文章编号:1674-7070(2012)06-0506-06

我国中部5省闪电活动季节性对比

柴贾然[1]　肖稳安[1]　王学良[2]

摘要

采用2007—2010年我国中部协作区5省52个闪电监测站的闪电定位资料,对4个季节闪电的日变化,强度、陡度变化和闪电密度时空分布进行了分析比较.结果表明:1)4个季节正负闪电出现峰值的时段及日变化曲线不完全相同,夏秋季节的午后到傍晚(12—20时)是闪电高发时段,呈现单峰变化,峰值出现于16—18时,而冬春季节的午夜和凌晨(20—2时)是闪电高发时段,呈现单谷变化,10—14时达到谷值;2)4个季节闪电强度、陡度变化不大,正闪强度和陡度高于负闪,夏季闪电陡度最高,冬季闪电强度最大;3)正负闪强度主要分布在10~40 kA段,90%以上的闪电强度不大于80 kA,100 kA以下的闪电次数占闪电总数的95.5%;4)5省闪电密度时空分布季节性差异明显,春季北部小,中部大,南部小,夏季开始逐渐向北增大,秋季又开始向南增大,冬季再次向北增大.

关键词

闪电日变化;闪电强度;地闪密度;季节性对比

中图分类号 P427.32

文献标志码 A

收稿日期 2011-07-09

资助项目 中国气象局华中区域气象中心科技发展基金(QY-Z-201007)

作者简介

柴贾然,男,硕士生,研究方向为雷电灾害风险评估. chaijiaran. student@sina. com

肖稳安(通信作者),男,教授,从事卫星遥感资料处理及应用、雷电原理和雷电防护技术的教学和研究工作. xiaowenan@163. com

1　南京信息工程大学　大气物理学院,南京,210044

2　湖北省防雷中心,武汉,430074

0　引言

中国地域跨度大,气候差异明显,使得闪电活动具有明显的区域特征[1-5].我国中部5省(湖南省、湖北省、安徽省、江西省、河南省)是重要的经济区,研究该地区闪电活动特征,对雷电灾害防护和雷击减灾工作具有重要意义.王学良等[6]采用湖北省不同地理位置的13个闪电定位仪获取的2006年3月—2008年2月的云地闪资料,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;陈涛等[7]利用湖南省97个地面气象观测台站35 a(1971—2005年)雷暴观测数据和2006年4月—2007年7月的地闪资料,分析了湖南省雷暴及闪电数据的时空分布和参数特征;蒋慧敏等[8]利用2006—2007年安徽省雷电探测网获取的闪电资料对该区闪电活动的日变化、月变化、闪电的强度以及闪电密度的空间分布进行了统计和分析;余建华等[9]利用2004—2007年江西省雷电监测定位系统获取的雷电数据资料,分析了江西省雷电强度、陡度的分布特征以及相关关系;杜克磊等[10]利用华北电网的多个DF(Direction Finder)站点所取得的闪电定位资料,对河南省地闪气候特征进行了分析.上述文献对了解5省的闪电特征有着重要作用,但是它们对闪电的季节性特征分析不够具体,只给出了全年的总体特征.而有研究表明,在不同季节情况下,闪电峰值的日时段、强度、闪电密度值和分布特征等都有较大差异[11],如果不分析闪电的季节性特征,会导致结论出现误差.针对这种情况,本文对5省4个季节闪电的日变化、强度陡度变化、闪电密度时空分布进行了分析比较,旨在更全面地揭示该区域闪电活动的季节性变化规律,为雷电监测预警、灾害防御和雷击风险评估工作提供参考.

1　资料说明

本文资料采用中部5省(108.365~119.643°E,29.492~36.364°N)(河南、湖南、湖北、江西、安徽)52个测站2007—2010年的闪电定位联网资料.闪电资料采用定向时差联合法获得,每份资料包括闪电时间、地理位置(经纬度)、极性(正、负闪电)和闪电峰值电流强度、闪电陡度等主要参数.

