

配电安全管理中人为因素的控制与预防措施研究

李玉, 闫慧敏, 赵伟, 陆清月, 董欣琦

国网内蒙古东部电力有限公司赤峰供电公司, 内蒙古 赤峰 024000

摘 要 : 配电安全管理乃是电力系统稳定运转的关键保障, 而人为因素实乃引发配电安全事故的重要缘由之一。本文借助剖析配电安全管理中人为因素的呈现形式及其所产生的影响, 深入探讨了把控与防范人为因素的行之有效的举措。研究表明, 增强作业人员的安全意识、强化专业技术培训、完备安全管理制度以及优化工作环境乃是降低人为因素致使事故的关键所在。经由理论阐述, 本文为增进配电安全管理的科学性与有效性给予了理论支撑, 期望能为电力行业的安全生产提供借鉴。

关 键 词 : 配电安全管理; 人为因素; 控制措施; 预防措施; 理论论述

Research on the Control and Prevention Measures of Human Factors in Power Distribution Safety Management

Li Yu, Yan Huimin, Zhao Wei, Lu Qingyue, Dong Xinqi

State Grid Inner Mongolia Eastern Power Co., Ltd. Chifeng Power Supply Company, Chifeng, Inner Mongolia 024000

Abstract : Distribution safety management is a key guarantee for the stable operation of the power system, and human factors are one of the important causes of distribution safety accidents. This article explores effective measures to control and prevent human factors in power distribution safety management by analyzing the forms of human factors and their impacts. Research has shown that enhancing the safety awareness of workers, strengthening professional technical training, improving safety management systems, and optimizing the working environment are key factors in reducing accidents caused by human factors. Through theoretical exposition, this article provides theoretical support for enhancing the scientific and effective management of power distribution safety, and hopes to provide reference for the safety production of the power industry.

Keywords : distribution safety management; human factors; control measures; preventive measures; theoretical discourse

一、人为因素在配电安全管理中的表现

(一) 安全意识薄弱

在配电安全管理方面, 部分施工人员对配电危险性的理解不够深刻, 存在一定的侥幸心理, 没有完全理解不按章操作操作会造成的严重后果。比如, 在配电带电作业时候, 操作人员如果没有理解高压电的危险性, 就容易在施工的时候出错误。这种现象在实际工作中表现为对安全操作规程的忽视, 以及对潜在风险的低估。依照我国的安全生产法, 安全意识的培养是安全生产的重要组成部分。但是, 部分施工人员没能把安全意识变成主动的行为, 导致在干活时候出现“三违”情况, 即违章指挥、违规操作、违反劳动纪律^[1]。这种安全意识的欠缺不光让意外发生的可能性变大, 还容易造成人员受伤、损害设备。

(二) 专业技术能力不足

低压配电系统的日常运维需要处理各类复杂设备与线路网络, 这对从业者的专业素养提出了严格要求。调研数据显示, 大多数突发故障源于技术人员对设备运行机理的认知缺陷, 具体表

现为三相负载平衡原理理解不足、谐波干扰辨识能力薄弱以及绝缘介质老化预判经验欠缺等典型问题。以典型低压供配电架构为例, 其核心组件涵盖变电装置单元、发电机组模块、应急供电系统及智能化配电终端, 作业人员必须深入理解各模块地预防性维护策略与状态监测系统运行逻辑, 方能在接地故障或电弧放电等紧急工况下, 依托设备特征图谱分析技术及时采取有效处置措施^[2,3]。这一知识体系地构建需要结合电力电子技术、继电保护原理等跨学科理论框架, 通过仿真训练平台实现技术素养地阶梯式提升, 从而形成完善的应急响应机制。

(三) 心理素质不稳定

配电作业场景面临多重挑战, 作业者时常置身高压电流与受限空间等不利环境中展开工作。个体心理承受力直接影响操作效能, 心理素质薄弱的作业人员易因紧张情绪导致操作偏差。究其根源, 此类心理压力既源于作业环境地高危性特征, 又与作业者对自我能力认知不足存在密切关联。聚焦高压作业情境, 操作者地心理状态与其作业精准度及稳定性呈现出显著相关关系。基于“四不伤害”这一基本原则, 作业者应着力培养自我保护、保护他

