

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2014.09.026

# 基于闪电定位系统和人工观测的 雷电关注度对比分析<sup>①</sup>

栾 健<sup>1</sup>, 李家启<sup>2,3</sup>, 林中冠<sup>4</sup>, 王 迪<sup>4</sup>, 王 鹏<sup>1</sup>

1. 辽宁省防雷技术服务中心, 沈阳 110001; 2. 重庆市气象局, 重庆 401147;  
3. 重庆市雷电灾害鉴定与防御工程技术研究中心, 重庆 401147; 4. 辽宁省气象服务中心, 沈阳 110001

**摘要:** 利用重庆市闪电定位系统和人工观测雷暴资料(2009—2011年)及其对应的 12121 气象信息电话拨打次数, 运用信息扩散理论、数理统计等方法, 重点对比分析闪电定位系统和人工观测雷电天气关注度。结果表明: 雷电天气的关注度随其风险加大而增加, 且存在季节差异; 相同风险水平的雷电天气关注度, 其人工观测高于闪电定位系统; 基于闪电定位系统的各季雷电天气关注度高低顺序为春、夏、秋、冬, 而人工观测为秋、春、夏、冬; 基于信息扩散理论的雷电天气关注度都能客观反映实际, 而闪电定位系统优于人工观测(基于闪电定位系统的春秋雷电天气关注度优于人工观测; 而冬夏则相当)。

**关键词:** 闪电定位系统; 人工观测; 雷电天气; 关注度; 对比

**中图分类号:** P429      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1673-9868(2014)9-0163-06

雷电灾害是联合国“国际减灾十年”公布的最为严重的十种自然灾害之一<sup>[1-3]</sup>。近年来, 随着全球气候变暖, 极端气象事件频繁发生, 雷电天气对人们生活造成的影响也越来越大, 人们对雷电天气的关注及其对雷电灾害采取的防御措施也随之增加<sup>[4-8]</sup>。

国内外学者对于雷电天气事件的关注度研究已经取得了不少进展。罗慧<sup>[9-10]</sup>等人曾利用西安市 2004 至 2007 年人工观测雷暴资料及所对应的当天 12121 的日拨打次数分析得到了不同雷电风险关注度以及对应等级的关注人数, 同时利用北京市 2005—2006 年 6—9 月雷暴天气事件的样本以及对应的 12121 气象信息电话拨打次数信息分析得到该地区高影响雷暴天气发生的超越概率和风险关注度。栾健<sup>[11-13]</sup>等利用重庆市北碚地区 2009—2011 年闪电定位系统监测数据及其对应的 12121 气象信息电话拨打次数分析得到了社会公众对雷电天气的关注度的变化特征和关注度风险划分等级。

迄今为止, 还没有见到闪电定位系统监测和人工观测的雷电天气的关注程度对比分析方面的报道。为此, 本文拟利用 2009—2011 年重庆市闪电定位系统观测数据和人工观测雷暴日资料及其对应的 12121 气象信息电话拨打次数, 采用基于模糊数学中信息扩散理论风险评估方法, 对比分析其风险关注度, 为雷电灾害防御研究及其规划提供科学依据。

① 收稿日期: 2013-03-18

基金项目: 国家标准制修订项目《桥梁工程防雷技术规范》编制; 重庆市气象科研资助项目(YWGG201208)。

作者简介: 栾 健(1987-), 男, 辽宁沈阳人, 硕士, 助理工程师, 主要从事雷电监测与预警、雷电科学与防护技术等研究。

# 1 资料来源与方法

本文采用的资料有重庆市 ADTD 闪电定位系统和人工观测雷暴资料(2009—2011 年)以及对应时间的 12121 气象信息电话拨打次数. 12121 气象信息电话拨打次数数据能较客观反映社会公众对雷电天气给予的关注; 闪电定位系统能实时的监测闪电天气的发生, 而人工观测的雷暴日数据是雷电观测的长期记录, 是分析不同地区雷电活动规律的重要资料.

