

变电站户外端子箱受潮缺陷成因及防潮改进措施

雷晓雨

内蒙古电力(集团)有限责任公司鄂尔多斯供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

【摘要】：户外端子箱作为变电站关键辅助设备，其受潮缺陷易导致内部元器件锈蚀、绝缘下降，影响电网安全运行。本次排查发现，箱体密封性能不足、户外温湿度波动引发凝露、日常维护缺失是造成受潮的主要原因。采取升级箱体密封部件、加装温湿度智能凝露防控装置、建立全周期常态化维护机制等改进措施，全方位阻断潮气渗入路径、抑制凝露生成、消除受潮隐患，有效解决端子箱受潮问题，保障端子箱长期干燥稳定运行，为电网安全供电提供支撑。

【关键词】：变电站户外端子箱；受潮缺陷；防潮措施；密封升级；常态化维护

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.031

引言

变电站户外端子箱作为电网设备信号传输、线路连接的核心枢纽，直接承载着户外电气设备的控制、保护及监测功能，其运行状态的稳定性直接关联电网整体运维安全。由于长期暴露在户外复杂环境中，受风雨、温湿度波动、环境侵蚀等多种因素影响，受潮缺陷成为端子箱运行过程中最为常见的隐患之一。受潮易导致箱内接线端子锈蚀、元器件绝缘性能下降，严重时甚至会引发设备误动、拒动，甚至造成电网供电中断。基于此，深入排查端子箱受潮缺陷的形成原因，探索科学有效的防潮改进措施，对提升户外端子箱运行可靠性、保障电网安全稳定运行具有重要的现实意义。

1 变电站户外端子箱受潮缺陷的成因排查

1.1 箱体密封性能不足导致潮气渗入

变电站户外端子箱密封效果欠佳会导致外部潮气不断渗入箱内引发受潮问题。箱体门框与箱体衔接处的橡胶密封条长期处于室外环境，经紫外线暴晒、高低温更迭及风雨冲刷，易发生老化硬化、开裂脱落，丧失原有弹性与密封功能，缝隙处进而形成潮气侵入通道。箱体底部电缆穿孔若封堵工艺不到位，所用封堵材料易产生干裂、脱落，难以紧密贴合电缆与孔洞间隙，雨天或高湿环境里地面潮气与雨水会顺着电缆缝隙渗入箱体内部^[1]。部分端子箱焊接接缝存在细微缝隙，加工精度欠缺且未实施密封处理，潮湿空气可经微小孔隙不断进入箱内，箱体门锁、通风百叶等结构密封设计存在短板，闭合状态下仍有间隙，大雾、凝露天气时外界湿气会持续侵入并积聚，导致箱内湿度攀升，诱发接线端子、元器件受潮锈蚀及绝缘性能降低等状况。

1.2 户外温湿度变化引发凝露受潮

变电站户外端子箱所处外部环境昼夜及季节温湿度波动幅度较大，日间箱体在阳光直射下温度快速升高，箱内密闭空

间内空气湿度随之上升，夜间环境温度骤降时，箱体金属壳体与内部元器件温度下降速度快于箱内湿热空气，使得空气中的水汽达到饱和状态并在箱体内壁、端子排、接线螺栓等部位凝结形成细小水珠，进而引发凝露受潮现象^[2]。阴雨、雾霾等高湿天气下，外部高湿空气会通过箱体缝隙、通风孔等部位渗入内部，与箱内温度较高的空气相遇后加剧凝露生成，长期积聚的水珠会附着在电气接点表面，破坏绝缘层完整性，同时使端子、金属构件出现氧化锈蚀，部分端子箱因密封结构老化、密封条失效，无法有效阻隔外部潮湿空气侵入，进一步放大温湿度变化带来的受潮影响，导致箱内湿度持续处于超标状态，为电气缺陷的产生提供条件。

1.3 日常维护缺失加速受潮隐患

日常维护缺失会直接加剧变电站户外端子箱的受潮隐患，长期缺乏针对性巡检与养护，箱体密封胶条老化开裂、排水孔堵塞、通风滤网积尘等问题无法及时发现，外部潮湿空气与雨水易顺着缝隙侵入箱内。部分运维环节未按周期开展除湿设备检查与功能测试，加热器、冷凝排水装置故障后长期处于停运状态，无法有效抑制箱内湿度上升。箱体内部接线端子、空气开关等部件的清洁维护不到位，积污积灰会吸附空气中水分，形成局部凝露环境。缺少定期的密封性能检测与箱体完整性校验，门体合页松动、锁扣闭合不严等细微缺陷持续存在，进一步降低箱体防护等级。未建立湿度数据跟踪与隐患闭环治理机制，轻微受潮问题得不到及时处置，逐渐演变为凝露、锈蚀等严重缺陷，最终影响端子箱稳定运行。

