

# 10kV 配电网自愈系统的应用分析

王 键

(广州供电局有限公司, 广东 广州 510800)

**摘 要:** 想要让 10kV 配电网安全稳定地运行, 切实提高国家的供电质量, 不仅需要进一步对故障类型、故障原因进行分析, 还需要打造出智能化、智慧化的故障处理系统。基于此, 本文围绕着自愈系统在 10kV 配电网中的应用展开分析, 明确自愈系统的应用技术、应用原理、应用逻辑。

**关键词:** 10kV 配电网; 自愈系统; 馈线自动化; 故障检测

**中图分类号:** TM76

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2022)40-0056-03

## 0 引言

10kV 是配电线路中的核心关键, 但在实际运行过程中经常会出现不同的故障, 影响到供电质量, 威胁供电安全。新时期, 加强对 10kV 配电网自愈系统的应用分析, 明确故障诊断、线路重构的具体落实方式, 可以让 10kV 配电网的运行质量得到提高, 也从根本上解决了传统自愈系统在运行过程中存在的问题。

## 1 10kV 配电网自愈系统的发展概述

在配电网项目不断扩大的同时, 电气自动化系统在其中的作用也逐渐凸显出来, 作为工程运行的关键, 保证系统性能是每个工作人员都面临的问题。从过往的经验来看, 一些细微的参数数值变动都可能导致系统出现问题, 因此技术人员需要对系统的运行参数和设备工作状态进行实时性记录, 保证配电网项目得到控制, 稳定运行。10kV 配电网是国家电网中最为关键的存在, 但目前的自动化水平还需要得到进一步提高, 在实际调查过程中就地型模式和集中型模式较为常见, 但这两种模式在实际应用过程中产生的效果各不相同, 前者虽然成本较低且组网简单, 但对系统冲击较大, 需要多次分合后才能找到故障点, 后者虽然能够全面地检测电网信息, 但对通信网络依赖性较强, 成本较高, 很难在边远地区实施。馈线自动化全面落实的今天, 还需要不断完善智能化、自动化效果, 以此更好地解决故障, 避免馈线跳闸问题。根据不完全统计, 10kV 配电线路中最为主要也是最为常见的故障为接地故障, 馈线自动化技术的落实现了线路的智能化故障处理, 在智能化、集中化、数字化的发展大环境下, 需根据具体的故障类型, 完善自动化功能, 以此让故障隔离、

故障定位等工作得到落实, 让故障修复时间大范围缩短, 实现智能自动处理故障。自愈系统在 10kV 配电网中应用效果突出, 自愈系统可以让配电系统及时地检测出故障问题, 对危险状态进行预警, 最大程度保证用户正常用电, 将故障带来的影响降至最低<sup>[1]</sup>。

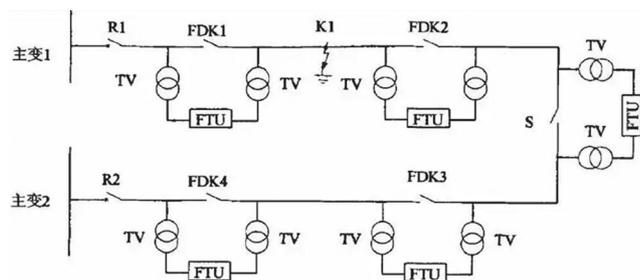


图 1 就地型自动化系统

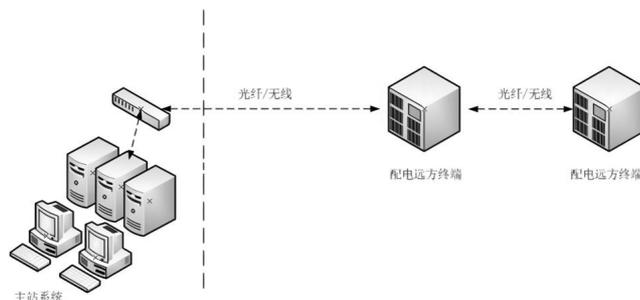


图 2 协同自愈系统

## 2 10kV 配电网自愈系统的技术分析

馈线自动化在 10kV 配电线路的运行过程中得到了广泛应用, 自愈系统作为其中的重要组成部分, 借助人工智能技术、大数据技术等软硬件设备实现了动态监控、监测, 能够结合故障实际情况在第一时间展开处理, 将故障控制在最小范围内。不仅如此, 还可以对故障进行预判分析, 及时纠正潜在的故障问题, 减少经济

