

电气装备防雷设置检测及运行维护研究

曹永进

国家能源集团煤焦化有限责任公司西来峰甲醇厂 内蒙古 乌海 016000

摘要: 电气装备防雷作为电力企业的重要工作环节,目前,从相关企业工作开展情况来看,存在工作环节不科学、装备落后、更新不及时等问题,为直击雷、感应雷、雷电波侵入等安全事故埋下了极大隐患,而严格防范、熟练技术、落实维护工作等已成为电力企业的重点工作方向。以电气装备防雷设置的基本原理为切入点,探讨电气装备防雷设置的检测要点,并提出电气装备防雷设置的运行维护策略,望对相关企业开展工作有所参考。

关键词: 电气装备; 防雷设置检测; 运行维护

雷电可能导致设备损坏、数据丢失、系统瘫痪等一系列严重的后果,电气装备防雷设置必不可少,能将雷电流引入地下,降低雷电对电气设备损害的风险,确保电气设备的稳定运行。

1 电气装备防雷设置检测基本概述

1.1 检测主要内容。外部防雷装置。接闪器:检查避雷针/带/网的结构完整性、锈蚀程度(锈蚀率 $\leq 1/3$)、安装位置是否符合滚球法保护范围计算要求。引下线:验证主筋引下线的电气贯通性、焊接质量及间隔距离(水平部分0.5~1.5m,垂直部分1.5~3.0m)。接地装置:测试接地电阻值(一般 $\leq 4\Omega$)、检查接地体材料(镀锌钢/铜材)及埋深($\geq 0.8\text{m}$)。内部防雷装置。等电位连接:核查金属构件、设备外壳的等电位联接质量,消除雷电引发的电位差。浪涌保护器(SPD):检测安装位置、工作状态(如电压保护水平 U_c 值)及分级泄流能力(首级100kA,末级残压 $\leq 1\text{kV}$)。

1.2 检测技术方法。目视检查。对避雷装置外观、连接点紧固性、防腐涂层脱落等情况进行定性评估。仪器测量。接地电阻测试:采用三极法或钳形法,测量接地系统电阻并符合设计要求。过渡电阻检测:使用微欧计验证连接点电阻 $\leq 0.03\Omega$,确保雷电流导通效率。功能验证。模拟雷电冲击测试避雷器动作特性,验证其响应时间及泄流能力。

1.3 标准与周期。规范依据。遵循《建筑物防雷设计规范》GB 50057,涉及接闪器布局、引下线间距、均压环设置等技术参数。检测周期。爆炸危险场所:每半年检测;一类防雷建筑:每年检测;普通建筑:2年检测。

2 电气装备防雷设置检测的目的与重要性

2.1 检测目的。防护设备安全。通过定期检测防雷装置的有效性,确保接闪器、引下线、接地系统等关键部件正常运作,防止雷击直接损坏电气设备或引发火

灾、爆炸等次生灾害。确保合规性。遵循国家强制标准(如《建筑物防雷设计规范》、《防雷装置检测技术规范》),满足法律法规对防雷设施的定期检测要求,规避行政处罚风险。系统性维护。动态评估防雷装置老化、锈蚀、连接失效等问题(如浪涌保护器元器件劣化、接地电阻超标),通过数据监测提出针对性整改方案,延长系统使用寿命。

2.2 重要性分析。安全保障。雷电过电压可直接损毁电气设备核心元件,甚至威胁人员生命安全。防雷检测通过消除接闪器断裂、引下线松动、浪涌保护器失效等隐患,显著降低雷击事故概率。法规强制要求。我国明确要求爆炸危险场所、一类防雷建筑等高危场景需每年检测,普通建筑每2年检测一次,未履行责任可能面临法律追责。经济损失预防。雷击可导致设备停运、数据丢失及维修成本剧增。定期检测优化防雷系统性能(如接地电阻 $\leq 4\Omega$ 、SPD残压 $\leq 1\text{kV}$),减少设备维修及生产中断损失。系统性管理支撑。检测报告为气象监管部门提供数据支持,助力风险动态评估;数字化档案记录检测结果与整改措施,便于事故追溯及责任划分。

3 电气装备防雷运行维护基本要求

3.1 管理体系要求。责任落实。地方气象主管机构应制定并公示防雷安全重点单位目录清单,明确监管对象。建立涵盖检测单位、设备使用方及监管部门的防雷安全责任体系,确保三方协作履职。数字化监管。所有雷电防护装置检测报告须实时上传至防雷安全信息化监管平台,实现全流程数字化追溯。依托全国一体化数字监管系统,优化线上线下协同的动态监管模式。

3.2 定期检测要求。检测周期。常规雷电防护装置每年至少检测1次;爆炸、火灾危险环境场所的装置每半年检测1次。雷雨季节前需完成全面检查,雷电路活跃区域应增加巡检频次。风险评估。大型建设工程、人员密集场