信息扩散理论是一种可以从知识样本中学习有关规律的数据处理技术, 这种方法主要是为了解决知识样本  $W$  不足以表现观察对象在论域  $V$  上的客观规律这一问题. 鉴于雷电天气事件属于小概率事件, 应用建立在大数定理基础上的传统概率统计方法给出的概率统计结果就不一定准确, 因此, 较全面地进行相关气象灾害风险评价, 可以采用信息扩散理论.

# 2 结果分析

## 2.1 雷电天气季节分布

图 1 为 2009—2011 年重庆地区基于闪电定位系统和人工观测对应的雷电天气季节分布情况, 可以发现: 闪电定位系统监测的雷电日数(春季 37 d, 夏季 92 d, 秋季 35 d, 冬季 0 d)明显高于人工观测(春季 14 d, 夏季 35 d, 秋季 8 d, 冬季 0 d). 其原因是人工观测存在观测人员主观因素影响(根据世界气象组织规定: 某天某气象站人耳监听到一次雷声, 即为该气象站代表区域的一个雷暴日或雷电日, 也称为站雷电日), 主要表现在: 一是气象站点不能很好代表所属行政区域; 二是不能杜绝雷电观测中的遗漏问题; 三是人工观测不能区分云闪和地闪.

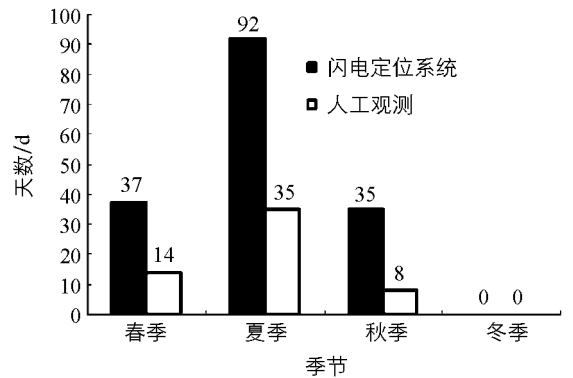


图 1 基于闪电定位系统和人工观测对应的雷电天气的季节分布图

## 2.2 12121 电话拨打量特征分析

基于两种资料定位出的发生雷电天气时的电话拨打量季节分布趋势一致, 这种分布是由于重庆地区夏季和秋季发生的高影响天气事件较多所导致, 符合三峡库区的气候特征. 闪电定位系统监测雷电天气对应的电话最大拨打量峰值不超过 12 000 次, 3—11 月都有雷电发生(图 2a). 其中, 夏季(6—8 月)电话拨打量较多, 春季(3—5 月)和秋季(9—11 月)次之, 冬季没有. 人工观测的电话最大拨打量峰值不超过 100 000 次, 4—11 月有雷电发生, 12—3 月没有雷电发生(图 2b).

