

文章编号:1673-8411(2018)03-0086-06

近12年云南省云地闪活动变化及雷电灾害时空分布特征

刘平英¹,周清倩¹,胡颖¹,张腾飞²

(1.云南省气象灾害防御技术中心,云南 昆明 650034; 2.云南省人工影响天气中心,云南 昆明 650034)

摘要:根据云南省近12a(2006~2017)闪电定位监测数据和雷电灾害统计资料,基于ArcGIS空间分析和数理统计方法,分析全省云地闪活动演变规律和雷电灾害的时空分布特征。结果表明:云南省地闪活动频繁,2006~2017年共发生地闪活动6952770次,集中在6~9月,滇中、滇东及滇西北丽江东南部的地闪密度较大,地闪活动活跃。滇西南的西双版纳年平均雷暴日数最多,在95~120d/a之间,地闪电流强度的高值区分布在昭通、迪庆北部、怒江北部和德宏西部。2006~2017年全省共发生雷电灾害1159起,分布在滇中、滇西南地区,雷电灾害的时空分布与地闪活动的分布存在较好的对应关系,6~8月是雷电灾害高发期,普洱、玉溪、西双版纳、昆明的雷电致灾因子活跃,人口分布密集,经济发展程度高,雷电综合风险较高,雷灾频发多发。通过分析云地闪活动与雷电灾害特征,识别雷灾损失类型和分布特点,能够为雷电灾害风险管理、城乡规划等提供客观的技术参考。

关键词:云地闪活动;雷电灾害;时空分布;致灾因子

中图分类号:S429

文献标识码:A

Changes in cloud-to-ground flashes and spatial and temporal distribution characteristics of lightning disaster in Yunnan in recent 12 years

Liu Pingying¹, Zhou Qingqian¹, Hu Ying¹, Zhang Tengfei²

(1.Yunnan Meteorological Disaster Prevention Technology Center, Kunming Yunnan 650034;

2. Yunnan Weather Modification Center, Kunming Yunnan 650034)

Abstract: Based on the lightning location monitoring data and lightning disaster statistical data from 2006 to 2017 in Yunnan Province, the evolution law of cloud-to-ground lightning activity and the temporal and spatial distribution characteristics of lightning disaster in Yunnan Province were analyzed by means of ArcGIS spatial analysis and mathematical statistics. The results show that there are frequent ground flashes in Yunnan Province, with an average annual occurrence of 579,398, mostly from June to September. The densities of ground flashes in central Yunnan, East Yunnan and southeastern Lijiang River of Northwestern Yunnan are relatively high. The average number of thunderstorm days in Xishuangbanna Prefecture of southwestern Yunnan is the most, ranging from 95 to 120 d/a. The high-value areas of ground lightning current intensity are distributed in Zhaotong, northern Diqing, northern Nujiang and western Dehong. Frequent occurrence of lightning disasters occurred in central Yunnan and Southwest Yunnan. The spatial and temporal distribution of thunder and lightning disasters corresponds well with the distribution of ground lightning activities. From June to August, it is the high incidence period of lightning disasters, the lightning disaster factors active in Pu'er, Yuxi, Xishuangbanna, and Kunming, where the lightning risks are higher.

Keywords: cloud-to-ground lightning activity; lightning disaster; temporal and spatial distribution; disaster causing factors

收稿日期:2018-03-18

基金项目:国家自然科学基金项目(41265001);云南省气象局业务能力提升专项项目(LD201702)

作者简介:刘平英(1985-),女,云南昆明人,工程师,主要从事雷电活动研究、雷电灾害分析及风险区划等,E-mail:liupingying19865@163.com;

通讯作者:张腾飞(1966-),女,云南大理人,正研高工,主要从事低纬高原地区雷电监测及预警方法研究、灾害性天气和大气电学研究等,E-mail:tfzhang@21cn.com。

