

文章编号:2096 - 5389(2022)05 - 0071 - 05

遵义市 1960—2020 年降雪特征分析

陈茜茜¹, 武正敏¹, 杨 熠¹, 夏兆林², 张云秋¹

(1. 贵州省遵义市气象局, 贵州 遵义 563000; 2. 贵州省余庆县气象局, 贵州 余庆 564400)

摘 要:利用 1960—2020 年共 61 a 遵义市 12 个国家站点的地面观测日资料, 采用一般统计学方法分析遵义市降雪时空分布特征, 并利用 NCEP(美国国家环境预报中心)再分析资料分析了遵义市 3 次暴雪个例的环流特征。结果表明:遵义市 1960—2020 年降雪年变化呈波动变化特征, 整体呈下降趋势。月平均降雪日数呈现单峰特征, 1 月份达到峰值。各站点月降雪日数 1 月和 2 月明显多于其他月份。空间上, 西北方向的习水到东部的凤冈一线降雪日数较多, 大部分站点降雪日数分布与站点海拔正相关。另外, 遵义市 2000 年以来的暴雪个例都是暖湿气流在冷垫上爬升, 造成暴雪天气。

关键词:降雪; 时空分布; 暴雪

中图分类号:P426.63⁺3 **文献标识码:**B

Analysis on the space - time distribution of snowfall in Zunyi from 1960 to 2020

CHEN Qianxi¹, WU Zhengmin¹, YANG Yi¹, XIA Zhaolin², ZHANG Yunqiu¹

(1. Zunyi Meteorological Bureau of Guizhou Province, Zunyi 563000, China;

2. Yuqing Meteorological Bureau of Guizhou Province, Yuqing 564400, China)

Abstract: Daily data of ground observation from 12 stations in Zunyi during the period of 1960 - 2020 was used to assess the space - time distribution characteristics of snowfall by general statistical methods, and the data from NCEP was further used to analyze the circulation characteristics of three blizzard cases in Zunyi. Results indicated that number of annual snowfalls was fluctuated and showed a decreased pattern from 1960 to 2020. The average snowfall days per month was shown in an unimodal feature and the peak was present in January. Furthermore, the number of average snowfall days per month at each site in January and February was significantly higher than in other months. In terms of the spatial characteristics, there were more snow days on the line from Xishui in the northwest to Fenggang in the east than in other areas of Zunyi, and the distribution of snowfall days was positively correlated with the elevation of the stations located. In addition, there were points in common about the circulation patterns of each layer of blizzard cases since 2000 that warm and humid air climbs over the cold pad, creating blizzard conditions.

Key words: snowfall; space - time distribution; blizzard

0 引言

遵义市地处贵州北部, 地形复杂, 多山地。冬季盛行冬季风, 虽无严寒, 降雪天气较少, 但随着社会经济发展, 降雪产生的积雪、路面湿滑和道路结冰等现象对公路运输、城市交通、生活出行等造成

的影响越来越大^[1,2]。

宋丹等^[3]通过对贵州近 44 a 出现的 9 次大范围持续时间较长的降雪天气过程分析, 得出了天气形势和物理量方面的结论。曾维^[4]通过 7 个典型个例对贵州强降雪天气过程环流形势做出分析。姚正兰等^[5]研究遵义市 2008 年低温雨雪冰冻天气

收稿日期: 2021 - 10 - 19

第一作者简介: 陈茜茜(1991—), 女, 工程师, 主要从事短期天气预报和气象服务工作, E-mail: 280037624@qq.com。

资助项目: 贵州省气象局科研业务项目(黔气科登[2021]11-20号): 遵义市近 61 a 降雪时空分布特征分析。

环流和气候特征,指出大气环流异常是造成 2008 年中国南方大范围低温雨雪冰冻灾害的主要原因。肖蕾等^[6]做过遵义市冬末初春 2 次寒潮降雪天气过程对比分析。冉仙果等^[7]通过分析贵州铜仁暴雪天气过程,得出该次暴雪过程发生在高空南支槽、多波动槽东移、700 hPa 西南暖湿急流输送及 850 hPa 东北回流形势下。国内一些研究者也作了降雪的天气、气候的分析^[8-9]。贵州省针对降雪天气的研究不多,对遵义市近几十年降雪时空分布特征的分析也处于空白。因此,对遵义市 1960—2020 年降雪特征的研究十分必要。

