

北京地区闪电特征初探

何 晖 李宏宇

(北京市人工影响天气办公室,北京 100089)

摘要 对信息产业部第 22 所研制的 XDD03 A 雷电探测系统获取的 2000 ~ 2003 年北京地区云 - 地闪电资料进行了闪电的日变化、月变化、闪电的强度、闪电密度、极性等方面的分析,研究了北京地区的闪电分布特征。结果表明:云地闪中负闪占大多数;正闪的平均强度大于负闪;闪电的发生有明显的日变化,呈双峰双谷形式,最多闪电日数出现在 7 月和 8 月,几乎每天都出现闪电,而闪电次数最多则出现于 8 月份。北京地区闪电分布主要集中于 4 个区域,闪电的空间分布与地形及下垫面的性质有关。

关键词 闪电定位系统 云地闪 密度

引言

闪电是对流天气中经常伴有的大气电现象。因此,分析闪电特征及其时空分布可以间接了解对流天气系统的结构及其演变规律。近年来,随着雷电探测技术的发展,闪电定位系统在对流云风暴观测中越来越得到重视。国内外气象工作者曾作过不少的研究工作,Reap 等^[1](1989)对 1985 和 1986 年 2 年 4 ~ 9 月美国国家强风暴实验室(NSSL)的闪电观测网取得的闪电资料进行分析,在闪电的日变化和地理分布等方面得到了不少有意义的结果。陶祖钰等^[2](1991)利用 LLP80-02 型闪电定位系统获取的资料对京津冀地区 1989 和 1990 年 2 年夏季闪电的气候特征进行了分析,并将所得结果与美国俄克拉何马及堪萨斯州的闪电气候特征进行了对比。冯桂力等^[3]利用 1998 ~ 2000 年山东地区闪电探测网获取的云地闪资料对山东地区的雷电分布特征进行了研究。本文利用 XDD03 A 雷电探测系统提供的 2000 ~ 2003 年 4 年的云地闪电资料对北京地区闪电活动的基本特征进行分析。以期加深对该地区强对流天气气候规律的认识。

1 资料和分析方法

本文所用的闪电资料由信息产业部第 22 所研制

的 XDD03 A 雷电探测系统所提供。该系统通过环形天线接收东西与南北向的两路磁场信号来测定闪电的方向,其距离定位采用所接收的闪电信号本身所携带的信息进行测定。该系统可以全天候监测 500 km 范围内的地闪,给出地闪出现的时间、位置、强度和极性。该系统由 4 个单站(海淀、房山、延庆、平谷)和 1 个主站(海淀)组成,其分布如图 1 所示。系统定位采用多站方位汇交和到达时间差综合算法定位。

