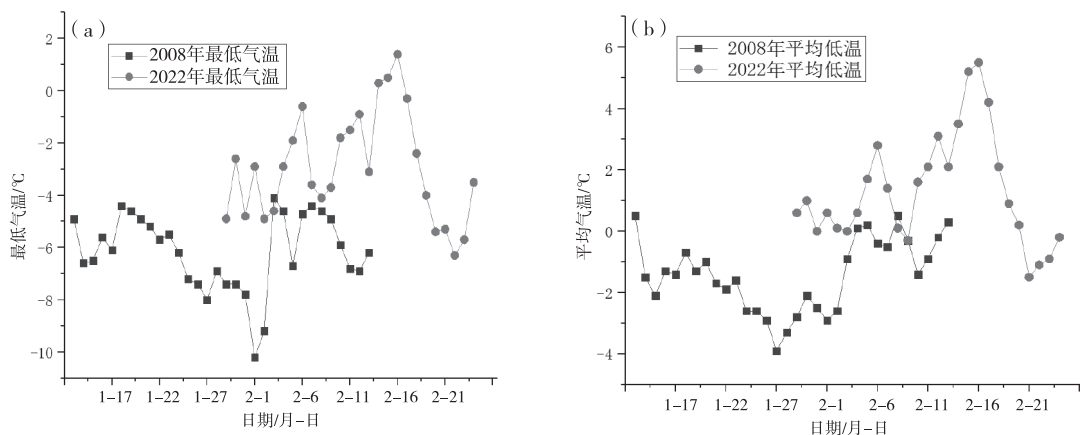


图 1 2008 年、2022 年年初最低气温(a)、平均低温(b)日变化

Fig. 1 Diurnal variations of minimum (a) and mean (b) low temperatures in early 2008 and 2022

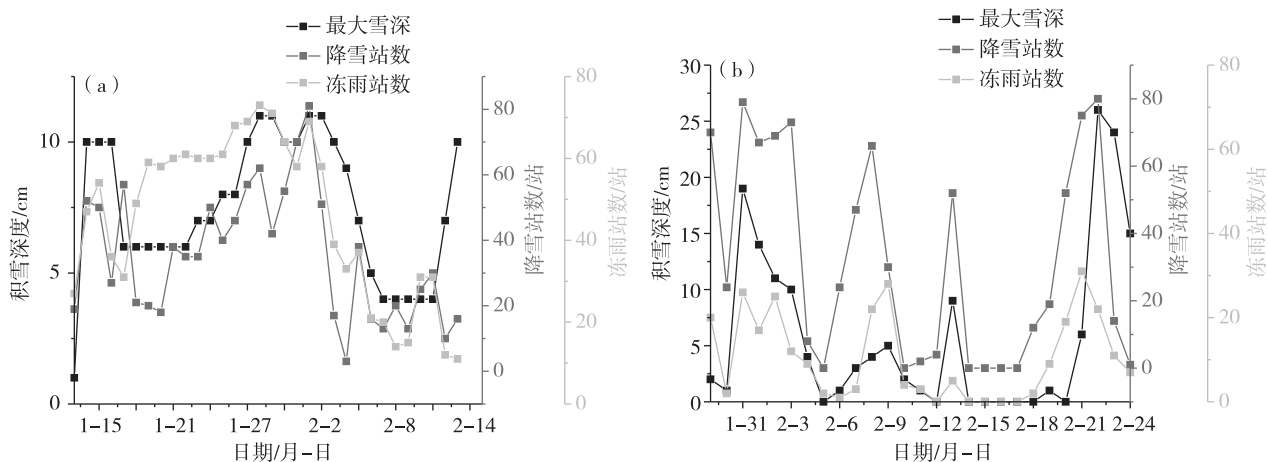


图 2 2008 年(a)、2022 年(b)年初最大雪深、降雪站数、冻雨站数日变化

Fig. 2 Changes of maximum snow depth, snowfall days and freezing rain days in early 2008 (a) and 2022 (b)

1.2 降雪、冻雨、雪深空间分布特点

2008 年过程降雪日数全省合计 1258 站(次)(图 3a),其中降雪日数最多的为习水(29 d),最少为册亨、望谟(1 d),累计 25 d 以上的站点主要分布在贵州省西北部地区,5 d 以下的站点分布在贵州西南部地区,总体呈现北多南少的分布特征。2022 年(图 3b)过程降雪日数全省合计 868 站(次),最多的站点为水城(16 d),最少为赤水(0 d),其次为册亨、望谟(1 d),12 d 以上的站点主要分布在贵州省西北部、中东部地区,总体分布呈现中部一线多,南部边缘少的特征。2008 年过程最大积雪深度为万山(11 cm)(图 4a),超过 10 cm 以上的站点有 5 站。主要分布在贵州西北部的毕节、六盘水,东部的黔东南等地。2022 年过程最大积雪深度为三穗(23

cm)(图 4b),20 cm 以上有 4 站,10 cm 以上有 27 站,主要分布在贵州西北部和中部一线。

2008 年过程冻雨日数全省合计 1481 站(次),最多的站点为威宁(38 d),有 8 站未出现冻雨,主要出现在省的西南部地区,20 d 以上的站点主要出现在省的西北部和中东部一线。2022 年过程冻雨日数全省合计 273 站(次),最多的站点为开阳(17 d),有 39 d 未出现冻雨,主要位于省的北部和南部边缘地区,10 d 以上的站点主要出现在省的西北部和中东部一线。

