

智能分布式加电压-时间型双策略就地故障判别方法

姜绍艳[✉], 李京平, 蔡志平

(广东电网有限责任公司中山供电局, 中山 528400)

摘要: [目的] 针对现有配电自动化技术中单独采用传统就地型故障处理电压-时间型方式或新技术智能分布式的不足, 提出一种智能分布式加电压-时间型双策略就地故障区段判别方法。分析了就地型馈线自动化处理故障的特点。[方法] 采用智能分布式作为系统的主保护, 在智能分布式主保护失效的情况下, 通过变电站延时跳闸, 系统失电转为电压-时间型后备保护, 逐级合闸进行故障定位、隔离及非故障区段的快速恢复供电全过程。[结果] 试验检测结果表明: 智能分布式完成保护的时间小于最大切除时间 ΔT_1 (150 ms), 电压-时间型后备保护模式下的过流延时时间定值 ΔT_2 的范围在200~300 ms之间。[结论] 所提方法处理故障的快速性保证了供电可靠性, 可在实际配电网的应用中推广。

关键词: 电压-时间型; 智能分布式; 故障定位; 故障隔离; 恢复供电

中图分类号: TM7; TM76

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)S1-0048-05

开放科学(资源服务)二维码:



Intelligent Distributed Voltage-time Dual Strategy Local Fault Identification Method

JIANG Shaoyan[✉], LI Jingping, CAI Zhiping

(Zhongshan Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Co., Ltd., Zhongshan 528400, China)

Abstract: [Introduction] The paper aims at the shortage of traditional in-situ fault-handling voltage-time mode or new technology intelligent distribution in the existing distribution automation technology, an intelligent distributed voltage-time dual strategy local fault segment discrimination method is proposed. The characteristics of automatic fault handling of in-situ feeders are analyzed. [Method] Intelligent distributed was adopted as the main protection of the system. In the case of the failure of the intelligent distributed primary protection, the system lost power to the voltage-time backup protection through the substation delay trip, step-by-step closing for fault location, isolation and fast recovery of non-faulty sections. The entire process of fast recovery of the fault zone. [Result] The test results show that the time of intelligent distributed completion protection is less than the maximum cut-off time ΔT_1 (150 ms), and the over-current delay time fixed value ΔT_2 in the voltage-time backup protection mode is between 200~300 ms. [Conclusion] The method can guarantee the reliability of power supply for the rapid processing of faults, and can be promoted in the application of actual distribution network.

Key words: voltage-time type; intelligent distribution; fault location; fault isolation; recovery power supply

配电自动化系统的故障处理模式根据安装故障处理方式的不同, 可以分为就地型、集中型和混合型。其中就地型馈线自动化 (Feeder Automation, FA) 故障处理模式不需要配电自动化主站参与就能完成故障隔离处理, 现有技术中传统就地型产品

单独采用电压-时间型方式或者智能分布式, 而这两种独立配置方式各有优缺点^[1-2]。

文献 [3] 提出一种在电压-时间型馈线自动化系统中单相接地故障区段定位与隔离方法, 文献 [4] 提出利用选线装置与电压-时间型线路重合器相配合, 实现单相接地故障的自动隔离以及非故障区段的自动恢复供电。文献 [5] 为解决传统电压-

时间型馈线保护模式不能满足用户对供电可靠性的要求, 对新型电压-时间型馈线自动化保护模式及装置进行研究, 可实现配电网故障区域的快速隔离、自愈及供电等。但这种方式由于不依赖于通信和主站, 仅能实现故障就地定位和隔离, 且整个过程的时间较长, 仅适用于供电可靠性要求不高的城乡结合部线路。

因此, 国内外学者转向对智能分布式馈线自动化的研究应用。文献[6]对智能分布式故障自愈控制系统在城市配电网的实际应用情况进行研究, 可快速隔离并切除故障点, 提高故障响应速度。文献[7-8]针对智能配电网对故障隔离与恢复供电的要求, 提出区域纵联保护故障隔离算法进行快速精准地隔离故障。文献[9]提出一套针对城市配电网的智能分布式馈线自动化系统解决方案, 文献[10]提出一种基于单元型配电终端和区域型配电终端的综合型智能分布式馈线自动化方案, 以适用复杂多变的配电网网架。文献[11]提出一种基于就地保护逻辑设备的智能分布式系统故障处理方法。但这种方式逻辑复杂, 运维难度较大, 受到通信设备的限制^[12-13]。

