

浙江电力

雷电监测预警与电源自动切换系统

技
术
方
案
书

上海晨辉科技股份有限公司

二〇一七年八月

目录

第一章 项目概述	3
1.1 项目名称	3
1.2 项目建设目标	3
1.3 项目建设内容	3
第二章 现状与项目建设的必要性	4
2.1 项目建设的背景	4
2.2 基本现状及建设的必要性	4
第三章 项目的技术方案	6
3.1 雷电预警系统概述	6
3.2 雷电预警系统的基本原理	7
第四章 项目的具体建设内容	15
4.1 大气电场仪室外部分安装	15
4.2 电源、通信系统、室内控制箱的安装	17
4.3 雷电预警系统建设	18
第五章 项目实施单位概况和维护服务	19
5.1 项目实施单位概况	19
5.2 系统日常维护	20
5.3 系统售后服务	20
第六章 项目实施进度	21
第七章 系统预算	22
第八章 项目建设后预期效果	23

第一章 项目概述

1.1 项目名称

“浙江电力雷电监测预警与电源自动切换”项目

1.2 项目建设目标

- 1) 建立由多个大气电场仪组成的大气电场监测网络系统，实现雷电预警系统；
- 2) 及时发布雷电预警信息。通过声光报警、短信等告知相关人员，以备采取必要的应急措施；
- 3) 可实现主动式避雷防护，利用大气电场实时监测资料，实现雷电预警以及基站电源自动切换
- 4) 建立上述相关资料的数据库系统，以备查询和数据分析

1.3 项目建设内容

在宁波市的四角尖、杜鹃山，台州市的台州市，丽水市的陈疗山、黄降山，温州市的丽水市莲花山、桥头山，绍兴市的白毛尖移动基站布设 9 部大气电场仪和市电与 UPS 电之间的切换装置，并在移动中心大楼安装雷电监测预警系统软件，通过 GPRS 将底下 9 个基站的数据传输上来，进行事后分析与研究。

第二章 现状与项目建设的必要性

2.1 项目建设的背景

随着全球气候变化和电子移动通讯广泛应用，雷电呈现频繁而又增强的趋势，雷电是自然界最壮观的和重要的大气现象之一，伴随雷电有声、光、电等多种的物理现象，电学的发展就来自闪电的研究。雷电是十大自然灾害之一，随着经济和现代科学技术的发展，雷电灾害造成的经济损失越来越严重。据有关资料统计，全世界每年因雷击造成的经济损失达 10 亿美元以上。雷电灾害是联合国国际减灾十年委员会公布的对人类威胁最严重的自然灾害之一。随着移动通信行业的发展，移动通信网络规模不断扩大，移动通信基站的数量也日趋增多，而且移动通信基站的天线设置大多安装在铁塔和建筑物的高处，电源线路和传输线路大都采用架空线路，相对周围环境而言，形成十分突出的目标，从而导致雷击概率增多，通信设备损坏、通信中断，耗费了大量人力财力。而传统的防雷设施由于受限于设计时的防护等级、避雷设施的老化或环境变化等原因，雷电灾害仍频繁发生。如何更加科学的认识雷电和最大可能的防范雷电灾害于未然，雷电预警系统无疑是一“锦上添花”的最佳选择。基于大气电场技术的雷电监测预警系统通过大气电场强度的连续监测，实时对雷电电场特征的识别判断，为雷电的临近提供有效的预警信息，不仅可以有效降低雷击造成人员伤亡的风险，还可以最大限度的减少雷电造成的经济损失。

2.2 基本现状及建设的必要性

基站在设计上已经充分考虑了对雷电的防护，但如何避免受到雷电威胁是专业人员努力的方向。由于移动通讯业的特殊性、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。机场缺乏一套能提前侦测雷电临近的一款设备，晨辉公司自主研发的大气电场监测与雷电预警系统则能很好的弥补这一缺口，其能实时监测机场周围半径 15KM 以内的空气静电场的变化，依据大气物理规律及数学算法，在雷电来临前 5-20 分钟提前预警，进行电源切换，为基站的不间断运行提供科学依据。

