

# 关于双母线电压切换功能微机化的设计思路探讨

温富国<sup>1</sup>, 雷振锋<sup>2</sup>, 李旭<sup>2</sup>, 朱若松<sup>2</sup>

(1. 江苏省电力公司, 江苏 南京 210024; 2. 许继电气公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 110 kV 电压等级输电线路广泛使用双母线接线方式; 电压切换功能保证了各种保护及自动装置的二次电压回路随同主接线一同切换; 传统中间继电器构成的电压切换功能经常出现由于辅助触点异常或接线错误引起继电器线圈烧毁、PT 反充电等问题, 引起 110 kV 输电线路保护失去电压。110 kV 输电线路的双母线电压切换功能与线路保护功能通常一体化配置, 提出了一种微机化电压切换功能的设计方案, 彻底解决了传统电压切换功能存在的问题, 具有广泛的实际应用价值。

**关键词:** 110 kV; 输电线路; 电压切换; 微机化

## Discussion on the design of micro-voltage switching function in the double busbar

WEN Fu-guo<sup>1</sup>, LEI Zhen-feng<sup>2</sup>, LI Xu<sup>2</sup>, ZHU Ruo-song<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Power Supply Company, Nanjing 210024, China; 2. XJ Electric Company, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** The double busbar connection is widely used in the 110kV voltage transmission lines. Voltage switching function has guaranteed that a variety of protection and automatic device's secondary voltage circuit switch on with the primary circuit. Because of the abnormal auxiliary contacts or error connection scheme by the voltage switching of traditional medium relay, the relay coil could be burned down or PT charged reverse, which makes the 110 kV transmission line lose its directional protection briefly. It is universal that voltage switching function of double busbar and line protection is configured integration. The design of computerized voltage switching function is proposed in this paper, which can solve the problem of traditional voltage switching function thoroughly and has a widespread practical application value.

**Key words:** 110kV; transmission line; voltage switching; computerized

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)18-0105-04

## 0 引言

110 kV 电压等级输电线路广泛使用双母线接线方式; 对于母线系统上所连接的电气元件, 在两组母线分开运行 (例如母联断开) 时, 为了保证其一次系统和二次系统电压的对应, 要求保护及自动装置的二次电压随同主接线一同切换<sup>[1]</sup>。

目前 110 kV 输电线路普遍采用配置在微机线路保护装置中的传统中间继电器原理的电压切换功能 (以下简称传统电压切换功能); 由于线路隔离刀辅助触点存在可靠性差的缺陷, 传统电压切换功能存在较多问题。

## 1 传统电压切换功能原理介绍

传统电压切换功能利用线路隔离开关辅助触点重动中间继电器, 再利用中间继电器触点构成电压切换回路, 完成电压切换功能。

如图 1 所示, 双母线接线方式下母联断路器 2DL 断开, 如果线路 1 连接在 I 母线, 则 I 母刀闸 1G 闭合, II 母刀闸 2G 断开, 线路保护应选用 1PT 二次电压。

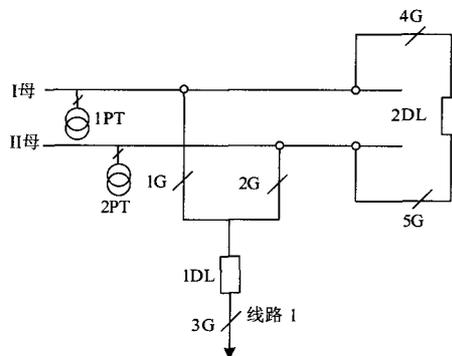


图 1 双母线主接线示意图

Fig.1 Double busbar primary system sketch

如图 2 所示的电压切换回路采用单线圈中间继电器，不带自保持功能，在切换回路直流失压后会造造成保护装置失压；如果线路连接在 I 母，I 母刀闸 1G 动合触点闭合，1YQJ 中间继电器动作，1PT 二次电压经 1YQJ-1 至保护电压输入；而 II 母刀闸 2G 动合触点打开，2YQJ 中间继电器未动作，2PT 二次电压回路断开。

