

王建刚,何清,徐建春,等. 新疆阿勒泰冰雹灾害气候特征[J]. 干旱气象, 2014, 32(1): 114-119. [WNG Jiangan, HE Qing, XU Jianchun, et al. Climate Characteristics of Hail Disasters in Aletai of Xinjiang[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(1): 114-119], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0114

## 新疆阿勒泰冰雹灾害气候特征

王建刚<sup>1</sup>, 何清<sup>2,3</sup>, 徐建春<sup>1</sup>, 庄晓翠<sup>1</sup>, 梁效忠<sup>1</sup>

(1. 新疆阿勒泰地区气象局, 新疆阿勒泰 836500; 2. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆乌鲁木齐 830002; 3. 中国气象局树木年轮理化研究重点开放实验室, 新疆乌鲁木齐 830002)

**摘要:**利用阿勒泰地区8个观测站1954~2010年气候观测资料,应用数理统计方法,分析近57 a的冰雹灾害气候特征,用Mann-Kendall法判断冰雹气候突变得出以下结论:年际变化存在3~5 a震荡周期,总体呈递减趋势;1996年后,冰雹灾害发生频率显著降低,初步分析与气候突变有关。冰雹的季节变化特征显著,夏季频次高,秋季次之,冬季最少。冰雹灾害持续时间一般维持在10 min左右,其中持续时间<5 min的占总次数61.2%,持续时间<10 min的占89.3%,持续时间>30 min占1.5%。落区分布规律:吉木乃、阿勒泰、青河居多,其他县市较少,福海最少。冰雹与地形、海拔高度关系密切,随海拔高度升高,冰雹日数呈对数关系增长。依据信息扩散理论方法,对冰雹危险性区划显示,阿勒泰地区西部沿布尔津—吉木乃一线梯度最大,北部、东部沿山一带危险性大,中部、南部的两河流域风险较小。

**关键词:**新疆阿勒泰;冰雹;气候特征;危险性区划

**文章编号:**1006-7639(2014)-01-0114-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0114

**中图分类号:**P426.64

**文献标识码:**A

### 引言

新疆阿勒泰地域辽阔,农作物面积大,种植业主要分布在海拔350~1380 m的范围内,全地区宜农荒地 $1.0 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,耕地面积 $1.27 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,播种面积 $1.1 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。设施农业面积 $7.2 \times 10^2 \text{ hm}^2$ ,其中冬季生产温室792座<sup>[2]</sup>。阿勒泰冰雹灾害显著,如2006年7月17日,乌伦古河流域福海县喀拉玛盖乡,1049.9  $\text{hm}^2$ 农作物受冰雹灾害,绝收面积774.7  $\text{hm}^2$ ,直接经济损失648万元;2004年7月1日萨吾尔山区,吉木乃县和186团场遭受冰雹和大风袭击,冰雹持续时间达10 min,最大直径21 mm,局部积雹厚度达7 cm,直接经济损失,吉木乃县为1139.54万元,186团场为1019.97万元。

阿勒泰冰雹灾害研究滞后,主要工作散见于新疆大范围冰雹研究中涉及的少量资料<sup>[3-11]</sup>。随着冰雹探测技术的提高,对冰雹的发生发展机制、理论研究有了新进展<sup>[12]</sup>。有研究认为新一代多普勒天气雷达能够在雷暴和冰雹出现前对风暴单体的移

速、移向及降水落区做出跟踪,其中冰雹指数(HI)有很好的指示意义<sup>[13-14]</sup>;吴剑坤等<sup>[15]</sup>研究了判断强冰雹发生的指标;王文等<sup>[16]</sup>用中- $\gamma$ 尺度模式模拟冰雹的形成及降水演化;刘还珠等<sup>[17]</sup>关于新疆北部、西部和中东部天气区是分离形态的观点,对认识新疆北部冰雹分区有重要意义。阿勒泰地区国土面积大于江苏、浙江省,但冰雹气候灾害的分析研究基本处于技术空白,不能适应经济社会的发展需要。相对于零散研究的初期,阿勒泰站点布局进一步扩展,资料序列大幅延长。基于前人的有关工作和阿勒泰冰雹灾害的实际,对阿勒泰地区冰雹灾害的气候特征进行系统的分析研究十分必要。

