

# 火电厂电气误操作思路探讨

刘 阳 任晓楠 陈 昕 刘 通

北方联合电力有限责任公司呼和浩特金桥热电厂 内蒙古 呼和浩特 010030

**摘 要：**火电厂电气误操作严重影响安全生产与电力供应。本文先阐释电气误操作的定义、常见类型与危害，深度剖析人员安全意识薄弱、设备老化失修、管理体系不完善、环境与技术支持不足等成因。进而构建防控思路，涵盖“四位一体”协同防控框架、源头防控、过程防控、技术防控及应急防控，旨在通过多维度举措，降低误操作概率，提升安全管控水平，保障火电厂稳定运行，减少人员伤亡、设备损坏与经济损失。

**关键词：**火电厂；电气误操作；成因分析

引言：在电力行业中，火电厂占据重要地位，其电气系统运行的安全性与稳定性至关重要。然而，电气误操作作为火电厂安全管理的难题，频繁发生且危害巨大，不仅威胁人员生命安全，还会损坏设备、影响生产运营，甚至引发公共事件。深入探讨火电厂电气误操作，剖析其成因并构建有效的防控思路，对提升火电厂安全管理水平、保障电力供应稳定意义重大，是当前亟待解决的关键问题。

## 1 火电厂电气误操作相关基础认知

### 1.1 电气误操作的定义

火电厂电气误操作，指的是在火电厂电气系统运行、检修、调试等一系列作业过程中，作业人员出现违背电力安全规程、操作票制度或者设备运行规律的情况，没有按照标准流程或是正确指令来实施操作，进而引发电气设备运行状态出现异常、系统工况失去平衡或者埋下安全隐患的各类操作行为。其核心判定标准在于，操作行为明显偏离了既定的规范要求，并且这种偏离极有可能对电气系统、设备或者人员的安全造成直接或者间接的影响。其中既包含作业人员主动违规进行的操作，比如故意跳过必要步骤、违规改变操作顺序等；也包括因疏忽、经验不足等导致的被动误判操作，像看错设备标识、误读仪表数据等。与一般工业领域的电气操作失误有所不同，火电厂电气系统具有电压等级高、设备关联性强、运行工况复杂等特点<sup>[1]</sup>。所以，对其误操作的界定更为严格，不仅要依据通用的电气操作准则，还需紧密结合电厂特定的安全管理规范与设备技术要求。只要操作偏离了标准流程，即便没有立即引发事故，但只要存在潜在的安全风险，就都被认定为电气误操作，是火电厂安全管理中必须重点防控的对象之一。

### 1.2 电气误操作的常见类型与危害

火电厂电气误操作常见类型包括误拉合断路器、误

碰带电设备、带负荷拉合隔离开关、误投退保护装置、接地刀闸误操作、操作顺序颠倒等，其中带负荷拉合隔离开关、误碰带电设备是发生率较高的两类。这些误操作行为具有极强的危害性，其一，人员安全层面，易引发触电、电弧灼伤等伤亡事故，高压电弧还可能造成群体性伤害；其二，设备层面，会导致断路器、隔离开关等关键设备损毁，引发变压器、发电机等核心设备故障，增加设备维修成本与停机时间；其三，生产运营层面，误操作可能造成电网波动、机组非计划停运，影响电力供应稳定性，引发大面积停电等公共事件，损害电厂经济效益与社会声誉；另外，严重误操作还可能引发火灾、爆炸等次生灾害，扩大事故影响范围，对电厂安全生产体系造成毁灭性打击。

## 2 火电厂电气误操作成因深度剖析

### 2.1 人员因素

人员因素是导致火电厂电气误操作的核心诱因，主要体现在三个维度：一是安全意识薄弱，部分作业人员存在侥幸心理，对电气操作的危险性认知不足，违规简化操作流程、不严格执行操作票制度，甚至在未核对设备状态的情况下盲目操作；二是专业能力不足，新员工未经过系统的技能培训，对设备结构、操作规范、系统工况理解不透彻，老员工则可能因经验主义固化思维，对新型设备或特殊工况的操作要点把握不准，易出现判断失误；三是职业素养欠缺，作业过程中注意力不集中，受疲劳作业、情绪波动等因素影响，出现操作遗漏、指令误读等问题。此外，人员之间的协同配合不当，如监护人员未履行监护职责、操作与监护信息传递不精准，也会直接导致误操作发生，凸显了人员因素在操作全流程中的关键影响作用<sup>[2]</sup>。

