

浅析内桥接线主变采用“小差”存在的隐患

田国强, 林君芳

(淮安金湖县供电公司, 江苏 金湖 211600)

摘 要: 110kV 某 A 变是一个典型的内桥接线终端变电站。变电站两台主变差动保护采用的均是“小差”。本文通过故障分析, 指出主变差动保护采用“小差”存在的缺陷, 以及对系统的影响, 并提出了相应的改进措施。

关键词: 内桥; 小差; 大差; 备自投; 母线故障

0 引言

变电站电气主接线是电力系统网络结构的重要组成部分, 其中桥式接线在近几年的电网改造中得到广泛采用。其优点是占地少, 使用的断路器等设备最少, 节省投资, 且有利于扩建, 比较经济。桥式接线按照桥断路器的位置分为内桥式和外桥式, 桥断路器设置在变压器侧的称为内桥接线。内桥接线的主变差动保护存在两种接入方式: 即“大差”和“小差”。“大差”接入方式: 主变高压侧的线路流变, 高压侧内桥开关流变, 中、低压侧开关流变。“小差”接入方式: 主变高压侧的独立流变或套管流变, 中、低压侧开关流变。“大差”与“小差”的区别在于: “大差”将高压侧母线纳入各自主变差动保护的的范围如图 1 所示。

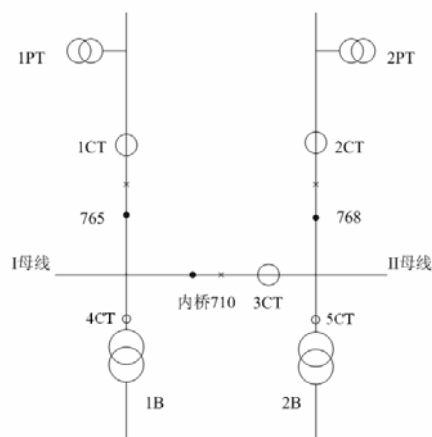


图 1 “大差”和“小差”高压侧流变示意图

图 1 中, 1CT、2CT、3CT 分别两条进线的流变和桥开关的流变, 4CT 和 5CT 分别为#1 变和#2 变高压侧套管的流变。以 1#变为例, 采用“小差”接入方式时, 差流计算公式如下:

$$I_{CD1} = \Sigma(I_{4CT} + I_{201} + I_{101}) \quad (1)$$

式中, I_{201} 和 I_{101} 分别表示#1 变中压侧和低压侧开关的流变。可见, I 母线并不在 1#变的差动保护范围内。

若采用“大差”接入方式, 则差流计算公式如下:

$$I_{CD1} = \Sigma(I_{1CT} + I_{3CT} + I_{201} + I_{101}) \quad (2)$$

显然, “大差”方式下, I 母线被纳入了 1#变的差动保护范围。同理, #2 变的差动保护范围也将包括 II 母线, 其差流计算公式如下:

$$I_{CD2} = \Sigma(I_{2CT} + I_{3CT} + I_{202} + I_{102}) \quad (3)$$

式中, I_{202} 和 I_{102} 分别表示#2 变中、低压侧的流变。

1 某 A 变电气主接线方式

如图 2, 某 A 变是典型的内桥式进线备自投一次接线图。

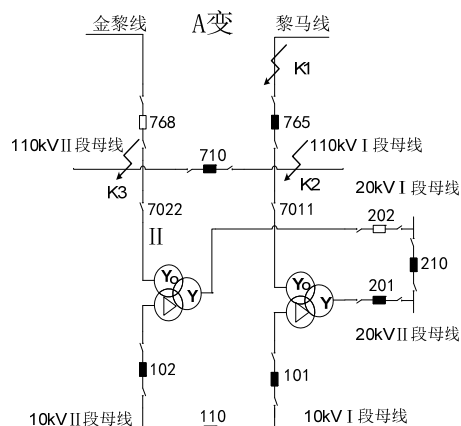


图 2 某 A 变电站的一次接线图

2 故障分析

下面分别对两种运行方式下, 发生永久故障时的保护动作情况进行分析, 以揭示“小差”接线方式

的固有缺陷。此时，A 变的两台主变差动保护均采用“小差”接入方式：主变高压侧的套管流变，中、低压侧开关流变。因此某 A 变两台主变差动保护范围不包括 110kV 母线以及主变高压侧的套管，且某 A 变 110kV I、II 段母线并没有相应的母线保护，这就给母线运行安全带来一定的隐患，现分析如下：