### 1 资料与方法

阿勒泰地区位于新疆北端的阿尔泰山南麓,介于东经 $85^\circ 31' 37'' \sim 91^\circ 04'$ 、北纬 $45^\circ \sim 49^\circ 11'$ 之间。地域辽阔,东部与蒙古国接壤,西部、北部与哈萨克斯坦、俄罗斯交界。全区辖6县1市,54个乡镇

收稿日期:2013-05-08;修回日期:2013-10-12

基金项目:公益性气象行业专项(GYHY201006012)资助

作者简介:王建刚(1958-),男,山东威海人,高级工程师,主要从事气候与气象灾害研究。E-mail:altwjg@163.com

(镇)、12 个国营农牧团场,面积  $1.18 \times 10^6 \text{ km}^2$ ,地貌以平原、沙漠和山地为主。农业区主要分布在额尔齐斯河、乌伦古河流域和低山丘陵地区。

气候资料取自阿勒泰地区 8 个站点的气候资料,表 1 是站点环境与资料年代情况。冰雹灾害损失资料来自民政部门。气象资料统计,依气象观测规范<sup>[18]</sup>规定的日期分界为标准。降雹开始到结束统计为 1 次降雹,持续时间以分钟(min)为单位,取整数。若 2 次间隔在 15 min 以内作为 1 个降雹过程统计。

表 1 站点环境与资料年代

Tab. 1 The site environment and the information age

地 点	地理环境	海拔高度	记录年代
森塔斯	高山深处	1 900 m	1958 ~ 1960
阿勒泰	沿山平原	735.3 m	1954 ~ 2010
青河	山区丘陵	1 218.2 m	1958 ~ 2010
富蕴	沿山丘陵	823.6 m	1962 ~ 2010
吉木乃	山区丘陵	984.1 m	1961 ~ 2010
哈巴河	河谷峡口	532.6 m	1958 ~ 2010
布尔津	河谷峡口	473.9 m	1960 ~ 2010
福海	开阔平原	600.0 m	1958 ~ 2010

采用常规统计方法对冰雹气候数据整理统计。用 Mann - Kendall 法<sup>[19]</sup>分析冰雹气候序列突变,用信息扩散理论方法<sup>[20]</sup>分析冰雹灾害气候风险,用 Surfer 8.0 软件分析绘制冰雹气候灾害风险区划图。

## 2 阿勒泰地区冰雹气候特征

### 2.1 冰雹次数的空间分布特征

冰雹空间分布与地形关系密切(图 1),据统计,

各县站冰雹次数年均 0.5 ~ 10.7 次。就地形而言,森塔斯属于高山站,冰雹最多,年平均 10.7 次;吉木乃、青河属于山区丘陵县次多;福海属于平原地区县最少。冰雹分布规律是北部多南部少,等值线与阿尔泰山脉 NW - SE 走向基本一致。西北部沿额尔齐斯河谷至萨吾尔山区冰雹次数逐渐增多,南部广大地区地势平坦,冰雹出现较少。

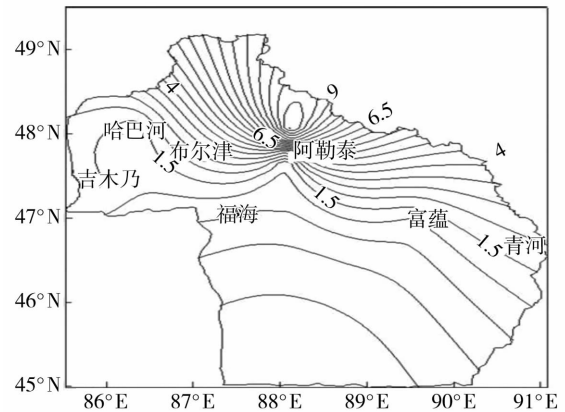


图 1 阿勒泰地区冰雹次数的空间分布

Fig. 1 The spatial distribution of hail times in Aletai

### 2.2 冰雹次数的季节和年际变化

5 月、7 月冰雹次数最多,高山区 8 月最多。富蕴、吉木乃县秋季冰雹次数有再次增多的倾向。高山区 6 ~ 7 月集中度高,平原区域 4 ~ 10 月分布多,5 ~ 9 月占全年 70% 以上(表 2)。