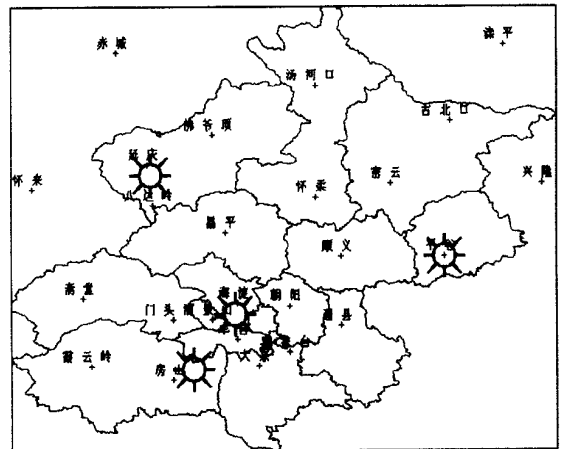


图 1 北京市雷电探测网布局

为了分析闪电的基本气候概况,本文首先分析了北京地区 2000 ~ 2003 年这 4 年中 5 ~ 10 月的闪

“十五”国家科技攻关计划重大项目“人工增雨技术研究及示范”课题资助

作者简介:何晖,男,1977 年生,硕士,工程师,主要从事人工影响天气工作,Email: hehui307@yahoo.com.cn

收稿日期:2005 年 3 月 13 日;定稿日期:2005 年 6 月 1 日

电概况,包括闪电的次数及正闪和负闪的比例及各自的平均强度。为了分析闪电日变化规律,分别统计了 23:30 至次日 23:30 每小时内闪电总数,绘制成相应的闪电日变化曲线,并统计了这 4 年的 5~10 月每月的闪电日数及闪电次数,对闪电的月变化规律进行了分析。将整个区域分成 25×25 的正方形网格,网格距为 0.2 个经纬距。然后统计位于每个格点周围 ± 0.1 个经纬距范围内的闪电总数(以下简称闪电密度)。通过分析等密度线来分析闪电的空间分布。为了进一步分析闪电空间分布的日变化,用同样的方法绘制了 01:00~06:00,07:00~12:00,13:00~18:00 及 19:00~24:00 4 个时段的闪电密度分布图。

2 闪电概况

2000~2003 年的 5~10 月共 624 个闪电日(指至少记录到 1 个闪电的天数),共发生云地闪 201479 次,每个闪电资料包括时间、位置(经纬度)、性质(正、负)和电流强度等 4 个参数。表 1 给出了 201479 个闪电的平均特征。从表 1 可以看出,闪电大部分为负闪,占 87.18%,正闪仅占 12.82%,这主要是因为对流云中负电荷主要位于云体的下部,正电荷主要位于云体的上部,因此云的主体部分和地面之间的放电大多为负闪。但正闪的平均强度为 3900.528 A,略高于负闪。此观测结果与冯桂力等观测结果一致,他对此的解释是由于负闪的发生机会明显高于正闪,致使云中负电荷所造成的电场强度还没有达到很高,云地放电就发生了^[3]。

表 1 闪电总体特征

	闪电次数	百分率/%	平均强度/A
负闪	175641	87.18	3782.56
正闪	25838	12.82	3900.53
合计	201479	100	3797.69

3 闪电的日变化

研究闪电的日变化特征可以用逐时正负闪电次数的变化曲线、逐时正负闪电次数占各自闪电总数的百分率的日变化曲线来表示。

从图 2 可以看出,闪电的发生存在明显的日变化,正闪和负闪次数的日变化基本相似,呈双峰双谷形式,2 个峰值出现于 17:00 和 04:00,2 个谷值则出现在 09:00 和 23:00,其中在 16:00~17:00 达到

最大,在 09:00 左右达到最小。从此曲线可以看出,闪电次数的日变化和对流在午后发展,傍晚达到最强的日变化规律相一致。

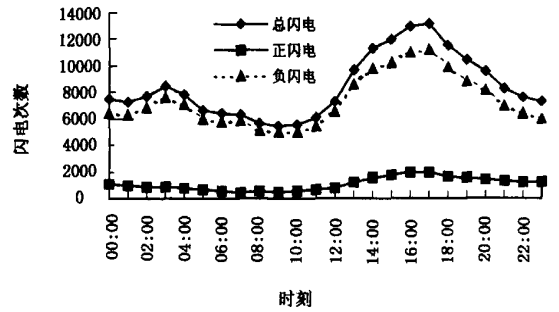


图 2 闪电的日变化曲线

从图 3 逐时正负闪电次数占各自总闪电次数的百分率日变化曲线来看,虽然正负闪电均呈现双峰双谷的形式,但二者的变化规律存在不同之处,首先,正闪次数的日变化较负闪大。其次,傍晚前后正闪次数的减少较负闪缓慢。

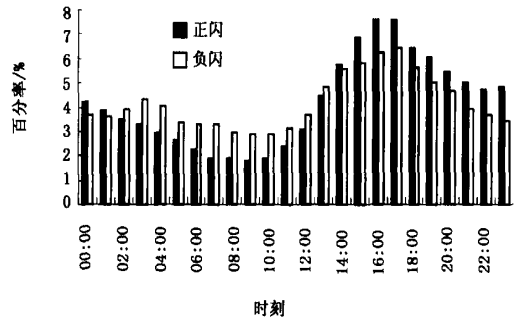


图 3 逐时正负闪电次数占各自闪电总数的百分率日变化曲线

4 闪电的月变化

将 2000~2003 年 5~10 月每月的闪电次数及闪电日数做成直方图(图 4),可以看出,最多闪电日数出现在 7 月和 8 月,几乎每天都出现闪电,而闪电次数最多则出现于 8 月份,这是因为盛夏时对流旺盛,云体发展高,有利于云内正负电荷在不同部位的形成和累积,所以闪电次数多。

