

RCS-915 型微机母线差动保护原理及应用改进

唐杰^{1,2}, 常鲜戎¹, 宋振红², 侯建涛³, 王兰涛²

(1. 华北电力大学, 河北 保定 071003; 2. 河北保定供电公司, 河北 保定 071051; 3. 保定市政府, 河北 保定 071000)

摘要: RCS-915 型微机母线保护装置, 适用于各种电压等级的单母线、单母线分段、双母线等各种主接线方式。装置设有母线差动保护等保护功能。但在实际试验及应用中, 作者发现: 母联开关在分位, 母线电压正常, 而 PT 二次侧连接的电压保险或电压空气小开关出现故障, 即二次电压不能正确反映一次电压的情况下, 故障发生在故障死区时, 母差保护会出现误判现象, 跳开非故障母线, 从而导致停电范围的扩大。通过对差动保护逻辑框图的深入分析, 文中给出了解决此问题的方法, 从而避免了非故障线路的误动, 减少了停电范围, 有着非常重要的工程实用价值。

关键词: 微机母线保护; 差动保护; 母联; 母联死区保护

Principle and improvement on the application of RCS-915 numerical bus-bar protection

TANG Jie^{1,2}, CHANG Xian-rong¹, SONG Zhen-hong², HOU Jian-tao³, WANG Lan-tao²

(1. North China Electric Power University, Baoding 071051, China; 2. Baoding Electric Power Company, Baoding 071051, China; 3. The Government of Baoding, Baoding 071000, China)

Abstract: This paper introduces the differential protection's new principle's appliance and the principle of RCS-915 numerical bus-bar protection. In fact, when the fault occurs at dead zone, the voltage of the bus-bar is normal, while there is some problem in voltage fuse of secondary of PT, so, secondary voltage can not reflect the primary, as a result, the result is not true, to expend the outage dimension. By analysis, the paper proposes a new program, which can avoid the default and reduce the outage dimension.

Key words: microcomputer-based bus protection; differential protection; bus connection; busbar deadzone protection

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)02-0074-05

0 引言

母线保护动作的正确率直接影响到电力系统安全、稳定运行。随着电压等级的不断提高和电网规模的不断扩大, 系统对母差保护动作的快速性、可靠性要求越来越高。采用微机母差保护能充分利用计算机进行数字计算的能力, 方便地实现各种差动原理、CT 饱和的检测方法和母线运行方式的自动识别, 同时微机母线保护具有的自检功能, 进一步提高了其可靠性; 微机母线保护还具有数据通讯功能和调试整定方便的优点, 为变电站综合自动化技术的发展提供了有力的保证。

RCS-915 型微机母线保护装置是新一代的母线保护, 它的投运大大提高了母线运行的可靠性。与其它母线保护相比较, 它具有完善的事件报文处理、灵活的后台通讯方式、与 COMTRADE 兼容的故障录波、允许 CT 变比不同、CT 调整系数可以整定及高灵敏比率差动保护等诸多特性。

但是, 作者通过理论分析和试验发现, 在母联开关处于分位且母线电压正常, 而 PT 二次侧连接的电压保险或电压空气小开关出现故障, 使得在二次电压不能正确反映一次电压的情况下, 故障发生在故障死区时, RCS-915 母差保护装置会出现误判, 跳开非故障母线, 导致停电范围的扩大。作者从差动保护逻辑图出发, 经过分析提出了一种解决此问题的方法, 此方法解决了误判故障问题, 减小了停电范围。

1 母线差动保护的要求

母线差动保护装置应满足以下几个方面的要求: 母线发生区外短路时、电流互感器饱和时, 母线差动保护不能误动, 而母线区内短路时则希望快速动作; 当母线上发生短路时, 差动保护的動作应尽量不受负荷电流、短路点的过渡电阻的影响; 当母线运行方式发生变化时不必进行二次回路的切换, 仍然能只切故障母线; 各连接元件电流互感器变比

