

RADSS 型母线中阻差动保护的動作特性

张华贵

(广东省电力设计研究院, 广东 广州 510600)

摘要: 介绍了 RADSS 型母线中阻差动保护的動作特性。母线上无空载线路时, 母线内、外故障可用相同的特性曲线; 有空载线路时, 内部故障应用不同的特性曲线。也说明了母线内、外故障时从 RADSS 的等值电路求取差动电流的方法, 描述了 RADSS 母线保护对 TA 拐点的要求及在母线内、外故障且 TA 有饱和时的動作特性。

关键词: 母线保护; 差动电流; 选择性

中图分类号: TM772 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)03-0060-03

0 概述

广东省在 220 kV 和 500 kV 的多个工程中, 使用了 RADSS 或 RADSS/S 型中阻差动作母线保护。在厂站的母线上, 由于接入了多回 220 kV 或 500 kV 线路, 运行中如何保证母线内、外故障的选择性十分重要。由于 RADSS 母线保护可使用一般的 TA, 如 SP20 型, 无论母线内、外故障, 在大的短路电流情况下, SP20 型 TA 都可能会出现饱和, 此时, RADSS 母线保护也应能正确选择动作。多年来的运行, 说明了 RADSS 和 RADSS/S 母线保护是一种带制动特性、选择性好和快速动作的母线保护。

1 RADSS 母线保护的特点

母线保护的原理图见图 1。其動作原理是比较作用于差动元件 d_R 上的经整流的動作电压 u_{d3} 和制动电压 u_s 的大小。母线内部故障, $u_{d3} > u_s$, 差动元件动作; 外部故障, 无论该侧 TA 是否饱和, $u_{d3} < u_s$, 差动元件不动作。

1.1 RADSS 的動作特性

边界条件 $u_{d3} = u_s$, 此时, $I_{R1} = 0$, 从图 1 得

$$n_d I_{d1} R_{d3} = I_{T3} \frac{R_s}{2} + (I_{T3} - I_{d1}) \frac{R_s}{2}$$

即:
$$I_{d1} = \frac{R_s}{n_d R_{d3} + \frac{R_s}{2}} I_{T3}$$

式中, 斜率 $S = \frac{I_{d1}}{I_{T3}} = \frac{R_s}{n_d R_{d3} + \frac{R_s}{2}}$

即:
$$I_{d1} = S I_{T3} \tag{1}$$

移项
$$I_{d1} - S I_{T3} = 0$$

考虑继电器的门槛值 K , 得:

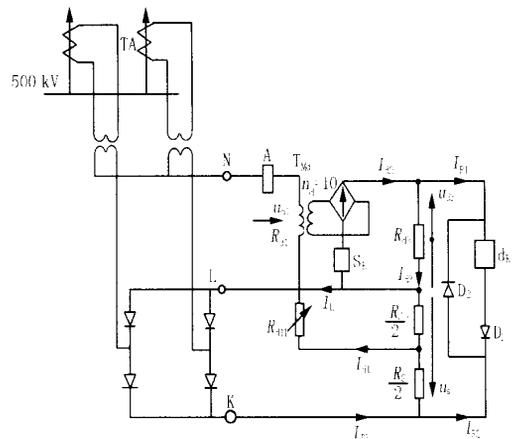


图 1 RADSS 原理图

Fig. 1 Block diagram of RADSS

$$I_{d1} - S I_{T3} = K \tag{2}$$

可见, RADSS 是带制动特性的保护, 见图 2。

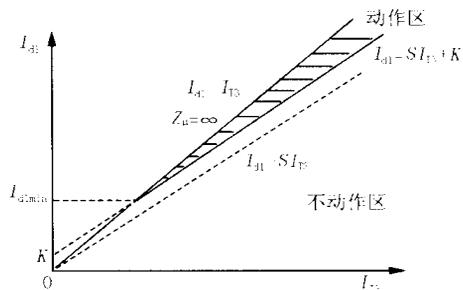


图 2 内、外部故障特性

Fig. 2 Characteristics of internal fault and external fault

1.2 RADSS 的最小動作电流 I_{d1min}

母线内部故障, 无空载线路时, 故障电流从各电源回路流入继电器, 此时

$$I_{d1} = I_{T3} \tag{3}$$

联立解式(2)和式(3)可得:

$$I_{d1} - SI_{d1} = K$$

$$\text{及 } I_{d1\min} = I_{d1} = \frac{K}{1-S} \quad (4)$$

最小動作電流 $I_{d1\min}$ 是式 (2) 和式 (3) 兩直線方程的交點, 也就是動作區的最低點值。

摘自廠家給出的定值^[1], 當差動回路電阻取 $R_{dT} = 301$ 時, 得表 1。

表 1 廠家給出的定值

Tab.1 Rated values of the products

$R_s/2$	S (斜率)	K/A	$I_{d1\min}/A$
3.66	0.5	0.10	0.20
5.50	0.66	0.096	0.30
7.30	0.8	0.092	0.46
8.15	0.85	0.091	0.61

1.3 RADSS 的中间 TA

RADSS 母线保护可使用相同或不同变比的 TA。中间 TA 除有 TA 变比匹配作用外, 还有限压的作用, 中间 TA 副边拐点电压值较低, 约为 400 V 有效值。为了保护继电器, RADSS 差动继电器一般均装有中间 TA, 其变比则根据电流匹配的需要而定。

1.4 RADSS 的 TA 回路断线监视元件 A

正常运行中, TA 回路断线时, 接在差动回路的断线监视电流元件 A 动作, 带时限发出警报, 同时断开保护的出口回路和短接差动回路。TA 断线监视元件 A 的動作電流为 10% ~ 20% I_H 額定電流。

1.5 RADSS 的电流启动元件 S_R

當 TA 二次額定電流为 1 A, 典型的 S_R 電流启动元件的定值为 0.88 A, 考虑加上 TA 的励磁電流, 共约 1 A 才会動作。一般无须再加低壓启动元件, S_R 電流启动元件的触点与差动元件的触点串联出口跳閘。

1.6 RADSS 的最大允许二次電阻值

當母线外部短路, TA 一侧饱和时, RADSS 的简化等值电路见图 3。

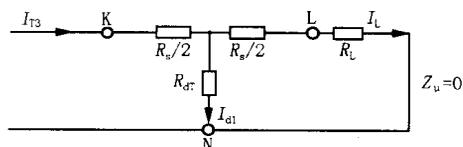


图 3 外部故障, TA 一侧饱和的等值电路

Fig. 3 Equivalent circuit when TA saturates in one side

I_{T3} 在 R_{dT} 和 R_L (忽略 $R_s/2$) 并联回路中分流, 而 I_{d1} 在稳定线上时, 即有:

$$I_{d1} = \frac{R_L}{R_{dT} + R_L} I_{T3} \quad (5)$$

$$I_{d1} = SI_{T3}$$

联解上述两方程式, 可得:

$$R_L = \frac{S}{1-S} R_{dT} \quad (6)$$

式中, $R_{dT} = 165 \sim 301$ 可整定。

一般选用 $R_{dT} = 301$, 当 $S = 0.8$, 则 $R_L = 1204$ 。

所以 TA 允许二次回路最大電阻

$$R_{2\max} = \frac{R_L}{n_M^2} = \frac{S}{n_M^2(1-S)} R_{dT} = \frac{1204}{n_M^2} \quad (7)$$

式中, $n_M = \frac{I_2}{I_3}$, 中间 TA 变比。从 $R_{2\max}$ 可见, 继电器允许 TA 有很大的二次電阻值。

2 母线内部故障的動作特性

1) 母线内部故障, 有空載回路, Z_u , 多回路空載时, TA 的励磁阻抗取并联值。母线内部故障时, RADSS 的简化等值电路见图 4。

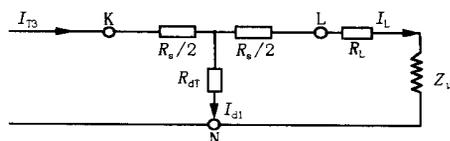


图 4 内部故障, 有空載回路的等值电路

Fig. 4 Equivalent circuit at internal fault

I_{T3} 在 R_{dT} 和 Z_u (忽略 $R_s/2 + R_L$) 并联回路中分流。由于励磁阻抗 Z_u 以電抗为主, 分流的差動電流 I_{d1} 与励磁電流有约 90° 的相位差, 因而 I_{d1} 与 I_{T3} 也有较大的相位差, 这有利于 I_{d1} 的動作。動作特性见图 5 所示, 内部故障動作區扩大了^[2]。

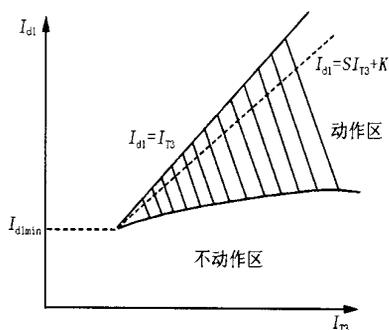


图 5 Z_u 时, 内部故障特性

Fig. 5 Internal fault characteristics when Z_u

2) 母线内部故障时, 在短路暂态过程中, 因差動回路是阻性, 励磁回路是感性, 两者的时间常数相差很大, 差動電壓的上升速度远大于制動電壓的上升速度, 这也有利于继电器的動作。

3 选择性的校验

1) 当母线上所接的元件均有电源,即无空载线路,母线内部故障, $I_{dl} = I_{T3}$,见图2继电器动作区的上限线,继电器动作。母线外部故障,TA一侧饱和时, $Z_{\mu} = 0$, I_{T3} 在差动回路 R_{dT} 和引线回路中分流,如图3所示。只要 R_L 值小于式(6),继电器不动作。

2) 母线内部故障,有空载回路时, I_{T3} 在差动回路及励磁回路 Z_{μ} 中分流,只要 I_{dl} 值落入动作区内,如图5特性所示,继电器动作。母线外部故障,TA一侧饱和时, I_{T3} 在差动回路及引线回路中分流,如图3所示。只要 $I_{dl} < S I_{T3}$ (S 为斜率定值), I_{dl} 的工作点落在制动区内,如图2特性所示,继电器不动作。

4 母线内部故障 TA 饱和时的动作

母线内部故障,在短路暂态过程中,TA会流过很大的短路电流,受直流分量的影响,会有一定的偏移。由于受TA拐点电压 U_k 的限制,如图6励磁曲

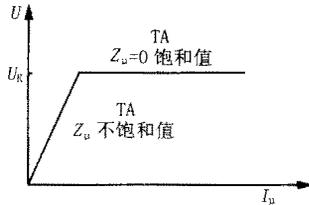


图6 TA理想励磁曲线

Fig. 6 Ideal excitation curves of TA

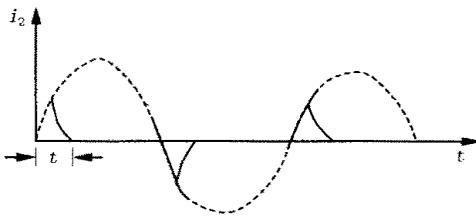


图7 内部故障TA饱和时,暂态二次电流

Fig. 7 Transient secondary current when TA saturates

线所示,当TA出现饱和时,二次侧的电流为非正弦波,输出电流时有时无,见图7。

若二次电流在TA饱和前有输出, $t > 3 \text{ ms}$,则RADSS的差动元件 d_R 便可动作,并经有保持及延时0.1 s自动复归,继电器能可靠出口跳闸。

5 RADSS对TA拐点的要求

为了保证继电器在母线内部故障时的动作,RADSS对TA拐点的要求是2倍电压定值。

$$U_K \geq 2 I_{dl\min} R_{dT} / n_M \quad (8)$$

$$\text{及} \quad U_K \geq 1.2 I_{SR} R_{dT} / n_M \quad (9)$$

式中, n_M 为中间TA变比, I_{SR} 为电流启动元件的动作值,约为1 A。

取式(8)、(9)中较大值。继电器在2倍电压定值时,整组动作时间为10 ms左右。

6 结语

RADSS和RADSS/S型母线中阻差动保护是带制动特性的,适用于单、双母线及一个半断路器接线。母线外部故障,TA饱和时,继电器允许TA有很大的二次电阻值,继电器不动作。母线内部故障,有空载回路时,继电器具有扩大了动作区的特性,有利于继电器的动作。可以使用一般的SP20型TA,只要满足继电器对TA拐点的要求,母线内部故障,即使TA饱和,继电器也能快速动作。

参考文献:

- [1] ABB Network Control & Protection. RADSS Bus Protection, Buyer's Guide, 1992-1993.
- [2] RADSS/S型母线差动保护说明书 (Manual for RADSS/S Type Bus Differential Protection) [Z]. 上海:上海继电器厂 (Shanghai: Shanghai Relay Factory), 1993.

收稿日期: 2003-01-14

作者简介:

张华贵(1933-),男,高级工程师,主要从事电力系统继电保护的设计工作。

Operation characteristics of RADSS type bus medium impedance differential protection

ZHANG Hua-gui

(Guangdong Electric Power Design Institute, Guangzhou 510600, China)

Abstract: The operation characteristics of RADSS type bus medium impedance protection is put forward. The same characteristic curves to describe the internal faults and external faults of bus without load are suggested, while different curves should be adopted when bus with load. The differential current should be evaluated based on RADSS equivalent circuit when bus faults occur. Also, the requirements of RADSS bus protection to TA knee are presented, and the operation characteristics is introduced when internal faults and external faults occur and TA saturates.

Key words: bus protection; differential current; selectivity