5 闪电的空间分布

将整个区域分成 25×25 的正方形网格,网格距为 0.2 个经纬距,用在每个正方形面积中的闪电数(密度)来分析闪电的空间分布特征,从图 5 所给

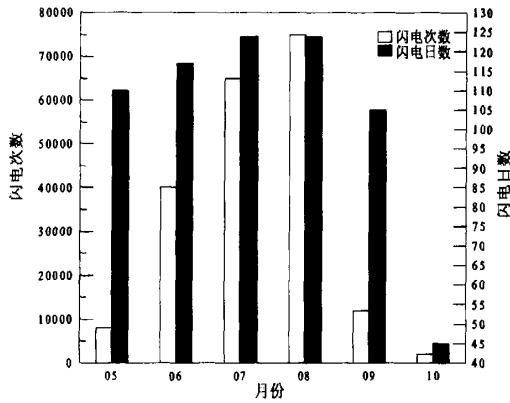


图4 5~10月闪电次数及闪电日数分布

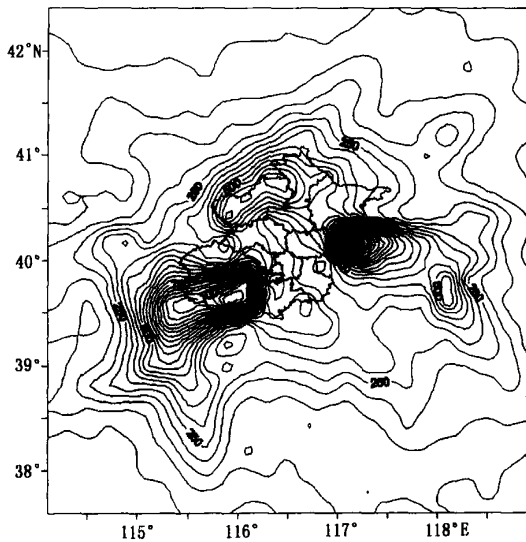


图5 总闪电的空间密度分布(等值线间隔为50次)

的闪电密度看出,闪电分布主要集中在4个区域。第1个区域位于北京东北方的潮白河流域和燕山山脉,这是闪电活动最频繁的区域,最大闪电密度达1694次,第2个区域位于拒马河流域,第3个区域位于北京西北向的延庆一带,也是燕山山地,第4个区域位于渤海湾的海河入海口。可以看出此4个区域均和山脉、河流的地形密切相关。图6为正负闪电密度分布图,同样可以清楚地看出负闪比正闪发生频数多的特点。从图6可以看出,正负闪电的密度分布与总闪电的密度分布基本一致,也主要集中于以上4个区域。

为进一步研究闪电的日变化规律,图7给出了4个时段的总闪分布。它们分别与对流发展的不同阶段相对应。在07:00~12:00,上午对流活动通常不活跃,闪电密度较小,最大值为279次,闪电主要集中在拒马河流域及潮白河流域附近。13:00~18:00受太阳辐射的加热作用,低层空气出现不稳定,容易出现对流天气,该时段闪电活动最为活跃,闪电最大密度为481次,北京西北方向的延庆一带即燕山山脉的闪电区是在午后才形成的。到19:00~24:00,由于地面辐射冷却,低层空气趋于稳定,对流活动明显减弱,尤其是北京西北方向的延庆一带即燕山山脉减少尤为明显。01:00~06:00时段对流活动与19:00~24:00时段相差不大,但在部分区域,比如,拒马河流域对流活动则有所加强。吴正华