引言

雷电是发生于大气中的一种瞬时高电压、大电流、强电磁辐射灾害性天气现象,雷电发生时强大的电流、炙热高温、猛烈冲击波及强烈电磁辐射等易形成雷电灾害,云南省地处低纬高原地区,是全国雷暴高发区之一^[1],研究雷电活动及雷灾时空分布规律能够为雷电风险管理提供参考依据。王学良、张腾飞、李家启等基于ADTD闪电定位系统资料,从闪电频次、极性、日变化、月变化等方面研究云地闪电活动的时空分布特征^[2-4];范仲之、阮楚雯等利用多年雷电统计资料分析雷电活动影响因子^[5-6];曾庆锋、陈哲、沈海波等统计多年雷电灾害损失,研究雷电灾害分布特点和雷电致灾成因,为雷电预警及防护提供了研究依据^[7-9];于东海等结合多种气象观测资料,对一次强雷暴过程进行综合分析,研究大气层结稳定度与强对流活动的关系^[10];陈易昕、劳炜等结合雷电灾害分析结果,研究雷击风险评估方法^[11-12];郭媛等建立雷电风险评估指标与雷灾损失的定量关系,形成了完整的雷电灾害风险评估计区划技术体系^[13-17]。本文通过统计整理多年闪电监测数据及雷电灾情资料,研究基于ArcGIS的闪电数据处理及图层叠加方法,分析近12a(2006~2017)云南省雷电灾害频次、人员伤亡和经济损失的时空分布情况,以此掌握全省雷电活动及灾害分布规律,为开展雷电防御技术研究工作提供必要的研究及分析基础。

1 资料来源和分析方法

闪电资料来源于云南省雷电定位监测网,系统采用多站时差综合定位法,通过实时监测对强对流天气的发展趋势进行跟踪,可提供闪电回击发生时间、位置、强度、极性等信息,目前已积累了近12a的监测资料,10a以上的数据能够确保数据的客观性和科学性,为开展云南省雷电活动规律分析提供了重要的数据来源。通过统计全省雷电灾害损失情况,比较不同孕灾环境下的雷灾次数和人员伤亡的分布情况,以此掌握雷灾时空分布规律,为制定科学合理的雷电防护措施提供重要的技术依据。运用ArcGIS建立1km×1km的栅格,导入数据和边界图层,通过密度函数计算栅格密度并进行分级,通过选取色标渲染,形成地闪密度空间分布图。通过反距离加权插值法(IDW)绘制地闪强度的空间分布,对距离倒数乘方格网化,进行加权平均插值,对于一个较大的方次,较近的数据点被给定一个较高的权重份额。

2 云南省云地闪活动的变化特征

2.1 地闪频次的时间分布

2006~2017年云南省共发生地闪活动6952770次,集中分布在6~9月,该时段占全年总地闪次数的82.86%,8月地闪活动最强,达2370514次,10月份以后,闪电活动逐渐减弱(图1)。云南省地形地貌复杂,不同区域影响雷电过程的天气系统各不相同,

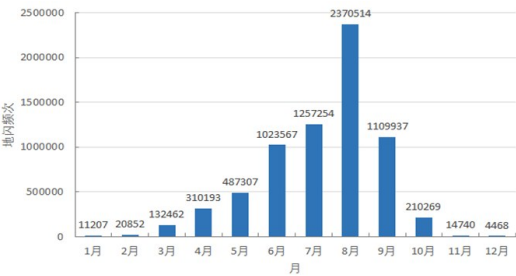


图1 地闪次数的逐月变化特征

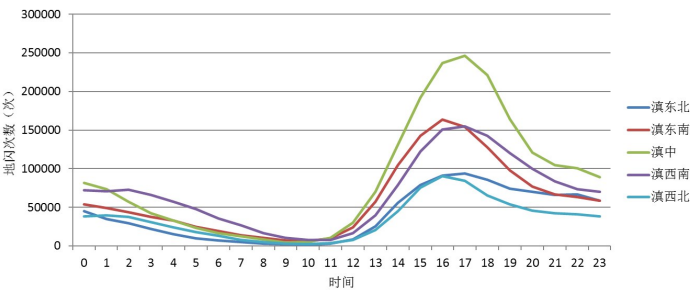


图2 地闪活动的逐时变化特征

表1 地闪次数的空间分布

州(市)	昆明	曲靖	玉溪	保山	昭通	丽江	普洱	临沧
地闪次数	788168	800179	434133	179681	151444	379263	830498	237027
州(市)	楚雄	红河	文山	西双版纳	大理	德宏	怒江	迪庆
地闪次数	854230	797871	648420	290493	357087	106641	37535	60100

