

王延慧,张建涛,买买提艾力·买买提依明,等.2013—2016年新疆地闪活动特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2018,12(2):43-49.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2018.02.007

2013—2016年新疆地闪活动特征分析

王延慧¹,张建涛^{2,3*},买买提艾力·买买提依明²,黄晓露¹,钱 勇¹

(1.新疆气象灾害防御技术中心,新疆 乌鲁木齐830002;2.中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所,新疆 乌鲁木齐830002;3.新疆师范大学地理科学与旅游学院,新疆 乌鲁木齐830054)

摘 要:基于新疆2013—2016年地闪定位监测资料,对新疆的地闪活动特征进行统计分析。结果表明:新疆地闪以负地闪为主,占地闪总数的84.7%。年均正地闪所占比例为15.3%,高于内蒙古高原的9.6%。地闪密度总体值小于0.714次/(km²·a),呈现出北疆大于南疆,西部地区大于东部地区,山区大于沙漠戈壁的形式;地闪年和日分布均成单峰型,年分布高发期在6—8月,日变化主要集中在14—20时;地闪强度百分率呈现单峰型分布,且负地闪的分布曲线与总地闪基本一致。正地闪出现频率在强度达到30~40 kA时出现峰值,为正地闪次数的16.5%;地闪雷电流强度全年变化幅度较小,均呈现先减小后增大的变化趋势。正地闪的平均雷电流强度达59.7 kA,为负地闪的1.8倍;上午的平均雷电流强度皆大于下午。

关键词:地闪活动;地闪密度;地闪强度;新疆

中图分类号:P427.32

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2018)02-0043-07

闪电是在对流性天气中常伴有的大气放电现象,它的分布特征能在一定程度上反映强烈局地天气变化情况^[1],研究闪电活动的特征参数在雷电防护等领域具有一定的应用价值^[2]。目前,闪电定位探测技术已日趋成熟,采用综合磁向法 Magnetic Direction Finder(MDF)和Time of Arrival(TOA)的时差测向混合法已在美国闪电定位观测网等获得较好的应用^[3],其主要应用领域为气象部门、电力行业和航空航天部门。

新疆矿产资源丰富,拥有众多能源设施,一旦出现雷击事故,将会造成巨大的经济损失和社会影响。据相关统计,全球每年因雷电造成的人员伤亡超过1万人,所造成的损失在10亿美元以上,被联合国公布为“最严重的十种自然灾害之一”^[4]。为有效地开展防雷减灾工作,提高对雷电灾害的实际防御能力,

观测和分析新疆地闪活动的分布显得尤为重要,通过对地闪定位资料的研究,可从总体上认识新疆地闪活动的分布特征,为防雷减灾制定科学的雷电防护措施提供客观依据。

近十几年来,随着雷电探测技术和手段的进步,国内外学者对闪电活动规律进行了大量的研究。Rudlosky等^[5]研究发现佛罗里达州的闪电具有季节性、区域性以及随风暴尺度变化的特点;Gabriele等^[6]研究了美国16 a地闪电活动,指出极端雷电活动主要集中在美国中部以及阿巴拉契亚山脉西部,闪电主要发生在夏季,且最近几年有增加的趋势。我国气象学者^[7-12]也对闪电活动特征做了大量的统计分析,总结了一些区域性的闪电活动规律。包斌等^[13]利用39 a气象观测站的闪电资料,对新疆闪电的时空分布特征进行了统计分析。霍广勇、柳志慧等^[14-15]利用新疆的雷暴观测资料,统计分析了当地的雷暴分布特征。王红等^[16]对新疆2012年的闪电监测数据分析指出:全年云地闪6—7月出现的频次最高;正、负地闪主要发生时间均分布在14—19时。从以上研究中不难发现,对新疆地区地闪活动特征的研究大都以雷暴日资料及一年地闪数据为基础,很少利用多年地闪定位资料进行分析。

