

梁谷, 杨瑞宝, 都全胜. 防雷作业中防雷火箭发射方式的探讨 [J]. 陕西气象, 2014 (1): 39-41.

文章编号: 1006-4354 (2014) 01-0039-03

防雷作业中防雷火箭发射方式的探讨

梁 谷¹, 杨瑞宝², 都全胜³

(1. 陕西省人工影响天气办公室, 西安 710014; 2. 延安市人工影响天气办公室, 陕西延安 716000; 3. 富县人工影响天气办公室, 陕西富县 727500)

摘 要: 以 1995 年世界气象组织 (WMO) 提出的合理防雷物理概念为基础, 依据陕西省冰雹云的结构特征和防雷火箭作业特性, 为最大限度利用播云催化剂的作用和发挥防雷作业能力, 将防雷火箭发射方式分为单线催化作业方式、伞型催化作业方式、垂直催化作业方式和立体催化作业方式四类。以提高火箭防雷作业的时效性为目的, 对各类防雷火箭发射方式进行效率分析, 提出各发射方式的适用范围和使用要求, 指导火箭防雷作业的指挥、操作和培训。

关键词: 冰雹; 防雷作业; 火箭发射方式

中图分类号: P458

文献标识码: A

陕西是国家认定的中国苹果优生产业带, 其中渭北高原是世界公认的最佳苹果适生区。随着农村经济发展和产业结构调整, 果业已成为陕西省经济发展的支柱产业之一。冰雹是陕西省最主要和多见的自然灾害, 雹灾占各种灾害成灾面积的 7%^[1], 给果业等经济作物造成巨大损失。陕西省政府在冰雹防御体系建设上投入了大量经费, 更新、添置、改善防雷业务中监测、指挥、作业的装备和工作环境, 使陕西防雷工作的硬件条件位居全国先进行列。20 世纪 80 年代后期, 我国研制了新型防雷增雨火箭作业系统。因其高安全性、便于操作、易于流动的特点深受各级政府和群众的欢迎, 被广泛应用于地面人工防雷作业。到 2012 年底, 陕西省装备 WR-98、WR-1D 火箭发射系统约 400 付, 已超过了高炮布设的规模, 年耗箭量约 4 200 枚 (陕西省人工影响天气办公室统计结果)。

1 防雷作业原理

目前, 被普遍接受的冰雹形成机制有两种^[2]: 一是累积带理论, 在水分累积区内通过浸润冻结或碰撞核化形成雹胚; 二是循环增长理

论, 雹胚沿各自的气流轨迹增长到足够大后跌落到另一条大气流带中继续运动增长, 重复循环至冰雹大到寻找不到能维持其增长的适合气流带而降落。由此可见, 影响冰雹增长主要是上升气流, 稳定合适的上升气流分布形态可促使雹胚成长为冰雹, 因这种上升气流分布形态出现的概率较小, 人们一般认为冰雹是小概率事件; 其次是雹胚增长环境中的过冷水含量, 雹胚少, 过冷水含量大, 雹胚增长快, 容易形成大冰雹, 反之, 冰雹尺度小。

依据上述理论, 1995 年世界气象组织 (WMO) 对当今防雷现状的评述认为, 合理、可信的防雷物理概念有下列 3 种^[3]: ①增加人工冰核数与自然雹胚共同竞争有限的云中过冷水, 从而抑制大冰雹的产生; ②促使雹胚形成区提前产生降水, 大量消耗雹胚增长环境中的过冷水, 阻滞雹胚增长; ③降低冰雹生长轨迹, 阻止小冰雹进入大气流带, 缩短冰雹增长时间, 控制冰雹尺度。

在上述防雷的物理概念中, 火箭防雷作业的理论依据有下列两点: 一是将过量的人工冰核送入自然雹胚源区 (陕西省雹云的这部分是 1 km

收稿日期: 2013-09-05

作者简介: 梁谷 (1961—), 男, 江苏太仓人, 学士, 高工, 从事大气物理研究、人工影响天气和标准编制。

左右的一个小区域, 可通过雷达探测分析获得, 并且精度较高); 二是在自然雹胚长大前, 将过量的人工晶核送入自然冰雹增长区 (通过对雷达回波的分析, 可以估算得到冰雹增长区的大致区域, 估算精度低, 故范围一般在 10 km 左右)。

