

WXH-2型微机线路保护装置

许昌继电器研究所 苏宏勋 张克元 冯国东 韩晓明

一 前言

随着微型计算机在各个领域日益广泛的应用,电力系统也越来越多地采用这种高科技来满足系统对继电保护装置的要求,因此微机继电保护装置应运而生。由于微机继电保护装置不仅在快速、灵敏等方面达到和超过传统的保护装置,而且在安全、可靠方面也能满足用户的要求,特别是其使用的灵活性与方便性深受用户欢迎,因此微机继电保护装置具有广阔的发展前景。

由许昌继电器厂生产的WXH-1A型微机线路保护装置投入生产以来,深受用户欢迎,为了进一步推广和使用该产品,继WXH-1A型微机线路保护装置后,许昌继电器厂与华北电力学院又联合研制出WXH-2型微机线路保护装置,这两套装置配合使用,既解决了高压输电线路微机双高频的问题,又避免了WXH-1A装置单机运行时装置出现故障,输电线路将失去保护的问题。

二 装置的保护配置

本装置为成套线路保护装置,主保护是相差高频保护,另外还设置有距离保护,零序方向及重合闸。

1. 相差高频保护

本装置的相差高频保护根据不同的情况,采用不同的启动元件和操作电流

①全相运行中的故障启动元件为相电流突变量元件,该元件兼作整套保护的启动元件,此时采用 $I_1 + KI_2$ 作为操作电流。

②非全相运行中运行相故障的启动元件为两运行相相电流差的故障分量元件,此时采用两运行相相电流差的故障分量作为操作电流。

③重合于故障线路上的启动元件为相电流元件(该元件按躲电容电流整定),此时操作电流恢复到 $I_1 + KI_2$ 。

④失去静稳定的启动元件为A相电流元件和BC相三段阻抗元件。

2. 距离保护:

本装置的距离保护设置的有相间距离 I、II、III段,接地距离 I、II、III段。

3. 零序电流方向保护

本装置零序电流保护只设有第三段零序电流,其目的在于切除长期非全相运行,可带方向,也可不带方向。

4. 重合闸

本装置可用装在屏上的重合方式选择开关选择综重、单重、三重和停用四种重合方式，在三重方式时，还可通过定值清单中的“JSBZ”控制字来选择一般方式，东北方式和华东方式，见表1所示。

