

ICS 07.060
A 47

QX

中华人民共和国气象行业标准

QX/T 79—2007

闪电监测定位系统 第 1 部分 技术条件

Lightning detection and location system
Part 1 Technical specification

2007-06-22 发布

2007-10-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

QX/T 79—2007

中华人民共和国
气象行业标准
闪电监测定位系统
第1部分 技术条件
QX/T 79—2007

*

气象出版社出版发行
北京市中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://cmp.cma.gov.cn>
发行部:010-68409198
北京京科印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.5 字数:38千字
2007年9月第一版 2007年9月第一次印刷

*

统一书号:135029-5391 定价:10.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	3
5 技术指标	4
6 质量保障	8
附录 A (资料性附录) 闪电定位系统数据格式说明	9
附录 B (资料性附录) 闪电定位系统技术性能测试方法	12
附录 C (资料性附录) 大气电场仪主要性能指标	13
附录 D (资料性附录) 闪电特征统计月报表	14
附录 E (资料性附录) 闪电特征统计年报表	15
表 1 VLF—LF 闪电定位系统探测子站主要技术指标	4
表 2 VLF—LF 闪电定位系统的主要探测性能	5
表 3 VHF 频段闪电定位系统主要技术指标	5
表 4 VLF—LF 闪电定位系统探测子站环境要求	8
表 A.1 二进制状态信息帧格式	9
表 A.2 二进制回击数据帧格式	10
表 A.3 定位数据的数据字典	11
表 C.1 大气电场仪主要性能指标	13

前 言

本标准推荐性标准。

QX/T 79—2007《闪电监测定位系统》分为五个部分：

- 第 1 部分：技术条件；
- 第 2 部分：观测方法；
- 第 3 部分：验收规定；
- 第 4 部分：数据格式；
- 第 5 部分：信息采集、分发、传输和存储。

本部分为 QX/T 79—2007 的第一部分。

QX/T 79—2007《闪电监测定位系统》第 1 部分：技术条件，标准对闪电定位监测系统的规划设计、施工安装、观测和验收等内容规定了相应技术规范，并为闪电定位系统开发研制、设计生产和验收评估提供基本依据。

本部分共分 6 个章节和 5 个附录，附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 均为资料性附录。

本部分由中国气象局提出。

本部分由中国气象局政策法规司归口。

本部分起草单位：中国气象科学研究院、中国气象局监测网络司。

本部分主要起草人：孟青、赵均壮、张义军、熊毅、张文娟、何平、朱小燕。

本标准首次发布。

引 言

按照中国气象局下发的气象行业标准研制通知,即《关于下发 2005 年气象标准项目计划的通知》(中气函[2004]95 号文件)要求,根据气象综合探测业务规范化对闪电定位系统研制、开发和建设的要求,在全面了解总结国内外雷电探测先进技术发展趋势、深入调研闪电探测资料应用需求的基础上,编制了本标准。标准编制过程中,采用多种形式广泛征求意见,邀请有关部门专家、技术人员和管理人员对其进行讨论和修改,最后经中国气象局批准发布。

闪电监测定位系统

第 1 部分 技术条件

1 范围

本标准的技术条件分为以监测地闪活动为主的甚低频—低频(VLF—LF)闪电定位系统和以监测云闪活动为主的甚高频(VHF)闪电辐射源探测和定位系统。

本标准适用于雷电观测业务的闪电探测和定位设备、区域和全国雷电监测布网的建设和运行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2421—1999 电工电子产品环境试验 第 1 部分:总则

GB/T 3187—1994 可靠性、维修性术语

GB/T 4797.6—1995 电工电子产品自然环境条件 尘、沙、盐、雾

GB 5080.1—1986 设备可靠性试验总要求

GB/T 5170.1—1995 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 总则

GB/T 17624.1—1998 电磁兼容 综述 电磁兼容基本术语和定义的应用与解释

GB/T 19391—2003 全球定位系统(GPS)术语及定义

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

闪电 lightning flash

积雨云中正负不同极性电荷中心之间的放电过程,或云中电荷中心与大地和地物之间的放电过程,或云中电荷中心与云外相反极性的电荷中心之间的放电过程。

3.2

闪电事件 flash event

一次完整的闪电放电过程称为一次闪电事件,一般包含有多次脉冲大电流过程。

3.3

云闪 intra-cloud flash(IC)

放电通道不与大地和地物发生接触的闪电放电过程,包括云内(intra-cloud)闪电、云际(inter-cloud)闪电和云—空(cloud-air)闪电三种过程。

3.4

地闪 cloud ground flash(CG)