从 2 次对比可以看出,2008 年和 2022 年降雪、冻雨日数分布都呈现北多南少的特点,2008 年的降雪、冻雨日数都明显超过了 2022 年,但 2022 年最大雪深超过了 2008 年。

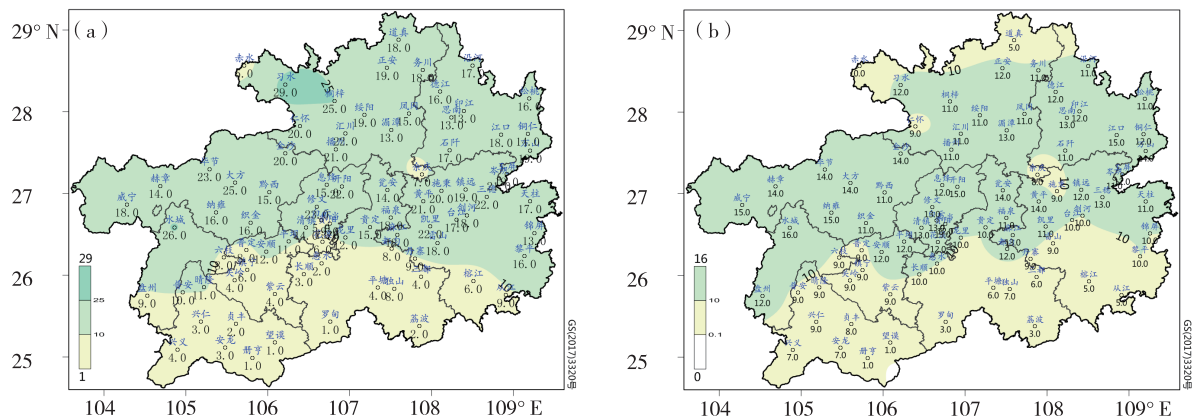


图 3 2008 年(a)、2022 年(b)年初贵州省降雪日数分布图

Fig.3 Distribution of snowfall days in Guizhou Province in early 2008 (a) and 2022 (b)

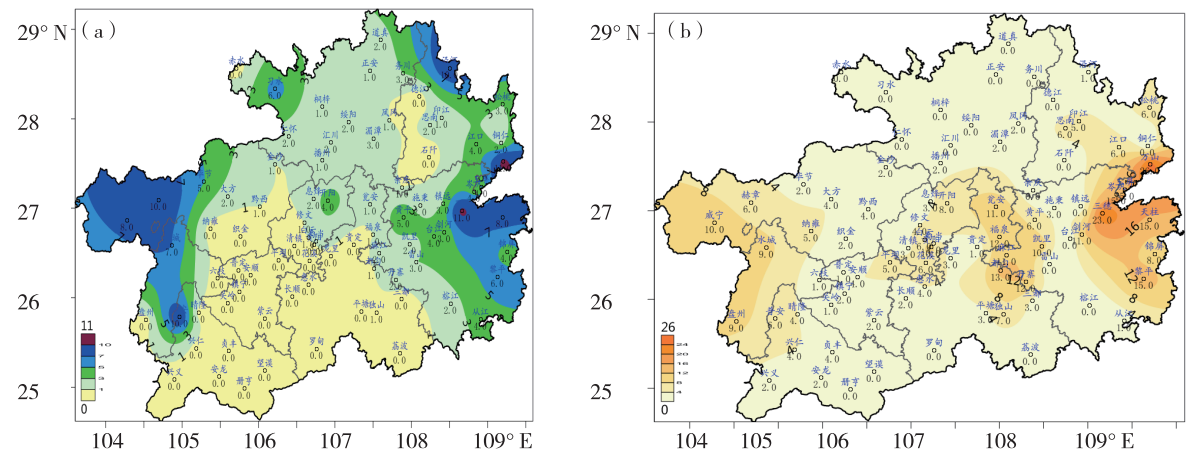


图 4 2008 年(a)、2022 年(b)年初贵州省最大积雪深度分布图

Fig.4 Distribution of maximum snow depth in Guizhou Province in early 2008 (a) and 2022 (b)

2 拉尼娜事件的影响分析

当拉尼娜现象出现时,赤道中东太平洋海表温度将大范围持续异常偏冷,引起地球气候的异常。依据《厄尔尼诺/拉尼娜事件判别方法》国家标准^[24],当关键区(尼诺 3.4 区,即 170°W~120°W, 5°S~ -5°N 之间的区域)3 个月滑动平均海表温度低于气候平均态 0.5℃时,即进入拉尼娜状态,持续 5 个月以上便形成一次拉尼娜事件。

