

# 典型接线方式下智能配电网自愈功能实施的探讨

都健刚

(成都电业局城网管理所, 四川 成都 610041)

**摘要:**探讨了目前城市配电网几种常见接线模式,并提出了如何实现智能配电网模式下的自愈功能。

**关键词:**电力系统;智能电网;智能配电网;自愈功能

**Abstract:** Several familiar connection modes of urban distribution network are introduced, and then how to realize the self-healing function of smart distribution grid is put forward.

**Key words:** power system; smart grid; smart distribution grid; self-healing function

**中图分类号:** TM64 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2009)增-0070-02

近年来,智能电网是国际电力行业的热门话题,被认为是改变未来电力系统面貌的电网发展模式,在中国,国家电网公司也明确提出建设坚强的智能化电网的总体目标。那么什么是智能电网呢?智能电网(smart grid)是集成了传统和现代工程技术、高级传感和监视技术、信息与通信技术的输配电系统,具有更加完善的性能并且能够为用户提供一系列增值服务。它包括智能输电网和智能配电网(smart distribution grid)两部分。

智能配电网中要实现一个很重要的功能网络自愈功能,即:对配电网的运行状态进行连续的在线自我评估,并采取预防性控制手段,及时发现、快速诊断和消除故障隐患;故障发生时,在没有或少量人工干预的情况下,能够快速隔离故障,自我恢复,避免大面积停电的发生。

介绍了现有配电网的几种接线模式,并针对几种典型的接线模式探讨了智能配电网自愈功能实施。

中国中压配电网一般由架空线和电缆线混合组成。中国常用的中压配电网常用接线模式如下。

## 1 架空线路

### 1.1 单电源辐射接线

单电源辐射接线模式又叫树干式接线,干线可以分段,其原则是:一般主干线分为 2~3 段,负荷较密集地区 1 km 分 1 段,远郊区和农村地区按所接配电变压器容量每 2~3 MVA 分 1 段,以缩小事故和检修停电范围。

单电源线辐射接线的优点是高压开关数量较少,

比较经济,新增负荷也比较方便。但其缺点也很明显,主要是故障影响范围较大,供电可靠性较差。当线路故障时,部分线路段或全线将停电;当电源故障时,将导致整条线路停电。

对于这种简单的接线模式,由于不存在线路故障后的负荷转移,可以不考虑线路的备用容量,每条出线(主干线)均可以满载运行,即最大供电负荷不超过该线路的安全载流量。

该模式目前大量存在于城区结合部和广大的农村地区。

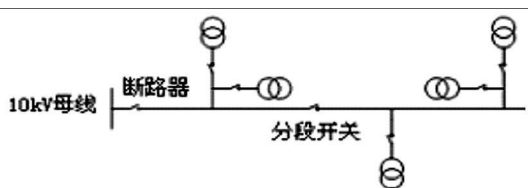


图 1 单电源辐射接线

这种接线方式要实现智能配电网的自愈功能,可采用重合器和分段器相互配合的方式,如图 2。

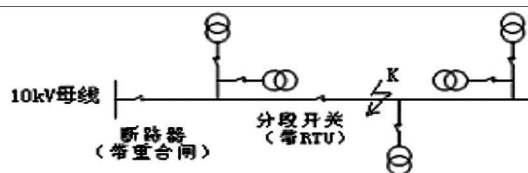


图 2 自愈功能单电源辐射接线

当线路在分段开关后发生短路后,线路断路器开关和分段开关一起跳开,线路开关通过分段开关 RTU 传回的分段开关的状态数据,判断分段开关是否跳开,若已经可靠跳开,则启动线路开关重合闸保证分段开关前段的线路保持正常供电;如果短路发生在变电站出口断路器和分段开关之间的线路,则变电

站出口断路器跳闸,重合闸启动,如果是瞬时故障重合闸成功,如果是永久性故障则断路器再次断开,并不在重合。该自愈功能保障的供电范围非常有限,线路的供电可靠性较低。

### 1.2 单环网接线

单环网接线又叫手拉手接线,这种模式中的两个电源可以取自同一变电站的不同母线段或不同变电站,采用环形接线,开环运行。这种接线的最大优点是可靠性比单电源辐射接线模式大大提高,接线清晰、运行比较灵活。主干线通常可分为二至三段,线路故障或电源故障时,通过开关切换操作可以使非故障段恢复供电。在这种接线模式中,线路的备用容量为 50%,即正常运行时,每条线路最大负荷只能达到该线路允许载流量的 50%。

