

文章编号:1004-9045(2008)04-0359-04

2006—2007 年湖北地区云地闪电时空分布特征分析

王学良¹, 黄小彦¹, 刘学春¹, 王海军², 涂山山¹

(1.湖北省防雷中心, 武汉 430074; 2.湖北省气象信息与技术保障中心, 武汉 430074)

摘要: 采用湖北不同地理位置的 13 个雷击探测仪组成的闪电监测定位系统获取的 2006 年 3 月至 2008 年 2 月的云地闪电资料, 从闪电的极性分布、日变化、月变化、强度、闪电密度等方面研究了湖北地区云地闪电时空分布特征。结果表明: 云地闪电中负闪电占闪电总数的 96.3%, 平均闪电强度 32.33 kA; 正闪电占闪电总数的 3.7%, 平均闪电强度 42.24 kA; 闪电频次的日变化呈明显的单峰单谷型, 一日中, 最大值出现在 15—16 时, 最小值在 09—10 时; 一年中, 4—8 月闪电次数占全年闪电总数的 96.7%, 其中 7—8 月闪电次数最多; 正、负闪电的强度主要集中在 10~45 kA, 80% 以上闪电强度不大于 45 kA, 100 kA 以下的闪电次数约占闪电总数的 98.6%; 闪电密度分布呈明显的地域性差异, 鄂东南的嘉鱼、咸宁、黄石、鄂州一带为闪电高密度区, 鄂西的远安、宜昌、枝江一带为闪电次高密度区, 两个闪电高密度区基本上都发生在山区与丘陵、平原交接地带。

关键词: 云地闪电; 时空变化; 闪电强度; 闪电密度

中图分类号: P446

文献标识码: A

1 引言

闪电是一种复杂的大气物理现象, 是由带电荷的云层内部、云层与云层之间或者云层与大地(云地)之间一种长距离瞬间放电现象, 具有大电流、高电压、强电磁辐射等特征, 闪电特别是云对地间的闪电对国民经济建设有较大的危害, 常对地面建筑物或其他设施造成雷电灾害, 甚至人员伤亡。随着信息网络技术和现代高科技在各个领域的广泛应用, 闪电所造成的损失日趋严重, 对建筑物、计算机网络、信息处理系统等威胁尤其严重。因此, 近年来闪电相关方面的研究日益得到重视, 随着闪电定位技术的发展与完善, 国内外对闪电的研究报道也逐渐增多。

国内外学者在闪电特征等方面已作了不少探索。Orville 和 Haffines 对美国 1995—1997 年云地闪电资料进行了分析, 给出了闪电总数、正闪电百分率、闪电密度的地理分布特征^[1]; 何晖等^[2]利用 XDD03A 雷电探测系统获取的 2000—2003 年北京云—地闪资料, 对该地区闪电的日变化、月变化、闪电的强度、闪电的密度、极性等方面进行了分析研究; 冯桂力等^[3]利用 1998—2000 年山东地区雷电探测网获取的云对地闪电资料, 研究了山东地区闪电时空分布特征, 指出了闪电分布与地形和下垫面性质有关。上述研究都是根据本地区的闪电资料进行的, 由于闪电分布具有较强

的地域性, 而针对湖北地区进行闪电特性的研究还未见报道。

本文利用中国科学院空间科学与应用研究中心提供的由分布在湖北不同地理位置上的 13 个雷击探测仪组成的闪电监测定位系统获得的闪电资料, 对湖北地区云地闪电时空分布进行分析, 旨在进一步认识湖北地区雷电活动规律和闪电分布特性, 为该地区雷电灾害防御及雷击风险评估提供参考依据。

2 资料来源与统计方法

文中所采用的闪电资料来源于湖北省闪电监测定位系统探测的云地闪电资料, 雷击探测仪分布如图 1 所示。每份闪电资料包括闪电时间、地理位置(经纬度)、极性(正、负闪电)和闪电峰值电流强度等四个主要参数。

