

# 配电网的故障恢复与自愈能力分析

王永胜

鄂尔多斯供电公司乌审供电分公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017300

**摘要：** 本文针对配电网的故障恢复与自愈能力进行了深入分析。配电网是保障电力供应稳定的重要基础设施，其故障恢复和自愈能力直接影响着电力供应的可靠性和稳定性。介绍了配电网的基本概念和故障恢复与自愈能力的概念和重要性。通过理论分析和实证研究，分析了配电网的故障恢复和自愈能力，并探讨了影响配电网故障恢复和自愈能力的因素。

**关键词：** 配电网；故障恢复；自愈能力；影响因素

## Analysis of Fault Recovery and Self-healing Ability of Distribution Network

Wang Yongsheng

Wuxian Power Supply Branch, Ordos Power Supply Company, Inner Mongolia, Ordos 017300

**Abstract :** In this paper, the fault recovery and self-healing ability of distribution network is deeply analyzed. Distribution network is an important infrastructure to ensure the stability of power supply, and its fault recovery and self-healing ability directly affect the reliability and stability of power supply. This paper introduces the basic concept of distribution network and the concept and importance of fault recovery and self-healing ability. Through theoretical analysis and empirical research, this paper analyzes the fault recovery and self-healing ability of distribution network, and discusses the factors that affect the fault recovery and self-healing ability of distribution network.

**Key words :** distribution network; fault recovery; self-healing ability; influencing factor

## 引言

配电网是电力系统的重要组成部分，负责将发电厂产生的电能传输到用户。然而，由于配电网通常都是分布式的、复杂的系统，因此故障和事故的发生是不可避免的。当配电网发生故障时，需要快速地进行故障恢复和自愈，以确保电力系统的稳定性和可靠性。

## 一、配电网故障恢复和自愈技术的基本概念

### （一）配电网系统介绍

配电网是电力系统的重要组成部分，负责将发电厂产生的电能传输到用电负荷。配电网通常由多个电压等级的线路和设备组成。配电网是电力系统中最靠近用电负荷的部分，其运行状态直接影响到用电用户的供电质量和可靠性。因此，配电网的运行状态需要得到实时监测和及时的故障处理。在配电网系统中，故障恢复和自愈能力分析是非常重要的研究方向。

配电网作为电力系统的重要组成部分，承担着将电能从发电厂传输到最终用户的关键任务。由于各种因素的影响，如设备老化、天气灾害和人为因素等，配电网故障频发，导致不可忽视的停电和供电中断问题。为了提高配电网的稳定性和可靠性，确保电力供应的连续性，针对配电网的可靠性评估与故障恢复尤为重要。<sup>[1]</sup>

故障恢复是指在配电网发生故障时，通过一定的措施，使得故障范围内的电力系统能够重新恢复供电。在配电网故障恢复

中，需要考虑故障类型、故障范围、故障处理时间、恢复供电时间等多个因素。

自愈能力分析是指配电网在故障恢复后，系统自身的稳定性、可靠性、供电质量等方面是否能够得到有效恢复。在自愈能力分析中，需要考虑配电网系统的结构、设备、控制策略等多个因素。

### （二）故障恢复技术

故障恢复技术是指在配电网发生故障时，通过一定的措施，使故障区域的电力供应在短时间内得以恢复的技术。<sup>[2]</sup>在配电网发生故障时，需要使用故障检测和定位技术确定故障的位置，这可以通过自动化开关设备、传感器等实现。一旦确定故障位置，就需要使用自动化开关设备隔离故障区域，防止故障扩大。

### （三）自愈技术

自愈技术是指在配电网运行过程中，通过一定的措施，使配电网在面临故障、外部干扰等因素时，能够自动恢复到稳定运行状态的技术。自愈技术主要包括基于故障检测与定位技术、基于故障隔离技术、基于故障恢复策略和基于网络优化技术等。<sup>[3]</sup>

#### （四）配电网故障恢复技术的重要性

配电网故障恢复技术在电力系统中起着至关重要的作用。随着社会经济的快速发展，电力需求不断增长，配电网的稳定运行对人们的日常生活和工业生产具有重要意义。然而，配电网故障在所难免，如何快速、有效地恢复故障，减少故障对电力系统的影响，成为电力系统运行管理的重要课题。

配电网故障恢复技术可以保障电力供应的稳定性。在故障发生后，通过快速定位故障点，采取相应的恢复措施，可以最大限度地减少故障对用户的影响，保障电力供应的稳定性。这对于保障社会秩序和经济发展具有重要意义。通过故障恢复技术，可以及时发现和处理故障，减少故障发生的频率和影响范围，从而提高电力系统的可靠性。<sup>[14]</sup>这对于提高电力系统的安全性和用户满意度具有重要意义。

