

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 (S1): 20-24.

文章编号: 1006-4354 (2015) S1-0020-05

闪电和大气电场资料在预警业务中的应用

高菊霞, 杨碧轩, 程永进, 杨 舟

(陕西省防雷中心, 西安 710014)

摘 要: 近 9 a 来, 陕西省的闪电定位监测和大气平均电场资料不断积累, 同时在预报预警业务中不断应用和研究, 实践表明: 闪电与强降水相关性好, 在预报业务中, 可以利用闪电实时监测资料有效预警强降水的移动方向、发生区域, 也可以有效测估测降水量; 地闪的演变可以预测雷暴的移动方向, 地闪对雷达回波有明显的引导作用, 闪电发生比 ≥ 30 dBz 的回波出现提前约 10 min; 结合高低空观测、卫星云图、雷达、闪电监测实况等资料, 关注大气电场强度变化、快速抖动特征, 大气电场雷电预警可提前约 28 min。

关键词: 闪电; 大气电场; 预警; 应用

中图分类号: P427.32

文献标识码: A

1 闪电定位监测资料的应用

1.1 闪电定位监测网

陕西省布设 11 个闪电定位探测仪, 建成覆盖全省的闪电定位监测网, 实时监测全省每一次闪电发生时间、位置、强度等信息, 经过 9 a 业务运行, 监测资料成为雷电预警、短时临近预报和雷电灾害防护研究的科学数据基础; 同时在雷电监测、预报、预警、风险评估业务工作中发挥了显著的效益, 为防雷减灾服务, 有效减少因雷电灾害带来的经济损失。

1.2 闪电资料的应用研究

1.2.1 闪电与降水的关系 闪电与降水的关系长期以来一直引人关注。Sheridan 等^[1]、Petersen^[2]、Williams 等^[3]的观测研究表明, 雷电与对流性风暴产生的降水有很好的相关性, 因此雷暴的地闪活动可以用于局地强降水的短时预报或估测降水。Luis 等^[4]研究对流降水量与地闪关系及其相关系数为 0.65~0.75。张义军等^[5]、周筠君^[6]讨论地闪和降水的相关性, 利用地闪对

一般性对流天气中的降水进行了估测。高菊霞等^[7]对陕西强雷电天气分析得出暴雨落区与闪电密集区对应较好, 闪电集中区域也是暴雨落区, 对区域性暴雨, 闪电密集区一定有暴雨发生, 但暴雨发生区域不一定是闪电密集区; 在预警业务中, 闪电与降水相关性也比较好, 例如 2013-08-04 伴随大风和强冰雹发生了局地性较强的一次雷电天气过程, 全省共发生闪电 3 257 次。雷电集中发生在榆林地区, 达 3 170 次。榆林市区闪电频次最大, 1 小时内发生闪电达 649 次, 同时冰雹、大风天气也很剧烈。闪电与降水相关性好, 闪电密集区与降水发生区域比较吻合, 最大降水为 66.8 mm。

1.2.2 闪电资料在预报中的应用 早在 1987—1991 年, 美国就利用其覆盖全国的雷电监测网 (NLDN) 进行站网观测运行实验, 美国国家强风暴预报中心 (NSSFC) 1988—1990 年组织相应的“闪电资料应用于强对流天气预报业务”的评估研究, 并肯定了闪电资料可以有效地改进强

收稿日期: 2014-12-18

作者简介: 高菊霞 (1972—), 女, 汉族, 陕西眉县人, 学士, 高级工程师, 从事雷电监测、预报、预警业务服务和雷电临近预警研究。

基金项目: 2013 年度陕西省气象局预报员专项 (2013 Y-11)

