

机场雷电预警系统方案书

引言：

雷电灾害作为世界最严重的十大自然灾害之一，每年全球各地因雷击造成的人员伤亡、财产损失不计其数；据不完全统计，在我国，每年因雷击造成的人员伤亡约为 4000 人左右，财产损失高达百亿元；而近年随着全球气候的变化，电子应用产品的增多，雷击灾害事故也有着上升趋势，越来越引起人们的重视。

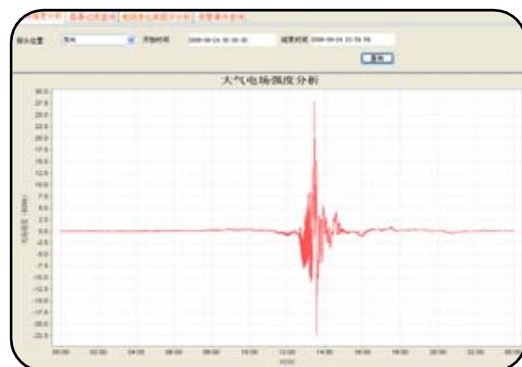
机场雷击灾害实例：

2012 年 6 月 9 日南苑机场的供电线路遭遇雷击，导致机场停电近 40 分钟。受雷雨天气影响，大量旅客滞留。

2012 年 8 月 16 日 18 时 58 分，榆林榆阳机场供电线路遭雷击，两路供电系统同时断电，机场自备电源设备也因雷击受损，导致机场全面停电，当日一架客机到达机场上空后，因雷暴天气无法降落，被迫返航西安。另有两架客机因雷暴天气取消飞行，致使 163 名旅客滞留机场。

2013 年 5 月 23 日电 据香港《星岛日报》报道，一架由海南岛飞到香港的航机 22 日下午接近香港上空时，疑遭到雷电击中，逾百乘客出现九霄惊魂，机长要求紧急降落，警方及消防员进行戒备，航机顺利降落赤鱗角机场，未有伤亡。天文台发出黑色暴雨警告，机场实施航空管制措施，航机须不定时暂停升降，令 140 班抵港航班延迟，6 班取消；离港航班则有 174 班延迟，7 班取消。

如何避免航空器受到雷电威胁是专业人员努力的方向。由于航口业的特殊性、传统的雷电防护手段，如避雷针，避雷器等只能起到一定的作用，无法完全的消除上述隐患，因此只有提高气象观测预报的准确性，才能更好的降低雷击风险



传统的雷暴天气监测手段：利用多普勒雷达系统对雷云的体积、运动速度、方向等进行长时间的观测，计算出分析出雷云到达本地上方的时间，预报时间及周期都是较长的，很难做到临近短时间预警；

基于场磨式大气电场仪测量原理而诞生的雷电预警系统，弥补了上述的缺陷。通过大气电场仪不断的对安装地点的大气电场进行采样，我们可以了解到当地的电场强度情况，而当雷暴发生时，电场强度会急剧变化（如图所示），根据这一特性，把握住雷电特征，即可对雷暴的发生进行雷电临近预警。

鉴于雷电预警系统的实用性及安全性方面的优势，从上世纪 80 年代末起，欧美的一些机场就开始应用，并取得了成效。

以下是来自于美国的一些背景资料：

在进入 20 世纪 90 年代之时，在美国肯尼迪航天中心的火箭发射场上，接连出现震惊世界的雷电事故。1987 年 3 月 26 日美国国家航天局的大力神/半人马座火箭升空不久，遭到雷击，火箭及携带的卫星均被炸毁。

两个多月后，在 6 月 9 日的暴风雨中，一声雷响，三枚小型火箭突然自行点火，升空而去。

最早引起人们的注意的事例当数 1969 年的事故。该年 11 月 14 日上午 11 点 22 分，“土星 5 号-阿波罗 12 号宇宙飞船”发射升空，起飞后第 36 秒和第 52 秒两次诱发闪电，造成主电源失效，制导弹系统的电子系统暂时失灵，幸于后来又恢复了工作，才避免了一场灾祸。阿波罗系统的登月火箭前后共发生过七次雷害事故。

