

# 微型型低压母差保护若干问题分析

卜明新<sup>1</sup>, 林榕<sup>2</sup>, 谭畅<sup>1</sup>

(1. 邯郸供电公司, 河北 邯郸 056035, 2. 河北省电力勘测设计研究院, 河北 石家庄 050031)

**摘要:** 论述了低压系统装设母线保护的必要性以及低压系统母线保护电流互感器配置和选择情况, 通过分析比较, 提出了变电站低压系统母线保护在设计中需要注意的若干环节。一是分段开关位置的作用和引入量, 二是对目前配置多套母线保护时存在的问题进行分析, 比较了两种装置的优缺点, 并提出了改进意见。

**关键词:** 母线保护; 电流互感器; 设计

## Analysis of certain problem in microcomputer low-voltage bus protection

BU Ming-xin<sup>1</sup>, LIN Rong<sup>2</sup>, TAN Chang<sup>1</sup>

(1. Hebei Handan Power Supply Company, Handan 056035, China;

2. Hebei Electric Power Design and Research Institute, Shijiazhuang 050031, China)

**Abstract:** The paper discusses the necessity of installing the bus protection as well as the bus protection current transformer disposition and the choice situation in the low-voltage system. Through the analysis and comparison, proposed the transformer substation low-voltage system bus protection certain links which needs to pay attention in the design. First, section switch position function and introduction quantity; second, disposes when the multi-wrap bus protection to at present exists the question carries on the analysis, compared with two kind of different factory installment's good and bad points, and gave the improvement comment.

**Key words:** bus protection; current transformer; design

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)23-0081-03

## 0 引言

在电力系统中, 35 kV 及以下电压等级的母线由于没有稳定问题, 一般未装设母线保护。近年来, 由于各种原因开关设备被严重烧毁, 有的甚至发展成“火烧连营”的事故时有发生。而主变压器由于遭受外部短路电流冲击损坏的事故也逐年增加, 这些配网事故处理不当甚至被扩大发展为输电网事故, 造成重大的经济损失, 已引起电力部门的广泛关注。究其原因大多是因为没有装设中低压母线保护, 未能快速切除故障造成的。

为了保证变压器及母线开关设备的安全运行, 根据继电保护快速性的要求, 迫切需要配置专用中低压母线保护。

## 1 低压母线装设保护的必要性

由于中低压母线上的出线多, 操作频繁, 三相导体线间距离与大地的距离比较近, 容易受小动物危害, 设备制造质量比高压设备差, 设备绝缘老化和机械磨损, 运行条件恶劣, 系统运行条件改变,

人为和操作错误等原因, 中低压母线的故障几率比高压、超高压母线高得多。但长期以来, 人们对中低压母线的保护一直不够重视, 大多采用带有较大延时的后备保护来切除母线上的故障, 往往使故障被发展、扩大, 从而造成巨大的经济损失。

## 2 低压母线保护的配置与分析

### 2.1 低压母线保护的分类

低压母线保护一般有以下两类: 母线完全差动保护和不完全差动保护。

母线完全差动保护是将母线上所有的各连接元件的电流互感器按同名相、同极性连接到差动回路, 电流互感器的特性与变比均应相同, 若变比不能相同时, 可采用软件进行补偿, 满足  $\Sigma I=0$ 。差动元件的动作电流按下述条件计算、整定, 取其最大值: 1) 躲开外部短路时产生的不平衡电流; 2) 躲开母线连接元件中, 最大负荷支路的最大负荷电流, 以防止电流二次回路断线时误动。

母线不完全差动保护只需将连接于母线的各有电源元件上的电流互感器, 接入差动回路, 在无电

源元件上的电流互感器不接入差动回路，带短延时出口，且增加无电源元件保护动作闭锁条件。正常情况下差流为该母线上流过的负荷电流，如果发生区内故障，则差动元件动作，母差保护经短延时动作跳闸。若无电源元件发生故障，则无电源元件的保护动作后闭锁母差保护。

从上述可见因不完全差动带延时故完全差动动作速度更快，因不完全差动要躲过最大母线负荷电流故完全差动动作灵敏度更高，因不完全差动需要所有无电源元件的保护动作闭锁回路故完全差动动作可靠性更高，但从节约资金角度考虑不完全母差更具优势。