将闪电资料按不同分析需求进行如下处理.气候统计上,因一般以1月为最冷月,7月为最热月,故以阳历3、4、5月为春季,6、7、8月为夏季,9、10、11月为秋季,12、1、2月为冬季.将1 d按每2 h划分为

12 个时间段,统计 5 省各季节各时间段内正负闪电的总数及其占各自总闪的比例并绘制相应的时间变化曲线,从而得到闪电的季节性时间变化特征;计算各季节正负闪的平均强度与陡度,比较不同季节强度陡度的变化情况;按电流强度绝对值的大小划分不同的闪电强度段,统计各闪电强度段内的正负闪电次数及其占各自总数的百分比;统计各个闪电强度段的累积百分比;将 5 省进行网格化,根据每个网格内的闪电数得出 5 省的闪电密度时空分布.

资料因设备故障、老化或其他原因出现的异常数据,如闪电强度等于 0 的数据(如果强度是 0,说明此处并无闪电发生),在分析闪电时空分布规律时将其剔除.

2 闪电日变化季节性特征

为研究闪电日变化的季节性特征,统计每个季节每 2 h 正负闪电发生的总次数及其占各自总闪的百分比,得到每个季节正负闪电不同时段发生概率的变化曲线,如图 1 所示.

1) 春季正闪日变化平缓,凌晨 04—06 时达到峰值,其他各时段闪电发生概率相差不大,最大差距为 5.5%;负闪变化明显,呈现单谷型,下午 18 时和凌晨 00—02 时达到峰值,中午 12 时左右达到谷值,最大差距为 9.2%.

2) 夏季正负闪日变化比较一致,均呈现单峰变化,下午 16—18 时达到峰值;从中午 12 时开始到下午 18 时是闪电的高发时段,60% 以上闪电发生在该时间段,18 时开始到次日 10 时闪电发生概率逐渐减小,中午 12 时左右达到谷值.

3) 秋季正负闪日变化规律和夏季基本相同,呈现单峰变化,下午 16—18 时达到峰值,10—12 时为谷值,负闪(最大差距 15.2%)比正闪(最大差距 6.7%)变化剧烈.

4) 冬季正负闪峰值出现于凌晨 00—04 时之间,从凌晨 04 时开始到晚上 20 时闪电的发生概率逐渐减小,20 时开始增大;白天闪电发生较少,从早上 08 时开始到晚上 20 时的闪电占全天的 28%;正负闪剧烈程度基本一致.

上述结果与张鸿发等[11]对中国闪电分布和气候特点研究中得出的"不同季节出现闪电峰值的日时段不同"结论相一致. 闪电日变化规律的不同,说明不同季节对流性雷电天气集中发生的时间也不相同,应针对不同季节特性,采取相应的雷电检测和防御准备.