2 作业设备特征及雹云模型

2.1 作业设备

陕西采用的火箭发射系统是陕西中天火箭技术股份有限公司的 WR-98 型: 火箭架一次可装 4 枚火箭; 射角为 $45^{\circ} \sim 85^{\circ}$, 方位在安全射界内无限制, 全手动操作; 以线源播撒方式撒播催化剂, 一枚火箭装填有 36 g 碘化银 (AgI); -10°C 时, 催化剂中每克 AgI 的成核率约 $10^{13} \sim 10^{15}$ 个; 最大飞行高度 8.5 km。

2.2 雹云模型

图 1 是陕西省主要的冰雹云结构^[4]: 图 1a 是弱的孤立单个雹云在正对雹云移动方向上的结构示意图, 气流近似对称; 图 1b 是沿图 1a 中 AB 线所作的侧视图, 雹云向左移动。强冰雹云的流场分布更趋复杂, 与图 1 所示的结构有所区别, 但在雹胚源的部位、局部支撑雹胚增长的流场及防雹作业方式和图 1 模型类似, 陕西省目前还没有证据证明存在这种强冰雹云; 可将多单体雹云看成是一组图 1 所示雹云的集合体; 可将传播雹云看成是一组排列有序的图 1 所示雹云的集合体。

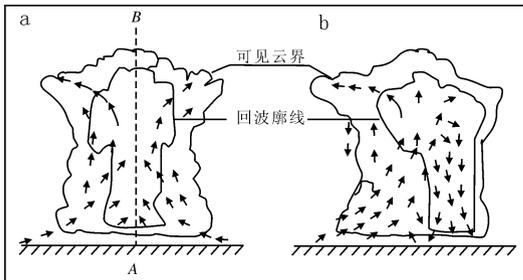


图 1 弱单体雹云结构模型

3 火箭防雹发射方式

火箭防雹作业技术是指因火箭发射点与雹云的相对位置产生变化后, 为最大限度满足作业目的及充分利用火箭所携带的催化剂 (提高催化剂的使用效益) 而采取的应对措施。火箭防雹发射

方式即是这一措施中备选的操作方法。参照三七高炮射击组合方式的设计理念和分类方法^[2], 依据火箭催化作业特征, 结合作业中的经验, 研究火箭防雹发射方式。

3.1 分类

以防雹火箭发射单点催化剂播撒轨迹的空间分布形态为依据分 4 类火箭防雹作业方式。

(1) 单线催化作业方式 (又称单箭催化作业方式) 催化剂播撒轨迹的空间分布形态为一段抛物线 (见图 2)。



图中粗实线段为催化剂播撒线段, 下同
图 2 单线催化作业方式示意图

(2) 伞型催化作业方式 催化剂播撒轨迹的空间分布形态为 >1 条抛物线, 同一火箭发射点以相同仰角向不同方位 (方位角间隔相等) 发射, 抛物线形似雨伞骨架 (见图 3)。

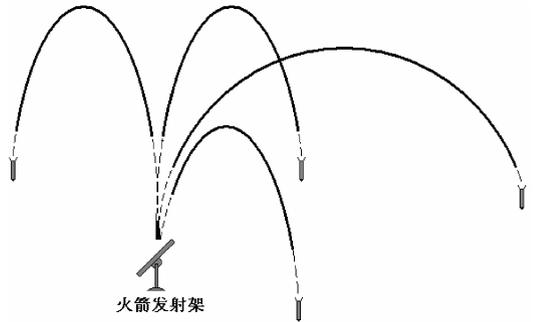


图 3 伞形催化作业方式示意图

(3) 垂直催化作业方式 催化剂播撒轨迹的空间分布形态为 >1 条抛物线, 同一火箭发射点以不同仰角、相同方位角发射, 各条抛物线位于同一垂直面上 (见图 4)。