收稿日期:2017-11-06;修回日期:2017-12-01

基金项目:国家自然科学基金项目(41505025);新疆气象局科研课题(MS201706)共同资助。

作者简介:王延慧(1987-),女,工程师,主要研究方向为气候与气候变化。E-mail:158990190@qq.com

通讯作者:张建涛(1985-),男,主要从事沙漠大气边界层研究。E-mail:287183978@qq.com

2.2 地闪的时空分布

2.2.1 空间分布特征

利用GIS软件绘制了新疆地区 $1\times 1\text{ km}$ 网格的地闪密度图,从图3中可以看出新疆地区地闪密度总体值小于 $0.714\text{次}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,2013—2016年新疆地闪密度最大值区均集中在新疆的北部(天山以北)和西部,以阿勒泰地区吉木乃县为密度最大区;地闪密度最小区集中在南疆沙漠戈壁地区,主要出现在喀什、塔什库尔干塔吉克自治县、若羌县、和田县。地闪密度最大值由2013年,随着年份的增加而逐渐减小,直到2016年又开始增加。

2013年新疆地闪密度大值区主要集中在阿勒泰

地区、塔城东部和南部地区及克拉玛依、玛纳斯、奎屯、沙湾、呼图壁一线,而南疆的地闪密度值最小(图3a);2014年新疆地闪密度大值区主要分布在吉木乃县、和布克赛尔蒙古自治县和哈密地区,南疆的地闪密度值最小(图3b);阿勒泰和塔城地区为2015年新疆地闪密度大值区,而密度最小区分布在南疆(图3c);2016年新疆地闪密度大值区主要分布在吉木乃、塔城东部和南部地区以及新和、疏附县,密度最小区分布在南疆(图3d)。2013—2016年的平均地闪密度分布图(图3e)可知,新疆密度大值区呈片状和带状分布,主要集中在阿勒泰和塔城地区的西部和北部及玛纳斯、克拉玛依、奎屯、沙湾、昌吉一线,而

