

论黔东南州香炉山景区防雷装置安全检测技术

李泽丽¹, 熊永花², 刘 刽¹, 欧阳飞¹, 包林灵¹

¹黔东南州雷盾防雷检测有限公司, 贵州 黔东南

²黔东南州州气象局, 贵州 黔东南

收稿日期: 2024年12月23日; 录用日期: 2025年1月14日; 发布日期: 2025年1月24日

摘要

本文全面且深入地探讨了黔东南州香炉山景区防雷装置安全检测技术。首先详细分析了景区的地理和气象特征, 包括复杂的地势、起伏的山脉、较高的海拔、亚热带湿润季风气候导致的高温多雨和湿度较大等, 这些因素共同影响了雷电活动的规律。接着阐述了雷电对景区人员、建筑物和设施、电子设备等方面造成的多种危害, 如直接击中和间接产生的跨步电压、接触电压对人员的威胁, 对景区建筑结构的破坏、引发火灾的风险, 以及对电子设备的干扰和损坏等。然后重点论述了防雷装置安全检测在保障人员生命安全、保护景区设施和财产、维护景区正常运营方面的重要性。详细介绍了香炉山景区防雷装置的类型及构成, 包括接闪器、引下线、接地装置、等电位连接和浪涌保护器(SPD)等, 并明确了防雷装置安全检测的技术要点和方法, 如接闪器、引下线、接地装置、等电位连接和SPD的检测内容与方法。最后得出结论, 强调加强景区防雷装置安全检测工作对于保障景区安全、促进可持续发展的重要意义, 并提出了未来进一步提升检测工作的建议和方向。

关键词

香炉山景区, 防雷装置, 安全检测技术, 雷电危害, 景区运营

On the Safety Testing Technology of Lightning Protection Devices in Xianglushan Scenic Area, Qiandongnan Prefecture

Zeli Li¹, Yonghua Xiong², Zhao Liu¹, Fei Ouyang¹, Linling Bao¹

¹Qiandongnan Leidun Lightning Protection Testing Co., Ltd., Qiandongnan Guizhou

²Qiandongnan Prefecture Meteorological Bureau, Qiandongnan Guizhou

Received: Dec. 23rd, 2024; accepted: Jan. 14th, 2025; published: Jan. 24th, 2025

文章引用: 李泽丽, 熊永花, 刘钊, 欧阳飞, 包林灵. 论黔东南州香炉山景区防雷装置安全检测技术[J]. 管理科学与工程, 2025, 14(1): 175-181. DOI: 10.12677/mse.2025.141019

Abstract

This article comprehensively and deeply explores the safety inspection technology of lightning protection devices in Xianglushan Scenic Area, Qiandongnan Prefecture. Firstly, it analyzes in detail the geographical and meteorological characteristics of the scenic area, including the complex terrain, undulating mountains, high altitude, and the subtropical monsoon climate with high temperature, abundant rainfall and high humidity, which jointly affect the pattern of lightning activities. Then, it elaborates on the various hazards caused by lightning to personnel, buildings and facilities, and electronic equipment in the scenic area, such as the threat to personnel from direct strikes and indirect step voltage and contact voltage, the damage to the structure of scenic area buildings, the risk of fire, and the interference and damage to electronic equipment. Subsequently, it emphasizes the significance of safety inspection of lightning protection devices in ensuring the safety of personnel, protecting the facilities and property of the scenic area, and maintaining its normal operation. It provides a detailed introduction to the types and components of lightning protection devices in Xianglushan Scenic Area, including lightning rods, down conductors, grounding devices, equipotential bonding and surge protective devices (SPD), and clarifies the technical points and methods of safety inspection of lightning protection devices, such as the inspection contents and methods of lightning rods, down conductors, grounding devices, equipotential bonding and SPD. Finally, it concludes by emphasizing the importance of strengthening the safety inspection of lightning protection devices in the scenic area for ensuring its safety and promoting sustainable development, and puts forward suggestions and directions for further improving the inspection work in the future.

