

220kV 母线保护的分析研究与整改措施

柳海龙, 刘春, 谈杏全

(安徽电力中心调度所, 安徽 合肥 230061)

【摘要】 通过事例说明传统的相位比较式母线保护已不适应今天的电网发展状况, 针对目前广泛应用的中阻抗比率制动式母线保护在运行中存在的问题, 进行分析并提出相应的整改措施。

【关键词】 中阻抗; 母线保护

1 引言

1998 年 6 月 4 日 21 点 57 分, 安徽采石变 220kV 第 1 组母线 C 相 PT 爆炸, 220kV 母差动保护正确动作跳开 220kV 母运行开关, 故障后 900ms, 由于短路电弧使周围空气电离, 绝缘下降, 造成相邻 220kV 母线 A 相发生接地短路, 因为采石变 220kV 母线保护采用的是相位比较式母差保护, 不能正确切除相继故障的母线, 由 220kV 母线上所有线路对侧保护跳闸切除故障, 采石变全所停电, 共用电荷约 170MW。

事故暴露出母联电流相位比较式母线保护的固有缺陷, 随着电力系统的发展, 电网结构日益扩大和复杂, 作为电网中枢纽环节的发电厂和变电所高压母线及其保护, 日益突出其在电网中举足轻重的地位和作用。当母线发生故障时能否快速、可靠、正确地切除故障, 直接关系到电网的稳定和潮流输送。母线保护的误动和拒动更可能直接引起电网稳定破坏事故, 造成大面积停电, 给电力系统本身和经济、生活各方面带来巨大损失。显然, 母联电流相位比较式母线保护已不适应电网发展要求, 必须予以更换。

2 安徽电网母线保护现状

截止 1998 年底, 安徽 220kV 电网投入运行的母线保护共计 40 余套, 其中母联电流相位比较式 8 套, 固定连接电流差动式 9 套, 中阻抗比率制动式 21 套, 另有非定型保护 3 套。安徽 220kV 电网母线保护早期是母联电流相位比较式和固定连接式, 近年来多采用比率制动式, 微机型母线保护目前已用于 110kV 电网中。

中阻抗比率制动式母线保护装置是近年来广为采用的一种高速、灵敏、中阻抗型的电流差动保护, 它对母线差电流瞬时值进行测量比较, 动作速度快, 抗电流互感器饱和能力强, 还具有极大的运行灵活

性, 可自适应于双母线或分段并列运行、分裂运行。即使对于倒闸操作过程中双母线内联时, 保护仍具有可靠的选择性。此外, 这种保护还具有一个优点, 即它适用于电流互感器变比不一致的场合。目前国内已有较多厂家制造该型保护。但在运行中我们发现有的中阻抗母差保护在设计原理上存在严重缺陷, 造成母线保护的拒动和误动, 对此我们进行了深入的分析研究, 结合电网具体运行情况, 采取相应的整改措施, 确保母线保护应具有可靠性和安全性。

3 中阻抗比率制动式母线保护存在的问题及改进

3.1 母联 CT 绕组接入差动保护的方式

目前国内中阻抗比率制动式母线保护的母联 CT 二次绕组接入差动回路方式多种多样, 主要有以下几种:

i. 母联 CT 提供母差保护两个独立二次绕组, 使用两组辅助变流器, 辅流变二次电流分别接入母、母差动回路。

ii. 母联 CT 提供母差保护一个二次绕组, 使用一组辅助变流器, 辅流变二次头尾分别接入两组差动回路。

iii. 母联 CT 提供母差保护一个二次绕组, 但使用两组辅助变流器, 辅流变一次侧反极性相串联, 二次电流分别接入两组差动回路。

我省采用的 PMH-40 系列母差保护, 有的产品在设计时母联 CT 按方式 i 接入差动保护, 如图 1 所示。

图中(以 A 相差动保护为例), R_G 和 $R_Z/2$ 分别是差动回路和制动回路电阻, $1XZ$ 、 $2XZ$ 分别为母、母差动保护选择元件, QDI 为母差保护总启动元件, DXI 为差动保护断线闭锁继电器。假定母线发生故障, 故障电流如图 1 中所标注。图中 13QH1、13QH2 分别为母联 CT 两个二次绕组中的