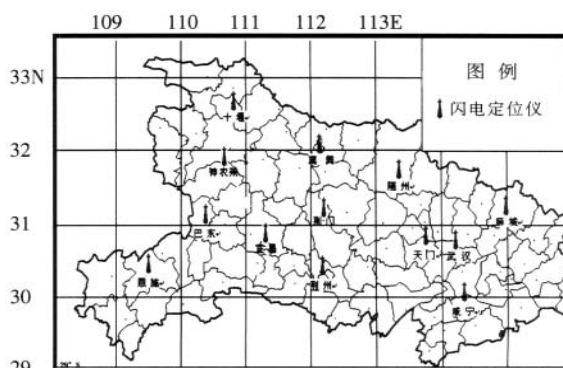


图 1 湖北省闪电定位探测站分布图

收稿日期: 2008-06-01; 定稿日期: 2008-07-10

基金项目: 湖北省气象局科技发展基金项目“湖北省雷电灾害时空特征研究”(2007Y03)资助

作者简介: 王学良, 男, 1962 年生, 高级工程师, 主要从事雷电防护技术和方法研究。E-mail: wxlwh@tom.com

采用 2006 年 3 月至 2008 年 2 月共 24 个月探测到的云地闪电(包括正、负闪电)资料,统计分析正、负闪电次数及其所占闪电总数的百分比;按照间隔 5 kA,把闪电强度 ≤ 100 kA 的闪电分成 20 个闪电强度段,分别统计各闪电强度段内的闪电次数及其占闪电总数的百分比,并统计各个闪电强度段的累积频率。一日中,按照整点时段如 00—01 时,01—02 时,...,22—23 时,23—00 时(北京时间)统计逐小时内闪电次数、一年中各月闪电次数采用两年平均数;根据湖北省各地区年平均闪电次数与该地区面积之比得出该地区的闪电密度(次/km²)。

3 结果与分析

3.1 闪电基本特性

2006 年 3 月至 2008 年 2 月共监测到云地间闪电 1 262 376 个,其中负闪电 1 215 548 个,占闪电总数的 96.3%, 平均闪电强度-32.33 kA; 正闪电 46 828 个,占闪电总数的 3.7%,平均闪电强度 42.24 kA。正闪电比例与许小峰等^[1]报道的美国 1992—1994 年正闪占闪电总数的 4%~5%一致,但与我国的北京、山东等地正闪百分比在 12%左右^[2-3]有一定差别。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绝大多数为负闪电;地域上的正、负闪电百分比的变化,可能与局地气候特征及对流云层结构有关,具体原因有待进一步研究。

3.2 闪电频次的日变化

图 2 给出了湖北地区闪电频次日变化。分析图 2 可知,湖北地区闪电频次的日变化呈明显的单峰单谷型,但凌晨 04—05 时有微弱的增加趋势,最大值出现在 15—16 时,最小值出现在 09—10 时。一年中,湖北地区 14—17 时,平均每小时内累计闪电次数在 50 000 次以上,1 小时最多累计闪电次数出现在 15—16 时,一小时内闪电次数多达 59 805 次;最少是 09—10 时,一小时内闪电次数 4 529 次,前者闪电次数是后者的 13 倍以上。一日中,从上午的 10 时至下午 16 时,每小时闪电次数呈快速增加趋势,每小时可增加 9 000 次以上;自下午 16 时开始,到次日上午 10 时止,每小时闪电次数明显减少,大约每小时减少 3 000 次以上。这说明湖北地区,从上午的 10 时始至下午 16 时止,发生对流性雷电天气呈明显的上升趋势,从 16 时至次日上午 10 时,发生对流性雷电天气逐渐减少。14—20 时闪电次数在 40 000 次以上,是湖北地区对流性雷电天气集中发生期,也是雷电防御的关键时段。

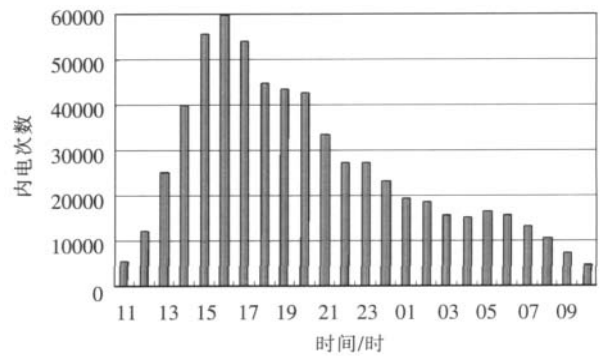


图 2 湖北地区闪电频次日变化图

3.3 闪电频次的月变化

2006 年 3 月至 2008 年 2 月云地闪监测资料显示,湖北地区年平均云地间闪电 631 188 次,4—8 月闪电 610 311 次,占全年闪电总数的 96.7%,其中正闪电 21 092 次,占闪电总数的 3.5%;9 月至次年 3 月闪电仅占全年闪电总数的 3.3%,其中正闪电占闪电总数的 11.1%。由图 3 可知,湖北地区 1—8 月闪电次数逐月增加,8—12 月闪电次数逐月减少,4—8 月是闪电集中发生期,7—8 月闪电次数最多,分别达 17 万次和 22 万次;9 月份急剧减少到 1.4 万次以下,12 月份闪电次数平均仅有 2 次。湖北地区闪电频次的月变化与多年平均雷电日数月变化基本相同^[4]。

