

分布式智能技术在智能配网馈线自动化中的应用

何 锐, 陈 建, 张 智, 张金鹏, 王昆瑶

(宁夏电力公司吴忠供电局, 宁夏 吴忠 751100)

摘 要: 随着对城市供电可靠性要求的不断提高,各供电公司都在探索更有效的馈线自动化实现模式。通过对宁夏吴忠城市配网中安装的分布式智能系统的分析,提出了城市配电网馈线自动化应用的成功案例。应用结果表明:智能配网馈线自动化系统的自愈能力强,维护量小,可极大地提高配电网的供电可靠性。

关键词: 配电自动化; 分布式智能系统; 柱上开关

中图分类号: TM76 **文献标志码:** B **文章编号:** 1672-3643(2012)S0-0029-04

有效访问地址: <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1672-3643.2012.zk.006>

随着城市电网对供电可靠性和电能质量的要求不断提高,越来越多的电力公司正积极地尝试应用各种智能配网技术。城市配网接线复杂,接线方式变化频繁,发生故障在所难免。系统发生故障后势必影响到系统的稳定高效运行,威胁系统设备的健康,更重要的是影响到对用户的正常供电。如何将故障对系统和用户的影响降至最低,这正是当前智能配电网建设的目的。

本文结合国内某供电公司馈线自动化改造实例,探讨实现智能配电网的关键技术之一:分布式智能技术在馈线自动化中的应用。

1 国内馈线自动化现状

馈线自动化就是指利用自动化装置或系统,监视配电线路的运行状况,及时发现线路故障,迅速诊断出故障区间并将故障区间隔离,快速恢复对非故障区间的供电。

我国的馈线自动化在探索中不断完善,从最

初的就地控制型(包括电压就地控制型、电流就地控制型和电压电流就地控制型等)到现在应用广泛的集中控制型,城市供电可靠性得到了很大提高。

典型的集中控制型模式包括控制主站、通信网络和馈线终端FTU,由主站集中处理FTU的故障信息来进行故障定位、隔离,以及非故障线路段的供电。有时为实现附近供电小区故障处理的集中控制,设置了配电子站,由配电子站实现所辖范围内的信息汇集、处理或故障处理、通信监视等功能。集中控制型模式需要设置控制主站,投资较大。另外,还需要可靠的通信网络,一旦主站或通信网路发生故障,将影响整个配网的故障处理。系统发生故障后,通常需要1~3 min实现故障隔离和系统重构,但这不能满足医院等重要用户的供电需求。

基于集中控制型馈线自动化在实际运行中表现出来的局限性,国内有专家也开始探索智能分布式馈线自动化。

收稿日期: 2012-10-18

作者简介: 何锐(1971),男,高级工程师,工程硕士,从事供电企业生产技术管理工作。

2 分布式智能的基本概念

对于什么是“智能”,学术界没有统一的定义。不过,总的说来,一个智能体必须具备图1所示基本能力,即清楚知道自己的目的,根据感知到的环境状况,结合已有的知识和经验,及时做出判断和决策,并付诸于行动。

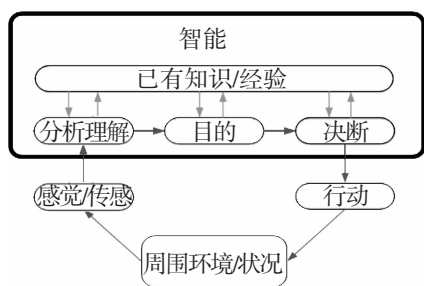


图1 智能体的基本能力

显然,实现智能配电网的前提条件之一是一定要安装具有一定智能的设备。具体到馈线自动化,就是要求每台配电终端必须智能化。要想使这些智能化的配电终端成为一个系统,必须配备高速双向、强健的通信网络。可采用无线点对点(Peer-to-Peer)通信或光纤自愈环网,实现所有配电终端之间的及时信息交流和共享。