在上述前提下，为了确保飞行器的安全，除在发射场地和计划飞行航线的低空段地区布设先进的，综合性的雷电探测设备和采用完整的，严谨的防护措施之外，同时还要制定严格而细致的发射规范。任何航天活动在未得到明确的，令人信服的，能说明当时雷电环境参数 2 符合规范条款的证据之前，不准进行。

美国国家宇航局和美国空军空间局，在大力神半人马座火箭及其卫星因雷击发生意外事故之后，又重新修订了防避自然闪电和飞行器触发闪电的发射规范，严格规定所有的航天活动必须遵循：

1. 在发射前 30 分钟内，在发射场地或计划飞行航线的 18.5 公里范围内检测到任何类型的 闪电（云山或地闪），不准发射！除非产生闪电的雷雨云已移出了以上所规定的区域。

（监测设备：雷电定位系统）

2. 计划飞行航线属于下列情况之一者，不准发射！即：（1）航线通过云顶高于 5 摄氏度 （2）等温线高度的积云；航线通过或在 9.3 公里范围内存在云顶高于-10 摄氏度等温线 （3）航线通过或在 18.5 公里范围内出现云顶高度-20 摄氏度等温线高度 高度的积云；的积云；（4）航线通过或在离积雨云，雷雨云（包括钻状云）的最后边缘 18.5 公里范 围内。

（监测设备：气象多普勒雷达）

3. 对于布设了场磨式电场仪网络的发射地，如果在发射之前 15 分钟内的任何一刻，在发 射场地 9.3 公里范围内检测到地面上电场强度 1 分钟平均的绝对值 1000 伏每米，则不 准发射！除非发射场地 18.5 公里范围内确实没有云，或不正常读数很明显的是由烟或 地面雾引起。

（监测设备：场磨式大气电场仪网络）

4. 如果计划飞行航线通过一垂直连续分布的云层，各层云体的厚度大于 1372 米，且有部 分或全部位于 0~20 摄氏度等温线高度之间，则不准发射！

（监测设备：气象多普勒雷达）

5. 如果计划飞行航线通过已扩展到 0 摄氏度等温线高度以上的任何种类云，以及计划飞行 航线 9.3 公里范围内存在降雨带，则不准发射！

（监测设备：气象多普勒雷达）

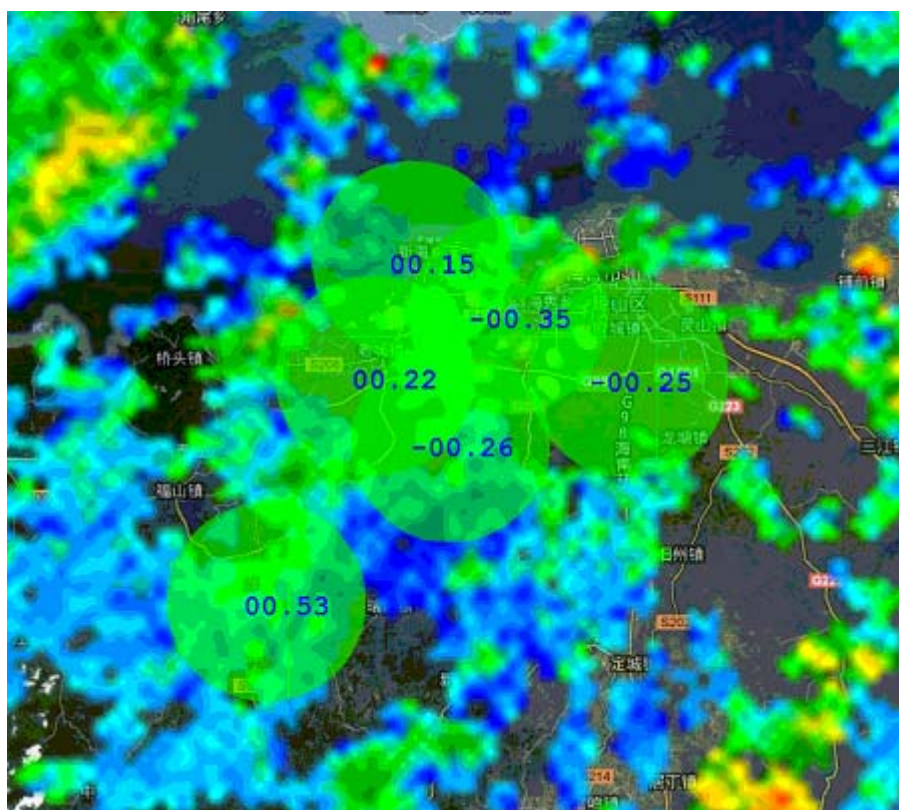
6. 如果计划飞行航线通过雷暴碎积云或将要在被场磨式电场仪网络监测到雷暴碎积云的 9.3 公里范围内飞行，或存在能产生雷达回波大于或等于 10 分贝的云层，则不准发射！

