

对 WYB-01 型故障分量发变组差动保护误动作的再讨论

陈永亭, 徐振宇, 王维俭

(清华大学电机系, 北京 100084)

摘要: 作者对文^{[1][3]}中对 WYB-01 型差动保护在葛洲坝二江电厂误动所作分析提出不同意见, 指出该装置在研制、生产、调试和整定方面存在的问题, 交流看法, 共同提高。

关键词: 故障分量; 发变组; 差动保护

中图分类号: TM772

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2000)01-0048-03

1 概述

葛洲坝电厂继电保护工作者在采用新原理、新装置方面积累了很多成功的经验, 也总结了不少失败的教训, 对发展和提高我国继电保护运行水平大有裨益。90年代葛洲坝电厂开始采用微机保护, 其中故障分量发变组差动保护和故障分量负序方向保护先后发生误动, 文^{[1][3]}对前者作了详细的探讨, 文^[2]对后者作了分析; 结合我们在电力系统国家动模试验室工作的体会, 就文^{[1][3]}作补充讨论, 不妥之处请指正。

2 故障分量差动保护的動作特性

文^{[1][3]}将故障分量差动保护的動作特性均表示为图1, 这一特性先后在不同刊物上发表, 显然不是笔误或印刷错误。

2.1 最小動作电流 $I_{d \min}$ 和最小制动电流 $I_{r \min}$

图1表示的動作特性一段与通常三相全电流的差动保护完全一样, 仅将 $I_{d \min}$ 和 $I_{r \min}$ 改为 $I_{d \min}$ 和 $I_{r \min}$, 很容易被读者接受认可。应该指出: 图1混淆了全电流差动与故障分量差动最基本的概念, 前者与负荷电流有关, 后者与负荷电流无关。全电流差动保护因为与负荷电流有关, 所以必须考虑 I_r 额定电流时, 由于互感器误差所产生的不平衡差流 $I_{unb.0}$, 为此必须设置最小動作电流 $I_{d \min} > I_{unb.0}$; 当 $I_r >$ 额定电流时, 为防止外部短路保护误动必须加入制动作用, 所以应设置最小制动电流 $I_{r \min} = (0.8 \sim 1.0) I_n$ 。现在讨论的是故障分量微机差动保护, 它只涉及故障分量电流, 与负荷状态

下的不平衡电流 $I_{unb.0}$ 根本无关, 何来 $I_{d \min}$ 和 $I_{r \min}$?

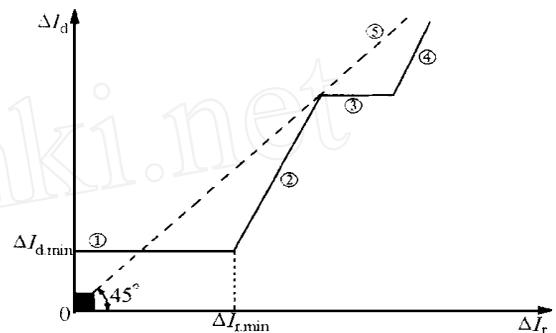


图1 故障分量差动保护的動作特性

2.2 图1中的四段折线费解

对图1的实线段和, 可以理解为将全电流的比率制动式差动保护特性不适当地移植到故障分量差动保护上, 已如前述。实线段可理解为差动速断保护; 但是实线段该如何理解呢? 若是一时疏忽, 可为什么在不同刊物上先后发表呢^[3]?

《大型发电机变压器继电保护整定计算导则》(报批稿)关于故障分量纵差保护的動作特性如图1中的虚线所示, 其基本原理可参阅^[4]。

3 发电机停运状态下的发变组差动保护不平衡电流

发电机组在停运状态下实测 WYB-01 的三侧三相电流和发变组差动保护的不平衡电流如表1所示。

从表1可见, 最大不平衡电流达 0.583A, 是启动元件動作电流整定值 0.25A 的 2.33 倍, 亦即约为被保护设备额定电流的 23.3%, 而这时发变组处于停机状态! 文^{[1][3]}作者认真分析了不平衡电流产生的根源, 正确指出各侧电流和差动不平衡电流采样值基本上偏于时间轴一侧的特征, 并据此将差动二

收稿日期: 1999-10-05

作者简介: 陈永亭(1960-), 男, 硕士研究生, 从事电力系统继电保护与自动化的研究。

次接线由图 2(a) 改为图 2(b), 即将三侧中的一侧 (发电机中性点侧) 的互感器二次极性反接, 藉此使 两侧偏于时间轴一侧的不平衡电流相减, 达到显著减小差动不平衡电流, 这一点我们完全不能苟同!