造成雷电高峰时段也存在差异,如图2所示,各地区地闪活动的逐时分布大致呈单峰型,地闪活动集中在16:00~18:00,8:00~11:00是一天中地闪活动最弱时段,12:00以后由于强烈的太阳辐射,能量逐渐累积,对流活动加强,地闪活动频繁,20:00以后,随着能量释放和温度下降,地闪频次减少。从表1可看出,地闪活动主要分布于滇中地区,楚雄、普洱、曲靖的地闪次数超过80万次,红河、昆明、文山地闪次数也均在60万次以上。

2.2 年平均雷暴日及地闪密度的分布情况

根据1981~2010年雷暴日观测资料,如图3所示,滇西南的西双版纳年平均雷暴日数最多,在95~120d/a之间,勐腊县年平均雷暴日数为全省最多,达到112d/a。滇西北的怒江及迪庆雷暴日数最低,迪庆州德钦县的年平均雷暴日数仅为19d/a。根据《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB50343-2012),将雷暴日等级划分为强雷区、多雷区、中雷区和少雷区四个等级,全省共有少雷区2个,中雷区6个,多雷区108个,强雷区8个。

地闪密度反映区域遭受雷击的频繁程度,地闪密度越大,遭受雷击的可能性越大,需要采取的雷电防护安全等级越高,以1km×1km网格统计全省地闪平均密度值如图4所示,全省地闪密度的空间分布在经向上自西向东逐渐增强,纬向上自南向北先增加后减少,全省年平均地闪密度为1.42次/km²·a。滇中、滇东及滇西南的丽江东南部的地闪活动频繁,昆明、楚雄东部、玉溪北部、红河北部、曲靖南部、文

山北部、丽江东南部是地闪密度强中心,年平均地闪密度均在2.0次/km²·a以上,昆明年平均地闪密度值为全省最高,达2.98次/km²·a。怒江、迪庆和昭通的地闪密度较小,年平均地闪密度在0.5次/km²·a以下。

丽江东南部的地闪密度高值区与高雷暴日存在较好的相关性,迪庆、怒江及昭通地闪密度小,与雷暴日数少相对应。地闪密度的分布与雷暴日数的多少并不完全对应,滇西南是全省雷暴日数最多的区域,但地闪密度却相对较小,西双版纳的年平均地闪密度为1.15次/km²·a,在滇西的德宏、临沧北部等高雷暴日地区,其地闪密度也相对较小。

2.3 地闪强度与极性的分布特征

地闪强度反映地闪电流幅值的大小,全省地闪电流强度的空间分布呈自南向北递增的趋势,强度的高值区主要分布在昭通、迪庆北部、怒江北部和德宏西部,地闪电流强度的绝对值主要集中在60~80kA,而在地闪活动频繁的滇中、滇西南地区,其地闪电流强度却相对较小,地闪电流强度的绝对值集中在20~40kA(图5)。从全省正、负地闪电流强度的比例分布可看出(图6和表2),强度在20~40kA的正地闪数占正地闪总次数的33.25%,强度在-40kA~-20kA的负地闪数占负地闪总数的54.58%,正、负地闪电流强度的绝对值以20~40kA为中心向两侧减少。

