

# 10kV 馈电线路的计算机保护系统

许昌继电器研究所 董岐元 翟付昌 杨继兵

## 提 要

10kV 馈电线路微机保护, 实现了用一台微机同时处理十三条线路的速断过流、定时限过流、过负荷、三相一次重合闸、低周减载、手动操作、远动操作和各种事故下的灯光显示及打印记录。装置于年初在郑州运行至今表明, 各项功能是稳定可靠的。

## 一、前 言

随着我国电力工业的发展, 小型变电站的数目在急剧增加, 对供电的安全可靠也提出了越来越苛刻的要求, 特别是当今用地十分紧张, 而许多旧变电站又需更新改造, 用户迫切希望能用高度集中、安全可靠的保护与控制装置代替常规的系统。在这一条件下, 我们根据郑州供电局所提供各项技术指标, 采用MC6809微处理机及其它外围模板, 研制出这套装置。它对十三条线路采用同时并列运行方式。与常规保护比较有如下特点:

1 集速断、定时限、过负荷、重合闸、低周减载一身, 再加上手动操作、远动接口和各种信号的显示, 本身就是一个完整的系统。

2. 大大简化了系统接线, 运行维修方便。

3. 功能集中, 节省了大量的占地面积。

4. 动作准确可靠、精度高。

5. 完善的事记录文本, 为故障分析提供了依据。

因而, 本装置是一种新型的, 与馈线保护要求和新技术发展相适应的保护系统, 有可能在低压馈电上首先推广微机保护的使用。

## 二、系 统 构 成

本系统组成如图(一)所示, 包括MPU模板, 二块32路数字I/O板, 3块光电隔离输入板, 一块32路继电器输出板, EPROM板及32路A/D板等构成。

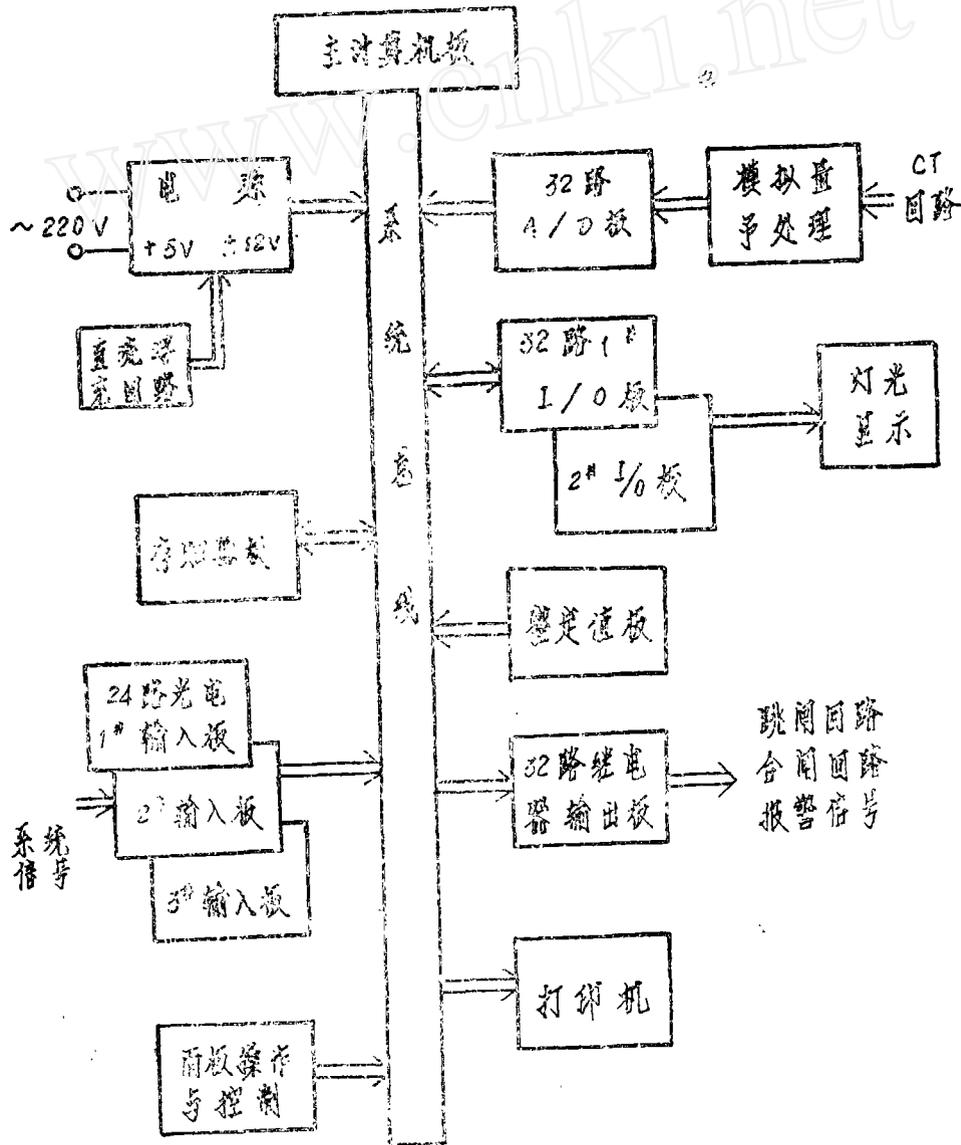
### 1. 电 源:

采用串联调整集成稳定电源, 并分内部和外部两组以提高抗干扰性。当发生瞬间掉电时由蓄电池自动浮充供电。

### 2. 主计算机板

主计算机板与86总线兼容。CPU为MC6809, 为准16位微机, 并有硬件乘法。因而

对保护算法中的乘方运算十分有利。该板上有四个单5V的EPROM插座；2K静态RAM可由板外电池供电；MC6850ACIA供标准RS—232C通讯使用；带缓冲的PIA并行接口构成打印机接口电路；可编程计数器PTM为系统提供实时中断和各种标准定时信号。板上设置了防止程序脱轨的自复位电路，监视周期在45ms之内，使得在最严重的情况下也能延时45ms发出动作信号。



图一 系统硬件框图

### 3、模拟量子处理

为防止故障时高次谐波影响算法及结果，十三条线路的A、C相电流全部通过椭圆函数低通有源滤波器。该滤波器对100Hz以上频率有强烈抑制作用，这样在软件上就

可以重点考虑直流分量和二次谐波的影响。滤波器输出经标度变换成为A/D转换器所适应的范围。

#### 4. A/D转换系统板

该板为32路12位分辨率A/D系统,每一通道转换时间为40 $\mu$ s,输入范围 $\pm 5$ V。板上可由软件设置增益、状态和工作方式,并有输出数据缓冲器。考虑与算法配合,采样频率选628Hz,即1.59ms间隔内对32路全部采一遍,数据直送入内存。

#### 5. 32路I/O板

它主要是供面板显示灯光信号用。同一地址可以用来完成读写操作,加电之后,或在程序调整时如果按了RESET开关则控制总线接口还可以用来对输出数据锁存器进行移位操作。面板所有信号都可通过信号复归按钮清除,它不影响系统其它信号。

#### 6. 光电隔离输入板

系统配置3块24路光电隔输入板,各线路的手动、远动操作。开关跳合状态等信号通过它输入计算机。通道的绝缘保护了计算机电压瞬变和事故。另外由于每个输入是绝缘的,对通过每条线的电压开关要求不高且避免地回路。读出的每个字是操作发生时刻通道的瞬时状态。

#### 7. 继电器输出板

该板有32个开关量输出通道,每个输出通道用一个被保护的干簧继电器实现,保护计算机不受外部电压瞬变影响。由于每个通道被隔离,大大增强了抗干扰性能。当遇到感性负荷时通过抑制高压瞬变,压敏电阻保护了每个继电器的触点。这些触点去控制中间继电器发出跳合闸命令。