Keywords

Xianglushan Scenic Area, Lightning Protection Device, Safety Detection Technology, Lightning Hazard, Scenic Area Operation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

黔东南州香炉山景区以其壮丽的自然风光和丰富的人文景观吸引了众多游客。然而，由于景区所处的特殊地理位置和气候条件，雷电活动较为频繁，对景区内的人员和设施构成了潜在威胁。这不仅给景区内的游客和工作人员带来了潜在的生命威胁，还可能对景区内丰富多样的建筑、设施以及珍贵的电子设备造成不可估量的损害，从而影响景区的正常运营和可持续发展。例如，根据《建筑物防雷设计规范》(GB 50057) [1]，因此，深入探究科学且有效的防雷装置安全检测技术，对于确保景区的安全与稳定，具有极其重要的现实意义。

2. 香炉山景区地理与气象特征

2.1. 地理环境

香炉山称为黔阳第一山，该景区位于黔东南州，地势复杂，山脉起伏，海拔 1233.8 米。这种地形容易导致气流上升，增加了雷电形成的可能性。山峰和山谷的交错分布，使得气流在山间流动时产生强烈的对流运动。在上升气流的作用下，水汽迅速凝结，形成积雨云。而高处的山峰往往成为雷电的首选目

标，因为它们突出于周围地形，更容易吸引雷电放电。

2.2. 气象条件

该地区属于亚热带湿润季风气候，夏季高温多雨，湿度较大。暖湿气流与冷空气交汇频繁，为雷电活动提供了有利条件。据当地气象资料统计，每年雷电日数较多，且雷电流强度较大。在夏季，来自海洋的暖湿气流携带大量水汽，与来自北方的冷空气相遇，形成强烈的锋面。这种锋面系统常常引发大规模的对流活动，导致雷电的频繁发生。此外，季风的影响使得该地区的风向和风速变化较大，进一步加剧了大气的不稳定状态，增加了雷电生成的几率。

3. 雷电对香炉山景区的危害

3.1. 对人员的威胁

防雷装置检测是防雷减灾工作任务之一，也是景区安全中的一项十分重要的工作，它是对雷电防护装置的性能、质量和安全进行全面检测的活动，监督和保证防雷装置是否能起到其防雷效果的必要措施 [2]。人们普遍认为，安装了防雷装置之后，雷电防护就万事大吉了，当然不是，因为所有的防雷装置是否有效发挥作用才是雷电防护的关键所在，所以防雷装置检测工作就显得尤为重要，做好防雷检测工作是防止或减少雷电灾害发生，是消除或降低雷电安全隐患，是保障景区和游客的生命财产安全。雷电可能直接击中游客或景区工作人员，造成伤亡事故。即使未直接击中，雷电产生的跨步电压和接触电压也可能危及生命安全。当雷电击中地面时，电流会以放射状向四周扩散。在这个过程中，如果人的双脚处于不同电位的区域，就会产生跨步电压。当人接触到带电物体或者与带电物体之间存在电位差时，就会产生接触电压。这两种电压都可能导致电流通过人体，引起电击伤害，严重时甚至导致死亡。

3.2. 对建筑物和设施的破坏

景区内的建筑、观景台、电力设施等设施可能因遭受雷击而损坏，影响景区的正常运营，造成巨大的经济损失。雷击产生的强大电流和高温可能导致建筑物的结构受损、起火燃烧。对于木质结构的建筑，雷击引发火灾的风险更高。观景台等高处的设施由于位置突出，更容易成为雷击的目标，其金属结构可能被熔化或变形，影响其使用安全和稳定性。电力设施一旦遭受雷击，可能会发生短路、跳闸等故障，影响景区的供电，导致照明、通信、交通等系统瘫痪。例如，根据《防雷减灾管理办法》[3]，加强防雷装置的检测和维护是减少雷电灾害损失的重要措施之一。