运行方式 1（即，单线双变）

由 220kV 某 B 变供出的马黎 765 线路主供黎城变 110kV I、II 段母线运行，由 110kV 某 C 变供出的金黎 768 线路在黎城变处于备投状态。某 A 变 #1 主变供 10kV I 段母线及 20kV I、II 段母线运行；#2 主变供 10kV II 段母线运行。备自投采取“进线备投”方式（即，PSP642 提供 5 种典型逻辑中的方式 2）。

（1）当 K1 点发生故障（即马黎 765 线路故障）时，某 B 变马黎 765 线路保护动作，重合不成功。A 变黎马 765 线路失电无压，开关处于合位无流，备用金黎 768 线路有压，启动某 A 变 110kV 备自投动作跳开黎马 765 开关，经延时合 A 变金黎 768 开关。某 A 变恢复供电。

（2）当 K2 点发生故障（即某 A 变 110kV I 段母线或 #1 主变高压侧套管发生放电闪络故障）时，因 110kV I 段母线及 #1 主变高压侧套管不在 #1 主变小差保护范围之内，差动保护未动作，备自投也未闭锁。某 B 变马黎 765 线路保护动作，重合不成功。某 A 变黎马 765 线路失电无压，开关处于合位无流，备用金黎 768 线路有压、启动某 A 变 110kV 备自投跳开黎马 765 开关，经延合金黎 768 开关，系统再次受到故障电流冲击，某 C 变金黎 768 开关保护动作，跳开关（备供线路重合闸未投），某 A 变全所失电。

（3）当 K3 点发生故障（即某 A 变 110kV II 段母线或 #2 主变高压侧套管放电闪络故障）时，系统保护、备自投动作情况同 K2 故障，某 A 变全所失电。

运行方式 2（即，双线双变）

由 B 变电站的马黎 765 线路供黎城变 110kV I 母线和 1#变，由 C 变电站的金黎 768 线路供黎城变 110kV II 母线和 2#变，A 变电站的高压侧桥开关处于热备用状态。A 变的两台主变在中、低压侧方式不限。备自投采取“桥备投”方式（即，PSP642 提供 5 种典型逻辑中的方式 1）。

（1）当 K1 点发生故障（即马黎 765 线路故障）

时，某 B 变马黎 765 线路保护动作，重合失败。A 变黎马 765 线路失电、I 母线无压，线路开关无流，同时，II 母线有压，A 变 110kV 备自投动作，跳开黎马 765 开关，经延时，合 A 变 710 开关。A 变恢复供电。

（2）当 K2 点发生故障（即某 A 变 110kV I 段母线或 #1 主变高压侧套管发生放电闪络故障）时，因 110kV I 段母线及 #1 主变高压侧套管不在 #1 主变小差保护范围之内，差动保护不动作，备自投也未闭锁。某 B 变马黎 765 线路保护动作，重合不成。A 变 I 母线失压，765 开关处于合位、无流，因为 II 母线有压，某 A 变 110kV 备自投跳开黎马 765 开关，经延时合 710 开关，系统再次受到故障电流冲击，某 C 变金黎 768 线路保护动作、跳开 768 关，重合失败后、768 开关再次跳闸。A 变全站失电。

（3）当 K3 点发生故障（即 A 变 110kV II 段母线或 #2 主变高压侧套管放电闪络故障）时，系统保护、备自投动作情况与 K2 故障情况类似，A 变将全站失电。

通过分析可知，若主变差动保护采用“小差”接入方式，当 110kV 母线发生故障或主变高压侧套管发生放电闪络故障时，存在如下运行缺陷：

1) 无论某 A 变 110kV 哪段母线发生故障，系统都将至少受到三次故障电流的冲击，并导致某 A 变全所失电，以及备自投误动（备自投按动作过程来讲是正确的，但此时母线有故障不应动作）。

2) 依据保护动作信息及开关动作情况，调控员无法快速、准确地判断是哪段母线故障，现在各公司变电站均已实行无人值班，等到安排车辆、人员赶到某 A 变现场检查，要耽误很长时间，势必延长故障处理时间。

3) 若乘运行维护人员未赶到现场查明故障原因，首先拉开 A 变内桥开关（单线双变），即对某 A 变 110kV I、II 段母线分别进行强送电，系统有可能面临第四次故障电流的冲击，甚至给故障设备造成更大的伤害。