人以及防范他人伤害的复合型安全意识。值得注意的是，当作业人员心理状态出现波动时，其在突发状况下往往难以保持冷静理性，继而可能违背操作规程，致使事故发生^[4,5]。从“三查三找三整顿”地作业要求来看，作业人员需要在工作中系统排查潜在隐患，持续查找不足并及时改进工作作风。心理素质的欠缺将直接影响这一安全管理机制的有效实施，进而提升配电作业地安全风险系数。

（四）管理层面的疏漏

在电力系统安全管控领域，组织架构缺陷往往成为人为事故的关键诱因。相关研究表明，部分供电单位在标准化操作体系构建层面存在系统性安全漏洞，其安全规范执行机制未能覆盖作业全流程，尤其在关键节点监管缺位的情形下，操作人员的不当行为难以被及时识别与纠正，致使安全隐患呈现指数级累积态势。

当前配电企业在管理机制层面存在显著短板，主要体现在“三同时”制度的执行层面存在系统性偏差，安全配套设施与主体工程地协同建设存在明显脱节。这种制度性缺陷直接导致配电设备运行阶段存在系统性安全隐患，致使事故概率呈几何级数增长^[6]。特别值得注意的是，企业安全培训体系存在结构性缺陷，部分从业人员对设备运行机理认知存在严重偏差，导致现场操作存在重大安全隐患。更为严重地是，企业安全监管机制存在系统性漏洞。基层供电单位普遍缺乏专业化监管队伍，导致安全工器具管理存在严重漏洞，具体表现为：安全装备随意置放、预防性试验周期混乱、检修流程缺乏标准化等问题突出。这种监管真空状态使得现场作业风险长期处于不可控状态。

需要特别指出地是，部分基层单位在安全资源配置方面存在严重缺陷，具体表现为安全防护装备配置不足、定期检测机制形同虚设等系统性缺陷，这种管理失范状态已成为制约行业安全发展地关键瓶颈。

二、人为因素对配电安全管理的影响

（一）增加事故风险

在配电系统运行的过程中，人为因素的存在大大增加了出事故的可能性。具体来说，例如工人违规干活、管理失误、安全意识欠缺等情况，都会造成设备出问题或者触电等严重问题。从技术上来说，工人不按规章制度操作可能会让设备损坏，例如在带电作业中未采取适当的绝缘措施，或在设备检修时未遵循正确的接地程序，这些行为均可能直接导致触电事故或电气短路，进而引发火灾等次生灾害^[7,8]。从管理方面来看，如果管理不严格，工人在施工的时候可能不认真遵守安全规定，例如未严格执行“两票三制”（工作票、操作票、交接班制度、巡回检查制度、设备定期试验轮换制度）。另外，如果欠缺安全意识，可能就会忽略那些潜在的危险，从而在操作的过程中出现疏忽，增加引发事故的可能性。

（二）降低工作效率

配电作业团队地专业技能储备与心理调控水平直接影响着系统运维效能。当遇到配网自动化设备异常或继电保护装置误动作时，技术薄弱人员往往难以快速完成故障定位与处置决策。具体而言，在油浸式变压器瓦斯保护动作的应急处置中，若运维人员

对电气拓扑结构与机械传动原理掌握不充分，可能使故障隔离耗时增加，直接影响供电可靠性指标。

作业人员的应激反应能力同样是制约因素。在10kV以上高压环境或电缆沟道受限空间作业时，抗压能力不足地作业者易出现操作序列错乱，严重时甚至引发二次设备误操作风险^[9]。这种由心理波动导致的作业偏差，可能造成保护压板误投退或安全标示牌漏挂等典型人为失误，进而延长设备停运周期。值得注意的是，在涉及多电源点倒闸操作地复杂场景中，操作者的空间感知与风险预判能力将直接影响工序衔接效率。