发生在雷暴云体与大地和地物之间的闪电放电过程。

3.4.1

回击 return stroke

起始于云内的下行先导与从地面产生的上行连接先导会合后产生的强脉冲放电过程。

3.4.2

地闪事件 CG event

单次回击或共用部分放电通道的多次回击的地闪放电过程。

3.4.3

地闪波形鉴别率 ratio of CG waveform discrimination

用波形鉴别装置鉴别得到的地闪数与实际发生地闪数的比例。

3.5

闪电定位方法 lightning location method

闪电监测的技术基础是通过测量闪电辐射的声、光、电磁场信息，来确定闪电放电的空间位置和放电参数的技术方法。早期的闪电定位主要利用无线电测向技术，目前采用的主要手段有声、光和电磁场三类，其中电磁脉冲场探测手段在地基闪电定位技术上应用最为广泛。甚低频段一般采用磁定向法(MDF)、时间差法(TOA)以及定向和时间差联合法。甚高频段一般采用干涉法或时差法。从探测站点布设方式上可分为单站定位和多点联合定位。

3.5.1

磁定向法 magnetic direction finding(MDF)

利用两个垂直水平面且相互正交的线圈，通过测量来自地闪的磁脉冲信号，确定地闪回击发生的方向，从而进行闪电定位的技术方法。

3.5.2

时间差法 time of arrival(TOA)

通过测量闪电产生的电磁脉冲信号到达不同测站的时间差进行闪电定位的技术方法。

3.5.3

联合测距法 combination of MDF and TOA technology

联合测距法是由MDF和TOA两种定位方法相结合而形成的闪电定位法。闪电定位系统的每个探测站既探测回击发生的方位角，又测定回击电磁脉冲到达探测站的精确时间，中心站根据每个闪电探测站站的方位和信号到达时间差数据，进行不同组合的联合定位。

3.5.4

干涉法 interferometry(ITF)

一种通过干涉法测量电磁辐射到达天线阵列不同天线单元的相位差来确定闪电辐射源位置的闪电定位方法，一般使用VHF频段，包括窄带和宽带两种形式。单个探测子站可确定闪电辐射源的方位角和仰角，三个以上的探测子站可确定闪电发生的三维空间位置。

3.6

闪电定位系统 lightning location system

利用多种闪电定位技术和方法，通过探测闪电放电过程中一些特定放电事件产生的电磁辐射信号来确定该事件发生的时间和位置，用来监测闪电时空演变和特征的设备系统。从构成上闪电定位系统一般由多个设在不同地理位置的探测子站(简称子站)、数据处理和系统监控中心(简称闪电定位中心站或中心站)、产品输出和显示系统以及配套的通信设施等组成。

3.7

闪电定位系统探测性能 detection performance of lightning location system

能表征闪电定位系统探测能力的主要指标，包括探测效率、探测半径、有效探测范围和定位误差等。

3.7.1

探测效率 detection efficiency

在给定的区域观测到的闪电事件数与实际发生闪电数的比例，通常以百分数表示。

3.7.2

探测半径 effective detection radius

给定探测效率下的探测范围。闪电定位系统中探测子站所能够探测到的闪电活动的最小距离称为探测子站的探测半径。

3.7.3

有效探测范围 effective detection range

由探测子站的探测半径、子站数及其地理位置和布局确定的闪电定位系统的探测范围。

3.7.4

定位误差 location error

在有效探测范围内,闪电定位系统所确定的闪电事件位置与其发生的真实位置之间的差异。

3.8

闪电探测数据 lightning detection data

闪电定位系统监测到的闪电活动特征参量和设备自身工作状态参量。

3.8.1

探测子站状态数据 status data

探测子站设备的工作状态的数据,一般定时发送到闪电定位中心站。

3.8.2

子站回击数据(原始回击数据) primary return stroke data

探测子站探测到的闪电事件的一组观测数据,闪电定位中心站通过多个闪电回击数据来确定闪电事件的位置。

3.8.3

闪电定位数据 lightning location data

多个闪电回击数据通过通信手段传送到闪电定位中心站,用以确定闪电事件位置的一组数据。

3.9

雷电监测站网 lightning detection network

能够覆盖较大范围和区域的闪电定位系统。雷电监测站网中定位系统的探测性能、探测子站的数目和布局等决定了雷电监测站网的探测性能。

3.10

数字信号处理 digital signal processing(DSP)