对流天气的诊断和预报。近几年,美国民航气象局和NSSFC已经有了可用于业务的诊断和预报技术,用户已可以很方便地从NLDN索取闪电资料及其预报产品。国内外很多气象工作者也通过对强对流天气过程的闪电研究发现,利用地闪分布和演变情况可以预测雷暴的移动和演变情况,由此可以提供雷击的预报和警报信息。Hondl^[8]1994年利用28个雷暴的资料来研究Doppler雷达资料在预报雷暴开始和地闪发生中的作用。高菊霞等^[9]分析陕西省雷电过程发现,地闪对雷达回波有明显的引导作用。陕西省雷电预报预警业务经验也证实,配合雷达资料,利用雷电定位资料进行雷暴和闪电的临近预报是完全可行的。2007-08-08的雷暴天气过程,从19时开始,闪电在宝鸡西北部和咸阳西部发生,闪电频数逐步加强并东移,为了更清晰分析闪电与雷达回波变化特征,根据雷达体扫间隔6 min资料,统计每6 min闪电发生情况,由图1看出,闪电频数由19时的23次逐渐增加,半小时增加到164次,随着对流回波不断增强,缓慢东移至咸阳和西安西部,频数不断增强,到20:30闪电频数达567次,随后半小时略有减弱,到21时闪电频数达到最大611次,21:30减弱到47次,雷电回波也随之减弱;整个过程中正闪频数也在逐步加强,且大部分正闪往往出现在较强回波前部,随后减弱;由闪电与回波分时次叠加图(图2)可以明显看出,闪电除在强回波区出现外,部分闪电的发生也出现在雷达回波的前端,对雷达回波的走向有一定的引导作用,特别是正闪的发生更加显著;综合对比,闪电发生比 ≥ 30 dBZ的回波出现提前约

10 min。

2 陕西大气电场仪资料的应用

2.1 大气电场仪监测

陕西省从2007年开展大气电场预警实验研究,分别在泾河、洛川建成2台大气平均电场仪,经过两年试验运行,发现大气电场监测对局地雷暴天气的预警效果较显著,但因仪器本身通信传输需要占用大量网络资源,运行效果不好。2009年在长安区、临潼、华山、秦都区建成4部大气电场仪(中国气象局华云公司设备),充分利用气象部门各台站专用网络资源,解决了资料实时传输问题,2010年正式投入业务运行,在西安世界园艺博览会气象服务中发挥了很好的监测预警作用,2012在国家气象局的支持下,分别在陕北北部和关中增加20台大气电场仪,现已建成26台,在近2 a的雷电预警业务中发挥了重要作用。

2.2 大气电场资料的应用

大气电场强度是大气电学的基本参数,在晴天电学、雷暴电学以及闪电的研究中,都有重要意义,在雷暴和闪电监测中具有重要作用。大气电场仪可以测量地面大气电场的强度和极性,可连续监测对流云起电过程,因此既能够记录闪电发生前雷暴中的电活动,又可记录雷暴过程中发生的闪电。超短时预报雷电,必须监测在雷雨天发生首次闪电之前的强电荷活动中心的发生、发展、演变,对这一期间对流云中雷电活动的监测对雷电的超短时预报更为重要,它是闪电产生的前奏,如果能准确了解首次闪电发生之前对流云中的电活动状况,可以大大提前预报闪电的发生,而地面电场观测则是提供雷暴首次闪电之前