3.3. 对电子设备的影响

雷电产生的电磁脉冲可能干扰或损坏景区内的监控系统、通信设备、电力设备等电子设备，影响景区的管理和服务功能。电磁脉冲会在瞬间产生强大的电磁场，通过感应耦合、传导耦合等方式进入电子设备内部，造成电路故障、芯片损坏、数据丢失等问题。监控系统的失效会导致景区安全监管出现盲区，通信设备的损坏会影响信息的传递和应急指挥，电力设备的故障则会影响整个景区的电力供应，给景区的正常运营带来极大的不便。

4. 防雷装置安全检测的重要性

4.1. 保障人员生命安全

通过检测确保防雷装置有效，降低人员遭受雷击的风险，保护游客和工作人员的生命安全。防雷装置是保护人员免受雷击伤害的重要屏障。有效的防雷装置能够将雷电电流迅速引入地下，减少其对地面

人员和建筑物的影响。定期的安全检测可以及时发现防雷装置的故障和缺陷，确保其在雷电来临时能够正常工作，从而为人员提供可靠的保护。正如《雷电防护装置检测技术规范》(GB/T 32938) [4]中所强调的，有效的防雷检测能显著提升防护效果。

4.2. 保护景区设施和财产

及时发现并修复防雷装置的缺陷，防止雷电对景区建筑物、设备等造成损坏，减少经济损失。景区内的建筑物、景观设施、电力通信设备等都是重要的资产。一旦遭受雷击损坏，不仅会影响景区的正常运营，还需要投入大量的资金进行修复和重建。通过定期的防雷装置安全检测，可以提前发现潜在的风险，采取相应的措施进行防范，降低因雷击造成的财产损失。

4.3. 维护景区正常运营

保障电子设备正常运行，确保景区的通信、监控、电力等系统不受雷电干扰，维持景区的正常秩序和服务质量。在现代景区管理中，通信、监控和电力系统起着至关重要的作用。这些系统中的电子设备对雷电产生的电磁脉冲非常敏感。如果防雷装置失效，雷电可能会干扰或损坏这些设备，导致景区的管理和服务功能受到影响，如监控画面丢失、通信中断、电力故障等。定期的防雷装置安全检测可以保证这些系统的稳定运行，为景区的正常运营提供保障。

5. 香炉山景区防雷装置的类型及构成

5.1. 接闪器

包括接闪杆、接闪带、接闪网、接闪杆线等，用于直接接受雷电并将其引入引下线。避雷针通常安装在建筑物或设施的顶部，通过尖端放电效应吸引雷电。避雷带则是沿建筑物的屋脊、屋檐等部位敷设的带状金属导体，避雷网则是由纵横交错的金属网格组成，覆盖在建筑物的表面，能够更有效地拦截雷电。

5.2. 引下线

连接接闪器和接地装置的金属导体，将雷电流导入至接地装置。引下线一般采用圆钢或扁钢制成，其数量和布置应根据建筑物的结构和防雷类别确定，以确保雷电流能够迅速、均匀地导入接地装置。

5.3. 接地装置

包括接地极和接地线，将雷电流迅速散入大地，降低地电位抬升。接地极可以是金属棒、铜板或角钢等，埋设在地下一定深度。接地线则将接地极与引下线连接起来，形成完整的接地系统。良好的接地装置能够有效地降低接地电阻，提高防雷效果。

5.4. 等电位连接

将景区内的金属构件、电气设备、电子设备等进行等电位连接，减少雷电产生的电位差。通过将不同的金属物体用导体连接在一起，使它们在雷电作用下保持相同的电位，从而避免电位差引起的火花放电和设备损坏。

5.5. 浪涌保护器(SPD)

