

“四统一”相差动高频保护比相回路的工作特性分析与探讨

湖北省电力工业局电大分校 李火元

摘要 本文详细地分析了按“四统一”原则设计的相差动高频保护(简称:“四统一”相差高频保护)比相回路的工作特性。在此基础上,对比相回路中各时间单元的定值范围进行了探讨,并对如何提高保护的速动性提出了改进方案。

1 概述

“四统一”相差高频保护在各电力系统中已普遍应用。实践证明,该保护选择性好,可靠性高,调试比较方便,受到了用户的欢迎。但美中不足的是速动性相对讲差一些。

“四统一”相差高频保护采用的是两次比相原理。由于采用两次比相,保护误动作的可能性大大减少,但明显地延长了保护的动作时间。由下述分析可知:从故障起动发信到比相成功的最短时间为21.6ms,最长时间为48.3ms,因此,减小比相时间是提高该保护速动性的主要途径。

为配合两次比相,在比相回路中设有几个时间单元(见图1),并规定了各时间单元定值的上、下限时间,由工作特性分析可知,有些时间单元的整定值不允许超越定值范围的上限值,另有一些时间单元的整定值不允许低于定值范围的下限值;否则,保护在被保护线路发生故障时有拒动的危险。为防止由时间单元的调整引起的保护拒动,一方面要求调试人员精确地调整各时间单元的动作时间,保证调整值在规定的范围内,同时,可在不影响保护工作特性的前提下,适当的放宽定值范围,给调试人员提供较宽的误差裕度。例如:对那些超越了上限值就可能引起保护拒动的时间单元,可适当降低上限的规定值(图1中 T_{14} 的延时为8~9ms,可放宽为7~8ms);对那些低于下限值就可能拒动的时间单元,可适当提高下限值(图1中的 T_{12} 延时为11~12ms,可放宽为13~14ms)。在调整过程中,误差的存在是必然的,将误差裕度适当放宽后,不会影响保护的性能。

2 “四统一”相差高频保护比相回路的工作特性分析

比相回路是相差高频保护的核心,其工作性能的好坏,直接反应出整组保护装置工作性能的好坏。下面采用“正”逻辑(故障后起动发信。发信机在工频正半周发信,正电位作为各逻辑门的开通条件)方式对比相回路的工作特性作较全面的分析。

2.1 比相回路的工作原理

比相回路的逻辑方框图见图1所示。

图1中,控制门 JZ_8 与 JZ_9 是比相回路的关键元件。从图中可看出, JZ_8 开通, JZ_9 就无法开通(被 JZ_8 “否”掉)。若 JZ_8 不开通, T_{13} 又得不到记忆(展宽)信号, JZ_9 也无法开通。因此, JZ_9 的开通条件为: JZ_8 首先开通一次(开通时间大于或等于 T_{11} 的延时时间),