### 2.2 设备因素

设备自身状态与设计缺陷是引发电气误操作的重要

客观因素。一方面,设备老化失修易导致操作异常,如隔离开关操作机构卡涩、断路器辅助触点失灵、接地刀闸闭锁装置损坏等,会使作业人员在操作过程中出现误判,或因设备无法正常响应操作指令而引发误操作;另一方面,设备设计不合理存在安全隐患,部分设备缺乏完善的防误闭锁装置,或闭锁逻辑存在漏洞,无法对违规操作形成有效约束,还有些设备的标识不清、操作界面不直观,易导致作业人员混淆设备编号或操作步骤。新型电气设备与原有系统兼容性不足、设备检修维护记录不完整,导致作业人员无法精准掌握设备实际状态,在操作过程中因设备信息缺失而引发误操作,进一步加剧了操作风险。

### 2.3 管理因素

管理体系不完善、制度执行不到位是电气误操作频发的根本保障因素。在安全管理制度方面,部分电厂缺乏科学性与针对性,未充分结合自身设备特性与运行工况制定专属的电气操作规范。像操作票制度,本应详细规范操作步骤、顺序及注意事项,但存在流程模糊、关键环节缺失等问题;监护制度中,监护职责界定不清晰,导致监护人员职责履行不到位;交接班制度也存在漏洞,对交接内容、标准等规定不明确,影响操作连续性。培训管理上,形式主义严重,培训内容陈旧,与实际工作脱节,未聚焦操作重点难点。且培训方式单一,多为理论讲解,缺乏实操训练。同时,未定期开展应急演练与技能考核,作业人员面对突发情况时,安全技能与应急处置能力不足,无法有效应对。监督考核机制缺失,对电气操作全流程监督管控乏力,对违规操作处罚力度小,难以形成威慑。且缺乏常态化安全隐患排查机制,不能及时发现并整改管理薄弱环节。另外,部门间协同配合不畅,信息沟通不及时,安全责任落实到位,出现相互推诿现象,管理漏洞叠加,大大增加了电气误操作的发生概率。

### 2.4 环境与技术因素

环境与技术支撑不足是加剧电气误操作风险的重要外部因素。环境方面,火电厂电气作业环境极为复杂。高温环境下,作业人员身体易疲劳,精神难以集中,注意力下降,操作时反应变慢,增加误操作可能性;高湿环境会使设备绝缘性能降低,可能引发漏电等故障,影响作业人员对设备状态的判断。粉尘多的环境,不仅会污染设备,影响其正常运行,还会对作业人员呼吸系统造成损害,间接影响操作准确性。夜间作业或光线不足时,作业人员难以看清设备标识和操作部位,易出现操作失误;噪声干扰会使作业人员心情烦躁,分散注意

力,降低操作精准度。技术方面,传统电气操作过度依赖人工判断与手动操作,缺乏智能化监测与预警技术。无法实时感知操作过程中的异常,如设备温度异常升高、电流波动等,难以及时干预。电厂电气系统技术档案管理不规范,设备技术资料不完整、更新不及时,作业人员操作时得不到精准指导,对特殊工况操作要点把握不准。而且技术培训与技术创新不同步,新型防控技术应用滞后,不能及时引入先进技术规避操作风险,使得电气误操作风险居高不下。

## 3 火电厂电气误操作防控核心思路构建

### 3.1 总体防控思路:“四位一体”协同防控框架

火电厂电气误操作总体防控思路的核心在于构建“人员、设备、管理、技术”四位一体的协同防控框架。这一框架旨在通过四大要素的有机融合与高效联动,形成全链条、全方位的防控体系。以人员管控为核心,通过强化作业人员的安全意识与专业技能培训,筑牢防控基础,确保每位员工都能深刻理解安全操作的重要性。设备保障作为前提,要求完善设备的防误闭锁装置,实施全生命周期管理,从源头上消除客观隐患,提升设备运行的可靠性<sup>[3]</sup>。管理规范作为支撑,需健全安全管理制度与监督考核机制,强化流程管控,确保每一项操作都有章可循、有据可查。技术创新则是驱动防控效能提升的关键,依托智能化技术实现操作过程的实时监测与精准干预,提高防控的精准度和时效性。四大要素相互补充、相互制约,既要明确各自的核心防控职责,又要建立协同联动机制,实现信息共享、资源整合与闭环管理,从而打破单一要素防控的局限性,形成“人人有责、设备可控、管理有序、技术赋能”的防控格局,全面提升火电厂电气操作的安全管控水平。

### 3.2 源头防控思路:从根源降低误操作概率

源头防控的核心目标在于从根本上消除误操作滋生的土壤,通过前置性管控措施降低误操作的发生概率。首先,强化人员源头管控,严格落实作业人员准入制度,确保新员工经过系统培训并考核合格后方可上岗,同时定期开展在岗人员的安全技能提升培训与安全警示教育,树立“安全第一、预防为主”的理念,从思想根源上杜绝违规操作。其次,优化设备源头设计,在设备采购与选型阶段,优先选用具备完善防误闭锁功能、操作界面直观、标识清晰的设备,针对现有设备的设计缺陷,及时开展技术改造,补齐防误短板。再者,完善管理源头体系,结合电厂实际制定科学合理的电气操作规范、安全管理制度与应急处置预案,明确各岗位的安全职责,确保管理流程闭环。另外,加强技术源头支撑,

