

新型距离继电器比相电路研究

李晓明 陈建伟 卢光华 山东工业大学 (250014)

【摘要】 具有新判据的距离继电器与选相元件配合,能够获得理想特性。全新的比相原理是新型距离继电器的主要特色。本文讨论了在电力系统各阻抗角不相等的条件下,比相方式的改进措施。并具体讨论了一种用集成电路构成的,具有抗干扰能力的比相电路。

【关键词】 距离继电器 比相回路 抗干扰

引言

理想的距离继电器能够保证区内短路时正确动作,区外短路时不动作。且动作特性不受短路处过渡电阻大小的影响,也不受系统结构变化和运行方式变化的影响。文献^{[1][2]}分别提出了一种具有新判据的接地距离继电器和具有新判据的相间距离继电器。新判据能够保证故障相的距离继电器具有理想特性。因此,这种距离继电器与理想的选相元件配合,将使距离保护的性能得到很大改善。加强这种距离继电器的研究,使其尽快实用化,是一件重要工作。距离继电器电压形成回路的构成原理,一般都大同小异。因此,本文着重讨论了新型距离继电器的比相回路。

1 原理分析

分相式接地距离继电器动作判据比较量为

$$A \text{ 相: } U_P = U_A, \quad U_R = I_0, \quad U'_A = U_A - (I_A + 3K I_0) Z_d$$

$$B \text{ 相: } U_P = U_B, \quad U_R = I_0, \quad U'_B = U_B - (I_B + 3K I_0) Z_d$$

$$C \text{ 相: } U_P = U_C, \quad U_R = I_0, \quad U'_C = U_C - (I_C + 3K I_0) Z_d$$

式中: U_P 表示极化电压; U_R 表示参考电压; $U'_\varphi (\varphi = A, B, C)$ 表示补偿电压; U_φ 和 I_φ 分别表示保护安装处的相电压和相电流; I_0 表示保护安装处零序电流; Z_d 为整定阻抗。

分相式相间距离继电器动作判据比较量为

$$AB \text{ 相: } U_P = U_{AB}, \quad U_R = j I_{C2}, \quad U'_{AB} = U_{AB} - I_{AB} Z_d$$

$$BC \text{ 相: } U_P = U_{BC}, \quad U_R = j I_{A2}, \quad U'_{BC} = U_{BC} - I_{BC} Z_d$$

$$CA \text{ 相: } U_P = U_{CA}, \quad U_R = j I_{B2}, \quad U'_{CA} = U_{CA} - I_{CA} Z_d$$

式中: $U_{\varphi\varphi} (\varphi\varphi = AB, BC, CA)$ 分别表示保护安装处的相间电压和相差电流(也称两相电流差); $I_{\varphi} (\varphi = A, B, C)$ 表示保护安装处 φ 相的负序电流。

新型距离继电器动作判据为: 当极化电压 U_P 与补偿电压 U' 分别落在参考电压 U_R 两侧时, 距离继电器动作。当 U_P 与 U' 落在 U_R 同一侧时, 距离继电器不动作。

可以证明^{[1][2]}, 在电力系统各阻抗角相等的条件下, 短路处过渡电阻两端的电压差与参考电压 U_R 同方向。可以证明, 当发生区内短路时, 极化电压 U_P 与补偿电压 U' 总是分居参考电压 U_R 的两侧; 当 U_P 超前 U_R 时, U' 落后 U_R ; 当 U_P 落后 U_R 时, U' 超前 U_R 。具体 U_P 和 U' 幅值的大小和相位的多少, 无关紧要。因此, 不必象其他距离继电器那样, 需要作各种相量图分析和测

量阻抗(支接阻抗)特性分析。还可以证明,当发生正方向区外或者反方向短路时, U_P 与 U' 总是落在 U_R 同一侧,距离继电器不动作。因此,距离继电器具有明确方向性。