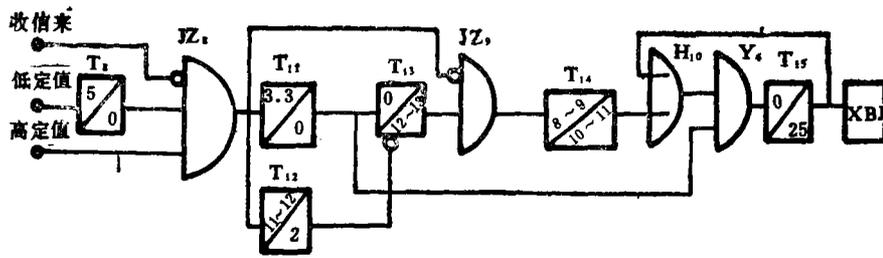


图1 比相回路逻辑方框图

然后再关闭，这样 T_{13} 就将 JZ_0 第一次的开通信号记忆下来，去开通 JZ_0 。

为了分析问题的方便，将 JZ_0 与 T_{11} 的原理接线图绘出见图2所示。

由图1、图2分析可知：系统正常运行时高、低定值送来低电位（约为0V）， JZ_0 无法开通（图2中三极管 BG_1 截止），保护可靠地不动作。

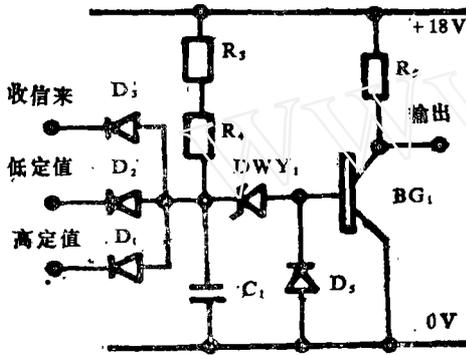


图2 JZ_0 、 T_{11} 原理接线

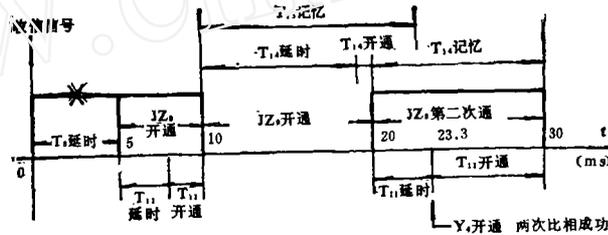


图3 内部故障比相原理分析

保护范围外部故障，高、低定值送来高电位，但收信机送来低电位， JZ_0 也不会开通，保护不动作。

被保护线路故障，高、低定值送来高电位，收信机来方波（设故障发生在工频负半周起始点且一周内发信与停信的时间各为10ms），两侧故障电流同相，绘出收信方波的波形图见图3，其动作过程分析如下：

前5ms T_0 延时之后， T_{11} 开始比相，在8.3ms处 T_{11} 开通，第一次比相成功。第一个方波 JZ_0 开通“否”掉 JZ_0 ；第一个方波过后，在 T_{13} 的记忆作用下 JZ_0 开通；等到第二个方波到来， T_{11} 进行第二次比相，在23.3ms处，第二次比相成功，由于 T_{14} 的记忆作用（ T_{14} 记忆的是 JZ_0 的开通），满足了 Y_4 的开通条件， Y_4 开通， T_{15} 展宽到25ms左右，比相继电器XBJ动作，保护可靠地动作。

2.2 最短比相时间分析

设内部故障发生在工频负半周的 30° （即第一个方波宽度为8.3ms）处，此时收信机的信号波形见图4所

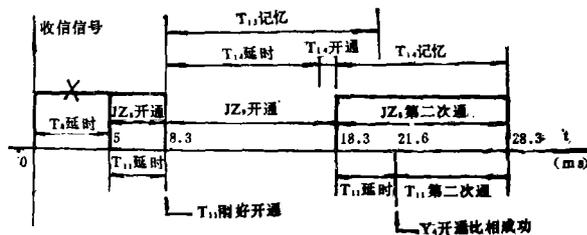


图4 最短比相时间分析图

示。

从图 4 所见，在 8.3ms 处 T_{11} 刚好开通，从故障到比相成功的最短时间为 21.6ms。

2.3 最长比相时间分析

两侧短路电流的相位处于动作区的边沿，即收信输出信号正好为 60° (3.3ms)，走动元件动作后 5ms，遇第一个收信输出方波略小于 3.3ms 时，第一次比相不成功，比相动作时间应最长，为 48.3ms，见图 5 所示。

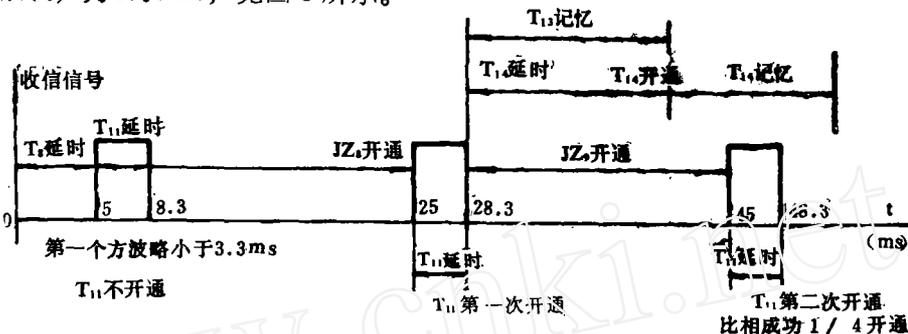


图 5 最长比相时间分析图

3 几个时间单元定值范围的探讨

T_{11} 是根据被保护线路的长短及两侧电流互感器相对角误差、两侧操作元件相对角误差等因素计算出来的闭锁角所对应的时间，(图 1 中 $T_{11} = 3.3\text{ms}$ 对应 60°)，线路的长度一定， T_{11} 就为定值，调试中 T_{11} 尽可能调精确。

