

10 千伏配网不停电作业的安全措施防护刍议

南博圆 李泉楠 王纪龙

国网乌鲁木齐供电公司 新疆 乌鲁木齐 831400

摘要: 本文旨在系统性地探讨10千伏配网不停电作业中安全措施防护体系的构建与完善。文章首先阐述了不停电作业的重要意义及其面临的主要安全风险,继而从人员、装备、环境、管理四个维度,深入剖析了当前安全防护措施的具体内容与实践要点。在此基础上,文章指出了当前安全防护体系中存在的若干薄弱环节,并针对性地提出了强化人员素质、优化装备管理、深化风险预控、推进智能技术应用等综合性对策建议。最后,文章强调,构建一个“人防、物防、技防”三位一体、动态闭环的安全防护体系,是保障10千伏配网不停电作业安全、高效、可持续发展的根本路径。

关键词: 10千伏配网; 不停电作业; 安全措施; 风险防控; 绝缘防护; 智能技术

引言

电力是现代社会的基石,可靠供应关乎国计民生与经济发展。电力企业致力于提升供电可靠性指标,减少计划停电时间是重要方向。传统停电检修虽安全可控,但会造成用户供电中断,影响体验,给重要用户带来损失。在此背景下,10千伏配网不停电作业兴起并快速发展,它借助专用装备和方法,在设备带电时作业,实现“用户无感”检修维护,且作业次数呈指数级增长,成为常态化运维手段。不过,10千伏电压能量足以致命,且配网线路作业空间受限,受多种因素影响,安全风险复杂隐蔽,微小疏忽都可能引发严重事故。因此,系统性研究和优化其安全措施防护体系,是保障人员安全、推动技术高质量发展的核心,本文将就此深入探讨。

1 10千伏配网不停电作业概述及安全风险分析

1.1 不停电作业的主要模式与技术

10千伏配网不停电作业主要分为两大类:绝缘杆作业法和绝缘手套作业法。(1)绝缘杆作业法:作业人员通过绝缘斗臂车或绝缘平台与大地保持绝缘,使用绝缘操作杆、绝缘夹钳等工具间接接触带电体进行作业。此方法适用于作业点距离较远、空间受限或只需简单操作(如搭接引线、更换避雷器)的场景。其核心在于“工具绝缘”。(2)绝缘手套作业法:作业人员穿戴全套合格的绝缘防护用具(包括绝缘服、绝缘手套、绝缘靴、绝缘安全帽等),直接接触带电体进行作业^[1]。此方法操作灵活、效率高,适用于复杂的检修、更换任务。其核心在于“人体绝缘”。此外,还有综合不停电作业法,即结合使用上述两种方法,以应对更复杂的作业需求。

1.2 主要安全风险识别

10千伏配网不停电作业的安全风险主要源于以下几个方面:(1)电气风险:作业人员因绝缘失效、误碰带

电体或安全距离不足而直接接触带电部分。邻近带电线路产生的感应电压,或系统操作(如开关分合)引起的操作过电压,可能击穿绝缘或对人员造成电击。在带负荷操作、短路或接地故障时,可能产生高温、高亮的电弧,对人员造成严重烧伤甚至致命。(2)机械与环境风险:绝缘斗臂车操作不当、平台不稳或人员未系安全带,可能导致高处坠落事故。工器具、材料从高处掉落,或车辆碰撞,对地面人员或作业人员构成威胁。雷、雨、雪、雾、大风等天气会显著降低绝缘性能,增加作业风险,甚至直接威胁人身安全。(3)人为与管理风险:作业人员未经严格培训、考核,或安全意识淡薄,违章作业。绝缘工器具未按规定进行定期试验、检查,存在老化、破损等隐患。工作票、操作票执行不严,现场安全措施布置不到位,监护流于形式。这些风险相互交织,共同构成了不停电作业安全防护的复杂挑战。

2 10千伏配网不停电作业安全措施防护体系构建

一个健全且有效的安全防护体系,必须是全方位、多层次、立体化的,其核心在于对人员、装备、环境和管理四大要素进行系统性整合与协同。

2.1 人员防护:筑牢安全意识与技能根基

在所有安全要素中,人始终是最活跃也最关键的变量。不停电作业人员不仅是安全规程的执行者,更是自身安全的第一责任人。因此,必须建立并严格执行一套从源头到日常的人员准入与培养机制。首先,应设立专项准入制度,确保所有参与人员均经过专业培训并持证上岗,其培训内容绝不能仅停留在理论层面,而必须深度融合电气安全原理、各类作业方法的标准化流程以及突发状况下的应急处置能力,并通过严苛的理论与实操双重考核予以验证。其次,安全意识的培养是一项长期而艰巨的任务,需要通过常态化的安全警示教育、对历

