

ICS 07.060  
CCS A 47

# DB50

重 庆 市 地 方 标 准

DB50/T 1278—2022

---

## 防雷安全监测预警系统技术要求

2022-07-15 发布

2022-10-15 实施

---

重庆市市场监督管理局 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 系统结构.....	2
5 雷电预警子系统.....	2
6 雷电防护装置安全监测子系统.....	6
7 系统测试.....	10
附录 A（资料性） 防雷安全监测预警系统的安装场所.....	11
附录 B（规范性） 雷电预警效率评估方法.....	12
参考文献.....	13

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由重庆市气象局提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：重庆市防雷中心、重庆莱霆防雷技术有限责任公司、中国石油天然气股份有限公司重庆销售分公司、重庆东方杰米科技有限公司、中国石油天然气股份有限公司重庆储运分公司、重庆如川科技服务有限责任公司、重庆首立建设开发有限公司、合肥佳讯科技有限公司、广东粤电阳江海上风电有限公司、重庆市南川区气象局、重庆市沙坪坝区气象局。

本文件主要起草人：李家启、许伟、曾宇、张创、林锐、何静、李卫平、易小萍、康钦利、曾武、周浩、祝锋、张亚、祝宝友、张松、丘翊仙、公方涛、陈昌胜、杨磊、吕生庆、黄聚京。

# 防雷安全监测预警系统技术要求

## 1 范围

本文件规定了防雷安全监测预警系统的术语和定义、系统结构、雷电预警子系统、雷电防护装置安全监测子系统、系统测试等技术要求。

本文件适用于雷电灾害敏感场所的防雷安全监测预警系统设计和实施。

## 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/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17949.1 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分 常规测量

GB/T 18216.4 交流1000V和直流1500V以下低压配电系统电气安全防护措施的试验 测量或监控设备 第4部分：接地电阻和等电位接地电阻

GB/T 38121—2019 雷电防护 雷暴预警系统

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

QX/T 262 雷电临近预警技术指南

## 3 术语和定义

GB 50057界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**防雷安全监测预警系统** lightning protection monitoring and early warning system

基于电子技术、网络技术、信息管理技术、气象探测和预警技术，运用物联网、大数据、云计算、人工智能算法等手段，实现雷电活动预警和雷电防护装置运行告警功能的软硬件系统。

### 3.2

**雷电预警子系统** lightning early warning subsystem

基于大气电场资料、闪电定位资料、雷达资料、气象卫星资料及其他气象观测资料，采用数值预报模式以及人工智能算法，实现提前告知目标雷电风险等级的软硬件系统。

### 3.3

**雷电防护装置安全监测子系统** safety monitoring subsystem of lightning protection device

采用接地电阻在线监测装置、电涌保护器在线监测装置、等电位联结在线监测装置、智能终端机、摄像仪等设备，实现雷电防护装置运行状况实时告警功能的软硬件系统。

### 3.4

#### 目标 target

需进行雷电预警的物体或区域。

[来源：GB 38121—2019, 3.1.24, 有修改]

### 3.5

#### 电涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

[来源：GB 50057—2010, 2.0.29]

## 4 系统结构

防雷安全监测预警系统主要由雷电预警子系统、雷电防护装置安全监测子系统构成，见图1。

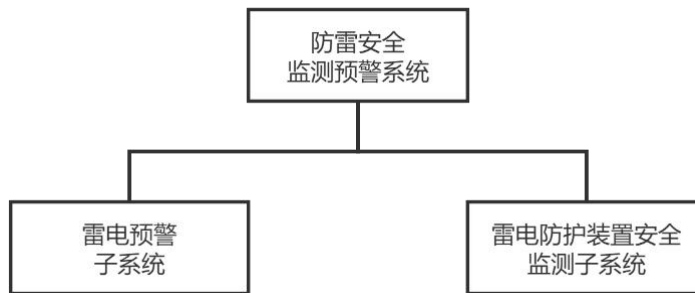


图 1 防雷安全监测预警系统结构图

## 5 雷电预警子系统

### 5.1 功能要求

可采集本地大气电场数据，融合闪电定位数据、雷达回波数据、气象卫星数据及其他气象观测数据，在进行数据质量控制基础上，利用数值预报模式和人工智能算法对雷电及其活动路径、影响范围进行预判，并在雷电活动发生前后，发出雷电预警及解除信息。

