

ICS 27.100

K 59

备案号: 42643-2014

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1283 — 2013

电力系统雷电定位监测系统技术规程

Technical specification for lightning location and detection system
in electric power systems

2013-11-28 发布

2014-04-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 3

5 系统设计 3

6 技术要求 4

7 安装环境与施工 6

8 检验与调试 7

9 标志、包装、运输与储存 8

10 系统运行管理 8

附录 A （资料性附录） 定位模型典型算例 9

附录 B （资料性附录） 雷电定位监测系统雷电定位数据格式 14

前 言

本标准附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位：中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司。

本标准主要起草人员：唐振宁、冯万兴、张道农、陈家宏、刘洋、谷山强、周自强、方玉河、王海涛、吴彪。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力系统雷电定位监测系统技术规程

1 范围

本标准规定了电力系统雷电定位监测系统探测站、中心站和用户系统的系统设计、技术要求等。

本标准适用于电力系统雷电定位监测系统的规划、设计，电力系统雷电定位监测系统中心站和用户系统的工程建设和使用，新建、改建、扩建探测站的施工安装，电力系统雷电定位监测系统检验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志
GB/T 2887 计算机场地通用规范
GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
GB/T 9813 微型计算机通用规范
GB/T 17626（所有部分） 电磁兼容 试验和测量技术
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50174 电子信息系统机房设计规范
GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
DL/T 516 电力调度自动化系统运行管理规程
DL/T 5429 电力系统设计技术规程
GJB 150 军用设备环境试验方法
国家电力监管委员会〔2004〕5 号令 电力二次系统安全防护规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

地闪 cloud to ground lightning flash

雷云与大地（含地上的突出物）之间的一次或多次放电。

3.2

云闪 cloud to cloud lightning flash

云内或云间的一次或多次放电。

3.3

雷电流 lightning current

流经雷击点的电流。

3.4

雷击点 point of strike

闪电击在大地或其上突出物（例如建筑物、电力塔线、树木等）上的接触点。一次闪击可能有多个雷击点。

3.5

主放电 main discharge

雷电下行先导的一分支与地面较突出部分发出的向上迎面先导相遇，产生强烈的放电过程，称为雷电的主放电。

3.6

后续放电 subsequent discharge

也称回击，指主放电到达云端后，云中的残余电荷沿主放电通道泄放。

3.7

雷电探测站 lightning detection station

在本标准中也简称探测站，是雷电地闪信号的采集、识别、处理、时钟标定及发送单元，主要由雷电探测器（包括全球卫星导航系统授时模块、电磁波采集电路以及恒温晶振等）、电源通信接口箱及附件组成。

3.8

数字式雷电探测站 digital lightning detection station

以数字信号处理方式对雷电地闪信号进行采集、识别、处理、时钟标定、存储及发送的雷电探测站。

3.9

中心站 central station

雷电定位监测系统的数据处理及系统控制中心，负责雷电探测信息接收、定位计算、数据处理、存储及管理，以及系统各单元之间的协调控制等。

3.10

用户系统 user system

将雷电信息、电网信息、地理信息等信息融合一体的计算机软硬件系统。

3.11

雷电定位监测系统 lightning location and detection system

实时测量雷电发生的时间、方位、极性、强度、回击次数等多项雷电参数的系统。

3.12

雷电监测网 lightning detection network

通过多个独立运行的雷电定位监测系统联网，组成的探测效率和精度更优、覆盖区域更大的雷电定位监测网络。

3.13

原始数据 raw data

探测站测量雷电电磁辐射场获得的信号数据，包括电场相对强度、磁场相对强度、到达时间、方向等数据。主要指地闪信号特征数据，也包括地闪信号波形数据。

3.14

定位数据 location data

中心站通过原始数据计算出的地闪数据，包括时间、位置、雷电流峰值和极性、回击次数等。

3.15

定位误差 location error

指测定的位置与雷击点的距离。

3.16

有效定位区域 effective location region

三个及以上探测站在合理布点情况下构成的多边形定位区域。

3.17

探测效率 detection efficiency

指监测的地闪数与实际总地闪数的百分比。实际测量中，由于实际总地闪数不可测，故一般以可证雷击的探测效率代替该值。

3.18

等效年可用率 equivalent annual usage factor

指年度内可用等效时间的百分比，通常以%表示，见式（1）。

$$EAF = \left(1 - \sum \frac{EOH}{8760} \right) \times 100\% \quad (1)$$

式中：

EAF ——等效年可用率，%；

EOH ——等效停运小时，指在统计周期内各次等效停运持续时间之和，h。

4 总则

4.1 电力系统雷电定位监测系统应遵循 DL/T 5429 和 DL/T 516 的规定。

4.2 电力系统雷电定位监测系统应与电力系统统一调度、分级管理的体制相适应，并实行分层控制。相邻雷电定位监测系统之间宜进行数据通信，避免探测站重复布点，并应遵循统一的通信规范和接口标准。

