

徐耕,白铎,焦美玲,等.庆阳市闪电活动与雷电灾害特征分析[J].陕西气象,2020(4):40-44.

文章编号:1006-4354(2020)04-0040-05

# 庆阳市闪电活动与雷电灾害特征分析

徐耕<sup>1</sup>,白铎<sup>2</sup>,焦美玲<sup>1</sup>,张天峰<sup>1</sup>,何树洲<sup>1</sup>

(1.庆阳市气象局,甘肃庆阳 745000;2.武山县气象局,甘肃武山 741300)

**摘要:**选用庆阳市8县区2014—2019年的闪电监测资料与雷电灾害统计资料,利用MATLAB软件,采用数理统计等方法对庆阳市近6年闪电活动与雷电灾害特征进行分析。结果表明:庆阳市年负地闪频次高于正地闪,而正地闪强度高于负地闪。东南部地区闪电频次高于西北地区,中部和西北部闪电强度较大,最大闪电强度为东南角,庆阳市边界地区闪电强度相对较小。闪电活动主要集中在每年的4—8月,其中7月闪电频次最多。负地闪频次与总闪电频次的日变化特征一致,均为单峰单谷型,16时最多,10时最少;正地闪频次的日变化相对平缓。各时刻正地闪的强度均高于负地闪,但两者呈反相变化。雷电灾害主要出现在每年的6—10月,其中以6月发生雷电灾害最多,7月次之。2016年雷电灾害最多,达47次,且由此造成的直接经济损失尤其是农业损失最为惨重。庆阳市大部分地区的雷电灾害的风险等级较低,东部风险等级高于西部,南部高于北部;雷电灾害风险等级高的地区闪电活动频次及强度远高于等级低的地区,正地闪强度高于负地闪。雷电灾害多数由负地闪造成,较重的雷电灾害事故为正地闪引起。

**关键词:**正地闪;负地闪;雷电灾害;庆阳市

**中图分类号:**P429

**文献标识码:**A

闪电是大自然中一种较为复杂的物理现象,指的是带电荷的云层内部、云层与大地或云层与云层之间产生的一种距离较长的瞬时放电现象,主要表现为电压高、电流大、电磁辐射强,具有三维性、瞬时性、突发性及破坏性等特点。随着社会经济与科学技术的飞速发展,雷电的发生频率更是居高不下,造成的经济损失相当多,严重时甚至还会造成人员伤亡。雷电灾害属于联合国公布的十大最严重的灾害之一,全球每年由雷击灾害造成的人员伤亡数量在1万人以上,由此引发的通信中断、电力线路故障、火灾、爆炸等事故频发。因此,如何做好雷电灾害的防御工作成为相关工作人员及广大民众普遍关注的热点问题。全国气象部门也建立了闪电监测网,它为研究闪电活动分布规律提供了基础<sup>[1-4]</sup>。利用该闪电监测系统提供的闪电数据,可以有效地分析闪电频次的分

布特征,掌握雷电的活动规律。目前,国内已经开展了较多的关于闪电活动特征的研究<sup>[5-10]</sup>,郇嘉诚利用2006—2010年江苏省气象部门闪电定位系统观测资料,探讨了江苏各地闪电分布差异和闪电活动特征<sup>[11]</sup>,邓德文利用2008—2014年ADTD雷电探测定位系统所观测到的资料,分析了江西省雷电活动的时空分布特征<sup>[12]</sup>。本文重点探讨庆阳市2014—2019年闪电活动及雷电灾害特征,以期掌握庆阳市雷电的发生发展规律,进而为做好雷电灾害的防御工作提供一定的借鉴与参考。

## 1 资料来源与区域概况

### 1.1 资料来源

所使用的研究数据来源于庆阳市2014—2019年8县区闪电监测数据与中国气象局气象灾害管理系统的雷灾统计资料。利用MATLAB

收稿日期:2020-02-24

作者简介:徐耕(1991—),男,甘肃庆阳人,工学学士,助工,研究方向:雷电防护科学与技术、防雷检测。

基金项目:庆阳市气象局科研项目“基于多源资料的庆阳市雷电灾害风险区划”(QY2019-12)