## 2.2 低压母线保护的配置

综合考虑母差保护速动性、灵敏性和可靠性等方面的因素，河北南网选择采用完全差动保护。

为减少投资、简化设计，当一套母差能够满足现场需要时，一般采用配置一套母差的方案。但因一套母差装置可接入的元件数有限，一般不超过 21 个元件，当站内中、低压母线元件较多时，一套母差无法完成母差功能，考虑检修方便和设计的对称性，一般采用每一条母线配置一套母差的方案。当采用多套配置方案时要充分考虑母联死区故障的问题。

## 3 低压母线保护 CT 的选择

对于变电站电流互感器是三相还是两相配置以及如何选择等，在规程中并没有明确的规定。因此，在不同的工程、不同的设计部门有不同的处理方法，笔者在下文进行一些分析，以期得出一个较为统一的设计方案。

### 3.1 配置比较

在电力系统中，35 kV 及以下电压等级多采用两电流互感器不完全星型接线，但由于被保护母线为小电流接地系统，假设在 I 段母线的出线上发生 A 相或 C 相一点接地，在 II 段母线上发生 B 相一点接地时，II 段母差将可能拒动，无法快速切除故障。

如果相应的低压母线保护装设三相差动元件，采用 -B 电流接入则可解决上述问题，综上所述，低压母线保护应采用三相 CT 接线方式。

### 3.2 CT 的选择

CT 的选择要充分考虑母差保护本身的要求，及系统对 CT 变比、伏安特性的要求，一般设计中应注意以下几个问题：

① 母差保护对最大、最小 CT 变比的范围的要求；

② 根据系统短路容量选择 CT 变比和伏安特性，因防止母线出口故障 CT 不满足 10% 误差而造成

母差误动。

③ 对于所变等小容量设备 CT 变比的选择除要考虑上述问题外，还要考虑所变本身保护整定问题，防止因 CT 变比过大而造成所变保护无法整定，设计中应尽量选择带抽头的 CT，所变保护采用小变比，母差保护采用大变比。

## 4 设计中需要注意的几个问题

### 4.1 分段开关位置量对母线保护的影响

下面以 RCS-915 型母线保护为例母联开关位置量在中所起的作用：

① 确定比率差动的比率制动系数的高、低两个定值

当分段开关处于合位时即  $TWJ=“0”$  时比率制动系数取高值，当分段开关处于分位时即  $TWJ=“1”$  时为防止弱电源侧母线发生故障时大差比率制动差动元件灵敏度不够，比率制动系数自动取低值。

② 确定充电保护的動作

当利用分段断路器对其中一段母线进行充电试验时，母线保护将对分段开关位置量进行判断，即  $TWJ$  位置开入由 “1” 变为 “0”，或  $TWJ=“1”$  时母联由无电流变为有电流则母联充电保护开放 300 ms。

③ 分段死区保护逻辑判断

分段开关位置量在 RCS-915 分段死区保护中相当重要。若母线分列运行，分段在跳位时，发生死区故障，如分段开关位置量开入出错，即母线保护判断为分段合位，可能导致将母线全切除。

### 4.2 现场对分段开关位置量引入问题的考虑

通过对分段开关位置量在 RCS-915 型母线保护中所起作用的分析可看出，分段开关位置量开入的正确与否直接影响到母线保护的動作逻辑。

按装置要求，分段开关位置量的引入可采用取分段开关位置辅助触点或分段开关位置继电器的触点。取分段开关位置辅助触点可直接反映开关的实际位置，但此回路发生异常时，值班员不易发现；取分段开关位置继电器的触点虽然是间接反映分段开关的位置，但优点在于回路有异常时可通过分段开关的信号回路较为直观地发现。通过以上的分析及现场接线的方便，我们采用了取分段开关跳闸位置继电器的动合触点作为母线保护中分段开关位置量的开入。

为使母线保护分段开关位置量开入符合现场实际，并且在分段开关检修时不造成保护的误动或拒动，经与生产厂家技术人员进行研究后，我们在

保护屏上增加了“分段开关检修时投入”压板。此压板的功能在于当其投入时强制对母线保护进行分段开关位置量的开入, 即 TWJ 反应始终为“1”。此压板的作用主要是分段开关检修或对其传动试验时, 不会影响微机母线保护的运行。因为当分段开关检修或对其传动试验时分段开关可能进行分合, 其位置反映并不代表它在运行状态, 此时母线保护并未退出运行, 所采集的分段开关的位置量可能会造成错误的逻辑判断, 一旦发生母线故障, 母线保护就有误动或拒动的可能。所以增加此压板并要求值班员只要分段开关在检修或开关断开时投入此压板, 对分段开关恢复运行前退出此压板。