基于此, 为解决现有技术中传统就地型故障处理单独采用电压-时间型方式或智能分布式的不足, 本文提出一种智能分布式加电压-时间型就地故障区段判别方法。通过对就地型FA处理故障的特点进行分析, 详细介绍了将智能分布式与电压-时间型相结合的就地故障定位、隔离及非故障区段的快速恢复供电的实施方案, 最后结合试验检测的验证, 说明该方法在就地型故障处理模式中的优良性。

1 就地型FA处理故障特点

就地型馈线自动化是通过终端相互通信、时序配合或逻辑配合, 定位并隔离出故障区段, 恢复非故障区段供电的FA处理模式。在配电网发生故障时, 可不依赖配电主站或配电子站, 仅通过现场配电终端、保护装置或自动化开关装置相互配合, 即可准确定位故障区域, 快速自行隔离故障、恢复非故障区域供电, 并支持将故障信号、开关动作情况、开关运行状态等信息及时上报配电主站系统或相关调度运维人员。

就地控制型主要包括智能分布式、就地重合器方式和电流级差保护方式三种基本方式^[14]。智能分布式是通过现场配电终端或保护装置间相互通信实现馈线自动化功能。就地重合器方式是通过变电站出线开关与线路上的配电自动化开关成套设备间逻辑配合实现馈线自动化功能, 其技术手段包括电压-时间逻辑配合、电压-电流-时间配合等方式。电流级差保护方式是通过变电站带电流保护的出口开关与分段断路器或分支线路断路器间电流保护配合实现馈线自动化功能。以下主要对本文所提方法中作为主保护的智能分布式以及作为后备保护的电压-时间型方式处理故障的特点进行分析。

智能分布式依赖各个开关间相互通信配合实现故障定位、隔离与复电。其工作原理是通过现场配电终端或保护装置间的相互通信和逻辑配合, 实现隔离故障和恢复非故障区域供电, 并且可以根据需要将故障处理结果上报给主站。需要通信网, 隔离故障速度快, 一次性准确定位隔离故障点, 供电可靠性高; 但是费用较高, 受通信设备限制可靠性略差, 需要光纤通信辅助支撑; 适用于主城区用电质量较高的场合。

电压-时间型方式是重合闸与电压-时间型分段器相互配合的一种自动隔离方式。其工作原理是通过检测线路自动分段开关即电压-时间型分段器两侧的电压来控制分合闸。不需要通信网, 仅依靠开关间的相互配合就能完成故障定位隔离, 功能简单、可靠、易维护, 不受限于网架结构变化; 但是隔离故障时间长, 需变电站重合闸两次, 对故障点造成多次短路电流冲击; 适用于供电可靠性要求不高的城乡结合部。

2 就地故障判别方法

智能分布式加电压-时间型就地故障区段的判别方法如图1所示, 当线路发生故障时, 首先主保护智能分布式进行故障区段隔离, 若过流延长时间定值 ΔT 时间到故障还未隔离, 则变电站跳闸, 自动交由后备保护电压-时间型保护进行故障隔离。

2.1 智能分布式主保护

当线路发生故障时, 首先由主保护智能分布

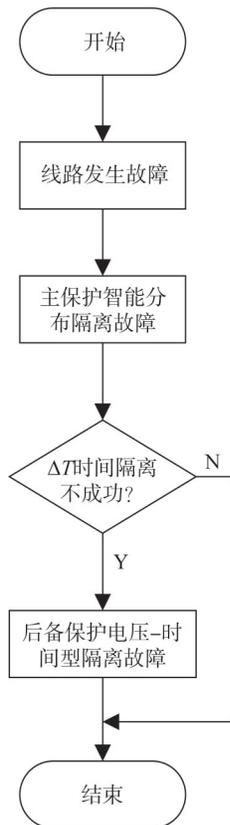


图1 就地故障判别流程

Fig. 1 Local fault identification process

式进行故障区段隔离。如图2所示,由各分布式配电终端通过高速光纤通信网络,与同一环网内相邻配电终端进行信息交互,通过相邻点信息比对,在变电站出口断路器动作之前切除故障区域,防止变电站出口断路器误动作,实现快速故障定位、隔离,非故障区域恢复供电。如:K2与K3间发生

