

集控运行值班员误操作的风险与防范研究

姜龙

新疆华电高昌热电有限公司

DOI:10.32629/pe.v3i6.18005

[摘要] 随着电力行业集约化、自动化水平的不断提升,集控运行模式已成为保障电网安全高效运行的关键。集控运行值班人员作为电力生产的核心环节,其操作行为可能导致设备损坏、系统崩溃甚至人员伤亡等严重后果。因此,其风险来源主要源于对操作流程的不规范、注意力分散以及应急能力不足等问题。在对集控运行值班人员误操作的风险防范时,可基于人、机、环、管为一体的协同防控体系,以此构建完善的管理制度和责任追溯机制,有助于更进一步保障电力系统安全稳定的运行。

[关键词] 集控运行; 值班误操作; 风险防范

中图分类号: X820.4 **文献标识码:** A

Research on the Risks and Prevention of Misoperation by Central Control Operation Operators

Long Jiang

Xinjiang Huadian Gaochang Thermal Power Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous improvement of the power industry's intensification and automation levels, centralized control operation has become crucial for ensuring the safe and efficient operation of the power grid. As a core link in power production, the operational actions of centralized control operation personnel can lead to serious consequences such as equipment damage, system collapse, and even personal injury. Therefore, the main sources of risk stem from issues such as non-standard operating procedures, distraction, and insufficient emergency response capabilities. In preventing the risks of misoperation by centralized control operation personnel, a collaborative prevention and control system integrating personnel, machines, environment, and management can be established. This system can build a sound management system and accountability mechanism, which will help further ensure the safe and stable operation of the power system.

[Key words] centralized control system operation; operator error during shift; risk prevention

引言

集控运行值班人员作为人机交互的核心节点,需同时监控多台机组、协调复杂系统,但由于作业强度高、环境干扰多、设备同质化等多种因素影响,使得操作失误时有发生。所以,深入分析集控运行值班人员误操风险的防范对策,并结合行业实践提出针对性改进策略,旨在为提升电力生产安全提供必要的参考借鉴。

1 集控运行值班员误操作风险的成因分析

1.1 个体层面

在火电厂集控运行操作过程中,值班人员的生理和心理状态直接影响到操作的准确性和稳定性。对于长时间连续值班人员而言,会出现生理疲劳,导致注意力涣散、反应迟钝等现象,尤其是在深夜或者交接班时,疲劳积累可能使操作人员忽略关键步骤而造成错误判断^[1]。由于集控运行处于高压工作环境下,且任务紧急,需要值班人员良好的责任心和心理承受压力,但当

值班人员生理和心理状态不佳时,必然会在操作过程中急于求成而跳过必要的确认环节,甚至是过度紧张而误触控制按钮。此外,个人技能水平与经验差异也进一步放大了风险,对于新员工,由于培训体系的不完善,或者实操机会有限,通常对设备的原理、系统逻辑以及应急元素掌握不充分,很容易在复杂的操作中因知识盲区失误,最终造成严重的误操后果。

1.2 组织层面

在组织层面,集控运行安全管理制度执行能力严重不足时,会直接削弱风险防控的根基。而部分企业虽建立了操作票审核、监护复诵等制度,但是在实际执行过程中,依旧存在“重形式、轻实效”等问题,这种审核环节流于表面、监护人员未严格履行纠错职责等行为,必然会导致制度约束形同虚设。同时,在组织层面,团队协作与沟通效率低下也进一步放大了操作风险,集控运行由于涉及到较多的岗位协同,但各部门之间因信息传递中的职责划分模糊而出现断层。例如,当设备状态变更未及时同步至

操作端,或者交接班时关键注意事项未完整交接,从而造成值班人员在信息不全的情况下盲目操作。除此之外,相关班组沟通不畅也会引发误解,如指令传达模糊、反馈延迟等,其风险评估和预警机制的缺失,会使潜在的隐患难以被提前识别,而各企业未建立动态风险数据库,难以有效针对性制定防控措施,在这种情况下,必然会使值班人员错过最佳的干预时机。

