

杨文霞 刘海月 张杏敏 韩根夫

(河北省人工影响天气办公室, 石家庄 050021)

提 要

分析 1996~1997 年 4 次冷涡雹暴过程中获取的闪电定位和 713 雷达回波资料。其结果表明:在降雹前 15 分钟,闪电次数存在一个酝酿和跃增过程,到降雹出现时,闪电次数达到最大值;降雹过后,闪电次数缓慢下降。其中云内闪电和总闪电频数分布与这一现象对应较好。通过对闪电闪击区域与地面降雹位置进行叠加和比较,发现两者吻合较好。应用闪电位置和强度资料与雷达回波图象相叠加,发现闪电出现频繁的区域,正好对应于雷达强回波区。

关键词: 雹暴 闪电特征 分析

引 言

Reynolds 等^[1]曾经指出,雹粒子与冰晶在碰撞时可分离电荷。此种起电机制的物理原因之一是在雹粒与冰晶碰撞处存在温度梯度。当离子沿着温度梯度进行扩散时,由于 H^+ 离子的迁移率远大于 OH^- 离子,因而在较低温度的冰晶一侧出现较多的 H^+ 离子,从而带有正电荷。在雹粒上聚积较多的 OH^- 离子,因而具有负电荷。在重力作用下,积云内的电荷进一步分离,就会逐步形成几个不同极性的空间电荷中心,随着云内电场的逐渐增强,就会在云内和云地之间产生极强烈的放电过程。由此可见,云中闪电活动的强弱与冰雹云的发生、发展和演变息息相关。因此,研究闪电活动与冰雹云的关系,并试图根据闪电定位系统获取的云中闪电活动规律来研究冰雹云的发生、发展情况,对于冰雹云识别和进行有目的的人工防雷作业都是非常有意义的。

1 观测仪器与资料获取

我们应用中国科技大学与中国气象科学

研究院合作生产的单站闪电探测定位系统进行探测,该系统设在石家庄市河北省气象局业务楼顶,可连续监测半径为 300km 范围内的闪电位置、强度和极性。该系统自 1995 年 9 月安装至今,已获取 2 年多的闪电定位资料,本文对 1996~1997 年受冷涡影响的 4 次降雹过程的冰雹云闪电定位资料和设在石家庄市河北省气象局业务楼顶的 5cm713 天气雷达探测的冰雹云雷达回波资料进行分析。

4 次降雹过程基本情况如附表所示。

2 闪电特征分析

应用 4 次降雹过程中获取的闪电计数资料分别对每次降雹(一次降雹过程可能有几次降雹)的前期、期间和后期的闪电频数进行时间分析,发现在降雹前和降雹开始后存在两种类型的时间分布(见图 1a),在降雹开始前,闪电频数随时间存在一个缓慢增加的酝酿过程;当降雹开始时,闪电频数突然跃增,出现最大值;降雹出现后,维持一个相对高的频数,下降比较缓慢,10min 以后才下降较快。这一规律在云内闪电和总闪电频数分布

中表现比较明显。另外,从分布图中还可以看出,在降雹开始前,每 5min 平均总闪电频数

在 20 以下;当降雹开始后,迅速跃增到每 5min 24 次以上。

附表 4 次降雹过程基本情况

| 时间 | 影响系统 | 降雹情况 |
|-----------------|------|-----------------------------------|
| 1996 年 5 月 26 日 | 华北冷涡 | 14 个测站降雹,历时 7 小时,冰雹最大直径 3cm,雹灾严重。 |
| 1997 年 4 月 28 日 | 华北冷涡 | 河北中南部 3 个测站降雹,冰雹最大直径 2cm。 |
| 1997 年 6 月 19 日 | 东蒙冷涡 | 河北中南部 5 个测站降雹。 |
| 1997 年 7 月 6 日 | 东蒙冷涡 | 10 个测站降雹,历时 6 小时,冰雹最大直径 3cm,雹灾严重。 |

