

研究简报

甘肃人工防雹效果浅析

陈立祥

(甘肃省气象局研究所)

提 要

本文使用统计学方法分析甘肃省东部 1972—1977 年土炮人工防雹试验的效果,由简单序列试验发现防雹后“区域年雹日”增加 7.0%、雹灾面积增加 29.4%,但都没有达到 $\alpha = 0.05$ 的统计显著水平,说明现用的低空小剂量爆炸方法没有达到人工防雹的目的。

冰雹是威胁我省农业生产的主要自然灾害之一,每年四至九月乌鞘岭以东以南五十六个县都程度不同地遭受雹害,每年受灾面积在二百万亩上下。

为了防御冰雹的侵袭,多年来群众使用土炮(后来改进成空炸炮)、土火箭和炸药包等进行人工防雹试验。至一九七二年形成大范围有组织有领导大量投资的群众性人工防雹试验。据一九七二年统计全省受雹害的五十六个县共设防雹炮点一万二千八百处,有防雹火器近三万五千件。一九七六年有防雹点一万三千处,防雹火器近四万五千件,有 85.9% 的人民公社开展此项试验。这一规模持续到一九七八年。

多年来在防雹火器的改进和防雹经验总结等方面做了不少工作,但对防雹效果却缺少认真研究。本文试图用统计学方法讨论甘肃东部一九七二年至一九七七年的人工防雹效果。

一、统计量及资料来源

各地使用统计学方法分析人工防雹效果时,常常使用雹灾面积或年降雹日数作为统计变量^[1],但是很少同时检验这两个统计量。本文将应用 t 检验法同时检查防雹前后防雹区内的“区域年雹日”和“雹灾面积”的变化,由此来讨论防雹效果。

所谓“区域年雹日”是指一年里防雹区内各气象站的年雹日总和,它既反映防雹区内的降雹次数又考虑了降雹的范围。考虑到资料的代表性和连续性,我们在防雹区内选用 49 个有 20 年以上雹日记录的气象站(图 1)的雹日资料。表 1 是防雹区的区域年雹日和雹灾面积统计表,其中雹灾面积从民政部门获得。注有 * 号者为灾情不明。

1979 年 11 月 6 日收到修改稿。

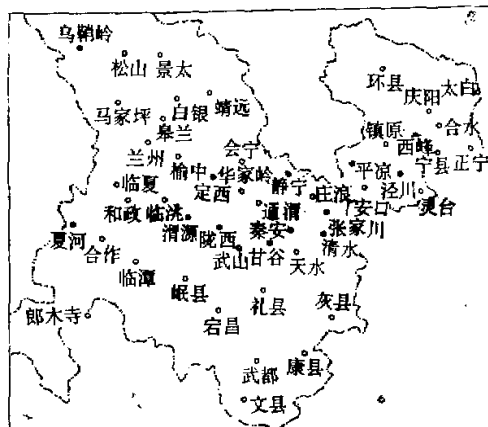


图 1 防霍区内 49 个气象站分布图

表 1 区域年霍日与受灾面积统计表

项目 (单位) 年份	区域年霍日 (站日)	霍灾面积 (万亩)	项目 (单位) 年份	区域年霍日 (站日)	霍灾面积 (万亩)
1954		128.9	1966	117	*
1955		155.7	1967	138	*
1956		375.9	1968	148	120.0
1957	98	112.6	1969	115	229.0
1958	119	259.7	1970	139	178.0
1959	225	240.6	1971	144	118.0
1960	113	251.2	1972	98	142.0
1961	105	69.4	1973	212	391.0
1962	121	199.5	1974	112	*
1963	76	111.4	1975	83	47.0
1964	148	251.3	1976	166	304.0
1965	132	216.0	1977	158	336.0

二、统计量的正态检验

为了检查防霍前后区域年霍日和霍灾面积变化的差异显著性，我们用柯尔莫哥洛夫

表 2 各统计量的正态检验

统计量	起止年代	样本量	平均值	标准差	变异系数	$P\{\sqrt{n}D_n \geq \lambda_0\}$	是否正态分布
区域年霍日 $\bar{x}$	1957—1977	21	131.8	37.26	0.28	0.948	是
霍灾面积 $\bar{y}$	1954—1977	21	201.8	97.0	0.48	0.99	是

检验法对各统计量进行正态分布的拟合度检验。结果见表 2, 其中变异系数 C_v 为标准差与平均值之比。检验结果表明区域年雹日和年雹灾面积都可以用正态分布来近似。

三、人工防雹效果的统计分析

表 2 说明各统计参量服从正态分布, 那么可以应用 t 检验法来检查防雹前后区域年雹日和雹灾面积的平均值有无显著变化, 若差异显著就说明防雹有效果(防雹后均值显著减少为正效果, 否则为负效果), 若差异不显著则不能说明防雹有效果。这样防雹效果的统计检验就是要检验假设 $H: \bar{x}_2 = \bar{x}_1$ 是否成立。这可以用双侧 t 检验(取显著水平 $\alpha = 0.05$):