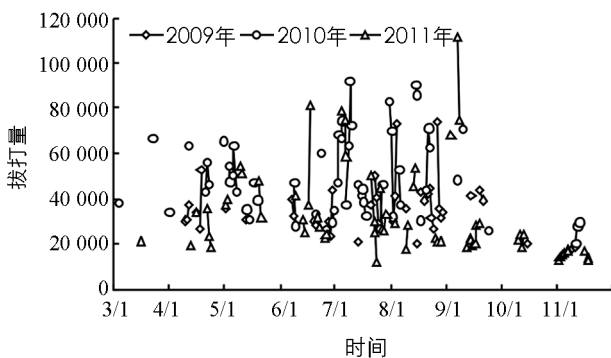


图 2a 2009—2011 年闪电定位系统记录发生雷电天气时的电话拨打量分布图

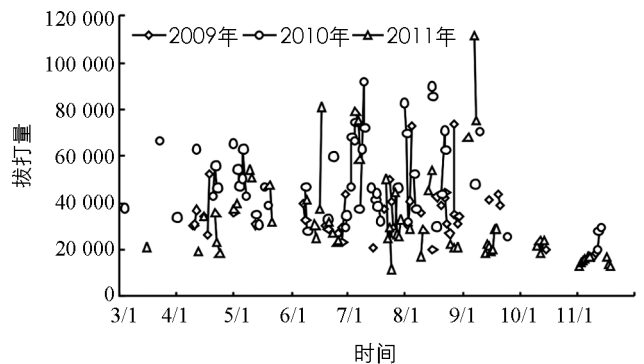


图 2b 2009—2011 年人工观测发生雷电天气时的电话拨打量分布图

### 2.3 雷电天气关注度对比分析

根据重庆地区实际电话拨打量情况,将雷电天气事件风险划分为一般关注风险水平(0—20 000次)、中关注风险水平(25 000—40 000次)和高关注风险水平(45 000次及以上),采用信息扩散理论分析法得到各种风险水平下的雷电天气事件的关注度。

社会公众对雷电天气的关注度随着关注度风险水平的增加(横坐标拨打次数)而增加(见图3),且存在季节差异。从图3(a, b)可以发现,基于闪电定位系统监测的雷电天气的关注度在相同风险水平下,呈现春季—夏季—秋季—冬季逐渐降低的趋势;而人工观测呈现秋季—春季—夏季—冬季依次逐渐降低。

从图3还可以发现,相同风险水平下,基于人工观测的雷电天气关注度明显高于闪电定位系统,主要源于资料样本量及信息扩散理论的原理所致。根据信息扩散理论,由于资料总样本数之不足(非完备),于是产生了把一个知识样本信息多次利用的想法,

非完备样本的每个数据均可作为其“周围”之代表,这意味着一个数据的出现不再仅仅是提供它的观测值那一点上的信息,而是还提供了关于“周围”情况的某些信息。当样本非完备时,每个数据只是“周围”的代表,样本在每个数据提供的信息被其余的点所分享。各点所分享到的信息与其属于“数据周围”的程度有关。显然,靠某个数据越近的点属于其“周围”的程度越高,从该数据分享到的信息也越多;反之,靠某个数据越远的点属于其“周围”的程度越小,能从该数据分享到的信息就越小。由于人工观测的雷电天气样本较少,每个数据样本所提供的信息被其余的点所分享的信息就会增多,也就是信息扩散的量较大,由此计算出的每个关注度风险(拨打量)下的关注度就会升高,导致其高于闪电定位系统对应的雷电天气关注度。

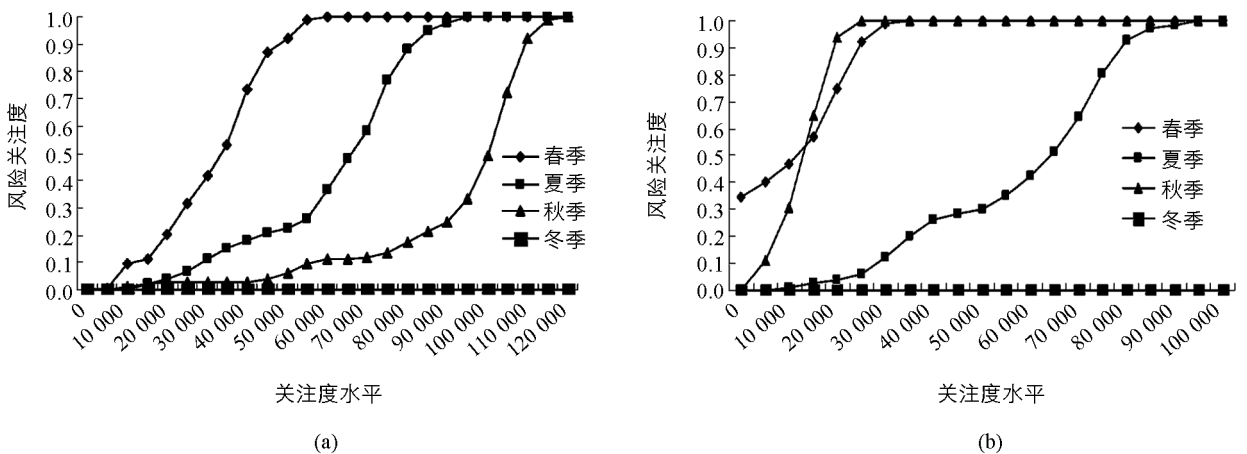
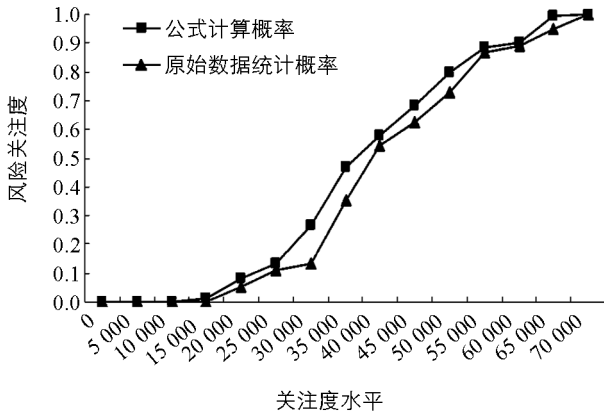