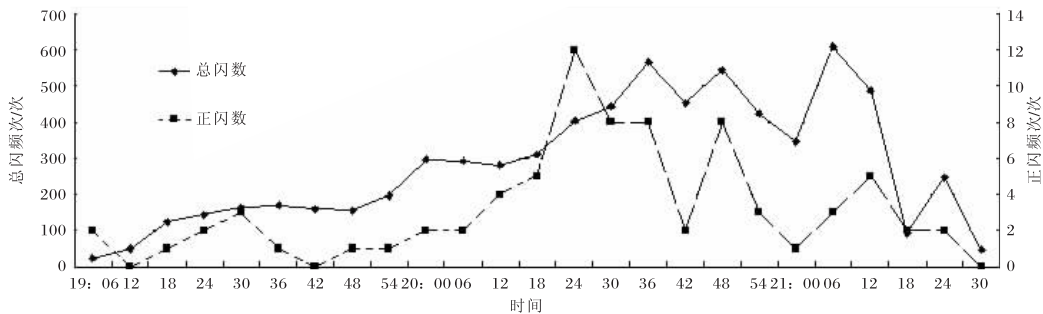


图1 2007-08-08T19—21 陕西省每6 min 闪电频次变化

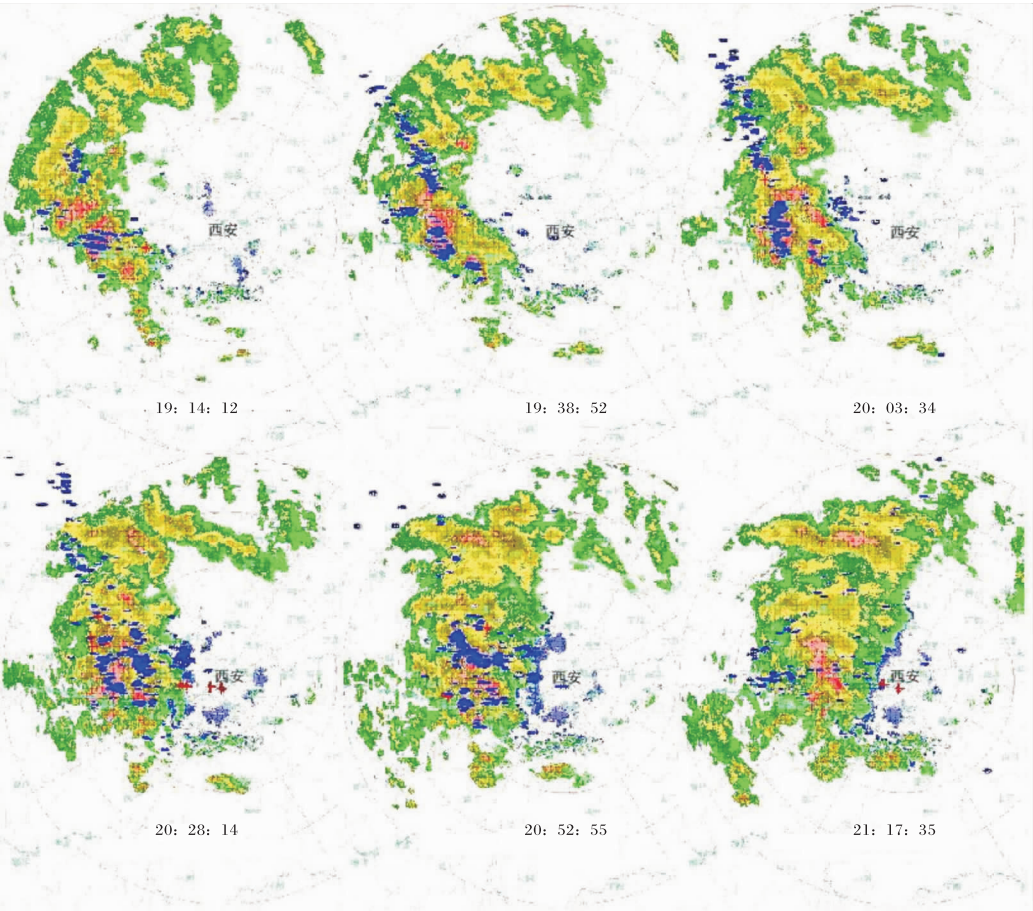


图 2 2007-08-08 西安多普勒雷达回波与闪电叠加 (红色、蓝色为正、负闪)

云中电活动发展演变特征的易于实现的重要手段。因此通过地面电场仪监测, 结合其他气象观测手段, 将为雷电和灾害性天气过程预报技术的发展提供新的方法。

2.3 大气电场预警方法

首先电场报警应以电场强度到达的门限等级、初始阶段是否有快变抖动为判断的标准。闪电报警以闪电发生的位置和电场仪之间的距离为参考。综合两种报警手段, 再结合人工判断雷电的移动趋势和对报警提前时间的要求, 以及结合电场仪安装的位置和本地地形条件等因素, 适当改变报警等级, 实现更准确的雷电短时预警。电场门限为 2 kV/m、5 kV/m、8 kV/m、12 kV/m、15 kV/m 五级报警。开始阶段的电场抖动可有效地减少误报的机会, 如果整个过程没有电场快变抖动出现, 就可以将电场报警门限提高一个等级, 这样在整个过程中, 都不会报警。由于阶段 1 没有抖动出现, 电场达到 5 kV/m, 但仍维

