

110 kV 庄北变电站保护定值整定中存在的问题及解决方案

刘高会¹, 刘敏², 师耀林¹, 张波¹, 王朝霞³

(1. 铜川供电局 陕西 铜川 727031; 2. 西安供电局 陕西 西安 710032; 3. 安康供电局 陕西 安康 725000)

摘要: 因庄北变电站的负荷属于钢铁冶炼性质, 在正常生产时经常出现很大的工作短路电流, 引起保护的频繁启动及误动作, 经过对运行方式的调整及保护装置的升级, 对变压器保护配置及出口回路的调整, 确保了用户供电的可靠性及电网主设备的安全运行。该方案对于相似负荷性质的供电网络有一定的参考作用, 针对运行经验提出了继电保护与运行方式的密切联系, 同时对电网建设部门的设备选型提出了要求。

关键词: 继电保护; 定值; 整定计算

Abstract: Because the load characteristics of Zhuangbei Substation belong to the style of iron and steel melting, the large service short-circuit current often occurs during the normal operation, which will cause the frequent action and miss operation of the protection. Through changing the operating mode and updating the protection device, the regulation for the protection configuration and outlet circuit of transformer will guarantee the reliability of power supply and the stable operation of grid main equipment. The proposed scheme provides some references for power supply system with the same load characteristics, the close relationship between relay protection and operating mode is presented incorporating the operation experiences, and the requirements for the equipment type selection of grid construction departments are proposed too.

Key words: relay protection; fixed value; setting calculation

中图分类号: TM588 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2012)06-0036-04

0 引言

2009年6月110 kV庄北变电站投运, 庄北变电站的主要负荷为一中型钢铁冶炼厂, 该变电站从330 kV东源变电站以双回线东庄1号、2号线路提供电源, 线路导线型号为LGJ-400, 线路长度为27.7 km。东庄1号、2号线路两侧配置PSL621D型线路保护, 未配置全线快速保护。下面对东庄1号、2号线路的距离保护及庄北变电站变压器的后备保护定值整定中存在的问题进行了分析, 并对线路保护在运行过程中受负荷性质的影响进行了分析, 对钢铁冶炼性质的用电负荷的继电保护定值整定提出了可借鉴的思路。

1 保护定值的整定

庄北变电站一次系统接线示意图如图1所示, 拟定的运行方式为东庄1号、2号双回线路并列运

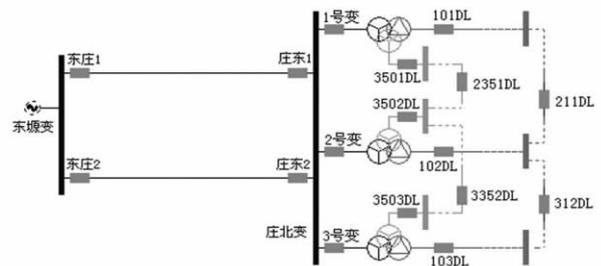


图1 110 kV庄北变电站系统接线示意图

行, 庄北变电站3台变压器三侧均并列运行, 35 kV及10 kV母联断路器均在合闸状态。东庄1号、2号线路的正序阻抗为11.1 Ω, 庄北变电站3台变压器的额定容量均为63 MVA, 高中低压侧额定电压分别为110 kV/38.5 kV/10.5 kV, 接线组别为Y/Y/Δ-11, 变压器的阻抗电压(%)分别为

$$1 \text{号变压器: } U_{K1-2} = 10.17, U_{K1-3} = 18.31, U_{K2-3} = 6.53;$$

$$2 \text{号变压器: } U_{K1-2} = 10.13, U_{K1-3} = 18.31, U_{K2-3} = 6.55;$$

$$3 \text{号变压器: } U_{K1-2} = 10.11, U_{K1-3} = 18.28,$$

$U_{k2-3} = 6.58$ 。

1.1 东庄1号、2号线路相间距离保护II段定值的整定

110 kV 线路相间距离保护II段的整定,按照继电保护定值整定计算规程的要求,按保障本线路末端相间故障有不小于规定的灵敏系数整定,并与相邻线路相间距离保护I段或II段配合,动作时间按配合关系整定^[1]。具体的计算过程如下。

