

# 雷电灾害现场应急处置与修复实操技巧

陈可裕 何若灵

成都市防雷中心，四川省成都市，610072；

**摘要：**本报告聚焦于雷电灾害现场的应急处置与修复实操技巧。详细阐述了雷电灾害的形成、特点及危害，深入探讨了现场应急处置流程，包括现场评估、安全防护、人员救援与急救以及电力系统应急处理等关键环节。同时，针对建筑物结构、电力设备、电子设备、建筑物结构、防雷设施装置及附属设施等不同对象的修复技巧进行了系统分析。通过对这些内容的研究，旨在为相关人员提供科学、实用的操作指南，提高雷电灾害应对能力，降低灾害损失。

**关键词：**雷电灾害；应急处置；设备修复；建筑物修复

**DOI：**10.69979/3041-0673.26.01.072

雷电灾害已被联合国有关部门列为最严重的十种自然灾害之一，在全球范围内频繁发生。它不仅会对人员生命安全造成威胁，还会对建筑物、电力、电子设备等造成巨大损害。随着社会的发展，各类电子设备和智能化系统的广泛应用，雷电灾害所带来的影响愈发复杂和严重。因此，掌握雷电灾害现场的应急处置与修复实操技巧显得尤为重要。本文将围绕这一主题展开详细探讨，以期为实际工作提供有效的参考。

## 1 雷电灾害概述

### 1.1 雷电灾害的形成与特点

雷电灾害的形成与大气中的电荷分布和运动密切相关<sup>[1]</sup>。在特定的气象条件下，云层内部会产生强烈的对流运动，使得云层中的水滴、冰晶等粒子相互摩擦、碰撞，从而导致电荷的分离和积累。当云层中的电荷积累到一定程度时，就会形成强大的电场，引发云层与云层之间、云层与地面之间或者云体内各部位之间的强烈放电现象，即雷电。

雷电具有突发性、强大的能量、高电压、大电流等特点。其突发性使得人们很难提前准确预测雷电的发生时间和地点，往往在毫无防备的情况下遭受雷电袭击。雷电所释放的能量巨大，一次普通雷击产生的雷电流幅值可达到几万安培，而一些强烈的雷击，雷电流甚至能飙升至几十万安培。如果建筑物的防雷措施不到位，雷电流在传导过程中就可能对建筑物内部的电气设备、人员等造成严重的损害。比如，在一些老旧小区，由于建筑物的防雷接地系统老化，电阻增大，当雷电流通过时，无法迅速有效地将电流导入大地，导致电流在建筑物内

部乱窜，烧毁大量的电气设备，甚至引发火灾。

此外，雷电还具有选择性。它通常会选择电阻较小、地势较高的物体作为放电通道，如高耸的建筑物、大树、电线杆等。同时，雷电的影响范围较广，不仅会对直接遭受雷击的物体造成损害，还可能通过闪电感应、闪电电涌和电磁脉冲等方式对周围的电子设备、电力系统产生影响。

### 1.2 雷电的危害

长期以来，雷电一直以直击雷的形式给人类及地球上的生物以及人类文明带来灾难性的打击，对人类生命安全构成严重威胁。当人体遭受雷击时，强大的电流会瞬间通过人体，对人体的心脏、神经系统等重要器官造成损害，甚至导致死亡。据有关部门估计，全世界平均每分钟发生雷暴2000次，全球每年因雷击造成的人员伤亡超过1万人，所导致的火灾、爆炸等时有发生，严重威胁了人们的生命和财产安全，危害很大。

建筑物是雷电灾害的主要受害者之一。雷电可能通过直击雷的形式导致建筑物的结构损坏，它具有电效应、热效应或机械力等特点，可能造成屋顶坍塌、墙体开裂等。特别是一些古建筑，由于其建筑结构和材料的特殊性，更容易受到雷电的破坏，一旦受损，修复难度大，文化价值也会受到影响。此外，雷电还可能引发建筑物发生火灾和爆炸事故，进一步加剧灾害的损失。