1 资料和方法

①地面观测资料:1960 年 1 月 1 日—2020 年 12 月 31 日共 61 a,遵义市 12 个国家站点(赤水、习水、仁怀、播州、桐梓、绥阳、务川、正安、道真、湄潭、凤冈、余庆)的雪深日资料、降水量日资料、降雪天气现象及其出现时间的日资料。②环流形式分析使用 NCEP FNL $1^\circ \times 1^\circ$ 格点再分析资料。

方法为一般统计学方法。在选取暴雪个例时使用的暴雪标准为 24 h 降雪量 ≥ 10 mm,且积雪深度 ≥ 5 cm 作为 1 个暴雪日^[10]。查阅天气现象时间、降水量和积雪深度进行综合判断,找出积雪深度 ≥ 5 cm,且 24 h 降雪量(通过天气现象判断为纯雪) ≥ 10 mm 的个例,判定为暴雪天气个例,个例时间根据天气现象记录中的降雪时间确定。

2 遵义市降雪时间分布特征

2.1 1960—2020 年遵义市降雪年及年代变化特征

根据 1960—2020 年遵义市国家站降雪天气现象日资料,统计出逐年及逐年代降雪日数。经统计,1960—2020 年遵义市共降雪 1712 d,期间每年均出现降雪,平均每年降雪 28.5 d,年降雪日数 6 (2017 年)~51 d(1967 年)不等。年变化波动变化特征明显,整体呈下降趋势(图 1),2013 年以来处于一个明显的低值区,平均每年降雪日数降低为 15.1 d。年代降雪日数 191 (2010s)~347 d (1960s),整体呈下降趋势(图 2)。

2.2 1960—2020 年遵义市降雪月变化特征

图 1 为遵义市 1960—2020 年逐月降雪日数分布,由图可知,遵义市降雪的月份有:1—4 月、9 月、11 月、12 月。1 月平均降雪日数最多(11 d),2 月次之(7.92 d),其他依次为 12 月、3 月、11 月、4 月、9 月(图 3),其中 9 月仅有 1 次记录(1989 年 9 月 29 日发生在务川县,具体天气现象记录为“冰粒”)。

11—次年 1 月月平均降雪日数逐渐增加,1 月达到峰值,1—4 月逐渐下降,呈现单峰变化特征。11—次年 4 月平均降雪日数 0.26(4 月)~11 d(1 月),其中 12 月—次年 2 月大于 5 d,其余各月 < 3 d。