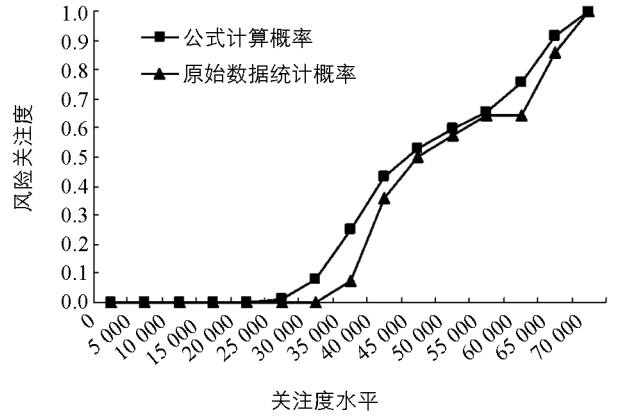
图 3a 基于闪电定位系统监测的雷电天气事件关注度分布概率图

图 3b 基于人工观测的雷电天气事件关注度分布概率图

上述分析发现,同一地区采用两种不同数据计算得到的雷电天气关注度结果略有不同,因此将基于两种资料的关注度理论结果与原始数据统计结果(实际值)进行比较分析。从图4—图6可以看出,各个季节基于信息扩散理论的雷电天气事件关注度与实际值拟合效果较好,且通过 $\alpha=0.01$ (相当于置信度为99%),的显著性检验(表1)。总体而言,基于闪电定位系统的雷电天气关注度比基于人工观测的结果更能反映实际情况。其中基于闪电定位系统的春季和秋季雷电天气关注度较人工观测更能反映实际情况,而夏季则相当。