3 闪电强度与陡度季节性特征

3.1 5 省闪电强度陡度基本特征

统计 4 个季节的正负闪强度与陡度,得出各季的平均值如表 1 所示. 各季节强度、陡度变化不大,正闪强度和陡度均高于负闪. 夏季闪电平均陡度(正

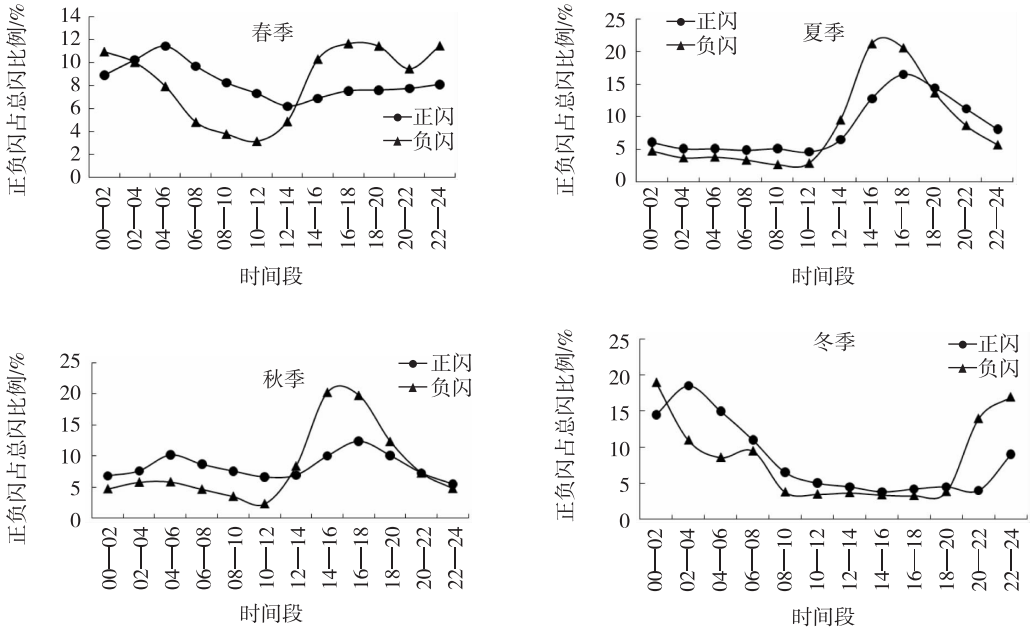


图 1 5 省每 2 h 闪电发生概率的变化曲线

Fig. 1 Lightning occurrence probability in every 2 hours of five provinces

闪 18.10 kA/μs,负闪 -13.67 kA/μs)最高,冬季虽然闪电较少,但是其平均强度(正闪 76.56 kA,负闪 -47.17 kA)却明显大于其他季节. 因此,不仅要注重闪电多发季节的雷电防护工作,也不能因为冬季闪电发生得少而忽视了雷电防护工作.

表 1　5 省各季平均闪电强度与平均雷电流陡度对比

Table 1　Seasonal average lightning intensity and slope of five provinces

季节	正闪强度/kA	负闪强度/kA	正闪陡度/(kA/μs)	负闪陡度/(kA/μs)
春季	68.43	-40.14	12.65	-11.98
夏季	68.61	-43.80	18.10	-13.67
秋季	62.39	-37.22	14.85	-10.58
冬季	76.56	-47.17	10.67	-10.90

3.2　5 省各季节闪电强度分布特征

闪电强度是衡量闪电放电的重要参数,闪电强度的分布曲线对了解地闪强度的走向有一定帮助. 为方便了解 5 省各季节闪电强度分布特征,将闪电定位仪观测的闪电强度分为不同闪电强度段,统计各强度段内正负闪电的发生次数并计算其占总闪的比例,即得出各强度段闪电的发生概率,结果如图 2 所示.

从图 2 可以看出:各季节不同强度正负闪电发生概率的曲线的变化趋势基本相同,正、负闪电分布曲线概率的差值差异较大;正闪在 0 ~ 40 kA 段缓慢上升,在 20 ~ 40 kA 达到峰值后缓慢减小,在 100 ~ 150 kA 处概率再次上升,形成第 2 次峰值;负闪在 0 ~ 30 kA 段快速上升,在 20 ~ 30 kA 处达到峰值,30 ~ 100 kA 段快速下降,负闪在 100 ~ 150 kA 的发生概率也有第 2 次上升的过程,但是极其微弱. 总体来说,正闪各强度段概率变化平缓,变化幅度 1% ~ 13%,负闪到达第 1 次峰值前变化剧烈,变化幅度 8% ~ 19%,之后变化平缓;负闪主要集中在小强度段,大于 100 kA 的闪电极少,正闪分布均匀,从 10 ~ 150 kA 段闪电的发生概率都相差不大.

3.3　5 省各季节总闪累计概率分布特征

前文研究了正负闪电强度分布各自的季节特征,图 3 给出了总闪累计概率的分布情况.

各季节总闪累计概率分布曲线变化比较一致,65% ~ 70% 的闪电(春季 65.3%、夏季 67%、秋季 72%、冬季 65.5%)不大于 40 kA,90% 以上的闪电强度不大于 80 kA,100 kA 以下的闪电次数占闪电总数的 95.5% 左右(春季 95.51%、夏季 94.3%、秋季 96.2%、冬季 93.2%),大于 100 kA 以上的闪电次数仅占闪电总数的 4.5% 左右,其中冬季比例最高,达到 6.8%.

