

“96.8”河北特大暴雨雷达回波和闪电资料特征

尤凤春 景 华 李江波

(河北省气象台,石家庄 050021)

提 要

以 713 雷达回波和闪电资料为主,并结合逐小时非常规气象观测资料,分析了 1996 年 8 月 3~5 日河北省西南部特大暴雨雷达回波和闪电资料特征,表明此次降雨过程为混合性降雨,且雷达回波的强度和云地闪的次数、强度和降雨的性质、强度、范围以及中尺度对流系统的发展有一定的指示意义。

关键词: 雷达回波 闪电 特大暴雨

引 言

1996 年 8 月 3~5 日河北省西南部地区发生了自“63.8”以来的特大暴雨过程(简称“96.8”特大暴雨)。这次过程是 9608 号台风低压外围产生的中尺度对流云团北上影响所致^[1]。而近年来,雷达和闪电资料越来越多地被用于研究中尺度对流系统。高原大气物理研究所和北京大学陶祖钰教授等人的闪电资料在防雷中的应用^[2]、雷达和闪电资料的对比应用^[3]、京津冀地区闪电的气候分析^[4]以及闪电活动和中尺度对流系统的关系^[5]等方面的研究做了许多工作。本文结合逐小时降

雨量,分析了“96.8”特大暴雨的雷达回波和闪电资料,进一步分析了这次特大暴雨的降雨性质、强度以及分布的特点,为雷达和闪电资料在同类影响系统天气过程中的应用积累经验。

1 雷达回波特征分析

我们利用石家庄的 713 天气雷达立体扫描资料,绘制了 1996 年 8 月 4 日 08~20 时雷达回波通过强降雨中心南北方向的逐小时演变的 RHI 剖面图(图 1),并结合平面显示图(PPI)对这次河北省特大暴雨过程的雷达回波进行了分析。

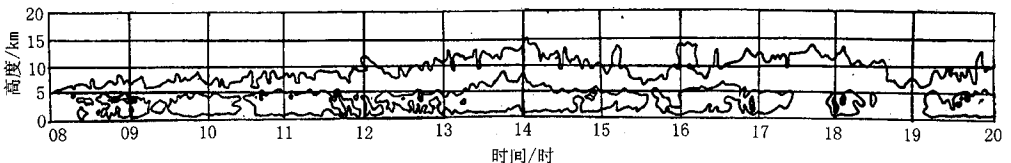


图 1 1996 年 8 月 4 日过强降雨中心南北向 RHI 回波的逐小时演变图

(图中回波强度由外到内强度依次为 10dBz、30dBz、50dBz)

1.1 8 月 4 日上午以层状云降水为主

在这次特大暴雨过程中,从图 1 并结合逐小时 PPI 图(略)可以看出:4 日上午 08 时到 11 时左右,以层状云降水为主。主要表现在 PPI 回波图上回波面积大,呈“片”状,回波相对比较均匀,最大回波强度小于 40dBz; RHI 图上回波及地,回波顶较平坦,回波顶高大约在 7~8km 之间,最高不超过 9km,这

表明对流发展不旺盛。在 09 时左右,4.5km 附近有明显的零度层亮带存在,而零度层亮带是层状云降水回波的一个重要特征。层状云降水回波对应的天气现象是连续性降水,从石家庄站逐小时降雨量可以证实上午 08 时至 11 时为稳定性连续降雨,且降雨量不大。

1.2 午后至前半夜伴有强对流性降水

图1中从12~18时,回波顶逐渐升高,起伏较大,平均高度在10~14km,特别是在13~15时,16~18时垂直发展旺盛,回波顶高大于10km,甚至高达15km(14时左右)。此外从图1中还可见到相对强回波主要集中在对流层中下部,这是以降水为主的对流性回波的重要特征。从石家庄站4日18时PPI图(图2)可见,测站被强回波所包围,几乎是一圆形,块状结构明显,层次清楚,测站西部35km处有一圆形对流单体回波,正南方向40km处有一带状强回波,两者强度均达50dBz,此时对流发展最为强盛,雨量也相应最大。35km处的圆形对流单体造成了井陘站17~18时1小时80mm的强降雨,这也是此次大暴雨过程中的1小时最大雨量值(气象站)。19~21时回波顶高有所下降,但仍在9~12km左右,对流有所减弱。

中尺度云团由多个对流单体组成,其水平尺度约在10~20km左右,特别是17时至18时表现最为明显,此时只有井陘降雨达每小时80mm,而其周围的平山站、石家庄站、赞皇站降雨都在20mm以下。

