

仇莉,王凌军,郑小阳,等. 延安市冰雹时空分布及灾害特征[J]. 陕西气象, 2022(4): 37-41.

文章编号: 1006-4354(2022)04-0037-05

# 延安市冰雹时空分布及灾害特征

仇莉<sup>1</sup>, 王凌军<sup>2</sup>, 郑小阳<sup>1</sup>, 蒋小莉<sup>1</sup>

(1. 延安市气象局, 陕西延安 716000; 2. 洛川县气象局, 陕西洛川 727499)

**摘要:** 利用延安市 2011—2020 年 13 个国家气象站的冰雹观测资料和各县区防雷作业点收集的冰雹资料, 对延安市冰雹时空分布及灾害特征进行了分析。结果表明: 延安市 2011—2020 年每年均有冰雹出现, 年均冰雹日 23.2 d; 冰雹主要出现在 6—8 月, 占总冰雹日数的 75%, 7 月最多; 15—18 时为一日中出现冰雹的高峰时段; 冰雹直径主要在 10 mm 以下, 最大冰雹直径为 60 mm; 冰雹落区离散性强, 单个冰雹日主要以影响 1~2 个县区为主, 占总冰雹日数的 63%。1 日内影响范围涉及 11 个县区的仅有 1 次; 冰雹日以出现 1 d 为主, 2016 年连续 11 d 出现冰雹天气过程, 期间有 10 d 造成雹灾, 属历史罕见。宝塔区、黄龙县、洛川县、富县、延长县、宜川县为冰雹多发地带, 也是雹灾多发区。全市冰雹成灾率为 50.0%; 4—10 月均有冰雹灾害发生, 9 月成灾率最高; 10 a 间因冰雹灾害造成的直接经济损失累计达 30 余亿元。

**关键词:** 冰雹; 时空分布; 冰雹灾害

**中图分类号:** P426.64 **文献标识码:** A

延安市位于陕西省北部, 地处黄河中游, 属黄土高原丘陵沟壑区。地貌以黄土高原、丘陵为主。地势西北高东南低, 平均海拔高度 1 200 m 左右。北有白于山, 西有子午岭, 东南有黄龙山, 中部有劳山, 黄土残塬、丘陵、沟壑、梁、峁等构成了延安特殊的地理地貌。共辖 10 县(洛川、黄陵、吴起、延川等)、2 区(宝塔、安塞)、1 个县级市(子长)。由于特殊的地理环境, 气候脆弱, 气象灾害频发。据统计, 延安市气象灾害所造成的损失占各种自然灾害的 70%, 而冰雹天气是最具破坏力的气象灾害之一, 与干旱、洪涝等其它气象灾害相比, 冰雹灾害虽然范围小, 持续时间短, 但突发性强, 破坏力大, 全市每年因冰雹天气造成几千万甚至上亿元的经济损失。近年来, 国内很多学者对冰雹分布特征及灾害进行了详细研究<sup>[1-4]</sup>。如张昆等<sup>[5]</sup>对湖南怀化降雹时空分布及环境参量特征进行了分析; 王峰等<sup>[6]</sup>对滨州市冰雹灾害特征及区

划进行了研究; 龙余良<sup>[7]</sup>等对江西省冰雹气候特征及冰雹灾害进行了研究; 孟妙志等<sup>[8]</sup>对关中西部致灾大冰雹天气进行了分析研究; 雷崇典等<sup>[9]</sup>分析研究了延安市降雹气候特征及雹云回波移动路径; 曹雪梅等<sup>[10]</sup>分析了宝塔区冰雹时空分布特征, 并与历史统计资料进行了对比分析。但针对近些年延安冰雹灾害分布特征研究的比较少。本文利用延安市 2011—2020 年 13 个国家气象站的冰雹观测资料和各县区防雷作业点收集的冰雹资料, 对延安市近 10 a 冰雹时空分布及灾害特征进行分析, 为今后人工影响天气预报、预警、科学作业及防灾减灾工作提供参考。

