

广域后备保护故障识别方案

王 艳,金 晶,焦彦军

(华北电力大学 新能源电力系统国家重点实验室,河北 保定 071003)

摘要: 在广域信息基础上,提出了一种基于集中式结构的故障识别方案,根据各序分量排序情况确定故障区域,利用方向和纵差原理来判别故障元件。启动方式保证了经高阻短路故障情况下保护启动的灵敏性;故障区域划分方法既能缩小故障搜索范围,又能准确涵盖各故障元件;故障判别算法能够快速、准确地识别出线路及母线的简单、复合故障。提出了在断路器拒动、一点或一个站信息丢失情况下的故障识别策略。基于河北南网系统实际参数和运行断面进行了大量仿真,仿真结果验证了该方案的合理性和有效性。

关键词: 电力系统; 广域后备保护; 继电保护; 集中式结构; 序分量; 信息丢失; 故障分析

中图分类号: TM 773

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6047.2014.12.012

0 引言

继电保护系统是保障电网安全运行的第一道防线^[1-3]。电网结构复杂、运行方式多变给传统后备保护的整定和配合带来了很大不便,导致后备保护动作时限不断延长,不利于故障的快速切除。随着广域测量系统(WAMS)、计算机技术和通信技术的不断发展,基于广域信息的后备保护研究得到了广泛的关注^[4-9],大量学者提出了多种广域信息下的后备保护理论^[10-14]。基于广域测量信息的广域后备保护有利于解决复杂电网中现有后备保护配合关系难以整定、动作时间长的难题,与基于本地量的传统主保护协同工作、相得益彰,从系统全局的高度实现电网保护,保证系统安全可靠运行。

本文基于广域信息提出了一种集中式系统结构的后备保护算法。该算法在系统故障情况下能够灵敏启动,快速划分故障区域,准确识别出线路及母线的简单、复合故障,算法原理简单可靠,制定的策略在断路器拒动、信息丢失的情况下具有很好的准确性和适应性。

1 集中式广域保护系统结构

本文采用集中式系统结构,在通信满足要求的前提下,能做到全局最优控制,体现广域保护的优势。

以广域信息的采集、传送、分析和使用为主线,系统主要分为广域保护中心、广域通信网、广域保护子站 3 个部分,如图 1 所示。主站系统位于区域调度中心,负责与各个子站通信,获取测量点的广域数据,在线监测和分析电网运行状态,制定广域保护与

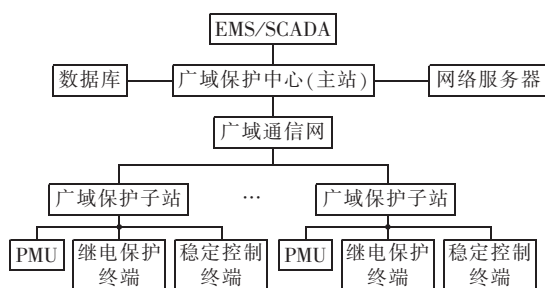


图 1 集中式广域保护系统结构图

Fig.1 Structure of centralized wide-area protection system

控制决策,并将决策命令下发到子站执行,同时与 SCADA 系统及其他系统进行数据信息交互。子站系统设置于各变电站及发电厂中,主要负责数据的采集和命令的执行。

主站与子站以同步数字体系 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)光纤双环网为媒介进行通信,采用 IP Over SDH 的组网技术,主站采用 1000 M 以太网,子站采用 100 M 以太网。子站相量测量单元(PMU)装置采集的数据经集中处理后经交换机、路由器、SDH 设备接入 SDH 传输网(电力调度数据网)。主站的决策命令通过 SDH 传输网下达到子站,经过通信控制机、协议转换机将命令下达到位于间隔层的测控单元,完成相应的跳闸或闭锁命令。为了保证信息的实时性,子站内部、子站与主站之间均可采用 IEC61850 通信规约。