1) 东庄1(2)号线路相间距离II段,按保证本线路末端故障有规定的灵敏度整定,见式(1)。

$$Z_{dz,2} = K_{LM} \times Z_1 = 1.4 \times 11.1 = 15.54 \Omega \quad (1)$$

2) 按躲过庄北变电站35 kV 侧母线故障整定,考虑庄北变电站3台变压器并列运行,见式(2)。

$$Z_{dz,2} = K_K \times Z_1 + K_{KT} \times K_Z \times Z_T' = 0.8 \times 11.1 + 0.7 \times 0.33 \times 21.16 = 13.76 \Omega \quad (2)$$

式中, K_{LM} 为灵敏系数,按照相间距离保护的整定要求取值为1.4; Z_1 为线路正序阻抗,取值为11.1 Ω ; K_K 与 K_{KT} 均为可靠系数, K_K 取值为0.8, K_{KT} 取值为0.7; K_Z 为助增系数,应取最小值,在东庄1号或东庄2号线路单供时,庄北变电站3台变压器三侧并列运行时 K_Z 取值最小,为0.33; Z_T' 为变压器阻抗,此处为庄北变电站单台变压器高中压绕组的正序阻抗(3台变压器的参数基本上相等,不影响计算结果)按照变压器短路阻抗计算得出21.16 Ω 。

由式(1)和式(2)的计算结果进行分析,当相间距离保护II段按照灵敏度的要求整定时,在庄北变电站35 kV 母线故障时,如果此时东庄1号或东庄2号线路单回运行,为了确保线路保护不会失去选择性,要求相间距离保护II段的动作时间应与庄北变电站变压器高压侧过电流保护的配合,因庄北变电站变压器的高压侧过电流保护动作时间整定为2.2 s,因此东庄1号、2号的相间距离保护II段的动作时间应最小整定为2.5 s。东庄1、2号线路因未配置全线快速保护,相间距离保护II段作为本线路的主保护,动作时间整定为2.5 s,严重影响了线路的热稳定^[2],同时对330 kV 东塘变电站其他110 kV 线路的安全供电造成了不利影响,因此该方案是不可行的。

当无法从继电保护的角度解决配合关系时,可以对电网的运行方式进行调整。将庄北变电站的运行方式调整为两台变压器并列运行,另外1台变压器单独供电的运行方式,此时式(2)中的 K_Z 最小值为0.5,按

照式(2)重新计算定值,计算得出按照躲过庄北变电站35 kV 侧母线故障的动作值为16.286 Ω ,因此东庄1、2号线路的相间距离保护II段定值可以整定为15.54 Ω ,时限只需要和庄北变电站变压器的差动保护配合,整定为0.3 s即可,该方案在东庄1、2号线路故障时能够快速切除故障,起到了保主保重的作用,同时保证了保护的选择性,防止了保护越级事故的发生。

1.2 庄北变电站变压器定值的整定

按照文献[1]的规定,110 kV 变压器各侧过电流保护的定值按照式(3)整定,式中的 K_K 为可靠系数,取为1.2~1.3; K_f 为返回系数,微机型保护时取0.95; $I_{FH,max}$ 为最大负荷电流。同时按照要求,变压器的高压侧过电流保护应与中低压侧过电流保护定值配合,配合系数一般取1.05~1.1。综上所述,庄北变电站变压器的高压侧过电流保护定值整定为变压器额定电流的1.37倍,中低压侧过电流保护定值整定为变压器额定电流的1.3倍,整定值及配合关系均满足要求。

$$I_{DZ} = \frac{K_K}{K_f} I_{FH,max} \quad (3)$$

因庄北变电站用户负荷属于冶炼性质,为了防止冶炼过程中的冲击电流造成庄北变电站变压器过负荷跳闸,庄北变电站变压器三侧过电流保护均采用复合电压元件进行闭锁,高压侧采用三侧复合电压并联进行闭锁,中低压侧采用本侧的复合电压进行闭锁^[3]。低电压按照70%的额定电压整定,负序电压整定为6 V^[4],变压器三侧过电流保护具体定值及跳闸出口如下。

高压侧: $I_{DZ} = 453$ A; $t = 2.2$ s 跳变压器三侧开关。中压侧: $I_{DZ} = 1\ 228$ A; $t_1 = 1.6$ s 跳中压侧母联开关; $t_2 = 1.9$ s 跳中压侧开关。低压侧: $I_{DZ} = 4\ 503$ A; $t_1 = 1.3$ s 跳低压侧母联开关; $t_2 = 1.6$ s 跳低压侧开关。

2 负荷性质引起保护定值的调整

电炉50吨(车间)使用的是庄北变电站的一条35 kV 线路,属于短电缆出线,用于冶炼钢铁,考虑到冶炼时容易产生冲击电流,因此电炉50吨的过电流保护定值整定较大,过电流保护定值按照与庄北变电站变压器35 kV 侧过电流保护定值配合进行整

