

刘敏,薛小宁,张博宇. 榆林地区雷电活动特征分析[J]. 陕西气象,2017(1):23-27.

文章编号:1006-4354(2017)01-23-05

榆林地区雷电活动特征分析

刘敏¹,薛小宁²,张博宇²

(1. 定边县气象局,陕西定边 718600;2. 榆林市气象局,陕西榆林 719000)

摘要:利用1964—2013年榆林市雷暴日资料及2013年全省闪电定位仪资料统计分析榆林地区雷电分布特征、雷电参数的年际变化、月变化、日变化、分布时段特征。经过分析发现,全市年平均雷暴日为29.2 d,呈现逐年减少的趋势。2013年全市闪电集中出现于6—9月,占全年总闪电频次的97.3%,其中7、8月为峰值区,占全年闪电频次的83%,8月最多;14—21时为全天闪电高峰时段。全年以负闪为主,可占总闪频次的94.85%。闪电空间分布和强度分布区域性特征显著,其中神木闪电密度较大但强度较弱;府谷、吴堡、定边等地则强度较大而密度较小。榆林平均电场以正极性为主,全市平均电场强度为 $-0.055\ 28\sim 0.193\ 13\ \text{kV/m}$,东西分布特征明显,其中最西端的定边站,平均电场强度最低。

关键词:雷暴;闪电;大气电场;榆林

中图分类号:P427.32

文献标识码:A

陕西榆林位于毛乌素沙漠南缘,地质结构复杂,属暖温带和温带半干旱大陆性季风气候,四季分明,日差较大,雨量多集中在7—8月,以雷阵雨为主,常伴有大风和冰雹。近年来随着经济的快速发展,人口密集化程度的提高,高层建筑物的不断增多,雷击的发生频率逐年提高,而且严重化程度以及多样化不断增加。雷暴活动的气候特征反映了雷暴活动多年平均空间分布特征和时间演变规律。因此对局部地区雷暴活动的特征分析,对

于该地区雷电灾害预报预警和防雷减灾具有重要的指导作用和参考意义。针对陕西雷暴特点,李亚丽^[1]、张宏芳^[2]、蔡新玲^[3]等以雷暴日数据为基础研究指出:全省雷暴呈现递减趋势,雷暴日陕北北部最多、关中最少,雷暴日变化规律基本相同,集中在14—22时^[1]。

随着闪电定位仪的布设,大大提高了雷电观测的准确性、连续性和可靠性,为雷电特征分析和雷电灾害预报预警提供了有效支撑。已有研究表

收稿日期:2015-06-14

作者简介:刘敏(1986—),男,山西临汾人,汉族,硕士,工程师,从事天气预报服务。

基金项目:榆林市气象局科研项目(2014J-8)

[12] 刘阳,延军平,杜继稳. 1960—2009年汉中市气候变化特征及未来趋势[J]. 气象与环境学报,2011,27(3):45-49.

[13] 王晓玲. 近50年陕南、关中降水年际变化特征[J]. 陕西气象,2012(3):18-21.

[14] 黄小燕,张明军,王圣杰,等. 西北地区近50年日照时数和风速变化特征[J]. 自然资源学报,2011,26(5):825-835.

[15] 韩相斌,许庆娥,王三瑞,等. 濮阳日照变化趋势及

成因分析[J]. 气象与环境科学,2008,31(2):43-46.

[16] 王遵娅,丁一汇,何金海,等. 近50年来中国气候变化特征的再分析[J]. 气象学报,2004,62(2):228-235.

[17] 施能,鲁建军,朱乾根,等. 夏季风100年强度指数及其气候变化[J]. 南京气象学院学报,1996,19(2):168-177.

[18] 道然·加帕依,车罡. 新疆东部地区风速的年代际变化及其成因[J]. 干旱气象,2008,26(3):14-21.