在假定电力系统各阻抗角相等的条件下,找到了具有理想特性的距离继电器新判据。但实际电力系统中,各阻抗角不可能完全相等。为此,理想距离继电器特性要受到一些限制。特别是保护安装在受电侧,短路处的过渡电阻又比较大时,可能出现三个相量 U_P 、 U' 、 U' 之间的夹角都很小,且不满足区内短路动作,区外短路不动作的条件。为解决这些问题,需对新型距离继电器比相条件作以下改进。

以 U_R 为轴线,向前作一条夹角为 α 的直线,向后也作一条夹角为 α 的直线,形成一个对顶角为 2α 的射形区域,如图1所示。距离继电器动作判据改为:当极化电压 U_P 与补偿电压 U' 分别落在这个对顶角为 2α 的射形区域两侧时,距离继电器动作。否则,不动作。 α 的大小,可视运行经验确定。一般在 $0 \sim 10^\circ$ 之间。

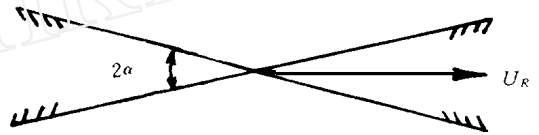


图1 对顶角为 2α 的射形区域示意图

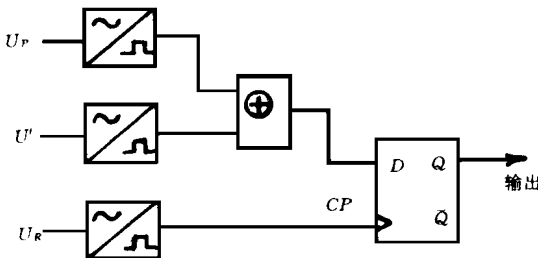


图2 基本比相电路

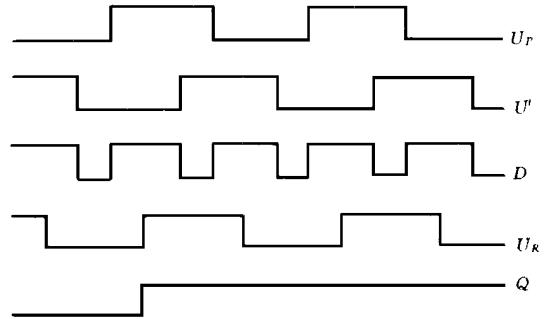


图3 基本比相电路工作波形图

2 比相电路

新型距离继电器的基本比相电路如图2所示。首先,相量 U_P 、 U_R 、 U' 经方波形成电路,把正弦波变为方波。当正弦波大于零时,输出高电平,也称1状态。当正弦波小于零时,输出低电平,也称0状态。 U_P 与 U' 的方波送到异或门的输入,异或门的输出送至D触发器的D端子, U_R 的方波送至D触发器的CP端子。当相量 U_P 与 U' 分别落在相量 U_R 两侧时,CP由0变为1的瞬间,D端子的输入状态正好是1,所以,D触发器的Q端子输出为1,继电器动作。图3示出一种 U_P 与 U' 分别落在 U_R 两侧时比相电路的工作波形图。同样可分析,当相量 U_P 与 U' 落在 U_R 同一侧时,CP由0变为1瞬间,D端子的输入状态是0,Q端子输出为0,继电器不动作。

图2所示的比相电路能满足新型距离继电器的基本要求。但是,该比相电路没有抗干扰能力。当 U_P 、 U_R 、 U' 受到干扰,波形发生畸变,继电器可能发生误动,也可能发生拒动。特别是 U_R 的方波发生如图4所示的碎波现象时,继电器很容易误动。一种实用的、具有抗干扰能力的比相电路如图5所示。

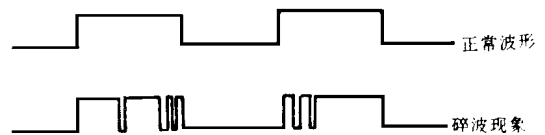


图4 碎波现象示意图

图6示出了一种 U_P 与 U' 分别落在 U_R 两侧时比相电路的工作波形图。从该波形图不难看出,当 U_R 上升沿到达瞬间, Q_1 输出1, $\bar{Q}_3$ 输出1;当 U_R 下降沿到达瞬间, Q_2 输出1, $\bar{Q}_4$ 输出1。