在电力系统方面，雷电可能会导致输电线路跳闸、变压器损坏等故障。雷击产生的高电压和大电流能击穿输电线路的绝缘层，造成线路短路，影响电力的正常供应。变压器作为电力系统的关键设备，也容易受到雷电的冲击，一旦损坏，修复难度大、时间长，会给电力供

应带来严重影响，进而影响工业生产、居民生活等各个方面。

电子设备，作为现代工业的重要组成部分，已经渗透到我们生活的方方面面。雷电对电子设备的危害是不容忽视的。雷电产生的电磁脉冲会通过电源线、信号线等途径进入电子、电气设备内部，干扰设备的正常运行，

甚至损坏设备的电路元件。例如，计算机、通信设备、监控系统等在遭受雷电影响后，可能会出现数据丢失、系统崩溃等问题，给企业和个人带来巨大的经济损失。

图1为雷电危害示意图，它直观的反映了雷电通过不同路径对建筑物及设备造成的危害。

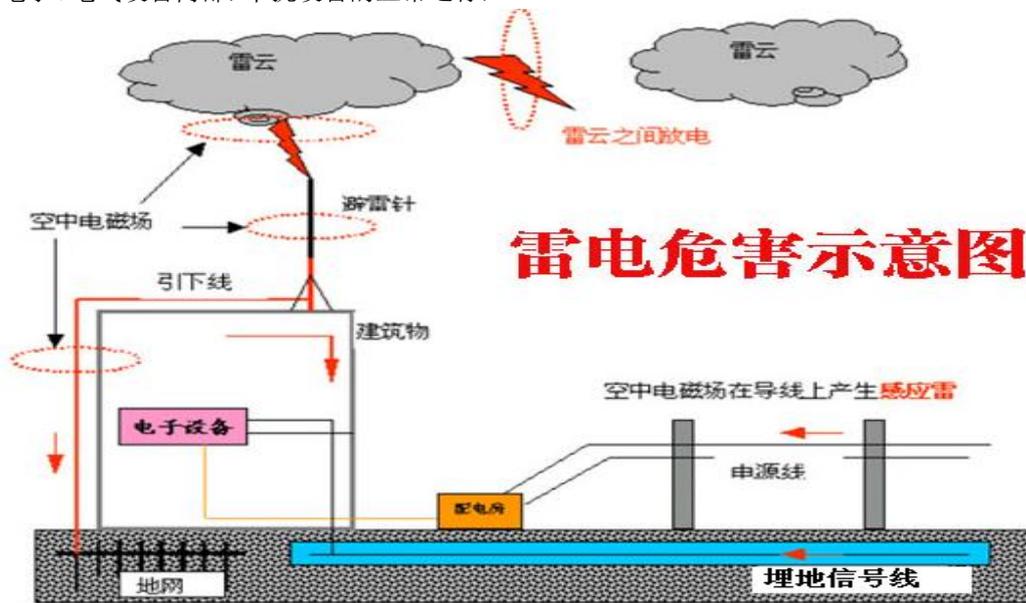


图1 雷电危害示意图

## 2 雷电灾害现场应急处置流程

### 2.1 现场评估

在到达雷电灾害现场后，首先要进行全面的现场评估<sup>[2]</sup>。评估人员需要对现场的环境状况进行详细观察，包括天气情况、地形地貌、周边环境等。了解天气情况有助于判断是否还存在再次发生雷电的可能，以便采取相应的防护措施。地形地貌的观察可以帮助评估人员确定雷电可能的传播路径和影响范围，例如在山区，雷电可能会沿着山谷传播，对山谷内的物体造成影响。

对遭受雷击的建（构）筑物或物体进行检查也是现场评估的重要内容。要查看物体的受损情况，如建筑物的外观是否有明显的损坏痕迹，电力设备是否有冒烟、烧焦等现象。同时，要评估物体的损坏程度，判断是否存在安全隐患。对于一些存在倒塌危险可能性的建筑物，要及时划定危险区域，禁止无关人员进入。

