

# 适用于单端或双端电源的 微机成套线路保护装置的研制

赵志华 郑建欣 王强 易永辉 张红跃 许昌继电器研究所(461000)  
于全党 赵自刚 常胜 河北省电力调通局(050021)  
葛耀中 西安交通大学(710049)

**【摘要】** 本文介绍了一种可用于单端或双端电源的WXH—25型微机成套线路保护装置。该装置利用故障分量实现了单端电源内部故障的判别,解决了使用允许信号方式下的可靠跳闸问题;主保护能反应各种故障,具有很高的安全性和可靠性。对于后备保护也将其特点作了介绍;装置的重合闸除具有常规的重合闸方式外,还有单相永久故障闭锁重合的方式供选用。

**【关键词】** 单端电源 允许信号 永久性故障

## 引言

随着电力系统的发展,输送容量越来越大,稳定问题越来越突出,加之三峡工程的上马,500kV输电线路的大量投产以及短线路的大量出现,对继电保护的要求越来越高,载波通道拥挤的情况更加突出,而对220kV以上的线路又要求继电保护的配置要双重化,并且最好使用两套不同原理的主保护。原理的不同包括三个方面:①基本原理的不同,如方向比较式和相差;②通道实现方法上的不同,如载波通道和微波通道;③信号使用方式上的不同,如闭锁式和允许式。

微机线路保护在电力系统中已经得到了推广应用,并且运行效果也比较好,但目前普遍采用的是闭锁信号的方向比较式,使用允许信号的极少。使用允许信号有两大优点,一是安全性高,二是动作速度较快,但允许式保护有两个问题需要解决,一是通道阻塞的问题,二是单端电源内部故障时的可靠跳闸问题。现行的220kV线路的载波通道大多采用相地制,部颁《反措要点》中明确提出这种情况不能使用允许信号,所以国内普遍采用一种解除闭锁的方式,但其动作速度较慢。

微波通信在电力系统中已经普遍使用,但并未达到综合利用的效果,比如还很少用于继电保护。如果利用微波实现纵联保护,不但解决了载波通道拥挤的问题,而且也解决了电力系统故障的通道阻塞问题;如果又能克服单端电源拒动的缺点,那么使用允许信号是比较理想的方案。此外,目前的重合闸都是盲目重合的,也就是说,不论是瞬时性故障还是永久性故障都进行重合。为了克服这一缺点,首次引入了永久故障的预测方法,在瞬时性故障时进行重合,在永久性故障时不重合,避免对系统造成不应有的冲击。

本装置就是基于上述前提开发研制的。

收稿日期:1996-02-05

# 1 总体介绍

装置用途:适用于 110~500kV 各级高压输电线路,用作成套保护。

保护配置:包括方向比较式纵联保护(以下称为主保护)、距离保护、零序电流(方向)保护及综合重合闸。

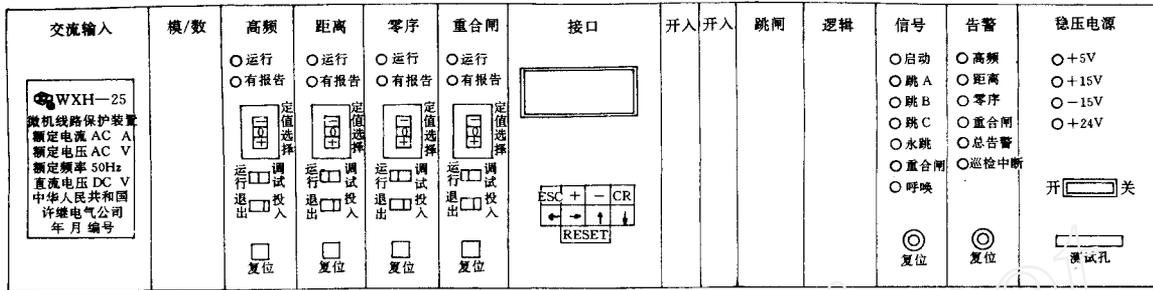


图 1 装置的结构及布局示意图

装置采用插件组合式结构,其中模数变换是用满量程频率为 2MHz 的 VFC 芯片实现的;四个保护(CPU)插件的硬件完全相同,CPU 采用 16 位的单片机,分别实现主保护、距离保护、零序电流(方向)保护和综合重合闸功能;接口(CPU)插件完成人机对话,设置有键盘和液晶显示器,并可外接打印机实现报告及信息的硬拷贝;跳闸插件有两组跳闸触点,可满足  $1 \frac{1}{2}$  接线的要求。