1.3 技术层面

对于集控运行值班人员误操作风险的技术层面,设备防误设计的局限性,通常会直接削弱物理层面的安全屏障,如部分老旧设备的机械闭锁装置因长期运行磨损,存在闭锁失效风险^[2]。同时,部分设备的防误系统和主设备的兼容性不足时,会导致闭锁指令未能及时生效,以至于值班人员在误以为设备已经闭锁的情况下进行危险操作。当前大部分电力企业已将智能化监测技术应用在日常生产运维中,但依旧会存在智能化监测覆盖不足的问题,导致风险难以被实时感知,而部分集控系统仅对参数进行监测,缺乏对设备隐蔽性故障或者操作过程中的微小异常进行深度分析,从而导致隐患未能被提前预警。再加上数字化操作平台易用性差,进一步增加了人为失误概率,当界面设计不符合人机工程学,或者系统响应速度慢等情况下,值班人员在紧急情况下很容易因操作繁琐或者系统卡顿而慌乱,并进一步引发误触、漏项等错误行为。

2 集控运行值班员误操作风险防范措施

2.1 技术防控手段

现代电力系统安全运行要求构建多维度的防误技术架构,其中智能化防误系统的迭代升级对提升物理与逻辑双重防护效能具有决定性作用。基于高可靠性的电子闭锁技术对传统机械闭锁装置进行升级改造,配合基于规则引擎的AI算法实现操作指令的实时逻辑校验,可有效识别并阻断违反安全规程的操作序列,如“未验电即合地刀”等典型违规行为,系统将触发多级声光报警并即时锁定操作权限,防止误操作行为的延续。

而依托历史误操作数据库构建的预警分析模型,通过对设备运行状态异常、操作时序偏差等关键特征的深度挖掘,能够实现潜在风险的早期识别与量化评估,为运行人员提供有效的风险处置窗口。操作界面优化策略遵循认知工效学原理,实施信息分层展示机制,将运行参数、告警信号及控制指令按安全重要性分级呈现,关键安全信息采用高对比度色彩标识与动态闪烁提示相结合的方式强化视觉感知,能有效规避运行人员在复杂数据环境中的信息遗漏风险。同时,通过操作流程再造与指令输入路径优化,可显著降低因界面复杂度导致的操作失误概率。

此外,设备标识标准化体系采用多模态感知设计,对开关、刀闸等关键设备实施色标分区管理,辅以数字编码系统实现精准定位,配合LED状态指示灯实时反映设备运行状态,构建“色+码+光”三位一体的标识系统,大幅降低运行人员在紧急工况下的设备识别误差率^[3]。虚拟仿真培训平台基于VR/AR技术构建高保真度的集控室操作环境,可精确还原各类设备故障及系统异常工

况,为值班员提供沉浸式应急处置训练场景。系统实时记录操作轨迹并生成结构化错误分析报告,使学员能够系统性地识别操作偏差,快速掌握标准操作流程,同时避免实操培训对在役设备造成的潜在干扰,实现安全培训与生产效率的协同优化。

2.2 管理强化措施

标准化作业流程作为集控运行值班人员操作规范的核心,针对设备启停、倒闸操作等典型任务制定结构化操作规程,应详细界定各步骤的操作时序、参数阈值及安全注意事项。例如,在合闸操作前必须依次验证“接地线拆除-绝缘检测合格-保护装置投入”等前置条件。同步实施复诵与双人确认机制,要求操作人完整朗读指令内容,监护人逐项核对并签署确认,通过双重验证流程有效规避因操作疏忽或经验依赖引发的跳项、漏项风险。而动态风险评估机制依托多源数据融合提升风险预判精准度,构建涵盖设备历史故障记录、操作频次分布及环境参数变化的综合风险数据库,基于机器学习算法对当前操作任务进行实时动态风险评估,如在高温高湿工况下对变压器实施带电检测时,系统自动触发“局部放电风险升高”预警。并将预警信息与集控平台深度集成,在操作界面以高亮标识突出风险点及标准化应对措施,为值班员提供前瞻性风险处置依据。

交接班数字化管理通过技术手段消除信息传递断层,开发专用移动终端应用实现设备运行状态、缺陷记录及未完成操作等关键数据的实时同步传输,交班人员通过扫码或语音录入完成数据上传,接班人员可即时调阅历史记录并标注疑问点,系统自动生成结构化交接确认报告。同时,数字化平台完整记录交接全过程操作轨迹,为安全责任追溯提供可审计的原始数据依据。此外,安全绩效考核体系将安全责任量化至个人与班组层级,将误操作事件发生率、违规操作频次及预警响应时效等关键指标纳入绩效评估模型,对连续无误操作的班组实施奖励激励,对因个人失误导致事故的责任人执行绩效扣减、岗位降级等惩戒措施,同时将班组整体安全绩效与负责人职业发展通道紧密关联,从而形成“责任主体明确、管理链条闭环”的安全责任落实机制。

