

文章编号:1004-9045(2008)01-0083-04

闪电监测定位资料在湖北省雷灾调查与鉴定中的应用

黄克俭, 涂山山, 熊迎胜, 丁晓红

(湖北省防雷中心, 武汉 430074)

摘要: 针对闪电监测定位资料在湖北省范围内所开展的雷灾调查与鉴定方面的应用研究较少的现状, 介绍了湖北省闪电监测定位系统的特点; 通过 2 个具体的雷击灾害事故, 探讨了闪电监测定位资料在雷击事故分析、灾害调查与鉴定中的应用情况; 初步分析了闪电监测定位系统的定位误差。在此基础上, 指出了闪电监测定位资料应用中存在的若干问题及其应用前景。

关键词: 闪电监测; 定位资料; 雷灾调查; 雷灾鉴定; 定位精度

中图分类号: P415.3+5 P427.32 文献标识码: B

1 引言

20 世纪 80 年代末以来, 我国的闪电定位技术得到迅速发展。据中国气象局监测网络司的调查, 目前国内至少有几百个 VLF/LF(甚低频/低频)闪电定位系统测站, 在气象、电力、电信、民航等部门及部队使用, 气象部门建设的测站已达到近 400 个, 而且还在不断增多^[1]。雷电定位资料是鉴定雷电灾害重要的客观依据, 不少科技人员在将雷电定位资料应用于雷灾调查与鉴定方面进行过尝试。薛根元等^[2]通过对闪电监测定位资料的分析发现, 某些闪电与雷击发生发展之间存在一定规律。罗树如等^[3]运用雷电定位资料, 结合其它信息, 快速准确地鉴定了江西 2003 年几起重大雷击事故, 并提炼总结出 1 套鉴定程序。尽管如此, 人们对闪电监测定位资料应用的认识和实践还处于探索阶段。因此, 进一步探讨闪电监测定位资料在雷灾调查与鉴定中应用的思路及方法仍然十分必要。

为了保障雷击事故调查鉴定的科学性、规范性、准确性, 除了规范调查程序和项目、强化调查鉴定主体资格条件、完善综合分析鉴别法、形成规范化的雷击灾害事故调查鉴定工作方法之外^[4], 还可以有效发挥闪电监测定位资料的作用。由于全国各地闪电定位网还处在建设与完善中, 其资料应用才刚刚起步, 特别是对闪电监测定位资料在湖北省境内雷灾调查与鉴定方面的应用研究较少。因此, 本文在介绍湖北省闪电监测定位系统特点的基础上, 通过 2 个具体的雷击灾害事故, 探讨了该系统资料在雷击事故分析、灾害调查与鉴定中的应用情况, 还对闪电监测定位系统的定位误差进行了初步统计分析, 以便为依法履行《中华人民共和国气象法》赋予气象部门的雷

电管理职能提供技术支持。

2 湖北省闪电监测定位系统简介

湖北省闪电监测定位系统是从中国科学院空间科学与应用研究中心引进的, 2006 年 1 月试运行。该系统主要由 ADTD 雷击探测仪、中心数据处理站、图形显示终端构成。其中, 有 13 个 ADTD 雷击探测仪分布在湖北省不同地方(图 1)。



图 1 13 个 ADTD 雷击探测仪在湖北省的地理分布 (▲表示探测仪所在位置)

该系统的中心数据处理站设在武汉。该站主要功能是将 13 个雷击探测仪接收到的闪电回击数据进行实时计算处理, 给出每个闪电回击的准确位置、强度等参数, 由其图形显示终端设备随时存储、显示、打印及拷贝成图; 中心数据处理站也可经通信系统对各个雷击探测仪进行参数设置、调出雷击探测仪工作状态等; 该闪电监测定位系统采用的是时差测向混合法 (IMPACT), 系统能够探测地闪的极性, 回击电流强度、陡度及电荷量, 闪电位置和发生时间等参数。ADTD 探测仪的探测参量与指标精度见表 1, 闪电监测定位系统的探测参量与指标见表 2。