表 1

工作方式	一 般	东 北	华 东
说 明	任何故障三跳，重合一次	任何故障三跳，仅单相接地允许重合	任何故障三跳，仅三相短路不重合

三 保护装置的主要技术数据

1. 额定参数：

①直流电压：220V、110V。

②交流电压：各相电压 $100/\sqrt{3}$ V，开口三角为100V，检同期用线路抽取电压 $100/\sqrt{3}$ V、100V。

③交流电流 5A、1A。

④额定频率 50Hz。

2. 功率消耗

①直流220V回路不大于60W。

②交流电压回路不大于 $3VA/\phi$ （额定电压下）。

③交流电流回路不大于 $1VA/\phi$ （额定电流下）。

3. 整组动作时间

①高频相差保护动作时间不大于60ms。

②相间阻抗 I 段

测量阻抗不大于0.7倍整定阻抗时，动作时间为30ms。

I 段保护范围末端的动作时间为45ms。

③接地距离

测量阻抗不大于0.7倍整定阻抗时，动作时间为35ms。

I 段保护范围末端的动作时间为55ms。

4. 测距精度

对于20km~300km高压输电线路金属性短路时，测距离精度 $\pm 5\%$ 。

5. 时间定值的精确度

重合闸的各项时间定值几乎没有误差，距离II、III段、零序各段的动作时间要略大于整定时间，并有一定的离散，但最大偏差不大于20ms。

6. 外形尺寸

该装置外形尺寸有两种，分别为 $720 \times 180 \times 402$ 和 $740 \times 180 \times 402$ 。

四 保护装置的硬件介绍

本装置采用许继最新设计的JJX—12机箱结构，外观新颖，插拔自如，整套装置共有11个插件，其硬件示意图如图1所示。

1. 数据采集系统

该系统共有三个插件组成，分别为：

- 电压形成插件——1#
- 采样保持插件(S/H)——2#

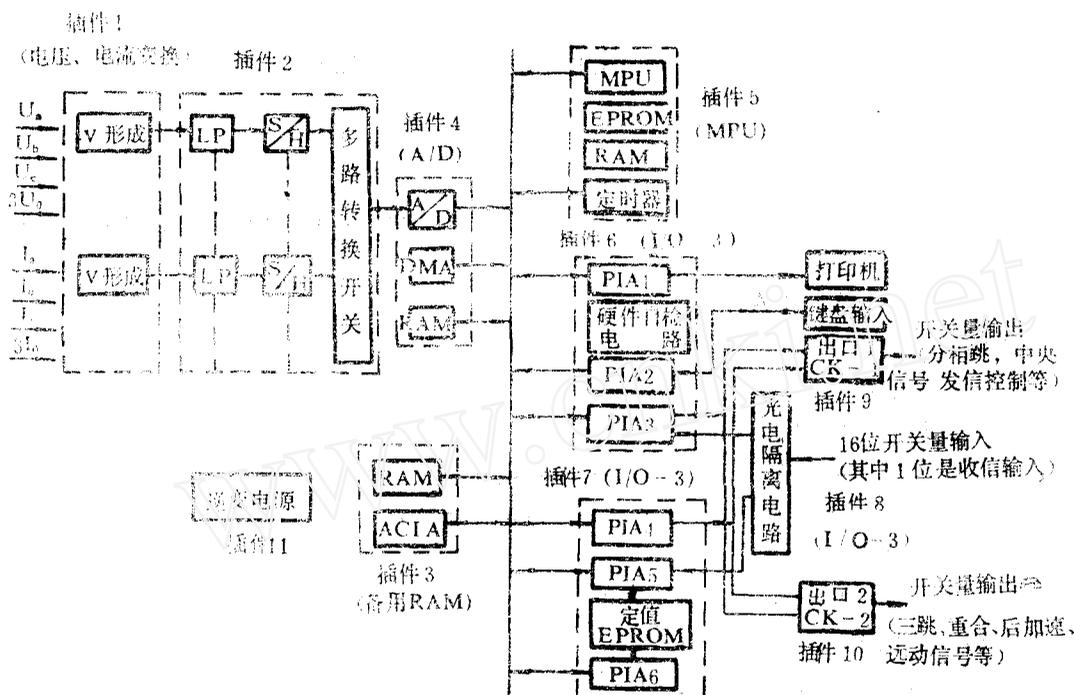


图1 硬件示意图

- 模数转换插件(A/D)——4#。

本装置共设置有10个模拟量输入通道（三个相电压、三个相电流，由PT开口三角来的 $3U_0$ 、电流回路的 $3I_0$ 、线路抽取电压 U_L 和一个5V直流电源监视），电压形成插件中各变压器、变流器将交流电压和电流隔离和变换至适合模数变换器AD574的量程，对电流采用无气隙的电流变换器，二次并电阻取电压的方法，电阻值可通过跨线切换成不同的数据。以满足不同电流量限的要求，由于模数变换器AD574的量限为 $\pm 5V$ （峰值），由此也就确定了各电压变换器、电流变换器的变比。

由电压形成插件各电压变换器、电流变换器二次侧取得的电压分别经采样保持插件上的两级R—C低通模拟滤波器送至各个采样保持器(LF398)，各通道采样保持器的采样脉冲输入端并联后接至CPU插件上定时器68B40的定时输出端，以实现对各通道的同时采样，各通道采样保持器前设置的两级R—C低通模拟滤波器用以防止频率混迭。

采样保持插件上设置的模拟量多路转换开关AD7506,在其四个输入端的控制下,轮流将10个采样量通过其输出端送至模数转换插件(A/D)上模数变换器AD574的模拟输入端,进行模数转换,转换结果存入由8片静态2114RAM组成的存储区。模拟量多路转换开关的四个输入端分别同模数转换插件上的计数器7419的四个输出端相连,以便由硬件电路控制计数器自动进位切换通道。

2. 微处理系统

该部分由一个CPU插件(5#)组成,该插件上设置有一片MC68B09微处理器芯片;一片2716EPROM和四片2732EPROM可用紫外线擦除的只读存储器,分别用于存放监控程序和全部保护程序;两片静态2114RAM供堆栈寄存器及存放标志字和中间结果用;一片MC68B40可编程定时器,用以产生定时采样脉冲,并作为装置的定时时钟;三片单向三态输出八总线驱动器74244和一片双向三态输出八总线驱动器74245分别用于以驱动地址总线、控制总线和8位数据总线,另外还有与非门及反相器组成的译码电路和辅助控制回路。

3. 开关量输入、输出部分

开关量输入、输出部分有如下几个插件组成:

- 开关量输入、输出插件1(I/O-1)-6#
- 开关量输入、输出插件2(I/O-2)-7#
- 开关量输入、输出插件3(I/O-3)-2#
- 出口插件1(CK-1)-9#
- 出口插件2(CK-2)-10#

①开关量输入

- a、I/O-1插件面板上的16位键盘,用于人机对话,输入命令键、地址或数据。
- b、I/O-1插件面板上控制运行方式、定值位置和电压断线闭锁的三个开关。
- c、I/O-2插件面板上选择定值区的切换片或拨盘开关。
- d、I/O-3插件上设置有16个外部开关量输入回路,供各种转换开关、压板或外部触点输入用,各输入量用途示于表2,各输入量均以相应端子接+KM有效。

表2 16位外部开关量输入

打印开关量位	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
开关量名称	重合方式	重合方式	同期方式	同期方式	开关三相断开	其它保护动作	重合闸用长延时	相差投入	收信十	开关位置不对应	手投	闭锁重合闸	外部P键	开关气压低	外部N端子	外部C键
端子排号	n29	n30	n31	n32	n33	n34	n35	n36	n37	n22	n23	n24	n25	n26	n27	n28