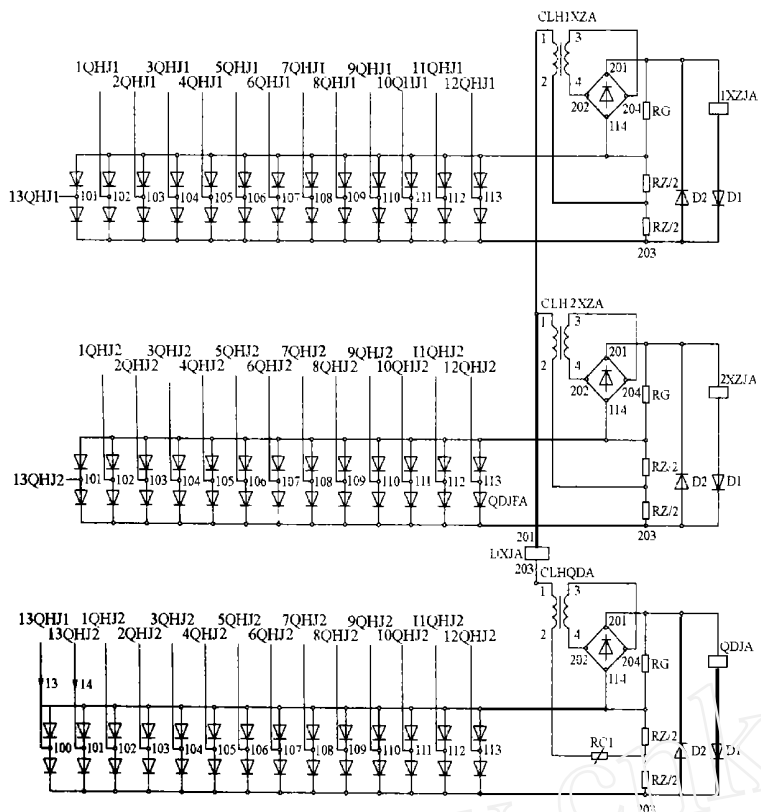


图1 改进前母联 CT 接线

电流,用 I_3 、 I_4 表示。对图 1 进行分析可知,虽然 I_3 与 I_4 在差回路互相抵消,因而选择元件 1XZJ 能够正确动作,但对于启动元件 QDJ 来说,由于图中母联 CT 穿越电流 I_3 在下半个 $R_Z/2$ 上产生制动电压, I_4 在上半个 $R_Z/2$ 上产生制动电压,使得制动电压 U_Z 始终存在,而当 U_Z 大于动作电压 U_G 时,启动元件不能动作,必然导致母差保护拒动,同理,对 母线上的故障进行分析,启动元件同样有可能拒动。

根据以上分析,我们对电路进行修改,将母联 CT 两个绕组电流回路从母线保护启动元件 QDJ 中退出,即母联电流不进入启动元件而只分别进入两组选择元件 1XZJ 和 2XZJ。如图 2 所示。

改进后母联 CT 二次电流分别只进入母选择元件和 母选择元件,然后经断线闭锁继电器 DXJ 返回各自辅助变流器尾端。而不再进入母差保护的启动元件 QDJ,原理分析任一组母线故障时母联穿越电流不再起制动作用,试验证明改进后的选择元件和启动元件在模拟各种故障情

况下动作正确、可靠。

对于 PMH-150 系列及 JCMZ-100 系列母线保护,母联 CT 必须提供两个独立二次绕组,并且分别接入 母、母差动回路。有的厂家在母联 CT 二次绕组不够用的情况下,采用方式 iii 的接线。这种接线方式下,当母线内部故障且母联 CT 饱和时,如果 两组母线故障电流又满足一定的比例关系,因为母线保护两组差动回路之间存在电磁联系,无故障母线的保护会发生误动,造成全厂或全所停电的重大事故,前车之鉴必须引起注意。