数字信号处理是利用计算机或专用处理设备,以数值计算的方法对信号进行采集、滤波、增强、压缩、估值和识别等加工处理,借以达到提取信息和便于应用的目的。

4 技术要求

闪电定位系统具有对闪电发生信息的采集、处理、数据传输、定位和存储等功能,具有各种闪电时空特征和探测应用产品的查询显示等功能。

4.1 可靠性

闪电定位系统应能可靠、稳定、全天候地长期连续地运行,完成自动采集观测数据、自动分析处理、自动生成和传送产品以及标校和自检系统的功能。

4.2 可维修性

可维修性要求一般是指产品的组成结构应方便用户使用维修方面的要求。现在的4.2.1~4.2.5的内容一般在技术要求上是列为产品出厂的齐套性要求的内容。

4.2.1 闪电定位系统应配备维修所需零部件、专用检测和校准仪器,并详细说明专用检测和校准仪器的使用方法。

4.2.2 闪电定位系统应随机配有完备的技术文档资料,以保障设备的正确安装和正常运行。随机的技术文档资料主要包括:《技术说明书》、《设备安装维护和标校手册》、《操作使用说明书》、《设备使用许可证》、《出厂合格证》、测试数据和验收资料等,还包括探测子站和中心站的输出数据格式和数据读出方法。

4.2.3 《技术说明书》应包括工作原理、结构概述;电器原理图、装配图、元件明细表;技术指标、工作环境条件、软件设计流程和程序清单等。

其中技术指标应包括对技术指标的测试、计算方法以及定位误差的优化处理方法的说明。特别是关于定位误差、有效探测范围、探测效率、波形鉴别率、测向精度等指标的确定,要由厂方提出理论估计或者实际测量的方法,从而在评估产品时可以客观地测定或计算。

4.2.4 《设备安装维修和标校说明书》应包括安装调试方法、测试及标校的规程和方法、日常维护注意事项和常见故障排除方法。

4.2.5 《操作使用说明书》应包括系统基本配置、设置方法以及系统操作程序。

4.3 闪电定位系统的组成

4.3.1 VLF—LF 闪电定位系统应包括 4 个或 4 个以上设在不同地理位置的探测子站、闪电定位中心站、产品输出和显示系统以及配套的通信设施等。每个子站的探测范围应达到 300 km,子站的布设空间距离可根据场地和通信条件以及用户对监测范围和精度的要求而进行具体设计。闪电监测网的子站数目应依据监测区域的范围和子站布局情况确定。

4.3.2 VHF 频段闪电辐射源定位系统应包括 4 个或 4 个以上设在不同地理位置的探测子站(传感器)、闪电定位中心站、产品输出和显示系统以及配套的通信设施等。每个子站的探测范围应根据场地和通信条件以及用户对监测范围和精度的要求而进行具体设计。子站的布设空间距离根据用户要求、环境条件以及采用的定位方法在 20 km~200 km 范围内选择调整。

5 技术指标

5.1 探测和定位

5.1.1 闪电定位系统探测地闪的定位精度在有效探测范围内应优于 1 km。VLF—LF 闪电定位系统探测子站的主要技术指标见表 1,VLF—LF 闪电定位系统的主要探测性能见表 2。

表 1 VLF—LF 闪电定位系统探测子站主要技术指标

性能名称	指标要求
监测项目	地闪事件发生的时间、方位、强度、极性和距离等。
探测半径	≥300 km
探测效率	≥80%
地闪波形鉴别率	≥95%
测向精度 ¹	优于±1°
闪电回击分辨率	≤2 ms
GPS 授时精度	≤1×10 ⁻⁷ s
本振日稳定度	优于 1×10 ⁻⁸ s
过电压保护电平	20 kV
工作方式	自动、连续、实时测量,无人值守
可靠性	平均无故障工作时间 MTBF≥10000 h
可维修性	平均修复时间 MTTR≤0.5 h
接收机带宽范围	1 kHz~350 kHz
接收机触发阈值	10 mV~1000 mV
接收机灵敏度	VE≤6mV; VH≤0.5mV
接收机动态范围	≥60 dB
场强测量相对误差	≤10%
供电电源	AC220V(+10%, -15%), 50Hz±3Hz

注 1:系对磁定向法探测子站的指标

表2 VLF-LF 闪电定位系统的主要探测性能

性能名称	指标要求
监测项目	闪电事件发生的时间、位置(距离和方位)、强度、极性、与定位精度有关的其他信息等
定位精度	在有效探测范围内达到 1 km
探测效率	$\geq 80\%$

5.1.2 VHF 频段闪电辐射源定位系统作为监测雷暴特别是云闪的有效手段,其三维的定位精度包括水平方位和仰角(高度)。为达到系统定位误差的要求,闪电定位中心站的处理软件应具有闪电位置计算的优化处理功能。在云闪发生通道的水平方位和高度上,其定位精度和探测效率也不同。针对不同的站址选择方案、定位精度和探测效率系统的三维分布情况,可以参照系统探测精度和探测效率的模拟结果。VHF 频段闪电定位系统主要技术指标见表 3。

