

淮安地区雷暴日及地闪特征分析

张德宏 王苏 唐宇 王山旗

(江苏省淮安市气象局, 淮安 223001)

摘要: 利用2007—2012年的江苏省闪电定位仪资料, 结合1961—2012年的淮安地区6个县(区)的雷暴日人工观测资料, 分析了该地区地闪的时空分布特征。结果表明, 地闪次数与雷电活动的强弱、当日发生的频次有着密切的关系。地闪的季节变化呈单峰型分布, 极值出现在7月或者8月。绝大多数地闪是负闪击, 占95.3%。地闪密度有南多北少的特征, 重落雷区和强落雷区集中在洪泽湖的南部、盱眙和金湖地区。

关键词: 闪电定位仪, 地闪特征, 地闪密度分布, 时间权重法

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2015.06.010

Analysis of Lightning Density in Huaian Region

Zhang Dehong, Wang Su, Tang Yu, Wang Shanqi

(Huai'an Meteorological Bureau, Huai'an 223001)

Abstract: By studying the cloud-to-ground (CG) data from 2007 to 2012 and the observational data of thunderstorm of six stations in Huai'an during 1961 to 2012, the climatic characteristics of the lightning are analyzed. The results show that the numbers of lightning in one day have a close relationship with their activity intensity and frequency on the same day. Seasonal variations of lightning are unimodal distribution and the extreme value always appears in July or August. The lightning activities occurred more frequently in southern regions than in northern regions. Lightning protection should be an important task particularly in regions surrounding the south of Hongze Lake, Xuyi and Jinhu.

Keywords: lightning location system, lightning characteristics, lightning density distribution, time-weighted average method

0 引言

近几年随着雷电探测技术的发展, 闪电定位系统监测越来越受到重视, 闪电定位仪在我国得到广泛应用。目前在江苏省建设的闪电定位系统采用ADTD-2型三维闪电探测仪探测系统, 该闪电探测系统可以全天候监测测站150~200km范围内的地闪, 输出的参数有地闪的时间、位置、强度和极性, 该系统共设9个探测站点, 分别位于徐州、连云港、淮安、建湖、盱眙、扬州、南京、南通、宜兴, 实时地将各站所测数据发往中心数据站进行定位算法处理, 进而计算出闪电的位置、强度等。

淮安市地处江苏的中北部, 是暖温带与亚热带过渡地带, 冷暖气流频繁交汇, 多雷电灾害。以往研究^[1-2]已发现春季和秋季雷暴日主要的发生区域位于江苏的中南部, 并且平均雷暴日均自北向南增多, 夏季雷暴高值区向北推移主要位于江苏的中部和中北部地区。但目前对淮安地区的闪电定位仪资料还没有开展系统性分析。本文旨在分析淮安地区地闪活动特征, 并

结合人工雷电观测资料, 绘制淮安地区的地闪密度分布图, 为防雷减灾研究与服务提供科学参考。

1 资料

收集整理淮安市辖涟水、市区、楚州、洪泽、金湖、盱眙等6个气象观测站1961—2012年雷电资料、2007—2012年闪电定位仪资料。资料统计时, 一日之内发生数次雷暴时只计为一个雷暴日; 一小时内发生数次雷暴时只计为一个雷暴时; 在淮安地区有一次闪电记录就视为发生了一次地闪。

2 淮安地区闪电活动的气候特征

2.1 总体特征

2007—2012年, 淮安地区共发生地闪的次数不少于199,988次。其中2007年总地闪次数最多, 为52,877次; 2012年次数最少, 为20,248次。对比目测雷击数据(表1)发现, 雷暴总日数最多的年份, 并不一定是总地闪次数最多的年份。比如2008年虽然雷暴总日数最多为228d, 但地闪总次数却明显比2007年(雷暴总日数为195d)偏少; 2009年虽然雷暴总日数最少为142d, 但监测到的地闪总次数却明显比2012年(雷暴总日数为150d)明显偏多。这说明地闪次数与雷电话

