

母线充电保护研究及其应用

余锐¹, 智全中², 宋小舟¹

(1. 北京四方继保自动化股份有限公司, 北京 100085; 2. 漯河供电公司, 河南 漯河 462000)

摘要: 母线保护中的充电保护, 主要是在充电操作时投入, 快速跳开母联, 切除故障, 保全非故障段母线。在高中压系统, 充电保护电流定值是按躲过最小运行方式故障电流整定, 并要求瞬时动作; 通过大量试验证明: 充电保护的精度和快速性很难达到统一。经过详细的分析, 在保证母线保护功能前提下, 可以取消微机母线保护中的充电保护, 从而简化保护。

关键词: 母线保护; 充电保护; 运行方式

中图分类号: TM773 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)09-0009-04

0 引言

随着电力系统规模、容量的不断扩大, 继电保护技术的不断发展, 高中压重要母线装设专门的快速保护观点已被普遍采用。母线作为电能的枢纽, 其短路时短路电流非常大, 延时切除将造成母线结构和设备的严重损坏; 并且母线故障电压降低会影响局部甚至全系统的供电质量和系统稳态运行; 而且母线保护动作, 将切除大量电源和线路, 对系统影响很大。所以母线保护比其他元件保护要求更高可靠性和灵敏性。

本文作者通过大量的试验和电力系统现场调研, 就母线保护中的充电保护的设计原理进行细致的研究, 对充电保护的设置提出了自己的看法。

1 充电保护的启动

母线保护一般配差动保护、失灵保护、充电保护、过流保护。

当任一组母线检修后再投入之前, 如利用母联断路器由一段母线对另一段母线加电压 (用额定电压通电试验), 即进行充电试验时, 若被充电母线上有短路, 此时需由“充电保护”将母联断路器跳开。母线充电保护接线简单, 在一些地方, 充电保护可以作为专用母线单独带新建线路充电的临时保护。一般情况下, 充电保护功能是退出的。

充电保护作为一个辅助保护, 其在母线保护运用中是比较频繁的。充电保护使用时倒闸操作规程也是及其细致严格的。并且一直以来, 电力系统内共识认为充电时要闭锁差动。究其原因如下:

1) 为防止由于母联电流互感器极性不对被误

认为本母线故障造成的误动^[1]。

2) 源于原来母联比相保护规程。

既然充电保护启动后要闭锁差动保护一段时间 (正常系统母线差动压板是不能退出的), 必然对充电保护启动要有特殊的判别条件。一般做法是: 判跳位, 判电流和运行方式。充电保护一启动就开始闭锁差动一段时间, 如果充电充在故障母线上, 差动保护不会动作, 充电保护动作跳开母联。

2 充电保护判据及整定

母线充电保护的判据如下:

$$\begin{cases} I_{m1} & I_d \\ t & T_d \end{cases}$$

微机母线充电保护的主要做法是: 首先瞬时判断充电操作, 如果存在故障, 启动充电保护并判别母联电流是否越限。针对高压母线, 一般要求瞬时动作, 整定延时时间取最小值; 对于低压母线, 对系统稳定影响较小, 一般充电保护延时动作。

充电电流定值按被充电元件发生故障时, 在最小运行方式下流过母联断路器的故障电流整定。差动电流门槛应保证在最小运行方式下双母线分裂运行时有足够的灵敏度, 尽可能躲过母线系统的正常运行的不平衡电流。虽然两者整定原则有区别, 但现场整定一般是充电保护电流值取值与差动保护电流门槛值相同。

3 充电保护算法分析

微机母线充电保护与母线差动保护一般都要求瞬时动作。充电保护原理一般是采用向量保护, 而向量保护是要通过滤波等办法消除非周期分量和谐

波分量的影响,其算法都是将连续函数转变为离散的数值序列加以处理^[2]。

对离散函数进行数值计算要求有一定宽度的数据窗保证才能保证结果精度。对此厂家一般有两种处理方法:缩小整定范围,充电延时时间整定范围的最小值为 10 ms,或者不改整定范围,而在充电保护内部进行固定延时,以保证保护的精度。两种方法都是为了增加计算数据窗长度,以保证保护的灵敏性。