（监测设备：气象多普勒雷达和场磨式大气电场仪网络）

分析上述规定，我们可以得到的基本结论有两个：首先是雷电对于飞行安全的影响不容忽视；其次是在美国的航天发射场，包括气象多普勒雷达、雷电定位系统和雷电预警（场磨式大气电场仪）网络这三位一体的综合探测系统，对于飞行安全具有极端重要的地位！

一、 机场雷电预警网络总体设想：

本方案的设计思路是在机场及周围设置多个雷电预警系统监测站点，并通过网络将监测数据实时传输到机场气象台的监控大厅内。利用雷电预警系统能够准确侦测雷暴的产生和发展全过程，并在雷击危险来临前（90-10 分钟 ）发出警告信号的功能，与现有的多普勒雷达数据以及雷电定位数据比照，达到准确评估机场及周边雷击风险，并提前实施相应的雷击防护安全预案，以提高避免雷击危险的目的。

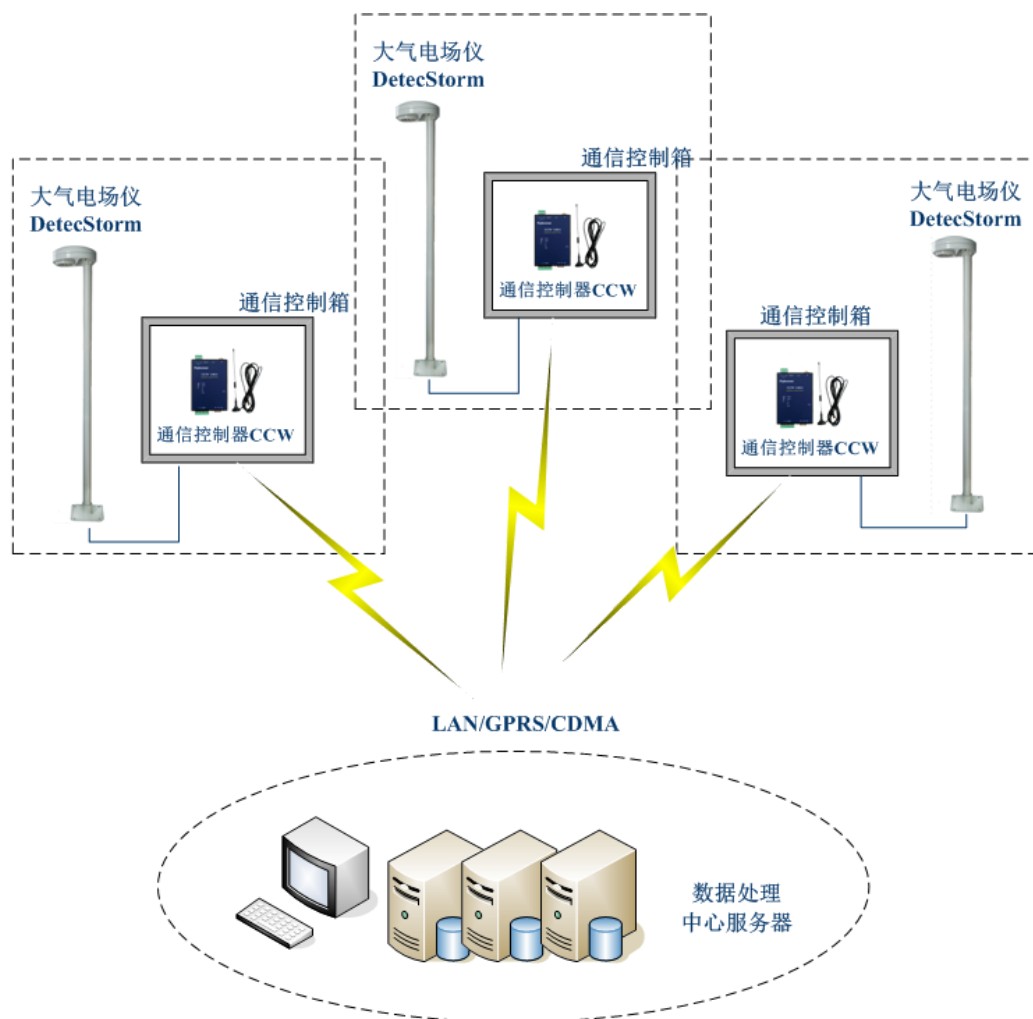


硬件架设：

采用大气电场仪 Prestorm 有效监测半径为 10-15KM，如上图所示，在机场周围布置多个大气电场监测站，形成区域预警网络；

考虑建设成本，方案中雷达资料采用机场多普勒雷达系统，实现 GIS 实时数据显示；

通信架构



大气电场仪数据可通过 LAN 或 GPRS 或 CDMA 网络进入数据中心服务器，用户可通过网络实现多地实时监测，预警系统会在雷电临近时自动发出声光预警与短信预警。

软件架设：

采用上海晨辉科技股份有限公司独立研发的雷电预警系统 netstorm 2.0