2007 年 5 月开始(图 5a),尼诺 3.4 区开始出现 -0.5℃的海表温度负距平,并迅速增强,到 2007 年 12 月达到最强,为 -1.6℃,2008 年 1 月开始逐步减弱,持续到 2008 年 5 月结束,持续时间为 13 个月。2020 年 7 月(图 5b)开始出现海温负距平,并不断增强,2020 年 10 月达到最大值 -1.3℃,持续到 2021 年 4 月结束,此次过程持续了 10 个月,2021 年 7—11 月再次形成拉尼娜事件,2021 年拉尼娜事件成为双拉尼娜事件。据国家气候中心统计,1950 年以来发生拉尼娜事件 16 次,中等事件 9 次,弱事

件 1 次,强事件 1 次,强事件出现在 1988—1989 年。2008 和 2021 的拉尼娜事件强度均达到中等,2008 拉尼娜事件中海温负距平强度超过了 2021 年,但 2021 持续时间比 2008 年长。

3 环流背景

对于 2022 年低温雨雪天气的形成原因,拉尼娜事件的影响,欧亚阻高及副高异常偏强以及中亚、西亚低值系统活跃,持续大量暖湿空气向北输送水汽与 2008 年是一致的,但 2022 年鄂霍次克海低涡偏弱。

3.1 副高活动特征对比分析

2008 年低温雨雪过程中副高出现了 2 次(图 6a),第 1 次出现在 1 月 14 日,北界线 18°N,西伸脊点 120°E,之后减弱消失;22 日再次形成,北界线 22°N,西伸脊点 115°E,之后副高南撤到 18°N 附近,直至减弱消失。2022 年也出现了 2 次明显的副高体(图 6b),第 1 次出现在 2 月 3—10 日,北界线 12°N,西伸脊点 150°E,之后西伸北抬,到 2 月 10 日

西伸脊点到达 120°E, 北界线 18°N; 17 日之后副高再次形成, 并持续到 24 日, 西伸脊点位于 135°E。2008 年低温雨雪过程中副高位置比 2022 年偏北偏

西, 但 2022 年中心强度更强, 达到了 5900 gpm, 2008 年为 5880 gpm。

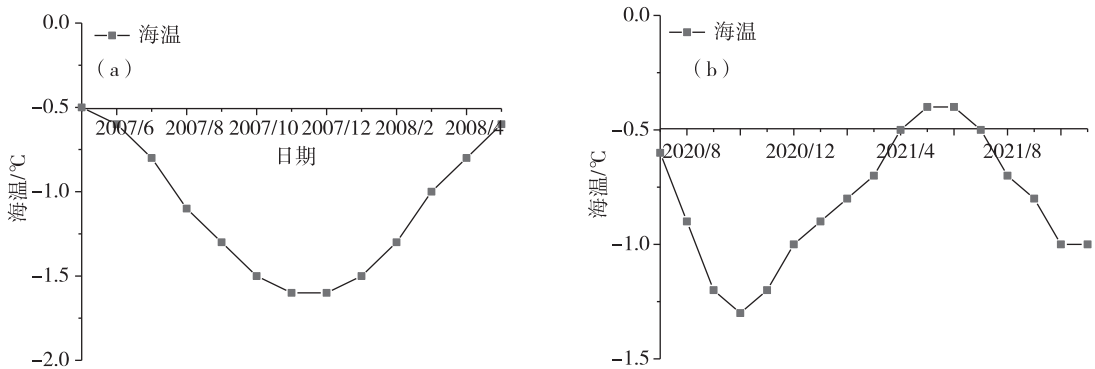


图 5 2008 年(a)、2022 年(b)年初尼诺 3.4 区海温距平
Fig. 5 SST anomaly in the Nino 3.4 region in early 2008 (a) and 2022 (b)

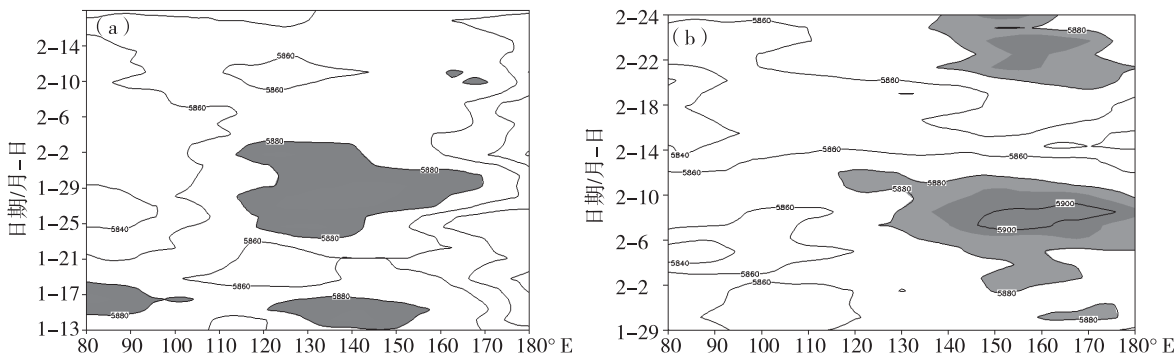


图 6 2008 年(a)、2022 年(b)年初副高时序(等值线表示 500 hPa 高度场; 阴影区表示副高, 单位: gpm)
Fig. 6 Time series of subtropical high in early 2008 (a) and 2022 (b) (contour line represents 500 hPa height field; shaded area indicates secondary height, unit: gpm)

