

# Study on causes and preventive measures of relay protection misoperation in power system

Jiefeng Li

State Grid Shanxi Electric Power Company Jincheng Power Supply Company Secondary Operation and Maintenance Center, Jincheng, Shanxi, 048000, China

## Abstract

Malfunctions in relay protection systems constitute a primary cause of power outages and equipment damage. The design and implementation of these systems directly determine the stability and safety of power grids. Operational errors in protective devices are prevalent in real-world applications, posing significant risks to grid reliability. These malfunctions stem from complex factors including equipment failures, design flaws, and improper operation. To enhance power system stability and reliability, it is crucial to conduct thorough analyses of malfunctions' root causes and implement effective preventive measures. This paper investigates the primary causes of relay protection malfunctions in power systems and proposes targeted solutions and preventive strategies, aiming to reduce malfunctions and ensure uninterrupted grid operations.

## Keywords

power system; relay protection; false action; cause; preventive measures

## 电力系统中继电保护误动原因与防范措施研究

李劼峰

国网山西省电力公司晋城供电公司二次运检中心, 中国·山西 晋城 048000

## 摘要

电力系统中继电保护误动是导致供电中断和设备损坏的主要原因之一。继电保护系统的设计与实施直接关系到电力系统的稳定性与安全性。保护装置的误动作问题在实际运行中普遍存在, 给电力系统带来严重的隐患。误动的原因复杂, 涉及到设备故障、设计缺陷、操作不当等多个方面。为了提高电力系统的稳定性和可靠性, 需要加强对继电保护误动原因的深入分析, 并采取有效的防范措施。本文对电力系统中继电保护误动的主要原因进行分析, 提出了针对性的解决方案与防范措施, 旨在减少误动发生的概率, 保障电力系统的正常运行。

## 关键词

电力系统; 继电保护; 误动; 原因; 防范措施

## 1 引言

电力系统继电保护作为确保电力系统安全与稳定运行的关键技术, 广泛应用于电力设备的故障检测与处理。在实际应用中, 继电保护的误动问题始终困扰着电力行业。继电保护误动不仅会影响电力供应的可靠性, 还可能导致大规模的设备损坏及电力系统的失稳, 进而影响社会和经济的正常运作。造成继电保护误动的原因主要有多个方面, 如继电保护设定不合理、设备老化或故障、外部干扰等。探索其误动的原因并提出防范措施是提高电力系统运行安全性的重要途径。继电保护误动的防范需要多角度的综合治理, 涵盖设备、技术、管理等方面, 以确保电力系统的高效和稳定运行。

## 2 电力系统继电保护误动的主要原因分析

### 2.1 设备故障导致的误动作

设备故障是继电保护误动的主要原因之一, 尤其在电力设备如变压器、断路器等发生故障时, 可能导致保护装置误动作。设备老化、设计缺陷或制造问题都会影响其稳定性。电流互感器或电压互感器损坏时, 保护装置可能无法正确检测故障, 从而产生误动作。设备故障通常与长期运行环境、负荷过载和缺乏定期维护密切相关。尤其在大规模电力系统中, 任何单一设备的故障都可能引发连锁反应, 威胁系统稳定。应加强设备的巡检、故障预警及维护, 确保设备及时维修和更换, 从根本上减少误动发生的概率。

### 2.2 继电保护设定错误的影响

继电保护装置的设定值决定了其对故障的响应速度和准确性。由于设计和操作失误, 继电保护设定值常出现偏差, 常见问题包括过电流保护和欠电压保护的设定不当。设定错

【作者简介】李劼峰(1998-), 男, 中国山西晋城人, 硕士, 从事继电保护研究。

误可能导致故障时未能及时切断电流，或错误地停运正常设备，进而影响电力系统稳定性。过高的过电流设定值会延迟故障隔离，未能及时响应短路故障。另一方面，过短的动作时间可能引发误操作。合理调整保护装置的设定值，并进行定期检验和校准，是保障电力系统安全与稳定的关键。

### 2.3 外部干扰与系统误动作的关系

电力系统在运行过程中常常受到外部干扰，诸如电磁干扰、雷电冲击、电网频繁波动等因素，这些因素会对继电保护设备的运行产生影响。尤其在复杂的电力网络中，外部电磁干扰源可能导致继电保护装置的误动作。雷击和电磁脉冲会使保护装置误以为发生了故障，从而错误地动作，导致非故障部分停运。电力系统中频繁的电压波动也会引发继电保护装置的误动作。保护装置可能将电压波动误判为故障信号，触发设备停运或误切。为了有效避免外部干扰导致的误动作，需要采取多种技术手段，例如屏蔽电磁干扰、增加接地措施以及安装滤波器等，同时应当加强对电力系统外部环境的监测，及时识别干扰源并采取适当的防护措施。