3 云南省雷电灾害的时空分布特征

如表3统计所示,2006~2017年云南省共发生雷

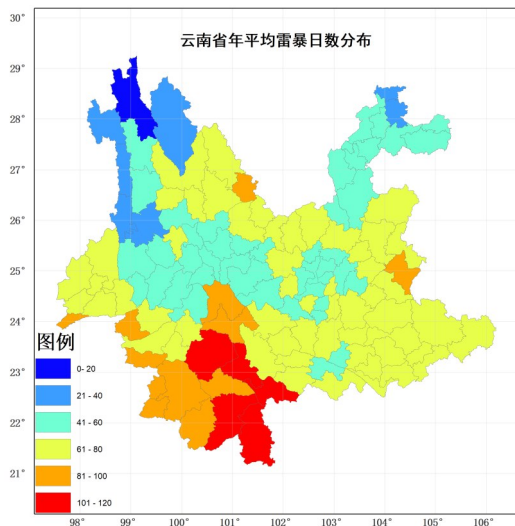


图3 年平均雷暴日数分布特征

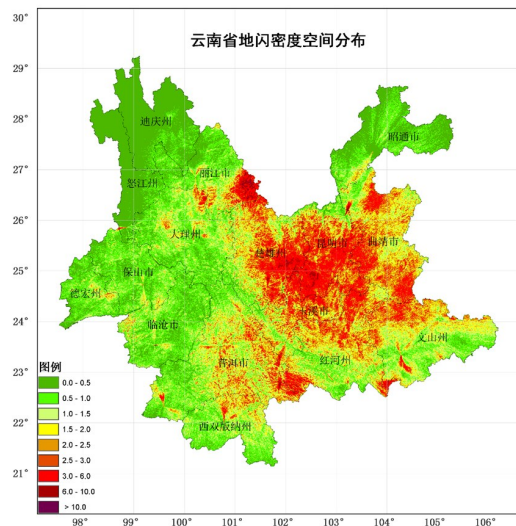


图4 云南省地闪密度的空间分布

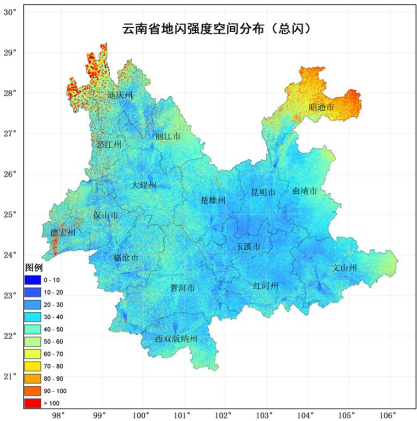


图5 云南省地闪强度空间分布

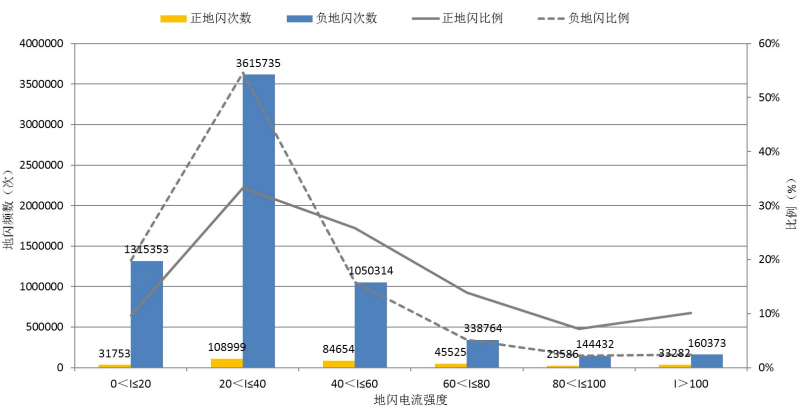


图6 正、负地闪电电流强度所占比例及次数分布

表2 正、负地闪电电流强度的比例分布

正地闪电电流强度的比例分布						
地闪电电流幅值	0<I≤20	20<I≤40	40<I≤60	60<I≤80	80<I≤100	I>100
正地闪次数	31753	108999	84654	45525	23586	33282
正地闪比例	9.69%	33.25%	25.82%	13.89%	7.20%	10.15%
负地闪电电流强度绝对值的比例分布						
地闪电电流幅值	0<I≤20	20<I≤40	40<I≤60	60<I≤80	80<I≤100	I>100
负地闪次数	1315353	3615735	1050314	338764	144432	160373
负地闪比例	19.86%	54.58%	15.85%	5.11%	2.18%	2.42%

