

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，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不好的关键指标。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带、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、多装接地带用的钢管），材料成本大幅降低。二是施工简单。不用复杂设备和工艺，只要在埋接地带时，把降阻剂包在或填在接地带周围就行，省人力、省时间，施工成本低，特别适合小型接地带或偏远地区使用。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，能在接地板表面形成保护层，减慢接地板生锈和被土壤腐蚀的速度，延长使用寿命，不用频繁更换接地板，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：接地板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），没法多装接地板，低成本降阻剂不用占太多空间，只要围绕现有接地板铺设，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板的导电环境。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，还会弄坏接地板。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，加速接地板生锈损坏，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，主要体现在接地板处理和降阻剂铺设两个环节。一是接地板预处理不到位，产生额外电阻，影响降阻。一方面，接地板表面有锈、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，接地板埋得太深或太浅、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，没包好接地板、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，降阻剂和接地板、土壤之间有空隙，空气会增加电阻；水流失快，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，只能改善接地板周围一小块土壤，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板。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，还会加速接地板生锈。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，同时也会腐蚀接地板，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，只能改善接地板周围几厘米的土壤，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，别让它从缝隙里流失，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.