4.3 探测站与中心站的通信宜采用电力数据通信网或点对点光纤专线通信方式。条件不具备时，也可以采用互联网、卫星通信等通信方式。为了保证通信的可靠性，宜采用多种方式实现多通道通信。雷电定位监测系统与其他系统跨区通信时应满足国家电力监管委员会 5 号令《电力二次系统安全防护规定》的规定。

4.4 本标准仅作为雷电定位监测系统的建设依据，其他相关系统建设在执行相应标准前提下，可参照本标准执行。

4.5 电力系统雷电定位监测系统的建设，除应执行本标准的规定外，还应符合现行国家和行业颁发的相关标准的规定。

5 系统设计

5.1 雷电探测站布点

5.1.1 探测站站间距应在 20km~200km，在山区不宜大于 150km。

5.1.2 相邻三个探测站站址分布的几何形状宜近似于正三角形。

5.1.3 布置在某监测区域边界附近的探测站，需考虑与其他周边监测区域的联网。

5.1.4 参照模拟计算结果，按照探测效率不小于 90%，定位误差小于 0.5km 布置探测站。

5.1.5 系统设计宜采用 $N-1$ 原则设置探测站数量。

5.1.6 探测站布点定位模型典型算例参见附录 A。

5.2 雷电探测站选址

5.2.1 站址应具备有效的通信接入条件和可靠电源。

5.2.2 站址应避开周围较高建筑物或其他遮挡物，遮挡物与探测站的距离宜大于两者高度差的 30 倍。

5.2.3 站址应避开电磁干扰源，干扰强度不得大于 $100\mu\text{V/m}$ 。

5.2.4 站址应满足探测站的使用条件（见本标准 6.2.1 条），并便于日常运行维护。

5.3 系统设计性能指标

5.3.1 有效定位区域内雷电定位监测系统技术指标如下。

a) 系统平均探测效率应不小于 80%。

- b) 平均定位误差应小于 1km。
 - c) 系统等效年可用率应大于 99%。
- 5.3.2 雷电探测站基本性能指标如下。
- a) 方向角测量精度 $\leq 1^{\circ}$ 。
 - b) 平均无故障工作时间 (*MTBF*) $\geq 10\,000\text{h}$ 。
 - c) 数据传输速率 $\geq 1200\text{bit/s}$ 。
 - d) 功耗 $\leq 30\text{W}$ 。
 - e) 时间同步系统秒脉冲精度典型值 $\leq 50\text{ns}$ 。
 - f) 本体晶振精度 $\pm 0.1\text{ppm}$ 。
 - g) 探测带宽 1kHz~350kHz。
 - h) 同步时钟精度应优于 0.1 μs 。
- 5.3.3 数字式雷电探测站扩展性能指标如下。
- a) 时间标定精度 $\leq 0.1\mu\text{s}$ 。
 - b) 数据传输速率 $\geq 9600\text{bit/s}$ 。
 - c) 地闪信号特征数据和地闪信号波形数据的存储容量 $\geq 100\,000$ 条。
 - d) 地闪信号波形记录长度 $\geq 300\mu\text{s}$ 。
 - e) 平均无故障工作时间 (*MTBF*) $\geq 15\,000\text{h}$ 。