## 3 继电保护误动的检测与诊断方法

### 3.1 误动原因的快速定位方法

在继电保护误动发生后，快速定位其原因是减少系统故障影响的关键。为了实现高效诊断，现代电力系统通常采用多种方法进行误动原因的快速定位。借助时间同步技术，可以精确记录保护装置的动作时间，结合电网的拓扑结构分析，可以明确具体的误动作发生地点。通过这种方式，能够迅速识别误动是否由设备故障、设定错误或外部干扰引起。利用电流、电压等保护数据，可以进一步确认故障类型及其影响范围。网络化的继电保护监控系统与自动化诊断工具的使用，能够大幅提高故障定位的精确性，并能在短时间内做出相应的反应。这一方法不仅提高了响应速度，也为电力系统提供了更加准确的运行数据支持。

### 3.2 基于数据分析的误动监测技术

随着信息技术的不断发展，数据分析技术在继电保护误动监测中的应用日益广泛。通过对大量历史运行数据的分析，能够提前识别电力系统中的潜在隐患，进而优化保护装置的设定与调度。利用大数据技术可以对电力系统中不同节点的电流、电压等参数进行深度挖掘，通过机器学习模型预测可能出现的误动情况。基于云计算的分布式监控平台能够实时获取各类设备的数据，进行持续监控和分析，及时发现运行中的不正常现象。这种数据驱动的误动监测方式，不仅能提高电力系统的稳定性，还能在故障发生之前进行预警，有效减少误动作的发生。

### 3.3 继电保护误动的故障树分析

故障树分析法是一种结构化的故障诊断技术，它通过构建故障树，系统地分析各种可能的故障原因，并进一步分

析各因素之间的相互关系。这种方法适用于复杂的电力系统继电保护误动分析。在继电保护误动发生后，可以通过建立故障树模型，追溯从初始事件到最终误动发生的整个过程。通过对各个因素的概率分析，能够明确哪些因素对误动作的发生影响最大，哪些是潜在的风险因素。这种方法不仅帮助识别系统中的薄弱环节，还为后续的改进措施提供了科学依据。故障树分析法在电力系统继电保护中具有较高的实用价值，能够有效提高系统的故障诊断和恢复能力。

## 4 电力系统继电保护误动的防范措施

### 4.1 优化继电保护设定值与参数

继电保护的设定值直接关系到其在故障发生时的响应效率和准确性。优化继电保护设定值与参数是防范误动的有效手段之一。应根据电力系统的负荷特性、设备容量以及可能的故障情况，合理设定各保护装置的动作阈值。过电流保护装置的设定值应考虑电力系统正常运行中的最大负荷及故障电流，并避免设定过高或过低的阈值。对于系统中可能存在的设备特性差异，应采用灵活的保护策略。通过精确计算各设备的故障模式与响应特性，进行个性化设置，提高保护装置的精确性。最后，定期的检查与验证也是优化设定的一个重要环节，确保保护装置在动态变化的运行环境中能够及时做出调整。

### 4.2 提升设备质量与维护管理水平

设备质量的好坏直接决定了继电保护系统的稳定性，因此提高设备质量是防止误动的重要措施之一。在电力系统中，设备的设计、生产、安装和调试等环节必须严格控制，确保其满足相关的安全标准与运行要求。设备的日常维护和管理也至关重要。定期对保护装置进行巡检，及时发现并修复潜在的故障，可以有效减少设备故障导致的误动。还应加强设备的检测和试验工作，确保在设备运行过程中能够随时监控其性能变化，避免由于设备老化或故障引发的不必要误动作。

### 4.3 强化继电保护系统的实时监控与自动诊断

为了提高继电保护系统的可靠性和响应速度，必须加强对系统的实时监控和自动诊断能力。随着智能电网的发展，现代继电保护系统可以通过自动化监控平台，实时收集和分析电力系统中的各项数据。通过集成的监控系统，可以在设备出现异常时第一时间发出警报，并自动进行诊断与分析。实时监控不仅能够加快故障的响应时间，还能通过自动化诊断及时排查误动原因，减少人工干预带来的延迟。自动诊断功能可以对系统中的潜在问题进行预警，提前采取措施防范误动作，保证电力系统的稳定与安全。

## 5 先进技术在继电保护误动防范中的应用

### 5.1 人工智能与大数据在继电保护中的应用

人工智能与大数据技术的结合为继电保护系统的优化

提供了全新的视角。人工智能技术,尤其是机器学习和深度学习的应用,可以帮助继电保护系统从大量历史数据中识别潜在故障模式,实现更加智能的误动诊断与预测。通过对电力系统运行数据进行学习,人工智能系统能够识别出故障发生前的特征变化,并预测误动作的可能性。这种技术不仅提高了保护装置的智能化水平,也能够在复杂的电力环境中提高系统的鲁棒性。大数据技术则通过汇集电力系统的各类数据,进行全面的分析,提供更多维度的信息支撑,使得继电保护系统能够实时调整并做出合理决策。