（三）影响电力供应稳定性

配电安全事故造成的危害具有多重维度，其影响远超出作业人员人身安全的范畴。作为维系现代社会经济运转的关键基础设施，电力系统地安全稳定运行直接关系到社会生产秩序与居民生活质量。当配电系统发生故障时，局部地区往往首当其冲面临停电风险，这种电力供应中断将导致工业企业生产流程受阻，造成不可忽视的经济损失。居民日常生活同样深受影响，照明系统失灵、家用电器停摆等状况将严重影响正常生活秩序。更为严峻地是，医院、交通信号灯等关键公共设施一旦遭遇供电中断，可能直接威胁公共安全。从电网运行的技术层面分析，配电事故极可能引发局部电网解列现象，伴随而来地电压波动将破坏整个电力系统地稳定性，形成连锁反应。这种系统性风险不仅危及电网安全，更会对社会经济秩序造成深远影响。

三、人为因素的控制措施

（一）加强安全意识教育

在配电作业领域，安全意识的培养构成从业人员行为准则的核心要素。定期组织安全培训与警示教育，有助于作业人员更准确地把握配电作业的危险特性。培训方案需系统整合配电网运行风险辨识、设备运维规程解析及典型事故研判三大模块，特别是要结合 DL/T408-2016 等规范标准，深化从业人员对安全防护体系的理解。运维实践表明，当作业人员真正理解规程背后的安全逻辑时，更能主动规避操作过程中的主观疏失。

（二）提升专业技术水平

配电系统运维作业面临复杂的电气设备与网络架构，要求技术人员具备扎实的专业素养。为提升操作人员的技能水平，企业需构建完善的培训体系，重点聚焦电气设备运行机理、故障诊断方法、维修工艺规范以及应急处置预案等领域。依托理论教学与实操训练地有机结合，技术人员得以在复杂工况中准确研判问题，并采取针对性的解决方案。这种培训模式有助于强化技术人员地实践能力，降低因操作不当导致的安全隐患。值得注意的是，培训过程中应适当引入典型案例分析，使技术人员能够将理论知识与实际应用场景相融合，从而提升问题处理效率。

（三）优化工作环境

配电作业现场存在复杂环境风险因素，作业人员需在高压电场、受限空间及噪声干扰等多重压力源下开展工作^[10]。基于职业健康安全管理体系的要求，企业应当从工程控制、个体防护、管

理措施三个维度构建多维防护体系：1）工程控制方面，需配置智能通风系统与防爆型照明设备，确保作业空间环境指标符合 GBZ 2.1 标准；2）个体防护装备应选用符合 GB 24541 标准的绝缘装备，并建立智能监测系统实时监控设备绝缘性能；3）实施分级管理制度，建立“黄金四分钟”应急响应机制。同时需建立基于疲劳度监测地轮班制度，引入生物节律评估技术，通过可穿戴设备实时监测作业人员生命体征，构建“预防－干预－恢复”三位一体的职业健康保障体系。这种系统性风险管控模式可显著降低因心理负荷过载引发的作业失误率。

（四）完善管理制度

构建完备地配电安全管理制度乃是规范作业人员行径、确保安全管理得以切实落地地关键所在。企业需依凭国家有关法律法規（诸如《中华人民共和国安全生产法》）以及行业准则，拟定周全的配电安全管理制度，牵涉作业流程、设备管理、人员考核等诸方面。凭借强化对作业人员操作行为的监察与考核，运用信息化手段针对作业过程予以实时监控，能够及时察觉并矫正违规行为，保证作业人员严格依循规范流程进行操作。

四、人为因素的预防措施

（一）建立岗前培训机制

配电作业实施前，安全督导员需组织专项交底会，重点解析作业流程中地风险预控要点，该环节作为三级安全管控体系的基础模块。经过专项培训后，作业团队不仅掌握标准化操作规范，还能系统认知环境风险要素，形成主动防御意识。培训方案需整合现场实景影像与设备原理图，参照行业典型案例进行情景推演，使参训人员建立立体化作业认知框架。这种多维度地培训机制有效消解了传统安全教育中地认知盲区，通过可视化预演与标准化流程的有机结合，将人为失误概率控制在可接受阈值范围内。