史事故案例的深度剖析，将“安全第一、生命至上”的理念内化于心、外化于行^[2]。在此基础上，必须不折不扣地执行“两票三制”等基本安全制度，坚决杜绝任何习惯性违章行为。每次作业前的“三交三查”环节，即交待清楚任务、安全和技术要点，检查好个人着装、安全防护用具（“三宝”）及精神状态，是确保作业顺利开展的必要前提。最后，清晰界定工作负责人、专责监护人、斗上电工、地面电工等各岗位的安全职责至关重要，尤其是专责监护人，必须做到全程、专注、无干扰地履行其监护职责，确保整个作业过程始终处于有效的、动态的安全监督之下，形成一道坚实的人为防线。

2.2 装备防护：确保工器具的本质安全

人员是安全作业的第一道防线，也是最后一道防线。为此，必须对工器具实施全生命周期的精细化管理。从采购源头开始，就必须确保所有装备均具备国家权威机构认证的合格证书，并建立起从入库、领用、使用、试验直至最终报废的全流程闭环管理制度。其中，预防性试验是保障装备性能的核心环节，必须严格遵循《电力安全工器具预防性试验规程》等国家标准，对绝缘斗臂车、绝缘服、绝缘手套等关键装备定期进行电气和机械性能的全面检测。然而，仅仅依赖定期试验是不够的，每次作业前的现场检查同样至关重要。作业人员必须亲自对即将使用的工器具进行细致的外观检查，确认无任何破损、脏污或受潮迹象，并辅以简易的功能测试（如对绝缘手套进行充气试验），任何存疑的装备都应立即停止使用并隔离。在使用过程中，必须严格按照说明书和安全规程操作，严禁超范围或超负荷使用^[3]。作业结束后，应及时对工器具进行清洁、干燥处理，并妥善存放在专用的、温湿度受控的工具库房内，以最大限度延缓其自然老化过程，确保其始终处于最佳可用状态。

2.3 环境防护：精准辨识与有效隔离风险源

作业环境的复杂多变性决定了风险预控必须是动态和精准的。详尽的现场勘察是所有安全措施起点。工作负责人必须在作业前亲自组织勘察，全面掌握作业点的线路布局、设备健康状况、邻近及交叉跨越的各类线路（包括通信线、低压线）、周边地形地貌、交通流量乃至未来数小时的精确天气预报等关键信息。基于这些一手资料，才能制定出切实可行的“三措一案”（组织措施、技术措施、安全措施和施工方案）。在具体作业中，安全距离的控制是硬性要求。无论是作业人员、工器具与地面或建筑物等接地体之间，还是在多回路或紧凑型线路上作业相与邻近带电相之间，都必须保持规程规定的最小安全距离。当物理距离无法满足要求时，全面而

有效的绝缘遮蔽便成为不可或缺的补充手段。尤其是在采用绝缘手套作业法时，必须使用合格的绝缘毯、绝缘挡板等材料，对作业范围内所有可能触及的带电体和接地体进行无死角、全覆盖的遮蔽，遮蔽顺序应遵循“从近到远、从下到上、从大到小”的原则，并确保各遮蔽物之间有足够的重叠区域以形成可靠的绝缘屏障。遮蔽工作完成后，必须由专人进行复查确认，任何疏漏都可能成为事故的导火索。

2.4 管理防护：构建全过程闭环管控

科学、严谨的管理是安全措施落地的根本保障。大力推行标准化作业指导书（卡）是实现这一目标的有效途径，它将复杂的作业流程分解为清晰、可执行、可追溯的标准步骤，并在每个关键节点明确标注风险点及对应的控制措施，从而将作业过程规范化、程序化，最大限度减少人为随意性。在此基础上，应建立作业风险的分级管控机制，根据作业的复杂程度、环境风险等因素对作业进行科学定级，并匹配相应级别的管控资源和审批流程。同时，应积极探索利用信息化手段，将风险辨识、评估和预警融入作业计划管理流程，实现风险的动态监控。此外，一套切实可行的现场应急处置预案是安全体系的最后一道保险。必须针对触电、高处坠落、电弧灼伤等最可能发生的突发事件，制定详细的救援流程，并定期组织实战化演练，确保所有人员都熟悉预案内容，能够在险情发生的第一时间做出正确反应，为挽救生命争取宝贵时间。

