

# 变电运行中电气误操作事故原因及应对措施

郁晶晶 崔旭

内蒙古电力(集团)有限责任公司包头供电分公司

**【摘要】**本文分析了变电运行中电气误操作事故的主要原因,包括防误闭锁装置不可靠、执行过程未强制规范及维护不足等问题。通过案例研究,提出了有效应对措施,如设置运行监测节点及管控机制、构建多层次标识结构、实施二次核验机制和强化应急响应,并结合实际应用效果进行了量化分析,验证了优化措施对提升变电站运行安全性和经济效益的显著作用。

**【关键词】**变电运行;防误闭锁装置;误操作事故;应急响应

Causes and countermeasures of electrical misoperation accidents in substation operation

Yu Jingjing Cui Xu

Inner Mongolia Electric Power (Group) Co., LTD. Baotou Power Supply Branch, Ltd

**【Abstract】** This paper analyzes the main causes of electrical misoperation in substation operation, including the reliability of anti-locking device, the execution process and insufficient maintenance. Through case study, put forward the effective measures, such as setting operation monitoring node and control mechanism, build multi-level identification structure, implement the secondary check mechanism and strengthen the emergency response, and combined with the actual application effect of quantitative analysis, verify the optimization measures to improve substation operation safety and economic benefits.

**【Key words】** substation operation, anti-error locking device, misoperation accident, emergency response

## 1 变电运行中电气误操作事故原因分析

### 1.1 防误闭锁装置不可靠

防误闭锁装置作为保障变电站运行安全的重要设备,其可靠性直接影响变电操作的准确性。首先,设计不完善是导致防误闭锁装置不可靠的重要原因。一些早期安装的闭锁装置因技术水平限制,存在功能单一、灵敏度低等问题,难以满足现代变电站运行的安全要求。其次,安装不规范也是导致防误闭锁装置不可靠的重要因素。例如,闭锁装置的电气接线可能存在错误,或机械部件未按照规定调试到位,从而影响其正常功能。安装质量不合格使得闭锁装置在关键时刻无法有效运行,直接威胁到变电运行的安全性。最后,防误闭锁装置的使用方法可能存在不当情况。操作人员在日常使用中可能会因缺乏专业培训或安全意识不足,未能正确使用闭锁装置,甚至人为绕过闭锁功能进行操作,从而埋下事故隐患。

### 1.2 防误闭锁装置执行过程未强制规范

防误闭锁装置在执行过程中未强制规范操作,是导致电气误操作事故的另一重要原因。变电运行需要严格遵守既定的操作规程,防误闭锁装置的作用是强制执行这些规程,防止操作人员因疏忽或经验不足而导致误操作。然而,在实际操作中,部分变电站未能将防误闭锁装置的执行过程与标准操作流程有机结合,导致闭锁功能流于形式。首先,防误闭锁装置的执行过程未被强制规范,主要表现在操作程序上缺乏一致性。例如,在某些操作场景下,闭锁装置可能被人为绕过,操作人员可以直接进行违章操作。这种情况通常是由于管理层对闭锁装置的使用重视程度不足,未将其纳入强制执行范围。

其次,闭锁装置的执行过程未与自动化系统充分联动。现代变电站普遍应用自动化技术,但在一些案例中,防误闭锁装置未能与操作票系统、调度系统实现有效协同,导致操作流程存在漏洞。例如,系统未能在闭锁装置未生效的情况下自动报警,操作人员难以及时发现问题,从而引发误操作。

### 1.3 防误闭锁装置没有及时维护

防误闭锁装置未能及时维护,是导致其失效并引发误操作事故的重要原因。防误闭锁装置作为一种精密设备,需要在运行过程中保持良好的技术状态。然而,部分变电站在日常运行中对闭锁装置的维护管理不够重视,导致其性能下降甚至失效。首先,维护计划的不完善是导致闭锁装置问题频发的主要原因。部分变电站未制定科学合理的维护计划,对闭锁装置的巡检和保养不够频繁。例如,闭锁装置的机械部件可能因长期未润滑而卡滞,电气部件可能因接触不良而无法正常工作。这些问题如果未能及时发现并处理,会直接影响设备的运行可靠性。

其次,技术力量不足也限制了防误闭锁装置的维护工作。一些变电站因人手紧张或专业技术人员匮乏,导致闭锁装置的故障排查和修复工作滞后。例如,在闭锁装置出现故障后,可能无法第一时间安排专业人员进行检修,从而延长了设备失效的时间窗口,增加了误操作的风险。

## 2 制定电气误操作事故应对措施

### 2.1 设置运行监测节点及管控机制

在变电运行中,设置运行监测节点和管控机制是预防和应对电气误操作事故的关键措施之一。运行监测节点是对电力系统运行状态进行实时监控的关键环节,通过这些节点,

能够及时捕捉设备的运行参数和操作状态,确保对异常情况的快速响应和处理。

首先,变电站应科学布设运行监测节点,覆盖关键设备和关键操作环节。例如,在断路器、隔离开关、变压器等设备上设置监测节点,实时监测电流、电压、温度等参数,以确保设备处于正常运行状态。同时,对操作人员的主要操作流程进行监测,如关键操作步骤的执行情况,确保操作的每一环节都符合规程要求。

