

开闭所自动化实用模式的探讨

王高海¹, 杨运国², 王喜贺¹, 刘先付¹

(1. 烟台东方电子信息产业股份有限公司, 山东 烟台 264000; 2. 重庆大学, 重庆 400044)

摘要: 结合作者近几年在配电自动化方案制作及现场施工中的经验, 分析了开闭所自动化的功能。详细论述了 10 kV 开闭所在不同接线形式以及不同运行方式下配电终端 (DTU) 的故障处理过程。在此基础上, 对开闭所内一次设备提出了要求。并对不同接线形式的开闭所在实现自动化中的优缺点进行了讨论和总结, 对于开闭所自动化的设计与实现具有一定的参考价值。

关键词: 开闭所自动化; 配电终端; 故障处理

中图分类号: TM63 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)22-0066-04

0 引言

几年来, 随着社会经济的发展, 电力用户对供电可靠性、电能质量和服务水平的要求不断提高, 供电企业为提高经济效益、安全供电、优质服务, 必须完善自动化手段, 配电自动化系统的建设有了较快地发展。而 10 kV 开闭所作为配网的一个重要组成部分, 其自动化程度的高低将直接影响供电企业的形象与经济效益。在以前的文献中, 关于馈线自动化的论述比较多见, 而对于开闭所自动化却较少有人详细提及。由于我国配网结构多种多样, 开闭所接线方式各地区也不尽相同。本文作者结合近几年来从事配网自动化方案制作及现场施工的经验, 详细探讨了 10 kV 开闭所在不同接线形式以及不同运行方式下开闭所自动化的故障处理过程及优缺点。

1 开闭所自动化要实现的功能

开闭所自动化要实现的功能主要有以下几点:

- 1) 在开闭所进线失压时实现备用电源的投切;
- 2) 在开闭所母线故障时实现故障区域的隔离和非故障区域的供电;
- 3) 分支线故障时, 分支线开关在变电站 10 kV 出口保护动作后自动跳闸隔离故障。

2 开闭所常见接线模式以及故障发生后的处理过程描述

按照母线的运行方式, 常见的 10 kV 开闭所的接线模式有单母线不分段 (图 1) 和单母线分段 (图 2) 两种。本文中探讨的开闭所自动化主要就是针对这两种开闭所进行论述的。不管是哪种开闭所, 当发生短路故障时, 从电源点到故障点总会流过比正常

运行时大很多的故障电流。因此, 根据各开关是否流过故障电流就可以判断故障发生的位置。

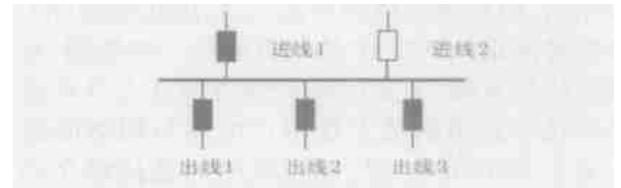


图 1 单母线不分段

Fig. 1 Single bus without sectionalizing

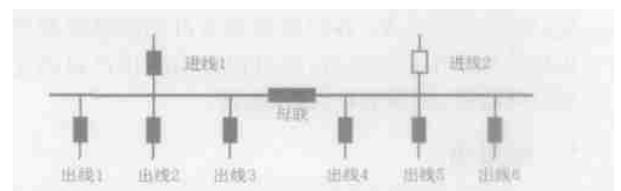


图 2 单母线分段并列运行

Fig. 2 Parallel operation of sectionalized single bus

2.1 单母线不分段开闭所

对于这类开闭所, 开闭所自动化意味着:

1) 在进线失压的情况下, 实现备自投。如图 1, 当配电终端 (DTU) 检测到并确认进线 1 失压且进线 2 有压时, 跳开进线 1, 合上进线 2, 完成备自投。如果配电终端检测到进线 2 无压, 备自投将闭锁。

2) 当母线故障时, 隔离母线故障。如图 1, 当母线上发生永久故障时, 在开闭所内的配电终端由于只检测到进线 1 开关流过故障电流而其他开关未检测到故障电流, 所以认为发生了母线故障。在等待变电站 10 kV 出口断路器重合闸闭锁后, 配电终端跳开进线 1 开关, 从而完成故障隔离。

3) 分支线故障时, 在变电站 10 kV 出口断路器重合闸前完成故障隔离以保证重合闸成功。如图 1, 假设出线 3 发生了永久故障, 由于配电终端只检测

到出线 3 和进线 1 流过故障电流,所以认为是分支线故障。当确认分支线开关失压后(因 10 kV 出口断路器跳闸),在 10 kV 出口断路器重合闸前跳开分支线开关,以确保 10 kV 出口断路器重合成功从而恢复其他未发生故障的区域供电。

