



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 103—2009

雷电灾害调查技术规范

Technical code for lightning calamity investigation

2009-06-07 发布

2009-11-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

中华人民共和国
气象行业标准
雷电灾害调查技术规范
QX/T 103—2009

*

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:2.25 字数:60千字
2009年8月第一版 2009年8月第一次印刷

*

书号:135029-5444 定价:16.00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 调查原则、组织和调查程序 3

5 调查内容和方法 3

6 调查分析与评估 5

附录 A（资料性附录） 雷电灾害调查的仪器、设备主要性能和技术指标 6

附录 B（资料性附录） “金相法”对雷灾提取物的检测 8

附录 C（资料性附录） 剩余磁场强度的测量 12

附录 D（资料性附录） 调查表格样式 14

附录 E（资料性附录） 雷电灾害调查报告式样 26

前 言

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 为资料性附录。

本标准由全国气象防灾减灾标准化技术委员会(SAC/TC 345)提出。

本标准由全国气象防灾减灾标准化技术委员会(SAC/TC 345)归口。

本标准起草单位:天津市防雷中心、河北省防雷中心、浙江省防雷中心、北京市避雷装置安全检测中心、重庆市防雷中心、云南省防雷中心、上海市防雷中心、深圳市避雷设施检测所。

本标准主要起草人:宫全胜、吴孟恒、张卫斌、宋平健、徐迁岐、李家启、杨荣建、黄建忠、余立平、冯居福、张彦勇、周燕川、刘邕、李良福、覃彬全、孙丹波、侯柳。

雷电灾害调查技术规范

1 范围

本标准规定了雷电灾害的调查原则、项目、组织、程序、内容、方法、分析与评估。

本标准适用于因雷电引起的人员和生命体伤亡、建筑物的物理损坏、服务设施的损坏、环境的破坏等灾害的调查。

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。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 13870.1—1992 电流通过人体的效应 第一部分：常用部分

GB 16840.2—1997 电气火灾原因技术鉴定方法 第2部分：剩磁法

GB 16840.4—1997 电气火灾原因技术鉴定方法 第4部分：金相法

GB/T 17949—2000 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 18802.1—2002 低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第1部分：性能要求和试验方法

GB/T 19663—2005 信息系统雷电防护术语

GB 50057—94(2000年版)建筑物防雷设计规范

IEC 62305-1 雷电防护 第一部分：总则

IEC 62305-4 雷电防护 第四部分：建筑物内电气和电子系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

雷击 lightning stroke

雷云对大地及地面物体、生命体的放电。

[GB/T 19663—2005,定义 3.41]

3.2

雷电灾害 lightning calamity

由雷电造成的人员伤亡、火灾、爆炸或电气、电子系统等严重损毁，造成重大经济损失和重大社会影响。

3.3

雷电灾害调查 lightning calamity investigation

在雷电灾害发生后，对事故现场情况、背景情况的勘察、取证、鉴定、评估以及做出结论的全过程。

3.4

雷电灾害鉴定 lightning calamity appraisal

对事发现场调查得到的资料、数据、背景资料进行分析，对现场提取的物证进行测试以确定事故的性质及等级。

3.5

雷电流 lightning current

流过雷击点的电流

[GB/T 19663—2005,定义 3.35]

3.6

雷击点 point of strike

雷电闪击在大地或地面高耸物体(如建筑物、建筑物上的防雷装置、服务设施、树木等)的那一点。

[IEC 62305-1:2006,定义 3.8]

3.7

雷电电磁脉冲 lightning electromagnetic pulse;LEMP

与雷电放电相联系的电磁辐射。所产生的电场和磁场能够耦合到电气或电子系统中,产生破坏性的浪涌电流或浪涌电压。

[GB/T 19663—2005,定义 3.29]

3.8

雷电流的热效应 thermal effects of lightning current

强大的雷电流通过被雷击物体瞬间产生巨大热量又来不及散失,以致物体内部的水分大量变成蒸汽,并迅速膨胀产生巨大的爆炸力造成破坏。金属物体可造成融化或变形。

3.9

雷电流的电效应 electrical effects of lightning current

雷电流产生的电磁效应和雷电电磁脉冲通过阻性、容性、磁场耦合等形式造成电气、电子设备的损坏。

3.10

雷电流的机械效应 mechanical effects of lightning current

雷电流产生的机械效应指雷电流通过导体时产生电动力和内压力的破坏作用。

3.11

外部防雷系统 external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成。

3.12

内部防雷系统 internal lightning protection system

除外部防雷装置外,其他附加设施均为内部防雷系统,主要用于减小和防护在需要防护空间内所产生的电磁效应。

3.13

共用接地系统 common earthing system

将各部分防雷装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE线)、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地和信息设备逻辑地等连接在一起的接地装置。

[GB/T 19663—2005,定义 5.19]

3.14

屏蔽 shield

一个外壳、屏障或其他物体,能够削弱一侧的电、磁场对另一侧的装置或电路的作用。

3.15

电涌保护器 surge protective device;SPD

用于限制瞬时过电压和泄放电涌电流的电器,它至少包含一个非线性的元件。

[GB 18802.1—2002,定义 3.1]