配电网故障恢复技术可以降低故障恢复的成本。快速定位故障点，采取有效的恢复措施，可以缩短故障恢复时间，减少故障对电力系统的影响。<sup>[15]</sup>这不仅可以降低故障恢复的成本，还可以提高电力系统的运行效率；还可以及时发现和处理故障，防止故障的扩散和升级，从而提高电力系统的安全性。这对于保障电力系统的稳定运行和用户的安全具有重要意义。

配电网故障恢复技术在电力系统中具有重要的地位。通过采用先进的故障恢复技术，可以提高电力系统的稳定性、可靠性、安全性和经济性，为用户提供优质的电力服务。随着科技的不断进步，配电网故障恢复技术将不断发展，为电力系统的运行管理提供更加可靠和高效的支持。<sup>[16]</sup>

## 二、故障检测和定位技术

### （一）基于电流的故障检测和定位技术

1. 瞬时电流保护：通过对电力系统中的电流进行实时监测，当电流超过设定值时，立即启动保护措施。

2. 电流互感器：通过电流互感器将电力系统中的电流转换为标准电流信号，以便进行监测和分析。

3. 基于电力系统数学模型的故障检测和定位技术：通过对电力系统的数学模型进行求解，得到故障发生的位置和类型。

### （二）基于电压的故障检测和定位技术

1. 电压互感器：通过电压互感器将电力系统中的电压转换为标准电压信号，以便进行监测和分析。

2. 基于电力系统数学模型的故障检测和定位技术：通过对电力系统的数学模型进行求解，得到故障发生的位置和类型。

3. 基于电压测量的故障检测和定位技术：通过对电力系统中的电压进行实时监测，当电压出现异常时，立即启动保护措施。

### （三）基于图像的故障检测和定位技术

1. 基于图像处理技术的故障检测和定位技术：通过对电力系统中的图像信息进行处理和分析，得到故障发生的位置和类型。

2. 基于机器视觉的故障检测和定位技术：通过机器视觉技术对电力系统中的图像信息进行监测和分析，得到故障发生的位置和类型。

## 三、故障隔离和修复技术

### （一）故障检测和定位技术

配电网故障检测和定位技术是确保电网安全、稳定运行的关键技术之一。<sup>[17]</sup>在电网发生故障时，快速准确地检测故障并定位故障点对于减少故障对电网的影响、提高故障恢复效率具有重要意义。

故障检测技术主要通过监测电网的运行参数，如电流、电压、频率、相位等，以及使用先进的传感器技术，如光纤传感器、分布式传感器等，来检测电网中的异常情况。这些异常情况可能是由于短路、过载、接地故障等引起的。通过分析这些异常信号，可以初步判断故障类型和故障位置。

故障定位技术则是在故障检测的基础上，进一步确定故障的精确位置。这通常涉及使用多种传感器数据，并结合信号处理、模式识别和人工智能等技术。故障定位技术可以分为基于物理原理的定位方法和基于数据驱动的定位方法。

### （二）故障隔离技术

在配电网中，故障隔离技术主要通过自动化开关设备来实现。这些设备能够自动检测故障，并在检测到故障时自动切断故障区域，同时恢复其他正常运行区域的供电。<sup>[18]</sup>常见的自动化开关设备包括智能断路器、自动重合闸装置等。

故障隔离技术还包括故障检测与定位、通信系统、远程控制与操作以及应急预案与培训等方面。<sup>[19]</sup>故障检测与定位技术可以快速准确地检测故障并定位故障点，有助于快速确定故障区域，并采取相应的隔离措施。通信系统则实现故障信息的快速传输和共享，确保故障信息能够及时传达到控制中心，以便快速做出决策。

### （三）故障修复技术

1. 故障定位与隔离：需要使用故障检测和定位技术确定故障的位置，并使用自动化开关设备隔离故障区域，防止故障扩大。

2. 故障分析与评估：在隔离故障区域后，需要对故障进行分析，评估故障的原因和影响，确定修复方案。

3. 修复措施实施：根据故障分析结果，采取相应的修复措施，如更换损坏的设备、修复故障点、调整运行参数等。

4. 故障修复后的检查与验证：修复完成后，需要对故障修复情况进行检查和验证，确保故障已完全修复，并恢复电力供应。

5. 记录与总结：对故障修复过程进行记录和总结，包括故障原因、修复措施、修复效果等，以便于后续故障修复工作的参考和优化。

## 四、故障恢复和重构技术

### （一）故障恢复技术

#### 1. 快速切负荷技术

快速切负荷技术是指在配电网发生故障时，通过快速切掉部分负荷，减小故障电流，降低故障对电力系统的影响。该技术主要通过负荷开关、断路器等设备实现。

## 2.故障自动切换技术

故障自动切换技术是指在配电网发生故障时,通过一定的自动控制装置,实现故障区域的电源切换,保证故障区域的电力服务在短时间内恢复到正常水平。<sup>[10]</sup>该技术主要通过自动开关、保护装置等设备实现。