2.2 单母线分段开闭所

根据联络开关的状态,这种开闭所有两种运行方式:联络开关为合时称为并列运行方式,联络开关为分时称为分列运行方式。不管运行方式怎样变化,配电终端在故障判断时所依据的原理都是不变的,即:根据各开关是否流过故障电流就可以判断故障发生的位置。基于上述原因,下面只简单描述在不同运行方式下的处理过程。

1) 并列运行(如图 2)

进线 1 失压且进线 2 有压时,跳开进线 1,合上进线 2。若进线 2 无压,则闭锁备自投功能。

母线故障时,隔离母线故障。若故障点在母联左边,则跳开进线 1 和母联开关并合上进线 2。若故障点在母联右边,则只跳开母联。

分支线故障,过流(短路)失压后跳闸。假设出线 1 故障,当检测到出线 1 先流过故障电流,然后又失流失压经预设的时间后跳闸。

2) 分列运行(如图 3)

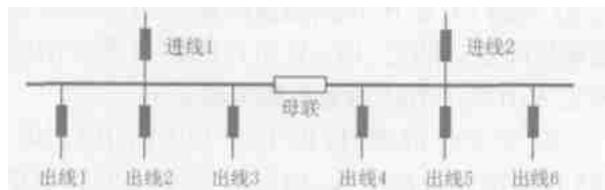


图 3 单母线分段分列运行

Fig. 3 Operating separately on sectionalized single bus

进线 1 失压且进线 2 有压时,跳开进线 1,合上母联开关。

母线故障时,隔离母线故障。若故障点在母联左边,则跳开进线 1。若故障点在母联右边,则只跳开进线 2。

分支线故障,过流(短路)失压后跳闸。假设出线 1 故障,当检测到出线 1 先流过故障电流,然后又失流失压经预设的时间后跳闸。

3 开闭所自动化对一次设备的要求

要实现开闭所自动化对一次设备有如下要求:

- 1) 开闭所内开关要有远动的三遥接口。
- 2) 开闭所进线开关必须设置进线 PT 以便对进线开关的电压进行监控,从而决定是否启动备自投。

在图 4 所示的运行方式下,如果两个进线开关都没有自己的进线 PT 而只有 I 段和 II 段母线 PT,那么当进线 1 失压后(往往由于开闭所外线路上发生故障导致变电站 10 kV 出口断路器跳闸所致),实际上整个开闭所的两段母线都无压,这时无法启动备自投。在图 5 所示的运行方式下,如果两个进线开关都有自己的进线 PT,那么当进线 1 失压后,配电终端检测到进线 2 有压则可启动备自投。这时,若要正确计算出线和母联的功率,需要一个 PT 切换板根据运行方式进行切换。切换板的切换逻辑是当母联开关处于分时,各段出线开关使用本段进线侧 PT。当母联为合时,则各段出线开关和母联开关使用进线开关处于合状态侧的进线 PT。

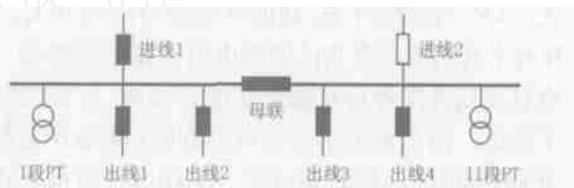


图 4 只有母线 PT 的开闭所不能实现备自投

Fig. 4 BZT can't be realized when PT is on the bus

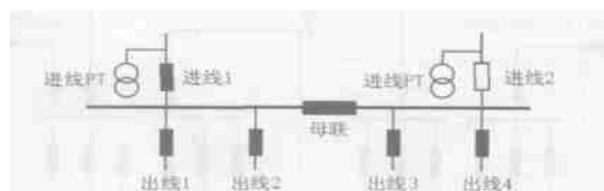


图 5 进线有 PT 的开闭所才能实现备自投

Fig. 5 BZT can be realized when PT is on the entrance

4 不同接线形式的开闭所其自动化的优缺点讨论

一台配电终端就可以监控整个开闭所的所有进出线,故障的处理功能完全下放到配电自动化终端(DTU),不需要通讯,速度快,可靠性高,这是实现开闭所自动化的突出优点。一般来讲,图 6 所示的以“总线”形式挂在 10 kV 线路上的开闭所十分适宜采用开闭所自动化模式。这类开闭所,不论运行方式如何改变,都能正确处理进线前故障(进线失压)、母线故障与分支线故障。至于其故障处理过程前文已经提及这里不再描述。

