

架空线路避雷线接地电阻超标对雷击跳闸率的影响分析

闫新成

天津储气库分公司 天津 300280

【摘要】：架空线路避雷线接地电阻超标会显著升高雷击跳闸率，威胁电力系统供电稳定。避雷线的防雷防护效能依赖合格接地电阻，超标会阻碍雷击电流泄放，引发过电压击穿线路绝缘，导致跳闸故障。本文结合天津大港油田滨海新区盐碱地、临近盐池的地质条件，以及大港油田生产电力系统实际，分析接地电阻超标的表现与成因，探究其影响雷击跳闸率的机理，提出针对性防控措施，为降低跳闸风险、保障线路安全运行提供实践参考。

【关键词】：架空线路；避雷线；接地电阻超标；雷击跳闸率

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.031

引言

架空线路是电力传输的核心载体，广泛分布于各类复杂环境，雷击是引发线路跳闸、造成供电中断的主要自然灾害。避雷线作为线路防雷的关键设施，通过引导雷击电流入地实现防护，其防护效果直接由接地电阻合格性决定。接地电阻超标在线路运行中较为常见，会导致避雷线防雷作用失效，加剧雷击对线路的破坏，增加跳闸频次，埋下严重供电隐患。本文聚焦接地电阻超标与雷击跳闸率的关联，梳理危害、剖析机理、提出对策，衔接正文深入探讨，为提升线路防雷性能提供支撑。

1 架空线路避雷线接地电阻超标的表现及成因

架空线路避雷线接地电阻超标，主要表现为实测值持续超出规程限值，多次整改后仍无法稳定达标，且随气象条件波动明显，雨雪、潮湿天气后数值会异常升高，严重偏离正常运行范围。结合天津大港油田滨海新区实际，区域内盐碱地土壤含碱量高、湿度大，且电力外线多临近盐池，盐雾侵蚀和土壤盐碱化双重作用下，接地引下线锈蚀、断裂、松动等问题较普通区域更为频发，部分接地体因埋深不足、土壤强腐蚀、周边盐池水位波动冲刷等，无法充分接触土壤导致电流泄放受阻；老旧的大港油田生产电力线路接地系统设计标准偏低、布置不合理，长期受盐碱侵蚀后，更易出现超标问题。

土壤性质是影响避雷线接地电阻的核心因素之一，不同区域土壤的电阻率差异较大，天津大港油田滨海新区多为盐碱地，土壤因富含盐分和水分，虽基础电阻率较低，但盐离子的强腐蚀性会严重破坏接地体结构，且电力外线距离盐池近，盐池的渗透作用会进一步加剧土壤盐碱化程度，导致接地体快速发生腐蚀破损，接地性能急剧下降，进而引发接地电阻超标^[1]。施工质量不达标也是接地电阻超标的重要成因，大港油田生产电力系统工程部分线路建设过程中，受盐池周边地形限制，接地体埋深难以完全达到设计要求，且盐碱地施工时土壤黏结性差，接地引下线与接地体连接易出现不牢固、虚接、漏接等问

题，施工后若未针对盐碱环境进行专项接地电阻检测验收，导致不合格工程投入运行，为后续接地电阻超标埋下隐患。

线路运行过程中的外力破坏的也会导致避雷线接地电阻超标，部分区域存在违规开挖、取土等行为，破坏接地体埋置结构，导致接地体裸露、断裂，电流泄放能力大幅下降；线路周边的高大树木、建筑物等设施，会改变接地系统的电场分布，干扰雷击电流的正常泄放，间接导致接地电阻升高。同时，线路长期运行过程中，未定期对避雷线接地系统进行维护检修，接地体表面附着大量杂物、锈蚀层，接地引下线老化、破损，长期积累后会导致接地电阻逐渐升高，最终超出规程限值，影响避雷线防护效能的发挥。

2 避雷线接地电阻超标影响雷击跳闸率的内在机理

避雷线的核心防雷作用是通过将雷击电流引导至接地系统，快速泄放入地，从而降低雷击过电压幅值，避免线路绝缘被击穿，减少雷击跳闸故障的发生。当避雷线接地电阻超标时，雷击电流泄放通道受阻，电流无法快速、顺畅地导入地下，导致避雷线与线路导线之间产生过高的电位差，形成感应过电压和反击过电压，当过电压幅值超过线路绝缘耐受强度时，就会发生绝缘击穿，引发线路单相接地或相间短路，进而导致断路器跳闸，增加雷击跳闸率。

接地电阻超标会削弱避雷线的分流作用，正常运行状态下，避雷线能够将大部分雷击电流分流至接地系统，减少流经线路导线的电流份额，从而降低导线承受的过电压。而当接地电阻超标时，雷击电流流经接地系统的阻力增大，分流能力大幅下降，导致大量雷击电流通过避雷线与导线之间的空气间隙放电，形成电弧通道，破坏线路绝缘性能，引发雷击闪络^[2]。天津大港油田滨海新区盐池周边的高湿度、高盐雾环境，会降低空气绝缘强度，加速电弧通道形成，使闪络概率较普通区域显著提升。闪络发生后，线路绝缘无法快速恢复，故障电流持续存在，线路保护装置会迅速动作，切断故障线路，导致雷击