6 技术要求

6.1 雷电定位监测系统总体要求

6.1.1 雷电定位监测系统组成。雷电定位监测系统主要由雷电探测站、中心站以及用户系统三大部分组成，系统结构图如图 1 所示。

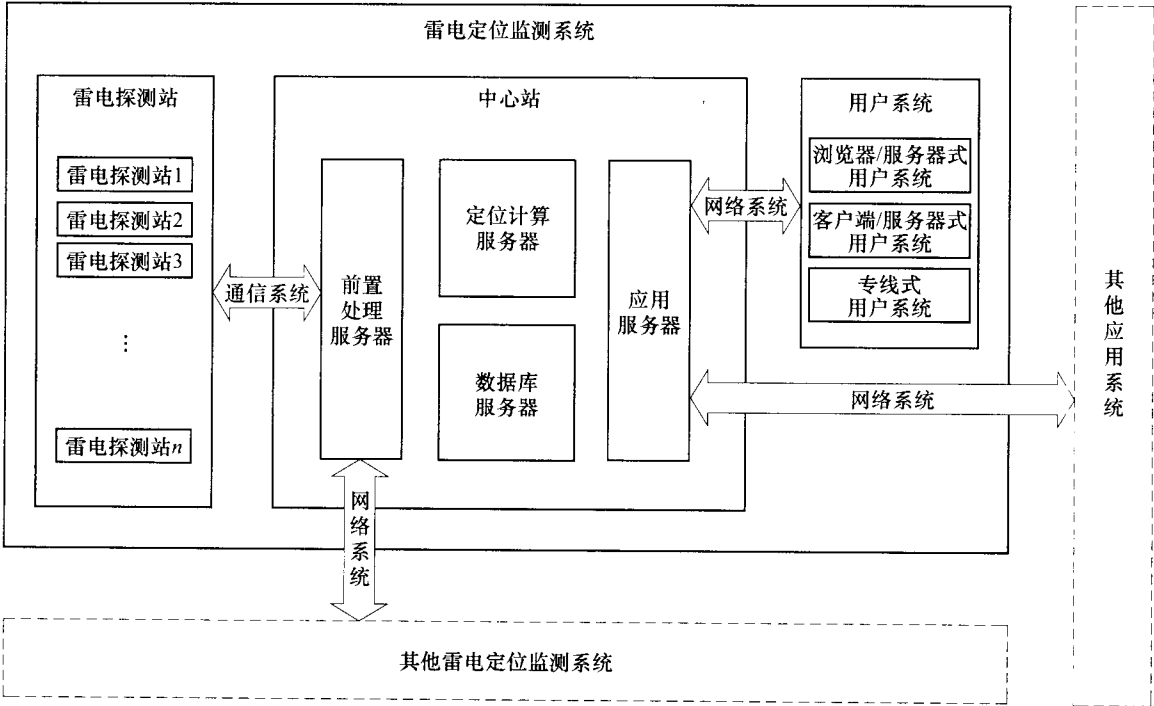


图 1 雷电定位监测系统结构图

6.1.2 雷电定位监测系统主要功能如下。

- a) 全自动、大面积、实时监测雷电活动，获取地闪的定位数据。
- b) 在线监视电力系统雷电活动情况，显示雷电活动轨迹，对雷电活动进行监测和分析。
- c) 实时查找因雷击造成电力系统跳闸或设备损坏的雷击坐标，以确定雷击故障点的准确位置，协助分析电力系统故障原因和事故性质。
- d) 建立雷电数据库，积累地闪密度、雷电流强度等雷电基础参数，分析落雷分布情况，为制定防雷标准、验证防雷效果提供参考。

6.2 雷电探测站

6.2.1 使用条件如下。

- a) 环境温度： $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度： $\leq 95\%$ 。
- c) 抗地震能力：地面水平加速度 $0.3g$ ，垂直加速度 $0.15g$ ，同时作用。
- d) 最大风速： 35m/s 。
- e) 工作电压： $\text{AC } 220 (1 \pm 10\%) \text{ V}$ ， $\text{DC } 48\text{V}$ 。

6.2.2 基本功能如下。

- a) 自动识别、采集地闪信号，提取地闪信号特征数据。地闪信号特征数据包括时间、强度、方向等数据。
- b) 实时传送地闪信号特征数据。
- c) 定时发送自检状态、工作温度、触发阈值等运行状态数据。
- d) 按照指令要求发送或修改设备参数。
- e) 自动校准时间同步系统时钟。
- f) 通信方式支持音频专线、E1 专线、电力数据通信网、移动互联网、卫星等。

6.2.3 数字式雷电探测站扩展功能如下。

- a) 本地存储地闪信号特征数据。
- b) 记录并存储地闪信号波形数据。
- c) 支持对同一信号源的多种到达时间点的标定。
- d) 按照指令要求传送地闪信号特征数据和地闪信号波形数据。
- e) 远程修改地闪识别判据。
- f) 远程升级探测站主控程序。

6.3 中心站

6.3.1 中心站硬件配置要求如下。

- a) 雷电定位监测系统中心站硬件设备应满足 GB/T 9813 的规定。
- b) 宜采用功能分散模式，独立配置前置处理服务器、定位计算服务器、数据库服务器、应用服务器。
- c) 系统前置处理服务器、定位计算服务器、数据库服务器、应用服务器等关键硬件宜冗余配置。

6.3.2 中心站软件配置要求如下。

- a) 雷电定位监测系统软件应满足实时性和可靠性要求，并符合国际工业标准。
- b) 雷电定位监测系统宜采用跨平台设计，其中各类服务器宜采用 UNIX、LINUX 等安全操作系统。
- c) 数据库宜采用跨平台数据库，系统应具备完善的雷电数据库和观测目标数据库（包括线路、变电站等）。
- d) 雷电定位监测系统应具备的基本应用软件包括：前置处理软件、定位计算软件、雷电信息应

