

## 发变组启动失灵保护负序电流判据整定值的选择

黄超<sup>1</sup>, 赵皖豫<sup>2</sup>

(1. 大唐信阳华豫电厂, 河南 信阳 464100; 2. 河南省电力公司许昌供电公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 通过使用不对称分量法和故障过程中负序网络图, 计算发变组主开关在一相拒合和一相拒分两种不同非全相过程中的负序电流量, 比较发电机所能承受负序能力情况, 分析发变组启动失灵保护负序电流判据整定计算与保护的灵敏度之间的关系, 提出发变组启动失灵保护负序电流判据整定计算依据的建议, 并提出了在发电机非全相时运行单位的处理措施和注意事项。

**关键词:** 发变组; 启动失灵; 负序判据; 非全相; 整定计算; 序网络

### Selection of negative-sequence current constant value for startup failure protection of generator transformer unit

HUANG Chao<sup>1</sup>, ZHAO Wan-yu<sup>2</sup>

(1. Xinyang Huayu Power Plant, Xinyang 464100, China; 2. Xuchang Power Supply Company, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** By the conventional unsymmetrical method and its negative-sequence network of fault calculation, this paper calculates negative-sequence current in open phase with one phase open or one phase closed of generator transformer broken. It analyses relations between settings calculation of negative-sequence current for startup failure protection and its sensitivity. It also proposes some suggestions on setting calculation of negative-sequence current for startup failure protection, and attentions on open phase of generator transformer unit.

**Key words:** generator transformer unit; startup failure protection; negative-sequence current constant value; open-phase; setting calculation; sequence network

中图分类号: TM77

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)07-0083-03

## 1 问题的提出

目前国内从事发电的继电保护技术人员针对发变组启动失灵保护负序判据整定各有不同的看法, 主要是需要考虑在启停机过程发生非全相失灵的情况。通过查《DL/T684-1999 大型发电机变压器继电保护整定计算导则》, 其中没有关于发变组启动失灵保护负序判据的整定要求。通过查阅几家国内比较大的继电保护厂家的技术说明书, 其中要求启动失灵保护的负序判据按照 0.1~0.2 倍的额定电流整定, CT 取自断路器主变高压侧, 再无其他要求说明。因此, 现场技术人员对启动失灵保护的负序判据整定依据比较模糊, 下面通过计算非全相过程中的负序量进行分析。

## 2 非全相过程负序量分析

### 2.1 按照发电机在启动并网过程中, 发电机主开关

### 一相没有合上考虑

图 1 为系统简化接线图; 图 2 为主变压器高压侧单相断开时的等值电路图。

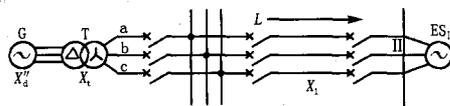


图 1 系统简化接线图

Fig.1 Schematic diagram of system connection

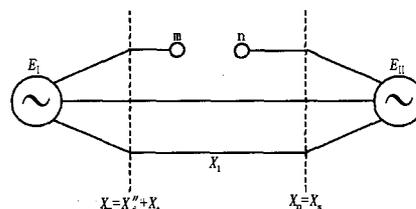
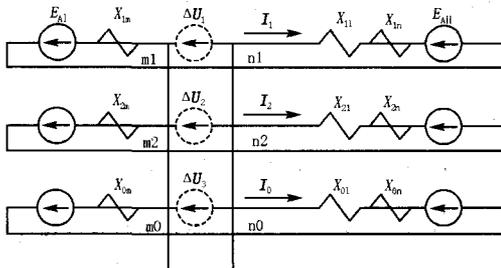


图 2 主变压器高压侧单相断开时等值电路图

Fig.2 Equivalent diagram of one phase open of transformer broken

根据断线处的边界条件, 则 A 相断线后的序网络图, 如图 3 所示。



$X_{1m}, X_{2m}, X_{0m}$  为 m 侧正、负、零序电抗;  $X_{1n}, X_{2n}, X_{0n}$  为 n 侧正、负、零序电抗;  $X_{11}, X_{21}, X_{01}$  为线路正、负、零序电抗