持 1 级报警; 直到阶段 2 的中期, 出现了抖动, 则恢复报警, 电场报警等级达到了 3 级。加入快变抖动不会出现漏报现象。其次, 将电场和闪电资料结合, 能够更加直观的对雷电的活动状况进行实施监测, 同时可大大提高短时预报的准确性。以电场仪为中心画 5 km、10 km、20 km、50 km 的 4 个圈, 落雷位置离电场仪越近, 闪电报警等级越高, 这样根据闪电距离预报中心的距离共分 4 级报警。综合闪电和电场, 可以得到最多 9 级的报警等级。

2.3.1 预警方法检验 2011-07-21 陕西全省发生了 6 945 次闪电, 主要分布在陕北北部和关中、陕南西部地区, 西安周边雷电天气明显, 整个西安地区发生闪电 202 次, 以西安大气电场探测站 (108.938 3° E, 34.306 8° N) 为中心, 50 km 范围内发生闪电 161 次, 30 km 范围内发生闪电 88 次, 10 km 范围内无闪电发生; 雷暴云由西南向东北方向移动, 西安上游的秦都区

10 km 范围内发生闪电最多 20 次；西安南部的长安站 10 km 范围内发生闪电 8 次。按照大气电场预警方法中的阈值范围分析各个探测站的预警提前量（表 1），可以看出，大气电场监测预警效果明显，首次报警和快速抖动时间上的提前量非常有意义，西安周边 5 个大气电场探测站，都不同程度有电场强度的明显波动，由

表 1 可以看出，秦都区站虽然本站未报警，但处在西安城区上游，在 04—07 时电场变化非常明显，对西安城区雷电发生预警提示明显，西安南部长安区站处于西安主城区的上游，两个特征量的提前预警平均有 9 min，西安周边各个大气电场预警提前时间为 5~77 min，平均提前量约为 28 min。

表 1 2011-07-21 西安周边各个探测站的预警特征

站名	10 km 雷电时段	10 km 雷电次数	2 kV/m 预警时间	提前量/min	快速抖动时间	提前量/min
秦都区	04：42—07：20	20	未报警	—	—	
泾河	08：55—09：15	5	08：50	5	08：22	33
长安	08：16—08：58	8	08：05	11	08：09	7
临潼	09：21—10：17	6	08：48	33	08：04	77

2.3.2 预警方法应用 大气电场监测预警在业务实践中，一定要紧密结合高低空基本观测资料、卫星云图、雷达观测以及闪电定位监测实况等信息，了解雷暴云的移动路径、高低空配置、水汽、不稳定层结等条件，判别其是否有利于雷暴天气的发生。另外必须明白大气电场仪探测到的不完全是单体雷暴的电场，而是多单体雷暴在地面产生的电场大小；电场值的大小与雷暴云距测站的距离、雷暴云的发展阶段及雷暴云的回波强度有关。密切关注上游地区的大气电场强度变化是很有意义的，例如 2011

-07-21 雷电过程中，雷暴云由西南向东北方向移动，长安站位于西安主城区的上游，其大气电场强度变化对西安城区的预警指示意义明显，长安站从 06 时出现明显电场波动，由图 3 可知，08—11 时大气电场强度在 -15 kV/m~15 kV/m 范围内变化，且波形变化中快速抖动非常明显，长安站 08：05 一级报警（电场值等于 2 kV/m），比本站首次雷电提前 11 min，快速抖动出现在 08：09，比首次雷电提前 7 min，用长安站大气电场变化预警西安城区雷电效果会更好。

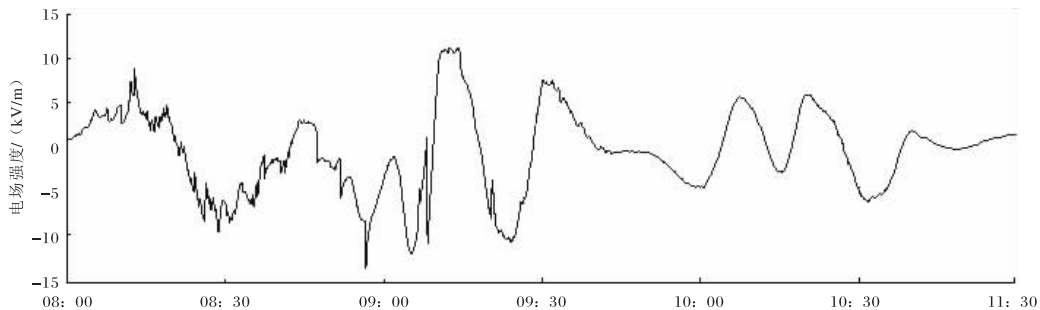


图 3 2011-07-21T08—11 长安站大气电场变化

- 3 小结
- (1) 闪电与强降水相关性好，闪电密集区与降水发生区域比较吻合，在预报业务中，可以利用闪电实时监测资料预警短时强降水的移动方向、发生区域，也可以利用闪电监测估测降水量。