不一致时能自动调整, 不必加辅助变流器。

2 RCS-915 型微机母线差动保护原理简介

RCS-915 型微机母线保护装置采用复合电压闭锁差电流启动的保护原理。并采用比率制动, 用以增强避越外部故障不平衡电流的能力, 并可提高内部故障的灵敏度。母线差动保护由分相式比率差动元件构成, CT 极性要求支路 CT 同名端在母线侧, 母联 CT 同名端在 I 母侧。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。母线大差比率差动用于判别母线区内和区外故障, 小差比率差动用于故障母线的选择。

当用于大电流接地系统时, 电压闭锁开放的条件是:

$$U_{\Phi} \leq U_{bs} ; 3U_0 \geq U_{0bs} ; U_2 \geq U_{2bs}$$

其中: U_{Φ} 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。

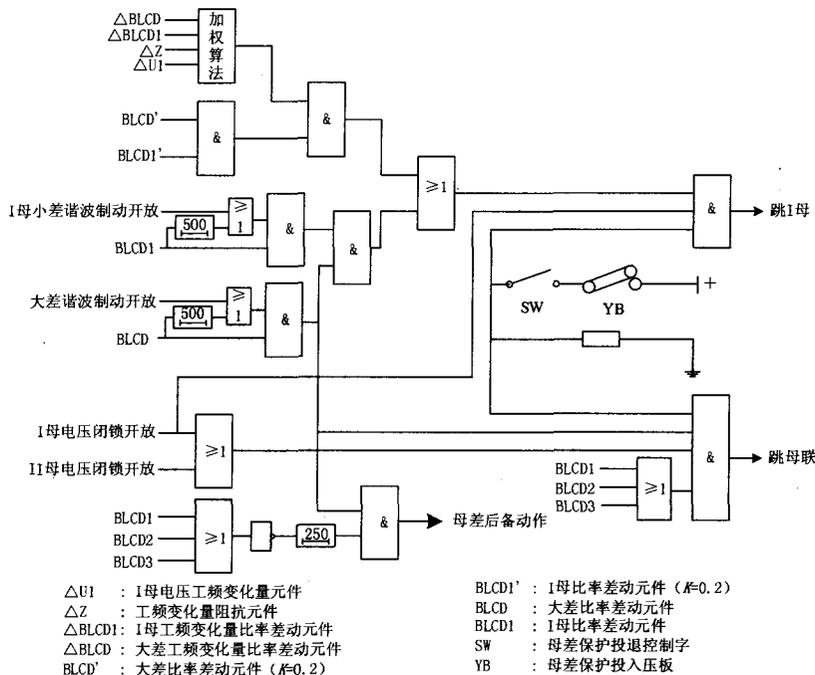


图 1 母差保护逻辑框图 (以 I 母为例)

Fig.1 Logic diagram of differential relaying

当用于中性点不接地系统时, 将“投中性点不接地系统”控制字投入, 此时电压闭锁开放的条件是: $U_1 \leq U_{bs} ; U_{22} U_{2bs}$

其中: U_1 为线电压, U_2 为负序相电压, U_{bs} 为线电压闭锁值, U_{2bs} 为负序电压闭锁定值。以上两个判据任一动作时, 电压闭锁元件开放。

在动作于故障母线跳闸时必须经相应的母线电压闭锁元件闭锁。

装置充分利用微机保护的优越性, 将工频变化量比率制动差动元件应用于母线保护, 该保护比率制动系数 K 值可以取较大值 ($K < 1$) 而不会对灵敏度产生不利影响, 对降低过渡电阻及负荷电流对于保