### 5.2 性能要求

#### 5.2.1 数据采集与传输

##### 5.2.1.1 雷电监测数据采集主要使用以下设备：

- 大气电场仪；
- 闪电定位仪；
- 天气雷达；
- 气象卫星。

其中，大气电场仪应在本地装设，闪电定位数据、雷达数据和气象卫星数据可通过第三方实时获取。

5.2.1.2 雷电监测数据格式见表1。

表1 雷电监测数据格式要求

数据名称	数据内容描述	监测设备（空间分辨率）
雷电日期时间	以年、月、日、时、分、秒、百分秒的形式	闪电定位仪（1 km×1 km）
雷电位置的经度	单位：度（°）	
雷电位置的纬度	单位：度（°）	
雷电位置的高度	单位：km，仅对云闪有效	
雷电流峰值	单位：kA	
极性	正极性（+）、负极性（-）	
电场强度	单位：kV/m	大气电场仪（1 km×1 km）
雷达回波强度	单位：dBZ，格点化处理的雷达回波数据或图片	天气雷达（1 km×1 km）
回波顶高	单位：km	
垂直液态水含量	单位：kg/m <sup>2</sup>	

5.2.1.3 数据传输应满足以下要求：

- 采用实时传输的方式；
- 通信方式支持有线或无线传输；
- 具有数据传输状态监控管理和断点续传能力；
- 具有开放共享数据能力。

## 5.2.2 质量控制与处理

5.2.2.1 雷电监测数据应遵循实时性、可靠性、易获取的原则。

5.2.2.2 雷电预警应采用多源数据融合资料，包含但不限于大气电场资料、闪电定位资料、雷达资料、气象卫星资料、探空资料及数值预报模式产品等。

5.2.2.3 雷电预警采用的资料应按照 QX/T 262 要求进行质量控制和处理，具体要求见表2。

表2 雷电预警资料处理要求

资料种类	参量描述	备注
大气电场资料	时间分辨率：实时； 空间分辨率：1 km×1 km； 主要参数：电场强度及其变化率阈值。	大气电场资料是雷电预警的基础资料。
闪电定位资料	时间分辨率：实时； 空间分辨率：1 km×1 km； 主要参数：闪电频次。	闪电定位资料是雷电预警的关键资料。
雷达资料	时间分辨率：6 min； 空间分辨率：1km×1km； 主要参数：雷达回波强度及其变化率阈值、雷达回波顶高等。	雷达资料是雷电预警的关键资料。
气象卫星资料	时间分辨率：≤1 h； 空间分辨率：5 km×5 km； 主要参数：相当黑体亮温（TBB）阈值及 TBB 递减率阈值。	气象卫星资料是雷电预警的基础资料。

表2 (续)

资料种类		参量描述	备注
其他资料	探空资料	时间分辨率：12 h； 空间分辨率：200 km×200 km； 主要参数：0 ℃层高度、-15 ℃层高度以及通过探空资料计算得到状态过程气块抬升高度、中层平均相对湿度、潜在性稳定度指数、对流性稳定度指数、潜在——对流性稳定度指数、对流有效位能、对流抑制能力、抬升指数、700 hPa 相当位温、大气稳定度指数 (K 指数) 等。	探空资料是雷电预警的基础资料。
	数值预报模式产品	考虑感应和非感应起电参数化方案并集成双向随机放电模式建立的二维雷暴起电、放电的云模式或中尺度模式。由探空资料提供的初始条件来模拟是否会发生雷电活动。	数值预报模式产品是雷电预警的基础资料。

### 5.2.3 雷电预警及其解除

#### 5.2.3.1 预警时效

预警时效：0 h~1 h。

#### 5.2.3.2 预警触发

根据获取资料的类别和数量，预警触发宜采取包含但不限于表3中的预警方法。其中，预警阈值 $E_w$ 、 $CR_w$ 、 $ET_w$ 、 $VIL_w$ 应根据目标所在地气候条件和季节特征等进行确定，表4给出了春、夏季参考取值。预警阈值应结合系统性能评估进行动态调整。

