

# WMH-800 新一代微机母线保护装置的研究

宋小舟, 于子重, 涂东泽, 程天保, 王 东

(许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 基于 32 位 DSP 开发的 WMH-800 新一代微机母线保护在母线运行方式的自适应判别、CT 饱和的鉴别、CT 变比的设置、辅助功能的完善等方面都作了很大的改进和提高。

**关键词:** 自适应; CT 饱和; 运行方式

中图分类号: TM773

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)11-0039-03

## 1 前言

随着电力系统对自动化程度要求的不断提高, 微型机母线保护投入现场运行的数量也不断增多, 同时对母线保护各种附加功能的要求也越来越高, 如何与自动化系统实现数据通信等, 特别是无人值班变电站的建设, 对母线保护软硬件及网络的可靠性要求较高。国外微型机母线保护也逐渐向 32 位的计算机系统、16 位 AD、更高的附加功能等方面过渡, 并且具有了产品, 而国内也正在发展。因此有必要研制一套软硬件可靠、技术先进、附加功能强的新型母线保护产品, 以满足国内市场对母线保护性能要求的不断提高。许继研究所新研制的 WMH-800 型微机母线保护装置充分吸收原有微机母线保护装置的优点和在运行及设计过程中取得的经验, 比原有微机母线保护装置在功能上有较大的提高。

## 2 硬件特点

WMH-800 型微机母线保护装置以美国 TI 公司生产的 32 位 TMS320C32X DSP 芯片为核心, CPU 板采用 6 层印制板, 贴装工艺, 模拟量转换采用高精度 16 位模数转换器, 机箱及接插件分别由德国威图公司及菲尼克斯公司提供, 可靠性高、接插灵活, 为装置的可靠运行奠定了基础。整套计算机系统、模数转换、开关量的输入及输出等集中设计于一块印制板中。开关量的输入、输出采用高可靠的光电隔离器件, 机箱采用整体面板及大背板结构, 背板出线双层布置, 上层为箱体内部出线的弱电回路, 采取印制板方式连接, 不需配线; 下层为强电回路, 包括模拟量输入、开关量输入、信号触点、出口跳闸触点、直流电源等, 这些回路不通过印制板, 而由高可靠的接插件直接联接至屏端子, 减少了中间环节, 增加整套系统的可靠性。这种强弱电分开的出线方式, 降低了

强电回路对弱电回路的影响, 提高了装置的抗干扰性能。能承受 GB/T13598.10-1997 第 4 章规定的严酷等级为 Ⅰ 级的快速瞬变干扰。

系统容量大, 适用于 24 个及 24 个以下联接元件的各种主接线的母线(注: 一面屏)。

## 3 保护原理

WMH-800 型微机母线保护采用国内外比较成熟的比例制动的分相瞬时值电流差动保护和独立于差动保护计算机系统的复合电压元件构成主保护, 再配以母联(分段)充电保护、断路器失灵保护、母联失灵及死区保护、母联过流保护构成完整的整套保护。

### a. 差动保护的工作原理

差动保护设置大差及各段母线小差, 大差作为小差的起动元件, 用以区分母线区内外故障, 小差为故障母线的选择元件。大差, 小差均采用具有比率制动特性的瞬时值电流差动算法, 其动作方程为:

$$I_d > I_{dd}$$

$$I_d > KI_f$$

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时值,  $K$  为比例制动系数,  $I_{dd}$  为差动电流整定门坎。

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

差动保护动作曲线如图 1 中所示。

为提高保护的可靠性及抗干扰能力, 提高采样率增加计算比较次数。本装置采样率为每周波 24 点。如满足上式的动作方程, 判为母线内部故障, 母线保护动作, 跳开联接于故障母线的的所有断路器。大差及小差各自的保护范围如图 2 中所示。

b. 母线区内故障差动保护灵敏度及外部故障 CT 误差对差动保护的影响

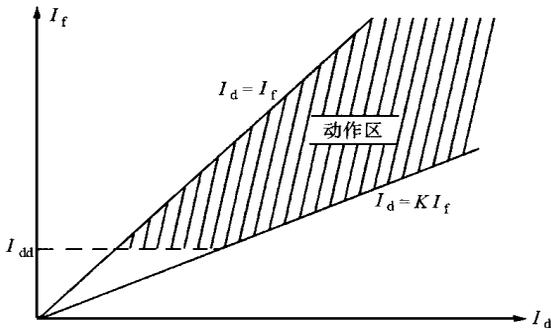


图1 差动保护动作曲线



图2 双母线系统大差、小差保护范围

母线内部故障时,可能有电流流出母线,差动保护的灵敏度降低。假设流出母线的电流与总故障电流的比值为  $\beta$  如图3中所示。(图中电流为二次电流值)

