

文章编号: 1004 - 4574(2011)06 - 0124 - 07

2008 年广西雷电活动和雷电灾害分析

王义耕¹, 刘 洁²

(1. 广西壮族自治区防雷中心, 广西南宁 530022; 2. 河北省乐亭县气象局, 河北乐亭 063600)

摘 要: 利用闪电定位资料, 对广西地区闪电活动的时间、强度和空间分布特征进行了分析。结果表明: 闪电主要集中在春末仲夏发生, 4 - 9 月是闪电高发期(约占全年总闪电活动的 98.33%), 闪电活动绝大多数发生在午后至傍晚时分; 云地闪电中负闪占绝大多数, 正闪的平均强度大于负闪; 闪电密度高值区主要位于桂东南、北部湾沿海地区和十万大山迎风面, 闪电的空间分布差异与地形和水汽条件有很大关系。同时, 根据 2008 年广西雷电灾害事例, 分析了雷电灾害的特点和原因。

关键词: 闪电活动; 时空分布; 雷灾特点; 雷灾原因

中图分类号: P446

文献标志码: A

Analysis of lightning activity and lightning disaster in Guangxi Province in 2008

WANG Yi-geng¹, LIU Jie²

(1. Lightning Protection Center of Guangxi Province, Nanning 530022, China;

2. Leping Meteorological Bureau of Hebei Province, Leping 063600, China)

Abstract: The spatiotemporal distribution and intensity of lightning activities in Guangxi Province were studied by using lightning data collected by twelve-stations with lightning detection and location network in the province. The result indicates that the end of spring and mid-summer are the main lightning activity periods, about 98.33% of the lightning flashes in a year occurs frequently from April to September, and lightning activities primarily occur between afternoon and early evening. Major cloud-to-ground flashes are negative, however, the mean intensity of positive flashes is stronger than that of the negative. Lightning flash density centers are found mainly in southeast of Guangxi, Beibu Gulf areas and windward side of Shiwang Great Mountain. The difference in the spatial distribution of lightning is closely related to the topography and water vapor condition. Meanwhile, the characteristics and causes of lightning disaster which happened in Guangxi Province in 2008 were analyzed.

Key words: lightning activity; spatiotemporal distribution; lightning disaster characteristic; lightning disaster cause

马明等人^[1-2]研究指出华南地区既是我国雷暴日最高值区,也是我国闪电密度最大值区,还是我国雷灾高等级区。广西地处低纬,太阳辐射强烈,地形复杂多样,对流活动旺盛,闪电异常活跃,雷暴月之长、雷暴日之多、闪电密度之大、闪电强度之高、雷灾事故之多、雷灾灾情之重,都位居全国前列。早期基于气象台站雷暴日和雷暴小时的观测资料,覃卫坚^[3]初略分析了广西雷电年际变化、季节变化和日变化特征;吴恒强^[4]初步研究了广西境内闪电的分布特点、以及地形和季风对雷暴活动的影响。然而雷暴日和雷暴小时等参数只

收稿日期: 2010 - 05 - 26; 修回日期: 2010 - 09 - 20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40875016); 公益性行业科研专项资助项目(GYHY200806014)

作者简介: 王义耕(1978 -),男,硕士,主要从事雷电监测预警研究. E-mail: wyg780625@163.com

能反映雷电活动的部分特征,这些参数远远不能满足科学研究和应用的需要,不及雷电监测定位系统探测到的雷电参数反映得更定量、准确和全面。本文利用广西电力部门雷电监测网探测到的闪电定位资料对广西地区闪电活动的基本特征作了分析,以加深对该地区雷暴天气规律的认识,为该地区的雷电监测预警预报提供参考;并根据2008年广西全区188起典型雷电灾害事例,分析了雷电灾害的特点和成因,为该地区的雷电防护和防雷减灾工作提供依据。

1 资料来源简介

闪电定位资料由中国科学院空间中心研制的ADTD雷电监测定位系统提供,该系统由1个主站和11个单站组成,站址分布在:南宁、桂林、柳州、贺州、河池、大化、贵港、百色、玉林、梧州、北海、崇左。该系统可以全天候监测300 km范围内的地闪,探测效率80%~90%,能够探测到地闪出现的时间、位置(经度和纬度)、极性(正闪和负闪)和电流强度等参数。雷电灾害资料来源于广西区防雷中心收集的2008年广西全区188起雷电灾害事例统计资料。