3.16

闪电定位系统 lightning detection and location system

实时测量雷电发生的时间、位置、极性、强度、回击数等多项雷电参数的系统。

3. 17

剩磁法 residual magnetic method
采用对雷击点周围铁磁体剩磁检测判定是否发生雷击的方法。

3. 18

金相法 metallographic method
对铜、铝导线上的火烧熔珠和短路熔珠的不同金相组织的变化特征进行分析判定是否发生雷击的方法。

4 调查原则、组织和调查程序

4. 1 调查原则

雷电灾害调查应遵循及时、科学、公正、完整的原则。

4. 2 调查组织

- 4. 2. 1 雷电灾害调查应由主管机构指定的专业防雷机构组成调查组或直接派出调查组负责实施。
- 4. 2. 2 调查组人员应不少于三人,现场调查应不少于两人,调查组人员应具有较全面的雷电防护理论与较丰富的实践经验。需要时可聘请相关人员参加调查组。
- 4. 2. 3 调查组所需要的仪器、设备参见附录 A。

4. 3 调查程序

雷电灾害调查程序见图 1。

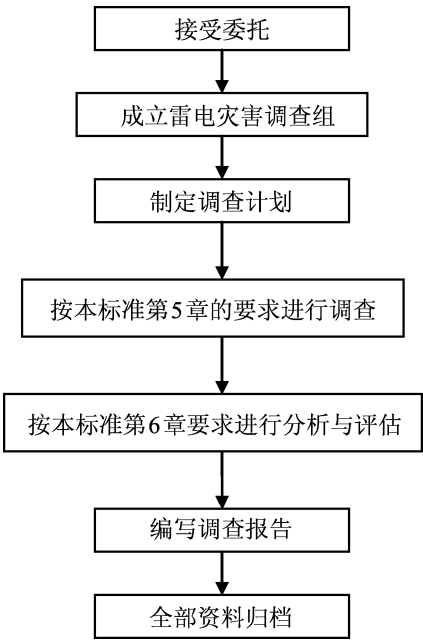


图 1 调查程序流程图

5 调查内容和方法

5. 1 气象因素的调查

- 5. 1. 1 调查距雷电灾害发生所在地的邻近气象台(站)地面气象观测记录,包括:雷电发生时的日期及初始和终止时间、雷电移动路径,当时的风向、风速、降水量、云的类型等。并要注明气象台站与发生雷电灾害地点的水平距离、方位和气象观测人员的描述等。
- 5. 1. 2 查阅气象卫星云图资料、天气雷达回波资料。

5.1.3 查阅闪电定位系统的资料包括雷电灾害发生的时间、位置、强度、极性等。

5.1.4 查阅大气电场仪记录的电场强度、电场变化曲线等资料。

5.1.5 查阅其他雷电探测资料。

5.2 环境因素的调查

5.2.1 环境因素的调查宜在事发地半径 1 km 范围内。

5.2.2 调查事发地周围山脉、水体、植被的分布状况等自然环境状况。

5.2.3 调查事发地周围主要建筑物分布状况和大气烟尘等现状。

5.2.4 调查事发地周围电力、通信线路、金属管线、轨道等金属体的现状。

5.2.5 调查事发地土壤、山脉岩质、地下矿藏、地下水等地质状况。

5.2.6 调查事发地主要建筑物屋顶材质、无线电接收发射天线、地面覆盖铁质或其他金属材料、送变电设施等影响电磁环境的状况。

5.3 历史因素的调查

5.3.1 调查事发地及周边区域历史上及近年来雷击灾害资料。

5.3.2 调查事发地的建筑物及相关设施等建设资料和历史变迁状况。

5.4 防雷装置及设备因素的调查

5.4.1 外部防雷装置的检查测试与计算

5.4.1.1 检查接闪器、引下线、接地装置,查阅设计图纸及审核机构的意见,查验防雷装置检测报告,查找雷击点和雷击痕迹。

5.4.1.2 检查防侧击雷装置状况。

5.4.1.3 按 GB/T 17949—2000 的要求测量接地电阻,防雷装置连接处的过渡电阻。

5.4.1.4 按 GB 50057—1994 的要求,采用滚球法计算接闪器的保护范围。

5.4.2 内部防雷装置的检查、测试

5.4.2.1 调查建筑物内部共用接地系统总等电位连接状况,测量预留等电位连接接地端子的接地电阻,测量所有进入建筑物的线缆屏蔽管路及铠装电缆屏蔽层与共用接地系统的等电位连接电阻。测量建筑物内金属外壳设备等电位连接接地及设备之间等相关部位等电位连接过渡电阻。

5.4.2.2 调查建筑物内机房等相关部位的屏蔽情况。

5.4.2.3 调查安装的 SPD 的型号、技术参数及其配合状况,查看其直观状况,记录 SPD 标识的技术参数,检查或取样检测 SPD 技术性能。对安装在低压配电系统的 SPD 观察其状态显示窗、指示灯的状态。查看 SPD 前端空气开关或熔断器的状态和检查 SPD 的安装工艺、SPD 的测试报告等。

5.4.3 调查建筑物内部、外部安装的系统设备的安装位置、管线走向,低压配电线路的配置,信息系统、自控系统与建筑外的信息传输方式,内部信息传输方式以及选用的设备,调查综合布线的情况。

5.5 雷电灾害事故现场因素的调查

5.5.1 对直观可见的雷击受损情况拍摄现场照片,对于现场熔珠、熔痕导体,应近距离拍照并提取样品留作进行“金相法”检查。(金相法参见附录 B)

5.5.2 对于人及其他生物体伤亡应拍摄相关照片,必要时查阅医院或公安法医检验报告。

5.5.3 听取现场相关人员的口头描述,宜取得其笔录,以了解事故发生时现场的情况。

5.5.4 测量接闪器、引下线、接地装置及现场铁磁体的剩磁。(剩磁测量方法参见附录 C)

