

## · 系统与装置 ·

## 继电保护整定管理系统在武钢电网中的应用

刘玉兰, 徐 军, 李凌宇

(武汉钢铁(集团)公司 能源试验研究中心, 湖北 武汉 430083)

**摘要:** 电网继电保护整定值的合理准确计算对电力系统安全稳定运行起着极为重要的作用。继电保护故障分析整定管理及仿真系统为武钢电网继电保护整定计算的准确有效性提供了保障。本文应用继电保护整定管理系统计算线路保护整定值。整定过程中, 考虑本级保护与其后备保护能同时满足灵敏性、选择性的要求, 使得继电保护整定计算全局性更强。算例表明, 整定值能够满足现场需求, 提高了线路保护的正确动作率, 为武钢创造了巨大的经济效益。

**关键词:** 继电保护; 整定计算; 线路保护; 灵敏性; 选择性

**中图分类号:** TM762 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059(2009)04-0044-04

## Application of protection setting management system in grid of WISCO

LIU Yu-lan, XU Jun, LI Ling-yu

(Energy Test Research Center, Wuhan Iron &amp; Steel (Group) Co., Wuhan 430083, China)

**Abstract:** Reasonable and accurate calculation of grid relay protection setting value is very important for safe and stable operation of power system. Relay protection fault analysis setting management and simulation system provides guaranty for accurate and effective calculation of relay protection setting value in grid of WISCO. Line protection setting value was calculated by use of relay protection setting management system. In setting process, it is considered that both current protection and standby protection can meet the requirement of sensitivity and selectivity. Overall importance of relay protection setting calculation was enhanced. Case study shows that setting value can meet the need of spot, true operation rate of relay protection was improved, and large economic benefits were obtained.

**Key words:** relay protection; setting calculation; line protection; sensitivity; selectivity

## 0 引言

继电保护整定计算工作的目的是通过保护整定值使继电保护装置在系统故障或异常状态下能按预定的行为动作, 从而保证电网稳定运行, 使保护设备的损害降至最低并缩小停电范围<sup>[1]</sup>。

从电网继电保护整定计算的角度出发, 需要考虑的因素很多, 其中电网的接线方式和运行方式对整定值计算的影响最大。早期的整定计算主要依靠人工手算并辅以计算工具的方式进行, 计算工作量大、计算时间长、手段落后, 且对特殊运行方式需作简化处理<sup>[2]</sup>。随着武汉钢铁(集团)公

司电网的发展, 电网规模愈来愈大, 接线方式复杂、运行方式多变, 以往依据经验的手动整定方法已经不能满足现场需求。为了合理协调保护的灵敏性、选择性、速动性三者之间的关系, 使各种保护达到最佳配合状态, 必须选择有效的继电保护整定计算软件对电网的各种运行方式及多种故障情况进行反复而周密的计算, 以期得到准确有效的整定值。

北京中恒博瑞数字电力科技有限公司研究开发的继电保护故障分析整定管理及仿真系统基于 Windows, 数据库, 图形化设计, 具有图形建模、故

收稿日期: 2008-12-23; 修改稿收到日期: 2009-05-24

作者简介: 刘玉兰 (1980-), 女, 江西吉安人, 工程师, 硕士, 主要从事继电保护整定管理工作。

障计算、整定计算、保护整定值仿真、数据管理五大功能模块,为继电保护专业提供了一个强大的计算管理工作平台,极大地提高了继电保护整定工作的自动化水平和管理水平。

武钢电网继电保护整定计算采用北京中恒博瑞的继电保护故障分析整定管理及仿真系统软件,依据武钢电网具体参数和运行要求,通过计算分析给出所需的各项整定值,使全系统中各种继电保护装置协调配合,按照设定的动作逻辑和时间顺序有选择地快速切除故障部分,防止了事故扩大,减少或避免了事故损失,保证了其余系统的安全稳定运行。

## 1 线路保护整定流程及电网结构

武钢配电网配电线路担负着输送电能的重任。因线路保护涉及各条线路之间的严密配合关系,所以线路保护整定计算是一项十分复杂的工作<sup>[3]</sup>。武钢电网 110 kV 线路保护整定值的准确有效性关系到整个电网的安全稳定运行,是变压器及 110 kV 以下电压等级保护准确整定计算的前提条件。图 1 是线路保护整定计算流程图。

