

# RCS-915AB 型微机母线保护应用改进

苏海涛, 侯群宝, 董孝平, 张志宏, 李航, 李俊华, 贾伟

(河南郑州供电公司, 河南 郑州 450006)

**摘要:** 针对实际试验中, 母线分列运行时, PT 二次故障或 TWJ 异常, 若母联死区发生故障, RCS-915AB 型微机母线保护装置会出现误动的现象, 通过对母联死区保护原理及逻辑框图的分析, 发现母差保护误动作的原因是母联电流未正确退出小差电流计算, 文中给出了解决以上问题的方法, 从而避免了母差保护的误动, 缩小了停电范围, 具有一定的工程实用价值。

**关键词:** RCS-915AB 母线保护; 母联死区保护; PT 二次故障; TWJ 异常; 误动

## Improvement on the application of RCS-915AB numerical bus-bar protection

SU Hai-tao, HOU Qun-bao, DONG Xiao-ping, ZHANG Zhi-hong, LI Hang, LI Jun-hua, JIA Wei

(Zhengzhou Electric Power Company, Zhengzhou 450006, China)

**Abstract:** This paper introduces the principle of RCS-915AB bus-bar protection. But, in actual debugging, when the fault occurs at dead zone and the bus coupler circuit breaker is disconnected, the voltage of the bus-bar is normal, while there is some problem in the secondary of PT or the TWJ is abnormal, the appliance can't cut the fault correctly. By the analyzing of the principle of dead zone protection and its logical diagram, the paper points out the cause of incorrect acting of the appliance is that the current of the bus coupler is in the calculation of the small difference current. The paper proposes a new method, which can avoid the default. It has a certain practical value.

**Key words:** microcomputer-based bus protection of RCS-915AB; bus-bar dead zone protection; PT secondary fault; abnormal TWJ; incorrect acting

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)21-0112-03

## 0 引言

母线是电力系统中的一个重要组成元件, 母线保护的正确动作对于电力系统的安全、稳定运行具有重要意义。RCS-915AB型微机母线保护装置设有母线差动保护、母联充电保护、母联死区保护、母联失灵保护、母联过流保护、母联非全相保护以及断路器失灵保护等功能。该装置核心部件采用Mortorala公司的32位单片微处理器MC-68332, 主要完成保护的出口逻辑及后台功能, 保护运算采用AD公司的高速数字信号处理(DSP)芯片, 使保护装置的数据处理能力大大增强。装置采样率为每周波24点, 在故障全过程对所有保护算法进行并行实时计算, 使得保护装置具有很高的固有可靠性及安全性。但在母线保护试验过程中发现, 在母线分列运行时, 即使母线一次电压正常, 若PT二次侧故障, 电压空气小开关跳闸, 故障发生在母联死区时, RCS-915AB型母线保护装置会出现误动作, 跳开非

故障母线, 导致母线全停的严重后果。当母联开关TWJ异常, 故障发生在母联死区时, 保护装置会出现延时切除故障母线的现象。从母联死区保护逻辑框图出发, 经过分析提出了相应的解决方法, 该方法解决了RCS-915AB型母线保护误动的问题, 提高了母线保护动作的可靠性。

## 1 RCS-915AB母线差动保护

### 1.1 母线差动保护原理

差动回路包括母线大差回路和各段母线小差回路。母线大差是指除母联开关和分段开关外所有支路电流所构成的差动回路。某段母线的小差是指该段母线上所连接的所有支路(包括母联和分段开关)电流所构成的差动回路。母线大差用于判别母线区内和区外故障, 小差差动用于故障母线的选择。

I、II母小差保护范围如图1所示, 母联电流计入小差电流时 I 母小差电流为:

$$I_{d1} = |I_1 + I_2 - I_{ML}| \quad (1)$$

II 母小差电流为:

$$I_{d2} = |I_3 + I_4 + I_{ML}| \quad (2)$$

母联电流退出小差电流时 I 母小差电流为:

$$I_{d1} = |I_1 + I_2| \quad (3)$$

II 母小差电流为:

$$I_{d2} = |I_3 + I_4| \quad (4)$$

大差电流为:

$$I_d = |I_1 + I_2 + I_3 + I_4| \quad (5)$$

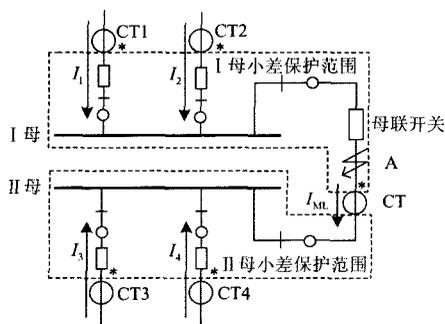


图1 简化的一次系统图

Fig.1 Simplified primary system

## 1.2 母线差动保护的电压闭锁元件

母差保护设置出口经复压闭锁的元件, 其判据为:

$$U_\phi \leq U_{bs} \quad (6)$$

$$3U_0 \geq U_{0bs} \quad (7)$$

$$U_2 \geq U_{2bs} \quad (8)$$

其中:  $U_\phi$  为相电压,  $3U_0$  为三倍零序电压 (自产),  $U_2$  为负序相电压,  $U_{bs}$  为相电压闭锁值,  $U_{0bs}$  和  $U_{2bs}$  分别为零序、负序电压闭锁值。以上三个判据任一个动作时, 电压闭锁元件开放。

## 2 母联死区保护

### 2.1 母联死区保护原理

对于母联单元只装设一组电流互感器的单母分段或双母线主接线等系统, 当母联开关和母联电流互感器之间发生故障时, 依靠各类母差保护的原理, 不能有效切除故障, 如图1中的A点发生故障, II母小差差流为0, 判为区外故障, II母差动不会动作, I母小差有差流, I母差动动作跳开I母所联的所有分路元件及母联开关, 但故障仍然存在。因此, 在母联开关和母联电流互感器之间发生的故障对于母差保护来说意味着死区故障。

RCS-915AB型微机母线保护装置设有专门的母联死区保护, 装置的母联死区保护在差动保护发母线跳令后, 母联开关已跳开而母联CT仍有电流, 且大差比率差动元件及断路器侧小差比率差动元件不返回的情况下, 经死区动作延时  $T_{sq}$  跳开另一条母线。为防止母联在跳位时发生死区故障将母线全切除, 当两条母线都有电压且母联在跳位时母联电流不计入小差。

### 2.2 母联死区保护分析

#### 2.2.1 母联死区保护逻辑分析

当母线分列运行时, 即母联开关在分位, 根据图2可知, 正常运行时, I母、II母均有电压, 母联电流为0, 即  $I_A \leq 0.04I_n$ ,  $I_B \leq 0.04I_n$ ,  $I_C \leq 0.04I_n$ , 母联TWJ开入为1, 由以上逻辑关系可知, 母联电流退出小差, 即母联电流不计入小差电流。若此时母联死区发生故障, 母差保护动作, 由于死区保护将母联电流退出小差, 因此, I母小差电流为0, I母母差保护不满足动作条件, 而II母小差有差流, II母差动动作, 跳开II母所联的所有分路开关, 将故障切除。经过死区动作延时  $T_{sq}$ , 大差比率差动元件和II母小差比率差动元件返回, 母联CT没有电流, 死区保护不会动作跳I母。从以上的分析可知, 当死区故障时, 母差保护可以正确动作, 切除故障母线。

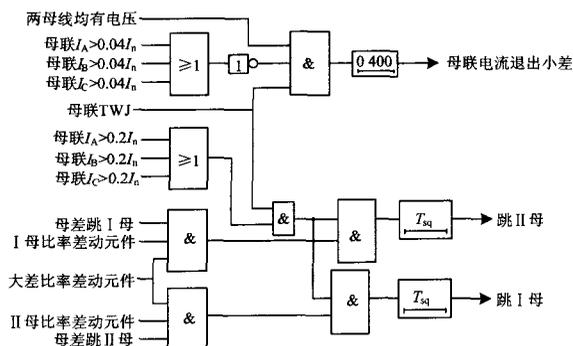


图2 母联死区保护逻辑框图

Fig.2 Relaying logical diagram of dead zone in bus-bar

#### 2.2.2 母联死区保护实际运行问题分析

110 kV及以上的母差保护采集的电压是由PT二次侧经电压空气小开关接入母差保护装置的, 当一次电压正常, 但PT二次回路故障, 电压空气小开关跳闸时, 保护装置采集到的母线电压量将为0, 即  $U_{I母} = 0$  或  $U_{II母} = 0$ , 因此, 两母线均有压条件不满足。此时, 母联电流仍然计入小差, 当死区故障发生时, 大差有差流, I母母差有差流, II母母差差流为0, 如果此时恰好是I母二次回路故障, PT

二次开关跳闸, 即  $U_{母} = 0$ , 则 I 母复合电压闭锁条件也满足条件, I 母母差保护动作, 跳开 I 母所联所有分路开关。经死区动作延时  $T_{sq}$  后, 大差比率差动元件及断路器侧小差比率差动元件仍不返回, 母差保护动作跳开另一条母线。由以上分析可以看出, 母差保护误动作, 切除了非故障母线, 造成了停电范围的扩大。