第三章 项目的技术方案

3.1 雷电预警系统概述

自然界每年都有几百万次闪电。雷电灾害是“联合国国际减灾十年”公布的最严重的十种自然灾害之一。最新统计资料表明，雷电造成的损失已经上升到自然灾害的第三位。全球每年因雷击造成人员伤亡、财产损失不计其数。据不完全统计，我国每年因雷击以及雷击负效应造成的人员伤亡达 3000~4000 人，财产损失在 50 亿元到 100 亿元人民币。



雷电灾害所涉及的范围几乎遍布各行各业。现代电子技术的高速发展，带来的负效应之一就是其抗雷击浪涌能力的降低。以大规模集成电路为核心组件的测量、监控、保护、通信、计算机网络等先进电子设备广泛运用于电力、航空、国防、通信、广电、金融、交通、石化、医疗以及其它现代生活的各个领域，以大型 CMOS 集成元件组成的这些电子设备普遍存在着对暂态过电压、过电流耐受能力较弱的缺点，暂态过电压不仅会造成电子设备产生误操作，也会造成更大的直接经济损失和广泛的社会影响。

雷电预警系统是目前公认的能大幅降低雷击伤亡与灾害最有效的措施之一，雷电预警系统能及时、准确地预报当地雷击活动情况，为企业的安全生产管理提供科学的依据；雷电预警系统的防雷作用，已经被

广泛认可，成为能大幅减少重大雷击事故的科学措施。

什么是“雷电预警系统”？

基本定义：能在雷击发生前的 5~30 分钟左右发出警告讯号的设备。

IEC62793 认为，“雷电预警”主要有三个方面的作用：

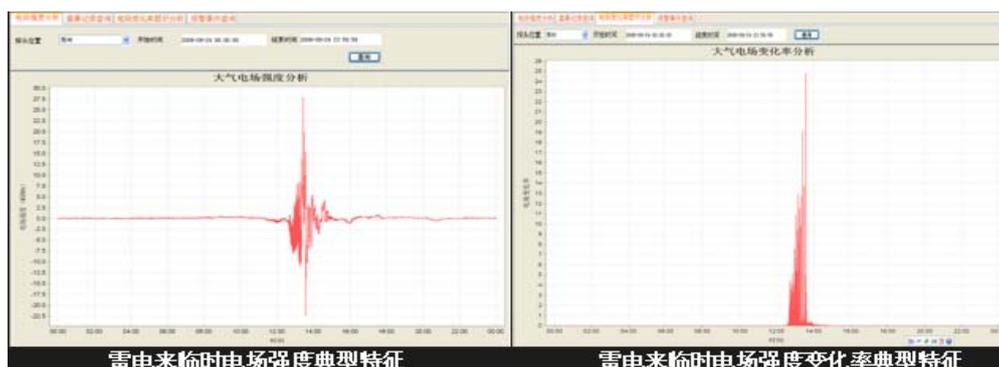
- 提醒野外作业人员及时停止火暂停室外作业，进入安全地带避雷，防止雷击伤害；
- 对某些可能造成重大危害的作业，雷击前及时采取适当措施，防止重大雷击事故发生。比如：易燃易爆场所的室外作业，此时必须停止或暂停；
- 采取自动分合闸系统使供电线路隔离雷电，对一些重要设备或不可中断的有价值的服务提供保护。

3.2 雷电预警系统的基本原理

众所周知，静电场是由电荷建立的，雷暴的发生来源于雷雨云内部的电荷累积；这意味着只要能够准确检测空间静电场的变化，就可以间接了解雷雨云电荷累积的情况。根据多年来世界各地所记录的相关气象资料表明，雷暴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 处设立的检测点为例，在一个无云天气检测到的平均场强约为 250V/m，而当场强检测值达到 2KV/m 以上时，通常意味着该地点上方雷雨云已经产生；如果场强持续增大至 4kV/m，发生雷暴现象的可能性就将超过 90%；雷暴发生时，场强会增大至 14KV/m 以上。一般情况下，