2 广域保护故障识别方案

2.1 保护启动

2.1.1 三序电压式启动元件

WAMS 将采集的数据上传至保护中心,存入数据库。保护中心读取全网母线电压实时数据进行遍历搜索,当有母线任一序电压满足启动判据时,启动故障定位算法,并将此母线归入启动母线集中。启动判据为:

收稿日期:2013-10-04;修回日期:2014-04-25

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51307059);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(10QG08)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(51307059) and the Fundamental Research Funds for the Central Universities(10QG08)

$$\begin{cases} k_{i(1)}=U_{i(1)}/U_N < k_{\text{set}(1)} \\ k_{i(2)}=U_{i(2)}/U_N > k_{\text{set}(2)} \\ k_{i(0)}=U_{i(0)}/U_N > k_{\text{set}(0)} \end{cases} \quad (1)$$

其中, $U_{i(1)}$ 、 $U_{i(2)}$ 、 $U_{i(0)}$ 分别为母线 i 的正、负、零序电压幅值; U_N 为母线的额定相电压; $k_{i(1)}$ 、 $k_{i(2)}$ 、 $k_{i(0)}$ 分别为母线 i 的正、负、零序电压比例系数; $k_{\text{set}(1)}$ 、 $k_{\text{set}(2)}$ 、 $k_{\text{set}(0)}$ 分别为母线 i 的正、负、零序电压启动门槛值,启动门槛值可以根据网络的结构和大小进行整定。

2.1.2 负序电流式启动元件

在电网发生经过渡电阻短路故障时,三序电压启动判据可能均不满足要求。相间短路故障时,零序电流接近为 0,而负序分量存在于不对称故障的全过程,且不受对地分布电容电流和双回线零序互感的影响,故障特征明显,灵敏度高。因此,增加一个负序电流辅助启动判据:

$$f_{x(2)}=I_{x(2)}/I_N > f_{\text{set}(2)} \quad (2)$$

其中, $I_{x(2)}$ 为线路 x 一侧的负序电流幅值; I_N 为线路 x 的额定相电流; $f_{x(2)}$ 为线路 x 的负序电流比例系数; $f_{\text{set}(2)}$ 为线路 x 的负序电流启动门槛值。根据文献[15]可知,当线路 MN 末端 N 侧发生经过渡电阻接地故障时,流过 M 侧负序电流最小,根据线路耐过渡电阻能力、网路结构及参数,可求得该负序电流。综合各线路负序电流值,将最小负序电流乘以灵敏度系数 0.8 后即负序电流启动门槛值的整定值。实际应用中根据网络结构和大小进行整定。

2.2 故障区域的划分

当母线发生故障时,故障母线电压变化最大,其次是相邻母线电压。当线路发生故障时,故障线路两侧母线以及相邻母线电压变化较大。考虑复故障情况,将启动母线集中的母线按照序电压比例系数进行排序(正序按比例系数从小到大的顺序排序,负序和零序按比例系数从大到小的顺序排序),将排序结果的前 6 条母线划入故障区域。由于发生不同故障时,各序电压对各种故障的灵敏度不同,排序结果也不同,因此将各序电压系数排序分别得到的前 6 条母线构成一个并集,将这个并集里的母线以及相连的线路构成故障区域。

当发生经过渡电阻短路故障时,由于过渡电阻的存在,满足负序电流启动判据的线路不会太多,启动线路集不会太大,可将启动线路集中的所有线路及其连接的母线共同构成故障区域。

故障区域的划分方法能够准确涵盖故障元件,避免对全网所有元件进行故障判别,加快故障定位速度。

2.3 故障判别算法

负序分量存在于不对称故障的全过程,且不易受

系统振荡、双回线零序互感、线路分布电容电流的影响,故障特征明显。正序分量在故障过程中始终存在,且正序分量在故障前后有过渡时间短、暂态响应速度快、故障过程输出近似恒定的优良特性。故本文将基于正、负序分量的广域纵联方向保护算法^[16]及广域电流差动保护算法^[17]相结合,根据各判据的特点,从实用化角度考虑,提出了一种利用广域信息的综合故障定位法。