2 2008年雷电时空分布

2.1 闪电时间分布特征

从图1中可以看出,闪电季节性特征非常明显,夏季最为活跃,春季次之,然后是秋季,冬季最弱,几乎没有闪电发生。闪电主要集中在春末仲夏发生,呈现单峰值特征,主峰值在7月份,闪电从4月起开始明显增多,一般5、6月快速增加,到7月中旬达到峰值,而8、9月份逐渐下降,10月份明显减少。4~9月份是闪电高发期,约占全年总闪电的98.33%,其中7月份是高峰期,共发生120 953次,而1月份和2月份各发生3次,12月份更少,仅发生1次,整个冬季闪电只占全年总闪电的0.0013%。

11月,在正常的年份,这个月闪电极少发生,例如2007年仅发生12次,而2008年发生了4 824次,是2007年402倍之多,非常罕见。究其原因,主要是2008年11月初,受高空槽和地面冷空气共同影响,广西遭遇百年来同期最大的暴雨袭击。降水量比常年同期偏多6~8倍,广西大部累计降水量一般有50~200 mm,其中西部达200~300 mm,局部超过300 mm。受强降雨影响,多条河流发生罕见的秋汛,邕江南宁站出现了百年同期最大洪峰,桂江干流发生历史同期最大洪水,强降雨引发了严重的山洪、滑坡、泥石流等地质灾害,造成七十多人伤亡,上百万人受灾。闪电的发生和降水是紧密相连的^[5],大暴雨带来了大量的闪电。

由图2可以看出,雷暴日数从4月份到10月份相差不多,都是20多d。1、2月份雷暴日数很少,从3月份开始快速增加,到5月份达到峰值,然后雷暴日数稍有下降,在7月有一个低谷,随后雷暴日数又微微上升,到9月份又到达另一个峰值,10月份略微减少,随后迅速下降,12月份出现极小值,全月只1 d发生闪电。

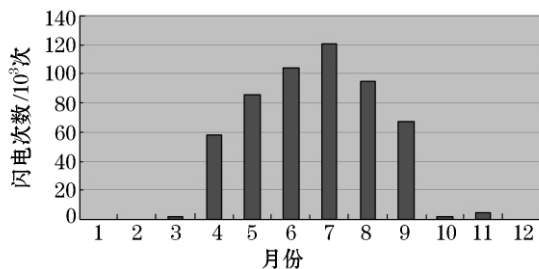


图1 2008年广西闪电次数的月际变化

Fig. 1 Monthly variation of lightning number in Guangxi Province in 2008

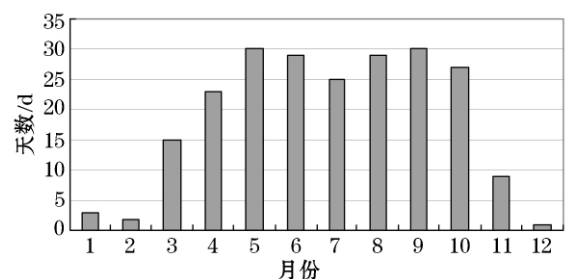


图2 2008年广西雷暴日数的月际变化

Fig. 2 Monthly variation of thunderstorm days in Guangxi Province in 2008

对照图1,我们发现雷暴日数的月际变化趋势与闪电次数的月际变化趋势吻合得不是很好,7月份,闪电次数达到顶峰,雷暴日数却是一个低谷,比9月份甚至10月份都少。说明虽然9月份雷暴日多于7月份,但

一个雷暴日中发生的平均闪击次数却少于 7 月份,显然 在相同的环境条件下,后者的危害程度可能更大。

通过以上的分析可以看出,雷暴日无法显示当天发生的闪击次数,盛夏一个强雷暴日发生的闪电有的高达上千次,而冬季一个雷暴日发生的闪电却只有一、两次。此外,雷暴日也无法表示雷电流强度的大小,仅用雷暴日这个术语则无法反映该日雷暴发生对各种电子电器等设备设施的危害程度。因此,以年平均雷暴日作为地区防雷工程设计等级的主要依据,局限性较大。