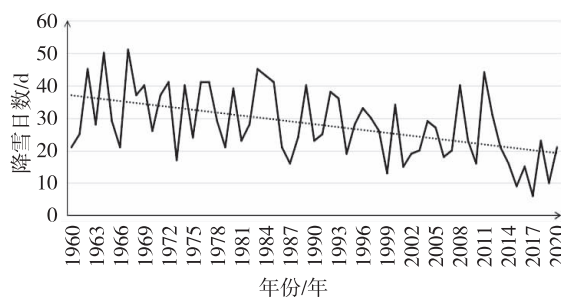


图 1 1960—2020 年遵义市年平均降雪日数

Fig. 1 Annual average snowfall days in Zunyi from 1960—2020

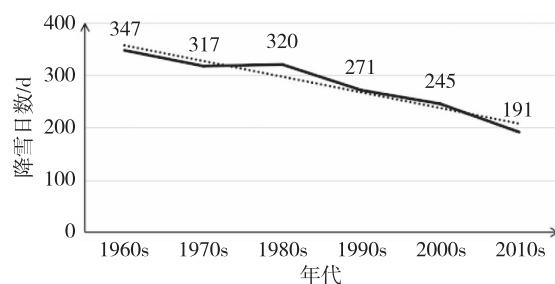


图 2 1960—2020 年遵义市年代降雪日数

Fig. 2 Snowfall days of decade in Zunyi from 1960—2020

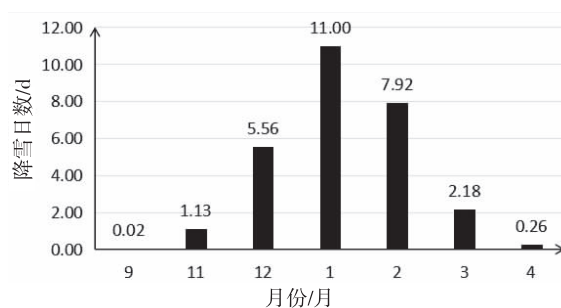


图 3 1960—2020 年 11—次年 4 月遵义市月平均降雪日数

Fig. 3 Monthly average snowfall days in Zunyi from 1960—2020 November to April

3 遵义市降雪空间分布特征

3.1 1960—2020 年遵义市各站点降雪年变化特征

分站点对遵义市各个国家站年降雪日数进行分析,1960—2020 年遵义市各站点年平均降雪日数 0.9(赤水)~19.8 d(习水),桐梓、播州、绥阳、湄潭、凤冈平均每年降雪 10.6~14 d,正安、务川、道真、余庆、仁怀平均每年降雪 7~9.5 d,呈现西北方向的习水到东部的凤冈一线降雪日数较多,西北角赤水、西南角仁怀、东南角余庆、北部道真、正安、务川较少的空间分布特征(图 4)。由此可见,除仁怀

和道真外,其余站点年降雪日数分布与站点海拔正相关。

从年最小降雪日数来看,1960—2020 年期间习水年最小降雪日数为 5 d,桐梓、播州、务川为 1 d,其余各站点年最小降雪日数为 0 d。

1960—2020 年中,赤水有 38 a 无雪年,年降雪概率 37.7%;湄潭、道真、余庆、仁怀有 2 a 无雪年,年降雪概率 >96%;绥阳、凤冈、正安出现无雪年 1 a,年降雪概率 >98%;习水、桐梓、播州、务川每年皆出现降雪,年降雪概率达到 100%。

雪深特征方面,遵义市 1960—2020 年各站点最大积雪深度最大值为凤冈 27 cm,习水、务川、桐梓、绥阳、湄潭、仁怀≥20 cm,余庆、正安、赤水、道真 10~16 cm。雪深 >5 cm 的日数赤水仅 1 d,道真、正安、仁怀 9~14 d,习水 51 d,其余 19~32 d(表 1)。

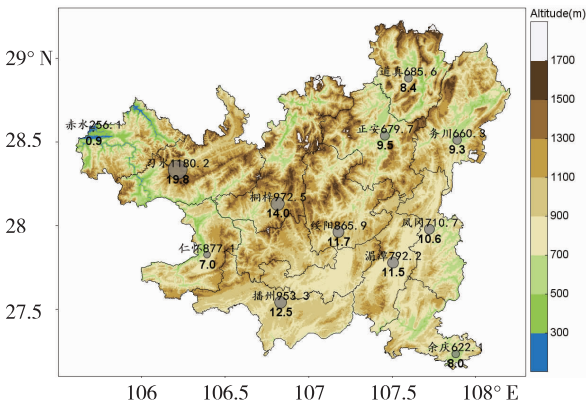


图 4 1960—2020 年遵义市年降雪日数空间分布图(上方数字为站点海拔(单位:m),下方数字为降雪日数(单位:d))
Fig. 4 Spatial distribution of annual average snowfall days in Zunyi from 1960—2020 (the numbers above is altitude of stations(unit;m),the numbers below is snowdays(unit;d))

表 1 1960—2020 年遵义市各站点降雪特征值

Tab. 1 Eigenvalues of snowfall days in Zunyi from 1960—2020

	总降雪 日数/d	年平均降雪 日数/d	年最小降雪 日数/d	无雪年 数/a	年降雪 概率/%	最大积雪 深度/cm	雪深 > 5 cm 日数/d
习水	1210	19.8	5	0	100.00	24	51
桐梓	851	14.0	1	0	100.00	23	20
绥阳	713	11.7	0	1	98.36	23	23
湄潭	703	11.5	0	2	96.72	20	31
凤冈	644	10.6	0	1	98.36	27	32
正安	579	9.5	0	1	98.36	14	14
务川	570	9.3	1	0	100.00	24	29
道真	514	8.4	0	2	96.72	10	9
余庆	491	8.0	0	2	96.72	16	19
仁怀	429	7.0	0	2	96.72	20	14
赤水	54	0.9	0	38	37.70	11	1

3.2 1960—2020 年遵义市各站点降雪月变化特征

根据对遵义市各个国家站月平均降雪日数分析得出,1960—2020 年遵义市各站点月降雪日数 1 月和 2 月明显多于其他月份,尤其 1 月除赤水外其余各站点月平均降雪日数 >3 d,习水、桐梓、播州、