## 1 资料来源与整理

### 1.1 资料来源

冰雹资料取自 2011—2020 年延安市 13 个国家气象站观测资料和各县区防雷作业点收集上报的资料, 包含出现时间、地点、直径等。冰雹灾情

收稿日期: 2021-09-17

作者简介: 仇莉(1987—), 女, 汉族, 甘肃平凉人, 工程师, 从事人工影响天气工作。

基金项目: 延安市气象局生态·水环境资源开发与应用研究实验室开放研究基金项目(2020M-3)

资料取自 2011—2020 年延安市各县区气象局通过当地民政、应急部门收集的灾情信息,包括受灾地点、受灾面积、受灾作物种类、经济损失等。

## 1.2 资料整理

一日内(北京时间 20—20 时)延安市只要出现降雹过程,无论次数多少和时间长短均记为 1 个冰雹日(单位为 d)。针对县区(或乡镇)统计时,则县区(或乡镇)只要出现冰雹,均记录其冰雹频次为 1 次(单位为县次(或镇次))。降雹日变化统计时,1 个冰雹日中,不论几个县区出现降雹,只要出现在某个时段,则该时段降雹频次记为 1 次(单位为次)。冰雹直径按一个冰雹日中各县区出现的最大冰雹的最大直径分别统计,最大冰雹直径的定性描述转换为定量数据<sup>[11]</sup>。

灾情记录中如果 1 个冰雹日内延安市只要出现冰雹灾害,并且造成经济损失,无论灾情轻重均记为 1 个冰雹灾害日,即成灾日(单位为 d)。冰雹过程常伴有暴雨(强降水)、大风、雷电等天气现象,灾情统计时不再细分,均统计为雹灾。

## 2 延安市冰雹时空分布特征

### 2.1 冰雹日的年变化

延安市 2011—2020 年每年都有冰雹发生,10 a 间共出现冰雹日 232 d,年平均冰雹日 23.2 d。冰雹日数年际差异较大,2015—2017 年为多雹年份,共出现冰雹日 104 d,占 10 a 总冰雹日数的 44.8%。2015 年最多为 39 d,占总冰雹日数的 16.8%,2016 年为 35 d,占 15.1%,2017 年 30 d,占 12.9%,2018 年冰雹日数最少,仅有 13 d,只占总冰雹日数的 5.6%(图 1)。

### 2.2 冰雹日的月变化

延安市冰雹月变化特征明显。2011—2020 年 3—10 月均有冰雹出现,11 月至次年 2 月未出现冰雹。冰雹主要出现在 6—8 月,累计出现冰雹日 174 d,占总冰雹日数的 75%。其中 7 月冰雹日数最多(76 d),占总冰雹日数的 32.8%,其次是 6 月(58 d),占 25.0%,冰雹最早出现在 3 月 25 日(2016 年洛川县),最晚出现在 10 月 11 日(2011 年宝塔区)(图 2)。

### 2.3 降雹频次的日变化

延安市冰雹的日变化特征非常明显,多发生

在午后到傍晚。冰雹主要出现在 13—20 时,该时段累计出现降雹 419 次,占总时段降雹频次(503 次)的 83.3%,13 时、21—22 时为降雹较少时段,累计 47 次,占总降雹频次的 9.3%,23—12 时降雹最少共 37 次,仅占 7.4%。15—18 时为降雹的高峰时段,02—12 时为冰雹出现最少时段(图 3)。

### 2.4 冰雹直径

据统计 2011—2020 年延安市有冰雹直径记录的冰雹频次共有 482 县次。冰雹直径主要在 10 mm 以下,达 402 县次,占总频次的 83.4%;11~20 mm 的有 55 县次,占 11.4%;21~30 mm 的有 15 县次,占 3.1%;直径 30 mm 以上(不含 30 mm)的大冰雹出现较少,共出现了 10 县次,仅占总频次的 2.1%。其中 31~40 mm 有 5 县次,

