

配电带电作业的全过程安全管理措施分析

牧佳欣

内蒙古电力(集团)有限责任公司包头供电分公司 内蒙古 包头 014200

摘要: 配电带电作业是当前工程建设工作的核心基础。同时,区别于普通作业工作模式,在实践操作的过程中,对人员和环境有着较大的破坏风险。基于此,业内人士应当充分研究配电带电工作的流程和环节。科学查找出其中存在的危险因素,实现配电带电全过程安全管理工作的现代化、规范化发展。结合科学化的管理理念与管理技术手段,对配电带电作业的安全性能提升提出建议。

关键词: 配电带电作业;全过程;安全管理措施

配电带电作业的安全管理措施以“预防风险、规范操作、技术创新”为核心,通过全过程管控实现以下目标:技术价值:减少停电时间,提升电网韧性与自愈能力;经济价值:降低用户损失与运维成本,支持社会经济发展;社会价值:保障关键领域用电安全,推动绿色低碳转型。其重要性体现为电力行业从“被动抢修”向“主动防御”的转型升级,是构建新型电力系统的关键支撑。

1 配电带电作业的定义与特点

1.1 定义。配电带电作业是指在高压电力系统中不切断电源的情况下,对电气设备进行检修、测试或安装的作业方式,旨在保障电力系统持续供电并减少停电损失。

1.2 特点。①高风险性与复杂性。作业需直接接触或接近带电体,存在触电、电弧灼伤等危险,要求操作人员具备专业资质并严格遵循安全规范。需满足三项技术条件:人体电流 $\leq 1\text{mA}$ 、体表场强 $\leq 240\text{kV/m}$ 、与带电体保持规定安全距离。②作业方式多样性。按电位关系可分为等电位作业(人体与带电体等电位)、中间电位作业(通过绝缘工具隔离)和地电位作业(人体接地)。按工具分为绝缘杆作业法(间接操作)和绝缘平台/斗臂车作业法(直接接触带电体)。③安全防护要求严格。必须使用全套绝缘防护装备(如屏蔽服、绝缘手套、绝缘靴等),并确保工具电气性能合格。需通过专项培训强化人员安全意识和应急处置能力,例如利用VR技术模拟风险场景。应用优势显著。避免停电对用户造成影响,提升供电可靠性和电网经济效益,尤其适用于城市电网和关键负荷区域。环境与时段限制。禁止在雷雨、大风等恶劣天气下作业,且需避开用电高峰期以降低操作风险。

2 带电作业的重要性分析

2.1 保障供电可靠性与电网稳定性

2.1.1 避免停电影响。带电作业可在设备不停电状态下完成检修、消缺等任务,直接减少因计划检修或故障

处理导致的停电次数,保障居民、企业及关键单位(如医院)的持续用电需求,将供电可靠性提升至99.98%以上。^[1]例如,在高温天气或用电高峰期间,通过带电作业拆除故障线路或更换设备,用户对停电“零感知”,有效维护社会生产生活秩序。

2.1.2 提升电网自愈能力。通过带电作业升级电网设备(如新一代配自化真空开关),实现毫秒级故障研判与自动隔离,将停电范围从整条线路缩小至单个台区,显著增强电网抗风险能力。

2.2 提升用户满意度与经济效益

2.2.1 优化用电体验。带电作业践行“不停电就是最好的服务”理念,减少用户因停电产生的经济损失(如商业中断、生产停滞)和生活不便(如空调、电视无法使用),提升电力“获得感”。

2.2.2 降低社会成本。传统停电检修需协调多方并赔偿用户损失,带电作业可节省停电协调成本与经济损失,同时减少电网企业的电量损失。

2.3 推动技术创新与电网升级

2.3.1 促进新技术应用。带电作业推动绝缘工具、智能监控设备(如VR实训、智能开关)等技术迭代,提升作业安全性与效率,并为特高压、分布式能源等新型电力系统建设提供技术储备。

2.3.2 支持绿色低碳发展。减少停电次数可降低备用电源(如柴油发电机)的污染排放,助力“双碳”目标实现;同时,带电检修延长设备寿命,减少资源浪费。

2.4 强化电力应急保障能力

在极端天气、自然灾害等场景下,带电作业可快速修复受损线路,保障抢险救灾、医疗急救等关键领域用电,维护公共安全。^[2]带电作业的重要性体现为“保供电、惠民生、促发展”三位一体:技术价值:通过减少停电提升电网韧性;经济价值:降低用户损失与运维成本;社会价

值：支撑城市安全运行与可持续发展。其广泛应用标志着电力行业从“被动抢修”向“主动防御”的转型升级。

3 配电带电作业的安全管理措施与重要性分析

3.1 安全管理措施

作业前规范管理。现场勘察与方案制定：根据线路实际环境编制施工方案，明确作业流程、安全措施及风险预控策略，通过多维度勘察确保方案可行性。人员资质与培训：选用具备带电作业资质的专业人员，开展安全规程、操作技能及应急处置专项培训，强化风险防控能力。工具与防护设备检查：严格检测绝缘工具（如绝缘杆、斗臂车）性能，确保无破损漏气；配备全套防护装备（屏蔽服、绝缘靴等），并验证电气连接可靠性。

