

# WMH800 微机母线保护的整定计算原则及方法

周晓龙<sup>1</sup>,程天保<sup>1</sup>,刘廷卫<sup>2</sup>,王九刚<sup>3</sup>

(1. 许继电气公司保护及自动化事业部,河南 许昌 461000; 2. 中国石油辽阳石化公司,辽宁 辽阳 111003;

3. 甘肃省电力设计院电气室,甘肃 兰州 730050)

**摘要:** 采用带比率制动特性的差动保护原理的微机型母线保护在电力系统中得到广泛应用,但它的定值整定不能简单地套用原有的母线保护整定原则,以 WMH800 型微机母线保护为例,重点就差动保护定值、电压闭锁定值进行一些原理分析,提出了微机型母线保护定值整定的参考意见。

**关键词:** 整定原则; 可靠系数; 灵敏度; 母线保护

**中图分类号:** TM773 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)07-0077-04

## 1 前言

我国电力系统母线保护经历了换代的发展,新投产的母线保护基本上全为微机型,保护原理普遍采用带比率制动特性的差动保护,并附以独立的电压闭锁作为防止误动的可靠措施,但母线保护的整定原则相对滞后,为了使更多的用户了解微机型母线保护的定值整定方法,我们提供一些参考意见和大家探讨。

## 2 母线保护的整定原则

本文的定值项主要是以许继公司的 WMH800 型微机母线保护作为基础,更详细的资料可以查阅相应的参考书和保护厂家的说明书。WMH800 型微机母线保护主要包括差动保护、电压闭锁、充电保护、失灵保护、过流保护、CT 断线等。

### 2.1 差动保护定值的整定原则

差动保护主要包括大差启动电流、小差启动电流、比率制动系数几项定值。

(1) 大差电流按保证母线在最小运行方式下有足够的灵敏度来整定。

(2) 小差电流按保证故障母线段在最小运行方式下有足够的灵敏度来整定。

(3) 制动系数的选取主要考虑母线故障时的电流出和 CT 误差,在 0.3~0.7 的范围内选取。

### 2.2 电压闭锁定值的整定原则

差动保护电压闭锁按满足在母线各种故障条件下的灵敏度来整定,失灵保护电压闭锁按满足引出线在各种故障条件下的灵敏度来整定。

### 2.3 充电保护定值的整定原则

充电保护按在最小运行方式下流过母联断路器

的故障电流来整定。

### 2.4 失灵保护定值的整定原则

失灵电流定值按线路末端故障有足够灵敏度来整定,失灵延时按与其它保护跳开关时间的配合来整定。

### 2.5 过流保护定值的整定原则

过流保护电流定值按线路末端故障有足够灵敏度(大于 1.5),并躲过此时系统运行方式下流过母联的负荷电流来整定。过流保护延时满足与母联其他保护的配合要求。

### 2.6 CT 断线定值的整定原则

CT 断线电流按大于正常运行时的最大不平衡电流来整定,延时时间 7 s。

## 3 差动保护的整定方法

### 3.1 制动系数的选取

制动系数是比率制动特性母线保护的一个重要参数,在微机母线保护出现以前,母差保护制动系数的整定主要考虑的是动作的灵敏度和抗 CT 饱和两方面指标,一般取值比较大,范围在 0.6~0.8 之间,但两者往往不能兼顾。

微机型母线保护的抗 CT 饱和原理和制动系数的关系不大,所以选取制动系数没有必要再考虑 CT 饱和,主要考虑的是保护的灵敏度满足要求和躲最大不平衡电流。国外的微机型母线保护的制动系数固定为 0.3,我国其实也可以考虑这样做。这可以通过对不平衡电流的分析来理解,母线外部短路时,母线保护的差动回路将有不平衡电流产生,其数值的大小主要受以下因素影响:短路电流的大小、电流互感器的比误差和角误差的大小、短路电流中直流分量的大小、各支路短路电流的相角差、保护装置本身

的各变换元件的相角差。当外部短路电流比较大时,不平衡电流可能大于差动电流的整定门坎,不采取适当的措施,差动保护就会误动。由于不平衡电流的大小和穿越电流有关,如果取穿越电流作为母线保护的制动量,就可以有效地防止差动保护的误动。