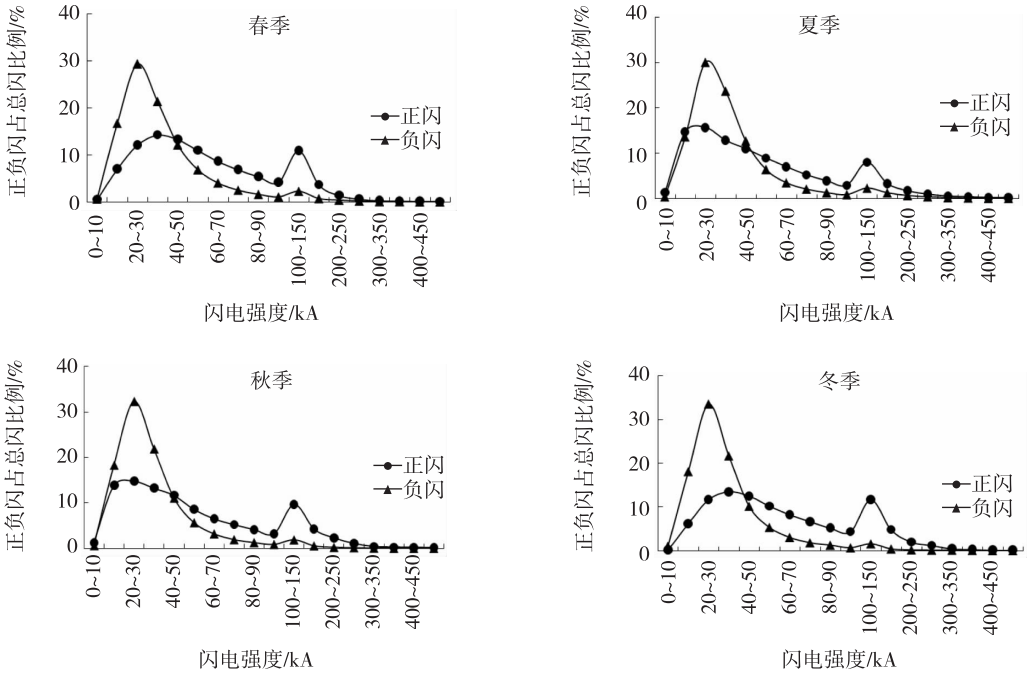


图 2　各季节不同强度段闪电发生概率分布

Fig. 2　Seasonal distribution of lightning occurrence probability in different intensity section

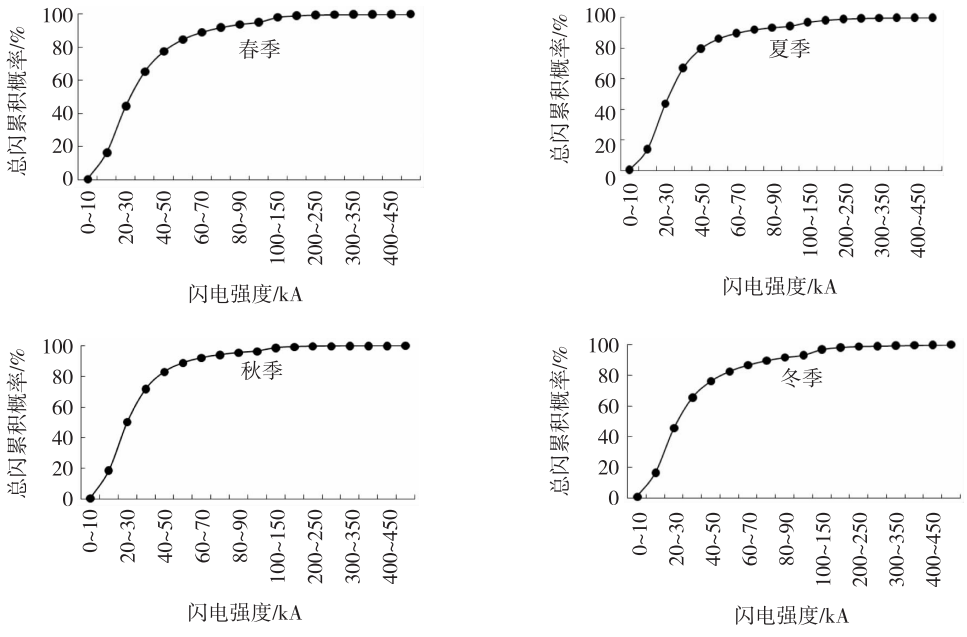


图3　各强度段总闪累计概率分布

Fig. 3　Cumulative percentage of lightning occurrence in different intensity section

4　闪电密度分布季节特征

地闪密度体现了一个地方遭雷击可能性的大小,是雷击风险评估及建筑物防雷类别划分等的重要依据[12]. 图4是中部5省地闪密度分布.