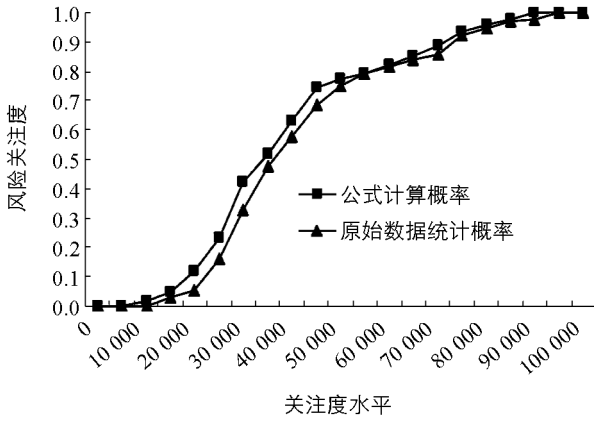


(a) 人工观测

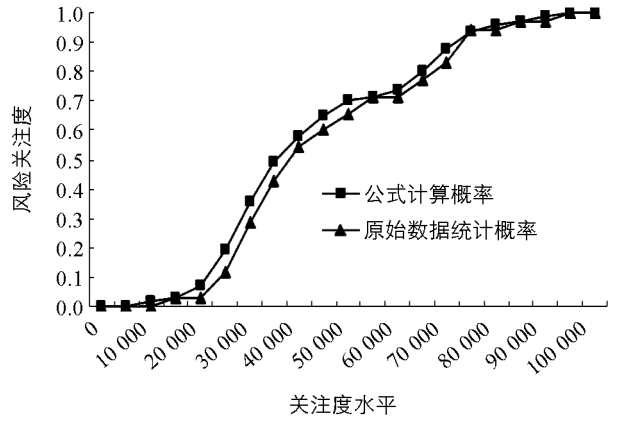


(b) 闪电定位系统

图 4 春季雷电关注度拟合图

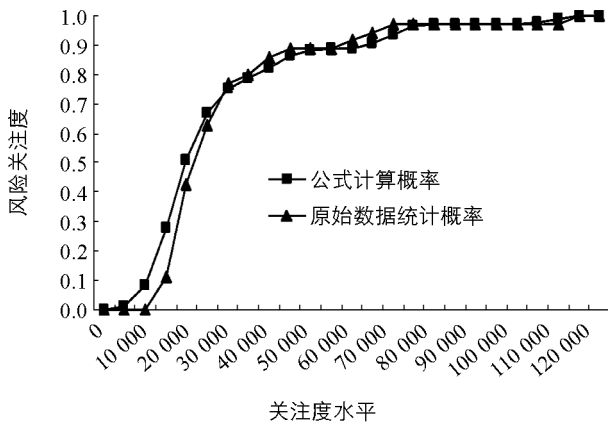


(a) 人工观测

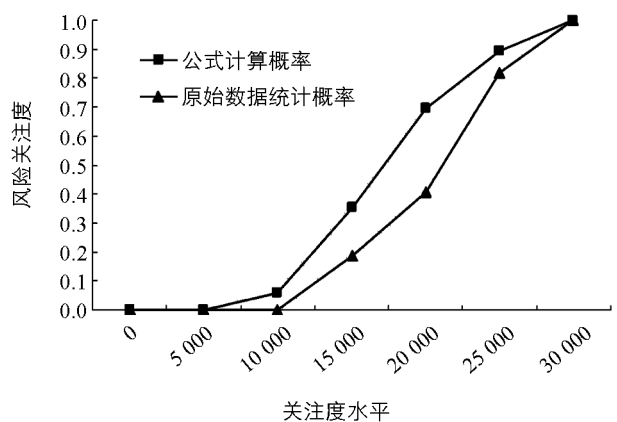


(b) 闪电定位系统

图 5 夏季雷电关注度拟合图



(a) 人工观测



(b) 闪电定位系统

图 6 秋季雷电关注度拟合图

表1 基于闪电定位系统和人工观测的雷电天气关注度理论值和实际值的相关性检验

季节	基于闪电定位系统			基于人工观测		
	相关系数 $r$	$r_a$	是否通过给定显著性 水平 $\alpha=0.01$ 时 相关性检验 ( $r>r_a$ )	相关系数 $r$	$r_a$	是否通过给定显著性 水平 $\alpha=0.01$ 时 相关性检验 ( $r>r_a$ )
春季	0.994 8	0.605 5	是	0.989 7	0.605 5	是
夏季	0.997 7	0.536 8	是	0.997 7	0.536 8	是
秋季	0.994 5	0.486 9	是	0.967 6	0.797 7	是

### 3 结 论

通过以上分析,得到如下主要结论:

1) 基于闪电定位系统的雷电日数高于人工观测;相同风险水平下,人工观测的雷电天气关注度高于闪电定位系统。

2) 雷电天气的关注度均随着关注度风险水平的增加而增加,且存在季节差异;基于闪电定位系统的雷电天气关注度从高到低依次为春季、夏季、秋季、冬季;而人工观测由高到低依次为秋季、春季、夏季、冬季。

3) 基于信息扩散理论的雷电天气事件关注度能客观反映实际,其中基于闪电定位系统的雷电天气关注度较人工观测更能反映实际情况。其中,基于闪电定位系统的春季和秋季雷电天气关注度优于人工观测,而夏季则相当。