WMH800 型微机母线保护的差动电流为各支路电流和的绝对值,制动电流为各支路电流绝对值的和,其动作方程为:

$$|I_d| > I_{dd}, \quad |I_d| > K \cdot I_f$$

$$I_d = \sum_{i=1}^n I_i, \quad I_f = \sum_{i=1}^n |I_i|$$

式中:  $I_d$  为某一时刻差动电流瞬时值,  $I_f$  为同一时刻制动电流瞬间值,  $K$  为比率制动系数,  $I_{dd}$  为差动电流整定门坎,  $I_i$  为母线上连接的各支路电流,支路由 1 到  $n$ 。注意,大差不包括母联电流,每段母线小差只包括各自所有连接单元电流。设制动系数的定值  $K = \text{tg} \alpha$ , 保护的動作特性可以由图 1 更加直观地表示。

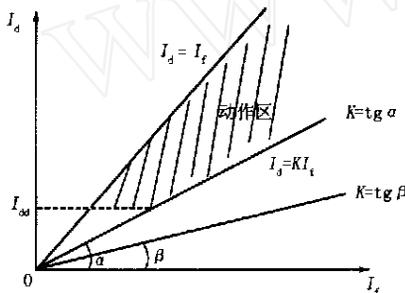


图 1 比率制动母线保护的動作特性曲线

Fig. 1 Characteristic of current differential protection

如果外部短路时流过母线的最大不平衡电流为  $I_{bpmax}$ ,  $I_{bpmax}$  与制动电流  $I_f$  的比值用公式表示为:

$$\text{tg} \alpha = I_{bpmax} / I_f \quad (1)$$

显然,欲使母线外部短路时保护装置不误动,必须满足:

$$\text{tg} \alpha < \text{tg} \beta \quad (2)$$

如果制动系数的整定值大于  $\text{tg} \alpha$ , 外部故障时不平衡电流的動作曲线(当然,实际的  $\text{tg} \alpha$  曲线不会是图示的直线关系,图中的直线可以理解为不平衡电流的边界线)就不会进入动作区,保护就不会误动,从这一点讲,保护的制动系数越高越好,但保护的制动系数整定得太高,保护的灵敏度会受影响,因此要权衡灵敏度和可靠性,然后选取合适的制动系数,一般来说,如果 CT 不饱和,不平衡电流很难超过制动电流的 0.3 倍,所以国外母线保护制动系数固定为

0.3 是有一定道理的。

如果采用可整定的制动系数,除了考虑不平衡电流,还要考虑母线的电流流出。整定时可以根据母线系统故障时的流出电流的比例不同选取制动系数,WMH800 型微机母线保护推荐范围为 0.3 ~ 0.7,故障时流出电流比例较大的母线系统制动系数可以选取的低一点,流出电流比例较小的母线系统可以选取的大一点,制动系数不推荐精确计算。

### 3.2 大差启动电流 $I_{dd}$ 的整定方法

大差电流是整套保护的启动元件,它用来区分母线的内部和外部故障,整定方法如下:

(1) 应当尽可能躲过母线外部短路时的最大不平衡电流,即

$$I_{dd} = K_k \cdot K_{lh} \cdot K_{fzq} \cdot I_{dmax}$$

其中:  $K_k$  为可靠系数,取 1.5。  $K_{lh}$  为电流互感器的变比误差,一般取 0.1。  $K_{fzq}$  为非周期分量系数,按保护躲非周期分量的能力在 1 ~ 2 之间选取,新型的母线保护一般取 1。  $I_{dmax}$  为母线外部短路时流过某一连接元件的最大短路电流。

(2) 可能的情况下,躲过母线出线的最大负荷电流

$$I_{dd} = K_k \cdot I_{fhmax}$$

其中:  $K_k$  为可靠系数,取 1.3。  $I_{fhmax}$  为母线出线的最大负荷电流。

大差电流的灵敏度校验按最小运行方式下的母线短路进行,灵敏系数大于 2,但对于运行方式变化较大的母线系统,灵敏度可能不能满足要求,此时的定值应按保证母线保护在最小运行方式下有足够的灵敏度来整定。这是因为,母线保护通常设置有电压闭锁,可以不考虑躲母线出线的最大负荷电流,另外比率制动特性具有抗不平衡电流的能力,即使  $I_{dd}$  大于动作门坎,也不一定会使比率制动判据满足,此时应主要考虑制动系数的选取。

