

# 基于继电保护的电力系统故障检测与定位技术研究

马登秀

宁夏送变电工程有限公司

**摘要：**为了保障电力系统的安全稳定运行，故障检测与定位技术变得尤为重要。继电保护是电力系统中重要保护手段，它能在故障发生时迅速切除故障区域，保护系统其他部分的正常运行。然而，传统的继电保护技术只能检测到故障的发生，无法提供故障的具体位置，给故障的排查和系统的修复带来困难。为了解决这一问题，本文提出了一种基于继电保护的电力系统故障检测与定位技术，对提高电力系统的安全性和可靠性具有重要意义，可以帮助系统运维人员快速准确地排除故障，提高系统的抗干扰能力和恢复能力，进一步保障电力供应的稳定性和可持续性。

**关键词：**继电保护；电力系统；故障检测；定位技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.08.236

## 引言

继电保护在电力系统中扮演着重要角色，可以准确识别和隔离电力系统中发生的各种故障，如短路、接地、过载等。继电保护装置通常由传感器、中继器和断路器组成。传感器用于监测电流、电压等参数的变化；中继器对这些信号进行分析和处理，当检测到异常时，继电器将发出信号驱动断路器动作，迅速切断故障区域的电源，以避免故障蔓延。

## 一、继电保护概述

继电保护的主要功能：（1）过电流保护：这是继电保护的基本功能之一。当电力系统中的电流超过设定的阈值时，过电流保护装置会启动，切断异常增高的电流。可以分为定时过电流保护和瞬时过电流保护，其中定时过电流保护允许短时间内的电流超过正常值，而瞬时过电流保护则对任何突增的电流立即做出响应。

（2）距离保护：根据故障点的电气距离来识别和隔离故障。通过测量电压和电流的比值来计算出故障点与保护装置的距离，当这个距离小于设定值时，距离保护动作，从而隔离故障。（3）差动保护：差动保护是一种非常敏感的保护方式，它比较进入和离开某一电力系统部分的电流。如果这两个电流之间存在差异，即表明该区域内存在故障，差动保护将立即启动以隔离故障区域。除了上述基本功能外，继电保护还包括零序保护、电压保护、频率保护等其他保护方式。零序保护用于检测接地故障，电压保护响应电压过高或过低的状况，而频率保护则对电力系统的频率偏差进行监控。总之，继电保护系统利用先进的测量和控制技术，确保在发生故障时能迅速准确地动作，最小化故障对电网的影响，保

障供电的连续性和质量，以及保护电力设备不受损害。

## 二、继电保护自动化装置可靠性指标

正是由于继电保护在维持电网运行稳定方面发挥着关键性作用，所以提高继电保护自动化装置运行的可靠性非常重要，一旦继电器及相关自动化装置发生故障，将严重威胁电网整体运行安全。故障形成原因通常可分为两种类型：一种是误动，是指由于操作时受到外界因素干扰，导致故障产生；另一种是拒动，是指继电器故障后未能及时维修处理，导致故障蔓延，规模扩大，对电网整体运行造成严重影响。因此，在实际应用过程中，需要加强对继电保护自动化装置的可靠性进行评估，目前我国主要采用以下三种可靠性指标：一是成功率，可反映出继电器在特定条件下实现某种功能的能力；二是有效度，可反映出继电器及相关自动化装置的工作状态与安全性；三是平均故障时间，能够反映出继电保护装置正常工作时间的平均值<sup>[1]</sup>。

## 三、电力系统故障检测方法

### 1. 基于频率特征的故障检测

频率是电力系统运行的重要指标，有故障会导致系统的频率发生异常。基于频率特征的故障检测方法可以通过监测电力系统频率的变化来判断故障的存在。通过安装频率监测设备在电力系统中实时获取频率数据。这些设备可以根据电力系统的特点，选择合适的位置进行布置，如发电机出口、变电站等。频率监测设备可以连续地记录电力系统的频率变化情况，然后对采集到的频率数据进行分析，通过计算频率的变化率、变化幅度等指标，判断是否发生了故障。通常，电力系统的频率变化较小且稳定，当频率超出预设的阈值范围时，可以

认为故障发生；当检测到频率超出阈值时，故障检测系统会发出警报，通知运维人员进行进一步的故障排查和修复。系统通过声音、光信号、短信等方式进行警报通知，确保运维人员能够及时响应。

