

基于分段完成低压母线故障的有选择性快速保护

曾院辉, 刘丁, 陶海泉, 李磊

(深圳南瑞科技有限公司, 广东 深圳 518040)

摘要: 变电站内低压母线设置快速保护具有非常重要的意义, 实现快速保护主要问题是区分母线故障和线路近区故障, 对于并列运行的低压母线还需区分故障母线和非故障母线。提出了一种新的在并列运行下区分故障母线和非故障母线的方法。通过现场总线传送线路动作闭锁信息、分段的功率方向或电流矢量到变压器后备保护。后备保护通过线路动作闭锁信息区分母线故障和线路故障, 通过分段的功率方向或电流矢量区分故障母线和非故障母线, 实现低压母线保护的快速性和选择性。经过工程测试, 通过该方法实现的低压母线保护动作快速、准确, 具有工程应用价值。

关键词: 微机保护; 低压母线; 现场总线

Research on the quick protection for fault location for low voltage bus based on section

ZENG Yuan-hui, LIU Ding, TAO Hai-quan, LI Lei

(Shenzhen Nari Science and Technology Company, Shenzhen 518040, China)

Abstract: The substation set-up rapid protection in low voltage bus has very important significance. The main problem of achieving rapid protection is how to distinguish fault bus from near fault line. The parallel operation of low pressure bus still need to distinguish fault from non-fault bus. This paper presents a method of distinguishing fault from non-fault bus in the parallel operation. Through fieldbus moves the locking information of line, the direction of section breaker's power or current to the transformer backup protection. Through the locking information of line, the backup protection can distinguish between bus fault and line fault. Through the direction of section breaker's power or current, the backup protection can distinguish between fault and non-fault bus. It can achieve low voltage busbar protection of the rapidness and selectiveness, after engineering tests.

Key words: microprocessor-based protection; low voltage bus; fieldbus

中图分类号: TM77

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)21-0007-03

0 引言

母线保护装设在变电所的母线上, 在母线故障时快速切除故障, 满足电力系统安全运行的要求。母线保护原理主要是采用电流差动方式, 将母线上所有出线的二次电流分相地接入到一个集中的母差装置上, 这种接线方式投资大, 接线复杂。一般低电压等级母线不设母差保护, 母线故障时仅依靠变压器的后备保护延时跳开断路器^[1]。

由于后备保护的延时必须躲过母线上的线路保护的動作时间, 需要较长延时^[2], 不能快速切除母线故障, 容易烧毁母线、开关等设备。若短路的电弧很大, 时间长容易烧毁开关柜或端子箱, 可能导致站用直流失电, 不能在本站切除故障, 扩大事故范围。若低压母线能增加一个快速保护, 则能避免上述问题, 防止事故的扩大, 维持电力系统的稳定运行。

基于现场总线的低压母线保护通过现场总线收

集母线上悬挂的各出线的保护动作信息, 通过分析判断和逻辑处理: 若有任一线路保护动作信息, 则闭锁低压母线保护, 若未收到任何线路保护动作信息, 则低压母线保护启动, 判断为母线故障, 快速切除故障母线段的关联断路器, 于是就保证了在母线发生故障时能迅速找到故障点, 以较小时限切除故障, 从而保证电网安全运行及供电的可靠性。

若低压侧为单母分段方式, 母线处于并列运行时, 两段母线的低压母线保护在任一母线段故障时都将收不到任何线路的保护动作信息, 都将动作出口, 使继电保护失去选择性。如何区分是一母故障还是二母故障, 增强低压母线保护的选择性就变得非常重要。

1 并列运行时的问题

分列运行时主要考虑区分线路故障或母线故障, 线路故障时, 线路保护和变压器低侧后备保护同时感受到故障电流; 母线故障时, 只有变压器低

侧后备保护感受到故障电流。以下称线 1 即线路 1 保护, 后备即变压器低侧后备保护, 后备 1 即 1# 变压器低侧后备保护, 后备 2 同理。

并列运行指分段处于合位, 两段母线等电位运行。线路故障时 (如图 1 中的 A 点), 线 1、后备 1 和后备 2 同时感受到故障电流; 母线故障时 (如图 1 中的 B 点), 只有后备 1 和后备 2 感受到故障电流。

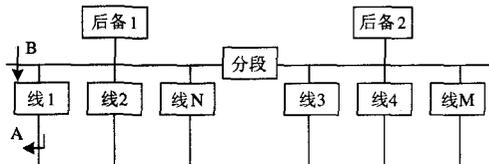


图 1 并列运行示意图
Fig.1 Abreast running

A 点故障为线路故障, 线 1 启动后发送广播闭锁报文, 后备 1、后备 2 收到后闭锁自身的母线速断, 由线 1 切除 1# 线路上的故障, I、II 母能够继续正常运行。