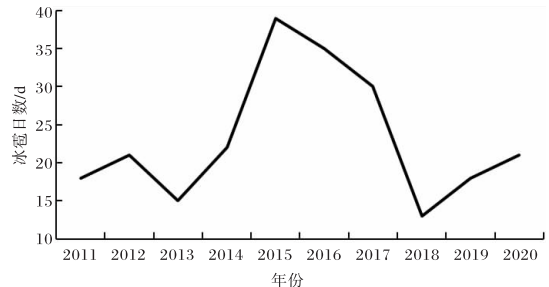


图 1 2011—2020 年延安市冰雹日数年际变化

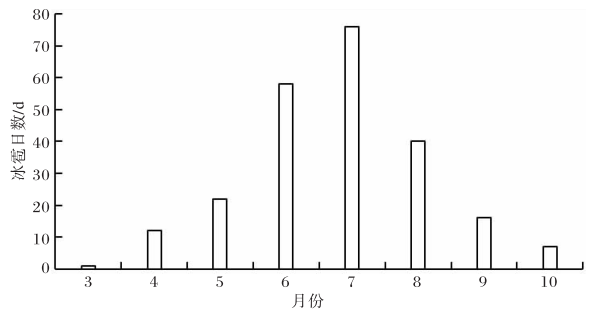


图 2 2011—2020 年延安市 3—10 月冰雹日数分布

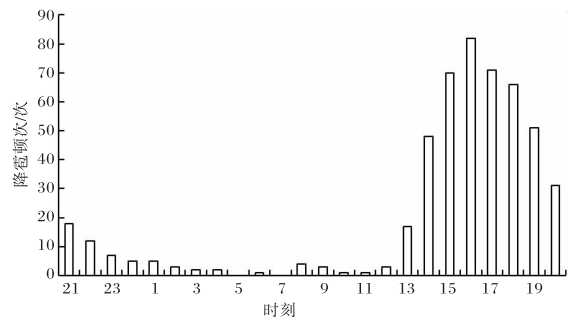


图 3 2011—2020 年延安市降雹频次日变化图

41~50 mm有4县次,51~60 mm只有1县次(图略)。最大冰雹直径达60 mm,出现在2016年6月12日(安塞区)。

## 2.5 影响范围

延安市2011—2020年冰雹落区离散性强。由表1可知,10 a间单个冰雹日中影响范围为1~2县区的达145 d,占总冰雹日数的63%;3~5县区的有56 d,占24%;6~8县区的有25 d,占11%;9县区的2 d,占1%;10县区的3 d,占1%;11县区的仅有1 d,出现在2015年7月17日,也是延安市有冰雹观测记录以来单日冰雹过程涉及县区最多的一次。

表1 2011—2020年延安市冰雹日影响范围分布情况

影响范围/县区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
冰雹日/d	97	48	26	16	14	11	7	7	2	3	1
占比/%	42	21	11	7	6	5	3	3	1	1	0

## 2.6 持续日数

由图4可知,在延安市232个冰雹日中,冰雹日只出现了1 d的有101次,连续出现2 d的有26次,3 d的12次,4 d的4次,连续出现7 d(2011年7月13—19日)、9 d(2015年7月14—22日)、11 d(2016年6月3—13日)各1次。说明延安冰雹过程以1 d为主,随着持续日数的增加,出现次数明显减少。2016年连续11 d出现冰雹天气过程,期间有10 d造成雹灾,属历史罕见。1 d内冰雹最长持续时间为间歇性持续120 min,出现在吴起县(2012年6月21日)。

