

## 防止主变压器差动保护误动一例

孙 茁, 李文兴, 李国海

(三门峡供电公司, 河南 三门峡 472000)

**摘要:** 结合一起未遂事故, 详细分析了主变差动保护在桥式接线时的 CT 二次接线原则和差动保护原理, 同时指出了某些情况下系统穿越电流也可能成为差动电流的事实, 并对类似的多种危险情况提出了防范措施。

**关键词:** 差动保护; 桥式接线; 穿越电流

## An example of avoiding the transformer differential protection maloperation

SUN Zhuo, LI Wen-xing, LI Guo-hai

(Sanmenxia Power Supply Company, Sanmenxia 472000, China)

**Abstract:** According to an attempted accident, this paper analyses the CT secondary wiring principle and the differential protection principle of the differential protection in the bridge configuration. At the same time, it points out that in certain situations passed current is likely to become differential current. And the countermeasures to many similar kinds of dangerous situations are proposed.

**Key words:** differential protection; bridge configuration; passed current

中图分类号: TM772

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)06-0077-03

## 0 引言

在一个变电站中, 当一个元件(线路和变压器)由两台断路器接入系统时, 该元件的二次电流回路, 应当同时从两台断路器的电流互感器二次侧引入, 而且对互感器的变比、极性和二次回路连接方式都有一定的要求, 如果不满足这些要求, 将造成电测仪表指示不准、电能计量出现差错、保护装置误动拒动, 使电气设备或电力系统不能安全可靠地运行。

最近, 我公司某变电站在新设备投运过程中, 由于继电保护人员高度重视安全生产, 非常熟悉差动保护原理和二次回路接线, 在关键时刻及时制止了误操作, 防止了一次主变差动保护误动作。

## 1 事情经过

我公司某变电站 110 kV 系统为内桥接线, 如图 1 所示。该站第一期工程于 2001 年 12 月投入运行, 当时线路  $XL_1$  和  $XL_3$  是一条完整的线路, #1 主变压器经断路器  $DL_{1T}$  接于线路上, 母联断路器单元只安装了靠近运行母线一侧的隔离开关  $G_{M1}$  (图 2)。#1 主变的容量为 31.5 MVA, 其 110 kV 侧的额定电

流为 165.3 A, 故电流互感器  $CT_1$  变比选为 300/5。

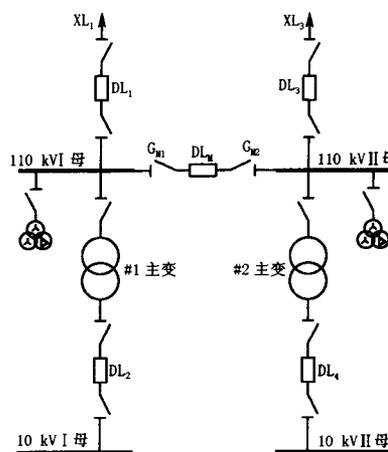


图 1 某变电站主接线示意图

Fig.1 Main connection of the substation

2006 年 3 月下旬, 该站第二期设备安装后准备投入运行。在对 #2 主变空载充电之前, #1 主变运行, 带全站负荷。按试运行方案的安排, 在线路  $XL_3$  带电后, 先用  $DL_3$  对 II 段母线充电, 正常后, 在两段母线电压互感器二次侧测量电压幅值和相位, 以核对两段母线一次电压是否满足合环(并列)运行的条件, 若没有问题, 就合上母联断路器  $DL_M$ , 将两