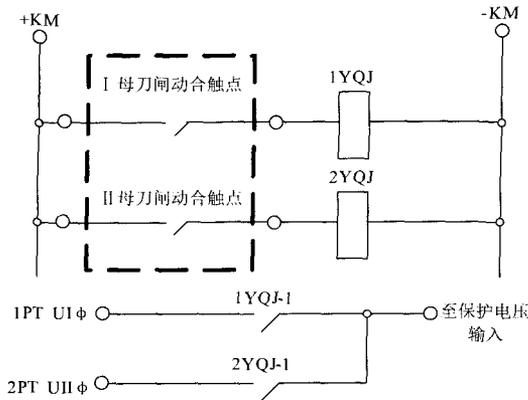


图 2 不带自保持功能的电压切换回路

Fig.2 Voltage switch circuit without self-maintaining function

如图 3 所示的电压切换回路采用双线圈中间继电器，带自保持功能，在切换回路直流失压后会保持原有电压切换回路的导通，不会造成保护装置失压；如果线路连接在 I 母，I 母刀闸 1G 动合触点闭合，动断触点断开，1YQJ 中间继电器动作，1PT 二次电压经 1YQJ-1 至保护电压输入；而 II 母刀闸 2G 动合触点断开，动断触点闭合，2YQJ 中间继电器被复归，2PT 二次电压回路断开。

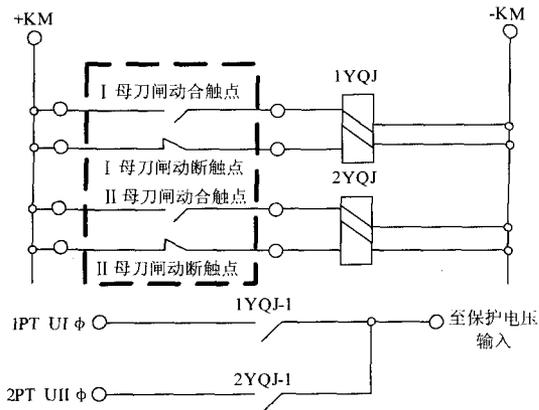


图 3 带自保持功能的电压切换回路

Fig.3 Voltage switch circuit with self-maintaining function

图 2 所示电压切换原理优点为回路简单，缺点为刀闸辅助触点不可靠时易引起保护装置失去交流

电压；图 3 所示电压切换原理优点为切换直流电源消失时不会引起保护装置失去电压，缺点为回路复杂，刀闸辅助触点不可靠时易引起 PT 二次回路反充电。

电力系统运行规程管理明确规定<sup>[2]</sup>，系统一次设备倒闸操作时，应防止 PT 二次回路向一次设备反充电，以避免产生大电流，将运行的另一组 PT 二次保险熔丝熔断。

## 2 传统电压切换功能的主要问题

传统电压切换功能的主要问题在于刀闸辅助触点可靠性差及 I 母、II 母 PT 的二次回路存在电气耦合。

虽然近年来国产电气设备的制造水平及产品质量有了较大的提高，但附属设备如断路器及隔离刀闸辅助触点仍经常出现触点氧化、机构松动出现接触不良或转换不到位的现象。

传统电压切换回路经常会出现由于隔刀辅助触点状态不正确或二次接线错误引起电压切换回路烧毁、保护装置失去交流电压的现象。

本文通过传统电压切换回路现场出现的几起事例，分析了传统电压切换回路损坏的具体原因。

事例 1<sup>[3]</sup>：

某 110kV 变电站接线形式如图 4 所示。某日，由于一、二次设备检修，运行方式为单母线运行，即：I 母线运行、II 母线停电检修，当一、二次设备检修完毕后，恢复一次正常运行方式时，首先投入停运母线的 PT 一次隔离开关，然后运行人员投入 PT 二次保险，此时，发生了运行中 I 母 PT 即向停运 II 母线 PT 反充电事故，运行中 I 母线 PT 二次保险当即熔断，全站保护装置失压。