从副高的强度指数和面积指数来看, 2008 年(图 7a)1 月 14—15 日, 副高生成并增强, 强度指数从 59.1 增大到 89.5, 面积指数从 33 增大到 54; 16—17 日逐步减弱。1 月 22—27 日再次明显增强, 强度指数在 23.8 ~ 116.9, 面积指数为 17 ~ 70 之间, 30 日以后减弱消失。2022 年(图 7b)出现 2 次

副高指数增强到减弱的过程, 第 1 次的最大值出现在 2 月 7 日, 副高强度指数达到 231.4, 面积指数为 41, 第 2 次出现在 2 月 23 日, 强度指数为 302.5, 面积指数为 113。从 2 次过程的副高持续时间和指数对比来看, 2008 年低温雨雪期间出现时间更长, 但 2022 年强度指数和面积指数都比 2008 年更大。

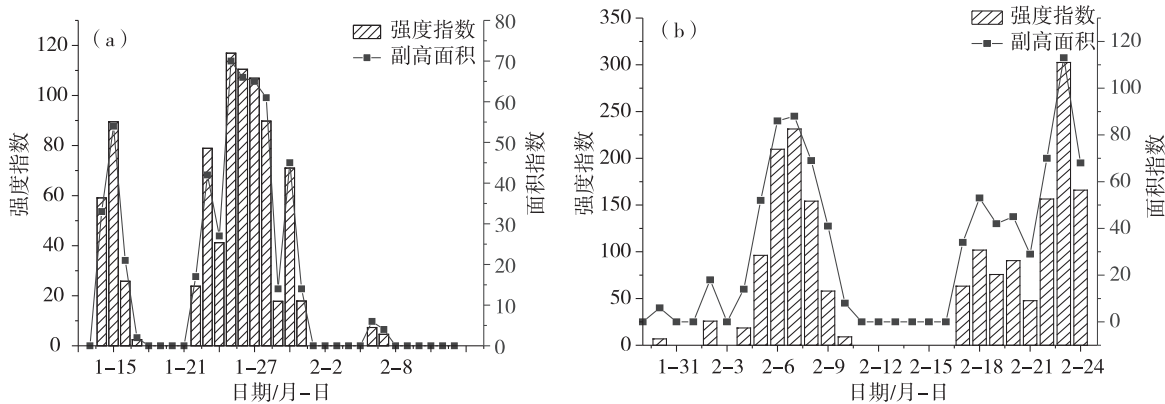


图 7 2008 年(a)、2022 年(b)年初副高强度指数、面积指数时序
Fig. 7 Time series of sub - high intensity index and area index in early 2008 (a) and 2022 (b)

对 2 次低温雨雪期间的贵州最大积雪深度与副高强度、面积指数进行相关性分析(表 1),2008 年初最大雪深与副高强度指数的相关系数为 0.417,与面积指数的相关系数为 0.395,均通过了 0.05 的信度检验;2022 年未通过相关性检验,在 2022 年 2 月 23 日副高面积指数达到 302.5,强度指数达到 113,为此次过程中的最大值,当天的最大积雪深度为 24cm,为此次过程中的第二大,说明副高的强度、面积指数面积变化对雪深有明显影响。

表 1 2008、2022 年低温雨雪期间逐日最大积雪深度与副高强度、面积指数相关系数
Tab.1 Correlation coefficient between daily maximum snow depth and sub-high intensity and area index during low temperature rain and snow in 2008 and 2022

相关因子	副高强度	面积指数
2008 年相关性系数	0.417 *	0.395 *
2022 年相关性系数	0.341	0.297

注: * 表示通过 0.05 的信度检验。

在 2008 与 2022 年低温雨雪期间,副高异常北抬并西伸增强,来自中高纬地区的冷空气活动频

繁,与副高西侧源源不断的偏南暖湿气流交汇,导致贵州出现了持续性的低温雨雪冰冻灾害性天气。

3.2 阻高活动特征对比分析

阻塞高压从建立到崩溃常常伴随着一次剧烈的大范围环流型转变,它的建立标志着环流由纬向型向经向型转变;在它的持续期间经向环流处于强盛阶段;它的崩溃则预示着经向环流向纬向环流的转变^[25]。2008 年(图 8a)低温雨雪持续期间,乌拉尔山阻高活动频繁,出现了 3 次阻高活动,分别位于 1 月 20—29 日,2 月 6—8 日、14—16 日。从强度和范围来看,第 1 次最强,持续了 10 d,中心值达到了 5500 gpm,最后 1 次最弱,中心值为 5440 gpm。2022 年(图 8b)低温雨雪期间出现了 2 次乌拉尔山阻高活动,分别位于 2 月 2—6 日、14—16 日,中心值分别达到了 5560 gpm 和 5580 gpm。2008、2022 年低温雨雪冰冻灾害期间,乌拉尔山阻塞高压形势稳固,受其影响,使得横槽长时间维持并持续伴有不稳定小槽活动,造成冷空气频次偏多;从强度来看,2022 年阻高强度更强,但持续时间比 2008 年短,2 次从形成到崩溃时间均未超过 5 d。