2.3.1 母线短路故障判别

当母线 i 发生故障时,与其相连的所有线路的负序方向元件全部为反向,故判定该母线故障。

根据比较相位式方向元件动作判据,负序方向元件的输出值定义为:

$$D_{x(2)} = \begin{cases} 0 & \text{元件未启动} \\ 1 & 180^\circ < \arg \frac{U_2}{I_2} < 360^\circ, \text{正方向} \\ -1 & 0^\circ < \arg \frac{U_2}{I_2} < 180^\circ, \text{反方向} \end{cases} \quad (3)$$

其中, U_2 为母线 i 的负序电压相量; I_2 为线路 x 位于母线 i 侧的负序电流相量; $D_{x(2)}$ 为线路 x 位于母线 i 侧的负序方向元件的输出值。

综合方向元件输出值,定义母线动作系数为:

$$F_{i(2)} = \begin{cases} 1 & \sum_{x=1}^m D_{x(2)} = -m \\ 0 & \sum_{x=1}^m D_{x(2)} > -m \end{cases} \quad (4)$$

其中, m 为母线 i 连接的线路数; $F_{i(2)}$ 为母线 i 的负序动作系数。当 $F_{i(2)}=1$ 时,判定母线 i 发生了短路故障。

当母线发生三相对称故障时,故障点不存在负序分量,此时可利用正序电流差动原理来识别故障母线。当母线未发生故障时,流向母线的正序电流满足基尔霍夫电流定律,正序电流相量之和接近 0;当母线发生故障时,母线连接的所有线路的正序电流均流向母线,正序电流相量之和大于相连的任意一条线路电流,由此可判定为母线发生故障,因此母线正序电流差动判据为:

$$\left| \sum_{x=1}^m I_{x(1)} \right| > K' \max \{ |I_{1(1)}|, |I_{2(1)}|, \dots, |I_{m(1)}| \} \quad (5)$$

其中, $I_{x(1)}$ 为线路 x 位于母线 i 侧的正序电流相量;考虑测量误差及一定裕度,可靠系数 K' 取 0.9。

综上所述,当满足判据 $F_{i(2)}=1$ 或判据式(5)时,判定该母线发生了短路故障。

2.3.2 线路短路故障判别

判别线路故障时,采用正、负序纵联电流相位差动保护原理,可靠区分线路内、外部故障。规定电流正方向由母线指向线路,线路两侧电流互感器均采

用正极性接法,其一次回路的极性端均置于靠近母线的一侧。

序电流相位差动保护原理的判据为:

$$|\theta_{i(2)} - \theta_{k(2)}| < \theta_{\text{set}(2)} \quad (6)$$

$$|\theta_{i(1)} - \theta_{k(1)}| < \theta_{\text{set}(1)} \quad (7)$$

其中, $\theta_{i(1)}$ 、 $\theta_{k(1)}$ 分别为线路两侧的正序电流相角; $\theta_{i(2)}$ 、 $\theta_{k(2)}$ 分别为线路两侧的负序电流相角; $\theta_{\text{set}(1)}$ 、 $\theta_{\text{set}(2)}$ 分别为正、负序动作角。根据相差纵联保护闭锁角整定原则,考虑电流互感器相角误差为 7° 、保护装置相角误差为 15° 及裕度角 15° 因素影响,闭锁角最小为 37° , $\theta_{\text{set}(1)}$ 、 $\theta_{\text{set}(2)}$ 的整定值最大可取 143° 。动作角的整定应考虑线路灵敏角等因素的影响,可根据电网实际情况进行整定。

当某线路满足判据式(6)或式(7)时,判定该线路发生了短路故障。

2.4 信息丢失情况下故障识别策略

系统投入运行前期应先进行采集系统及通信设备的检测,保证所有设备都处于正确工作状态。若系统投入运行期间由于子站信息采集系统异常或者数据在传输过程中发生信息丢失,则按照以下特定措施进行处理。