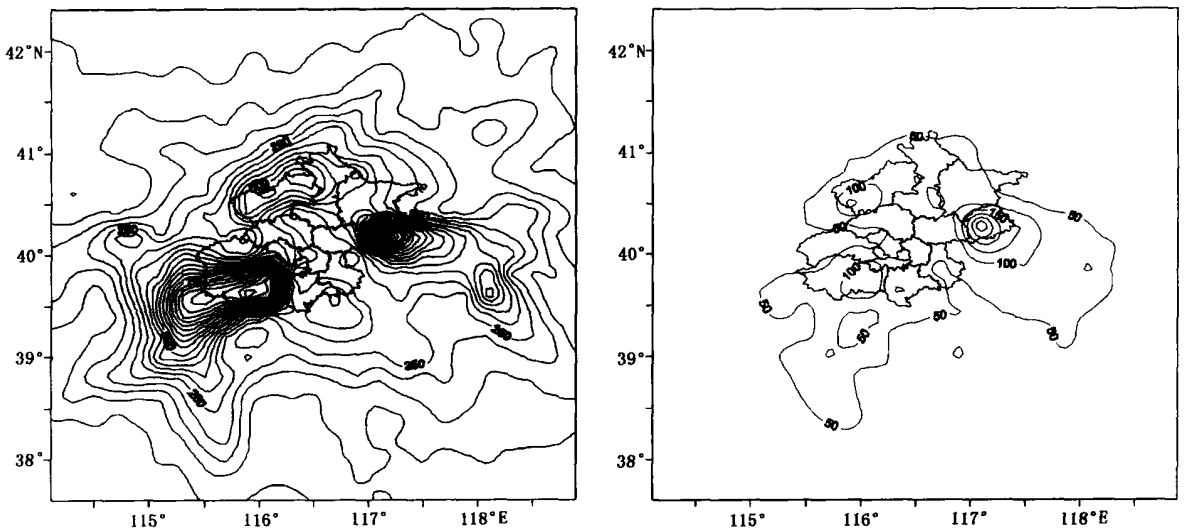


图6 正负闪电的密度分布(左为负闪,右为正闪,等值线间隔为50次)