收稿日期: 2007-05-31; 定稿日期: 2007-12-19

作者简介: 黄克俭, 男, 1968 年生, 高级工程师, 主要从事雷电监测技术方法应用研究。E-mail: hkj2008@tom.com

表 1 ADTD 探测仪的探测参量与指标精度

指标	参 数					
	回击波形达到的精确时间	方向角	磁场峰值	电场峰值	波形特征	陡度值 (4 个)
精度	优于 10^{-7} s	优于 1°	优于 3%	优于 3%	优于 10^{-7} s	优于 3%

表 2 组网后的闪电监测定位系统的探测参量与指标精度

指标	参 数						
	回击发生精确时间	回击位置 (经、纬度)	强度	波形特征参量	陡度值	放电量	峰值功率
单位	0.1 μ s	度	kA	0.1 μ s	kA/ μ s	C	MW
精度	优于 10^{-7} s	优于 300m (网内)	优于 15% (相对误差)	优于 10^{-7} s	优于 15% (相对误差)	优于 30% (相对误差)	优于 30% (相对误差)

3 应用实例分析

闪电监测定位系统能够监测到闪电发生的地点、时间等资料,这些资料可为雷灾调查与鉴定提供科学依据。就某一次雷击事故的鉴定而言,在一定时间内,发生的闪电次数可能是多次,雷电流大小(闪电强度)不同,与雷击点距离相差也较大,那么,则取与事故地点距离最近的闪电。

3.1 实例 1——武汉市硚口区长丰乡摩托车仓库火灾事件

2007 年 4 月 22 日 02 点 30 分左右,位于武汉市硚口区长丰乡农贸市场附近用于存放摩托车的仓库突发大火,大约 1 000 余辆摩托车及大量配件被烧毁。应武汉市消防主管部门的要求,湖北省气象学会雷电防护专业委员会派出专家组对该火灾现场进行了勘察。专家组根据现场勘察及剩磁测量情况,并结合闪电监测定位资料得出“火灾是由于该仓库无防雷接地装置遭雷击而引起”的结论。

闪电监测定位资料在此次火灾事故原因鉴定中发挥了重要作用。根据火灾发生的时间(02 时 30 分左右,为目击者提供)和地点(114.150 E、30.581 N,用 GPS 定位仪现场测得),再通过闪电监测定位系统查询,在 114.1455 E、30.5744 N 的位置有闪电强度为 65.8 kA 的正闪电发生,与用 GPS 定位仪现场测得的事发点位置相距约 852 m,时间为 00 时 54 分(图 2)。

根据勘察及分析闪电监测定位资料,可得出“火灾是由于该仓库无防雷接地装置遭雷击而引起”的结论,其理由有三:(1)该仓库因雷击闪络起火后,火势慢慢变大,到大火冲上屋顶被目击者发现,需要一段时间,所以起火时间是吻合的;(2)闪电监测定位系统定位误差在 1 km,属闪电监测定位系统允许误差范围(见已通过审查并即将颁布的气象行业标准《闪电监测



图 2 武汉市硚口区长丰乡摩托车仓库闪电监测位置示意图

定位系统第 1 部分:技术条件》),因此火灾地点也是吻合的;(3)闪电监测定位资料显示,该闪电是一次较强的正地闪(一般闪电强度平均值为 30~40 kA),正地闪因具有强度大、持续时间长的特点,常引起森林火灾、油库爆炸等雷电灾害事故,据此进一步证明了此次火灾事故是由雷击引起。

3.2 实例 2——广水市供电公司杨寨变电站通讯设备损坏事件

2007 年 7 月 1 日广水市部分地区出现雷雨天气,导致该市供电公司杨寨变电站内通讯管理机、后台机网卡及光纤收发器损毁,造成站内通讯中断。损坏设备及时更换并恢复正常工作后,当地 7 月 25 日再次出现雷暴天气,致使该站通讯管理机运行不正常,同时造成站内通讯中断。为找到事故发生原因,广水市供电公司和专业防雷公司邀请湖北省气象学会雷电防护专业委员会派出专家组对变电站通讯设备损坏事件进行了调查分析。