短路故障,智能分布感应到过流与附近通信判别,快速跳开K2开关,并跳开K3开关隔离故障区段,并让联络开关LS转供,完成非故障区段恢复供电。

2.2 电压-时间型后备保护

当线路发生通信异常或开关拒动等异常情况时,在无需人工干预下,自适应切换到电压-时间型FA逻辑,作为主保护失效后的后备保护。如图3所示,执行步骤如下:

1) 正常工作:分路开关K2以及K3线路间发生短路故障。

2) 故障跳闸:由于通信异常或开关拒动,经过变电站过流延时时间定值 ΔT 时间后,在变电站出线开关保护跳闸,整条线路失电,线路上各环进环出开关间隔失压自动分闸。

3) 断路器CB1重合:变电站出线开关通过主站远方遥控或设定一次重合闸后,各开关间隔依次延时逐级单侧有压延时合闸(默认延时时间5s),从变电站出口逐级合闸到故障点(若主保护智能分布失败为开关故障导致,则K2开关一直执行合位动作,电压-时间型则会在K1开关合闸合到故障点,进行隔离)。

4) 分路开关K2/K3闭锁重合:合闸于故障点前端的开关检测到过流,后加速保护跳闸且闭锁分闸,隔离故障,故障点后端开关残压闭锁合闸。

5) 故障后段由联络开关LS供电:故障点后段联络开关单侧失电反向延时合闸,恢复未故障区域供电。

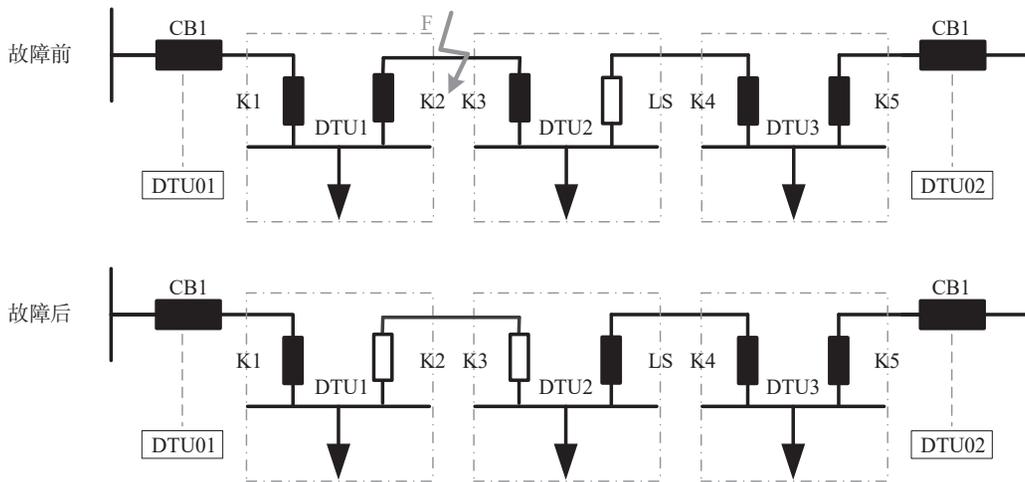


图2 智能分布式主保护示意图

Fig. 2 Intelligent distributed primary protection schematic diagram