作业中风险控制。作业方式选择与监护：根据环境选择等电位或中间电位作业，设置专人监护，利用警示标识、绝缘保护装置实时监控操作风险。环境与时段限制：严禁在雷雨、大风等恶劣天气作业，优先选择负荷低谷时段操作以降低风险。安全距离与工具使用：严格控制人体与带电体的安全距离，使用绝缘工具实现间接操作，避免直接接触带电体。

作业后总结与改进。案例库建设与经验推广：建立作业案例库，分析工具缺陷或操作失误，优化管理制度并推广低压不停电作业技术。设备维护与技术创新：定期检修工具及防护装备，引入VR实训、智能监控等技术提升风险辨识与应急能力。

3.2 安全管理的重要性

3.2.1 保障人身安全与电网稳定。配电带电作业直接涉及高电压环境，严格的安全管理可降低触电、电弧灼伤等风险，保护作业人员生命安全。通过规范操作减少误触设备或误动作，避免因设备损坏导致电网故障，维护电力系统稳定性。

3.2.2 提升供电可靠性与社会效益。带电作业通过“零停电”模式保障用户持续用电需求，尤其对医院、企业等关键单位意义重大，供电可靠性可达99.98%以上。减少停电次数可降低用户经济损失（如生产停滞）和社会协调成本，支持数字经济、高端制造等产业发展。

3.2.3 推动电力行业高质量发展。安全管理措施促进新技术应用（如智能开关、配自化设备），增强电网自愈能力，为特高压、分布式能源等新型电力系统建设奠定基础。通过规范管理提升电力企业专业形象，强化公众对电力服务的信任度，助力“双碳”目标实现。

4 配电带电作业全过程安全管理的核心要点

4.1 人员与资质管理

专业化队伍建设。组建具备带电作业资质的核心班

组，通过系统化技术培训（如绝缘工具操作、应急处置）强化人员技能，确保作业人员通过考核并持证上岗。定期开展“安全日”活动，结合事故案例分析安全隐患，提升全员风险意识和责任意识。全过程监护制度。设置专职监护人员实时监控作业流程，重点监督安全距离、防护装备使用及操作规范性，防止违规行为。

4.2 标准化流程控制

4.2.1 作业前风险预控。现场勘察与方案制定：依据线路环境、设备状态制定详细施工方案，明确安全距离、作业方式（等电位/中间电位）及风险防控措施。工具与装备检查：对绝缘工具（绝缘杆、绝缘平台）和防护装备（屏蔽服、绝缘靴）进行电气性能测试，确保无破损或漏电隐患。

4.2.2 作业中动态管控。电位与作业方式选择：根据环境选择地电位、中间电位或等电位作业，严格控制人体与带电体的安全距离（如10kV线路 $\geq 0.4\text{m}$ ）。环境适应性调整：禁止在雷雨、大风等恶劣天气作业，优先选择负荷低谷时段操作以降低电场干扰。

4.2.3 作业后总结优化。建立事故案例库，分析工具缺陷或操作失误原因，优化作业流程并推广低压不停电作业技术。

4.3 技术防护与创新

4.3.1 绝缘工具与装备升级。采用高可靠性绝缘材料（如复合型绝缘杆）和智能防护装备（如带电状态监测手环），提升作业安全性。引入VR技术模拟高风险场景（如电弧灼伤），强化人员应急响应能力。

4.3.2 智能化技术应用。部署智能监控系统实时检测电场强度、设备温度等参数，实现风险预警与远程指挥协同。

4.4 安全文化与管理机制

双重预防机制：结合风险分级管控与隐患排查治理，通过“隐患共享”活动识别作业中潜在危险源（如工具老化、操作盲区）。

考核激励制度：将安全管理成效纳入班组绩效考核，通过奖惩机制推动责任落实。

5 配电带电作业安全管理措施的目的

5.1 保障人身安全与设备稳定

5.1.1 防范触电与电弧风险。通过绝缘工具（如绝缘杆、绝缘平台）、防护装备（屏蔽服、绝缘靴）及规范操作，降低作业人员直接接触带电体或高电场引发的触电、电弧灼伤等风险，确保作业人员生命安全。严格执行安全距离（如10kV线路 $\geq 0.4\text{m}$ ），避免因误触设备导致短路或设备损坏，维护电网设备正常运行。

5.1.2 强化全过程风险管控。通过作业前方案制定、工具检测及环境评估,预判潜在风险(如恶劣天气、工具老化),并采取针对性防护措施,实现风险源头控制。

5.2 确保供电连续性与用户可靠性

实现“零停电”目标。带电作业通过带电检修、测试等操作,避免因停电检修对用户用电造成影响,保障医院、企业等关键单位持续供电,供电可靠性可达99.98%以上。在负荷低谷时段作业或使用保电装置,减少对电网的干扰,提升用户用电体验。

