

智能配电网新型就地馈线自动化技术应用分析

李杰鑫

(广东电网有限责任公司潮州供电局, 广东 潮州 521000)

摘要: 随着经济的发展和社会的进步, 当今社会已经进入信息高速发展的时代, 我国智能配电网系统的建设也取得了快速发展。对于配电自动化技术来说, 技术运用是否得当, 不仅关系着电网信通运行的稳定性, 还在智能配电网的构建中起着关键性的作用。基于此, 本文首先阐述新型就地馈线自动化技术在智能配电网中的应用, 分析传统就地馈线自动化技术的类型和新型馈线自动化技术应用的原则, 进而根据新型就地馈线自动化技术方案, 探索出新型就地馈线自动化的动作逻辑和优势, 以期保障我国电力系统的健康、长久发展, 并推动我国智能配电网的建设进程。

关键词: 智能配电网; 就地馈线; 自动化技术

中图分类号: TM76

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.33.037

近年来, 信息技术和电力技术发展势头迅猛, 使智能配电网的建设进程逐渐增快, 其中, 配电网自动化技术是保障电力稳定运行的重要手段。随着我国全面步入小康社会, 即使只是几秒的短暂停电, 往往都会因此产生较严重的社会影和重大经济损失, 而传统的就地式和集中式馈线自动化 (Feeder Automation, 简称 FA) 发生以后, 供电恢复时间达分钟级, 如果需要进一步提升供电质量, 降低停电损失, 则亟需采用先进的配电 FA 技术进行故障区段定位、隔离与供电恢复操作。

1 传统就地馈线自动化技术的类型

现阶段, 就地型重合器式馈线自动化主要分为三种类型, 分别是电压-时间型、电压-电流-时间型、自适应综合型。

1.1 电压-时间型

该类型的馈线自动化技术是依靠配电终端进行检测, 从而据此判断分段两侧有无电压, 最后做出相应的分闸、合闸指令等对应操作, 在实施恢复供电过程, 要通过变电站出线断路器, 对 1 次重合闸对故障路段进行隔离, 2 次重合闸对非故障线路段同时启动, 从而实施恢复供电。

1.2 电压-电流-时间型馈线自动化

该类型馈线自动化主要依靠配电终端检测分段两侧有无电压和过流的次数, 然后通过变电站出线断路器的 3 次重合闸, 对中压线路故障实施分步处理, 即通过变电站出线断路器 1 次重合闸对线路的瞬时性故障进行处理, 2 次重合闸进行线路隔离, 3 次重合闸对非故障区间的线路实施恢复供电。

1.3 自适应综合性馈线自动化

该类型馈线自动化除了具备电压-时间型的特点以外, 还

具备单相接地故障选线、选段功能, 通过变电站出线断路器 2 次重合闸的方式, 进而做到多分段、多支配、多联络的电网故障处理。即, 出线断路器 1 次重合闸对故障线路进行隔离, 2 次重合闸对非故障线路恢复供电^[2]。

以上三种类型的馈线自动化都需要变电站出线断路器 2-3 次重合闸, 但是现阶段我国国家电网内部系统的出线断路器只配备了 1 次重合闸。针对这种情况, 需要寻找有效的就地馈线自动化方案, 以适应现在的智能配电网系统。

2 新型就地馈线自动化技术方案

新型就地馈线自动化技术只需要经过变电站出口完成 1 次断路器与重合闸的配合工作, 就可以对故障点进行精准定位, 确保故障点的上游区域可以正常供电, 并将联络开关合闸作为载体, 促进下游区域快速恢复正常供电。在短路问题诊断为瞬间故障后, 断路器还可以在接收到命令后逐级完成延时合闸, 恢复正常供电。但是如果短路线路被确认为永久故障时, 断路器可对线路电压进行逐级检查, 并设定 5-8 秒延时, 保证合闸送出。在合闸经过故障点时, 断路器能够即时开启加速跳闸, 并维持分闸状态。此外, 在瞬时来电后, 故障后端的开关可以立即检测到来电, 也可以完成残压闭锁^[1]。

3 新型馈线自动化技术应用的原则

3.1 布点原则

首先, 放弃位于中压主干线路上的传统断路器和分段负荷开关, 将其优化并升级成配套的断路器, 确保主管线路中的分段断路器个数在 4 个以内。其次, 在中压线路内设的大分支处特设一架分支断路器装置, 应用配套断路器, 并将其瞬时断电

保护设定为0秒延时和开启重合闸1次，这样做是为了和变电站设计的0.2秒延时保护装置做到级差配合。最后，将分界断路器装置按照规定架设在终端大客户和分支线路的恰当部位，以确保辖区内线路故障发生后不会对中压线路产生影响，以免引起大规模停电。