明:闪电活动前后,大气电场值会出现明显振动,根据电场变化,可分析测站上空雷暴云活动情况,对于超短时预报雷电具有较强的指导意义。高菊花等人研究发现:利用大气电场预警方法,可以提前约 28 min 预警雷电的发生^[4]。本文在以上研究的基础上利用雷暴日资料、闪电定位仪及大气电场仪数据统计分析榆林市雷电活动特征及监测范围内电场特点,为提高雷电预报准确率提供参考,为全市制定安全生产建议提供依据。

1 资料来源与处理方法

地面气象观测站观测记录中,一天内出现 1 次及以上雷暴为一个雷暴日。本次研究选取榆林市 1964—2013 年 12 个地面观测站雷暴日数据分析雷暴的气候特征;选用 2013 年 1 月 1 日—12 月 31 日全省 11 部闪电定位仪联网监测云地闪数据和分别布设于定边、靖边、榆阳、米脂、佳县、府谷 6 站 DNDY 型大气电场仪(北京华云东方探测技术有限公司设备)监测资料分析闪电特征,数据包括:闪电出现的时间、纬度、经度、强度、陡度、误差值、定位方式、所属行政区域、电场强度及测站周边 15 km(有效距离为 10 km)范围内地面大气的强度和极性参量。通过数据质量控制,选取榆林市属范围内闪电定位仪可用数据及各站大气电场数据资料分析样本,其中定边站有效样本数量最多为 164 d,米脂最少为 66 d。

由于大气电场仪有效监测距离仅为 10 km,榆林全市布设监测点平均距离达 110 km,其监测电场值与雷暴云距离、发展阶段及发展强度密切相关,因此分析单站大气电场监测数据较为有意义。

2 雷电时空分布规律

2.1 时间变化特征

2.1.1 雷暴日的年际变化 利用 1964—2013 年全市 12 站的平均雷暴日统计分析其 50 a 的分布特征(图 1)。榆林市 1964—2013 年年平均雷暴日为 29.2 d,1967 年最多为 43 d,2009 年最少为 14 d,相差 29 d。从年际变化来看,全市雷暴日为明显的减少趋势,气候倾向率为 1.6 d/10 a。20 世纪 70 年代年平均雷暴日为 30.3 d,80 年代为 28.6 d,90 年代为 29.7 d,2000—2010 年为 27.1 d,从年代变化来看,雷暴日波动起伏明显,2000

年后雷暴呈减少趋势。2013 年全市平均雷暴日为 27.6 d,较历年平均值偏少 1.6 d。

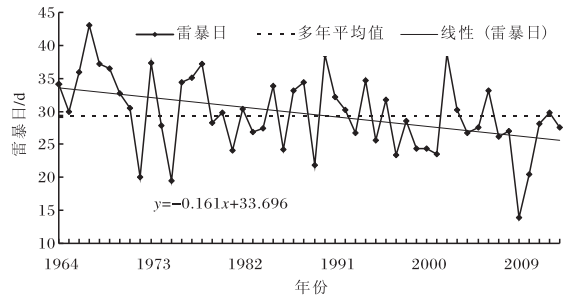


图 1 1964—2013 年榆林市雷暴日年际变化

2.1.2 雷电月变化特征 根据榆林各地面气象观测站数据分析,榆林雷暴多出现于 4 月到 10 月,其中每年的 6、7、8 月为强雷暴的多发期(图 2),1964—2013 年间的月均雷暴日 7 月最多为 7.84 d,8 月 6.47 d,6 月 6.25 d。

2013 年榆林市全年累计发生闪电 58 009 次,其中正闪 2 985 次、负闪 22 024 次,分别占总地闪的 5.15% 和 94.85%。总地闪月频次最多为 31 161 次(出现于 8 月),占年总地闪频次的 54%,7—8 月占比为 83%,6—9 月占比达 94%(图 2),而 1964—2013 年人工监测数据显示,6—9 月雷暴日占全年的 72.4%,要明显少于闪电所占全年的比例,但雷暴高发期也集中于 7、8 月。因此,针对各月雷暴发生的特点,应有效地采取针对性防雷措施,雷暴高发期时段,也是雷电安全防护工作的重点时期。

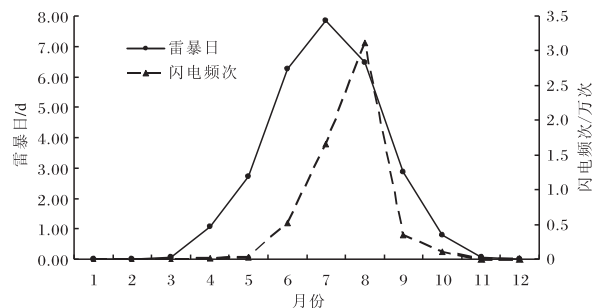


图 2 榆林市 1964—2013 年月平均雷暴日和 2013 年闪电频次月分布

2.1.3 闪电日变化特征 由图 3 可知,2013 年,榆林市全天闪电发生的高峰时段为 14—21 时,闪电发生频次占全天闪电频次的 72.9%,这

主要与榆林地区午后易出现强对流天气密切相关;次高峰为22—01时,闪电发生频次占全天闪电频次的17.9%。由于负闪占总地闪的94.85%,其时间演变曲线与总地闪相似度较高,14—21时为负闪的高发时段,该时段内,负闪占总地闪的94.9%。10—11时为负闪少发时段。正闪占总地闪比例较低,仅为5.15%,其发生规律与总闪及负闪相似,其少发时段为09—12时,跨度略大。

