

文章编号: 1006-4354 (2009) 06-0009-04

陇县防雷作业前后雷达回波变化分析

李金辉

(宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721006)

摘要: 为了科学实施人工防雷作业, 减轻冰雹灾害损失, 采用对比方法, 分析了 2003—2007 年 5 a 人工高炮防雷作业前后 711 雷达回波的高度变化、45 dBz 回波高度变化、雷达回波强度变化, 结果显示防雷作业后雷达高度显示上云顶高度平均降低 1.26 km、45 dBz 平均高度降低 1.85 km、雷达回波最大强度平均降低了 6.0 dBz, 表明高炮人工防雷作业有一定的效果。

关键词: 人工防雷; 711 雷达回波; 效果分析

中图分类号: P482

文献标识码: A

冰雹是强对流天气过程的产物, 经常对工农业生产、交通运输以及人民生命财产造成严重损害, 因此各级政府非常重视人工防雷工作, 经费上给予支持。同时人工防雷也得到了广大人民群众, 特别是农民朋友的认可。在消雹理论逐渐发展的今天, 如何按一定的流程、有效的方法、合适的用弹量进行防雷作业并对作业效果分析是提高防雷作业科学性的有效手段^[1-4]。

1 资料来源

为了做好防雷试验, 陇县女子防雷连的战士 24 h 守班, 保证作业时能够按照指挥命令及时作业, 雷达观测员负责连续采集雷达资料, 雷达资料的采集原则是以平面显示仰角为 3°回波最强处做高度剖面。每次防雷作业结束后收集作业炮点作业时间、方位、仰角、发射炮弹数量、使用的炮弹类型等信息; 将作业时间和雷达回波信息对比, 以方位角最接近(考虑移动速度), 雷达观测时间与作业时间最为接近的雷达高度显示资料作为对比分析资料。2003—2007 年宝鸡市陇县 5 a 有 9 d 实施了 15 次高炮人工防雷作业。分析了作业前后 711 雷达回波的云顶高度、雷达最大回波强度、45 dBz 回波高度、回波宽度的变化等特征。宝鸡雷达站雷达架设海拔高度 630 m, 云顶高度、45 dBz 雷达回波高度均为海拔高度。高炮防

雹作业时间平均相距 7.4 min; 雷达观测时间平均相距 13.0 min (表 1)。

2 陇县炮点的位置及冰雹云移动路径

受六盘山地形影响, 陇县每年降雹少则 3 次, 多则 10 次以上, 平均每年降雹 5 次, 为宝鸡地区对流天气出现次数最多, 降雹次数最多的县, 也是人工防雷工具最多、防雷技术力量最强、参与作业人数最多、政府投入最多的县。目前有“三七”高炮 11 门, 固定火箭 2 副, 主要分布在烤烟、小麦、玉米主产区。陇县冰雹移动路径有 4 条: 西北路径 3 条, 为主要路径; 东北路径 1 条, 冰雹出现的次数最少, 但强度较强 (图 1)。

3 冰雹云的识别

利用雷达强回波 45 dBz 高度识别指标^[5-6], 当 5、6、7、8、9 月 45 dBz 雷达回波高度分别达到 6 966、7 361、7 604、7 630、6 949 m 以上时有冰雹酝酿形成。15 个个例均为冰雹云团 (表 1)。

4 防雷作业前后云顶高度、45 dBz 回波高度、最大回波强度变化

4.1 云顶高度变化

15 次防雷作业后, 云顶高度均降低, 作业前云顶平均高度 12.12 km, 作业后云顶平均高度 10.86 km, 平均降低了 1.26 km。作业后云顶高度降低最大个例为 2007 年 7 月 26 日, 发射炮弹

