

# 配电线路施工过程中的接地技术规范与安全保障措施

郭汉培

440126\*\*\*\*\*6313

**摘要:** 配电线路作为电力系统向终端用户输送电能的关键环节,其施工过程中的安全性至关重要。接地技术是保障施工人员人身安全、设备稳定运行及系统防雷抗干扰的核心手段。本文系统阐述了配电线路施工中接地技术规范的核心要求,深入分析了施工过程中可能面临的安全风险类型,最后提出多层次安全保障措施体系。本文旨在为电力施工企业、监理单位及相关从业人员提供一套科学、实用的技术指导与安全实践框架,推动配电线路施工安全水平的持续提升。

**关键词:** 配电线路施工; 接地技术; 技术规范; 安全保障; 接地电阻; 安全防护; 电力系统安全; 施工管理

**DOI:** 10. 64216/3080-1508. 25. 11. 092

## 引言

配电线路网络遍布城乡各个角落,承担着将高压电能转换为适宜用户使用的低压电能的重要任务。在施工阶段,由于涉及高空作业、地下开挖、电气连接等多种交叉操作,加之野外环境复杂多变,安全风险尤为突出。接地技术作为防止触电事故、疏导雷电流、稳定系统电位的基础性措施,其施工质量直接关系到整个配电系统的安全运行基础。近年来,随着电网规模扩大和用电负荷增长,配电线路施工项目数量激增,因接地不规范引发的安全事故时有发生,不仅造成人员伤亡和设备损失,也严重影响供电可靠性与社会稳定。因此,深入研究配电线路施工中的接地技术规范,构建科学有效的安全保障体系,对于预防事故发生、保障作业人员生命安全、维护电网稳定运行具有重大现实意义和深远社会价值。

## 1 配电线路施工接地技术规范的核心要求

### 1.1 接地体材料选择与规格标准

接地体的材料选择直接影响接地系统的寿命与效能。现行规范推荐使用热镀锌钢材作为主要材料,因其兼具良好的导电性、机械强度和性价比。常用型钢包括圆钢、角钢、钢管等。圆钢直径一般不小于规定值,角钢厚度不小于特定毫米数,钢管壁厚亦需满足最低要求。在腐蚀性较强的土壤环境中,应优先选用镀锌层更厚或截面积更大的钢材,或考虑采用铜覆钢、不锈钢等耐腐蚀材料。垂直接地体长度通常为规定米数,间距需大于其长度的数倍以减少屏蔽效应。水平接地体多采用扁钢或圆钢,扁钢截面尺寸需达到规范要求。所有材料进场

前必须进行严格的质量检验,核查材质证明、镀锌层厚度检测报告等,杜绝不合格品用于工程。焊接连接时,焊缝应饱满无虚焊,搭接长度符合规范倍数要求,焊后清除药皮并涂刷防腐沥青漆。

### 1.2 接地装置的结构形式与敷设工艺

接地装置的结构设计需因地制宜。常见形式包括单一垂直接地体阵列、水平放射状接地网以及复合型接地体。在土壤电阻率均匀区域,可采用以垂直接地体为主的简单结构;在岩石或高阻土壤区,则需结合水平接地体或降阻剂使用。敷设工艺的核心在于确保接地体与土壤紧密接触,减小接触电阻。垂直接地体打入时需保持垂直,顶端距地面深度符合设计。水平接地体应敷设于冻土层以下,沟深宽度满足规范,回填土分层夯实,优先选用低电阻率土壤或添加降阻剂改良。多根接地体连接时,应采用焊接或专用连接器,形成连续电气通路。对于阀型避雷器、变压器中性点等重要设备的接地,应设置独立接地干线引至主接地网,避免共用接地路径带来的干扰风险。所有连接点均需做防腐处理,特别是在腐蚀性土壤中,可考虑增加阴极保护等强化防腐措施。

### 1.3 接地电阻的限值要求与测量方法

接地电阻是衡量接地装置性能的核心指标,其限值与系统电压等级、设备类型及所在区域密切相关。一般而言,配电变压器中性点工作接地电阻不宜超过规定欧姆值,独立避雷针接地电阻通常要求更低。在高土壤电阻率地区,允许适当放宽限值但需采取降阻措施并记录备案。接地电阻测量应在干燥季节进行,避免雨后立即测试。常用测量方法包括三极法(电位降法)、钳表法

