

张昆,王起唤,王强,等. 怀化近 15 年降雹时空分布及其环境参量特征分析[J]. 陕西气象,2020(4):26-29.

文章编号:1006-4354(2020)04-0026-04

怀化近 15 年降雹时空分布及其环境参量特征分析

张 昆,王起唤,王 强,彭艳青

(怀化市气象局,湖南怀化 418000)

摘 要:利用怀化地区 11 个国家气象站 2004—2018 年降雹日资料、地面和高空常规观测资料,对怀化地区近 15 年降雹时空分布、冰雹天气的主要形势以及环境参量特征进行了统计分析。结果表明:1)怀化地区中部降雹多,冰雹天气主要发生在 2 月和 3 月的午后到傍晚,冰雹直径较小。2)高架对流类是怀化地区降雹最主要的天气形势。怀化一般处于地面冷高压底部或底后部;850 hPa 或 925 hPa 以下为东北风或北风,是一个强冷垫;850 hPa 有切变线、干线和锋区;700 hPa 有强暖湿气流沿锋面(强冷垫)做斜升运动。3)怀化高架对流冰雹天气发生的主要环境参量特征为 700 hPa 与 500 hPa 温度差 ≥ 11 °C;850 hPa 与 500 hPa 垂直风切变 ≥ 20 m/s;700 hPa 比湿 ≥ 3.28 g/kg;0 °C 高度为 3.2~4.0 km,-20 °C 高度为 6.3~8.0 km,且 0 °C 到 -20 °C 层的厚度 ≥ 2.7 km。

关键词:降雹;时空分布;天气形势;环境参量;怀化

中图分类号:P426.64

文献标识码:A

冰雹是一种由强对流系统所引发的剧烈天气现象,冰雹的出现具有典型的局地性和短时性,常给农业生产、通信电力以及人民生命财产安全带来了很大损失。怀化市地处湘中丘陵向云贵高原的过渡地带,是冰雹等强对流天气频发地,基本上每年都会出现冰雹天气。2005 年 2 月 10 日—2 月 17 日出现了长达连续 8 天的冰雹天气。2013 年 3 月 19 日,在怀化市南部的靖州县出现了最大雹径达 50 mm 的强冰雹天气,造成了巨大的经济损失。近年来许多气象工作者对冰雹等强对流天气做了大量深入的研究,也得出了很多有意义的结论。许爱华等^[1]通过对 2000 年以来中国近百次强对流天气个例的环境场进行分析,提出中国强对流天气 5 种基本类别:冷平流强迫类、暖平流强迫类、斜压锋生类、准正压类、高架对流类,并分析了不同类别的形势配置;孙继松等^[2]研究了不同区域各类强对流天气的形势配置表现形式及特殊性;鲍向东等^[3]对河南省冰雹天气环境参量特征进行了分析;赵强等^[4]对商洛地区冰雹天

气形势及潜势预报指标进行了研究。这些都是针对某个特定地区的强对流特征研究。因此,针对怀化冰雹天气时空分布、形势配置和环境参量特征的研究,对本地冰雹天气的预报预警和防雹减灾有重要意义。

1 资料与方法

选用怀化地区 11 个国家气象站 2004—2018 年降雹日资料进行统计分析。规定某日(20—20 时,北京时,下同),某站出现一次以上的地面降雹时,记为一个雹日。由于有些站夜间无观测任务,只记录 20—08 时是否降雹,不记录降雹时间,故在做日变化统计分析时,不统计这些没有降雹时间的资料。冰雹大小只统计有记录冰雹直径的,无直径的不在统计范围内。对于怀化地区冰雹天气的形势配置和环境参量的研究,主要选用 2004—2018 年地面、高空常规观测资料。

2 怀化地区降雹时空分布特征

2.1 空间分布

分析怀化地区 11 个国家气象站 2004—2018

收稿日期:2019-12-03

作者简介:张昆(1988—),男,汉族,湖南沅陵人,理学学士,工程师,从事短中期天气预报工作。

基金项目:湖南省气象局预报员专项(XQKJ18C002)

年的雹日分布(图 1),可以看出其分布具有一定的地域特点,最南部、最北部以及最西部降雹相对较少,其中新晃雹日最少为 3 d。主要降雹区域位于怀化的中部一带,其中辰溪、鹤城、麻阳 11 个雹日,会同最多达 13 d。