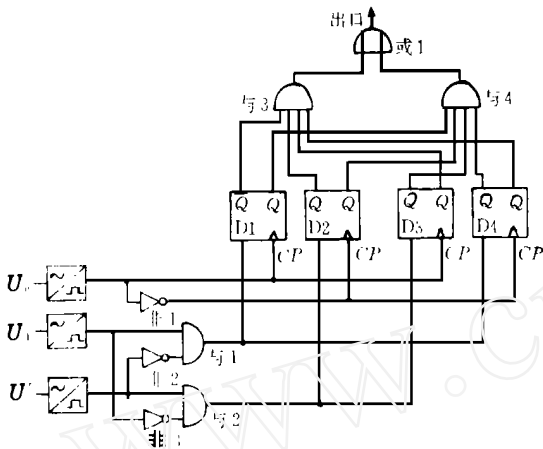


图5 具有抗干扰能力的比相电路

所以,与₃输出1,或₁输出1,继电器动作。同理可知,当 U_P 与 U' 落在 U_R 的同一侧时, U_R 上升沿到达瞬间和 U_R 下降沿到达瞬间,与₁和与₂的输出皆为0。所以,D₁、D₂、D₃、D₄触发器的Q端子都输出0,与₃和与₄输出0,或₁输出0,继电器不动作。

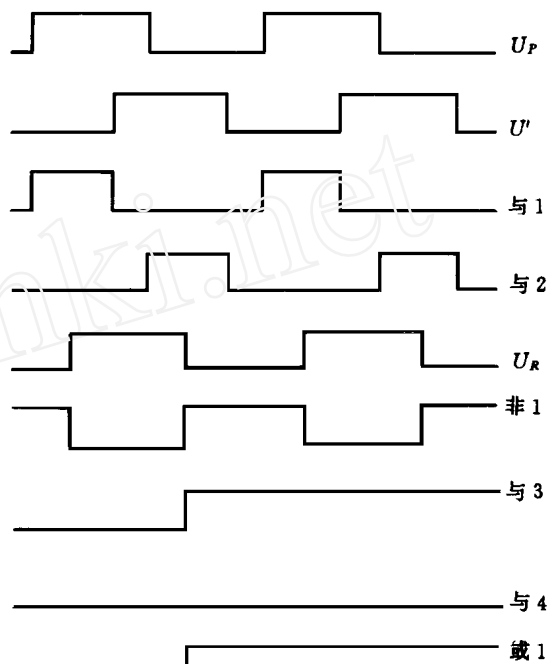


图 6 比相电路工作波形图

下面进一步分析比相电路的抗干扰原理。比相电路中的 4 个 D 触发器被分为两组, D_1 、 D_2 为一组, D_3 、 D_4 为一组。同一组中的两个触发器同时为 1 或者同时为 0 是继电器动作的必要条件。同一组两个触发器的 D 端子一个接至 Y_1 的输出, 另一个接至 Y_2 的输出。与 Y_1 、 Y_2 的输出不可能同时为 1; 与 Y_1 输出 1 时, 与 Y_2 必定为 0; 与 Y_2 输出为 1 时, 与 Y_1 输出必定为 0。如果 U_p 和 U 没有受到干扰, 是正常的工频正弦波, 则与 Y_1 (与 Y_2) 在一个周期内只可能出现一个高电平的方波。换句话说, 与 Y_1 (与 Y_2) 输出的方波隔 20ms 出现一次。而且, 与 Y_1 输出 1 以后 10ms, 与 Y_2 必定输出 1, 反之亦然。与 Y_1 、 Y_2 就是这样交替输出 1。方波 1 的宽度对应着 U_p 与 U 之间夹角的时间。当 U_R 的上升沿使得四个 D 触发器中的某一个 Q 端子输出 1 时, 紧接着这个上升沿的 U_R 下降沿触发同一组的另一个 D 触发器, 使该触发器的 Q 端子也输出 1。即, 同一组的两个触发器先后 10ms 输出 1。这有点象同一组的两个 D 触发器分别进行正半波比相和负半波比相, 正半波比相和负半波比相都正确时, 继电器动作。但是, 应该注意, 这里并不是分别独立地进行正半波比相和负半波比相, 然后简单地取与的关系输出。而是, 上升沿和下降沿两次比相有严格相互制约作用。就是说, 这两次比相必须符合一定的时间间隔和先后次序; 时间间隔短了不行, 长了也不行; 而且, 两次比相之间, 不能再有其他干扰脉冲参加比相, 否则, 比相无效, 继电器不动作。这些措施, 使比相电路有很强的抗干扰能力, 极大地提高了距离保护的动作可靠性。

可以看出,这种比相电路还有一个非常重要的优点。如果电力系统频率发生变化,则相量 U_P 、 U_R 、 U 的频率也跟着同步变化,它们的方波不再是等间隔为 10ms 的波形。不论是频率大于 50Hz ,还是小于 50Hz ,只要这三个量的频率同步变化,图5所示的比相电路就认为没有受到干扰,并按正常情况进行工作。保证了振荡与短路同时发生,且振荡周期比较短时,比相电路仍能正确比较相位。

当然,如果 U_P 、 U_R 、 U' 三个量的频率,有的变大,有的变小,即有的方波变宽,有的变窄,则

比相电路自动使动作条件受到更加严格的限制, 达到抗干扰的目的。可以看出, 如果 U_R 发生碎波现象, 比相电路不会误动。

顺便指出, 比相电路采用两组 D 触发器, 一方面可以增强比相电路的抗干扰能力; 另一方面提高了比相电路的动作速度。使抗干扰能力和动作速度达到有机统一。

下面讨论如何实现图 1 所示的比相要求。

图 7 说明正弦波转变为方波的三种方法: (a) 表示正弦波在过零点转变为方波; (b) 表示有正门坎电压 Δu 时的情况; (c) 表示有负门坎电压 $-\Delta u$ 时的情况。极化电压 U_P 与补偿电压 U' 按图 7a 的方式转变为方波。如果参考电压 U_R 也按图 7a 的方式转变为方波, 距离继电器的动作判据为: 当 U_P 与 U' 分别落在 U_R 的两侧时, 继电器动作。如果参考电压以图 7b、7c 之中的任何一种方式转变为方波, 则距离继电器的动作判据改进为: 当 U_P 与 U' 分别落在图 1 所示的对顶角为 2α 的射形区域两侧时, 继电器动作; 否则, 不动作。对顶角射形区域夹角 2α 的大小与 Δu 有关; Δu 越大, 2α 越大; 反之亦然。

从图 7b、7c 可以看出, U_R 方波的上升沿与下降沿之间的间隔不再是 10ms , 而 U_P 、 U' 的方波是等间隔 10ms 的方波, 这就使得比相电路在相量 U_R 的两侧形成一个对顶角为 2α 的射形区域, 该区域为盲区。当 U_P 或者 U' 落在盲区时, 比相电路不能判断 U_P 或者 U' 是分居 U_R 两侧, 还是同居一侧。因此, 继电器不动作。使得相量 U_P 、 U_R 、 U' 之间的夹角很小时, 距离继电器不会误动。

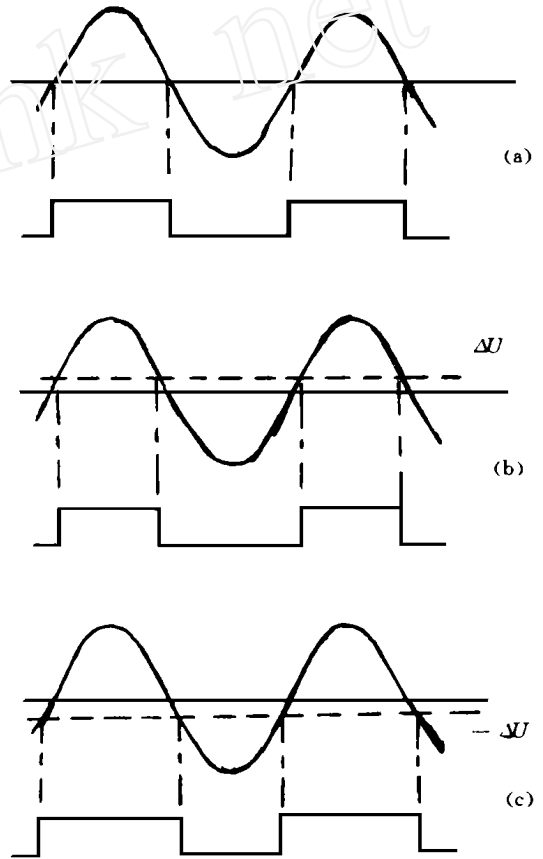


图 7 方波形成波形图

3 结论

改进后的新型距离继电器比相电路, 具有很强的抗干扰能力。在电力系统频率发生变化的条件下, 仍然能够正确比较相位。保证了新型距离继电器在短路与振荡同时发生时, 仍能正确工作。

参考文献

- 1 李晓明. 一种具有新判据的接地距离继电器. 中国电机工程学报, 北京: 1988. 3
- 2 李晓明. 一种具有新判据的相间距离继电器. 继电器, 1989. 1
- 3 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术. 北京: 电力工业出版社, 1981. 3
- 4 叶萍, 陈德树. 一种能克服 I_0 极化接地距离继电器区外稳态超越问题的新方案. 中国电机工程学报, 1995. 3

RELAY

Vol. 25 No. 2

April 1997

CONTENTS AND ABSTRACTS (Partial) THEORETICAL STUDY AND CALCULATION

The Feature, Technical Progress and New Concept of Microprocessor- Based Line Protection

..... Zhu Shengshi(4)

Microprocessor- based protection and conventional analog type protection are completely and deeply compared in this paper basing on the broad application of microprocessor- based line protection in recent years. The feature of microprocessor- based protection and the technical progress and new concept brought by the application of microprocessors in line protection are also described.

Key words: Microprocessor- based protection Line protection

A New Method of Fault- Detection and Phase- Select for Fault Li Hongyan et al(11)

A new fault- detection method is proposed in this paper. The newly developed method is compared with the existing ones, whose successful operation depend on checking the surge in single- phase current and phase to phase current difference. Also in this paper presented a new way of phase- select for faults through fault checking measurements. Dynamic model test's results show that the proposed method has a series of advantages.

General Numerical Protection System for Main Equipment in Power Plant and Substation

..... Lin Tao et al(16)

A STD bus embedded computer based general numerical protection system is presented here. This system bases on computer cluster and open architecture to provide complete protection functions for main equipments in power plant and substation.

Keywords: Numerical protection Computer cluster STD bus

Analysis on Transient Overreach and Underreach of Directional Impedance Relay

..... Yan Guohua, Song Zhenyu(18)

Research on the Phase- Comparison Circuit of New Distance Relay Li Xiaoming et al(27)

A distance relay with new criterion, cooperating with a phase- comparison element, can get desired characteristic. The new phase- comparison principle is the main feature of the new distance relay. In this article, the improving measures of phase- comparison method under the condition of unequal impedance angles of power system are discussed, and a phase- comparison circuit with anti- interference ability, which is made of integrated circuit, is also described.

Key words: Distance relay Phase- comparison circuit Anti- interference

NEW TECHNICAL RESEARCH AND APPLICATION

Development of A Microcomputer- Based Motor Complete Protective Device Zu Wei et al(31)

A microcomputer- based motor complete protection device with perfect functions and excellent and reliable performance has been developed successfully. It can be used for large and middle- sized asyncho or synchro motors.

Key words: Motor Microcomputer Relay protection