

盐雾环境变电站接地网改造方案

李有业

青海盐湖工业股份有限公司钾肥分公司，青海省海西蒙古族藏族自治州格尔木市，816000；

摘要：本文聚焦盐雾环境下变电站接地网改造问题。在盐雾环境中，变电站接地网易遭受腐蚀，影响其性能和变电站安全运行。通过分析盐雾对接地网的腐蚀机理，探讨现有接地网存在的问题，针对性地提出改造方案，包括接地材料的选择、接地网布局优化、防腐措施等。对改造方案的实施流程和注意事项进行阐述，旨在为盐雾环境下变电站接地网改造提供科学、可行的技术参考，保障变电站的稳定运行。

关键词：盐雾环境；变电站；接地网改造；防腐措施

DOI：10.69979/3029-2727.25.07.012

引言

变电站接地网是保障电力系统安全稳定运行、人员和设备安全的重要设施。在盐雾环境中，由于空气中含有大量的盐分，接地网极易受到腐蚀。接地网腐蚀会导致接地电阻增大、电气连接可靠性降低，严重时会引发接地故障，威胁变电站的正常运行和工作人员的生命安全。因此，研究盐雾环境下变电站接地网改造方案具有重要的现实意义。本文将深入分析盐雾环境对接地网的影响，提出切实可行的改造方案，以提高接地网的性能和可靠性。

1 盐雾环境对变电站接地网的影响

1.1 盐雾腐蚀机理

盐雾中含有大量的氯离子等腐蚀性物质。当盐雾附着在接地网表面时，会形成电解质溶液。接地网中的金属材料在电解质溶液中会发生电化学腐蚀。阳极发生金属溶解反应，金属原子失去电子变成金属离子进入溶液；阴极则发生析氢或吸氧反应。在盐雾环境中，吸氧反应更为常见，氧气在阴极得到电子与水反应生成氢氧根离子。随着腐蚀的进行，接地网表面会形成腐蚀产物，这些腐蚀产物疏松多孔，不能有效阻止腐蚀的进一步发展，从而导致接地网不断被腐蚀，截面积减小^[1]。

1.2 对接地网性能的影响

盐雾腐蚀会使接地网的接地电阻增大。由于接地网截面积减小，其导电性能下降，导致电流在接地网中的传导受到阻碍，从而使接地电阻升高。接地电阻的增大可能会使变电站在发生接地故障时，无法及时将故障电流引入大地，造成设备过电压损坏，甚至危及工作人员的安全。此外，腐蚀还会影响接地网电气连接的可靠性，导致连接处电阻增大，局部发热，进一步加速接地网的损坏。

2 现有接地网存在的问题分析

2.1 材料问题

变电站接地网的材料选择对其性能和寿命有着决定性影响。在早期建设的部分变电站中，接地网采用普通钢材作为基础材料。这类钢材在盐雾环境下，抗腐蚀能力极为薄弱。盐雾中的氯离子具有极强的化学活性，会与钢材表面发生电化学反应，导致钢材不断被侵蚀。随着时间的推移，这种侵蚀作用逐渐加剧，接地网的结构完整性遭到破坏，导电性能也随之不断下降。即便有些接地网采用了镀锌钢材，情况也不容乐观。镀锌层在长期盐雾的持续冲击下，会出现破损、剥落现象，一旦镀锌层被破坏，就无法继续为钢材提供有效的防护，钢材将直接暴露在盐雾中，加速腐蚀进程^[2]。

2.2 布局问题

接地网的合理布局是保障其正常运行的关键。然而，目前许多接地网在设计和施工时，存在布局不合理的情况。接地网各部分之间的间距设置过大，使得接地电阻在不同区域分布不均。在某些区域，接地电阻可能超出标准值，无法有效实现电流的快速泄放，影响电力系统的安全稳定运行。接地网的埋深不足也是常见问题。较浅的埋深使接地网更易受到地表盐雾的侵蚀，因为盐雾在地表附近浓度较高，接地网暴露在这种环境中，腐蚀速度会明显加快。此外，部分接地网的分支设计缺乏科学规划，分支的走向、数量与实际需求不匹配，无法充分发挥接地网的整体效能，降低了接地网的保护能力和运行效率。

2.3 防腐措施问题

防腐措施的有效性直接关系到接地网的使用寿命。当前，部分接地网的防腐手段存在诸多缺陷。一些接地网仅仅采用简单的防腐涂层作为防护措施，这些涂层在

盐雾环境的长期作用下，容易出现开裂、脱落等现象。一旦涂层损坏，接地网就失去了保护屏障，盐雾会迅速侵蚀接地材料。在阴极保护系统方面，也存在不少问题。有的接地网阴极保护系统在设计时，没有充分考虑实际运行环境和接地网的具体情况，导致系统无法发挥应有的作用；有的则是在运行过程中出现故障，却未能及时发现和修复，使得阴极保护效果大打折扣，无法及时遏制接地网的腐蚀趋势，进而影响接地网的整体性能和使用寿命。