1) 春季闪电密度北部总体较小,往中部、西南、东南方向密度增大,最南部再次减小. 有以下几个高值区:江西省南昌、吉安、上饶、赣州一带,湖北省鄂州、宜昌、荆门一带以及湖南省吉首市、怀化市一带. 春季闪电密度最高值出现在江西省新建县和湖北省嘉鱼县,平均雷击次数分别为1.5次/km^2和1.37次/km^2.

2) 夏季各省闪电活动频繁,闪电密度在东北方向有所增加,主要分布在湖北省的中部和东部、江西省的北部以及安徽省宣城地区. 西南、东南方有所减小,从图4可以看出密度有向北部增大的趋势,高密度区也北移,闪电密度最高值出现在江西星子县和湖北省嘉鱼县,平均雷击密度分别为6.25次/km^2和6.12次/km^2.

3) 秋季闪电密度北部再次减小,南部有所增大. 和夏季相比,闪电密度总体再次向南增大,高密度区中心南移,主要集中在江西省,最高值出现在江西省泰和县,平均雷击次数为1.39次/km^2.

4) 冬季闪电密度和秋季相比没明显区别. 中部东边增大,南部减小,密度有略微北移趋势,冬季中部5省闪电主要分布在长江以南,经吉首市、岳阳市、鄂州市、九江市、南昌市、上饶市、黄山市沿长江呈带状分布. 闪电密度最高值出现在江西都昌县,平均雷击密度为0.43次/km^2.

5　总结与讨论

分析对比中部5省2007—2010年各季节的闪电定位数据,得出以下结论.

1) 春季正闪日变化不明显,凌晨4—6时出现峰值,其他各时段闪电概率基本相同;负闪变化剧烈,呈现单谷型,中午12时达到谷值,18时和0时达到峰值;夏季闪电日变化正负闪比较一致,均呈现单峰变化,峰值出现在16—18时之间;秋季正负闪电日变化呈现单峰单谷,下午16—18时达到峰值,10—12时为谷值;冬季闪电正负闪发生峰值均出现于夜里或凌晨,从凌晨4时开始到次日傍晚20时发生概率逐渐减小,20时开始逐渐增大.

2) 夏季闪电陡度最高,冬季闪电强度最大,正闪强度和陡度高于负闪强度和陡度.

3) 各季节正负闪在20~40 kA和100~150 kA强度段的发生概率出现2次峰值,正闪各强度段闪电发生的概率变化不大,在1%~13%之间;负闪达到第1次峰值前变化剧烈,幅度8%~19%,之后变化平缓.