所等项目必须开展雷电灾害风险评估,保障公共安全。

3.3 技术维护要求。设备状态检查。外部防雷装置(接闪器、引下线)需检查腐蚀、脱焊及机械损伤,腐蚀深度超过截面1/3时应更换。内部防雷装置需验证等电位连接的电气连续性,避免断路或接触不良。接地系统维护。接地电阻值异常时需排查土壤条件或接地装置完整性,确保符合设计标准(爆炸危险区域接地电阻不大于 4Ω)。设备外壳、屏蔽层须可靠接地,降低雷击电磁脉冲风险。避雷器与SPD管理。阀式避雷器需定期测试阀片的非线性特性,排气式避雷器应检查产气管完整性。浪涌保护器(SPD)需清除积尘、检测漏电流与温升,及时更换老化或失效器件。

3.4 专业管理要求。人员资质。维护工作须由具备雷电防护技术的专职人员执行,并定期开展防雷安全培训。档案管理。建立防雷装置全生命周期档案,包括设计图纸、检测记录及事故处理报告等,确保可追溯性。

4 电气装备防雷装置定期检测规定

4.1 检测周期规定。常规检测。常规电气装备的雷电防护装置应每年至少检测1次,确保其性能符合国家标准^[1]。高风险场所检测。爆炸、火灾危险环境场所(如油库、气库、化学品仓库、烟花爆竹仓库等)的防雷装置需每半年检测1次。

4.2 检测范围和对象。覆盖设施类型。检测范围包括:一、二、三类防雷建(构)筑物及其内部电气设备、易燃易爆危险场所、人员密集场所(学校、医院、商场等)、桥梁、铁塔、塔吊等露天设施。重点行业领域。交通枢纽(车站、机场)、通信设施、能源设施(加油站、石化装置)等关键行业必须纳入定期检测范畴。

4.3 检测资质与实施主体。资质要求。检测单位需持有省级气象主管机构颁发的雷电防护装置检测资质证书,甲级资质单位可检测所有类别防雷装置,乙级资质仅限第三类防雷装置。主体责任。防雷装置的使用单位或产权单位需主动委托合规检测机构检测,并配合整改隐患,接受气象等部门监管。

4.4 整改与监管要求。整改措施。检测中发现装置不合格的,检测单位应提出整改建议;易燃易爆场所防雷装置检测不合格且拒不整改的,需及时向气象主管部门报告。数字化监管。所有检测报告须实时上传至防雷安全信息化监管平台,实现全流程数字化追溯与动态监管。

4.5 违规处理与法律依据。拒绝检测或整改的场所,气象主管部门可依法查处;涉及公共安全的重大隐患将向社会公示。

5 电气装备防雷措施与设备

5.1 外部防护措施。避雷装置。避雷针/避雷线:安装于建筑物、变电站等高处以拦截直击雷,通过引下线将雷电流导入大地^[2]。避雷器:如阀式避雷器、氧化锌避雷器,用于限制过电压,保护电气设备免受雷击损坏。接地系统。采用低电阻接地网(如镀锌钢管、扁钢),降低雷电流泄放阻力;爆炸危险场所接地电阻需 $\leq 4\Omega$ 。定期检查接地连接可靠性,防止松动或腐蚀导致电阻超标。屏蔽措施。对重要设备采用金属屏蔽罩(如机房机柜)或屏蔽电缆,阻挡雷电磁场干扰。

5.2 内部防护措施。浪涌保护器(SPD)。在电源线、信号线入口安装SPD,分流电涌电流并限制过电压。SPD需定期检测漏电流、温升及积尘,及时更换失效器件。等电位连接。将设备金属外壳、管线等连接至统一的接地干线,消除电位差。建筑物内通过等电位端子排实现系统整体电位均衡。

5.3 设备与系统维护要求。定期检测。常规防雷装置每年检测1次,爆炸危险场所每半年检测1次。检测包含接地电阻测试、避雷器性能验证及SPD状态检查。数字化管理。检测数据实时上传至防雷安全信息化监管平台,实现全流程追溯。

5.4 特殊场所防护要点。爆炸/火灾危险环境:增加避雷器密度,缩短检测周期至半年,强化接地系统防腐处理。电力系统与变电站:采用避雷线、避雷针组合防护,优化绝缘设计并定期进行雷击风险评估。

6 电气装备防雷设备维护与检查方法

6.1 维护周期要求。常规检测。普通电气装备的防雷装置应每年至少检测1次,检测内容包括接地电阻、避雷器性能和浪涌保护器(SPD)状态。雷雨季节前需完成全面检查,雷电活跃地区应增加巡检频次。高风险场所检测。爆炸、火灾危险环境(如油库、化工厂)的防雷装置需每半年检测1次,重点关注接地系统防腐和避雷器密度。