### 3.3 小差启动电流 $I_{dx}$ 的整定方法

小差是故障母线的选择元件,它用来区分是母线系统的哪一段母线发生了故障,它的整定原则和大差一样,只不过它的整定对象是单段母线。

## 4 CT 断线电流定值的整定方法

CT 断线电流定值的设置是为了当母线系统 CT 出现断线时闭锁母线保护,不再进行差动保护的判断和处理,从而当此时母线区外发生故障时母线保护不致误动。另外,它也可以监视正常运行时的差动不平衡电流。

为了更灵敏地监视母线的差动电流,以发现 CT 回路的接线问题,CT 断线电流定值也可以按两段整定,即不灵敏段和灵敏段,不灵敏段按大于正常运行时的最大不平衡电流来整定,并乘以适当的可靠系数,并且该段动作时闭锁母线保护。灵敏段也按大于正常运行时的最大不平衡电流来整定,但不乘可靠系数,该段的动作延时可以较长,该段动作时只发信号,不闭锁母线保护。

## 5 充电保护定值的整定方法

母线由备用状态转为运行状态,首先要给母线充电加压。如果由于某种原因,母线发生短路故障,则需要快速切除母线故障。充电保护的定值按以下方法整定:小于被充电元件发生故障时,在最小运行方式下流过母联断路器的故障电流,并考虑足够的灵敏度,灵敏系数大于1.5。充电保护只是短时投入,然后自动退出,也可用压板控制其退出。许继公司的 WMH800 微机母线保护对充电保护设置一个延时段和一个速动段,运行人员通过压板投退控制其使用。

## 6 母联失灵保护定值的整定方法

母联失灵保护的电流定值按差动保护的動作門坎來整定,母聯失靈延時按大於母聯斷路器最大跳閘滅弧時間,並考慮一定裕度來整定,推薦範圍 0.10 ~ 1.00 s。

## 7 断路器失灵保护定值的整定方法

(1) 各支路失灵电流定值(根据需要设置,当 WMH800 只判失灵启动无电流判别元件时定值单中没有这些定值项):

由于为每个连接元件增加失灵电流判据,所以为每个连接元件设置一失灵电流定值。设定值应按线路末端故障有足够灵敏度(大于1.5)的前提下,尽可能大于最大负荷电流来整定,如果最大负荷电流不能满足灵敏度要求时,服从灵敏度需要,这主要是考虑失灵保护还有接点启动和电压闭锁等动作条件。

### (2) 失灵跳母联延时

大于断路器动作时间和保护返回时间之和,并考虑一定裕度,满足与其他保护的配合要求,推荐范围 0.15 ~ 1 s。

### (3) 失灵跳母线延时

在失灵跳母联延时时间基础上,再加上母联(或

分段)断路器动作时间和保护返回时间之和,并考虑一定裕度,在保证满足与其他保护的配合要求前提下,时间应尽可能短,推荐范围 0.25 ~ 1 s。

## 8 母线保护电压闭锁定值的整定方法

母线保护的电压闭锁主要是考虑误碰、误通电、装置元件损坏引起的保护误出口,但不能因此误闭锁母线保护:

### (1) 母线保护低电压定值(相)

按母线对称故障时有足够的灵敏度(大于 2)整定,并小于最低运行电压,推荐范围 25 ~ 45 V。

### (2) 母线保护零序电压定值(开口三角)

按母线故障时有足够的灵敏度(大于 2)整定,并躲过母线正常运行时出现的最大不平衡电压,推荐范围 6 ~ 20 V。

### (3) 母线保护负序电压定值(相)

按母线故障时有足够的灵敏度(大于 2)整定,并躲过母线正常运行时出现的最大负序电压,推荐范围 6 ~ 20 V。

### (4) 失灵保护低电压定值(相)

按连接本母线的任意线路末端发生对称故障和任意变压器低压侧发生短路故障时有足够的灵敏度整定,推荐范围 25 ~ 50 V。

### (5) 失灵保护零序电压定值(开口三角)

按连接本母线的任意线路末端发生不对称故障和任意变压器低压侧发生短路故障时有足够的灵敏度整定,推荐范围 6 ~ 20 V。

### (6) 失灵保护负序电压定值(相)

按连接本母线的任意线路末端发生不对称故障和任意变压器低压侧发生短路故障时有足够的灵敏度来整定,推荐范围 6 ~ 15 V。

## 9 母线保护 CT 变比的整定方法

(1) 常规母线差动保护要求 CT 变比一致,当变比不一致时可以通过安装中间变流器进行调整。WMH800 型母线保护装置把 CT 变比作为定值由用户现场设定,对主 CT 变比无特殊要求,变比可以任意设定。此时差动电流定值的计算及差动电流的显示均以最大的 CT 变比为基准。