护灵敏度的影响有益。装置不再使用传统母线保护中的辅助变流器及电流切换回路, 使得二次回路变得非常简单。对于 CT 变比的不同只需在装置系统参数中加以整定, 由软件实现补偿。装置根据各支路刀闸位置开入量计算母差回路电流, 无需利用二次回路进行电流切换。CT 饱和是影响母差保护正确动作的主要因素, 包括两个方面: 其一, 母线外部故障时, 故障线路 CT 可能严重饱和, 二次电流趋于 0, 使差回路中流过很大的不平衡电流; 其二, 母线内部故障时, 线路 CT 饱和, 会使流入差回路的电流大为减少, 甚至可能引起母差拒动。装置利用其较强的数据处理能力, 设置了两个 CT 饱和检测元件, 分别利用工频变化量差动元件、工频变化量阻抗元件和工频变化

量电压元件动作的相对时序关系, 以及 CT 饱和时差流波形畸变和每周期存在线性传变区等特点, 具有较强抗 CT 饱和能力, 且在区内故障及转换性故障时能可靠快速动作。

3 保护程序的整体结构

保护程序整体结构图如图 2 所示, 主程序按固定的采样周期接受采样中断进入采样程序, 根据是否满足起动条件进入正常运行程序或故障计算程序。

在采样程序中进行模拟量采集与滤波, 开关量的采集和起动判据的计算。

正常运行程序主要做电压自动零漂调整、装置硬件自检及运行状态检查, 不正常时发告警信号, 信号分两种, 一种是运行异常, 这时不闭锁装置, 提醒运行人员; 另一种为闭锁告警信号, 告警同时将装置闭锁, 保护退出。

故障计算程序中进行各种保护的算法计算, 跳闸逻辑判断以及事件、故障报告及波形的整理。

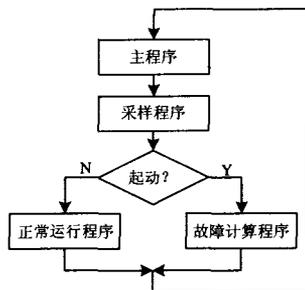


图 2 母差保护程序整体结构图

Fig.2 Integral structure editor of differential relaying

4 母联死区保护

4.1 装置母联死区保护工作原理

RCS-915 型微机母线保护装置设有母联死区保护。若母联开关和母联 CT 之间发生故障, 断路器侧母线跳开后故障仍然存在, 正好处于 CT 侧母线小差的死区, 为提高保护动作速度, 专设了母联死区保护。本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, 延时 T_{sq} 跳开另一条母线。

母联在分位情况下, 当系统正常运行时, 此时两母线差电流为零, 保护不动作; 当发生死区故障时 (如图 3), 此时如果母联电流不退出小差, 对 I 母来说, 差流为零, 保护不动作, 对 II 母, 差流为 I_{ML} , 保护跳母联、II 母, 故障未切除, 大差比率差

动元件及 II 母小差比率差动元件不返回, 延时 T_{sq} 跳开 I 母。可以看出, II 母误动, 扩大了停电范围。为防止母联在跳位时发生死区将故障线全切除, RCS-915 型微机母线保护装置设有母联电流退出小差程序, 即当两母线都有电压且母联在跳位 (用母联 TWJ 三相常开触点串联实现) 时母联电流不计入小差。