图 2 为冶金变电站部分电网结构示意图。武钢冶金网大电源主要来自省网系统和自备电厂侧

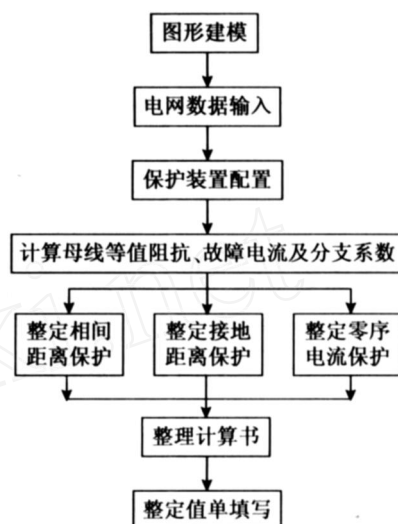


图 1 整定计算流程图

Fig. 1 Flow chart of setting calculation

电源。联络线自治 2 回和自治 3 回是连接这两大电源的线路,所以联络线的整定计算至关重要。联络线整定计算的关键在于整定源头的选择。省网系统通过架空线和变压器连接至武钢电网,其短路容量小于自备电厂侧的短路容量,所以整定源头应放在自备电厂侧,这样能将保护的动作时间缩短。当联络线上发生故障时,能快速准确地

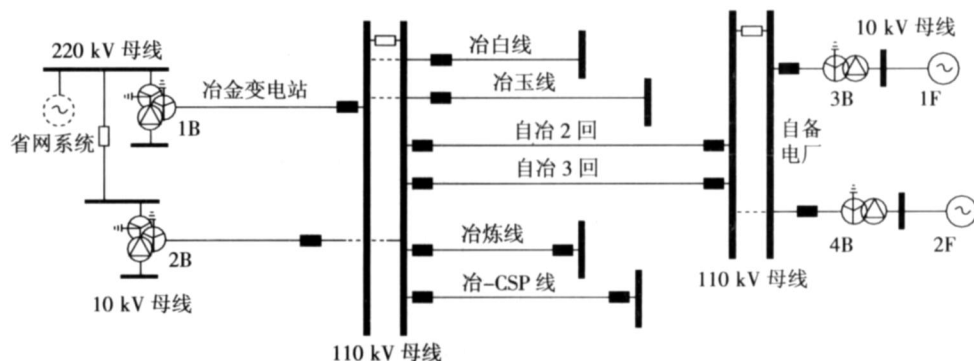


图 2 电网结构示意图

Fig.2 Power structure sketch map

■ — 断路器为合位; □ — 断路器为开位; B—变压器; F—发电机

切除故障,以减小对武钢电网的冲击。

相间距离保护的動作时间具有阶梯性,可以应用在任何结构复杂、运行方式多变的电力系统中,能有选择性地、较快地切除故障。现以联络线的相间距离保护为例说明整定计算过程中的配合关系。

## 2 联络线的保护整定计算

联络线的整定方法主要是先确定整定源头的

最优方案,然后根据联络线之间的配合关系进行整定,并依据现场实际运行情况,满足保护要求,以提高保护的正确动作率。下面自侧指的是线路自备电厂侧的相间距离保护,冶侧指的是线路冶金变电站侧的相间距离保护。

### 2.1 相间距离保护 I 段

整定原则是按躲过线末故障的方式整定。若相间距离保护 I 段范围为本线路全长时,其保护范

围可能延伸到相邻的联络线上,这样不能保证保护的选择性,因此,相间距离保护 I 段范围一般是线路全长的 80%。武钢电网 110 kV 联络线一般都有光纤纵差保护,可保证联络线的全线速动。所以,整定原则既保证快速性,又保证选择性。

$$Z_1 = K_k \times Z_l \quad (1)$$

式中,  $Z_l$  为相间距离保护 I 段阻抗整定值;  $K_k$  为距离保护的线路可靠系数;  $Z_l$  为线路阻抗有名值。

自治 2 回相间距离保护 I 段整定值: 0.37 ;

自治 3 回相间距离保护 I 段整定值: 0.461 。

## 2.2 自治 2 回自侧相间距离保护 段

整定值的整定原则主要是与变压器配合,作为变压器的后备保护,可靠地躲过变压器低压侧故障。

(1)躲过线末冶金变电站变压器低压侧母线故障

$$Z_{\text{变}} = K_k \times Z_l + K_b \times K_{zz} \times Z_b \quad (2)$$

式中,  $Z_{\text{变}}$  为与变压器配合的相间距离保护 段阻抗整定值;  $K_b$  为距离保护的变压器可靠系数;  $Z_b$  为变压器的阻抗有名值;  $K_{zz}$  为分支系数,其值为所有可能运行方式中的最小值,使整定值对现场的适应能力更具有弹性。