收稿日期: 2014年5月14日; 修回日期: 2015年4月1日
第一作者: 张德宏(1963—), Email: haff001@126.com

动的强弱、当日发生的频次有着密切的关系。因此在进行雷电分析的时候，应充分利用人工观测雷暴数据和地闪定位数据进行综合分析。

表1 2007—2012年雷暴总日数、地闪总次数统计

年份	6站人工观测雷暴总日数	地闪总次数	正闪次数	负闪次数
2007	195	52877	2344	50533
2008	228	35934	1726	34208
2009	142	32361	2170	30191
2010	192	33842	1289	32553
2011	196	24726	824	23902
2012	150	20248	1385	18863

2.2 时间分布特征

从月总地闪次数变化图(图1)可以看出,淮安地区总地闪次数有明显的季节变化特征,呈单峰型分布。1, 10, 11, 12月很少发生闪电, 2—5月闪电略有增加, 6月闪电开始增多, 7, 8月猛增, 9月骤减。其中2007, 2008, 2011年发生地闪次数在7月达到峰值。2009, 2010, 2012年的峰值出现在8月。分析可知, 地闪主要发生在7—8月, 是因为这个时期空气中水汽的含量最充足, 暖湿气流的上升使得对流旺盛, 云体发展较高, 有利于电荷的形成和积累, 较易形成地闪。进入9月以后, 天气开始转凉, 天气较干燥, 地闪也就迅速减小。从这6年的数据来看, 2—3月会有一个小峰值, 比如2007, 2009, 2010年, 这与淮安地区的气候特点有关。2—3月初春乍暖, 气温逐渐上升, 热力作用开始加强, 若遇到前期温度升温较高, 而南下的冷空气势力也很强, 冷暖空气交汇时, 容易出现春雷、发生闪电, 这与当年发生雷暴初日吻合。此外, 分析7—8月的地闪资料还会发现, 地闪主要集中在12—20时, 这主要是因为午后到傍晚下垫面受日照影响, 温度升高, 热力条件好, 有利于雷电发生。

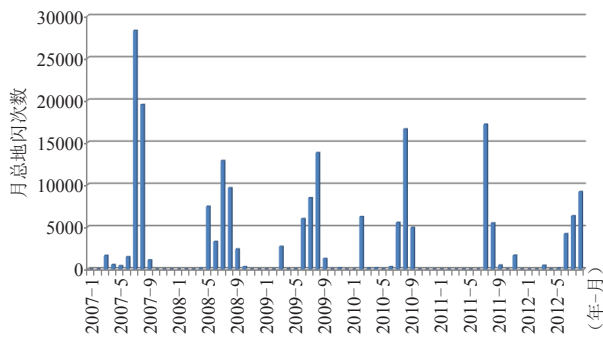


图1 2007—2012年淮安地区月总地闪次数

2.3 空间分布特征

淮安地闪空间分布有明显的规律性。2007—2012年, 市区最少为986次, 盱眙县最多达10956次, 是

市区的11倍。其他县(区)次数相差不大, 从少到多依次是涟水县(4113次)、淮阴区(4131次)、洪泽县(4259次)、楚州区(4958次)、金湖县(5183次)。盱眙县地闪发生次数是其他县(区)的2倍以上。考虑到因不同地区面积不同对地闪总次数的影响, 本文计算了每平方千米的地闪次数(简称年平均地闪次数), 并与人工观测的年平均雷暴日数对比(图2)。分析发现, 两类数据均具有南部多、北部少的地域分布特征。

