

# 配网自动化中的单相接地故障识别方法

肖鹏 田成

(国网湖北省电力有限公司荆州供电公司城区供电中心 湖北省荆州市 434000; 国网湖北省电力有限公司技术培训中心 湖北省武汉市 430000)

**摘要:** 配网自动化中, 单相接地故障是一项常见问题, 精准识别单相接地故障是确保电力系统稳定性和可靠性的关键任务。通常, 该识别过程包括实时监测电网参数、数据采集、特征提取、故障位置计算以及远程通信与控制等步骤。文章结合实际, 总结单相接地故障识别方法, 并以实际案例为基础, 具体阐述识别方法应用过程, 旨在为配网自动化单相接地故障精准识别和定位提供更多支持。

**关键词:** 配自动化; 单相接地; 故障识别; 综合负序突变量

**引言:** 配电网作为电力系统的末端, 其自动化程度日益成为确保电能安全、可靠传输的至关重要的因素。随着技术的不断进步, 配网自动化系统已经成为提高电力系统稳定性和响应能力的核心组成部分。而配网自动化运行过程中, 单相接地故障是常见问题之一。单相接地故障指的是电网中某一相出现接地故障, 而其他两相正常运行的情况。基于此, 准确识别故障成为重点任务。为了提高配网自动化系统对单相接地故障的识别能力, 本研究致力于探究故障识别方法, 希望为配电系统的安全性和可靠性提供新的解决方案, 为未来电力系统的发展奠定坚实基础。

## 1 单相接地故障的不良影响

配电网单相接地会带来一系列不良影响, 严重的会对配电系统造成严重损害。具体来看, 主要体现在以下几方面: 第一, 单相接地故障可能会导致系统中电流不平衡, 因为只有一个相位存在故障, 其他两相仍然正常工作, 这可能导致设备和线路的过载。第二, 单相接地故障会引起系统电压波动, 因为相位间的电压存在差异, 这可能会对连接到系统的设备和电机产生负面影响, 降低其性能和寿命。第三, 单相接地故障可能引发保护系统的误动作, 导致不必要的设备脱扣。这可能导致系统中断, 影响电力可靠性<sup>[1]</sup>。

综上, 单相接地故障对配网系统的影响主要体现在设备故障、电压波动及保护系统误动作三方面, 很容易对配网系统的安全性和稳定产生影响。

## 2 配网自动化中的单相接地故障识别方法分析

### 2.1 纵向识别方法

配网自动化系统运行过程中, 纵向识别方法是识别单相接地故障的常用方法。其主要方法是借助通信系统和分散安装在配网自动化系统中的 Feeder Terminal Unit (FTU) 设备完成故障识别, 其中 FTU 设备具备实时监测、管控馈线的作用。该方法具备高灵敏度、易于嵌入配网网站系统等优势, 在处理接地故障时更具有优势<sup>[2]</sup>。

实际应用该方法识别接地故障时, 主要流程如下: 第一, 零序电压非正常开启。出现单相接地故障, 母线零序电压会在短时间内发生变化, 数值超出标准范围,

此时馈线上的 FTU 发挥作用, 可以准确算出具体故障数值; 第二, 纵向故障判断。馈线中两个紧邻的 FTU, 相互之间存在信息交互功能, 当故障出现时, 可以对比故障值, 使得相邻的两个 FTU 连接, 会产生较大的负序电流突变值, 依据上述现象可以定位故障发生位置, 此时信息会向子站传输。第三, 故障判断, 子站具备故障辨别功能, 可以依据收取的信息数据, 通过反复播报算出故障特点, 最终得出可信度较高的判断, 并向主站示警。第四, 主站接收来自子站的相关信息, 案后凭借图形、声音等发出预警通知维修人员, 此时维修人员可以依据给出的提示, 准确定位故障位置和故障特点, 及时采取有效措施应对故障<sup>[3]</sup>。

结合上文来看, 安装在配网自动化系统中的 FTU 发挥信息采集、判断故障位置的功能, 相较横向识别来看, 纵向识别方法灵敏度更高, 且信息只会在临近的 FTU 之间传输, 操作更为简便, 且安全性更高。

### 2.2 配网自动化运行监测定位故障识别方法

随着科技持续发展, 越来越多新技术展现优势。目前, 在各种先进技术支持下, 接地故障探测仪、接地故障指示器等设备功能日益强大。借助上述该设备完成配网自动化单相接地故障识别也成为可行思路。在应用设备辅助监测接地故障时, 科学安装检测设备、正确操作设备发挥功能实现自动化运行监测是关键。其应用原理大体也是通过自动检测配网运行, 采集相关数据, 从而通过对数据的综合分析, 定位故障位置, 此种方法定位准确度较高、操作便捷且适用范围较广, 可以满足不同条件下的检测需求。现阶段, 常见的监测设备包括接地故障探测仪、接地故障指示器两种, 接下来, 详细进行阐述<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.1 接地故障探测仪

接地故障探测仪在配网自动化单相接地故障识别过程中应用较为广泛, 相较其他识别设备, 该设备可以更为精准定位故障发生点。设备通过对配电网谐波电压、电流相位进行采集和对比, 从而检测得出零序电流流向, 此时可以准确识别故障发生区域。

#### 2.2.2 接地故障指示器

该设备相较于接地故障探测仪而言，虽然功能相似，都可以完成单相接地故障识别，但在功能上存在明显差异。接地故障探测仪不仅可以识别故障，也可以对故障位置进行定位，但接地故障指示器只能检测出单相接地故障，无法准确定位故障区域。