绥阳、湄潭 >5 d;2 月有半数站点月平均降雪日数 >3 d。其次,12 月有半数站点月平均降雪日数 >2 d,除赤水外其余各站点 >1 d。11 月、3 月、4 月各站点月平均降雪日数基本上都在 1 d 以下。

表 2 1960—2020 年遵义市各站月平均降雪日数(单位:d)

Tab. 2 Monthly average snowfall days of stations in Zunyi from 1960—2020 (unit:d)

	西部			中部			东部			北部		
	赤水	仁怀	习水	桐梓	播州	绥阳	湄潭	凤冈	余庆	正安	务川	道真
11	0	0.05	0.74	0.23	0.2	0.2	0.15	0.18	0.1	0.08	0.08	0.05
12	0.21	1.08	3.7	2.43	2.23	2.1	2.28	2	1.39	1.61	1.62	1.44
1	0.46	3.38	8.25	6.2	5.64	5.16	5.34	4.72	3.84	4.43	4.34	4.1
2	0.18	2.26	5.82	4.26	3.72	3.56	3.11	3.08	2.3	2.97	2.75	2.52
3	0.02	0.2	1.23	0.74	0.66	0.66	0.64	0.54	0.39	0.36	0.49	0.28
4	0.02	0.07	0.1	0.1	0.03	0.02	0	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0

遵义市各个国家站月平均降雪日数最大值出现在习水站 1 月(8.25 d),且习水站 11—次年 4 月每个月降雪日数都是所有站中的最大值。逐月的月平均降雪日数大值区常分布在习水到凤冈及市中部一线(桐梓、播州、绥阳)。桐梓月平均降雪日数仅次于习水,随后是播州、绥阳、湄潭等。

4 遵义市暴雪天气分析

南方暴雪必须同时考虑积雪深度,本文定义 24 h 降雪量 ≥ 10 mm,且积雪深度 ≥ 5 cm 作为 1 个暴雪日^[9]。通过对 1960—2020 年遵义市各站点积雪深度和日降水量及天气现象时段综合分析,筛选出 7 个暴雪个例,分别出现在 1976 年、1982 年、1983 年、1999 年、2000 年(2 次)、2005 年。

对 2000 年以来的暴雪个例形势场进行分析。从对 3 次过程的位势高度总平均场(图 6)分析得出,500 hPa 中高纬呈现两槽一脊的环流形式,西部槽位于东欧平原到地中海一线,脊区位于贝加尔湖并向其东北方向延展,东部槽位于白令海到我国东

北平原。低纬贵州省处于南支槽前西南气流之中,槽线位于孟加拉湾以东 95°E 附近。700 hPa 遵义市受西南气流控制,风速 $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,遵义市以南地区有西南急流,为遵义市输送大量水汽。850 hPa 遵义市受高压后部的东南气流影响,风速 $6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,为遵义市带来冷空气补充。地面上湖南有一冷舌,遵义市上空存在静止锋面。

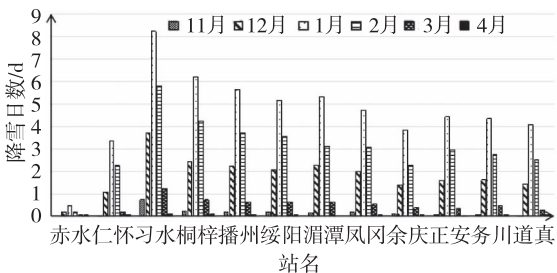


图 5 1960—2020 年 11—次年 4 月
遵义市各站点月平均降雪日数

Fig. 5 Monthly average snowfall days of stations in
Zunyi from 1960—2020 November to April