B 点故障为 I 母故障, 线 1、线 2、…、线 N 和线 3、线 4、…、线 M 不能感受到故障电流, 不会启动, 不会发送广播闭锁报文, 只有后备 1、后备 2 和分段能感受故障电流, 保护启动。后备 1、后备 2 和分段的配合有以下几种情况。

1) 并列运行时将母线速断保护退出, 此时由后备 1、后备 2 采集分段的位置状态 (也可通过压板人工设置), 若合位为 1 则后备 1、后备 2 的母线快速保护自动退出, 由常规的后备过流保护切除故障。此方式在并列运行时没有母线快速保护, 快速性不好。

2) 不区分 I、II 母, 同时跳开 I、II 母低压开关和分段开关。此方式的缺点是将无故障的 II 母误切除, 导致 II 母上的线路失电, 选择性不好。

3) 分段开关也装设快速保护, 分段保护在无线路的广播闭锁报文时, 快速跳开分段开关, 此时后备 2 自然返回, 后备 1 经小延时后切除 1# 变低压侧开关。这样就保证了 II 母的正常运行。后备 1 中的母线速断保护经比分段长一级的延时动作, 切开 I 母故障。此方式的缺点是后备需经一个稍长延时 (一般需 0.5 s) 才能切除母线故障, 尽管与常规后备保护切除母线故障的延时相比能缩短很多。

4) 后备依据分段保护装置通过现场总线送来的功率方向或电流矢量进行计算和判断, 选出故障母线, 保证动作的快速性和选择性。

2 分段的判断

2.1 分段检测功率方向

分段设置故障启动和功率方向检测元件, 在故障启动后计算功率方向, 并将结果通过现场总线广播发送, 后备 1 和后备 2 根据收到分段的功率方向结果, 对比自身设置, 在未收到线路的广播闭锁报文时决定是闭锁出口, 还是跳闸出口。

假设分段功率方向的正方向为 II 母流向 I 母, 分段检测为正方向时通过现场总线广播 1, 反方向时广播 0。这里 1 和 0 分别代表 2 种不同的报文。当故障发生在 I 母或 I 母的线路上时, 分段广播 1; 当故障发生在 II 母或 II 母的线路上时, 分段广播 0。

以图 1 为例, 则当 B 点发生故障时, 分段保护故障启动并检测方向为正方向, 因此分段广播 1, 后备 1 接受到分段送来的正方向, 对比自身设置, 判断故障发生在本侧母线, 因此启动母线快速保护出口, 跳开 #1 变压器低侧开关和分段开关, 隔离故障, II 母继续正常运行; 相反后备 2 接受到分段送来的正方向, 对比自身设置, 判断故障不在本侧母线, 因此闭锁母线快速保护 (为了增加可靠性, 此时可以出口跳分段, 使一台变压器带两段母线时也能快速切除故障)。若 A 点发生故障, 后备 1 尽管接受到分段送来的正方向, 判断故障发生在本侧, 但线 1 会广播闭锁报文, 后备 1 因此不会启动出口跳闸, 而由线 1 的动作, 跳开线路 1 的开关, 切除故障。

本方法后备 1 与后备 2 的判断逻辑有一些差异, 后备 1 收到分段反方向报文时闭锁母线快速保护, 后备 2 收到分段正方向报文时闭锁母线快速保护。可以通过保护装置的界面来设置这些差异。若分段保护没有故障启动, 则后备 1 与后备 2 都不会闭锁, 此时等同于分列运行方式。

2.2 后备判断分段的电流方向

分段设置故障启动, 故障启动后通过现场总线用广播方式将三相电流的矢量传至后备 1 与后备 2, 后备通过判断分段电流的方向来区分是 I 母故障还是 II 母故障, 并结合线路保护是否有广播闭锁报文来决定是否出口动作。

假设分段的电流矢量为 I_f , 方向为 II 母流向 I 母, 后备 1 的电流矢量为 I_1 , 后备 2 的电流矢量为 I_2 , 方向为流进母线。和电流和差电流的计算公式如表 1。

表 1 和电流和差电流计算公式

Tab.1 The formula of sum current and fault current

计算量	含义	计算公式
I_{s1}	后备 1 和电流	$I_1 + I_f$
I_{d1}	后备 1 差电流	$I_1 - I_f$
I_{s2}	后备 2 和电流	$I_2 + I_f$
I_{d2}	后备 2 差电流	$I_2 - I_f$