表3 VHF 频段闪电定位系统主要技术指标

性能名称	指标要求	
	干涉法	时间差法
监测项目	云闪电发生的时间、方位、仰角(或高度)、强度、定位信息等	
工作频率范围	VHF 频段(30 MHz~300 MHz)	
云闪探测效率	$\geq 90\%$	
信号测量动态范围	≥ 100 dB	≥ 70 dB
探测子站的最大基线距离	≥ 200 km	≥ 20 km
闪击事件探测率	100 次/s	10000 次/s
方位角(仰角)分辨率	水平 $0.25^\circ \sim 0.5^\circ$ (仰角 0.5°)	—
探测(定位)精度(三维)	500 m	100 m
时间同步分辨率	100 μ s	50 ns
工作方式	自动、连续、实时测量,无人值守	
可靠性	平均无故障工作时间 MTBF ≥ 8000 h	
可维修性	平均修复时间 MTTR ≤ 0.5 h	

5.2 数据传输

闪电定位中心站数据传输的要求请参照本系列标准的第 5 部分:信息采集、分发、传输和存储中的相应条款。

5.2.1 闪电定位中心站和各探测子站之间的数据通信,可采用实时/准实时通信方式,并能适合各种通用的数据通信方式和协议,数据的传送应符合相应的业务传输规程。每个闪电定位系统探测子站至少应具备两种方式的通信路由(通信路由一主一备,通信模块也需一主一备)。当主通信路由发生阻断且短时间无法恢复时,应及时改为备用通信路由上传闪电探测数据,以确保闪电探测数据上传的稳定和可靠。

5.2.2 闪电定位子站的探测数据和状态信息数据应实时向省级和国家级两个闪电定位中心站同时传送,传送数据内容应包括子站状态信息和子站回击等信息。

5.2.3 为了满足定位产品的信息实时查询和雷电预警等业务的需求,要建立用于数据采集、分发、传输

和存储的数据收集中心。数据收集中心和闪电定位中心站应安放在同一个机房,要保障省级和国家级的闪电定位中心站的数据收集在闪电发生后 1 min 内完成,同时保障各级用户的闪电定位信息的获取也要在闪电发生后 5 min~10 min 内完成。

5.2.4 数据收集中心和闪电定位中心站要具备 24 小时 365 天的连续运行能力,要采用双机热备份和双电源供电能力,保证系统的高可靠性。

5.2.5 数据收集中心的收集路由应具有主/备电路同时收集的能力,保证数据的完整性。

5.3 软件和产品

5.3.1 定位数据的处理

闪电定位中心站数据处理设备主要功能如下:

- a) 实时接收功能:实时接收各探测子站发送的闪电回击探测数据,对接收的探测数据进行实时定位处理,一般情况下应具备对各子站接收的全部闪电事件进行实时接收和处理的能力;在特殊情况下,若全国及周边地区实际闪电发生率超过传输能力,则可以缓存补传,但不得丢失数据;
- b) 监控功能:实时控制、检测、设置和更改各探测子站的工作状态和参数,显示检测结果,提供工作状态和参数的查询显示功能;
- c) 数据存贮功能:及时保存探测数据和定位结果,保证原始数据能够及时存盘。对探测数据进行归档和建库,形成闪电资料数据库;
- d) 数据的输出和传送:将定位结果实时输出显示,形成闪电位置的二维分布,生成有关闪电特征参量统计的多种图形和图像产品,发送到各探测子站和其他远程数据终端;
- e) 数据定位的优化处理:闪电定位的结果必须经过数据的优化处理。定位结果应包括定位子站信息、交会率、定位精度等原始数据。同时,根据站点分布的地理环境,应提供系统的定位精度和探测效率仿真模拟分布结果,为系统探测性能分析提供数据统计的依据;
- f) 历史数据的处理功能:存档数据按不同时段能够进行数据回放和重新定位及发送,能够调用和下载子站存储的历史数据并重新定位。

5.3.2 产品输出

闪电定位的产品输出应至少包含以下内容:

- a) 定位数据、探测子站数据以及定位结果的闪电资料数据库;
- b) 在地理信息平台上的闪电活动实时分布以及闪电分布随时间的变化查询;
- c) 闪电特征参量统计;
- d) 闪电分布及与其他探测数据(如卫星云图、雷达回波图)的叠加显示;
- e) 闪电预警;
- f) 多种数据、图形和图像产品的网络查询,各种闪电信息产品组件、远程传送和产品输出打印。

