

变极性直流迭加式转子一点接地保护研究

葛州坝水力发电厂 程永叙 徐时炎

摘要 变极性直流迭加式转子一点接地保护,是根据水轮发电机可控硅励磁回路的特点,分析总结国内外同类产品优缺点基础上开发出的一种新型保护。它由变极性直流迭加源与传感检测电路两大部分构成,具有接线简单、调试方便、灵敏度高、无“死区”、抗干扰能力强、动作可靠、无需阻波设备、成本低等优点,同时还具有测量接地电阻大小的功能。本文阐述了它的构成、工作原理及试验结果。

关键词 变极性 死区 灵敏度 可靠性

1 概 述

目前国内普遍采用的转子一点接地保护,有电桥式、直流迭加式、交流迭加式三类。它们分别存在有保护“死区”、灵敏度不对称、抗干扰能力差等缺点。我厂引进的加拿大励磁装置,带有转子接地检测电路,其原理是,将附加直流电源经电阻附件同时加入转子两极,并反应接地电流动作。实践证明有很高的灵敏度和动作可靠性。但是由于转子电压的影响,在转子绕组内部存在保护“死区”,且转子两极的保护灵敏度不对称。

笔者在分析这种保护装置的基础上,对其作了如下改进:其一是将直流电压迭加源改为自动周期变极性电源,以消除绕阻内部的保护“死区”,并使两极灵敏度对称;其二是加入接地电阻检测电路,该保护动作后,运行人员只需操作有关按钮即可从装置本身的表计上测出接地电阻的大小。保护样机已经过全面严格的检验与机组试验,并已投入试运行。

表1将本保护与其它同类保护作了比较。用本保护代替我厂所用交流迭加式保护,不仅动作灵敏度有大幅度提高,简化了调整,而且省去了体积庞大的LC阻抗器,增加了测量功能。

表1 保护性能比较

	灵敏度	死区	抗干扰能力	阻波器	调试	测量
变极直流迭加式	高.对称	无	强	无	简	可
直流迭加式	高.不对称	有	强	无	简	不可
单极直流迭加式	高.不对称	无	强	无	简	不可
交流迭加式	低.对称	无	差	有	繁	不可
电桥式	低.对称	有	一般	无	简	不可

2 保护原理

电路由变极性直流电压源和传感检测电路构成，如图 1 所示。

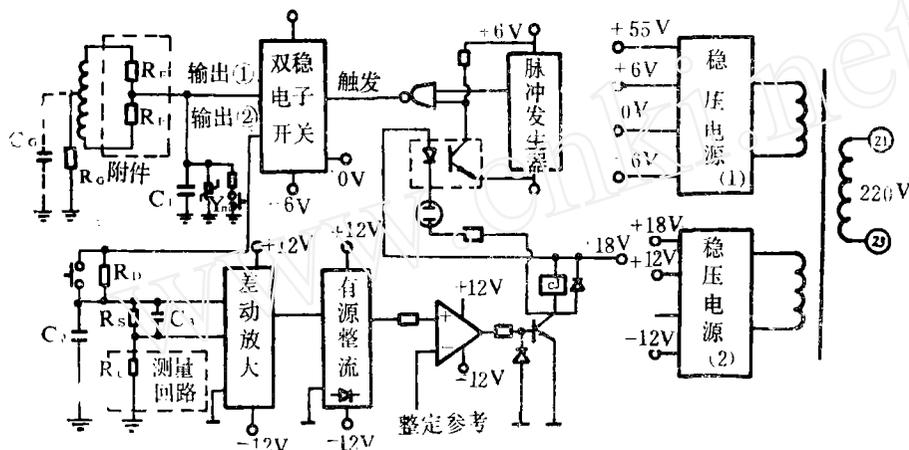


图 1 变极性直流迭加式转子一点接地保护原理框图

双稳电子开关由双稳态触发器及输出开关管构成，在两种不同的稳态下，输出①与输出②之间电压分别为 +50 V 和 -50 V；双稳电子开关由脉冲发生器控制，每输入一个负脉冲则电子开关倒换极性一次，这就实现了变极性电源的迭加。