图 3 A 相断线后的序网络图

Fig.3 Sequence network of A phase open

因为发电机在同期并网时考虑压差为零, 即令  $\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_0 = 0$ , 则在各序电压单独作用下产生的故障分量各序电流通过计算可得

当  $X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma}$  时, 各序电流为

$$I_1 = I_L \frac{1}{1 + \frac{X_{0\Sigma}}{X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma}}} \quad (1)$$

$$I_2 = I'_L = -I_L \frac{1}{2 + \frac{X_{1\Sigma}}{X_{0\Sigma}}} \quad (2)$$

其中:  $I_L = \frac{E_{A1} - E_{A11}}{X_{1\Sigma}}$  为断线前的产生负荷电流。

通过以上公式计算可得:

其中  $X_{1\Sigma} = X_{F1} + X_B + X_{S1}$ ,  $X_{2\Sigma} = X_{F2} + X_B + X_{S2}$ ,  $X_0 = X_B + X_{S0}$

当变压器中性点地刀没有合上时, 保护安装处的零序阻抗为无穷大, 则  $I_2 = -50\% I_L$ 。考虑 50% 负荷时, 负序电流达 25%。

当变压器中性点地刀合上时, 保护安装处的负序电流为 28%。考虑 50% 负荷时, 负序电流达 14%。

### 2.2 按照运行中发电机主开关停机过程中一相没跳开跳, 单相运行时的情况

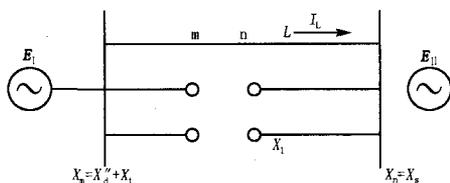


图 4 主变压器高压侧 B、C 相断开时等值图

Fig.4 Equivalent diagram of B&C phase open of transformer broken

计算方法与 2.1 单相断线计算相似。主变压器

高压侧 B、C 相断开时的等值图如图 4 所示。

根据边界条件, 可得参考相(A 相)的各序电流及电压关系。根据 A 相各序附加电压之和为零, A 相各序电流相等的关系, 可作出 B、C 相断路后的 A 相序网络图, 如图 5 所示。

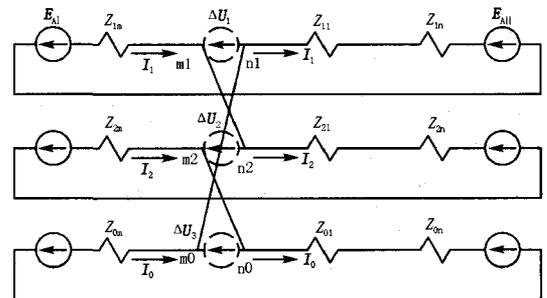


图 5 B、C 相断开后的 A 相序网络图

Fig.5 Sequence network of B&C phase open

通过计算则两相断线各序电流为

$$I_1 = I_2 = I_0 = \frac{E_{A1} - E_{A11}}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{I_L X_{1\Sigma}}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} \quad (3)$$

其中:  $I_L = \frac{E_{A1} - E_{A11}}{X_{1\Sigma}}$  为正常运行情况下产生的

负荷电流。

通过以上公式计算可得:

其中  $X_{1\Sigma} = X_{F1} + X_B + X_{S1}$ ,  $X_{2\Sigma} = X_{F2} + X_B + X_{S2}$ ,  $X_0 = X_B + X_{S0}$

当变压器中性点地刀没有合上时, 保护安装处的零序阻抗为无穷大, 则  $I_2 = 0$ 。

当变压器中性点地刀合上时, 保护安装处的负序电流为 35%。考虑 50% 负荷时, 负序电流达 18%。

### 3 按照考虑发电机能承受的负序能力原则

按发电机长期允许的负序电流  $I_{2\infty}$  下能可靠返回的条件整定

$$I_{op} = K_{rel} \frac{I_{2\infty} I_n}{K_r} = 1.2 \times \frac{0.10 \times I_n}{0.95} = 0.13 I_n$$