5.5.5 查看受损设备现场状态,拍摄现场照片,对于能在现场观察到的雷击痕迹宜拆开设备外壳观察,对于现场难以判断设备损坏部位的情况,宜运用替换方法判断故障的准确部位。

5.5.6 调查受雷击单位的防雷安全规程及执行情况,特别是化学危险品、易燃易爆场所的生产工艺流程和内部与安全有关规章制度及执行情况。

5.5.7 当探测资料确定的位置距离事故发生地 1 km 以上时,还应根据雷电流的热效应、机械效应、电磁效应和剩磁法、金相法等来判定雷击对事发地雷电灾害的影响。

6 调查分析与评估

6.1 调查数据整理、分析

- 6.1.1 按 5.1、5.2、5.3、5.4 的规定填写附录 D 的附表 2 并对以上资料进行综合分析。
- 6.1.2 事故发生地气象台(站)观测记录,可作为雷电灾害的判断条件之一。
- 6.1.3 对调查的闪电定位系统、雷达回波资料进行分析判定。
- 6.1.4 按附录 C 进行分析判定。
- 6.1.5 按 5.2、5.3、5.4 整理的资料判定雷击点及雷电电磁脉冲侵入的路径。
- 6.1.6 按 5.4 规定填写附录 D 的附表 3、附表 4 确定雷击的形式。
- 6.1.7 按 5.4.2.1、5.4.2.2、5.4.2.3 填写附录 D 的附表 4 作为雷电电磁感应、高电压反击判据之一。
- 6.1.8 按 5.4.2.3 规定填写附录 D 的附表 5,判定电气、电子系统雷电损害、损失的状况、原因。
- 6.1.9 按附录 D 的附表 6 的数据分析雷电灾害的成因,对人员及其他生命体伤亡则应结合医学检验报告进行医学分析、判定。

6.2 调查评估

- 6.2.1 雷电灾害的结论分为是、不是和不能确定三种。
- 6.2.2 雷电灾害一般应分为由雷电直接造成的灾害和因雷电诱发的灾害。
- 6.2.3 雷电灾害的等级分为 A、B、C、D 四级。
 - 6.2.3.1 A 级灾害:雷击造成人员死亡、爆炸起火、重要信息系统瘫痪、公众服务系统瘫痪、企业全面停产,造成直接经济损失 100 万元以上或造成重大社会影响。
 - 6.2.3.2 B 级灾害:雷击造成人员伤害、建筑物局部受损、部分设备损坏、部分通信或网络中断,企业局部停产,直接经济损失在 20 万~100 万元之间。
 - 6.2.3.3 C 级灾害:雷击造成部分设备损坏,直接经济损失在 1 万~20 万元之间。
 - 6.2.3.4 D 级灾害:雷击造成轻度损害,直接经济损失在 1 万元以下。

6.3 调查评估报告

- 6.3.1 评估报告应客观、完整、科学、公正,包括以下主要内容:
 - a)雷电灾害的报告人(单位)、接报人(单位)、调查组的组成人员;调查报告的撰稿人、核稿人、签发人。
 - b)灾害发生的具体时间、详细地点、受灾单位(人)、灾害形式、损失情况、灾害等级。
 - c)调查内容要求方法中规定的全部资料。
 - d)检测、检查、鉴定的测试技术报告。
 - e)相关鉴定、分析技术报告。
 - f)评估意见、整改建议。
- 6.3.2 雷电灾害调查报告式样参见本标准附录 E。

附录 A
(资料性附录)

雷电灾害调查的仪器、设备主要性能和技术指标

A.1 测量工具

A.1.1 尺

- 钢卷尺:自卷式或制动式测量上限/m:1,2,3,5
- 摇卷盒式或摇卷架式测量上限/m:5,10,20,50
- 游标卡尺:全长/mm:0~150
- 分度值/mm:0.02

A.1.2 经纬仪

- 度盘分划:360°
- 最小格值:1″/1cc
- 补偿范围:±2′
- 安装误差:±0.3″

A.1.3 激光测距仪

- 测量范围:0.2 m~200 m
- 测量时间:距离测量 0.5s~4s
- 跟踪测量 0.16s~1s

A.1.4 超声波数字式测厚仪

- 测量范围 1.5 mm~200 mm
- 传感器:超声波
- 分辨率:0.1 mm
- 精度:(±0.5%*n*+0.2)

A.2 工频接地电阻测试仪

- 测量范围/Ω:0~9.9 10~99.9 100~199
- 最小分度值/Ω:0.02 0.2 2
- 精度:±3%

A.3 微欧计

- | | | | | |
|-------|-----------|-----------|----------|----------|
| 测量范围: | 0~19.99mΩ | 0~199.9mΩ | 0~1.999Ω | 0~19.99Ω |
| 分辨率: | 10μΩ | 100μΩ | 1mΩ | 10mΩ |
| 精度: | 0.1% | 0.1% | 0.1% | 0.1% |

A.4 防雷元件测试仪

- 测量范围:0~1500V 0.1μA~199.9μA
- 精度:≤±(2%+1d) ≤±(3%+3d)

A.5 剩磁测试仪

- 测量范围:0 mT~200 mT
- 分辨率:0.1 mT

A.6 数码照相机、摄像机

A.6.1 照相机

A.6.2 摄像机

A.7 频谱分析仪

频率范围:0.15 MHz~1050 MHz

中心频率显示精度:±100 kHz

扫描宽度:100kHz/格~100 MHz/格

幅度:−100 dBm~+1.3 dBm

A.8 GPS 定位仪

通道:12(L1 码)

更新率:1 Hz

首次捕获时间:40 s

协议:NMEA (GGA GSA GSV RMC)