用软件。前置处理软件至少具有探测站数据采集、与其他中心站前置处理软件联网两大功能；定位计算软件至少具有实时数据计算、历史数据重算两大功能；雷电信息应用软件至少具有雷电监测、雷击查询、统计分析三大功能。

- e) 雷电定位监测系统可具备的高级应用软件包括：数据同步软件、雷电活动告警软件、雷击故障自动诊断软件、雷电参数统计专家分析软件等。

6.4 用户系统

6.4.1 用户系统结构可采用三种结构：浏览器/服务器方式、客户端/服务器方式、专线式。

6.4.2 用户系统操作界面应以地理信息系统为基础。

6.4.3 用户系统应支持数据和报表的导入/导出功能。

6.4.4 用户系统应支持多用户的同时在线访问。

6.4.5 远方用户系统与中心站之间的数据通信宜采用电力数据通信网，当采用其他通信方式时应满足国家电力监管委员会 5 号令《电力二次系统安全防护规定》的规定。

6.5 雷电定位监测系统外部接口

6.5.1 雷电定位监测系统之间的纵向接口要求如下。

- a) 应采用电力数据通信网进行联网，联网宜采用 TCP/IP 协议。
- b) 联网宜通过前置处理服务器完成。
- c) 联网时交换的数据应包括地域边界附近探测站的运行状态数据和地闪信号特征数据。

6.5.2 雷电定位监测系统与其他系统间的横向接口要求如下。

- a) 获取能量管理系统提供的线路故障信息，数据传输格式宜支持 E 语言格式。
- b) 应能将 WGS-84 格式的外部地理信息数据文件装载到雷电定位监测系统中，可通过标准的 WMS (Web Map Services)、WFS (Web Feature Services) 服务接口读取图层数据。
- c) 宜通过生产管理系统服务总线方式获得电网线路台账等信息。
- d) 应通过 Web Service 服务接口向其他系统提供雷电定位数据，数据格式参见附录 B。

7 安装环境与施工

7.1 安装环境

7.1.1 雷电探测站安装环境要求如下。

- a) 雷电探测器应选择安装在四周开阔、电磁干扰小的户外地点，可选建筑物楼顶。安装基座类型宜为钢固定支架或水泥基础，无法在建筑物屋顶安装的，可采用铁塔基础进行安装。安放探测器的基座水平度应在 1.5° 以内，并可靠接地。
- b) 电源通信接口箱内设供电模块、通信接口和防雷模块，其安装位置宜选择在通信机房。
- c) 探测站的供电电源宜采用可靠的电源。探测站的供电要求具有独立性，不应与其他用电设备共用熔断器、空气开关等，以免因其他用电设备故障影响探测站的稳定运行。
- d) 雷电探测器、电源通信接口箱的安装应满足 GB 50057 和 GB 50343 要求。

7.1.2 雷电定位监测系统中心站设备应安装在机房内，采用组屏安装方式。其运行环境应满足 GB 50174 和 GB/T 2887 要求。

7.2 施工要求

7.2.1 雷电探测器应固定在水泥基座或其他可固定支撑的支架上，并采取防雷保护措施可靠接地，接地电阻应小于 10Ω。

7.2.2 雷电探测器安装时应根据当地磁偏角校正电磁场天线方向。

7.2.3 电源电缆和通信电缆应从户外雷电探测器基座位置铺设到室内电源通信接口箱安装位置，并应优先选择电缆竖井敷设。当需要明敷缆线时，宜穿 PVC 管或镀锌铁管。

7.2.4 雷电探测器与电源通信接口箱之间应以电缆连接，电缆包括电源电缆和通信电缆，电源电缆应

采用铠装屏蔽电缆，通信电缆应采用铠装屏蔽双绞电缆。

7.2.5 电缆应满足户外使用条件，缆线连接部分应进行防水处理。

8 检验与调试

8.1 例行检测

8.1.1 探测站基本检测要求如下。

- a) 探测站能按要求输出各项运行状态数据，并能根据命令要求反馈对应信息，且各项指示灯工作正常。
- b) 探测站能自动进入定点授时状态，定点后高稳晶振漂移中心频率不得超过 $\pm 64\text{Hz}$ 。
- c) 探测站能实时、准确地识别地闪信号，并能正常输出原始数据。
- d) 雷电探测站能在规定波特率条件下正常数据通信。
- e) 探测站时间同步偏差不大于 $0.3\mu\text{s}$ 。