收稿日期: 2009-05-31

作者简介: 李金辉 (1967—), 男, 陕西眉县人, 高工, 研究方向: 冰雹云的提前识别、层状云降雨量的估算研究。

63 发, 云顶高度降低了 2.0 km; 作业后云顶高度降低最小个例为 2007 年 8 月 11 日, 3 min 内发射

炮弹 63 发, 作业前后雷达采样时间相差 7 min, 云顶高度降低了 0.4 km (见表 1)。

表 1 防雹作业前后宝鸡 711 雷达云顶高度、45 dBz 回波高度、回波最大强度变化

防雹作业个例	人工防雹作业时间	发射炮弹 /发	防雹作业前				防雹作业后			
			雷达观测时间 /时:分	云顶高度 /km	45 dBz 高度 /km	回波最大强度 /dBz	雷达观测时间 /时:分	云顶高度 /km	45 dBz 高度 /km	回波最大强度 /dBz
1	20030531T17:25—17:30	48	17:27	9.8	6.0	50	17:43	8.6	3.8	45
2	20030531T18:25—18:30	53	18:00	11.0	7.8	60	18:14	9.0	6.0	55
3	20030601T13:27—13:23	126	13:12	11.5	8.5	55	13:20	10.0	7.7	50
4	20030619T12:48—12:55	84	12:48	12.3	8.8	50	12:57	10.0	8.2	50
5	20030706T13:55—14:10	82	13:54	10.0	无	30	14:21	7.8	无	10
6	20030921T19:14—19:16	90	19:12	9.2	6.5	50	19:17	8.5	4.8	45
7	20040617T14:42—14:48	50	14:37	9.5	6.0	40	14:49	7.8	无	35
8	20040621T17:20—17:25	89	17:20	8.0	无	40	17:29	6.0	无	20
9	20050803T16:15—16:20	58	16:12	11.0	无	35	16:19	10.5	无	35
10	20050627T20:30—20:48	190	20:25	11.0	4.0	50	20:48	9.0	3.8	45
11	20060624T13:59—14:15	278	15:09	12.0	9.5	50	15:38	10.3	8.5	50
12	20060625T14:26—14:36	419	14:19	12.5	9.2	55	14:46	12.0	7.6	45
13	20060626T17:13—17:30	29	17:11	9.5	7.5	55	17:34	8.0	6.0	45
14	20070724T17:12—17:14	120	17:12	13.3	12.1	60	17:15	12.0	11.6	60
15	20070724T17:19—17:21	175	17:17	12.0	11.4	60	17:22	10.6	10.6	60
16	20070724T17:31—17:33	106	17:30	12.3	11.5	60	17:37	11.2	10.6	60
17	20070724T17:45—17:50	28	17:44	13.1	12.0	60	17:52	12.5	11.6	60
18	20070726T15:30—15:40	60	15:30	12.5	10.5	70	15:48	11.0	9.5	65
19	20070726T16:21—16:25	63	16:22	11.5	8.5	60	16:30	9.5	无	30
20	20070726T16:35—16:37	75	16:34	12.0	10.5	70	16:43	10.5	8.3	60
21	20070811T16:00—16:26	63	15:57	11.0	9.0	65	16:26	9.0	6.0	55
22	20070811T16:30—16:33	63	16:29	10.2	8.5	70	16:36	9.8	8.3	70

可见:高炮人工防雹作业后降低了云顶高度, 具有明显的防雹效果。

4.2 45 dBz 雷达回波高度变化

45 dBz 雷达回波高度为识别冰雹云的重要指标, 2007 年 7 月 26 日防雹作业前 45 dBz 雷达回波高度为 9.13 km, 作业后没有出现强度为 45 dBz 的雷达回波, 作业效果明显。

其余 14 次防雹个例, 防雹作业前 45 dBz 平均高度 10.1 km, 作业后 45 dBz 平均高度降低到 8.25 km, 平均降低了 1.85 km。将作业前 45 dBz 回波高度分为 10 km 以上和 10 km 以下两档统计发现: 45 dBz 回波高度在 10 km 以上的作业后平均高度降低 0.97 km, 而 45 dBz 回波强度在 10 km 以下的作业后平均高度降低了 1.69 km, 可见

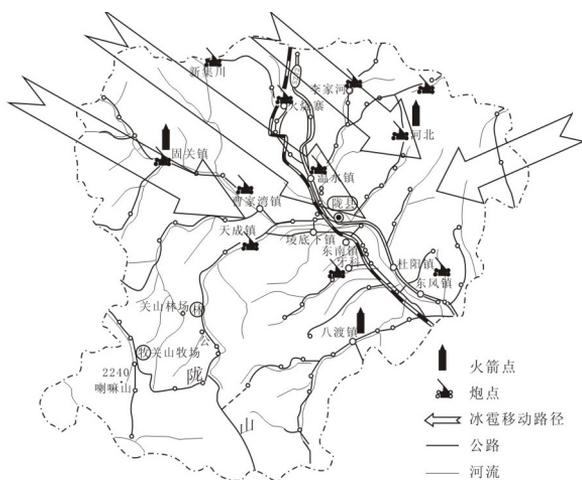


图 1 陇县冰雹移动路径及高炮、火箭分布

防雹作业对 45 dBz 回波高度在 10 km 以下的对流单体效果明显大于 10 km 以上对流单体。

图 2 为两块冰雹云防雹作业前后雷达回波高度变化特征。2003-05-31T17:25—30 实施防雹作业,发射炮弹 48 发,作业后回波强度由 50 dBz 减弱到 45 dBz,45 dBz 雷达回波高度由 7.43 km 降低到 4.43 km,作业效果明显(图 2a、b);2007