由于我国配网接线形式多样,有些开闭所尽管也是双电源供电,但是在不同运行方式下开闭所自动化的处理过程有所不同,我们以图 7、图 8 这类“手拉手”的开闭所为例进行说明。

图 7 中有 A、B 两个开闭所,其中 101 与 201 是

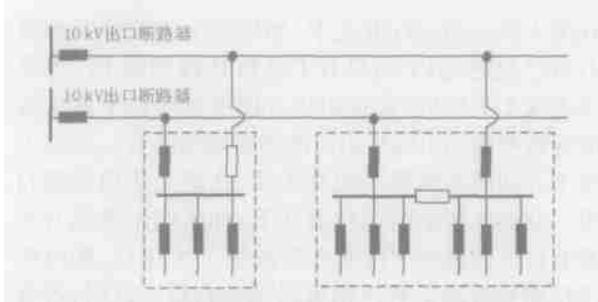


图6 以“总线”形式挂在10 kV线路上的开闭所

Fig. 6 Switch station linked on the 10 kV line as "bus"

开闭所的进线开关,102与202是电源出线开关(它们不是直接接负荷而是给其他开闭所供电的开关)、155为联络开关,其他开关为分支线开关。A、B两个开闭所均有自己的配电自动化监控终端。配电自动化终端各自监控所在的开闭所,它们之间互不通讯。图7表示正常运行方式时(联络开关都为分)的接线图。我们先讨论一下在这种运行方式下开闭所自动化的故障处理过程。

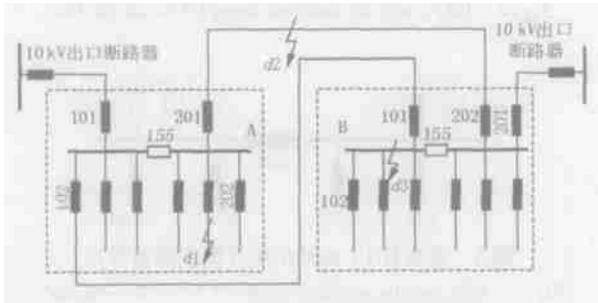


图7 “手拉手”的开闭所接线形式

Fig. 7 Connections of switch station for the case of "hand to hand"

$d1$ 点发生故障时:A开闭所认为是出线故障,过流(短路)且失压并经预设时限后跳开出线开关。B开闭所也认为是出线故障,过流(短路)且失压并经预设时限后跳开202即完成故障隔离。随后,10 kV出口断路器重合闸成功恢复B开闭所无故障区段供电。此时A开闭所虽然故障已经隔离,但是要恢复A开闭所II段无故障区段的供电需要手动合上A开闭所的联络开关(当配电终端与主站有通讯时可以遥控合上联络开关)。

$d2$ 点发生故障时:B开闭所认为是出线故障,过流(短路)且失压并经预设时限后跳开202即完成故障隔离。随后,10 kV出口断路器重合闸成功恢复B开闭所无故障区段供电。由于B开闭所202跳闸导致A开闭所进线201失压,当A开闭所101有压

时,启动备自投跳开进线201与电源出线202(说明:这类开闭所电源出线开关与联络开关在二次回路上常有互锁关系,要合联络开关必须先分开电源出线开关),然后合上A开闭所联络开关155。

$d3$ 点发生故障时:A开闭所102电源出线开关过流(短路)失压后跳闸,B开闭所认为是母线故障,在等待设定的延时后启动母线故障隔离功能跳开B开闭所101开关。

当运行方式变为如图8所示时,故障处理过程又是怎样的呢?我们在此只简单描述一下。

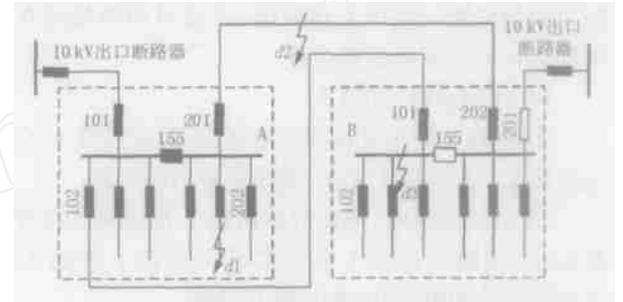


图8 运行方式改变后的开闭所接线形式

Fig. 8 Connections of switch station under the modified operation modes

$d1$ 点发生故障时:A开闭所认为是出线故障,过流(短路)且失压并经预设时限后跳开出线开关隔离故障点。随后,10 kV出口断路器重合闸成功恢复A、B两个开闭所无故障区段供电。

