

DOI: 10.7667/PSPC161115

# 基于双位置继电器构成的断路器非全相保护方法

于晓军<sup>1</sup>, 刘志远<sup>1</sup>, 于小艳<sup>2</sup>, 王宏丽<sup>1</sup>

(1. 国网宁夏电力公司检修公司, 宁夏 银川 750001; 2. 兰州交通大学, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为解决分相断路器行程走到一半、辅助触点相应处于中间状态、断路器非全相保护拒动问题, 提出一种利用双位置继电器构成的断路器非全相保护方法。将断路器辅助触点引入双位置继电器对应的分合闸回路中, 通过断路器辅助触点驱动双位置继电器, 利用双位置继电器辅助触点构成非全相保护回路。该方法对断路器分合状态具有自保持功能, 克服了断路器行程走到一半时辅助触点无法闭合的中间状态, 保证断路器在非分非合状态时, 断路器非全相保护可靠动作。

**关键词:** 双位置继电器; 非全相保护; 断路器; 非分非合状态; 自保持

## Method of three-phase inconsistent protection for breaker based on two-position relay

YU Xiaojun<sup>1</sup>, LIU Zhiyuan<sup>1</sup>, YU Xiaoyan<sup>2</sup>, WANG Hongli<sup>1</sup>

(1. Maintenance Company of State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd., Yinchuan 750001, China;

2. Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of the phase inconsistent protection of refusing action when split-phase breaker travelling in the middle and the auxiliary contact remaining correspondently in the middle state make phase inconsistent protection of refusing action, this paper proposes a new method for breaker inconsistent protection based on two-position relay. Auxiliary contact of breaker is switched in open and close loop for two-position relay, breaker auxiliary contacts are used to drive the two-position relay, and contacts of two-position relay are used to make a three phase inconsistent protection. This method can hold the state of breaker on and off state by itself, which overcomes the auxiliary contacts cannot close when the breaker travels in the middle state, and ensures action reliability of the phase inconsistent protection when breaker is in no-on and no-off state.

**Key words:** two-position relay; phase inconsistent protection; breaker; no-on and no-off state; self-hold

## 0 引言

为保证供电可靠性, 220 kV 及以上电压等级断路器均采用分相操作断路器。采用分相操作断路器在系统发生单相故障时, 保护动作迅速跳开故障相, 经过短时间延时后重新合上故障相开关, 有效保证了电网供电可靠性。

按规程规定, 分相操作的断路器必须配置非全相保护, 目前断路器非全相保护有两种实现方式: 通过断路器本体三相开关的辅助触点实现的非全相保护<sup>[1]</sup>; 通过保护装置跳闸位置继电器触点开入外加模拟量判据实现的断路器非全相保护<sup>[2]</sup>。

断路器非全相保护在实现逻辑和原理上均未考虑断路器非分非合的工作状态, 即断路器行程只走了一半, 未分到位, 也未合到位。如果断路器处于

非分非合状态时, 表征断路器分合的辅助开关同样处于中间状态, 应该闭合的辅助触点未彻底闭合, 应该打开的辅助触点未彻底打开, 直接引起断路器非全相保护拒动, 断路器非全相运行会导致零序<sup>[3]</sup>、负序电流较大<sup>[4]</sup>, 负序电流持续长会导致重负荷线路的零序保护四段越级误动作<sup>[5]</sup>。

