

低成本降阻剂在低压配电接地网中的应用效果分析

布志彬

中山电力设计院有限公司, 广东中山, 528400;

摘要: 低压配电接地网承担着设备安全运行、维持供电连续性、保障人身安全等的核心作用, 接地电阻值是否达标直接决定配电系统的安全运行水平。在高土壤电阻率区域, 传统接地处理方式易面临成本过高、降阻效果不稳定等问题, 低成本降阻剂凭借成本优势与便捷施工特性, 成为优化接地网性能的重要选择。本文围绕低成本降阻剂在低压配电接地网中的应用效果展开分析, 先阐述应用的核心价值, 再剖析影响应用效果的关键因素, 最后提出提升应用效果的优化策略, 旨在推动低成本降阻剂充分发挥效能, 兼顾低压配电接地网的安全保障与成本控制需求。

关键词: 低成本降阻剂; 低压配电接地网; 接地电阻; 应用效果; 土壤电阻率

DOI: 10. 64216/3080-1508. 26. 01. 080

引言

低压配电系统用在居民生活、商业运营、小型工业生产等很多地方。接地网是系统安全运行的“防护屏障”, 主要作用是把设备漏电电流、雷电冲击电流快速传到大地上, 防止设备故障、损害等缘故导致人员触电的情况发生。接地电阻值是判断接地网防护能力好坏的关键指标。如果接地电阻太高, 电流不能及时排走, 容易出现漏电保护装置不管用、设备绝缘被击穿等安全问题, 威胁配电系统稳定和人员安全。在砂质、岩石、冻土这些土壤电阻高的地方, 只靠传统接地极(比如镀锌钢管、扁钢)铺接地网, 很难把接地电阻降到规定范围, 不能满足跨步电势、接触电势的要求。要是用更换更低电阻值的土壤, 增加更多离子接地极这些传统办法, 则需要花费不少的人力物力, 施工成本高。该方式且受环境影响大, 降阻效果会随天气、季节进行变话, 下雨潮湿时降阻效果比较好, 干燥或结冰时又变差, 降阻效果不稳定。低成本降阻剂能改善接地极和土壤的接触情况, 提高土壤导电能力, 从而快速且有效地降低接地电阻。它还具有材料便宜、施工简单、能在多种场景使用的特点, 正好满足低压配电接地网“电阻达标、成本可控、效果稳定”的要求。清楚它的应用价值、找出影响效果的因素、找到优化方法, 对提高低压配电接地网的安全性和经济性很重要。

1 低成本降阻剂在低压配电接地网中的应用核心价值

1.1 精准降低接地电阻, 保障配电系统安全

低成本降阻剂的主要价值, 是靠自身的材料特性,

精准降低接地网的接地电阻, 为配电系统安全提供保障。

一方面, 它能改善接地极和土壤的接触面积, 使接地极与土壤更紧密地贴合在一起。接地极和土壤之间会有缝隙, 里面的空气导电性很差, 会阻碍电流向低电阻的位置流动。降阻剂能把这些缝隙填满, 把空气赶走, 形成“接地极—降阻剂—土壤”的导电通路, 大大减少接触电阻, 让电流更容易传走。另一方面, 降阻剂本身导电好, 还能慢慢渗进周围土壤, 改善土壤的导电结构, 降低土壤整体电阻, 让电流更快、更均匀地传到地下, 避免局部电流集中导致电阻升高, 保证接地电阻稳定符合规定。另外, 在雷电多发地区或设备漏电风险高的地方, 低成本降阻剂更能提高电流泄放速度, 当雷电冲击或设备漏电产生电流时, 能快速把电流导入大地, 不让电流在设备或线路里积聚, 减少设备损坏、线路跳闸的可能, 也降低人触电的风险, 真正保障系统和人员安全。

1.2 控制施工与运维成本, 提升经济适用性

和传统的高成本降阻方案比, 低成本降阻剂能从施工和运维两方面省钱, 提高接地网的经济性。施工成本方面: 一是材料便宜。它的原料容易得到, 生产工艺简单, 价格比专用高导接地极、进口降阻材料低很多, 而且不用买大量辅助材料(比如换土用的好土壤、多装接地极用的钢管), 材料成本大幅降低。二是施工简单。不用复杂设备和工艺, 只要在埋接地极时, 把降阻剂包在或填在接地极周围就行, 省人力、省时间, 施工成本低, 特别适合小型接地网或偏远地区使用。运维成本方面: 优质的低成本降阻剂稳定性好、不容易老化, 不怕雨水冲、不怕土壤腐蚀、不怕温度变化, 一次施工能管

很多年,不用经常换或补,省了维护材料和人工。同时,部分降阻剂含有防腐成分,能在接地极表面形成保护层,减慢接地极生锈和被土壤腐蚀的速度,延长使用寿命,不用频繁更换接地极,进一步降低运维成本。