2.3 人员能力提升

在集控运行值班员误操作风险防范体系中,针对人员能力提升,可开展分层分类培训,依据岗位发展阶段实施精准能力提升。对新入职人员,构建理论基础与实操模拟相结合的双轨制培训课程,通过理论考核与仿真操作评估双重认证机制,确保其系统掌握设备原理、操作规程及应急处置流程。对转岗人员,实施差异化能力补强培训,重点梳理新旧岗位在操作权限、风险点及协同要求方面的差异性。例如,从巡检岗位转至主控岗位时,强化系统逻辑理解与指令下发规范性,通过案例对比分析消除认知盲区^[4]。同步建立技能发展档案,动态追踪培训成效,对未达标人员实施“一对一”导师辅导机制,直至其具备独立操作能力。

案例警示教育依托沉浸式复盘机制深化风险认知,定期组织误操作事件专题分析,选取行业典型案例,采用时间轴还原与

多视角推演方法,系统还原操作前设备状态、人员沟通记录及决策过程,重点剖析违规操作的心理动机与制度漏洞。同时开发互动式案例库,支持值班员通过VR技术模拟事故场景,亲身体验误操作后果,强化安全敬畏意识。而心理干预机制旨在缓解职业压力对操作行为的潜在影响,引入专业压力管理课程,教授呼吸调节与正念冥想等情绪调控技术,辅助值班员在交接班紧张、夜间疲劳等高风险场景下维持专注力。设立员工心理辅导中心,配备专业心理咨询师定期开展团体辅导与个体咨询,对误操作处罚或事故目击引发的心理创伤实施干预。此外,通过弹性工作制与轮岗轮休制度设计,避免长期高压导致的注意力衰退,从源头降低操作失误风险。

2.4 文化与制度建设

在集控运行值班员误操作风险防范体系中,安全文化培育需实现理念向行为的系统转化。以“零误操作”为安全目标导向,依托安全誓师大会、文化墙展示及主题征文等常态化活动,将“安全为生命线”的价值理念深度融入日常运行实践。同步建立隐患主动报告机制,鼓励值班员通过匿名渠道上报设备缺陷、操作漏洞或管理盲区,对有效线索提供者实施积分奖励制度,营造“全员参与安全”的积极氛围,有效消除因惧怕处罚导致的风险隐瞒现象。

而责任追溯体系完善需强化制度刚性约束,明确操作链各环节责任主体,从指令下达、监护复诵至设备操作,均需在数字化平台实现全流程留痕,如操作票须经值班长、监护人及操作人三级电子签批。对违规行为实施穿透式责任追究,不仅处罚直接责任人,还追溯管理失职责任^[5]。同步推行“黑名单”制度,对累计三次违规者暂停操作权限并强制参加回炉培训,形成“不敢违、不能违”的制度约束体系。并且创新激励机制旨在激发安

全内生动力,可设立安全操作专项奖励基金,对连续三个月无误操作的班组给予团队建设奖励。对提出创新性防误措施的个人授予“安全创新奖”并推广其实践方案;同时将安全表现纳入职业发展评价体系,在岗位晋升与职称评定中优先选拔安全记录优异者,使“安全即价值”的理念转化为行为自觉,推动安全文化实现从“被动遵守”到“主动守护”的实质性跃升。

3 结束语

在电力行业的安全生产过程中,集控运行值班人员误操防范需从技术、管理、文化等多个层面持续发力,并以此构建“预防+监测+纠偏+改进”的闭环管理机制,才能有效实现风险控制可在操作的范围内,从而为电力系统安全运行筑牢更加坚实的防线。

[参考文献]

- [1]贾向虎,柳栓,王磊.火电厂集控运行优化思路[J].中国科技信息,2024,(14):90-92.
- [2]王建平,王梓宇.标准化在大型水电集控运行防误操作的典型应用[J].四川水利,2023,44(S1):80-82.
- [3]李茂峰,钟文明.电网集中监控模式下误操作风险及全流程技术防误措施探讨[J].广西电业,2025,(05):35-39.
- [4]黄博方.发电厂330MW发电机组节能降耗控制与集控运行优化[J].机电信息,2025,(20):5-8.
- [5]贺增良.流域梯级电站群集控防误操作探索及实践[J].水电站机电技术,2020,43(04):18-20.

作者简介:

姜龙(1988—),男,汉族,甘肃白银人,大学本科,工程师,研究方向:集控运行。