②开关量输出

开关量输出回路的输出的触点有保护起动,呼唤值班员,装置故障,分相跳闸,三相跳

闸、重合闸、返加速、发信及远动等，各触点输出回路大体相同，都是由I/O-1或I/O-2插件上相应的并行接口PIA68B21的输出经与非门去控制CK-1或CK-2上的光电耦合芯片二极管，从而驱动相应的继电器动作。

③定值选取

本装置的定值区选择可用切换片式或拨盘开关式，切换片式同时可整定三套定值，拨盘开关式同时整定八套定值。

4. 电源

本装置的装电源采用上海沪光仪器厂引进美国LH研究公司的IM904-1335型开关电源，额定直流输入电压220V或110V，输出有+5V、±15V、+24V四种电压等级，功率输出100W，同时我们又在该电源内加了滤波回路，以提高其抗干扰能力。

另外本装置还有一个备用RAM插件(3#)。

五 保护装置的软件介绍

本装置的软件可分三个部分，分别为主程序、中断服务程序和故障处理程序。

1. 主程序

主程序的流程框图如图2所示，它包括初始化、振荡闭锁和自检部分。在装置给上直流电源或手按复位按钮后，进该程序入口，在进行必要的初始化，如堆栈寄存器赋值、各PIA初始化等后，即询问面板上方式开关的位置，如在调试位置，则进入监控程序，如在运行位置，则依次往下进入运行状态。

在振荡闭锁模块中，设置有利用振荡时感受电阻分量不断变化这一原理来区分振荡和短路的出口回路，在同时满足以下三个条件时动作于跳闸。

- ①感受电阻分量先有一个突变。
- ②电阻突变后又在0.2s内保持变化很小。
- ③在上述0.2s内感受阻抗始终在I段范围内。

另外在振荡闭锁模块中还设有三个相间Ⅲ段阻抗元件、零序Ⅲ段以及用于辅助判断振荡停息的A相电流元件，如果连续4s判断阻抗Ⅲ段、零序Ⅲ段、A相电流元件不动作时，则出振荡闭锁。

2. 中断服务程序

中断服务程序流程图如图3、图4所示，它包括相电流突变量启动元件QDJ、高频相差保护及其出口回路，单相接地时监视健全相相电流差突变量元件，高频通道检查回路及自动重合闸回路，图中标志字如下：

DIFLG——相电流差突变量元件标志字，置“1”表示该元件启动。

XCDZ——相差高频保护动作标志字，置“1”表示相差高频动作。

ZHJZ——重合闸后加速标志字，置“1”表示已发出合闸脉冲。

由流程图可知，在全相运行时，采用 $I_1 + KI_2$ 为操作电流，而在非全相运行时采用两健全相相电流差故障分量元件作操作电流，以解决传统相差保护在非全相运行时又发生区内故障的拒动问题。在重合闸或手投合闸后，是否投相差保护，要看线路上的电流是