表3 预警方法

预警方法	采用数据	预警范围
大气电场强度 $E \geq E_w$ 的连续次数超过 6 次，且相应区域内雷达回波强度 $CR \geq CR_w$	大气电场、闪电定位和雷达回波数据	半径 10 km 范围内
对流云的雷达回波顶高 $ET \geq ET_w$ 、垂直液态水含量 $VIL \geq VIL_w$ ，且 $CR \geq CR_w$ 的雷达回波高度高于 -10 ℃ 温度层结	闪电定位、雷达回波数据	半径 10 km 范围内
注：E ——预警区域内大气电场强度，单位：kV/m。 CR ——预警区域内雷达回波强度，单位：dBZ。 ET ——预警区域内对流云的雷达回波顶高，单位：km。 VIL ——预警区域内垂直液态水含量，单位：kg/m <sup>2</sup> 。		

表4 预警阈值

预警阈值	参考值	
	春季	夏季
$E_w$ (kV/m)	6	8
$CR_w$ (dBZ)	40	42
$ET_w$ (km)	12	16
$VIL_w$ (kg/m <sup>2</sup> )	8	12



### 5.2.3.3 预警分级

预警信息分为三个等级。

- 三级预警：预计距目标一定范围（基于设备探测范围和系统预警能力确定，应不小于 10 km）、1 h 内将发生雷电活动，可能会造成雷电灾害事故。
- 二级预警：预计距目标 5 km 范围、30 min 内将发生雷电活动，出现雷电灾害事故的可能性比较大。
- 一级预警：预计距目标 3 km 范围、10 min 内将发生雷电活动，出现雷电灾害事故的可能性非常大。

### 5.2.3.4 预警解除

预计距离目标10 km范围、未来1小时内不再发生雷电活动，则发送雷电预警解除信息。

### 5.2.3.5 预警流程

雷电预警子系统应智能预判雷电及活动路径、影响区域，自动生成雷电预警等级产品及雷电预警解除产品，通过电话、传真、网络、短信、报警箱等方式发出雷电预警信息，其流程见图2。