精度(水平)单机定位:5 m~10 m

附录 B
(资料性附录)
“金相法”对雷灾提取物的检测

B.1 原理

铜铝导线无论是火灾作用熔化还是短路电弧高温熔化,除全部烧失外,一般均能查找到残留熔痕(尤其是铜导线),其熔痕外观仍具有能代表当时环境气氛的特征。

一次短路熔痕和二次短路熔痕同属于瞬间电弧高温熔化,具有冷却速度快,熔化范围小的特点,但不同的是前者短路发生在正常环境气氛中,后者短路发生在烟火与高温的气氛中,而被通常火灾热作用熔化的痕迹,其时间、温度又均与短路不同,它具有高温持续时间长,火烧范围大,熔化温度低于短路电弧温度。虽然都属于熔化,但由于不同的环境气氛参与了熔痕形成的全过程,所以保留了熔痕形成时的各自特征,其呈现的金相组织亦有各不相同的特点。

B.2 方法步骤

金相试样的设备包括选取—镶嵌—磨制—抛光—侵蚀等几个步骤,忽视任何一道工序都会影响组织分析和检验结果的正确程度,甚至造成误判。

B.2.1 试样制备

制备好的试样应具备:组织有代表性,无假象,组织真实,无磨痕,麻点或水迹等。

B.2.2 试样选取

提取试样时,必须选择有代表性的部位,应根据火灾现场的实际,确保提取有熔痕、蚀坑等可供鉴定的部位和痕迹。

B.2.3 取样部位

可在导线有熔化痕迹和有蚀坑痕迹处取样及在其附近的正常部位取样进行横、纵截面检验比较;横向截面是观察熔痕的显微组织精粒度情况,纵向截面是观察熔痕与导线间过渡区的显微组织变化情况。

B.2.4 试样尺寸

试样尺寸:直径为 12 mm,高为 10 mm 的圆柱体或为 12 mm×12 mm×10 mm 的方柱体的不同金属材质。对现场中提取的遗留物其形状特殊或尺寸细小不易握持的试样,可进行镶嵌。

B.2.5 试样提取

对于细小的试样可用钳子切取;较大试样可用手锯或切割机等切取,必要时也可用气割法截取。但烧割边缘必须与试样保持相当距离,不论用哪种方法取样均应注意试样的温度条件,必要时用水冷却,以避免试样因过热而改变其组织。

B.2.6 清除污垢

若提取的试样表面沾有油渍,可用苯等有机溶剂溶去,生锈的试样可用过硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 或磷酸洗净。至于其他简便取油除锈的方法亦可应用。

B.2.7 镶嵌

若试样过小或形状特殊时,可采用下列方法之一镶嵌试样。

B.2.7.1 塑料或电木粉镶嵌法

可用电木粉、透明电木粉或透明塑料粉在镶嵌机上镶。用电木粉时,加压 $(170\sim 250)\times 9.8\times 10^4$ Pa,同时加热至 130℃~150℃保持 5 min~7 min,随后慢冷至 75℃左右,然后水冷却即成透明镶嵌物。用塑料镶嵌时,其温度、压强及保温时间,视采用塑粉的性质而定,保温以不改变试样的原始组织为宜。

B.2.7.2 快速镶嵌法

用快速自凝牙托水(甲基丙烯酸甲酯)和自凝牙托粉镶嵌法:首先将直径为 12 mm 的圆柱体紫钢管(或其他材质管材也可)置于玻璃板上,然后将试样放在模具底部,再将快速自凝牙托水和自凝牙托粉按

一定比例混合调匀,成糊状时,注入模具内;在冬季室温较低时,可用电吹风加热促使快速凝固,夏季室温较高时,可以自然凝固;待凝固后,将模具除掉,即成镶嵌好的试样。

B.2.7.3 其他方法

除以上两种方法外,亦可将试样镶铸于低熔点的物质中。如硫黄、火漆、焊接合金(50%锡,50%铅)或武氏合金(50%铋,25%铅,12.5%锡,12.5%铬)等,有机塑料以及其他有效而不影响组织改变的镶嵌方法也可以应用。

B.2.8 试样的研磨

试样在砂纸上磨制时,用力不宜过大,每次磨制的时间也不可过长,以免变形,用预磨机细磨时,必须边磨边用水冷却,以免磨面过热引起变形。

B.2.8.1 研磨程序

准备好的试样,先在预磨机上依次由粗到细的各号砂纸上磨制。从粗砂纸到细砂纸,每一次换砂纸时,试样均须转 90 度角与旧磨痕成垂直方向,向一个方向磨至旧磨痕完全消失,新磨痕均匀一致时为止。同时每次用水将试样洗净吹干,手亦同时洗净,以免将粗砂粒带到细砂纸上。

B.2.8.2 粗抛光

经粗磨后的试样,可移到有平呢、台呢或细帆布的抛光机上进行粗抛光。磨盘的直径可为 200 mm~250 mm,转速可为 400 r/min~500 r/min,抛光粉可用细氧化铝粉或碳化粉等,抛光时间约为 2 min~5 min,抛光可用水洗净并吹干。

B.2.8.3 细抛光

经粗磨后的试样,可移至装有天鹅绒或其他纤维细匀的丝绒抛光盘上进行精抛光。抛光盘直径可为 200 mm~250 mm,转速约为 400 r/min~1450 r/min,抛光粉用经水选的极细氧化铝粉、氧化镁粉或人造金刚石研磨膏等。一般抛光到试样上的磨痕完全除去而表面像镜面时为止。抛光后除用水冲净外,建议浸以酒精,再用电吹风吹干,使试样的表面不致有水迹或污物残留。