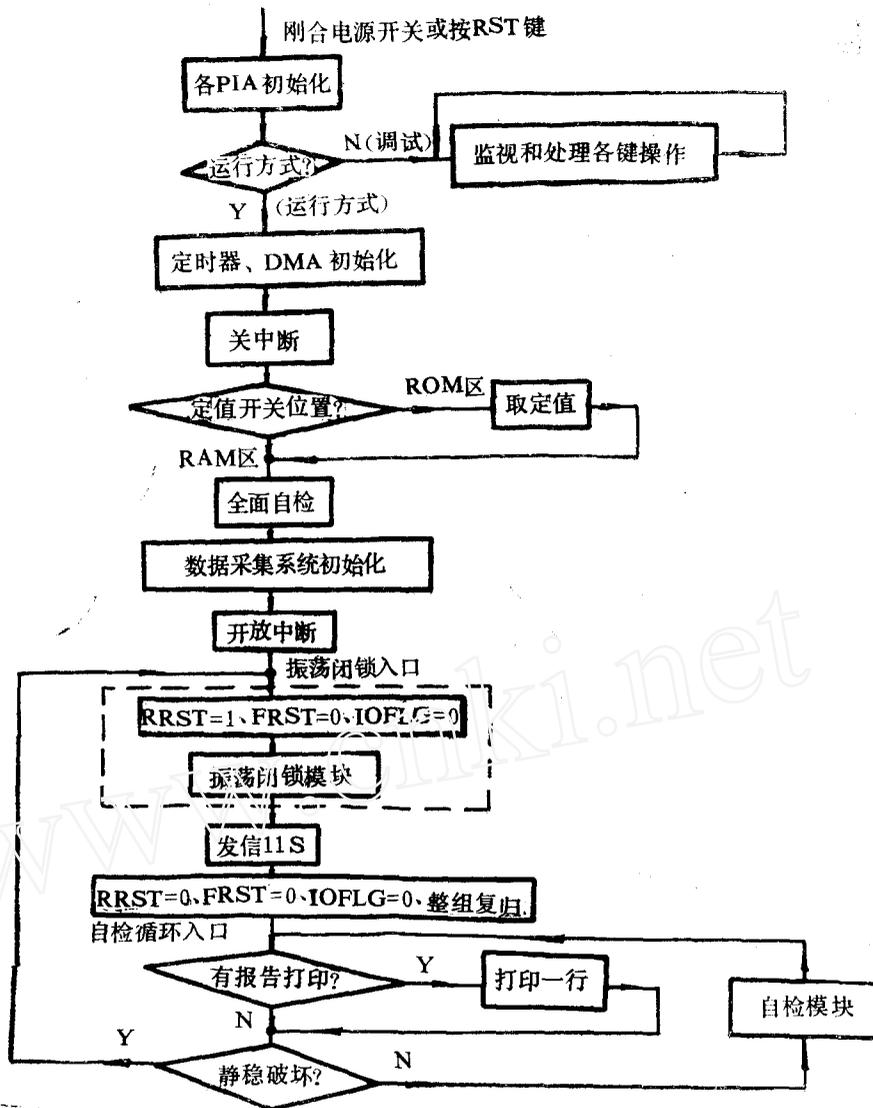


图2 主程序流程图

注：RRST——振荡闭锁标志字，置“1”表示主程序在振荡闭锁状态。

FRST——事故检出标志字，置“1”表示系统发生短路故障。

IOFLG——跳闸命令标志字，置“0”表示未发跳闸令，置“-1”表示发单跳令和非全相过程中，置“1”表示发三跳令。

否大于电容电流，只有在小于电容电流时，才投入相差高频，进行比相，否则发信。另外在单相跳闸及外部其它保护跳闸（如母差保护等）时，采取停信措施，保证两侧相差保护都能发出跳闸令。