(1) 一点信息丢失,即某子站监测的一条线路电流信息丢失。

a. 若信息丢失子站启动元件未动作,该子站未被划入故障区域,则该点信息丢失不影响故障的判别,不进行处理。

b. 若该子站被划入故障区域,则将信息丢失线路及该站母线确定为疑似故障线路和疑似故障母线。先对故障区域的其他线路和母线进行故障判别,若故障区域内的其他线路和母线未检测出故障,则先切除疑似故障线路,切除后再次收集电网数据进行保护启动判别,若保护仍启动,则切除疑似故障母线。

故障识别流程图如图 2 所示。

(2) 一个站信息丢失,即一个站的母线电压、线路电流信息均丢失。

a. 若与该站相邻的母线均不在故障区域内,则该站未被划入故障区域,该站信息丢失不影响故障的判别,不进行处理。

b. 若该站母线被划入故障区域,则将该站母线及其相连的所有线路确定为疑似故障母线和疑似故障线路。先对故障区域内其他母线和线路进行故障判别,若未检测出故障,则确定故障发生在疑似故障区,转步骤 **c**。

c. 利用疑似故障线路对侧站距离保护 I 段信息,依次判断各线路是否发生故障,若各线路距离保护 I 段均未动作,则采用轮切策略:利用疑似故障线

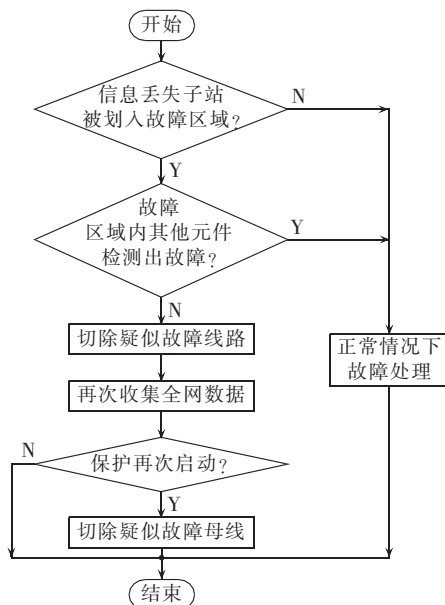


图 2 一点信息丢失情况下故障识别策略

Fig.2 Fault identification strategy for information loss of one line

路对侧站电流信息,切除电流最大线路(跳本线路两端断路器);根据再次收集的电网信息,判断故障是否消失,若故障仍存在,切除剩余线路中的电流最大线路(跳本线路两端断路器,同时合上条线路两端断路器),依次进行,直至故障消失。故障线路电流较大,则故障可一次或经较少次动作后切除。若轮切结束后故障仍存在,则判为母线故障,切除与该母线相连的所有线路。由于母线故障概率远低于线路故障概率,在整个站信息全部丢失的极端恶劣情况下,为防止停电范围扩大,该策略是可行的。

故障识别流程图如图 3 所示。

2.5 广域后备保护策略

广域保护中心的故障识别方案流程如图 4 所示。对 WAMS 采集并上传存入保护中心的数据进行启动判别,以搜索电网是否发生故障;若启动元件动作,则划分故障区域;如发生信息丢失,则按信息丢失流程处理;若无信息丢失,则对故障区域内的各母线和线路进行故障判别,定位故障元件,且向子站发送跳闸命令切除故障元件;子站收到跳闸命令后,跳开相应的断路器,并将断路器动作后的状态信息上传至保护中心;若发生母线故障且断路器拒动情况,则向该拒动断路器所在线路的对侧断路器发送跳闸命令;若发生线路故障且断路器拒动,则向拒动断路器所在侧母线相连的所有断路器发送跳闸命令,以确保故障元件的隔离。

