

电缆二次保护误动/拒动问题的安全生产风险管控研究

晏凌斌

国网峡江县供电公司，江西吉安，331400；

摘要：电缆二次保护系统是电力系统安全稳定运行的关键防线，其误动与拒动问题直接威胁电网设备安全、供电可靠性及人员生命安全。误动可能导致非故障线路跳闸，引发供电中断；拒动则会使故障持续扩大，造成设备损毁甚至大面积停电事故。本文从电缆二次保护误动/拒动的核心成因出发，解析安全生产风险的传导逻辑，构建“风险识别—成因分析—管控措施”的系统化管控框架，提出技术、管理、人员三维度风险管控策略，旨在为电力企业防范电缆二次保护异常、保障电力系统安全生产提供理论支撑与实践参考。

关键词：电缆二次保护；误动；拒动；安全生产；风险管理

DOI：10.69979/3060-8767.25.12.003

1 引言

在电力系统里，电缆是传输电能的核心部件，它的运行情况直接影响电网的稳定和安全。电缆二次保护系统的作用很重要，要负责“识别故障、快速切断故障、隔离故障范围”。它会实时监测电缆的运行参数，比如电流、电压、温度，一旦发生故障，就迅速动作切断故障线路；要是系统出现异常，就发出预警信号。但是，因为技术有缺陷、环境有干扰、管理不到位、人员操作出错等原因，电缆二次保护系统很容易出现两种问题：误动和拒动。误动就是保护系统在没有故障的时候错误动作，让正常运行的电缆线路跳闸，造成不必要的停电，影响工厂生产和居民生活；拒动就是电缆发生短路、过载、绝缘损坏等故障时，保护系统没按预设的逻辑动作，导致故障扩散到其他设备或区域，让事故损失变大。现在电力系统朝着高电压、大容量、智能化的方向发展，电缆二次保护系统变得更复杂，也更重要，误动和拒动带来的安全生产风险也越来越大。所以，系统分析电缆二次保护误动、拒动的原因，建立科学有效的风险管控体系，是电力企业安全生产管理的核心工作之一。

2 电缆二次保护误动/拒动的核心成因与风险传导逻辑

2.1 误动/拒动的核心成因

2.1.1 技术层面：设备缺陷与环境干扰

技术方面的问题是导致电缆二次保护误动、拒动的根本原因，主要包括设备本身有缺陷和环境有干扰两方面。从设备本身来看，保护装置的硬件会老化，比如继

电器触点氧化、电容漏电；软件程序可能有漏洞，比如逻辑判断错误、参数设置不对；电流互感器、电压互感器的采样精度不够，误差太大，这些都会让保护系统对运行状态的判断出错。另外，电缆二次回路接线可能出现错，比如极性接反、回路短路或开路；回路的绝缘性能会下降，比如电缆受潮、绝缘层破损，这些都会导致信号传输异常，让保护系统动作混乱。从环境干扰来看，电力系统里的电磁干扰，比如雷电冲击、高压设备操作产生的暂态过电压；温度和湿度的变化，比如高温让元件性能改变、潮湿导致回路漏电；粉尘和油污的侵蚀，比如污秽覆盖让触点接触不好，这些都会干扰保护装置正常工作，破坏信号传输的稳定，进而引发误动或拒动。

2.1.2 管理层面：流程疏漏与标准缺失

管理机制不完善是误动、拒动问题的重要原因。在设备全生命周期管理中，各个环节的疏忽都可能留下风险。采购设备时，如果没严格检查保护装置和二次回路配件的质量，用了不合格的产品；安装调试时，没有标准流程，没按要求检查接线、校准参数、测试功能；运维时，没制定定期巡检和维护计划，或者巡检只是走形式，没及时发现设备缺陷和回路隐患，这些都会给保护系统埋下问题。同时，没有统一的误动、拒动事件处理标准和溯源方法，事故发生后，很难快速找到原因、制定整改措施；运维、检修、调度等部门之间配合不好，信息传递不顺畅，导致风险预警和应急处理不及时，让事故影响变大。

2.1.3 人员层面：能力不足与操作不当

人员因素对电缆二次保护系统的可靠性影响很大。运维检修人员如果缺乏专业知识和技能，对保护装置的

原理、二次回路的结构了解不深，在设备调试、参数设定、故障排查时就容易操作失误；对新型智能化保护系统不熟悉，没掌握它的功能和运维要求，也可能因为操作不当让保护系统出现异常。另外，有些人员安全意识不强，作业时没遵守安全规定，比如带电插拔插件、不小心碰到二次回路接线；应急处理能力不够，遇到保护误动、拒动时判断错误、处理不当，会耽误故障解决的时间，增加安全生产风险。