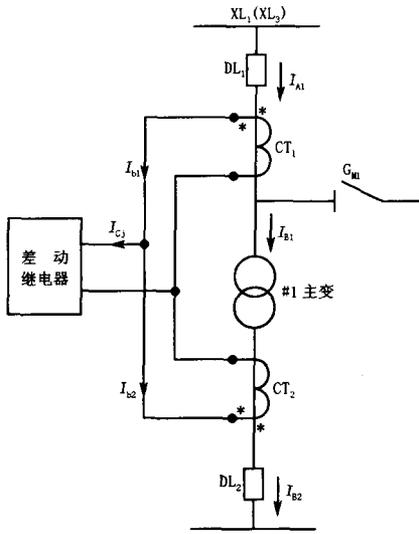


图2 一期工程主变差动保护原理图

Fig.2 Transformer differential protection of the first period project

条线路合环运行，带负荷检查 DL<sub>3</sub> 的线路保护。一切操作都在顺利进行，就在调度员即将下达“合上母联断路器”指令之前，现场配合新设备投运的继电保护人员忽然意识到，一旦两条线路合环运行，将会有系统穿越电流（或者和#1主变高压侧电流）流过断路器 DL<sub>1</sub> 和电流互感器 CT<sub>1</sub> 的一次绕组，穿越电流将由 CT<sub>1</sub> 传变至#1主变差动保护的电流回路中，但它并不能被#1主变低压侧的负荷二次电流所平衡或抵消（原因详见“2 原理分析”），而将流入差动继电器，成为差动保护的動作电流，这极有可能使#1主变差动保护误动，使正在带负荷运行的#1主变跳闸，造成对用户的停电。想到这里，继电保护人员果断要求暂停“合上母联断路器”的操作，先将#1主变差动保护压板退出，然后再进行下面的操作。后来的实践证明，这样操作是正确的，避免了主变差动保护误动作。

## 2 原理分析

如图2所示，这是该站一期工程时#1主变差动保护电流回路示意图。#1主变正常运行时，流过断路器 DL<sub>1</sub> 和电流互感器 CT<sub>1</sub> 一次侧的电流  $I_{A1}$  就是变压器的高压侧电流  $I_{B1}$ ，通过选择合适的变比和二次回路正确联接，使得  $I_{b1} = I_{b2}$ ，则差动电流  $I_{cj} = I_{b1} - I_{b2} = 0$ ，差动保护不动作；当差动保护范围内发生短路故障时，两侧故障电流同时流入差动回路，差动电流  $I_{cj} = I_{b1} + I_{b2}$ ，差动保护动作，跳开两侧开关，切除

故障。

在采用内桥接线方式时，如图3所示，#1主变高压侧经两台断路器接入系统，当两条线路合环运行#1主变正常带负荷时，流过断路器 DL<sub>1</sub> 和电流互感器 CT<sub>1</sub> 一次侧的电流不再只是#1主变高压侧的电流  $I_{B1}$ ，主变高压侧电流为流过两台断路器的电流差，同样，接在差动保护回路中反映其高压侧电流的二次电流也应当为两台电流互感器二次电流的差值。也就是说，从110kV侧接入主变差动保护的二次电流只能反映流过主变高压侧的负荷电流和短路电流，而不应该反映系统穿越电流。这样，对两台电流互感器的变比、极性和二次连接方式就有一定的要求。具体是，要求两台电流互感器变比一致，极性和连接方式如图3所示。在这样的二次接线方式下，系统合环且主变正常运行时，110kV侧流入主变差动保护的电流值为  $|I_{A1} - I_M| / n$ ， $n$  是电流互感器的变比，这实际上就是主变高压侧的二次电流  $I_{b1}$ ，差动保护另一侧为低压侧负荷电流  $I_{b2}$ ，这两个电流正好平衡，故差动保护不动作。当#1主变差动范围内故障时，从高压侧流入主变的短路电流为流过 DL<sub>1</sub> 和 DL<sub>M</sub> 的电流和，即  $I_{B1} = I_{A1} + I_M$ ，流入差动保护的二次短路电流为  $I_{b1} = I_{a1} + I_m$ ，低压侧二次短路电流为  $I_{b2}$ ，流入差动继电器的电流为  $I_{cj} = I_{a1} + I_m + I_{b2}$ ，差动保护动作，跳开主变两侧的三台开关，切除故障。

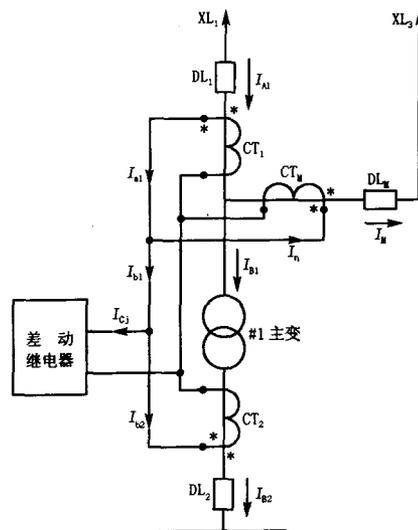


图3 内桥接线时主变差动保护原理图

Fig.3 Schematic diagram of the transformer differential protection in the bridge configuration

那为什么该变电站二期设备投运时，#1主变差动保护又差点儿误动呢？原因是二期设备安装施

工时, #1 主变一直在带负荷运行, 未能将母联断路器电流互感器的二次回路接入差动保护电流回路中。这种情况如图 4 所示, 当母联断路器合环后, 假定电流从线路  $XL_3$  经  $DL_M$  流向  $XL_1$ , 流过  $CT_1$  二次侧进入差动保护的电流为  $I_{a1}=I_m-I_{b1}$ , 其中的  $I_{b1}$  可以被主变低压侧的二次电流  $I_{b2}$  平衡掉, 则流入差动继电器的电流为  $I_{c_j}=(I_m-I_{b1})-I_{b2}=I_m$ , 正好是母联互感器的二次电流, 当  $I_m$  等于或大于差动保护整定的动作值时, 就会使保护动作。