等。三极法需在接地体上插入辅助电流极和电压极,按规定距离布置,使用接地电阻测试仪读取数值。测试时应断开接地装置与其他设备的连接,确保测量结果准确反映本体电阻。对于大型接地网,可采用电位分布法进行多点测量评估。测量数据需详细记录并存档,作为验收依据和后期运维参考。若实测值超标,需分析原因(如连接不良、土壤干燥、腐蚀断裂等),并采取增补接地体、更换降阻材料、改善接触状况等措施直至达标<sup>[1]</sup>。

## 2 配电线路施工过程中的安全风险识别与分析

### 2.1 触电伤害风险

触电是配电线路施工中最致命的风险类型。其成因复杂多样:一是误触带电体,可能因安全距离不足、错误判断线路停电状态、突然来电或感应电导致;二是接地失效或不良,当设备漏电时无法有效导流,使外壳长时间带电;三是跨步电压伤害,在接地故障点附近行走时两脚间承受危险电位差;四是接触电压危害,人体同时接触故障设备外露可导电部分和地时发生。高风险作业场景包括登杆作业、近电吊装、电缆头制作、试验接线等环节。尤其在雷雨天气、夜间照明不足、疲劳作业状态下,风险倍增。触电后果取决于电流大小、路径和持续时间,轻则灼伤致残,重则心脏骤停致死。

### 2.2 雷击与过电压风险

施工期间,裸露的设备、线路和临时设施暴露于自然环境中,易受雷击侵害。直击雷击中杆塔或设备,瞬间产生极高电压和巨大电流,可击穿绝缘、烧毁设备、引发火灾。感应雷通过电磁耦合在邻近导体上产生过电压,威胁未投运设备或仪表安全。操作过电压则源于开关操作或故障暂态过程。这些过电压波沿线路传播,若未在接地装置上得到有效释放,将通过电磁感应、地电位抬升等方式危及现场人员和已安装设备。在空旷地带、山顶、水域附近施工时,雷击风险尤为突出<sup>[2]</sup>。

### 2.3 火灾与爆炸风险

电气火灾主要由短路电弧、过载发热、接触不良过热引发。施工中可能因导线绝缘损伤、工具金属部件意外搭接、接线错误等原因导致相间或对地短路。临时用电线路私拉乱接、超负荷运行、缺乏保护措施同样隐患巨大。接地不良会加剧故障时的电弧能量和温升。此外,在易燃易爆场所(如油库、燃气站附近)施工,静电积聚或电气火花可能成为点火源。焊接、切割等动火作业

若防火措施不到位,也可能引燃周边可燃物。火灾蔓延迅速,扑救困难,可能造成重大财产损失和次生灾害。

### 2.4 高处坠落与物体打击风险

配电线路施工大量涉及高空作业,如杆塔组立、导线架设、设备安装等。作业人员可能因安全带未正确使用、脚扣或爬梯打滑、恶劣天气影响、身体失稳等原因从高处坠落。坠落高度越高,后果越严重。同时,高空落物风险不容忽视:工具材料放置不当、绑扎不牢、构件松动脱落等,均可能对下方人员造成严重打击伤害。在交叉作业区域,上方作业对下方构成持续威胁。风力较大时,此类风险显著增加。

## 3 配电线路施工安全保障措施体系构建

### 3.1 施工前安全准备与策划

完备的前期准备是安全施工的基石。首要任务是编制详尽的施工组织设计和安全专项方案,其中接地工程部分需明确技术路线、材料清单、工艺流程图、质量验收标准及应急预案。方案须经专家评审和审批后方可实施。其次,开展全员安全技术交底,确保每位作业人员熟知接地规范、风险点及防控措施,签字确认后方可上岗。现场勘察需细致评估地形地貌、土壤性质、地下管线分布、临近带电体位置等,为接地装置选址和基础开挖提供依据。物资准备阶段,严格把关接地材料质量证明文件,按规范要求进行抽样复检,不合格品坚决退场。特种作业人员必须持有效证件上岗,并定期参加复训考核。现场布置应设立明显的安全警示标志,划分作业区、材料堆放区和通行道路,确保布局合理、通道畅通<sup>[3]</sup>。

### 3.2 接地施工过程精细化控制

过程控制是保障接地工程质量的核心。开挖接地沟槽时,须使用合格机具,注意避让地下管线,深度宽度符合设计要求。接地体敷设应平直牢固,回填土分层夯实,优先使用原状好土,避免使用石块、建筑垃圾。焊接作业必须由持证焊工操作,焊缝经外观检查和必要的无损检测确认合格后,及时做好防腐处理。连接引线应使用合适截面的多股软铜线,压接或焊接可靠。隐蔽工程覆盖前,须由施工负责人、质检员、监理三方联合验收并留存影像资料。引入重要设备(如变压器、开关柜)的接地线,应单独引接并标识清晰。施工全过程推行“三检制”(自检、互检、专检),上一道工序不合格不得进入下一道工序。利用信息化手段如移动终端拍照上传、