(2)距离保护 段动作时间  $T$  与冶金变电站的馈线配合

$$T = T_1 + t \quad (3)$$

式中,  $T$  为相间距离保护动作时间;  $T_1$  为被配合线路相间距离保护动作时间;  $t$  为保护时间级差。

由式 (2) 和式 (3) 得出自治 2 回自侧相间距离保护 段整定值:  $Z_{2\text{自}} = 10.2716$  ,  $T_{2\text{自}} = 0.9$  s

本线路末端短路时的灵敏系数:

$$K_{lm} = Z / Z_l \quad (4)$$

式中,  $Z$  为相间距离保护阻抗整定值。由式 (4) 得出本线末端的灵敏系数大于 22, 整定值保证了相间距离保护 段的选择性与灵敏性要求。馈线距离保护 段动作时间一般为 0.5 s, 联络线的动作时间在馈线动作时间基础上加一个级差 0.4 s, 即 0.9 s, 确保了联络线与馈线的动作选择性。整定计算结果均为一次值。

## 2.3 自治 3 回冶侧相间距离保护 段

整定原则是保证保护的选择性,并保证自治 3 回冶侧相间距离 段不伸出变压器。

(1)与相邻线路自治 2 回相间距离保护 段整定值配合

$$Z_{\text{线}} = K_k \times Z_l + K_k \times K_{zz} \times Z_p \quad (5)$$

式中,  $Z_{\text{线}}$  为与线路配合的相间距离保护 段阻抗整定值;  $Z_p$  为被配合线路阻抗整定值。

由式 (5) 和式 (3) 得:

$$Z_{\text{线}} = 15.1584 \quad , \quad T_{\text{线}} = 1.3 \text{ s}$$

(2)躲过线末自备电厂变压器低压侧母线故障

由式 (2) 得:  $Z_{\text{变}} = 6.9457$

由上述整定原则可以得出自治 3 回冶侧相间距离保护 段整定值:

$$Z_{3\text{治}} = 6.9457 \quad , \quad T_{3\text{治}} = 1.3 \text{ s}$$

由式 (4) 得:  $K_{lm} = 12.0551$  , 灵敏度满足要求。

## 2.4 自治 2 回自侧相间距离保护 段

整定原则是与相邻线路自治 3 回相间距离保护 段配合。

由式 (5) 和式 (3) 得自治 2 回自侧相间距离保护 段整定值:  $Z_{2\text{自}} = 12.2178$  ,  $T_{2\text{自}} = 1.8$  s

由式 (4) 得:  $K_{lm} = 26.4495$

允许最大负荷电流:

$$I_{\text{hmax}} = 0.9 \times U_e \times K_k / (\sqrt{3} \times Z) \times 1000 / \cos(\varphi_l - \varphi_h) \quad (6)$$

式中,  $U_e$  为额定电压;  $Z$  为相间距离保护整定值;  $\varphi_l$  为线路阻抗角;  $\varphi_h$  为负荷阻抗角。得出  $I_{\text{hmax}} = 3686$  A

按整定原则配合后,时间整定为 1.8 s, 满足保护的选择性和快速性要求。同时,线路保护整定值亦满足允许的最大负荷电流。

## 2.5 自治 3 回冶侧相间距离保护 段

整定原则是与相邻线路自治 2 回相间距离保护 段配合。

由式 (5) 和式 (3) 得出自治 3 回冶侧相间距离保护 段整定值:  $Z_{3\text{治}} = 17.9431$  ,  $T_{3\text{治}} = 2.3$  s

由式 (4) 得:  $K_{lm} = 31.1425$

由式 (6) 得:  $I_{\text{hmax}} = 2588$  A

## 3 馈出线的保护整定计算

以冶 - CSP 线的相间距离保护为例。

### 3.1 相间距离保护 段

CSP 站各受电单元可能带两台及两台以上变压器。若相间距离保护 段伸入变压器,当一台变压器故障时,会导致线路和本变压器同时跳闸,扩大停电面积。为保证保护能快速切除故障且停电面积最小,相间距离保护 段保护不应伸入变