3 仿真实验

3.1 仿真算例

在自主研发的河北南网广域保护智能应用系统

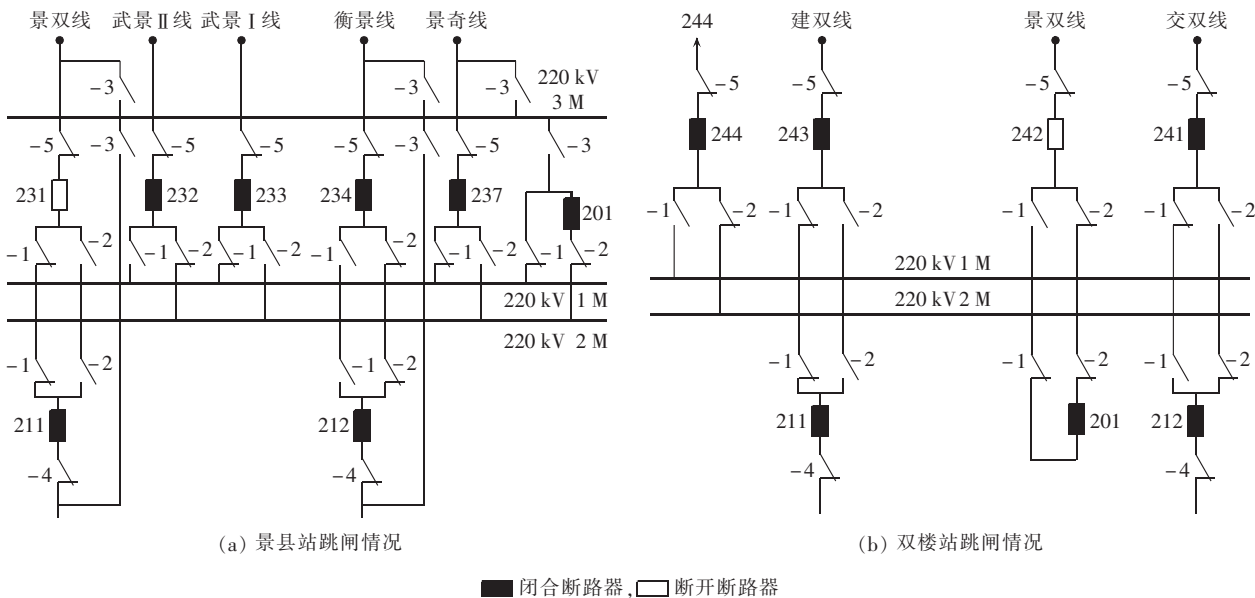


图 6 景双线故障时跳闸情况
Fig.6 Trips for Jing-Shuang line fault

表 2 简单故障仿真

Table 2 Simulation of simple fault

故障点	故障类型	故障设置	仿真时间/ms
景双线距景县站 80% 线路长度处	AG、AB、ABG、ABC	简单故障	5.032、5.546、5.721、5.832
武邑站 500 kV 1 M	AG、AB、ABG、ABC	简单故障	5.012、5.354、5.443、5.875
辛邑线距辛安站 50% 线路长度处	AG、AB	经 300 Ω、500 Ω 过渡电阻 (500 kV)	4.705、4.885
景县站 220 kV 1 M	AG、AB	经 100 Ω、300 Ω 过渡电阻 (220 kV)	4.879、4.886
衡水线距衡水站 40% 线路长度处	AB	景县站 234 开关拒动	4.776+4.811
金寺站 220 kV 2 M	AG	金寺站 261 开关拒动	4.944+5.015
衡水线距衡水站 40% 线路长度处	ABC	景县站武景 I 线信息丢失	5.916
武景 I 线距景县站 40% 线路长度处	AB	景县站武景 I 线信息丢失	6.137
景县站 220 kV 1 M	AB	景县站武景 I 线信息丢失	6.535+6.283
衡水线距衡水站 50% 线路长度处	ABG	双楼站信息全部丢失	5.679
建双线距建桥站 50% 线路长度处	ABC	双楼站信息全部丢失	5.611
双楼站 220 kV 1 M	AG	双楼站信息全部丢失	5.753+5.271+4.821