电灾害1159起,导致415人死,343人伤,损坏系统设备8600余件,经济损失高达5500余万元。滇中、滇西南雷电灾害集中,玉溪市共发生雷电灾害147起,为全省最高,普洱、楚雄、西双版纳、保山等地区的雷电灾害也达到100起以上,因雷击造成的人员伤亡和经济损失严重。城市雷击损失类型主要表现为电子系统设备及建(构)筑物受损,乡镇及农村的雷灾损失类型主要表现为人员生命损失。

3.1 全省雷电灾害次数的时空分布特征

云南省雷电灾害集中发生在6~8月(图7),该时段是雷电灾害的高发期,8月份雷电灾害达到极大值,雷电灾害的逐月分布呈单峰形式,10月份以后,地闪活动减弱,雷电灾害也相应减少,雷灾的逐月分布与地闪活动的变化情况具有较好的对应关系。在地闪活动频繁活跃的昆明、玉溪、楚雄、普洱、红河等地,其雷电灾害多发频发,雷电灾害的空间分布(见图8)与地闪活动呈现出较好的对应关系,普洱发生的雷电灾害最多,玉溪、西双版纳及昆明次之,主要是由于这些地区雷电致灾因子活跃,人口分布密集,经济发展程度较高,雷电综合风险较大。迪庆、怒江

地区地闪强度较大,但由于地广人稀,经济发展程度相对不高,雷击人员生命损失和经济损失较低。

3.2 雷击人身伤亡的空间分布特征

2006~2017年因雷击共导致415人死,343人伤,如图9所示,昆明、普洱、红河、保山及西双版纳由雷击引发的人员生命损失较高,雷击人员伤亡事件主要发生在农田、山地、树下及水域等户外空旷场所。如图9所示,发生在城镇的雷电灾害为633次,占比54.62%(图10),相较于农村地区所占比例更大,发生在城镇的雷电灾害主要为雷击造成的经济损失,例如电子设备受损、建(构)筑物损坏等,农村雷灾主要为雷击造成的人员伤亡,这主要是由于农村地区基础设施防雷装置不完善,农民群众处于户外空旷场所开展农事劳作,在雷电活动高发期,若采取的防雷措施不得当,导致遭受雷击的概率增大。

4 结论与讨论

(1) 2006~2017年云南省共发生地闪活动6952770次,集中分布在6~9月,16:00~18:00地闪活动频繁活跃,昆明、楚雄东部、玉溪北部、红河北

表3 云南省雷电灾害的分布特征

年份	2006	2007	2008	2009
雷灾起数/次	250	242	209	102
雷击人员伤亡人数(死/伤)	75/76	69/89	61/65	34/36
雷电灾害经济损失/万元	1135.45	960.74	814.45	637.51
年份	2010	2011	2012	2013
雷灾起数/次	34	39	54	77
雷击人员伤亡人数(死/伤)	16/21	15/21	10/22	16/9
雷电灾害经济损失/万元	147.3	181.67	203.46	334.19
年份	2014	2015	2016	2017
雷灾起数/起	41	30	39	42
雷击人员伤亡人数(死/伤)	13/32	8/2	17/34	9/8
雷电灾害经济损失/万元	118.71	277.1	68.48	636.41

