

110 kV 线路圆特性阻抗元件的相间距离 III 段保护整定分析

陈旭锋, 李旭涛

(宜宾电业局调度中心, 四川 宜宾 644000)

摘要:通过对《3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》(DL/T 584-95)相关条款的分析,明确 110 kV 线路相间距离 III 段保护为线路末端变压器作远后备的必要性。针对圆特性阻抗元件的特点,对圆特性相间距离 III 段保护的整定进行讨论,并介绍了一种圆特性相间距离 III 段保护作线路末端变压器远后备的简化整定计算方法。

关键词:圆特性;相间距离 III 段;远后备保护;整定

Abstract: With the analysis of "Operational and Setting Code for Relay Protection of 3~110 kV Electrical Power Networks" (DL/T 584-95), it makes certain that it is necessary to take part III of phase-to-phase distance protection of 110 kV line as the remote backup protection of line-end transformer. According to the circle characteristics of the distance relay, the setting calculation of part III of phase-to-phase distance protection with circle characteristics is discussed, and a simplified setting calculation method is introduced.

Key words: circle characteristics; part III of phase-to-phase distance protection; remote backup protection; setting calculation

中图分类号: TM762 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6954(2009)02-0051-03

110 kV 线路相间距离 III 段保护的整定原则,主要依据现行《3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》(DL/T 584-95)中第 4.2.2.8 条款和 4.2.2.9 条款,两条款并未明确提出相间距离 III 段保护要为线路末端变压器作远后备保护。

而该规程的第 2.2.2 条款提出:运行中的电力设备,一般应有分别作用于不同断路器,且整定值有规定的灵敏系数的两套独立的保护装置作为主保护和后备保护,以确保电力设备的安全。第 2.2.3 条款提出:3~110 kV 电网继电保护一般采用远后备原则,即在临近故障点的断路器处装设的继电保护或该断路器本身拒动时,能由电源侧上一级断路器处的继电保护动作切除故障。

当 110 kV 变压器发生故障,主变 110 kV 侧总路开关拒动,则必须由电源侧 110 kV 线路开关跳闸,切除故障。因此 110 kV 线路保护中的相间距离 III 段保护不仅只作相邻线路的远后备,还应对线路末端变压器提供远后备,其远后备灵敏系数,按《继电保护和自动装置技术规程》(GB/T 14285-2006)中附表 A.1 作远后备保护的电流、电压和阻抗元件,最小灵敏系数为 1.2。

目前,宜宾电网 110 kV 线路相间距离保护,以圆

特性阻抗元件为主(如南瑞继保的 LFP-941A)。由于相间距离 III 段阻抗元件为圆特性,在作线路末端变压器远后备的同时,还应可靠躲过线路的事故过负荷最小阻抗。

1 圆特性阻抗元件

图 1 复平面中,经过坐标原点 O 的圆为相间距离 III 段的阻抗圆,圆内区域为阻抗元件动作区域。OC 为阻抗圆直径,即相间距离 III 段整定值。 $\angle COR$ 为阻抗圆直径与 R 轴的夹角,即相间距离保护的正序灵敏角整定值,应整定为线路正序阻抗角。

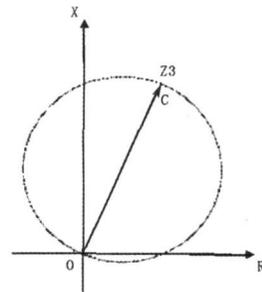


图 1 复平面中的阻抗图

2 系统实例

图 2 系统中 Z_L 为线路正序阻抗, θ 为线路正序阻抗角, 即 $Z_L \angle \theta$ 。

Z_{Tmin} 为归算至 110 kV 侧的变压器 110~35 kV 正序阻抗, 忽略变压器电阻, 变压器正序阻抗角为 90° , 即 $Z_{Tmin} \angle 90^\circ$ 。

Z_{Tmax} 为归算至 110 kV 侧的变压器 110~10 kV 正序阻抗, 即 $Z_{Tmax} \angle 90^\circ$ 。

为突出重点, 这里只讨论终端变电站的情况, 对于非终端变电站, 相间距离 III 段还应与相邻线路相间距离 III 段配合, 并在相邻线路末端故障时有足够灵敏度, 同时还应考虑助增的影响。