3.2 终端选用原则

选用自动化配电性能良好，并且持有通信基础条件的动作型FTU，一是因为其运行而衍生出的信息数据，可以通过无线网向配电主站实施传输和共享；二是因主干线特有的自动化配电终端没有办法将线路单线接地故障准确检测出来，所以需要对其增设暂态录波式故障诊断装置，进而精准定位故障发生的位置。

4 新型馈线自动化技术的应用

4.1 新型馈线自动化动作逻辑

(1) 主干线瞬时故障的处理逻辑

图1为正常线路供电状态馈线自动化逻辑， B_{C1} 、 B_{C2} 是变电站内中压线路出线断路器， B_{F01} 、 B_{F02} 、 B_{F03} 是中压线路1的分段断路器， B_{F04} 、 B_{F05} 、 B_{F06} 是中压线路2的分段断路器， B_L 为线路1和线路2的联络断路器。

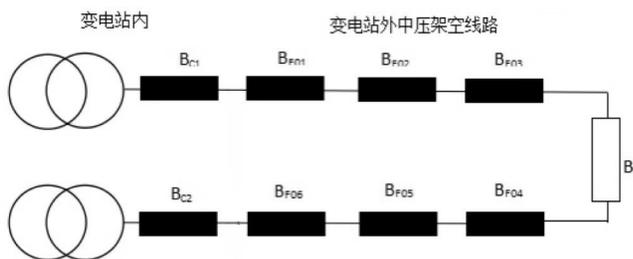


图1 正常线路供电状态馈线自动化逻辑

假设 B_{F02} 和 B_{F03} 之间发生故障，且故障电流超过变电站出现线路保护装置经过延时0.2秒后保护装置动作出口，跳开 B_{C1} ，达到限定额定值，其馈线自动化动作逻辑可见图2。

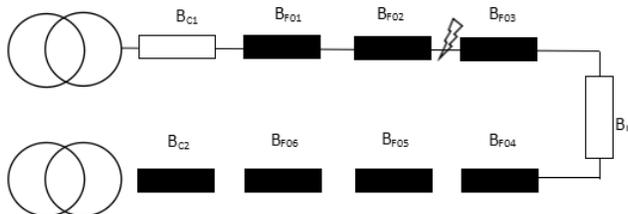


图2 B_{F02} 和 B_{F03} 之间发生故障馈线自动化动作逻辑

B_{F03} 感受来电并延时5-8秒时间后合闸，恢复全线供电，馈线自动化动作逻辑如图3。

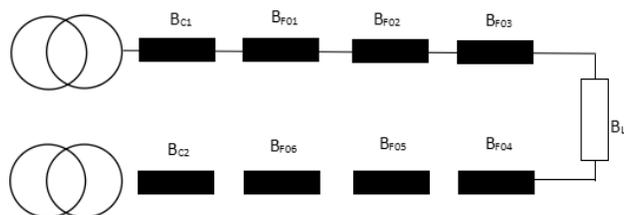


图3 恢复全线供电馈线自动化动作逻辑

(2) 主干线永久故障处理的逻辑

如果发生了永久故障，前期处理步骤和瞬时故障状态下的处理步骤相同，当 B_{F02} 感受来电并延时5-8秒后自动合闸， B_{F02} 在故障点合闸，加速跳闸启动，同时 B_{F02} 封锁在分闸状态； B_{F03} 感受到了残余电压，闭锁形成分闸状态，故障段的隔离工作完毕，馈线自动化动作逻辑如图4。