3 接地网改造方案

3.1 接地材料的选择

3.1.1 铜材

铜材具有良好的导电性和抗腐蚀性能。在盐雾环境中，铜的化学性质相对稳定，不易被腐蚀。铜接地网的接地电阻相对较低，且能长期保持稳定。铜材的使用寿命长，可以减少接地网的维护和更换成本。然而，铜材的价格相对较高，在选择时需要综合考虑成本因素。

3.1.2 镀铜钢

镀铜钢是一种在钢材表面镀上一层铜的复合材料。它结合了钢材的高强度和铜的抗腐蚀性能。镀铜钢接地材料的成本相对较低，同时具有较好的导电和防腐性能。在盐雾环境中，镀铜层可以有效地保护钢材，延长接地网的使用寿命^[3]。

3.2 接地网布局优化

3.2.1 合理确定间距

根据变电站的规模和土壤条件，合理确定接地网的间距。减小接地网的间距可以降低接地电阻，使接地电流更均匀地分布。一般来说，接地网的水平间距可控制在 3 - 5 米，垂直接地极的间距可控制在 5 - 8 米。

3.2.2 增加埋深

适当增加接地网的埋深可以减少盐雾对接地网的影响。接地网的埋深一般不应小于 0.8 米。在盐雾严重的地区，可将埋深增加到 1 - 1.5 米。同时，在接地网周围填充降阻剂，进一步降低接地电阻。

3.2.3 优化分支设计

合理设计接地网的分支，使接地网形成一个完整、均匀的导电系统。增加接地网的分支数量可以提高接地网的可靠性和接地性能。分支的连接应采用焊接或压接的方式，确保电气连接的可靠性。

3.3 防腐措施

3.3.1 防腐涂层

选择合适的防腐涂层对接地网进行保护。防腐涂层应具有良好的附着力、耐腐蚀性和耐候性。常见的防腐涂层有环氧富锌底漆、聚氨酯面漆等。在涂覆防腐涂层

前，应对接地网表面进行除锈、除油处理，确保涂层的质量^[4]。

3.3.2 阴极保护

采用阴极保护技术可以有效地抑制接地网的腐蚀。阴极保护分为牺牲阳极保护和外加电流保护两种方式。牺牲阳极保护是通过在接地网周围安装牺牲阳极，使阳极优先腐蚀，从而保护接地网。外加电流保护则是通过向接地网施加直流电，使接地网成为阴极，从而防止腐蚀。在盐雾环境中，可根据实际情况选择合适的阴极保护方式。

4 改造方案的实施流程

4.1 前期准备工作

在启动变电站接地网改造前，需搭建完备的筹备体系。借助专业检测设备，对既有接地网进行接地电阻测量与无损腐蚀检测，全面评估其安全隐患。同步收集地质勘察报告、电气系统图等核心资料，为后续方案制定提供数据支撑。

由专业团队结合检测结果与资料，编制改造方案及施工计划。方案中明确各环节技术要点，设定量化质量验收标准，如规定接地网连接点扭矩要求；制定安全防护措施，涵盖现场警示标识布置与特殊作业防护装备配备。依据施工方案筹备材料设备，通过理论与实操培训，让施工人员掌握工艺要点，并进行详细安全交底。

4.2 施工阶段作业

接地网改造施工须严格遵循规范。先有序拆除旧接地网，清理接地沟杂物与腐蚀残留物。安装新接地材料时，精准把控接地体埋设深度和间距，确保布局符合设计。连接环节采用焊接或螺栓工艺，并对连接处涂抹防腐涂料，增强耐久性。

施工全程设置质量管控节点，每完成一个施工段落即开展检查，及时纠偏。待接地网安装完毕，进行接地电阻测试，若未达标则立即排查整改，直至符合设计要求。

4.3 验收与后续管理

施工完毕后，专业团队从多维度对改造后的接地网开展验收工作。再次测试接地电阻，检测防腐涂层质量，评估阴极保护系统性能，详细记录各项数据与验收结果，形成完整的验收报告。

验收合格后，将检测报告、施工记录等资料整理齐全并交付使用单位。同时，建立完善的接地网维护档案，制定科学合理的定期检测计划，通过持续性的监测与维护，及时发现并解决潜在问题，保障接地网始终处于稳定运行状态，为变电站的安全可靠供电筑牢基础。

5 实施改造方案的注意事项

5.1 安全问题

接地网改造工程的施工安全是重中之重，贯穿于整个改造过程的各个环节。施工人员必须将安全操作规程牢记于心，并严格执行。进入施工现场前，正确佩戴个人防护用品是基础要求，安全帽能够有效抵御高空坠物对头部的伤害，绝缘手套则能在涉及电气操作时防止触电，每一件防护用品都是保障施工人员生命安全的重要屏障。

