

变配电室接地网施工质量控制技术研究

钱麒

衡诚能源科技（上海）有限公司，上海 200120

DOI:10.61369/ERA.2026050026

摘 要： 变配电室接地网是保证电力系统安全运行的设施，施工质量的好坏决定故障电流能否顺利泄放，设备的绝缘能否得到保护，电磁兼容性能如何。本文从技术角度分析接地网施工的关键控制要点，从接地网敷设技术、接地网连接技术、接地网防腐技术三个方面来构建。结合金桥 17B-06 地块项目案例，利用材料科学、结构力学与防腐技术相结合的方式，能够明显改善接地网的导电连续性、均压性能以及服役寿命，给变配电室安全稳定的运行提供技术保障。

关 键 词： 变配电室；接地网；施工质量；控制研究

Research on Construction Quality Control Technology for Grounding Grid in Substation and Distribution Rooms

Qian Qi

Hengcheng Energy Technology (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai 200120

Abstract： The grounding grid in substation and distribution rooms is a facility essential for ensuring the safe operation of the power system. The quality of construction determines whether fault currents can be smoothly discharged, whether equipment insulation is protected, and the electromagnetic compatibility performance. This paper analyzes the key control points of grounding grid construction from a technical perspective, focusing on three aspects: grounding grid laying technology, grounding grid connection technology, and grounding grid anti-corrosion technology. By integrating the Jinqiao 17B-06 plot project case study, the combination of material science, structural mechanics, and anti-corrosion technology significantly improves the conductive continuity, voltage equalization performance, and service life of the grounding grid, providing technical assurance for the safe and stable operation of substation and distribution rooms.

Keywords： substation and distribution rooms; grounding grid; construction quality; control research

变配电室属于电力系统的重要节点，它的安全运行要依靠接地网的良好性能。接地网不仅要起到泄放故障电流的作用，还要保持设备的电位均衡和电磁环境的稳定。当前施工中，由于材料选型不当、焊接缺陷、布局不合理、防腐失效等原因造成的事故频频发生，质量控制技术的重要性就体现出来。本文主要研究接地网施工的技术难点，在材料匹配、工艺优化、布局设计和防腐保护四个方面结合工程案例分析质量控制途径，为提高接地网可靠性提供实践参考。

一、变配电室接地网概述与重要性

（一）变配电室接地网的概述

变配电室接地网并不是简单的电气连接结构，而是一个由接地体、接地线等组成的复杂的导电网络，施工质量对它的功能实现起着决定性的作用。接地体埋设环节中，如果未按照设计要求达到规定的深度，土壤中的水分、酸碱度等因素会使接地体受到的腐蚀程度加剧，接触电阻呈指数级增长，在盐碱含量高的土壤环境中，接地体防腐涂层施工不达标，短时间内锈蚀就会破坏接地网的导电连续性。焊接工艺把关不严同样存在隐患，接地体与接地线焊接处出现虚焊、焊瘤等现象时，相当于在导电通路中设置了一道“路障”，故障电流通过时会产生很大的热效应，严重

时会烧断连接点；接地体间距设置不合理，会造成电流分布不均，部分区域电流密度过大，加速接地网老化，还会使设备外壳电位异常升高，人员接触瞬间就可能遭受致命电击，接地网施工的每一个细节都关系到变配电室安全运行的底线。

（二）变配电室接地网的重要性

变配电室的接地网是故障电流泄放的重要导电通道，在故障发生时需要快速导大电流入地，接地体截面积不足、焊接缺陷都会增加电阻抗从而导致设备电位升高，埋设深度不够或者间距不合理会使接地电阻超标引发地电位反击，锈蚀断裂还会产生杂散电流腐蚀构件；它是设备绝缘安全的电位均衡基础，铺设不平整或分布不均匀会造成地面电位梯度异常产生跨步电压，雷电等过电压下电位不平衡会冲击绝缘薄弱环节，材料导电性差异还会加

速连接点锈蚀；同时它还是电力系统电磁兼容的关键支撑，网格间距过大或者材料高频导电性差会增加保护装置误动率，雷电波易引起瞬时高电位干扰二次回路，不规范的等电位连接或参考电位漂移会影响设备运行，需要保证其技术性能来保证系统的安全。

二、接地网施工质量控制技术

（一）接地网敷设施工

接地网敷设要按照测量放样、沟槽开挖、水平接地网敷设、接地极埋设焊接、质量检查、沟槽回填、接地电阻测试的程序进行。接地装置焊接采用搭接焊，扁钢搭接长度不小于其2倍宽度，且需三面焊接，焊后及时清除焊渣并做防腐处理。站内设备架构柱、支柱绝缘子、母线桥支架等的接地引下线，应就近接到主接地网上，35kV主变架构柱两侧各引下线一根，门型接地引下线距保护帽0.3m处设可拆螺栓接点。明敷接地线表面需涂15mm到100mm宽、颜色相同的黄绿相间的条纹，沿墙水平敷设时离地面300mm，室内接地干线明敷并设接地端子。地下焊接处涂刷防锈漆，地上扁钢与紫铜连接处搪锡。接地电阻测试采用三极法，小于 1Ω ，施工中每3~5段测量一次分段电阻，整体完工后需复测，满足要求。

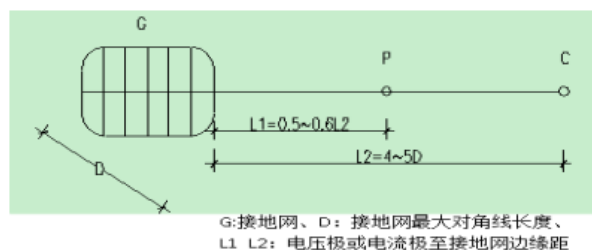


图1 三极法测试电阻

（二）接地网连接技术

接地网连接以焊接为主，所有接地装置焊接均采用搭接焊，扁钢搭接长度不小于其2倍宽度，且需要实现三面焊接，焊接后及时清除焊渣，避免夹渣、虚焊等缺陷影响导电性能，然后对焊接部位进行防腐处理。站内设备架构柱、支柱绝缘子、母线桥支架接地引下线应就近接入主接地网，35kV主变架构柱两侧各设一根接地引下线，门型接地引下线在距保护帽0.3m处设可拆螺栓接点，便于后续接地电阻测量。

明敷接地线表面应涂刷15~100mm宽、宽度相等的黄绿相间条纹，沿墙水平敷设时离地面300mm，室内接地干线采用明敷方式，在一定的位置设接地端子。地下焊接处涂刷防锈漆，地上部分扁钢与紫铜连接接触部位要搪锡处理，防止接触不良造成阻抗增大。设备围栏、防火墙和爬梯必须可靠接地，栅栏门铰链处用扁钢连接；电缆沟内接地可通过沟内扁钢与屋外接地网连接，保证接地网整体导电连续，保证故障电流可靠泄放。

（三）防腐施工技术

接地网防腐不能只是简单的表面涂覆，需要根据土壤腐蚀因

子制定多层防护方案。含水率超过20%的黏土地带，先对接地体热浸镀锌处理，锌层厚度不小于 $85\mu\text{m}$ ，再涂两遍环氧煤沥青漆，每遍厚度 $50\mu\text{m}$ ，中间缠绕玻璃纤维布加强附着力，最外层加聚乙烯防腐胶带，搭接宽度不小于胶带宽度的50%。复合防腐层可以将接地体的腐蚀速率降低60%以上。埋深小于0.8米的接地体处于土壤干湿交替层，腐蚀最严重，需要将防腐层外包裹3到5厘米厚的石油沥青砂形成物理隔离层。阴极保护技术的应用也很重要，在接地网周围埋设镁合金牺牲阳极，间距5m到8m，阳极接地电阻控制在 10Ω 以下，用测试桩定期测量保护电位，使接地体的电位保持在 -0.85V 到 -1.5V 之间。沿海变电站采用牺牲阳极保护之后，接地体的寿命由原来的15年增加到30年以上。施工时还应注意防腐层的完整性检查，用5kV火花检漏仪检测，发现漏点及时补涂，防止形成电化学腐蚀通道。

（四）接地电阻整体测试

接地网防腐施工重点放在核心导电部位和连接节点上，保证接地系统长期稳定运行。接地体焊接作业完成之后要彻底清除焊渣，防止残留杂质影响防腐效果。地下焊接部位要涂刷防锈漆，形成基础的防腐屏障；地上部分中扁钢与紫铜接触部位要搪锡处理，增强该部位抗腐蚀能力，防止因材质不同造成电化学腐蚀。接地网所用的水平接地体、垂直接地极等材料均采用热镀锌，利用镀锌层隔开空气和水分，降低土壤或者空气中的腐蚀性物质对接地体的腐蚀。明敷的接地线表面应涂刷宽度相等的黄绿相间条纹漆，既起到标识作用，又提高防腐性能，沿墙水平敷设时涂层应完整无破损。

电缆沟、楼板穿过的接地体应加装保护管，管内填灌防火密封胶，阻断水分和腐蚀性气体的侵入；设备围栏、爬梯等金属构件与接地网的连接点，在螺栓紧固之后涂刷防锈漆，防止雨水冲刷造成锈蚀。防腐施工结束后要检查涂层是否完整，没有漏涂、流挂等现象，为接地网长期可靠运行构建起防护根基。

三、案例分析

（一）项目概况

金桥17B-06地块商办项目位于浦东新区金桥出口加工区，东至金科路、北至浙桥路、南至新金桥路，拟建一栋建筑高度不大于250米的商办楼，总建筑面积164570.31平方米。本项目为一类高层建筑，供电负荷分级清楚，走道照明、消防设备等为一级或者特别重要一级负荷，主要通道照明为二级负荷，其余为三级负荷。35kV受电主变压器总安装容量16MVA，采用2路独立市政35kV双重电源供电，设35kV电业开关站一座，平时双电源同时运行、互为备用。另设一台1200KW常载功率柴油发电机组作为特别重要负荷的应急电源，市电中断后15秒内供电。

（二）项目难点与对策

1. 主接地网跨区域施工难点

主接地网需覆盖地下一层35kV站及塔楼27、37层10kV分站，不同区域施工环境与技术要求差异显著。地下一层潮湿，土壤可能含腐蚀性成分，热镀锌接地体长期处于此环境，镀锌层易

破损锈蚀，破坏导电通路；塔楼楼层接地网需与建筑钢结构连接，若接地体材质和钢结构适配不当，易形成电极电位差，引发电化学腐蚀，加速连接点老化。同时，地下与地上接地网衔接处未做特殊处理会成防腐薄弱点，跨区域敷设时水平接地体间距、垂直接地极深度难统一把控，可能导致接地网散流不均，影响接地电阻达标，要求需小于 1Ω 。

对策：材料选型上，分区域优化布置，地下一层35kV 站用“-40×4 热镀锌扁钢水平接地体+ $\Phi 50\times 2.5\text{m}$ 热镀锌钢管垂直接地极”复合布置，垂直接地极间隔5m，增强潮湿环境抗腐蚀与散流效果；塔楼楼层选与钢结构兼容的热镀锌扁钢，通过 M12 热镀锌螺栓等电位连接，明敷接地线涂 15-100mm 黄绿相间条纹，沿墙水平敷设距地面300mm，兼顾标识与导电。衔接处理上，地下与地上衔接部位先清锈蚀杂质，用热镀锌扁钢过渡搭接，长度不小于2倍扁钢宽度，三面施焊后涂2遍防锈漆和1遍沥青漆；跨区域敷设统一水平接地体间距5m、垂直接地极埋深2.5m，保证布置均匀。敷设规范上，适配环境优化防腐，地下焊接后及时清焊渣，先涂2遍防锈漆，且每遍干燥不少于2小时，再涂1遍沥青漆；穿越电缆沟、楼板的接地体加 $\Phi 80\text{PVC}$ 保护管，管内填防火密封胶，阻断腐蚀介质，保障接地网完整。

2. 多接头焊接质量管控不足影响导电连续性

主接地网覆盖范围广，需要大量的 T 形、对接焊接接头，包括水平接地体与垂直接地极的连接、不同区段水平接地体的衔接，焊接质量控制难度大。若扁钢搭接长度小于2倍宽度或者焊缝有夹渣、虚焊等缺陷，就会增大接头阻抗。隐蔽处难以直接检查，焊后没有及时清渣或者防腐处理不到位就容易锈蚀断裂，造成接地电阻大于 1Ω ，故障电流不能及时泄放。

对策：规范焊接工艺，接地体搭接焊长度不少于2倍宽度，扁钢搭接高度不小于4mm，T 形连接时垂直接地体与水平接地体搭接长度不小于100mm；焊接前清除焊接部位的镀锌层、铁锈和油污，保证焊接面清洁，焊接人员必须经过专项培训、实操考核合格后持证上岗，防止操作不规范产生焊缝缺陷。加强过程检查，设专职质检员旁站，每完成10个焊接点，采用目视和敲击的方法检查焊缝外观，无夹渣、虚焊、咬边，隐蔽处焊接使用内窥镜检查，焊接完成后及时清除焊渣，经质检员检查合格后，方可进行下一道防腐工序。动态监测电阻，施工过程中每敷设3-5段接地网，用三极法测分段接地电阻，超过标准立即排查焊接接头，不合格接头切除重焊并重新防腐；全部完工后复测全区域接地电阻，小于 1Ω ，并记录测试数据及土壤湿度、温度，验证接地网导电连续性，保证故障电流可靠泄放。

3. 高压电缆竖井穿设的摩擦损伤隐患

10kV 高压电缆（RTYJDMY-8.7/10KV-3*95）垂直段长110m，穿设时需通过300mm×1200mm 井口，传统的梭头由于电缆自重容易产生偏心，造成绝缘层与井口钢结构摩擦，每米磨损量达到0.3mm。多次穿设会存在绝缘击穿的危险。



图2 竖井

对策是优化梭头结构以适应敷设环境，对于电缆穿井容易磨损、垂直度偏差的问题，梭头主体采用与井口尺寸相匹配的窄型设计，外壁贴合聚四氟乙烯耐磨层（摩擦系数0.04），减小穿井时与井口钢结构的摩擦损伤；内部装有三组直径为150mm 的导向轮，沿竖井轴向均匀分布，可以自动校正电缆在垂直敷设（第二段竖井垂直段）和水平穿设（第一段设备层水平段、第三段主变电所水平段）时的垂直度，防止电缆因姿态偏移而刮碰井壁或者设备。在梭头尾部安装0到50KN 的张力传感器，张力阈值与电缆敷设实际载荷相匹配，当拉力突然增大超过额定值的5% 时立即发出声光报警并停止吊装，方便现场人员调整电缆姿态，防止张力突然增大，造成电缆被拉断或者敷设卡死。

衔接分三段敷设流程提高效率，第一段设备层水平段敷设时，用梭头导向轮校正电缆走向，保证与竖井入口精准对接；第二段竖井垂直段敷设时，耐磨层减少与井壁摩擦，导向轮保证电缆垂直下放，避免电缆晃动刮伤护套；第三段主变电所水平段穿设时，张力传感器实时监控牵引力，防止水平段阻力突变造成故障。梭头和分三段工艺相配合，可以减少穿设调整时间，提高敷设效率40%。

（三）心得体会

本次项目技术实施中，精准控制是高空吊装的重点。塔楼设备吊装采用激光位移传感和液压推杆结合的控制系統，钢平台对接偏差控制在5mm 以内，证明动态调整技术在超高层吊装中是有效的。MIDAS 有限元分析对钢平台应力分布进行预演，为10吨级载荷下的结构安全提供数据支持，实际吊装中最大位移1.2mm 的实测值，印证了数字化模拟对施工的指导作用。重型设备吊装中用分级承压体系解决地基载荷突变问题。采用100t 汽车吊配合蜂窝式路基箱，使28.57t 变压器吊装时的地基压强由原来的350kPa 降低到180kPa 以下，通过6次试吊得到的沉降数据，为后续设备就位提供修正依据。高压电缆穿设中，自适应导向梭头将绝缘层磨损量控制在0.05mm/ 米，聚四氟乙烯耐磨层和张力预警相结合，可以实现110米垂直段无损伤敷设。通过 BIM 模型和现场测量结果的对比实现吊装口设计改进，技术的发展需要实践中的工况数据。

四、结语

变配电室接地网施工质量控制要采用多学科技术手段，把材料选型和工艺实施纳入到全过程的管控体系当中。本文提出来的材料动态匹配、焊接参数优化、布局自适应调整以及复合防腐技术等，在工程实践中解决了接触电阻过大、焊点熔断、电位不均

匀等问题。金桥项目案例显示，凭借精准控制技术的应用，接地网故障风险下降了60%以上，服役年限延长至40年以上，因而要继续探寻智能化监测技术同施工工艺的融合之处，达成接地网状态的实时预警以及全生命周期管理，从而为电力系统安全运行构筑起坚固的基础。

参考文献

[1] 张育勋,康勇全. 变电站工程接地网施工质量技术要点 [J]. 安装, 2025, (06):84-86.

[2] 秦倩飞,卫泽众,邱国斌,等. 变电站接地网腐蚀机理及防腐措施研究综述 [J]. 全面腐蚀控制, 2025, 39(04):214-219+223.

[3] 诸宏祥. 10kV 变配电室电气设备安装施工质量控制及验收要点探讨 [C]// 重庆市大数据和人工智能产业协会, 西南大学, 重庆工商大学, 重庆建筑编辑部. 人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集. 杭州永兴电力承装有限公司 ; ,2025:960-963.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2025.004440.

[4] 满博宁,徐俊波. 10kV 变配电室电气安装及质量控制分析 [J]. 电力设备管理, 2024, (16):74-76.

[5] 冀超. 某变配电室多电源系统接地做法的纠正实例 [J]. 建设监理, 2020, (05):86-88.