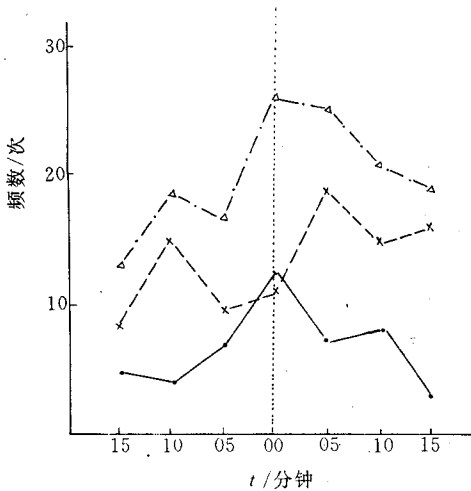


图 1a 降雹出现期间平均闪电频数随时间分布
实线为云内闪电,虚线为云地闪电,点虚线为总闪电

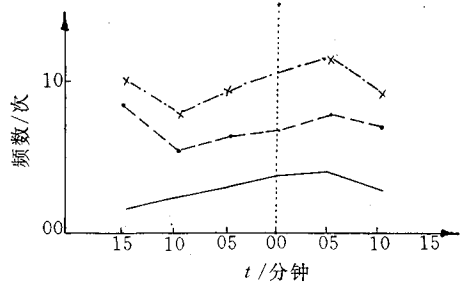


图 1b 雷雨出现期间平均闪电频数随时间分布
实线为云内闪电,虚线为云地闪电,点虚线为总闪电

应用 1998 年 7 月 13 日和 1998 年 7 月 15 日的两次副高后部雷雨过程中获取的闪电计数资料,用同样方法进行分析,结果见图 1b。与图 1a 相比较发现,雷雨过程闪电频数变化较平缓,雷雨开始时闪电频数没有跃增过程,降雨后,闪电频数继续缓慢增加,5min 后才逐渐下降。

图 2、3 分别给出了 1996 年 5 月 26 日和 1997 年 7 月 6 日两次降雹过程中每小时闪电包络线和降雹地理分布。1996 年 5 月 26 日降雹从 12 时 04 分曲阳站开始,经定州、辛集、赵县、邢台、沙河、武安到涉县 19 时 18 分

止,共历时 7 小时 14 分,有 14 个站降雹,形成一个自北向南的雹击带。从图 2 可以看出,12~19 时的闪电包络线与雹击带的走向基本一致;但闪电包络线移动的轴线有偏向降雹移动轴线左侧的趋势,即降雹往往发生在闪电包络线的右侧。1997 年 7 月 6 日为多个闪电包络线(闪电中心)共存的降雹情况(见图 3),在图的上部和下部分别为 A 和 C 闪电中心(点线),A 存在于 14 和 15 时,而 C 则出现在 15 时和 17 时;B 闪电包络线(闪电中心)存在的时间较长(实线),从 14 时一直延续到 18 时;18 时以后又生成新的闪电中心

D(虚线),D于20时以后消亡。当日降雹14时从阳原开始,经唐县、涞源、赵县、望都、交河、饶阳、泊头到东光、沧州20时止,历时6小时,形成一个自西北向东南方向发展的雹击带,降雹发展时,多个闪电中心并存,但降雹也往往出现在闪电中心的右侧,与1996年5月26日的情况基本一致。