3 当前安全防护体系中的薄弱环节

尽管安全防护体系不断完善，但在实践中仍存在一些亟待解决的薄弱环节：（1）人员结构性矛盾：一方面，高水平、经验丰富的不停电作业人才稀缺；另一方面，部分新进人员急于求成，对安全规程理解不深，实操经验不足，容易在复杂环境下判断失误。（2）装备管理精细化不足：部分基层单位对工器具的管理仍停留在“有”和“用”的层面，对工器具的性能衰减、微观损伤等缺乏有效的监测手段，存在“带病上岗”的隐患。工器具的智能化、信息化管理水平有待提高。（3）风险预控的深度与广度不够：现场勘察有时流于形式，对潜在的、隐蔽的风险（如老旧线路的绝缘劣化、树木生长对安全距离的侵占）识别不足。风险评估模型相对简单，未能充分融入大数据、人工智能等先进技术进行精准预测。（4）新技术应用与传统模式的融合挑战：随着无人机、机器人等智能装备的应用，作业模式发生了变化，但相应的安全规程、人员培训和管理模式未能及时跟进，存在新的安全盲区。

4 强化10千伏配网不停电作业安全防护的对策建议

4.1 深化人员素质提升工程

一是构建分层分类培训体系：针对新员工、骨干员工、专家人才，设计不同深度和广度的培训课程。引入VR/AR技术，模拟各种复杂、危险的作业场景，进行沉浸式安全培训和应急演练。二是推行“师带徒”与技能比武：通过经验丰富的师傅传帮带，加速新人成长。定期举办技能竞赛，营造“比学赶超”的良好氛围，激发员工钻研技术、重视安全的内生动力。

4.2 推进装备全寿命周期智能化管理

一是建立工器具“数字身份证”：为每一件绝缘工器具植入RFID芯片或二维码，实现从采购到报废的全流程信息追溯。系统自动提醒试验周期、使用次数等关键信息^[4]。二是引入先进检测技术：应用局放检测、红外热成像等技术，对绝缘斗臂车的绝缘臂、绝缘工器具的内部缺陷进行无损检测，变“到期必试”为“状态检修”，提升管理的科学性和精准性。

4.3 构建基于大数据的智能风险预控平台

一是整合多源数据：将配网GIS系统、气象数据、历史缺陷库、设备台账、作业计划等数据进行融合。二是开发智能风险评估模型：利用机器学习算法，对即将开展的不停电作业进行动态、量化的风险评估，自动生成风险预警和针对性的管控建议，辅助工作负责人科学决策。

4.4 积极探索人机协同作业新模式

一是明确人机安全边界：针对无人机巡检、机器人带电作业等新场景，尽快制定和完善相应的安全规程，明确人与机器的协同作业流程和安全距离。二是强化人机交互培训：对作业人员进行专门的智能装备操作和协同作

业培训，使其既能熟练操作设备，又能准确判断和处理人机协同过程中的突发状况。

5 结语

10千伏配网不停电作业是提升供电服务质量的利器，其安全防护工作是一项永无止境的系统工程。它要求我们始终将“安全第一、预防为主、综合治理”的方针融入血脉，贯穿于作业的每一个环节、每一个细节。展望未来，随着配电网结构日益复杂、智能化水平不断提高，不停电作业的安全防护也必将迈向更高、更新的阶段。我们必须坚持问题导向和系统思维，不断在实践中总结经验、弥补短板。通过持续深化人员素质提升、推进装备智能化管理、构建大数据驱动的风险预控平台，并积极探索人机协同的新模式，方能构建起一个更加坚固、更加智慧、更具韧性的“人防、物防、技防”三位一体的安全防护体系。唯有如此，才能在牢牢守住作业人员生命安全红线的前提下，充分发挥不停电作业的技术优势，为社会提供更加可靠、优质的电力服务，真正实现电力事业高质量发展与本质安全的和谐统一。

参考文献

- [1]张洋.10kV配网不停电作业的应用[J].电工材料,2021,(03):78-80.
- [2]苏冰,晁绵东.10kV配网不停电作业技术应用研究[J].农村电气化,2023,(03):88-91.
- [3]胡皓楠.10kV配网不停电作业旁路技术的运用研究[J].电气技术与经济,2024,(01):336-337+345.
- [4]魏天伟,俞晓峰.城市10kV配网不停电合环操作的研究与应用[J].机电信息,2018,(24):158-159.