针对以上存在的问题本文提出一种利用双位置继电器实现的断路器非全相保护方法, 该方法可解决断路器处于非分非合状态时的非全相保护拒动问题。

## 1 主流非全相保护逻辑实现方式及存在的问题

断路器非全相保护实现方式可分为两种, 一种为户外本体实现方式, 另一种为户内保护装置实现方式。

### 1.1 户外本体实现方式

断路器非全相保护本体实现方式主要通过断路器辅助触点构成非全相回路原理图如图 1 所示。

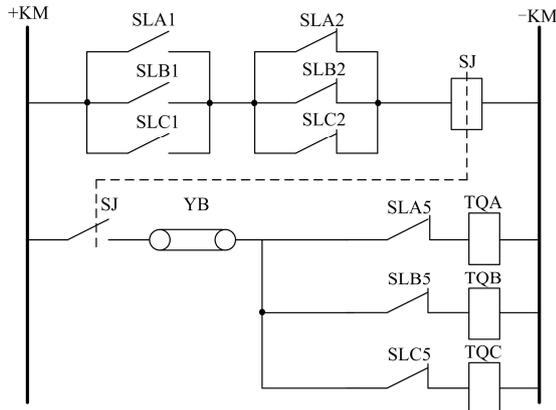


图 1 断路器本体非全相保护原理图

Fig. 1 Principle diagram of three phase inconsistent protection in breaker control box

其中: SLA1、SLB1、SLC1、SLA5、SLB5、SLC5 分别为 A、B、C 相断路器本体辅助开关常开触点, SLA2、SLB2、SLC2 分别为 A、B、C 相断路器本体辅助开关常闭触点。其中打开触点定义为常开, 表示断路器在合位, 闭合触点定义为常闭, 表示断路器在分位, 以上位置定义均以断路器在分位时, 触点闭合定义为常闭, 触点打开定义为常开。SJ 为时间继电器, YB 为非全相保护出口压板, TQA、TQB、TQC 分别为 A、B、C 相断路器跳闸线圈, +KM 和 -KM 分别为控制电源的正极和负极。以断路器 A 相在分, B、C 相在合的非全相状态为例进行其动作逻辑分析, A 相在分时, 常开触点 SLA1 打开, 常闭触点 SLA2 闭合, B、C 相在合时, B 相常开触点 SLB1 闭合, C 相常开触点 SLC1 闭合, B 相常闭触点 SLB2 打开, C 相常闭触点 SLC2 打开, 最终 SLB1(SLC1)与 SLA2 形成回路驱动时间继电器 SJ 励磁, 非全相保护动作, 跳开 B、C 相断路器。

### 1.2 户内保护装置实现方式

利用保护装置实现方式主要是采集断路器操作箱中跳闸位置继电器(TWJ)辅助触点, 外加模拟量判据完成非全相逻辑的判断与出口。非全相保护逻辑图如图 2 所示。

其中, TWJA、TWJB、TWJC 分别为断路器操作箱中对应的 A、B、C 相跳闸位置继电器; SLA5、SLB5、SLC5 分别断路器 A、B、C 断路器本体开关常闭辅助触点; HQA、HQB、HQC 分别为 A、B、C 相断路器合闸线圈, +KM 和 -KM 分别为控制电源的正极和负极。以断路器 A 相在分, B、C 相在

合的非全相状态为例进行其动作逻辑分析。B、C 相断路器在合闸状态, SLB5、SLC5 辅助触点处于打开状态, TWJB、TWJC 由于励磁回路不通, 所以处于失磁状态。A 相在分时, SLA5 为闭合状态, TWJA 通过 SLA5、HQA 形成励磁回路(TWJA 电阻远大于跳闸线圈 HQA, 所以合闸线圈分压低, 无法励磁), 其开入保护装置的 TWJA 辅助触点闭合, 加上 A 相无电流, 与门 1 输出为 1, 与门 2、与门 3 输出为 0, 与门 4 输出为 0, 与门 5 输出为 1, 或门 6 输出为 1, 最终非全相逻辑满足条件, 跳开处于合闸状态的 B、C 相断路器。