## 5.2 智能继电保护系统的发展与应用前景

智能继电保护系统的出现极大提升了电力系统的故障处理能力。与传统继电保护装置相比,智能继电保护系统能够根据系统的实时运行状态和负荷情况,自动调整保护设定,减少人为干预所带来的误动作。通过自适应保护机制,智能保护系统能够针对不同类型的故障作出及时响应,并根据运行条件优化保护策略。智能继电保护系统还具有与其他电力设备的协同工作能力,可以通过共享信息实现跨设备的协调保护。未来,随着人工智能、物联网等技术的进步,智能继电保护系统将在电力行业中发挥更大的作用。

## 5.3 区块链技术在继电保护系统中的潜力

区块链技术的去中心化和不可篡改特性为继电保护系统的安全性提供了新的解决方案。在电力系统中,继电保护的数据传输和存储通常存在被篡改或遭遇攻击的风险,而区块链技术通过提供安全的分布式数据库,可以确保保护数据的真实性和可靠性。区块链可以在继电保护系统中实现数据的实时记录和验证,防止数据被篡改,保证电力系统的操作透明性与安全性。未来,区块链技术将在电力系统中的应用前景广阔,特别是在增强数据安全性和实现系统智能化方面具有巨大的潜力。

# 6 未来电力系统继电保护误动防范研究的方向

## 6.1 智能化继电保护系统的研究趋势

智能化继电保护系统依赖先进技术提升电力系统的安全性与响应速度。通过将人工智能、物联网和云计算等技术集成到继电保护中,可以实现实时监控和精准的保护动作。当发生故障时,智能化系统能通过实时数据分析,自动判断故障性质与位置,并采取适当的措施,迅速将故障区域隔离。这些系统能够自我优化,学习过去的故障模式,并通过算法调整保护策略,从而提高整个系统的应变能力和准确性。随着数据量和计算能力的提升,智能化保护系统的应用范围和效果将进一步扩展,能够大幅度减少人为因素对误动的影响,提升电力系统的整体稳定性。

## 6.2 多重保护策略的优化与应用

为了增强电力系统的抗风险能力,未来的电力系统将采用多重保护策略,通过不同种类的保护装置协同工作。结合差动保护、过电流保护和过电压保护等技术,可以覆盖不同类型的故障,确保快速准确地隔离故障区域。多重保护策略能够在出现局部故障时,减少对整体系统的影响,提升故障恢复速度。针对不同电力系统环境和需求,优化这些保护策略,实现设备的精准匹配与协同工作,能有效降低误动作和设备损害的概率。通过更灵活的策略配置和更高效的保护装置管理,电力系统的整体鲁棒性和安全性将得到极大提升,进而保证电力供应的稳定与可靠。

## 6.3 新型保护技术对电力系统稳定性的提升

新型保护技术的应用正在改变电力系统对故障的响应方式。宽域监测技术能够实时监测整个电力系统的运行状态,不仅能够检测到单一设备的故障,还能识别系统范围内的潜在隐患。这种技术可以快速收集和分析全网数据,提供更准确的故障诊断。自动化控制与继电保护系统的深度融合,使得保护系统能够自动调整并做出最合适的保护动作,大幅提高响应速度和准确性。随着这些新型保护技术的推广,电力系统对复杂故障情形的应对能力将显著提升,能够在不断变化的外部环境中保持稳定运行,为电力网络的持续发展提供有力保障。

# 7 结语

本文深入探讨了电力系统中继电保护误动的原因及其防范措施,分析了设备故障、设定错误和外部干扰等因素对误动的影响,并提出了相应的解决方案。通过优化继电保护设定、提高设备质量和加强监控管理,可以有效减少误动作的发生。随着智能化技术的引入,未来电力系统的继电保护将更加精准和高效。为了保障电力系统的稳定运行,必须不断改进继电保护技术,提升系统对复杂环境的适应能力。

## 参考文献

- [1] 王晓明,刘永杰. 电力系统继电保护误动作原因与防范措施研究[J]. 电力技术, 2023, 45(3): 58-64
- [2] 周建华,朱丽娟. 电力系统继电保护中的误动分析及防范策略[J]. 电力系统自动化, 2022, 46(5): 112-118
- [3] 张俊杰,唐洁. 电力系统继电保护装置误动作的原因分析与对策[J]. 电力设备与管理, 2021, 39(8): 22-28
- [4] 李云飞,王昊. 电力系统中继电保护误动问题及解决办法[J]. 电气工程, 2020, 41(2): 74-80
- [5] 陈新民,刘磊. 基于大数据的继电保护误动检测与防范技术研究[J]. 电力科学与技术学报, 2024, 39(6): 134-140