

烟台地区雷电流的幅值分布特征分析

陈星宇, 周凤芸, 林英鉴, 董冰, 樊江伟 (山东省烟台市气象局, 山东烟台 264003)

摘要 应用山东省闪电定位系统资料, 分别统计了正、负闪电电流幅值的分布特征, 并应用 matlab 软件得到了正、负地闪的经验累积分布、雷击次数等值线图以及高于 90 kA 电流的落雷位置。结果表明, 负地闪发生的几率明显高于正地闪, 正地闪幅值的最大值、最小值、平均值以及中值电流要高于负地闪; 正地闪的平均能量高于负地闪, 较高幅值的雷电流并不一定发生在落雷密度高的区域, 对于雷击密度小的区域也应重视。

关键词 雷电流幅值; 闪电定位系统; 分布特征; 烟台地区

中图分类号 S429 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)07-02072-02

Analysis of Distribution Characteristics of Lightning Current Amplitude of Yantai Area

CHEN Xing-yu et al (Yantai Meteorological Bureau, Yantai, Shandong 264003)

Abstract Lightning positioning system data in Shandong Province were used to analyze distribution characteristics of lightning current amplitude, matlab software was adopted to obtain the positive and negative experience cumulative distribution of current amplitude and the position of more than 90 kA. The results showed most cloud-to-ground flashes are negative; Positive current amplitude of the maximum, minimum, average, and the median current is higher than the negative lightning. It should be attention in fewer lightning activity.

Key words Current amplitude; Lightning positioning system; Distribution features; Yantai area

雷电流幅值是防雷设计中非常重要的参数, 由于传统的观测手段单一, 对确定这个参数存在一定的困难, 随着科技的发展, 观测手段日趋完善, 使得利用闪电定位系统获得雷电参数成为可能, 由此可使防雷设计更符合实际。Richard 等利用美国 NLDN 监测资料分析了闪击密度、闪电电流峰值、回击次数^[1]; 在 1977 年根据欧洲、澳洲和美国的观测结果, 提出了雷电流分布服从正态分布的观点, 受到广泛认可, 此后研究者根据对不同地区的观测提出了不同的中值电流和对数标准偏差。目前 IEEE 工作组仍然推荐 Anderson 提出的雷电流幅值的概率分布的近似对数正态分布式^[2-3], 且不同极性雷电流幅值累积概率曲线差异较大^[4]。后续的研究者对大于某一电流的累积概率进行了大量的研究, 但未分别对正、负闪进行统计。笔者通过山东省闪电定位系统数据, 对正、负 2 种极性的雷电流进行了统计, 得出了小于某一幅值的雷电流的累积概率及雷电流幅值的分布情况。

1 资料与方法

1.1 山东省闪电定位系统介绍 山东全省现有 13 部闪电定位仪(图 1), 探测范围覆盖山东全省和周边省份 2/3 区域。该系统时钟同步精度可达 0.1 μ s, 定位精度可达 300 m。其中内侧曲线和外侧曲线表明了闪电定位系统理论的探测效率为 95% 和 90% 所包围的区域。

1.2 闪电定位资料的预处理 山东省的闪电定位资料包含了全省及周边区域的雷电活动情况, 为准确获得烟台地区的闪电定位资料, 需从全省的闪电定位资料中甄选出烟台地区的资料, 选取 119.555 2° ~ 121.924 9° E、36.579 2° ~ 37.833 2° N 烟台边界的矩形范围内 2007 ~ 2012 年闪电定位资料作为分析的数据。应用 matlab 软件对 6 年的闪电定位

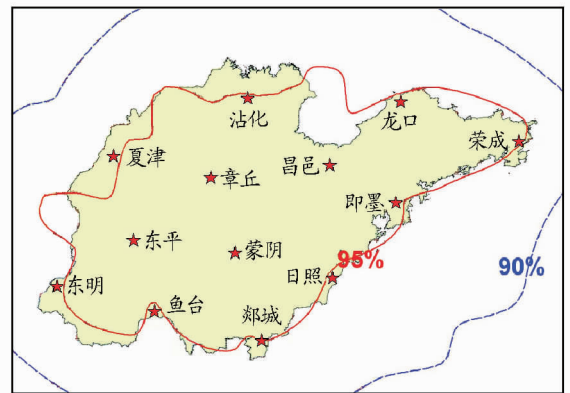


图 1 山东全省闪电定位雷电监测系统分布位置数据进行处理。

2 烟台地区雷电流幅值特点

2.1 雷击次数及雷电流幅值的基本特征 经统计, 2007 ~ 2012 年烟台地区总共发生的地闪次数为 414 289 次, 其中正地闪发生的次数为 5 307 次, 占占地闪数的 1.28%, 负地闪发生的次数为 408 982 次, 占占地闪的 98.72%, 可见绝大多数的闪电为负极性闪电。由表 1 可知, 正闪雷电流的幅值无论最大值、最小值、平均值、中值电流均大于负闪雷电流, 表明虽然正地闪发生的次数远小于负地闪, 但正地闪的平均能量高于负地闪; 负地闪的标准差小于正地闪, 表明负地闪的雷电流幅值分布较正地闪的更集中, 这与我国东南沿海某地区分布曲线中得到的正极性曲线比负极性曲线平坦、负极性雷电流幅值分布更加集中^[4]是一致的, 但东南沿海正地闪的中值电流是小于负地闪的, 而烟台地区正地闪的中值电流是大于负地闪的。