#### 4.3 注意分段死区故障问题

目前各主要保护厂家所生产的低压母差保护, 大多沿袭原高压母差保护软、硬件配置而来, 由于低压母线出线较多, 一套装置的接线单元可能不够, 当采用多套装置时应充分注意母联死区故障的问题。以下就南瑞, 南自公司的低压配置多套装置时对分段死区故障处理方法及存在的问题进行分析。

##### 4.3.1 南瑞继保

南瑞公司目前最新的低压母线保护装置 RCS915AB-DM 是按照单母分段、单母三分段主接线在每段母线装设一套母差保护设计的。该装置为防止在分段热备用时发生分段死区故障时保护拒动或多跳一段母线扩大事故范围, 当分段开关在分位时, 相应分段电流从差动保护中退出, 此时发生死区故障, CT 侧母差装置直接将故障母线切除, 事故范围不扩大。同时为防止在有分段备自投或手合分段的情况下, 分段合闸时会有较大的电流, 此时若将分段电流仍从差动保护中退出, 母差将会有较大的差电流有可能误动, 因此, 将备自投投分段的触点和手合(遥合)触点并联接入母差, 母差保护内定义一个“分段合闸开入”, 当母差在此触点动作时重新将分段电流计入母差, 防止误动。当分段开关位置开入量错误时可能出现以下两种情况: 1) 若母线分列运行, 分段在跳位, 如分段开关位置量开入出错, 即母线保护判断为分段合位, 发生死区故障, 可能导致分段侧母差误切除而 CT 侧母差拒动。2) 若母线并列运行, 分段在合位, 如分段开关位置量开入出错, 即母线保护判断为分段分位, 如此时分段电流不计入母差, 则可能导致两套母差均动作。相比而言, 后者更易出现且后果更恶劣。因此该装置为提高装置的可靠性, 分段的开关位置触点引入双位置节点, 当双位置触点异常时默认为合位; 同时装置在判断分段跳位逻辑加入了电流判据, 电流越限后判分段在合位。

目前这种装置仍存在如下缺陷: 1) 该装置只在分段热备用时退出相应分段电流, 当分段电流大于  $0.04I_n$  时分段电流不退出, 当母线并列运行时发生死区故障, 开关侧母差保护动作造成多跳一段母线, CT 侧母差由于此时不判分段位置而拒动, 此时只能由本侧主变低压侧后备保护动作切除故障。2) 母线并列运行时, 当一段母线故障而分段开关失灵时, 相邻母差保护此时不满足动作条件, 只能由本侧主变低压侧后备保护动作切除故障。

##### 4.3.2 国电南自

国电南自公司产的 WMZ-41B 型母线保护装置一般最大接入单元数量为 24 个, 特殊可视情况调整单元数或增设装置。但当出线较多如采用一套装置, 将造成屏面、端子排、电缆布置困难等问题, 故一般采用多套母差的配置方案。

以邯郸供电公司 220 kV 崇州站为例, 低压 35 kV 侧为单母三分段接线, 由于低压分路较多, 采用两套 WMZ-41B 母线保护装置, I 母、II 母元件接入母差装置一, III 母元件接入母差装置二, 母差装置一与母差装置二间相互给出动作触点, 即一套母差装置动作触点作为一个开入接入另外一套母差装置。无论 II 母、III 母分列运行还是并列运行时, 如发生分段死区故障, 开关侧母线保护满足动作条件跳开本母线并向 CT 侧母线保护发动作信号, 若此时 CT 侧母线保护判分段仍有电流, 则动作切除本母线所有元件; 分段失灵后的动作行为分析同上。

存在缺陷: 正常运行方式下, 即分段开关在断位母线分列运行时, 如发生分段死区故障或分段开关失灵情况时, 分段开关两侧母差均会动作造成不必要的过切。

##### 4.3.3 改进建议

从上述分析可以看出南瑞继保的母差解决了正常运行方式下即分段开关在断位母线分列运行时, 分段死区或分段失灵故障能正确动作、不过切的问题。但在分段开关在合位母线并列运行时, 分段死区故障时不能正确、及时切除故障。国电南自的母差虽然在任何方式下, 如发生分段死区或分段失灵故障时均能快速切除故障, 但正常运行方式下分段开关在断位母线分列运行, 分段死区或分段失灵故障会造成过切。

