

乒乓式转子一点接地保护的原理改进方案

杜欣荣, 赵正滨, 李霞, 柏青海

(阿城继电器股份有限公司, 黑龙江 阿城 150302)

【摘要】 论述了乒乓式转子一点接地保护的原理改进方案。通过叠加辅助的直流电源, 消除了该保护在发电机停机或无励磁空转状态不能检测发电机转子绕组接地故障的缺憾。

【关键词】 改进方案; 转子一点接地; 乒乓; 电子开关

1 概述

转子一点接地保护装置用于发电机转子励磁回路对地绝缘保护, 对发电机的安全运行起着重要的作用。乒乓式转子一点接地保护以其不受转子绕组对地分布电容及接地点的位置的影响, 调试、整定方便, 正确动作率高, 功耗小等突出优点深受广大电力系统人士的喜爱, 美中不足的一点是该保护在发电机停机或无励磁空转状态不能检测发电机转子绕组接地故障, 本文将就这一问题进行讨论。

2 乒乓式转子一点接地保护的原理

保护的判据是通过乒乓式工作原理来实现的。

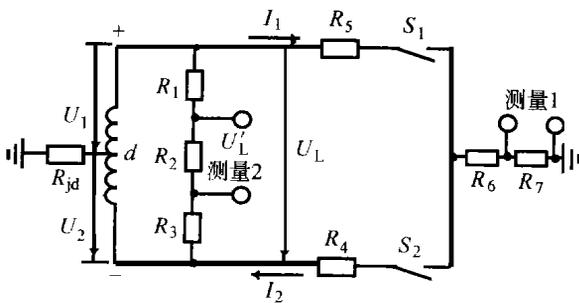


图1 转子一点接地保护原理示意图

在图1中, 设发电机转子绕组的d点经接地电阻 R_{jd} 一点接地。 U_L 为励磁电压, U_1 为转子正极与d点之间的电压, U_2 为d点与转子负极之间的电压, R_0 为保护装置内设电阻, S_1 与 S_2 为两个电子开关, 由时钟脉冲控制其状态为: S_1 闭合时 S_2 打开, S_1 打开时 S_2 闭合, 二者循环交替地运行下去, 类似推来挡去的乒乓球。

S_1 闭合 S_2 打开时, 直流稳态电流为:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_0 + R_{jd}} \quad \text{电导 } G_1 = \frac{I_1}{U_1} = \frac{k_1}{R_0 + R_{jd}}$$

S_2 闭合 S_1 打开时, 直流稳态电流为:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_0 + R_{jd}} \quad \text{电导 } G_2 = \frac{I_2}{U_2} = \frac{k_2}{R_0 + R_{jd}}$$

由于第一个采样点时刻与第二个采样时刻是一个接地点d, 所以 $k_1 + k_2 = 1$ 。

$$G_1 + G_2 = \frac{k_1 + k_2}{R_0 + R_{jd}} = \frac{1}{R_0 + R_{jd}}$$

上式表明, 当接地电阻 R_{jd} 越小, 则测定电导 $G = G_1 + G_2$ 越大, 所以将上式做为转子一点接地保护的判据, 当 $R_{jd} = R_{zd}$ (为整定电阻), 即当 $G = G_{zd}$ (整定电导) 时保护动作。

通过这种方法虽可检测发电机转子绕组的接地故障, 但一旦失去转子电压, 也就是说在发电机停机或空转状态, 本保护将不能检测发电机转子绕组对地的绝缘情况。

3 保护的改进方案

在保护的转子回路叠加一个辅助的直流电源 U_0 , 并将两个测量点稍做改动, 其原理接线示意图见图2所示。其中 r 是为补偿辅助直流电源的内阻所设。

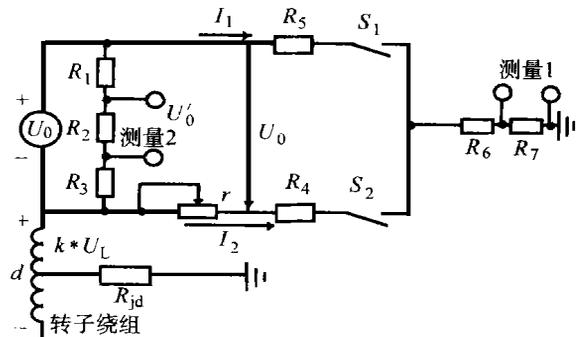


图2 改进后的转子一点接地保护原理示意图

S_1 闭合 S_2 打开时, 直流稳态电流为:

$$I_1 = \frac{U_0 + k * U_L}{R_5 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}}$$

电流 I_1 除 U_0 为:

$$\frac{I_1}{U_0} = I \frac{U_0 + k * U_L}{R_5 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}} / U_0 \quad (1)$$