以上分析可以看出此次降雨过程为对流云与层状云的混合性降雨,而较强的降雨则为中尺度强对流云团所致。

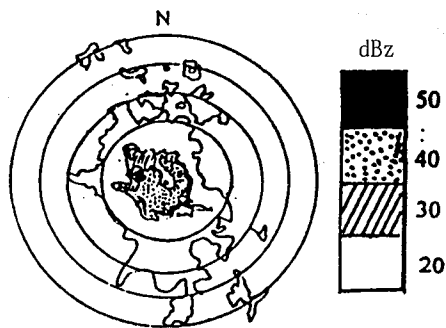


图2 1996年8月4日18时07分石家庄测站雷达PPI回波

2 闪电特征分析

闪电是对流过程中伴随的大气电现象,通过对闪电的测量可以间接地了解大气中的对流活动。石家庄的单站闪电探测定位系统可连续监测半径为300km范围的闪电位置强度和极性。我们应用该系统测定的1996年8月4日强降雨中心石家庄市至邢台市的闪电资料和两市的逐小时降雨资料,分别制作了云地闪发生次数、强度随时间变化图(图3、图4)以及强降雨中心及其附近范围1小时最大降雨量和平均降雨量随时间变化图(图5)。

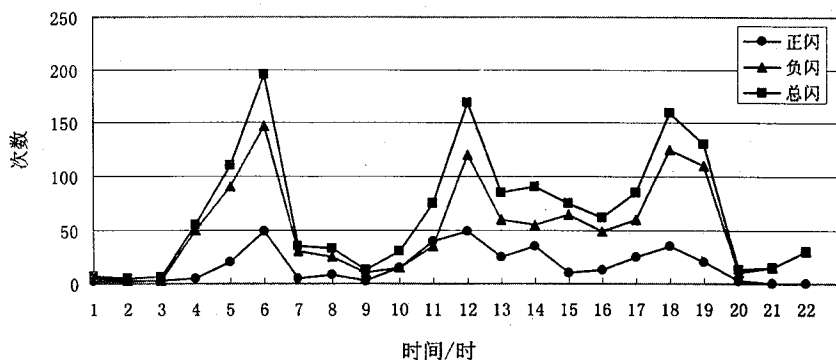


图3 1996年8月4日云地闪发生次数随时间变化

2.1 闪电次数的变化特征及其与降水性质的关系

由图3可见,本次过程4日上午7~11时闪电次数明显偏少,而午后12~19时闪电

比较活跃,这说明上午以稳定性降雨为主,下午对流较活跃,以对流性降雨为主^[5]。这与713雷达回波分析结果一致。

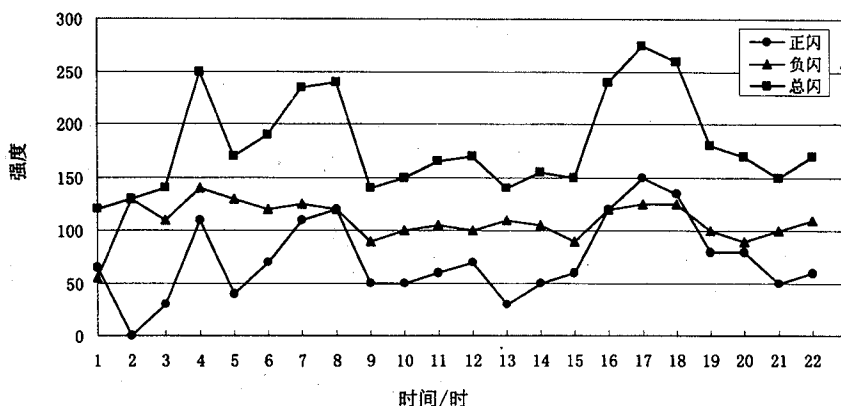


图4 1996年8月4日云地闪发生强度随时间变化

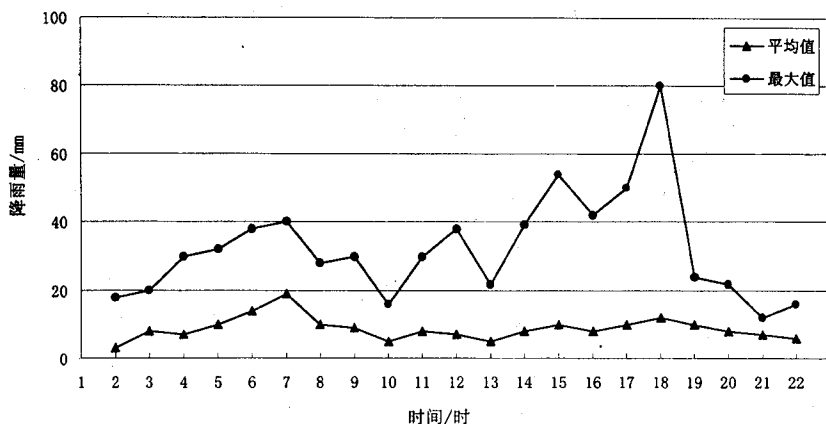


图5 1996年8月4日强降雨中心及其附近范围1小时最大降雨量随时间变化

从图3还可以看到,本次降雨过程,负闪电次数大部分时间大于正闪电次数。这与本地区闪电的基本气候特征^[4]是一致的。只有在9~10时正、负闪电次数相当,10~11时正闪电次数大于负闪电次数。结合雷达回波分析,可见正闪电发生在回波较均匀的层状降水区,而负闪电则集中发生在回波强度较大的强对流降水区。这一结果与 Rultidge 和 Macgorman (1988)在对一个中尺度对流系统中的云地闪的个例分析^{[6][4]}所得的结论相一致。