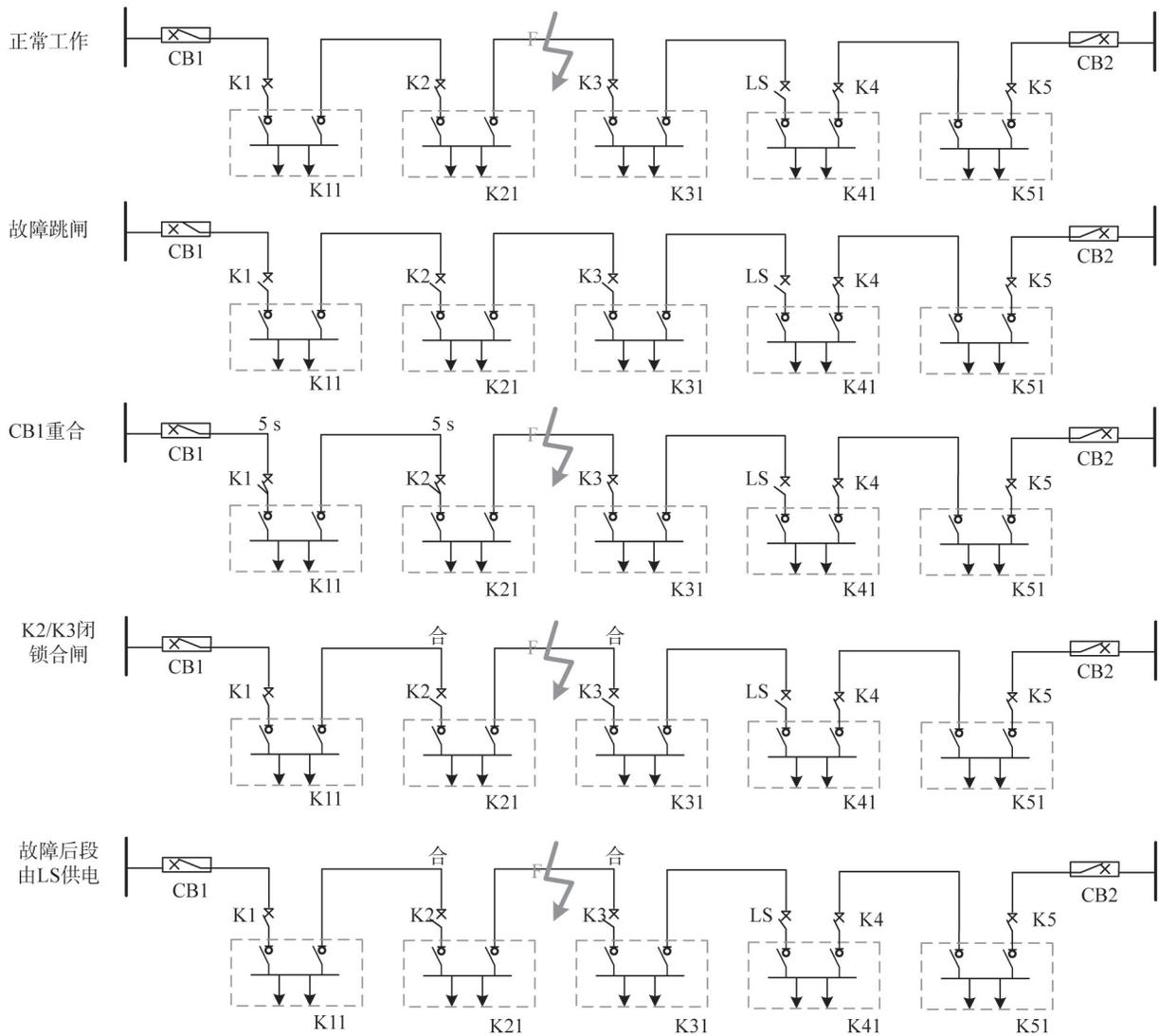


图3 电压-时间型后备保护示意图

Fig. 3 Voltage-time backup protection schematic diagram

3 试验验证

以某线路F点发生短路故障为例, 依据本文提出的方法进行试验验证, 如图4所示, 通过对试验中的线路故障处理分析验证本方法的可行性。

1) 同一环网组 K2~K3 之间由各分布式配电终端通过高速光纤通信网络互相通信, 主保护智能分布式进行故障区段隔离, 在变电站出口断路器 CB1 动作之前切除故障区域。同时联络开关合闸, 网架自愈重构, 实现快速复电。其中, 完成保护的时间小于最大切除时间 $\Delta T1$, 此处的最大切除时间 $\Delta T1$ 为 150 ms。

2) 在智能分布式失效, 线路仍然过流的情况

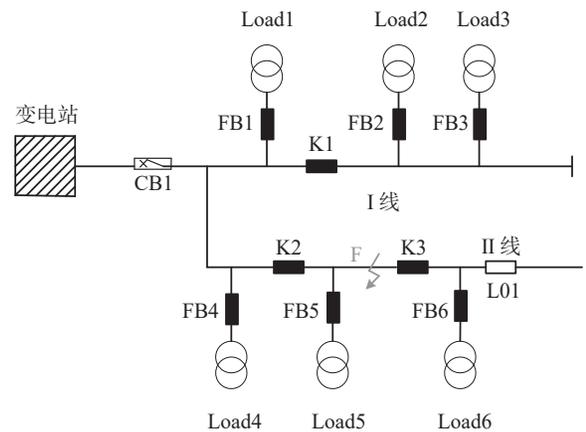


图4 试验验证案例

Fig. 4 Test verification case

下,变电站内的断路器CB1通过过流延时时间定值 ΔT_2 切断线路电流,断路器CB1发出失压分闸指令,各分布式配电终端自动切换到电压-时间型后备保护模式,分路开关K2/K3闭锁重合,故障点F后段由联络开关恢复供电。此处的过流延时时间定值 ΔT_2 的范围在200~300 ms之间。