#### 参考文献:

- [1] 李家启,李 博,申双和,等. 基于 ADTD 系统的雷电流波头陡度频率分布特征 [J]. 气象科技, 2010, 38(6): 741-745.
- [2] 李家启,申双和,刘 俊,等. 重庆地区地闪活动空间分布及其趋势分析 [J]. 西南大学学报:自然科学版, 2012, 34(5): 77-84.
- [3] 蒋勇军,况明生,李林立,等. 重庆市自然灾害的综合区划及评价 [J]. 西南师范大学学报:自然科学版, 2003, 28(4): 627-632.
- [4] 李家启,江孟蜀,王代新,等. 基于库仑定律的经验保护角法形成机理分析 [J]. 西南师范大学学报:自然科学版, 2012, 37(11): 28-31.
- [5] 李家启,王代新,江孟蜀,等. 基于 IEC62305 避雷针最大保护角法防雷效果分析 [J]. 西南大学学报:自然科学版, 2012, 34(11): 43-46.
- [6] 李家启. 基于 LLS 的雷电流参数随海拔变化特征分析 [J]. 西南大学学报:自然科学版, 2013, 35(5): 77-84.
- [7] 李家启,申双和. 基于闪电定位系统的丘陵山区雷电特征分析 [J]. 高电压技术, 2011, 37(9): 2218-2224.
- [8] 张 虹. 三峡库区(重庆段)自然灾害危险性综合评价 [J]. 重庆师范大学学报:自然科学版, 2008, 25(1): 25-28.
- [9] 罗 慧,张雅斌,刘 璐,等. 高影响天气事件社会公众关注度的风险评估 [J]. 气象, 2007, 33(10): 15-22.
- [10] 罗 慧. 奥运气象服务综合风险管理及评估研究 [J]. 气象软科学, 2006(3): 79-86.
- [11] 栾 健,李家启,肖稳安,等. 基于信息扩散理论的雷电天气关注度研究 [J]. 西南师范大学学报:自然科学版, 2013, 38(9): 143-149.
- [12] 栾 健,李家启,肖稳安. 闪电定位资料的误差订正 [C] //第九届长三角气象科技论坛,江苏镇江, 2012: 469-478.
- [13] 栾 健,李家启,肖稳安. 闪电定位系统监测小幅值闪电的特征分析 [C] //中国气象局第 29 届年会,第十届防雷减灾论坛——雷电灾害与风险评估,辽宁沈阳, 2012: 728-738.

# A Comparative Study of the Attention Degree on Lightning Weather Based on a Lightning Location System and Manual Record

LUAN Jian<sup>1</sup>, LI Jia-qi<sup>2,3</sup>, LIN Zhong-guan<sup>4</sup>,  
WANG Di<sup>4</sup>, WANG Peng<sup>1</sup>

1. Liaoning Lightning Protection Technical Service Center, Shenyang 110001, China;

2. Chongqing Meteorological Service, Chongqing 401147, China;

3. Chongqing Lightning Disaster Identification and Protection Project Engineering Research Center, Chongqing 401147, China;

4. Liaoning Meteorological Service Center, Shenyang 110001, China

**Abstract:** Based on the theory and methods of information diffusion of fuzzy mathematics and mathematical statistics, we used the dialing numbers of weather service phone (named 12121) and data of LLS (lightning location system) and lightning day manually recorded from 2009 to 2011 in Beibei of Chongqing to make a comparative analysis of the lightning weather attention degree of the general public based on LLS and manual record. The results indicated that the attention degree of lightning weather of the public increased as the attention degree risk grade (dialing numbers of phone) increased, and a seasonal difference was detected. Lightning weather attention degree based on manual record is higher than LLS in spring and autumn and they are almost the same in summer. The LLS-based attention degree of lightning weather was the highest in spring, followed in order by summer, autumn and winter, while the manual record-based attention degree of lightning weather was the highest in autumn, followed in order by spring, summer and winter. It is concluded that the attention degree based on information diffusion can well reflect the actual situation and that the result based on LLS is better than that based on manual record. More specifically, in spring and autumn the result based on LLS is better than that based on manual record, but they are comparable in summer and winter.

**Key words:** lightning location system; manual record; lightning weather; attention degree; comparative study

责任编辑 陈绍兰