定配合系数为1.1,定值整定为1116 A,动作时间为1.3 s。

在用户调试电炉50吨的过程中,炼钢炉内电极周围的炉料塌落或电极升降操作不当,导致电极的两相或三相工作短路,出现很大的工作短路电流,按照录波图可以看出电流达到了1284 A,持续时间超过2 s,引起电炉50吨频繁跳闸,影响了用户的调试工作。在多次组织专业人员进行讨论后,制定了如下解决方案。

(1) 调整电炉50吨线路过电流保护定值,按照躲过故障时的录波电流1284 A整定,可靠系数取为1.3,整定值为1670 A,此时用户调试或正常生产时线路保护不会误动作,由此引起的线路过电流保护和庄北变电站变压器35 kV侧过电流保护定值不配合的情况在变压器保护中解决。

(2) 调整庄北变电站3台变压器中压侧过电流保护的定值及跳闸出口逻辑。庄北变电站变压器中压侧后备保护装置为PST1261A,有复合电压闭锁方向过流保护及复合电压闭锁过流保护共两段,每段3个时限,之前该保护投入了复合电压闭锁过流保护,1时限跳分段开关,2时限跳本侧开关。本次改造后将其复合电压闭锁方向过流保护的1时限单独引出且不经复压闭锁和方向闭锁,作为过电流保护使用,动作值整定为庄北变电站变压器额定电流的1.3倍即1228 A,1时限1 s,无选择跳电炉50吨线路开关。并在运行方式中要求正常情况下庄北变电站两台变压器并列运行时带电炉50吨线路负荷,单台变压器运行时不允许电炉50吨生产。在庄北变电站两台变压器并列运行供电炉50吨生产时,虽然电炉50吨的工作短路电流较大,但由于庄北变电站变压器并列运行时的分流原因,电流达不到庄北变电站变压器的过电流保护动作值,因此不会误动;庄北变电站单台变压器运行供电炉50吨生产时,因电炉50吨的工作短路电流大于庄北变电站变压器的复合电压闭锁方向过流保护定值,且由于该保护未经复压元件及方向元件的闭锁,所以保护动作出口跳开电炉50吨开关,确保了电网主设备的安全运行。

3 负荷性质对保护装置的要求

冶炼性质的用电负荷对保护提出了特殊的要

求,一是谐波分量较丰富,二是冲击负荷可能导致保护频繁启动。东庄1线路的负荷电流采样图如图2所示,数据来自调度自动化的实时采样数据,从图中可以看出负荷电流的变化量很大。东庄1、2号线路两侧的PSL621D线路保护在运行中一直出现频繁启动。为了防止保护误动,保护装置厂家进行了线路保护软件的升级,提出了有效的解决措施。对于谐波分量,保护装置在硬件上采用有源低通滤波技术有效滤除6次以上谐波,软件采用全周傅氏算法,滤除2次及以上谐波,保证了保护测量元件的精度。对于冲击负荷导致的保护频繁启动,保护采用了突变量电流和低电压相结合的启动元件,即3个相间电压中任意一个相间电压低于低电压启动定值时开放相电流突变量启动元件。而保护原有的零序辅助启动元件和阻抗辅助启动元件则不受低电压启动元件控制,低电压元件的整定按照躲过正常运行时的系统最低电压整定,一般相间电压取值为80 V。

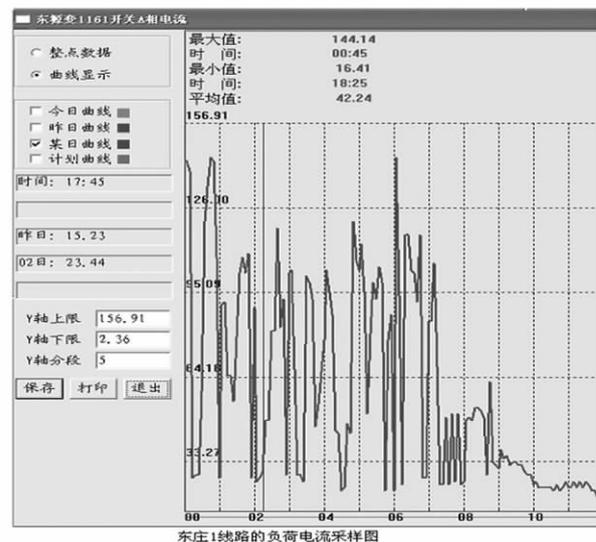


图2 东庄1号线路的负荷电流采样图

4 结 语

因庄北变电站的负荷属于冶炼性质,在正常生产时经常出现很大的工作短路电流,引起线路保护的频繁启动,并会引起保护的误动作,经过对运行方式的调整及保护装置的升级,对变压器保护的定值及出口回路的调整,确保了用户供电的可靠性及电网主设备的安全运行。从以上分析可知,继电保护定值的整定及电网设备的安全运行与运行方式有着密切相关,继电保护部门与调度运行部门应互相协