图 2、图 3 以阿勒泰地区 7 站 1962 ~ 2010 年数据分析冰雹年际变化,发现 1996 年是分水岭。1965 ~ 1996 年间发生频率相对较高,存在 3 ~ 5 a 的震荡周期。降雹次数 2000 年代较 1980 年代减少 43% ~ 83%,山区减少的速度慢于平原地区。

表 2 阿勒泰地区冰雹季节分布(单位:次)

Tab. 2 The seasonal distribution of hail in Aletai

	11 ~ 2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	合计	年平均
	冬季	春季			夏季			秋季			
森塔斯	0	0	0	3	9	8	11	1	0	32	10.7
阿勒泰	0	0	10	20	12	15	6	6	6	75	1.3
青河	0	0	6	21	18	11	12	10	4	82	1.5
富蕴	0	0	10	9	7	5	2	8	3	44	0.9
吉木乃	1	0	7	17	11	21	4	16	3	80	1.6
哈巴河	0	1	8	18	12	6	8	6	1	60	1.1
布尔津	0	0	5	6	8	9	2	5	2	37	0.7
福海	0	1	4	4	4	5	3	4	4	29	0.5

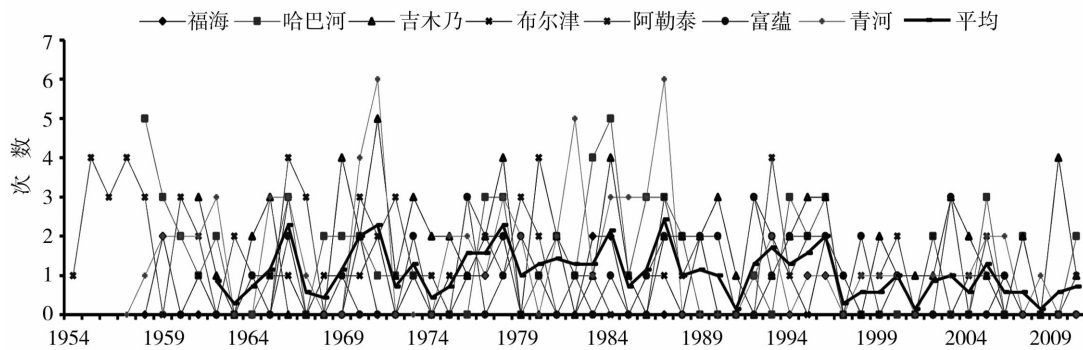


图2 阿勒泰地区降雹次数年际变化

Fig.2 The yearly variation of hail times from 1962 to 2010 in Aletai

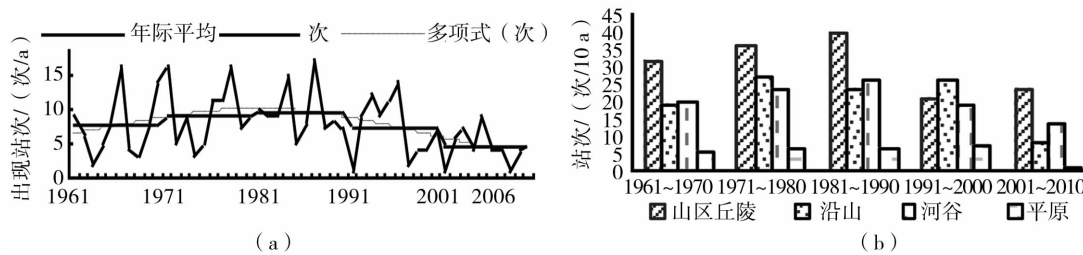


图3 1961~2010年阿勒泰站冰雹次数年际变化(a)