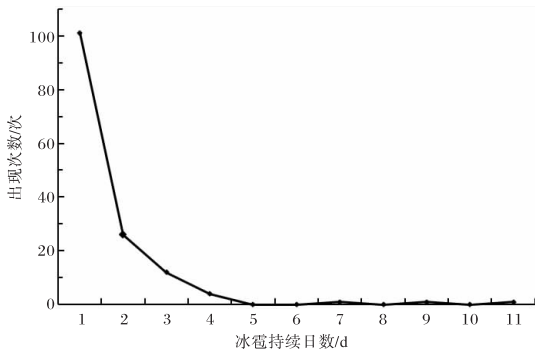


图4 2011—2020年延安市不同持续日数冰雹过程的出现次数

## 2.7 空间分布

2.7.1 各县区冰雹频次分布 2011—2020年延安市10 a间累计冰雹频次为638县次。其中宝塔区最多达89县次,占总冰雹频次的13.9%,年均冰雹频次8.9 d;黄龙县、洛川县并列第二,均为69县次,各占10.8%;富县64县次,占10%;延长63县次,占9.9%;宜川58县次,占9.1%;其他县区冰雹频次在24~42县次之间。吴起县最少为24县次,仅占3.8%。总体上,延安中南部县区(宝塔区、黄龙县、洛川县、富县、延长县、宜川县、甘泉县、黄陵县除外)冰雹出现频率明显高于北部县区(吴起县、志丹县、安塞区、子长市、延川县)。宝塔区、黄龙县、洛川县、富县、延长县、宜川县为冰雹多发地带(图5)。

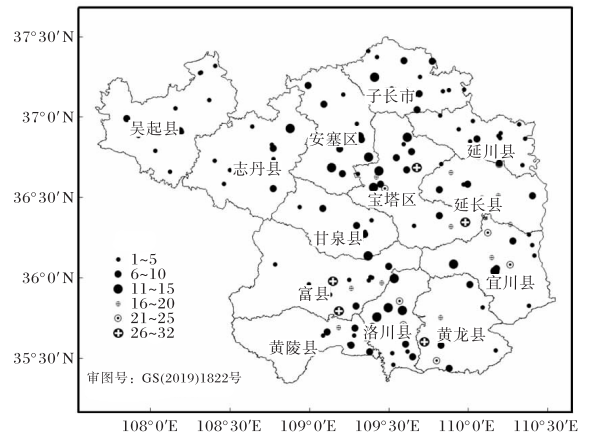


图5 2011—2020年延安市冰雹频次空间分布图(单位为镇次)

2.7.2 各乡镇冰雹频次分布 利用ArcGIS对2011—2020年延安市13个国家气象观测站和134个乡镇冰雹资料进行分析,10 a间延安市各县区乡镇累计冰雹频次1204镇次(图5)。其中出现1~5次的有68镇次,6~10次的41镇次,11~15次的15镇次,16~20次的11镇次,21~25次的7镇次,大于等于26次的5镇次。宝塔区、洛川县、富县、延长县、宜川县、黄龙县各乡镇累计冰雹频次较高,均在100镇次以上,共计824镇次,占全市各乡镇总冰雹频次的68.4%;其余县区在32~81镇次之间,累计380镇次,占31.6%。宝塔区各乡镇10 a间出现冰雹频次最多,达209镇次,占全市总冰雹频次的17.4%;洛

川县次之,为 140 镇次,占 11.6%;富县 134 镇次,占 11.1%,延长县 124 镇次,占 10.3%;宜川县 113 镇次,占 9.4%;吴起县最少,仅有 32 镇次,只占 2.7%。宝塔区的临镇、姚店、柳林镇为冰雹主要密集区,分别出现 32、29、25 次。富县主要冰雹密集区位于北道德、仙寺镇一带,分别出现 30、27 次,西部子午岭林区无冰雹资料。黄龙县三岔乡、界头庙镇为冰雹密集区,分别出现 30、21 次,其余地区为林区,无冰雹资料。洛川县冰雹密集区位于槐柏、旧县镇,分别为 24、21 次。延长县冰雹高密度区主要集中在中部和北部,位于交口、安沟镇,分别为 22、20 次。宜川县高密度区位于