注:4.776+4.811 表示程序运行 2 次,第一次时间为 4.776 ms,第二次时间为 4.811 ms;其他类似。

表 3 复合故障仿真

Table 3 Simulation of complex fault

故障元件	电压等级/kV	故障类型	α	过渡电阻/Ω	仿真时间/ms
武马 I 线/武马 II 线	220/220	BC/AB	80%/20%	—/—	6.205
景奇线/杨衡线	220/220	AG/AB	50%/70%	100/100	6.191
衡水线/沧邑线	220/500	BC/AB	50%/20%	100/—	7.671
沧邑线/辛邑线	500/500	BG/AC	50%/70%	—/—	6.255
杨衡线/景线站 220 kV 1 M	220/220	ABC/AG	50%/—	—/100	5.590
龙奇线/武邑站 500 kV 1 M	220/500	AB/ABC	70%/—	300/—	6.808

注: α 为故障点距线路始端的距离和线路长度的比值。

4 结论

本文基于广域信息提出了一种集中式结构的广域后备保护故障识别方案,在河北南网广域保护智能应用系统平台上开发了广域后备保护与控制系统软件,基于河北南网系统实际参数和运行断面对该方案的合理性和有效性进行了验证。对经过渡电阻、断路器拒动、信息丢失情况下,线路、母线发生的各

种故障分别进行了仿真测试,结果表明该方案能快速、正确识别各种故障。河北南网共 43 个子站已配有 PMU 装置,通过在调度中心实时动态监测系统主站端设置厂站端传送数据包来模拟 WAMS 的 PMU 数据到主站端的通信时延,包括传感器(电流/电压互感器)、同步采样、相量计算和数据封装、子站通信模块、通信链路、主站通信前置机等每一环节产生的时延,对 43 个站点分别测试 5 次,其往返最大时延

为 19.1 ms。可以看到河北南网单程通信总延时小于 20 ms,故从数据的上传、保护中心策略的制定,到命令下达至子站总耗时不超过 50 ms,远小于传统后备保护的動作延时。

本文提出的广域后备保护故障识别方案简单、策略可靠,能避免传统后备保护整定、配合困难等问题,在信息缺失情况下仍能正确工作,可极大提高后备保护的性能。

参考文献:

- [1] 丛伟,潘贞存,丁磊,等. 满足“三道防线”要求的广域保护系统及其在电力系统中的应用[J]. 电网技术,2004,28(18):29-33.
CONG Wei,PAN Zhencun,DING Lei,et al. Wide area protection system to defend three different types of power system stability problems and its application[J]. Power System Technology,2004,28(18):29-33.
- [2] 张保会. 加强继电保护与紧急控制系统的研究提供互联电网安全防护能力[J]. 中国电机工程学报,2004,24(7):1-6.
ZHANG Baohui. Strengthen the protection relay and urgency control systems to improve the capability of security in the interconnection power network[J]. Proceedings of the CSEE,2004,24(7):1-6.
- [3] SERIZAWA Y,MYOUJIN M,KITAMURA K,et al. Wide-area current differential backup protection employing broadband communications and time transfer systems[J]. IEEE Trans on Power Delivery,1998,13(4):1046-1052.
- [4] KARLSSON D,HEMMINGSSON M,LINDAHL S. Wide area system monitoring and control-terminology,phenomena,and solution implementation strategies[J]. IEEE Power & Energy Magazine,2004,2(5):68-76.
- [5] 王正风,黄太贵,吴迪,等. 广域测量技术在电力系统中的应用[J]. 华东电力,2007,35(5):32-36.
WANG Zhengfeng,HUANG Taigui,WU Di,et al. Application of wide area measurement system to power systems[J]. East China Electric Power,2007,35(5):32-36.
- [6] OTA Y,NAKAMURA K,FUJITA H,et al. PMU based midterm stability evaluation of wide-area power system[J]. IEEE Trans on Power Systems,2002,17(2):378-382.
- [7] 易俊,周孝信. 电力系统广域保护与控制综述[J]. 电网技术,2006,30(8):7-12.
YI Jun,ZHOU Xiaoxin. A survey on power system wide-area protection and control[J]. Power System Technology,2006,30(8):7-12.
- [8] 何志勤,张哲,尹项根,等. 电力系统广域继电保护研究综述[J]. 电力自动化设备,2010,30(5):125-130.
HE Zhiqin,ZHANG Zhe,YIN Xianggen,et al. Overview of power system wide area protection[J]. Electric Power Automation Equipment,2010,30(5):125-130.
- [9] 杨春生,周步祥,林楠,等. 广域保护研究现状及展望[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(9):147-150.
YANG Chunsheng,ZHOU Buxiang,LIN Nan,et al. Research current status and prospect of wide-area protection[J]. Power System Protection and Control,2010,38(9):147-150.
- [10] 李振兴,尹项根,张哲,等. 有限广域继电保护系统的分区原则与实现方法[J]. 电力系统自动化,2010,34(19):48-51.
LI Zhenxing,YIN Xianggen,ZHANG Zhe,et al. A study of zone division on limited wide area protection system[J]. Automation of Electric Power Systems,2010,34(19):48-51.
- [11] 丛伟,潘贞存,赵建国. 基于纵联比较原理的广域继电保护算法研究[J]. 中国电机工程学报,2006,26(21):8-14.
CONG Wei,PAN Zhencun,ZHAO Jianguo. A wide area relaying protection algorithm based on longitudinal comparison principle[J]. Proceedings of the CSEE,2006,26(21):8-14.
- [12] 张保会,周良才,王成根,等. 具有容错性能的广域后备保护算法[J]. 电力系统自动化,2010,34(5):66-71.
ZHANG Baohui,ZHOU Liangcai,WANG Chenggen,et al. Wide area backup protection algorithm with fault tolerance performance[J]. Automation of Electric Power Systems,2010,34(5):66-71.
- [13] 曾飞,苗世洪,林湘宁,等. 基于序分量的电网广域后备保护算法[J]. 电力系统自动化,2010,34(23):57-63.
ZENG Fei,MIAO Shihong,LIN Xiangning,et al. A wide area backup protection algorithm for power grid based on sequence component[J]. Automation of Electric Power Systems,2010,34(23):57-63.
- [14] 李振兴,尹项根,张哲,等. 广域继电保护故障区域的自适应识别方法[J]. 电力系统自动化,2011,35(16):15-20.
LI Zhenxing,YIN Xianggen,ZHANG Zhe,et al. A study of zone division on limited wide area protection system[J]. Automation of Electric Power Systems,2011,35(16):15-20.
- [15] 张弛,李一泉,曾耿晖. 基于负序分量补偿的纵联零序方向保护判据与仿真研究[J]. 电力系统保护与控制,2008,36(21):18-23,76.
ZHANG Chi,LI Yiquan,ZENG Genghui. Principle investigation and simulation research on pilot zero sequence directional protection with compensation of negative sequence component[J]. Power System Protection and Control,2008,36(21):18-23,76.
- [16] 杨增力,石东源,段献忠. 基于方向比较原理的广域继电保护系统[J]. 中国电机工程学报,2008,28(22):77-81.
YANG Zengli,SHI Dongyuan,DUAN Xianzhong. Wide-area protection system based on direction comparison principle[J]. Proceedings of the CSEE,2008,24(7):1-68.
- [17] 丛伟,潘贞存,赵建国,等. 基于电流差动原理的广域继电保护系统[J]. 电网技术,2006,30(5):91-95,110.
CONG Wei,PAN Zhencun,ZHAO Jianguo,et al. A wide area protective relaying system based on current differential protection principle[J]. Power System Technology,2006,30(5):91-95,110.