压器内部,而保证全线速动的都有光纤纵差保护。所以,相间距离 段保护范围为线路全长的 77%。

按躲过线路末端故障整定,馈出线的相间距离保护 段阻抗整定值

$$Z_1 = K_k \times Z_l = 1.1649 \quad , T_1 = 0 \text{ s}$$

3.2 相间距离保护 段

整定原则是保证 段保护范围不超出变压器范围,并保证上级线路的相间距离保护 段范围在冶 - CSP线的 段范围内。由于冶 - CSP的上级线路自治 2回和自治 3回的相间距离 段动作时间为 1.8 s,而馈线冶 - CSP的相间距离 段动作时间与 CSP站的变压器过流时间配合后为 3.6 s,为保证选择性,所以需与上级线路反配合。

(1)躲过线末 CSP站变压器低压侧母线故障

由式 (2)得:  $Z_{\text{变}} = 6.8032$

(2)与上一级线路自治 2回相间距离保护段反配合,其阻抗和时间整定值分别为:

$$Z_{\text{反}} = (Z_{\text{自}} - K_k \times Z_1) / (K_k \times K_{\text{zz}}) \quad (7)$$

式中,  $Z_1$  为上级线路的阻抗有名值。

$$T_{\text{反}} = T_{\text{上}} - t \quad (8)$$

式中,  $T_{\text{上}}$  为上级线路的时间整定值。

由式 (7)和式 (8)得:

$$Z_{\text{反}} = 6.6174 \quad , T_{\text{反}} = 1.3 \text{ s}$$

由上述整定原则并考虑馈出线 段时间一般为 0.5 s,得出馈出线相间距离保护 段整定值:

$$Z_2 = 6.8032 \quad , T_2 = 0.5 \text{ s}$$

由式 (4)得:  $K_{\text{lm}} = 4.497$

3.3 相间距离保护 段

整定原则是考虑按远后备 1.25倍灵敏系数并与 CSP站变压器配合,其阻抗整定值为:

$$Z_3 = K_{\text{lm}} \times Z_1 + K_{\text{lm}} \times K_{\text{zz}} \times Z_b \quad (9)$$

由式 (9)得出馈出线相间距离保护 段整定值:  $Z_3 = 34.8535 \quad , T_3 = 3.6 \text{ s}$

由式 (6)得:  $I_{\text{lmmax}} = 1247 \text{ A}$

由式 (4)得:  $K_{\text{lm}} = 23.0388$

上述整定结果符合现场运行要求。同理,自治 2回冶侧和自治 3回自侧按上述原理整定,这里不再赘述。

综上所述,各级继电保护整定值及时限汇总数据如表 1所示。

表 1 相间距离保护整定值表  
Table 1 Phase to phase distance protection setting table

保护安装处	相间距离保护整定值 (一次值)					
	段整定值 /	段整定值 /	段整定值 /	段时间整定值 /s	段时间整定值 /s	段时间整定值 /s
自治 2回自侧	0	10.2716	12.2178	0	0.9	1.8
自治 3回冶侧	0	6.9457	17.9431	0	1.3	2.3
冶 - CSP线冶侧	1.1649	6.8032	34.8535	0	0.5	3.6

4 结束语

继电保护整定计算是一种综合考虑整个输、配电系统的分析、优化、计算的复杂工作。该软件实用性强,提高了整定计算的快速性和准确性,且开发性强,计算的全过程可视、可参与。本文根据武钢电网的特殊运行方式,以冶金网线路保护为例阐述整定计算过程中的严密配合关系。整定过程中,体现了整定原则的逻辑判断、取舍。计算出的整定值能够满足保护要求以及运行方式的变化要求,提高了线路保护的正确动作率。武钢自 2006年全面使用该软件以来,线路保护正确动作率由以前的 60%左右提高到现在的 98%以上,为武钢创造了巨大的经济效益。

参考文献:

[1] 薛莉. 继电保护整定计算的危险点分析 [J]. 山东电

力技术, 2006 (3): 70-72  
XUE Li Peril point analysis of relay setting calculation [J]. Shandong Electric Technology, 2006 (3): 70-72  
[2] 张琳, 扈观义. 继电保护故障分析整定管理及仿真系统的应用 [J]. 山西建筑, 2007, 33 (2): 203-204.  
ZHANG Lin, HU Guan-yi The application of relaying protection's fault analysis and setting management system [J]. Shanxi Architecture, 2007, 33 (2): 203-204.  
[3] 杨增力, 石东源, 段献忠. 线路保护整定计算中的自动调整问题 [J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (9): 51-55.  
YANG Zeng-li, SHI Dong-yuan, DUAN Xian-zhong Study on automatic adjustment in relay coordination of transmission line protection [J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (9): 51-55.

[编辑:魏方]