表 1 发变组差动保护在停机状态下的电流一周波采样值[电流(安)]

N	I_{aH}	I_{bH}	I_{cH}	I_{dL}	I_{fL}	I_{dL}	I_{aN}	I_{bN}	I_{cN}	I_{aC}	I_{bC}	I_{cC}
1	0.032	0.000	-0.032	-0.212	-0.265	-0.159	-0.265	-0.265	-0.265	-0.318	-0.530	-0.583
2	0.032	-0.011	-0.021	-0.212	-0.265	-0.159	-0.256	-0.212	-0.212	-0.318	-0.530	-0.477
3	0.021	0.000	-0.021	-0.159	-0.265	-0.159	-0.256	-0.212	-0.212	-0.318	-0.477	-0.477
4	0.021	0.000	-0.021	-0.159	-0.265	-0.159	-0.212	-0.212	-0.159	-0.265	-0.477	-0.424
5	0.032	-0.021	-0.011	-0.159	-0.212	-0.053	-0.159	-0.159	-0.106	-0.159	-0.477	-0.212
6	0.021	0.000	-0.021	-0.212	-0.265	-0.212	-0.265	-0.212	-0.265	-0.371	-0.477	-0.583
7	0.021	0.011	-0.032	0.000	-0.106	0.000	-0.106	0.000	-0.053	0.000	-0.053	-0.212
8	0.021	0.011	-0.032	0.000	-0.106	0.000	-0.106	0.000	-0.053	0.000	-0.053	-0.212
9	0.011	0.011	-0.021	0.000	-0.106	0.000	-0.106	0.000	-0.053	-0.053	-0.053	0.159
10	0.011	0.011	-0.021	0.000	-0.106	0.000	-0.106	0.000	-0.053	-0.053	-0.053	-0.159
11	0.021	0.000	-0.021	0.000	-0.106	-0.053	-0.106	-0.053	-0.106	0.000	-0.159	-0.265
12	0.021	0.000	-0.021	0.000	-0.106	-0.053	-0.106	0.000	-0.053	0.000	-0.106	-0.212

注: I_{aH} 、 I_{bH} 、 I_{cH} ——主变高压侧电流; I_{dL} 、 I_{fL} 、 I_{dL} ——厂用分支侧电流
 I_{aN} 、 I_{bN} 、 I_{cN} ——发电机中性侧电流; I_{aC} 、 I_{bC} 、 I_{cC} ——保护内差电流

众所周知,纵差保护的互感器二次必须严格按极性正确联接,确保在正常运行时差动电流理论上为零,正是图 2(b)是符合此要求的。但是图 2(a)却将图 2(b)的一侧 CT 二次由 K_1 端输出改为 K_2 端输出,其它均不变,差动保护怎能如此改接呢?除非原来接线图 2(a)本身就是错误的,图 2(a)的接线虽有误,但因只用故障分量电流,所以在正常负荷状态下并不误动。

检查,可能严重的技术弱点出在开发和制造过程中。

4 一次 220kV 出线单相接地故障, WYB-01 型发变组差动保护误动的分析讨论

文^[1]作者分析了该外部短路,得出结论:制动电流应采用外部短路的全电流,不该采用故障分量电流。如果真是这样修改,差动电流不因采用全电流或故障分量电流而改变,总有 $I_d = I_d$;制动电流不用故障分量 I_r 而用全电流 I_r ;这样故障分量差动保护完全退回到全电流 (I_d, I_r) 的传统差动保护了,微机故障分量差动保护的优越性也就消失了,在主设备微机保护正处在开始推广的阶段,大家在讨论理论的时候都承认故障分量微机差动原理的优点,可是在实际开发、生产和调试整定工作中,却又倒退到传统的模拟式差动保护,不能不令人不安。以下对这次外部短路再作分析。

(1) WYB-01 发变组差动保护误动时的记录值

整定值 $I_{d \min} = 0.8A$ (约为额定电流的 32%)

$I_{r \min} = 2.6A$ (约为额定电流的 104%)

实际值 $I_d = 0.859A$ $I_r = 2.6A$

文^[1]认为当时装置处于动作特性的拐点, $I_r =$

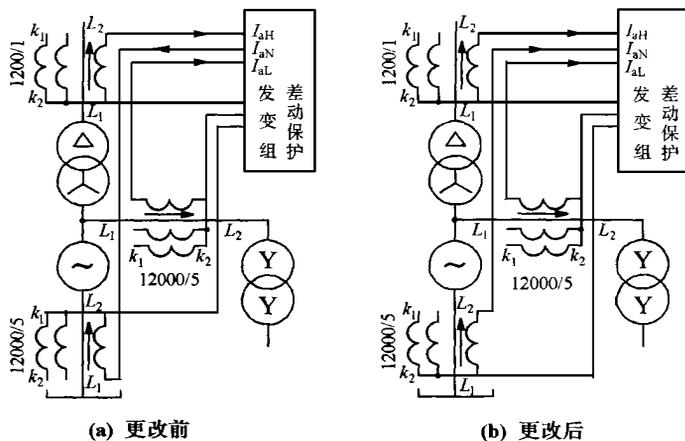


图 2 发变组差动保护的差电流接线方式(文^[1]图,主变一次接线有误)