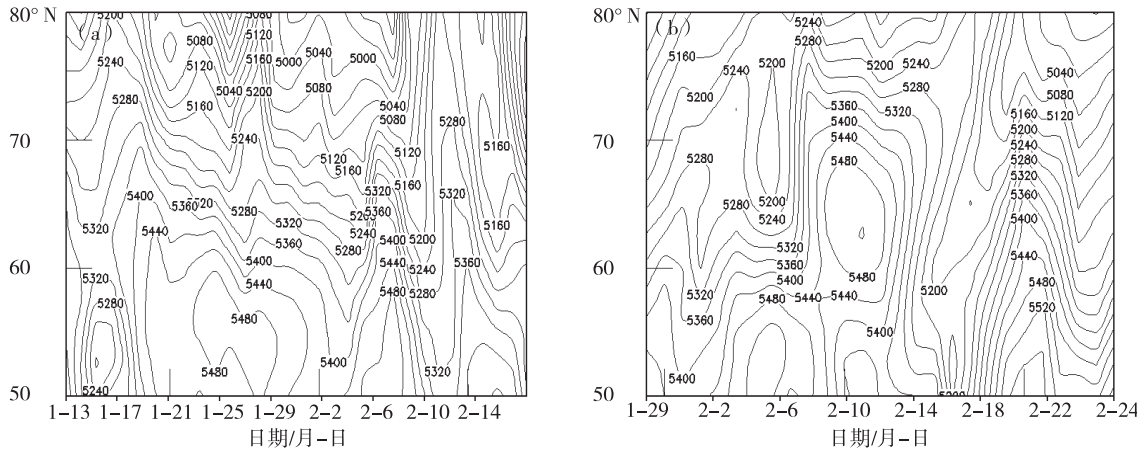


图 8 2008 年(a)、2022 年(b)年初阻高时序(等值线表示 500hPa 高度场,单位:gpm)

Fig.8 Time series of the blocking high in early 2008 (a) and 2022 (b)(contour line represents 500 hPa height field,unit:gpm)

3.3 北极升温

冬季在平流层会出现一种被称为极地涡旋的西风带气流,把冷空气聚集在自己周围;如果北极极涡移出南下,极地涡旋的势力减弱,冷空气就会下降,导致北极温度上升。本文选取(73°N、60°E)作为北极代表点来分析 2 次低温雨雪冰冻过程发生前后的温度变化情况,与 2008 年(图 9a)低温雨雪期间频繁的冷空气相对应,北极出现了 5 次明显升温,最高气温超过了 0℃,其中最明显一次升温为 1 月 16—20 日,气温上升了近 20℃。2022 年(图 9b)出现了 3 次明显升温,最明显一次升温为 2 月 20—22 日,升温幅度接近 16℃,最高气温上升到 -6℃

左右。从 2 次对比来看,2008 年北极升温次数比 2022 年多,最高气温也更高。由于北极升温,北极极涡携带大量寒冷空气南下,所经之处气温明显下降,造成 2008 年和 2022 年持续性的低温雨雪天气。

3.4 海平面气压特征

2008 年年初(图 10a)整个中纬地区都为正距平控制,冷高压中心值为 1040 hPa,正距平中心值为 7 hPa,位于贝加尔湖附近,冷高压正距平中心向西部和南部扩展,强度呈阶梯式递减,1025 hPa 等压线伸展到贵州南部边缘地区,印缅槽一带为负距平,中心值为 -7 hPa。2022 年年初(图 10b)冷高压中心值为 1035 hPa,位于贝加尔湖附近,1020 hPa 等压

线伸展到贵州南部;整个中高纬地区都为正距平控制,正距平区域由东北向西南伸展,到了印缅槽一带转为负距平。2 次低温雨雪天气期间均有强冷高压影响,其中 2008 年高压中心强度大于 2022 年。

4 水汽条件分析

从 700 hPa 的风场图来看,2008 年(图 11a)为

西南气流影响,水汽输送主要来自孟加拉湾,与来自北方的冷空气汇合,汇合带位于 35°N 附近,有利于雨雪天气的产生。2022 年(图 11b)的西南暖湿气流主要来自于南海,与来自北方的冷空气汇合于 32°N 附近,与 2008 年相比,冷暖空气交汇带偏南,来自北方的偏北气流也不如 2008 年强。