其次,构建完善的管控机制,以确保运行监测数据能够有效指导实际操作。管控机制应包括数据采集、分析、反馈和处置四个环节。通过建立集中化的数据管理平台,实现对运行数据的实时分析,识别潜在的误操作风险,并及时向操作人员或管理层发出警告。同时,管控机制还需与应急预案相结合,一旦监测到异常操作或设备运行异常,应立即启动预案,进行快速干预,避免事故扩大。

此外,管控机制的有效运行离不开技术与管理的双重支持。变电站应引入智能化监控技术,如在线监测系统和人工智能分析工具,提升监测和管控的精度。同时,建立专门的监测团队,定期对管控机制进行优化和改进,确保其始终适应运行需求。通过设置运行监测节点和完善管控机制,可以实现对电气误操作风险的全方位防控,为变电站的安全运行提供可靠保障。

## 2.2 构建多层级的防误闭锁装置标识结构

构建多层级的防误闭锁装置标识结构,是减少电气误操作事故的重要措施之一。多层次标识结构通过明确设备的操作权限和闭锁条件,能够有效规范操作流程,防止人为因素导致的误操作事故。

首先,多层级的标识结构需要根据设备的重要性和操作复杂性进行分类。例如,对于重要的断路器、隔离开关和主变压器,可以设置高优先级的闭锁条件,要求多重权限验证和严格的操作步骤;而对于次要设备,则可以采用较低优先级的标识结构,以简化操作流程。在实际应用中,不同优先级的设备应使用不同颜色或形状的标识,以便操作人员能够快速识别设备的权限和闭锁要求。

其次,标识结构应与自动化系统相结合,实现动态化和智能化的闭锁控制。例如,通过电子标签或二维码技术,操作人员在操作前需扫描设备标识,系统根据当前运行状态自动判断操作是否符合规程。如果操作可能引发误操作风险,系统将阻止操作并给出原因提示。这种动态标识结构能够有效减少操作过程中的人为失误。

此外,多层次标识结构需要与培训和考核相结合,确保操作人员能够正确理解和使用标识系统。例如,可以通过模拟操作培训,让操作人员熟悉不同标识结构的功能和使用方法,同时通过定期考核检验其掌握情况。标识结构的成功实施离不开全员的参与和配合,因此需要加强宣传和沟通,使每位员工都意识到标识结构对安全运行的重要性。通过构建多层级的防误闭锁装置标识结构,变电站可以显著提升操作的规范性和安全性,减少人为误操作的发生,为电力系统的安全稳定运行提供有力支持。

## 2.3 二次核验完成误操作事故处理

在电气误操作事故的处理过程中,二次核验机制是确保处理过程规范和事故后果最小化的重要手段。二次核验机制通过多环节验证,能够有效避免因单一环节疏漏导致的处理失误,并提高事故处理的科学性和安全性。

首先,二次核验机制需要明确核验流程和责任分工。例如,在处理误操作事故时,第一步由现场操作人员初步判断事故原因并采取临时控制措施;第二步由专业技术团队对事故情况进行详细核查,确认误操作的具体细节和影响范围。通过层层核验,可以确保事故原因分析的准确性,为后续处理决策提供可靠依据。

其次,二次核验机制需要与智能化工具相结合,提高核验效率和准确性。例如,可以使用在线监测系统和故障诊断系统,快速定位误操作的关键环节,并生成详细的诊断报告。同时,可以引入虚拟仿真技术,对处理方案进行模拟验证,确保其在实际应用中的可行性和安全性。

此外,二次核验机制的实施还需要加强人员培训和制度建设。变电站应对操作人员和技术团队进行专项培训,使其掌握核验流程和工具的使用方法。同时,应制定明确的核验制度,规定各环节的核验标准和时间要求,确保核验过程有据可依、有序进行。通过二次核验机制的实施,变电站可以有效提升事故处理的规范性和科学性,最大程度减少误操作事故对设备和系统的影响,为变电运行的安全性和可靠性提供保障。

## 2.4 强化应急响应机制

强化应急响应机制是处理电气误操作事故的重要环节,也是确保事故后果可控、影响最小化的关键措施。变电站在事故应对过程中,应通过科学的应急响应机制,快速有效地处理误操作事故,恢复系统的正常运行状态。

首先,应急响应机制需要包括预案制定、响应执行和后续评估三个主要部分。在预案制定阶段,变电站应结合实际运行特点,编制针对性强的应急预案,明确不同类型误操作事故的处理步骤和职责分工。在响应执行阶段,应组织专业团队迅速到场,根据预案内容采取应急措施,如隔离故障设备、调整运行方式等,防止事故进一步扩大。在后续评估阶段,应对事故处理的全过程进行总结分析,提出改进措施,优化应急预案。