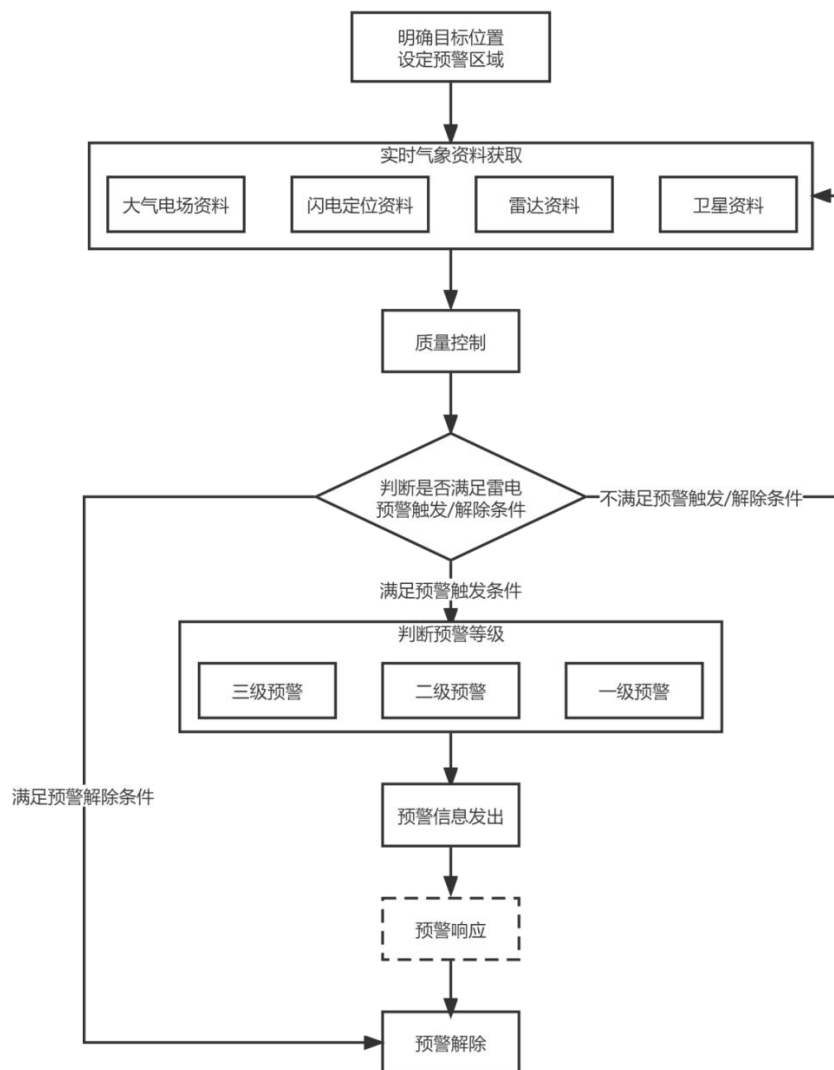


图 2 雷电预警流程图

## 6 雷电防护装置安全监测子系统

### 6.1 功能要求

对建（构）筑物及设施设备的雷电防护装置运行进行实时监测，在监测数值出现异常时进行告警，并可长期、连续记录储存防雷接地电阻、电涌保护器的运行状态、等电位联结过渡电阻等数据。

### 6.2 电涌保护器在线监测装置

#### 6.2.1 功能要求

电涌保护器在线监测装置应不影响SPD及其专用保护装置的正常运行，且具有如下功能：

- 具有对电涌保护器工作状态及其参数的实时监测功能，至少包括 SPD 动作次数、SPD 运行状态、电涌电流相关参数、SPD 遥信状态、SPD 专用保护装置遥信状态等，见表 5；
- 根据系统设置的告警阈值，在出现异常数值时发出声、光报警信号；
- 通信方式支持有线或无线传输；
- 具有远程传输、显示、查询、统计、数据存储等功能；
- 具有开放共享数据的功能。

表 5 电涌保护器在线监测性能及功能配置表

性能及功能		配置要求
性能	电涌电流峰值监测	●
	电涌电流波形监测	○
	电涌电流单位能量监测	○
	SPD 动作次数监测	●
	全电流监测	○
	温度监测	○
功能	SPD遥信状态监测	●
	SPD专用保护装置遥信状态监测	●
	SPD性能劣化趋势监测	○
	本地存储	●
	数据传输	●
注：●——必须具备的性能及功能；○——可选择的性能及功能。		

#### 6.2.2 性能要求

##### 6.2.2.1 电涌电流峰值监测

电涌电流峰值监测指标参数如下：

——电涌电流优选值（kA）

- 8/20 $\mu$ s：10、20、40、60、80、100、120、160、200kA，
- 10/350 $\mu$ s：5、10、12.5、15、20、25、50、60、100 kA；

——电涌电流峰值最小值 $\leq 0.1 \times I_{FS}$ ；

注： $I_{FS}$ 是检测系统的电流监测范围。

——测量误差应在 $\pm 10\%$ 范围内。

### 6.2.2.2 电涌电流波形监测

电涌电流波形监测参数指标如下：

- 电涌电流波形  
8/20  $\mu$ s 和 10/350  $\mu$ s；
- 电涌电流波形监测范围  
应能在电涌电流峰值监测范围内有效的记录电涌电流波形；
- 测量误差值  
波头时间与半峰值时间误差应在 $\pm 15\%$ 范围内；
- 波形记录时间长度  
波形时间长度 $\geq 2$  ms。

### 6.2.2.3 SPD 动作次数监测

应在峰值监测范围内有效地记录SPD动作次数和动作时刻：

- 时间记录最小单位：s；
- 计数范围：优选值为 0~99，0~999，0~9999。

### 6.2.2.4 全电流监测

全电流监测的主要参数和要求如下：

- 全电流监测范围  
型式试验：最小值 $\leq 50$   $\mu$ A，  
出厂试验：能在线测量 SPD 的残流；
- 全电流测量误差  
测量误差应在 $\pm 10\%$ 范围内。

### 6.2.2.5 温度监测

温度监测的装置要求如下：

- 型式试验，温度监测范围为 $-5$   $^{\circ}$ C $\sim 200$   $^{\circ}$ C，温度监测误差应在 $\pm 3$   $^{\circ}$ C范围内；
- 出厂试验，能在线测量温度，测量值与环境温度误差应在 $\pm 3$   $^{\circ}$ C范围内。