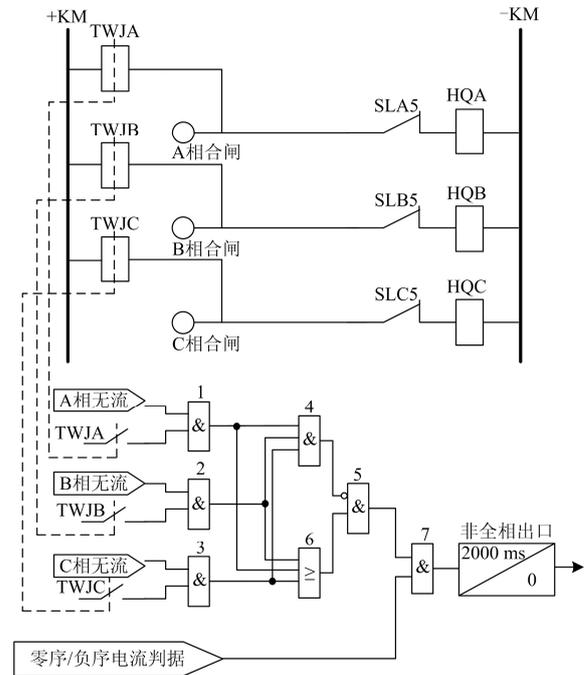


图 2 保护装置非全相保护原理图

Fig. 2 Principle diagram of three phase inconsistent protection in protection device

### 1.3 主流非全相保护逻辑实现方式存在的问题

户外本体实现方式和利用保护装置实现方式均依赖于断路器本体辅助触点, 在断路器分合不到位, 处于非分非合的中间状态时, 由于断路器辅助触点开关受本体机械机构的阻力约束, 无法转换到位, 造成非全相保护拒动, 扩大事故范围。

以 A 相处于非分非合状态时, B、C 相在合位状态时为例, 分别对上述两种实现方式进行分析。

针对户外本体实现方式, 在 A 相处于非分非合状态时, B、C 相在合位状态时, 如图 3 所示, SLA1、SLA2 均处于未合到位状态, SLB1、SLC1 处于闭合状态, SLB2、SLC2 处于打开状态, 非全相回路无法形成回路使时间继电器 SJ 励磁, 非全相保护拒动。

针对户内保护装置实现方式，在 A 相处于非分非合状态时，B、C 相在合位状态时，如图 4 所示，SLA5、SLB5、SLC5 触点均打开，TWJA、TWJB、TWJC 均无法励磁，与门 1、与门 2、与门 3、与门 4、与门 5、与门 7 输出均为 0，非全相保护拒动。

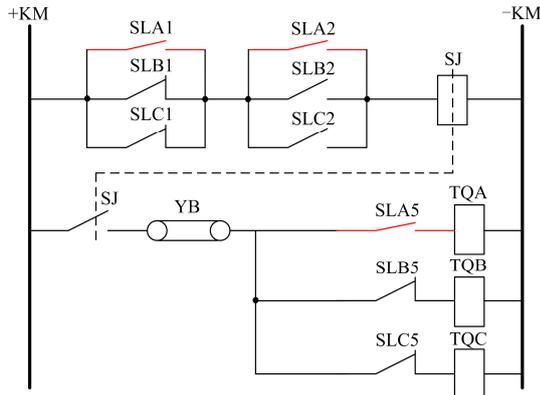


图 3 本体非全相保护拒动回路图

Fig. 3 Diagram for three phase inconsistent protection refusing action in breaker control box

要保持原来状态场合<sup>[6]</sup>。其设计有两个线圈，一个合闸线圈，一个分闸线圈，多副辅助触点，如果合闸或者分闸线圈其中任意一个励磁后，其中辅助触点随之联动，即使在失去励磁电源后，由于永久磁铁的作用，双位置继电器仍然保持线圈通电时的状态，其辅助触点同样保持原来通电时的状态，除非在另外一个线圈上施加励磁电源，方能改变原来状态<sup>[7]</sup>。其原理图如图 5 所示。