3.2 双母线分裂运行时的特殊问题

220kV 双母线分裂运行是电力系统特殊运行方式之一,对于 PMH-150 和 JCMZ-100 型母线保护,当母联开关断开时,由于其具有完善的电流切换回路,母联电流自动退出差动回路,母差保护可正常运行。但对于 PMH-40 系列母线保护则不然。双母线分裂运行时,如果其中一组母线发生故障,启动元件和选择元件不能可靠动作切除故障母线,其原因在于 PMH-40 系列

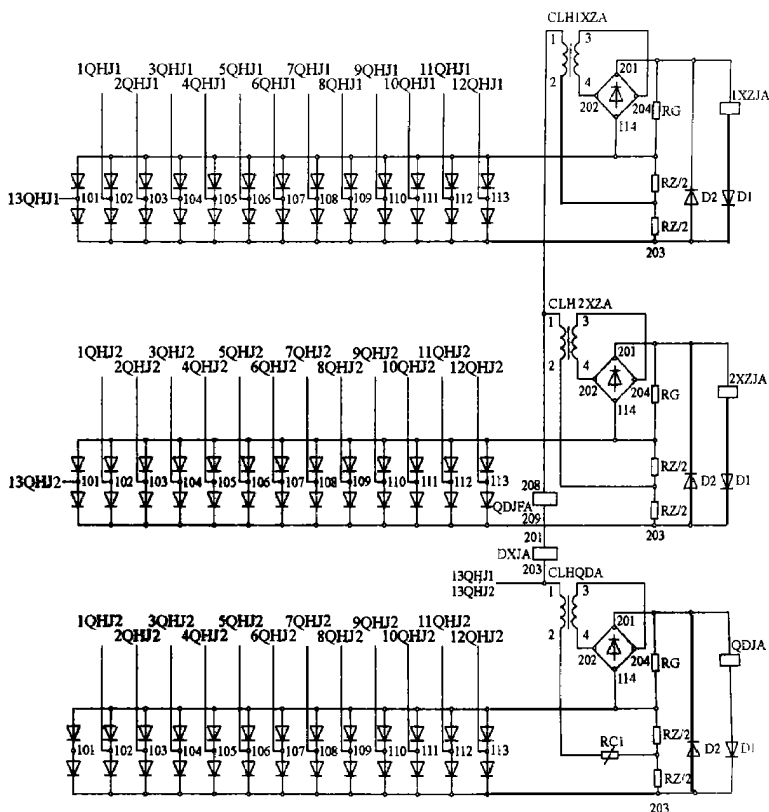


图2 改进后母联 CT 接线

母线保护不同于其他中阻抗比率制动式母差保护,其启动元件也是一个比率制动元件,当双母线分裂运行并且一条母线故障时,非故障母线的正常工作电流流过启动元件 QDJ 的制动电阻 $R_Z/2$ 产生制动作用,在一定短路水平和电流分配情况下,启动元件因灵敏度不够有可能拒动。所以在这种运行方式下为了防止母差保护的拒动,另外增加一个不带制动特性、快速动作的电流元件 QDJF(如图 2 所示),作为双母线分裂运行时母差保护的启动元件,随母联开关的断开自动投入,保证分裂运行时母线保护的可靠动作。

3.3 互联回路

双母线接线方式的优点之一是运行灵活性强,母线上各元件可在双母线之间进行切换,切换时必然有刀闸同时跨接两条母线的过程,因而要求倒闸过程中母差保护也能正确反应母线上的各种故障,由于同一元件的两组隔离开关同时跨接双母线,在双母线之间产生环流,母线保护选择元件的电流平衡分配被破坏,此时如果母线发生故障,若刀闸双跨元件不提供短路电流或提供的短路电流远小于其他元件提供的短路电流时,母差保护两组选择元件将发生异常动作,母差保护可能会拒动。为了解决这一问题,对我省电网中运行的 PMH-40 系列中阻抗母差保护,增加专用互联回路,以避免选择元件可能出现的拒动情况。如图 3 所示。