软件,采用数理统计法针对该地区闪电监测资料及雷电灾害特征进行分析。

## 1.2 研究区概况

庆阳市位于甘肃最东部(106°20'E~108°45'E, 35°15'N~37°10'N),其东部靠近子午岭,西部连接六盘山,北部临近羊圈山,全市总面积为27 119 km<sup>2</sup>,境内包括高原、河谷、平川、丘陵等多种地貌类型,地势整体呈现出由北向南逐渐倾斜的变化趋势。庆阳市位于大陆性气候区,表现出气候温和、光照充沛、降水较少等特点。受到气候、地形等多种因素的影响,庆阳市灾害性天气现象发生频率较高,其中雷电作为庆阳市最为常见的气象灾害之一,造成的影响及危害相当严峻。据统计,2014—2019年庆阳市年平均出现22次雷电过程,年均直接经济损失达23 607.66万元。

## 2 闪电活动特征分析

### 2.1 时间分布

2.1.1 年变化 统计2014—2019年庆阳市正负闪电频次(见表1)情况,总闪电频次以2018年最高,2019年最少,分别为5 717次、2 616次。庆阳市年平均出现闪电3 746次,年均出现正地闪603次,负地闪3 143次。闪电活动负地闪为主,占年均82.5%左右,年均负地闪出现频次约为正地闪的5倍,这与雷暴云中电荷结构呈上正下负分布有关,负电荷接近地面更易于对地进行放电。

负地闪为主,正地闪为辅(图1)。闪电活动主要集中在6—8月,7月最为频繁。6—8月各月的总闪频次分别占年总闪电频次的15%、46%及26%。所以,6—8月是庆阳市防御雷电灾害的关键时期。

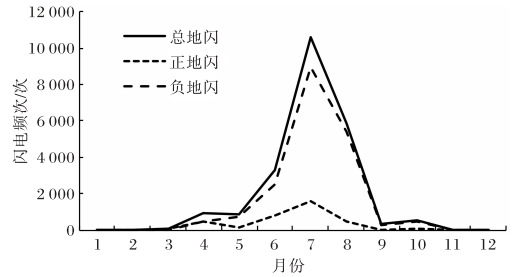


图1 2014—2019年庆阳市闪电频次月变化

2.1.3 日变化 庆阳市闪电的日变化(图2)显示,每个时刻均有闪电发生,负地闪频次与总闪电频次的日变化趋势基本一致,为单峰单谷型。闪电活动频次较低的时段为08—11时,10时达到最小值;11时开始呈现上升趋势,16时达到一天的最大值。相对比而言,正地闪频次的日变化趋势较为平缓,频次最高的时刻为15时。整体而言,午后与傍晚时间段闪电出现频次较高,而夜晚及上午发生闪电活动概率较低。主要因为午后至傍晚受到太阳辐射的加热作用,这一时间段内大气温度与地表温度都比较高,致使靠近地面的大气获取较多的能量而辐合抬升,进而易形成对流云,引发闪电活动。

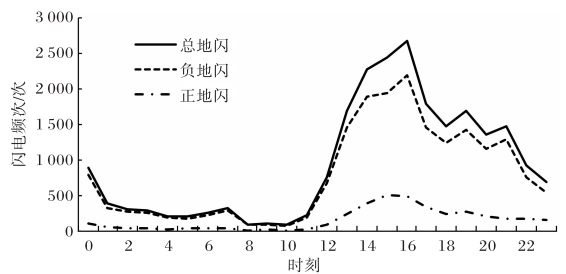


图2 2014—2019年庆阳市闪电频次日变化

由图3可见,庆阳市各时次正地闪强度的平均值位于53~100 kA之间,00时正地闪强度最小,在04时强度达到最大,而负地闪强度的平均值位于33~54 kA之间,10时的负地闪强度达到最大,最小值出现在19时。整体而言,庆阳市各

表1 2014—2019年庆阳市闪电频次及所占比例

年份	总闪频次/次	正地闪频次/次	正地闪占比/%	负地闪频次/次	负地闪占比/%
2014	3 870	594	15.3	3 276	84.7
2015	2 785	799	28.7	1 986	71.3
2016	4 174	621	14.9	3 553	85.1
2017	3 311	601	18.2	2 710	81.8
2018	5 717	514	9.0	5 203	91.0
2019	2 616	489	18.7	2 127	81.3
平均	3 746	603	17.5	3 143	82.5

