

# 上下级电网保护配合分析计算

俸 玲<sup>1</sup>, 王广学<sup>1</sup>, 李昌喜<sup>2</sup>

(1. 湖北省电力调度通信局, 湖北 武汉 430077; 2. 郑州市电业局, 河南 郑州 450000)

中图分类号: TM744 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2000)11-0017-03

电力系统一般采用分级调度管理, 220kV 以上电网一般由省、网局调度管辖, 110kV 及以下电网由地区调度管辖, 相应的继电保护也是分级整定管理。在这种管理模式, 上级电网与下级电网继电保护就存在相互配合的问题。实际运行中必须满足有关规程规定的逐级配合的要求。

在实际运行中, 一般采用的方法是上级电网给下级电网下达有关母线出线各类保护的限制定值, 下级电网保护定值必须满足上级电网下达的定值限制要求。下级电网与上级电网有配合要求的应进行相应的配合计算。有的地区调度可能不具备与上级电网保护配合的计算条件, 就没有考虑与上级电网的配合, 这就存在保护失配问题, 应引起重视。

本文主要讨论有关上述配合问题的计算方法, 供同行参考。

## 1 上级电网与下级电网保护配合计算

上级电网与下级电网保护满足配合要求所采用的办法是上级电网根据主系统电网保护定值实际情况与下级电网进行配合计算, 再给出下级电网的保护定值的范围, 下级电网必须根据上级调度下达的限制定值进行保护整定计算。具体分析分以下两种情况:

### 1.1 上级电网与下级电网馈线保护配合计算

如图 1 所示, 上级电网 220kV 开关 M、N 与 110kV 馈线开关 C、D 配合, 这时 M、N 等开关保护定值已经整定配合好, 由于 C、D 等开关由地区调度管

辖, M、N 等开关并未考虑与 C、D 等开关配合, 所以必须下达限制定值来满足配合要求。以下分别介绍零序和距离保护的限制定值计算。

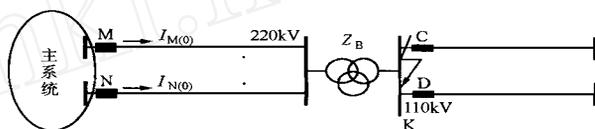


图 1 开关 M、N 与馈线开关 C、D 配合

#### 1.1.1 零序电流限制定值计算

图 1 中, C、D 为 110kV 馈线开关, 如果 110kV 母线有其它馈线, 计算方法完全一样。上级电网计算馈线限制定值时, 不需要馈线的具体参数。图 1 中 110kV 母线 K 点的正序、零序阻抗为  $Z_{KK(1)}$  和  $Z_{KK(0)}$ , K 点单相接地短路, 故障点总零序电流为:

$$I_{k(0)} = \frac{E}{2Z_{KK(1)} + Z_{KK(0)}} \quad (1)$$

式中:  $E$  为系统电压;

$Z_{KK(1)}$ ,  $Z_{KK(0)}$  分别为 K 点的正序和零序总阻抗。

$I_{k(0)}$  为 K 点总零序电流的有名值。

这样 K 点单相接地短路时, 开关 M、N 分别与 110kV 母线上所有馈线的零序分支系数为:

$$\begin{cases} K_{FM} = \frac{I_{M(0)}}{I_{k(0)}} \\ K_{FN} = \frac{I_{N(0)}}{I_{k(0)}} \end{cases} \quad (2)$$

式中:  $I_{M(0)}$ 、 $I_{N(0)}$  分别为 K 点短路 M 和 N 开关

## Transmission network planning with FACTS devices based on economic and reliable consideration

NIU Hui, CHENG Hao-zhong, ZHANG Yan, CHEN Chen  
(Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** In this paper, a multi-objective compromise model with FACTS devices is proposed. This model takes both the economy and reliability of planning into account. A modified Hybrid Genetic/ Simulated Annealing algorithm is developed to solve this problem. The results of the example demonstrate that FACTS devices can improve the integrate level of economy and reliability and bring great economic benefits in transmission network expansion.