从图 3 可以清楚地看出,闪电的日分布呈现单峰型特点,主峰区在 14:00 - 16:00,深夜和凌晨是闪电活动的低谷。太阳辐射在中午达到最强,太阳辐射对地面的加热和地面长波辐射对低层大气的加热,低层大气易变得不稳定,容易形成较强的上升气流,上升气流携带水汽到达冻结层以上。根据冰晶起电效应原理,当云顶温度低于 0℃时,对流云中即可有冰晶产生,云顶温度低于 -20℃时,冰晶的密度较大,当对流云中的冰晶含量足够多,且有较厚的冰晶和过冷却水共存层,对流云的垂直运动足够强,即可造成对流云内的电荷分离并最终达到放电发生(闪电)阶段^[6],故闪电活动绝大多数发生在午后至傍晚时分。

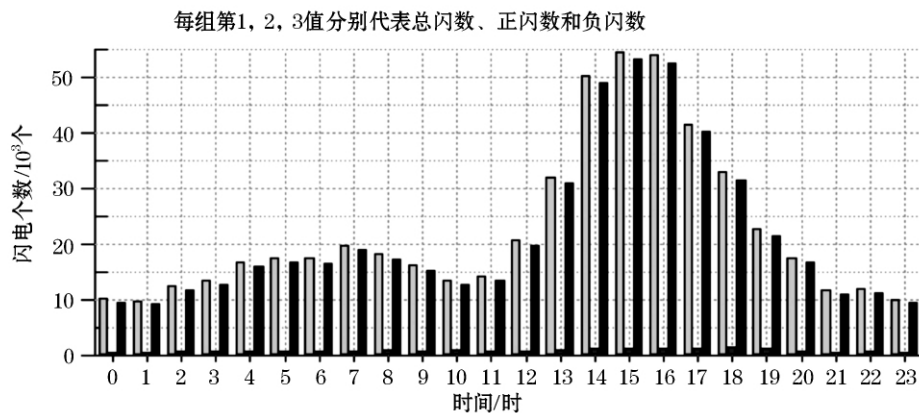


图 3 2008 年广西闪电次数的日变化

Fig. 3 Diurnal variation of lightning number in Guangxi Province in 2008

2.2 闪电强度分布特征

从图 4 和图 5 可以看出,正闪电和负闪电的强度分布基本一致,都呈现单峰型特点,而且都在雷电流强度 25 000A 左右有最大值,闪电数目最多,强度小于 5 000A 的极少。然而,正闪电雷电流强度幅值较宽,变化较大,而负闪电雷电流强度幅值较窄,变化较少。

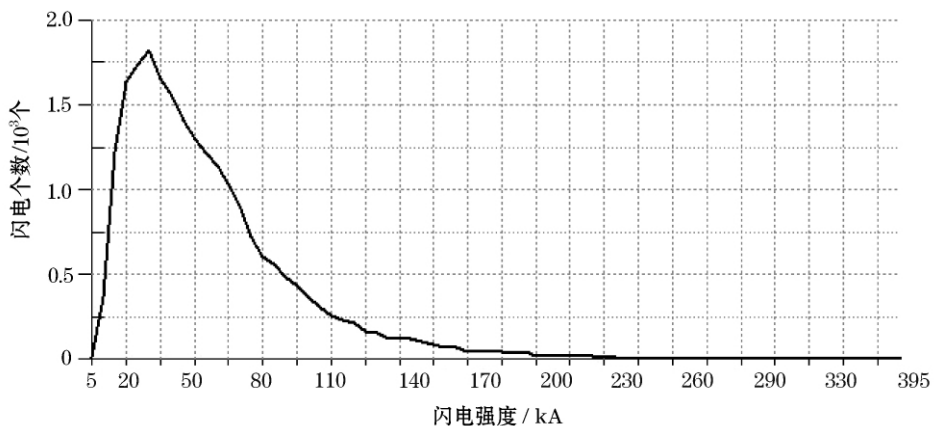


图 4 2008 年广西正闪强度分布图

Fig. 4 Distribution of positive flash intensity in Guangxi Province in 2008

2008 年共探测到 540 983 次地闪,其中负闪为 518 284 次,占 95.80%,平均强度为 -41 364.8A;正闪为 22 699 次,占 4.20%,平均强度为 54 665.3 A。可以看出广西地区的负闪很多,平均电流强度较弱;正闪相对较少,但平均电流强度较大。由于大多数地闪发生在云下部的负电荷区与地表之间,所以一次雷暴过程

中的负闪数要远远多于正闪的数目^[7]; 而平均电流强度, 正闪的高于负闪的, 其原因可能是由于负闪发生机会明显高于正闪, 致使云中负电荷所造成的电场强度还没有达到很高, 云地放电就发生了。

