



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 79.2—2013

闪电监测定位系统 第2部分:观测方法

Lightning detection and location system—Part 2: Observation methods

2013-07-11 发布

2013-10-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
闪电监测定位系统 第2部分:观测方法
QX/T 79.2—2013

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.cma.gov.cn>
发行部:010-68409198
北京中新伟业印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字
2014年11月第一版 2014年11月第一次印刷

*

书号:135029-5639 定价:12.00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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 闪电监测定位系统的组成和性能要求 3

5 站址环境要求 5

6 设备安装 6

7 自检和自校 6

8 维护和检修 6

附录 A(资料性附录) 探测子站状态信息数据格式说明 8

附录 B(资料性附录) 探测子站回击数据格式说明 9

附录 C(资料性附录) 中心站定位数据格式说明 10

附录 D(资料性附录) 闪电监测定位系统故障处理登记表 11

附录 E(资料性附录) 闪电监测定位系统年检维护情况登记表 12

参考文献 13

前 言

QX/T 79《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 的第 2 部分。

本部分对地基地闪电监测定位系统的观测方法做出了规定。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国雷电灾害防御行业标准化技术委员会提出并归口。

本部分起草单位：中国气象科学研究院。

本部分主要起草人：孟青、赵均壮、张义军、熊毅、张文娟。

闪电监测定位系统 第2部分:观测方法

1 范围

本标准规定了地基地闪闪电监测定位系统的观测方法所涉及的系统组成、性能要求、站址环境要求、设备安装、自检和维护等内容。

本标准适用于地基地闪闪电监测定位系统的建设、运行和维护。

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,仅所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 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB 50174—2008 电子信息系统机房设计规范

QX/T 45—2007 地面气象观测规范 第1部分:总则

QX/T 79—2007 闪电监测定位系统 第1部分:技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

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。

[QX/T 79—2007,定义 3.1]

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。

[QX/T 79—2007,定义 3.2]

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。

[QX/T 79—2007,定义 3.3]

3.4

地闪 cloud-to-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。

注:改写 QX/T 79—2007,定义 3.4。

3.5

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。

[QX/T 79—2007, 定义 3.4.1]

3.6

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。

[QX/T 79—2007, 定义 3.4.2]

3.7

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。

[QX/T 79—2007, 定义 3.4.3]

3.8

磁定向 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。

[QX/T 79—2007, 定义 3.5.1]

3.9

闪电监测定位系统 lightning detection and 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。

注:改写 QX/T 79—2007, 定义 3.6。

3.10

探测效率 detection efficiency

在给定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。

[QX/T 79—2007, 定义 3.7.1]

3.11

探测半径 effective detection radius

在给定探测效率下,闪电监测定位系统中探测子站所能够探测到的闪电活动的最远距离。

[QX/T 79—2007, 定义 3.7.2]

3.12

有效探测范围 effective detection range

在探测精度和效率达到观测规范指标要求的条件下,闪电监测定位系统可以探测的闪电活动分布的最大范围,它由探测子站的探测半径、探测子站数及其地理位置和布局确定。

[QX/T 79—2007, 定义 3.7.3]

3.13

定位误差 location error

在有效探测范围内,闪电监测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。

[QX/T 79—2007, 定义 3.7.4]

3.14

闪电探测数据 lightning detection data

闪电监测定位系统探测到的闪电活动特征参量和设备自身工作状态参量。

注:改写 QX/T 79—2007, 定义 3.8。

3.15

探测子站状态数据 status data

探测子站的工作状态数据。

注:改写 QX/T 79—2007,定义 3.8.1。

4 闪电监测定位系统的组成和性能要求

4.1 系统组成

闪电监测定位系统的组成应按照 QX/T 79—2007 中 4.3.1 的要求进行配备。

4.2 探测子站性能要求

4.2.1 技术指标

探测子站主要技术指标见表 1。

表 1 闪电监测定位系统探测子站主要技术指标

项目	要求
监测内容	地闪回击电磁场信号的到达时间、方位、强度、极性和上升时间等
探测半径	≥ 300 km
探测效率	$\geq 80\%$
地闪波形鉴别率	$\geq 95\%$
测向精度	优于 $\pm 1^\circ$
闪电回击分辨率	≤ 2 ms
GPS 授时精度	优于 1×10^{-7} s
本振日稳定度	优于 1×10^{-8} s
过电压保护水平	1.5 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 ≥ 8000 h
可维修性	平均修复时间 ≤ 0.5 h
接收机频率带宽	1 kHz $\sim$ 350 kHz
接收机触发阈值	10 mV $\sim$ 1000 mV
接收机动态范围	≥ 60 dB
场强测量相对误差	$\leq 10\%$
电压范围	AC220 V(+10%, -15%), 50 Hz $\pm$ 1 Hz
功耗	≤ 25 W
注:表中前五项指标为对磁定向法探测子站的指标。	