S_2 闭合 S_1 打开时,直流稳态电流为:

$$I_2 = \frac{k * U_L}{R_4 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}}$$

电流 I_2 除 U_0 为:

$$\frac{I_2}{U_0} = I \frac{k * U_L}{R_4 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}} / U_0 \quad (2)$$

当 $R_5 = R_4$ 时,由(1)式和(2)式可得出:

$$\frac{I_1}{U_0} - \frac{I_2}{U_0} = I \frac{U_0 + k * U_L}{R_5 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}} / U_0 - I \frac{k * U_L}{R_4 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}} / U_0 = \frac{1}{R_4 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}} \quad (3)$$

设 $R_0 = R_4 + R_6 + R_7 + r$ 则由(3)式可得出:

$$\frac{I_1}{U_0} - \frac{I_2}{U_0} = \frac{1}{R_0 + R_{jd}} \quad (4)$$

上式同样表明,当接地电阻 R_{jd} 越小,则(3)式右边值越大,所以将上式做为转子一点接地保护的动

作判据,当 $R_{jd} < R_{zd}$ (为整定电阻),即当 $\frac{1}{R_0 + R_{jd}} > \frac{1}{R_0 + R_{zd}}$ 时保护动作。由于(3)式中 $I \frac{k * U_L}{R_4 + R_6 + R_7 + r + R_{jd}} / U_0$ 被减掉,说明本判据既不受转子励磁电压的影响也不受接地点位置的影响,从而保证从转子正极到负极之间任何一点发生接地故障时装置均能正确动作。同时,由于有叠加的直流电源 U_0 的存在,消除了该保护在发电机或无励磁空载状态不能检测发电机转子绕组接地故障的缺点。

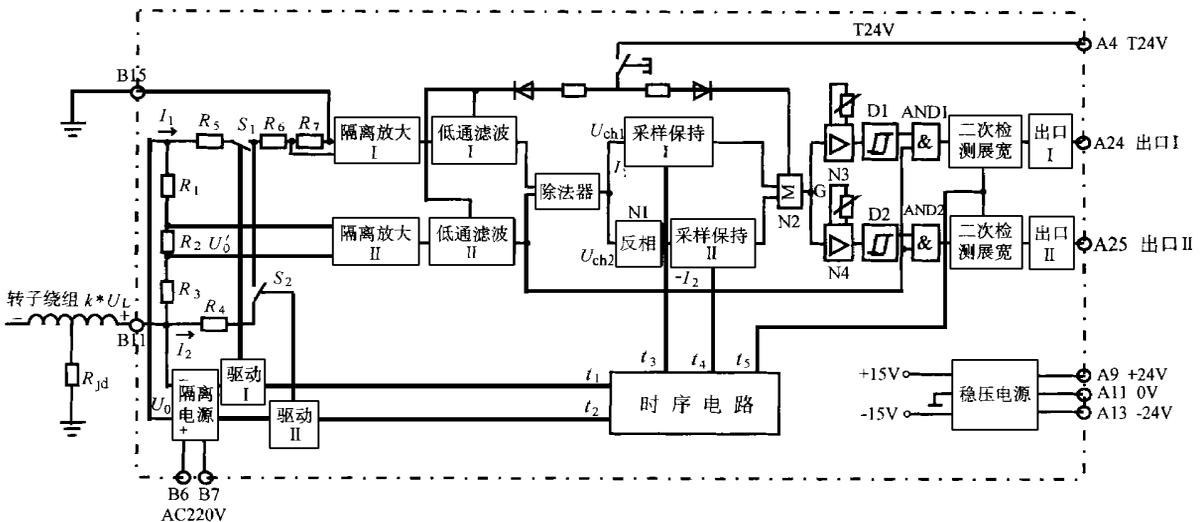


图3 改进后的转子一点接地保护装置原理方框图

4 逻辑电路设计

图3为改进后的原理方框图。隔离电源将交流220V变成两个独立的电源。 U_0 用作辅助测量电源,另一个用作电子开关 S_1 和 S_2 驱动电源。在时序电路中产生的方波信号 T_1 和 T_2 作用下,驱动和驱动使电子开关 S_1 和 S_2 轮流导通, I_1 、 I_2 在电阻 R_7 上产生的电压 U_{R7} 作为被除数,经隔离放大器、低通滤波器、送至除法器。辅助直流电压 U_0 在电阻 R_2 上形成的电压 U_{R2} 作为除数,经隔离放大器、低通滤波器送至除法器。通过时序电路的控制,采样保持器取出 $\frac{I_1}{U_0}$ 、送至加法器,采样保持器

取出 $-\frac{I_2}{U_0}$ 、送至加法器。则加法器 N_2 的输出电压 U 正比于 $\frac{I_1}{U_0} - \frac{I_2}{U_0}$ 。 R_{zd} 分别在高定值整定回路 N_3 、低定值整定回路 N_4 中进行调整,然后通过触发器 D_1 、 D_2 进入由 U_0 产生的闭锁回路。当 U_0 低于一定值时 D_3 输出低电平,闭锁装置。

正常运行时,发电机转子绕组接地电阻 R_{jd} 很大,加法器的输出电压 $\frac{I_1}{U_0} - \frac{I_2}{U_0}$ 很小,低于触发器的门坎电压,保持装置不动作。若 R_{jd} 降低,则 $\frac{I_1}{U_0} - \frac{I_2}{U_0}$ 升高,超过触发器的门坎时,保护 (下转第50页)

器,为保证数据远传的可靠性,应提供专用电话(号)。目前,我省正在对 WDS 系列共 50 台故障录波器进行远传组网,已联调成功的有 25 台,其余的正在由厂家和中调进行调试,不久即可全部完成。

3.3 我省 220kV 线路共有 121 条,保护配置情况见表 3:

表 3

保护配置	线路数(条)	百分比
11 型,15 型	70	57.9 %
11 型,901 型	17	14.0 %
11 型 JCFB - 02	14	11.6 %
901 型,902 型	4	3.3 %
11 型,光纤	4	3.3 %
CKF,CKI	3	2.5 %
晶体管型	3	2.5 %
整流型	4	3.3 %
11 型	2	1.7 %

由表 3 可见,配置微机保护的线路占总数的 90%,但仍有一些保护装置是晶体管型和整流型的产品,运行年限长,元器件老化,不仅很难购买备品

件,有的还存在原理缺陷,运行中外部环境温度稍有变化就告警,不仅给运行人员带来很大麻烦,而且容易在事故中误动或拒动,严重影响系统的安全。近几年我省结合技改工作更换了许多旧型保护,逐步实现了线路保护配置的现代化。

3.4 在“12·01”及“12·21”事故中,由于故障频繁,线路大面积跳闸,大大改变了原来已整定配合的网络,临时整定方案显然来不及,如果没有高频保护把关,后果难以想象。因此,应不断加强对高频保护的管理,提高高频保护的投运率,确实保证电网的安全稳定运行。

收稿日期:1999-04-16

作者简介:鄢安河(1952-),男,本科,高级工程师,主要从事电力系统继电保护的技术、运行管理工作;胡家跃(1959-),男,本科,高级工程师,主要从事电力系统继电保护的技术、运行管理工作;田芳(1972-),女,本科,工程师,主要从事电力系统继电保护的技术、运行管理工作。

ANALYSIS OF THE RELAY PROTECTION'S OPERATION IN AN EVENT OF CONDUCTOR SWING AND FLASH OF HENAN POWER NETWORK

YAN An-he, HU Jia-yue, TIAN Fang

(Power Dispatch and Communication Bureau of Henan Province, Zhengzhou 450052, China)

(上接第 43 页) 装置经二次检测展宽回路出口。

[参考文献]

5 结论

改进后的转子接地保护既不受转子励磁电压的影响也不受接地点位置的影响,从而保证从转子正极到负极之间任何一点发生接地故障时装置均不存在死区。同时,由于有叠加的直流电源 U_0 的存在,消除了该保护在发电机停机或无励磁空转状态不能检测发电机转子绕组接地故障的缺点。使转子接地故障解决于发电机之前,减少了电厂不必要的经济损失,更能满足电力系统的需要。

- [1] 宋从矩,姚晴林. 集成电路继电保护(第一版). 水利电力出版社,1995,11.
- [2] 祖伟,姚翔,余波. 乒乓式转子一点接地保护的电路改进及其分析. 继电器,1997,(2).

收稿日期:1999-05-31

作者简介:杜欣荣(1964-),女,工程师,主要从事电力系统继电保护的设计研究工作;赵正滨(1962-),男,工程师,主要从事大型发电机变压器保护装置的研究与开发工作。

PRINCIPLE IMPROVEMENT SCHEME FOR TIME SEQUENCE ROTOR ONE POINT EARTHING PROTECTION

DU Xin-rong, ZHAO Zheng-bin, LI Xia, BAI Qing-hai

(Acheng Relay Co., Ltd, Acheng, 150302 China)

Abstract This paper presents the principle improvement of time sequence rotor one point earthing protection. With an auxiliary DC power overlapped, this protection is capable to detect the earthing fault of generator rotor winding, which occurs when the generator shuts down or rotates deexcitedly.

Keywords improvement scheme; rotor one point earthing; time sequence; electronic switch