降低社会协调成本。传统停电作业需协调用户停电时间并补偿损失,带电作业可直接减少此类成本,同时避免因停电导致的生产停滞、经济损失等问题。

5.3 推动作业规范与技术升级

5.3.1 提升标准化作业水平。通过技术导则明确作业流程(如等电位、中间电位操作规范),减少因操作失误引发的安全隐患,提升作业效率。建立案例库分析工具缺陷或操作失误,优化管理流程并推广低压不停电作业技术,形成良性循环。

5.3.2 促进智能化技术应用。带电作业需求推动智能监控设备(如电场强度检测仪、VR实训系统)和新型绝缘材料的研发,为特高压、分布式能源等新型电力系统建设提供技术储备。

5.4 支持绿色发展与应急保障

减少环境污染:通过带电作业降低备用电源(如柴油发电机)使用频率,减少碳排放,助力“双碳”目标实现。强化应急响应:在自然灾害或突发事件中,带电作业可快速修复受损线路,保障抢险救灾、医疗急救等关键领域用电。配电带电作业安全管理措施的核心目的可归纳为:安全导向:保障人员与设备安全,防范电气事故;服务导向:提升供电可靠性,降低社会成本;技术导向:推动作业标准化与技术创新;社会导向:支持绿色发展与城市应急保障。其本质是通过系统性安全管控,实现电力服务从“被动抢修”向“主动防御”的转型。

6 配电带电作业施工过程的安全管理要点

6.1 作业前准备阶段

现场勘查与方案制定。根据线路实际环境(如交叉距离、设备老化程度)编制施工方案,明确作业流程、风险预控措施及应急处置预案,并通过多部门联合审核确保可行性。重点识别交叉跨越点、邻近带电设备等危险源,测量安全距离并标注隔离区域,防止误触带电体。

人员与工具管理。组建具备带电作业资质的专业团队,要求作业人员持证上岗,并针对本次作业开展专项技能培训(如绝缘斗臂车操作、旁路系统搭建)。对绝缘工具(如绝缘杆、遮蔽罩)进行耐压试验和外观检

查,确保无破损或受潮,防护装备(屏蔽服、绝缘手套)须满足电气连接完整性要求。

6.2 作业中风险控制

6.2.1 环境与时段管控。禁止在雷雨、大风等恶劣天气作业,优先选择负荷低谷时段操作以降低电场干扰。设置警戒围栏和警示标识,对作业区域实施物理隔离,防止非作业人员误入。

6.2.2 作业方式与安全监护。根据作业场景选择地电位、中间电位或等电位作业,如10kV线路采用绝缘杆间接操作时,保持人体与带电体安全距离 $\geq 0.4\text{m}$ 。配置专职监护人员全程监控操作规范性,重点监督工具使用、安全距离及防护装备穿戴,发现违规行为立即叫停整改。

6.2.3 突发情况应对。针对工序交叉风险(如带电解跳线与保电同时作业),制定工序衔接计划并预置应急旁路系统,确保突发停电时可快速恢复供电。

6.3 作业后总结优化

(1)案例分析与技术改进。建立事故案例库,分析施工中暴露的隐患(如工具老化、操作盲区),优化作业流程并推广低压不停电作业技术。引入智能监控设备(如电场强度检测仪)和新型绝缘材料,提升作业安全冗余度。(2)设备维护与档案管理。对使用后的绝缘工具进行清洁、干燥及性能复测,建立“一工具一档案”追踪管理机制。(3)施工安全管理技术应用示例。配自化设备升级:通过更换新一代智能开关(毫秒级故障隔离),实现“带电作业+分段施工”模式,将停电范围从整条线路缩小至单个台区,供电可靠性提升至99.98%。VR模拟实训:利用虚拟现实技术还原电弧灼伤、高空坠落等高风险场景,强化作业人员应急处置能力。配电带电作业施工安全管理的核心在于:预防性管控:通过精准勘察、方案预审和工具检测消除源头风险;过程动态监管:依托标准化操作流程与实时监护保障作业规范性;技术赋能:融合智能设备与创新工艺提升电网自愈能力和抗风险水平。该体系有效平衡了供电连续性与作业安全性,推动电力服务向“零感知、零停电”目标迈进。

总之,配电带电作业的全过程安全管理措施的深入推进,保证我国电力系统发展环境的稳定性。优化配电带电作业现场工作机制,保证充盈技术人员的管理条例。创新配电带电安全工作机制,有利于实现技术人员操作质量的强化。

参考文献

- [1]孙宏.配电带电作业的全过程安全管理措施探讨.2022.
- [2]欧文超.关于配电线路的带电作业特点及安全防护措施分析.2023.