其次,应急响应机制需要依托现代化的技术手段。例如,变电站可以引入智能应急管理平台,实现对事故信息的实时监控和动态更新,提高决策的科学性和及时性。同时,可以通过无人机巡检、远程操作等技术,提升应急响应的灵活性和效率,特别是在事故现场条件复杂或人员难以进入的情况下。

此外,应急响应机制的有效运行离不开全员的配合和培训。变电站应定期开展应急演练,通过模拟实际事故场景,提高员工的应急处置能力和协同作战能力。例如,可以开展包括误操作事故在内的多种应急演练,让员工熟悉事故处理流程和应急设备的使用方法。同时,应通过总结演练经验,不断完善应急响应机制,提高其适应性和可靠性。

## 3 案例应用效果分析

某地一座 110kV 变电站在运行中多次发生电气误操作

事故,导致系统运行中断和设备损坏,造成了较大的经济损失和社会影响。针对这些问题,该变电站引入了一套完善的防误操作管理体系,包括设置运行监测节点及管控机制、构建多层级的防误闭锁装置标识结构、实施二次核验机制,以及强化应急响应机制。本文以该变电站的优化实践为案例,对应用效果进行分析。

### 3.1 实施内容

#### (1) 运行监测节点和管控机制

在断路器、隔离开关等关键设备上安装运行监测节点,实时采集设备状态数据,通过在线监控系统分析潜在的误操作风险。

#### (2) 多层级标识结构

对设备进行分级标识管理,高优先级设备需通过多重权

限验证方可操作,低优先级设备实施单一权限控制。

#### (3) 二次核验机制

在关键操作环节引入多级核验程序,通过人工和系统协作,确保操作准确性。

#### (4) 强化应急响应

通过定期演练和应急预案优化,提高事故处理能力,并在事故发生后快速隔离故障,恢复正常运行。

### 3.2 应用效果分析

实施上述措施后,该变电站在运行中的安全性和可靠性得到了显著提升。应用效果如下:

#### 3.2.1 事故发生率降低

优化措施实施前后,该变电站的误操作事故发生率显著下降,具体数据如下:

表1 事故发生率降低

时间段	误操作次数	重大设备故障次数	人为失误率(%)
优化实施前(1年)	12	5	7.5
优化实施后(1年)	3	1	1.8

数据表明,优化措施有效减少了误操作次数和重大设备故障发生率,系统安全性明显提高。

#### 3.2.2 系统运行稳定性提升

通过引入运行监测节点和管控机制,系统运行的稳定性得到了增强。设备运行故障率由优化前的3.2%下降至优化后的1.1%,运行参数的波动范围也显著减少,提高了供电质量。

表2 事故发生率降低

项目	优化前故障率(%)	优化后故障率(%)
断路器	2.0	0.8
隔离开关	4.5	1.5
保护装置	3.1	1.0

#### 3.2.3 应急响应效率提升

通过强化应急演练和预案管理,事故响应时间由优化前的平均45分钟缩短至优化后的25分钟,有效降低了事故对系统运行的影响。

表3 应急响应效率提升

响应项目	优化前平均时间(分钟)	优化后平均时间(分钟)
故障识别	15	8
操作处理	30	17

#### 3.2.4 经济效益

误操作事故的减少和故障处理效率的提高,直接减少了设备损坏的维修成本和停电时间的经济损失。据统计,优化

措施实施后的一年间,变电站的直接经济损失由优化前的75万元下降至15万元。

表4 经济效益

项目	优化前(万元)	优化后(万元)
设备维修成本	50	10
停电经济损失	25	5

通过上述案例可以看出,防误操作管理体系的实施对提升变电站的运行安全性和经济效益具有显著效果。运行监测节点的部署和多层级标识结构的应用,有效减少了误操作事故的发生。二次核验机制和应急响应机制的强化,显著提升了事故处理效率和系统运行的稳定性。未来,这些优化措施可以推广至更多变电站,为电力系统的安全稳定运行提供技术支持。

## 4 结束语

变电站运行的安全与稳定不仅关系到电力系统的整体效益,也直接影响社会生产和居民生活。通过对误操作事故原因的深入剖析,结合优化实践案例,本文验证了防误操作管理体系在提升运行安全性、系统稳定性和经济效益方面的显著效果。未来,随着技术的进步和智能化管理工具的广泛应用,变电运行的管理水平将进一步提高,为实现电力系统的高效、安全运行提供更加坚实的保障。

## 参考文献

- [1]周智成,陈明媛,李培恺.调度人为误操作原因及防范方法[J].电气技术与经济,2022,(01):86-88.
- [2]华汉东.防止电气误操作事故的几点建议[J].企业科技与发展,2020,(03):74-75.
- [3]纪永辉.浅析发电厂电气误操作事故原因及应对措施[J].中国设备工程,2019,(16):87-88.
- [4]张亚涛.倒闸误操作事故的原因及防范措施[J].智库时代,2019,(23):183+298.
- [5]饶辉.变电运行电气误操作事故原因及防范对策[J].通信电源技术,2019,36(05):277-278.DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2019.05.114.