B.2.8.4 抛光注意

- 试样在抛光盘上精抛时,用力要轻,须从盘的边缘至中心抛光,并不时滴加少许磨粉悬浮液(用氧化镁粉时应用蒸馏水悬浮液)或不时滴加少量煤油。绒布的湿度以将试样从盘上取下观察时,表面水膜能在两三秒钟内完全蒸发消失为宜。在抛光的完成阶段可将试样与抛光盘的转动方向成相反方向抛光。
- 试样在抛光时,若发现有较粗的磨痕不易去掉或经抛光后的试样在显微镜下观察发现有凹坑等情形而影响检验结果时,试样应重新磨制。

B.2.9 试样的浸蚀

精抛后经显微镜检查合适的试样,便可浸入盛于玻璃皿之浸蚀剂中进行浸蚀或揩擦一定时间。浸蚀时,试样可不时地轻微移动,但抛光面不得与皿的底面接触。

B.2.9.1 浸蚀时间

浸蚀时间视金属的性质、浸蚀液的浓度、检验的目的及显微镜的放大倍数而定。通常高倍观察时,应比低倍观察浸蚀略浅一些。一般由数秒至三十分钟不等,以能在显微镜下清晰显出金属组织为宜。

B.2.9.2 浸蚀

- 浸蚀完毕后即刻取出,并迅速用水洗净,表面再用酒精洗净,然后吹干。
- 若浸蚀程度不足时,视具体情形可继续进行浸蚀,或在抛光盘上重抛后再行浸蚀。若浸蚀过度时,则须在磨盘或砂纸上重新磨好后再行浸蚀。
- 经过浸蚀后试样表面有金属扰乱现象,原组织不能显出时,可在抛光盘上轻抛后再行浸蚀。一般如此重复数次,扰乱现象即可除去。扰乱现象过于严重,用此法不能全部消除时,则试样须重新磨制。

B.2.10 浸蚀剂

铜导线和铝导线及钢铁金属常用的化学浸蚀剂建议采用下列几种：
金相浸蚀的配比见表 B. 1。

表 B. 1 金相浸蚀的配比

品名	浸蚀剂配比		浸蚀时间
铜导线	FeCl ₃	5 g	6 s～8 s
	HCl	50 mL	
	H ₂ O 或(酒精)	100 mL	
铝导线	NaOH	1 g～2 g	数秒
	H ₂ O	100 mL	
钢铁类	HNO ₃	2 mL～4 mL	数秒
	酒精	98 m～96 m	

B. 2. 11 显微组织检验

金相检验可用各种类型金相显微镜。显微镜应安装于干燥无尘室中,并安置于稳定的桌面或基座上,最好附有减震装置。

B. 2. 11. 1 试样检验

试样检验包括浸蚀前的检验及浸蚀后的检验。浸蚀前主要检验试样的光洁度和磨痕,浸蚀后主要检验试样的显微组织。

B. 2. 11. 2 试样观察

在显微镜下观察试样时,一般先用 50～100 倍,当观察细微组织情形时,再换用高倍率。

B. 2. 11. 3 观察试样注意

- 取用镜头时,应避免手指接触透镜的表面。
- 取用镜头时应特别小心,用毕即放入盒内原处。
- 物镜与试样表面接近时,应以细调节器调节。调节时应注意物镜头部不与试样接触。
- 镜头表面有污垢时,应先用细软毛笔或无脂的羽毛拂拭,然后用擦镜纸或软麂皮擦净,必要时可用二甲苯洗擦。
- 镜头应贮存于干燥洁净的处所,显微镜不使用时需用防尘罩盖起。

B. 2. 12 显微照相

准备作显微照相的试样,应精细磨制,保持清洁。试样的浸蚀程度视照相放大倍数而定。

B. 2. 12. 1 放大倍数

照相放大倍数一般为 50～1500 倍。镜头的选择,视所需要放大倍数而定(依照显微镜说明书适当选配)。在低倍放大率(100 倍)情况下,显微镜上使用三棱反射光线以增加亮度及衬度;高倍率时,用平玻璃反射镜以增加分辨率。

B. 2. 12. 2 光源

照相使用的光源需调整适宜。所发出的光线需稳定和有足够的强度。照相时应调节光源与聚光的位置,使光束恰好能射入垂直照射器进口的中心,使所得到的影像亮度强弱均匀一致。

B. 2. 12. 3 滤光镜

滤光镜应依照物镜的种类而定。若为消色差镜头时,用黄绿色滤光片;若为全消色差镜头时,则用黄、绿、蓝色滤光片均可。

B. 2. 12. 4 试样放置

试样应平稳地放在显微镜载物台上,使其平面与显微镜光轴垂直。试样放置后,移动载物台,选择样品上合适的组织部位。并调整显微镜焦距,使影像清晰。

B.2.12.5 光圈调节

显微镜的孔径光阑(即光圈)须调节至适当大小,使显微镜所见到的像最清晰;显微镜的视场光阑(即光圈)须调节至适当大小,使影像的光亮范围能在底片大小范围内,而得到最佳的调影像反衬。