解决不平衡差流大的问题,首先必须查明此差流从何而来?我们没有直接调试该装置,难以确切回答这个问题,仅就表 1 数据来看,是否可能是输入采样环节的零飘造成的?总之不能仅仅从运行方面

$I_{r \min}$, 所以没有进入比率制动区; 由于 $I_d > I_{d \min}$, 所以误动了。

(2) 文^[1]计算分析中的失误

参见文^[1]第60页, 有 $I_1^* = 1.14$ (标么电流)。

在求单相短路电流高压侧有名值 $I_d^{(1)}$ 时, 计算式中 I_1^* 不应在分母而应在分子上, 即

$$I_d^{(1)} = I_1 + I_2 + I_0 = 3(S_j/\sqrt{3}U_j) I_1^* = 1224A^* (\text{原为 } 941.7A)$$

折算到低压侧时有

$$I_d = 1224 \times 242/\sqrt{3} \times 13.8 = 12392A (\text{原为 } 9543.7A)$$

文^[1]在计算故障分量电流时直接将 $9543.7 - 4100 = 5443.7A$ (4100 为故障前负荷电流), 即将短路电流 I_d 与负荷电流作算术相减, 实际上它们之间有很大的相位差, 应是相量相减。进一步认为 $I_r = 5443.7A < I_{r \min} = 1.04 \times I_n = 1.04 \times 5977 = 6216A$, 位于图1的水平段, 因没有制动作用而造成误动。

应该理解 I_d 为近于纯电感电流, 它的近似计算 (E/X_Σ) 中已假设电势 $E = 1$, 即空载额定电压, 如果计及负荷的存在, E 不可能等于 1, 因此在求 I_1^* 、 $I_d^{(1)}$ 和 I_d 时既然没有考虑负荷 ($E = 1$), 则这些电流即可粗略地视为故障分量电流, 由于 $I_d = 12392A > I_{r \min} = 6216A$, 已经进入比率制动区了 (图1斜线段)。

可是保护装置记录的 $I_r = I_{r \min} = 2.6A$ (二次值), 与上述分析不符, 这应该问这些记录值的可信程度如何, 也就是说装置本身有什么问题。

Re-discussion on the maloperation of WYB-01 fault component differential protection of generator-transformer set

CHEN Yong-ting, XU Zhen-yu, WANG Wei-jian
(Qinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The author presents some different objections against the analysis on the maloperation of WYB - 01 differential protection in Gezhouba Erjiang Power Plant and points out the existing question of the protection in development, production, testing and setting.

Key words: fault component; generator-transformer set; differential protection

(上接第19页)

参考文献:

[1] 程利军. JMH-1型母线保护原理、整定及运行的探讨.

继电器, 1997, 25(3): 30~37.

[2] 程利军. 1996年11月15日贵州清镇电厂母线保护误动事故分析. 继电器, 1997, (4): 54~57.

5 我们的初步结论

(1) 千万不要将制动电流退回去用全电流, 应该坚持用故障分量电流, 真正实现故障分量差动保护。

(2) 图1中实线动作特性是错误的, 它不是故障分量差动保护正确整定应有的特性 (如图1中的虚线, 黑色部分为动作盲区)。

(3) 决不可用更改二次极性的办法来达到减小因装置本身或其它问题所引起的不平衡电流。当然如果原来接线有错, 应该将错误的改正过来。停机状态下, 三侧三相电流的产生原因应查明。

由于我们对 WYB-01 保护装置和现场情况了解不多, 文中错误难免, 欢迎进一步交流看法。

*这里沿用文^[1]的标法, 即 $\dot{I}_1 = \dot{I}_2 = \dot{I}_0$ 的关系式, 应该指出: 1) 此关系式为故障点单相短路边界条件, 不是分支电流的关系式。2) 受电侧 (220kV) 是否有电源? 3) 受电侧降压变压器的 220kV 侧中性点是否直接接地? 这些条件均与计算有关。

参考文献:

- [1] 李毅军. 对故障分量原理的微机型发变组差动保护装置在运行中一些问题的探讨. 继电器, 1996, (4): 55-62.
- [2] 张旭东, 卢放, 柳焕章. 负序方向型发电机匝间短路保护误动分析及改进. 电力系统自动化, 1999, 23(11): 42-44.
- [3] 李毅军. WYB-01型保护装置运行中一些问题的分析及解决方法. 电力系统自动化, 1997, 21(2): 64-66.
- [4] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用. 北京: 中国电力出版社, 1998.

The voltage loaded by the differential circuit of busbar medial impedance current differential protection

ZHU Jing-yun

(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)