

# 故障分量负序方向保护算法的改进

唐绪峰<sup>1</sup>, 代凤鸣<sup>2</sup>

(1. 三峡开发总公司梯调中心(筹), 湖北 宜昌 443002; 2. 葛洲坝二江电厂, 湖北 宜昌 443002)

**摘要:** 通过对一次微机发电机匝间保护误动的有关数据进行分析, 对故障分量负序方向保护在算法和逻辑的优化改进提出了一些建议。

**关键词:** 负序方向保护; 发电机匝间保护; 改进

**中图分类号:** TM77      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1003-4897(2002)01-0064-02

## 1 事故简介

发电机变压器单元接线联 220kV 母线。当一条 220kV 线路 B 相出口处遭雷击, 线路保护动作 50ms 切除故障, 重合不成功三跳。同时, 两台机组的匝间保护均误动作(匝间信号灯和突变方向灯均亮), 导致这两台机组解列灭磁停机。这两台机组的保护为微机发变组保护。对于微机型故障分量负序方向保护, 滤取负序分量和基波分量是由软件来实现的, 并且有频率跟踪技术自动适应系统频率的变化, 这对防止保护在外部系统的暂态过程中误动有很大的作用。但如果保护的算法和逻辑存在缺陷, 仍然会误动。

## 2 故障分量负序方向保护

保护采用转子二次谐波电压故障分量与机端负序功率方向故障分量原理反应发电机内部不对称故障。由于保护反应的是故障分量, 对于匝数较少的匝间故障或靠近中性点侧的相间故障也具有较高的灵敏度。

动作判据为:

解列时:  $(I_{f2} > I_{set}) \quad (U_2 > U_{set})$

并列时:  $(I_{f2} > I_{set}) \quad (U_2 > U_{set})$

$(S_2 > S_{set})$

式中:  $I_{f2}$  为转子二次谐波电流故障分量,  $U_2$  为机端负序电压故障分量。  $S_2$  为机端负序功率方向故障分量。

保护以转子二次谐波电流突变量和负序电压突变量作为启动量。进入故障处理程序后, 首先检测相电流, 以判别发电机是解列状态还是并列状态, 若是解列状态, 仅需计算转子二次谐波电流突变量和负序电压突变量; 若是并列状态, 还需计算机端负

序功率故障分量的方向, 判别是系统故障还是发电机内部故障。

保护各有关分量的算法如下:

$$U_2(k) = \frac{1}{3} [U_a(k) - U_b(k) + U_b(k-2) - U_c(k-2)]$$

$$U_2(k) = U_2(k) - U_2(k-24)$$

$$U_{2r}(k+12) = \frac{1}{6} U_2(k) \sin(k/6) \dots \dots \text{实部}$$

$$U_{2x}(k+12) = \frac{1}{6} U_2(k) \cos(k/6) \dots \dots \text{虚部}$$

$I_2$  各分量算法同  $U_2$ 。

$$S_2 = (U_{2r} * I_{2r} + U_{2x} * I_{2x}) * \cos 60^\circ + (U_{2x} * I_{2r} - U_{2r} * I_{2x}) \sin 60^\circ$$