若 I 母故障, I_1 、 I_2 、 I_f 为正, 则有:

$$|I_{h1}| > |I_{e1}| \quad (1)$$

$$|I_{h2}| < |I_{e2}| \quad (2)$$

若 II 母故障, I_1 、 I_2 为正, I_f 为负, 则有:

$$|I_{h2}| > |I_{e2}| \quad (3)$$

$$|I_{h1}| < |I_{e1}| \quad (4)$$

若式 (1) 成立, 后备 1 判断为 I 母或 I 母线路故障; 若式 (3) 成立, 后备 2 判断为 II 母或 II 母线路故障。式 (1) 和 (3) 不会同时成立, 所以后备 1 和后备 2 可以分别依据式 (1) 和 (3) 进行选择判断。

若 I_f 为 0, 则等同于分列运行方式, 取消对分段电流方向的检测。若 I_1 为 0, 后备 1 不会启动, 系统运行方式为 2# 变压器带两段母线, 此时, 后备 2 在检测出 I 母或 I 母线路故障时, 应出口跳开分段开关。

本方法后备 1 与后备 2 的和电流和差电流的计算公式不一样。由于无需电压参与计算, 简单可靠。在母线故障尤其三相故障时, 电压可能降为 0, 难以检测功率方向, 需采用记忆电压的方式。

广播传送分段电流矢量的方式增加了广播报文的长度。若一路电流为 4 个字节, 三相电流加上报文头共需 16 个字节, 总共报文传送时间不大于 4 ms, 不影响保护的逻辑判断时间。

采用广播矢量进行方向判断时, 需保证采样点的同步。GPS 对时信号 (广播校时也可以) 将采样点同步, 一般置为 0, 以后每次采样加 1, 分段保护装置计算电流矢量后广播传送时将采样点也送出来。后备保护接受后寻找相同采样点计算本侧电流矢量, 然后计算和电流和差电流, 进行故障的选择性判断。

3 结论

继电保护采用单片微机技术后许多观念应当得到更新, 但有些基于机械型保护时代的观念仍未改变, 没有充分发挥微机保护的优势。随着网络技术进入变电所自动化领域, 尤其是总线技术协议中的多 ID 地址特征使所内点与点的通讯成为可能。由以上分析可知, 通过现场总线完成低压侧母线快速保护, 具有较好的快速性, 弥补了原后备保护动作速度慢的缺陷, 同时原理简单, 经工程试验具备高可靠性。

参考文献

- [1] 赵京立, 马晓黎. 一种 10 kV 至 35 kV 母线保护方案[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(21): 59-60.
ZHAO Jing-li, MA Xiao-li. 10kV to 35kV Bus Protection Scheme[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(21): 59-60.
- [2] 潘贞存, 王葵, 杜世双, 等. 中低压母线加装专用继电保护的必要性和几种方案的探讨[J]. 电网技术, 2002, 26(9): 75-77.
PAN Zhen-cun, WANG Kui, DU Shi-shuang, et al. On Necessity of Equipping Dedicate Protection Device to Busbar in Distribution Network and Several Implementing Projects[J]. Power System Technology, 2002, 26(9): 75-77.

收稿日期: 2007-02-09

作者简介:

曾院辉 (1968-), 男, 硕士, 从事变电站综合自动化领域的研究与技术开发; E-mail: zengyh@sznari.com

刘丁 (1978-), 女, 工程师, 从事变电站综合自动化领域的研究与技术开发。

中国首台国产特大水电机组实现连续百日安全运行

新华网宜昌 10 月 17 日电 截至 17 日 10 时 51 分, 三峡工程首台 70 万千瓦水轮发电机组——26 号机组顺利实现“首稳百日”目标, 机组运行稳定可靠, 这标志着世界上单机容量最大的水电机组在中国成功实现国产。

三峡电厂厂长马振波介绍说, 投产 100 天以来, 26 号机组主设备运行正常, 振动、摆度、温度、压力脉动等技术指标均达设计要求, 期间未发生大的故障, 机组出力顺利, 达到 70 万千瓦, 最大出力达到了 75.6 万千瓦。

中国工程院院士梁维燕评价说: “26 号机组通过‘首稳百日’的严格考验, 标志着世界最大的水电机组国产成功, 这是中国实行重大技术装备‘引进、消化、吸收、再创新’战略的典型案例。”

三峡工程共装设 32 台 70 万千瓦机组, 这是当今世界最大的水电机组, 此前, 中国只有设计、制造 32 万千瓦水电机组的能力。

目前, 三峡工程已有 17 台机组投产发电, 投产总装机容量达到 1190 万千瓦, 发电能力居全国水电站首位。至 10 月 17 日, 三峡电站累计发电约 1960 亿千瓦时。