B.2.12.6 曝光时间

底片的曝光时间依试样情况(金属种类及侵蚀与否)、底片性质和光亮强弱等因素而定。必要时可用分段曝光法先行试验,自动曝光则可不用考虑。

B.2.13 显影和定影

B.2.13.1 显影

依照底片的种类选择适当的显影液。显影的温度及时间,应按照底片说明书的规定进行,一般的显影温度为 20℃ 左右。

B.2.13.2 定影

定影的温度应在 23℃ 以下。底片在定影液内停留的时间一般为 20 min~30 min。定影后的底片用流动清水清洗不少于 30 min,然后在无尘的室内晾干。若室温超过 23℃,为免除底片软化起见,可于显影后定影前经过加硬手续。普通在 2% 铬明矾: $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 与 2% 酸性亚硫酸钠: NaHSO_3 之水溶液中停留 3 min~5 min。底片在显影及定影时,有乳胶的面必须向上。底片须完全浸入溶液内,并时常晃动。

B.2.14 晒相

晒相时应依照底片的情况,灯光的强弱选择适当号数的相纸及曝光时间。曝光时间应注意不要太短和太长,应使底片上较暗部分的细致影像线条清晰地显出为度。

B.2.14.1 晒相后显影和定影

按照相纸的种类而选择的显影液。显影时间一般为 1 min~3 min 左右。显影后相纸可在含有 1.5% 醋酸水溶液中微浸之,以中和碱性显影液制止显影的作用,然后将相纸浸入定影液中进行定影;相纸在显影液及定影液内时,乳胶面均须向上,并使其完全浸入溶液内。相纸在新鲜定影液中停留的时间为 15 min 左右,若为旧定影液则可酌量延长。定影后的相片应在流动清水中漂洗 12 次,每次约 5 min,然后烘干。

B.3 导线熔痕鉴别

B.3.1 火烧熔痕

火烧熔痕的金相组织呈现粗大的等轴晶,无空洞,个别熔珠磨面有极少缩孔(多股导线熔痕除外)。

B.3.2 一次短路熔痕与二次短路熔痕区别

- 一次短路熔痕的金相组织呈细小的胞状晶或柱状晶;二次短路熔痕的金相组织被很多气孔分割,出现较多粗大的柱状晶或粗大晶界。
- 一次短路熔珠金相磨面内部气孔小而较少,并较整齐;二次短路熔珠金相磨面内部气孔多而大,且不规整。
- 一次短路熔珠与导线衔接处的过渡区界限明显;二次短路熔珠与导线衔接处的过渡区界限不太明显。
- 一次短路熔珠晶界较细,空洞周围的铜和氧化亚铜共晶体较少、不太明显;二次短路熔珠晶界较粗大,空洞周围的铜和氧化亚铜共晶体较多、而且比较明显。
- 在偏光镜下观察时,一次短路熔珠空洞周围及洞壁的颜色不明显,二次短路熔珠空洞周围及洞壁呈鲜红色、橘红色。
- 在较复杂的情况下判定一次短路熔痕和二次短路熔痕时,须结合宏观法、成分分析法和火灾现场实际情况等综合分析判定。

附 录 C
(资料性附录)
剩余磁场强度的测量

C.1 定义

C.1.1

剩余磁感应强度 remnant magnetization

磁体从磁化至技术饱和并去掉外磁场后,所保留的磁感应强度,称为剩余磁感应强度。

C.1.2

剩磁数据 data of remnant magnetism

铁磁体被导线短路电流及雷电流形成的磁场磁化后所保留的磁性数值,单位为毫特斯拉(mT)。

C.1.3

短路熔痕 short circuited melted mark

铜铝导线发生短路而形成的熔化痕迹。

C.1.4

雷电熔痕 melted mark induced by lightning

金属受雷电流高温作用所形成的熔化痕迹。

C.2 原理

由于电流的磁效应,在电流周围空间产生磁场,处于磁场中的铁磁体受到磁化作用,当磁场逸去后铁磁体仍保持一定磁性。

处于磁场中的铁磁体被磁化后保持磁性的大小与电流的大小和距离有关。通常导线中的电流在正常状态下,虽然也会产生磁场,但其强度小,留在铁磁体上的剩磁也有限。当线路发生短路或雷击或建筑物遭受雷击时,将会产生异常大电流,从而出现具有相当强度的磁场,铁磁体也随之受到强磁化作用,保持较大的磁性。

在雷灾现场中,当怀疑雷灾是由于雷击引起,而又无熔痕可作依据时,则采用对导线及雷击周围铁磁体进行剩磁检测的方法,依据剩磁的有无和大小判定是否出现过短路及雷击现象,为认定雷灾原因提供技术依据。

C.3 仪器

C.3.1 在实验室或现场勘查中使用的检测仪器

C.3.2 特斯拉计:量程为 0~100 mT,精度为 $\pm 2.5\%$,使用温度为 $+5^{\circ}\text{C}\sim +40^{\circ}\text{C}$ 。

C.3.3 剩磁测试仪:测量范围为 0~200 mT,分辨率为 0.1 mT,环境条件为 $+5^{\circ}\text{C}\sim +40^{\circ}\text{C}$ 。

C.3.4 工具

C.3.4.1 取样工具,采样袋,试样封装袋;

C.3.4.2 清洗工具,毛刷、镊子等;

C.3.4.3 酒精、丙酮等清洗溶剂。

C.4 样品

C.4.1 试样种类

C.4.1.1 铁钉、铁丝;

C.4.1.2 穿线铁;

C.4.1.3 白炽灯、荧光灯灯具上的铁磁材料;

C.4.1.4 配电盘上的铁磁材料;

C.4.1.5 人字房架(有线路)上的钢筋、铁钉;

C.4.1.6 设备器件及其他杂散金属,但以体积小的为宜。

C.4.2 试样提取

C.4.2.1 对可能有雷电产生的现场,根据实际情况进行提取,不受部位限制;

C.4.2.2 在提取试样之前应进行现场拍照,拍照应包含试样方位、状态和形态;