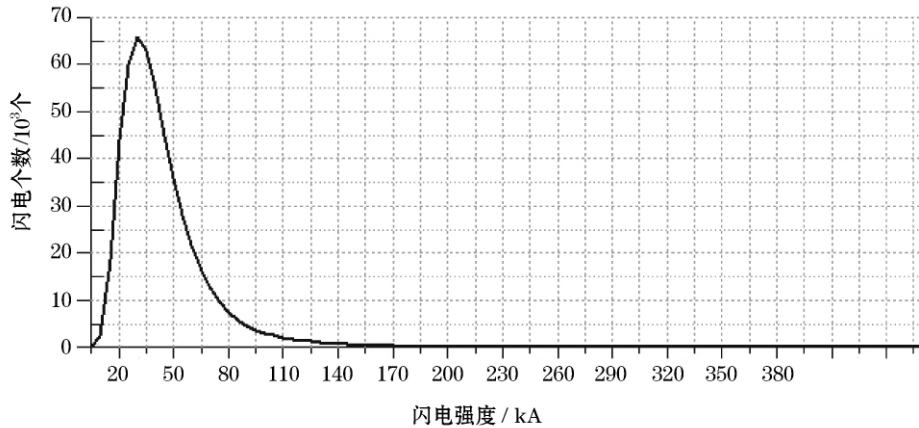


图 5 2008 年广西负闪强度分布图

Fig. 5 Distribution of negative flash intensity in Guangxi Province in 2008

2.3 闪电空间分布特征

由图 6 可以清楚地看出该地区闪电密度分布特点: 闪电密度较高的大范围的高值区主要集中在桂东南、北部湾沿海地区和十万大山迎风面, 闪电密度最大处达到了 $18 \text{ 个} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 桂中有一些插花式的高值中心; 而桂北、桂西北、桂西南则是闪电低发区。

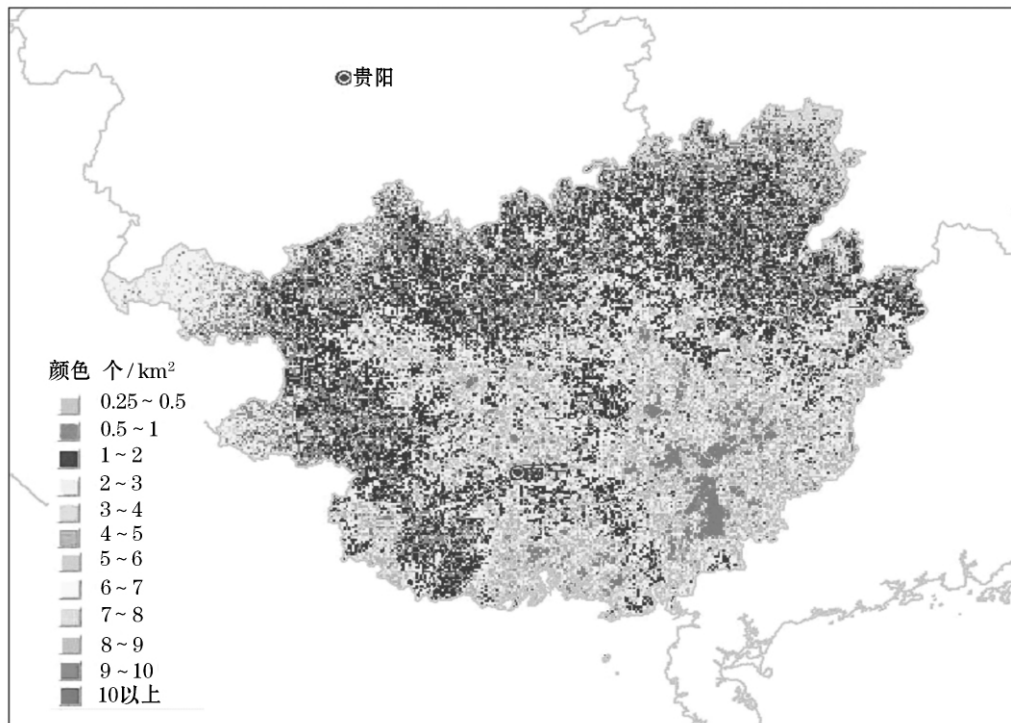


图 6 2008 年广西闪电密度分布图

Fig. 6 Distribution of lightning density in Guangxi Province in 2008

雷暴天气是一种典型的强对流性天气, 其发生一般需要 3 个条件: 水汽条件, 不稳定条件和抬升条件。在不稳定条件和抬升条件相当的情况下, 水汽条件便是决定一地雷暴多少的主要原因, 由于近海的水汽比桂西北内陆地带充足, 因而北部湾沿海地区雷暴多、闪电密度大, 而桂西北雷暴少, 闪电密度小, 且少很多。