(2) 利用地闪分布和演变情况可以预测雷暴的移动方向和演变情况，通过同时段的地闪监测和雷电回波叠加分析发现，地闪对雷达回波有明显的引导作用，闪电发生比 ≥ 30 dBZ 的回波出

焦小毅, 焦溥, 储子丰. 某花炮厂机械混装药车间爆炸事故解析 [J]. 陕西气象, 2015 (S1): 24-25.

文章编号: 1006-4354 (2015) S1-0024-02

某花炮厂机械混装药车间爆炸事故解析

焦小毅, 焦 溥, 储子丰

(安康市防雷中心, 陕西安康 725000)

摘 要:安康市某烟花爆竹生产企业生产线首次投入使用, 混药车间发生爆炸。介绍发生爆炸的生产线的具体资料, 记录现场勘查防雷防静电数据, 分析爆炸事故发生原因, 对生产线防雷防静电提出建议和措施。

关键词:混装药; 爆炸事故; 防护措施

中图分类号: P49

文献标识码: B

安康市某烟花爆竹生产企业采用来自湖南省一套烟花爆竹生产线, 该生产线属于首次生产试用, 其中技术装药车间改为人机分离, 混装药为

机械操作, 但在 20 d 内发生两起爆炸事故。事故发生后, 生产厂家邀请气象、安监等各单位专家前往事故现场勘察分析事故的起因, 是否由防

收稿日期: 2014-12-18

作者简介: 焦小毅 (1963—), 男, 汉族, 陕西安康人, 工程师, 从事防雷技术服务工作。

现提前约 10 min。

(3) 在业务实践中, 大气电场资料对雷暴天气的预警意义明显, 结合高低空观测、卫星云图、雷达、闪电监测实况等资料, 关注大气电场强度变化、快速抖动特征, 利用大气电场预警方法, 可以提前约 28 min 预警雷电的发生。

参考文献:

[1] Sheridan S C, griffiths J F, Orville R E. Warm season cloud-to-ground lightning-precipitation relationships in the south-central United States [J]. Wea Forecasting, 1997, 12: 449-459.

[2] Petersen W A, Rutledge S A. On the relationship between cloud-to-ground lightning and convective rainfall [J]. J Geopgys Res, 1998, 103: 14025-14040.

[3] Williams E R, Weber M E, Orville R E. The relationship between lightning type and convective state of thunderclouds [J]. J Geophs Res, 1989, 94: 13213-13220.

[4] Luis Rivas Soriano, Fernando De Pablo, Eulogio Garcia Diez. Relation between convective precipitation and cloud-to-ground lightning in the Iberian Peninsula [J]. Mon Wea Rev, 2001, 129: 2998-3003.

[5] 张义军, 华贵义, 言穆弘. 对流和层状云系电话活动对流及降水特性的相关分析 [J]. 高原气象, 1995, 14 (4): 396-405.

[6] 周筠君, 张义军, 郗秀书, 等. 陇东地区冰雹云系发展演变与其地闪的关系 [J]. 高原气象, 1999, 18 (2): 236-244.

[7] 高菊霞, 张雅斌, 金丽娜. 地闪过程与降水量及雷达回波相关性特征分析 [J]. 陕西气象, 2008 (6): 1-6.

[8] Hondl K D, Eilts M D. Doppler radar signatures of developing thunderstorms and their potential to indicate the onset of cloud-to-ground [J]. Mon Wea Rev, 1994, 122: 1818-1836.

[9] 高菊霞, 武麦凤, 徐军昶. 陕西两次特强雷电天气过程物理量场对比分析 [J]. 陕西气象, 2012 (4): 6-12.