如果线路发生故障,在故障点电源侧的配电终端检测到故障信号;相反,负荷侧的配电终端检测不到故障。相邻配电终端之间通过保护信号专用网来交换故障信息,允许故障点两侧配电终端保护跳闸而闭锁其他终端保护跳闸功能,通过故障点两侧配电终端快速保护跳闸来隔离故障区域。

利用高速光纤以太网通讯技术,配电终端要在200 ms内完成故障的检测以及故障隔离工作。变电站的出口断路器的保护动作时间设定在200 ms,这样出口断路器不会动作,达到最大程度

减少停电范围,故障隔离的目的。

基于以上的分析,我们认为真正的分布式智能型馈线自动化系统应至少具有以下基本技术特征:

(1)高度智能化的配电终端,每个配电终端不仅能及时监测周围情况,还能及时了解整个配网系统的运行状况;每个配电终端都装有高速运转的CPU,具有足够复杂的运算逻辑,能应对配网系统可能出现的各种状况;

(2)不需要主站系统,系统发生事件后,所有决策由就地配电终端相互协商解决;

(3)不需要考虑传统的保护配合,系统发生故障后不出现越级跳闸;

(4)一次系统接线方式改变后,仅相关配电终端的保护定值需做微小改动;

(5)一次系统可灵活的接入新能源;

(6)虽然不需要主站系统,但可接入SCADA系统,实现基本的“三遥”功能,还可进行保护远程设置;

(7)系统发生故障后能够在数秒内完成故障隔离和系统重构,减少故障停电时间和范围。

3 分布式智能技术在馈线自动化系统中的应用

以甲变电站510线和乙变电站515线“手拉手”线路自动化系统为例。

3.1 系统概况

甲变电站510线设置2台分段重合器IR4和IR5,乙变电站515线设置1台分段重合器IR7,联络重合器IR6。所有重合器均为智能脉冲式重合器,该系列重合器一体式设计,配备双侧三相电压传感器、三相电流传感器、保护和控制单元、通信单元和自供电电源回路等,是真正意义上的分布式智能系统。