安装在电源线路和信号线上，抑制雷电过电压和过电流，保护设备免受损坏。SPD 能够在瞬间导通，将过高的电压和电流分流到大地，保护与之相连的电气设备和电子设备。

6. 防雷装置安全检测技术要点

6.1. 接闪器检测

(1) 检查接闪器的材质、规格、防腐情况，确保其符合设计要求和相关标准。接闪器通常采用镀锌钢材或不锈钢等耐腐蚀材料制作，其直径、厚度和长度应符合规范要求。如果发现接闪器存在锈蚀、腐蚀等情况，应及时进行处理或更换，以保证其良好的导电性能和机械强度。

(2) 测量接闪器的高度、保护范围，验证其是否能够有效覆盖保护对象。接闪器的高度和位置直接影响其保护范围，应根据建筑物的高度、形状以及周围环境等因素进行计算和确定。使用专业的测量仪器，如激光测距仪、全站仪等，对接闪器的高度和保护范围进行测量，确保其能够完全覆盖需要保护的区域，如建筑物的顶部、屋檐、阳台等。

(3) 检查接闪器与引的连接是否牢固，焊接处是否有锈蚀、断裂等情况。接闪器与引下线的连接是雷电电流传导的关键环节，应确保连接牢固可靠。检查连接点的焊接质量，有无虚焊、漏焊等情况，焊接处应进行防腐处理，防止锈蚀。同时，还应检查螺栓连接是否紧固，是否有松动现象。

(4) 较高的接闪器，检测人员无法检查检测时，采用无人机进行巡检，判定其是否牢固松动、锈蚀、断裂等现象。

6.2. 引下线检测

(1) 检查引下线的数量、位置、间距是否符合设计要求。引下线的数量和布置应根据建筑物的防雷类别、面积和高度等因素确定，确保雷电电流能够均匀地分散导入接地装置。引下线的间距应符合规范要求，一般不应大于规定的最大值。

(2) 测量引下线的电阻值，判断其导通性能是否良好。引下线的电阻值直接影响雷电电流的传导效果，应使用专用的电阻测试仪对引下线的电阻进行测量。电阻值应符合相关标准的要求，一般不应大于规定的限值。如果电阻值过大，说明引下线导通性能不良，可能存在断裂、腐蚀等问题，应及时进行排查和处理。

(3) 查看引下线在地面以上 1.7 m 至地下 0.3 m 段的保护措施是否完好。这一区域是引下线容易受到机械损伤和腐蚀的部位，应采取防护套管、防腐涂料等保护措施。检查保护措施是否完好，有无破损、脱落等情况。

6.3. 接地装置检测

(1) 测量接地电阻值，判断其是否满足接地要求。接地电阻是衡量接地装置性能的重要指标，应使用接地电阻测试仪进行测量。接地电阻值应符合相关规范和设计要求，一般情况下，建筑物的接地电阻不应大于规定的限值。如果接地电阻值过大，说明接地装置的效果不佳，可能需要增加极数量、改善接地土壤条件或采用其他降阻措施。

(2) 检查接地极的埋设深度、间距、材质，以及与接地线的连接情况。接地极的埋设深度和间距应符合设计要求，材质应符合耐腐蚀、导电性能良好等要求。检查接地极与接地线的连接是否牢固，焊接处是否有锈蚀、断裂等情况，确保连接可靠。

(3) 查看接地装置周围的土壤电阻率，评估接地效果。土壤电阻率是影响接地电阻的重要因素之一，应使用土壤电阻率测试仪对接地装置周围的土壤电阻率进行测量。通过分析土壤电阻率的分布情况，可以评估接地装置的效果，并为改进接地措施提供依据。

6.4. 等电位连接检测

(1) 检查等电位连接带的材质、规格、连接方式是否正确。等电位连接带通常采用铜质或铝质材料制

作，其宽度、厚度应符合规范要求。连接方式应采用焊接、螺栓连接或熔接等可靠的方式，确保连接牢固、导电性能良好。

(2) 测试等电位连接的导通性，确保各个金属构件之间电位均衡。使用等电位测试仪对等电位连接的导通性进行测试，测量电阻值应符合要求。如果导通性不良，可能存在连接点松动、氧化等问题，应及时进行处理。