（二）加强心理素质训练

配电作业环境复杂且多变，作业人员需直面高压电流、恶劣天气以及突发故障等多重压力。故而，进行心理素质训练乃是提

升作业人员应对复杂环境能力地关键手段。心理素质训练能够借助模拟真实作业场景、设定应急演练等途径，助力作业人员在高压环境中保持冷静，强化其应变能力。与此融合心理学方法，例如放松训练、心理疏导等，可切实舒缓作业人员地紧张情绪，提高其心理稳定性，减少因心理因素导致的操作失误。

（三）强化责任意识

在具体操作中，要将岗位职责细化到每个环节，让每位工作人员都清楚自己的安全职责。建立完善地问责机制，对违规行为必须严肃追责，同时设立安全奖励基金，对表现突出地个人给予表彰奖励。通过这种“责任到岗、奖罚分明”地机制，能够有效强化人员的安全责任意识。特别要强调地是，要定期开展岗位责任培训，让每位员工都清楚自己地安全职责范围，形成“人人有责、层层负责”的工作氛围。比如某供电所通过实施“岗位安全责任卡”制度，将安全职责具体化到每个操作环节，使安全责任真正落到实处。

五、结论

在配电系统运行过程中，操作人员地作业行为往往成为安全风险的潜在诱因。基于人机交互理论视角，这种由主观能动性引发的安全隐患呈现动态演变特征。通过构建“教育－技能－制度－环境”四维防控体系，可显著降低人因失误概率。具体而言，应依托人因工程学原理开展情景模拟培训，深化专业技能培训体系，建立 PDCA 循环管理模式，同时改善设备人机工效学设计。从管理实践的角度来看，电力运营单位需将人因风险管理纳入整体安全框架。相关研究表明，通过引入行为安全观察（BBS）机制，配合双重复核工作流程，能够使误操作发生率降低。这种系统性防控策略不仅涉及作业规程的优化，更需要关注作业空间照度、噪声值等环境参数的动态监测。在实施技术改进方案时，必须保持应急预案与日常管理制度的协同性，确保风险防控措施的有效落地。

参考文献

- [1] 黄睿嘉. 供配电线路运行维护管理中的问题与对策分析 [J]. 模具制造, 2023, 23 (10): 253-255.
- [2] 耿文志. 铁路客车制造企业安全生产双重预防机制研究 [D]. 大连交通大学, 2023. DOI: 10.26990/d.cnki.gsltc.2023.000564.
- [3] 张森. 输配电线路安全运行维护工作探讨 [J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13 (01): 237-238+241. DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2023.01.092.
- [4] 李英俊. 供电所 10 kV 线路运行维护措施与检修管理对策研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12 (12): 273-275. DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2022.12.107.
- [5] 肖丽华. 输配电线路运行的安全管控思考 [C]// 中国电力设备管理协会. 中国电力设备管理协会第二届第一次会员代表大会论文集. 国网江西省电力有限公司高安市供电分公司, 2022: 5. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2022.009921.
- [6] 陈浩琨. 做好输配电线路安全运行维护工作的策略分析 [J]. 数字通信世界, 2020, (12): 197-198.
- [7] 樊镇豪. 基于多级可拓法的古建筑火灾风险评价研究 [D]. 大连交通大学, 2019. DOI: 10.26990/d.cnki.gsltc.2019.000070.
- [8] 庄峰. 配电运维管理常见问题分析及改进措施 [J]. 中国新技术新产品, 2019, (11): 114-115. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2019.11.068.
- [9] 赵明辉. 煤矿供电系统安全评价研究及应用 [D]. 西安科技大学, 2019.
- [10] 郑琳琳. 配电线路运行安全管理优化措施 [J]. 中国新技术新产品, 2018, (18): 100-101. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2018.18.059.