传感检测电路由传感电阻 R_s ，差动放大器、有源整流、比较执行回路构成。其作用是，通过 R_s 把转子接地电流变换成电压信号，并根据这一信号大小来作出故障判断。

执行回路与变极性源之间以光电耦合器相连，其目的是，使保护动作后立即切断电子开关的触发脉冲，使变极电源保持在当时的极性，防止在接地电阻较大时保护（繁方）频繁动作一返回一动作。

保护工作原理可用式（1）来分析。由于迭加源与转子电压的共同作用，通过迭加源—附件电阻—转子绕组—接地电阻 R_G —传感电阻回路的电流 I_s 为：

$$I_s = \frac{(0.5 - \alpha) V_L \pm V_{PS}}{\frac{1}{2} R_F + R_G + R_s + R_C + R_D} \quad (1)$$

式中： V_L —励磁电压绝对值

V_{PS} —迭加源电压绝对值

α —接地点距转子负极的相对距离（0~1）

R_F 、 R_G 、 R_s 、 R_C 、 R_D 、—附件电阻、接地电阻、传感电阻、测量回路电阻、测量用短接电阻。

可见， V_L 、 α 、 V_{PS} 极性、 R_G 都影响了 I_s 的大小，在同一 R_G 下，影响保护灵敏度的是电压 $(0.5 - \alpha) V_L \pm V_{PS}$ ；这里 $\pm V_{PS}$ 表示迭加源的两种极性，一旦故障发生（即 V_L 、 α 、 R_G 确定）， I_s 即由 V_{PS} 极性决定，不难看出，当 V_{PS} 极性固定不变时，则在绕组内总有一个范围 $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$ ，使得 $(0.5 - \alpha) V_L + V_{PS}$ 或 $(0.5 - \alpha) V_L - V_{PS}$ 接近或等于零，并

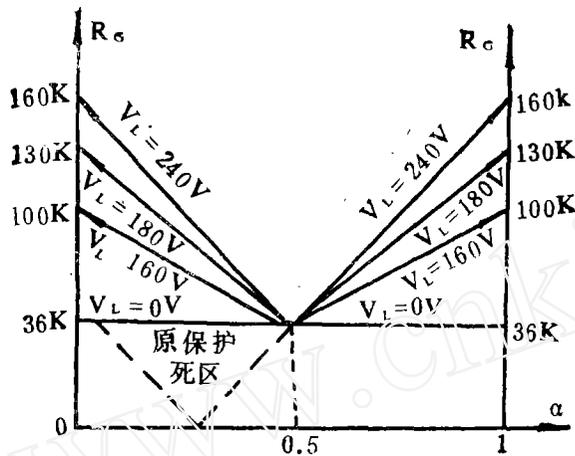


图2 动作值 R_G 与励磁电压 V_L 故障点 α 关系

由(2)式可得到动作值 R_G 与 V_L 、 α 关系,如图2所示。

3 接地电阻测量原理

根据式(1)可知在短接 R_D 情况下 I_{s2} 值为:

$$I_{s2} = \frac{(0.5 - \alpha) V_L \pm V_{Ps}}{\frac{1}{2} R_F + R_S + R_G + R_C} \quad (3)$$

设(1)式未短接 R_D 时电流为 I_{s1} , (2) ÷ (1)得:

$$K = \frac{I_{s2}}{I_{s1}} = \frac{\frac{1}{2} R_F + R_C + R_S + R_D + R_G}{\frac{1}{2} R_F + R_S + R_C + R_G}$$

$$R_G = \frac{\frac{1}{2} R_F + R_S + R_C + R_D - K \left(\frac{1}{2} R_F + R_S + R_C \right)}{K - 1} \quad (4)$$