2.2 风险传导逻辑

电缆二次保护误动、拒动带来的安全生产风险，会按照“诱因触发—系统异常—事故扩大—损失蔓延”的路径传递。首先，技术、管理、人员方面的风险原因，比如设备有缺陷、流程有疏漏、操作失误，会触发保护系统出现异常，表现为误动或拒动：误动会直接让正常线路停运，造成局部停电；拒动会让电缆故障一直存在，出现过流、过热等问题，损坏电缆本身和相关设备，比如变压器、开关设备。其次，如果异常没被及时发现和处理，故障会从单条电缆线路扩散到周边电网：误动可能引发连锁跳闸，改变电网结构，破坏功率平衡；拒动可能让故障扩大成母线故障、区域电网崩溃，导致大面积停电。最后，事故损失会沿着“设备—生产—社会”多个层面扩散：设备层面，电缆、保护装置和相关设备损坏，维修成本增加；生产层面，工厂停产、农业灌溉中断，造成经济损失；社会层面，影响居民用电、交通和医疗等公共服务正常运行，甚至引发公共安全事件，破坏社会稳定。

3 电缆二次保护误动/拒动的安全生产风险管理策略

3.1 技术管控：强化设备可靠性与抗干扰能力

技术管控是预防误动、拒动的基础，核心是提高保护系统的硬件可靠性、软件稳定性和抗干扰能力。在设备选型和质量管控上，优先选择技术成熟、性能稳定、抗干扰能力强的保护装置和二次回路配件。严格执行采购验收标准，对关键设备进行出厂测试和现场抽样检查，不让不合格产品投入使用；采用模块化、标准化的二次回路设计，简化接线结构，减少故障发生的地方，提高回路运行的稳定性。在抗干扰措施实施上，针对电磁干扰，在保护装置安装的地方采取屏蔽、接地、滤波等技术方法，比如设置电磁屏蔽室、优化接地网布局、安装

浪涌保护器；针对环境因素，给保护屏柜配备温湿度控制装置，定期清理设备上的粉尘油污，对户外电缆沟、端子箱做防水防潮处理，改善设备运行环境。在智能化技术应用上，引入状态监测和故障诊断系统。通过传感器实时收集保护装置运行参数，比如电源电压、模块温度、回路电流，还有二次回路绝缘状态和信号传输质量。利用大数据分析技术识别设备异常趋势，实现风险预警和故障定位；推广数字化保护系统，用光纤通信代替传统电缆传输信号，提高信号传输的抗干扰能力和准确性。

3.2 管理管控：完善流程体系与协同机制

管理管控是风险防控的关键，需要通过标准化流程、全周期管理和协同机制，实现对误动、拒动风险的全程管控。在全生命周期管理流程构建上，制定覆盖“采购—安装—调试—运维—报废”的标准化管理流程：采购时明确设备技术参数和质量要求，建立供应商评价体系；安装调试时严格按照接线规范和测试标准操作，完成后进行多次验收；运维时制定定期巡检计划，重点检查保护装置状态、二次回路接线、绝缘性能，为设备建立健康档案；报废时规范处置流程，确保旧设备无害化处理，回收有用部件。在风险监测和应急处置上，建立电缆二次保护系统风险监测平台，整合设备状态数据、运维记录、环境参数，实时评估风险等级，对高风险隐患自动预警；制定误动、拒动专项应急处置预案，明确不同场景下的处置流程、责任分工和资源调配，定期组织演练，提高应急响应效率；建立事故溯源机制，对误动、拒动事件深入分析，形成“事故—原因—整改—预防”的闭环管理。在跨部门协同上，建立运维、检修、调度、安监等部门的协同工作机制，明确各部门在风险管控中的职责。比如运维部门负责日常巡检和状态监测，检修部门负责故障排查和设备维修，调度部门负责事故处置和电网调整；搭建信息共享平台，实现设备状态、风险预警、处置进度等信息的实时传递，避免因信息不通导致管控滞后。

3.3 人员管控：提升专业能力与责任意识

人员管控是风险防控的核心，需要通过培训、考核和激励，打造高素质、责任心强的专业队伍。在专业能力提升上，制定分层分类的培训计划：针对新入职人员，开展保护装置原理、二次回路基础知识、安全规程的系统性培训；针对在岗人员，定期组织新型保护技术、智