跳闸，且接地电阻超标越严重，分流能力越弱，雷击闪络发生的概率越高，雷击跳闸率也随之上升，对油田生产电力系统的稳定性造成严重威胁。

避雷线接地电阻超标还会加剧雷击过电压的叠加效应，当线路遭遇雷击时，接地电阻超标会导致接地电位升高，接地引下线与线路导线之间的电位差增大，引发反击过电压，同时，雷击产生的感应过电压与反击过电压相互叠加，会进一步提高过电压幅值，远超线路绝缘耐受水平，导致线路绝缘快速击穿，引发跳闸故障。接地电阻超标会导致雷击电流在接地系统中滞留时间延长，线路周边电场强度持续升高，容易引发二次雷击闪络，进一步提升整体雷击跳闸率，严重影响架空线路的安全稳定运行。见表1：

表1 不同土壤电阻率下典型接地电阻设计限值（单位： Ω ）

土壤类型	土壤电阻率（ $\Omega \cdot m$ ）	避雷线接地电阻设计限值（ Ω ）
黏土	50~100	≤ 10
砂质黏土	100~300	≤ 15
砂土	300~500	≤ 20
岩石（风化）	500~1000	≤ 30
岩石（未风化）	>1000	≤ 30 （需采取降阻措施）

数据来源：《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）

3 解决避雷线接地电阻超标、降低雷击跳闸率的防控措施

优化避雷线接地系统设计是解决接地电阻超标、降低雷击跳闸率的基础，需结合天津大港油田滨海新区盐碱地、临近盐池的地质特点，科学确定接地电阻限值，合理选择接地体类型和布置方式^[3]。针对区域高盐碱、盐雾侵蚀强的问题，建议今后该区域新建电力项目摒弃传统普通钢材接地体，选用高耐腐蚀性的铜覆钢接地体或钛合金接地体，同时增加接地体截面尺

参考文献：

- [1] 张小玉,王宇墨.电网防雷技术在架空输电线路设计中的应用[J].光源与照明,2025,(09):206-208.
- [2] 彭康.矿山高压供电架空线路防雷措施研究[J].煤炭新视界,2025,(01):84-85.
- [3] 占金涛,杨天翼,郭俊.基于雷电分形模型的架空线路绕击特性分析试验[J].电力工程技术,2025,44(01):126-135.

寸，在接地体表面涂刷专用耐盐碱防腐涂层，抵御盐池渗透和土壤腐蚀；采用“水平接地体+深井接地体”组合布置方式，水平接地体埋深不低于1.5米并远离盐池边坡，避免水位波动冲刷，深井接地体深入地下水位以下稳定土层，提升接地稳定性。

强化施工质量管控，从源头杜绝接地电阻超标问题。针对大港油田生产电力系统工程的建设特点，严格按照盐碱地专项设计方案开展接地系统施工，确保接地体埋深、截面尺寸、连接方式等符合设计要求，接地引下线与接地体、避雷线的连接采用热镀锌螺栓紧固+焊接双重固定，避免盐雾侵蚀导致松动、虚接。施工过程中加强现场监管，重点核查接地体埋置避开盐池渗漏区、连接部位防腐处理质量，针对盐池周边松软土壤区段，采用碎石铺垫加固接地体基础，防止沉降位移。施工完成后，采用专业检测设备进行接地电阻实测，结合盐碱地湿度波动特点，在干燥期和雨后分别复测，确保接地电阻实测值稳定低于 $\leq 8 \Omega$ 的区域限值。

加强线路运行期间的维护检修与动态监测，及时发现并整改接地电阻超标问题。建立大港油田生产电力系统接地系统专项巡检制度，每月开展一次巡检，重点排查盐池周边接地引下线的锈蚀、断裂情况，对受损部件及时更换为耐腐蚀型构件，定期清理接地体周边的盐碱结晶、杂草杂物，避免植被根系破坏接地体，确保接地体与土壤充分接触。同时，采用在线监测技术，在电力系统外线关键区段安装接地电阻实时监测终端，联动盐池水位、土壤湿度监测数据，实时掌握接地电阻数值变化规律，当数值接近限值时自动报警，及时分析超标原因并采取针对性整改措施。

4 结语

本文围绕架空线路避雷线接地电阻超标对雷击跳闸率的影响展开分析，明确接地电阻超标是雷击跳闸率升高的关键诱因，剖析了其成因、影响机理，并提出针对性防控措施。避雷线接地系统的正常运行是线路防雷的核心，解决接地电阻超标问题，可有效提升雷击电流泄放能力、降低跳闸风险。相关措施的落实能保障电力系统稳定供电，后续可结合线路运行特点，进一步完善防控方案，提升线路防雷可靠性。