提高切换采样式励磁回路接地保护灵敏度及可靠性的方法

王显平

(重庆电力高等专科学校,重庆 400053)

摘要: 分析了切换式励磁回路接地保护原理和灵敏度,提出了提高灵敏度及可靠性的方法。

关键词: 切换采样; 接地保护; 灵敏度; 可靠性

中图分类号: TM773 **文献标识码**: B **文章编号**: 1003-4897(2002)-06-0052-02

1 前言

切换采样式励磁回路接地保护具有没有死区,所测接地电阻与接地点位置和励磁电势无关的优点,若检测电路参数配置不当,将降低保护的灵敏度和可靠性,本文重点讨论检测电路参数的最佳配置,以提高保护的灵敏度和可靠性。

2 切换采样式励磁回路接地保护原理分析

励磁回路接地保护构成原理如图 1 所示,R_x、R_y 为可变电桥电阻,R_1 为测量电阻,S_1、S_2 为由微机控制的切换开关,设励磁回路电势为 E(S_1、S_2 切换前为 E,切换后为 E'),在 a 点经过渡电阻 R_f 发生接地故障,忽略转子直流电阻,用 αE 和 $(1-\alpha)E$ 表示故障点两侧电势的大小。

在微机控制下,经给定时间间隔使 S_1 闭合 S_2 断开和 S_1 断开 S_2 闭合,得到可变的两个不同参数的电桥电路,记下相应的电势 E、E 及 R_1 两端的电压 U_1、U_2,即可计算接地电阻 R_f 的大小和接地点的位置 a。

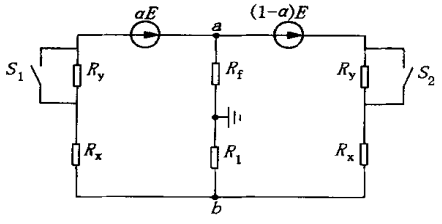

图 1 励磁回路接地保护原理图

设
$$2R_x + R_y = R_\Sigma$$
$$R_x = k_1 R_\Sigma$$
$$R_x + R_y = (1 - k_1) R_\Sigma$$

当 S_1 闭合,S_2 断开时,由节点电压法得

$$U_{ab} = \frac{\dfrac{\alpha E}{R_x} - \dfrac{(1-\alpha)E}{R_x + R_y}}{\dfrac{1}{R_x} + \dfrac{1}{R_x + R_y} + \dfrac{1}{R_1 + R_f}} \tag{1}$$

设此时测量电阻 R_1 上的电压为 U_1,

则
$$U_1 = U_{ab}\frac{R_1}{R_1 + R_f} = \frac{(\alpha - k_1) R_1}{(R_1 + R_f) + k_1(1 - k_1) R_\Sigma} E \tag{2}$$

当 S_1 断开,S_2 闭合时,此时电势为 E',由节点电压法得

$$U'_{ab} = \frac{\dfrac{\alpha E'}{R_x + R_y} - \dfrac{(1-\alpha)E'}{R_x}}{\dfrac{1}{R_x} + \dfrac{1}{R_x + R_y} + \dfrac{1}{R_1 + R_f}} \tag{3}$$

设此时测量电阻 R_1 上的电压为 U_2,令 $k_2 = E/E'$,则

$$U_2 = U'_{ab}\frac{R_1}{R_1 + R_f} = \frac{(\alpha + k_1 - 1) R_1}{(R_1 + R_f) + k_1(1 - k_1) R_\Sigma} E'$$

$$k_2 U_2 = \frac{(\alpha + k_1 - 1) R_1}{(R_1 + R_f) + k_1(1 - k_1) R_\Sigma} E \tag{4}$$

$$\Delta U = U_1 - k_2 U_2 = \frac{(1 - 2k_1) R_1}{(R_1 + R_f) + k_1(1 - k_1) R_\Sigma} E \tag{5}$$

由式(5)可得:

$$R_f = \frac{(1 - 2k_1) R_1 E}{\Delta U} - R_1 - k_1(1 - k_1) R_\Sigma \tag{6}$$

由 $\dfrac{U_1}{k_2 U_2} = \dfrac{\alpha - k_1}{\alpha + k_1 - 1}$ 得

$$\alpha = k_1 + \frac{(1 - 2k_1) U_1}{\Delta U} \tag{7}$$

可见,只要实时采集切换开关 S_1 闭合 S_2 断开时的 E、U_1 和 S_1 断开 S_2 闭合时的 E'、U_2 即可计算 $k_2 = E/E'$、$\Delta U = U_1 - k_2 U_2$,再由式(6)和式(7)计算出接地过渡电阻 R_f 之值和接地故障位置 a,当 R_f 小于整定值时保护动作,构成励磁回路接地保护。该保护灵敏渡与接地位置无关,不受转子绕组对地电容和励磁电势变化的影响,但与检测电路参数配置有关。