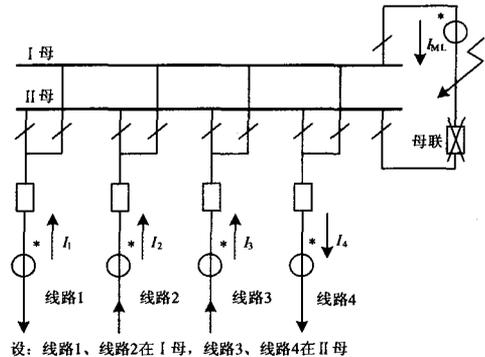


图 3 母联死区故障图

Fig.3 Fault diagram of busbar connection dead space

4.2 实际试验中母联死区保护逻辑分析及存在问题

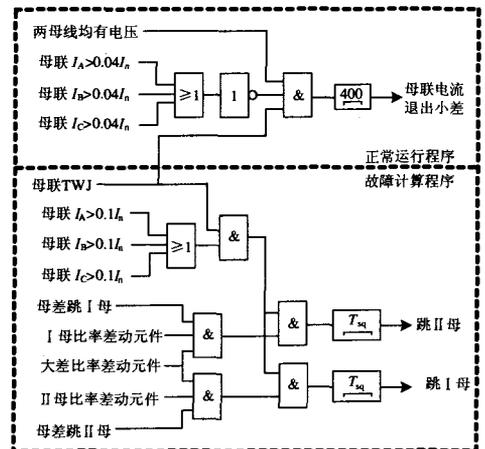


图 4 母联死区保护逻辑框图

Fig.4 Dead zone in bus bar relaying logical diagram

4.2.1 母联死区保护逻辑关系分析

当母联开关在分位时, 即母线分裂运行时, 根据图 2 可知, 故障发生前, 采样程序进行起动判据计算, 不满足起动条件, 系统进入正常运行程序, 此时, I 母、II 母均有电压, 母联电流 $I_{ML} \leq 0.4I_n$, 母联 TWJ 开入量为 1, 根据正常运行程序中的判据可得, 母联电流退出小差。此时母联死区发生故障, 母差保护启动, 在母联电流退出小差的进程后进入故障计算程序。此时, I 母电压闭锁开放、I 母小差比率差动元件 BLCD1 以及大差比率差动元件 BLCD

均置 1, 根据图 1 母差保护逻辑框图可分析得, 母差保护跳母联、I 母, 故障被切除。根据图 4 知, 经过 T_{sq} 延时后, I 母比率差动元件 BLCD1 和大差比率差动元件返回置零, 所以不跳 II 母, 死区保护故障计算程序进程结束, 再回到主程序的进程中。从以上分析可得, 当线路在故障死区发生正常故障时, 母差保护正确动作。即为:

$$\begin{array}{l}
 I_{\text{大差}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad \text{—BLCD 置 1} \\
 I_{\text{I母小差}} = I_1 + I_2 \quad \text{—BLCD1 置 1} \\
 \text{I 母电压闭锁开放} \quad \text{—置 1} \\
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{母差跳 I 母} \\
 \\
 I_{\text{大差}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad \text{—BLCD 置 1} \\
 I_{\text{I母小差}} = I_1 + I_2 \quad \text{—BLCD2 置 0} \\
 \text{II 母电压闭锁开放} \quad \text{—置 0} \\
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{母差不跳 II 母} \\
 \text{故障被切除, 经过 } T_{sq} \text{ 延时后,} \\
 \left. \begin{array}{l} \text{母联 TWJ} \quad \text{—置 1} \\ \text{母联电流 } I_{ML} = 0 \quad \text{—置 0} \\ \text{母差跳 I 母} \quad \text{—置 1} \\ I_{\text{I母小差}} = 0 \quad \text{—BLCD 置 0} \\ I_{\text{大差}} = 0 \quad \text{—BLCD1 置 0} \end{array} \right\} \text{进程结束} \\
 \text{回到主程序运行。}
 \end{array}$$

4.2.2 母联死区保护存在问题分析

4.2.2.1 母差保护电压采集接线

母差保护采集的电压是由 PT 二次侧经电压保险 RD 和电压空气小开关 ZKK 进入母差保护装置的, 如图 5 所示。当母线电压正常, 而 PT 二次侧连接的电压保险或电压空气小开关出现故障时, 保护装置将无法采集到正确的母线电压。以 II 母 A 相电压保险断开为例, 则母差装置采集到的 $U_{IIA} = 0$, II 母线的电压闭锁开放, 保护装置延时 1.25 s 报该母线 PT 断线。