表 1 2007 ~ 2012 年烟台地区正、负闪的幅值特性 kA

极性	最大值	最小值	平均值	中值	标准差
正闪	136.383	1.657	24.757 9	22.162	10.731 8
负闪	123.800	0.541	12.668 8	11.904	7.015 2

作者简介 陈星宇(1981-), 男, 内蒙古赤峰人, 工程师, 从事雷电防护及雷电预警研究。

收稿日期 2014-02-12

2.2 雷电流幅值的经验累积分布特征 从 2007~2012 年烟台地区正、负地闪雷电流幅值的经验概率累积分布特性(图 2)可以看出,曲线上升程度越快,说明此处的电流幅值越集中。正地闪的雷电流幅值大约集中在 40 kA 以下,负地闪的雷电流幅值大约集中在 20 kA 以下,曲线中负地闪雷电流的上升陡度高于正地闪,说明负闪的雷电流幅值比正闪的雷电流幅值集中;正闪的曲线有个拐点,拐点以后的雷电流幅值较拐点前的集中。对于《建筑物防雷设计规范》中给出的推荐值,一类防雷建筑物规定的雷电流幅值为 200 kA,二类对应的雷电流为 150 kA,三类防雷建筑物对应的雷电流为 100 kA^[5],从 6 年的观测数据中未观测到大于 150 kA 的雷电流,由于观测数据仅为 6 年,不排除有高于 150 kA 雷电流的可能。

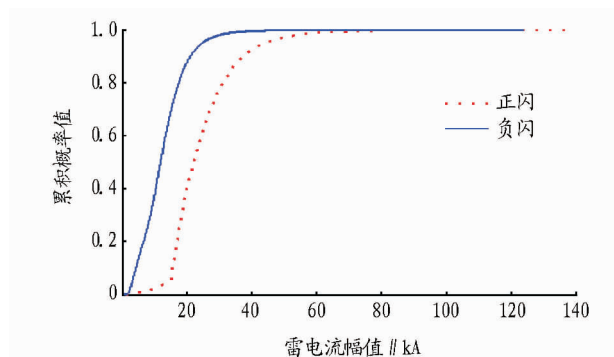


图 2 正、负地闪的雷电流幅值经验累积分布

2.3 正、负闪占总闪的比重分析 为更好地体现各个雷电流幅值所占的比重,将雷电流幅值取大于该值的整数,如负的雷电流幅值为 -13.2 kA,取 -14 kA,正的雷电流幅值为 12.4 kA,取 13 kA,分别统计正、负雷电流某一幅值发生频次占各自总闪击次数的比重。从表 2~3 可以看出,对于正闪,发生频次大于 1% 的雷电流幅值主要集中在 16~38 kA,其中

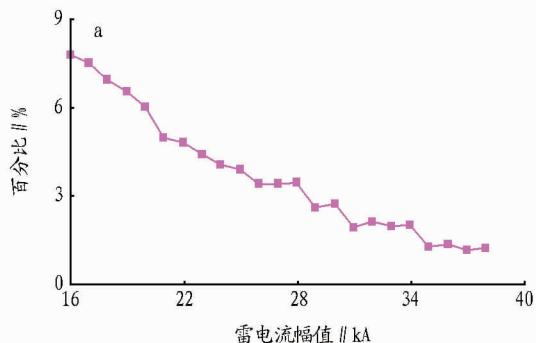


表 2 发生频次大于总正闪 1% 的雷电流幅值

幅值 kA	频数 次	百分比 %	幅值 kA	频数 次	百分比 %
16	413	7.785	28	184	3.468
17	398	7.502	29	139	2.620
18	369	6.956	30	144	2.714
19	347	6.541	31	103	1.942
20	320	6.032	32	113	2.130
21	264	4.976	33	105	1.979
22	256	4.826	34	107	2.017
23	235	4.430	35	68	1.282
24	216	4.072	36	73	1.376
25	206	3.883	37	62	1.169
26	181	3.412	38	67	1.263
27	181	3.412	/	/	/