C.4.2.3 提取试样的注意事项

C.4.2.3.1 对固定在墙壁或其他物体上的试样,提取时不应折弯、敲打和摔落;

C.4.2.3.2 宜提取受火烧温度较低的试样;

C.4.2.3.3 对位于磁性材料附近的试样不应提取;

C.4.2.3.4 经证实该线路过去曾发生短路时,不应提取;

C.4.2.3.5 如因不便提取时可以在试样的原位置进行检测。

C.4.3 应将提取的试样装入采样袋内妥善保管,注明试样名称与提取位置,不应与磁性材料或其他物件混放在一起。

C.5 方法步骤

C.5.1 测量前采用水及溶剂清除试样表面的炭灰、污垢。

C.5.2 按仪器使用说明,接通电源、校准仪器。

C.5.3 测量操作

C.5.3.1 根据试样不同选择测量点,如铁钉、铁管、钢筋的两端,铁板的角部,杂散铁件的楞角及尖端部位;

C.5.3.2 将探头(霍尔元件)平贴在试样上,缓慢改变探头的位置和角度进行搜索式测量,直到仪表显示稳定的最大值为止;

C.5.3.3 探头与试样接触即可,不应用力按压;

C.5.3.4 测量后按试样分别做好记录。

C.6 判据

C.6.1 数据判定

C.6.1.1 避雷针尖端剩磁为 $0.6\text{ mT} \sim 1.0\text{ mT}$ 。

C.6.1.2 雷电通道的杂散铁件、钉类、钢筋、金属管道的剩磁数据均在 $1.5\text{ mT} \sim 10\text{ mT}$ 之间。

C.6.1.3 雷电流垂直通过 $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ 铁板,铁板四角剩磁为 $2.0\text{ mT} \sim 3.0\text{ mT}$ 。

C.6.1.4 当避雷线上流过 20 kA 电流时,避雷线上预埋支架、U 型卡子剩磁数据为 $2.0\text{ mT} \sim 3.0\text{ mT}$ 。

C.6.2 对比判定

当现场中处于不同部位的相同设施上均有电气线路通过时,测量线路附近设施上金属构件剩磁数据,通过对比所测剩磁数据的有无,判定具有剩磁数据的设施上通过的导线曾发生过短路。

C.6.3 磁化规律判定

C.6.3.1 磁化规律

铁磁体磁性的强弱与其距导线(短路点)的距离有关,距导线越近其磁性越强。

C.6.3.2 判定

测量时如能发现剩磁值由强到弱的变化规律,再结合所测的数据,可进一步判定该导线是否曾发生过短路。

附 录 D
(资料性附录)
调查表格样式

表 D.1 雷电灾害调查受理表

信息 来源	报告时间	
	来源方式	1. 媒体 2. 个人 3. 单位 4. 其他
	来源详细名称	
	来源联系方式	
	来源地址	
报 告 的 雷 电 灾 害 情 况	受灾单位(人)	
	受灾时间	
	受灾地点	
	受灾地联系电话	
	雷电灾害情况：	
接收人		
接收时间		

表 D.2 雷击受灾单位综合调查表

气象因素	台站名称						
	雷电发生时间	初始					
		终止					
	雷灾地与台站距离						
	气象观测人员描述						
	闪电定位数据						
	天气雷达回波资料						
	卫星云图资料						
	大气电场数据						
	环境因素	山脉、河流、湖泊、植被分布					
建筑物分布							
电磁环境							
历史因素	雷击史						
	建筑物使用变化史						
建筑物因素	结构状况						
	外部防雷系统						
	内部防雷系统						
检测人		复核人		负责人		日期	

表 D.3 外部防雷装置的调查检测表

接闪器 (一)	形式(针、网、带)											
	架设高度及位置											
	检 查	材料						规格尺寸				
		安装										
		电气连接方式										
		安全距离										
		保护范围										
接闪器 (二)	形式(针、网、带)											
	架设高度及位置											
	检 查	材料						规格尺寸				
		安装										
		电气连接方式										
		安全距离										
		保护范围										
引下 线	形式(明、暗敷)											
	主材及规格尺寸											
	引下线根数及间距											
	断接卡及保护措施											
	安装情况检查											
	引下线各测点工频接地电阻值测量											
	测点编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	工频电阻/ Ω											
	冲击阻抗											
	测点编号		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	工频电阻/ Ω											
	冲击阻抗											
	备 注	测点编号		21	22	23	24	25	26	27	28	29
工频电阻/ Ω												
冲击阻抗												
检测人		复核人		负责人		日期						

表 D. 3(续)

接 地 装 置	土壤电阻率	土壤性质(构造)														
		土壤电阻率估算值														
		测试深度和方法														
		测试值														
		季节修正系数					修正值									
	独立地检测	测点编号		1	2	3	4	5	6							
		空气中距离/SaI														
		地中距离/SeI														
		接地工频电阻														
		接地冲击电阻/Ri														
		被保护物高度/hx														
		合格判定														
	架空金属管道接地电阻值															
	架空线金具接地电阻值															
	两相邻接地装置电气连接															
	共用 接地 系统 检测	共地网的组成														
		第一地网构成							地阻值							
		第二地网构成							地阻值							
		第三地网构成							地阻值							
	人工 接地 体的 检测	人工水平接地体构成														
		人工垂直接地体构成														
		防跨步电压措施														
	工频 接地 电阻 与冲 击接 地阻 抗换 算	测量编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
		工频电阻														
		冲击阻抗														
		测量编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
		工频电阻														
		冲击阻抗														
		测量编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
		工频电阻														
		冲击阻抗														
	备 注															
检测人		复核人			负责人			日期								