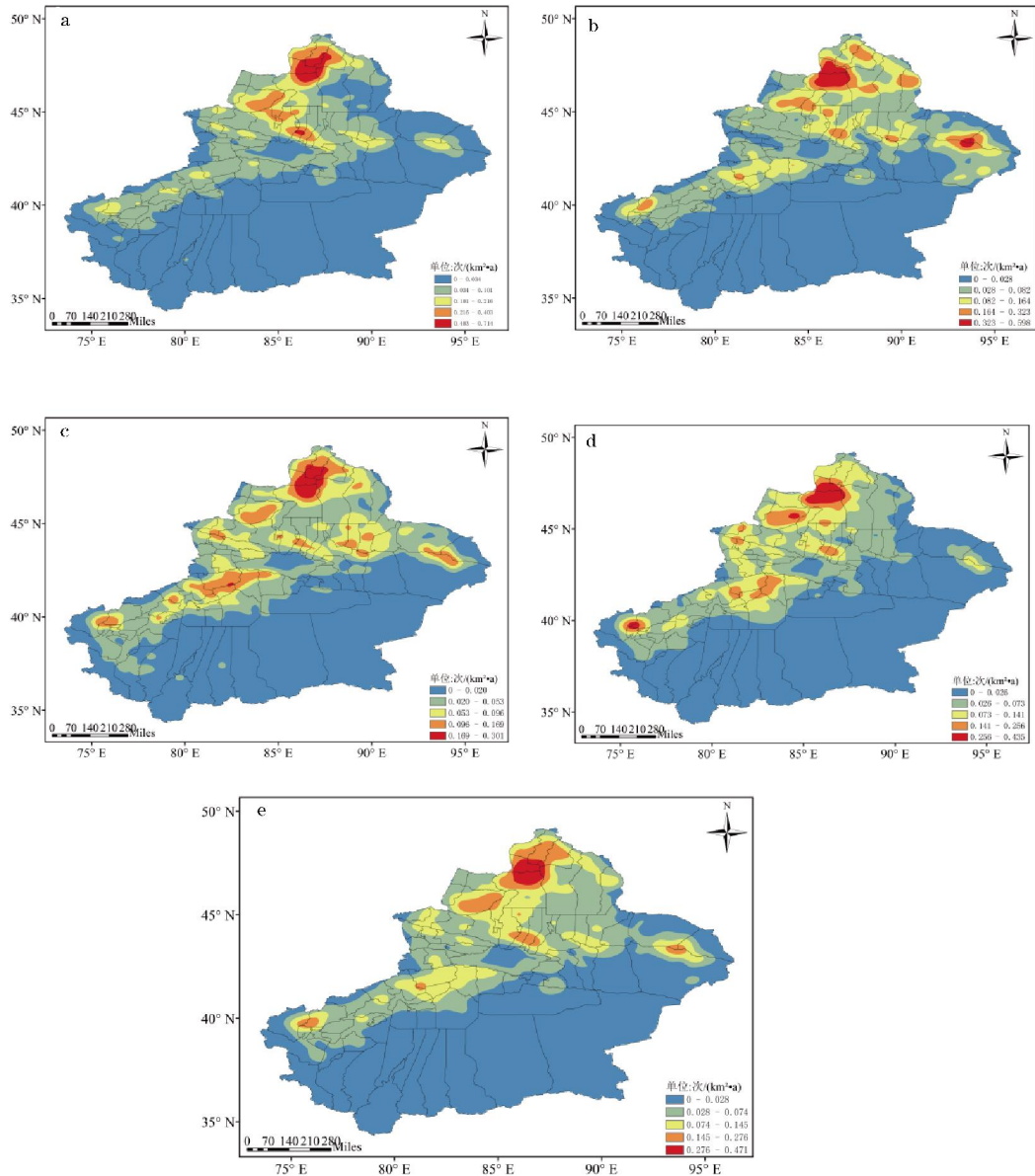


图3 2013—2016年新疆地闪密度的空间分布
(a为2013年,b为2014年,c为2015年,d为2016年,e为2013—2016年平均)

南疆的和田地区及且末和若羌县的地闪密度值最小。

由此可见,新疆的地闪密度分布呈现明显的地域性差异,表现出北疆大于南疆,西部地区大于东部地区,山区大于沙漠戈壁地区的形式。天山山脉北部及北疆地区为地闪密度高值地区,最大值位于塔城和阿勒泰之间地区,天山西部为地闪密度较高地区,东部仅哈密地区地闪密度较高。地闪密度低值地区为塔克拉玛干沙漠南部的和田等地。这与新疆地区山脉位置分布有很高的一致性。由于天山山脉对冷空气的阻挡作用,形成了北疆气温低,降水较多,闪电也较多;南疆气温高,降水较少,闪电少的特点。而准噶尔山,西天山和帕米尔高原对冷空气的阻挡,使得东部气温低,降水少而西部气温较高,降水较多。全疆地闪分布也呈现出西部多于东部的形势。另外,沙漠地区降水极少,异常干燥,水汽极少,很难产生闪电。

一般而言,在500 hPa附近的对流层中高层往往有冷槽或冷涡系统影响新疆,在中低层850 hPa有暖气层与其上的干冷空气相配合,700 hPa或850 hPa往往还存在风的切变和辐合区。另外,在地面上有时可分析出冷锋或中尺度的高压。上述环流背景为对流性天气系统的发生发展提供了非常有利的条件,这也是雷电天气发生的常见环流特征^[24]。

2.2.2 年变化特征

图4为新疆地闪的年分布图,从图4中可以看出新疆地闪年分布成单峰型,总地闪主要集中在5—9月,占地闪总数的97.8%,高发期在6—8月,占地闪总数的82.1%。其中,正、负和总地闪峰值出现在6月,分别占地闪总数的5.3%、31.3%、36.6%。6—8月空气中水汽含量充足,而温暖潮湿的上升气流是产生雷电的必要条件之一;同时盛夏对流旺盛,0℃层高度较高,所积累的不稳定能量增强,对流活动向上发展,这有利于云内正负电荷相互碰撞摩擦后在不同部位形成和积累,最终形成闪电。而正、负和总地闪在4月、10月均发生地闪较少,其中10月最少,分别仅占地闪总数的0.1%、0.3%和0.4%。可能是天气转凉,大气中水汽含量下降的缘故。新疆冬半年11月一次年3月则基本无发生地闪活动。这是因为冬季气温较低且空气干燥,热力作用较弱,对流天气很难产生。另外,从图中还可以看出,正地闪占总地闪百分比与正地闪频数的年变化形式基本相反,正地闪占总地闪百分比最大值出现在4月,高达25.6%,最小值出现在8月,仅为13.5%。