2.1.2 月变化 庆阳市2014—2019年,除12—2月无闪电活动外,其余各月均有闪电活动。以

时刻正地闪的强度高于负地闪强度,但两者呈反相变化。

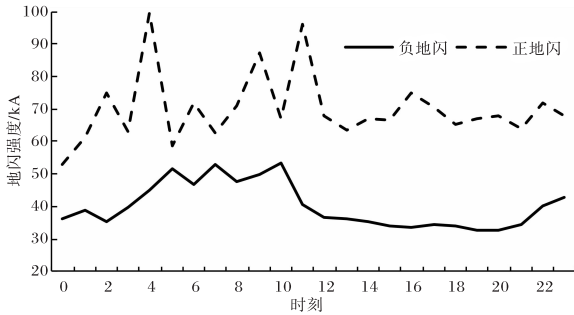


图3 2014—2019年庆阳市正负地闪强度日变化

## 2.2 空间分布

### 2.2.1 闪电频次

分析庆阳市闪电频次的空间分布特征(图4,见第43页)可以发现,全市闪电活动较频繁。总的来说,南部地区的闪电频次明显多于北部地区,东部地区出现闪电的频次多于西部地区。对于正地闪而言,高频区位于庆阳市中南部与南部,北部及西北部较少;而对于负地闪,高频区位于庆阳市的东部,其余地区相对较少。庆阳市闪电频次空间分布特征与地理位置、海拔高度及气候特征有很大的关系,庆阳市位于甘肃省最东部,东南部地区植被覆盖面大,海拔高度从西北至东南呈递减趋势。气候类型为大陆性气候,夏季强对流天气较多,尤其林区强对流天气更易形成,雷电活动频发。因此庆阳市东南部地区闪电频次高于西北地区。

### 2.2.2 闪电强度

图5(见第43页)为庆阳市闪电强度的区域分布特征。从正地闪强度区域分布可以看出,庆阳市西北部和东南角闪电强度较大,最大值出现在东南部与西北部边缘地区,平均闪电强度达到了70 kA以上。对负地闪而言,中部偏北地区负地闪强度较大,负地闪的平均强度达到了40 kA以上,东部及西北部负地闪强度较小。总体表现为:庆阳市中部和西北部闪电强度较大,最大闪电强度为东南角,庆阳市边界地区闪电强度相对较小。

## 3 雷电灾害特征分析

### 3.1 时间变化特征

庆阳市雷电灾害主要出现在每年的6—10月(图6,见第43页),其中以6月雷电灾害频次最

多,共计65次;7月次之,共出现33次。庆阳市雷电灾害发生时间与闪电活动多发时间基本一致。统计近6年庆阳市雷电灾害情况(表2),平均每年发生22次雷电灾害事故,受灾人数达176 035人,造成的经济损失主要为农业损失。2016年出现雷电灾害频次最多,2018年最少,分别为47次和5次。经济损失最为惨重的年份为2016年,2015年受灾人数最多,达377 273人。由此可见,雷电灾害表现出两个特点,一是雷电灾害发生频率较高,二是雷电灾害造成的经济损失尤其是农业损失是巨大的。

表2 2014—2019年庆阳市雷电灾害统计

年份	雷电灾害 频次/次	受灾人数 /人	直接经济 损失/万元	农业损失 /万元
2014	23	136 809	31 491.27	25 706.42
2015	29	377 273	36 447.39	36 112.75
2016	47	295 147	58 286.26	61 914.55
2017	15	168 499	7 951.67	6 997.77
2018	5	18 421	1 323.20	846.90
2019	14	60 064	6 146.18	6 008.08
平均	22	176 035	23 607.66	22 931.08

### 3.2 空间分布特征

根据文献[13]中的方法对庆阳市雷电灾害风险等级进行划分,将雷电灾害风险分为高、较高、中、低等4个等级,得到庆阳市雷电灾害风险等级空间分布(图7,见第43页)。由图7可以看出,庆阳市大部分地区出现雷电灾害的风险等级较低,东部雷电灾害的等级高于西部地区,南部高于北部。与庆阳市闪电空间分布特征(图4、图5)对比,发现庆阳市雷电灾害风险等级与庆阳市闪电频次、强度存在相关性。庆阳市闪电活动主要以负地闪为主,正地闪为辅。在雷电灾害风险等级高的地区闪电活动频次及强度远高于等级低的地区,正地闪强度高于负地闪。雷电灾害等级低的地区正、负地闪强度差异较小。可以得出庆阳市雷电灾害多数由负地闪引发,但较重的雷电灾害事故为正地闪造成。