### 6.2.2.6 环境适应性

电涌保护器在线监测装置使用应满足以下条件：

- 环境温度：
  - 户内， $-5^{\circ}$ C $\sim 45^{\circ}$ C，
  - 户外， $-40^{\circ}$ C $\sim 70^{\circ}$ C；
- 相对湿度： $\leq 95\%$ ，无凝露。

## 6.3 接地电阻在线监测装置

### 6.3.1 功能要求

接地电阻在线监测装置应具有如下功能：

- 具有对防雷接地电阻进行实时测量的功能，监测的时间间隔可根据需要预先进行设定；
- 根据系统设置的告警阈值，在出现异常数值时发出声、光报警信号；
- 通信方式支持有线或无线传输；

- 具有远程传输、显示、查询、统计、数据存储等功能；
- 具有开放共享数据的功能。

### 6.3.2 性能要求

#### 6.3.2.1 通用要求

基本测量方法应符合GB/T 17949.1的要求。

#### 6.3.2.2 电磁兼容性

接地电阻在线监测装置的抗扰度应符合表6的要求。

表6 接地电阻在线监测装置抗扰度要求

试验部位	试验项目	试验方法	试验要求	标准要求
外壳	静电放电	GB/T 17626.2	3级	A或B
	射频电磁场辐射	GB/T 17626.3	2级	A
	工频磁场	GB/T 17626.8	3级	A
注：性能判据如下： <ul style="list-style-type: none"> <li>——试验过程中，在技术要求限值内功能或性能正常，可判定为A级；</li> <li>——试验过程中，功能或性能暂时降低或丧失，但能自行恢复，可判定为B级。</li> </ul>				

#### 6.3.2.3 环境适应性

监测装置运行需满足以下环境条件：

- 环境温度：-25℃~60℃；
- 相对湿度：≤95%，无凝露；
- 外部磁场：≤40 A/m；
- 外部电场：≤1 V/m。

#### 6.3.2.4 测量范围、准确度、分辨力

监测装置在基准工作条件下测试接地电阻的准确度及分辨力应满足表7的要求。

表7 接地电阻在线监测装置的准确度及分辨力要求

电阻测量范围	误差	分辨力
0.00 Ω~20.00 Ω	±2%以内	0.01 Ω
20.0 Ω~200.0 Ω	±2%以内	0.1 Ω
200 Ω~2000 Ω	±2%以内	1 Ω

### 6.4 等电位联结在线监测装置

#### 6.4.1 功能要求

等电位联结在线监测装置应具有如下功能：

- 具有对等电位联结过渡电阻实时测量的功能，测量时间间隔可根据需要进行设定；
- 根据需要设置的告警阈值，在出现异常数值时发出声、光报警信号；
- 通信方式支持有线或无线传输；

- 具有远程传输、显示、查询、统计、数据存储等功能；
- 具有开放共享数据的功能。

## 6.4.2 性能要求

### 6.4.2.1 通用要求

测量方法应符合GB/T 18216.4的要求。

### 6.4.2.2 电磁兼容性

等电位联结在线监测装置的抗扰度应符合表8的要求。

表 8 等电位联结在线监测装置抗扰度要求

试验部位	试验项目	试验方法	试验要求	标准要求
外壳	静电放电	GB/T 17626.2	3级	A或B
	射频电磁场辐射	GB/T 17626.3	2级	A
	工频磁场	GB/T 17626.8	3级	A
注：性能判据如下： <ul style="list-style-type: none"> <li>——试验过程中，在技术要求限值内功能或性能正常，可判定为A级；</li> <li>——试验过程中，功能或性能暂时降低或丧失，但能自行恢复，可判定为B级。</li> </ul>				