独立雷雨云或雷雨云群的产生需要至少约 20 分钟。基于上述原理设计的高性能雷暴预警系统，它能够实时检测其所在位置的静电场场强变化，然后反映在输出结果中并与预设的三个场强门限相比较，以确定警报等级。这样，在第一次闪电前，就已经探测到雷暴发生的可能性，并且迅速发出雷暴预警信息。由于雷雨云电场的自身建立存在客观规律，实际上大气电场检测仪所检测到的是一个较大范围的场强变化，在通常情况下，系统的检测半径在 10 - 20km 范围。

当雷云形成或靠近的时候，对地静电场的电场强度会呈现显著变化特征。如图所示：



上海晨辉科技股份有限公司依此自主研发的雷电预警系统采用大气电场侦测仪运用测量环境静电场的原理来对雷云进行侦测分析。在任何时候，系统都可以根据对环境静电场的变化来侦测 15 公里以内靠近的雷雨云。当静电场的电场强度逐渐升高的时候，这就意味着在测量区域范围很可能出现雷电。

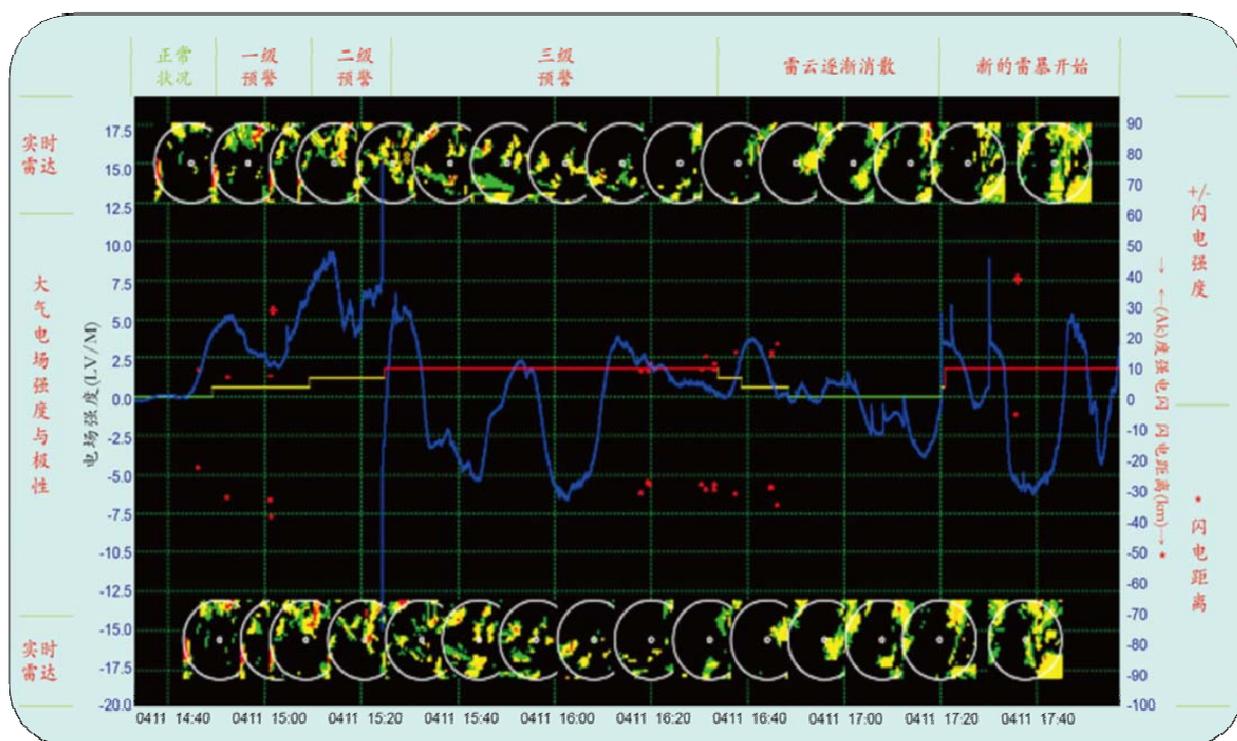
Pre-storm 能够探测到可能产生雷击的雷云电场。大气电场中的场强将会被一组相关数据修正，将探测头所在地的具体情况对预测的影响计算在内，然后反映在输出结果中并与三个场强门限相比较，以确定警报等级。