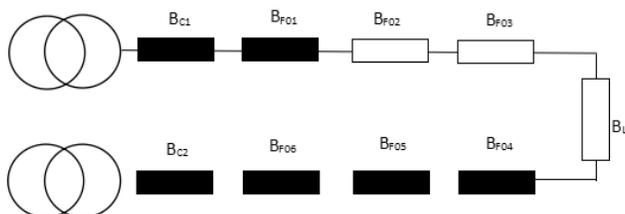


图4 完成并故障段隔离使馈线自动化动作逻辑

联络断路器 B_L 合闸之后，形成非故障线路段供电装置流程。采取自动延时的合闸方式或是人工操作方式，可实现联络断路器的合闸。这时馈线自动化的逻辑见图5。

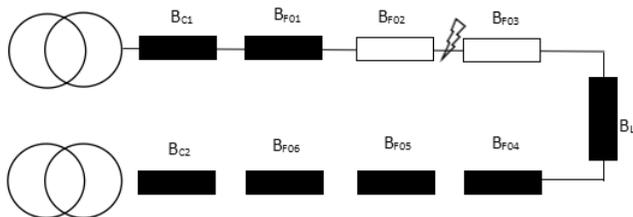


图5 完成非故障线路段的供电馈线自动化逻辑

(3) 分支故障的处理逻辑

农村的中压线路分支处将原有的负荷开关用断路器代替，并增设速断保护和1次重合闸。当分支线路产生瞬时故障时，因为断电保护装置有0.2秒延时，所以速断保护优先出口将分支断路器跳开，在2-3秒后重新合闸，保证分支线路恢复供电。如果出现永久故障，速断保护优先出口将分支断路器跳开，并在2-3秒后合闸，重合在故障点，启动加速跳闸，让故障分离，整个过程为了确保主干线上其他用户正常用电，变电站线路保护装置始终没有出口跳闸。

4.2 针对FTU/DTU的故障处理

在自动化系统终端，FTU/DTU通常采取对电流和电压实时分析并采样的方式，具备判断故障性质、监测故障数据、将故障信息上报等功能，另外还能够对子站的故障进行处理。总之，

在 FA 技术运用的过程中，馈线终端的身份为操作的执行者。发生故障时，主站系统就会将电力、电压等各个特征量的参数向馈线终端发送，馈线终端将采样值和特征量进行对比，这样就可以判断出故障属于哪种性质和类型，并有针对性地进行故障处理工作^[3]。

4.3 针对架空线路故障的处理

柱上的开关、柱上的 FTU 以及系统的主站、子站等需要共同配合，才可以对架空线路的故障进行自动化检测。在这个过程中，FTU 负责故障的检测工作，FTU 和子站共同协作对故障点进行定位，而故障的隔离和恢复供电则需要 FTU、子站与主站共同配合来完成。譬如在某个电力网络架空作业过程中，作业人员在某条线路上有两条手拉手同时形成的架空线路，这两条线路均由一个供电站供电，配电网馈线自动化的子站负责监控所有开关，因此，故障的隔离和电路的恢复工作都需要子站来完成。如果这两条线路的供电来源不是同一个变电站，则应该由 A、B 两个子站对两条线路分别监控，并且要分别负责各自的故障处理和恢复供电。

4.4 应用配电网自动化技术的时间分配

电力系统中常见的故障主要有两种，一种是永久性的故障，另一种则为主干线路故障。例如，在架空线路中，如果发生了永久性的故障，变电站会做出断电保护动作，并试图通电，整个过程会持续 3-5 秒；如果通电没有成功，则故障会被判定为主干线路故障，配电网馈线自动化系统的子站则负责收集故障信息。在确定故障位置时，子站大约有 1 秒分配时间。如果利用 RTU 转变采集的信息，这个过程则需要 3-5 秒。恢复主站的供电需要 3-6 秒，每个开关的恢复时间会在 2 秒左右，正常情况下只需恢复 1-3 个开关就可以恢复整个线路的供电，因此，利用配电网馈线自动化技术就可以对故障进行监测、定位和隔离，再到恢复供电，中间仅需几分钟时间，就可以有效提高配

电网的检修效率。

4.5 发展的瓶颈

凭借新型就地馈线自动化技术，能迅速地判断及处理智能配电网中出现的线路故障，且成效显著。很大程度减少了因局部线路故障诱发的整体问题。目前发展的主要瓶颈就是网络问题，网络环境的稳定程度，能较大幅度地影响整体的自动化技术，因此，针对网络稳定方面的研究，也会是未来该技术的研究方向之一。

5 结语

综上所述，积极创新，深入探索新型的就地馈线自动化技术，并将该技术科学、有效地融入智能配电网系统中，同时遵从该项技术的应用逻辑，有效发挥出该项技术的应用价值，以保证用户用电即使在电网系统高强度运作下也可以有序运转，进而推动我国电力系统的健康、长久发展，并加快我国智能配电网的建设。

参考文献：

- [1] 袁义桃. 一种新型就地馈线自动化模式的研究及应用 [J]. 光源与照明, 2021, (10): 101-103.
- [2] 夏泰宝. 智能配电网的自动化系统技术分析 [J]. 集成电路应用, 2022, 39 (02): 84-86.
- [3] 朱良管, 刘恺诚, 钟鸣, 等. 一种新型的智能配电网控制方法研究 [C]//2020 年中国通信学会能源互联网学术报告会论文集. [出版者不详], 2020: 241-245.

作者简介：李杰鑫（1983-），男，广东潮安人，大学本科，工程师，主要从事电气工程及其自动化研究。