地形对气流的强迫作用主要表现为抬升和狭管作用^[8]。从南海吹来的气流遇到地势高亢山体庞大的十万大山时, 由于山体的阻挡作用, 会在山的迎风面产生强烈的上升运动。如果单纯讨论地形对气流的抬升

作用,那么气流遇到迎风坡被迫抬升,所产生的上升速度 W 可写成:

$$W = u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y}$$

式中: W 为上升速度 (m/s); u, v 分别为地面风速在 x, y 方向上的分量; $\frac{\partial h}{\partial x}, \frac{\partial h}{\partial y}$ 分别为沿 x, y 轴的坡度分量。

从上式可以看出:当水平风速越大,山的坡度越大,且风向与山的走向越垂直时,抬升速度 w 越大,对流系统变化越剧烈,产生雷暴天气的可能性越大,其强度也会越大。夹在云开大山、六万大山和大容山之间的桂东南山谷地带是一呈条状分布的面积较大的闪电高值区,由于地形的狭管作用,山谷会使从南海北部湾输送进来的暖湿气流在水平方向,产生辐合上升运动,加强了地面的动力强迫,形成了更有利于强对流发生、发展的条件,从而使这些地区成为闪电密度高值中心。

3 2008 年雷电灾害及损失评估

3.1 雷电灾害概况

2008 年广西全区共发生雷击事件 188 例,其中发生 31 例人身伤亡事件,死亡 23 人,伤 48 人,据不完全统计,雷击事件共造成经济损失约 615.16 万元。与前两年相比(2006 年雷击事故 283 例,经济损失约 1082.28 万元;2007 年雷击事故 248 例,经济损失约 941.39 万元),无论是发生雷击事故数量还是经济损失数额,都大大减少,并且呈逐年递减的趋势。这与近年防雷减灾工作受到政府高度的重视,防雷减灾宣传力度的加强,防雷减灾工作监管力度的加大,防雷减灾工作全方位的开展,雷暴天气预警预报水平的提高等是分不开的。

统计发现,2008 年广西雷灾 82% 以上发生在农村,雷击引发的死伤事故 97% 以上发生在农村,广大农村防雷减灾工作已成为雷电灾害防御工作中的薄弱区甚至是盲区。通过对发生在农村的雷击灾害进行详细分析,发现农民遭雷击伤亡事故多发生在田间或野外劳作时、在临时避雨场所避雨时,也有是在自家房屋遭受雷击的。主要是由于农民的防雷减灾意识观念淡薄,自我防范意识不强,许多人连最基本的防雷常识都不了解,遇到雷雨时往往不及时躲避,或者直接躲在孤立的大树、亭子或木(草)棚下避雨,招来雷灾之祸。此外,农村社会经济条件相对落后,高层建筑少,低矮的民居经常成为空旷地区的制高点,而在农村房屋建设过程中,又缺少政府相关部门监督、审核,导致农村房屋建设不够科学,防雷设施常被忽略,农村房屋基本上没有安装防雷设施,许多农民还在顶层上方安装铁皮水箱、太阳能热水器,或类似小铁塔的建筑,这些设施往往没有接地,存在安全隐患。因此,做好农村防雷减灾工作已刻不容缓。

3.2 不同行业雷灾分布统计

图 7 给出了在雷灾事件中受损失的各行业占的比例,电力行业发生 22 例,占 58%,是雷击重灾区,其次是石化行业发生 9 例,占 24%,再次是通信行业发生 5 例,占 13%,发生最少的是交通行业,只发生 2 例,占 5%。