#### 8. 整定及低周模板

整定部分用来选择各条线路的电流及时间定值,各功能的投入与解除等。

低周部分由滤波、整形,限幅、分频、计数回路构成,一旦发现频率偏低即向CPU发中断信号,CPU算出准确值后,根据各线路整定情况发出动作命令。

### 三、软件与算法

#### 1. 本装置每条线路均采用非同步微分算法

$$I_p^2 = \left( \frac{i'}{\omega} \right)^2 + \left( \frac{i''}{\omega^2} \right)^2$$

$$\text{其中: } i' = \frac{1}{h} (i_{k+1} - i_k)$$

$$i'' = \frac{1}{h^2} (i_{k+1} - 2i_k + i_{k-1})$$

是一次导数和二次导数的近似差分计算。

采用二次差分方法减小了直流偏移暂态和邻近串联电容器引起的低频分量影响,但会加大高次谐波的影响,由于事先加入了模拟低通滤波器,高频部分已大大衰减,可以认为总的影响是极小的。将 $i'$ 和 $i''$ 代入上式可得:

$$I_p^2 = \frac{(i_{k+1} - i_k)^2}{(\omega h)^2} + \frac{(i_{k+1} - 2i_k + i_{k-1})^2}{(\omega h)^4}$$

取  $h = \frac{1}{628} S \approx 1.59ms$  则  $\omega h = \frac{1}{2}$

这样  $I_p^2 = 4(i_{k+1} - i_k)^2 + 16(i_{k+1} - 2i_k + i_{k-1})^2$

计算机处理时,算差分只要作减法运算,平方可用乘法指令,然后移位即可。采样频率取为628Hz,用差分近似导数的误差不太大,实际运算结果表明是令人满意的。

## 2. 软件

系统主程序框图如图(2)所示。在系统诊断程序中,我们重点检查主要的出口电

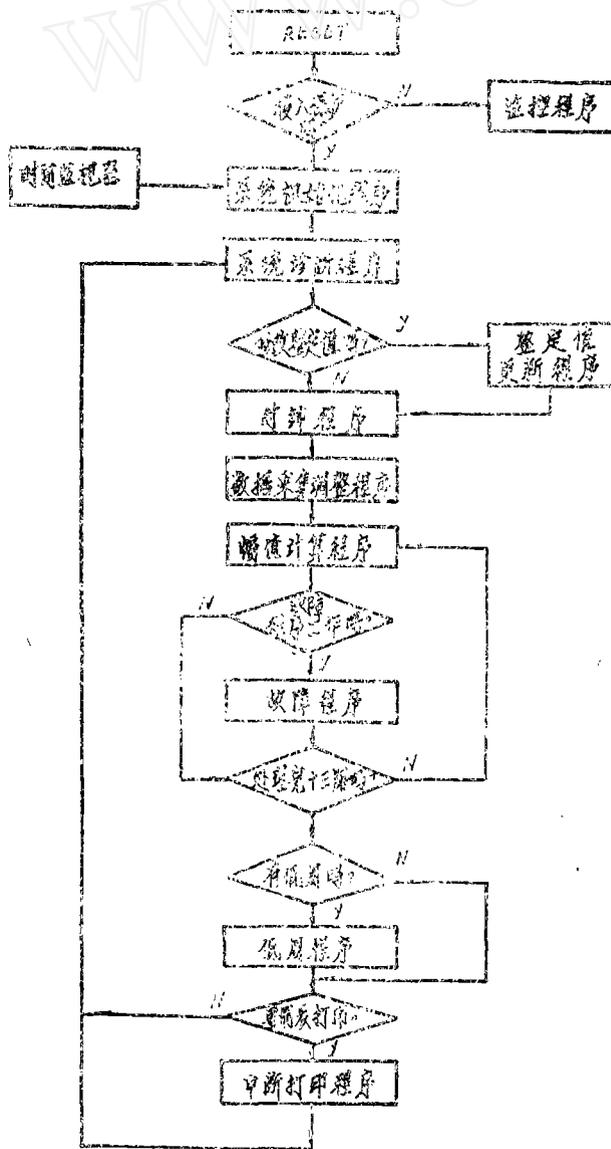


图2 系统总程序流程图

路, A/D转换电路、RAM、EPROM以及CPU本身的重要指令,一旦发现出错立刻停止工作并发告警信号处理。整定值更新程序能监视面板整定插孔,当发现修改任一定值时,CPU即把原内存整定值予以更新。时钟程序在事故记录时提供故障发生的年、月、日、时、分、秒。数据采集共28个模拟电流和电压量,每通道每周波采4点双字节数据,它们以队列方式依次在内存循环放置,当下一个周波来临,它们依更新为新数据。幅值计算后决定是否进入故障程序,在故障处理中,十三路并行运行,多路同时故障互不影响处理时间,从自检经过十三回路处理再到低周总时间不超过一周波。故障分析程序决定进入何种型式故障。所有计时均为软件形式。考虑到系统的可靠性,故障的确认连续周波多数表决法。程序也采用多重化冗余方法。出口回路为多处与门输出。