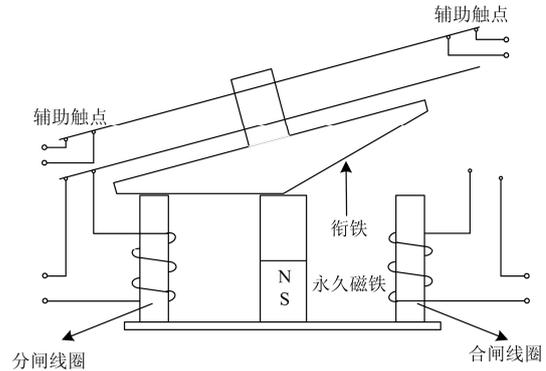


图 5 双位置继电器原理图

Fig. 5 Principle diagram for two-position relay

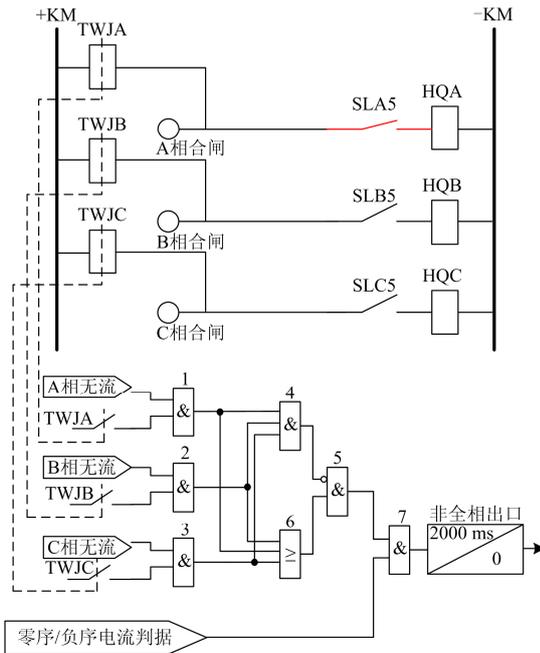


图 4 保护装置非全相保护拒动逻辑图

Fig. 4 Logic diagram for three phase inconsistent protection refusing action in protection device

## 2 基于双位置继电器构成的断路器非全相保护方法

### 2.1 双位置继电器原理介绍

双位置继电器具有自保持特性，经常被用于需

### 2.2 基于双位置继电器构成的非全相保护逻辑

为避免断路器行程行走一半，辅助触点处于非分非合中间状态，非全相保护拒动，将断路器三相辅助开关触点的常开、常闭触点信号，分别作为双位置继电器分闸和合闸信号开入，将双位置继电器辅助触点作为非全相判断逻辑用信号。双位置继电器具有自保持功能，若分闸端励磁后，在合闸端未施加励磁电流的情况下，即使分闸端失磁，双位置继电器同样会保持分闸端励磁时的状态。合闸端与分闸端原理相同，双位置继电器的引入，处于非分非合的断路器，在双位置继电器继电器看来，仍然处于原来状态(非分即合状态)，可保证非全相保护可靠动作，防止事故扩大。

#### 1) 基于双位置继电器的本体非全相保护逻辑实现方式

该逻辑可直接采用双位置辅助触点代替原来断路器辅助触点实现断路器本体非全相保护逻辑，如图 6 所示。其中 SLA1、SLA2、SLB1、SLB2、SLC1、SLC 为断路器 A、B、C 相对应的双位置继电器，SWJa、SWJb、SWJc 为断路器 A、B、C 相对应的双位置继电器，FZ 与 HZ 分别对应双位置继电器分闸与合闸输入端，SWJa1、SWJb1、SWJc1、SWJa6、SWJb6、SWJc6 对应双位置继电器辅助触点，SJ 为时间继电器，YB 为非全相保护出口压板，TQA、TQB、TQC 分别为