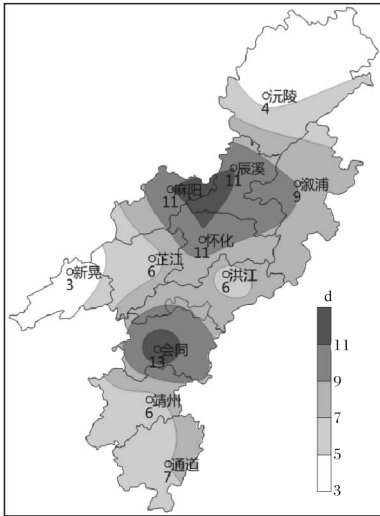


图 1 2004—2018 年怀化地区雹日分布

2.2 时间变化

2.2.1 月变化

怀化地区冰雹的月变化特征非常明显。2004—2018 年怀化地区共计出现冰雹 87 站次,主要出现在冬、春季,其中 2、3 月出现频次最多,占总频次的 83%(图 2)。夏、秋两季不易出现冰雹,仅夏季的 7 月出现过一次。从中也可以得出结论,2、3 月为怀化地区降雹期。造成这种明显季节性差异的原因,主要是因为降雹与副热带急流、极锋急流及其锋系位置的季节变化有密切的关系^[5]。在这一时段,预报员对冰雹的预报要有高度的敏感性。

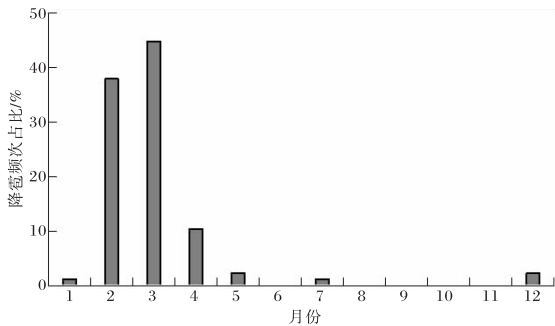


图 2 2004—2018 年怀化地区降雹频次占比月变化

2.2.2 日变化

从 87 条冰雹发生记录中选取了有明确冰雹发生时间的 59 条记录,计算了 2004

年以来一天中不同时段发生冰雹的频率(图 3)。从图 3 可以看出,怀化地区冰雹的日变化特征较明显。除 13—14 时、20—21 时、07—08 时基本上未出现降雹以外,其他时段均有冰雹天气出现,其中 08—09 时、16—17 时以及 23—00 时发生频次最多,占总频次的 10%。从不同时段来看,降雹的主要时段集中在午后到傍晚(14—20 时),占 34%。23—02 时次之,占 20%。05—08 时出现最少,仅占 5%。由此也可以说明,热力条件在冰雹天气发生时起重要作用。

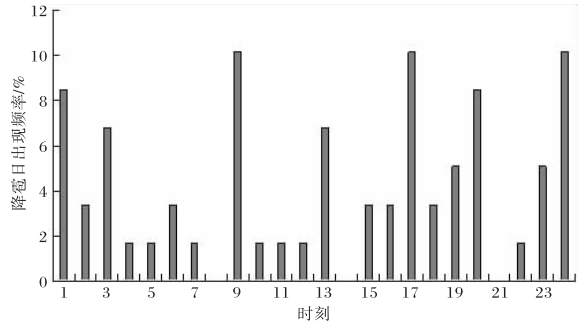


图 3 2004—2018 年怀化地区降雹日出现频率日变化

2.3 冰雹直径

从 70 站次有效的冰雹直径观测记录统计(图略)发现,怀化地区冰雹直径主要集中在 10 mm 以下,有 65 站次。直径 20 mm 以上的大冰雹出现较少,仅出现 4 站次,最大冰雹为 2013 年 3 月 19 日晚靖州观测到直径 50 mm 的特大冰雹。

3 怀化地区冰雹天气主要形势

采用许爱华等^[1]人的方法,选取了 2004—2018 年影响怀化的降雹过程,对怀化地区冰雹天气主要形势配置进行了分析,发现高架对流类天气形势是导致怀化产生冰雹的最主要类型,且多为连续性过程。经统计,2004—2018 年的冰雹天气过程中,高架对流类占 77%,低层暖平流强迫类占 13%,斜压锋生类占 6%,高空冷平流强迫类和准正压类各占 2%。因此,高架对流类的天气形势是重点研究的对象。

高架对流是发生在地面锋线北部冷气团中,近地面附近为稳定的冷空气控制,同时低层有明显的逆温,近地面的气块难以穿透逆温层继续上升,而是逆温层之上的气块在一定条件下绝热上升产生的对流。怀化此类型降雹主要发生在 2—3 月,冰