**Key words:** FACTS; power network planning; reliable level; hybrid Genetic/ Simulated Annealing Algorithms

的零序电流有名值；

计算零序分支系数时，K点单相接地与两相接地结果完全相同，实际计算时可选取其中之一进行。主系统 220kV 可能还有 M、N 之外的其它线路，其计算分支系数方法也相同。

分支系数求出后再进行限制定值计算。假定 M、N 的零序保护、段定值分别为：

$$I_{0M}/T_{0M}、I_{0M}/T_{0M} \text{ 和 } I_{0N}/T_{0N}、I_{0N}/T_{0N}$$

计算 110kV 母线馈线限制定值如下：

$$I_{0XZ1} = \frac{I_{0M}}{K_{FM} \times K_k} \text{ 或 } I_{0XZ1} = \frac{I_{0N}}{K_{FN} \times K_k} \quad (3)$$

$K_k$  为可靠系数， $K_k = 1.1$

根据(3)式就可从中选出较小的为 110kV 馈线零序 I 段定值。

限制馈线零序、段定值计算有下式：

$$I_{0XZ2,3} = \frac{I_{0M}}{K_{FM} \times K_k} \text{ 或 } I_{0XZ2,3} = \frac{I_{0N}}{K_{FN} \times K_k} \quad (4)$$

$K_k$  为可靠系数， $K_k = 1.1$

根据(4)式可从中选出较小的为 110kV 馈线的或段定值。馈线、段时间分别取配合开关 M、N 开关对应段时间定值的较小者减去  $t$  即可。

110kV 母线上所有馈线零序保护都应满足上述计算限制定值。

### 1.1.2 距离保护限制定值计算

110kV 母线馈线距离保护限制定值计算与零序基本类似，如图 1 所示，K 点三相短路，K 点的正序总电流为：

$$I_{K(1)} = \frac{E}{Z_{KK(1)}} \quad (5)$$

这样 K 点三相短路时，开关 M、N 分别与 110kV 馈线的正序助增系数为：

$$\begin{cases} K_{ZM} = \frac{I_{K(1)}}{I_{M(1)}} \\ K_{ZN} = \frac{I_{K(1)}}{I_{N(1)}} \end{cases} \quad (6)$$

式中： $I_{M(1)}$ 、 $I_{N(1)}$  分别为 K 点短路 M 和 N 开关的正序电流；

助增系数求出后就可进行距离保护限制定值计算。假定 M、N 的距离、段定值分别为：

	段定值	段定值	段定值
M 开关	$Z_M$	$Z_M/T_M$	$Z_M/T_M$
N 开关	$Z_N$	$Z_N/T_N$	$Z_N/T_N$

计算 110kV 母线馈线限制定值如下：

$$\begin{cases} Z_{XZ1} = \frac{Z_M - Z_M - K_{TB} \times Z_B}{K_{ZM} \times K_k} \\ Z_{XZ1} = \frac{Z_N - Z_N - K_{TB} \times Z_B}{K_{ZN} \times K_k} \end{cases} \quad (7)$$

$K_k = 0.8 \sim 0.85$ ，为可靠系数；

$K_{TB} = 0.7$ ，为可靠系数； $Z_B$  为变压器正序阻抗；

$Z_{XZ1}$  为 110kV 母线馈线的 I 段定值。

根据(7)式就可从中选出较大的为 110kV 馈线的距离段限制定值。

$$\begin{cases} Z_{XZ2,3} = \frac{Z_M - Z_M - K_{TB} \times Z_B}{K_{ZM} \times K_k} \\ Z_{XZ2,3} = \frac{Z_N - Z_N - K_{TB} \times Z_B}{K_{ZN} \times K_k} \end{cases} \quad (8)$$

$K_k = 0.8 \sim 0.85$ ，为可靠系数；

$K_{TB} = 0.7$ ，为可靠系数； $Z_B$  为变压器正序阻抗；

根据(8)式就可从中选出较大的为 110kV 馈线距离或段定值。馈线、段时间分别取相应配合开关 M、N 时间定值的较小者减去  $t$  即可。

### 1.2 上级电网与下级电网联络线保护配合计算

与 110kV 馈线不同，联络线必须每条都计算各个的分支系数和助增系数，故障点位置也不能再是 110kV 母线 K 点，应分别是各联络线开关 P、Q 的对侧母线。

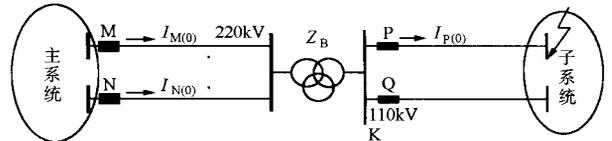


图 2 开关 M、N 与联络线 P、Q 配合

#### 1.2.1 零序电流保护限制定值计算

如图 2 所示，P、Q 都是对侧有电源联络线开关。在计算限制定值时要比馈线复杂和工作量大。馈线只考虑 110kV 母线故障，所有馈线限制定值都相同。联络线需要计算每条 110kV 联络线与主系统 M、N 开关的分支系数。

如图 2，在 P 开关对侧母线故障，本线与开关 M、N 的零序分支系数分别为：

$$\begin{cases} K_{FM} = \frac{I_{M(0)}}{I_{P(0)}} \text{ M 开关与 P 开关分支系数；} \\ K_{FN} = \frac{I_{N(0)}}{I_{P(0)}} \text{ N 开关与 P 开关分支系数} \end{cases} \quad (9)$$