这两种做法的针对性主要是算法带来的问题,算法是微机保护重点研究的课题。目前已有多种算法。我们评价分析某种算法一般标准是滤波性能和计算精度。

发生接地故障时,特别是充电时充在故障母线上的话,此时的直流分量是最大的,故障电流是一个冲击电流。为了追求快速性,厂家一般采用半周差分傅氏算法。因为此算法速度最快,还有较强滤除直流分量性能。

作者使用静模试验中的整组试验,保护内部不经延时,比较半周差分傅氏算法和全周傅氏算法在充电保护动作延时为 0.00 s 和 0.01 s 时的动作行为,如表 1 ($T_d = 0.00$ s, $I_d = 3.0$ A) 和表 2 ($T_d = 0.01$ s, $I_d = 3.0$ A) 所示。

表 1 延时为 0 ms 的动作比较

故障电流 /A	半周傅氏算法触点	全周傅氏算法触点
	动作时间 /ms	动作时间 /ms
2.5	不动作	不动作
2.6	13	不动作
2.8	13.5	不动作
2.95	12.7	不动作
2.98	12.4	25.5
3	11.7	24.6
4	10.4	20.1
9	8.5	10.4
12	8.4	9.9

从表 1 可以看出:全周傅氏算法在精度上要比半周傅氏算法精度高得多。使用半周差分傅氏算法对突变量电流的计算精度是较差的,在门槛值附件充电保护可能会误动,从电力系统的可靠性考虑,采用半周差分傅氏算法时要求充电保护瞬时动作是不可取的。

从表 2 可以看出,充电保护有 10 ms 延时后,半周傅氏算法和全周傅氏算法可靠性上是相同的。但从触点动作快速性上,采用半周傅氏算法要比采用全周傅氏算法动作更快。

表 2 延时为 10 ms 的动作比较

故障电流 /A	半周傅氏算法触点	全周傅氏算法触点
	动作时间 /ms	动作时间 /ms
2.8	不动作	不动作
2.95	不动作	不动作
2.98	23.0	33.6
3	22.6	33.2
4	21.6	30.2
9	15.9	20.8
12	15.9	20.8

针对以上试验数据,作者对充电保护稍作改动:方法一:在充电保护启动后的前 10 ms 之内采用全周傅氏算法,10 ms 后采用半周傅氏算法。方法二:充电保护在第一半周内(10 ms)的电流门槛取 k ($k = 1.20$) 倍整定门槛。

以上两种方法并没有从根本上解决问题,从原理上来讲:如果有一个数据因干扰发生差错,还是会在一个数据窗宽度的时间内使计算结果产生较大误差,没有从根本上解决因算法带来的问题,只能说稍微提高了精度和速度,很难在半周波以内同时保证精度和速度;再者,对于方法一,还存在两种算法搭接问题。

4 母线保护取消充电保护可行性分析

4.1 理论分析

在高中压系统,一般充电操作时,被充电母线是不带间隔单元,如果被充电母线有故障,要求充电保护快速反应跳母联。

在大多数充电保护判别原理中,其启动前提是判断被充电母线上无流无压无运行方式。如图 1 所示,如果母向母充电,前提条件是:ML 断开,母上没有挂运行单元,母运行方式字为 0。充电保护动作结果就是跳开 ML。也就是在大多数情况下,被充电母线上除了母联以外,其他间隔单元开关是断开的。而此时如果差动保护投入,差动保护判为母故障,母差动作跳故障母线,实际上也就是跳开 ML。这与充电保护动作行为结果是一致的。