(4)式说明, R_G 只与短接 R_D 前后电流比值 $K = I_{s2} / I_{s1}$ 有关,与当时的 V_L 、 α 、 V_{Ps} 极性无关,利用这一原理,将 I_{s1} 、 I_{s2} 转换成电压量 V_{s1} 、 V_{s2} ,并在保护动作后调整 V_{s1} 至某一特定值(例如1V),则短接 R_D 后 V_{s2} 大小即代表了 R_G 大小。

4 试验结果

保护样机在实验室进行了全面试验,并在*12机上进行了试验。结果如下:

4.1 动作值试验

①发电机无励磁时,动作值整定为24kΩ,这也是转子绕组中点的动作值;

②发电机加空载励磁电压额定值,正极接地动作值为84kΩ,负极接地动作值为82.5kΩ;分别以0、9.1kΩ、20kΩ、36kΩ接地试验,均可靠动作。

4.2 在空载额定励磁电压下做接地电阻测量试验,结果如下:

接地电阻标称值 0 9.1kΩ 18.2kΩ 30kΩ

且在 $\alpha=0$ 和 $\alpha=1$ 两种接地情况下 I_s 差异很大,这就是进口设备存在“死区”和双极灵敏度不对称原因。

V_{Ps} 改为变极性后,解决了“死区”和灵敏度不对称问题。这是因为,对于任一点故障,总有一种极性的 V_{Ps} 送入能产生足够的传感电流 I_s 。

设动作电流为 I_{s0} ,则由(1)式可算动作电阻:

$$R_G = \frac{(0.5 - \alpha) V_L \pm V_{Ps}}{I_{s0}} - \frac{1}{2} R_F - R_S - R_D - R_C \quad (2)$$

ZJL—45集成电路相间距离保护

许昌继电器研究所 牛怀清 刘甲申

1 引言

作为能瞬时切除输电线路85~90%范围内的各种相间故障及三相故障的相间距离保护,由于不受网络结构和系统运行方式的影响,当与输电线载波或微波通道配合时,即可作为线路全长的瞬时保护。因此,距离保护长期以来在复杂电网高压输电线保护中就受到广大用户的青睐。随着我国电力系统的蓬勃发展,电力系统正向高压和超高压方向发展,电网结构也日趋复杂。因而在安全、可靠和快速等方面对距离保护提出了更加严格的要求。传统的整流型及晶体管型距离保护在回路构成上不但复杂,而且其性能特别是在快速方面已远远不能满足超高压输电线路的要求。用集成电路构成的保护不但回路接线简单、调试方便,而且其性能都远远优于传统的保护,完全满足超高压输电线路对保护的要求。为此我们在消化吸收引进国外八十年代产品(如西门子、BBC公司)的基础上结合我国电力系统的现状及发展趋势,依“四统一设计”为基础,与华中理工大学联合研制出500kV超高压ZJL—45集成电路相间距离保护装置。

2 保护装置的主要特点

ZJL—45相间距离保护装置为三段不切换方式,适用于中性点直接接地的110kV~500kV输电线路,作为各种相间故障、两相接地及三相故障的主保护或后备保护。对反向故障具有明确的方向性,对三相出口短路能可靠切除。装置采用9个圆特性的方向阻抗继电器分别作为I、II、III段阻抗元件,采用综合比较原理,以获得较快的动作速度和较小的超越。

正极接地测量值	0.8k Ω	12k Ω	20k Ω	30k Ω
负极接地测量值	1k Ω	12k Ω	20k Ω	30k Ω

测量误差稍大,原因是表计刻度未校准,但也基本反映了故障的严重性程度。

4.3 可靠性及抗干扰试验

- ①模拟直流400V励磁电压并转子直接接地,无异常情况;模拟交流50Hz400V励磁电压谐波及0.47 μ F、1 μ F、2 μ F转子对地电容无误动现象;
- ②在发电机自动起励外压过程中无误动现象;
- ③在空载额定励磁电压下跳FMK无误动现象;
- ④装置经受了正常励磁电压及灭磁过电压考验均未发现元件损坏及误动现象。