8.1.2 老化试验条件和要求如下。

试验温度： $(70\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

试验时间：保温 72h。

升温速率 $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

受试设备带电运行进行老化试验，试验后受试设备各项指标应满足 8.1.1 的要求。

8.2 型式试验

8.2.1 电磁兼容检测。根据 GB/T 17626 对雷电探测站进行辐射、传导发射骚扰测试，受试设备应符合 GB 9254 的限值要求；进行静电放电，射频电磁场辐射，电快速瞬变脉冲群，浪涌（冲击），射频场感应的传导骚扰，工频磁场，脉冲磁场，阻尼振荡磁场，电压暂降、短时中断和电压变化，振荡波，交流电源端口谐波、间谐波及电网信号的低频抗扰度等试验，受试设备应符合相关标准规定的抗干扰性能要求。

8.2.2 高低温温度试验。根据 GJB 150 考核产品在规定环境条件下工作的适应性。试验条件和要求如下。

a) 低温试验。

试验温度： $(-30\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 。

试验时间：保温 2h。

降温速率 $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

b) 高温试验。

试验温度： $(75\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

试验时间：保温 2h。

升温速率 $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

受试设备在上述两种试验温度内各项指标应满足 8.1.1 的要求。

8.2.3 振动试验。根据 GJB 150 考核产品在规定的条件下工作的适应性。试验条件和要求如下。

振动频率为 5Hz；振动振幅为 12.7mm；振动时间为 30min。

受试设备在上述振动试验后各项指标应满足 8.1.1 的要求。

8.3 系统调试

8.3.1 探测站应满足 8.1.1 的要求。

8.3.2 前置处理软件应能按要求正常接收探测站的运行状态数据和地闪信号特征数据，并能正常和其他中心站前置处理软件共享探测站的运行状态数据和地闪信号特征数据。

8.3.3 定位计算软件应能按要求正常进行实时数据计算及历史数据重算。

8.3.4 雷电信息应用软件应能按要求正常实现雷电监测、雷击查询、统计分析三大功能。

8.3.5 数据库软件应能按要求正常的存取相关数据。

8.4 定期校验

探测站应进行定期校验，检验周期宜为 3 年，定期校验内容包括：探测站时间同步系统时钟同步校验、晶振漂移校验、探测站工作状态检验。校验要求应满足 8.1.1 的检测要求。

9 标志、包装、运输与储存

9.1 标志

9.1.1 在探测站包装箱的显著位置应注明产品名称及型号、商标、公司名称及地址、生产日期。

9.1.2 在合格证上应注明产品标准号、产品编号及生产日期、质量检查合格印记。

9.1.3 标志标识应符合 GB/T 191 的规定。

9.1.4 产品的执行标准应予以明示。

9.2 包装

9.2.1 包装前应检查下列内容：

- a) 产品的合格证书和装箱清单中的各项内容应齐全。
- b) 产品外观无损伤。
- c) 产品表面无灰尘。

9.2.2 包装箱应为木箱，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防振等措施，箱内应提供装箱单、产品安装使用说明书等技术文件，包装应保证在运输中不被损坏。

9.3 运输

产品应适用于陆运、空运、水运（海运），运输方法应按照运输装卸包装箱上的标志进行操作。

9.4 储存

储存场所应无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的伤害。

10 系统运行管理

10.1 各探测站和中心站托管单位应指定专责人员负责运维管理工作，发现问题应及时处理，确保探测站和中心站的正常运行。

10.2 应确保雷电定位监测系统长期运行，非特殊情况下不得停运。

10.3 每年雷雨季节前，应对雷电定位监测系统进行一次全面的检修工作，确保系统正常运行。

10.4 应每年进行探测站设备运行状态评估，评估不合格的探测站应及时更换新的组件。

10.5 应确保中心站日期及时间准确，软硬件不得随意改动。

10.6 应保证探测站与中心站之间、不同中心站之间数据传输通道的稳定性。

10.7 应对雷电原始数据定期备份，备份周期宜每周一次。

10.8 应对系统运维人员定期培训，培训周期宜每年一次。

附 录 A
(资料性附录)
定位模型典型算例

本附录所示的典型算例是进行探测站站位选择的一种方法。

雷电定位监测系统时差定位误差是探测站定位误差和距离差误差综合影响的结果。对选择的探测站的测量数据进行采集处理, 采用雷电时差定位取得如下参数, 位置如图 A.1 所示。