为了正确鉴定此次设备损坏事故的发生原因,专家组通过湖北省闪电监测定位系统查询了 7 月 1 日

14 时 16 分至 18 时 35 分的闪电监测定位资料, 发现在杨寨变电站(113.9896 E、31.5117 N)5 km 范围内有 223 次雷击记录, 其中, 该变电站方圆 500 m 范围内有 3 次, 其发生时间同在 16 时 29 分 25-26 秒之间, 电流强度分别为 38 kA、30.3 kA、33.7 kA(图 3)。



图 3 2007 年 7 月 1 日以杨寨变电站为圆心、半径 1 km 范围内的闪电出现位置

另外, 通过湖北省闪电监测定位系统查询 7 月 25 日 01 时 24-58 分的闪电监测定位资料发现, 在杨寨变电站方圆 5 km 范围内有 36 次雷击记录, 其中, 该变电站方圆 500 m 范围内有 3 次, 雷击发生时间分别为 01 时 41 分 06 秒、01 时 41 分 07 秒、01 时 53 分 52 秒, 电流强度分别为 28.7 kA、61.3 kA 和 72.9 kA(图 4)。



图 4 2007 年 7 月 25 日以杨寨变电站为圆心半径 1 km 范围内闪电出现位置

从该变电站值班人员反映的时间和 GPS 定位的地点来看, 闪电监测定位系统监测的这两个时段雷击记录在时间和地点上都是吻合的, 由此得出变电站通讯设备是因雷击而损坏的。实地调查了解到, 杨寨变电站通讯设备损坏之前, 该变电站弱电系统已由专业防雷公司进行了专门的雷击电磁脉冲防护。为了弄清

采取了专门雷击防护措施的弱电系统还会遭雷击的原因, 对雷击现场再次进行仔细勘察。结果表明, 该变电站弱电系统的雷电防护不完备, 事故发生前所做的雷击电磁脉冲防护工程虽在电源线路有较完备的防护, 设备的屏蔽也较好, 但忽略了对信号线路的屏蔽。当雷电直击在变电站总控室附近 (如变电站内的避雷针) 时, 在静电感应和电磁感应的共同作用下, 在连接光纤收发器与后台机、通讯管理机与光端机的信号线路上感应出较高的雷电过电压, 致使耐压能力低的通信设备接口被击坏。

4 闪电监测定位系统的定位误差分析

为了分析雷电监测定位系统的定位误差, 使用湖北省气象学会雷电防护专业委员会收集的 2007 年 2~7 月发生在湖北境内的 5 次雷灾调查与鉴定案例资料, 统计定位误差距离。这里, 将定位误差距离(S) 定义为由 GPS 定位仪测得的经纬度点与闪电定位系统监测的经纬度点之间的距离。

5 次雷灾调查与鉴定案例分别是 2 月 28 日蕲春县气象局业务系统雷击事件(案例 1)、4 月 22 日武汉市硚口区长丰乡摩托车仓库火灾事件(案例 2)、6 月 29 日武汉市洪山区象鼻山某居民楼雷击事件(案例 3)、7 月 1 日和 7 月 25 日广水市供电公司杨寨变电站通讯设备损坏事件(案例 4)、7 月 5 日大冶铁矿球团厂自动化仪表系统雷击事件(案例 5)。其中, 案例 4 为同一地点两次不同时间所发生的雷击事件。

表 3 湖北省 2007 年各雷灾调查与鉴定案例的误差距离

案例	时间 (日/月)	GPS 定位		闪电定位系统定位		S/m
		经度 / E	纬度 / N	经度 / E	纬度 / N	
案例 1	28/2	115.4333	30.2333	115.4396	30.2314	644
案例 2	22/4	114.1500	30.5810	114.1455	30.5744	852
案例 3	29/6	114.4010	30.4976	114.3940	30.4885	1 215
案例 4	1/7	113.9896	31.5117	113.9930	31.5117	298
	25/7			113.9890	31.5121	105
案例 5	5/7	114.9065	30.2080	114.9070	30.2080	47