1.3 适配多样土壤环境,提升应用灵活性

低压配电接地网的建设环境多样,土壤情况差别大,低成本降阻剂能在不同土壤里用,提高了接地网建设的灵活性。在砂质土壤中:土壤颗粒松、缝隙大、导电差,传统方法降阻难。降阻剂能渗进土壤缝隙,填满空隙,形成连续导电通路,改善土壤导电性能,有效降低电阻。在岩石或碎石多的土壤中:接地极很难和土壤充分接触,电流传不走。降阻剂能顺着岩石缝隙渗透,填满空隙,消除接触盲区,形成导电通路,让电流顺利泄放。在冻土或干湿变化大的土壤中:传统方法效果波动大——结冰时电阻高,干旱时也高。部分低成本降阻剂有抗冻、保湿功能,低温或干旱时也能保持好的导电性能,让降阻效果稳定。另外,在空间小的地方(比如小区、商场地下的接地网),没法多装接地极,低成本降阻剂不用占太多空间,只要围绕现有接地极铺设,就能达到降阻目标,进一步扩大了适用范围。

2 影响低成本降阻剂在低压配电接地网中应用效果的关键因素

2.1 降阻剂自身性能,决定基础降阻成效

降阻剂自身的性能好不好,是降阻效果的基础。性能有问题,降阻效果肯定差,还可能带来其他麻烦,主要体现在三方面。一是导电性能不稳定,只能短期降阻,过段时间就失效。有些厂家为了省钱,少加导电成分(比如金属粉末、电解质),或者用差的导电原料,导致降阻剂本身导电差,没法改善土壤和接地极的导电环境。刚开始可能降一点电阻,但时间一长,导电成分流失,电阻又升回去,没法长期达标。二是稳定性和耐久性差,降阻效果越来越差,还会弄坏接地极。有些降阻剂没加抗老化、抗冲刷的成分,下雨会把有效成分冲跑,降阻效果慢慢减弱;温度变化大时,还会老化开裂,导电通路被破坏,电阻升高。在有腐蚀的土壤里,它还会变质,甚至产生腐蚀性物质,加速接地极生锈损坏,反而让电阻更高。三是环保性能不达标,污染环境还缩短设备寿命。有些降阻剂为了导电好,加了重金属或强腐蚀性物质,这些物质会随雨水渗进土壤和地下水,污染环境,

影响植物生长和居民用水安全。

2.2 施工操作规范性,影响效果发挥稳定性

就算降阻剂本身好,施工不规范,效果也发挥不出来,还可能出问题,主要体现在接地极处理和降阻剂铺设两个环节。一是接地极预处理不到位,产生额外电阻,影响降阻。一方面,接地极表面有锈、油污、灰尘,没清理干净就包降阻剂,这些杂质会挡在中间,形成新的电阻,抵消降阻效果。另一方面,接地极埋得太深或太浅、间距太小,也会有问题:埋太浅,受温度、湿度影响大,电阻波动;埋太深,施工难还可能碰管线;间距太小,电流会互相干扰,反而让电阻升高。二是降阻剂铺设不规范,导电通路坏了,效果不稳定。第一,铺设厚度不均,有的地方太薄,没包好接地极、没填满缝隙,导电通路断了;有的地方太厚,浪费材料还容易开裂,开裂后进空气,又产生新电阻。第二,铺完没压实、没保湿,降阻剂和接地极、土壤之间有空隙,空气会增加电阻;水分流失快,电解质没法溶解,导电差,电阻升高。第三,配比不对,比如该加水调和的,水加太多或太少:水少了,太稠包不好、易开裂;水多了,太稀导电差,还容易被冲走,效果很快变差。

2.3 土壤环境适配性,制约效果适配程度

不同土壤的情况不一样,降阻剂要是不合土壤的“脾气”,就算性能好、施工规范,效果也不好,主要体现在土壤湿度、酸碱度、颗粒结构三方面。一是土壤湿度不合适,导电性能变差。土壤太干(比如干旱地区),没选保湿型降阻剂,也没补水,降阻剂里的水分会被土壤吸走,电解质没法溶解,导电差,只能改善接地极周围一小块土壤,电流大了电阻就升高。土壤太湿(比如多雨地区),没选抗冲刷的降阻剂,有效成分会被雨水冲跑,效果越来越差,还容易老化变质。二是土壤酸碱度不合适,降阻剂失效还坏接地极。土壤太酸(比如南方红壤、工业污染土),没选抗酸的降阻剂,酸性物质会和降阻剂反应,让它变质失效,还会加速接地极生锈。土壤太碱(比如北方盐碱地),没选抗碱的降阻剂,碱性物质会和导电成分反应,生成不导电的东西,堵死导电通路,同时也会腐蚀接地极,让电阻升高。三是土壤颗粒结构不合适,降阻效果只覆盖一小块。土壤颗粒太细(比如黏性土),没选渗透好的降阻剂,降阻剂渗不到深层土壤,只能改善接地极周围几厘米的土壤,电流大了没法往地下传,电阻就升高。土壤颗粒太粗(比如碎