### 2. 电流、电压等量值的故障检测

基于电流和电压等量值进行故障检测是一种常用的方法。电流和电压是电力系统运行过程中最基本的物理量，通过实时采集电流和电压的数值，并与预设的故障判据进行比较，可以判断是否存在异常情况，进而确定可能的故障点。在这种方法中，过/欠电流保护是最常见的一种方式。当电流超过或低于预设的阈值时，电力系统会触发保护动作，即切断故障电路或通知运维人员进行相应处理。同理，过/欠电压保护、频率保护等方式也利用了电流和电压等量值来判断故障的存在。基于量值的故障检测方法具有简单、直接的特点，可以在实时性要求较高的情况下快速发现故障，保障电力系统的安全运行。

### 3. 导线舞动及风向监测

针对比较常见的输送故障，输电线路在线监测主要通过以下途径发挥效用：一是对导线绝缘子风偏角度等重要信息进行精确测量，并对周围环境进行有效监测，防止由于风偏引起导线跳动，同时能够根据风偏参数设置合适的绝缘子规格，降低导线跳动的可能性；二是了解输电系统所处位置和干扰情况，重点关注导线外部附着物分布情况，如果导线抖动频率和幅度超出既定标准，那么工作人员需要及时进行检查或者维修操作。

### 4. 输电线路温度监测

输电线路温度是重要的评价指标，输电线路温度关系到系统运行的稳定性和安全程度。目前，各种温度测量技术都比较发达，由于输电线路都是架设在户外，所以会受到气候环境的干扰或者影响，比如，北方气候寒冷，南方则相对炎热，所以要对不同地区的温度条件进行准确测量，然后选择合适的测温手段，提高数据信息采集准确性。温度测量手段主要分为两种：（1）接触式测温，它是根据热量传递原则获取物体温度信息的，在检测过程中，只要把传感器和物体相接触，传感器会对被测导线的温度进行监测与记录，并将其传送到数据处置中心，进而实现对导线温度的有效监测，这种方案准确度较高，技术手段也比较成熟，常见的方法有热敏

电阻测温等；（2）不接触测温手段，它能根据热量辐射获取物体温度信息，不需要与被测对象直接接触，其原理与红外温枪十分相似，这种监测方法适用范围比较局限，容易受到气候环境的干扰或者影响，不利于大面积推广和普及<sup>[2]</sup>。

## 四、基于继电保护的电力系统定位技术研究

### 1. 广域保护技术

广域保护技术的控制面相对较为宽广，可对电网系统中的各种不良问题给予更加科学、高效地分析处理，顾名思义广域保护技术主要是以域为单位，收集域范围内的各类继电保护数据信息，并且将相关数据信息进行追踪处理，将原本各自独立的保护装置整合为一个整体。可结合网格化的管理模式，以网格单元作为基础，采取先进的判断分析办法，可对电网系统产生故障的原因做出高效识别分析，为后续进行维修保养提供相应的决策依据。广域保护技术的覆盖空间范围极为宽广，可结合安全自动控制技术，在对应的电网系统中有效应对各种各样的故障问题，并且制定出详细的解决措施、解决方案。另外继电保护系统、保护技术在复杂电网系统中的应用也能够有效根治其中的不良问题，可在电网系统建设、规划、打造过程中发挥出至关重要的作用。在广域保护技术体系下，主要是利用相应的智能设备以及电子传感器来完成对数据信息的收集整理，在智能继电保护装置快速发展的背景下，继电保护装置中也搭载了诸多微型电子传感器以及控制单元，可实现对各项数字信息高效收集整理，可从温度、振动、电流、电压等多个方向，结合多项物理信息，做到实时高效地进行数据整理，之后再结合对应的人工智能分析技术、大数据处理技术，对继电保护装置的响应状况进行更加科学高效管控，以此来做出更加完整全面的安全管理控制。

### 2. 电网调度自动化中

电网调度自动化借助先进的自动化技术和智能系统，实现对电力系统的实时监控、控制和优化，提高电力系统的运行效率和可靠性。安全自动控制与继电保护系统在电网调度自动化中通过监测电力系统中的电流、电压、频率等关键参数，这些系统能够及时发现异常情况，如电压偏差、电流过载、频率波动等。一旦发现异常，系统会立即触发继电保护装置，切断故障电路，以防止故障扩大并保护电力设备免受损坏。这种实时监控