$d2$ 点发生故障时:由于A开闭所101、201与155都检测到故障电流,但是这三个开关都不是分支线开关,所以在故障发生,10 kV出口断路器跳闸后,配电终端不执行跳闸命令。当10 kV出口重合闸闭锁后,由于A开闭所101与201都失压,A开闭所备自投闭锁。对于B开闭所,由于不满足开闭所自动化的启动条件,也不动作。这种情况也需要主站人工干预操作开关进行故障的隔离。

$d3$ 点发生故障时:A开闭所102电源出线开关过流(短路)失压后跳闸,B开闭所认为是母线故障,在等待设定的延时后启动母线故障隔离功能跳开B开闭所101开关。

至于在其他运行方式与不同点发生故障时的开闭所自动化处理过程,读者可以自行分析,在此不再赘述。

从上面的分析看出,这类“手拉手”的开闭所,由于结构复杂,一个开闭所发生故障时,两个开闭所一般会同时动作。在某些运行方式下,他们并不能完全自动完成故障的处理,往往需要主站的人工干预。遇

到这类开闭所,建议将故障的处理权交给主站,配电终端只是将故障信息上报主站,待主站收集全故障信息后再进行故障定位、隔离与恢复。

5 小结

1) 开闭所自动化将故障的处理功能完全下放到配电自动化终端(DTU),不需要通讯,速度快,可靠性高。

2) 开闭所自动化适宜各个开闭所以“总线”形式挂在 10 kV 线路上的开闭所。

3) “手拉手”的开闭所由于情况复杂,配电终端又只能监控自己所在的开闭所信息,所以在故障处理时尚不能完全满足自动隔离故障与恢复无故障区段供电的需求,有时需要人工干预。遇到这种情况,建议将故障的处理权交给主站,因为主站收集到的信息集中、全面,利于正确处理故障。

参考文献:

- [1] 王明俊,刘广一,于尔铿(WANG Ming-jun, LIU Guang-yi, YU Er-keng). 配电系统自动化及其发展(Power Distribution System Automation and Its Development) [M]. 北京:中

- 国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1998.
 [2] 王章启,顾霓鸿(WANG Zhang-qi, GU Ni-hong). 配电自动化开关设备(Power Distribution Automatic Switch) [M]. 北京:水利电力出版社(Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1995.
 [3] 武建文(WU Jian-wen). 配电自动化一次开关设备(Power Distribution Automatic Primary Switch) [A]. 2000 电力系统新技术、新产品技术交流会论文集(Proceedings of 2000 Power system New Technique and New Product Technique Communication), 2000.
 [4] 刘健,倪建立(LIU Jian, NI Jian-li). 配电网自动化新技术(New Technique of Power Distribution System) [M]. 北京:中国水利水电出版社(Beijing: Publishing House of China Water Resources and Hydropower), 2004.

收稿日期: 2004-03-09; 修回日期: 2004-04-19

作者简介:

王高海(1974 -),男,学士,研究方向为配电自动化及开关设备; E-mail: wghbest @163.com

杨运国(1977 -),男,硕士,研究方向为微机在电力系统中的应用;

王喜贺(1976 -),男,学士,研究方向为配调一体化。

Research on several practical modes of switch station automation

WANG Gao-hai¹, YANG Yun-guo², WANG Xi-he¹, LIU Xian-fu¹

- (1. Yantai Dongfang Electronics Information Industry Co., Ltd, Yantai 264000, China;
 2. Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: With the experience of project execution and construction for distribution automation in recent years, the function of switch station automation is analysed, and the fault handling process for DTU(distribution terminal unit) of 10 kV switch station in different connections and operation modes has been discussed in detail. Based on this, the requirements of primary equipments in switch station are put forward, the merits and demerits of switch station in different connections for realizing its automation are discussed and summarized, which has some reference value for the design and realization of switch station automation.

Key words: switch station automation; distribution terminal unit; fault handling

(上接第 50 页 continued from page 50)

Design of a new integrated protector for preparatory transformer substation

XING Jian-jun¹, TU Qing-ping¹, ZHAI Chang-she²

- (1. Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China; 2. Yuanzheng Technology Co., Ltd, Xi'an 710075, China)

Abstract: The new trend of integrated protector for preparatory transformer substation is introduced in detail. In the viewpoint of online monitoring, real-time analysis and networking, and through a practical design example of preparatory transformer substation(PTS) project, a hardware platform solution for embedded real-time system based on digital system processing (DSP) is put forward, which can meet the demands of the up-to-date requirement in protector for preparatory transformer substation, and has advantage of small dimension, low cost, and suitable to be installed on site in large quantity. The architecture of system hardware and task distribution model are given, and the design has reached the proposed subject.

Key words: preparatory transformer substation(PTS); integrated protector; power network; real-time system