例如:某一变压器 CT 变比为 1200/5,线路 CT 变比为 600/5,厂用变 CT 变比为 100/5。整定时 CT 变比分别设置为 240、120、20 即可,也可以把所有回路的 CT 变比除以一个系数,例如按 24、12、2 整定。差动电流定值的计算及差动电流的显示以 1200/5

为基准。在定值单中,CT变比作为单独的一栏,有24路CT变比定值,用户根据自己的需要整定。

### (2) 不同规格CT混用的说明

有的变电站,用户不能提供同规格的CT,也即5A和1A规格的CT混用,对于这种情况,WMH800母线保护采用自动把1A规格转换为5A规格的方法,用户折算CT变比时,要把1A规格的元件的CT变比乘以5,计算定值也按5A规格。

## 10 结束语

以上是本文作者总结多年母线保护的供货和运行经验的心得,为使用母线保护的用户提供一些可以依据的原则,一定存在不足之处,希望电力系统同行多多提出宝贵意见。

### Setting principle of WMH800 microcomputer-based busbar protective relay

ZHOU Xiaolong<sup>1</sup>, CHENG Tianbao<sup>1</sup>, LIU Tingwei<sup>2</sup>, WANG Jiurong<sup>3</sup>

(1. Xi Electric Corporation, Xuchang 461000, China; 2. Liaoyang Petrochemical Corporation, Liaoyang 111003, China;

3. Gansu Electric Power Design & Research Institute, Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** Numerical busbar protective relay based on current differential principle with ratio restraining characteristic is used widely in the electric power system. Its setting method can't keep to the old principle indiscriminately. This paper introduces the setting principle of WMH800. Especially it analyzes the theory that how to calculate the differential setting value and the voltage interlock setting value and etc. Some reference principles for the setting calculation of numerical busbar protection is provided.

**Key words:** setting principle; reliability coefficient; sensitivity; busbar protection

(上接第27页)

作者简介:

袁智强(1969-),男,工程师,博士研究生,从事电力市场、电力系统安全分析方向的研究;

陈宇晨(1957-),男,副教授,博士研究生,从事电力市

场、电力系统安全分析方向的研究;

刘涌(1976-),男,博士研究生,从事电力市场、电力系统安全分析方向的研究;

侯志俭(1942-),男,博士生导师,教授,研究领域为电力市场、电力系统分析、配电网重构等。

### Application of the improved direct current load flow algorithm on static security analysis

YUAN Zhi-qiang, CHEN Yu-chen, LIU Yong, HOU Zhi-jian

(Electric Power School of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** The direct current load flow model is broadly applied in the static security analysis in power system because it is simple and easy to calculate rapidly. Unfortunately, it is not so satisfied because of its low precision. One kind of improved direct current load flow model is put forward to improve its precision in the paper. The proposed approach was tested on the standard IEEE14-bus and IEEE30-bus system. The results of simulation show that the method is effective.

**Key words:** static security analysis; direct current load flow model; improved direct current load flow model

### 参考文献:

- [1] 王春生,等. 母线保护[M]. 中国电力出版社,1997.
- [2] 崔家佩,孟庆炎,陈永芳,等. 电力系统继电保护与安全自动装置的整定计算[M]. 水利电力出版社,1993.

收稿日期: 2002-11-12; 修回日期: 2003-03-05

作者简介:

周晓龙(1976-),男,助理工程师,工学学士,从事微机母线保护的研发和市场技术支持;

程天保(1971-),男,工程师,工学学士,从事微机母线保护的研发和市场技术支持;

刘廷卫(1969-),男,工程师,从事继电保护运行管理工作;

王九刚(1969-),男,工程师,从事继电保护电气设计工作。