它是目前城市里最广泛采用的接线方式。

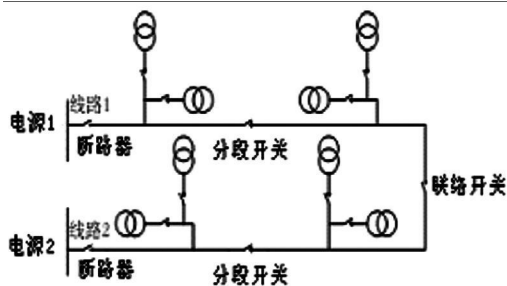


图 3 单环网接线

这种接线方式要实现智能电网的自愈功能,需要在变电站线路出口断路器上加装重合闸装置,在分段开关上加装分段器和 RTU,在联络开关上加装重合闸装置和 RTU,如图 4。

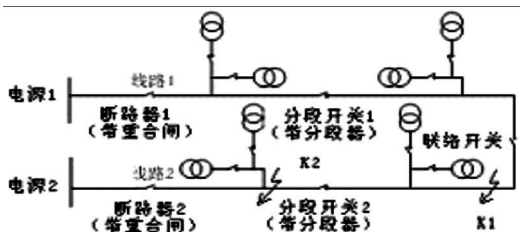


图 4 带自愈功能手拉手单环线

当短路发生在分段开关 2 和联络开关之间  $K_1$  处,分段开关 2 和断路器 2 瞬时跳开,断路器 2 通过分段开关 2 FTU 传递回来的数据判断分段开关 2 是否跳开,如果跳开则启动重合闸,断路器 2 合闸成功。联络开关检测到线路 2 无电压,启动重合闸,如果是瞬时故障,则合闸成功,如果是永久性故障则跳开后不再重合,要求,联络开关的动作较断路器 1 动作的速度要快。

当短路发生在断路器 2 和分段开关 2 之间  $K_2$  处,断路器 2 跳闸并重合,如果是瞬时故障,则断路器 2 启动重合闸成功;如果是永久性故障,则断路器 2 跳开不再重合,分段开关 2 通过 FTU 从断路器 2 传递回断路器 2 重合失败的信息后,跳闸,故障被隔离,联络开关通过 FTU 检测到分段开关 2 传递的分闸数据后,启动重合闸,转移供电成功。

## 2 电缆线路

随着城市的发展,美化城市、亮化城市的需求越来越高,因此目前国内很多大中城市的城市主干道都实施了架空线路下地,形成了电缆网,主要有以下两种配电网模式。

### 2.1 单环网接线

如图 5 所示,与架空线的单环网接线一样,两个电源可以取自同一变电站的 2 段母线或不同变电站。主供电线路由多台环网柜构成,并通过联络环网柜同相邻线路联络,联络环网柜开环运行。电缆单环网的环网点一般为环网柜,与单环网的架空线路相比它具有明显的优势,由于各个环网点都有两个负荷开关,可以隔离任意一段线路的故障,客户的停电时间大为缩短。在实际应用中,正常运行时,每条线路应留有 50% 的裕量。

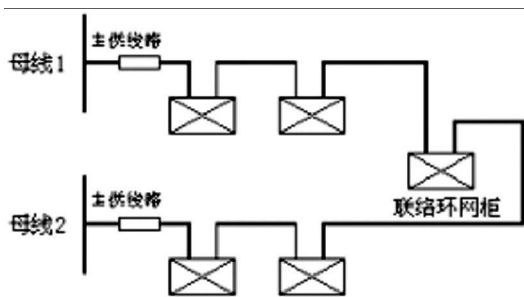


图 5 单环网接线模式(电缆)

### 2.2 三回馈线组接线方式

如图 6 所示电缆线路三回馈线组接线方式,两两互为联络,其中两个电源可以取自同一变电站的 2 段不同母线,另一个电源取自另一个变电站。这种接线方式同单环网的接线模式相比较,供电可靠性更高,每条馈线的最高负载率为 67%,线路的利用更高。它适用于负荷密度较大且供电可靠性要求高的城区供电。

### 2.3 电缆网接线实现智能电网的自愈功能探讨

(下转第 76 页)

参考文献

[1] 中国道路与世界视野 [J]. 国家电网, 2009, 42(6): 22-49.

[2] 肖世杰. 构建中国智能电网技术思考 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33(9): 1-4.

[3] 林宇锋, 钟金, 等. 智能电网技术体系探讨 [J]. 电网技术, 2009, 33(12): 8-12.

[4] x p zhang A Framework for Operation and Control of Smart Grids with Distributed Generation Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 2008 IEEE 20-24

July 2008: 1 - 5.

[5] 张伯明, 吴素农, 等. 电网控制中心安全预警和决策支持系统设计 [J]. 电力系统自动化, 2006, 30(6): 1-5.