2.2 闪电次数与降水强度和降水范围的关系

每一次较强降雨大多都伴有一次闪电(以负闪为主)的高峰出现。图3中6时、12时、18时各有一次较明显的闪电高峰出现。图5中1小时最大降雨量在6时、12时、18

时前后也各有一峰值出现,而平均降雨量的峰值在6时、18时前后较明显,这说明在这两个时次前后不仅降雨强度较大,而且降雨范围也较大,为较大范围的对流性降水。相反,在12时前后虽然降雨强度较大,而平均降雨量的峰值不明显,说明强降雨范围较小,为局部对流性降水,降雨量分布不均匀。

在正闪电次数大于负闪电次数的9~11时中,1小时最大降雨量均相对较小(图5),表明降雨强度较弱。这与文献^[7]中闪电与降水率关系的结论较一致。

2.3 正、负闪电强度与中尺度对流活动的关系

本次降雨过程,从图4可见,负闪电强度大部分时间大于正闪电强度,只有在16时正闪、负闪电强度相当;17时正闪电强度迅速加大,大

于负闪强度并达到这一日的最大值;18时正闪强度略有减小,但仍大于负闪强度;19时正闪强度迅速减小,小于负闪强度。而从卫星云图上看^[1],16时中尺度对流云团北上,在河北省西南部发展成中- α 尺度云团,17~18时迅速发展,形成中尺度对流辐合体(MCC),19时云团迅速减弱。可见MCC的形成发展到衰弱,在正负闪强度的变化上有一定的反映。

2.4 闪电强度和闪电次数峰值的关系

由图3、图4可见,闪电强度的峰值超前闪电次数的峰值。如4时、17时闪电强度达到峰值,而闪电次数达到峰值的时间分别为6时和18时。这可能是对流发展过程中,初次放电所释放的能量最大,而在闪电活动最频繁的成熟阶段,每次放电所释放的电量反而较小造成的。这一点在文献[4]中也有类似的论述。

3 小结与讨论

(1) 雷达回波和闪电资料的特征都表明“96.8”特大暴雨过程是对流云与层状云的混合性降水,但较强的降雨则为多单体的中尺度强对流云团所致。

(2) 云地闪发生次数对降雨性质、降雨强度以及降雨范围具有一定的指示意义,但

这些关系还需今后进一步探讨。

(3) 云地闪的强度与对流单体的强度变化有一定的对应关系,这些关系也有待进一步验证。特别是正、负闪强度的变化与MCC发生、发展到衰减的对应关系,如果经过验证具有普遍性,那么这对提高中尺度强对流天气临近预报的准确性具有重要意义。

致谢: 本文部分资料由河北省人工影响天气办公室的赵亚民、李云川高级工程师提供,谨致谢意。

参考文献

- 1 胡欣等. 海河南系“96.8”特大暴雨的天气剖析. 气象, 1998, 24(5): 8~13.
- 2 叶宗秀等. 冰雹云闪电频数特征及其在防雹中的应用, 高原气象, 1982, 1: 53~59.
- 3 金鞍等. 六盘山区两次切变线过程的地闪特征及其与雷达回波的对比观测. 气象学报, 1989, 46(1): 59~66.
- 4 陶祖钰等. 京津冀地区闪电的气候分析. 气象学报, 1993, 51(3): 325~332.
- 5 石定朴等. 闪电活动和中小尺度对流系统. 中尺度气象文集. 北京: 气象出版社, 1993, 202~208.
- 6 Rutledge S A, et al. Cloud-ground lightning activity in the 10~11 June 1985 mesoscale convective system observed during the Oklahoma-Kansas PRE-STORM Project. Mon Wea Rev, 1988, 116: 1393~1408.
- 7 魏锦成等. 闪电定位资料应用于雷暴天气监测与诊断的个例分析. 气象, 1997, 23(12): 39~42.

Features of Lightning Data and Radar Echo of a Heavy Torrential Rain in Hebei Province

You Fengchun Jing Hua Li Jiangbo

(Hebei Meteorological Observatory, Shijiazhuang 050021)

Abstract

The characteristic of lightning data and radar echo of the heavy torrential rain happened in southwest of Hebei during August 3—5 in 1996 was analyzed by the lightning data, 713 radar echo and non-conventional observational data every hour. The results show that the rainfall process is a mixed rainfall, and the number of cloud-to-ground lightning, lightning intensity, and the intensity of radar echo have a instructive meaning on rainfall intensity, rainfall distribution and the development of the mesoscale convective system.

Key Words: radar echo lightning heavy torrential rain