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；

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，一般提前时效为5-20分钟；

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，此时雷电随时发生；



该雷电预警系统已经在全国气象部门得到应用证实，并在全国的企事业单位和 5 个军区的得到了很好的应用。

3.3 雷电预警系统的基本组成

雷电预警系统的基本组成如下图：



a) 大气电场仪 Pre-storm

Pre-Storm 是建立在差模测量技术基础上的大气探测产品，它的工作原理是对不断被屏蔽及开放的探测电极带电量的增益放大，转换为数字电场值，从而实时监测大气电场的变化，进而实现对半径15-20 km区域可能产生的雷电进行预测和报警。



Pre-Storm 利用先进的微处理器数据系统，能实时准确地测量记录地面上的静电场值与变化率，能连续启动三级雷电报警。

Pre-Storm 所测场强的数字和图像显示

Pre-Storm 所采用的核心材料在海洋和化学工业环境中具有较强的耐腐蚀能力，能适应各种恶劣的安装环境。能提供声、光报警，手机短信报警等功能。

Pre-Storm 可以在单机或联网状态下使用，单机可以为单一场所提供雷电预警；多台联网使用可以组成雷电侦测网络，使用者可以实时地

对不同范围进行探测与观察,通过计算机软件把按一定规律分布在各处的探头收集到的数据进行汇总和计算、分析,掌握整个区域某一时段的带电云层的变化资料,并可以此作出较为准确的推测和预报。数据传输支持LAN、GPRS、CDMA2000、3/4G等网络,并能提供双模通讯功能。采用了先进的通讯控制接口,进而可以直接通过 Internet网来进行远程监控和切换市电与UPS电源等操作。在嵌入式软件中,增加了数据预处理功能,使周边的环境电场对探测所造成的影响降至最低限度,保证了所测数据的有效性,同时在某种程度上,降低了对安装点的要求。采用了精度更高、更灵敏的电子元器件,保证了数据的准确性。数据采集与处理系统采用了最新一代的数据采集芯片,取样速度是8 ms,而同类产品的取样速度约在32 ms左右。

- 独特的外形设计
- 先进的硬件系统
- 较强的抗干扰能力
- 灵活的通讯功能
- 能多探头组网
- 能与其他气象设备配合使用
- 能提供多种报警手段
- 能适应各种恶劣的环境