雷电预警系统简介

雷电预警系统采用上海晨辉科技股份有限公司开发的 netstorm 2.0 系统。

企业简介：上海晨辉科技有限公司创建于2000年，2007年起转型成为专业从事大气电场监测与雷电预警系统及相关产品的研发、生产和销售的高科技企业，可为各行业客户提供大气电场监测、雷电预警系统的整体解决方案，包括整个系统建设所需的全部硬件和软件、实施和维护所需要的各种服务等。公司拥有占地超过7000m²，建筑面积超过5000m²的科研、生产基地，同时，拥有一支技术精湛、实践经验丰富的研发队伍，其中有博士和硕士等高层次专业人才多名，研究方向涉及机械、电子、电气、机电一体化、软件等多个领域。公司承担着多项国家中小型企业技术创新基金项目 and 市级科技项目的研发任务，至今已取得多项国家专利证书和软件著作权证书。

晨辉公司是国内大气电场监测和雷电预警系统领域的市场主导者和创新应用的领导者，产品已销售并运行在全国20多个省市，2008年和2010年，我们的系统成功地地为北京奥运会和上海世博会提供雷电预警服务。

雷电预警系统的作用

● 保护人身安全

在易发雷击事故的场合，提前预告雷暴的来临，并提供一整套安全可靠且经济的管理方案，使人有足够的时间在雷暴来临之前启动紧急防御预案，积极应对灾害的发生，减少或避免因遭雷击而引起的伤亡事故的发生。比如，及时撤离面临危险的人员，为灾害的发生作好准备，使一系列的应急措施进入警戒状态。