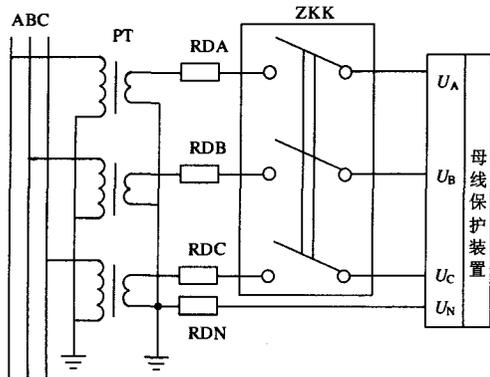


图 5 母差保护电压采集接线图

Fig.5 Voltage acquisition connecting diagram of differential relaying

4.2.2.2 保护误判分析

以 II 母 A 相电压保险 RDA 断开为例, 分析此时发生死区故障时的跳闸逻辑关系。

故障发生前, 由图 4 分析知, 由于 II 母 A 相电压 $U_{IIA} = 0$, 不满足母联电流退出小差条件, 因此母联电流立即计入小差。故障发生时母差保护启动, 在母联电流计入小差的进程后进入的故障计算程序, 此时:

$$\begin{array}{l}
 I_{\text{大差}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad \text{—BLCD 置 1} \\
 I_{\text{II母小差}} = I_{ML} \quad \text{—BLCD2 置 1} \\
 \text{II 母电压闭锁开放} \quad \text{—置 1} \\
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{母差跳母联、II 母} \\
 \\
 I_{\text{大差}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad \text{—BLCD 置 1} \\
 I_{\text{I母小差}} = 0 \quad \text{—BLCD1 置 0} \\
 \text{I 母电压闭锁开放} \quad \text{—置 1} \\
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{母差不跳 I 母} \\
 \text{没有切除故障, 经过 } T_{sq} \text{ 延时后:} \\
 \left. \begin{array}{l} \text{母联 TWJ} \quad \text{—置 1} \\ \text{母联电流 } I_{ML} = I_1 + I_2 \quad \text{—置 1} \\ \text{母差跳 II 母} \quad \text{—置 1} \\ I_{\text{大差}} = I_1 + I_2 \quad \text{—BLCD 置 1} \\ I_{\text{II母小差}} = I_{ML} \quad \text{—BLCD2 置 1} \end{array} \right\} \text{母差不跳 I 母}
 \end{array}$$

故障被切除, 死区保护故障计算程序进程结束。

在此过程中, 母联开关在分位, II 母线没有故障, 电压正常, 保护装置采集到的 II 母各出线电流正常, 母差保护不应切除 II 母。但是由于母差保护装置采集到的 II 母电压 $U_{IIA} = 0$, 将电压闭锁开放, 报 PT 断线, 使得母差保护装置误认为 II 母发生故障, 因此切除 II 母, 保护不能正确动作。经上述理论分析和大量的实验证明, 此时母差保护失去选择性, 跳开所有母线, 使停电范围扩大。

4.2.2.3 电压条件分析

母线在分列运行状态下, “两条母线均有电压” 这一判据在 “母联电流退出小差” 这一程序中只是形容故障前 “正常态” 的作用。而在母线充电保护程序中, 则是确定母联电流计入小差的关键条件, 当母线充电保护投入时根据 “两条母线均有电压” 这一判据选择故障母线正确动作。

4.3 解决方案

经以上分析得知, 母差保护失去选择性的原因就是母线分裂运行时, 母联电流没有退出小差计算。进一步分析 “母联电流退出小差” 逻辑框图, 可以发现 “两条母线均有电压” 这一判据在 “母联电流退出小差” 这一程序中只起到形容故障前 “正常态”