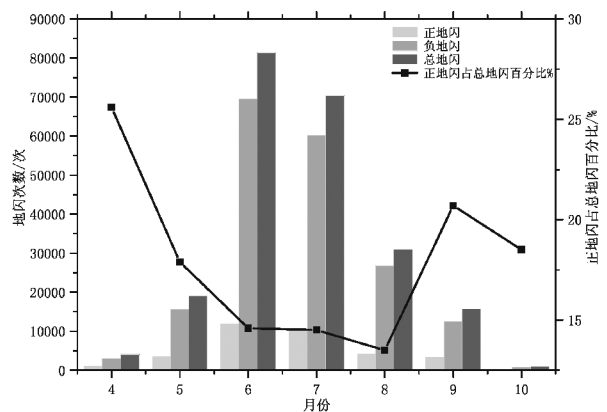


图4 2013—2016年新疆地闪活动年变化

2.2.3 日变化特征

新疆地闪日变化成单峰分布(图5),且逐小时内都有地闪发生,地闪主要集中在14—20时。总地闪在24—04时处于低值区,05时开始地闪发生次数逐渐减少,至10时地闪发生次数降至谷值,仅占地闪总数的0.7%。11时开始地闪发生次数又逐渐增多,至17时地闪次数达到一天中的峰值,为地闪总数的10.5%,之后又开始下降。负地闪和总地闪频数的日变化曲线基本一致,而正地闪日变化则相对较缓慢,最大值出现在16时,为谷值的9.8倍,比负地闪峰值早1 h。正地闪占总地闪百分比在08—10时出现高值,该时段地闪活动较弱,负地闪次数少,总地闪次数减少,使得正地闪百分比比较高。低值时段则主要在17—18时,与负地闪峰值出现时间相同或者晚1 h。由上可知,新疆一般在14时以后比较容易出现强对流天气,而在16时前后是一天中强对流天气高发时段,这与王娟^[7]等的研究结论相一致。主要是因为午后至傍晚受到太阳辐射的加热作用,下垫面温度升高,热力条件较好,午后强对流有利于闪电发生。

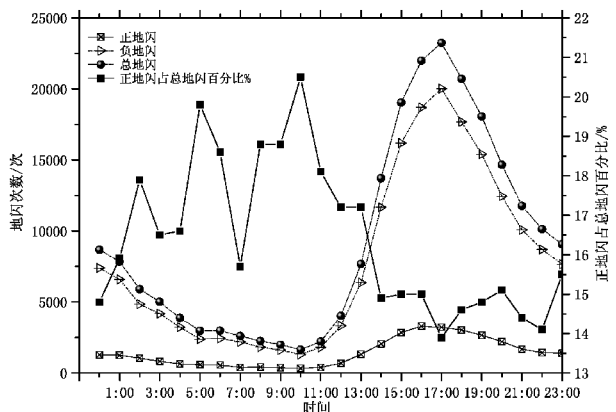


图5 2013—2016年新疆地闪活动日变化

2.3 地闪的强度变化

2.3.1 强度概率变化特征

新疆地闪次数百分率呈现单峰型分布(图6),且负地闪的分布曲线与总地闪基本一致,而正地闪与负地闪的分布则差异很大,主要原因是负地闪约占总地闪的比重较大。负、总地闪强度在30 kA以下时,负地闪和总地闪次数百分率随其强度的增加而增加,以上则相反。负、总地闪强度主要集中在20~60 kA,均在20~40 kA之间出现频率较高,分别占相应总数的77.0%、71.0%,且均在20~30 kA地闪出现频率达到最大,最大值分别为32.8%、29.9%;而正地闪强度则在30~60 kA之间出现频率最高,占正地闪次数的57.3%,其中正地闪强度在30~40 kA时,正地闪出现频率达到峰值,为正地闪次数的16.5%。地闪强度在40 kA以上时,正地闪次数百分率随其强度的增加而减小,以下则反之。另外,地闪强度在10~40 kA时负地闪次数百分率高于正地闪次数百分率,在50 kA及以上则相反,即在地闪强度高值区正地闪所占比率高于负地闪。