雹发生前期有较强冷空气南下,地面图上,怀化一般处于冷高压底部或底后部。高空图上 850 hPa 或 925 hPa 以下为冷垫,为北风或东北风影响;850 hPa 有切变线、干线和锋区,为逆温层以上气块提供了动力抬升条件,而此层急流轴往往位于华南中北部;700 hPa 上急流轴位于江南中南部,强暖湿气流沿低层冷垫做斜升运动,同时 700~500 hPa 对流不稳定以及急流轴附近强风切变有利于形成对称不稳定;500 hPa 上往往有低槽东移,槽前正涡度平流造成局地涡度增加,系统性上升运动加强,有时温度槽略超前于高度槽,形成对流不稳定,都非常有利于形成高架对流和冰雹。这种天气形势下,怀化地区冰雹直径较小,一般在 6 mm 以下。

4 怀化地区产生冰雹的环境参量

高架对流是怀化产生冰雹的最主要天气类型,为了研究产生冰雹的条件,选取了 2004—2018 年高架对流天气形势下的冰雹事件,分别计算冰雹发生前最近时次怀化探空站代表不稳定层结条件的 700 hPa 和 500 hPa 的温度差 ($T_{700-500}$)、500 hPa 和 700 hPa 假相当位温差 ($\theta_{se(500-700)}$),反映能量条件的订正对流有效位能 (CAPE),反映水汽条件的 850 hPa 比湿 (q_{850}) 和 700 hPa 比湿 (q_{700}),以及 850~500 hPa 垂直风切变,0 °C 层高度 (H_0) 和 -20 °C 层高度 (H_{-20}) 等参量,分析相关阈值,为冰雹预报提供参考。主要的环境参量见表 1。

表 1 2004—2018 年怀化地区高架对流类环境参量

时间	$T_{700-500}$	$\theta_{se(500-700)}$	订正 CAPE	q_{850}	q_{700}	850~500 hPa 垂直风切变	H_0	H_{-20}
	/°C	/K	/(J/kg)	/(g/kg)	/(g/kg)	/(m/s)	/km	/km
2004-02-03T20	12	8.86	0.0	2.27	3.58	36	0.8	8.0
2005-01-21T20	16	-5.48	27.1	3.80	6.30	29	3.5	6.6
2005-02-09T20	15	-3.59	5.4	2.70	6.30	41	3.5	6.7
2005-02-11T08	17	-5.20	165.2	3.21	6.30	—	3.5	6.4
2005-02-12T20	17	-4.48	179.5	3.21	6.77	24	3.5	6.6
2005-02-13T20	16	-4.82	0.0	4.82	6.30	36	3.5	6.4
2005-02-14T20	18	-7.04	8.5	7.37	6.77	38	3.5	6.4
2005-02-15T08	17	-6.06	0.0	3.80	6.30	16	3.5	6.3
2005-02-15T20	19	-8.80	657.8	4.82	7.79	34	4.0	6.6
2005-02-16T20	18	-6.20	450.4	3.21	6.77	26	3.5	6.3
2007-03-17T08	20	-13.41	190.7	3.80	6.77	40	4.0	6.7
2007-03-17T20	13	4.88	0.0	3.80	5.45	25	3.8	7.5
2009-02-27T08	20	-12.08	339.1	3.21	6.30	31	3.5	6.5
2009-02-28T08	16	-3.19	0.0	3.49	6.30	29	3.5	6.9
2009-02-28T20	16	-6.07	0.0	3.21	6.30	26	4.0	7.0
2009-03-01T08	16	-5.93	54.6	3.21	5.86	24	3.3	6.7
2009-03-01T20	11	9.79	0.0	3.49	5.02	29	3.5	7.0
2009-03-02T20	20	6.63	0.0	3.80	0.11	20	3.8	6.6
2009-03-03T08	17	1.73	2 240.2	2.94	4.61	28	3.3	6.5
2009-03-03T20	15	-4.39	14.7	3.49	5.86	24	3.2	6.5
2009-03-04T08	17	2.90	0.0	4.82	4.61	22	3.8	6.6
2010-03-02T20	15	2.96	333.2	4.13	3.28	40	3.8	7.0
2010-03-03T20	18	-5.63	156.2	4.13	6.30	23	3.6	6.6
2010-03-05T20	13	7.93	0.0	4.48	2.52	22	3.4	6.8
2010-03-06T08	18	-6.69	0.0	3.21	6.30	26	3.3	6.6
2010-03-06T20	15	4.15	0.0	2.94	5.02	7	3.8	6.6
2010-03-08T20	13	11.42	0.0	2.27	3.28	23	0.8	6.6