及各地形冰雹次数年代际变化(b)

Fig.3 The annual variation of hail times in Aletai station from 1961 to 2010(a) and the decadal variation of hail times for different terrain of Aletai(b)

用 Mann - Kendall 法分析阿勒泰地区 1961 ~ 2013 年冰雹气候序列的气候突变性(图 4),对应的 1997 年及以后时段,冰雹日数显著减少,表明 1996 年是冰雹日数的气候突变点。

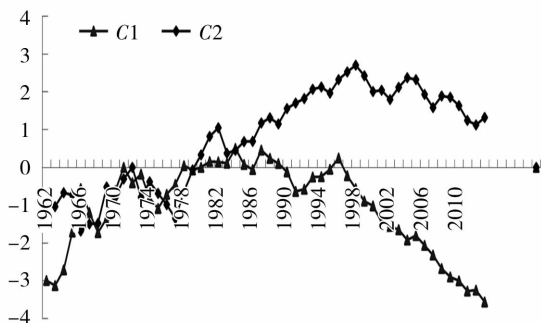


图4 Mann - Kendall 法冰雹序列突变检测

Fig.4 Mann - Kendall mutation detection of hail sequence in Aletai

图 5 显示,阿勒泰地区各类地形冰雹次数的累积距平整体上自 1996 年起转入减少时段。其中丘陵山区转折点提前到 1987 年,沿山一带、河谷地区与整体趋势一致,平原地区自 1997 年缓慢减少。杨侃等<sup>[21]</sup>对宁夏 1961 ~ 2010 年冰雹的研究结论与本

研究类似,也发现宁夏地区冰雹日数随年际和年代际变化总体呈减少趋势。



图5 阿勒泰地区各地形冰雹次数累积距平年际变化

Fig.5 The annual variation of hail times accumulative anomaly for different topographic classification in Aletai from 1961 to 2010

### 2.3 冰雹持续时间特征

冰雹持续时间与冰雹灾害程度关系密切,一般持续时间越长灾害越严重。以降雹持续时间 < 5 min、5 ~ 10 min、10 ~ 15 min、15 ~ 20 min、20 ~ 30 min、30 ~ 60 min、> 60 min 为分级标准,分析阿勒泰地区各站资料。发现除森塔斯站外,一次降雹持续时间一般在

10 min 以内,最长的 >60 min;其中降雹持续时间 <5 min 的占 61.2%,5~10 min 占 28.2%,10~15 min 占 5.1%,15~20 min 占 2.7%,20~30 min 占 1.4%,30~60 min 占 1.0%,>60 min 占 0.5%;10 min 以内的占总次数的 89.3%。1961 年 5 月 7 日吉木乃站,降

雹时间最长达 95 min,一直连续,判断是错误记录。森塔斯高山站,10~60 min 时段内都有分布,<5 min 占 22.0%、5~10 min 占 31.0%、10~15 min 占 14.0%、15~20 min 占 11.0%、20~30 min 占 14.0%、30~60 min 占 8.0%,具体见表 3、表 4。

表 3 冰雹不同持续时间段阿勒泰各站出现次数(单位:次)

Tab. 3 The occurring frequency of hail with different duration at each station in Aletai

	森塔斯	吉木乃	阿勒泰	富蕴	青河	布尔津	哈巴河	福海
<5 min	8	48	46	30	45	26	51	17
5~10 min	11	22	22	12	24	10	19	9
10~15 min	5	4	6	2	7	0	2	0
15~20 min	4	3	1	0	2	1	0	2
20~30 min	5	1	2	0	3	0	0	1
30~60 min	3	1	2	0	1	0	0	0
>60 min	0	1	0	0	0	0	0	0

表 4 不同持续时间的冰雹在冰雹总次数中所占比例(单位:%)

Tab. 4 The percentage of hail frequency with different duration to the total hail number (Unit:%)