表 3 发生频次大于总负闪 1% 的雷电流幅值

幅值 kA	频数 次	百分比 %	幅值 kA	频数 次	百分比 %
-24	4 817	1.178	-13	26 724	6.534
-23	5 955	1.456	-12	27 671	6.766
-22	7 138	1.745	-11	26 880	6.572
-21	9 005	2.202	-10	24 601	6.015
-20	10 813	2.644	-9	21 788	5.327
-19	13 111	3.206	-8	18 420	4.504
-18	15 309	3.743	-7	16 662	4.074
-17	17 517	4.283	-6	17 507	4.281
-16	20 040	4.900	-5	19 150	4.682
-15	22 688	5.547	-4	18 485	4.520
-14	24 740	6.049	-3	13 157	3.217

16 kA 发生的频次最多,占总正闪数的 7.785%;负闪主要集中在 3~24 kA,其中 12 kA 发生的频次最多,占总负闪的 6.766%。无论是正地闪还是负地闪雷电流幅值发生频次较

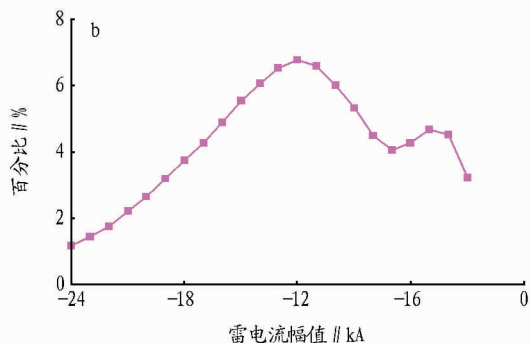


图 3 正闪雷电流幅值所占正闪总数的比例(a)和负闪雷电流幅值所占负闪总数的比例(b)

高的部分均集中在 10 kA 左右。从图 3 可以看出,发生频次占正闪总数 1% 以上的雷电流,随着雷电流幅值的增加所占的比例总体趋势是逐渐减小的,由于统计的是占总频次 1% 以上的雷电流幅值,16 kA 发生的频次是最大值,所以 16 kA 以下的雷电流是急剧减小的,这与图 2 中正闪经验累积曲线拐点对应的;发生频次占负闪总数 1% 以上的雷电流,随雷电流的增加所占的比例是先波动增加后又逐渐减小的,在 12 kA 时达最大值。

3 高幅值闪电与落雷次数之间的关系

在发生地闪时,雷电流的幅值越高,雷电流的能量就越大,由图 2 可见,较大强度的雷电流的发生次数不多,但一旦发生造成的破坏就更严重。所以对于高强度的雷电流更应给予关注。那么落雷次数多的地方是否也是高幅值雷电流容易发生的地点呢?绘制 119.555°~121.924°E、36.579°~37.833°N 范围内落雷次数的等值线分布图,因

(下转第 2082 页)

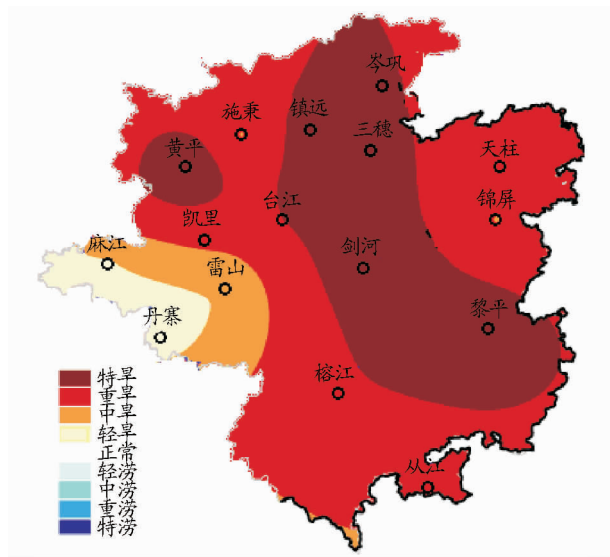


图5 2013年8月4日黔东南16个县(市)气象干旱监测分布

山塘水库蓄水、江河径流量、地下水位等均受到不同程度的影响,各地可用水源减少,抗旱能力减弱,严重影响群众正常生产生活。

3 小结

利用2013年6月11日~8月4日黔东南州16个县市实际降水、气温观测资料,对2013年黔东南州气象干旱演变进行分析,发现此期间降雨量异常偏少,突破历年同期最少值,气温持续偏高,大部地区持续30℃以上高温,35℃以上最高气温天气为间断性出现。因此,地表水分蒸发量为降雨量的数倍到数十倍不等,导致土地失墒严重,气象干旱持续发展,到8月4日有6个县市达到特重级气象干旱,7个县市