4.2.2 信号接收

利用正交环磁场天线、电场天线和 GPS 天线组成的集成天线,进行闪电电磁场信号接收。

4.2.3 信号波形鉴别处理

信号波形鉴别处理应包括对集成天线上各通道信号的放大滤波、波形分析和鉴别、时间基准和测量、数据传输以及工作状态监控等。探测子站系统中应包括数据终端设备,以完成数据处理、状态监控和产品查询等工作。探测子站还应具备 48 h 的数据备份存储能力,在通信手段和供电条件达不到数据传输实时性要求时,定位数据可复传或由监控中心调用。

4.2.4 测控与数据处理

测控与数据处理应包括对整个探测子站的自检、测量、数据处理和控制等,应按照编程方式运行,并将测量的回击数据送往通讯接口。探测子站阈值、通讯波特率等参数可用软件命令和波段开关进行设置。

4.2.5 GPS 时间基准和测量

GPS 天线接收到的 GPS 卫星导航信号,直接进入授时型 GPS 接收机,经过处理和分析给出标准的 1 s 脉冲同步信号和星历,时钟同步精度为 1×10^{-7} s。探测子站以 10 MHz 的高稳定恒温晶振为频源,建立精度达 1×10^{-7} s 的精密时钟,在 1 s 脉冲同步信号的作用下,对回击磁场信号进行波形时间测量。

4.2.6 自检和自校

当时钟运行到整点且探头没有处理数据时,系统自动进行自行测试和周期标定;当时钟运行到整点但探头正在处理数据时,系统等待到无闪电数据要处理时开始运行自检程序。自检结果作为二进制状态信息的一部分每 30 s 发送一次,用“通过/失效”表示。

4.2.7 通信

探测子站与中心站间的通信采用双向异步串行方式,在信道上能以 300 bps ~ 38400 bps 的任一标准波特速率传送数据。探测子站电源线和通信接口的数据线上均应接有抑制浪涌的器件。

4.3 中心站性能要求

闪电监测定位系统中心站应能够实时接收各探测子站的闪电回击数据并进行实时定位处理,能够实时控制和检测探测子站的工作状态和参数,并及时保存闪电探测数据和定位结果。中心站应能够提供闪电回击发生的时间、位置(距离和方位),强度、极性、定位精度等有关信息,且闪电事件的探测误差小于 1 km,探测效率不小于 80 %。

4.4 产品输出和显示性能要求

产品输出和显示性能通过数据查询软件实现。闪电数据查询软件能够实时显示和查询闪电数据的时空分布,并进行闪电参量的统计特征分析。

数据查询软件应至少包括以下功能:

- 具备闪电定位结果和数据的自动存储和备份,并形成闪电观测区域的灾害资料数据库;
- 形成闪电数据的实时空间分布图、闪电密度图、闪电特征统计直方图以及闪电特征参量统计年报表和月报表;
- 实现闪电信息在地理信息背景下的显示,以及特殊地形和指定线路的叠加;
- 实现多种数据、图形和图像产品的网络查询,实现各种闪电信息产品的远程传送和输出打印。