5.3.3 闪电探测资料的存贮与归档

闪电探测数据由省级和国家级闪电数据处理中心进行闪电探测数据文件的存贮和归档。

5.3.3.1 闪电探测资料的存贮

省级和国家级闪电定位中心站保存的数据应包括探测子站的状态信息、探测数据以及优化处理后的定位数据。

5.3.3.2 闪电探测资料的归档

5.3.3.2.1 闪电定位中心站应于每月月初的固定日期前将上月的闪电探测数据形成数据库文件,交至本级气象资料部门归档。

5.3.3.2.2 闪电定位中心站应于每月月初的固定日期前根据处理的闪电定位资料制作闪电特征统计月报表(见附录 D),并报送本级气象档案馆保存。

5.3.3.2.3 闪电定位中心站应于每年 1 月份根据上一年全年闪电定位资料制作本年度的闪电特征统计年报表(附录 E),并报送本级气象档案馆保存。

5.3.4 闪电定位系统的数据要求

闪电定位系统的数据(见附录 A)主要包括探测子站测量的数据、闪电定位中心站处理的定位结果、闪电探测子站和中心站的工作状态参数等。

5.3.4.1 子站状态信息要求

子站状态信息应包括:探测子站编号、站名、全国网统一编号、时间、日期、自检值、阈值、阈值平均通过率、经度、纬度、GPS 的误差放大因子、恒温槽石英晶振频率值的偏差、收到状态信息个数等。

5.3.4.2 子站回击数据要求

低频探测子站测量的原始回击数据应包括:探测子站编号、站名、全国网统一编号、回击发生的日期、时间、方位角、磁场强度、电场强度(极性)、陡点值、陡点时间、峰点时间、过零时间、累计回击数。

5.3.4.3 定位数据格式要求

低频闪电定位系统的原始定位结果应包括:闪电回击发生的日期、时间、闪电的种类、地理位置(纬度和经度)、电流幅度、电流陡度、电荷、能量、定位结果采用的子站序号、定位误差、定位方式等。

5.3.4.4 VHF 频段闪电定位系统数据格式要求

VHF 频段闪电定位系统的原始定位结果应包括:云闪电发生的时间、三维空间的地理位置以及其他闪电特征参量。

5.4 环境适应性

5.4.1 子站安装环境要求

对闪电定位系统的探测子站和中心站安装的环境要求,请参照本标准的第 2 部分:观测方法中的相应条款。

5.4.1.1 VLF—LF 频段闪电定位子站安装的地理环境要求

VLF—LF 频段闪电定位系统站址四周地形应平坦开阔、无影响工作的高大建筑物存在,对无法回避的个别孤立障碍物时可适当降低要求。安装地点应平坦,一般不安装在建筑物或塔架上。子站应有防雷装置并满足相关规定的要求,详见本标准第 2 部分:观测方法。

5.4.1.2 VHF 频段闪电定位子站安装的地理环境要求

由于 VHF 频段电磁波的视距传播,尽可能将探测子站的室外设备安装在无障碍物的开阔地区。天线安置场地的地面应平坦,尽量保持为水平面,也可以位于山顶或建筑物顶上,地表坚硬,避免沙土和湿地;天线的接地电阻应 $\leq 4 \Omega$ 。

- a) 四周 100 m 之内应无高大建筑物和高大树木,特别是较宽或较高的导电物体(如带有金属的屋顶或防护栏);
- b) 超过 100 m 之外较大障碍物(如高山)的仰角应在 $3^\circ \sim 5^\circ$ 之间;
- c) 天线向下俯角 60° 之内不应有障碍物。

5.4.2 子站电磁场环境要求

全国闪电定位系统站网应避免与其他无线电设施产生电磁干扰。VLF—LF 频段闪电定位系统周围的电磁场环境要求电磁骚扰电平应小于闪电接收机的阈值范围。VHF 频段闪电定位系统天线和其他室外的安装应远离任何 VHF 电磁发射源,电磁场干扰应小于闪电接收机的阈值。站址的电磁环境应经过有关职能机构的测定。