作者简介:



王 艳

王 艳(1981—),女,黑龙江富裕人,讲师,博士,从事电力系统分析与保护方面的研究(E-mail:wangyan0421@gmail.com);

金 晶(1988—),女,湖北咸宁人,硕士研究生,从事电力系统继电保护方面的研究;

焦彦军(1963—),男,河北安国人,教授,博士,从事电力系统分析与控制、电力系统继电保护方面的研究。

(下转第 99 页 continued on page 99)

under unbalance load[J]. Proceedings of the CSEE,2008,28(36):33-39.

[16] 王汝田,王建曠,纪延超,等. 3×4 矩阵变换器[J]. 电力自动化设备,2009,29(4):96-101.

WANG Rutian,WANG Jianze,JI Yanchao,et al. 3×4 matrix converter[J]. Electric Power Automation Equipment,2009,29(4):96-101.

[17] 陈希有,丛树久,陈学允. 双电压合成矩阵变换器特性与电压扇区的关系分析[J]. 中国电机工程学报,2001,21(9):63-67.

CHEN Xiyu,CONG Shujiu,CHEN Xueyun. The analysis of the relationship between the voltage sectors and the performances

of matrix converter based on two-voltage synthesis[J]. Proceedings of the CSEE,2001,21(9):63-67.

作者简介:



王汝田

王汝田(1979—),男,山东潍坊人,副教授,博士,研究方向为电力电子技术在电力系统中的应用(E-mail:wrtmail@163.com);

伏祥运(1977—),男,江苏赣榆人,高级工程师,博士,研究方向为电力系统分析与控制、电力系统电能质量分析与控制。

Strategy of double line-to-line voltages control for 3×4 matrix converter

WANG Rutian¹,CUI Yongheng¹,CHEN Qiufeng¹,FU Xiangyun²

(1. Electrical Engineering College,Northeast Dianli University,Jilin 132012,China;

2. State Grid Lianyungang Power Supply Company,Lianyungang 222004,China)

Abstract: As the 3×3 MC(Matrix Converter) can't carry unbalance load,the topological structure of 3×4 MC is applied,which connects the neutral point of load to the added midline bridge. The strategy of double line-to-line voltages control for 3×3 MC is inherited and the analysis and deduction of its modulation process show that,the output voltages of three-phase bridges with unbalance load have the zero-sequence components. The pulse width modulation is applied to the midline bridge alone to control the neutral point voltage of load as the corresponding zero-sequence voltage,which makes the outputs of three-phase load voltage symmetric. Simulation model is built with MATLAB/Simulink and the simulative results show that,the 3×4 MC with the proposed control strategy provides symmetric three-phase voltage for the unbalance load,verifying its correctness and effectiveness.

Key words: 3×3 matrix converter; 3×4 matrix converter; unbalance load; double line-to-line voltages control strategy; pulse width modulation; electric converters; voltage control

(上接第 75 页 continued from page 75)

Fault identification scheme for wide-area backup protection

WANG Yan,JIN Jing,JIAO Yanjun

(State Key Laboratory of Alternate Electrical Power System with Renewable Energy Sources,
North China Electric Power University,Baoding 071003,China)

Abstract: Based on the wide-area information,a fault identification scheme with centralized structure is proposed for the backup protection,which detects the faulty zone according to the component ranks of three sequences and identifies the faulty element based on the directional and longitudinal differential principle. Its startup mode ensures the protection sensitivity of short circuit fault with high transition resistance,its fault zone partition method reduces the fault search range while covers all fault elements properly,and its fault identification algorithm detects both simple and complex faults of line and bus quickly and precisely. The fault identification strategy is proposed for the refuse-to-act of breakers and the information loss of one line or one station. Simulations are carried out based on the parameters and operational section of Southern Hebei Power Network and the simulative results verify the rationality and validity of the proposed scheme.

Key words: electric power systems; wide-area backup protection; relay protection; centralized structure; sequence component; information loss; failure analysis