在电力行业中,经常发生的雷灾就是雷击变电站损坏变压器事故,占了 72% 以上,雷击不但损坏变压器,还可能导致大面积停电事故,直接影响着工农业生产和人民的正常生活,造成很大的间接经济损失。主要是由于配电线路分布广,雷击输电线路,雷电波沿线路侵入变电所击毁变压器,尽管目前 220 kV 架空线路通常设置避雷线,但是还是存在一定的雷电绕击率,造成线路的直击雷过电压,同时,线路还不可避免地受到感应雷过电压。配电变压器损坏主要是由配电系统遭受雷击时的“正、逆变换”的过电压引起的^[9]。当然,也有些是由于变电站防直击雷措施不合格的而造成雷击的。

3.3 雷电灾害事故损失分类统计

图 8 给出了雷灾中不同物体的受损的比例,建(构)筑物受损 22 起,占 12%,办公电子电器设备受损 85 例 1 088 件,占 46%,家用电子电器设备受损 78 例 263 件,占 42%。办公电子电器设备受损、家用电子电器

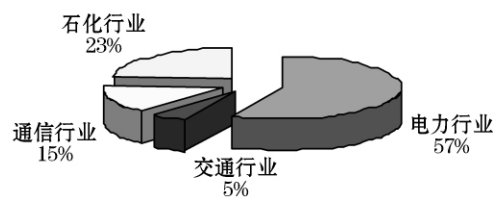


图 7 2008 年广西雷灾主要行业分布统计图

Fig. 7 Main industrial distribution of lightning disaster in Guangxi Province in 2008

设备受损之和占 88% ,而建(构) 筑物遭受直接雷击仅占 12% 。可见计算机、弱电信息系统、网络通讯设备、常用电器等受到间接雷击(雷电波侵入和雷电感应) 的威胁已经超过建筑物、树木这些物体以往受直接雷击的威胁。

究其原因,主要是电力、电信等基础设施防雷装置不合格及各种线路私拉乱接 特别是在农村,农村的电力线路、电信线路很多是由较为空旷的农田里电杆架空支撑引入的,且多为金属裸线,这就大大增加了雷击概率。当雷暴在空旷的农田上方发生后,强大的雷电电磁脉冲会经过这些架空电力线、电话线引入室内,而这些线路在敷设以及安装过程中防雷措施不完善,有的甚至没有采取任何防雷措施,在入户时又没有安装相应的避雷器保护,从而造成室内家用电器损坏。其次是由于现在广泛使用的电视机、计算机、电话等微电子设备,其耐压值低,雷电容易造成其受损,故电子电器设备受损的数量大。

3.4 雷灾人员伤亡地点分类统计

图 9 给出了人员伤亡雷灾中不同雷击地点的比例,其中在建筑物(包括临时避雨场所和简陋工棚)内发生 14 例,占 45% ,在水域(主要包括河流、海洋和农田)附近发生 7 例,占 23% ,在旷野发生 6 例,占 19% ,在山地发生 4 例,占 13% 。由此可见,雷击人身伤亡事件多发生在建筑物内,真正在居民楼里遭雷击伤亡的并不多,主要是发生在临时避雨场所和简陋工棚内,例如 2008 年 8 月 11 日 17 时多,柳州市鹿寨县雒容镇连丰村甫口屯 20 多名群众在田中种药搭起的一间石棉瓦小房里躲雨,不幸遭遇雷击,14 人被击伤,其中 8 人重伤。

在水域附近发生闪电也较多。例如 2008 年 8 月 16 日 18 时,南宁市上林县大丰镇云陆村两人在河边钓鱼,造成一死一伤,河边处于水陆交界面,是闪电高发区,因为它可以为强对流的发展提供丰富的水汽和局地辐合,能进一步促进强对流的发展。又如 2008 年 6 月 26 日早上 8 时左右,在防城港市港口区东湾红树林外浅海滩 200 m 处,一村民正在挖螺,遭直接雷击,当场死亡。海边也是明显的雷电高值中心,其形成原因很可能与海风锋触发有关。在沿海 50 km 左右的范围内,由于海水和陆地比热不同,海水的比热大,冷却慢,白天大陆增温快,海水表面增温慢,而夜间大陆降温快,海水表面降温慢,从而使海陆之间温度差别大,这样在沿海就易形成较强的水平温度梯度—海风锋。在有利的大气层结条件下,当平行于海岸线的狭窄的辐合区内水平温度梯度超过某一临界值时,就可能触发强对流天气的发生。也有很多是在田间劳作时遭到雷击伤亡的,大多是由于村民手握铁犁、肩扛锄头等金属农具,金属物体容易引雷而导致人遭雷击伤亡。