和故障检测功能使电网调度自动化系统能够快速响应并采取必要措施,确保电力系统的安全运行。电力系统中的负荷需求随着时间和地区的变化而变化。安全自动控制系统可以通过实时监测电力系统的负荷需求和发电能力,自动调整发电机的输出和负荷的分配,以实现电力系统的负荷平衡。当负荷过重或过轻时,系统会相应地调整发电机的输出或调度其他发电机来满足需求,以确保电力系统的稳定性和供电可靠性。这种负荷平衡和优化功能可以最大限度地利用电力资源,提高电力系统的效率和可靠性。安全自动控制与继电保护系统在电网调度自动化中还发挥着对电网状态的监控和分析功能。这些系统通过实时采集电力系统的运行数据,并利用智能分析算法对数据进行处理和分析。通过对电网状态的监控和分析,系统可以识别出潜在的问题和风险,并提供预测性的故障诊断和维护建议。这种实时监控和分析功能可以帮助运营人员及时发现问题并采取措施,提前预防故障和事故的发生,从而提高电力系统的可靠性和安全性。另外,运营人员可以通过远程控制中心实时监控和控制电力系统的运行。利用安全自动控制与继电保护系统,运营人员可以远程调整设备参数、切换电力线路、调整发电机输出等,以满足电力系统的实时需求。这种远程控制和监管功能不仅提高了电力系统的运行效率,还降低了人工干预的风险。

### 3. 智能监控技术

(1) 在数据采集技术方面,智能监控系统需要能够实时、准确地采集到电力系统的各种运行数据,包括电压、电流、频率、功率等参数。这需要依赖于高精度的传感器和高速的数据采集设备。(2) 在数据处理技术方面,智能监控系统需要能够快速、有效地处理大量的运行数据,包括数据清洗、数据整合、数据转换等。这需要依赖于高效的数据处理算法和高性能的计算设备。(3) 在数据分析技术方面,智能监控系统需要通过对运行数据的深度分析,实现对电力系统状态的准确判断和预测。这需要依赖于先进的数据分析方法,如机器学习、深度学习、大数据分析等。(4) 在决策支持技术方面,智能监控系统需要能够根据数据分析的结果,为电力系统的运行决策提供支持。这需要依赖于智能决策算法和决策支持系统。在中压配电系统中,智能监控技术主要应用于系统的实时监控、故障预警、故障

定位、故障诊断等方面。通过引入智能监控技术,可以实现对中压配电系统的全面、深入、精细的监控,提高系统的运行效率和安全性。

### 4. 故障诊断技术

故障诊断技术是电力系统中的重要研究领域,尤其在中压配电系统中,故障诊断技术的应用可以显著提高系统的运行安全性和可靠性。故障诊断技术的基本原理主要包括故障检测、故障定位、故障识别和故障预测。故障检测是通过监测电力系统的运行状态,发现系统中的异常情况。故障定位是通过分析系统的运行数据,确定故障发生的位置。故障识别是通过分析故障特征,确定故障的类型和原因。故障预测是通过分析系统的历史数据和当前数据的分析,预测系统未来可能出现的故障。在中压配电系统中,故障诊断技术主要应用于系统的故障检测、故障定位、故障识别和故障预测。通过引入故障诊断技术,可以实现对中压配电系统的全面、深入、精细的故障诊断,提高系统的运行安全性和可靠性。故障诊断技术对中压配电系统性能的影响是显著的。

### 结束语

总之,在智能电网环境下使用智能技术可进一步提高继电保护水平和效率,由于传统的继电保护措施无法适应智能化电网发展的新标准、新要求,例如传统的继电保护装置无法上送主站更为精细具体的故障数据,由于缺少智能化分析判断,需要依靠人员进行主观判断、识别、分析,从而会增加电力企业的工作负担和压力。此时可通过引入对应的自动化系统,结合各类信息化技术,对现有的继电保护运行模式结构进行管控,可提高继电保护的适应性,可通过重构技术使继电保护系统能够适应当前智能电网环境。针对当前电网系统在运行过程中出现的情况,能够做出实时、高效的判断识别,从而有效控制相关继电保护装置拒动、误动的情况。

### 参考文献

- [1] 沈洁. 电力继电保护的发展及其故障处理方法探究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(20): 237-238.
- [2] 赵大鹏. 浅谈电力系统继电保护故障及检测方法[J]. 电气技术与经济, 2019, (04): 36-37.