二维码追溯等方式,实现接地体安装位置、连接质量的实时记录和追踪。

### 3.3 人员安全培训与个体防护

人员素质是安全的根本。建立常态化安全培训机制,内容涵盖接地技术规范解读、典型事故案例分析、应急处置技能等。重点强化新员工、转岗员工的三级安全教育。推广行为安全观察与沟通活动,鼓励员工主动报告隐患和不安全行为。配备充足有效的个人防护装备:登杆作业必须使用双钩安全带并高挂低用;近电作业穿着绝缘服、绝缘手套;焊接作业佩戴防护面罩和阻燃服;所有人员进入现场正确佩戴安全帽。在潮湿环境或金属容器内作业时,应使用特低电压照明和电动工具。设置专职安全员不间断巡查,及时纠正违章,制止冒险作业。建立安全积分奖惩制度,激发全员参与安全管理的积极性。

### 3.4 现场安全监管与隐患排查治理

强有力的监管是制度落地的保障。推行项目负责人带班生产制度,关键工序如接地体焊接、隐蔽验收等必须到场监督。监理人员严格履行旁站职责,对照图纸和规范逐项核查接地施工质量。应用远程视频监控、电子围栏等技术手段,对高危作业区域进行实时监控。建立日常巡检、周检、月检相结合的隐患排查机制,重点检查接地连接可靠性、材料防腐状况、警示标识完整性等。对发现的隐患建立台账,明确整改责任人、时限和措施,实行闭环管理。鼓励采用无人机航拍巡视接地装置外观状况,提高检查效率和覆盖面。定期召开安全分析会,通报隐患整改进展,研判阶段性风险趋势<sup>[4]</sup>。

### 3.5 应急管理 with 事故响应机制

完善的应急预案能在事故发生时最大限度减少损失。针对触电、雷击、火灾等典型事故,分别制定专项应急处置方案,明确报告流程、救援步骤、医疗救护联络方式。现场配备急救药箱、绝缘杆、灭火器等应急器材,并确保人人会用。每季度至少组织一次实战演练,检验预案可行性并提升协同处置能力。一旦发生事故,立即启动应急响应:第一时间切断电源或使伤者脱离电

源,实施心肺复苏等急救措施;保护事故现场,及时上报;配合调查分析,查明原因并落实整改措施。事后进行全员警示教育,举一反三,堵塞管理漏洞。

## 4 结论与展望

本研究系统探讨了配电线路施工过程中的接地技术规范与安全保障措施,首先,接地技术规范是确保施工安全的基础,其次,施工安全风险具有多源性、关联性特征,触电、雷击、火灾、高处坠落等主要风险需通过技术与管理双重手段进行综合防控,通过构建全方位的安全保障体系,是实现施工本质安全的关键路径。

随着技术进步和管理理念革新,配电线路施工接地技术与安全管理将呈现以下发展趋势:一是智能化监测技术的广泛应用,通过植入传感器实时监测接地电阻、温度、腐蚀状况,结合物联网平台实现远程诊断和预警,变被动检修为主动维护。二是新型环保降阻材料的研发与推广,在满足降阻效果的同时更加注重生态友好性,减少对环境的影响。三是模块化装配式接地装置的普及,提高施工效率,保证安装质量一致性。四是虚拟现实技术在安全培训中的深度应用,通过沉浸式事故模拟提升人员风险感知能力和应急处置技能。五是大数据分析 with 人工智能算法的引入,通过对历史施工数据和事故案例的学习,实现风险智能辨识和防控策略的动态优化。六是全生命周期管理理念的深化,将接地系统的设计、施工、运维、退役各阶段统筹考虑,追求综合效益最大化。未来研究应更加关注极端气候事件增多背景下接地系统的韧性提升,以及分布式新能源接入对配电网接地配置提出的新要求。

## 参考文献

- [1] 赵冠生. 配电工程中低压电缆接地技术改进措施[J]. 电力设备管理, 2024(23): 195-197.
- [2] 唐海燕, 胡学海, 王辉. 配电线路施工接地装置安装技术要点分析[J]. 电工技术, 2020(23): 130-132.
- [3] 任强, 李伟. 10kV 配电线路接地施工安全保障措施研究[J]. 广东科技, 2013, 22(10): 67-68.
- [4] 王国豪, 万加标, 申豪杰. 配电线路接地技术规范执行与安全风险防控[J]. 工程技术, 2015(10): 129-129.