[6] 苗新, 张恺, 等. 支撑智能电网的西悉尼通信体系. 电网技术, 2009, 33(17): 8-13.

[7] 谢开, 刘永奇, 等. 面向未来的智能电网 [J]. 中国电力, 2008, 46(6): 19-22.

作者简介

郑毅, 男, 成都电业局生产技术部、高级工程师、工学硕士、长期从事电网自动化通信和二次系统技术管理和工程建设。  
(收稿日期: 2009-10-28)

(上接第 63 页)

[8] 李俊峰, 王仲颖, 胡润青, 等. 中国新能源与可再生能源政策法制建设 [R]. 中国新能源产业年度报告 2008. 2008, 11.

[9] 新华网. 可再生能源法修正案草案向社会公开征集意见(全文) [N]. [http://news.xinhuanet.com/legal/2009-08/28/content\\_11959731.htm](http://news.xinhuanet.com/legal/2009-08/28/content_11959731.htm), 2009-8-28.

[10] 中国科技产业网 [N]. 新兴能源产业发展规划即将出台. <http://www.kejicy.com/cm/sreleasesys/zgkjcy/info-detailed.asp?id=5518>, 2009-8-10.

[11] 财政部, 科技部, 国家能源局. 关于实施金太阳示范工程的通知. 2009, 7.

[12] 电子工业专用设备编辑部. 薄膜太阳能电池前景 [J]. 电子工业专用设备, 2009, (1): 1-4.

[13] 赵朝会. 光伏发电技术的研究现状和应用前景 [J]. 上海电机学院学报, 2008, 11(2): 104-109.

[14] 张志强, 马琴, 程大章. 太阳能光伏发电系统中的控制技术研究 [J]. 低压电器, 2003, (12): 55-58.

[15] 彭方正. 变流技术在分布式发电和微电网上的应用 [J]. 变流技术与电力牵引, 2006, (2): 23-27.

[16] 曾议, 吴政球, 刘杨华, 等. 分布式发电系统孤岛检测技术 [J]. 电力系统及其自动化学报. 2009, 21(3): 106-110.

[17] 钱科军, 袁越. 分布式发电技术及其对电力系统的影响 [J]. 继电器, 2007, 35(13): 25-29.

[18] 刘杨华, 吴政球, 涂有庆, 等. 分布式发电及其并网技术综述 [J]. 电网技术, 2008, 32(15): 71-76.

(收稿日期: 2009-10-10)

(上接第 72 页)

上述两种接线方式要实现自愈功能, 需要环网柜宜留有备用空间以安装控制、测量装置, 宜具备扩展

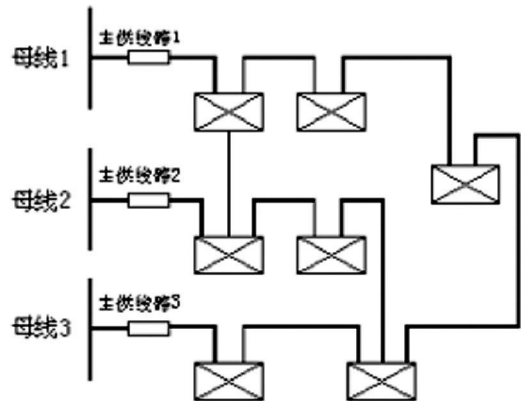


图 6 互为备用的三回馈线组接线方式

功能或接口; 负荷开关需配有电动操作机构, 直流操作, 电源由 10 kV 母线电压互感器提供。在环网柜的所有进线和出现负荷开关都安装 FTU, 并通过光纤接入主站系统, 由于开关数较多, 判断的逻辑顺序较为复杂, 必须开发相应的软件来控制负荷开关的动作。当线路上发生故障时候, 主站系统根据 FTU 传递的

信息, 通过软件计算遥控相应的负荷开关的开合, 以达到隔离故障, 恢复无故障段供电的目的。

3 结 论

以上对目前城市配电网要实现智能配电网的自愈功能进行了初步的探讨, 不同的配电网接线模式实现自愈功能的模式是不同的。随着中国城市化进程的加快, 对城市供电可靠性的要求越来越高, 因此对配电网的接线模式必须要有新的研究和突破, 尽量找到适合国情的配电网接线模式, 在此基础上实现智能配电网的自愈功能, 这样才能符合发展智能电网的总体需求。

参考文献

[1] 徐丙垠. 智能电网与配电自动化技术讲座, 2009.

[2] 能源部, 建设部. 《城市电力网规划技术导则》[M]. 北京: 水利水电出版社, 1995.

[3] DL/T 599-1996. 城市中低压配电网改造技术导则.

[4] 刘建. 配电自动化系统 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.

(收稿日期: 2009-10-10)