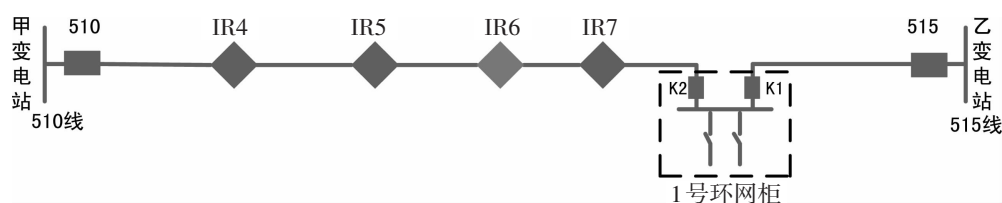


图2 一次系统接线

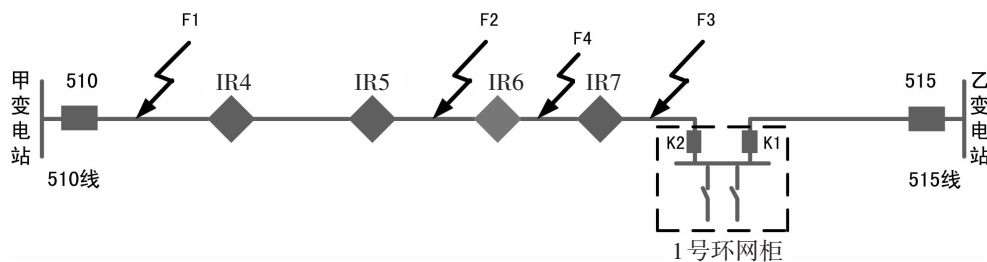


图3 故障点位置

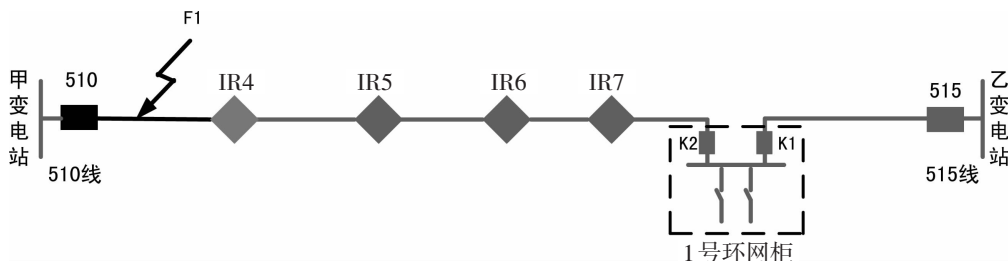


图4 F1故障,系统重构后

装设光纤环网,并接入已有光纤通信网络MSTP,从配网调度中心可监控整个馈线自动化系统。

变电站出线断路器保护定值不变,甲变电站510开关过流保护保护范围不伸出IR5,动作时间0.2 s,三相一次重合闸;乙变电站515开关电流速断保护定值按保证1号环网柜进线处故障有足够的灵敏度,电流Ⅱ段与1号环网柜过流保护配合,延时0.5 s;1号环网柜的进线开关K1过流保护延时0.3 s,停用K2保护。

分段和联络重合器的保护设置只需遵循2个原则:(1)保证足够的灵敏度;(2)与变电站出线断路器和环网柜内断路器过流保护配合好,确保不出现越级跳闸。

3.2 一次系统正常运行

系统正常运行时,所有重合器实时采集三相电流值、双侧三相电压值等。所有重合器通过光纤通信网络信息共享。IR4将其信息(包括检测到的电流、电压、有功、无功和自身保护设置的基本信息如允许的最大负荷值等)告知IR5,IR5将自身信息和从IR4得到的信息告知IR6,以此类推,所有4台重合器都将了解整个系统的运行状况和其它重合器的保护信息,而且还熟悉了所有重合器在系统中的位置和作用,如:IR6是联络重合器,IR4是离变电站最近的重合器等。这种位置信息

的识别对于快速判断故障点的位置起着关键的作用。

3.3 一次系统发生事故

选择典型故障点位置(如图3所示)分析。

3.3.1 F1点相间永久故障

甲变电站510开关跳闸并重合不成闭锁。IR4和IR5都检测到失压,没有检测到过故障电流。结合位置信息,即IR4离是电源最近的重合器,很容易就判断出故障点位于IR4上级。判断出故障点的位置后,进入快速自愈阶段。IR4分闸,同时计算乙变电站515线是否具有足够的备用容量。若乙变电站515线没有足够的备用容量,IR5分闸,判定乙变电站515线具有足够的备用容量转供IR5—IR6线路段,IR6合闸;若确定IR6合闸后系统不会出现过负荷,IR6合闸,恢复非故障段线路的供电,如图4所示。

在系统重构过程中进行快速精确计算,可以确保系统不会因为转供出现过负荷。但是,系统的负荷是随时变化的,在系统没恢复正常运行方式前仍有可能出现过负荷。图4中,乙变电站515线出现过负荷,那么将从最末端的IR5开始切除负荷,IR5首先分闸,甩掉IR4—IR5线路段的负荷;如果过负荷现象还没消除,IR6分闸,乙变电站515线仅供正常的负荷,不再过负荷。