3. 故障处理程序

故障处理程序流程图如图5、图6所示，它包括三段相间距离、三段接地距离、选

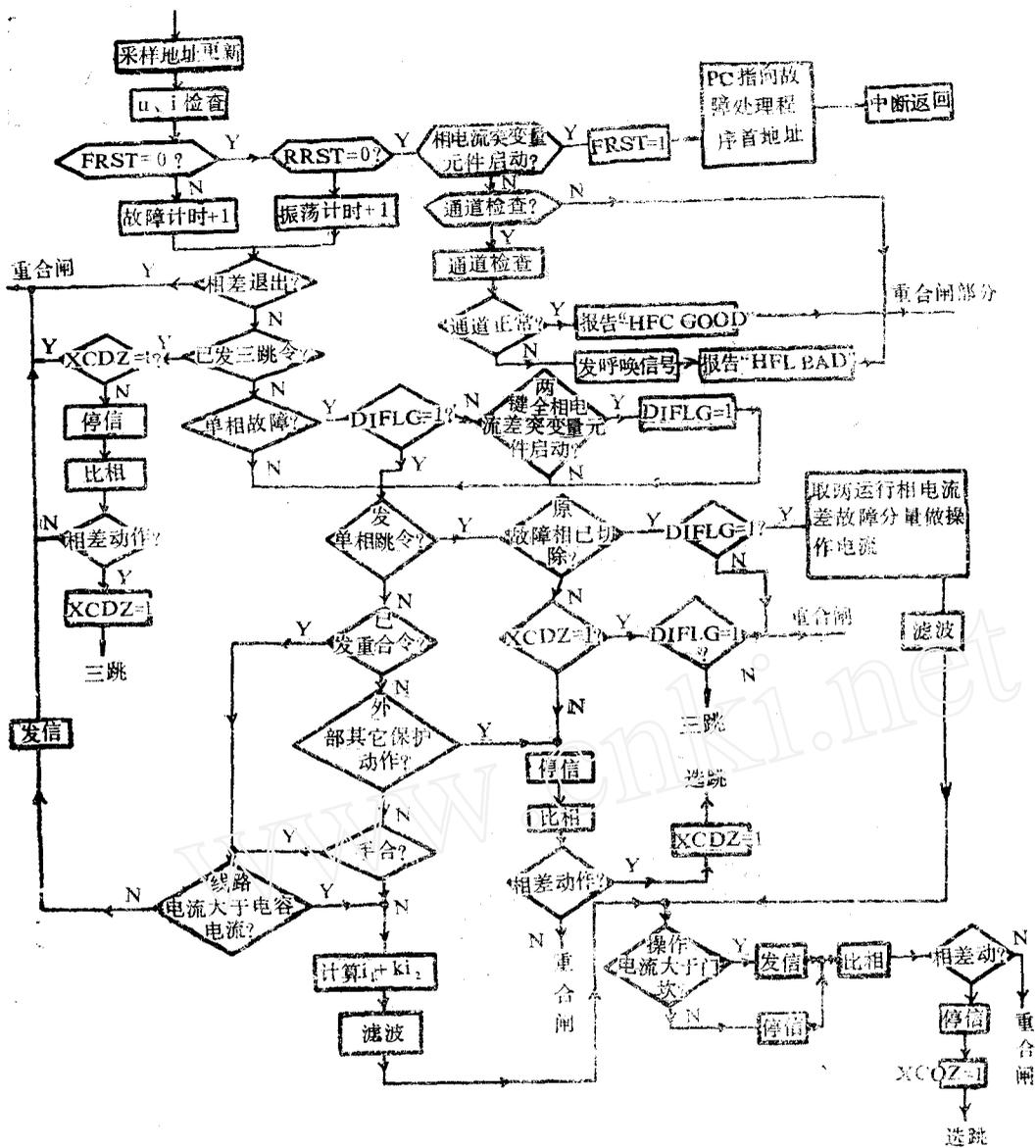


图3 中断服务程序流程图

跳回路及后加速回路。当系统正常运行时，保护主程序将一直在自检模块中循环，每隔 1 ms 中断一次，由中断服务程序中的相电流突变元件 QDJ 监视各相电流是否有突变，一旦系统发生故障，QDJ 启动，它首先将 FRST 置“1”，以投入相差保护，然后将堆栈寄存器中存放的从中断返回的地址修改为故障处理程序的首地址 (FTYPE)，然后从中断返回，于是主程序立即停止自检而开始执行故障处理程序。

如果故障不在 I 段但在 III 段内，则在 0.1s 内通过 IOFLG 是否赋值来询问高频相是否动作，如在 0.1s 后 IOFLG 仍为零，则进入 II、III 段回路，否则在 IOFLG 被赋值后转到相应的跳闸后处理程序。

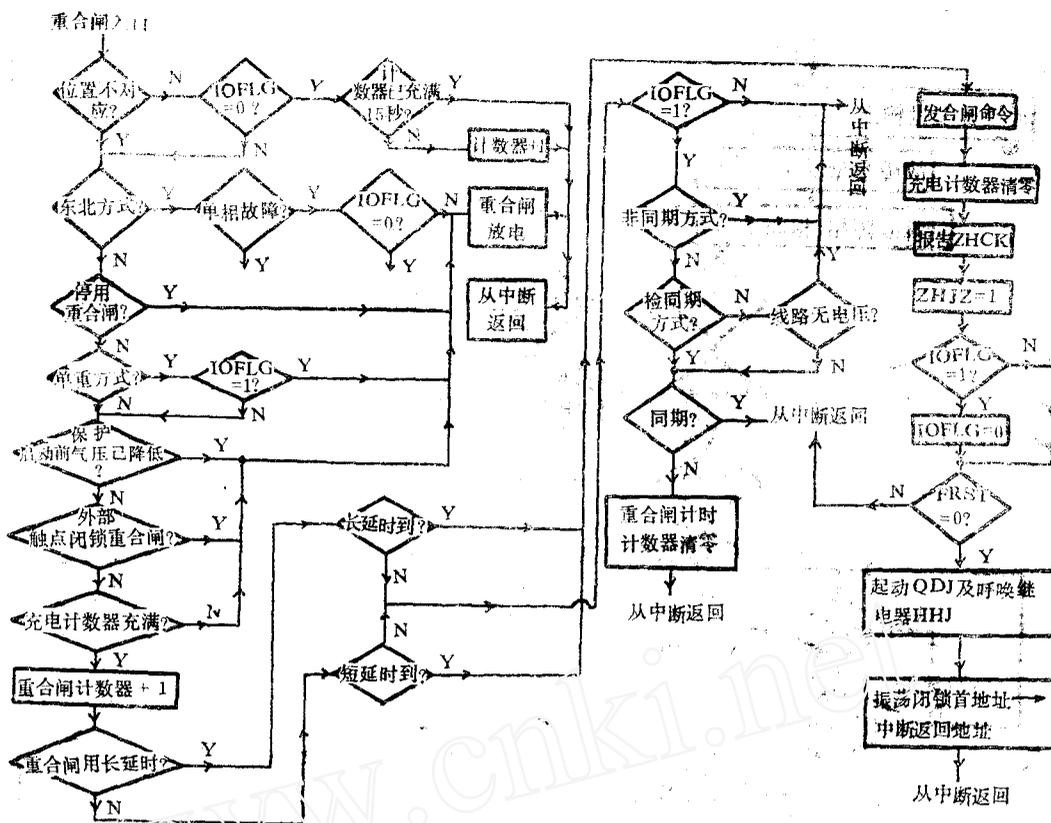


图4 中断服务程序流程图(重合闸部分)

对接地距离,为了在经大电阻接地而对侧助增很大的情况下,使本侧I段能在对侧跳开后相继动作,在0.3s内保持I段跳闸回路开放。

在接地距离的延时过程中,要监视两健全相是否又发生故障,如有转换性故障,则经过阻抗计算确定转换相别,并转至相间故障处理程序。

六 本装置中相差高频保护的特点

1. 本装置相差保护不仅在三跳时停信,在单跳时也采取停信措施,以解决传统相差保护(只有三跳后才停信)在单相接地故障时,一侧先跳开另一侧可能出现的拒动问题。

2. 为了解决传统相差高频保护在非全运行中又发生区内故障的拒动问题,装置在全相运行时采用 $i_1 + Ki_2$ 做为操作电流,非全相运行时采用两运行相的相电流差故障分量做为操作电流。