云岩、秋林镇,分别为 24、22 次。其他县区冰雹频次较多的乡镇,均未超过 15 次。

### 3 冰雹灾害特征

#### 3.1 年变化特征

延安市 2011—2020 年 10 a 间出现冰雹日 232 d,成灾日 116 d,成灾率 50.0%。其中 2016 年出现冰雹日 35 d,成灾日 21 d,成灾率高达 60.0%;2014 年冰雹日 22 d,成灾日 13 d,成灾率 59.1%,仅次于 2016 年;2019 年出现冰雹日 18 d,成灾日 6 d,成灾率 33.3%,为 10 a 间最低年份;2015 年冰雹日 39 d,为 10 a 间最多,成灾日 21 d,成灾率 53.8%(表 2)。

表 2 延安市 2011—2020 年冰雹日数及成灾日数统计

单位:d

年份	3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		合计		成灾率/%
	冰	成	冰	成	冰	成	冰	成	冰	成	冰	成	冰	成	冰	成	冰	成	
	雹	灾	雹	灾	雹	灾	雹	灾	雹	灾	雹	灾	雹	灾	雹	灾	雹	灾	
2011	—	—	—	—	2	—	3	2	7	5	4	1	1	1	1	—	18	9	50.0
2012	—	—	3	—	1	—	7	3	5	3	1	—	2	2	2	—	21	8	38.1
2013	—	—	—	—	1	1	3	—	2	1	5	2	2	1	2	1	15	6	40.0
2014	—	—	1	1	—	—	4	4	13	6	3	1	—	—	1	1	22	13	59.1
2015	—	—	2	2	6	2	4	—	16	10	11	7	—	—	—	—	39	21	53.8
2016	1	—	3	2	3	3	15	9	10	5	1	—	2	2	—	—	35	21	60.0
2017	—	—	—	—	2	2	10	4	12	5	4	2	2	1	—	—	30	14	46.7
2018	—	—	—	—	1	1	5	3	1	—	3	—	2	2	1	1	13	7	53.8
2019	—	—	1	—	1	1	4	2	4	1	4	—	4	2	—	—	18	6	33.3
2020	—	—	2	—	5	4	3	1	6	4	4	2	1	—	—	—	21	11	52.4
合计	1	—	12	5	22	14	58	28	76	40	40	15	16	11	7	3	232	116	50.0
成灾率/%	0.0		41.7		63.6		48.3		52.6		37.5		68.8		42.9		50.0		—

注:—为未出现。

#### 3.2 月分布特征

10 a 间延安市冰雹灾害在 4—10 月均有发生。9 月累计出现冰雹日 16 d,成灾日 11 d,成灾率最高,达 68.8%;其次为 5 月,有冰雹日 22 d,成灾日 14 d,成灾率 63.6%;8 月有冰雹日 40 d,成灾日 15 d,成灾率 37.5%,为最低月份。7 月冰雹日为 10 a 间最多(76 d),成灾日 40 d,成灾率 52.6%。6 月冰雹日 58 d,成灾日 28 d,成灾率

48.3%(表 2)。

#### 3.3 各县区分布特征

延安各县区 10 a 间累计出现冰雹频次达 638 县次,成灾日 227 县次,县区成灾率 35.6%。宝塔区冰雹频次和成灾频次均为最高,分别为 89 县次和 32 县次,成灾率近 36.1%;黄龙县冰雹频次和成灾频次均次之,为 69 县次和 25 县次,成灾率 39.1%。吴起县降雹频次最少,但成灾率最高,为