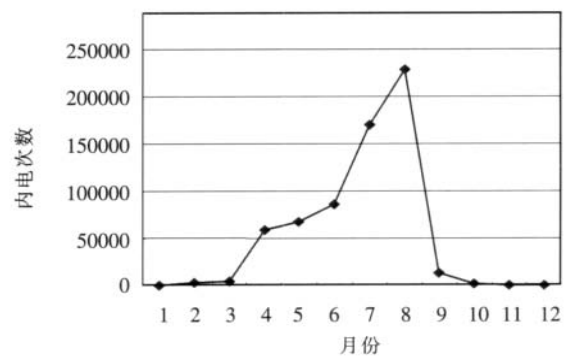


图 3 湖北地区闪电频次逐月变化图

3.4 闪电强度分布特征

图 4 给出了不同强度闪电频次的分布情况。由图可见,负闪电百分率和总闪电百分率曲线变化几乎完全一致,但正、负闪电分布曲线变化差异较大,其主要原因是因为负闪电次数占总闪电次数的 96%以上。闪电强度为 15~20 kA 时,正闪电百分率达最大值为 11.4%;闪电强度为 20~25 kA 时,负闪电百分率达最大值(16.1%),二者在闪电强度上相差 5 kA。闪电强度在 15~45 kA 时,负闪电百分率明显高于正闪电百分率,当闪电强度大于 45 kA 时,正闪电百分率反而比负闪电百分率高。闪电强度在 10~15 kA 时,正、负闪电百分率分别是 9.0%、5.4%,即正闪电百分率高于负闪电的;闪电强度不大于 5 kA 的正闪百分率仅占

0.2%,负闪电百分率占 1.6%。分析结果表明:正、负闪电的强度主要集中在 10~45 kA,因此,在雷电防护方面应重点加强对此强度范围内的闪电进行防范。

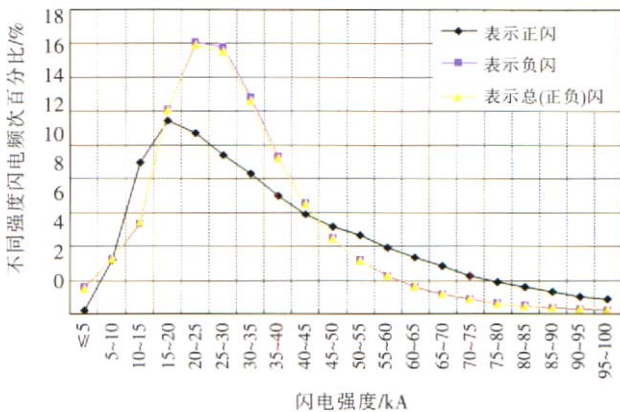


图 4 不同闪电强度的正、负闪及总闪电次数占各自闪电总次数的百分率(%)分布图

图 5 为不同闪电强度段的总闪电累计百分率分布图。从图 5 可看出,60%以上的云地闪电强度不大于 35 kA,80%以上闪电强度不大于 45 kA,55 kA 以下的闪电占闪电总数的 90%以上,100 kA 以下的闪电次数占闪电总数的 98.57%,大于 100 kA 以上的闪电次数仅占闪电总数的 1.43%左右。闪电强度在 100~150 kA 的闪电占闪电总数的 1.06%,闪电强度在 150~200 kA 的占 0.23%,闪电强度大于 200 kA 的仅占 0.15%左右。上述雷电流强度及其百分率的分布特征,对湖北地区雷电防护工程设计具有较强的指导作用。