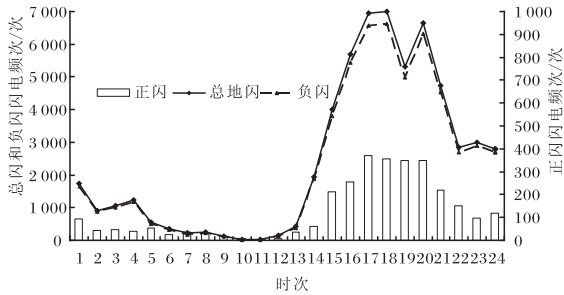


图3 2013年榆林市闪电频次日变化

2.1.4 日闪电频次分布特征 2013年榆林全年共发生闪电133 d,占全年日数的36.4%,为人工记录雷暴日27.6 d的4.82倍可见,闪电定位仪记录更准确。由表1可知,日闪电频次以10次以内最多(达57 d),占闪电发生日数的42.9%,10~50次为29 d,占比达29.3%,2000次及其以上为8 d,闪电最多日为8月6日,达8372次。可见,闪电全年出现率较高,且日闪电频次差异显著,这与雷暴天气的强度有关,因此不仅雷电安全防护需全年开展,而且必须首先做好雷暴天气的预报预警。

表1 2013年榆林市日闪电频次统计表

日闪电频次/次	出现日数/d	日闪电频次/次	出现日数/d
0	232	50~99	9
1~9	57	100~299	16
10~19	12	300~1 999	14
20~49	17	2 000 及其以上	8

2.2 空间分布特征

1964—2013年人工观测站资料分析显示,全市雷暴日呈南北走向的“哑铃状”分布,即南北区域

多而中部地区相对略少,西部最少,其中年平均雷暴日最多的地区是神木、府谷地区,在35 d以上。其次为榆阳、佳县、绥德,为28 d左右。定边最少,为18 d。分布特征与闪电定位仪监测结果略有偏差。

利用闪电定位仪资料,采用 $0.02^\circ \times 0.02^\circ$ 格点计算榆林地区闪电密度分布(图4a),闪电密度最大为神木、其次为榆阳、横山及米脂、清涧、子洲、绥德,密度最低为位于榆林最西端的定边。分析结果显示,全市闪电发生频次最多为神木(13 586次),其次为榆阳(12 362次)、吴堡出现最少(440次)(图4b)。可见,榆林地区范围内,闪电发生的局地性较强,多集中于中部县(区)。

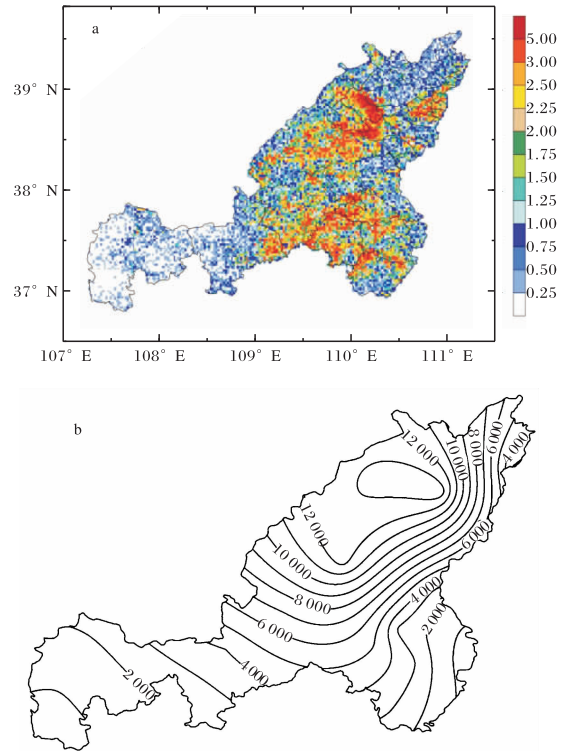


图4 2013年榆林闪电分布密度(a,单位为次/ km^2)和闪电频次(b,单位为次)