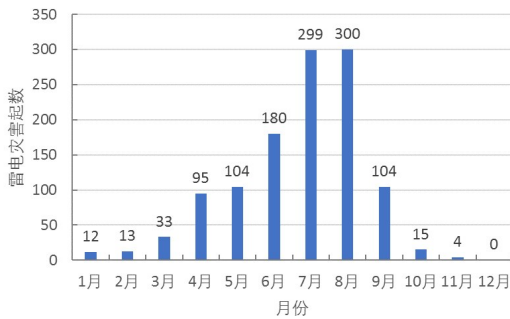


图7 云南省雷电灾害起数的逐月分布

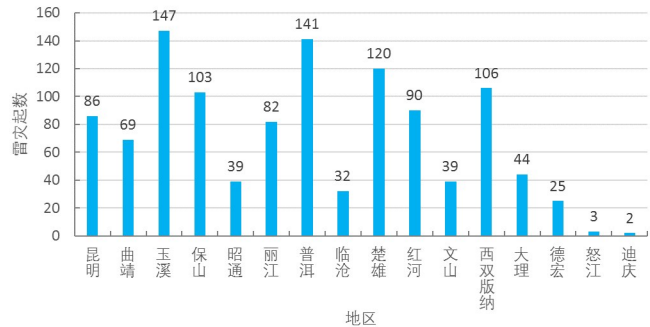


图8 云南省雷电灾害起数的空间分布

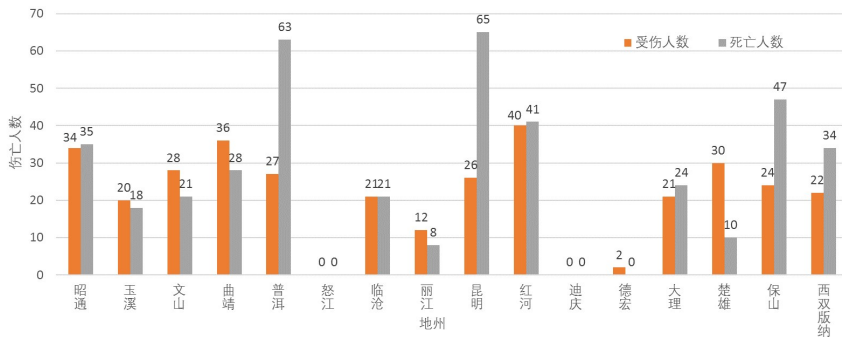


图9 云南省雷击伤亡人数的空间分布

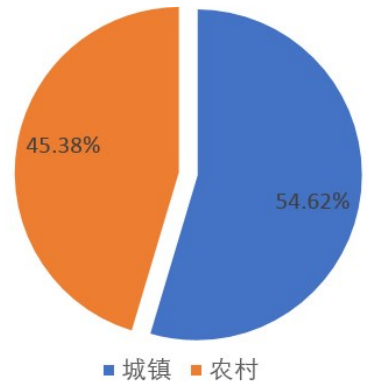


图10 城镇及农村雷电灾害起数的占比情况

部、曲靖南部、文山北部、丽江东南部是地闪密度强中心,滇西南的西双版纳年平均雷暴日数最多,在95~120d/a之间。地闪密度的分布与雷暴日数的多少并不完全对应,滇西南是全省雷暴日数最多的区域,但地闪密度却相对较小,滇西的德宏、临沧北部等高雷暴日地区,其地闪密度也相对较小。全省地闪电流强度的高值区主要分布在昭通、迪庆北部、怒江北部和德宏西部,正、负地闪电流强度的绝对值集中

在20~40kA。

(2)2006~2017年云南省共发生雷电灾害1159起,集中在滇中、滇西南地区,雷电灾害的时空分布与地闪活动的分布情况存在较好的相关性,分布曲线大致相似,6~8月是雷电灾害高发期,在地闪活动频繁活跃的昆明、玉溪、楚雄、普洱、红河等地,其雷电灾害也多发频发,普洱、玉溪、西双版纳、昆明雷电致灾因子活跃,人口分布密集,经济发展程度较高,

雷电灾害频发多发,迪庆、怒江等地区,由雷击造成的人员生命损失和经济损失较低。城镇雷灾主要为雷击造成的经济损失,占比相较于农村更大,农村雷灾损失主要为雷击造成的人员伤亡,应加强农村基础设施的雷电防护工程建设,加大防雷科普宣传力度。

(3)本文研究所用数据资料为10a以上闪电定位监测数据和雷电灾害统计资料,可基本确保研究的科学性和客观性,通过全面分析云地闪活动变化规律,归纳雷电灾害损失的时空分布特点,识别雷灾损失类型和风险损害源,综合研究云南省雷电致灾成因和影响因素,明确不同区域和场所的雷击防护重点,能够为雷电灾害风险管理和应急处置、城乡建设规划等提供科学客观的技术依据和决策参考,防御和减少雷击危害及损失。

参考文献:

- [1] 张腾飞,尹丽云,张杰,等.低纬高原地区雷电监测预警方法研究与应用[M].北京:气象出版社,2013.
- [2] 王学良,刘学春,黄小彦,等.湖北地区云地闪电时空分布特征分析[J].气象,2010,36(10):91-96.
- [3] 张腾飞,尹丽云,许迎杰,等.2007年5~8月云南省雷电活动特点和致灾因子分析[J].灾害学,2009,24(1):73-79.
- [4] 李家启,申双和,夏佰成,等.基于ADTD系统的闪电频次分布特征分析[J].热带气象学报,2011,27(5):710-716.
- [5] 范仲之,付雅婷.山西省闪电活动时空特征及其与地形的相关性分析[J].广东气象,2017,39(4):69-72.
- [6] 阮楚雯,邓福兴,李少远.1954~2013年连州市雷暴日数的统计特征[J].广东气象,2016,38(5):29-32.
- [7] 曾庆锋,徐栋璞,江崑,等.2013~2016年深圳雷电活动和雷灾特征的分析[J].广东气象,2017,39(6):36-39.
- [8] 陈哲,吴海,张茂华,等.影响海南岛雷电灾害的因素探讨[J].气象研究与应用,2017,38(2):81-85.
- [9] 沈海波,陈贻亮,梁毅坚,等.梧州市雷电灾害变化特征的分析[J].气象研究与应用,2017,38(3):125.
- [10] 于东海,翟玉泰,徐浩彬,等.新会区7月18日雷电致灾过程的分析[J].气象研究与应用,2015,36(3):94.
- [11] 陈易昕,殷启元,戴巍,等.2016年广州地区雷灾特征的综合分析[J].广东气象,2018,40(2):62-64.
- [12] 劳炜,植耀玲,邓宁文.广西雷电灾害风险评估业务系统在南宁地铁二号线工程中的应用[J].气象研究与应用,2015,36(3):99.
- [13] 郭媛,吴量,何宽,等.基于层次分析法的广西雷灾风险区划[J].气象研究与应用,2018,39(2):108-113.
- [14] 黄肖寒,黄卓帆,李有为,等.河池市雷电时空分布特征及雷击灾害风险区划[J].气象研究与应用,2016,37(4):102-105.
- [15] 李韬,奚广平,黄远盼.贺州市雷电灾害风险区划及防御研究[J].气象研究与应用,2016,37(2):96-99.
- [16] 吕海勇,庄燕洵,尹娜.广东省雷电灾害易损性分析与风险区划[J].广东气象,2016,38(2):50-53.
- [17] 现代农业生产中的应用[J].农业网络信息,2018,(5):14-18.
- [18] 李瑾,冯献,郭美荣,等.“互联网+”现代农业发展模式的国际化比较与借鉴[J].农业现代化研究,2018,39(2):194-202.
- [19] 徐红雁.智慧气象为农服务应对发展[J].农业与技术,2018,38(4):243.
- [20] 荣裕良,张霞,马忠芬,等.松江智慧气象为农服务系统开发研究[J].气象研究与应用,2017,38(1):102-106.
- [21] 简咏梅,王春燕,周笑笑.浅析智慧气象在农业服务中的应用[J].新疆农业科技,2016,(5):16-19.
- [22] 邓晓艳,张云飞,薛克清.智慧农业对气象服务需求分析与对策[J].农业与技术,2017,37(17):141-142.
- [23] 孙丽莉,徐淑华,王林凤,等.五大连池市气象局“互联网+现代农业+智慧气象”为农服务模式探讨[J].黑龙江气象,2017,34(3):13-33.
- [24] 李香颜,张金平.基于“互联网+气象”的智慧农业气象服务新模式[C].第33届中国气象学会年会 S13“互联网+”与气象服务——第六届气象服务发展论坛,2016:422-423.
- [25] 张琦.基于物联网的智慧气象为农服务系统应用研究[J].中国农业信息,2015,(17):159.
- [26] 匡昭敏,马瑞升,李莉,等.智慧农业气象服务前瞻与建设——以广西甘蔗气象服务为例[C].第33届中国气象学会年会 S13“互联网+”与气象服务——第六届气象服务发展论坛,2016:411-412.
- [27] 王兰芸,王鑫,杨慧楠.发展基于“互联网+”的智慧农业气象服务产品探析[J].现代农业科技,2017,(14):237+241.

(上接第65页)