● 保护财产安全、有效降低风险

在雷电来临之前，可采用适当的措施来降低或避免财产因遭雷击而引起的损失。例如在对雷电较为敏感的通讯机房，选用具有自动切换功能的开关，自动隔离市电供电系统、启动备用UPS电源来确保设备的安全运行。

大气电场仪 Prestorm 工作原理

众所周知，雷电是由雷雨云中的电荷达到一定



的数量时，在云内不同部位之间或云与地面之间就形成了很强的电场，当电荷积聚到一定程度时，就会在云与云之间或云与地之间发生放电现象。

即雷电的发生来源于雷云内部的电荷累积，这意味着只要能够准确检测空间静电场的变化，就可以

间接了解雷云电荷累积的情况。

根据多年来世界各地所记录的相关气象资料表明，雷电的发生需要一定条件，并且具有规律性：以在平地距地面约1.5m处设立的监测点为例，当雷云靠近或形成时，地面的静电场也会发生剧烈变化。在通常的标准情况下（平地、平原、没有尖端放电），在一个晴好天气的平均场强是150V/m，当场强检测值达到2 KV/m以上时，通常意味着该地点上方有雷云产生；而当雷闪产生时，场强将急剧增大，甚至会高达15KV/m以上。一般情况下，独立雷云（对流雷云）或雷云群的产生需要大约20分钟。我们认为，而当地面场强达到2KV/m以上时，该地点就会受到其上方的雷云的影响，雷雨云正在逐渐形成或正在靠近。

在气象领域，对于雷暴的监测手段，分为间接监测和直接监测两种；间接监测的方法包括了多普勒气象雷达、卫星云图等；而直接监测手段则主要是大气电场仪、闪电定位仪等。在上述系统中，大气电场仪是唯一针对雷电发生的最根本因素—雷云电荷量，即大气电场场强进行监测的系统；它能够通过对电场强度、极性变化的探测和分析，实时地监测本地雷云变化，并对可能造成雷击危险的大气电场变化加以识别和预警。

Prestorm能够探测到可能产生雷击的雷云电场。大气电场中的场强将会被一组相关数据修正，将探测头所在地的具体情况对预测的影响计算在内，然后反映在输出结果中并与三个场强门限相比较，以确定警报等级。