4) 100 kA以下各闪电强度段所占的比例各季节

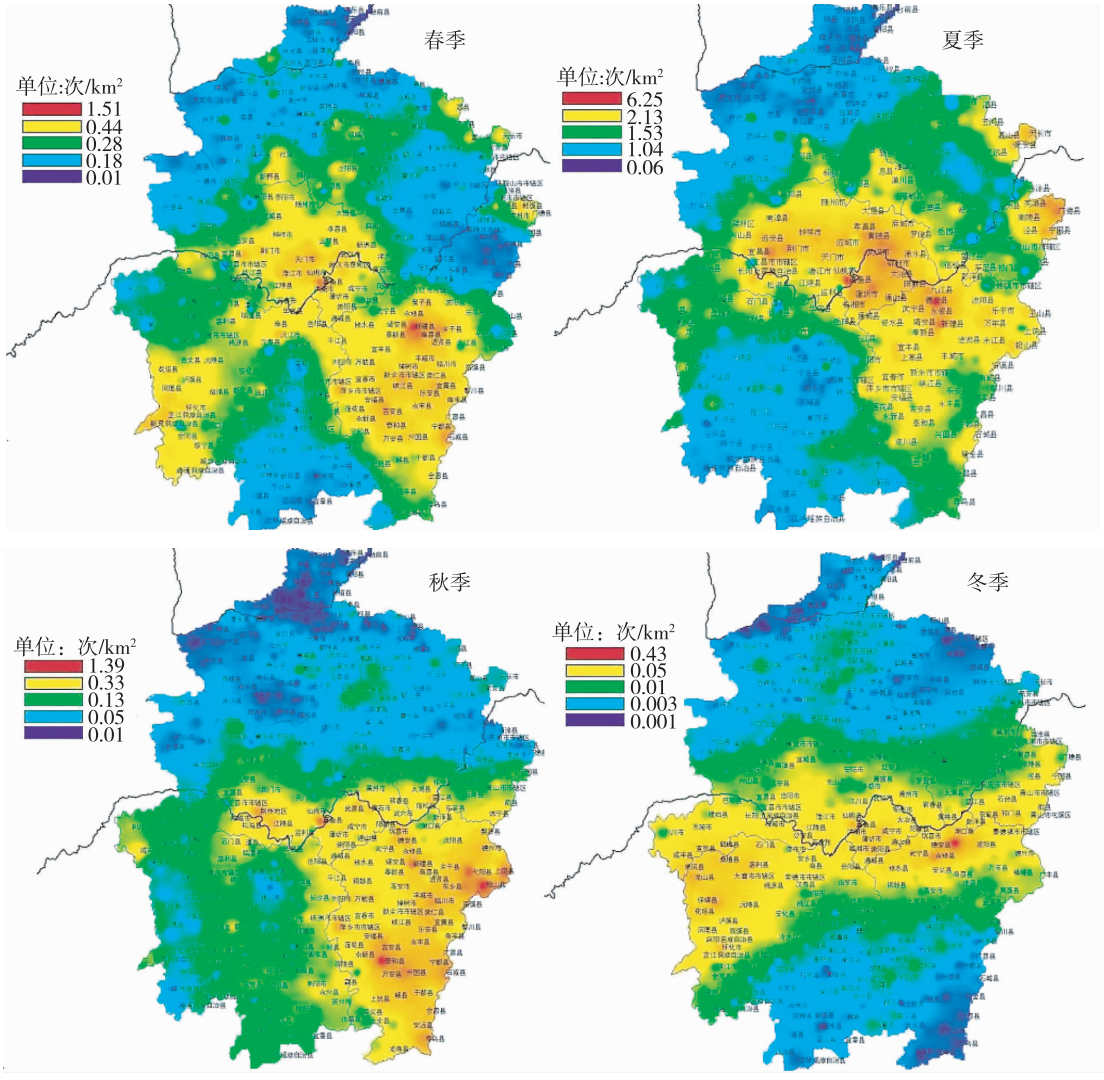


图4　中部5省闪电密度季节分布

Fig. 4　Seasonal distribution of lightning density in five provinces

无明显区别,冬季100 kA以上的闪电(100～300 kA比例6.1%、300～500 kA比例0.69%)在所有季节中最多.

5) 5省闪电密度春季北部小,中部大,南部小;夏季开始逐渐向北增大,南部减小;秋季又开始向南增大,北部减小;冬季再次向北增大,南部减小.

参考文献

References

[1] 刘岩,王振会,康凤琴,等. 浙江和甘肃两地区地闪特征的初步对比分析[J]. 高原气象,2009,28(3):669-674
LIU Yan, WANG Zhenghui, KANG Fengqin, et al. Characteristics of cloud-to-ground flashes in Zhejiang and Gansu areas[J]. Plateau Meteorology, 2009, 28(3): 669-674

[2] 王锡中,冯民学,钟颖颖,等. 2008—2009年江苏省闪电特征分析及应用研究[J]. 南京信息工程大学学报:自然科学版,2010,2(5):445-450
WANG Xizhong, FENG Minxue, ZHOGN Yingying, et al. The characteristic analysis and application study of lightning from 2008 to 2009 in Jiangsu[J]. Journal of Nanjing University of Information Science and Technology: Natural Science Edition, 2010, 2(5): 445-450

[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,2002,13(3):347-355
FENG Guili, CHEN Wenxuan, LIU Shijun, et al. Preliminary analysis of lightning characteristics in Shandong[J]. Quaterly Journal of Applied Meteorology, 2002, 13(3): 347-355

[4] 张敏锋,刘欣生,葛正谟. 我国北方地区雷电活动的时空特征[J]. 高原气象,2000,19(3):277-284
ZHANG Minfeng, LIU Xinsheng, GE Zhengmo. The features of lightning flash activity in North of China[J]. Plateau Meteorology, 2000, 19(3): 277-284