3 改进措施及效果

针对某 A 变主变“小差”差动保护带来的运行问题，可以采取将两台主变差动保护接入方式由“小差”改为“大差”，即，采取式(2)和(3)形式的差动方式，则 A 变的 110kV I、II 段母线就分别纳入相应

侧主变的差动保护范围。这样,大大提高了该变电所运行安全性。具体分析下:

运行方式 1 (同前,采取“进线备投”逻辑)

(1) 当 K1 点发生故障时,其保护动作情况同“小差”K1 点故障;

(2) 当 K2 点发生故障时,某 A 变的 #1 主变差动保护动作,跳三侧的 765、710、201、101 共四台开关。同时,某 B 变的 765 线路保护动作、且重合成功。A 变 110kV 备自投启动,经延时,合 768 线路开关,此时 110kV II 母线恢复供电(特别注意, #1 主变差动保护不应闭锁备自投的进线备投逻辑)。

(3) 当 K3 点发生故障时,某 A 变的 #2 主变差动保护动作,跳主变两侧 710、102 开关 (768、202 开关热备用),此时, A 变的 110kV 备自投不启动, #2 主变所供 10kV II 段母线失电,但 #1 主变仍能保持运行,不会发生采用“小差”方式时引起的全所失电。调度员可直接根据负荷情况合上分段 110 开关,恢复某 A 变 10kV II 段母线供电。

运行方式 2 (同前,采取“桥备投”逻辑)

(1) 当 K1 点发生故障时,其保护动作情况同“小差”K1 点故障;

(2) 当 K2 点发生故障时,某 A 变的 #1 主变差动保护动作,跳三侧的 765、201、101 共三台开关。同时,某 B 变的 765 线路保护动作、且重合成功。此时, #1 变差动保护闭锁 110kV 备自投。20kV 母线以及 10kV I 母线失电,但是, #2 变及 10kV II 母线仍然能保持正常运行。

(3) 当 K3 点发生故障时,某 A 变的 #2 主变差动保护动作,跳主变两侧 768、102 开关 (202 开关热备用),此时, A 变的 110kV 备自投不启动(被 #2 主变差动保护闭锁), #2 主变所供 10kV II 段母线失电,但 #1 主变仍能保持运行,不会发生采用“小差”方式时引起的全所失电。调度员可直接根据负荷情况合上分段 110 开关,恢复某 A 变 10kV II 段母线供电。

可见,不管在哪种运行方式下,当发生母线永久故障时,若主变保护采取“小差”方式,都将导致全站失电。而且,在两条进线各带一台主变运行的方式下,如果线路重合闸不退出,设备将承受 4 次故障电流的冲击;改为“大差”方式后,故障母线可

以得到有效的隔离,非故障母线仍能保持正常运行,满足了“选择性”的要求,从而减小了停电范围,大大改善了供电可靠性。

4 结论

虽说母线故障发生概率较低,从以往事故案例可以看出母线故障以及主变套管放电闪络故障也时有发生。将某 A 变两台主变差动保护接入方式改为“大差”,可有效弥补某 A 变 110kV I、II 段母线无母线保护的缺陷,有利于调度员快速确定故障范围,迅速进行事故处理,从而缩短了对用户的停电时间。虽然采用“大差”在继电保护以及二次回路方面存在着一定的危险点,但只要我们加强检修现场危险点分析及预控,提高运行人员、检修人员业务水平和安全意识,完全可以避免此类事故的发生。且某 A 变完全具备将两台主变差动保护接入方式改为“大差”条件,且不增加设备和追加太多投资,因此建议将某 A 变两台主变差动保护接入方式由“小差”改为“大差”,以避免某 A 变 110kV 母线故障而引起的全所失电。

另外,如果在 A 变的中压侧和低压侧也配置相应的备自投装置,并采取合适的保护闭锁方式和备投动作逻辑,则会进一步提升变电站的供电可靠性。

参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心.国家电网公司继电保护培训教材[M].北京:中国电力出版社,2008.
- [2] 国电南京自动化股份有限公司.国电南自 PSP642 数字式备用电源自投装置技术说明书(Q/GDNZ.J.01.76-2000)[Z].2000.
- [3] 王世祯.电网调度运行技术[M].沈阳:东北大学出版社,2000.
- [4] 淮安市新业电力设计有限公司.110kV 黎城变电站相关图纸[Z].淮安市新业电力设计有限公司,2008.

作者简介:

田国强 (1969-),男,江苏淮安人,工程师,技师,从事电力调控工作;
林君芳 (1974-),女,江苏淮安人,工程师,技师,从事继电保护兼整定计算工作。