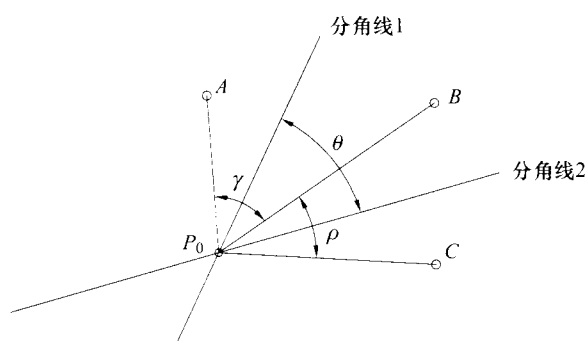


图 A.1 位置示意图

根据时差定位方法, 雷击点 (P_0 点) 对探测站 A 、 B 和 B 、 C 的距离差分别形成两条双曲线, 过 P_0 点分别做两条双曲线的切线, 即位置线, 根据双曲线理论位置线分别平分 P_0 点到探测站 A 、 B 、 C 形成的 $\angle AP_0B$ 和 $\angle BP_0C$, θ 为 $\angle AP_0B$ 和 $\angle BP_0C$ 的分角线的夹角即位置线的交会角, 即

$$\theta = \frac{1}{2}(\gamma + \rho) \quad (\text{A.1})$$

$$\gamma = \angle AP_0B \quad (\text{A.2})$$

$$\rho = \angle BP_0C \quad (\text{A.3})$$

令探测站的定位误差 $m_{x1} = m_{x2} = m_{x3} = m_{y1} = m_{y2} = m_{y3} = m_x$;

令距离差误差 $m_{\Delta S_{12p}} = m_{\Delta S_{23p}} = m_{\Delta S}$ 。

雷电时差定位误差 m_p 不仅取决于距离差误差 $m_{\Delta S}$, 还取决于探测站定位误差 m_x , 当 m_x 和 $m_{\Delta S}$ 有一定取值时, 图形因素是决定性因素, 图形因素带来的定位误差 m_p 的绝对值取值范围 $0 \sim \infty$, 而图形因素的表现形式是位置线的交会角 θ 。

雷电时差定位误差可由 I 值和 II 值确定, 即

$$I = \frac{m_x}{4 \sin \frac{\gamma}{2} \sin \frac{\rho}{2} \sin \theta} \quad (\text{A.4})$$

$$II = \frac{\sqrt{\frac{1}{\sin^2 \frac{\gamma}{2}} + \frac{1}{\sin^2 \frac{\rho}{2}}}}{2 \sin \theta} \sqrt{2m_x^2 + m_{\Delta S}^2} \quad (\text{A.5})$$

若要求定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$, 即设置不等式组 $\begin{cases} I \leq 1\text{km} \\ II \leq 1\text{km} \end{cases}$;

若要求定位误差 $m_p \leq 0.3\text{km}$ ，即设置不等式组 $\begin{cases} I \leq 0.3\text{km} \\ II \leq 0.3\text{km} \end{cases}$ 。

下面列出具体的处理数据。

P_1 点和 P_2 点是需要关注的雷击位置，可能是某些重要线路或实际雷击点。

探测站 A 是原有探测站，探测站 B 和 C 是目前需要新加入的站点，表 A.1 列出了三个探测站的坐标值，探测站 B 和 C 是初步选定的位置。

表 A.1 探测站坐标值

探测站	X km	Y km
A	3388	368
B	3372	410
C	3331	447

表 A.2 列出了两个雷击点 P_1 、 P_2 的坐标，及其 γ 、 ρ 、 θ 值。

表 A.2 P_1 、 P_2 点的坐标及 γ 、 ρ 、 θ 值

雷击点	X km	Y km	γ	ρ	θ
P_1	3321	463	$9^\circ 53' 6''$	$1^\circ 21' 16''$	$5^\circ 37' 11''$
P_2	3330	386	$46^\circ 59' 11''$	$59^\circ 18' 57''$	$53^\circ 9' 4''$

表 A.3、表 A.4 列出了对雷击点 P_1 、 P_2 的 I 值和 II 值。探测站定位误差 m_x 根据当前雷电探测网探测站采用的时间同步系统卫星定位方法不同而不同，相对定位方法赋予 $m_x = \pm 0.5\text{m}$ 或 $m_x = \pm 1\text{m}$ ，绝对定位方法赋予 $m_x = \pm 10\text{m}$ 或 $m_x = \pm 30\text{m}$ ；当前水平距离误差 $m_{AS} = \pm 425\text{m}$ ，以后将达到的水平 $m_{AS} = \pm 100\text{m}$ 。

表 A.3 P_1 点的 I 值和 II 值

对 P_1 点 m	$m_{AS} = \pm 425$				$m_{AS} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I km	1.25	2.51	2.51	7.52	1.25	2.51	2.51	7.52
II km	185.3	185.3	185.4	186.3	43.6	43.6	44.0	47.4

表 A.4 P_2 点的 I 值和 II 值

对 P_2 点 m	$m_{AS} = \pm 425$				$m_{AS} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I m	0.79	1.58	15.80	47.50	0.79	1.58	15.80	47.50
II m	855.4	855.4	855.9	859.7	201.3	201.3	203.3	218.6