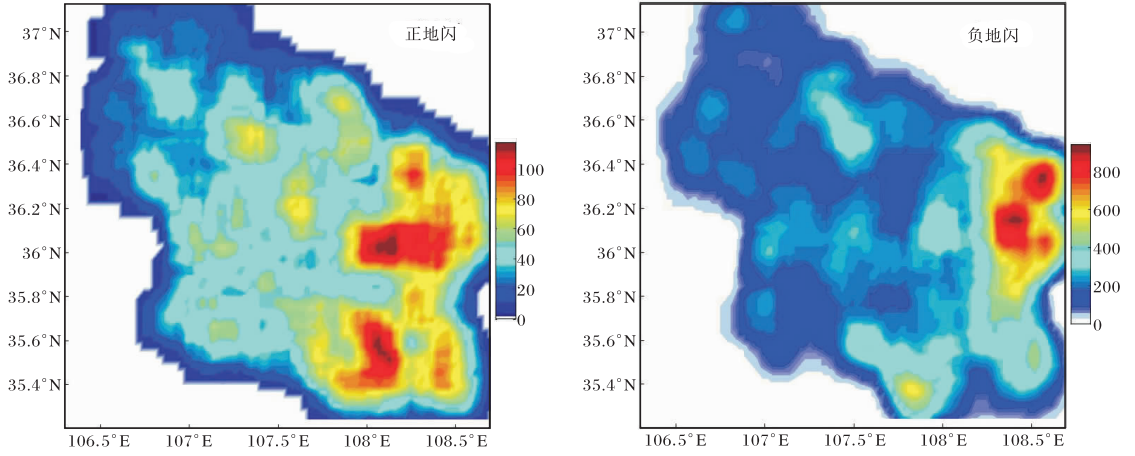


图4 2014—2019年庆阳市闪电频次区域分布(单位:次/(km<sup>2</sup>·a))(文见第42页)

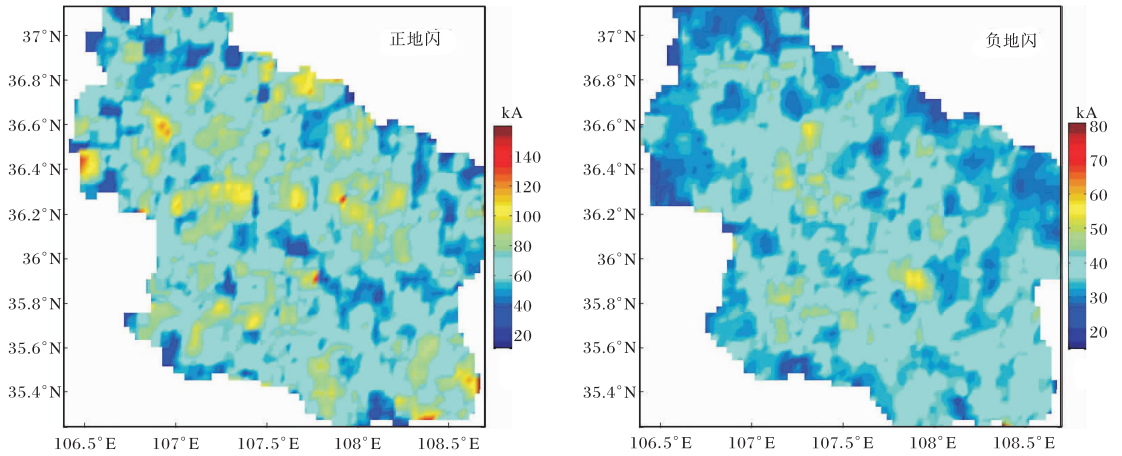


图5 2014—2019年庆阳市闪电强度区域分布(文见第42页)