(1) 不稳定层结条件

温度垂直递减率越大,层结越不稳定,越有利于产生冰雹。从表 1 可知, $11\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_{700-500} \leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$,700~500 hPa 平均温差为 $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。同样,强假相当位温垂直递减率也有利于冰雹的产生,根据表 1, $-13.41\text{ K} \leq \theta_{se(500-700)} \leq 11.42\text{ K}$,平均温差 -1.77 K , $\theta_{se(500-700)}$ 有正有负,且多数为负值,负值越大层结越不稳定,越有利于冰雹的产生。

(2) 能量条件

在强对流不稳定层结的情况下,只要有触发机制,便容易产生对流。强垂直温度递减率下出现强上升运动主要依靠的斜压有效位能,对流有效位能可以很小。当然,如果这时对流有效位能也很大,更容易产生冰雹^[6]。需要特别注意的是,在高架对流形势下,怀化只有个别冰雹天气发生前对流有效位能较大,大部分降雹前的对流有效位能都非常小,不具代表性和适用性。

(3) 水汽条件

雹暴内部含有大量水分,要求低层有足够水汽供应^[7]。由表 1 可知,一般 $2.27\text{ g/kg} \leq q_{850} \leq 7.37\text{ g/kg}$,平均 3.69 g/kg 。 $3.28\text{ g/kg} \leq q_{700} \leq 7.79\text{ g/kg}$,平均 5.45 g/kg 。对比发现,700 hPa 比湿明显高于 850 hPa 比湿,即较高层比湿大于较低层,与常见的强对流天气以及暴雨天气有明显不同,700 hPa 的水汽条件比 850 hPa 更具有意义,这与周明飞等^[8]研究结果一致。

(4) 垂直风切变

强垂直风切变有利于冰雹的形成。根据表 1,850~500 hPa 垂直风切变在 $7\sim 41\text{ m/s}$ 之间,基本都在 20 m/s 以上,只有个别个例较小,平均达 28 m/s ,说明这类降雹过程基本都有较强的垂直风切变。

(5) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 层高度

除了上述条件以外,产生冰雹还要求有特殊的 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 层高度^[9]。据表 1 统计, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高度基本为 $3.2\sim 4.0\text{ km}$,平均 3.6 km 左右。 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高度为 $6.3\sim 8.0\text{ km}$,平均 6.7 km 左右。且 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 层的厚度 $\geq 2.7\text{ km}$ 。

5 结论

(1) 高架对流类是怀化地区产生冰雹的最主要天气形势,主要发生在 2 月中旬到 3 月下旬,冰雹直径较小。

(2) 怀化冰雹天气主要形势配置为:地面处于冷高压底部或底后部,850 hPa 或 925 hPa 以下为东北风或北风,是一个强冷垫;850 hPa 有切变线、干线和锋区;700 hPa 有强暖湿气流沿锋面(强冷垫)做斜升运动。怀化高架对流冰雹天气发生的主要环境参量特征为: $T_{700-500} \geq 11\text{ }^{\circ}\text{C}$;垂直风切变 $\geq 20\text{ m/s}$,越大越有利降雹; $q_{700} \geq 3.28\text{ g/kg}$; $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高度为 $3.2\sim 4.0\text{ km}$, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高度为 $6.3\sim 8.0\text{ km}$,且 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 层的厚度 $\geq 2.7\text{ km}$ 。

参考文献:

- [1] 许爱华,孙继松,许东蓓,等. 中国中东部强对流天气的天气形势分类和基本要素配置特征[J]. 气象, 2014,40(4):400-411.
- [2] 孙继松,戴建华,何立富,等. 强对流天气预报的基本原理与技术方法——中国强对流天气预报手册[M]. 北京:气象出版社,2014:282.
- [3] 鲍向东,王安国,王君,等. 河南省冰雹天气环境参量特征分析[J]. 陕西气象,2019(4):17-20.
- [4] 赵强,郭莉. 商洛地区冰雹天气形势及潜势预报指标[J]. 陕西气象,2014(6):1-5.
- [5] 曾志云,戴泽军,彭志超,等. 近 40 年湖南冰雹时空分布特征和变化特征及机理分析[J]. 防灾科技学院学报,2008,10(3):23-27.
- [6] 章国材. 强对流天气分析与预报[M]. 北京:气象出版社,2011:90.
- [7] 叶成志,唐明晖,陈红专,等. 2013 年湖南首场致灾性强对流天气过程成因分析[J]. 暴雨灾害,2013,32(1):1-10.
- [8] 周明飞,万雪丽,罗喜平. 贵州静止锋冷区高架雷暴冰雹特征及其成因[J]. 热带地理,2017,37(4):484-493.
- [9] 俞小鼎,姚秀萍,熊延南. 多普勒天气雷达原理与业务应用[M]. 北京:气象出版社,2006.