5.4.3 子站环境要求

VLF—LF 闪电定位系统探测子站环境要求如表 4 所示。

表 4 VLF-LF 闪电定位系统探测子站环境要求

名称		要求范围
室外部分	工作环境	野外较为宽阔的地方,距其较近处无高山、铁塔、高压设备以及较高建筑物,电磁场干扰要小于闪电接收机的阈值范围。接地电阻小于 4Ω ,其他防雷环境要求参照国家和行业有关标准和规定
	供电电源	AC220 V(+10%, -15%), 50 Hz \pm 3 Hz
	不间断电源	在线式 1 kVA/1H 的 UPS 电源
	工作温度	-20 $^{\circ}$ C \sim +50 $^{\circ}$ C
	贮存温度	-40 $^{\circ}$ C \sim +55 $^{\circ}$ C
	相对湿度	\leq 100%RH
	抗风能力	50 m/s 时正常工作,75 m/s 时不损坏
	雨强	\leq 80mm/h
	其他防御能力	防盐雾、防霉、防沙尘和防雷击
室内部分	工作环境	普通机房
	供电电源	AC220 V(+10%, -15%), 50 Hz \pm 3 Hz,必要的环境条件需有稳压电源设备
	不间断电源	在线式 1 kVA/1H 的 UPS 电源
	温度	0 $^{\circ}$ C \sim 30 $^{\circ}$ C,对于环境恶劣的安装条件,应用户的要求可以扩展到-20 $^{\circ}$ C \sim 50 $^{\circ}$ C
	湿度	\leq 80%RH

5.4.4 闪电定位中心站环境要求

国家级和省级闪电定位系统(站网)中心站的机房应符合以下要求:

- 机房内应配备空调设施,环境温度应保持在 20 $^{\circ}$ C \sim 30 $^{\circ}$ C,相对湿度一般不超过 80%以确保设备的正常工作;
- 机房地面应铺设防静电地板,各类连接电缆和导线应按国家相关标准铺设;
- 机房内应安装防火警报系统和消防设施,应有防水、防风、防尘、防腐蚀等措施以防止鼠类和各种昆虫侵入;
- 机房内设备接地电阻应 \leq 4 Ω ;
- 机房内供电系统应符合国家有关标准,供电电压和电流应满足设备要求,电源能量应留有足够余量;
- 雷电防护符合有关法律法规和防雷技术标准要求。

6 质量保障

闪电定位系统应经过产品的定型试验、现场测试以及验收和评估,请参照本标准的第 3 部分:验收规定中的相应条款。

附录 A
(资料性附录)

闪电定位系统数据格式说明*

A.1 子站状态信息的二进制数据

二进制状态数据每 30 s 发送一次,此时不发送回击数据。当二进制回击数据发送时,状态报告应被抑制。每组状态的二进制数据包括:探测站信息、自检标志、发送状态信息时的时间、读出的当前阈值、当前的阈值通过率、GPS 接收的卫星数目、GPS 接收机工作状态、10 MHz 恒温槽石英晶振频率值的偏差值、AD 转换斜率和误差等。

二进制状态数据的帧格式码中除了终端回车和可选择的换行字符外,不包含任何控制字符。状态数据和回击数据帧的长度由一个帧长度表示位,表示从起始位以后,不包括帧长度位和帧结束位的字节数,帧头用两个字节:01H、FEH,帧尾用 1 个字节:0DH(回车符)。

表 A.1 二进制状态信息帧格式

序号	数名称据	数据内容	数据类型	字节数
1	FrameStart ID	帧起始标志第一字节(01H)	Byte	1
2	FrameStart ID	帧起始标志第二字节(FEH)	Byte	1
3	FrameTag	帧种类(为 0 表示状态信息帧)	Byte	1
4	Frame Size ID	状态信息帧的长度	Word	1
5	Detector ID	探测站编码,4 个字节	Word	4
6	Year	发送状态信息时的年,先高字节后低字节(世界时)	Byte	2
7	Month	发送状态信息时的月(世界时)	Byte	1
8	Day	发送状态信息时的日(世界时)	Byte	1
9	Hour	发送状态信息时的小时值(世界时)	Byte	1
10	Minute	发送状态信息时的分钟值(世界时)	Byte	1
11	Second	发送状态信息时的秒值(世界时)	Byte	1
12	ResultOfSelfTest	最近一次自检的通过标志	Word	2
13	Threshold	当前的阈值	Word	2
14	GPS Status	GPS 接收机工作状态:搜星状态、定位状态、授时状态	Byte	1
15	FrequencyError	10 MHz 恒温槽石英晶振频率值的偏差(实测值),单位:Hz	Integer	2
16	AD slope	AD 转换斜率	Word	2
17	AD error	AD 转换误差	Word	2
18	预留	将来备用	Byte	6
19	Checksum	帧校验和	Byte	1
20	FrameEnd ID1	帧结束标志第一字节(0DH)	Byte	1