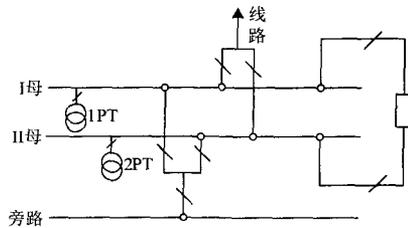


图 4 现场主接线示意图

Fig.4 Primary system sketch

事故原因分析：电压切换原理如图 3 所示，在 I 母运行、II 母检修时，线路由 II 母切换到 I 母，与 II 母连接的隔离刀闸动合触点断开，但动断触点未闭合，2YQJ 继电器一直处于动作状态未复归，此时 1YQJ 继电器也处于动作状态，造成如图 5 所示电压

切换回路的导通; 当投入 II 母 PT 保险时形成 I 母 PT 向 II 母 PT 反充电, 回路出现大电流, 引起 I 母线 PT 二次保险熔断。

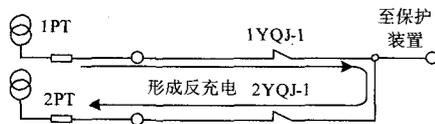


图 5 PT 反充电原理示意图

Fig.5 PT anti-charging principle diagram

事例 2:

某 110 kV 变电站现场接线如图 4 所示, 母联断路器处于合闸位置, 某新投运线路连接在 I 母线时进行倒排操作 (线路由 I 母线切换至 II 母线); 先合上线路和 II 母的连接刀闸, 然后再打开线路与 I 母的连接刀闸; 在合上 II 母刀闸的瞬间电压切换回路烧毁。

事故原因分析: 电压切换原理如图 3 所示, 新投运线路 II 母 PT 的二次回路相序错误, 相序为 B、C、A; 由于线路连接在 I 母线, 正常时无法监视 II 母 PT 的电压回路是否正常; 在倒排过程中 I 母 PT 与 II 母 PT 并列时, 出现如图 6 所示的 A-B、B-C、C-A 相短路过程, 回路出现大电流, 造成电压切换回路烧毁。

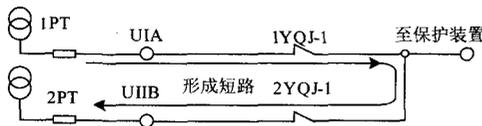


图 6 PT 二次回路短路示意图

Fig.6 PT secondary circuit short-circuit diagram

事例 3<sup>[4]</sup>:

某 110 kV 变电站现场接线如图 4 所示, 母联断路器处于合闸位置, 线路连接在 I 母线时进行倒排操作; 由于其它原因倒排过程中 I、II 母 PT 并列时间较长, 引起电压切换回路烧毁。

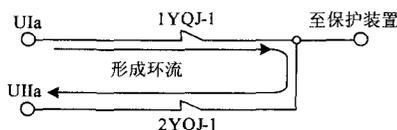


图 7 电压差引起环流示意图

Fig.7 Circulation diagram caused by voltage difference

事故原因分析: 电压切换原理如图 3 所示, 由于 I、II 母 PT 二次负载存在差异, I、II 母 PT 二次对应相电压存在电压差, 在倒排过程中 I、II 母 PT 长时间并列运行时, 如图 7 所示切换回路内阻非

常小 (约  $0.1 \sim 0.2 \Omega$ ), 回路中长时间存在的电流引起发热, 造成印制电路板烧毁。

事例 4:

某 110 kV 变电站现场接线如图 4 所示, 线路连接在 I 母线, 正常运行过程中电压切换回路烧毁。

事故原因分析: 电压切换原理如图 3 所示, 线路连接在 I 母线, I 母刀闸动合触点应闭合, I 母刀闸动断触点应断开; 实际运行过程中现场 I 母刀闸动断触点异常闭合, 造成 1YQJ 继电器动作及复归线圈均带电导通 (如图 8 所示); 由于某制造厂家所用双线圈继电器不允许两个线圈长时间同时接通, 由于发热引起中间继电器线圈烧毁。

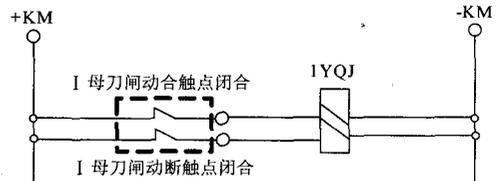


图 8 继电器双线圈同时动作示意图

Fig.8 Two-coil relay simultaneous action

### 3 微机化的电压切换设计思路

伴随着微机保护的迅猛发展, 微机保护以其强大的计算功能、完善的自检功能、可靠性高的优点得到了广泛的应用。本文提出一种基于微机保护软件实现的线路保护电压切换方案, 解决了传统电压切换功能存在的上述问题。

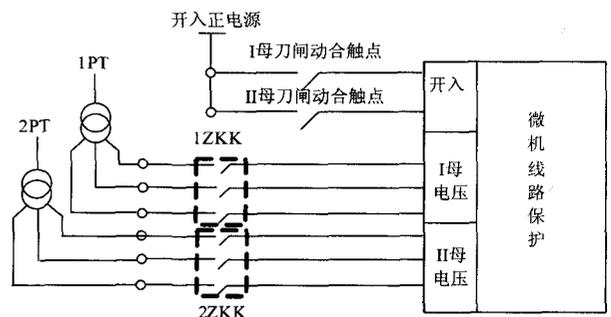


图 9 微机电压切换接线示意图

Fig.9 Computer switching voltage wiring diagram

微机化的电压切换功能引进本线路间隔的 I、II 母隔离刀动合触点, 同时分别引进 I、II 母 PT 的二次电压 (如图 9 所示), 由保护软件根据隔离刀闸辅助触点的状态识别线路的运行方式, 选择与运行方式对应的 PT 电压; 此外, 微机保护还可以完成对刀闸辅助触点及本间隔非运行 PT 电压的实时监控及自检, 实现电压切换功能的智能化。