此外，还需要了解现场是否有人员伤亡情况。通过询问现场人员、查看周围环境等方式，确定是否有人员伤亡或被困。如果有人员伤亡或被困，要立即启动人员救援与急救程序。

### 2.2 安全防护措施

在进行现场应急处置时，安全防护措施至关重要。救援人员要穿戴好专业的防护装备，如绝缘手套、绝缘靴等，以防止触电事故的发生。在接近遭受雷击的物体时，要保持安全距离，避免直接接触可能带电的物体。

对于现场的危险区域，要设置明显的警示标志，如警戒线、警示灯、警示牌等，防止无关人员进入。特别是在电力设备故障现场，要确保警示标志清晰可见，避免不知情的人员误触带电设备。

### 2.3 人员救援与急救

一旦发现有人遭受雷击，要立即拨打急救电话并进行救援。救援人员要迅速将伤者转移到安全地带，避免其再次受到伤害。在转移过程中，要注意保持伤者的身体平稳，避免剧烈晃动。

对伤者进行初步的检查和急救是关键步骤。首先要检查伤者的呼吸、心跳等生命体征，如果伤者呼吸、心跳停止，要立即进行心肺复苏术。同时，要检查伤者的身体是否有明显的外伤，如烧伤、骨折等。对于烧伤部位，要及时用干净的纱布或毛巾进行包扎，避免感染。对于骨折部位，要进行简单的固定，以减轻伤者的痛苦。

在进行现场急救的同时,要尽快联系专业的医疗救援人员,将伤者送往医院进行进一步的治疗。在等待医疗救援人员的过程中,要持续观察伤者的生命体征变化,并及时采取相应的急救措施。

## 2.4 电力系统应急处理

当雷电导致电力系统出现故障时,首先要迅速切断故障线路的电源,以防止故障扩大。在切断电源时,要按照操作规程进行操作,确保自身安全。同时,要对故障线路进行标记,以便后续检修工作的开展。

对受损的电力设备进行检查和评估。查看变压器、开关柜等设备是否有明显的损坏迹象,如冒烟、异味等。使用专业的检测设备对设备的绝缘性能、电气参数等进行检测,确定设备的损坏程度。

对于一些轻微的故障,可以在确保安全的前提下进行现场修复。例如,更换受损的熔断器、修复线路的绝缘层等。但对于严重损坏的设备,如变压器烧毁等,需要及时联系专业的电力维修人员进行更换和维修。

在电力系统恢复供电前,要进行全面的检查和测试。确保所有设备都已修复正常,线路绝缘良好,避免在恢复供电时再次发生故障<sup>[3]</sup>。同时,要按照规定的程序逐步恢复供电,先对重要的用户和设备进行供电,然后再逐步扩大供电范围。

## 3 雷电灾害设备修复技巧

### 3.1 电力设备修复要点

电力设备的修复工作需遵循系统性原则。针对输电线路故障,建议采用“三步走”策略:首先通过目视巡查结合故障定位仪确定受损位置;其次根据损伤类型选择修复方案,如绝缘层破损可采用专用绝缘材料修补,导线断裂则需使用专业连接器进行接续;最后进行严格的导通测试和绝缘测试。变压器维修需特别注意油质检测和绕组状态评估,必要时可采取真空滤油或绕组重绕等措施。开关柜检修应重点关注断路器触头状态和继电保护装置参数设置,确保各保护功能正常投运。所有修复工作完成后,必须进行72小时带负荷试运行,以验证设备的稳定性和可靠性。

### 3.2 电子设备修复方法

电子设备修复需兼顾硬件维修和数据保护双重目标。硬件维修方面,建议建立标准化的检测流程:先进行外观检查,重点关注接口和外壳状态;再使用专业仪

器对电路板各元件进行参数测量;最后针对故障元件实施更换或修复。数据保护应采取“预防为主”的策略,在维修前优先进行数据备份,必要时可寻求专业数据恢复服务支持。特别提醒:电子元件更换时需严格控制焊接温度和时间,避免造成二次损伤。所有修复工作完成后,建议进行48小时连续运行测试,并做好详细的维修记录。