	森塔斯	吉木乃	阿勒泰	富蕴	青河	布尔津	哈巴河	福海
<5 min	22	60	58	68	55	70	71	59
5~10 min	31	28	28	27	29	27	26	31
10~15 min	14	5	8	5	9	0	3	0
15~20 min	11	4	1	0	2	3	0	7
20~30 min	14	1	3	0	4	0	0	3
30~60 min	8	1	3	0	1	0	0	0
>60 min	0	1	0	0	0	0	0	0

记录年代 1958~1960 1961~2010 1954~2010 1962~2010 1958~2010 1960~2010 1958~2010 1958~2010

### 2.4 冰雹次数与海拔高度的关系

冰雹是积云强烈对流的结果,徐国强等<sup>[22]</sup>认为,积云对流是一个极其复杂的非线性过程,是最具有挑战性的难题之一。冰雹形成的主要天气成因是强烈的上升运动和辐合气流、充足的水汽条件、对流层结不稳定,在大坡度地形下,强迫抬升的上升运动作用更显著。阿勒泰地区在西北—西南方向,分布着著名的阿尔泰山脉,西北方向在额尔齐斯河南岸有萨吾尔山系,8 个测站分布在海拔 500~1 900 m 的范围内。冰雹次数随海拔的增高显著增加,可以用公式(1)粗略描述阿勒泰地区不同海拔高度冰雹次数的分布特点(图 6)。

$$y = 458.23 \ln(x) + 736.58 \quad (1)$$

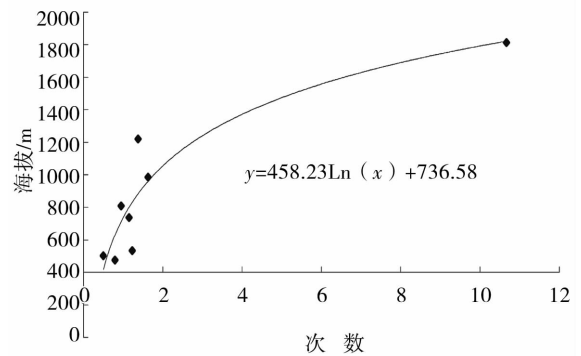


图 6 降雹次数与海拔高度关系  
Fig. 6 The relationship between hail frequency and altitude in Aletai

### 3 冰雹的风险区划

用阿勒泰 7 站 1971~2010 年的冰雹资料,采用信息扩散分析方法<sup>[20]</sup>进行计算,对冰雹灾害进行气候风险性区划。

论域  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ , 取冰雹次数  $\geq 3$  次, 间距取 0.5 的信息扩散分析。计算了 6 县 1 市 40 a 的相关资料, 分析结果显示: 全区冰雹天气具有普遍发生性, 年发生率 3 次以上概率分布较稳定。图 7 是年冰雹  $\geq 3$  次概率风险分布。阿勒泰地区冰雹风险最低的区域是平原地区的两河(乌伦古河、额尔齐斯河)流域, 自布尔津县至萨吾尔山方向和向西方向, 冰雹风险增加很快, 北部沿山一带高于南部, 自富蕴向东, 冰雹风险同样增加很快。将概率风险转化为对应的风险再现期周期用图 8 表示, 小值表示周期短, 出现的频率高, 风险大。大值意义反之。图 7 与图 8 分布走势、梯度基本一致, 由再现期原理不难解释<sup>[23]</sup>。

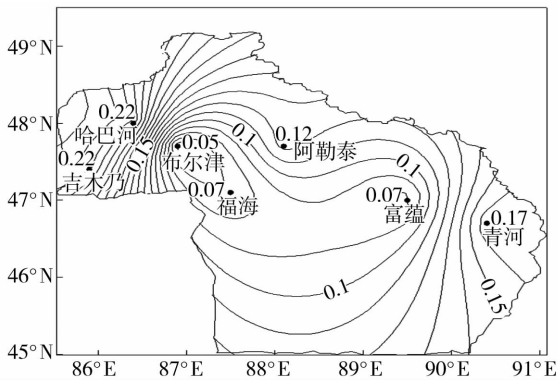


图 7 年冰雹  $\geq 3$  次概率风险分布

Fig. 7 The spatial distribution of the risk probability for hail occurring more than 3 times in a year in Aletai