提前研判电气操作过程中的风险点，研发应用针对性的防控技术，从源头规避操作风险，为电气操作安全提供坚实保障。

### 3.3 过程防控思路：全操作流程精准管控

过程防控聚焦于电气操作的全流程，通过精准化、精细化的管控措施，确保每一个操作环节都符合规范要求。建立“操作前-操作中-操作后”的全流程管控机制，操作前严格执行操作票审核与设备状态核对制度，由操作人与监护人员共同核对操作指令、设备编号、运行状态，确保信息精准无误。操作中严格落实监护复诵制度，监护人员全程监督操作过程，对每一个操作步骤进行确认，操作人员则按规范流程实施操作，严禁简化步骤或盲目操作，同时利用视频监控等技术手段实现操作过程的实时监测，及时发现并纠正不规范操作。操作后开展全面核查，对设备运行状态、操作记录进行核对，确认操作符合要求后，及时整理操作资料，完善设备技术档案。针对特殊工况下的电气操作，制定专项管控措施，增加管控环节与监督力量，确保复杂操作过程的安全可控，通过全流程精准管控，彻底杜绝操作过程中的漏洞。

### 3.4 技术防控思路：依托智能化技术提升防控效能

技术防控以智能化技术为核心，通过技术赋能提升防控的精准性与有效性。一方面，推广应用智能防误闭锁系统，依托物联网、大数据等先进技术，实现对电气设备操作的实时监测与智能干预，当出现违规操作时，系统能够自动发出预警并锁定设备，阻止误操作继续实施，从而有效避免事故的发生。另一方面，搭建电气操作智能化管理平台，整合操作票管理、设备状态监测、人员资质管理等功能，实现操作流程的线上管控与信息共享，通过数据分析精准研判操作风险点，为防控决策提供有力的数据支撑。应用机器人巡检、远程操作等技术，减少人员直接接触高压设备的频次，降低人为操作失误的概率，同时利用虚拟现实（VR）技术开展实操培训，提升作业人员对复杂操作场景的应对能力。加强智能化技术与现有防控体系的融合，定期对智能化设备与系统进行维护升级，确保技术防控措施的稳定有效，通过技术创新突破传统防控模式的局限，构建“技术+管

理”的双重防控屏障。

### 3.5 应急防控思路：降低误操作事故损失

应急防控聚焦于误操作事故发生后的损失控制，通过完善的应急处置机制，快速响应、科学处置，最大限度降低事故影响。建立分级分类的应急处置体系，针对不同类型的电气误操作事故，制定专项应急处置预案，明确应急响应流程、责任分工、处置措施与救援路径，确保在事故发生时能够迅速、有序地开展救援工作<sup>[4]</sup>。定期开展应急演练，提升作业人员的应急处置能力与各部门之间的协同配合能力，确保事故发生后能够快速启动应急响应，有效控制事态发展。配备充足的应急救援物资，如绝缘工具、急救设备、灭火器材等，并定期对物资进行检查与维护，确保其处于良好状态，随时可用。事故发生后，迅速开展事故研判，采取针对性的处置措施，及时隔离故障设备，防止事故扩大蔓延，同时做好事故善后处理与调查分析工作，总结事故教训，及时整改防控漏洞，实现“处置-总结-改进”的闭环管理，通过科学有效的应急防控，将误操作事故的人员伤亡、设备损坏与经济损降至最低。

### 结束语

火电厂电气误操作防控是一项长期且复杂的系统工程。通过构建“四位一体”协同防控框架，从源头、过程、技术及应急等多维度发力，形成全方位、全链条的防控体系，可有效降低电气误操作的发生概率，减少事故损失。未来，随着技术的不断进步与管理理念的持续优化，需进一步完善防控措施，强化各要素间的协同联动，持续提升火电厂电气操作的安全性与可靠性，为电力行业的稳定发展提供坚实保障。

### 参考文献

- [1]陈超虎.火电厂电气误操作思路探讨[J].电力设备管理,2024(4):231-233.
- [2]景万里.火力发电厂电气设备检修故障及对策[J].中国新技术新产品, 2021(10): 76-78.
- [3]邓昕昂.火电厂电气一次设备故障检测与维修[J].设备管理与维修, 2022(06): 83-85.
- [4]李冰浪.火电厂集控运行中电气系统节能优化研究[J].电子元器件与信息技术,2024,8(10):170-172.