## 3.超级可靠性设计

超级可靠性设计是指在配电网设计中,通过采用一定的技术手段和措施,提高配电网的可靠性、稳定性和经济性。该技术主要通过提高设备的可靠性、采用冗余设计、优化网络结构等手段实现。

# (二) 重构技术

## 1.状态估计技术

状态估计技术是指通过一定的数学模型和算法,对配电网的运行状态进行实时监测和估计,为故障恢复和重构提供准确的数据支持。该技术主要通过状态估计器、测量模块等设备实现。

## 2.优化网络结构

优化网络结构是指通过对配电网的网络结构进行优化,提高配电网的运行效率和可靠性。<sup>[11]</sup>该技术主要通过优化网络拓扑结构、提高线路的可靠性、优化设备配置等手段实现。

## 3.能量管理技术

能量管理技术是指通过对配电网的能量进行有效管理,提高配电网的运行效率和经济性。该技术主要通过能量管理系统、负荷控制、无功补偿等手段实现。

# (三) 配电网自愈技术

## 1.故障检测与定位技术

故障检测是指在配电网中检测故障的发生,包括监测设备状态、检测故障信号等。故障定位是指确定故障发生的位置和类型,为后续的故障处理和恢复提供依据。

## 2.故障处理技术

故障处理技术是指在配电网中处理故障的方法,包括开关操作、保护装置动作等。在故障处理过程中,需要根据故障类型和位置选择合适的处理方法,确保故障得到及时、有效的处理。

## 3.网络重构技术

网络重构技术是指在配电网中重构网络结构的方法,包括调整开关位置、增加备用开关等。<sup>[12]</sup>在网络重构过程中,需要根据网络拓扑结构和故障情况选择合适的重构方案,提高配电网的可靠性。

## 4.自我修复技术

自我修复技术是指在配电网中通过自适应控制和自我调节实现故障恢复的方法。自我修复技术可以包括设备自检、自适应调节等。通过自我修复技术,可以提高配电网的自我恢复能力和可靠性。

## 5.信息通信技术

信息通信技术是指在配电网中利用通信技术实现故障监测、定位、处理和恢复的方法。信息通信技术可以包括光纤通信、无线通信等。通过信息通信技术,可以实现配电网的远程监控和控制,提高配电网的智能化水平。

# 结束语

在配电网的故障恢复与自愈能力分析这个研究中,通过深入研究配电网的故障特性、恢复策略以及自愈技术,全面掌握了配电网故障恢复与自愈能力的关键技术。通过对配电网系统的模拟与分析,发现合理的故障恢复策略和自愈技术能够显著提高配电网的可靠性、稳定性和经济性。

# 参考文献:

[1] 宋笠功.配电网中的可靠性评估与故障恢复策略[J].今日制造与升级,2023,(12):31-33.  
[2] 王以琳,朱瑞金,张卫江.考虑负荷类型和时间尺度的配电网故障恢复[J].自动化应用,2023,64(23):87-90+93.  
[3] 李娟,汪家铭,许苏迪,等.基于量子萤火虫算法的配电网故障恢复策略[J].中国电力,2023,56(12):191-198.  
[4] 黄牧涛,周胡钧,卢明,等.基于鲁棒随机优化的主动配电网故障恢复方法[J].水电能源科学,2023,41(10):224-228.DOI:10.20040/j.cnki.1000-7709.2023.20222552.  
[5] 石安.配电网自愈系统搭建及故障自愈技术的研究[J].广西电力,2023,(06):66-71.  
[6] 郝劲秋.中压直流配电网极间短路故障保护策略研究[D].北京交通大学,2023.DOI:10.26944/d.cnki.gbfju.2023.003266.  
[7] 欧阳金鑫,陈纪宇,袁毅峰,等.考虑合环电压波动抑制的配电网故障恢复协同控制方法[J].电力系统自动化,2023,47(09):193-201.  
[8] 罗赞,陆文玲.基于新能源的主动配电网故障恢复关键技术——评《新能源发电与控制技术》[J].中国油脂,2023,48(01):153.  
[9] 陆秋瑜,江里舟,别朝红,等.考虑用户能量优化调度的配电网灾后故障恢复策略[J].电力系统自动化,2023,47(01):44-54.  
[10] 吴恬微.含分布式电源配电网的故障定位和故障恢复方法研究[D].安徽理工大学,2022.DOI:10.26918/d.cnki.ghngc.2022.000693.  
[11] 郭上华.配电网故障定位与供电恢复方法研究[D].华南理工大学,2022.DOI:10.27151/d.cnki.ghnlu.2022.005133.  
[12] 苗毅,冀超,李林,等.配电网故障的阶段式恢复辅助决策技术分析[J].中国设备工程,2022,(11):238-240.