6.2 检查内容与方法。外部防雷装置检查。目视检查:观察避雷针、避雷线的外观是否腐蚀、断裂或脱焊;引下线连接点是否松动。接地电阻测试:使用接地电阻测试仪测量接地电阻值,高风险场所要求 $\leq 4\Omega$,普通场所 $\leq 10\Omega$ 。内部防雷装置检查。等电位连接验证:通过导通性测试仪验证金属构件、管线与接地干线之间的电气连续性。SPD性能检测:检查浪涌保护器的漏电流、温升和老化状态,必要时更换失效器件。避雷器专项检测。阀式避雷器需测试阀片非线性特性,氧化锌避雷器需测量泄漏电流和绝缘电阻。

6.3 技术维护措施。接地系统维护。定期清理接地体周围杂物,检查镀锌层腐蚀情况;接地引线断裂或截面损失超30%时需更换。土壤电阻率高的区域可通过添加降阻剂或敷设环形接地网优化接地性能^[3]。避雷器与SPD管理。避雷器金属部件需涂抹防锈漆,SPD端口积尘需用软毛刷清理并检查接线紧固性。避雷器放电计数器动作次数异常时,需进行密封性检查和工频放电电压试验。设备环境维护。雷击风险区域的电缆沟、配电柜需加装金属屏蔽层,防止雷电电磁脉冲干扰。

6.4 记录与监管要求。数据归档。检测和维护记录需详细存档,包括接地电阻值、避雷器测试数据及整改措施,档案保存期限 ≥ 5 年。数字化管理。所有检测结果实时上传至防雷安全信息化监管平台,实现风险预警和全流程追溯。通过规范化的维护流程与技术手段,可显著提升电气装备防雷系统的可靠性,降低雷电灾害风险。

7 电气装备防雷与防静电措施

7.1 防雷措施。(1)直击雷防护。避雷针/避雷线:安装于建筑物顶部或设备周围,引导雷电流通过引下线泄入大地,保护电气设备免受直接雷击。接地系统:采用低电阻接地网(接地电阻 $\leq 10\Omega$,爆炸危险场所 $\leq 4\Omega$),确保雷电流快速导入大地,降低过电压风险。

(2)感应雷与雷电波防护。浪涌保护器(SPD):在电源线、信号线入口安装SPD,限制瞬态过电压,分流电涌电流,保护敏感电子设备。屏蔽措施:对关键线路采用金属屏蔽层或铠装电缆,减少雷电电磁脉冲干扰;控制室、通信室等场所配置金属屏蔽网。等电位连接:将设备外壳、金属管线与接地干线连接,消除电位差,防止雷击时放电损伤设备。(3)特殊场所防护。变电站/电力系统:采用避雷线与避雷针组合保护,优化绝缘设计;进线段1-2km增设避雷器,降低雷电波侵入风险。易燃易爆场所:缩短检测周期至半年,增加避雷器密度,接地

系统需加强防腐处理。

7.2 防静电措施。(1)接地与导电材料。静电接地系统:设备金属外壳、管道等连接至专用接地网,接地电阻 $\leq 100\Omega$ (油罐等危险场所 $\leq 30\Omega$)。导电材料使用:输送易燃液体的管道采用导电软管,禁止使用绝缘材料容器存储易燃介质。(2)环境控制与设备防护。增湿与抗静电剂:在干燥环境中增加湿度(如喷雾装置),或使用抗静电剂降低材料表面电阻。静电消除装置:安装离子风机或静电消除器,中和带电物体表面积聚的静电电荷。(3)操作与维护规范。流速控制:易燃液体输送时流速 $\leq 1\text{m/s}$,避免高速流动产生静电积聚。定期检测:检查接地系统完整性、设备静电消散性能,确保防静电措施有效性。

7.3 综合管理要求。定期检测:防雷装置每年至少检测1次,高风险场所每半年1次;防静电接地电阻每季度检测。台账与数字化监管:检测结果上传至防雷安全信息化平台,建立完整的整改与维护档案。通过多层级防护技术与管理措施,可有效降低雷电与静电对电气装备的危害风险。

总之,相关人员需深入掌握电气装备防雷设置原理,依据实际情况开展目视检查、电阻测量、雷电流测量、运行状态监测等具体工作,同时,明确运行维护的具体流程,并详细记录数据信息,以档案形式呈现保存,以此形成良好的电气防雷装置检测与运行维护体系,从而更好地保障供电系统的正常运行。

参考文献

- [1]马宏宇.电气装备防雷设置检测及运行维护.2022.
- [2]张长富.电气设备防雷装置检测需注意的事项及其运行维护探究.2023.
- [3]刘海英.电气装备防雷设置检测及运行维护探讨.2022.