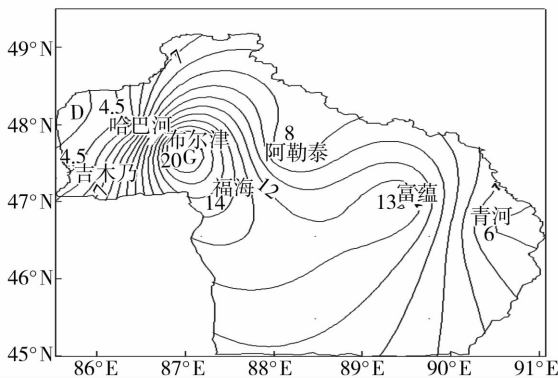


图 8 年冰雹  $\geq 3$  次的期望周期(单位:a)

Fig. 8 The desired cycle of hail occurring more than three times in a year in Aletai (Unit:a)

### 4 小结

(1) 阿勒泰地区冰雹 5~8 月多发, 11~2 月很少。持续时间一般在 10 min 以内, 其中  $< 5$  min 占 61.2%、10 min 以内的占总次数的 89.3%、 $> 30$  min 占 1.5%。森塔斯、吉木乃、阿勒泰、青河发生较多, 其他县市较少, 福海最少。

(2) 阿勒泰区冰雹的年际变化存在 3~5 a 准震荡周期, 且自 1996 年以来, 冰雹发生次数显著降低, 初步分析是气候突变的一种状态, 原因不明, 有待进一步加强分析研究。

(3) 阿勒泰地区冰雹分布与地形、海拔高度关系密切, 随海拔高度的升高, 发生次数呈对数关系的增长趋势, 其主要原因是地形强迫抬升作用和山区水汽丰富所致。本结论因样本数较少存在一定的局限性, 需要扩充样本和进一步的统计检验。

(4) 依据信息扩散理论对冰雹气候危险性区划显示, 本区西部沿布尔津—吉木乃一线梯度最大, 北部、东部沿山一带危险性大, 中部、南部的两河流域平原区风险较小。

#### 参考文献:

- [1] 任臻平, 程箴华, 翟孟如, 等. 阿勒泰地区农业资源与作物结构调整探讨[J]. 新疆农业科学, 2003, 40(5): 308-309.
- [2] 李香雨. 阿勒泰地区设施农业发展情况调研报告. [EB/OL]. (2012-08-16) [2012-12-15]. [http://www.xj-agri.gov.cn/html/2012\\_08\\_16/2\\_10773\\_2012\\_08\\_16](http://www.xj-agri.gov.cn/html/2012_08_16/2_10773_2012_08_16)
- [3] 王旭, 马禹. 新疆冰雹天气过程的基本特征[J]. 新疆气象, 2002, 25(1): 10-14.
- [4] 刘德才. 对新疆冰雹灾害及其区划若干问题的再认识[J]. 干旱区研究, 1994, 11(4): 63-69.
- [5] 热苏力·阿不拉, 牛生杰, 王红岩. 新疆冰雹时空分布特征分析[J]. 自然灾害学报, 2013, 22(2): 158-164.
- [6] 赵红岩, 宁惠芳, 徐金芳, 等. 西北地区冰雹时空分布特征[J]. 干旱气象, 2005, 23(4): 37-40.
- [7] 陈洪武, 马禹, 王旭, 等. 新疆冰雹天气的气候特征分析[J]. 气象, 2003, 29(2): 25-28.
- [8] 马禹, 王旭, 赵兵科. 新疆冰雹的时空统计特征[J]. 新疆气象, 2002, 25(1): 4-5.
- [9] 陈汉耀. 新疆气候及其和农业的关系[M]. 北京: 科学出版社, 1963. 169-171.
- [10] 徐德源. 新疆农业气候资源及区划[M]. 北京: 气象出版社, 1989. 111-115.
- [11] 王秋香, 任宜勇. 51 a 新疆雹灾损失的时空分布特征[J]. 干旱区地理, 2006, 29(1): 65-69.
- [12] 董安祥, 张强. 中国冰雹研究的新进展和主要科学问题[J]. 干旱气象, 2004, 22(3): 68-76.
- [13] 魏勇, 王存亮, 杨建成, 等. 准葛尔盆地南缘春季一次强冰雹天气的综合分析[J]. 干旱气象, 2011, 29(1): 55-61.
- [14] 唐秀, 支俊, 庄晓翠, 等. 乌恰雹暴的多普勒天气雷达个案分析