其中,智能分布式主保护故障隔离失效的情况包括:通信模块异常导致无法获取某个节点电量数据,数据干扰导致数据错误,断路器开关异常导致分闸失败等。

4 结论

本文所提的智能分布式加电压-时间型就地故障区段判别方法,详细介绍了就地故障区段判别方法的实现过程,并结合试验检测案例验证了该方法的可行性。其主保护智能分布式具有速动性,能够快速定位故障,隔离故障,实现非故障区段快速复电,提高供电可靠性;而后备保护电压-时间型不依赖网架结构,在主保护失效时自动隔离故障并及时恢复非故障区段供电,且不扩大故障区域。该主备一体的双策略配电自动化系统,实现了分钟级复电向秒级复电迈进,大大提高了供电可靠性。但在实际配电网的应用中,还存在一些不足与缺陷,需要进一步的探讨和研究。

参考文献:

- [1] 张波,吕军,宁昕,等.就地型馈线自动化差异化应用模式[J].供用电,2017,34(10):48-53+13.
ZHANG B, LÜ J, NING X, et al. Differential application mode of local type feeder automation [J]. Distribution & Utilization, 2017, 34(10): 48-53+13.
- [2] 高孟友.智能配电网分布式馈线自动化技术[D].济南:山东大学,2016.
- [3] 郭上华,肖武勇,陈勇,等.一种实用的馈线单相接地故障区段定位与隔离方法[J].电力系统自动化,2005(19):79-81.
- [4] 齐郑,高玉华,孙海新,等.基于电压-时间型重合器的配电网单相接地故障自动隔离技术研究[J].电力系统保护与控制,2010,38(1):32-36.
QI Z, GAO Y H, SUN H X, et al. Technology research of fault automatic isolation in distributed single-phase-to-ground based on voltage-time type recloser [J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(1): 32-36.
- [5] 刘红伟.新型10 kV配电网电压-时间型馈线保护装置的研究[D].广州:华南理工大学,2014.
- [6] 张晓参,陈铁军.城市配电网智能分布式故障自愈控制系统研究[J].电气应用,2014,33(9):91-95.
ZHANG X C, CHEN T J. Research on intelligent distributed fault self-healing control system for urban distribution network [J]. Electrotechnical Application, 2014, 33(9): 91-95.
- [7] 房凡秀.智能配电网分布式区域纵联保护与故障恢复系统研究[D].济南:山东大学,2015.
- [8] 郭增民,杨超,盖午阳,等.智能配电网分布式区域纵联保护故障隔离算法[J].山东电力技术,2017,44(1):9-12+35.
- [9] 金文佩.城市配电网智能分布式馈线自动化系统研究[D].广州:广东工业大学,2016.
- [10] 杜东威,叶志锋,许永军.基于GOOSE的综合型智能分布式馈线自动化方案[J].电力系统保护与控制,2016,44(24):183-190.
DU D W, YE Z F, XU Y J. A solution of integrated intelligent distributed feeder automation based on GOOSE [J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(24): 183-190.
- [11] 彭道刚,胡迅,张浩,等.基于就地保护逻辑设备的智能分布式系统故障处理方法:CN107294070A [P]. 2017-10-24.
- [12] 麦卓成.配变终端在配网故障定位分析快速复电中的设计与应用[J].南方能源建设,2015,2(增刊1):165-168.
MAI Z C. Design and implementation, fault location technology analysis and rapid restoration in variable terminal [J]. Southern Energy Construction, 2015, 2(Supp. 1): 165-168.
- [13] 姚鹏,林冬.基于馈线特征数据挖掘的配电自动化优化规划[J].南方能源建设,2016,3(2):36-41.
- [14] 中国南方电网有限责任公司.配电自动化规划导则:Q/CSG 1201001—2014 [S].广州:中国南方电网有限责任公司,2014.

作者简介:



姜绍艳

姜绍艳(通信作者)

1980-,女,云南大理人,广东电网有限责任公司中山供电局专责,高级工程师,重庆邮电大学计算机通信学士,主要从事电力通信、配电网自动化及智能电网研究(e-mail) 147719288@qq.com。

(责任编辑 李辉)