根据表 A.3、表 A.4 可以看出若要求定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$ ， A 、 B 、 C 三站对 P_1 的定位误差不能达到要求，需要重新选择探测站的位置，以达到定位误差的要求；而 A 、 B 、 C 三站对 P_2 的定位误差能满足要求，可以参与 P_2 的平差计算。

若要求定位误差 $m_p \leq 0.3\text{km}$ ，经判断，只有当距离误差 $m_{\Delta S} = \pm 100\text{m}$ 时， A 、 B 、 C 三站对 P_2 的定位误差才能满足要求，可以参与 P_2 的平差计算。

进一步对表 A.3、A.4 进行分析，对 P_1 点， θ 角接近 0° ，对于不同的 m_x 和 $m_{\Delta S}$ ， I 值和 II 值分别达到数千米至数百千米，会带来很大的定位误差；而对 P_2 点， θ 角比较适中，对于不同的 m_x 和 $m_{\Delta S}$ ， I 值和 II 值只有几米至数百米。

因此在进行探测站布站中应尽量避免相邻的三个探测站位于一条直线上的网形，图形因素是决定性因素，图形因素的表现形式是位置线的交会角 θ ，即尽量避免 θ 趋于 0° 或趋于 180° 。

若要求定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$ ，探测站 A 是原有探测站，探测站 B 和 C 是日前需要新加入的站点，根据初步选择的站点位置进行精度计算，对于雷击点 P_1 探测站 B 和 C 的初步位置不能满足探测精度需要，应对 B 和 C 站重新进行站点选择，以期能够同时满足 P_1 和 P_2 两点的定位误差要求。

若以 2km 为布站跨度，通过搜寻，探测站 B' 和 C' 候选站点共有 17227 对满足精度要求，初步选择其中两对探测站的位置作为本典型算例使用，其坐标值见表 A.5。

表 A.5 探测站坐标值

探测站	B'_1	C'_1	B'_2	C'_2
X km	3296	3300	3300	3282
Y km	485	400	455	400

表 A.6 列出了两个雷击点 P_1 、 P_2 的坐标，及其与探测站 A 和两对探测站 B' 和 C' 候选站点之间的 γ 、 ρ 、 θ 值。

表 A.6 P_1 、 P_2 点坐标及 γ 、 ρ 、 θ 值

雷击点	X km	Y km	探测站 A 、 B'_1 、 C'_1			探测站 A 、 B'_2 、 C'_2		
			γ	ρ	θ	γ	ρ	θ
P_1	3321	463	$177^\circ 22' 3''$	$133^\circ 11' 18''$	$155^\circ 16' 41''$	$94^\circ 58' 11''$	$30^\circ 50' 48''$	$62^\circ 54' 29''$
P_2	3330	386	$126^\circ 11' 44''$	$46^\circ 1' 44''$	$86^\circ 6' 44''$	$130^\circ 44' 24''$	$50^\circ 14' 28''$	$90^\circ 29' 26''$

若探测站为 A 、 B'_1 、 C'_1 ，分别计算 P_1 、 P_2 点的 I 值和 II 值，计算结果见表 A.7 和表 A.8。

表 A.7 P_1 点的 I 值和 II 值

对 P_1 点 m	$m_{\Delta S} = \pm 425$				$m_{\Delta S} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I m	0.33	0.65	6.52	19.55	0.33	0.65	6.52	19.55
II m	751.8	751.8	752.0	755.3	176.8	176.9	178.6	192.1

表 A.8 P_2 点的 I 值和 II 值

对 P_2 点 m	$m_{\Delta S} = \pm 425$				$m_{\Delta S} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I_m	0.36	0.71	7.19	21.56	0.36	0.71	7.19	21.56
II_m	594.8	594.8	595.2	597.8	140.0	140.0	141.4	152.0

由表 A.7、A.8 可以看出，新选择的探测站 B'_1 和 C'_1 能够同时满足 P_1 、 P_2 点的定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$ 的要求。

若探测站为 A、 B'_2 、 C'_2 ，分别计算 P_1 、 P_2 点的 I 值和 II 值，计算结果见表 A.9 和表 A.10。

表 A.9 P_1 点的 I 值和 II 值

对 P_1 点 m	$m_{\Delta S} = \pm 425$				$m_{\Delta S} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I_m	0.72	1.43	14.32	42.97	0.72	1.43	14.32	42.97
II_m	954.1	954.1	954.7	958.9	224.5	224.5	226.7	243.9

表 A.10 P_2 点的 I 值和 II 值

对 P_2 点 m	$m_{\Delta S} = \pm 425$				$m_{\Delta S} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I_m	0.33	0.65	6.48	19.44	0.33	0.65	6.48	19.44
II_m	552.5	552.5	552.8	555.2	130.0	130.0	131.3	141.2