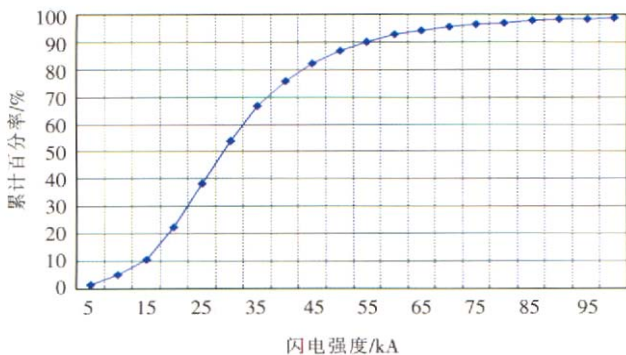


图 5 闪电强度累计百分率分布图 (横坐标值指小于等于此数值段)

3.5 闪电密度分布特征

从图 6 中可见,湖北地区闪电密度分布呈明显的地域性差异,最大值为 9.52 次/km²,最小值 0.52 次/km²,分别出现在鄂东南的嘉鱼县和鄂西南的恩施自治州的来凤县附近。在鄂东南和鄂西局部地区有两个闪电高密度区,一个在嘉鱼、咸宁、黄石、鄂州一带,为闪电高密度区,闪电密度在 6~9 次/km²左右;另一个位于鄂西的远安、宜昌、枝江一带,为闪电次高密度区,闪

电次数在 5~7 次/km²左右。除鄂西南、鄂西北和鄂东北山区边缘地区闪电次数在 2 次/km²以下外,其他地区闪电次数为 2~5 次/km²。

湖北地区闪电密度分布与地形状况相关,一般在山区与平原交接地带,闪电密度明显高于其他地区,湖北地区两个闪电高密度区基本上都发生在山区与丘陵、平原交接地带。也就是说地表状况发生明显变化的地带,是雷电多发地带。因此,湖北省雷电灾害防御工作应重点放在上述两个闪电高密度区和地表状况发生明显变化的山区与丘陵、平原以及水域与陆地交接地带。

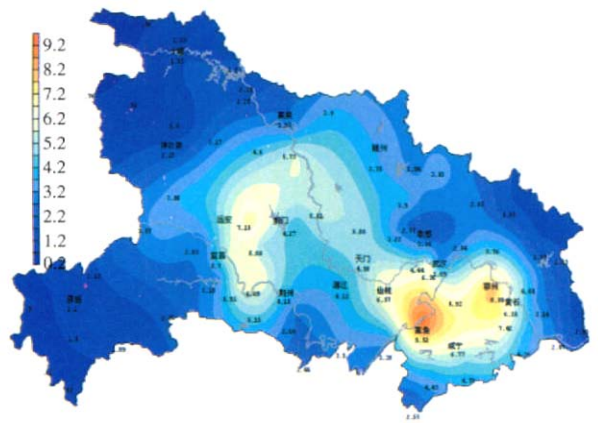


图 6 湖北地区闪电密度(单位:次/km²)分布图

分析闪电监测资料发现,湖北地区闪电密度分布与雷电日数分布^[4]差异较大,尤其是鄂西南的恩施自治州地区差异更为显著。恩施自治州 7 个气象台站人工观测的两年平均雷电日数为 38 天,闪电监测网监测到的年平均闪电日数(一日内闪电次数在一次或以上的记为一个闪电日数)为 77 天,监测的闪电密度平均仅有 1.1 次/km²,而江汉平原的仙桃、洪湖等 7 个气象台站人工观测的年平均雷电日数为 27 天,闪电监测网监测到的年平均闪电日数为 58 天,监测到的闪电密度为 4.0 次/km²。恩施自治州平均人工观测雷电日和闪电监测网监测的雷电日数均高于江汉平原,但监测到的闪电密度后者是前者的 3.5 倍以上,造成上述情况的原因可能与山区局地小气候环境有关,也就是说在山区雷电日较多,但每次雷电天气发生时,雷电持续时间较短,即雷电日数多,但闪电次数并不多,其它方面的原因有待深入研究。

4 结论与讨论

通过对 2006 年 3 月至 2008 年 2 月湖北省的云地闪电资料的统计分析,得出如下几点结论。

(1)负闪电占闪电总数的 96.3%,平均闪电强度为-32.33 kA;正闪电占闪电总数的 3.7%,平均闪电强

度为 42.24 kA。但因地域的变化而有一定差异。

(2)湖北地区闪电频次的日变化呈明显的单峰单谷型。一日中,最大值出现在 15—16 时,最小值在 09—10 时。前者闪电次数是后者的 13 倍以上。一般情况下,10—16 时,湖北地区发生对流性雷电天气呈明显的上升趋势,从 16 时至次日上午 10 时,发生对流性雷电天气逐渐减少。14—20 时是湖北地区对流性雷电天气集中发生期。