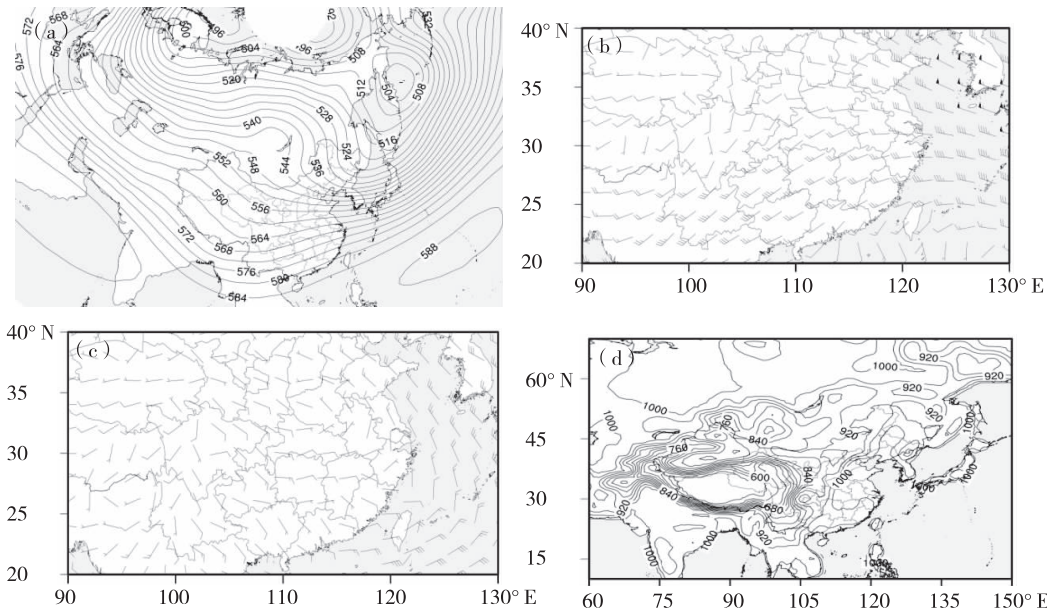


图 6 2000 年以来遵义市 3 次暴雪个例合成天气图:(a)500 hPa 位势高度场(单位:dagpm)、
(b)700 hPa 风场、(c)850 hPa 风场、(d)地面海平面气压场(单位:hPa)

Fig. 6 Synthetic weather maps during Zunyi 3 blizzard periods from 2000:(a) geopotential height(unit:dagpm) at 500 hPa;
(b) Wind field at 700 hPa;(c) wind field at 850 hPa;(d) sea level pressure(unit:hPa)

按时间顺序把 2000 年 1 月 20—21 日、2000 年 1 月 29—31 日、2005 年 1 月 9—11 日的过程简称为过程 1、过程 2 和过程 3。对每次过程的平均场(图略)分析得出,3 次过程 500 hPa 中高纬都是两槽一脊的形势,其中过程 2 中 500 hPa 平均场上我国东北到蒙古一带有横槽,过程 1 和 3 的槽都位于日本海附近,都为遵义市暴雪过程带来强烈的冷空气;3

次过程 500 hPa 低纬遵义市皆处于南支槽前,槽线位于缅甸或孟加拉湾。700 hPa 3 次过程共同点是遵义市上空皆为西南气流,但风速有差异,过程 1 存在急流,遵义市上空风速 $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,过程 2 风速 $8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,过程风速 $36\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,为遵义市带来充足的水汽供应。850 hPa 上过程 1 遵义市受高压后部的偏南气流控制,风速 $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,过程 2 和 3 都为高

压后部偏东气流,风速 $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,为遵义市补充冷空气。3 次过程地面形势类似,湖南均有冷舌,遵义市上空有静止锋存在。

可见,遵义市暴雪天气过程存在几个共同特点:一是 500 hPa 中高纬低槽带动强冷平流南下,低纬南支槽带来动力抬升和水汽输送;二是 700 hPa 西南气流提供充足水汽供应;三是 850 hPa 高压后部有冷空气的持续补充;四是地面上湖南的冷舌和遵义市上空静止锋的存在。都是暖湿气流在冷垫上爬升,造成暴雪天气。

5 结论

遵义市 1960—2020 年降雪天气有以下特征:

①共降雪 1712 d,平均每年降雪 28.5 d,年变化呈波动变化特征,2013 年以来处于明显的低值区。年代降雪日数 191~347 d。年和年代变化整体皆呈下降趋势。

②1—4 月、9 月、11 月、12 月出现过降雪。11 月一次年 1 月月平均降雪日数逐渐增加,1 月达到峰值,1—4 月逐渐下降,呈单峰变化特征。

③各站点年平均降雪日数 0.9(赤水)~19.8 d(习水),西北方向的习水到东部的凤冈一线降雪日数较多,其余地区较少,大部分站点年降雪日数分布与站点海拔成正相关。

④赤水年降雪概率 37.7%;湄潭、道真、余庆、仁怀年降雪概率大于 96%;绥阳、凤冈、正安年降雪概率大于 98%;习水、桐梓、播州、务川年降雪概率达到 100%。