T_{12} 是用来判别收信方波宽度的，当收信方波的宽度大于 T_{12} 的定值 (11~12ms) 时，不认为是内部故障， T_{12} 立即将 T_{13} “否”掉，将保护闭锁。故 T_{12} 的定值应大于内部故障时收信方波的宽度 (收信方波宽度略小于 180° ，但考虑暂态分量的影响也有达到 180° 的情况)。否则，内部故障时，保护将发生拒动。 T_{12} 的定值范围规定为 11~12ms，若调试过程中调成下限值在保护范围内故障时可能造成保护拒动或者更进一步延长比相时间 (如：故障第一周，由于暂态分量的影响，可能使工频负半周大于 180° ，则收信方波宽度大于 180°)，为防止这种拒动，可适当提高 T_{12} 的下限值，经分析 T_{12} 可整定成 13~14ms。

T_{14} 的延时部分是用来判别收信信息宽度的，与 T_{12} 不同的是， T_{14} 是用来监视收信输出 “0” 信号的宽度 (即 JZ_0 的开通时间) 的。故障时，收信方波首先使 JZ_0 开通， T_{11} 进行第一次比相；第一个方波过后， JZ_0 开通，若 JZ_0 的开通时间小于 T_{14} 的延时，马上又来第二个方波，也认为不是内部故障 (因为，内部故障不会出现这种情况)，不开放比相回路，使保护不误动。由图 1 可见 T_{14} 的上限规定值为 9ms，调试时若调成上限值则在内部故障时也可能造成保护的拒动。为防止由于 T_{14} 时间调整误差引起的保护拒动，可适当降低 T_{14} 的上限规定值，由分析可知 T_{14} 放宽为 7~8ms 为宜，这样再出现上限正偏差也不会引起保护的拒动。

T_{12} 、 T_{13} 、 T_{14} 、 T_{15} 各自的记忆 (脉冲展宽) 时间，出厂时就留有足够的裕度，在

此不作分析。

4 提高速动性的探讨

速动性与选择性往往是相互约束的,在此只有在满足选择性的情况下,进行提高速动性的探讨才有实际意义。

由前述分析可知,本保护比相回路的动作条件为:高、低定值起动元件动作5ms后,第一个方波必须宽于 T_{11} (3.3ms左右),第一个方波过后出现“0”信号,“0”信号的宽度必须大于 T_{14} 的延时,接着又要出现一个方波,其波宽必须大于 T_{11} 延时。能满足上述条件的情况只有内部故障。因此,本保护装置几乎没有误动的可能。

考虑比相回路误开通的因素一般有以下两种情况:

4.1 外部故障时暂态过程的影响

外部故障,暂态分量可能满足第一次比相的条件,不可能满足第二次比相的条件。所以,采用了两次比相原理后,完全可以躲过外部故障时暂态分量的影响。本保护装置中 T_8 可以取消。取消 T_8 后,起动发信与操作发信同时进行,整组保护的動作时间可缩短5ms,及从故障到两比相回路开通的最短时间为16.6ms,最长时间为43.3ms。

4.2 外部故障切除后,在负荷电流很小且电容电流比较大时,线路两侧操作电流的相位可能接近同相,若控制比相的高、低定值起动元件返回慢,保护将误动作。但这种情况在本装置中是不存在的。本装置除采用两次比相外,还利用了高、低定值起动元件同时控制比相。在外部故障切除后,高定值起动元件可以快速返回;只要高定值在16.6ms以前返回,外部故障切除后保护就不可能误动作。

提高速动性的另一措施为:如通道允许可采用双半波比相(即:另增设一套比相回路,这样最短比相时间仍为16.6ms,而最长比相时间缩短为33.3ms。

5 结论

通过对“四统一”相差高频保护比相回路的分析,可看出,该保护装置的选择性特别好,几乎没有误动作的可能。只要依据厂家的调试要求进行精确的定值整定与测试,在内部故障时也能可靠地动作。对 T_{12} 与 T_{14} 的延时,可根据需要适当放宽,避免调试误差出现的拒动。对于速动性要求较高的用户,可采用去掉 T_8 (将形成 T_8 的电容焊开)的方法,使整组动作时间缩短5ms。若还需缩短动作时间,则可考虑双半波比相方案。

通过不断的总结、完善,“四统一”相差动高频保护将继续成为理想的(特别是它的比相原理)高压、超高压输电线路的主保护。

参 考 资 料

- [1] ZCG—1A相差高频生产使用情况。许昌继电器研究所,1982年8月
- [2] 冯匡一。晶体管型高频相差动保护装置方框图。《电网技术》,1986年第1期
- [3] ZCG—21₂相差高频保护装置产品说明书。许昌继电器厂,1989年
- [4] JGX—11D晶体管高频相差动保护装置技术说明书。能源部南京电力自动化设备厂,1989年