在实际运行中, 开关二次辅助回路经常会因为接触不良、触点粘连等原因造成二次辅助触点未变位的情况, 若母联开关在分位, 而二次辅助触点未变位, 即 TWJ 开入仍为 0 的情况, 由图 2 可知, 母联电流仍计入小差电流, 且死区保护不满足动作条件。若发生死区故障, 大差有差流, I 母母差有差流, II 母母差差流为 0, 但由于母联开关在分位, I 母电压正常, I 母复合电压闭锁条件并不满足, I 母母差保护拒绝动作, 延长了切除故障母线的的时间, 给设备的安全和系统的稳定运行造成了极大的威胁。

### 2.3 解决方案

#### 2.3.1 PT二次故障母差误动作解决方法

由 2.2.2 分析可知, 母差保护误跳非故障母线的根本原因是 PT 二次故障, 二次电压空气小开关跳闸造成两母线均有压条件不满足, 母联电流未退出小差电流计算。为了解决这一问题, 母差保护装置可以方便地利用采集到的两条母线上所联分路的 PT 电流构成两母线均有压判断的另一条件, 可以有效防止 PT 二次回路故障造成的母差保护误判断两母线均有压条件不满足。实现逻辑图如图 3 所示。在 PT 二次故障, 二次电压空气小开关跳闸时, 虽然两母线均有压条件不满足, 但 I 母任一分路有电流与 II 母任一分路有电流条件满足, 母联电流退出小差计算条件仍满足, 即母联电流退出小差计算, 此时由 2.2.2 的分析可知母联死区故障, 母差保护不会误动作。

#### 2.3.2 母联开关 TWJ 异常造成母差保护误动作解决方法

由 2.2.2 分析可知, 母差保护误跳非故障母线的的原因是二次辅助触点异常或未正确变位, 导致 TWJ 开入为 0, 母联电流没有退出小差电流计算, 而复合电压闭锁条件不满足造成 I 母母差保护拒绝动作延时切除故障母线的后果。针对这一问题, 可以采用引入母联开关 HWJ 的方法, 提高可靠性, 实现逻辑图如图 3 所示。当 TWJ 异常时, 虽然 TWJ 开入为 0, 但 HWJ 开入为 1, 母联电流退出小差计算条件仍满足, 即母联电流退出小差计算, 因此, 母联开关 TWJ 异常时母差保护不会误动。

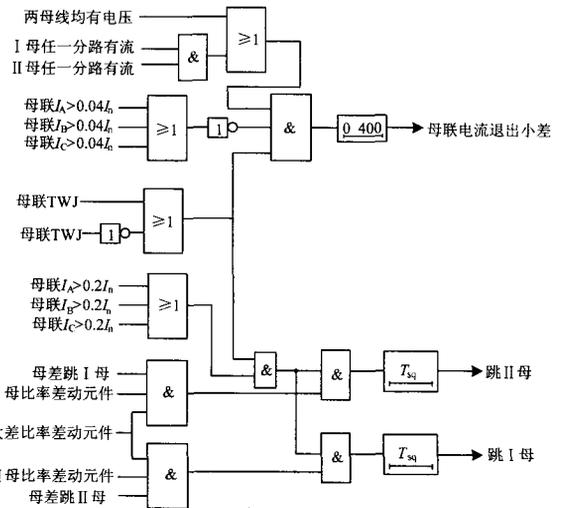


图3 改进后的母联死区保护逻辑框图

Fig.3 Improved relaying logical diagram of dead zone in bus-bar

### 3 结论

通过对 RCS-915AB 型微机母线保护装置母联死区保护动作逻辑的分析, 提出解决由于 PT 二次故障, 电压空气小开关跳闸母线保护装置误判断造成母差保护误动作的方法。针对实际运行中母联开关 TWJ 异常造成 I 母母差保护拒绝动作延时切除故障母线的情况, 在对母联死区保护原理及逻辑框图分析的基础上, 提出了解决方法。经过理论分析和实际试验证明, 上述方法能有效地克服 PT 二次回路故障时, 母线差动保护误动作的缺陷。同时, 有效降低了母联开关 TWJ 异常造成 I 母母差保护拒绝动作延时切除故障母线的可能性。具有很高的工程实用价值, 可供同行及厂家参考。

### 参考文献

- [1] RCS-915AB 型微机母线保护装置技术和使用说明书[Z]. 南京: 南瑞继保电气有限公司, 2006. Instruction Book of RCS -915AB Computer Bus Protectional Device[Z]. Nanjing: Nari-relays Electric Co., Ltd, 2006.
- [2] RCS-900 系列微机母线保护装置培训教材[Z]. 南京: 南瑞继保电气有限公司, 2006. Training Book of RCS-900 Series Computer Bus Protectional Device [Z]. Nanjing: Nari-relays Electric Co., Ltd, 2006.
- [3] 贺家李, 等. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 1994. HE Jia-li, et al. Principles of Power System Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.