参数名称及单位	参数值
材质	铝合金, 浇灌树脂
尺寸 (mm)	L: 240 ; H :100; P:240

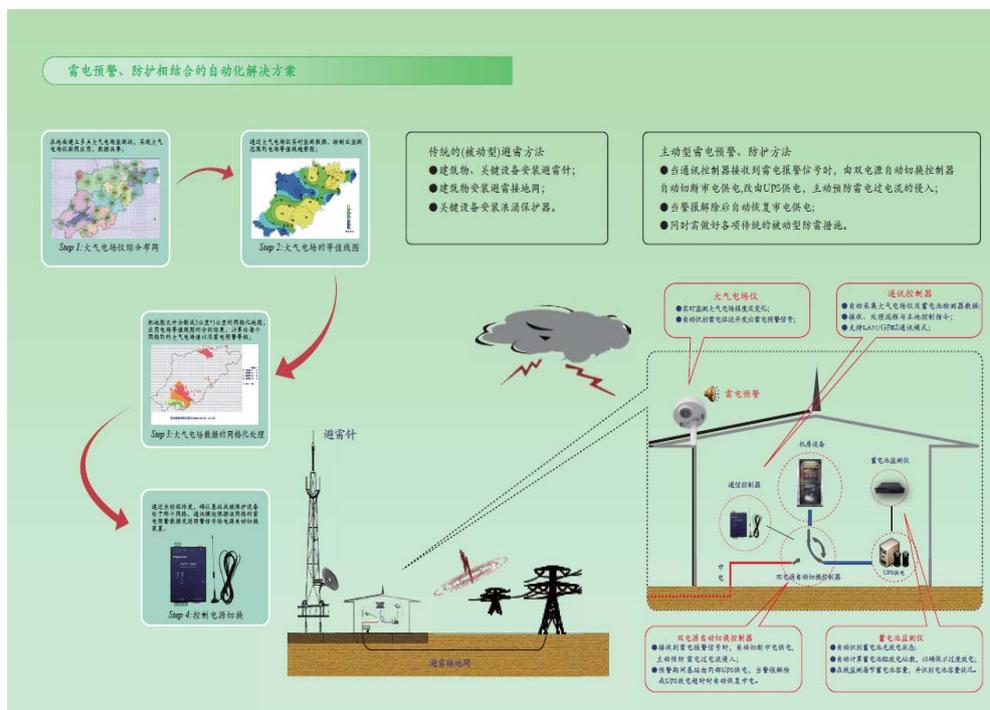
重量 (kg)	2.5
保护指数 (IP)	53
固定	圆支撑杆及支撑
功耗 (mA)	130
运行温度 (° C)	-20 到 55
有效探测半径 (km)	20 或根据现场特征
连接	可插拔接头
分辨率 (V/m)	10
动态变化 (KV/m)	+/-300
供电电源 (V dc)	24 (18 至 36)
连接线	2 对 4 芯屏蔽电缆
符合标准	安全认证标准, CE, CEM (电磁兼容)

b) C C W通讯控制器、声光报警

C C W通讯控制器支持LAN / GPRS / CDMA2000、R S 4 8 5 / R S 2 3 2 等网络通讯, 并有 3 路继电器输出控制和 2 路数字开关输入通道。

1. LAN / GPRS / CDMA2000: 主要用于大气电场仪的联网在线监测和输入输出状态监测。它同时支持短信收发功能。
2. R S 4 8 5 / R S 2 3 2: 主要用于与大气电场仪的数据通讯。
3. 3 路继电器输出控制主要用于控制声光报警的控制或电源

切换装置的控



c) 大气电场实时监测与雷电预警系统软件平台:

1. 实时显示电场强度
2. 实时显示雷电预警状态
3. 声光语音告警报警
4. 实时监测与操控电源状态
5. 数据查询、数据分析

d) 电源自动切换控制柜



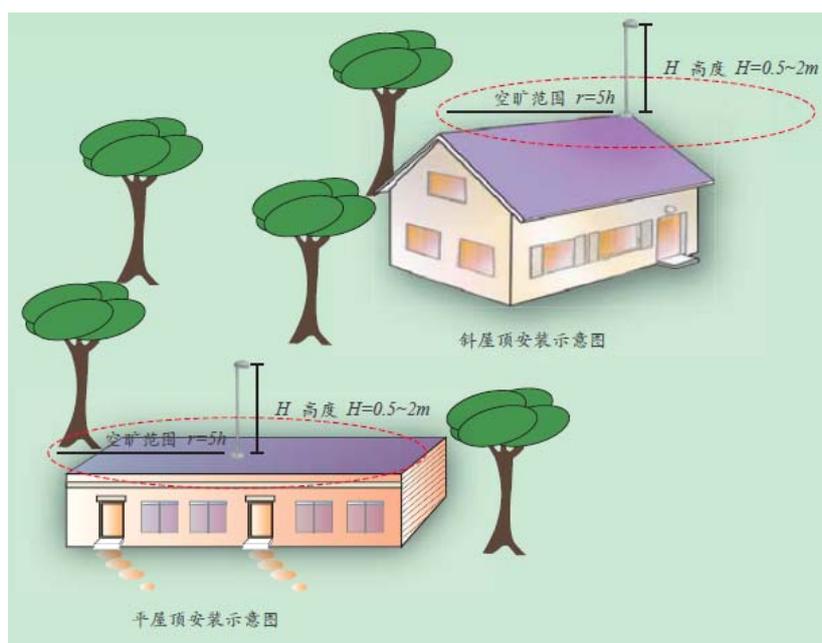
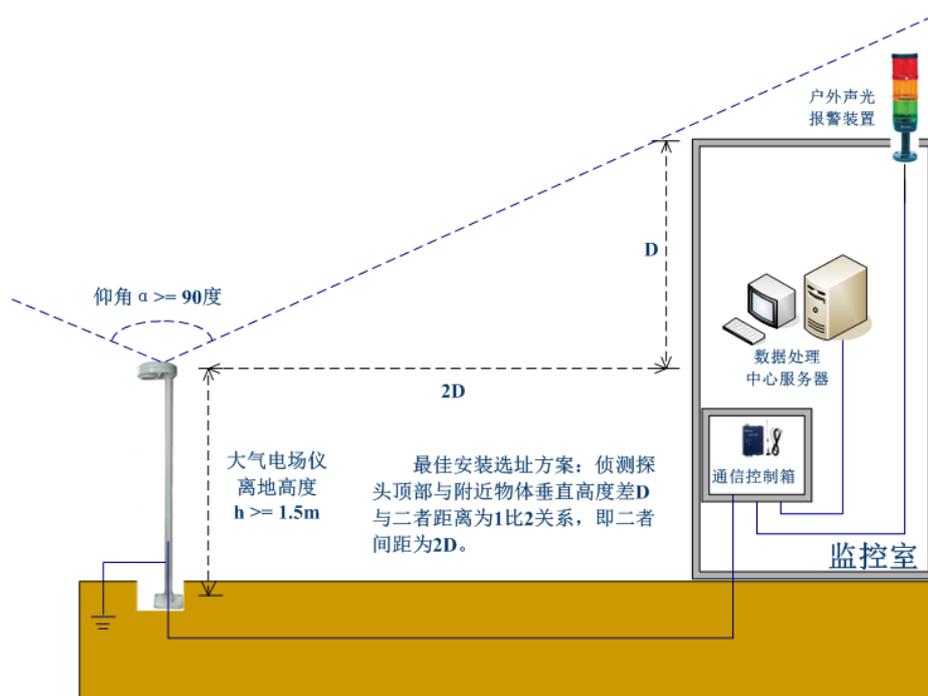
第四章 项目的具体建设内容

通过对浙江移动基站的前期调研分析,我们认为其传统防雷设施总体设计是比较安全可靠的,但不可排除依旧遭受雷击的风险,而其损失可能是我们很难承受的。究其原因主要存在:户外系统的控制线和电源线的雷击感应、接地网阻值偏大、避雷器老化导致性能弱化或原始防雷设计等级不能应对强雷电防护等几方面可能。为了更好的防范和规避雷击可能造成的灾难,我们建议从以下几方面加以完善和改进:

- (1) 建立一套雷电预警系统,实施主动防雷。当系统发出雷电预警时:
 - a. 进行电源切换,预防雷电浪涌涌入,保护后端设备
 - b. 提示相关人员应采取相应的主动防范措施,
 - c. 积累雷电过程的场强数据,为雷电评估分析或提高雷电防护等级等提供科学依据。
- (2) 建议每年进行一次防雷检测,如接地电阻等。

4.1 大气电场仪室外部分安装

大气电场仪安装位置可根据实际现场条件进行选择。大气电场仪安装点选择的一般要求示意图如下:



大气电场仪的探头安装在 $\Phi 50$ 的圆支撑杆上，支撑杆底座一般应使用水泥灌注成面积不小于 0.4 平方米、厚度不小于 30 厘米的固定基础或固定于牢固的结构体上。大气电场仪探头通常安装实例如下图：



地面安装：

- 选择相对空旷地,周围无明显遮挡;
- 浇筑水泥基础和预埋紧固件;
- 挖地槽沟至监控室,放入铁管以便穿入通讯电缆;

楼顶安装：

- 通讯电缆使用 PVC 管从楼顶连至监控室;

墙侧安装：

- 通讯电缆从沿墙侧安装的铁管,连至监控室;

注：探头与监控室的通讯电缆距离一般建议不超过100米；监控室有良好的接地桩；

4.2 电源、通信系统、室内控制箱的安装

大气电场仪设备通过4芯屏蔽电缆（2芯24V直流供电，2芯485通讯线）连接至监控室内的控制箱。控制箱使用交流电源（AC220V±10%，50±3Hz）供电，内部已配置直流电源、通讯控制器、及相关避雷器，控制箱应和室内接地系统良好连接。通讯控制器通过网线LAN连接或直接连接至监控电脑。控制箱一般安装固定于室内墙体或置于合适位置，安装实例如下图。



4.3 雷电预警系统建设

根据我们多年经验，机场的雷电预警系统中户外传感器大气电场仪探头建议选择安装于空管办公楼的顶部，其位置应露出顶棚 1 米以上；通信控制箱置于机房墙壁，控制箱上安装声光报警灯，当发生 1、2、3 级雷电预警信号时，自动显示黄色、橙色、红色信号灯；通信电缆线采用 4 芯屏蔽电缆线经由顶部桥架进入机房；监控软件安装于机房内计算机上（考虑系统稳定性，计算机建议独立专用）；安装调试结束后实现电场强度曲线实时跟踪显示、雷电声光报警、预警短信自动发送、预警事件查询与分析等功能。

第五章 项目实施单位概况和维护服务

5.1 项目实施单位概况

上海晨辉科技有限公司创建于2000年，2007年起专业从事大气电场检测与雷电预警系统及相关产品的研发、生产和销售，是目前国内该领域的创新应用领导者之一。可为各类客户提供电场监测、雷闪记录和预警系统的整体解决方案，包括系统建设所需的全部硬件和软件、以及实施和维护所需要的服务等。公司拥有一支技术精湛、实践经验丰富的研发队伍，研究方向涉及机械、电子电气、软件等多个领域，专注于雷电预警系统产品的不断完善和创新应用，目前，公司还承担着多项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，已取得多项国家专利证书和软件著作权证书。上海晨辉科技有限公司2010年被评为上海市高新技术企业。由公司研发的Pre-storm 2.0TM预雷者大气电场监测与雷电预警系统成功地为2008年北京奥运会青岛奥帆赛基地和2010年上海世博园区，2014年南京青奥会，2014南宁体操竞标赛提供专业的雷电预警保障服务。



5.2 系统日常维护

- 用户单位应配备专门的维护人员，负责日常计算机系统正常运行，包括系统的防毒安全、操作系统的补丁升级等；
- 用户单位应配备专门的维护人员，负责对系统设备是否正常运行进行监测，对简单的常识性故障进行现场维护处理；
- 用户单位应配备专门的维护人员发现无法处理的故障应及时通知晨辉公司维护人员，如远程指导下无法修复的故障，晨辉公司将派维护人员在 48 小时内到达现场解决问题；
- 晨辉公司维护联系方式：

地址：上海市松江区车墩镇车安路208号

电话：021-57605779

Email: 13524358035@139.com

5.3 系统售后服务

在系统安装、调试完毕后，晨辉公司将组织相关人员进行使用和日常维护方面现场培训。售后服务如下：

1、系统质保、巡检维护与升级服务：

- 设备的免费质保期为 1 年；核心传感器（探头）为 5 年；终生保修；
- 系统软件终生免费升级；

在维护服务期间，晨辉公司每年对设备做一次巡检，包括设备清洗、数据备份、软件更新等。

第六章 项目实施进度

一般设备安装调试周期为 2 个工作日。具体实施计划待项目评审确定编制。

第七章 系统预算

需就项目出概算

第八章 项目建设后预期效果

建立雷电预警系统，能更加科学的认识雷电和最大可能的防范雷电灾害于未然。项目建成后，有助于提高基站雷电灾害监测预警能力，对形成和建立主动的防雷减灾防御和应急处置措施具有一定的指导作用，对更加科学有效的预防和降低雷电灾害造成的人员和财产损失具有一定的现实意义。