能化设备运维、故障诊断方法的专项培训；邀请专家开展案例教学，分析误动、拒动典型事件，提高人员分析和解决问题的能力。同时，建立实操培训基地，模拟保护系统异常场景，让人员通过实战演练熟悉操作流程和应急处置方法。在操作规范和考核上，完善电缆二次保护系统操作标准，明确设备调试、参数整定、巡检维护、故障处置的操作步骤和安全要求；推行操作票和工作票制度，对关键操作实行双人监护，避免单人操作出错；建立人员绩效考核体系，将风险管理成效，比如隐患发现数量、操作规范程度、应急处置效率，纳入考核指标，与薪酬、晋升挂钩，激励人员严格执行管控要求。在责任意识培育上，通过安全警示教育、事故案例宣讲，让人员清楚误动、拒动风险的危害；建立岗位安全责任制，明确各岗位的风险管控职责，把责任落实到个人；开展安全文化建设活动，比如“安全月”“隐患排查竞赛”，营造“人人讲安全、事事为安全”的氛围，让人员主动落实风险管理措施。除上述措施外，还需加强人员的动态管理与持续提升。建立人员技能档案，记录每个人的培训经历、考核成绩、实操表现，根据技能短板制定个性化提升计划，确保人员能力与岗位要求精准匹配。比如对技能薄弱的人员，安排经验丰富的老师傅进行“一对一”带教，通过现场实操指导快速提升其业务水平；对技能突出的人员，鼓励参与行业技术交流、技能竞赛，激发学习积极性与创新动力。同时，强化人员的安全监督与问责机制。在日常作业中，安排专职安全员对保护系统操作、检修等环节进行全程监督，及时纠正不规范操作行为；对因人员操作失误、责任缺失引发误动/拒动事件的，严格按照规章制度追究责任，同时组织全员开展案例反思，避免同类问题重复发生。通过“教、学、练、考、责”相结合的方式，让人员既具备扎实的专业能力，又时刻保持强烈的责任意识，从根本上减少人为因素导致的风险。

3.4 全过程风险闭环管控：打通“预防-监测-处置-改进”链路

全过程风险闭环管控是将技术、管理、人员管控措施串联起来的关键，需构建“预防-监测-处置-改进”的完整管控链路。在预防环节，结合历史误动/拒动案例与电网运行特点，定期开展风险辨识工作，梳理技术、管理、人员层面的潜在风险点，制定针对性预防措施并纳入管控清单，做到风险早识别、早防范。在监测环节，

整合技术管控中的状态监测数据与管理管控中的风险监测平台信息，对保护系统运行状态、环境参数、人员操作等进行全方位实时监测，形成动态风险地图，直观呈现各环节风险等级，让管控重点一目了然。在处置环节，一旦发生误动/拒动事件，立即启动应急处置预案，各部门按照职责快速响应、协同配合，优先保障电网安全稳定运行，随后开展故障排查与处置，最大限度降低事故影响。在改进环节，每次事件处置完成后，组织技术、管理、人员等多方面专家进行复盘分析，总结管控过程中的不足，优化技术措施、完善管理流程、强化人员培训，将改进措施落实到后续工作中，持续提升风险管理水平，形成“发现问题-解决问题-总结经验-优化提升”的良性循环。

4 结语

电缆二次保护误动/拒动问题的安全生产风险管理，是一项涵盖技术、管理、人员的系统工程，直接关系电力系统的安全稳定运行与社会经济的正常发展。当前，随着电力系统复杂度提升，误动/拒动风险的诱因更趋多元，传导路径更趋复杂，对风险管理提出更高要求。通过技术管控强化设备可靠性与抗干扰能力，可从源头减少风险诱因；通过管理管控完善流程体系与协同机制，能实现风险的全过程闭环管控；通过人员管控提升专业能力与责任意识，可确保各项管控措施落地见效。三者协同发力，形成“技术防风险、管理控流程、人员保执行”的立体管控体系，才能有效防范电缆二次保护误动/拒动问题。未来，随着智能化、数字化技术在电力系统中的深度应用，需进一步推动风险管理的技术创新，如利用人工智能实现保护系统异常的精准预测与自主处置，依托数字孪生技术构建电缆二次保护系统虚拟仿真平台，开展风险模拟与管控演练。同时，持续优化管理机制与人员培养模式，适应电力系统发展需求，为电力安全生产筑牢防线。

参考文献

- [1]田伟.电厂热控保护误动及拒动问题的原因及对策研究[J].光源与照明,2022,(05):234-236.
- [2]马璐.电厂热控保护误动及拒动原因分析及对策[J].现代工业经济和信息化,2020,10(07):131-132.
- [3]任晓鹏.电厂热控保护误动及拒动原因浅析及对策[J].绿色环保建材,2017,(01):186.