(4) 立体催化作业方式 同一火箭发射点以方式 (2) 和方式 (3) 的组合形式作业 (见图 5)。

3.2 适用条件

3.2.1 单线催化作业方式 由图 2 可见, 催化剂播撒成一条线状, 依靠大气扩散和风吞噬周边

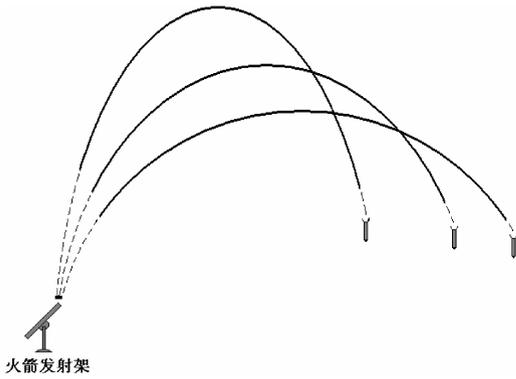


图4 垂直催化作业方式示意图

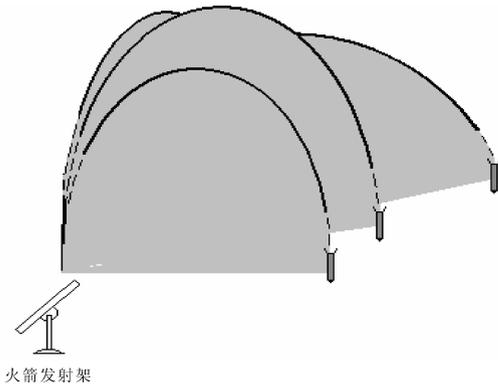


图5 立体催化作业方式示意图

的过冷水, 催化范围小, 影响能力有限, 在条件适合时作为辅助催化方式使用。

3.2.2 伞型催化作业方式 由图3可见, 催化剂播撒成伞骨状, 是一种水平催化范围最大的作业方式。影响能力很强, 适合作业点在雹区内, 并为多单体雹云作业时使用。

3.2.3 垂直催化作业方式 由图4可见, 催化剂播撒成一垂直的面, 是一种单位水平面上催化能力最强的作业方式。适合作业点对控制范围内的雹云进行重点催化作业时使用。

3.2.4 立体催化作业方式 由图5可见, 催化剂播撒成一较大的立体面, 是一种兼顾了伞型和垂直催化作业方式特点的综合催化作业方式。水平催化范围大, 单位水平面上催化能力强, 适合对多单体雹云进行重点催化, 同时兼顾对雹胚增长区判别模糊的区域作辅助催化作业时使用。

3.3 使用要求

3.3.1 原则 选择火箭防雹发射方式时, 应坚

持确保重点, 兼顾环境的原则。

重点——指对自然雹胚源区催化。这一区域的催化效益最高, 抑制冰雹增长效果最明显, 是火箭防雹的首选催化区域。

环境——指除去自然雹胚源区, 按下列顺序排列的二个部分: 一是疑似新单体的雹胚源区, 通过雷达回波分析得到, 有不确定性; 另一是冰雹增长区, 虽然冰雹已经生成, 还可以尽量抑制其长大, 但抑制能力较差。这两部分的总体催化效益低, 是火箭防雹的辅助催化区域。

3.3.2 射角的确定 在火箭防雹作业时, 确定射角考虑两个因素: 一是自然雹胚源区催化(对雹云进行重点催化时主要考虑的因素), 火箭催化剂播撒线段的50%应在雹胚源区内及下方, 此时火箭发射的仰角较大, 一般大于 75° ; 二是冰雹增长区催化(对雹云进行辅助催化和重点催化的间隙间考虑), 火箭催化剂播撒线段的70%应在冰雹增长区内及下方, 此时火箭发射仰角相对雹胚源区催化低。

3.3.3 方位的确定 对自然雹胚源区催化, 一个单体火箭发射方位选择1个, 在雹胚源区的中心点上。对冰雹增长区催化, 一个单体火箭发射方位可选择2~3个, 间隔一般小于 10° 。

4 结束语

随着防雹物理概念的变化与火箭防雹作业设备的更新, 在提高催化效率和防雹效果、简化作业方法上, 还需今后进一步研究。

参考文献:

- [1] 吕从中. 陕西省农业气候区划 [M]. 西安: 西安地图出版社, 1988: 54-55.
- [2] 梁谷, 李燕, 岳治国, 等. 高炮人工防雹作业技术分析 [J]. 陕西气象, 2010 (5): 23-26.
- [3] WMO Meeting of experts to review the present status of hail suppression [G]. WMO/TD-NO. 746, 1995.
- [4] 黄美元, 王昂生. 人工防雹导论 [M]. 北京: 科学出版社, 1980: 74-82.