6.5. SPD 检测

(1) 检查的型号、参数是否与保护线路匹配。SPD 的选型应根据被保护线路的电压、电流、频率等参数以及雷电防护等级进行确定。检查 SPD 的型号、标称放电电流、最大持续工作电压等参数是否符合设计要求和相关标准。

(2) 测试 SPD 的压敏电压、漏电流等性能指标，判断其是否正常工作。使用专业的测试仪器，如 SPD 测试仪，对 SPD 的压敏电压、漏电流等性能指标进行测试。压敏电压应在规定的范围内，漏电流应符合要求。如果测试结果异常，说明 SPD 可能已经损坏或性能下降，应及时更换。

(3) 查看 SPD 的安装位置、接线方式是否符合规范要求。SPD 应安装在电源进线端、信号线路的入口处等位置，并按照正确的接线方式进行连接，确保其能够有效地发挥保护作用。

7. 防雷装置安全检测方法

7.1. 外观检查

通过肉眼观察防雷装置的外观，检查其是否存在变形、锈蚀、断裂、脱落明显缺陷。外观检查是防雷装置安全检测的基础，能够快速发现一些直观的问题。对于接闪器，应检查其是否有弯曲、变形、破损等情况；对于引下线，应检查其是否有断裂、锈蚀、脱落等现象；对于接地装置，应检查接地极是否露出地面、接地线是否破损等。

7.2. 仪器测量

(1) 使用接地电阻测试仪测量接地电阻值。接地电阻测试仪是测量接地电阻的常用仪器，有手摇式、数字式等多种类型。在测量时，应选择合适的测量点和测量方法，按照仪器的操作规程进行操作，确保测量结果的准确性。

(2) 采用等电位测试仪检测等电位连接的导通性。等电位测试仪能够测量等电位连接点之间的电阻值，判断导通性能是否良好。在检测时，应将测试仪的测试探头分别接触等电位连接点，读取电阻值并进行判断。

(3) 运用防雷元件测试仪测试 SPD 的性能参数。防雷元件测试仪可以测量 SPD 的压敏电压、漏电流等性能参数，评估其工作状态。将 SPD 从线路中拆除，连接到测试仪上进行测试，根据测试结果判断其是否正常。

7.3. 数据分析

对检测得到的数据进行分析处理，与相关标准和规范进行对比，判断防雷装置是否合格。数据分析是防雷装置安全检测的重要环节，通过对测量数据的分析，可以准确判断防雷装置的和状况。例如，将接地电阻值与规范要求的限值进行比较，判断接地装置是否满足要求；将 SPD 的性能参数与标准值进行对比，确定其是否需要更换。

8. 结论

加强对香炉山景区防雷装置的安全检测工作，不仅能够保障游客的生命财产安全，维护景区的正常

运营，还有助于保护景区的自然和文化资源，促进当地旅游业的可持续发展。

总之，香炉山景区防雷装置安全检测技术是一项综合性、系统性的工作。只有不断提高检测技术水平，严格按照规范标准执行检测工作，及时发现和消除防雷装置的安全隐患，才能有效地预防雷电灾害，保障景区的安全和稳定。同时，还应加强对景区工作人员和游客的防雷安全教育，提高他们的防雷意识和自我保护能力，共同营造一个安全、舒适的旅游环境。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑物防雷设计规范(GB 50057) [M]. 北京: 中国建设出版社, 2010.
- [2] 中国建筑标准设计研究院. 建筑物电子信息系统防雷技术规范(GB 50343) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [3] 中国气象局第 24 号令《防雷减灾管理办法》[Z]. 2011.
- [4] 雷电防护装置检测技术规范(GB/T 32938) [EB/OL].
<https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=CA6E46D45DEF287CE41B0A7B936CBCFD>, 2017-03-01.