2.3 闪电电流强度特征

2013年,榆林市闪电的平均电流强度最大为406 kA,最小为0.9 kA。正闪平均强度为46.3 kA,9月强度最大为72.5 kA,其次是5月为71.3 kA(见表2)。发生负闪最多的是8月,占负地闪总数的54.6%,其次为7月,占28.9%。负闪平均强度为35.0 kA。4月强度最大为65.1 kA。正闪频次虽小于负闪,但强度较大。

表 2 2013 年榆林市各月闪电强度

月份	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
负闪平均强度/kA	60.8	65.1	47.5	35.0	40.3	36.6	36.3	36.2	32.8	29.1	35.0
负闪占比/%	100	76.9	64.6	92.2	95.7	96.4	87.8	83.7	88.9	100	73.9
正闪平均强度/kA	0.0	69.8	71.3	60.4	64.7	62.3	72.5	69.8	84.5	0.0	46.3
正闪占比/%	0.0	23.1	35.4	7.8	4.3	3.6	12.2	16.3	11.1	0.0	9.5
最大负闪强度/kA	60.8	155.9	163.6	349.2	208.5	378.3	270.3	156	58.1	50.4	154.3
最大正闪强度/kA	0.0	130.3	233.4	298.9	224.5	292.8	406	204.8	84.5	0.0	156.3

注:1月和2月无闪电数据,3、11、12月数据太少,不参加平均值计算

通过分析全市闪电电流强度得出,0~20 kA 闪电电流强度发生概率为 11.8%,20~50 kA 发生概率为 68.2%,50~100 kA 发生概率为 18.3%,100~200 kA 发生概率为 1.7%,200 kA 以上发生概率为 0.07%。由此可见,榆林市出现的闪电电流强度大多在 20~50 kA。

由 2013 年榆林总地闪平均闪电强度来看,全市闪电强度分布呈东西大中心区小的特点,与闪电密度分布成反向分布(图 5)。平均强度大于 40 kA 以上的中心强度分别出现于吴堡(48.5 kA)、府谷(48.3 kA)、定边(43.3 kA)、佳县(43.1 kA),靖边最低(36.1 kA)、其次为神木(36.5 kA)、清涧(36.5 kA)。可见,各县(区)闪电活动特点差异明显,其中神木闪电密度大但强度较弱;府谷、吴堡、定边等地则强度较大而密度较小。

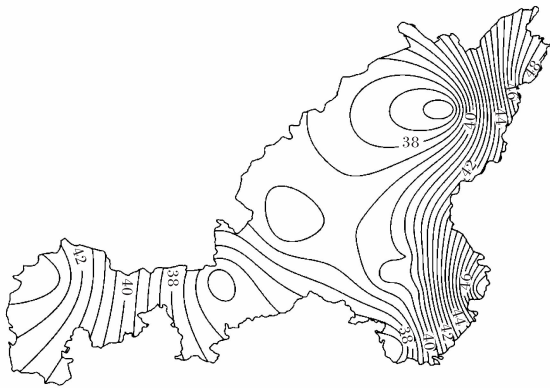


图 5 2013 年榆林总闪平均电流强度分布(单位为 kA)

2.4 闪电陡度特征

闪电的陡度是指闪电电流随时间的变化率。

研究发现,其绝对值越大,破坏性越强,危害越大^[5]。由图 6 可见,榆林市负闪平均陡度最大值出现在 5 月,平均陡度为 14.0 kA/ μ s;正闪平均最大值出现在 10 月,平均陡度为 13.5 kA/ μ s。从 2013 年来看,负闪破坏力大于正闪,10、11 月正闪虽出现率较低,但破坏力较强,雷电防护应高度重视。

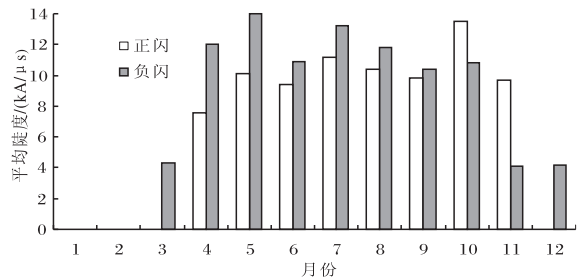


图 6 榆林市 2013 年闪电月平均陡度

3 大气电场分布特征

3.1 榆林市大气电场分布

对各测站样本资料逐站分析(见表 3)可得,榆林全市平均电场强度为 $-0.055\ 28 \sim 0.193\ 13$ kV/m,平均电场强度最小值出现在榆林最西端的定边,最大值则出现在榆林市腹地榆阳区,全市正极性最大强度为 25.58 kV/m(出现在府谷),负极性最大强度为 -80.652 kV/m(出现在靖边),正极性平均电场强度分布与全市平均电场强度分布较为一致,负极性由于靖边站、府谷站出现频次较低,样本数量较少,不具有代表性,对于全市负极性电场强度分布不具备参考意义。