3 灵敏度分析

由式(6)和式(7)可知,ΔU 太小时,会出现溢出现象,为使保护装置能正确工作,ΔU 应设定一个动

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

作值 ΔU_{dz},只有当 $|\Delta U| > \Delta U_{dz}$ 时装置才进行检测计算。然而 ΔU_{dz} 整定太小,会降低保护的可靠性,若 ΔU_{dz} 整定太高,又将降低保护的灵敏度,为了提高灵敏度和可靠性,只有在相同工况下增大 ΔU。由式(5)可见,ΔU 与 K_1、R_1、R_Σ、R_f 有关,而与 α 无关。E 为励磁电势,由发电机励磁系统决定,R_f 为接地过渡电阻,当 E、R_f 一定时,合理选择参数 k_1、R_1、R_Σ 可使 ΔU 取得最大值。

3.1 K_1 值的选择

由式(5)可见,其它参数不变时 k_1 越小,ΔU 越大,当 k_1 为零时,ΔU 有最大值。但由图 1 可见,若 k_1 为零,即 R_x 为零,若切换开关 S_1、S_2 失灵且同时闭合时将形成励磁回路短路,为提高装置的可靠性,并得到尽可能高的灵敏度,k_1 可取尽可能的最小值(如 0.1)。

3.2 R_1、R_Σ 值的选择

由式(2)、式(4)、式(5)可见,R_1、R_Σ 与 ΔU、U_1、U_2 均有关,而 U_1、U_2 的最大值受转换能力限制,因此,R_1、R_Σ 选择原则应遵循以下两条基本原则:其一,U_1、U_2 不超过最大转换值;其二,ΔU 应得到尽可能的最大值。为选取合理的 R_1、R_Σ 值,现取 $k_1 = 0.1$、$\alpha = 0$、$R_f = 0$,U_1、U_2 最大转换值取 10V,代入式(2)、式(4)、式(5)得

$$\begin{cases} \dfrac{0.9 R_1 E}{R_1 + 0.09 R_\Sigma} = 10 & (8) \\ \Delta U = \dfrac{0.8 R_1 E}{R_f + R_1 + 0.09 R_\Sigma} & (9) \end{cases}$$

由式(8)得:

$$R_1 = \frac{9 R_\Sigma}{9E - 100} \tag{10}$$

代式(10)入式(9)得:

$$\Delta U = \frac{0.8E}{\dfrac{R_f}{R_\Sigma}(E - 100/9) + 0.09E} \tag{11}$$

由式(11)可见,当 $R_\Sigma \to \infty$ 时,ΔU 有最大值

$$\Delta U_{max} = \frac{0.8E}{0.09E} = \frac{80}{9}\text{V}$$

且与励磁电势无关,实际应用时,R_Σ 可取尽可能大的标称电阻,使检测电路参数达到最佳配置。

3.3 算例对比

3.3.1 按文献[1]中电路参数配置

$R_x = R_y = 10\text{k}\Omega$　　$E = 500\text{V}$　　$R_1 = 200\Omega$

$R_\Sigma = 2R_x + R_y = 30\text{k}\Omega$

则 $k_1 = \dfrac{R_x}{R_\Sigma} = \dfrac{1}{3}$

$$\Delta U = \frac{\frac{1}{3}R_1}{R_f + R_1 + \frac{2}{9}R_\Sigma} E$$

$$\Delta U_{max}\big|_{R_f = 0} = 4.85\text{V}$$

3.3.2 按电路参数最佳配置

取 $k_1 = 0.1$　　$R_\Sigma = 10\text{M}\Omega$　　$E = 500\text{V}$

则 $R_1 = 0.1R_\Sigma = 1\text{M}\Omega$　　$R_y = R_\Sigma - 2R_x = 8\text{M}\Omega$

由式(10)取 $R_1 = 20\text{k}\Omega$,则

$$\Delta U = \frac{0.8R_1}{R_f + R_1 + 0.09R_\Sigma} E$$

$$\Delta U_{max}\big|_{R_f = 0} = 8.7\text{V}$$

4 结论

通过理论分析和实践表明,合理选择检测电路参数,可使 ΔU 达到尽可能的最大值,不仅提高了保护的灵敏度,同时也提高了保护的可靠性。参数选择方法如下:

(1) 选择 R_x 与 R_y 得比值 k_1 为尽可能小的值。

(2) 选择 R_Σ 为尽可能大的值(R_Σ 越大,ΔU 就越大,R_x、R_y 的热稳定也越好)计算出 R_x、R_y 值。

(3) 根据 k_1 值及 U_1、U_2 的最大转换值确定式(10)以选择 R_1。

参考文献:

[1] 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,1996.

[2] 毕大强,徐振宇. 发电机励磁回路接地保护新原理的研究[J]. 继电器,2000,(7).

收稿日期: 2001-02-26;　　**修回日期**:2001-04-03

作者简介: 王显平(1952-),男,副教授,从事继电保护教学和微机保护的研究开发。

A way to improve the sensitivity and reliability of grounding protection in switch-over sampling energized circuit

WANG Xian-ping

(Chongqing Electric Power College, Chongqing 400053, China)

Abstract: Analyze the principle and sensitivity of the grounding protection of swith over sampling energized circuit and put forward the way of improving the sensitivity and reliability.

Keywords: switch-over sampling; grounding protection; sensitivity; reliability

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net