- [J]. 干旱气象, 2011, 29(2): 224 – 230.
- [15] 吴剑坤, 俞小鼎. 强冰雹天气的多普勒天气雷达探测与预警技术综述[J]. 干旱气象, 2009, 27(3): 197 – 205.
- [16] 王文, 陈志勇, 陆怀平. 中尺度动力学的基础研究和进展[J]. 干旱气象, 2003, 21(3): 79 – 82.
- [17] 刘还珠, 肖贤俊. 短中期降水温度天气过程区域分布的研究[J]. 干旱气象, 2003, 21(3): 14 – 20.
- [18] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003. 2 – 3.
- [19] 吴浩, 封国林, 侯威. 中国不同区域气候突变的前兆信号[J]. 物理学报, 2013, 62(5): 575 – 584.
- [20] 黄崇福, 刘新立, 周国贤, 等. 以历史灾情资料为依据的农业自然灾害风险评估方法[J]. 自然灾害学报, 1998, 7(2): 3 – 5.
- [21] 杨侃, 桑建人, 李艳春, 等. 宁夏 50 a 冰雹气候特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(4): 609 – 614.
- [22] 徐国强, 薛纪善. 中国夏季模式降水方案的应用分析研究[J]. 干旱气象, 2003, 21(4): 6 – 11.
- [23] 彭贵芬, 段旭, 舒康宁. 云南 2008 年冰冻灾害评估[J]. 气象, 2010, 36(10): 72 – 77.

## Climate Characteristics of Hail Disasters in Aletai of Xinjiang

WANG Jiangang<sup>1</sup>, HE Qing<sup>2,3</sup>, XU Jianchun<sup>1</sup>, ZHUANG Xiaocui<sup>1</sup>, LIANG Xiaozhong<sup>1</sup>

(1. Aletai Meteorological Bureau of Xinjiang, Aletai 836500, China; 2. Desert Meteorological Institute, CMA, Urumqi 830002, China; 3. Key Open Laboratory of Physical and Chemical Research of Tree Ring of CMA, Urumqi 830002, China)

**Abstract:** Based on the meteorological data from eight observation stations in the Aletai region from 1954 to 2010, the characteristic of hail disasters was analyzed by using mathematical statistics method and Mann – Kendall test. Results show that the interannual variation of hail had a 3 – 5 years oscillation cycle and presented decreasing trend on the whole. After the year of 1996, the hail frequency decreased significantly, which might be related to the abrupt change of climate. The seasonal variation of hail disasters was obvious with high frequency in summer and little occurrence in winter. The hail duration generally remained about 10 min, and the duration less than 5 min, 10 min accounted for 61.2% and 89.3%, respectively, while the duration more than 30 min accounted only for 1.5%. The hail occurred more in Jimunai, Aletai, Qinghe and less in other counties, and little in Fuhai. The occurrence of hail was closely related to topography and altitude, with the increasing of altitude, the hail times presented logarithmic increasing trend. The gradient of the west of Aletai, Buerjin towards to Jimunai was the largest, and there was high risk in the north and east region of Altai Mountains, while less risk in the central and southern area.

**Key words:** Xinjiang Aletai; hail; climate characteristic; risk zoning