如果经过系统一次接线方式的优化后,甲变

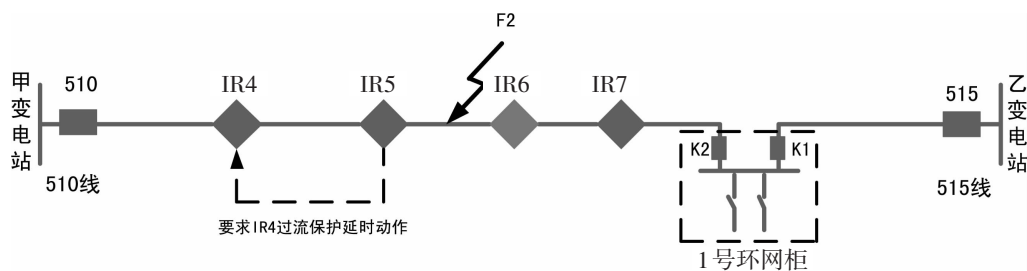


图5 F2故障

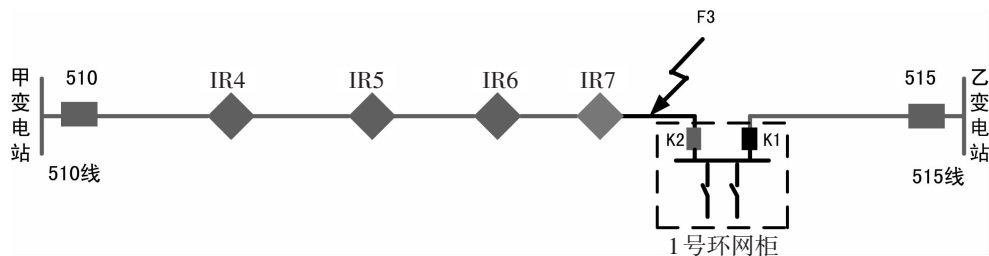


图6 F3故障,系统重构后

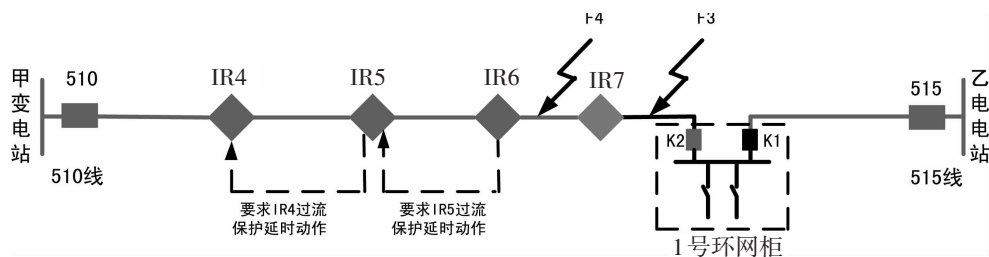


图7 F3、F4相继故障

电站510线和乙变电站515线都具备足够的容量供2条线路的所有负荷,那么重构过程中就不需要经过容量计算。

3.3.2 F2点相间永久故障

F2点故障,IR4和IR5过流元件都会启动,甲变电站510开关的过流元件也可能启动,所以IR5必须在0.2S内跳闸,否则可能会引起甲变电站510开关越级跳闸。

故障发生,IR4、IR5和甲变电站510开关的过流元件均启动,根据IR4和IR5在系统中的位置信息,处于最下级的IR5过流保护启动,同时瞬时向上一级的IR4发一信号,要求IR4过流保护延时动作,在不到1ms内,IR4过流保护完成延时切换。IR4保护的固有动作时间肯定超过1ms,所以IR4重合器不会跳闸。再看IR5,过流元件启动后,判定为故障,启动重合器跳闸。故障发生后40ms之内重合器的触头完全分闸,隔离故障点,IR4和甲变电站510开关的过流元件返回。

以上整个保护的配合过程称为“通信加强保

护配合”(Communication Enhanced Coordination, CEC)。CEC功能不仅需要高度智能化的保护装置,还需要高速的通信系统,要求通信延时小于1ms。很显然,应用了CEC保护,就不需要考虑通过电流级差和时间级差来进行保护配合,解决了困扰配网多年的保护配合这一难题。

3.3.3 F3、F4点相继相间永久故障

F3故障,K1过流保护延时0.3S动作。IR7检测到电源消失,分闸,确定IR6合闸后不会出现过负荷,IR6合闸,系统完成重构,如图6所示。

在系统恢复正常运行方式前,F4点再发生相间永久故障,如图7所示:

F4点故障,IR4、IR5和IR6和甲变电站510开关保护过流元件同时启动,所有重合器根据各自在系统中的位置,都将向其上一级重合器发延时过流保护动作命令,由于IR4没有上级重合器,所以不发出此命令。IR6过流元件启动,发信号给上级重合器IR5,要求IR5过流保护延时动作;IR5过流元件启动,发信号给上级重合器(下转第37页)