一般我们用以下三个场强阈值来界定警报等级：

1级警报：默认的阈值为2kV/m，此时雷暴正在形成，对雷暴的初始活动进行报警，预警颜色为黄色，即GIS地图上该点圆圈颜色将由正常情况的绿色变为黄色；

2级警报：默认的阈值为4kV/m，此时雷暴正逐渐逼近，对正在接近的雷暴或在本地生成的雷暴进行报警，预警颜色为橙色；

3级警报：默认的阈值为6kV/m，雷暴即将发生，对即将在监测地发生的雷击进行

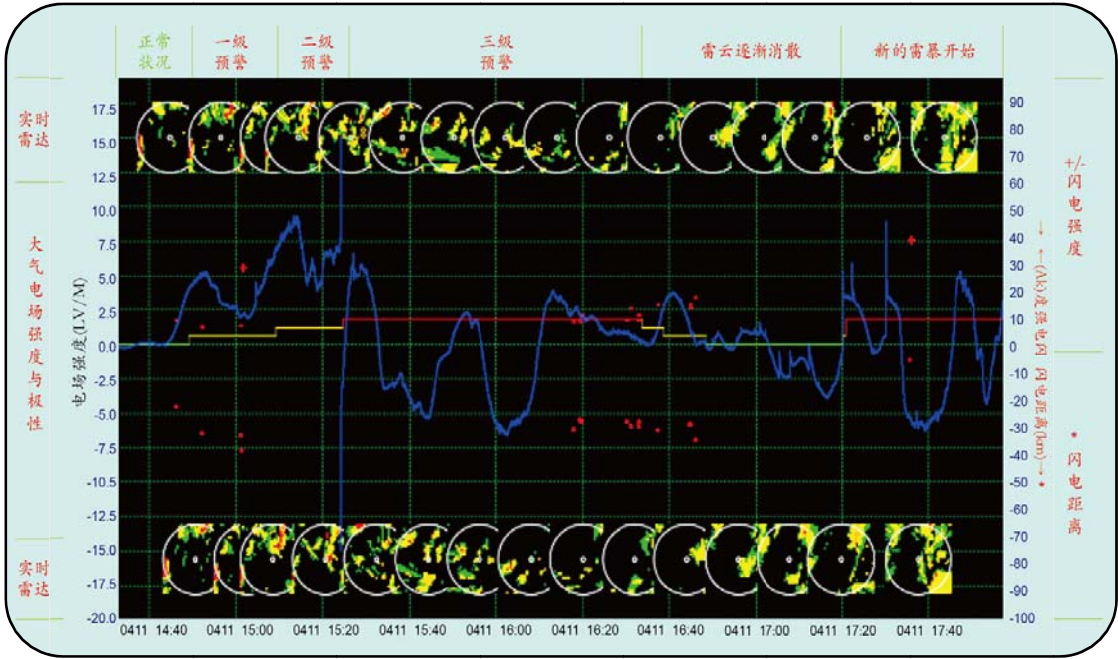
报警预警颜色为红色；

主要技术参数



设备参数	侦测探头
外封装	铝合金，浇灌树脂
尺寸（mm）	L：240 ；H ：100；P:240
重量（kg）	2.5
保护指数（IP）	53
固定	50mm圆支撑杆及支撑
功耗（mA）	130
运行温度（°C）	-20 到55
有效保护半径（km）	15或根据现场特征
连接	可插拔接头
分辨率（V/m）	10
动态变化（KV/m）	+/-100
供电电源（V dc）	24（18 至36）。
连接线	4芯屏蔽电缆

雷暴过程监测分析图



我们不仅提供高效的组网应用方案，我们也有单点临近预警系统，能提前5-20分钟对用户预警。

软件监测界面

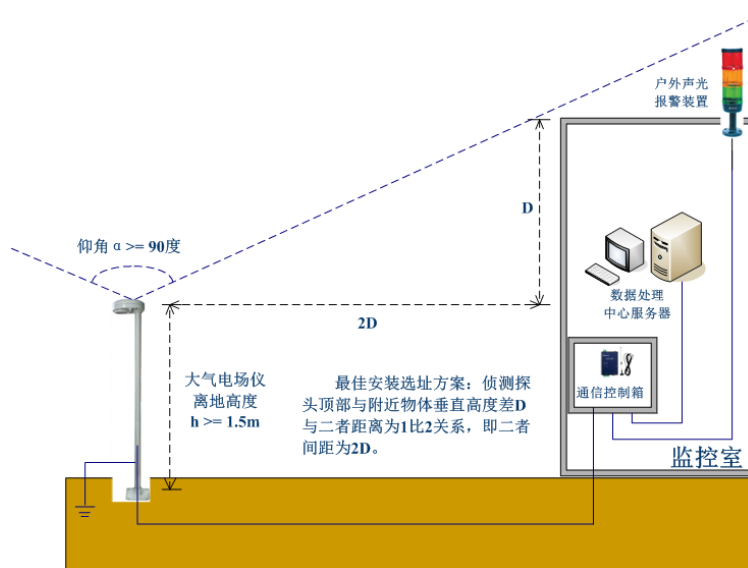


应用结构



大气电场仪的安装

为使对雷云电场的探测尽量避免叠加干扰的影响，电场仪应该被直接安装于室外无阻挡的开阔地。安装时使用探头的视野立体角 α 尽量大（最小为90度），以保证天空和云层都在探测范围内。一般情况下，电场仪应该固定在一根长1.5米左右、 $\Phi 50$ 的金属管上。金属管可直接安装在地面、房屋屋顶上，或安装在屋顶的平台上。电场仪必须具有良好接地，以便在其被雷电击中的情况下能将雷电电流导向大地。