接地故障指示器应用过程中，通过识别故障信号特征判断是否出现故障，因此，在实际应用时，容易遭到影响，出现误动、拒动等情况。因此，一般情况下，该设备往往和其他故障识别方法协同应用，以弥补其存在的不足，保证检测结果科学可信<sup>[4]</sup>。

### 3 识别案例阐述

在此以纵向识别方法为例，结合某典型配电网详细阐述识别单相接地故障的过程。下图 1 所示为某区域配电网自动化组成结构，其中涉及的馈线来源于相同的 10kV 母线。

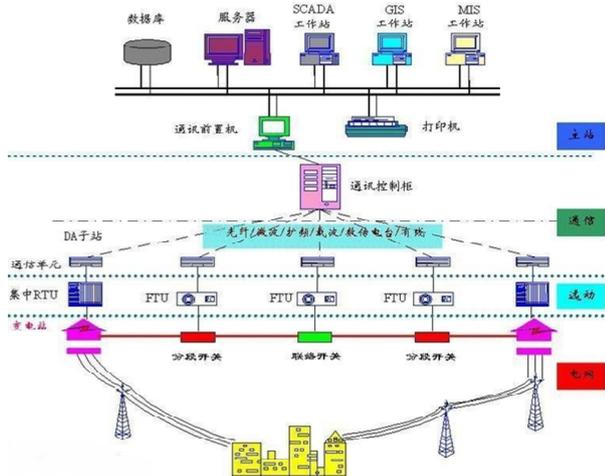


图 1 配网自动化系统结构图示

#### 3.1 单相接地故障的纵向识别

主要步骤如下：第一，故障检测。实时监测电网的电流和电压参数。第二，

故障定位数据采集。当检测到异常时，立即开始采集故障发生时刻的电流、电压和其他相关参数的数据。进行数据采集过程中，需要具有足够的时间分辨率，以捕捉故障瞬时的电网状态。第三，数据分析与特征提取。对采集到的数据进行分析，通过比较不同相位的电流和电压数据，识别异常的特征。第四，故障位置计算。利用特征提取的结果，计算故障的位置。第五，通信与控制。通过通信网络与电网中的开关设备或保护装置建立联系。下发命令，实现对故障区域的隔离或切换，以最小化故障对整个系统的影响。第六，报警与记录。生成警报，通知运维人员有单相接地故障发生，并提供故障的位置信息。记录相关的事件数据，以便事后分析、故障统计和系统性能改进。

在此过程中，FTU 设备发挥重要优势，需要保证不同 FTU 之间构建通信链路，可用实现信息传输和交互，尤其相邻两个 FTU 之间不仅需要构建流畅的通信链路，

还需要保证信息采集时间同步，从而确保后续信息分析结果具备参考价值。当其中某个 FTU 检测到单相接地故障时，会借助通信网络发送相关数据请求，此时相邻的 FTU 会协同作业，采集电流等信息，为子站、主站提供数据。在向主站传输信息之前，FTU 会对采集信息进行初步分析，提取故障特征，然后借助分布式计算和算法，对结果进行处理，确保主站可以得到完善的电网状态信息，从而及时做出预警，提醒运维人员采取有效措施<sup>[5]</sup>。

#### 3.2 算法和数据处理

配网自动化系统运行过程中，三相处于非平衡状态，常规作业模式下，系统内可以检测出大量的负序电流，且应用 FTU 检测时，也可以检测出不平衡问题。但是当处于单相接地故障时，负序电流值发生明显变化，且 FTU 设备也会遭受干扰，因此，依据上述特点，可以通过检测负序电流，从而确定故障发生位置。

本文研究案例中，采用分布式计算方式和人工神经网络算法进行计算，该算法具备自我学习监督功能，可以通过历史故障数据和特征进行训练，经过训练后的神经网络可以更为高效、准确识别故障，并定位故障发生位置。

最终检测结果表明，纵向识别方法可以高效检测出单相接地故障，并且可以精准定位故障区域。

#### 结语

综上所述，配网自动化系统实际运行中，单相接地故障是常见问题之一。该问题一旦发生会对配电网运行产生干扰。基于此，结合现代化技术，围绕单相接地故障产生成因，提出精准识别方法是降低单相接地故障干扰的有效方法。文章从实际出发，概括单相接地故障对配网自动化的负面影响，然后阐述现阶段可用的故障识别方法。最后以实际案例为基础，具体阐述纵向识别方法在检测配网自动化中的单相接地故障应用流程。希望本文研究，为更为精准识别单相接地故障、科学提出可行应对措施提供参考。

#### 参考文献：

[1]张治臣,徐合力,高岚.基于 FRFT 和 RBF 神经网络的升船机配电网单相接地故障研究[J].中国修船,2023,36(06):48-52.

[2]马铁,王英,丁树峰,等.一种基于行波的风电场集电线路单相接地故障测距方法[J].水电与新能源,2023,37(11):9-12.

[3]王新杰,杨潇芸.一起典型的雷电过电压造成断路器单相接地故障分析[J].东北电力技术,2023,44(10): 41-44.

[4]高朋,高宏宇,王岩,等.基于同步时频特征分析的配电网接地故障定位方法[J].电气自动化,2023,45(5):3-6.

[5]刘宝稳,王晨雨,曾祥君,等.三相分布参数不对称配电网接地故障检测与消弧技术综述[J].高电压技术,2023,49(9):3684-3695.