

发电机故障分量负序方向保护的新判据

柳焕章

(华中电力调度通信局, 湖北 武汉 430077)

摘要: 发电机定子绕组相间短路、匝间短路以及分支开焊, 均为发电机内部不对称故障, 将在发电机内部产生一个负序源。发电机外部故障或扰动, 负序源在发电机外部。负序方向可以保护发电机内部不对称故障, 然而, 实际应用中的负序方向保护发生多次误动。由于它主要保护的是发电机匝间短路, 匝间短路会在短路环路中产生极大的电流, 但在发电机机端短路电流不大, 迫使灵敏度整定很高, 牺牲了安全性。本文提出的新判据在发电机外部故障或扰动时可靠地不动作, 发电机匝间短路有较高的灵敏度。

中图分类号: TM772 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2000)07-0020-02

1 负序方向保护动作判据

发电机匝间短路等值电路如图1。

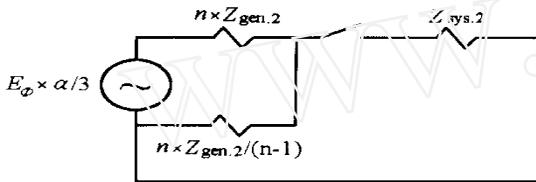


图1 发电机匝间短路等值电路

1.1 启动元件动作判据

发电机外部故障或扰动, 发电机中性点的负序电压等于零。将补偿至发电机中性点的负序电压作为启动元件的动作量。启动元件的动作量在发电机内部匝间短路时 $|\dot{U}_2 + Z_{set.2} \times \dot{I}_2| = |\dot{I}_2 (Z_{sys.2} + Z_{set.2})| = \left| \frac{Z_{sys.2} + Z_{set.2}}{Z_{sys.2} + Z_{gen.2}} \times \frac{\alpha E}{3 \times n} \right|$, 因此, 启动元件动作判据为:

$$|\dot{U}_2 + Z_{set.2} \times \dot{I}_2| > \left| \frac{\alpha E}{3 \times n} \right| \quad (1)$$

$$\text{发电机匝间短路: } \left| \frac{Z_{sys.2} + Z_{set.2}}{Z_{sys.2} + Z_{gen.2}} \times \frac{\alpha E}{3 \times n} \right| > |\text{set}|$$

系统故障或扰动:

$$|\dot{I}_2 (-Z_{gen.2} + Z_{set.2})| < \left| \frac{\alpha E}{3 \times n} \right|$$

1.2 方向元件动作判据

方向元件的动作量同启动元件, 它的制动量作反方向补偿, 其自适应特性使得发电机匝间短路制动量小; 发电机外部故障或扰动制动量大。方向元件动作判据为:

正方向元件动作判据:

$$|\dot{U}_2 + Z_{set.2} \times \dot{I}_2| > |\dot{U}_2 - Z_{set.2} \times \dot{I}_2| \quad (2)$$

发电机匝间短路:

$$|Z_{sys.2} + Z_{set.2}| > |Z_{sys.2} - Z_{set.2}|$$

系统故障或扰动:

$$|-Z_{gen.2} + Z_{set.2}| < |-Z_{gen.2} - Z_{set.2}|$$

因而, 反方向元件动作判据:

$$|\dot{U}_2 + Z_{set.2} \times \dot{I}_2| < |\dot{U}_2 - Z_{set.2} \times \dot{I}_2| \quad (3)$$

整定值:

set —— 发电机匝间短路匝数比, 通常取 6% ~ 8%。

$Z_{set.2}$ —— 负序补偿阻抗, 整定为发电机的负序阻抗, $Z_{set.2} = Z_{gen.2}$ 。发电机负序阻抗难以得到, 可取 $\frac{x_d + x_q}{2}$ 。由于发电机负序阻抗不很准确, 为了提高启动元件在发生发电机匝间短路时的灵敏度, 可按过补偿整定 $Z_{set.2} = 1.2 \times Z_{gen.2}$ 。

2 动作特性分析

2.1 启动元件

发电机解列运行, $Z_{sys.2}$ 。系统与发电机不连通, 系统故障或扰动启动元件可靠不启动。

发电机匝间短路: $|\dot{U}_2 + Z_{set.2} \times \dot{I}_2| > |\text{set}|$, 启动元件可靠启动。

发电机并列运行: $Z_{sys.2}$ 。

$$\text{发电机匝间短路: } \left| \frac{Z_{sys.2} + Z_{set.2}}{Z_{sys.2} + Z_{gen.2}} \times \frac{\alpha E}{3 \times n} \right| > |\text{set}|,$$

启动元件可靠启动。

系统故障或扰动: $|\dot{I}_2 (-Z_{gen.2} + Z_{set.2})| < \left| \frac{\alpha E}{3 \times n} \right|$, 整定恰当启动元件可以不启动, 整定不当启动元件可能启动。