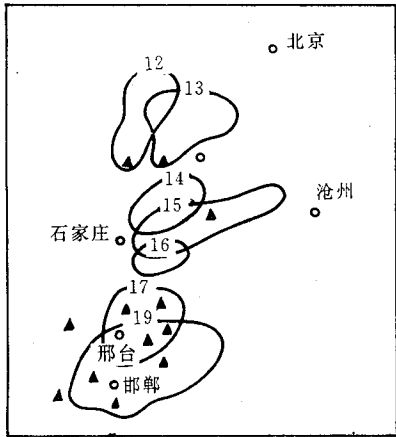


图2 1996年5月26日每小时闪电包络线和降雹分布

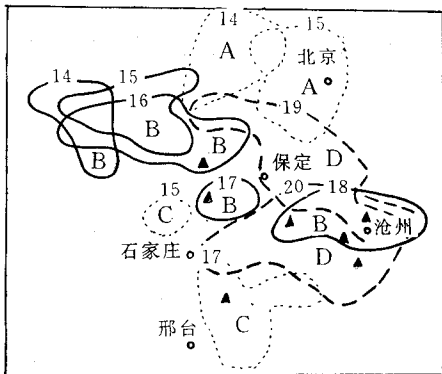


图3 1997年7月6日每小时闪电包络线和降雹分布

与闪电的叠加,图中数字为dBz,从图中可以看出,闪电位置和强度与雷达回波吻合较好,闪电出现频繁的区域正好位于雷达强回波区。

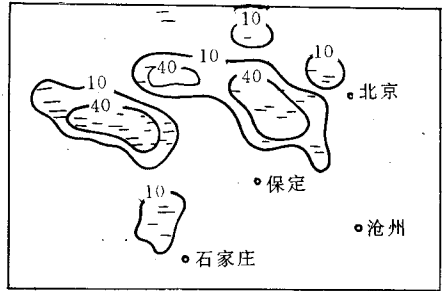


图4 1997年7月6日15时闪电定位与雷达回波叠加

3 结论与讨论

3.1 发现闪电发生频数与降雹出现有关,在降雹出现前15min,闪电频数存在一个酝酿增加的过程,降雹前闪电总频数每5min平均出现20次以下;降雹开始时,闪电突然跃增到5min平均出现25次以上;降雹开始后10min以内,闪电频数下降较慢,10min后,下降很快。这一现象可能与降雹开始后,降雹存在一定的持续时间有关。

3.2 地面雹击带与闪击带的走向基本一致,但降雹落区有位于闪击带右侧的趋势,这说明,降雹区为雹暴的下沉气流区,而位于闪电中心的区域可能存在着新的上升气流。

3.3 从以上的资料中还可以看出,两次降雹过程中,闪电中心的分布存在一定的差异,1996年5月26日的雹暴基本存在一个闪电中心,而1997年7月6日的雹暴则在同一时间出现几个闪电中心。这一现象可能与雹暴的发生类型有关,前者可能属于超级单体雹暴,而后者可能是多单体雹暴,这种情况还可以从图4中的雷达回波来证实,在图4中同时存在几个强回波中心,这可能是多单体结

图4为1997年7月6日15时雷达回波

构的雹暴所造成的。

3.4 从雷达回波与闪电资料的叠加和比较(图4)可以发现,在闪电频繁发生的区域,正好对应于雷达强回波区,这是否可以说在闪电频繁发生的区域有较多和较大的降水粒子

(或冰雹粒子)存在。

参考文献

- 1 Reynolds, S. E., M. Brook and M. F. Gourley. Thunderstorm charge separation. *J. Meteor.* 1957, 14(5): 426~436.

An Analysis of Lighting Characters of Cold Vortex Hailstorm

Yang Wenxia Liu Haiyue Zhang Xingmin Han Genfu

(Weather Modification Office of Heibe Province, Shijiazhuang 050021)

Abstract

The data of single-station lightning detection and ranging system and 713 radar echoes achieved from 4 cold vortex hailstorm events from 1996 to 1997 are analyzed. The results show that the number of times of lightning have a brewing and leaping procedure before the hail begins to drop 5 minutes, it reaches the maximum when the hail begins to drop and after the hail dropping it descends slowly. The distribution of cloud discharge and total lightning frequency corresponds with this phenomenon better. Comparing the ground area hit by lightnings and the ground place of hails dropping on, it is found that the area coincides with the place well. Put the lightnings' place and the intensity data on top of the radar echoes picture, it is found that the place where lightnings appear frequently is just the place where the radar echoes are strong.

Key Words: hailstrom lightning characters analysis