60%以上的正地闪强度<60 kA,10%以下的正地闪强度在110 kA以上,100 kA以下的正地闪占正地闪次数的87.4%;而60%以上的负地闪强度<30 kA,90%以上的负地闪强度在60 kA以下,100 kA以下的负地闪占负地闪次数的97.1%;平均而言,正地闪平均电流大,而负地闪则相对较小。

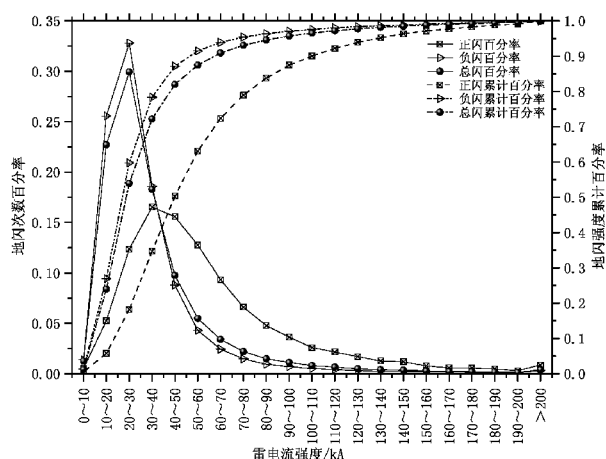


图6 地闪强度的正、负地闪次数占各自地闪总频次的百分率以及累计百分率变化

2.3.2 强度年变化特征

新疆地闪雷电流强度全年变化幅度较小(图7),均呈现先减小后增大的变化趋势,且正、负和总地闪最大值均出现在10月,峰值依次为78.9、52.1、

56.8 kA。且总地闪和负地闪的月平均雷电流强度变化趋势基本一致,最小值均出现在7月,分别为35.6、32.0 kA。其中,总地闪的平均雷电流强度年均值为37.1 kA,负地闪5—9月的平均雷电流强度主要集中在32.0~37.2 kA,雷电流强度年均值为33.4 kA;而正地闪的平均雷电流强度最小值出现在6月,为58.3 kA,雷电流强度年均值为59.7 kA,从整体数据上看,正地闪的平均雷电流强度为负地闪的1.8倍。因正地闪具有大的峰值电流、长的连续电流放电过程及远的中和电荷矩,相对而言,所造成的危害更加严重^[22]。

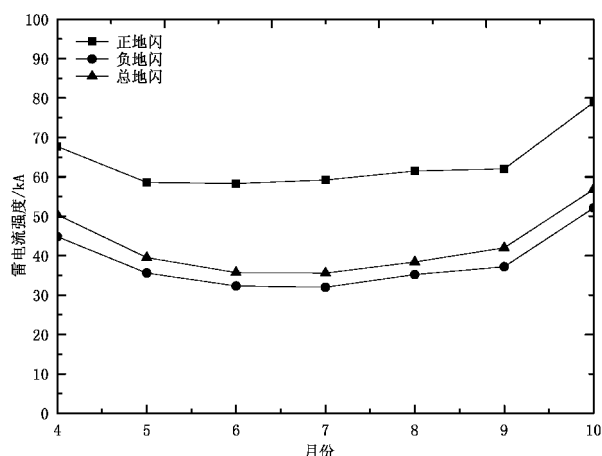


图7 2013—2016年新疆地闪强度的年变化

2.3.3 强度日变化特征

图8为新疆地闪平均雷电流强度的日变化。一天内各个时段正地闪的雷电流强度均大于负地闪,约为负地闪的1.8倍。正地闪的雷电流强度在17—21时比较小,其他时段雷电流强度值较大,且变化幅度不大,最大值(68.4 kA)出现在06时,最小值出现在21时,为56.6 kA。正地闪的雷电流强度日均值为59.7 kA,分别为负地闪和总地闪的1.8和1.6倍;负地闪各个时段的雷电流强度均小于总地闪,且变化特征与总地闪相似,负地闪和总地闪上午的雷电流强度均大于下午的雷电流强度,且雷电流强度最大值均出现在05时,峰值分别为42.8、46.0 kA,最小值均出现在18时,谷值依次为30.8、34.4 kA。

3 结论

(1)2013—2016年全疆发生地闪年均达55 538次,以负地闪为主,占地闪总数的84.7%。新疆近4 a的年均正地闪所占比例为15.3%,高于内蒙古高原的9.6%。