4.5 数据通信性能要求

4.5.1 中心站和各探测子站之间的数据通信应采用实时的通信方式。闪电定位系统数据通信的主要

性能要求见表 2。

表 2 闪电定位系统数据通信性能要求

性能名称	指标要求
通信方式	有线、无线
通信速率	≥ 1200 bps
通信误码率	$\leq 1 \times 10^{-6}$

4.5.2 中心站还应通过网络等其他通信手段与其他应用系统连接,定时向其他应用系统传送闪电监测数据和图形产品,并根据用户要求传送所需数据和图形产品。

4.6 数据格式

探测子站状态信息数据格式参见附录 A,探测子站回击数据格式参见附录 B,中心站定位数据格式参见附录 C。

5 站址环境要求

5.1 探测子站

闪电监测定位系统探测子站环境要求如表 3 所示。

表 3 闪电监测定位系统探测子站环境要求

名称		要求
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。在 30 m 范围内地平度小于 $\pm 1^\circ$,在 300 m 范围内地平度小于 $\pm 2^\circ$,在 300 m 范围内应没有高于探头 10 m 以上的任何物体。探头应远离各类建筑物 4 倍建筑物高度距离。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
	供电电源	AC220 V(+10 %, -15 %), 50 Hz $\pm$ 1 Hz
	环境温度	$-40^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$
	贮存温度	$-40^\circ\text{C} \sim 55^\circ\text{C}$
	相对湿度	$\leq 100\%$
	抗风能力	八级风时设备工作正常,十级风时设备不损坏
	雨强	≤ 80 mm/h
	其他防御能力	防盐雾、防霉、防沙尘和防雷电电磁脉冲
室内部分	工作环境	普通机房
	供电电源	AC220 V(+10 %, -15 %), 50 Hz $\pm$ 1 Hz,必要的环境条件需有稳压电源设备
	不间断电源	在线式 UPS 电源
	温度	$0^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$,对于环境恶劣的安装条件,应用户的要求可以扩展到 $-20^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$
	相对湿度	$\leq 80\%$

5.2 中心站

闪电监测定位系统中心站的机房应满足以下要求：

- a) 机房内应配备空调设施,环境温度应保持在 20℃~30℃,相对湿度不超过 80 %;
- b) 机房地面应铺设防静电地板,各类连接电缆和导线应按 GB 50174—2008 标准铺设;
- c) 机房内应安装火灾警报系统和消防设施,应有防水、防风、防尘、防腐蚀等措施以及防止鼠类和各种昆虫侵入的措施;
- d) 机房内设备接地电阻应不大于 4 Ω ;
- e) 机房内低压配电系统应符合 GB 50174—2008 规定;
- f) 雷电防护设施符合 GB50057—2010 要求。

6 设备安装

6.1 选址要求

选址应符合 QX/T 45—2007 和 5.1 的要求。闪电监测定位系统站址论证的技术材料应包括：

- a) GPS 或大比例尺地图获得的站址经度和纬度,精确到秒;
- b) 站址的海拔高度,精确到米;
- c) 闪电接收机工作频率内的电磁环境测试报告,保障电磁场干扰小于闪电接收机的阈值。

6.2 设备安装

6.2.1 闪电探测子站通过底盘上的安装孔固定在水泥基座上,底盘固定后装上探测仪器舱,用水平仪在平板电场天线上调整水平度,调好后紧固安装螺丝。

6.2.2 按照下列方法调节正交环磁场天线,使其指向正北向 $\pm 1^\circ$ 之内:

- a) 将日晷准确放置在天线装置顶部平面的中心位置;
- b) 利用计算好的当地太阳正午时调整天线方位,使天线装置顶部平面上的南、北刻线与日晷钢杆形成的太阳阴影线重合;
- c) 固定好天线装置,完成天线装置方位调整。

7 自检和自校

闪电监测定位系统应建立完整统一的调试流程以保护设备和定位数据的安全,并具有完成自身检测和标校的硬件部分,以及设置和检验、管理和控制的测试软件。

8 维护和检修

8.1 日常维护

探测子站和中心站技术人员应负责设备的日常检查维护工作,做好设备的清洁维护,检查供电电源、各连接线缆、接地地线、通信网络连接状态,监视设备工作状况和日志文件的保存情况。

8.2 故障检修

8.2.1 当中心站管理人员发现探测子站设备状态信息未能正常上传时,应对通信线路和设备状态进行相应检查,并及时将检测情况通知维修保障人员。

- 8.2.2 维修保障人员应及时指导探测子站技术人员进行故障处理,必要时应在 24 小时内赴现场维修,探测子站的技术人员应做好配合工作。
- 8.2.3 若故障在 48 小时内未能排除,应向省级业务主管部门报告。
- 8.2.4 所有故障处理过程和结果都应记录归档,闪电定位监测系统故障处理登记表参见附录 D。

8.3 定期检测标定

每年的强对流天气频发季节到来之前,技术保障部门应对闪电监测定位系统进行一次全面的检测标定。检查标定探测仪平板电场天线水平度和正交环磁场天线指向是否符合 6.2 节设备安装要求,检测供电电源、设备接地电阻、雷电防护设施等。检测标定情况应记录归档,闪电监测定位系统年检维护情况登记表参见附录 E。

附 录 A (资料性附录)

探测子站状态信息数据格式说明

二进制探测子站状态数据每 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:探测子站信息、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。

二进制探测子站状态数据的帧格式码中除了终端回车和可选的换行字符外,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)。二进制状态信息帧格式见表 A.1。