由表 3 可知, 5 次案例的平均误差为 527 m, 除案例 3 的误差距离大于 1 000 m 之外, 其余均在 1 000 m 以内。这表明湖北省闪电监测定位系统的定位数据精度在闪电监测定位系统的允许误差范围之内, 符合已通过审查并即将颁布的《闪电监测定位系统第 1 部分: 技术条件》气象行业标准的要求。

值得一提的是, 在分析闪电监测定位系统的定位误差时, 这里只考虑了空间误差, 而未考虑时间误差, 因为雷击事故发生时间均来源于目击者或当事人叙述, 本身存在一定的不确定性和误差, 且时间精度比

闪电监测定位的时间精度差几个数量级,所以未作时间误差比较。

5 讨论

从闪电监测定位资料在武汉市硚口区长丰乡摩托车仓库火灾事件、广水市供电公司杨寨变电站通讯设备损坏事件中的应用实例来看,闪电监测定位系统能够监测到闪电发生的地点、时间等资料,这些资料可为雷灾调查与鉴定提供科学依据。然而,从闪电监测定位资料应用于第 2 个实例的情况来看,对雷灾的分析特别是对由雷击电磁脉冲引起的雷灾的分析,仍然是定性的,对线路上雷电感应过电压和过电流还不能做到定量分析,这使得对雷灾的分析不够充分、说服力不强。

为了进一步提高闪电监测定位数据的精度,降低定位误差,增强闪电监测定位资料在雷灾调查与鉴定中的应用效果,首先是充分利用闪电监测定位系统提供的闪电定位数据以及回击电流强度、陡度及电荷量等参数;其次,做好雷电监测定位系统和雷达的同步监测结果的比较检验^[6],总结当地雷暴移动方向、路径

以及雷暴发生、发展趋势,了解实时接收效果图中闪击落点分散、减少与雷达回波强度减弱、消亡的关系;第三,对相关问题有针对性地开展研究,如雷击后雷电流如何变化和分配、雷电感应与静电感应对线路作用等,通过此类问题的研究,达到定量计算雷电流分配以及线路上雷电感应过电压和过电流的大小的目的,将雷灾调查与鉴定工作逐步实现从定性分析到定量分析的转变,使雷灾鉴定结论更客观、更科学。

参考文献:

- [1] 许洪泽,王振会,冯民学.闪电定位资料分析[J].气象与环境科学,2007,30(1):93-95.
- [2] 薛根元,冯国标,何风翩,等.闪电监测定位系统及其应用[J].气象科技,2004,(4):274-277.
- [3] 罗树如,段和平.雷电定位资料在雷电灾害鉴定中的应用[J].江西气象科技,2004(2):23-24.
- [4] 高安生,杨荣建,李勇进.雷击灾害事故调查鉴定规范化方法探析[J].广西气象,2006,27(增刊):10-11,19.
- [5] 陈渭民.雷电学原理[M].北京:气象出版社,2006:344-357.
- [6] 林逸,陈丹青.雷电监测定位系统在深圳的应用[J].广东气象,2002(增刊):32-33.

Application of the Lightning Monitoring and Positioning Data to Lightning Disaster Investigation and Identification in Hubei Province

HUANG Ke-jian, TU Shan-shan, XIONG Ying-sheng, DING Xiao-hong
(Hubei Lightning Protection Centre, Wuhan 430074)

Abstract: For little research on lightning disaster investigation and identification in Hubei province by the lightning monitoring and positioning data, the characteristics of lightning monitoring and positioning system in Hubei province are introduced and studied in the lightning accident analysis based on the lightning monitoring and positioning data of two lightning stroke accidents. Based on the position error of lightning monitoring and positioning system, the problems and applying prospects of lightning monitoring and positioning data are proposed.

Key words: Lightning monitoring; Positioning data; Disaster investigation; Disaster identification; Position precision