(2)新疆地区地闪密度总体值小于0.714次/(km²·a),呈现出北疆大于南疆,西部地区大于东部

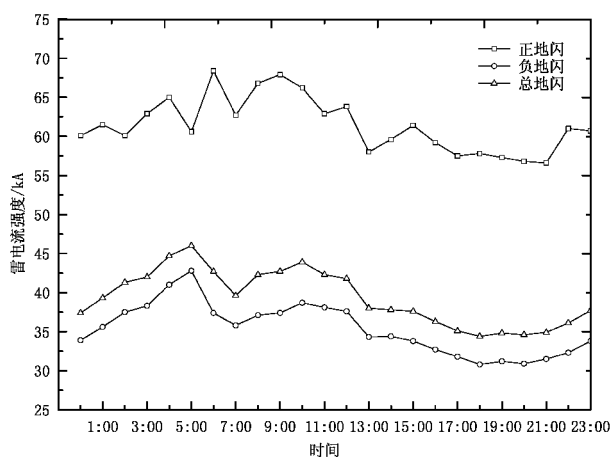


图8 2013—2016年新疆地闪强度的日变化

地区,山区大于沙漠戈壁地区的形式。天山山脉北部既北疆地区为地闪密度高值地区,天山西部为地闪密度较高地区,东部仅哈密地区地闪密度较高。地闪密度低值地区为塔克拉玛干沙漠南部的和田等地。这与新疆地区山脉位置分布有很高的一致性。

(3)新疆地闪年变化成单峰型,总地闪主要集中在5—9月,高发期在6—8月,占地闪总数的82.1%。其中,正、负和总地闪峰值均出现在6月,10月最少。正地闪占总地闪百分比与正地闪频数的年变化形式基本相反,正地闪占总地闪百分比最大值出现在4月,高达25.6%,最小值出现在8月。

(4)新疆地闪日变化成单峰分布,且逐小时内都有地闪发生,主要集中在14—20时。总地闪于17时地闪次数达到一天中的峰值,为地闪总数的10.5%。负地闪和总地闪频数的日变化曲线基本一致,而正地闪日变化则相对较缓慢,最大值出现在16时。正地闪占总地闪百分比在08—10时出现高值。

(5)新疆地闪强度百分率呈现单峰型分布,且负地闪的分布曲线与总地闪基本一致。负、总地闪强度在20~30 kA地闪出现频率达到最大;而正地闪强度在30~40 kA时,正地闪出现频率达到峰值,为正地闪次数的16.5%。地闪强度在40 kA以上时,正地闪次数百分率随其强度的增加而减小,以下则反之。平均而言,正地闪平均电流大,而负地闪则相对较小。

(6)新疆地闪雷电流强度全年变化幅度较小,均呈现先减小后增大的变化趋势,且最大值均出现在10月。总地闪和负地闪的月平均雷电流强度变化趋势基本一致;正地闪的月平均雷电流强度最小值出现在6月,为58.3 kA;一天内各个时段正地闪的平均雷电流强度均大于负地闪,约为负地闪的1.8倍,上

午的平均雷电流强度皆大于下午的平均雷电流强度。

参考文献:

- [1] 陈渭民.雷电学原理[M].第1版.北京:气象出版社,2003: 79-86.
- [2] 许小峰.国家雷电监测网的建设与技术分析[J].中国工程科学,2002,(05):10-12.
- [3] Richard E. Orville. Development of the National Lightning Detection network [J]. Bulletin of the American Meteorological Society,2008,89(2):180-190.
- [4] 许小峰.雷电灾害与监测预报[J].气象,2004,30(12):17-21.
- [5] Scott R D, Henry E Fuelberg. 2011. Seasonal, regional, and storm-scale variability of cloud-to-ground lightning characteristics in Florida [J]. Mon Wea Rev,139,1826-1843.
- [6] Gabriele V, James A S.2013. Spatial and temporal variability of cloud-to-ground lightning over the continental U S during the period 1995-2010 [J]. Atmos Res,124:137-148.
- [7] 王娟,湛芸.2009—2012年中国闪电分布特征分析[J].气象,2015,41(2):160-170.
- [8] 杨春明,唐志勇,周俊,等.安徽省马鞍山地区闪电时空分布特征[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(1):23-27.
- [9] 王慧,王沛涛,高玉龙.湖北黄冈地区2006—2011年闪电时空分布特征[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(1):60-64.
- [10] 王华,郑栋,张义军,等.北京和广州地区云闪初始击穿电场变化特征[J].气象与环境科学,2016,39(3):22-31.
- [11] 田德宝,杨群超,盛文斌.基于人工观测和ADTD系统的嘉兴地区雷暴活动特征分析 [J]. 气象与环境科学, 2016,39(3):90-96.
- [12] 黄兰兰.强雷电天气过程闪电定位资料分析及预警服务[J].气象与环境科学,2014,37(3):88-93.
- [13] 包斌,汪宏伟,王旭.新疆闪电时空分布特征分析[J].新疆气象,2002,25(1):22-23.
- [14] 霍广勇.1961—2012年新疆雷暴时空分布及其变化特征[J].冰川冻土,2013,35(5):1156-1164.
- [15] 柳志慧,王式功,尚可政,等.天山南麓雷暴日短期预报研究[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(2):43-49.
- [16] 王红,张永军,陈金根,等.基于闪电定位监测数据的雷暴特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(6):66-69.
- [17] 李家启,栾健,王鹏,等.闪电定位资料质量控制中小幅值地闪范围的研究[J].高电压技术,2014,40(3):727-731.
- [18] Zheng D, Zhang Y, Meng Q, et al. Climatological Comparison of Small- and Large-Current Cloud-to-Ground Lightning Flashes over Southern China[J]. Journal of Climate, 2016, 29(8): 2831-2848.

- [19] Yang Xinlin, Sun Jianhua, Li Wanli. An Analysis of Cloud-to-Ground Lightning in China during 2010-13[J]. *Weather & Forecasting*, 2014, 30(6):1537-1550.
- [20] 刘晓冬,冯旭宁,宋昊泽,等.内蒙古地区雷电活动及灾害特征分析[J].*灾害学*,2016,31(1):60-65.
- [21] 秦贺,陈春艳,霍文,等.1999-2008年新疆雷暴活动特征分析[J].*沙漠与绿洲气象*,2013,7(6):63-67.
- [22] 崔海华,金晓青,张彦勇,等.京津冀地区雷电活动时空分布特征[J].*干旱气象*,2017,35(1):36-42.

Cloud-to-Ground Lightning Activity Characteristics in Xinjiang during 2013-2016

WANG Yanhui¹, ZHANG Jiantao^{2,3}, Mamtali Mamtimin², HUANG Xiaolu¹, QIAN Yong¹

(1.Meteorological Disaster Prevention Technology Center of Xinjiang ,Urumqi 830002,China; 2.Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi 830002, China; 3.Xinjiang Normal University, Institute of Geography and Tourism, Urumqi 830054,China)

Abstract Based on the data from the cloud-to-ground (CG) Lightning Location Monitoring in Xinjiang from 2013 to 2016, the characteristics of the CG lightning is analyzed. The results are showed as follows: the CG lightning in Xinjiang focuses on negative one which accounts for 84.7% of the total. The positive lightning of the annual average is 15.3%, which is higher than 9.6% of the Inner Mongolia plateau. The overall value of the CG lightning density is less than 0.714 time/km²·a, and it presents that the north region is greater than the southern one, the western region is greater than the eastern one, the mountainous area is greater than the desert Gobi in Xinjiang. The monthly and diurnal distribution of the CG lightning all show the single-peak type, the high-incidence season of monthly distribution is from June to August, and diurnal change occurs mainly in 14:00-20:00BT. The percentage of the CG lightning intensity is unimodal distribution, and the distribution curve of the negative lightning is the same as the total one. The occurrence frequency of positive lightning appears a peak when intensity reaches to 30-40kA, which is 16.5% of the positive one. The annual change of the current intensity of the CG lightning has a little change. All present the change trend of first reducing and then increasing. The average current intensity of the positive lightning is 59.7kA, which is 1.8 times more than that of the negative lightning. The average lightning current intensity is greater in the morning than that in the afternoon.

Key words the cloud-to-ground (CG) lightning; the CG lightning density; the CG lightning intensity; Xinjiang