* 本数据格式是根据气象业务对雷电监测需求而建议的基本数据格式结构。

A.2 子站回击的二进制数据

回击的二进制数据由中心站用来计算回击的位置。每组回击探测数据包括：回击到达时间、回击南北峰值磁场、回击东西峰值磁场、回击峰值电场、回击波形等闪电特征参数。

回击的二进制数据帧格式码中除了终端回车和可选择的换行字符外，不包含任何控制字符。状态数据和回击数据长度由一个帧长度表示位，表示从起始位以后，不包括帧长度位和帧结束位的字节数，帧头用两个字节：01H、FEH，帧尾用1个字节：0DH(回车符)。

表 A.2 二进制回击数据帧格式

序号	数据名称	数据内容	数据类型	字节数
1	FrameStart D1	帧起始标志第一字节(0EBH)	Byte	1
2	FrameStart D2	帧起始标志第二字节(90H)	Byte	1
3	FrameTag	帧种类(非0表示闪数据帧)	Byte	1
4	Frame Size ID	状态信息帧的长度	Word	1
5	Detector ID	探测站编码,4个字节	Word	4
6	Year	发送状态信息时的年,先高字节后低字节(世界时)	Byte	2
7	Month	发送状态信息时的月(世界时)	Byte	1
8	Day	发送状态信息时的日(世界时)	Byte	1
9	Hour	发送状态信息时的小时值(世界时)	Byte	1
10	Minute	发送状态信息时的分钟值(世界时)	Byte	1
11	Second	发送状态信息时的秒值(世界时)	Byte	1
12	$\mu\text{s}-01$	闪到达时间的0.1微秒值(世界时)	DWord	4
13	Bns	南北峰值磁场	Integer	2
14	Bew	东西峰值磁场	Integer	2
15	E	峰值电场	Integer	2
16	MSP-01 μs	最陡点时间(0.1 μs)	Word	2
17	PP-01 μs	峰点时间(0.1 μs)	Word	2
18	HWP-01 μs	后过零点时间(0.1 μs)	Word	2
19	Date Type	数据类型 0=云地 1=云闪	Byte	1
20	预留	将来备用	Byte	4
21	Checksum	帧校验和	Byte	1
22	FrameEnd ID1	帧结束标志第一字节(0DH)	Byte	1

A.3 定位数据格式

低频闪电定位数据以数据库方式存储,数据库必须满足 ODBC 开放协议。实时接收软件自动地将一天的闪电活动形成一个数据库文件,文件名为标志字符和当天日期。

每一个闪电数据包括:闪电发生的日期、放电时间、闪电的种类、地理位置(纬度、经度和高度)、归一化电磁场强度、电流幅度、电流陡度、电荷、能量、定位结果采用的子站信息、定位误差、定位方式等。数据库的数据字典定义如表 A.3 所示。

表 A.3 定位数据的数据字典

序号	特征参数名称	内容描述
1	闪电个数的序号	闪电个数的序号, 整数型
2	日期时间	以年、月、日、时、分、秒、百分秒的形式, 共 7 个数据, 字符串型数
3	闪电的种类	云、地闪电标志; 1 为地闪、0 为云闪, 字符串型数
4	闪电位置的经度	单位: 度($^{\circ}$), 双精度浮点型数
5	闪电位置的纬度	单位: 度($^{\circ}$), 双精度浮点型数
6	闪电位置的高度	单位: km, 仅对云闪有效, 浮点型数
7	闪电回击数	仅对云地闪电, 整数型
8	上升时间	单位: ms, 仅对云地闪电, 浮点型数
9	衰减时间	单位: ms, 仅对云地闪电, 浮点型数
10	闪电归一化磁场强度值	单位: T 或 Wb/m^2 , 仅对云地闪电, 浮点型数
11	闪电归一化电场强度值	单位: $0.01 \text{ mV}/\text{s}$, 正值为正闪, 负值为负闪, 仅对云地闪电, 浮点型数
12	闪电电流值	单位: 10 kA , 仅对云地闪电, 浮点型数
13	闪电电流精度	单位: Δ , 仅对云地闪电, 浮点型数
14	闪电电荷	单位: C, 仅对云地闪电, 浮点型数
15	闪电能量	单位: J, 仅对云地闪电, 浮点型数
16	定位误差参数一	单位: m, 误差分布曲线椭圆的长轴, 浮点型数
17	定位误差参数二	单位: m, 误差分布曲线椭圆的短轴, 浮点型数
18	定位误差参数三	单位: m, 误差分布曲线椭圆的倾角, 浮点型数
19	定位结果参加定位的子站总数	定位结果采用的子站总数序号, 整数型
20	前 5 个参加定位之一的子站编码	定位结果采用的子站编码序号, 整数型
21	前 5 个参加定位之二的子站编码	定位结果采用的子站编码序号, 整数型
22	前 5 个参加定位之三的子站编码	定位结果采用的子站编码序号, 整数型
23	前 5 个参加定位之四的子站编码	定位结果采用的子站编码序号, 整数型
24	前 5 个参加定位之五的子站编码	定位结果采用的子站编码序号, 整数型
25	定位误差	单位: km, 浮点型数
26	定位方式	定位结果采用的定位方式