表 A.1 二进制状态信息帧格式

序号	数据名称	数据内容	数据类型	字节数
1	FrameStart ID1	帧起始标志第一字节(01H)	Byte	1
2	FrameStart ID2	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	探测子站编码,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(UTC)	Byte	2
7	Month	发送状态信息时的月(UTC)	Byte	1
8	Day	发送状态信息时的日(UTC)	Byte	1
9	Hour	发送状态信息时的小时值(UTC)	Byte	1
10	Minute	发送状态信息时的分钟值(UTC)	Byte	1
11	Second	发送状态信息时的秒值(UTC)	Byte	1
12	Result Of Self Test	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	Frequency Error	10MHz 恒温槽石英晶振频率值的偏差,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	Frame End ID1	帧结束标志第一字节(0DH)	Byte	1

附录 B (资料性附录)

探测子站回击数据格式说明

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。探测子站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）。二进制回击数据帧格式见表 B.1。

表 B.1 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(01H)	Byte	1
2	FrameStart D2	帧起始标志第二字节(FEH)	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	探测子站编码,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(UTC)	Byte	2
7	Month	发送状态信息时的月(UTC)	Byte	1
8	Day	发送状态信息时的日(UTC)	Byte	1
9	Hour	发送状态信息时的小时值(UTC)	Byte	1
10	Minute	发送状态信息时的分钟值(UTC)	Byte	1
11	Second	发送状态信息时的秒值(UTC)	Byte	1
12	us-01	闪电到达时间的 0.1 微秒值(UTC)	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-01us	最陡点时间(0.1 μ s)	Word	2
17	PP-01us	峰点时间(0.1 μ s)	Word	2
18	HWP-01us	后过零点时间(0.1 μ s)	Word	2
19	Date Type	数据类型 1 为地闪、0 为云闪	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

附录 C

(资料性附录)

中心站定位数据格式说明

低频闪电定位数据以数据库方式存储,数据库必须满足开放数据库互连(ODBC)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、定位结果采用的探测子站信息、定位误差、定位方式等。数据库中定位数据的数据字典见表 C.1。

表 C.1 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,整型数
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	地闪,整型数
8	上升时间	单位:ms,地闪,浮点型数
9	衰减时间	单位:ms,地闪,浮点型数
10	闪电归一化磁场强度值	单位:T 或 Wb/m ² ,地闪,浮点型数
11	闪电归一化电场强度值	单位:0.01 mV/s,正值为正闪,负值为负闪,地闪,浮点型数
12	闪电电流值	单位:10 kA,地闪,浮点型数
13	闪电电流精度	单位:A,地闪,浮点型数
14	闪电电荷	单位:C,地闪,浮点型数
15	闪电能量	单位:J,地闪,浮点型数
16	定位结果参加定位的探测子站总数	定位结果采用的探测子站总数序号,整型数
17	前 5 个参加定位之一的探测子站编码	定位结果采用的探测子站编码序号,整型数
18	前 5 个参加定位之二的探测子站编码	定位结果采用的探测子站编码序号,整型数
19	前 5 个参加定位之三的探测子站编码	定位结果采用的探测子站编码序号,整型数
20	前 5 个参加定位之四的探测子站编码	定位结果采用的探测子站编码序号,整型数
21	前 5 个参加定位之五的探测子站编码	定位结果采用的探测子站编码序号,整型数
22	定位方式	定位结果采用的定位方式

附 录 D
(资料性附录)

闪电监测定位系统故障处理登记表

闪电监测定位系统故障处理登记表样式见表 D. 1。

表 D. 1 闪电监测定位系统故障处理登记表

台站：_____ 记录人：_____ 上报日期：_____

故障发生时间：	故障恢复时间：
故障情况	
影响情况	
故障处理	
设备更换	
备 注	

附 录 E
(资料性附录)

闪电监测定位系统年检维护情况登记表

闪电监测定位系统年检维护情况登记表样式见表 E.1。

表 E.1 闪电监测定位系统年检维护情况登记表

台站：_____

上报日期：_____

检查日期：		检查人员：	
检查维护项目	检 查 维 护 情 况		
平板电场天线水平度			
正交环磁场天线指向			
自检、指示灯状态			
MOV 压敏电阻			
供电电源			
接地线、接地电阻			
通信、电源电缆			
网络传输情况			
探测仪外观、环境、场地状况			
雷电防护设施			
备 注			

参 考 文 献

- [1] QX 4—2000 气象台(站)防雷技术规范
-