A、B、C 相断路器跳闸线圈, +KM 和 -KM 分别为控制电源的正极和负极。

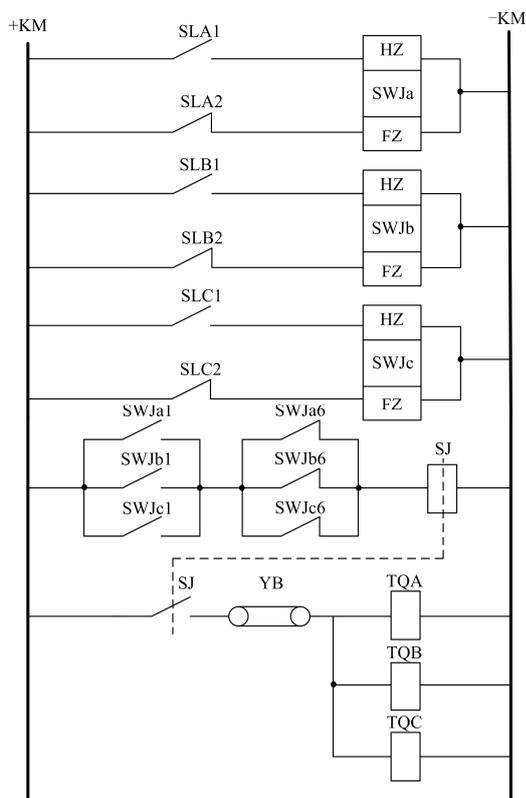


图 6 利用双位置继电器构成的断路器本体非全相原理图

Fig. 6 Principle diagram for three phase inconsistent protection refusing action in breaker control box based on two-position relay

动作过程分析如下:

以断路器合闸时, A 相未合到位, B、C 相合闸到位为例分析。当断路器由分闸到合闸状态之前, 断路器三相均处于分闸状态, 所以三相断路器在分闸到位时, 其断路器常闭辅助触点 SLA2、SLB2、SLC 均闭合, 三相断路器分别对应的双位置继电器 SWJa、SWJb、SWJc 分闸端均励磁, 双位置继电器辅助触点 SWJa1、SWJb1、SWJc1 均闭合, 辅助触点 SWJa6、SWJb6、SWJc6 均打开。当断路器由分到合, 且 A 相断路器未合到位时, 对应 A 相断路器辅助触点未转换到位, 对应图 5 中 SLA1 未闭合, SLA2 处于半打开状态, SWJa 保持原来状态, 触点 SWJa6 保持闭合状态。B、C 相断路器由于其合闸到位, 所以断路器辅助触点转换到位, 辅助触点 SLB1、SLC1 闭合, SLB2、SLC2 打开, 对应双位置继电器 SWJb、SWJc 合闸端励磁, 触点 SWJb1、SWJc1 闭合, 触点 SWJb6、SWJc6 打开。非全相回路通过触点 SWJb1(SWJc1)与 SWJa6 形成回路驱动

时间继电器励磁, 非全相保护动作。

2) 基于双位置继电器的保护装置非全相保护逻辑实现方式

如图 7 所示, 该方式需要将双位置继电器辅助触点引入保护装置, 其实现方式可通过将安装与户外断路器控制箱的双位置继电器辅助触点引入户内保护装置处。也可将双位置继电器安装于户内保护屏柜内部, 通过将断路器辅助触点引入室内屏柜。其中 SLA1、SLA2、SLB1、SLB2、SLC1、SLC2 为断路器本体辅助开关触点, SWJa1、SWJb1、SWJc1、SWJa6、SWJb6、SWJc6 对应双位置继电器辅助触点。

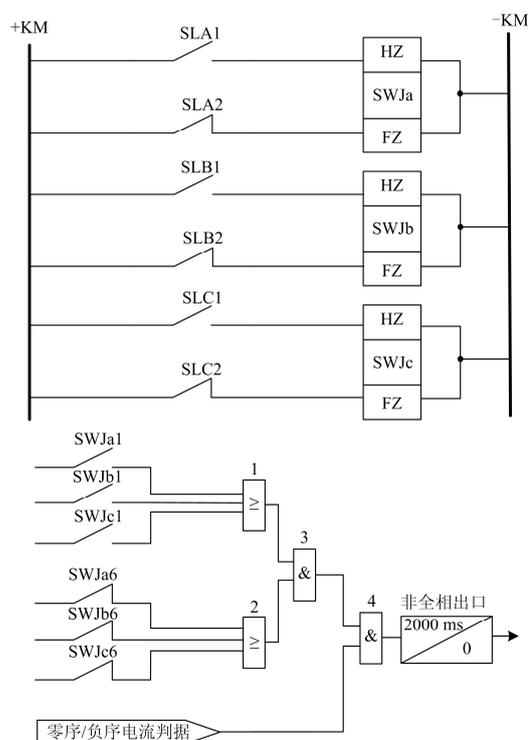


图 7 利用双位置继电器构成的保护装置非全相原理图

Fig. 7 Principle diagram for three phase inconsistent protection refusing action in protection device based on two-position relay