(3)湖北地区 4—8 月闪电次数占全年闪电总数的 96.7%,其中正闪电占闪电总数的 3.5%;9 月至次年 3 月闪电仅占全年闪电总数的 3.3%,其中正闪电占闪电总数的 11.1%,说明气温较高的季节里,正闪电占闪电总数百分率较低,反之较高。4—8 月是闪电集中发生期,7—8 月闪电次数最多,湖北地区闪电频次的月变化与雷电日数月变化基本相同。

(4)各闪电强度等级的负闪电百分率和总闪电百分率曲线变化几乎完全一致。闪电强度在 15~45 kA 时,负闪电百分率明显高于正闪电百分率,当闪电强度大于 45 kA 时,正闪电百分率反而比负闪电百分率高。正、负闪电的强度主要集中在 10~45 kA,在雷电防护方面应重点加强对此闪电强度范围的防范。80%

以上闪电强度不大于 45 kA,大于 100 kA 以上的闪电次数仅占闪电总数的 1.4%左右。

(5)湖北地区闪电密度分布呈明显的地域性差异,鄂东南和鄂西局部地区存在两个闪电高密度区,一个位于嘉鱼、咸宁、黄石、鄂州一带;另一个在鄂西的远安、宜昌、枝江一带。山区与丘陵、平原交接地带,即地表状况发生明显变化的地带,是雷电多发地带。

值得注意的是,湖北地区闪电密度分布与雷电日数分布差异较大,尤其是鄂西南的恩施自治州差异更为显著。这可能与山区局地小气候环境有关,也就是说在山区雷电日较多,但每次雷暴天气发生时,雷电持续时间较短,导致闪电次数相应较少,其深层原因有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 许小峰,郭虎,廖晓农,等. 国外雷电监测和预报研究[M]. 北京: 气象出版社,2003:34-52.
- [2] 何晖,李宏宇.北京地区闪电特征初探[J].气象科技,2005,33(6):496-500.
- [3] 冯桂力,陈文选,刘诗军,等.山东地区闪电的特征分析[J].应用气象学报,13(3):347-355.
- [4] 王学良,王海军,李卫红.近 45 年湖北省雷电日数的时空变化特征分析[J].暴雨灾害,26(1):83-87.

Analysis on the Spatio-temporal Distribution Features of Cloud-to-ground Lightning in Hubei Province During 2006-2007

WANG Xue-liang¹, HUANG Xiao-yan¹, LIU Xue-chun¹, WANG Hai-jun², TU Shan-shan¹

(1.Hubei Provincial Lightning Protection Center, Wuhan 430074;

2.Hubei Meteorological Information and Technology Guarantee Center, Wuhan 430074)

Abstract: Based on the cloud-to-ground lightning data collected by the lightning detection and location system composed of 13 lightning detectors from March 2006 to February 2008, the daily and monthly lightning variation are studied to analyze the spatio-temporal distribution features of cloud-to-ground Lightning in Hubei, as well as lightning intensity, polarity and density. The results are showed as follows: the percentage of negative lightning to total lightning number is 96.3% with the average lightning intensity of 32.33 kA, the percentage of positive lightning is 3.7% with the average intensity of 42.24 kA; daily variation of lightning frequency shows obviously single peak and single valley, its maximum value appears during 3-4 PM., the minimum value appears in 9-10 AM.. The number of the lightning appearing from April to August is 96.7% of the annual total; the lightning appears most frequently in July and August; the intensity of positive and negative lightning is mainly concentrated in 10~45 kA, about 80% of the lightning intensity is not more than 45 kA. The number of the lightning whose intensity being less than 100 kA accounts for 98.6% of the total; the lightning density distribution has obvious regional difference, one high density area of lightning is southeast Hubei including Jiayu, Xianning, Huangshi, Ezhou. Another area is in west Hubei including Yuan-an, Yichuang, Zhijiang, the two areas are both in the regions conjoining the mountains with hilly or plain.

Key words: Cloud-To-Ground lightning; Temporal and spatial variation; Lightning intensity; Lightning density