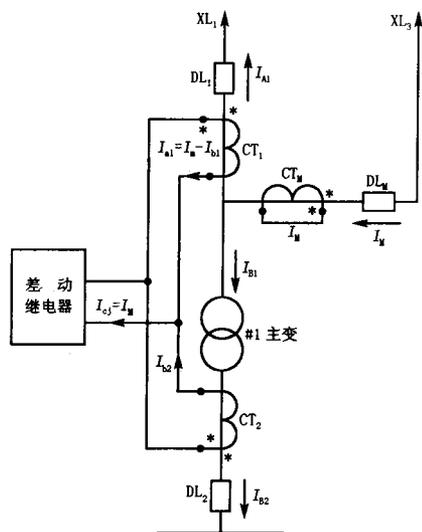


图 4 主变差动保护误动原因分析图

Fig.4 Analysis of the transformer differential protection maloperation

根据系统当时运行情况, 母联断路器合上后, 通过母联开关的电流为 154 A, 方向从 II 母流向 I 母, 差动回路的电流为  $I_{c_j}=I_m/r=154/60=2.57$  A。#1 主变差动保护电流启动值整定为  $0.3I_e=0.3 \times 165.3/60=0.83$  A, 差动电流远大于其启动值, 故一合上母联断路器, 便报出“#1 主变差动保护启动”的信号。还好, 因差动速断整定值为  $8I_e$ , 母联电流小于其动作整定值, 差动出口并未动作。但是在

这种情况下, 一旦线路上出现故障, #1 主变差动保护出口继电器将会动作, 但因跳闸压板已经退掉, 不会再跳主变开关。

### 3 防范措施

1) 一条线路或一个元件经两台断路器接入系统时 (主接线为桥式或多角形接线的情况下), 该线路和元件保护装置的二次电流回路, 必须注意两台电流互感器的变比、极性和绕组连接方式, 如果变比不一致、极性和二次回路连接有误, 将会使继电保护装置误动或拒动, 造成设备和系统事故。

2) 凡是从两台电流互感器二次引入电流回路的保护装置, 当其中一台互感器退出运行, 要做变比或通流试验时, 一定要先做好安全措施, 把停运的电流互感器二次回路与运行的保护装置脱离开, 以防止在试验过程中使运行的保护误动, 跳开运行设备。

3) 调度编制新设备投运方案, 一定要非常清楚有关设备继电保护装置的基本原理, 熟悉其二次回路的来龙去脉, 尤其要注意新投运设备同正在运行的设备二次回路之间的联系, 以及新设备投运后对运行设备会造成什么影响, 必要时, 采取有效措施, 如退出保护、改变定值、调整运行方式等, 以保证新设备安全投运, 正在运行的设备正常工作, 确保对用户可靠供电。

收稿日期: 2006-05-15

作者简介:

孙苗 (1955-), 男, 高级工程师, 长期从事地区电网运行和技术管理工作;

李文兴 (1977-), 男, 工程师, 从事电网继电保护运行维护和技术管理工作; E-mail:smallstar88@eyou.com

李国海 (1977-), 男, 助理工程师, 从事继电保护设计工作。

(上接第 63 页 continued from page 63)

[10] 张波, 张福炎. 基于 JSP 技术的 Web 应用程序的开发[J]. 计算机应用研究, 2001, 18 (5): 99-101.

ZHANG Bo, ZHANG Fu-yan. Development of JSP-based Web Applications[J]. Application Research of Computers, 2001, 18 (5): 99-101.

[11] 张宏森, 朱征宇. 四层 B/S 结构及解决方案[J]. 计算机应用研究, 2002, 19 (9): 21-22.

ZHANG Hong-sen, ZHU Zheng-yu. The 4-tier

Browser/Server Architecture and Its Scheme[J]. Application Research of Computers, 2002, 19(9): 21-22.

收稿日期: 2006-10-14; 修回日期: 2006-12-05

作者简介:

袁兆强 (1957-), 男, 副教授, 硕士研究生导师, 从事电力系统计算机继电保护和综合自动化的教学和研究工作;

张雯 (1982-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统继电保护及其综合自动化. E-mail:xfh\_02@163.com