-07-24T17:31—33 实施防雹作业,发射炮弹 106 发,作业后回波强度没有减弱,45 dBz 雷达回波高度由 12.13 km 降到 11.23 km,仍为冰雹云团(图 2c、d)。因此对弱单体冰雹云实施防雹作业效果明显,而冰雹云初期雷达回波高度、45 dBz 回波高度及雷达回波强度较低,提前实施防雹作业,可能是人工防雹作业成败的关键。

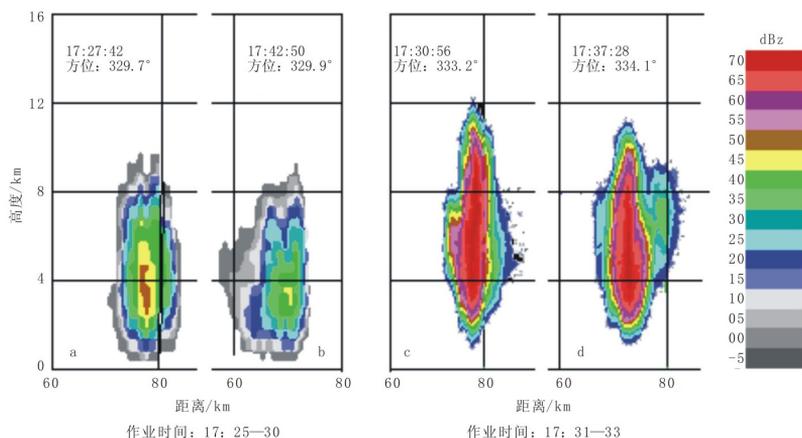


图 2 2003-05-31 (a、b)、2007-07-24 (c、d) 陇县人工防雹作业前后宝鸡 711 雷达高显对流云回波变化

4.3 雷达回波强度变化

据 15 个防雹个例统计:防雹作业前雷达回波平均强度 59.3 dBz,人工防雹作业后平均回波强度 53.3 dBz,平均降低了 6.0 dBz;1 次降低最大 30 dBz,4 次降低 10 dBz,4 次降低 5 dBz,6 次没有降低。可见仅以雷达回波强度作为效益分析,仅 60%防雹作业有效果,由于 711 雷达回波强度以 5 dBz 的倍数为色标,读数误差较大,效益分析误差也较大。

5 小结与讨论

5.1 以 711 雷达高显回波高度分析人工防雹作业效果,作业后云顶高度平均降低 1.26 km,45 dBz 回波高度平均降低 1.85 km,作业效果明显;高显回波最大强度分析人工防雹作业效果,作业后最大回波强度平均降低 6.0 dBz,整体有效果,但只有 60%的防雹个例效益明显,可能的原因是由于 711 雷达回波强度以 5 dBz 的倍数为色标,使读数误差较大。

5.2 人工防雹作业对较弱冰雹云单体效果明显。

对强单体和超级单体冰雹云有效果,但消雹效果不理想,可能的原因是防雹作业时机太晚,如冰雹云已经发展旺盛时才防雹作业,或作业时用弹量偏少(一次较强冰雹云过程用弹量为 400 发左右)。冰雹云初期雷达回波强度较弱,云顶高度、45 dBz 回波高度较低,采取措施适时防雹作业和加大作业用弹量可能是提高人工防雹作业效果的手段之一。

5.3 炮点作业记录、降雹记录不完整、雷达采样密度不够和回波强度读数误差等造成了分析误差,需要在以后的工作中结合新一代天气雷达加以改进。

参考文献:

- [1] 许焕斌. 关于爆炸影响气流的力学原理[J]. 气象, 1979, 10 (9): 26-29.
- [2] 王雨增, 刘新元. 防雹作业用弹量的计算[J]. 气象, 1996, 22 (6): 29-31.
- [3] 李宏宇, 胡朝霞, 肖辉, 等. 人工防雹实用催化方