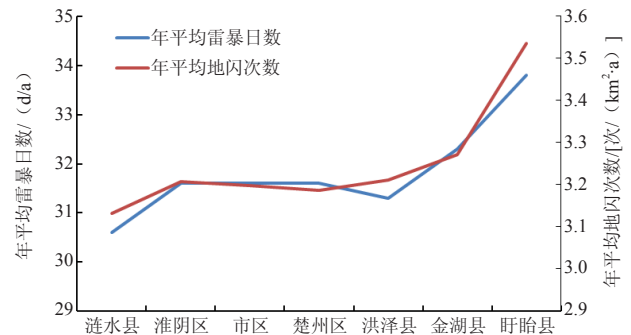


图2 2007—2012年淮安的年平均雷暴日数和年地闪次数分布

2.4 正负地闪变化特征

2007—2012年淮安地区地闪平均强度为31.86kA, 盱眙平均强度最强, 为36.5kA, 淮阴区最小, 为29.1kA, 地闪强度总体上也呈北低南高(表2)。闪电定位仪探测到的地闪分为正地闪和负地闪, 其中正地闪次数偏少, 约占总次数的5%左右, 大部分为负地闪。这可能是因为对流云团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, 云体的主要部分与地面之间更容易发生负闪有关。进一步分析发现, 全市正地闪的平均强度为38.52kA, 明显高于负地闪, 分析原因主要是因为负地闪发生的机会多于正地闪, 而云中电荷是守恒的, 单次正闪的强度就比负闪的强。此外, 不同强度的地闪出现的频率也有很大差别, 各县(区)闪电强度多集中在20~50kA的频率最高, 占总地闪的50%以上, 小于20kA的闪电频率次之。100kA及以上的闪电次数最少, 只有1%~2%。

表2 淮安地区各地闪电强度分布统计

台站	正地闪 平均强度	负地闪 平均强度	负地闪次数/ 正地闪次数	不同强度的地闪出现频率(%)			
				0~ 20kA	20~ 50kA	50~ 100kA	≥100 kA
市区	35.8	-30.2	16.5	30	54	14	2
淮阴区	39.7	-27.0	15.2	40	50	9	1
楚州区	33.9	-28.3	12.4	37	52	10	1
涟水县	44.3	-28.6	17.5	34	56	9	1
洪泽县	36.4	-31.8	18.9	21	65	12	2
盱眙县	42.6	-30.9	24.2	17	71	11	1
金湖县	36.9	-30.9	15.9	34	56	9	1

3 地闪密度分布特征

传统的人工观测雷暴资料虽表征雷电的时空分布特征,但仅由本观测站是否听到雷声为准。受监听范围限制,在测站稠密时,容易出现各站重复记录;在测站稀疏时,各站人工监听的雷暴日参数实际上只能用于各分隔区域,不能表示连续区域。另外听到的雷声既包括云地闪发出的,也包括云内闪和云际闪发出的,并不能准确表征地面落雷的频繁程度。而闪电定位仪具有自动化程度高,资料客观、准确等优点,用其监测雷电,可以弥补传统人工观测误差大、主观性强的缺点。

为了更为客观地求得淮安地区地闪密度分布,本文综合利用人工观测雷电数据和闪电定位仪的监测数据,使用时间权重法计算出地闪密度 $N_g^{[3-4]}$ 。具体做法是:

1) 淮安市国家基准气候站安装有闪电定位系统,以该站点(118°56'E、33°38'N)为中心,按 $0.06^\circ \times 0.06^\circ$ 间距,共划分出318个格点;

2) 根据人工观测资料计算地闪密度 N_{g1} (次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$)。将划分出的318个格点分解到6个测站,根据6个测站多年平均年雷暴日(如市区1961—2012年的年均雷暴日为31.6d),再利用GB/T 21714.2-2008中给出的 N_g 计算公式:

$$N_g = 0.1T_d \quad (1)$$

式中, T_d 为格点对应6个测站多年平均的年雷暴日,进而求出该格点的地闪密度值,记为 N_{g1} ;

3) 根据闪电定位仪观测资料计算地闪密度 N_{g2} (次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$)。利用闪电定位监测到的某地区全年地闪次数,就可以得到该地区的地闪年平均密度。计算公式为:

$$N_{g2} = D/S \quad (2)$$

式中, S 为以各个格点为圆心、半径为3km的区域面积, D 即为该区域内一年的地闪次数(次/a);