表 D. 3(续)

防侧击装置	均压环的构成形式						
	均压环的间距/m						
	钢构架和主钢筋的连接						
	外墙栏杆、金属门窗和主钢筋的连接						
	幕墙、广告牌和主钢筋的连接						
检测仪器设备	编号	仪器名称	仪器型号	仪器号	仪器检定有限期		
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
外部防雷装置检测综评							
检测人		复核人		负责人		日期	

表 D.4 等电位连接调查检测表

大尺寸金属物连接	序号	连接物名称	外观检查	连接导体的材料和尺寸	连接过渡电阻值/ Ω		
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
平行敷设长金属物连接	序号	长金属物名称和净距	跨接状况	跨接导体的材料和尺寸	跨接过渡电阻值/ Ω		
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
长金属物的弯头等连接	序号	检查对象名称及位置	螺栓根数	跨接导体的材料和尺寸	跨接过渡电阻值/ Ω		
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
检测人		复核人		负责人		日期	

表 D. 4(续)

LPZ0 与 LPZ1 连接	序号	连接物名称和位置	外观检测			连接导体的材料和尺寸			连接过渡电阻/Ω			
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
LPZ1 与 LPZ2 连接	序号	连接物名称和位置	外观检测			连接导体的材料和尺寸			连接过渡电阻/Ω			
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
信息 系 统 连 接	信息设备(机房)概况：											
	星型结构(S型)概况：											
	星型结构检查											
	网 型 结 构 检 查	网格尺寸/m						材料和尺寸				
		连接点序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		相邻点间距/m										
		连接过渡电阻/Ω										
		设备连接电阻/Ω										
检测人		复核人		负责人		日期						

表 D.5 电涌保护器(SPD)调查检测表

连接至低压配电系统的 SPD 检测											
级别		第一级		第二级				第三级			
编号		1	2	1	2	3	4	1	2	3	4
安装位置											
产品型号											
安装数量											
U_c 标称值/V											
电 流	I_{imp}/kA										
	I_n/kA										
U_p 标称值/kV											
绝缘电阻测试/MΩ											
I_{ie} 测试值											
U_{imA} 测试值											
状态指示器											
引线长度											
连线色标											
连线截面/mm ²											
过渡电阻/mΩ											
检测人		复核人			负责人			日期			

表 D.5(续)

连接至电信和信号网络的 SPD 检测								
编号	1	2	3	4	5	6	7	8
安装位置								
产品型号								
安装数量								
U_c 标称值/V								
电流 I_{imp} 或 I_n /kA								
U_p 标称值/kV								
绝缘电阻值/M Ω								
I_{le} 测试值/ μ A								
U_{imA} 测试值/V								
引线长度/m								
连线色标								
连线截面/mm ²								
过渡电阻/m Ω								
标称频率范围								
线路对数								
插入损耗/dB								
检测人	复核人		负责人		日期			

表 D.6 野外雷电灾害现场调查记录表

调查日期：

受灾单位(人)		联系人	
灾害发生时间		联系地址	
灾害发生地点		联系电话	
雷击点的位置		邮政编码	
受灾现场简图：			
周边环境状况简图：			
简要说明：			

勘察人：

复核人：

表 D.7 电源供电质量和静电调查检测表

供电质量检测	测点编号	1	2	3	4		
	测试位置						
	接地型式						
	稳态电压偏移						
	稳态频率偏移						
	电压波形畸变						
	零地电压						
综合布线最小净距测量：							
检测员		复核人		负责人		日期	

表 D.8 雷电灾害调查检测综合评定表

单位名称		地址	
联系部门		联系人	
联系电话		邮编	
外部防雷装置检测综评：			
屏蔽效率检测综评：			
等电位连接检测综评：			
SPD 检测综评：			
电源质量和综合布线检测综评：			
总评：			
年 月 日（公章）			
检测员		复核人	
		负责人	
		日期	

附 录 E
(资料性附录)
雷电灾害调查报告式样

E.1 封面式样

×雷灾字[××××]第(×××)号

雷电灾害调查报告

事件名称_____

委托单位_____

××××××

E.2 扉页式样

声 明

- 1. 本报告无调查单位盖章无效,页多时未盖骑缝章无效。
- 2. 不得部分复制本报告,复制本报告未重新加盖调查单位章无效。
- 3. 本报告无调查组长、签发人签字无效。
- 4. 本报告涂改无效。
- 5. 对本报告若有异议,应于收到报告之日起十五个工作日内向本中心提出,逾期不予受理。
- 6. 本报告仅对所委托的调查事件有效。

单位地址:

联系电话:

传真电话:

电子信箱:

邮政编码:

E.3 报案及受理基本情况式样

×雷灾字[××××]第(×××)号

灾害事件名称			
灾害发生地点			
灾害发生时间			
受灾单位(人)			
联 系 人		联系电话	
受灾单位地址		邮政编码	
委托单位名称			
联 系 人		联系电话	
委托单位地址		邮政编码	
一、报案及受理基本情况			

E.4 灾害调查经过式样

×雷灾字[××××]第(×××)号

二、灾害调查经过

E.5 灾害损失情况、调查资料分析式样

×雷灾字[××××]第(×××)号

三、灾害损失情况
四、调查资料分析

E.6 灾害认定结论、雷电灾害防范措施建议式样

×雷灾字[××××]第(×××)号

五、灾害认定结论	
六、雷电灾害防范措施建议	
备注	

签发人：调查组长：编制：调查单位：(盖章)

签发日期：年 月 日