3. 本装置通过控制字整定,当双侧电源时,无电流操作状态一直采用“有态”,当线路为单侧电源供电时,无电流操作状态在55ms以内采用“无态”,55ms之后变为“有态”,以保证单侧电源区内发生故障相差可靠动作,同时防止区外故障切除后相差保护误动。

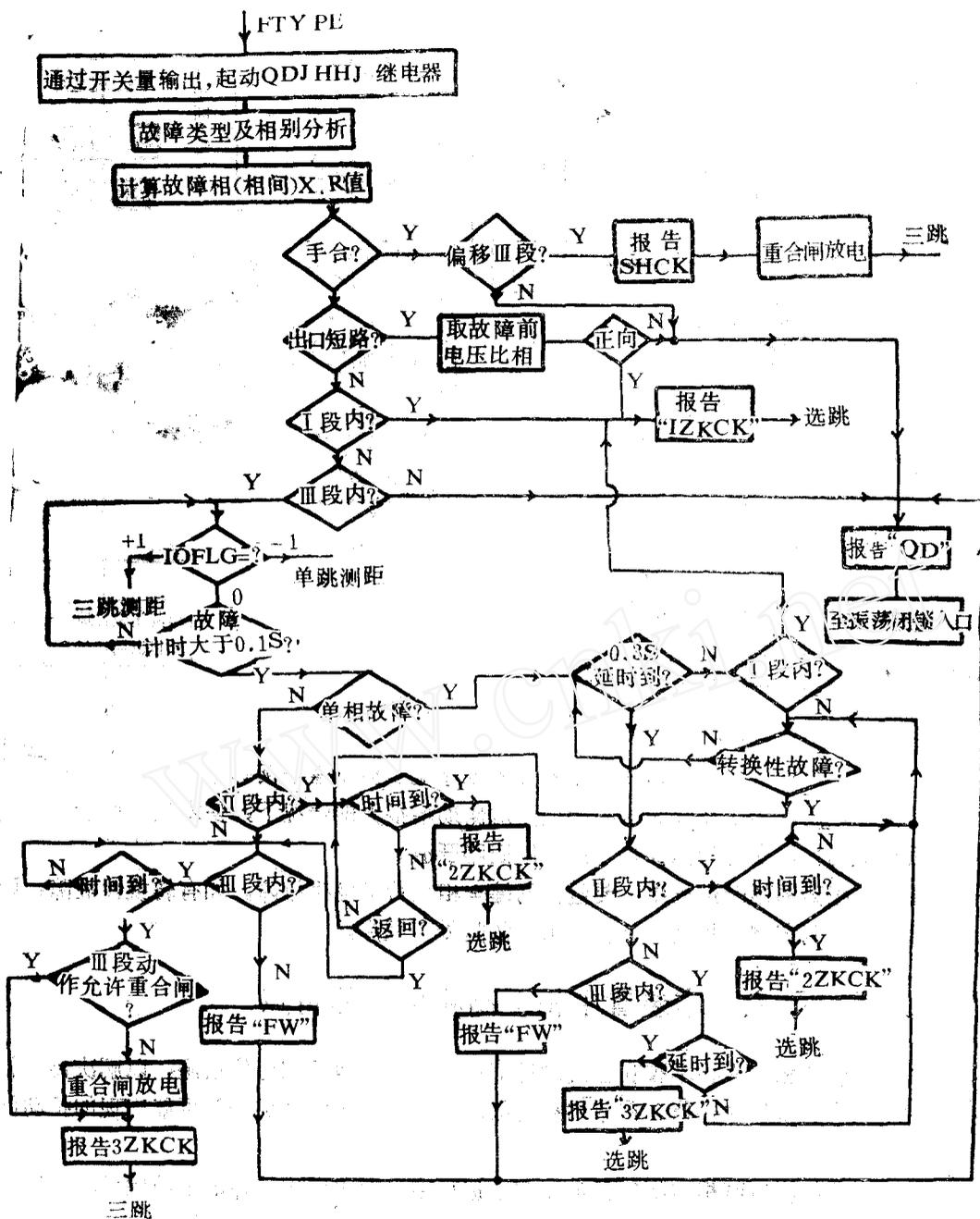


图5 故障处理程序流程图

4. 本装置设置有远方启信与通道检查回路, 可通过控制字整定来控制是否每天早上八点自动通道检查, 也可通过外部 C 键进行手动通道检查, 通道检查方式满足“四统一”要求, 如图 7 所示。如果主动通道检查侧发现通道有故障时, 将向值班员发出呼唤信号, 同时打印机打印出通道出错信息“HFC BAD”, 等待值班员来退出相差高频保护; 如果检查结果通道正常, 打印机将打印出通道完好信息“HFC GOOD”。