[5] 徐桂玉,杨修群.我国南方雷暴的气候特征研究[J].气象科学,2001,21(3):300-307
XU Guiyu,YANG Xiuqun. Climatic features of thunderstorms in the South China[J]. Scientia Meteorologica Sinica,2001,21(3):300-307

[6] 王学良,黄小彦,刘学春,等.2006—2007年湖北地区云地闪电时空分布特征分析[J].暴雨灾害,2008,27(4):359-362
WANG Xueliang,HUANG Xiaoyan,LIU Xuechun,et al. Analysis on the spatio-temporal distribution features of cloud-to-ground lightning in Hubei province during 2006-2007[J]. Torrential Rain and Disasters,2008,27(4):359-362

[7] 陈涛,吴岚,韩波,等.湖南省雷电特征及闪电数据分析[J].防灾科技学院学报,2008,10(3):38-42
CHEN Tao,WU Lan,HAN Bo,et al. Characters and data analysis of thunder and lightning in Hunan province[J]. Journal of Institute of Disaster-Prevention Science and Technology,2008,10(3):38-42

[8] 蒋慧敏,顾松山,吴林林.安徽地区闪电活动分布规律[J].科技信息,2008(29):331-332
JIANG Huimin,GU Songshan,WU Linlin. Lightning activity distribution in Anhui area[J]. Information of Science and Technology[J]. Science & Technology Information,2008(29):331-332

[9] 余建华,邹金生,李杉.江西省雷电监测定位系统探测数据分析[J].气象科技,2009,37(1):102-105
YU Jianhua,ZOU Jinsheng,LI Shan. Analysis of lightning data measured by Jiangxi province lightning monitoring and positioning system[J]. Meteorological Science and Technology,2009,37(1):102-105

[10] 杜克磊,周筠珺.河南地闪气候特征分析[J].成都信息工程学院学报,2007,22(增刊1):12-15
DU Kelei,ZHOU Junjun. Climatic characteristics of cloud-to-ground lightning over Henan province[J]. Journal of Chengdu University of Information Technology,2007,22(sup1):12-15

[11] 张鸿发,程国栋,张彤.中国区域闪电分布和闪电气候的特点[J].干旱气象,2004,22(4):17-25
ZHANG Hongfa,CHENG Guodong,ZHANG Tong. Characteristics of lightning distribution and lightning climate for China region[J]. Arid Meteorology,2004,22(4):17-25

[12] 马金福,冯志伟.雷击地闪密度与雷暴日数的关系分析[J].气象科学,2009,29(5):674-678
MA Jinfu,FENG Zhiwei. The analysis on the relationship between density of ground lightning strokes and the number of thunderstorm days[J]. Scientia Meteorologica Sinica,2009,29(5):674-678

Seasonal comparison of the lightning activity of five provinces in central China

CHAI Jiaran[1] XIAO Wenan[1] WANG Xueliang[2]

1 School of Atmospheric Physics,Nanjing University of Information Science & Technology,Nanjing 210044

2 Hubei Lightning Protection Center,Wuhan 430074

Abstract With the lightning positioning data from 2007—2010 measured by 52 lightning detection stations of 5 provinces in central China,this paper analyzes the daily change,intensity,slope and density of lightning distribution for four seasons. The results show that the occurrence time of the positive and negative lightning peak value and their daily variation curve for four seasons are not identical. The lightning mostly occurs in the period from afternoon to evening (12:00—20:00) during summer and autumn,which presents a single peak change,and the peak value usually appears in 16:00—18:00. While during winter and spring,the lightning mostly occurs in the period from evening to before dawn (20:00—2:00),which presents a single trough change,and the valley value appears in 10:00—14:00. Lightning intensity and slope change little during four seasons. The intensity and slope of positive lightning are higher than that of negative lightning,and the highest lightning slope appears in summer,while the biggest lightning intensity appears in winter. The positive and negative lightning intensity mainly distributes in 10 – 40 kA,more than 90% of lightning intensities are less than 80 kA,and 95.5% of lightning intensities are less than 100 kA. There is considerable variation in seasonal lightning density distribution in the five provinces. During spring,the lightning density is higher in central part than in north and south part,and in summer and winter,the lightning density increases gradually from south to north,while in autumn,it increases gradually from north to south in the five provinces.

Key words lightning daily change;lightning intensity;density of ground lightning;seasonal comparison