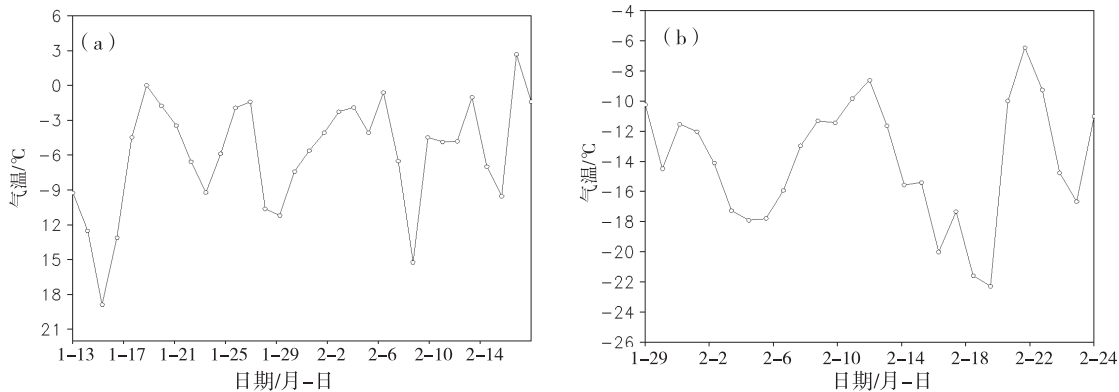


图 9 2008 年(a)、2022 年(b)年初北极点(73°N、60°E)气温时序
Fig. 9 Time series of temperature at the North Pole (73°N, 60°E) in early 2008 (a) and 2022 (b)

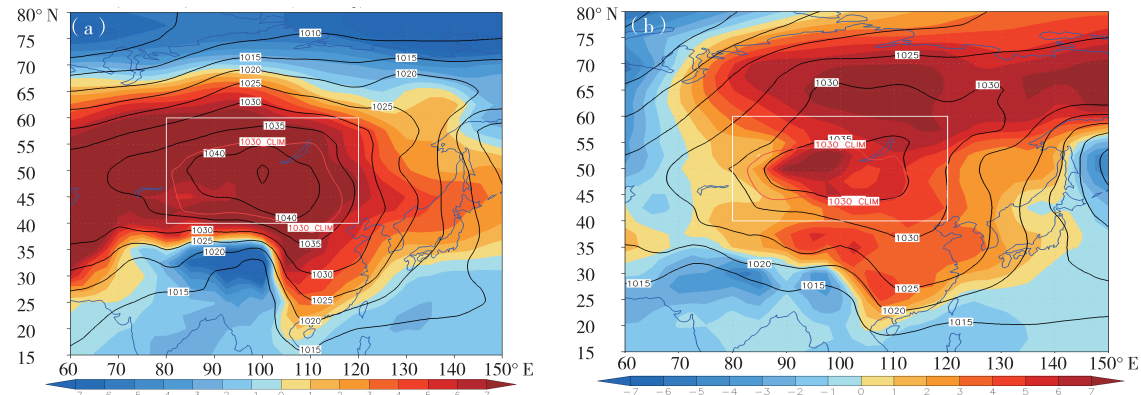


图 10 2008 年(a)、2022 年(b)年初海平面气压距平(等值线表示实况;阴影区表示距平,单位:hPa)
Fig. 10 Sea level pressure anomaly in early 2008(a) and 2022(b)
(contours denote real conditions; shaded areas denote sea level pressure anomaly, unit:hPa)

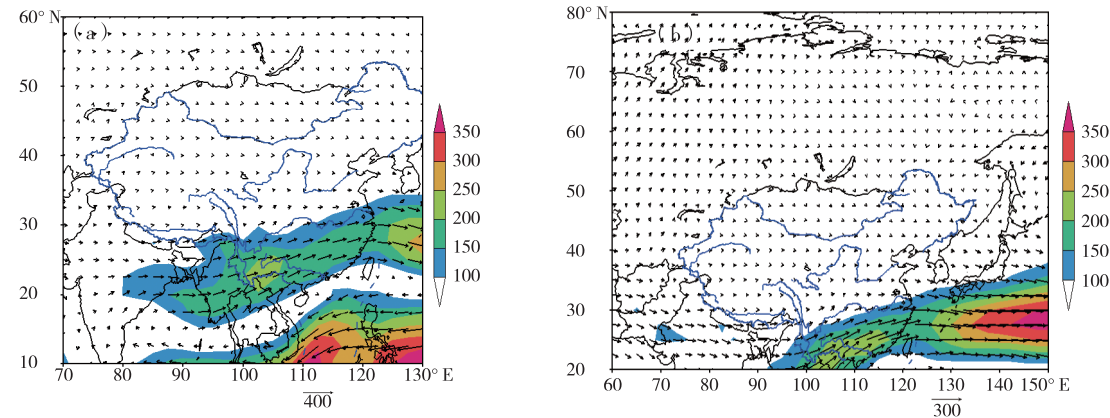


图 11 2008 年(a)、2022 年(b)年初(1000 ~ 300 hPa)整层积分水汽输送及辐合辐散场
(矢量为水汽输送,单位: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$,阴影区为水汽输送大小,单位: $10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)
Fig. 11 Whole - layer integrated moisture transport and divergence fields in early 2008(a) and 2022(b) (1000 ~ 300 hPa)
(vector was water vapor transport , unit: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$; shaded area was water vapor transport size, unit: $10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