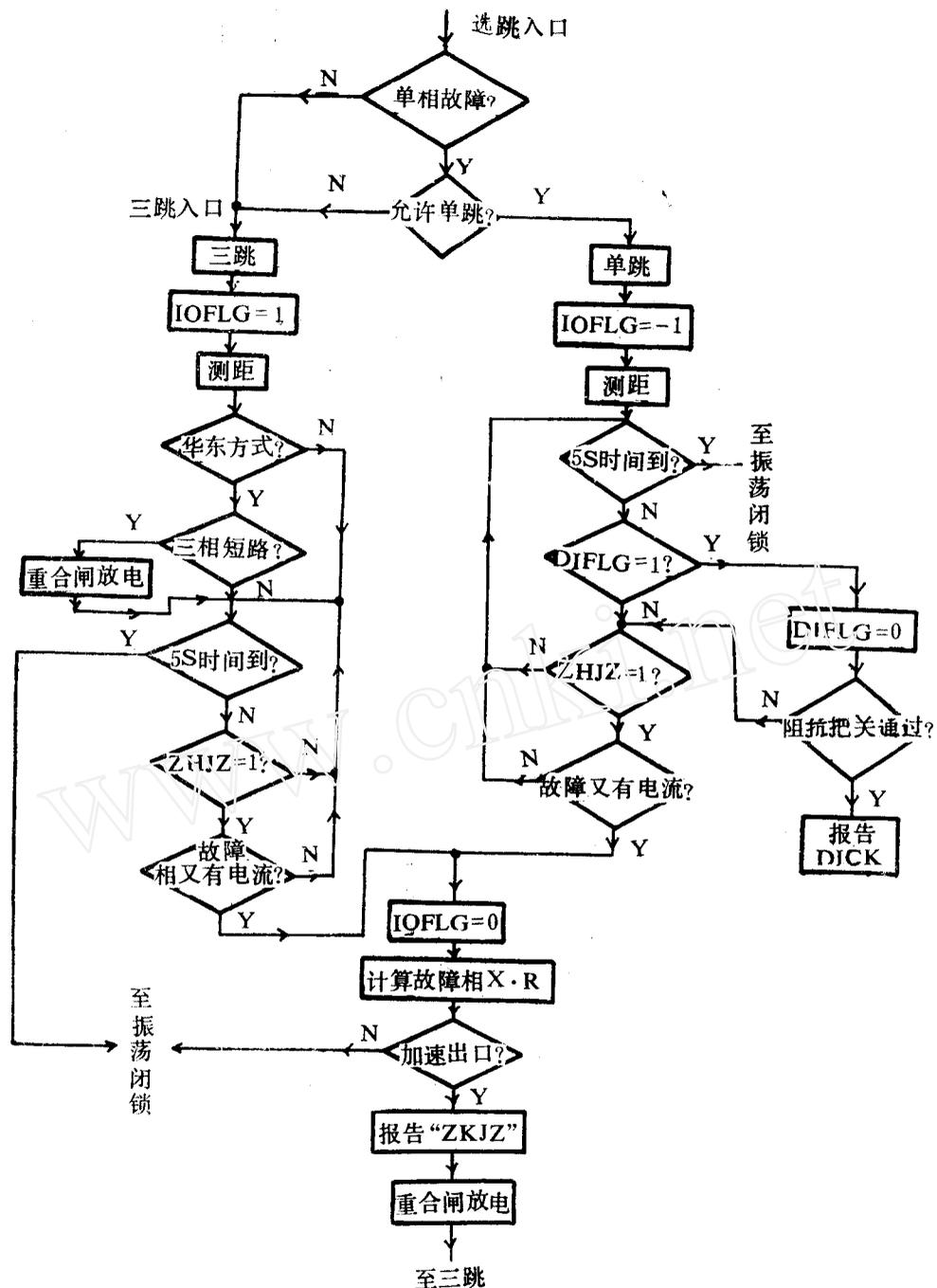


图6 故障处理程序流程图(选跳回路)

5. 图8所示为两侧操作方法示意图, 相差高频保护的比相和传统相差保护不同之处就在于不但比较收信间隔 t_2 的宽度, 还要比较本侧停信又收到对侧高频信号的宽度, 即图8中的 t_1 。只有当连续两次 t_2 、一次 t_1 或两次 t_1 、一次 t_2 都满足要求时, 才认为比相成功, 相差保护出口, 采用这种比相方法相差保护动作时间可加快(5~10)ms。为