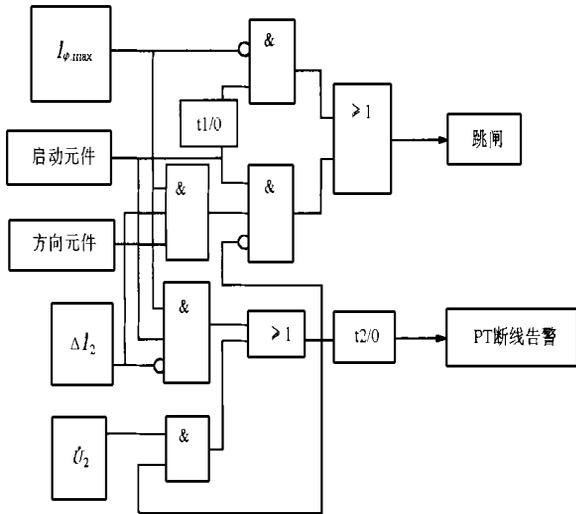


图2 发电机负序方向保护逻辑

2.2 方向元件

发电机解列运行, $Z_{sys.2}$ 。系统与发电机不连通, 系统故障或扰动方向元件为不定式。

发电机匝间短路: $|\dot{U}_2| = |\dot{U}_2|$, 方向元件为不定式。

因此, 发电机解列运行退出方向元件。

发电机并列运行, $Z_{sys.2}$ 。

发电机匝间短路: $|Z_{sys.2} + Z_{set.2}| > |Z_{sys.2} - Z_{set.2}|$, 只要不是无穷大系统, 方向元件可靠动作。

系统故障或扰动: $|-Z_{gen.2} + Z_{set.2}| < |-Z_{gen.2} - Z_{set.2}|$, 方向元件可靠不动作。

3 逻辑构成

$\dot{I}_{.max}$ ——最大相电流。 $\dot{I}_{.max} > \dot{I}_{.set}$ 动作, 作解、并列判据。

\dot{I}_2 ——负序电流增量。 $\dot{I}_2 > \dot{I}_{set.2}$ 动作, 用

作 PT 断线和负序方向监控。

\dot{U}_2 ——负序电压稳态量。用作解除 PT 断线自保持。

t_1 ——躲发电机并列断路器三相不同期时间。

t_2 ——PT 断线告警延时。

在短时间内系统发生连续的扰动(如: 单相重合闸过程), 方向元件多次被触发, 当一个采集数据窗跨入两个一次系统状态(如: 单相接地短路和单相断线)的数据, 方向元件可能失去方向性。但是无论正、反方向元件在第一次故障初期有明确的方向性, 排除系统和发电机同时故障的极小概率事件, 用正、反方向元件动作相互闭锁。逻辑如图 3:

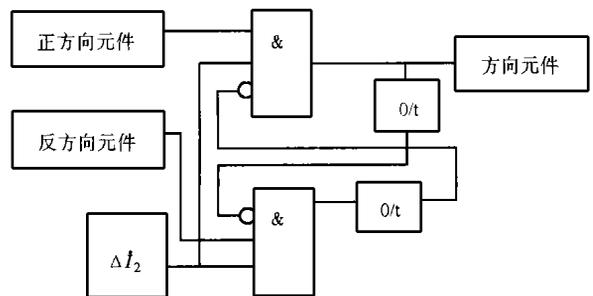


图3

4 结论

该判据方向明确, 整定简单。

收稿日期: 2000-02-17

作者简介: 柳焕章(1954-), 男, 高级工程师, 从事继电保护运行管理和整定计算工作。

A new criterion for negative sequence directional protection against generator fault component

LIU Huan-zhang

(Huazhong Electric Power Dispatch & Communication Bureau, Wuhan 430077, China)

Abstract: The phase to phase short circuit fault, turn to turn fault and branch winding breaking on stator winding of generator are of internal asymmetric faults of the generator. They would generate a negative sequence source inside the generator. When there is a fault outside the generator or disturbance, the negative sequence source would be outside the generator. The negative sequence directional relay can protect generator against internal asymmetric fault, but the negative sequence directional protection in practice always maloperates. Since it mainly protects the generator against turn to turn short circuit fault, and the fault would generate extreme current in the short circuit loop, the short circuit current on the generator side is not quite large. Therefore, the sensitivity has to be set to a high degree which results in the protection loss of security. The new criteria proposed in this paper makes the relay not operate firmly during fault outside the generator or disturbance, and the protection has a high sensitivity during the generator in turn to turn short circuit fault.

Keywords: asymmetric fault; negative sequence directional relay; generator; criteria