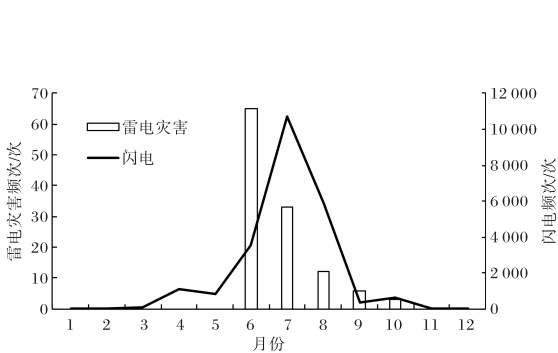


图6 2014—2019年庆阳市雷电灾害频次与闪电频次月对比(文见第42页)

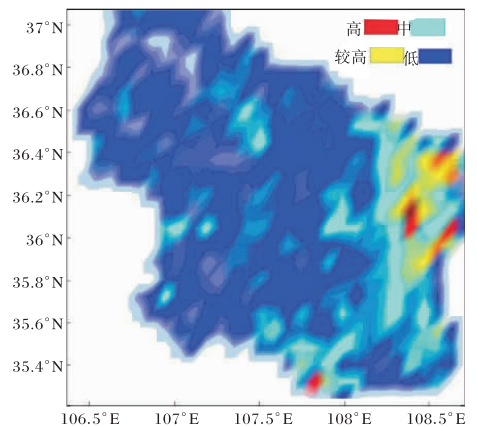


图7 2014—2019年庆阳市雷电灾害风险等级空间分布(文见第42页)

## 4 结论

(1)庆阳市年平均出现闪电 3 746 次,年均正地闪 603 次,年均负地闪 3 143 次,东南部地区出现闪电的频次高于西北部。闪电活动主要集中在每年的 4—8 月,其中 7 月闪电频次最多,其余月份较少。西北部、北部和东南部正地闪强度较大,峰值出现在东南部,中部地区正地闪强度较小。中部及中偏西北部地区负地闪强度较大,东南及西北部负地闪强度较小。

(2)庆阳市闪电活动主要集中在午后及傍晚,负地闪频次与总闪电频次的日变化趋势保持一致,均呈现出单峰单谷的变化,其峰值出现在 16 时,10 时最少。正地闪频次的日变化相对平缓,最高在 15 时。各个时刻正地闪的强度都高于负地闪强度,但两者的呈反相变化。

(3)庆阳市雷电灾害出现在每年的 6—10 月,其中以 6 月出现雷电灾害频次最多,7 月次之。东部雷电灾害的风险等级高于西部地区,南部高于北部。雷电灾害多数由负地闪引发,但雷电灾害事故情节较为严重的由正地闪造成。

### 参考文献:

- [1] 杨碧轩,高菊霞,王洁,等. 2013 年陕西省雷电活动特征分析[J]. 陕西气象,2014(5):41-43.
- [2] 祁海霞,王斌. 黄南州雷电活动特征分析[J]. 陕西气象,2013(3):23-24.
- [3] 刘琳,吴非,尹东昊. 吉林省 2011—2014 年闪电定位系统资料初步分析[J]. 农业灾害研究,2018,8(6):33-34.
- [4] 杨春明,马林,曹辉. 2010—2012 年安徽省闪电特征分析与应用研究[J]. 中国农学通报,2016,32(29):155-160.
- [5] 秦健,陈宏,陈闯. 重庆农村地区雷电灾害时间分布规律及重灾年份预测[J]. 中国农学通报,2014,30(20):249-254.
- [6] 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.
- [7] 程向阳,谢五三,刘岩,等. 安徽省近 50 年雷暴的时空变化特征及影响因素[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(1):117-121.
- [8] 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.
- [9] 刘维成,陶健红,邵爱梅. 甘肃和广东 2008~2011 年闪电特征对比[J]. 干旱气象,2012,30(4):588-592.
- [10] 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.
- [11] 酆嘉诚,钟颖颖,冯民学. 江苏省区域闪电分布特征[J]. 大气科学学报,2012,35(3):380-384.
- [12] 邓德文. 基于 ADTD 数据观测到的江西雷电活动变化特征[C]//中国气象学会. 第 32 届中国气象学会年会—S20 第十三届防雷减灾论坛—雷电物理和防雷新技术. 北京:中国气象学会,2015:671-678.
- [13] 陈阿仲. 基于 GIS 技术的雷电灾害风险区划研究[C]//中国气象学会. 第 28 届中国气象学会年会—S10 公共气象服务政策体制机制和学科建设. 北京:中国气象学会,2011:7.