动作过程分析如下:

同样以断路器合闸时, A 相未合到位, B、C 相合闸到位为例说明。双位置继电器保持和动作部分与本体非全相相同, 所以或门 1 和或门 2 均输出为 1, 与门 3 和与门 4 均输出为 1, 非全相出口。

### 3 应用时注意事项

基于双位置继电器实现的断路器非全相保护方

法, 解决了断路器行程只走一半时, 断路器非全相保护拒动问题。当断路器行程走到一半时, 有可能拉弧, 从最坏情况考虑, 建议在具体应用该非全相保护方法时, 在断路器非全相保护动作时启动失灵保护, 由失灵保护动作延时跳开其相邻开关, 以防止断路器在持续燃弧时而造成的断路器灭弧室爆炸。

#### 4 结论

本文提出基于双位置继电器构成的断路器非全相保护方法, 克服了断路器处于非分非合状态时断路器非全相保护拒动的问题。该方法不仅适合户外本体断路器实现方式, 也适合继电小室内保护装置实现方式, 逻辑简单, 动作可靠, 现场易改造实施。

#### 参考文献

[1] 曹雪兰, 李本瑜, 沈燕华, 等. 发变组主变高压侧非全相运行电气特征及其对保护的影响[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(15): 34-38.  
CAO Xuelan, LI Benyu, SHEN Yanhua, et al. Electrical characteristics of generator transformer high voltage side on open phase operation and its effect on protection[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(15): 34-38.

[2] 陈曦, 傅锦发, 樊征臻, 等. 线路非全相运行及其再故障零序方向保护的動作特征分析[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(6): 82-88.  
CHEN Xi, FU Jinfu, FAN Zhengzhen, et al. Action features analysis on zero-sequence directional protection of line open phase running and sound phase grounding[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(6): 82-88.

[3] 申志成, 张慧媛, 龚仁敏, 等. 反应全类型故障的改进零序方向元件[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(20): 102-106.  
SHEN Zhicheng, ZHANG Huiyuan, GONG Renmin, et al. An improved zero-sequence directional component to response all kinds of fault[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(20): 102-106.

[4] 姜晨, 高亮. 基于负序功率方向比较与聚类算法的改

进继电保护算法研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(8): 92-98.  
JIANG Chen, GAO Liang. Study on an improved relaying protection method based on negative-sequence power direction comparison and cluster algorithm[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(8): 92-98.

[5] 谭靖, 肖浩, 李艳, 等. 基于暂态仿真的主变涌流对线路零序过流保护的影响研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(19): 149-153.  
TAN Jing, XIAO Hao, LI Yan, et al. Study on influence of transformer magnetizing inrush current on the line zero sequence overcurrent protection by transient simulation[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(19): 149-153.

[6] 叶伯颖, 何坤. 双位置继电器在仿真变电站控制及信号回路中的应用[J]. 继电器, 2000, 28(9): 40-42.  
YE Boying, HE Kun. Application of two-position relay in controlling and signaling circuit of simulation substation[J]. Relay, 2000, 28(9): 40-42.

[7] 韩晓春. 双位置继电器在“电力二次”应用的探讨[J]. 继电器, 2000, 28(3): 46-50.  
HAN Xiaochun. Discussion on the application of two-position relay in “power secondary”[J]. Relay, 2000, 28(3): 46-50.

收稿日期: 2016-07-20; 修回日期: 2016-12-12

#### 作者简介:

于晓军(1984—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护及直流输电控制与保护; E-mail: yuxiaojun\_1314@163.com

刘志远(1970—), 男, 学士, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护及直流输电控制; E-mail: ycdhlz@126.com

于小艳(1991—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为柔性直流输电. E-mail: 1243125808@qq.com

(编辑 张爱琴)