(下转第 118 页 continued on page 118)

d11 接线组别, 应设置 Y 侧电流超前 Δ 侧对应相电流 150°, 电流值分别为变压器两侧的额定电流, 此时保护装置应显示无差动电流。

(4) 对于三绕组变压器, 应分别对高一中, 高一低, 中—低压侧进行模拟, 方法与双绕组变压器模拟方法相同。

### 4 结束语

差动保护是保证变压器安全可靠运行的重要因素, 本文通过对改变接线组别后变压器差动保护 CT 接线和保护平衡系数计算方法的分析, 并通过现场实际运行检验, 不平衡电流保持在允许范围内, 变压器运行一年多来未发生差动保护误动作事故, 保证了电网的安全可靠运行。

### 参考文献

[1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中

国电力出版社, 1998.

WANG Wei-jian. Electrical Main Equipment Protection Principle and Application[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1998.

[2] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.

WANG Mei-yi. Power System Protection Application[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1998.

[3] 李宏任. 实用继电保护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

LI Hong-ren. Applied Protection[M]. Beijing: China Machine Press, 2002.

收稿日期: 2009-02-27

作者简介:

侯元文(1973-), 男, 工程师, 长期从事电力系统继电保护整定计算和运行管理工作。E-mail: hyw689292@sohu.com

(上接第 107 页 continued from page 107)

HE Zhao. A Discussion on Scheme of Improving Structure of East China Power Grid to Reduce Short-circuit Capability[J]. Power System Technology, 2004, 28(2): 28-31(in Chinese).

[5] 叶琳, 戴彦. 短路电流限制技术在浙江电网的应用[J]. 华东电力, 2005, 33(5): 23-26.

YE Lin, DAI Yan. Application of Short-circuit Current Limitation Technology in Zhejiang Power Grid[J]. East China Electric Power, 2005, 33(5): 23-26(in Chinese).

[6] 李明, 张小青. 电力系统故障限流器技术的研究[J]. 电气时代, 2005, (4): 54-56.

LI Ming, ZHANG Xiao-qing. Studies on Fault Current Limiter of Power System[J]. Electric Age, 2005, (4): 54-56(in Chinese).

[7] 陆建忠, 张啸虎. 加强电网规划, 优化电网结构, 限制短路电流[J]. 华东电力, 2005, 33(5): 292-295.

LU Jian-zhong, ZHANG Xiao-hu. Idea on Plannig for Short-circuit Current Limitation[J]. East China Electric Power, 2005, 33(5): 292-295(in Chinese).

[8] 刘树勇, 顾强, 李晓辉, 等. 天津电网 500 / 220kV 电磁环网解环问题研究[J]. 华北电力技术, 2008(1): 51-54.

LIU Shu-yong, GU Qiang, LI Xiao-hui, et al. Research on Opening of s00 / 220 kV Electromagnetic Loop in Tianj in Power Network[J]. North China Electrical Power, 2008(1): 51-54.

[9] 刘树勇, 顾强, 张丽娟, 等. “十一五”期间天津 500/220kV 电网分区供电方案[J]. 电网技术, 2008, 32(9): 51-55.

LIU Shu-yong, GU Qiang, ZHANG Li-juan, et al. Research on 500/220kV Network Partition of Tianjin during the 11th Five-Year Plan[J]. Power System Technology, 2008, 32(5): 51-55(in Chinese).

收稿日期: 2009-04-13; 修回日期: 2009-07-13

作者简介:

刘树勇(1978-), 男, 硕士, 工程师, 从事电网规划和电力系计算分析工作。E-mail: lsy78@126.com

(上接第 114 页 continued from page 114)

[4] 张保会, 等. 电力系统继电保护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

ZHANG Bao-hui, et al. Power System Protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

苏海涛(1982-), 男, 硕士研究生, 从事变电运行工作; E-mail: suht2006@126.com

侯群宝(1964-), 男, 高级工程师, 从事变电运行管理工作;

董孝平(1962-), 男, 高级工程师, 从事变电运行管理工作。

收稿日期: 2009-08-04; 修回日期: 2009-09-02

作者简介: