

配网不停电作业中绝缘手套法与绝缘杆法的协同操作研究

梁德成

(珠海市恒源电力建设有限公司, 广东 珠海 519000)

摘要 配网不停电作业是保障电力供应连续性的重要技术手段。绝缘手套法与绝缘杆法作为两种主流作业方式, 各具优势但也存在局限性。本文分析了两种方法协同操作的重要意义, 剖析了协同作业中安全距离差异、遮蔽配合标准化缺失、人员协同技能不足等技术难题, 并从建立分层安全防护体系、制定标准化协同流程、构建智能监控系统等方面提出协同操作的技术策略, 以期提升配网不停电作业安全性和效率提供参考。

关键词 配网不停电作业; 绝缘手套法; 绝缘杆法; 协同操作; 安全防护

中图分类号: TM72

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.32.041

0 引言

随着城市用电负荷持续增长, 配网不停电作业已成为电力企业提升供电可靠性的重要手段。绝缘手套法和绝缘杆法是不停电作业的两种主要技术方法, 前者适用于低压及 10 kV 配网设备检修, 后者适用于高电压等级的远距离作业。然而单一作业方法在复杂作业环境中存在局限性, 两种方法的协同运用成为提升作业安全性和适应性的必然选择。当前协同操作在安全距离控制、绝缘遮蔽配合、人员技能协同等方面仍面临技术难题, 亟须系统研究。本文在分析协同操作价值的基础上, 剖析技术难题, 探讨优化策略, 为配网不停电作业技术进步提供参考。

1 绝缘手套法与绝缘杆法协同操作的重要意义

1.1 提高作业安全性以降低触电风险

绝缘手套法和绝缘杆法协同操作可以建立多层的安全防护屏障, 大大降低作业人员触电的风险。绝缘手套法是指穿戴绝缘手套、绝缘靴等个人绝缘防护用具使作业人员与带电体接触时产生绝缘隔离, 从而进行的带电作业方法, 该作业方式适合于对带电体进行细致操作以及近距离接触等场合。绝缘杆法通过绝缘操作杆使工作人员与带电体保持安全距离, 避免人直接接触高压设备, 适用于远程操作及高电压等级作业^[1]。两种方法相互配合使用时, 能达到“距离防护+绝缘防护”的效果。当作业人员使用绝缘杆操作的同时, 再佩戴上绝缘手套等防护用具, 即使绝缘杆出现了意外失效或者是操作距离不够远等情况, 在绝缘手套的保护下, 也能起到良好的保护作用, 降低触电事故发生

的概率。在狭小空间和恶劣天气等复杂作业环境下, 单一防护手段容易失效, 协同操作的多重防护机制能够有效应对各种突发状况, 为作业人员的生命安全提供坚实的保障。具体见图 1。

1.2 扩展作业适用范围以适应复杂环境需求

配网不停电作业的现场环境多种多样, 单一的作业方式往往难以适应各个场合, 绝缘手套法与绝缘杆法的配合操作相得益彰, 可明显扩大应用范围。在配电线路分支线接引、设备更换等作业时, 既要远距离操作主线路带电部分, 又要近距离细致操作接头连接处, 单一采用绝缘杆法操作不灵活, 只用绝缘手套法则安全距离不够。在协同作业中, 操作人员首先使用绝缘杆完成主线路的绝缘遮蔽和初期操作, 佩戴绝缘手套做详细的接线工作, 既能保持一定的安全距离, 又能实现操作的灵便。这种配合方式有效解决了传统单一方法在复杂作业环境中遇到的技术瓶颈, 使作业人员能够根据现场实际情况灵活调整操作策略, 确保作业过程的连续性和安全性。在狭窄的空间中, 如电缆沟、配电室等处, 绝缘杆操作受限使用绝缘手套法可以弥补空间上的限制; 在高空作业中绝缘杆太长不方便携带, 绝缘手套法配合登杆使用更加方便^[2]。特别是在城市老旧小区、地下管廊等受限空间作业时, 协同方法的优势更加明显, 能够在保证安全的前提下顺利完成各项操作任务。协同操作还可以适应不同电压等级的作业要求, 10 kV 及以下可以侧重绝缘手套法, 35 kV 及以上可以侧重绝缘杆法, 灵活组合应用, 满足各种复杂作业环境的安全要求。