# 2 硬件框图

装置的硬件逻辑框图示于图 2

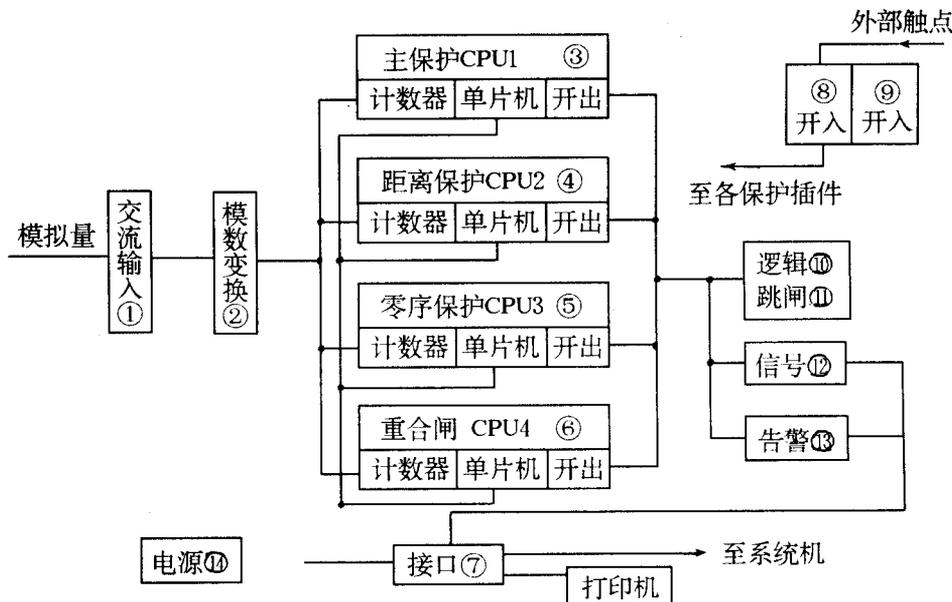


图 2 装置的硬件逻辑框图

一次 CT、PT 来的电气模拟量输入到交流输入插件,变为小电压信号后送至模数变换插件进行模数变换,变换后的脉冲数值量送至各保护插件实现数据共享,各保护 CPU 根据开关

量、模数变换等插件送来的信息,进行综合判断和计算,并按照各自的程序实现相应的保护功能。接口插件设有液晶显示器,通过键盘操作,可方便地进行人机交流,同时接口 CPU 与各保护 CPU 进行通讯,实现互检,使装置的可靠性得到很大的提高。

保护插件设有程序出格闭锁出口的回路,可防止此种情况下装置的误动作。

### 3 保护原理

#### 3.1 启动元件

a. 相电流差突变量启动元件;自身带有浮动门槛,用来控制程序流程,对主保护来讲,也用该元件启动收发信机;

b. 零序电流辅助启动元件:在高阻接地时,用来开放“三取二”回路,使装置能够正确动作跳闸,它与突变量启动元件可以在灵敏度上实现互补。

#### 3.2 所有保护都具有选相跳闸功能。

#### 3.3 主保护

对主保护的考核除动作速度外,还有以下四点要求:

- a. 能反应各种类型的故障,特别是高阻接地等特殊情况;
- b. 不受负荷的影响;
- c. 不受振荡的影响——振荡时不误动,振荡中故障又能够动作;
- d. 非全相运行时仍有主保护的功能。

能否满足这四点要求,其关键是方向元件的选取,本装置的方向元件首选正序故障分量,其理由是:

众所周知,对电力系统故障的分析,可应用叠加原理和对称分量理论,对故障前的负荷状态就不去讨论了,我们最关心的是故障附加状态,即故障引起的工频故障分量。由于故障类型的不同,将产生不同的故障分量,不对称接地故障时,产生正序、负序和零序故障分量,如果不接地,仅有正序和负序故障分量出现,而在发生对称故障时,只有一个故障分量即正序故障分量出现。这些故障分量仅与故障类型有关,而与故障相别没有任何关系,即与选相结果无关,所以在故障时首选正序故障分量作方向判断是最好的。

正序故障分量是短暂的故障分量,而负序、零序是稳定的故障分量,只要故障存在,它一直不消失,将这两种性质的方向元件进行有机的结合来实现主保护,这种方式是非常合适的。

本装置的主保护就是根据上述原则研制的。

对正序故障分量,可用图 3、图 4 所示的等效网络图来分析方向元件在区内、区外故障时的动作行为,从图上可以看出:在区内、区外发生故障时,R 侧的电流与电压之间的相位关系发生了“突然”变化,也就是说其方向性是非常明确的,并且不受过渡电阻的影响。

主保护的工作情况如下:

区内故障:两侧都判为正方向,同时又将本侧的判断结果经通道(可以是专用通道、复用通道或微波通道)传至对侧,经综合判断后认定故障在本线路,两侧动作切除故障;

区外故障:反方向侧(R 侧)将本侧的区外判别结果传至对侧(S 侧),两侧经综合判断,认定故障不在本线路,都不误动作,并做好下次故障的检测准备;

区外转区内故障:很显然,在区外故障时不会误动作,如果区内再发生故障,两侧正序故障分量方向元件都再次启动,将故障快速切除;

在非全相运行的情况下,又发生转换性故障,两侧反应健全相突变量的方向元件将同时启

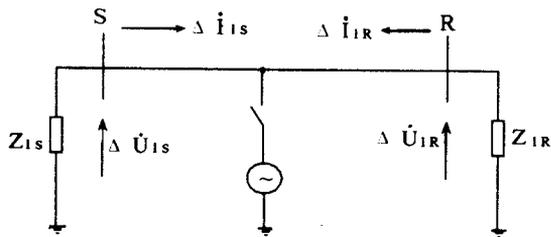


图3 区内故障时等效网络图

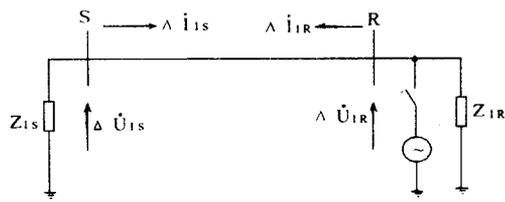


图4 区外故障时等效网络图

动,如故障在本线路则动作切除,否则继续按常规运行。

由于方向元件的启动带浮动门槛,在系统振荡时不会误动作,在系统两端电势角差  $\delta$  不大的情况下发生故障,两侧的正序故障分量方向元件将启动,动作切除区内故障,如果在  $\delta$  接近  $180^\circ$ ,并且在振荡中心附近发生故障,开始时负序、零序方向元件不动作,但随着  $\delta$  的减小就能够动作切除区内故障。还有一种极为罕见的情况,就是在  $\delta$  接近  $180^\circ$ 时,振荡中心附近又发生三相短路,实际运行的结果还没有出现过这种情况,既使出现这种情况,仍可由后备保护动作切除。

在手合或重合于永久性故障线路,由合闸于故障回路动作切除。

利用故障分量原理,装置实现了单端电源输电线路的内部故障判别,解决了单端电源情况下主保护的可靠跳闸问题。

判据单端电源输电线路内部故障的逻辑框图如图5所示。

显然,在外部故障或双端电源内部故障时,逻辑输出为“0”态,仅在单端电源内部故障时输出为“1”态,从而输出“内部故障”命令,保证电源侧的保护可靠动作跳闸。

### 3.4 距离保护

a. 设置有完整的三段式相间和三段式接地距离保护,阻抗计算采用傅氏阻抗算法,测量误差小;

b. 采用故障后短时开放 I、II 段的闭锁方式,对在闭锁生效至整组复归的一段时间内又发生的故障,根据故障类型的不同按以下两种方式进行检测:

① 不对称故障:判据为  $|I_2| + |I_0| \geq m|I_1|$ ,当满足上述关系式时,可以判定本线路又发生了故障,从而解除对 I、II 段的闭锁,使本线路的故障得以快速切除;

② 对称性故障:设置控制字,实现在整组复归前是否闭锁 I、II 段的功能,满足现场运行的不同要求。

### 3.5 零序电流(方向)保护

- 利用 CT 断线时,零序电压不突变的特点,使得 CT 断线时不误动;
- 设有非全相闭锁和是否经阻抗元件闭锁零序 II、III 段的功能;
- 设有 PTDX 时是否短接零功方向元件的功能,方便了用户的使用。

### 3.6 综合重合闸

对高压输电线路,多数采用线路 PT,根据这种实际情况,在发生单相接地故障时,本装置

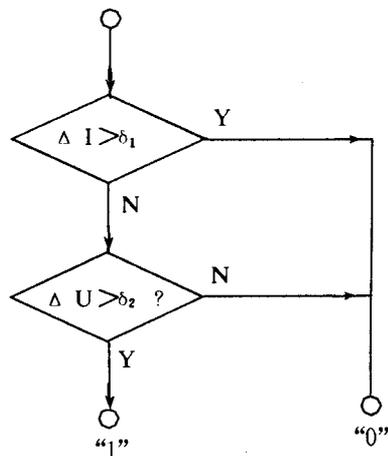


图5 单端电源判别元件的逻辑框图

除具有常规重合闸的功能外,还设有在重合前的非全相运行期间,检测所发生的故障是瞬时性故障还是永久性故障的功能,根据用户需要,可实现瞬时性故障重合,永久性故障闭锁重合。

高压输电线路具有分布参数的特征,并且在各相之间具有耦合作用,因此在断开发生单相接地的故障相后,故障相的两端仍有电压,该电压由两部分组成:一个是电容耦合电压,另一个是电感耦合电压,在瞬时故障的条件下断开相上的电压由电容耦合电压和电感耦合电压合成;在永久故障条件下电容耦合电压很小甚至为零,断开相上的电压主要表现为电感耦合电压。本重合闸的永久故障判别就是基于这样一个基本原理实现的。

## 4 设计特点

- a. 能反应各种情况下的故障,可靠性高;
- b. 适用于单端或双端电源的输电线路,用作成套保护;
- c. 具有永久性故障判别功能,在系统发生单相永久性故障时,可使系统避免一次不应有的冲击;
- d. 采用多 CPU 硬件结构,冗余度高,可靠性强;
- e. 采用 VFC 实现模数变换,工作稳定,精度高;
- f. 人机界面友好,操作简单,便于使用和掌握。

## 5 主要性能指标

整组动作时间:不大于 30ms,最快 15ms。

整定值误差:不超过  $\pm 5\%$

交流回路功耗:不大于 1VA,实测 0.48VA。

## 后记

WXH—25 型微机线路保护装置通过了国家继电器质量监督检验中心的动模检验和型式检验,通过在河北邢台供电局的试运行,证明装置的性能稳定,工作可靠,完全满足电力系统对继电保护的要求,该装置于 1996 年 1 月通过了由机械部和电力部主持的两部鉴定,鉴定结论是:装置的主要性能指标具有目前国内外同类产品的先进水平,其中“单相永久故障判别元件”具有国内外领先水平。

装置的试运行采用的是微波通道,工作在允许信号方式。

### 参考文献

- 1 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术. 中国电力出版社,1995
- 2 葛耀中. 高压输电线路高频保护. 水利电力出版社,1987
- 3 葛耀中等. 微机式自适应单相重合闸的判据和算法. 继电器,1995. 2