损失, 高效修复故障, 最大程度保证 10kV 配电线路可以自动运行, 避免出现用户断电问题。自愈系统能够根据 10kV 配电线路的实际情况落实不同的处理手段, 核心宗旨在于帮助 10kV 配电线路正常稳定运行, 最大程度控制因为故障带来的经济损失、电力损失。在使用自愈系统这一功能的过程中需要综合考虑到线路的实际需求, 实现系统的监测控制, 科学合理地选择技术水平, 配合故障分段隔离手段, 有效降低故障处理中产生的问题。根据自愈系统的过往运行情况来看, 不仅需要具备良好的在线监控技术, 还需要对先进的技术、设备进行处理, 不断提高自愈系统本身的功能性。想要提高自愈系统水平, 必须要引进最新的技术设备, 包括但不限于分支用户分界断路器、智能负荷开关、智能控制器、智能断路器。另外, 超导技术、电力电子技术、新储能技术等方面的落实, 在切断电流上效果突出, 如: 负荷电流、零序电流, 完成对故障区域的隔离, 最大程度保护 10kV 配电线路的正常运行<sup>[2]</sup>。

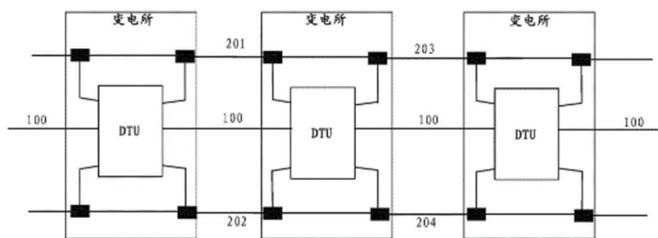


图 3 配电网络的快速自愈系统

### 3 10kV 配电网自愈系统的应用方面

配电网改造工作逐渐推广落实的背景下, 配网自动化程度不断提高, 同时也对配网的运行安全性、稳定性提出了全新的要求。作为当前主要的供电技术, 加强 10kV 配电网自愈系统的应用, 可以更好处理故障, 降低故障带来的负面影响。

#### 3.1 自愈系统的故障判断

根据自愈系统的运行原理来看, 其是一种自我修复技术, 在实际应用过程中不仅可以在发现故障的第一时间确定故障的类型和位置, 还能够实现基础的自我修复, 将其应用在 10kV 配电网内, 可以更好地帮助工作人员展开故障诊断, 同时也为后续的重构工作提供一定的辅助性作用, 尽可能减少网络丢失和负载。从故障诊断角度来看, 自愈系统借助了深度学习技术、人工智能技术等手段学习过往的馈线运行状态参数, 并且建立形成数据集, 以此完成对馈线故障问题的了解和掌握。在此基础上如果发生故障, 能够根据预先建立

好的故障集, 判断分析故障问题, 根据故障分析处理程序采集得到的线路参数进一步确定故障区域, 并且将故障数据传输到主站, 通过主站打开、关闭信号, 重建电路。故障诊断工作由自愈系统中的全局控制和局部控制两个环节实现, 一旦自愈系统发现了故障信号, 两个环节就会立刻进行分析、处理, 并且发送出相应的保护指令。需要注意的是, 局部控制环节、全局控制环节是一种协同配合关系, 不能独立存在但也不是从属关系。故障诊断由系统层完成, 作为 10kV 配电网自愈系统的基础层, 本身较为复杂, 主要任务在于测量、监测、控制 10kV 配电网的运行情况, 对不同的信号、指标进行检测, 一旦发现异常信号, 则会从系统层传递到过程层。可以说, 自愈系统让 10kV 配电网的运行智能程度得到了进一步提高。过程层会率先接收到系统层传递过来的信息, 并且展开快速仿真、故障诊断, 实现对异常信号的有效分析, 进一步提高控制效率, 让控制层能够在最短时间内完成处理方案。从实际应用效果来看, 自愈系统应用在 10kV 配电网中, 借助数据采集器完成网络信号、输出信号的采集, 采集速率可达 30M, 不会出现传输延迟问题, 也为后续的快速检测、处理工作奠定基础。最为关键的是, 自愈系统内具备应急处理功能, 在处理一些小的故障上效果突出, 自愈效果较优, 故障判断也比较准确<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 自愈系统的重构分析

在完成故障判断的基础上, 还需要对 10kV 配电网的线路进行重构, 以此保证供电系统的正常运行。基于自愈系统展开的配电网重构可以在短时间内重新配置、恢复电源, 尽可能地减少网络丢失和负载。自动恢复供电系统由重合器和分段器构成, 但从实际应用效果来看, 这种自动恢复供电方式在实际应用过程中还存在一定的缺陷, 为了最大程度确保重构工作的顺利进行, 在自愈系统中加入了自投技术, 配合光纤差动保护技术, 可以更好地完成重构系统。以某 10kV 配电网系统为例, 在自愈系统检测到了故障后, 自愈保护装置触发了保护动作, 断路器开关跳闸, 将线路故障 100ms 内隔, 在自投技术的辅助下, 部分用户的符合分值由另一侧电源恢复供电, 整个重构过程控制在 150ms 内, 用户无法察觉, 实现零停电的重构。简言之, 在自投技术落实后, 一旦发现故障会快速就地隔离, 并且迅速恢复非故障区供电。从实际应用效果来看, 自愈系统可以实