微机化的电压切换功能逻辑图如图 10、图 11

所示, 主要包括方式识别及保护电压切换两部分逻辑、自检功能。

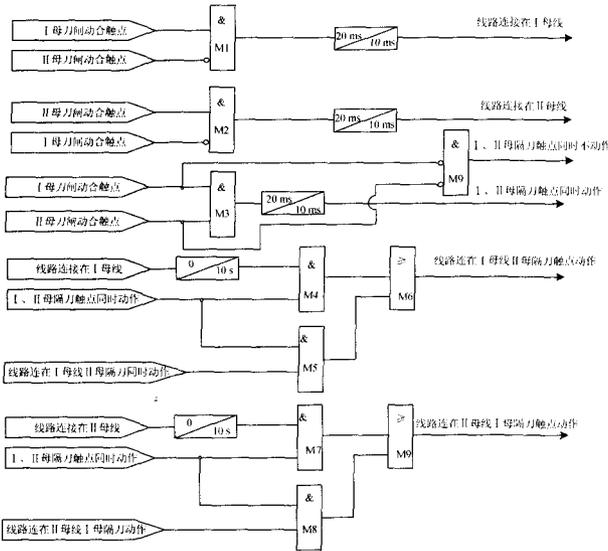


图 10 方式识别逻辑示意图

Fig.10 Logic diagram of mode identify

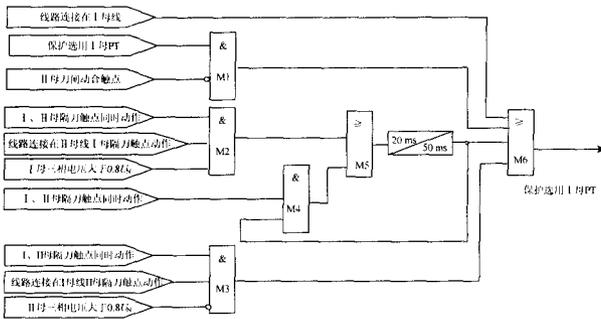


图 11 电压切换逻辑示意图

Fig.11 Voltage switch logic diagram

方式识别逻辑如图 10 所示, 主要实现以下功能:

- (1) I 母刀闸动合触点动作且 II 母刀闸动合触点不动作, 识别为线路连接在 I 母方式。
- (2) II 母刀闸动合触点动作且 I 母刀闸动合触点不动作, 识别为线路连接在 II 母方式。
- (3) I 母刀闸及 II 母刀闸动合触点均动作, 识别为 I、II 刀闸触点同时动作并发告警信号。
- (4) I 母刀闸及 II 母刀闸动合触点均不动作, 识别为 I、II 刀闸触点同时不动作并发告警信号。
- (5) 当装置识别为线路连接在 I 母时 II 母刀闸动合触点动作, 识别为线路连接在 I 母时 II 母刀闸触点动作方式。
- (6) 当装置识别为线路连接在 II 母时 I 母刀闸动合触点动作, 识别为线路连接在 II 母时 I 母刀闸

动作。

微机化的电压切换逻辑具体如图 11 所示, 本文着重介绍了保护选用 I 母 PT 的各种情况。

(1) 线路连接在 I 母方式时, 保护选用 I 母 PT; 如果 II 母 PT 隔刀动合触点未动作则一直选用 I 母 PT, 实现传统电压切换回路的自保持功能。

(2) 线路连接在 II 母方式时 I 母刀闸动合触点动作, 并且 I 母 PT 电压大于  $0.8U_N$ , 则应为倒排操作, 为了防止倒排操作过程中保护失去电压, 立即选用 I 母 PT。

(3) 线路连接在 I 母时 II 母刀闸触点动作, 如果 II 母 PT 电压小于  $0.8U_N$ , 则应为刀闸动合触点误动作, 仍选用 I 母 PT 电压。

### 4 结论

微机化的电压切换功能实现了对刀闸辅助触点及 PT 电压的实时监控及自检, 彻底消除了 PT 二次回路间的电气耦合, 解决了传统电压切换功能的各种缺陷, 具有非常重要的实际应用价值。

### 参考文献

- [1] 王梅义. 四统一高压线路继电保护装置原理设计[M]. 北京: 水力电力出版社, 1990.
- WANG Mei-yi. Reunification of the Four High-Pressure Line Relay Protection Device Design Principles [M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1990.
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.
- National Electric Power Dispatching and Communication Center. Power System Protection Regulations Rules Gather [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.
- [3] 谢春明. CZX-12A 操作箱电压切换问题[J]. 农村电气化, 2006, 232(9): 33-34.
- XIE Chun-ming. CZX-12A About Operation Device and Voltage Switching Device Problem[J]. Rural Electrification, 2006, 232(9): 33-34.
- [4] 李林. 浅谈超高压输电线路保护中交流电压的切换方式[J]. 水电厂自动化, 2006, 110: 170-171.
- LI Lin. On the Ultra-High Pressure Transmission Line in the Protection of the AC Voltage Switch Mode[J]. Hydropower Plant Automation, 2006, 110: 170-171.

收稿日期: 2008-12-26; 修回日期: 2009-04-14

作者简介:

温富国 (1975-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事电气专业的工作;

雷振锋 (1971-), 男, 硕士研究生, 工程师, 主要从事继电保护的设计工作; E-mail: zhenfengli@xjgc.com

李旭 (1977-), 男, 本科, 工程师, 主要从事继电保护的设计工作。