表3 2013年榆林各站大气电场强度

kV/m

台站	靖边	榆阳	定边	佳县	米脂	府谷
平均电场强度	0.098 04	0.193 13	-0.055 28	0.061 05	0.163 30	0.161 15
正极性平均强度	0.169	0.272	0.179	0.131	0.231	0.237
正极性最大强度	12.64	14.542	16.808	17.978	14.4	25.58
负极性平均强度	-0.350	-0.385	-0.619	-0.308	-0.466	-0.313
负极性最大强度	-80.652	-26.608	-22.878	-21.465	-19.722	-29.395
电场极性	正极性	正极性	2—6月、8月、 10月为负极性	4月为负极性, 其余为正极性	正极性	4月为负极性, 其余为正极性

雷暴云进入榆林地区时,地面大气电场出现波动,其中定边以负极性为主,靖边、榆阳、佳县、米脂、府谷均以正极性为主。大气电场仪监测值大于平均值时,则表明台站上空雷暴云在发展。

3.2 各站大气电场变化

春季以后气温回升,大气电场进入活跃期,逐站分析汛期期间(5—10)各月大气电场数据意义较大。通过分析可知,靖边站平均电场强度波动较小,8月平均电场强度最大,正极性最大值出现在7月,8月负极性最大;榆阳站平均电场强度呈“V”形分布,其中6月平均电场强度最大,正极性最大值及负极性最大值均出现在6月;定边站平均电场强度呈现正负极性交替出现的不稳定特征,波动范围大,为-0.065 66~0.035 24 kV/m,正负极性最大值均出现在8月;佳县站平均电场强度呈现“V”形分布,最大平均电场强度出现在7月,正极性最大出现月9月,负极性最大出现在5月、9月;米脂站平均电场强度呈现“W”形分布,6月、9月较低,5月、8月、10月较高,最大值出现在10月,正极性最大出现在5月,负极性最大出现在8月;府谷站平均电场强度波动较大,其中5—7月平均电场强度较弱,约为0.05 kV/m,8—10月跳升至0.2 kV/m左右,最大值出现在8月,正负极性最大值均出现于9月,极性变化明显。由此可见,佳县、榆阳、府谷汛期平均电场强度波动较为明显,说明测站上空电场活动较强,极性变化明显,对雷电预警防护有指示意义。

4 结论与讨论

(1)榆林市1964—2013年年平均雷暴日为29.2 d,1967年最多为43 d,2009年最少为14 d,

相差29 d。全市雷暴日年际变化呈减少趋势。

(2)榆林闪电以负闪为主,占总地闪的94.85%,平均强度为35.0 kA,正闪出现频次较低,但强度较大,平均可达46.3 kA左右。闪电空间分布和强度分布区域性特征显著,神木闪电密度大但强度较弱;府谷、吴堡、定边等地则强度较大而密度较小。

(3)榆林闪电全年集中出现在6—9月,7、8月为峰值区,8月出现最多;日变化特征明显,全天以14—21时为高峰时段;从闪电陡度来看,全年负闪破坏力大于正闪,10、11月正闪虽出现率较低,但破坏力较强。

(4)榆林平均电场以正极性为主;全市平均电场强度为-0.055 28~0.193 13 kV/m,东西分布特征明显,最西端的定边站,平均电场强度最低。

(5)由于闪电资料仅有一年,分析结果有局限性,需后期再作更深入的研究。

参考文献:

- [1] 李亚丽,杜继稳,鲁渊平,等. 陕西雷暴灾害及时空分布特征[J]. 灾害学,2005,20(3):99-102.
- [2] 张宏芳,潘留杰,侯建忠,等. 陕西暖季雷暴的主模态及其可能的影响机制[J]. 地球科学进展,2013,28(9):1025-1035.
- [3] 蔡新玲,刘宇,康岚,等. 陕西省雷暴的气候特征[J]. 高原气象,2004,23(增刊):118-123.
- [4] 高菊霞,杨碧轩,程永进,等. 闪电和大气电场资料在预警业务中的应用[J]. 陕西气象,2015(增刊):20-24.
- [5] 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.