## 3 故障数据分析

从保护报告及信号可以看出, 保护是在线路故障切除时启动, 进入了并列故障处理程序, 由于突变方向  $S_2$  误动而判为正方向, 导致保护误出口。

因为保护记录下了故障前后机端电压电流的采样值, 才得以对保护误动的原因做进一步的分析。

从图 1 中可以看出, 采样时刻的第 9、10、11 三点计算的  $S_2$  为正, 保护判为区内故障, 不可避免

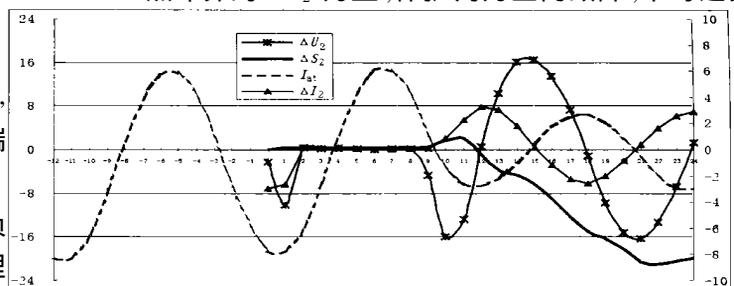


图 1 波形图

注:  $I_2$ 、 $U_2$ 、 $S_2$  为利用机端电压电流的采样值和保护程序算法进行的模拟计算。

要动作。

原因有两个:一是采样时刻的第9、10、11三点也正是线路切除故障的时刻,这从波形图中看得很清楚。此种暂态过程的采样数据将影响保护运算结果;二是计算 $S_2$ 时取用机端电压电流的数据窗太长,达3个周波。而线路故障从发生到完全切除也只2.5个周波。也就是说,在计算 $S_2$ 时至少有三点要用到两个暂态过程的采样数据,那么,计算的这三点 $S_2$ 的结果就有很大的随机性,或正或负,如果保护正好在此时判 $S_2$ (两点)的方向时,保护就失去了方向性。

从上述分析可以得出结论,该保护的突变负序方向组件在区外故障暂态过程中,特别是在切除区外故障暂态过程中容易误动作,说明它的算法和流程都存在缺陷,必须加以改进。

#### 4 改进方案

针对保护存在的问题,应从以下几个方面解决。

(1) 缩短计算 $S_2$ 用的数据窗。一旦保护启动,就将启动前一周波的电流(压)作为负荷电流(压)并固定,作为突变量计算公式中的减数。

$$U(k) = U(k) - U(\text{mod}(k/12) - 12)。$$

(2) 尽量降低区外故障暂态过程数据对保护计算的影响。将保护启动后5ms的 $I_2(U_2)$ 数据不用。即比原算法推迟10ms。

(3) 加大保护对 $S_2$ 检测的次数,确保 $S_2$ 确

实为正方向时,保护才能出口。为此,在对 $S_2$ 进行判断时由原来的判2点改为判连续4点。

(4) 在对 $S_2$ 进行判断时如果连续2点非正,保护被闭锁1/2s。这样可以有效地防止切除外部故障时保护误动作。

(5) 如果保护既不出口,也未被闭锁,保护将不断计算,2/3个周波后,保护返回。

(6) 保护灵敏角改为 $75^\circ$ 。有利于减小非周期分量对保护的影响。

采取以上措施后,对保护带来两方面的影响。一是保护的動作时间延长,总出口时间为35ms(原为20ms)。为了确保保护的正确动作,牺牲一点时间也是值得的;二是当外部故障时,如果保护还没有返回,又发生了内部故障,保护将拒动。这种几率很小。综合考虑,还是利大于弊。

#### 5 结束语

成套的微机发变组保护设备目前已得到广泛的应用。为了使这种保护更加成熟,我们要及时分析保护在运行中暴露出来的问题,举一反三,总结经验,在运行中不断完善。相信其高可靠性和优越的性价比将在电力生产中得到更广泛的应用。

收稿日期: 2001-05-24

作者简介: 唐绪峰(1966-),男,工程师,原从事继电保护工作,现从事电力调度工作;代凤鸣(1970-),女,工程师,从事继电保护工作。

#### An improvement of algorithm for fault component negative-sequence directional protection

TANG Xu-feng<sup>1</sup>, DAI Feng-ming<sup>2</sup>

(1. Three Gorges Project Corp Cascade Dispatching Centre, Yichang 443002, China;

2. Gezhouba Hydropower Plant Second Channel Branch, Yichang 443002, China)

**Abstract:** The article analyzes some related data of once misoperation of microcomputer turn-to-turn protection, and proposes some optimization and improvement in algorithm and in logic of protection.

**Key words:** negative-sequence directional protection; turn-to-turn protection of generator; improvement

#### 438 座核电站遍布全世界

据阿根廷《号角报》报道,国际原子能机构资料显示,目前全球32个国家建有核电站,共有438座核电站投产发电,占世界总发电量的16%。另有36座核电站正在建设中。

这种发电方式在50年代开始商业化。阿根廷国家原子能委员会的报告说,1986年切尔诺贝利核电站发生泄漏事故,牵制了西欧和美国的核电站的增长,使得诸如意大利和德国等一些国家政府决定分阶段关闭核电站。

德国正在鼓励利用风能发电。阿根廷绿色和平组织称,1998年,德国的风能发电量占该国总发电量的1.2%,雇工人1.5万名。核能发电量占总量的33%,雇用人员3.8万人。

相反,其他一些国家和地区正在大力建设核电站,如日本、朝鲜、中国、印度、俄罗斯、乌克兰、保加利亚和斯洛伐克。阿根廷国家原子能委员会指出,核能已经重新获得使用价值。

摘自《新华社》