附 录 B
(资料性附录)

闪电定位系统技术性能测试方法

业务试运行是闪电定位系统进入气象业务使用前的必要环节。闪电定位系统的业务试运行期一般为 6 个月,至少包括 2 个月的夏季雷暴季节。

根据 1 年以上业务运行测得的实际数据,闪电定位系统的平均无故障工作时间由下式计算:

a) 系统总无故障工作时间

$$MTBF = \text{闪电定位系统各探测子站开机工作时间总和} / \text{总故障次数}$$

b) 探测子站平均无故障工作时间

$$MTBF = \text{系统总无故障工作时间} / \text{系统的探测子站个数}$$

根据 1 年以上或 1 个雷暴期系统运行测得的实际数据,对其观测闪电资料与已有的其他闪电定位系统和天气雷达回波图、卫星云图以及其他观测资料进行比较分析,对闪电定位监测网的定位误差和探测效率进行评估分析。

附录 C

(资料性附录)

大气电场仪主要性能指标

C.1 大气电场仪功能

大气电场仪是测量大气平均电场的设备,能够测量晴天和雷暴天气条件下大气平均电场值和极性的连续变化,探测闪电放电(包括云闪和地闪)所引起 0 km~20 km 内的电场变化。此外还可用于易起静电或易受静电危害的场所来监测静电强度,避免可能发生的危险。其主要性能如表 C.1 所示。

表 C.1 大气电场仪主要性能指标

性能名称	指标要求
电场测量范围	低档:±5 kV/m, 高档:±50 kV/m
分辨率	±5 V/m
测量误差	<5%
响应时间	100 ms
模拟输出电压	±10 V
记录方式	数据文档存储及变化曲线显示
电源	交流:(220±10%) V 直流:(12±2) V
功耗	<8 W

C.2 大气电场仪的应用

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具有重要意义,在雷暴和闪电的监测中具有重要作用。大气电场仪能够测量地面大气电场的大小和极性,能够对对流云的起电过程进行连续监测。因此,它既能记录闪电发生前雷暴中的电活动,又可以记录雷暴中发生的闪电(包括云闪和地闪)。从组成结构上大气电场仪既可单独使用以记录局地雷电情况,又可联网监测空中电结构。

雷暴活动往往引起地面电场的显著变化。由于大气电场仪可以测量大气平均电场大小和极性的连续变化,因此它能够监测静电电场的慢变化,甚至是比较弱的慢变化。它对近距离雷暴过顶时的大气电场很敏感,可同时连续监测雷暴中的电荷在地面产生的静电场以及云闪和地闪的发生,因而应用于局地雷暴的监测和预警。

通常的闪电定位系统,通过对闪电电磁脉冲特征的测量来确定闪电的空间位置。然而雷电的产生是雷雨云中电荷累积的结果,只有当雷雨云中电荷积累到一定程度达到击穿电场强度之后闪电才开始发生,闪电定位系统也才能对其进行监测。但对于尚未发生雷电的云没有任何响应,也无法探测到闪电形成前云中电活动的演变过程,因此对只能定位地闪的闪电定位系统则记录不到在雷云早期出现的云闪。将大气电场仪和闪电定位仪进行适当的组合,可以组成区域雷暴和雷电活动的综合监测网,该网络将大大改善雷电的预报和预警功能。

附录 D
(资料性附录)
闪电特征统计月报表

日期	正闪电数	负闪电数	总闪电数	强度 20 kA 以下	强度 20 kA~50 kA	强度 50 kA~100 kA	强度 100 kA 以上	雷暴小时数	正负闪比
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
合计									

台站：_____ 统计年份：_____ 统计月份：_____ 上报人：_____ 上报日期：_____

附录 E
(资料性附录)
闪电特征统计年报表

台站：_____ 统计年份：_____

上报人：_____ 上报日期：_____

月	正闪数	负闪数	总闪数	强度 20 kA 以下	强度 20 kA~50 kA	强度 50 kA~100 kA	强度 100 kA 以上	雷暴日	正负闪比
1月									
2月									
3月									
4月									
5月									
6月									
7月									
8月									
9月									
10月									
11月									
12月									
合计									