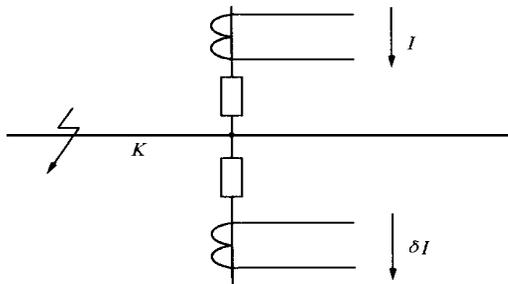


图3 母线内部故障示意图

要保证差动保护可靠动作,则有:

$$\frac{1-\beta}{1+\beta} > K \quad \left[ \frac{I_d}{I_f} > K \right]$$

外部故障时,故障支路 CT 可能产生较大的误差而引起不平衡电流,假设故障支路 CT 误差为  $\beta$ ,如图4中所示。(图中电流为二次电流值)

若保证差动保护不误动,则有:

$$\frac{1-\beta}{2-\beta} < K \quad \left[ \frac{I_d}{I_f} < K \right]$$

由此可以看出给定比率制动系数  $K$ ,要保证差动保护正常工作,内部故障时流出母线的电流和总电流的比值以及外部故障时允许故障支路 CT 误差

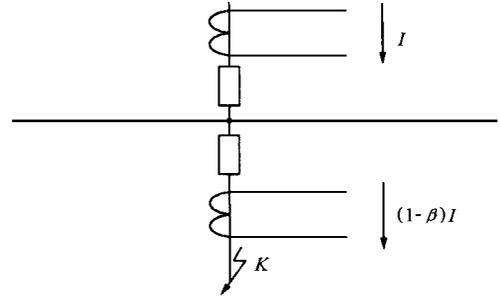


图4 母线外部故障示意图

值都有一极限值。对应关系如下表1。

表1

制动系数	流出母线电流比值(%)	允许 CT 误差(%)
0.3	53.8	46.2
0.4	42.8	57.2
0.5	33.3	66.7
0.6	25	75
0.7	17.6	82.4
0.8	11.1	88.9

由上表可知,母线内部故障有电流流出母线时差动保护的灵敏度有所降低,外部故障 CT 误差较大时对差动保护产生不利影响,但是,根据具体的系统可选取适当的比率制动系数,可确保差动保护的可靠安全运行,不会影响保护的整体性能。

#### 4 母线运行方式的自适应识别

在双母线系统中,根据电力系统运行方式变化的需要,母线上的连接元件需在两条母线间频繁切换,为此要求母线保护能够自动跟踪一次系统的倒闸操作。本装置用软件实现母线运行方式的自动识别,A、B、C差动箱均引入隔离刀闸的辅助触点(并联),各自完成运行方式的自动识别,然后通过串口发至人机接口,由人机接口对各子系统传送的运行方式字采用3取2方式进行比较判断,采用加以确认后发送再发送至各子系统,作为差动电流计算及出口跳闸的依据,这避免了母线保护装置自身问题造成的运行方式的误识别。差动保护箱中由于引入了各自相的电流,可利用电流对隔离刀闸的辅助触点位置进行校核,若二者不一致,则发切换异常信号。隔离刀闸辅助触点的状态通过装置面板的发光二极管指示,同时人机接口中运行方式字的显示可与装置面板显示的运行状态相互校核。

##### a. 运行方式字

运行方式字反映了双母线系统各连接元件与母

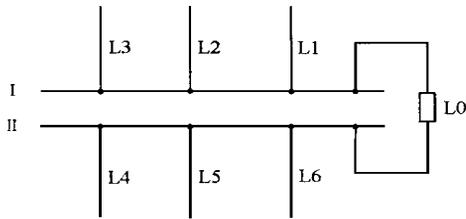


图5 双母线系统

线的连接情况。如果某个连接元件投入母线,则该位为1,否则该位为0。双母线系统各段母线均设有一运行方式字。双母线系统如图5所示,母、母运行方式字如下:

	运行方式字	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0
母线	0x0f	0	0	0	1	1	1	1
母线	0x71	1	1	1	0	0	0	1

#### b. 隔离刀闸辅助触点识别运行方式

隔离刀闸连接如图6中所示,a、b为连接元件L的隔离刀闸,当L投入母时,对应母运行方式字该位为1,对应母运行方式字该位为0;当L投入母时,对应母运行方式字该位为1,对应母运行方式字该位为0;当L同时投入、母时(如倒闸过程中),对应、母运行方式字该位均为1。当L退出运行时,对应、母运行方式字该位均为0。

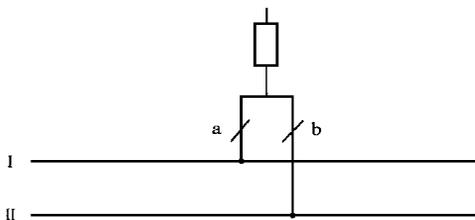


图6 隔离刀闸连接

#### c. 电流平衡法校验运行方式字

系统正常运行时,母线大差及各段母线小差都是平衡的,利用电流对隔离刀闸辅助触点识别的运行方式字进行校验,若差动电流不平衡则告警。

在某些极端情况下,如利用以上方法仍不能完全正确判别出母线运行方式(如某元件电流为零,倒闸过程中隔离刀闸辅助触点又没接通),则本保护充分利用母线故障时的特点,也能保证正确地切除故障母线的所有元件。