由表 A.9、A.10 可以看出，新选择的探测站 B'_2 和 C'_2 也能够同时满足 P_1 、 P_2 点的定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$ 的要求。

若雷击点 P_1 、 P_2 是某条线路上的两个点，在 P_1 、 P_2 连线上任意寻找第三个点，作为雷击点 P_3 ，进一步考察两对探测站 B' 和 C' 候选站点是否能够满足对 P_3 点的定位误差要求。

表 A.11 列出了雷击点 P_3 的坐标，及其与探测站 A 和两对探测站 B' 和 C' 候选站点之间的 γ 、 ρ 、 θ 值。

表 A.11 P_3 点坐标及 γ 、 ρ 、 θ 值

雷击点	X km	Y km	探测站 A、 B'_1 、 C'_1			探测站 A、 B'_2 、 C'_2		
			γ	ρ	θ	γ	ρ	θ
P_3	3317.11	499.02	84° 49' 19"	46° 36' 12"	65° 42' 46"	49° 39' 13"	1° 42' 54"	25° 41' 4"

若探测站为 A 、 B'_1 、 C'_1 ，计算 P_3 点的 I 值和 II 值，计算结果见表 A.12。由表 A.12 可以看出，候选探测站 B'_1 和 C'_1 能够满足对 P_3 点的定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$ 的要求。

表 A.12 P_3 点的 I 值和 II 值

对 P_3 点 m	$m_{AS} = \pm 425$				$m_{AS} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I m	0.51	1.03	10.28	30.84	0.51	1.03	10.28	30.84
II m	683.3	683.3	683.7	686.6	160.8	160.8	162.4	174.6

若探测站为 A 、 B'_2 、 C'_2 ，计算 P_3 点的 I 值和 II 值，计算结果见表 A.13。由表 A.13 可以看出，候选探测站 B'_2 和 C'_2 不能满足对 P_3 点的定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$ 的要求。

表 A.13 P_3 点的 I 值和 II 值

对 P_3 点 m	$m_{AS} = \pm 425$				$m_{AS} = \pm 100$			
	m_x				m_x			
	± 0.5	± 1	± 10	± 30	± 0.5	± 1	± 10	± 30
I m	45.90	91.80	917.90	2753.70	45.90	91.80	917.90	2753.70
II km	32.8	32.8	32.8	32.9	7.7	7.7	7.8	8.4

根据上述计算可知，在两对探测站 B' 和 C' 候选站中，只有 B'_1 和 C'_1 这对候选站点能够同时满足对 P_1 、 P_2 和 P_3 三个雷击点的定位误差 $m_p \leq 1\text{km}$ 的要求，而 B'_2 和 C'_2 这对候选站点能够满足对 P_1 、 P_2 雷击点的定位误差要求，但不能满足对 P_3 雷击点的定位误差要求，因此应该剔除这对候选站点，选择 B'_1 和 C'_1 这对候选站点。

各个探测站及雷击点具体位置如图 A.2 所示。

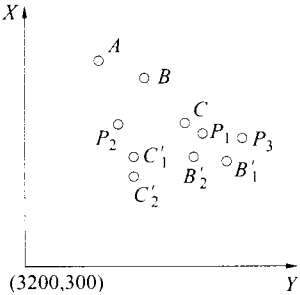


图 A.2 典型算例位置示意图

附 录 B
(资料性附录)
雷电定位监测系统雷电定位数据格式

雷电定位监测系统雷电定位数据格式采用标准的 XML 格式，示例如下。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Tables>
  <Table count="2">
    <Columns>序号|时间|经度|纬度|电流（kA）|回击|站数|参与定位的探测站</Columns>
    <Datas>1|2009-06-10 07:19:13.6954|112.3989|21.6082|-31.4|1|2|湖州，嘉兴</Datas>
    <Datas>2|2009-06-10 07:31:02.5289|112.3602|21.9423|-55.3|1|3|宁波，建德，临海</Datas>
  </Table>
</Tables>
```

其中， <Table></Table> 中的内容为数据体，其属性值 count 代表数据的行数， <Columns></Columns>中的内容为雷电定位数据列表的列名， <Datas></Datas>中的内容为雷电定位数据列表的数据，每一行代表一条数据。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
电力系统雷电定位监测系统技术规程
DL/T 1283—2013

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2014年4月第一版 2014年4月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 29千字
印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·1707 定价 9.00元

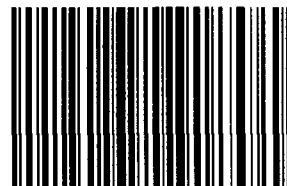
敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



关注我，关注更多好书



155123.1707