45.8%,可能原因是吴起县处于延安市境内的白玉山冰雹源地,对流云一般从榆林定边进入延安市境内,途径吴起—志丹—安塞等地。虽然吴起县冰雹频次最少;但是由于延安市多普勒雷达监测在吴起县有盲区,预警不够及时,加之作业点覆盖面小,仅有3个火箭作业点,所以当出现强对流天气时,成灾率较高。安塞区成灾率最低,为24.4%,可能是因为对流云途径吴起县、志丹县后,经过实施人工防雹作业,对流云强度有所减弱,到达安塞区时,预警及时,能够提前作业,所以致灾率低。宝塔区、延长县、宜川县、富县、黄龙县、洛川县为多雹灾区,冰雹频次也较多,可能的原因有两个:一是在白于山、子午岭、黄龙山3个冰雹源地发展起来的对流云均有可能经过以上6个县区,且对流云汇集后强度有时变强,冰雹过程持续时间较长;二是以上6个县区均为果业大县,只要出现冰雹天气,都会对果业造成不同程度的灾害,致灾性较强。

根据以上分析,延安市冰雹的成灾率与冰雹日数的关系并不密切,而与降雹的季节、冰雹直径、持续时间、影响范围等密切相关。比如春末夏初、夏末秋初冰雹成灾率高;冰雹直径越大,持续时间越长,影响范围越大,冰雹的成灾率越高,造成的损失也越严重。据各县区气象局通过当地民政、应急部门获取的灾情信息统计,10 a间冰雹灾害造成的直接经济损失累计达30余亿元,其中2016年最为严重,达20多亿元,损失严重。

#### 4 结论

(1)延安市冰雹灾害多发,年均发生冰雹日23.2 d。冰雹主要发生在6—8月,占总冰雹日数的75.0%,其中7月最多。一日中冰雹主要集中在13—20时,占总时段降雹次数的83.3%,15—18时为高峰时段。

(2)冰雹直径主要在10 mm以下,占总冰雹频次的83.4%,最大冰雹直径达60 mm。

(3)延安冰雹落区离散性强。单个冰雹日落区主要以影响1~2县区为主,占总冰雹日数的63%。1 d内影响范围涉及11县区的仅有1次。冰雹日以出现1 d为主,达101 d。2016年6月连

续11 d出现冰雹天气过程,期间有10 d均造成雹灾,属历史罕见。

(4)宝塔区、黄龙县、洛川县、富县、延长县、宜川县为冰雹多发地带,也是多雹灾区。宝塔区年冰雹日8.9 d。

(5)延安市10 a间冰雹成灾率50.0%。4—10月均有冰雹灾害发生,9月成灾率最高,达68.8%。

#### 参考文献:

- [1] 张娜,王晓立,刘勇.安丘市冰雹灾害特征及其对农业生产的影响[J].现代农业科技,2016(1):259-260.
- [2] 梁轶,王景红,邸永强,等.陕西苹果果区冰雹灾害分布特征及风险区划[J].灾害学,2015,30(1):135-140.
- [3] 谷欣蕊,肖天贵,王文波,等.延安地区强对流天气及其灾害影响分析[C]//第35届中国气象学会年会 S25 研究生论坛.北京:中国气象学会,2018:45-46.
- [4] 马平平,王耀锋,马元元,等.张家川县果区冰雹时空分布规律及应对措施[J].落叶果树,2021,53(3):45-47.
- [5] 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.
- [6] 王峰,田世芹,魏敏.滨州市冰雹灾害特征分析及区划研究[J].气象研究与应用,2018,39(3):44-47.
- [7] 龙余良,金勇根,刘志萍,等.江西省冰雹气候特征及冰雹灾害研究[J].自然灾害学报,2009,18(1):53-57.
- [8] 孟妙志,任欢,李静睿,等.关中西部致灾大冰雹天气分析[J].陕西气象,2021(1):1-7.
- [9] 雷崇典,张爱丽,吴春青,等.延安市降雹气候特征及雹云回波移动路径的考证[J].陕西气象,2013(1):11-14.
- [10] 曹雪梅,蒋小莉,王凌军,等.延安宝塔区近十年冰雹时空分布与历史状况对比[J].陕西气象,2016(1):13-16.
- [11] 中国气象局.气象灾害风险评估技术规范冰雹:QX/T 511—2019[S].