式中： $I_{P(0)}$  为 P 开关对侧故障，P 开关的零序电流； $I_{M(0)}$ 、 $I_{N(0)}$  为 P 开关对侧故障，M、N 开关的零序电流。

根据(9)式就可计算出M、N开关对P开关的零序保护限制定值,计算与(3)、(4)式相同。

同理,Q开关对侧母线故障,M、N开关与Q开关的分支系数为:

$$\begin{cases} K_{FM} = \frac{I_{M(0)}}{I_{Q(0)}} & \text{M开关与Q开关分支系数} \\ K_{FN} = \frac{I_{N(0)}}{I_{Q(0)}} & \text{N开关与Q开关分支系数} \end{cases} \quad (10)$$

式中: $I_{Q(0)}$ 为Q开关对侧故障Q开关的零序电流; $I_{M(0)}$ 、 $I_{N(0)}$ 为Q开关对侧故障,M、N开关的零序电流。

根据(10)式可计算出M、N开关对Q开关的零序保护限制定值,计算也与(3)、(4)式相同。这样就可以分别求出M、N等开关与110kV母线联络开关P、Q等的配合定值。

值得注意的是:馈线中每一条与M或N开关的分支系数都一样,而联络线需要用(9)、(10)式分别计算P与M、N开关和Q与M、N开关的分支系数。

### 1.2.2 距离保护限制定值计算

110kV母线上开关P、Q的距离保护限制定值计算与零序保护类似,也要分别考虑M、N开关与P、Q开关的助增系数,故障点也应分别是P、Q开关的对侧母线。

图2所示,在P开关对侧母线故障,P开关与开关M、N的助增系数为:

$$\begin{cases} K_{ZM} = \frac{I_{P(1)}}{I_{M(1)}} & \text{M开关与P开关助增系数} \\ K_{ZN} = \frac{I_{P(1)}}{I_{N(1)}} & \text{N开关与P开关助增系数} \end{cases} \quad (11)$$

式中: $I_{P(1)}$ 为P开关对侧故障P开关的正序电流; $I_{M(1)}$ 、 $I_{N(1)}$ 为P开关对侧故障时,M、N开关的正序电流。

根据(11)式就可计算出M、N开关对P开关的距离保护限制定值,计算与(7)、(8)式相同。

同理,Q开关对侧母线故障,M、N开关与Q开

关的助增系数为:

$$\begin{cases} K_{ZM} = \frac{I_{Q(1)}}{I_{M(1)}} & \text{M开关与Q开关助增系数} \\ K_{ZN} = \frac{I_{Q(1)}}{I_{N(1)}} & \text{N开关与Q开关助增系数} \end{cases} \quad (12)$$

式中: $I_{Q(1)}$ 为Q开关对侧故障Q开关的正序电流; $I_{M(1)}$ 、 $I_{N(1)}$ 为Q开关对侧故障,M、N开关的正序电流。

根据(12)式可计算出M、N开关对Q开关的距离保护限制定值,计算也与(7)、(8)式相同。这样就可以分别求出M、N等开关与110kV母线联络开关P、Q等的配合定值。

此时就可以把110kV母线上所有馈线和联络线的定值给定,下达下级电网执行。这样就满足了上级电网与下级电网的配合关系。

## 2 上级电网与下级电网保护配合计算

如图3所示,P、Q为联络开关,应与主系统M、N开关配合,计算方法与1.2节类似,这里不再赘述。

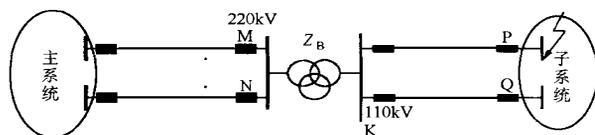


图3 开关P、Q与M、N配合

## 3 结论

上下级电网相互之间的配合问题是整定计算的薄弱环节,往往这些地方容易出错,本文对上下级电网保护相互配合计算方法进行了分析推导,给出了计算公式。希望同行批评指正。

收稿日期: 2000-05-22

作者简介: 俸玲(1962-),女,工程师,从事继电保护运行管理工作;王广学(1954-),男,教授级高工,从事继电保护的运行管理工作。

## Analysis and calculation on coordination between upper and lower level network protections

FENGLing<sup>1</sup>, WANG Guang-xue<sup>1</sup>, LI Chang-xi<sup>2</sup>

(1. Hubei Electric Power Dispatching & Communication Bureau, Wuhan 430077, China;

2. Zhengzhou Power Supply Bureau, Zhengzhou 450000, China)