## 5 CT饱和检测

当母线外部发生故障特别是母线近端发生外部故障时,由于直流分量的影响,CT可能发生饱和,使

CT的二次电流发生畸变,不能真实反映系统的一次电流,在差动回路中有差电流存在,对母线差动保护产生不利影响,若不采取必要的闭锁措施,差动保护就会误动,因此,在各种类型的母线差动保护中必须对CT饱和采取相应的闭锁措施。

根据分析,即使CT严重饱和时,在故障发生的初始阶段和线路电流过零点附近CT存在一个线性传变区,在线性传变区内差动保护不会误动作。根据这一特性,利用CT饱和时差动保护动作时间滞后于故障发生时刻的特点,首先判断故障的发生时刻,若此时差动保护不动即判为母线外部故障,闭锁差动保护一周,然后利用波形识别法来开放差动保护,以确保母线区外故障时,差动保护能可靠动作,WMH-800型微机母线保护在判断故障发生方面采取了多种措施,确保能准确判别故障时刻。

## 6 CT变比的设定

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。WMH-800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,变比之间无需成倍数关系。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。差动电流定值的计算及差动电流的显示以1200/5为基准。

## 7 辅助功能

WMH-800型微机母线保护在开发过程中,充分考虑到用户的需要,装置自检功能全面,除了对装置自身能完全自检外,还具有交流电流及电压的实时监测及显示、开关量输入的实时监测、故障报告的显示及打印、事件报告的显示及打印、保护压板的投切、定值的修改、CT变比的设置等功能。人机接口采用汉化菜单式液晶显示,键盘简单易操作。与上位机通信可实现定值的远方修改、采样值及故障报告的上传等功能,满足自动化的要求。另外,我们还配置了保护专用调试和分析软件,用户在计算机上除了能完成人机接口的所有功能外还可进行事故分析、存储、拷贝和打印,极大地方便了用户。

## 8 结论

利用32机DSP开发WMH-800 (下转第45页)

为了方便现场人员操作和使用,钳型电流表采用指针式无电源电流表。虽然电磁式电流表的灵敏度不如电子式钳型电流表,但由于电磁式电流表无须电池,经久耐用,另外,通过指针的摆动来观察馈线中电流大小的变化,比较形象和直观。而且,电磁式电流表灵敏度可以满足实际要求。

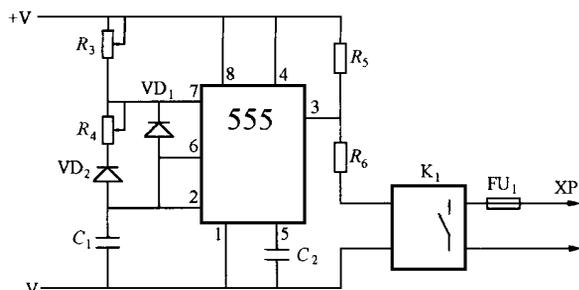


图2 装置工作原理图

图2所示电路图中的电位器 $R_4$ ,用于调节555多谐振荡器的谐振频率。谐振频率的选择,依据钳型电流表指针的固有惯性特性。由于钳型电流表不

需要精确测量故障线路中的短路电流,关键是把故障线路中短路电流的变化,尽可能明显地表现出来,所以,希望指针的摆动尽可能大。当 $R_2$ 调整到某一位置,555多谐振荡器的谐振频率与指针的惯性时间常数一致时,指针随馈线中短路电流的变化而摆动,且摆幅最大。操作人员可以明显地观察到这种摆动,从而查找到故障线路。

### 3 结论

本文介绍了一种用于中性点经电阻接地的接地馈线查找装置。该装置工作原理简单、可靠。给出了555多谐振荡器的一个应用实例。

收稿日期: 2000-01-20

作者简介: 李晓明(1956-),男,副教授,主要从事继电保护和微机在电力系统中应用研究;高兴生(1965-),男,工程师,主要从事发电厂电气运行与检修管理工作和继电保护方面研究。

### A new device of detecting faulted feeder

LI Xiao-ming<sup>1</sup>, GAO Xing-sheng<sup>2</sup>

(1. Shandong University of Technology, Jinan 250061, China; 2. Shandong Shiheng Electric Power plant, Feicheng 271621, China)

(上接第41页) 新一代微机母线保护软硬件可靠、技术先进、附加功能完善、自适应能力强,是电力系统发展和更新换代的理想产品。

#### 参考文献:

[1] 王春先,等. 母线保护. 水力电力出版社,1987,9.

收稿日期: 2000-06-14

作者简介: 宋小舟(1969-),男,本科,工程师,从事微机母线保护的设计、研究工作;于子重(1968-),男,本科,工程师,从事电力系统自动化的设计、研究。

### Research into the WMH- 800 new generation of microprocessor based busbar protection

SONG Xiao-zhou, YU Zi-zhong, TU Dong-ze, CHENG Tian-bao, WANG Dong

(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** WMH- 800 new generation of microprocessor based busbar protection developed based on 32-bit DSP has been improved in many functions such as its adaptive discrimination on busbar mode, identification on CT saturation, setting of CT ratio and complementation of its auxiliary functions.

**Key words:** adaptive; CT saturation; operating mode