

Discussion on risk factors and preventive measures of live-line operation management in distribution network

Weimin Luo

Yongzhou Hengtong Electric Power (Group) Co., Ltd., Yongzhou, Hunan, 425000, China

Abstract

The power system constitutes an integrated entity comprising power generation, transformation, transmission, and distribution. Live-line operations play a vital role in the maintenance of distribution networks, given their complex implementation conditions, variable working environments, and intertwined personnel and equipment risks, which impose stringent requirements on management systems. This study, grounded in practical experience, first conducts an in-depth analysis of four typical risk factors encountered in distribution network live-line operations under real-world conditions. By integrating relevant State Grid Corporation of China (SGCC) standards and industry references, the paper systematically explores corresponding preventive measures. The research findings provide actionable references for distribution network live-line operation management, laying the foundation for enhancing safety control capabilities.

Keywords

distribution network; live-line work management; risk factors; preventive measures; discussion

配网带电作业管理的风险因素及其防范措施探讨

罗卫民

永州恒通电力(集团)有限责任公司, 中国·湖南 永州 425000

摘要

电力系统是一个统一的整体,由发电、变电、输电、配电组成。而带电作业在配电网运维中扮演着不可或缺的角色,其实施条件复杂、作业环境多变、人员与设备风险交织,从而对管理体系提出了严苛要求。本文立足于实践,首先深入剖析配网带电作业管理在实际环境下所面临的四类典型风险因素,结合国网电力相关规范与行业资料,系统探讨对应的防范措施。研究结果为配网带电作业管理提供操作性参考,为提升安全管控水平奠定基础。

关键词

配网; 带电作业管理; 风险因素; 防范措施; 探讨

1 引言

配网在长期运行中必须经常进行测试、检查、维修,而带电作业是避免检修停电、保证供电稳定性的有效措施。但带电作业的危险性也是不言而喻的,为保障带电作业的安全,提高带电作业的效率,必须深化带电作业管理。有鉴于此,文章结合研究及实践就配网带电作业管理的风险因素及其防范措施展开探讨,以供参考。

2 配网带电作业管理的风险因素分析

2.1 人员资格与作业意识不足风险

在配网带电作业管理中,人员为核心风险来源之一。由于作业环境存在高电压带电体、复杂导线结构、多电源并网及反送电可能性,若作业人员资格核查不严、周期培训不

到位、对带电体识别或安全距离判断错误,则易导致触电、电弧灼伤、误入危险区域等事故^[1]。同时,作业人员若忽视现场风险辨识、未严格佩戴防护用品、未按规定穿着绝缘靴或佩戴安全帽,则易被高压电场、邻近带电体间电位差引发的电击路径所侵袭。更关键的是,在作业过程中,如遇突发环境或电网变化(如多电源切换、空载电压上升、自发电接入)时,人员若缺乏预案意识与协同处置能力,则难以快速响应,风险进一步放大。

2.2 作业现场环境与邻近带电物体风险

配网带电作业所处的物理环境具有多样性,包括杆塔架空线路、箱变设备、环网柜、用户接入端等,其作业面多在户外或半户外场所。环境因素如地形起伏、杆塔旁干扰构件、附属设备、自备发电系统并网、邻近高压线路并行、线路交叉、街道交通干扰、人行车道近距离作业等,均可能成为危险点。若作业区域邻近带电体未设有效隔离、防护板或警戒线;或作业位置为建筑物顶端、树木覆盖区、交通复

【作者简介】罗卫民(1971-),男,中国湖南永州人,助理工程师,从事配网带电作业研究。

杂区,则人体和工具与带电体的安全距离极易被削弱,从而导致触电、电弧闪络、误操作脱险的空间减小。此外,复杂现场环境常伴随不可控因素如雨雪、冰冻、夜间照明不足、车辆行驶造成的振动等,这些环境介入因素提升作业的动态风险。

2.3 工具设施状态及带电部位识别不足风险

在配网带电作业中,所使用的绝缘工具、遮蔽设备、带电检测仪器、安全物料、验电接地装置、接地线夹、防误操作闭锁等设施,其状态直接关系到作业安全。若工具绝缘性能退化、检测周期延迟、维护记录缺失、使用中未经校验,则易发生工具内漏电、绝缘破损、闪络击穿等,从而引发触电或电弧事故。此外,带电作业中若对带电部位识别不清、带电设备未悬挂警示标识、作业票中标注带电体范围模糊或现场存在保电状态未解除、自备电源引入返送电风险未判断清楚,则带电体未被正确隔离、验电接地未设或设不当,引发误入带电体或返送电路径。

2.4 应急与作业监控机制缺失风险

带电作业虽旨在不停电状态下进行,但一旦作业过程中发生触电、误操作、工具故障、反送电或电弧闪络等紧急状况,若应急机制不完善、现场监控不到位、作业监护人员职责不清或撤离预案未制定,则可能导致事故扩展。同时实际配网带电作业管理中,部分作业仍存在监护人员未实时巡视、作业票审批流程不严、突发状况反应迟缓等问题^[2]。在负荷波动、线路临时调整、天气突变等情境下,若监控机制不能及时发现人员偏离作业流程、工具使用异常、旁路隔离失效、警示标志不醒目等情形,则带电作业风险难以迅速被压制。

3 配网带电作业管理风险因素的防范措施探讨

3.1 强化人员资质体系与现场责任清晰化控制

为遏制“人员资格与作业意识不足”所带来的风险,首先,应建立“作业资格生命周期管理”机制:针对参与20kV及以下配网带电作业的人员,必须持有经国网电力认证的带电作业专项资质,并在入岗前完成背景资质审查,按照《GB/T18857-2019 配电线路带电作业技术导则》及《Q/GDW10799.8-2023 电力安全工作规程(配电部分)》中关于人员资质的条款执行。每名作业人员应每年接受一次理论考试与实操复训,并由安全监管部随机抽检知识掌握情况;同时构建资格动态更新机制,对于连续三个月以上未参与带电作业的人员,应重新学习并考试合格方可恢复资格。其次,在“现场责任清晰化”方面,应在作业票及作业任务单中明确作业负责人、监护人、安全员三项职责,并将其责任细化至任务执行环节。依据上述规程,每张配网带电作业工作票签发前,作业负责人应主持现场安全交底,详细说明带电体位置、风险点、通讯方式、工具防护状态、自备电源情况及设备运行状态,并且要求全体作业人员在作业票签字

确认。监护人员必须全程在场,对作业人员是否正确穿戴绝缘手套、防护服、绝缘鞋,工具是否按规定放置、作业距离是否达到安全要求、是否有人擅自脱离监护范围进行巡视检查;当存在安全隐患或行为偏离规范时,监护人有权中止作业。与此同时,作业开始前、安全员需对作业现场的物理隔离、防护栏杆、验电接地装置状态、通讯设备与应急电源是否就位进行核查,并在作业票上记录核查结果、签署确认并存档,以便事后追溯与责任认定^[3]。

3.2 严格现场勘察流程与隔离防护设施配置

鉴于“作业现场环境与邻近带电物体”风险的特点,首先,在作业前必须按步骤执行现场勘查流程。勘察组应依据作业工单预先绘制现场线路走向图、标识交叉线路、并行线路、自备电源接入点与用户分支回路等关键节点。到达现场后,应对车辆人流干扰情况开展实地观测,记录施工车辆停放及通行路径、人群流线及高峰时段情况,监测周边树木飞枝状态、架空线杆倾斜倾向、附近构筑物结构与地形起伏情况,评估照明条件(包括夜间作业照度)与天气状况(如降雨、结冰、风力)并形成勘察记录。其次,依据上述识别出的危险点必须配置物理隔离设施,具体做法为:在识别与带电体可能发生接近的位置,搭建绝缘遮蔽罩,其尺寸应覆盖作业区上方与侧面潜在感应或飞弧影响区域,同时在作业区域外围设立金属或绝缘材质围栏、警戒线标明无人区边界,在关键节点安装设立醒目的警示牌(如“高压危险禁止进入”)并安排高清监控摄像装置对无人区进行实时监控,另外在车辆可能进入的通道布置移动车辆警示避让标志,并执行人体与带电体安全距离检测确认(按照相关带电作业规范计算手、体、作业工具与带电体之间的最小安全距离要求)。再次,针对邻近带电物体或不能完全物理隔离的区域,应启动暂时性停电或旁路切换模式,具体包括与调度、运行部门协同安排断电方案或切换至备用线路,作业前对作业区带电体进行验电确认,验电设备需校准后使用,并在验电确认记录中注明带电状态已被解除。此外,应同步制定现场应急路径与撤离路线图,增设夜间或照度不足情况下的照明补充措施(如移动式聚光灯、LED手提灯具等),并布置交通引导方案,通过设立导流标识、交叉路口警示人员或临时信号控制,保障作业车辆及过往车辆安全。

3.3 健全工具状态管理及带电部位识别制度

针对工具设施状态及带电部位识别不足这一风险,应从以下三个维度开展制度建设。首先,在绝缘工具与防护设备集中化管理方面,必须确立编号登记制度,将绝缘杆、遮蔽罩、验电设备、接地线夹、安全围栏等全部列入工具台账,并每件工具标注唯一编号、购置日期、耐压等级、上次试验时间、使用状态及责任人;定期按照Q/GDW10799.8-2023规定对绝缘手套、绝缘靴、绝缘杆等进行工频耐压及泄漏电流试验,试验结果应完整录入管理平台且附清晰修复或淘汰清单。其次,在每次带电作业前,管理单位需严格执行工具

状态核查流程：逐件测量工具外壳绝缘电阻、验证绝缘杆外观无裂纹或裂痕、确认接地线夹牢固连接、遮蔽罩安装位置准确且未受损，并查验工具试验合格记录是否齐备；若发现电阻值低于额定要求或外观异常，应立即停止使用、列入修复清单并标注“禁用”状态，确保作业当日使用工具皆处于“已验证”状态^[4]。再次，在带电部位识别与作业票制度方面，作业票应详细载明带电体设备名称、位置编号、所属回路电压等级、近旁并行或交叉结构情况、用户侧自备电源是否存在反送电可能、隔离措施内容及接地环状态；现场监护人员在作业前必须逐项验电确认带电体状态、对接地环状态进行检测，并复核作业区悬挂的警示标志、自锁装置、安全距离牌是否设置到位；若发现识别信息与现场实际不符，作业负责人应立即修改作业票或重新勘察定位。以上各项制度应形成书面流程，经作业单位审批后执行，并在每次作业结束后对工具状态与带电部位识别情况进行记录归档，以便于后续追溯和状态监控。

3.4 完善监控与应急响应机制构建持续反馈闭环

在完善监控与应急响应机制、构建持续反馈闭环的框架中，应从以下几个专业维度细化措施。首先，应在带电作业前设立专职监控小组，明确现场安全监护员、作业巡视员、异常报警员、撤离指挥员和应急救援责任人各自职责，其中安全监护员负责作业前安全距离、设备状态、人员防护情况的确认，巡视员实时跟踪作业进度、工具变化、环境风速、雷电报警、交通扰动情况，异常报警员须配置独立通信装置并保持24h畅通，以便监控组及时响应流程偏差或工具异常，同时撤离指挥员具备切换旁路备用装置操作权限、负责人员快速疏散方案的执行，救援责任人负责急救装置调配、触电救援训练记录查验与现场联动。其次，现场监控流程应包括：作业前由安全员发出风险提示，涵盖电压等级、作业长度、导线间距和作业人员状态签认；作业中监控组徒步或机动巡视，分别记录安全距离、作业进度、工具运行状况、环境变化（包括风力骤变、雷雨、交通扰动等）和人员状态（如疲劳、脱防护、脱岗）并形成巡视记录，若发现违规操作或工具异常即启动旁路切换备用设备；作业结束后立即由监控组

进行现场复盘，填写异常情况登记表，将作业过程中的偏离、突变和干预情况列入隐患排查库。再次，应急响应机制需涵盖设备配备、人员训练与流程启动：配备现场急救装置（如触电急救仪、上述切断装置）、通信装置（包括无线电、手机备份）与旁路切换备用装置，并要求监护人员接受触电救援训练录像复核、开展每月至少一次紧急撤离演练；当监护人员发现违规操作、工具异常、环境突变或人员状态异常三类事件之一时，应立即终止作业、疏散人员、切换旁路并启动应急预案，救援责任人应立即与调度控制中心联络、启动应急救援队伍、做好责任交接、现场隔离与伤情记录^[5]。最后，在闭环反馈机制中，每次作业结束后，应对异常情况进行汇总、登记并纳入事故隐患库，同时依据案例推进管理制度修订，将异常类型、响应流程、监控记录、救援实施情况纳入年度分析报告并形成制度修订清单，从而促进监控与应急机制在制度层面的优化。

4 结语

通过上述分析与探讨，配电网带电作业管理在人员、环境、设施、机制四大维度中均蕴含重大风险，且其防控措施必须系统化、标准化与可操作化。作为配网带电作业管理工程师，应从资质管理、现场勘察、工具状态、监控机制四方面构建完整的安全管控框架，以保障作业环节的电气安全与人员安全，并推动实际管理落地执行。

参考文献

- [1] 廖梓君.10kV配网带电作业抢修项目风险与预防管理[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(002):000.
- [2] 杜杰.10kV配网旁路带电作业风险与预防控制分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
- [3] 马雪松.带电作业在现代配网中的安全策略与措施[J].消费电子,2024(10):120-122.
- [4] 周兴,胡伟,施震华,等.危险点分析与预防措施在带电作业中的应用[J].2024(10):176-177.
- [5] 黄友平,段标,薛靖祺.10kV配网带电作业及其安全措施浅谈[J].水利电力技术与应用,2024,6(19):196-198.