式中:  $K_{rel}$  可靠系数取 1.2,  $K_r$  返回系数取 0.95,  $I_{2\infty}$  为发电机长期允许的负序电流标幺值,  $I_n$  为发电机额定电流。

折算到高压侧, 因为负序分量仍然是对称的。额定工况下, 两侧负序电流标幺值均为 1.0 (如图 6), 因此在整定值上为主变高压侧电流的 0.13 倍。

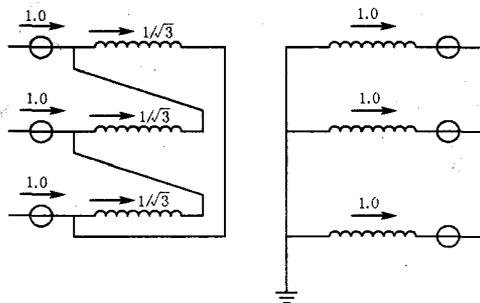


图6 变压器负序分量分析

Fig.6 Negative-sequence analysis of transformer

#### 4 灵敏度分析及解决措施

1) 通过 2、3 比较, 如果失灵启动的负序判据按照经验值取 0.2 倍的主变高压侧电流, 势必在 0.15 倍~0.2 倍之间的负荷电流期间运行时出现死区, 相应的负序电流势必非常低, 造成发变组启动失灵保护的负序判据不能启动。故障不能及时隔离, 并且此时已经超过发电机承受的负序能力 0.13 倍, 势必会造成发电机转子烧毁。

2) 如果在启停机过程中, 出现非全相情况, 通过上述式 (2) 和式 (3) 分析讨论, 此时, 负荷电流比较小, 此时按照《发电机运行规程》进行相应的操作, 保证发电机调速系统和励磁系统运行稳定不变, 控制发电机定子电流使其保证最小, 保证负

(上接第 79 页 continued from page 79)

发电机机端定子绕组发生金属性单相接地时, 2PT 开口三角输出的二次电压将达 100 V, 由于接线错误, 致使开口三角短路并接地, 这将造成基波零序电压定子接地保护拒动, 使故障进一步发展, 此外还可能造成 2PT 烧毁。

b) 认真落实继电保护有关规程中对集成型、微型保护的抗干扰的反措要求。

c) 必须注意变比平衡系数的确定, 否则造成测量的失真, 使保护灵敏度下降或误动作。

对于发电机中性点经配电变压器高阻接地时, 采用本例类似的三次谐波电压型定子接地保护的动作方程中, 不但要有幅值平衡条件, 还应考虑相位平衡。特别是要求该保护有较高灵敏度的情况下。

序电流在发电机允许运行范围内, 再寻求尽快隔离故障区, 如通过腾空母线断开母联开关等措施。

#### 5 结论

通过分析计算, 作为发变组保护不可少的失灵保护负序电流判据应依据保护设备要求, 应按照躲过发电机承受的负序能力整定, 并尽可能减少保护死区, 防止发电机转子烧毁。

#### 参考文献

- [1] DL/T684-1999, 大型发电机变压器继电保护整定计算导则 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.  
DL/T684-1999, Guide of Calculating of Relay Protection Large Generator and Transformer [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.
- [2] 刘万顺. 电力系统故障分析 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.  
LIU Wan-shun. Electric Power System Fault Analysis [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1998.

收稿日期: 2006-11-21

作者简介:

黄超 (1974-), 男, 大学本科, 工程师, 从事继电保护技术管理工作; E-mail: huangchao2348@163.com

赵皖豫 (1962-), 男, 大专, 从事电力调度工作。

#### 参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心编. 电力系统继电保护规定汇编 [S].  
State Electricity Dispatching Center Series Compendium of Provides of Electric System Relay Protection [S].
- [2] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用 [M]. 北京: 中国电力出版社.  
WANG Wei-jian. Principle and Application of Relay Protection of Main Electric Equipment [M]. Beijing: China Electric Power Press.

收稿日期: 2006-09-05; 修回日期: 2006-12-04

作者简介:

邓祖前 (1975-), 男, 助理工程师, 从事电厂继电保护的维护与检修工作。E-mail: dzqxdxwzjian@tom.com