4) 用时间权重法计算 N_g (次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$)。将上面两种方法计算得到的 N_{g1} 和 N_{g2} 带入时序多指标决策TOPSIS中的时间权重法公式:

$$N_g = \frac{N_{g1} \times T_1 + N_{g2} \times T_2}{T_1 + T_2} \quad (3)$$

式中, T_1 是人工观测雷暴日资料的年数, T_2 是有闪电定位仪观测资料的年数。

利用式(3)就可以计算出318个格点的 N_g 值。

5) 为给出淮安地闪密度的一个宏观分布,根据雷电活动强弱将淮安地区分为4个区域,其中地闪密度 ≤ 3.30 次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 为弱落雷区;3.30次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ <地闪密度 ≤ 3.70 次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 为一般落雷区;3.70次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ <地闪密度 ≤ 4.10 次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 为重落雷区;地闪密度 > 4.10 次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$

为强落雷区。

6) 根据以上的区域划分,绘制淮安地区地闪密度图(图3),发现在淮安地区约有41.5%的区域属于一般落雷区,主要分布在中部;弱雷区大多位于涟水县境内;而重落雷区和强落雷区集中在洪泽的南部,盱眙大部和金湖地区,共计占淮安地区36.9%的区域,其中重落雷区约占23.2%、强落雷区约占13.7%。

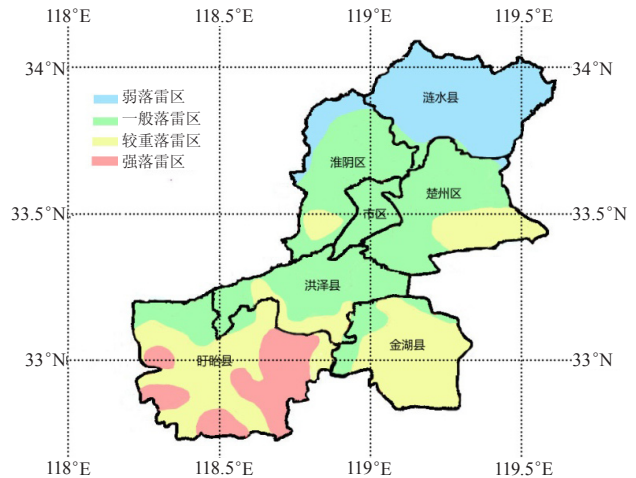


图3 淮安地区地闪密度分布图

结合淮安的地形图不难看出,由于淮安北部地处冲积平原,雷电发生率相对于南部来说较少。南部的盱眙境内,丘陵山区地形对中尺度雷暴系统有动力抬升作用,可以加深对流;洪泽、盱眙和金湖境内相对于淮安的北部地区有较多水域,由于陆地与水体之间的下垫面差异,受日射增温的速度相差很大,构成了冷热源水平和垂直的差异,从而形成对流,所以洪泽南部,盱眙大部和金湖地区多雷暴发生也是必然的。

4 结论

淮安地区总地闪次数有明显的季节变化特征,呈单峰型分布。1, 10, 11, 12月很少发生闪电,2—5月闪电略有增加,6月闪电开始增多,7, 8月猛增,9月骤减。

淮安地区的地闪密度分布特征是南多北少。淮安北部地处冲积平原,雷电发生率相对较少,重落雷区和强落雷区集中在洪泽的南部、盱眙大部和金湖地区,因此这些区域相较其他区域而言更应注重雷电防护。

参考文献

- [1] 李霞,汪庆森,巩晴霞,等.苏州地区雷电分布规律分析.气象科学,2006,26(4): 442-448.
- [2] 刘梅,魏建苏,俞剑蔚,等.近57a江苏省雷暴日时、空分布气候特征.气象科学,2009,29(6): 827-832.
- [3] 冯民学,焦雪,韦海容,等.江苏省雷电分布特征分析.气象科学,2009,29(2): 246-251.
- [4] 高巍,劳小青,李健生,等.雷击风险评估中雷击大地年平均密度的计算.气象研究与应用,2009,30(3): 68-70.