导致出现上述问题的根本原因是: 母差保护接入单元有限, 必须配置多套母差, 从而造成只能将分段间隔作为出线看待接入母差, 故母差保护中的分段死区、分段失灵等功能不能再使用。

(下转第 94 页 continued on page 94)

表 4 中断测试  
Tab.4 Interrupt test

通道中断	区内故障	区外故障
500 ms	保护动作	保护不动作
1000 ms	保护动作	保护不动作
2000 ms	保护动作	保护不动作
3000 ms	保护装置告警并闭锁保护	
4000 ms		
10000 ms		

#### 4 结束语

本文介绍了保护专用数据传输通道模拟仪器在安阳供电公司汤杜线的使用情况,该设备在模拟通道瞬时中断、延时、通道的随机干扰、突发干扰准确可靠。

该设备的生产为光纤电流差动保护在通道延时、中断、误码工况下的动作行为和动作性能提供了一种测试方法。

#### 参考文献

[1] 李瑞生. 光纤电流差动保护与通道试验技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

LI Rui-sheng. Optical Fiber Channel in Current Differential Protection and Experimentation on channel[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.

[2] 倪伟东, 李瑞生, 李峥峰. 光纤电流差动保护通道试验及研究[J]. 继电器, 2005, 33(8).

NI Wei-dong, LI Rui-sheng, LI Zheng-feng. Experimentation and Research on Optical Fiber Channel in Current Differential Protection System[J]. Relay, 2005, 33(8).

[3] 唐成虹, 付建明, 刘宏君, 等. 光纤纵差保护装置中光纤数字接口的设计新方法[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(2): 83-85.

TANG Cheng-hong, FU Jian-ming, LIU Hong-jun, et al. A New Method for the Design of the Fiber-optical Digital Interface in Current Differential Protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(2): 83-85.

收稿日期: 2008-09-19

#### 作者简介:

王天民(1976-), 男, 工程师, 安阳供电公司变电检修部二次专责, 现从事继电保护专用管理工作;

李保林(1965-), 男, 助理工程师, 经济师, 现从事电力系统技术管理工作。

(上接第 83 页 continued from page 83)

因此用一套母差完成所有低压母线的母差功能最佳解决方案, 因此笔者对于低压出线较多一套母差无法直接接入的情况提出如下建议: 将同一母线 CT 变比相同的不同间隔的 CT 二次电流接成和回路接入母差装置的一个间隔, 母差保护该间隔的出口分别跳上述 CT 并接的开关, 这样就解决了一套母差接入间隔数量不足的问题, 从而可将分段开关接入母差的分段间隔, 可以使用母差保护中的分段死区、分段失灵等功能解决了上述问题; 但此方案不适用于双母线接线方式。

#### 5 结语

为了保证变压器及低压母线开关设备的安全运行, 根据继电保护快速性的要求, 应在 220~500 kV 变电站配置专用低压母线保护。低压母线保护的设计中应注意 CT 的设置、CT 变比、CT 伏安特性的选择, 同时还应注意母差数量的配置及分段开关死区或失灵故障的合理解决。

#### 参考文献

[1] 潘贞存, 等. 中低压母线加装专用继电保护的必要性和几种方案的探讨[J]. 电网技术, 2002, (9).

[2] 李韶涛, 常胜. 高压变电站 10 kV 母线保护的分析和研究[J]. 继电器, 2003, (8).

[3] 唐治国, 等. 基于 2 组母联电流互感器的死区保护[J]. 电力自动化设备, 2006, (7).

[4] 李文升, 等. 母线保护中母联失灵及死区问题分析[J]. 东北电力技术, 2007, (5).

收稿日期: 2008-09-24

#### 作者简介:

卜明新(1974-), 男, 工学学士, 工程师, 从事电网继电保护管理工作; E-mail:bumingxin@sohu.com

林榕(1968-), 男, 工学学士, 高级工程师, 从事电力系统继电保护和调度自动化的设计与研究工作;

谭畅(1986-), 男, 工学学士, 助理工程师, 从事继电保护工作。