在进行电气连接作业时，必须遵循停电操作原则，杜绝任何带电作业行为。停电后，还需对线路进行验电操作，确认无电后方可进行后续工作。这一过程中，要设置明显的警示标识，防止无关人员误入作业区域，同时安排专人进行监护，确保整个电气连接过程安全有序。在使用各类施工设备时，操作人员要熟悉设备的性能和操作流程，在设备启动前进行全面检查，包括设备的电路系统、机械部件等，确保设备处于正常运行状态^[5]。施工过程中，若发现设备存在异常，应立即停止使用，并进行检修，避免因设备故障引发安全事故。此外，施工现场的临时用电也要规范管理，设置专门的配电箱，配备漏电保护装置，防止因漏电引发触电或火灾事故。

5.2 环保问题

接地网改造过程中的环保工作不容忽视，从拆除旧设施到新材料的使用，每一个步骤都要践行绿色施工理念。在拆除原有接地网时，废旧材料的处理至关重要。对于被腐蚀的钢材等金属材料，应进行分类收集，交由专业的回收机构进行处理，实现资源的再利用，减少废弃物对土地和水体的污染。对于含有有害物质的材料，如部分防腐涂层材料，要按照特殊废弃物处理规定进行封存和运输，防止有害物质泄漏。

在选择防腐涂料和降阻剂等施工材料时，优先采用环保型产品。这些产品不仅在生产过程中减少了对环境的污染，而且在使用过程中也不会释放有害气体和物质，对施工人员的健康和周边环境更加友好。施工过程中产生的废弃物，如废弃的涂料桶、包装材料等，要及时清理并分类存放，定期运往指定的垃圾处理场所。同时，要注意控制施工过程中的扬尘和噪声污染，在拆除作业时采取洒水降尘措施，合理安排施工时间，避免在居民休息时间进行高噪声作业，维护周边居民的生活环境。

5.3 质量控制

保证接地网改造工程的质量，是确保接地网长期稳定运行的关键。施工过程必须严格依照设计图纸和相关施工规范进行，任何与设计不符的施工行为都可能影响

接地网的性能。在施工前期，要组织施工人员进行技术交底，使其充分理解设计意图和施工要求。施工过程中，建立完善的质量检查制度，对每一道施工工序进行严格把关。例如，在接地材料的敷设过程中，要检查材料的敷设深度、间距是否符合设计要求，连接部位是否牢固可靠，采用焊接方式连接时，要保证焊缝的质量，避免出现虚焊、漏焊等问题。

对于接地材料的质量检验，要从材料进场开始严格把控。对每一批次的接地材料，都要检查其质量证明文件，包括产品合格证、检测报告等，并进行抽样复检，确保材料的各项性能指标符合相关标准。在接地网安装完成后，要进行全面的测试和验收工作。测试内容包括接地电阻测试、导通性测试等，通过科学的测试方法，准确评估接地网的性能。只有各项测试结果均符合设计要求，才能通过验收，投入使用。同时，要建立详细的工程质量档案，记录施工过程中的各项数据和检验结果，为后续的维护和管理工作提供依据。

6 结论与展望

盐雾环境下变电站接地网改造是保障变电站安全运行的重要措施。通过选择合适的接地材料、优化接地网布局和采取有效的防腐措施，可以提高接地网的抗腐性能和接地性能。在实施改造方案时，要严格按照施工流程进行施工，注意安全、环保和质量控制等问题。未来，随着材料科学和防腐技术的不断发展，有望研发出更适合盐雾环境的接地材料和防腐措施，进一步提高变电站接地网的可靠性和使用寿命。同时，加强对接地网的在线监测和智能管理，及时发现和处理接地网存在的问题，将成为变电站接地网管理的发展方向。

参考文献

- [1] 刘路昕,霍磊,吴鸿昇,等.电力系统接地网腐蚀因素及防控措施[J].建设监理,2023,(04):61-63.
- [2] 周继承,李浩,樊俊鹏,等.变电站预制舱舱体不同防腐蚀材料性能评价[J].材料保护,2023,56(10):219-224.
- [3] 李闪光,李晓征,路亚娟,等.镀铜工艺对银镀层耐蚀性能的影响[J].电镀与精饰,2025,47(04):78-82.
- [4] 朱文强.变电站接地网腐蚀及防腐措施[J].电气技术,2011,(12):108-110.
- [5] 王宝龙.电气设备误操作人为因素分析与防范措施[J].电力安全技术,2025,27(02):21-24.

作者简介：李有业，1990.10，男，汉，青海省海东市，本科，职称：助理工程师，研究方向：电力。