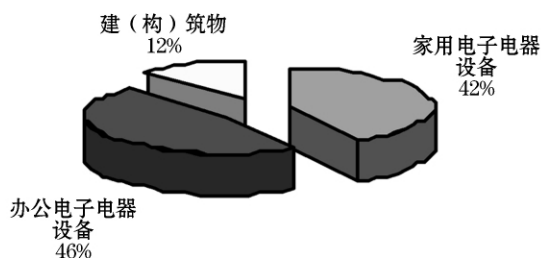


图 8 2008 年广西雷灾损失类别统计图
Fig. 8 Categorized statistics of lightning disaster loss in Guangxi Province in 2008

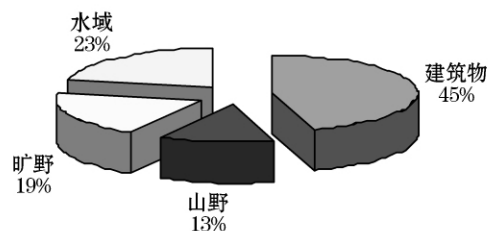


图 9 2008 年广西雷灾人员伤亡地点分类统计图
Fig. 9 Categorized statistics of place for casualty in lightning in Guangxi Province in 2008

4 结论与讨论

(1) 闪电季节性特征非常明显,夏季最为活跃,春季次之,然后是秋季,冬季最弱;闪电活动绝大多数发生在午后至傍晚时分,深夜和凌晨是闪电活动的低谷。负闪占绝大多数,但平均电流强度较弱;而正闪相对较少,但平均电流强度较大。闪电密度较高的大范围的高值区主要集中在桂东南、北部湾沿海地区和十万大山迎风面,而桂北、桂西北、桂西南则是闪电低发区。

(2) 农村是雷击重灾区,农民是雷灾的主要受害者;雷电灾害受损失的主要行业里,电力行业最高,占 58%;而雷电带来的损失最严重的是电子电器等微电子设备、设施,比例高达 88%;统计人员伤亡雷灾的雷

击地点,最高的发生在临时避雨场所和简陋工棚内。

(3) 研究中发现,仅用一个年平均雷暴日来作为防雷工程设计等级的依据,会出现很多不合理的地方,而闪电定位仪观测资料可以清楚地显示具体区域的落雷情况,落雷强度的大小。把年平均雷暴日和闪电定位仪观测资料到的有关雷电参数结合起来作为防雷工程设计等级的标准应该更加科学。

(4) 农村防雷设施欠缺,农民不了解科学的防雷方法。在农村,防雷工作应与新农村建设相结合,加强农村房屋防雷设施的安 装,在田畝区建造避雷亭等防雷安全基础设施,为在雷雨天气务农的群众提供避雷去处;还应加大对农民的雷电灾害防御科普知识宣传力度,让广大农民了解防雷、认识防雷,提高他们自身的防雷安全意识。

(5) 由于客观条件所限,本文所用的闪电定位资料和雷电灾害资料只有 1a 的时间,能否真实地反映广西地区闪电活动和雷电灾情特征,还有待于资料的进一步积累与证实,因此,随着资料积累,进一步研究是必要的。

参考文献:

- [1] 马明,吕伟涛,张义军,等. 中国雷电活动特征分析[J]. 气象科技, 2007, 35(增刊): 1-7.
- [2] 马明,吕伟涛,张义军,等. 我国雷电灾害及相关因素分析[J]. 地球科学进展, 2008, 23(8): 856-865.
- [3] 覃卫坚. 广西雷电活动时间分布规律[J]. 广西气象, 2000, 21(4): 32-35.
- [4] 吴恒强. 广西雷暴活动特点分析[J]. 热带地理, 2004, 24(2): 123-126.
- [5] Sheridan S C, Griffiths J F, Orville K E. Warm season cloud-to-ground precipitation relationships in the south-central United States[J]. Weather and Forecasting, 1997, 12(3): 449-458.
- [6] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 修订本. 北京: 气象出版社, 2000.
- [7] 陈渭民. 雷电学原理[M]. 北京: 气象出版社, 2003.
- [8] 姚胜芳,黄治逢,农孟松,等. 广西冰雹的活动特点[J]. 热带地理, 2008, 28(2): 119-123.
- [9] 孟胜鸿,郝青,朱伟. 雷电波侵害配电变压器的机理及防雷措施[J]. 供用电, 2004, 21(3): 30-31.