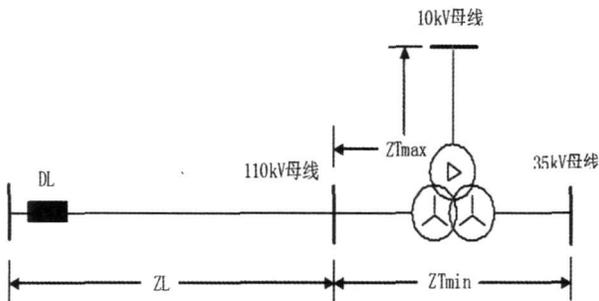


图 2 系统实例

3 可靠躲过本线路的事故过负荷最小阻抗

本线路的事故过负荷电流为 I 可靠系数为 Kk 负荷功率因素按 0.9 考虑, 则事故过负荷阻抗为

$$Z_{fh} = \frac{U_e}{\sqrt{3} \times (Kk \times I)} \quad (1)$$

负荷阻抗角为 $\alpha = \cos^{-1} 0.9$

相间距离 III 段阻抗定值可靠躲过本线路的事故过负荷最小阻抗整定, 根据圆特性阻抗元件的动作原理, 使事故过负荷阻抗 $Z_{fh} \angle \alpha$ 不超出圆外。如图 3 所示。

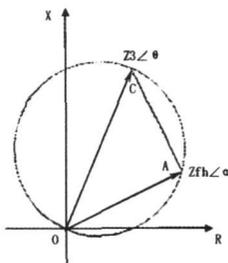


图 3 复平面中的负荷阻抗

图 3 中, OC 为阻抗圆直径, 由几何原理可知,

$\angle CAO$ 为直角。

相间距离 III 段整定值 Z_3 的正序灵敏角, 整定为线路正序阻抗角 $\angle \theta$ 而事故过负荷阻抗的阻抗角为 $\angle \alpha$, 应将事故过负荷阻抗 $Z_{fh} \angle \alpha$ 折算至 $\angle \theta$ 即

$$Z_3 \leq \frac{Z_{fh}}{\cos(\theta - \alpha)} = \frac{U_e}{\sqrt{3} \times (Kk \times I) \times \cos(\theta - \alpha)}$$

正序灵敏角为 $\angle \theta$ (2)

由式 (2) 可以确定相间距离 III 段整定值 Z_3 的上限。

4 作线路末端变压器远后备

为确保变压器任意处故障, 相间距离 III 段保护均有足够灵敏度, 取变压器阻抗最大值 110 kV~10 kV 正序阻抗进行计算, 即 $Z_{Tmax} \angle 90^\circ$ 。在复平面中, 将线路正序阻抗 $Z_L \angle \theta$ 与线路末端变压器正序阻抗 $Z_{Tmax} \angle 90^\circ$ 进行矢量求和。如图 4 所示。

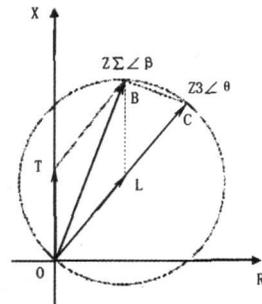


图 4 变压器阻抗矢量和复平面中的线路

图 4 中, OL 为线路正序阻抗 $Z_L \angle \theta$ OT 为变压器正序阻抗 $Z_{Tmax} \angle 90^\circ$ 。为图示清楚, 将 $Z_{Tmax} \angle 90^\circ$ 缩小。设 $Z^\Sigma \angle \beta$ 为 $Z_L \angle \theta$ 与 $Z_{Tmax} \angle 90^\circ$ 的矢量和, 则 $|Z^\Sigma| = |OB|$, $\angle \beta = \angle BOR$ 。

OC 为阻抗圆直径, 由几何原理可知, $\angle CBO$ 为直角。将 $Z^\Sigma \angle \beta$ 折算至 $\angle \theta$ 取灵敏系数 Kk , 则

$$Z_3 \geq Kk^x \frac{Z^\Sigma}{\cos(\beta - \theta)} \quad (3)$$

正序灵敏角为 $\angle \theta$

借助计算机程序, 很容易得到 $Z_L \angle \theta$ 与 $Z_{Tmax} \angle 90^\circ$ 的矢量和 $Z^\Sigma \angle \beta$ 。但在手工整定计算时, 矢量求和计算过程较繁琐, 下面介绍一种简化处理方法。

①如图 4 所示, $|Z^\Sigma| = |OB|$, 将之代入式 (3), 即

$$Z_3 \geq Kk^x \frac{|OB|}{\cos(\beta - \theta)}$$

正序灵敏角为 $\angle \theta$ (4)