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

式中 $\bar{x}_1$ 、 $\bar{x}_2$ 和 s_1 、 s_2 分别表示防雹前后各统计量的子样平均值和标准差, n_1 和 n_2 为样本数。检验结果列于表 3。

简单序列试验的统计检验结果表明, 甘肃东部 1972—1977 年群众性大规模防雹试验的五年中, 雹灾面积和区域年雹日并没有减少。相反, 防雹以后区域年雹日平均增加 7.0%, 雹灾面积平均增加 29.4%, 然而它们都没有达到 0.05 的统计显著水平, 不论方差还是均值都没有明显改变。这就是说, 1972 年以后统计参量的变化并不是人工防雹造成的, 它们和历史序列是连贯的, 属同一总体。

四、讨 论

上述简单序列试验方法讨论防雹效果的结果表明, 目前大规模使用的小剂量低空爆炸的防雹方法并不能减少雹日, 也没有减少雹灾面积, 没有达到预期的防雹目的。当然这是用统计方法分析甘肃东部的雹日和雹灾面积得到的结果, 它可能有局限性, 因为爆炸对云雾的影响已为大量的室内外实验所证实。不过必须指出, 实验表明爆炸影响气流或触发过冷水滴冻结或使大水滴破碎的临界超压强度是 5—7 克/厘米², 而对于不同类型的雹云(特别是强烈的超级单体雹暴)需要多大剂量才能造成有意义的影响却不得而知。然而装有 200 克黑火药的土炮在 40 米以外其爆炸波的超压已低于上述临界值了。因此很难设想土炮能对强大的雹云造成重大的影响。

甘肃东部大规模开展人工防雹的时间虽然不长, 但是我们注意到, 不论区域年雹日还是雹灾面积, 其年际变化并没有明显的周期性, 它们都是服从正态分布的随机统计量。在大规模人工防雹期间, 雹灾面积出现了极大值(1973 年 391 万亩)和极小值(1975 年 47 万亩); 区域年雹日出现了次大值(1973 年 212 站日)和次小值(1975 年 83 站日)。这说明防雹期间统计量并不处于某种单调变化中(参看图 2), 这也旁证了我们所得的统计结果是可信的。因此, 我们必须尽可能将大量的人力物力和财力集中起来, 加强对雹云的探测

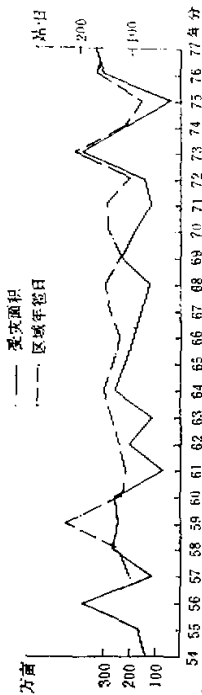


图 2 区域年雷日和雷灾面积的逐年变化

表 3 序列试验的防雹效果

	统计参数						方差比较			均值比较				
	n_1	n_2	s_1	s_2	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	方差变化	$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$ 与 $F_{0.05} \frac{f_1}{2}$	显著性	$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$	增加值	t	$t_{0.05}(\text{双侧})$	显著性
区域年雷日	15	6	33.23	48.91	129.2	138.2	变大	$2.166 < 3.825$	不显著	9.0	增加 7%	$0.49 < 2.09$		不显著
雷灾面积	16	5	78.99	143.95	188.6	244.0	变大	$3.320 < 3.975$	不显著	55.4	增加 29.4%	$1.12 < 2.09$		不显著

研究和进行严密设计的防雹试验,以获得对雹云结构、成雹机制、防雹原理、防雹手段和效果等方面研究的突破,从而取得控制冰雹的主动权。

本文得到中央气象局、科学院大气物理研究所和甘肃省气象局有关同志的指导和帮助,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 黄美元,关于我国人工防雹效果的统计分析,大气科学,第2卷,第2期,1978.
- [2] 中国科学院大气物理研究所编著,人工防雹讲义.

SIMPLE ANALYSIS OF THE EFFECT OF ARTIFICIAL HAIL SUPPRESSION IN GANSU

Chen Li-xiang

(*Institute of Meteorology, Meteorological Bureau of Gansu*)

Abstract

The effect of artificial hail suppression experiment by native guns at eastern Gansu during 1972—1977 is analysed and discussed by use of statistical method. By applying the method of serial test, it is found that in the region of hail suppression, the annual hail day increases 7.0%, while the hail damage area increases 29.4%, but they do not reach the marked statistical level $\alpha=0.05$. This shows that the Low Altitude-Small Dosage-Explosion Method used presently does not attain the goal of the artificial hail suppression.