2 变电站户外端子箱防潮改进实施办法

2.1 升级箱体密封部件杜绝潮气渗入

升级箱体密封部件需全面覆盖端子箱易渗潮部位，重点对箱体门框与箱门的结合处进行优化，替换原有老化、变形的密封胶条，采用耐高低温、抗老化的三元乙丙橡胶密封胶条，按

箱体门框尺寸精准裁切,确保胶条与门框、箱门紧密贴合,无缝隙、无松动,同时在胶条与箱体接触部位均匀涂抹专用密封胶,进一步增强密封性能。针对箱体面板与箱体主体的连接缝隙,拆除原有老化密封件,重新填充防水密封胶,压实抹平后确保表面平整,避免因密封不严导致潮气从缝隙渗入。端子箱进线孔、出线孔是潮气渗入的关键部位,需更换适配的防水密封接头,对接头与线缆、箱体的连接处进行密封处理,采用防水密封胶带缠绕包裹,杜绝雨水、潮气沿线缆缝隙进入箱体内部,同时对箱体合页、锁具等活动部位加装密封垫圈,减少活动间隙带来的渗潮隐患,全方位阻断潮气渗入路径(见图1)。

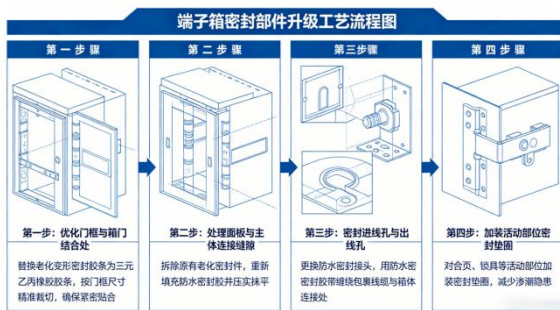


图1 端子箱密封部件升级工艺流程图

2.2 加装凝露防控装置调节内部温湿度

户外端子箱加装凝露防控装置需兼顾安装环境、尺寸参数及内部设备散热特性,选用适配的温湿度智能调控设备,优先选取集成加热、通风、除湿功能的一体化机型,保障对箱内温湿度变动的精准响应^[1]。装置固定于端子箱内侧顶部或侧壁通风良好位置,避开端子排、接线端子等核心组件,保证出风口与端子排间距合理,防止气流直吹造成局部温度波动及灰尘积聚,间接影响绝缘性能。运行过程中可依据预设温湿度阈值自动触发对应功能,内部湿度超出设定标准时除湿模块启动,借助冷凝除湿技术将空气中水汽凝结核排出以降低相对湿度,温度

参考文献:

- [1] 王子行,李鹏宇,高春兰,等.变电站户外端子箱自动防浸装置研制应用[J].大众用电,2024,39(10):44-45.
- [2] 李志兴,许志华.变电站户外端子箱便携式遮雨棚的研制与应用[J].机电信息,2020,(30):62-63.
- [3] 王霞,张健能,麦志彦,等.除湿盒在户外端子箱中的应用研究[J].电气开关,2021,59(04):23-25.

低于凝露临界值时加热模块自动运行,升高箱内温度破坏凝露形成条件,通风模块同步间歇运转促进箱内外空气交换,及时排出内部湿气,维持端子箱内部适宜温湿度环境,从源头上遏制凝露滋生,规避端子、接线头等部件因受潮引发的绝缘衰减、接触异常等隐患。

2.3 建立常态化维护机制消除受潮隐患

结合变电站户外端子箱运行实际,常态化维护机制围绕受潮隐患治理形成全周期管控体系,将箱体防潮检查纳入设备定期巡检标准项目,明确温湿度、密封胶条、排水孔、加热器及除湿装置等关键部位的检查频次与判定标准,结合季节气候特点调整巡检重点,梅雨及高湿时段加密巡查频次,及时记录箱体内部凝露、积水及元器件受潮状态。依托设备台账建立防潮缺陷专项档案,对发现的密封失效、排水不畅、除湿装置故障等问题实行闭环管理,同步落实箱体清扫、通风散热、封堵缝隙等日常养护工作,定期校验温湿度控制器与除湿设备运行参数,确保其在高湿环境下稳定投运。结合运维数据开展受潮隐患趋势分析,针对性优化维护策略,通过持续、规范的常态化运维管控,从源头遏制潮气侵入与凝露滋生,保障端子箱长期处于干燥稳定的运行环境,避免因受潮引发的设备隐患持续累积。

3 结语

变电站户外端子箱的稳定运行直接关系到电网供电的安全性与可靠性,受潮缺陷的防控是户外设备运维的重点工作。箱体密封不足、温湿度波动引发凝露及日常维护缺失,共同构成了端子箱受潮的主要诱因,易导致内部元器件锈蚀、绝缘下降,埋下设备安全隐患。通过升级密封部件阻断潮气渗入路径、加装智能凝露防控装置调节内部温湿度、建立全周期常态化维护机制,可全方位破解受潮难题。后续需持续优化改进措施,强化运维管控,及时排查各类潜在隐患,确保端子箱长期处于干燥稳定的运行状态,为电网安全稳定运行筑牢保障。