②由几何原理可知,

$$|OL| + |OT| > |OB| > 0 \quad (5)$$

③ $\angle \beta < 90^\circ$, 推出

$$0 < \cos(90^\circ - \theta) < \cos(\beta - \theta) \quad (6)$$

④由式 (5)、式 (6), 可得出

$$\frac{|OL| + |OT|}{\cos(90^\circ - \theta)} > \frac{|OB|}{\cos(\beta - \theta)} \quad (7)$$

⑤由式 (4)、式 (7), 可得出

$$Z_3 \geq K_{lm} \frac{|OL| + |OT|}{\cos(90^\circ - \theta)} > K_{lm} \frac{|OB|}{\cos(\beta - \theta)} \quad (8)$$

式 (8) 中, $|OL|$ 为线路正序阻抗 Z_L , $|OT|$ 为变压器正序阻抗 Z_{Tmax} , θ 为线路正序阻抗角, 均为已知参数。因此可将式 (3) 简化为

$$Z_3 \geq K_{lm} \frac{|OL| + |OT|}{\cos(90^\circ - \theta)} = K_{lm} \frac{Z_L + Z_{Tmax}}{\cos(90^\circ - \theta)} \quad (9)$$

由式 (7) 可知, 式 (9) 确定相间距离 III 段整定值 Z_3 的下限, 实际灵敏系数略大于 K_{lm} 。

5 结 语

按式 (2)、式 (9), 可以分别得出终端变电站圆特性相间距离 III 段整定值的上限和下限, 确定其整定取

值范围。在圆特性相间距离 III 段保护作线路末端变压器远后备的整定计算过程中, 由于线路与变压器的正序阻抗角不同, 引入了矢量求和运算, 致使手工整定计算繁琐, 针对圆特性阻抗元件的特点, 推导出了—种简化的整定方法。通过该简化整定方法计算的相间距离 III 段整定值 Z_3 的下限, 其实际灵敏度略大于计算灵敏度 K_{lm} , 符合规程, 满足运行要求。

经运行验证, 该简化整定方法准确、简单, 对圆特性阻抗元件的相间距离 III 段整定, 具有较强的通用性和实用性。

参考文献

- [1] 南京南瑞继保电气有限公司. LFP-941A(B、D、J、S)型输电线路成套保护装置技术说明书.
- [2] DL/T 584-95, 3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程 [s].
- [3] GB/T 14285-2006, 继电保护和安全自动装置技术规程 [s].

作者简介:

陈旭锋 (1980—), 男, 助理工程师, 从事电网继电保护整定计算和运行管理工作。

李旭涛 (1971—), 男, 工程师, 从事电网运行方式和继电保护管理工作。

(收稿日期: 2009-02-10)

(上接第 38 页)

(4)可靠性: 系统每日接收数据量较大, 且数据要保持长久存储, 系统必须要有较高可靠性。本系统采用了高可用性技术, 保证系统能长期稳定的不间断运行, 采用稳定先进的操作系统、数据库、网络协议和中间件等系统软件平台, 在网络、主机、数据库或应用系统出现问题时, 能及时快速地恢复, 保证系统的稳定性。

3 系统实施效果

本系统从 2006 年 6 月投入运行以来, 改善了未接入水调自动化系统水电厂和电网水情信息采集、传输和交换的手段, 和水调自动化系统形成互为补充作用, 能够准确及时的收集、整理各中小型发电厂水情信息, 为水库调度人员及时了解水电厂运行情况及时水、雨情提供了技术保障, 为调度决策提供了及时、科学的依据, 在水电调度中发挥了重要作用。

通过水情数据自动交换系统不但有利于节约水情收集整理时间, 而且便于历史数据查询, 可方便快速的对历史水情数据进行分析查询, 提高了水情预测精度, 为水电电力电量平衡计算提供了依据。

4 结 语

随着四川大量水电相继投产和节能调度的实施, 及时掌握各水电厂水情信息和准确预测来水是水调的一项重要工作。水情数据自动交换系统较好的解决了四川中小型电厂的水情信息上报工作, 在水电的优化调度, 充分利用水能资源, 保证电网安全经济运行发挥了较大作用。本系统设备配置少、投资低、操作简单、实时性强, 目前在全国各网省调中属首个采用, 具有独创性和技术先进性, 对推进水调管理工作有一定的示范作用, 有较广的应用前景。

(收稿日期: 2008-12-03)