的作用,而在进行母线充电时,它是选择故障母线正确动作的关键条件。但是当母线处于分裂运行时,由于这个判据的存在,当II母A相电压保险断开时,母差保护装置采集到的II母电压 $U_{IIA}=0$,在“母联电流退出小差”的逻辑中不满足“两母线均有电压”这一判据,使得母联电流不退出小差计算,从而当进入故障计算程序时,导致母差跳开非故障母线。基于此问题,提出了一种解决方案,即把“母联电流退出小差”这一程序中的“两条母线均有电压”这一条件加入充电保护投入开入量进行控制(图6)。当母线为分裂运行方式时,母联充电保护投入压板打开,确保母联电流退出小差计算,当PT断线时也不会误跳非故障母线。母线充电时,先将母联充电保护投入压板投入,确定母联电流计入小差,当母线充电完毕后,再将母联充电保护投入压板退出,恢复正常运行方式以满足实际运行需要。

采用上述解决方案以后,即可避免由PT二次侧连接的电压保险或电压空气小开关出现故障时所造成的误判,具有很高的工程实用价值,可供厂家参考。

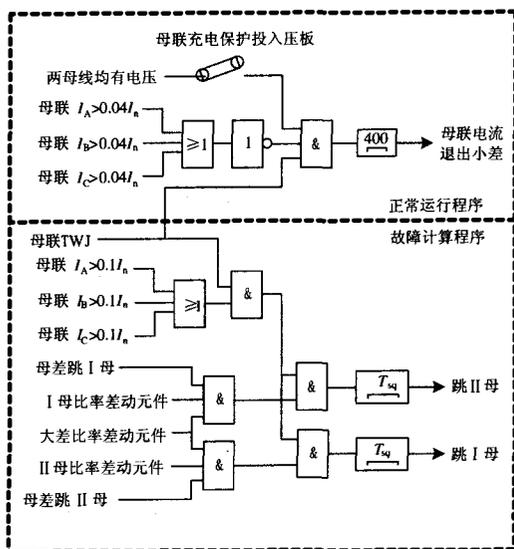


图6 改进后的母联死区保护逻辑框图

Fig.6 The improved relaying logical diagram of bus bar dead zone

5 结论

通过对 RCS—915 型系列微机母线保护装置母联死区保护逻辑框图的分析,提出一种解决由于由PT二次侧连接的电压保险或电压空气小开关出现故障时保护装置造成误判的方案,经过理论分析和实验证明,该方案可以有效地避免由于PT出现故障时所引起的非正确动作,克服了非故障母线误动的缺陷。另外,此方案还适用于各种电压等级的单母线、单母分段、单母三分段、双母线、双母单分段等各种主接线方式,并可满足有母联兼旁路运行方式主接线系统的要求。

参考文献

- [1] RCS-915AB 微机母线保护装置技术说明书[Z].南京南瑞继保电气有限公司,2003.
Instruction Book of RCS -915AB Computer Bus Protectional Device[Z].
- [2] RCS-915 (G) 微机母线保护装置技术说明书[Z].南京南瑞继保电气有限公司,2003.
Instruction Book of RCS-915 (G) Computer Bus Protectional Device [Z].
- [3] RCS-915 微机母线保护装置简介及运行说明[Z].南京南瑞继保电气有限公司,2001.
Instruction Book of RCS-915 Computer Bus Protectional Device and Running[Z].
- [4] 严天翔.RCS-915型微机母线保护装置工作概况及现场应用问题的探讨[J].青海电力,2004, 23(2).
YAN Tian-xiang. Probe of the Operating Situation and Field Application Problems About the RCS-915 Type Computer Bus Lines Protection Apparatus[J]. Qinghai Electric Power, 2004, 23(2).

收稿日期:2007-07-11; 修回日期:2007-08-21

作者简介:

唐杰(1980-),男,工程硕士,从事继电保护工作;E-mail:redberet2000@163.com

常鲜戎(1956-),男,博士,教授,研究方向为非线性系统控制,电力系统分析和稳定控制,电机故障监测与控制等;

宋振红(1979-),女,硕士研究生,从事继电保护工作。