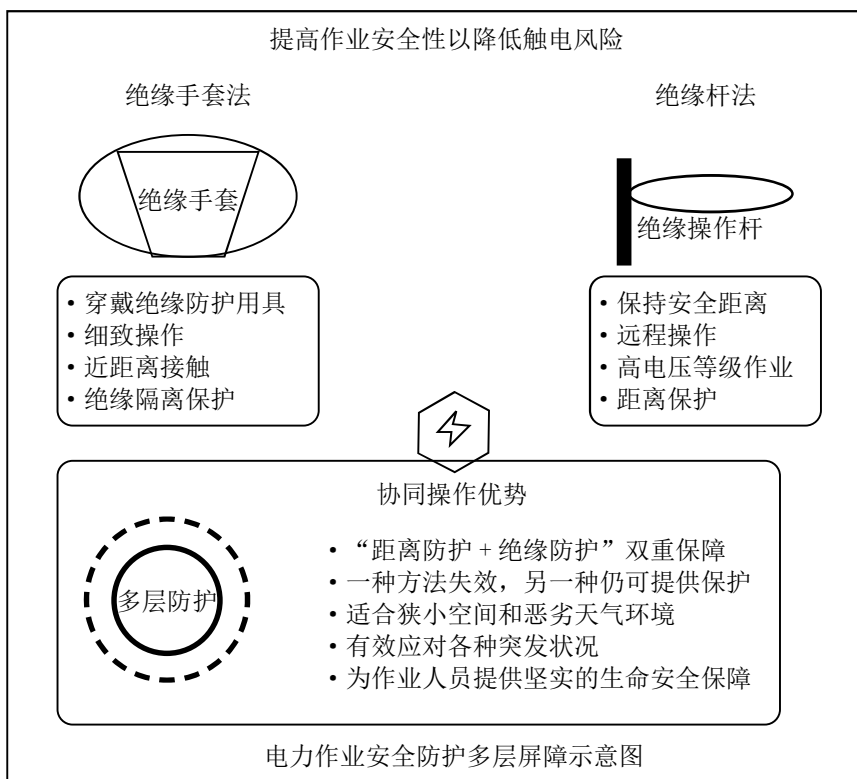


图 1 提高作业安全性以降低触电风险示意图

2 绝缘手套法与绝缘杆法协同操作面临的技术难题

2.1 两种作业方法的安全距离要求存在差异

绝缘手套法和绝缘杆法在安全距离的要求上存在本质差异，为协同操作带来技术难题。根据《配电网不停电作业技术导则》绝缘杆法对作业人员要求，作业人员身体各部位与带电体保持规定安全距离，10 kV 线路 0.7 米以上，35 kV 线路 1.0 米以上；绝缘手套法对作业人员的要求是：作业人员穿戴合格的绝缘防护用具后，身体任何部位都可以接近或接触带电体，但绝缘防护用具必须完好无损^[3]。在协同作业时，作业人员在两种方法间切换时容易出现安全距离判断混淆的现象，如作业人员用绝缘杆远距离操作完之后，再切换到绝缘手套法近距离作业时，因为习惯性的思路而保持很大的距离；或过分依赖绝缘手套的保护而忽视与其他未遮蔽带电体的安全距离，增加触电风险。

2.2 绝缘遮蔽配合方案标准化流程缺失

绝缘遮蔽是带电作业的关键安全措施，但在绝缘手套法和绝缘杆法协同操作中，绝缘遮蔽配合方案没有统一标准流程，增大了作业风险。绝缘杆法一般用绝缘遮蔽罩、绝缘隔板等进行大面积遮蔽，重点防护作业区域周围的带电部分；绝缘手套法重点遮蔽作业

点附近的带电部分^[4]。两种方法在遮蔽范围、遮蔽顺序、遮蔽器具的选择等方面都存在着差异，协同作业的时候，如何科学配合缺乏具体的规范。许多电力企业制定作业指导书，但是对协同操作的遮蔽方案只是含糊其词，主要靠作业负责人的经验判断，造成不同班组、不同人员的遮蔽方案差异很大，安全性得不到保障。特别是遮蔽器具拆装顺序，若先拆卸绝缘杆法的大面积遮蔽后做绝缘手套法，可能会使作业区域露出；如果保持大面积遮蔽，又会影响绝缘手套法的空间。

2.3 作业人员协同技能有待规范与提升

协同作业对作业人员技能水平和配合默契度有更高的要求，但是目前作业人员这方面能力还有很大的提升空间。传统不停电作业培训大多侧重单一方法技能训练，而对协同操作训练的内容很少，作业人员对两种方法的技术特点、转换时机等缺乏系统认识，在实际工作中容易出现方法选择不当、切换时机掌握不准等问题。协同操作需要作业人员之间的密切配合，有效沟通，但是在实际作业中，一部分作业人员沟通意识不强，指令传达不够清晰，很容易出现操作失误。例如：当绝缘杆操作人员需要改变位置的时候，如果没有及时告知绝缘手套操作人员，有可能造成安全距离改变从而引起危险^[5]。

3 绝缘手套法与绝缘杆法协同操作技术策略

3.1 建立分层安全防范体系, 保证作业全程可掌控

针对两种作业方式安全距离要求差别的问题, 应该建设分层次的安全防护体系来实现作业全过程风险的控制。要构建“固定安全区+动态防护带”的空间防护模型, 固定安全区以作业点为中心, 按电压等级划定最小安全距离范围, 在此区域严格执行绝缘杆塔的距离要求, 禁止人体任何部位进入; 动态防护带位于固定安全区与作业操作区之间, 作业人员在穿好合格的绝缘防护用品的情况下可以进入, 但要实时监控距离变化。另外, 还要创建安全距离分级管理机制, 将协同作业分为远距离操作阶段、近距离操作阶段、接触操作阶段等三级, 每一级都有明确的距离要求、防护措施以及操作标准^[6]。

3.2 建立标准的协同流程, 规定操作程序的要求

针对缺少绝缘遮蔽配合方案标准化的问题, 应当建立完整的协同操作标准流程, 并对每个环节的操作标准作出规定。要建立“分析—遮盖—操作—验收”四步法的工作程序。工作前由作业负责人组织全体人员进行现场查勘风险分析, 确定带电部位分布、作业方法的选取及转换时机, 制定详细的作业方案及预案; 遮蔽阶段严格按照“先远后近, 先主后次, 先上后下”的原则实施绝缘遮蔽, 优先用绝缘杆法完成大面积遮蔽, 然后再用绝缘手套法完成局部遮蔽; 操作阶段按照既定方案执行, 作业方法转换时必须严格遵守“停止作业—确认防护—转换方法—继续作业”的程序; 验收阶段作业后由安全监护人逐项检查绝缘遮蔽的拆除顺序, 防止提前拆除关键遮蔽; 保证“先装后拆、先次后主、先下后上”^[7]。要根据不同的电压等级, 不同的作业类型制定专项的协同操作指导书, 明确绝缘遮蔽用具的配置标准, 固定方式等要求。

3.3 建立智能化的监控体系, 完成作业过程的动态管控

针对作业人员协同配合技能不足的情况, 要构建智能监控系统, 通过技术手段来帮助作业人员提高协同水平, 做到作业过程的动态把控。构建作业现场态势感知体系, 在作业区布置高清摄像头、电磁场检测装置等设备, 即时采集作业人员所在位置、带电体电磁场分布等信息, 在监控大屏上做到三维可视化呈现, 让作业负责人员和安全监护人员可以全面知晓现场态势, 迅速察觉并纠正不安全行为。开发协同操作智能辅助系统, 使用 AR 增强显示技术, 在作业人员智能眼

镜或者平板电脑中实时叠加操作指示、安全距离标识、遮盖状态信息等, 引导作业人员正确操作。系统可以根据作业方案自动生成分步操作指令, 提醒工作人员当前应该使用的方法、要注意的安全要点, 以防止出现误操作。建立作业过程语音识别和智能分析系统, 对作业人员之间沟通的内容进行实时识别和分析, 一旦发现关键的安全指令就自动记录下来并向相关人员提示, 保证这些重要指令被准确地传达; 一旦发现异常的沟通内容或者出现沟通中断的情况时, 则会发出警告信号以提醒作业人员注意加强沟通。另外, 还要建设远程专家支持系统, 遇到复杂疑难工作时, 可利用 5G 网络将现场情况实时传输到后方, 后方专家通过远程会诊提供技术指导, 帮助现场人员制订出最优作业方案。

4 结束语

绝缘手套法与绝缘杆法的协同操作是提升配网不停电作业安全性和效率的重要途径。针对两种方法在安全距离、人员配合等方面存在的技术难题, 电力企业应积极探索创新解决方案。随着新型绝缘材料、智能检测技术、人工智能等新技术的发展应用, 配网不停电作业势必向更加安全、高效、智能的方向发展。广大电力工作者要勇于创新, 在保障电网安全稳定运行的前提下, 不断提高供电可靠性和客户满意度, 为经济社会发展提供坚强的电力保障, 用专业技能和工匠精神谱写新时代电力事业的崭新篇章。

参考文献:

- [1] 刘娟红. 配网不停电作业管控模式创新[J]. 科学与信息化, 2025(07):1-3.
- [2] 周连水, 周夏丰, 张海平. 低压配网不停电作业电弧特性分析与负荷转供[J]. 云南电力, 2025(07):18-22.
- [3] 刘金, 邹江华, 任兴忠, 等. 配网不停电作业旁路变压器并联运行特性及方案研究[J]. 武汉大学学报(工学版), 2025, 58(01):103-110.
- [4] 郭清彬, 林健炜, 钟阳辉. 0.4 kV 配网不停电作业方式在检修作业中的应用研究[J]. 科技资讯, 2025, 23(14):50-52.
- [5] 刘岭, 隗笑, 张奇. 基于智能监测技术的低压配网不停电作业电弧检测系统设计[J]. 电气技术与经济, 2025(02):391-394.
- [6] 刘建, 罗颜, 邹江华, 等. 基于岗位胜任力模型的 10 kV 配网不停电作业人员综合能力评价[J]. 武汉大学学报(工学版), 2024, 57(06):846-852.
- [7] 杨东宁, 孙建, 史建云. 配网不停电作业工程电缆漏电预警技术[J]. 自动化技术与应用, 2025, 44(02):132-135.