2008年(图11a)贵州受西南气流影响,孟加拉湾—南海有一支西南气流向贵州输送水汽,与来自北方的冷空气于 35°N 附近汇合,在贵州有明显的水汽辐合存在,中心值达到了 $250 \times 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,为贵州雨雪天气提供了有利的水汽条件。2022年(图11b)孟加拉湾水汽输送不明显,西南暖湿气流主要来自于南海,与来自北方的冷空气汇合于 32°N 附近,在贵州东南部也有明显的水汽辐合存在,中心值达到了 $200 \times 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 。与2008年相比,2022年冷暖空气交汇带偏南,来自北方的偏北气流也不如2008年强,水汽输送也略偏弱。

5 逆温分析

逆温层是冻雨形成并维持的必要天气条件之一,在逆温层之上,随着高度的升高,温度将下降。逆温层之下,低层和地面气温长时间低于 0°C ,为冰冻形成提供了有利的冷垫条件。

2008年(图12a)在贵州范围内,温度在垂直方向上呈“冷—暖—冷”的结构,逆温层位于 $700 \sim 850 \text{hPa}$,中低层有等湿度的密集区存在,有利于冻雨的产生。2022年(图12b)过程逆温与2008年相比略偏弱,但低层湿度更大,有利于低温雨雪产生。

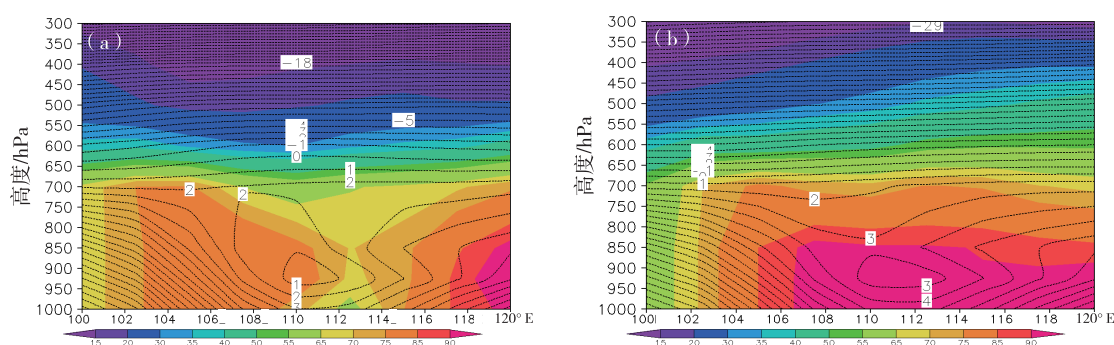


图12 2008年(a)、2022年(b)年初沿 26°N 温度、湿度纬向距平的经度—高度剖面
(阴影区表示湿度,单位:%;等值线表示温度,单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 12 Longitude-altitude profiles along 26°N of temperature and humidity latitudes in early 2008(a) to 2022(b)
(shaded areas indicate humidity, unit:%; contours indicate temperature, unit: $^{\circ}\text{C}$)

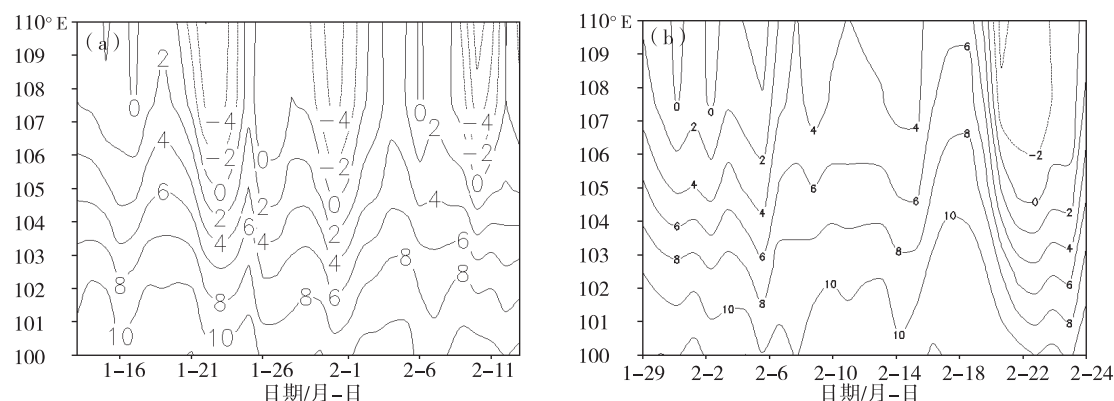


图13 2008年(a)、2022年(b)年初850hPa与700hPa温度差值沿 26°N 纬向时间剖面

Fig. 13 Zonal-time profiles along 26°N for the difference of temperatures
between 850 hPa and 700 hPa in early 2008(a) and 2022(b)

2008年1月22日(图13a)贵州范围内开始出现逆温,东部逆温达到了 5°C ,整个过程出现了4次阶段性逆温,有3次逆温中心 4°C ,分别出现在1月22日、1月29日、2月10日,对应当日贵州省冻雨日数分别为61站、71站、31站,基本上都为各阶段冻雨日数最大值。2022年(图13b)逆温较2008年明显偏弱,2月5日东部边缘有 1°C 逆温,2月20—