⑤各站点月降雪日数 1 月和 2 月明显多于其他

月份,1 月最多。每个月的月平均降雪日数大值区常分布在习水到凤冈及市中部一线。

⑥遵义市 2000 年以来的暴雪个例各层环流形式有共同特点可循:一是 500 hPa 中高纬低槽带动强冷平流南下,低纬南支槽带来动力抬升和水汽输送;二是 700 hPa 西南气流提供充足水汽供应;三是 850 hPa 高压后部有冷空气的持续补充;四是地面上湖南的冷舌和遵义市上空静止锋的存在。都是暖湿气流在冷垫上爬升,造成暴雪天气。

参考文献

- [1] 周治黔,朱燕,黄世芹,等. 2011 年贵州两次降雪天气过程的多普勒雷达产品特征分析[J]. 贵州气象,2012,36(6):11-15.
- [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(增刊):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] 姚正兰,左经纯. 遵义市 2008 年低温雨雪冰冻天气分析[C]. 中国科学技术协会 2008 防灾减灾论坛论文集,2008:323-328.
- [6] 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.
- [7] 冉仙果,胡萍,杨群,等. 贵州铜仁一次罕见暴雪过程分析[C]. 中低纬山地气象,2020,44(6):1-8.
- [8] 罗菊英,谭艳立,虞列辉. 鄂西南山区一次罕见的秋季暴雨转暴雪天气成因分析[J]. 中低纬山地气象,2021,45(6):9-16.
- [9] 夏静雯,高爱臻,厉侃. 宁波市鄞州区 63a 降雪变化特征及其影响因素分析[J]. 气象水文海洋仪器,2021,38(3):64-67.
- [10] 游泉雄,戴劲,刘二影,等. 湘潭暴雪天气的气候特征及其成因分析[J]. 农业与技术,2019,39(10):116-119.
- [11] 汤兴芝,黄兴友. 冰雹云的多普勒天气雷达识别参量及其预警作用[J]. 暴雨灾害,2009,28(3):261-265.
- [12] 李路长,白慧,杨胜忠,等. 黔东南地区冰雹天气雷达临近预警指标研究[J]. 贵州气象,2014,38(1):20-24.
- [13] 孙传东,池再香,刘国强,等. 六盘水市冰雹时空分布特征及预警指标研究[J]. 中低纬山地气象,2019,43(2):39-42.
- [14] 罗晓松,郭晓超,肖蕾,等. 遵义市冰雹天气过程雷达回波特征分析[J]. 贵州气象,2017,41(3):17-23.
- [15] 刘小艳,索勇,王瑾. 基于 CPAS 系统的贵州安顺市冰雹云识别指标研究[J]. 干旱气象,2017,35(4):688-693.
- [16] 张沛源,陈荣林. 多普勒速度图上的暴雨判据研究[J]. 应用气象学报,1995,6(3):371-374.
- [17] 邹书平,李波,杨哲,等. 强对流天气雷达回波强度相关性对比分析[J]. 中低纬山地气象,2018,42(6):1-7.
- [4] Browning K A, G B Foote. Air flow and hail growth in super-cell storms and some implication for hail suppression[J]. Quart J Roy Meteor Soc, 1976, 102: 499-533.
- [5] 许焕斌,段英,刘海月. 雹云物理与防雷的原理和设计(第二版)[M]. 北京:气象出版社,2006.
- [6] 俞小鼎,姚秀萍,熊廷南,等. 多普勒天气雷达原理与业务应用[M]. 北京:气象出版社,2005:306.
- [7] 叶宗秀,徐宝祥,龚乃虎,等. 一次由回波合并形成的超级单体雹暴[J]. 高原气象,1987,6(1):75-85.
- [8] 万雪丽,李亚鹏. 贵州近三年多雹与少雹的环流特征及差异[C]//中国气象学会. 中国气象学会学术年会论文集,2013:976-980.
- [9] 冯晋勤,黄爱玉,张治洋,等. 基于新一代天气雷达产品闽西南强对流天气临近预报方法研究[J]. 气象,2012,38(2):197-203.
- [10] 李德俊,唐仁茂,熊守权,等. 强冰雹和短时强降水天气雷达成征及临近预警[J]. 气象,2011,37(4):474-480.

(上接第 44 页)