调密切配合;同时,对特定的负荷性质,电网建设部门应有针对性地进行保护装置的选型,确保保护装置适应于特定的负荷性质,使保护能够起到保电网、保设备的重要作用。

参考文献

[1] DL/T 584-2007 3kV~110kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].

[2] 刘高会,刘敏,王朝霞,等. 110kV 变压器的热稳定分析与事故防范措施[J]. 陕西电力 2011(1): 69-73.

(上接第22页)

3.3 输电通道上的电磁环网

对于输电通道电磁环网,正常方式下500kV线路传输的功率一般较大,当高电压等级线路跳闸将引起潮流向低电压等级线路转移,有引发连锁故障的风险。若维持此类高低压电磁环网运行,为了避免此类N-1故障后的连锁反应,其所构成的输电断面稳定限额将大幅度下降。

针对此类输电通道上的电磁环网应进行充分的潮流计算,若解环后可以增大输电能力,减少窝电应及时解环;若经过潮流计算,500kV系统向220kV的转移比不高,且在电磁环网运行下该断面的输送要求可以满足电源的送出,并且解环后可能带来更大的问题,需要有相应的配套工程措施才能解环,对此可以考虑暂缓解环,待配套工程建成后再实施解环。

四川电网的西通道(500kV天嘉、嘉沐、沐叙双回)投运后,复奉直流具备4000MW外送能力。但由于向家坝电站建设滞后,2012年仍需从四川主网组织电力转供复奉直流。而由西通道与500kV洪泸双回与220kV龚山线与孜平线构成的电磁环网丰水期将限制复奉直流的送出,复奉直流潮流超过3000MW时,西通道中断将导致220kV龚山线及孜平线超热稳定,因此为满足外送要求减少弃水应将220kV龚山线及孜平线解环运行,由此带来的龚嘴电厂送出受限问题可通过调整龚嘴电厂运行方式加以解决。

四川500kV资洪双回是川西水电外送的重要通道,夏季潮流可达到2000MW,其与220kV资凉双回构成了电磁环网,若解开220kV资凉双回线,

[3] Q/GDW 175-2008 变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范[S].

[4] 赵海鸣,刘佩芬. 基于新标准化设计规范的330kV变压器后备保护整定计算方法探讨[J]. 陕西电力 2009(11): 52-54.

作者简介:

刘高会(1973),男,大学本科,高级工程师,从事继电保护及自动装置的定值整定计算工作。

(收稿日期:2012-05-25)

将导致220kV桥乐线过载。经潮流计算500kV资洪双回跳闸后,仅有16%的潮流转移至资凉双回,在220kV资凉双回不超300MW情况下,资洪双回可按2200MW控制,当资洪双回跳闸后,资凉双回不会超热稳定限额。因此在满足川西水电外送要求的情况下可保持此电磁环网运行。

4 结 语

随着500kV电网的建设投运,适时打开高低压电磁环网,下一级电压电网逐步实现分区运行是电网发展的必然选择。解环方案的制定应针对不同类型的电磁环网进行具体分析,从解环后电网潮流分布是否合理、主要变电站短路容量下降是否明显及供电能力与供电可靠性等多方面来进行综合评价。同时应能最大限度地避免电磁环网解环后带来的新问题,针对电网发展的不同阶段,适时适机地解开电磁环网。解环研究以能构建解环分区运行的坚强电网为最终目标。

参考文献

[1] 袁志强,黄薇,江峰青. 220kV 电网短路电流控制措施研究[J]. 现代电力, 2009, 26(4): 41-46.

[2] 李旭霞. 山西中部电磁环网解环研究[J]. 山西电力, 2009(Z1): 40-43, 97.

作者简介:

王莉丽(1977),女,汉族,硕士,工程师,2004年毕业于重庆大学电气工程学院,长期从事电网调度工作。

(收稿日期:2012-10-22)