在电场仪安装于地面的情况下，必须确保在距电场仪10米左右的范围内没有人员、车辆、动物通行。如果该安装区域范围由金属材料围定，那么电场仪的高度必须高于金属围栏的高度。电场仪亦不能被安装在靠近各类烟囱的地方、或发电机组及空调等设备的排气出口处。因为，烟雾中所带的电荷会干扰探测，并且因烟尘的污染亦会使电场仪不能运转自如。

在正常使用环境情况下，建议每年清洗一次电机和叶片。如在空气污染较为严重，特别是在存在强烟尘污染的情况下使用，有要视实际情况进行更频繁的清洗。在使用方法得当的情况下，建议每3年进行一次返厂维护，重作标定。在选择电场仪的安装场所时我们还应注意：

- 固定电场仪的桅杆高度最好在2米以下；
- 选择安装在水平地面、矮山丘，避免安装在高度为12m以上的建筑物上；
- 无路灯等直接光照射的场所；
- 远离高低压输、配电线、RF无线天线、广播电台等场所；
- 远离建筑物、塔之类的高度（H）的4倍以上（ $\square 4H$ ）距离的场所。

雷电预警信息的发布工作流程：（仅供参考）

根据雷电预警系统的工作特点，以及必须最大限度确保安全的原则，我们制定了以下工作流程以使用户能够准确无误地利用预警信息：

1. 预警信息使用规范的制订： 鉴于多数用户可能缺乏防雷知识这一客观现实，制订完善的用户须知有利于用户正确地采取防护行动。同时，这也是提高广大群众防雷意识的一个良好途径。

用户须知的要点如下：

- （1） 不同报警信息的释义，使用户能够正确理解报警信息的含义
- （2） 接收到不同报警信息应该采取的行动
- （3） 报警区域的划分示意图
- （4） 安全躲避场所的选择以及感应雷的防范措施
- （5） 其他必须的防雷知识

2. 警报发送流程：系统可以根据雷暴发展的不同阶段发出三级警报，但从实际情况出发，我们认为在系统发出第一级警报后用户仍有充足的行动时间，因此我们 考虑的警报发送流程如下：

系统一级警报 — 专职监测人员立即就位，由接收到警报起三小时内不得离开岗位。

系统二级警报 — 监测人员立即确认并连续两次向用户发送报警信息（该信息应由移动服务商设为最高优先级予以发送）。

系统三级警报 — 同上

系统警报解除 — 监测人员确认危险已解除后，连续两次向用户发送报警解除信息。

3. 雷电预警警报信息包含的内容：

- （1） 信息发布特别服务号码
- （2） 信息发布单位
- （3） 报警区域
- （4） 警报级别：二级或三级警报
- （5） 时限：提醒用户雷击发生的最短可能时间；以及雷击危险可能持续 时间

4. 用户收到警报后应采取的行动:

第二级警报 —

(1)立即通知外野作业人员返回安装了完善防雷设施的 构筑物内躲避，并且由接到通知之时起 2 小时内不得返回 无防护设施的场地。

(2) 启动雷击防护安全预案

第三级警报 —

同上

单点主要设备清单

序号	设备名称	规格	数量	单位	备注
1	大气电场仪系统Prestorm		1	套	含支撑件、通信电缆、数据传输控制箱等
2	雷电预警系统软件netstorm		1	套	
3	太阳能电池组件（可选）		1	套	野外监测站点使用太阳能供电
4	服务器(用户可自购)		1	台	数据存储及显示
5	UPS		1	台	后备电源

组网设备清单

即增加上述表格第一项即可。