表2 黔东南州各县市气象干旱开始日期及持续日数

各县	轻旱开始	中旱开始	重旱开始	干旱持续
	日期	日期	日期	日数//d
岑巩	06-23	07-23	07-29~08-04	42
施秉	06-21	07-04	07-10~08-04	44
镇远	06-21	07-06	07-17~08-04	44
黄平	06-24	07-01	07-10~08-04	41
凯里	07-22	08-01	08-04	14
麻江	07-25			11
丹寨	08-04			1
三穗	07-10	07-23	07-29~08-04	26
台江	07-18	07-27	08-03~04	18
剑河	06-25	07-10	07-24~08-04	40
雷山	08-03	08-04		2
黎平	06-26	07-08	07-27~08-04	39
天柱	07-25	08-03	08-04	11
锦屏	07-27	08-03	08-04	9
榕江	07-12	07-28	08-04	24
从江	07-23	08-03	08-04	13

达到重级气象干旱。

干旱的影响及严重程度不仅与降水有关,还有很多影响因素。在此仅从降水和气温分析干旱也有一定的局限性,如何更全面更科学分析干旱影响还要做更多的研究。黔东南州近几年年旱,不是大旱就是小旱,十年九旱,政府及相关部门在应对未来干旱灾情的任务艰巨,应加强应对干旱灾害的措施,如兴修水利,搞好农田基本建设;造林种草,涵养水源;合理布局,抗旱栽培;节水灌溉,提高水资源利用率。

参考文献

[1] 吴林,沈晗,王刚,等. 广西贺州地区气温和干旱的气候变化特征[J]. 热带地理,2009(3):225-235.
 [2] 顾欣,杨绍洪,闵新平,等. 黔东南各季极端干旱日数时空分布特征[J]. 中国农业气象,2011(2):296-302.

(上接第2073页)

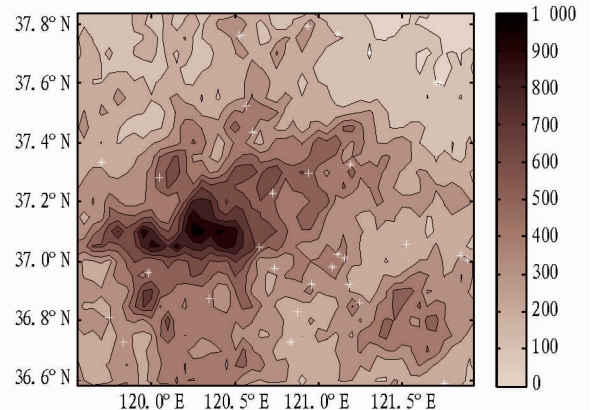
统计样本时段较短,网格统计值只能选用均值,网格格距选取不同的值,对计算结果会有不同^[6],但不同的格距均能反应落雷的总体趋势。为便于观察,以0.05°格距绘制落雷次数的等值线,并取≥90 kA 的雷电流在落雷次数的等值线上进行标注。由图4可知,超过90 kA 的负性雷电流共发生21次,正极性雷电流共发生10次,大幅值的雷电流并不产生在落雷密度大的地方,这一现象更应给予重视,因为对于较高落雷密度的区域,防雷设计及施工中会给予相当高的关注度,对于落雷密度小的区域,就未必会引起重视,而一旦发生雷击事故,造成的后果可能会更严重。

4 结论

通过对山东省闪电定位资料的分析,分别统计了烟台地区正、负闪电电流幅值的分布特征,并对2种极性的数据进行了比对,得出正地闪发生的频率小于负地闪,正地闪的平均能量高于负地闪,较高幅值的雷电流并不一定发生在落雷密度高的区域。闪电定位资料的运用,能够更清楚地了解该地区的雷电流特性,且可以与规范中的规定值做出比对,为防雷工程的设计及施工提供理论基础。

参考文献

[1] RICHARD E O, GARY R H. Cloud-to-ground lightning in the United



注:“+”代表≥90 kA 的正的雷电流,“*”代表≥90 kA 的负的雷电流。

图4 雷击次数等值线及超过90 kA 雷电流的分布

States; NLDN results in the first decade, 1989-1998[J]. Mon Wea Rev, 2001, 129: 1179-1193.
 [2] Lightning and Insulator Subcommittee of the T&D Committee Parameters of lightning strokes; a review[J]. IEEE Transaction on Power Delivery, 2005, 20(1): 346-358.
 [3] Working Group on Estimating the Lightning Performance of Transmission Lines[J]. IEEE working report; Estimating Lightning performance of transactions on Power Deliver, 1993, 8(3): 1257-1267.
 [4] 陈家宏,董雪芳,古山强,等. 雷电定位系统测量的雷电流幅值分布特征[J]. 高电压技术, 2008, 34(9): 1893-1897.
 [5] 中国机械工业联合会. GB50057-2010, 建筑物防雷设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
 [6] 陈家宏,郑家松,冯万兴,等. 雷电日统计方法[J]. 高电压技术, 2006, 32(11): 115-118.