## 4 建筑物及设施的修复要点

### 4.1 建筑物结构修复

在对建筑物结构进行修复前,要进行详细的检测和评估。使用专业的检测设备对建筑物的结构构件进行检测,如钢筋混凝土结构的构件可以采用超声法、回弹法等检测方法,以确定构件的强度和完整性。根据检测结果,制定合理的修复方案。

对于轻微受损的建筑物结构,如墙体出现裂缝,可以采用压力灌浆的方法进行修复。通过向裂缝中注入水泥浆等材料,填充裂缝,提高墙体的整体性和稳定性。对于较严重的结构损坏,如梁、柱出现断裂等情况,可能需要采取加固措施,如粘贴碳纤维布、增设钢梁等。

在修复过程中,要注意施工质量的控制。严格按照施工规范和修复方案进行操作,确保修复后的建筑物结构能够满足设计要求和安全标准。同时,要对施工过程进行监督和检查,及时发现和解决施工中出现的問題。

### 4.2 防雷装置修复

防雷装置是建筑物抵御雷电灾害的重要保障,在遭受雷电灾害后,要及时对其进行修复<sup>[4]</sup>。首先要检查防雷装置的接闪器是否损坏。如接闪杆、接闪带、接闪网等接闪器在遭受雷击后可能会出现变形、损坏等情况,对于损坏的接闪器要及时进行更换。

检查引下线的连接是否可靠也是防雷装置修复的重要内容。引下线是将雷电电流引入大地的通道,如果引下线的连接松动或断裂,会影响雷电防护效果。要对引下线的连接部位进行检查和紧固,确保其连接牢固。

接地装置是防雷设施的关键组成部分,其接地电阻的大小直接影响防雷效果。在修复防雷设施时,要对接地装置进行检测,如接地电阻测试。如果接地电阻不符合要求,要采取相应的措施进行处理,如增加接地极数量、更换接地极材料等,以降低接地电阻。

### 4.3 附属设施修复

建筑物的附属设施如门窗、栏杆等在雷电灾害中也可能受到损坏。对于门窗的修复,要检查门窗的玻璃是否破碎、框架是否变形。如果玻璃破碎,要及时更换相同规格的玻璃;如果框架变形,要进行矫正或更换。同时,要检查门窗的密封性能,确保其良好的隔音、隔热和防水效果。

此外,建筑物的电梯、消防设施等附属设施也需要进行检查和修复。电梯在遭受雷电影响后,可能会出现故障,要对其进行全面的检测和调试,确保其安全运行。

## 5 结论与展望

通过对雷电灾害现场应急处置与修复实操技巧的研究,可以得出以下结论:雷电灾害具有突发性、强大的能量和高破坏性等特点,对人员生命安全、电力系统、电子设备和建筑物等造成了严重危害。在雷电灾害现场应急处置方面,现场评估、安全防护、人员救援与急救以及电力系统应急处理等环节都至关重要,必须严格按照科学的流程和方法进行操作,以最大限度地减少灾害损失。

未来,随着科技的不断发展,雷电灾害的预警和监测技术将不断提高。更先进、完善的气象监测设备和技

术将能够更准确地预测雷电的发生时间和地点,为人们提前做好防范措施提供更有力的支持。

## 参考文献

- [1] 杨森. 雷电预测及风险评估支持下的雷灾保费厘定研究[D]. 南京信息工程大学, 2018.
- [2] 刘威, 欧阳霖. 基于 ArcGIS 的网格化雷电灾害风险评估方法研究与应用[J]. 沙漠与绿洲气象, 2023, 17(02): 170-175.
- [3] 林小杰, 钟静, 陈海涛, 等. 一起风电场雷电灾害调查分析[J]. 科学咨询(科技·管理), 2021, (01): 39.
- [4] 赵仲茂, 梁静宇, 李斌. 新建建筑物防雷设施检测问题分析及处理对策[J]. 河南科技, 2021, 40(13): 76-78.

作者简介: 陈可裕(1982.06—), 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 四川省自贡市, 学历: 大学本科, 职称: 高级工程师, 研究方向: 雷电防御。

何若灵(1992.02—), 性别: 女, 民族: 汉, 籍贯: 甘肃, 学历: 本科, 职称: 助理工程师, 研究方向: 雷电防御。