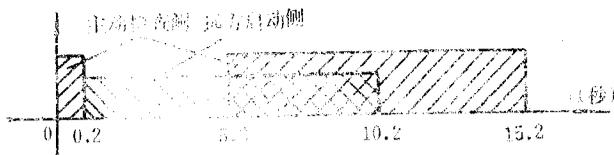


图7 通道检查示意图

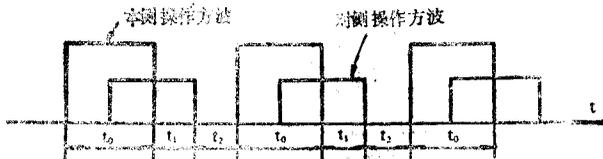


图8 两侧操作方波示意图

由对称分量法可知:

$$i_1 + i_2 = i_A - i_0$$

$$(a^2 - a)(i_1 - i_2) = i_B - i_C$$

解此方程组可得:

$$i_1 = \frac{1}{2}i_A - \frac{1}{2}i_0 - \frac{1}{2\sqrt{3}}(i_B - i_C)e^{-j90^\circ} \quad (1)$$

$$i_2 = \frac{1}{2}i_A - \frac{1}{2}i_0 + \frac{1}{2\sqrt{3}}(i_B - i_C)e^{-j90^\circ} \quad (2)$$

因此某一采样点K时的 i_1 和 i_2 分别为:

$$i_1(K) = \frac{1}{2}i_A(K) - \frac{1}{2}i_0(K) - \frac{1}{2\sqrt{3}}\left[i_B\left(K - \frac{N}{4}\right) - i_C\left(K - \frac{N}{4}\right)\right] \quad (3)$$

$$i_2(K) = \frac{1}{2}i_A(K) - \frac{1}{2}i_0(K) + \frac{1}{2\sqrt{3}}\left[i_B\left(K - \frac{N}{4}\right) - i_C\left(K - \frac{N}{4}\right)\right] \quad (4)$$

式(3)、(4)中N为一个工频周期内的采样次数,本装置 $N=20$ 。

由(3)、(4)式可得:

$$Ai_1(K) + Bi_2(K) = \frac{A+B}{2}\left[i_A(K) - i_0(K)\right] + \frac{A-B}{2\sqrt{3}}\left[i_C\left(K - \frac{N}{4}\right) - i_B\left(K - \frac{N}{4}\right)\right] \quad (5)$$

为计算方便取:

$$\begin{cases} \frac{A+B}{2} = 3 \\ \frac{A-B}{2\sqrt{3}} = -1.25 \end{cases}$$

则可得: $A=0.835$, $B=5.165$, 代入(5)式得:

$$0.835i_1(K) + 5.165i_2(K) = 3\left[i_A(K) - i_0(K)\right] - 1.25\left[i_C\left(K - \frac{N}{4}\right) - i_B\left(K - \frac{N}{4}\right)\right] \quad (6)$$

实际计算的是 $0.835i_1(K) + 5.165i_2(K)$, 对应于 $I_1 + KI_2$ 中的K值为:

为了提高相差保护对故障电流中直流分量及高次谐波分量的防止能力,除考虑对操作电流进行数字滤波外,在此相回路中还监视图8中 t_0 及 t_2 的宽度,当 t_0 小于某一宽度, t_2 大于某一宽度时都认为以前比相正确次数记录无效,重新开始计数。

6. 为了减少操作电流 $I_1 + KI_2$ 的计算量,我们不是先分别算出 I_1 和 I_2 ,然后再求出 $I_1 + KI_2$,而是采用一种间接的计算方法。

一个半断路器接线的重合闸配置

广东省电力勘测设计院 张华贵

一 概 述

500千伏广泛采用一个半断路器接线,它与双母线或双母线接线不同,它不是一个断路器接一条线路,它是平均一个半断路器接一条线路,如一串三个断路器接一线路及一变压器,或一串三个断路器接两条线路,由于一个半断路器接线上的线路数量与变压器数量不等,当线路数量多于变压器数量时,就会出现一串三个断路器接两条线路。一个半断路器与单个断路器的重合闸不同,有它本身的特点,本文主要介绍一个半断路器重合闸的配置,特别是一串三个断路器接两条线路重合闸的配置。

二 一串两线中间断路器重合闸的特点

在一串三个断路器接一线路及一变压器时,线路两组断路器的先后重合顺序应有灵活性,可选择先重合哪一组断路器,一般选择先合母线侧断路器。当先重合的一组断路器重合成功,另一组断路器才重合,当先重合的一组断路器重合不成功时,应将两组断路器同时三相跳闸,并闭锁后重合的重合闸。当先重合的一组断路器拒合时,后重合的一组断路器应重合。

$5.165/0.835=6.18$ 。式(6)中右面的计算很简单,所乘系数3和1.25均可通过移位运算实现。

七 结 束 语

由于WXH—2型微机线路保护装置是在WXH—1A型装置基础上开发研制的,该装置吸收了WXH—1A型装置运行多年来的经验及运行单位所提建议,又经中国继电器检测中心的严格考核,在电力系统动态模拟实验室经受各种故障的考验,其性能满足设计要求,正确反应区内各种故障,因此对该套保护的性能,我们深信不疑。目前该套保护装置已投入小批量生产,受到用户好评,它与WXH—1A型装置配合使用,对电力系统继电保护的发展必将起到巨大的推动作用。