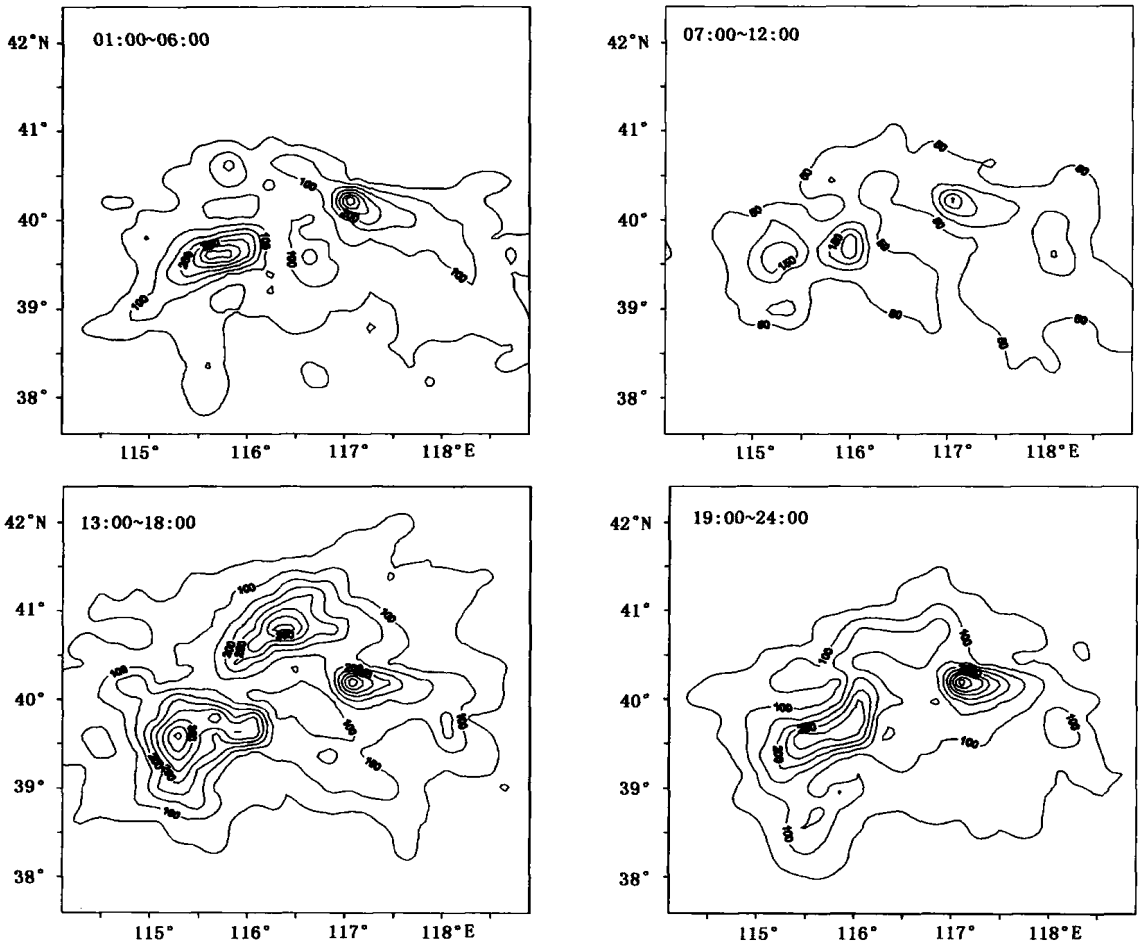


图 7 总闪电在 4 个时段内的密度分布(等值线间隔为 50 次)

通过收集整理 30 余年京津冀地区 45 个地面气象站历年夏季逐时降水资料也发现京津冀地区夏季在凌晨出现降水气候概率峰值,并指出此现象“尤其值得研究”^[4]。冯桂力等^[3]指出出现这种情况的原因是由于夜间有中低云的存在,一方面为对流的发展提供了水汽,另一方面阻碍了地面的辐射降温,同时云层上部又向太空发出长波辐射,这一切促进了对流的发生和发展。

另外,将图 7 与图 2 相结合,可以发现在拒马河流域与潮白河流域闪电的日变化符合图 2 的双峰形式,而在燕山山地闪电的日变化却无此双峰分布。

6 结论

本文对 2000 ~ 2003 年北京地区闪电分布特征进行了分析,得出以下主要结果:

(1) 云地闪电中负闪占绝大多数,占 87.18%,正闪电仅占 12.82%。

(2) 正闪的平均强度大于负闪。正闪的平均电流强度为 3900.53 A,负闪的平均电流强度为 3782.56 A。

(3) 闪电的发生有明显的日变化,总体呈双峰双谷形式,在 17:00 和 04:00 为 2 个峰值,2 个谷值分别出现在 09:00 和 23:00。正闪次数的日变化较负闪大。

(4) 通过闪电发生月变化的分析可以看出,最多闪电日数出现在 7 月和 8 月,几乎每天都出现闪电,而闪电次数最多则出现于 8 月份。

(5) 闪电的发生与地形密切相关,闪电主要集中于以下 4 个区域。第 1 个区域位于北京东北方的潮白河流域和燕山山脉,这是闪电活动最频繁的区域,第 2 个区域位于拒马河流域,第 3 个区域位于北京西北向的延庆一带,也是燕山山地,第 4 个区域位于渤海湾的海河入海口。

参考文献

- 1 Reap R M, MacGorman D R. Cloud-to-ground lightning climatological characteristics and relationships to motion fields, radar observations, and severe local storms. *Mon Wea Rev*, 1988, 117: 518 - 535
- 2 陶祖钰, 赵昕奕. 京津冀地区闪电的气候分析. *气象学报*, 1993, 51(3): 325 - 332
- 3 冯桂力, 陈文选, 刘诗军, 等. 山东地区闪电的特征分析. *应用气象学报*, 2002, 13(3): 347 - 355
- 4 吴正华. 京津冀夏季短历时降水气候分析. *大气科学*, 1993, 17(3): 268 - 273

Preliminary Analysis of Lightning Characteristics in Beijing

He Hui Li Hongyu

(Beijing Weather Modification Office, Beijing 100089)

Abstract: Based on the cloud-to-ground (CG) data from 2000 to 2003 collected by the XDDO3A lightning detection system in Beijing, a study was made of the daily and monthly lightning variation, as well as lightning intensity, polarity and density, etc., and the climatic characteristics of lightning in Beijing was analyzed. The results show that most cloud-to-ground flashes are negative; the mean intensities of positive CG flashes are bigger than those of the negatives; the CG flashes have a daily variation characteristic of two peaks and two valleys; the maximum number of lightning days was found in July and August (lightning occurs almost every day), and lightning occurs most frequently in August; and in Beijing, CG flashes occurred mostly in four areas, and the spatial distribution of lightning is related to the topography and the nature of the underlying surface.

Key words: lightning detection system, cloud-to-ground lightning, lightning density