石土),没选黏性好的降阻剂,降阻剂会从缝隙里流失,填不满空隙,导电通路还是断的,效果也不稳定。

3 提升低成本降阻剂在低压配电接地网中应用效果的优化策略

3.1 严格筛选降阻剂产品,筑牢效果基础

选对产品是做好降阻的第一步,要严格挑,确保性能好、稳定、环保。一方面,明确选产品的核心标准,优先挑导电稳定的。重点看产品的导电率、有效导电成分(比如好的金属粉末、环保电解质)含量够不够,确保这些成分能充分溶解、不容易流失,能长期导电,别刚用上降了电阻,过段时间又升回去。同时,看产品的稳定性和耐用性,挑抗老化、抗雨水冲、抗土壤腐蚀的,这样在下雨、温度变、土壤有腐蚀的环境里,也不容易坏、不流失成分,一次施工能管好久,少后期维护。另一方面,重视环保,绝对不选加了重金属、强腐蚀性物质的产品,优先挑原料环保、能降解、不污染的,避免把土壤和地下水弄脏,也减少腐蚀接地极、地下管线。

3.2 规范施工操作流程,保障效果稳定

施工不规范会让降阻效果忽好忽坏,要定标准化流程,把每个环节做规范,保证效果稳定。第一步,做好施工前准备和接地极处理。施工前先查土壤情况(湿度、酸碱性、颗粒大小),确定接地极埋多深、隔多远、埋几根,别碰到地下管线。同时,把接地极表面的锈、油污彻底清干净,用砂纸磨、清洗剂擦都行,确保表面没杂质,好和降阻剂贴紧。第二步,规范铺降阻剂。按产品说明和土壤湿度调降阻剂配比,比如要加水的,控制好加水量,别多别少,搅拌均匀。铺的时候,把降阻剂均匀包在接地极上,厚度要一致,别有的地方薄、有的地方厚,还要把接地极和土壤间的缝隙都填满,没空隙。铺完马上压实,让降阻剂和接地极、土壤贴紧;如果土壤太干,就喷点清水,再盖层保湿的(比如秸秆、防水布),别让降阻剂里的水分很快干了,保证它能固化好、导电好。第三步,施工后做好检查和整改。施工完先看降阻剂铺得全不全、有没有空隙、厚度够不够,有问题及时补、重新压。等降阻剂完全固化(一般7到14天,看产品说明和温度),用专业仪器测接地电阻,够不够规定标准。够了就收尾(比如填回土壤、做标识);不够就找原因,是产品不合适就换,是施工不好就整改,

改完再测,直到电阻达标。

3.3 结合土壤环境适配优化,提升效果适配性

不同土壤情况不一样,要按土壤特点选产品、定方案,让降阻剂和土壤匹配好,效果才好。一方面,按土壤湿度选产品、定补水办法。土壤太干(比如干旱地区),就选保湿型降阻剂,施工后定期浇水,让降阻剂保持湿度,能导电;土壤太湿(比如多雨地区),就选抗雨水冲的降阻剂(比如颗粒状的),还在铺降阻剂的地方做排水(比如铺碎石、埋排水管),别让雨水泡太久,把有效成分冲跑。另一方面,按土壤酸碱性、颗粒结构优化方案。土壤太酸(比如南方红壤),选耐酸的降阻剂,还能在接地极上涂层防腐的,少腐蚀;土壤太碱(比如北方盐碱地),选耐碱的降阻剂,避免导电成分和碱性物质反应失效。土壤颗粒太细(比如黏性土),选能渗透到深层的降阻剂,扩大改善范围;土壤颗粒粗、缝隙多(比如砂质、岩石土),选黏性好、能填缝隙的降阻剂,别让它在缝隙里流失,形成连续导电通路。

4 结语

低成本降阻剂为低压配电接地网的降阻优化提供了“安全、经济、灵活”的解决方案,其应用不仅能精准降低接地电阻,保障配电系统安全运行,还能控制建设与运维成本,适配多样土壤环境,有效解决传统降阻方式的痛点,在低压配电领域具备广阔的应用空间。未来,随着材料技术的迭代,低成本降阻剂将向“高导电、高稳定、更环保”的方向发展,进一步提升性能与适配性;同时,结合低压配电接地网的小型化、集约化发展趋势,其应用方案将更趋精准与高效,不仅能持续保障接地网的安全性能,还能助力低压配电系统实现“安全与经济兼顾、效率与环保统一”的发展目标,为居民生活、商业运营、小型工业生产等场景的用电安全提供更坚实的支撑。

参考文献

- [1]王厚余.建筑物电气装置600问[M].北京:中国电力出版社,2022.
- [2]凌智敏.UPS输出端中性线接地问题探讨[J].建筑电气,2022(12):25-27.
- [3]凌智敏.多电源TN系统的N线在哪里一点接地[J].建筑电气,2023(5):3-11.