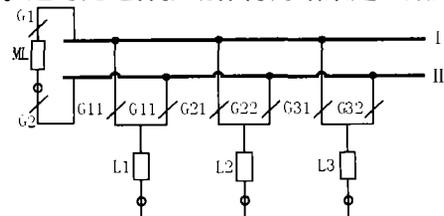


图 1 双母线系统图

Fig 1 The dual-bus system

从原理上比较充电保护和采样值差动保护。反应电流有效值的充电保护要达到一定的精度,必须保证半个周波的数据窗,也就是必须保证 $T_d = 10 \text{ ms}$;差动保护是直接利用采样值实现的,其动作判据按每一个采样值分别判断,可以在原理上完全消除突变干扰电流的影响,有更快的动作速度和更高的可靠性,最快可以在四分之一周波之内判断出是否有故障^[3]。因为充电保护电流定值是按保证灵敏度,考虑最小运行方式下整定的,在系统最大运行方式运行时充电操作,如果充在故障母线上,故障电流可能会很大,如果经充电保护的延时 ($> 10 \text{ ms}$)才动作,可能会不满足系统的要求;而此时使用差动保护去判别可以更快 ($> 5 \text{ ms}$)动作出口。

见表 3,充电保护延时 $T_d = 0.01 \text{ s}$,差动和充电电流定值都为 $I_d = 3.0 \text{ A}$,比较充电保护和差动保护的動作速度。

从表 3 可以得知:如果充电保护整定时间或内部延时大于 10 ms ,此时靠差动保护动作更灵敏更快速,最快的相差 10 ms 。

母联在充电操作时如果充到故障母线上,对于健全母线属于区外故障,此时母联易发生饱和。一般情况下,按稳态误差选用的 P 类 CT 在短路开始的最初一段时间内 (约 5 ms) 内能够毫无误差的变换一次电流,微机母线差动保护能对 2 ms 的饱和做出正确判断^[4]。

表 3 两种保护的瞬时动作比较表

Tab 3 Instantaneous operation comparison of two kinds of protections

故障电流 /A	差动保护动作母联 动作时间 /ms	充电保护母联 动作时间 /ms
2.95	不动作	不动作
2.98	不动作	35.4
3	25	33.2
4	20.8	30.2
9	15.4	20.8
12	15.5	20.8

4.2 工程应用分析

原来集成式母线保护主保护是相位比较差动保护,采用相位比较继电器,这种继电器结构原理接线复杂;此时在某一段母线合闸充电时,为了更可靠切除被充电母线上的故障,在母线断路器或母线分段断路器上装设相电流或零序电流保护作母线充电保护,这种简单电流保护相对差动保护接线简单,并且在定值上相对差动原理可保证较高的灵敏度。

现代微机式母线保护主保护采用采样值相差动原理,大差判别故障,小差选择故障母线;直接从

母线各单元各相取相电流,母联单元也象母线上其他普通单元一样取相电流给保护装置就可以了,接线简单清晰。在设计和检修过程中几乎不会出现如原来比相原理那种接线错误,在极性确定情况下不会出现极性接反的情况。微机母线保护中的充电保护定值一般等于差动门槛值,因为在充电过程中,运行母线段上电流是平衡电流,被充电母线段故障产生的故障电流都将流过母联断路器,运行母线段反应的差流就是被充母线故障电流。

在带新建间隔单元 (变压器或线路) 对母线充电情况下,可使用过流保护,过流保护属于延时动作保护。充电时,过流延时整定躲过线路的充电电容电流或变压器的励磁涌流,如果发生母线区内故障则母线差动瞬时动作跳开母联;如果发生区外故障 (线路或变压器存在故障),过流保护动作跳开母联。

由此可见,对于充电保护操作闭锁差动规程,现在的母线微机保护和实际的极性检测操作都可以避免此类风险。

5 结论

从原理上的研究得知,高中压母线保护的充电保护,很难在可靠性和快速性得到统一;而如果取消充电保护,将充电操作所要求的可靠性和快速性分开分别放在差动保护和过流保护中,是具有可操作性的,从而简化保护,简化保护装置设计,减轻现场运行维护。

参考文献:

- [1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
HE Jia-li, SONG Cong-ju. The Theory of Electric Relay Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.
- [2] 杨奇逊,黄少锋. 微型机继电保护基础 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
YANG Qi-xun, HUANG Shao-feng. The Basic of Relay Protection on Computer [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.
- [3] 袁荣湘,陈德树. 采样值电流差动保护原理的研究 [J]. 电力自动化设备, 2000, 20(1): 1-3.
YUAN Rong-xiang, CHEN De-shu. The Research of Sampling Value Current Differential Protective Theory [J]. Electric Power Automation Equipment, 2000, 20(1): 1-3.
- [4] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术 [M]. 北京: 中

国电力出版社, 2005.

ZHU Sheng-shi The Theory and Technology of Relay Protection in Grid System [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

余锐 (1977 -), 男, 硕士, 从事电力系统保护产品研究开发; E-mail: yurui@sf-auta.com

智全中 (1969 -), 男, 高级工程师, 长期从事继电保护的运行和管理工作;

宋小舟 (1969 -), 男, 高级工程师, 从事电力系统保护产品研究开发。

收稿日期: 2005-08-16; 修回日期: 2006-02-17

作者简介:

Research and application of bus bar charge-protection

YU Rui¹, ZHI Quan-zhong², SONG Xiao-zhou¹

(1. Beijing Sifang Automation Co., Ltd, Beijing 100085, China; 2 Luohe Power Supply Company, Luohe 462000, China)

Abstract: The charge-protection in bus-bar protection is applied before charge-operation. It can break bus-tie switch and detach the fault rapidly for saving the sanity bus-bar. In high-middle voltage power system, the current setting of the charge-protection always bases on the fault current in the minimal operation mode, and the break should be snapped action. Through a lot of trials, the paper proves that it is difficult to be harmonious for the accuracy and rapidity of charge-protection's response. Through detailed analysis, on the premise of ensuring the bus-bar protection's function, the paper advises that the charge-protection could be abolished to simplify protection.

Key words: bus-bar protection; charge-protection; operation mode

(上接第 3 页 continued from page 3)

ZHU Sheng-shi Principles and Technologies of High Voltage Network Protection Relay[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1995.

[4] 许庆强, 索南加乐, 李瑞生, 等. 正序故障分量方向元件误动的原因分析及其对策 [J]. 继电器, 2005, 33(9): 12-16

XU Qing-qiang, SUONAN Jia-le, LI Rui-sheng, et al Maloperation Analysis of Positive Sequence Fault Components Based Directional Relay and Its Countermeasure [J]. Relay, 2005, 33(9): 12-16

[5] HOU Da-qing, Roberts J. Capacitive Voltage Transfom-

er: Transient Overreach Concerns and Solutions for Distance Relaying[A]. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering 1996. 119-125.

收稿日期: 2005-11-08; 修回日期: 2006-01-12

作者简介:

王辉 (1981 -), 男, 硕士研究生, 主要从事电力系统继电保护的研究; E-mail: shawmwh@163.com

何奔腾 (1959 -), 男, 教授, 博士生导师, 目前主要从事电力系统继电保护及控制等方面的研究;

李一泉 (1979 -), 男, 博士研究生, 主要从事电力系统继电保护的研究。

Research of CVT's influence on zero-sequence (negative-sequence) direction protection

WANG Hui, HE Ben-teng, LI Yi-quan

(Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: It is well-known the transients of CVT won't result in the maloperation of direction protection. However, with large amounts of simulation, this paper finds out that when there is little zero-sequence (negative-sequence) voltage, the zero-sequence direction relay or negative-sequence direction relay has the possibility of maloperation which should be paid attention to. Besides, zero-sequence and negative-sequence direction relay won't maloperate at the same time under the same condition. Based on all of the above, a new method on the zero-sequence and negative-sequence direction relay is put forward to improve the security of direction protection.

Key words: capacitor voltage transformer(CVT); zero-sequence (negative-sequence) direction protection; security; improvement measures