23日省的中东部地区有 3°C 逆温,其余阶段逆温不明显,过程中冻雨日数最大值为31站,出现在2月21日,远小于2008年2月1日的73站。

6 结论

(1)2022年低温雨雪与2008年相比偏轻,气温偏低程度和冻雨、降雪日数与2008年相比均偏低偏

少,尤其是冻雨站数与 2008 年相比明显偏少,但 2022 年最大雪深超过了 2008 年。

(2)2008 和 2022 年低温雨雪天气的形成原因,共同点是:拉尼娜事件的影响;欧亚阻高异常偏强以及中亚、西亚低值系统活跃,持续大量暖湿空气向北输送水汽。不同点是:2008 年低温雨雪过程中副高位置比 2022 年偏北偏西,持续时间长,海平面气压高压中心强度更大;2022 年副高最强强度指数和面积指数都更强,但持续时间短,鄂霍次克海低涡强度偏弱。

(3)2008 年和 2022 年低温雨雪期间,副高异常增强、北抬,阻塞高压形势稳固,北极明显升温,为 2 次雨雪冰冻灾害提供重要的环流背景。

(4)2008 年低温雨雪天气过程的水汽输送主要来自孟加拉湾,2022 年主要来自于南海,冷暖空气交汇带偏南,来自北方的偏北气流与 2008 年相比偏弱。贵州省温度层结在垂直方向上呈“冷—暖—冷”的结构,逆温层位于 700 ~ 850 hPa 之间,2022 年逆温与 2008 年相比偏弱。

参考文献

- [1] 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(50):26-33.
- [2] 张俊兰,杨霞,李建刚,等. 2015 年 12 月新疆极端暴雪天气过程分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2018,12(5):1-9.
- [3] 陈春艳,秦贺,唐冶,等. 2012 年 3 月新疆大范围暴雨天气诊断分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2014,8(2):12-18.
- [4] 牟欢,闵月,洪月,等. 2016 年 3 月北疆一次暴雪天气过程诊断分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2017,11(6):26-33.
- [5] 刘晓梅,高安宁,赵金彪. 2011 年华南西部低温雨雪冰冻灾害特征与成因[J]. 自然灾害学报,2013,22(6):232-239.
- [6] 张韧,洪梅,刘科峰,等. 2007/2008 年冬季雨雪冰冻灾害的副热带高压环流背景与变异特征[J]. 大气科学学报,2012,35(1):1-9.
- [7] 江漫,于甜甜,钱维宏. 我国南方冬季低温雨雪冰冻事件的大气扰动信号分析[J]. 大气科学,2014,38(4):813-824.
- [8] 李如琦,唐冶,路光辉,等. 北疆暴雪过程的湿位涡诊断[J]. 沙漠与绿洲气象,2013,7(5):1-6.
- [9] 周长艳,高文良,李跃清,等. 2008 年 1 月我国低温雨雪冰冻气象灾害中的水汽输送特征[J]. 高原山地气象研究,2008,28(4):25-30.
- [10] 覃丽,曾小团,高安宁. 低温雨雪冰冻灾害天气与大范围霜冻天气对比分析[J]. 气象研究与应用,2008,29(2):9-11,25.
- [11] 丁小剑,杨军,唐明晖. 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,2010,28(1):76-80.
- [12] 李才媛,郭英莲,王海燕,等. 湖北省 1954/2008 年历史罕见持续低温冰雪过程对比分析[J]. 灾害学,2011,26(1):80-86.
- [13] 陈业国,农孟松. 2008 年初广西罕见低温雨雪冰冻天气的成因初探[J]. 气象研究和应用,2008,29(2):12-18.
- [14] 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):808-824.
- [15] 王遵娅,张强,陈峪,等. 2008 年初我国低温雨雪冰冻灾害的气候特征[J]. 气候变化研究进展,2008,4(2):63-67.
- [16] 姚蓉,许霖,张海,等. 湖南 2008、2011 年两次低温雨雪冰冻灾害成因与影响对比分析[J]. 灾害学,2012,27(4):75-79.
- [17] 王东海,柳崇健,刘英,等. 2008 年 1 月中国南方低温雨雪冰冻天气特征及其天气动力学成因的初步分析[J]. 气象学报,2008,66(3):405-422.
- [18] 刘红武,李振,陈龙,等. 湖南一次罕见低温雨雪冰冻天气过程分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2020,14(2):18-26.
- [19] 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(5):836-849.
- [20] 甘文强,蓝伟,杜小玲,等. 2018 年 1 月底至 2 月初贵州低温雨雪天气成因初探[J]. 暴雨灾害,2018,37(5):410-420.
- [21] 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(1):61-72.
- [22] 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.
- [23] 王兴菊,李启芬,白慧,等. 贵州省降雪分布特点及周期小波分析[J]. 湖北农业科学,2021(增刊):131-134,139.
- [24] 矫梅燕. 中国气象局关于发布《厄尔尼诺/拉尼娜事件判别方法》等 5 项气象行业标准的通告[Z]. 中国气象年鉴,2018.
- [25] 陈月娟,周任君,邓淑梅,等. 2008 年雪灾同平流层环流异常的关系[J]. 中国科学技术大学学报,2009,39(1):15-22.