现多功能应急处理,不仅节约了自愈时间,也提高了自愈效果。在自愈系统重构工作中,系统内的控制层发挥了重要作用,让自愈系统的防御能力得到提高,一旦接收到异常信号后,控制层会给出相应的控制方案,并且给予实施控制方案。但需要注意的是,自愈系统重构功能建立在约束条件下,自愈过程中需要全面考虑潮流约束、线路容量限制、电流限制、总线电压约束、网络拓扑约束等方面内容,同时还要确定交换机的操作次数,展开综合性的判断,以此减少网络损失。在重构功能中,自愈系统首先实现了自主就地隔离,在光纤差动技术保护下,电路的安全性得到了保护,同时借助自投技术来实现负载分支,让非故障区域的电源可以快速恢复供电,馈线分支也可以实现高效的现场保护隔离,不会影响到插座本身的运行情况<sup>[4]</sup>。

### 3.3 自愈系统的实际应用

在 10kV 配电网中落实自愈系统,需要结合地区的实际情况,在不同的供电区域内落实针对性的自愈系统,中心城区的 10kV 配电网一般为智能分布式馈线自动化运行,因此在建立自愈系统中,需要配置成套开关,以此实现自动化、速断、零序电流、重合闸、三遥功能等,其他不同区域根据具体的情况落实相对应的自愈系统,构建符合 10kV 配电网发展需要的智能化系统功能。传统的自愈系统在实际应用过程中还存在不同程度的问题,引入全新的技术原理,可以最大程度解决传统自愈系统中出现的问题,从目前来看,国内采用的是集中型 10kV 配电网自愈方案,借助重合闸断路器和 FTU 完成自愈控制,但在处理单相接地故障时存在明显延时,无法在故障的第一时间发出冻结命令,配电网网络保护性能过于依赖监控主机,需要主站程序具备较高的实时性和响应能力。这种自愈系统对通讯光纤网络提出了较高的要求,一旦通信过程出现问题,那么自愈系统的相关功能也会受到负面影响。传统的自愈系统不仅对故障诊断具有一定的影响,能够采用的重构功能也相对固定,并不利于 10kV 配电网的正常运行。新时期,借助自投技术、光纤差动保护技术,融入紧凑型智能断路器开关布局,可以实现短路电流分断,也能够支持远程无线通讯,还能够提供遥信遥测数据,确保在发生故障后可以第一时间隔离故障,并且不需要人为干预。根据实际应用效果来看,在发生短路故障、单相接地故障、馈线短路故障等情况时,可以实现接地

隔离,瞬时动作在 100ms 内。不仅如此,如果出现馈线过负荷也会展开相应的处理,实现就地隔离。在人工智能技术、电子技术、通信技术等行业的发展背景下,光纤设备的应用可以有效降低成本,但在实际应用自愈系统的过程中,需要综合考虑配电网的实际需求,必要时也要选择灵敏度更高、动作速度更快的保护技术。根据配电网自动化运行情况,实现高质量、高效率的智能化管理,为后续的发展奠定良好基础<sup>[5]</sup>。

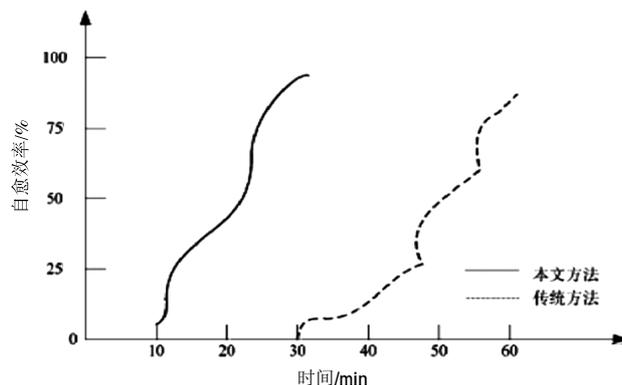


图4 应用效果

## 4 结语

综上所述,10kV 配电线路在国内供电系统中应用范围较广,受到不同地区环境的影响,路径结构较为复杂,自愈系统作为馈线自动化的关键性存在,防范故障、处理故障等方面效果突出。不仅如此,10kV 配电线路的特殊性需要对馈线自动化自愈系统展开进一步的优化,以此最大程度保证配电线路的稳定性和安全性。

### 参考文献

- [1] 王世峻,陈博,毛姝旻.现状 10kV 开关柜在钻石型配电网内的应用[J].电力与能源,2021,42(3):300-303.
- [2] 潘怡琪,徐杰.10kV 配电网自愈系统的应用研究[J].现代工业经济和信息化,2020,10(11):103-104,127.
- [3] 郑海娇.10kV 配电网自愈系统的应用 [J]. 电子测试,2021(24):68-70.
- [4] 陈朝新.10kV 配电网馈线自动化自愈系统浅析[J].农村电气化,2020(1):78-79.
- [5] 吴瑀,庄红军,李军,等.10kV 配电网馈线自动化自愈系统[J].贵州电力技术,2017,20(4):18-20,38.

作者简介:王键(1987—),男,汉族,广东广州人,硕士研究生,工程师,主要从事电力系统及其自动化工作。