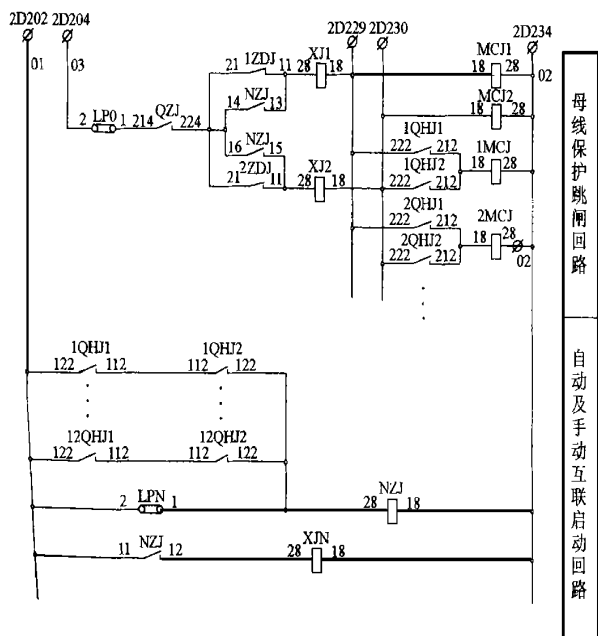


图 3 互联回路示意图

图中 1QJH1 和 1QJH2 是母线上连接元件 1 的两

组隔离开关辅助触点,倒闸操作时辅助触点闭合自动启动互联继电器 NZJ,为可靠起见设置手动互联压板 LPN,在倒闸操作时投入。NZJ 动作后,其两付触点将同时短接两组选择元件 1XZJ、2XZJ 的出口重动继电器触点 1ZDJ 和 2ZDJ。故此当互联回路投入后,如果母线发生故障,将由一个带有比率制动特性的启动元件来启动母差保护切除故障。

互联回路不仅在母线倒闸操作过程中发挥作用,我省还推广应用到了母线 PT 停役时的特殊方式。电网运行中由于一次设备预防性试验、母线避雷器或母线 PT 本身需要检修时,PT 将停役。为了避免运行母线的 PT 停役时母线上各线路开关的倒闸操作(一次单母线方式),同时又不影响 PT 停役的母线上线路保护和母差保护应具有的动作可靠性和速动性,此时母线保护可以投入互联方式,并且将各线路保护及母差保护的电压回路切换到另一组运行的母线 PT,并将母联开关改为非自动方式,在二次上形成母差保护的单母线方式,一次上仍保持双母线运行。这样既避免了大量的一次倒闸操作,又保证了继电保护、自动装置电压回路供电的可靠性,充分发挥了互联回路的作用,提高了电网一次、二次运行的可靠性。

4 结语

在过去的一年中,我省先后对十余套 PMH-40 系列中阻抗母线保护进行了整改,消除设计原理缺陷,统一功能要求,方便调度操作,运行至今未出现异常。

母线运行环境相对输电线路来说要好得多,故障几率要低得多,保护动作率也较低。但母线保护误动或拒动将会带来严重后果,往往是重大或特大事故的引发点,尤其是在枢纽变电所或发电厂。国家电力公司继电保护九五工作目标中明确要求母线保护正确率 100%,因此,无论是设计制造厂家或生产运行单位,为了防止和避免母线故障造成大面积停电并由此带来严重社会影响和经济损失,对高压母线及其保护,必须给予足够的重视和关注。

收稿日期:1999-03-30

作者简介:柳海龙(1964-),男,硕士,工程师,从事电力系统继电保护研究工作;刘春(1955-),女,工程师,从事继电保护应用工作;谈全全(1942-),男,教授级高工,从事继电保护的研究与应用工作。