### 6.4.2.3 环境适应性

监测装置运行需满足以下环境条件：

- 环境温度：-25℃~60℃；
- 相对湿度：≤95%，无凝露；
- 外部磁场：≤40 A/m；
- 外部电场：≤1 V/m。

### 6.4.2.4 测量范围、准确度、分辨力

等电位联结在线监测装置在基准工作条件下测试过渡电阻的准确度及分辨力应满足表9的要求。

表 9 等电位联结在线监测装置的准确度及分辨力要求

电阻测量范围	误差	分辨力
0 Ω~1000 mΩ	±2%以内	1 mΩ
1.00 Ω~10.00 Ω	±2%以内	0.01 Ω
10.00 Ω~100.00 Ω	±2%以内	0.1 Ω
100 Ω~1000 Ω	±2%以内	1 Ω

## 6.5 雷电防护装置安全监测告警与响应

6.5.1 雷电防护装置安全监测子系统应实时监测接地电阻、电涌保护器和等电位联结状况，智能判别异常情况、及时发出告警。

6.5.2 电涌保护器在线监测装置出现告警时，应采取以下措施：

- a) 查看告警位置 SPD 状态，如已出现劣化，应立即更换；

- b) 检查出现告警位置 SPD 所在配电系统的线路，有无雷电流侵入迹象或其他安全隐患，存在相关隐患时，应立即处理。

6.5.3 接地电阻在线监测装置出现告警时，应及时查看告警位置地网状态，并使用接地电阻测试仪进行人工复测，确认地网是否已出现劣化情况，并及时进行整改。

6.5.4 等电位联结在线监测装置出现告警时，应及时查看告警位置等电位联结状态，并使用等电位测试仪进行人工复测，确认联结处是否出现劣化情况，并及时进行整改。

## 7 系统测试

### 7.1 测试周期

在防雷安全监测预警系统正式投入使用前，应进行不低于 6 个月的试运行测试，且至少包含一个夏季（6~8 月）；投入使用后每年的测试应结合其安装场所的特点进行。其中，防雷安全监测预警系统的安装场所见附录 A。

### 7.2 测试内容

7.2.1 雷电预警子系统测试，应选取连续时段内警报状态日志文件（至少包含 30 个有效警报）与雷电实况记录等资料，对预警范围、预警时效和预警效率进行评估。其中，预警效率评估按照附录 B 进行。雷电实况可通过闪电定位、卫星遥感、光学观测等方式获取。

7.2.2 雷电防护装置安全监测子系统测试，应对系统监测对象进行不少于 2 次的人工检测，并根据检测结果对系统运行状态、监测数据等进行评估。

## 附 录 A

### 附 录 B（资料性）

### 附 录 C 防雷安全监测预警系统的安装场所

防雷安全监测预警系统安装的场所包含：

- 爆炸危险场所：页岩气、天然气开采基地，油气长输管线和储存基地，危险化学品生产，加油站，加气站，炸药库，雷管库等；
- 人员密集场所：学校，医院，体育场馆，文艺汇演中心，景区，购物中心，游乐场所等；
- 交通运输枢纽：火车站，汽车站，轻轨站，机场，港口，码头，物流基地等；
- 金融信息枢纽：银行，通信机房/基站，大型计算中心等；
- 户外场所：森林公园，游泳中心，高尔夫球场，大型赛事举办地等；
- 国防设施：军械库，弹药库，军用训练场地，军用品储备场地等；
- 其他雷电灾害敏感场所。

## 附 录 D

## 附 录 E（规范性）

## 附 录 F 雷电预警效率评估方法

雷电预警效率评估指标主要包括漏报率  $P_o$ 、虚报率  $F_{AR}$ 、有效报警率  $R_A$ ，其计算方法如下：

$$P_o = \frac{N_B}{N_A + N_B} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$F_{AR} = \frac{N_C}{N_A + N_C} \dots\dots\dots (B.2)$$

$$R_A = \frac{N_A}{N_A + N_B} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$N_A$ ——正确预警雷电的次数，即预计发生雷电、且实况也发生；

$N_B$ ——漏报雷电的次数，即预计不发生雷电、但实况发生；

$N_C$ ——虚报雷电的次数，即预计发生雷电、但实况未发生。



### 参 考 文 献

- [1] GB/T 22240-2020 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
  - [2] QX/T 79-2017 闪电监测定位系统
  - [3] DB37/T 3964-2020 大型浮顶油罐安全技术规程
  - [4] T/CMSA0012-2019 爆炸和火灾危险场所雷电监测预警技术要求
-