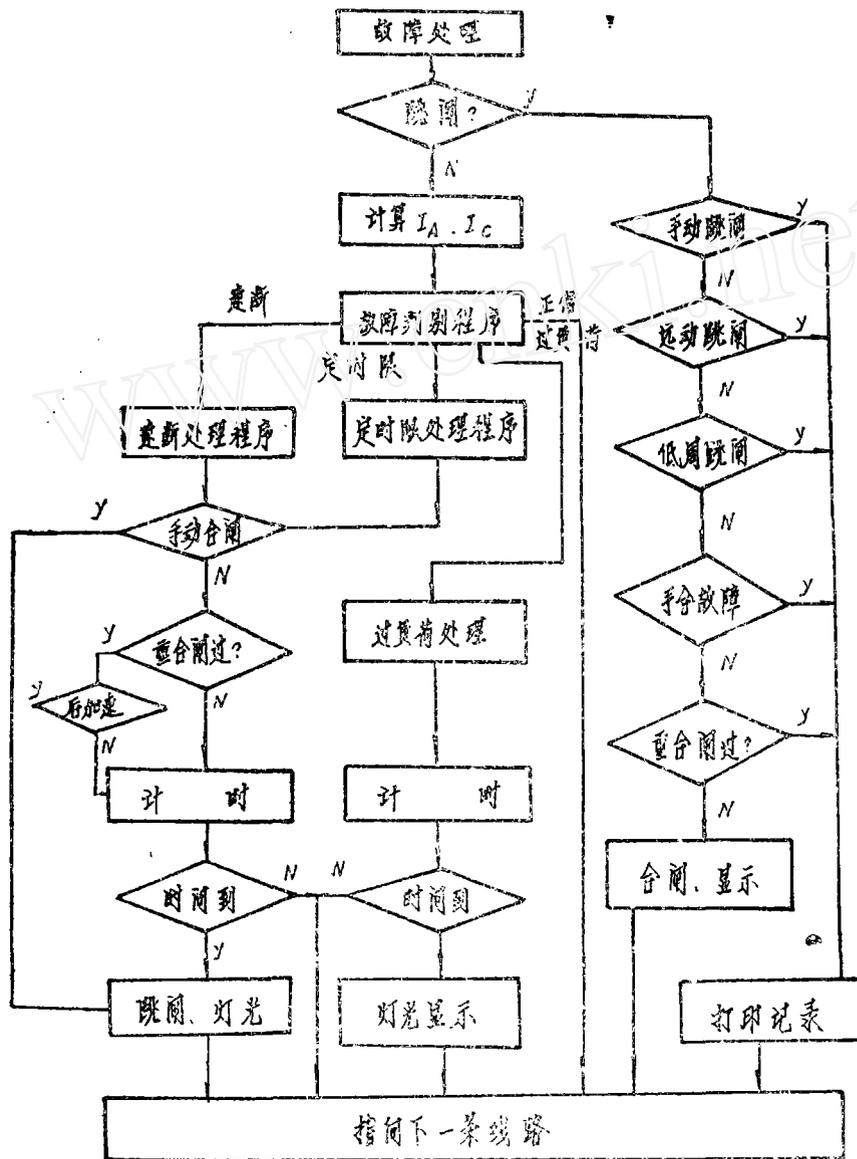


图3 故障处理程序

#### 四、动态模拟和现场试验结果

在调试过程中，我们重点采取了抗干扰措施，加装硬件自复归对数字地、模拟地、机壳合理分开，重要回路进行屏蔽。加上软件上的多重化和硬件多重化，经受住了现场的严重干扰。以下是动模时各线路动作情况（现场安装时全部重复做过一遍）。

相间故障A—B、B—C、C—A中每一相均做永久性及时时性的速断、定时限、过负荷，永久性重合后永久跳开，暂时性重合成功，手动和远动合到速断、定时限上永久跳开、手跳、远动跳、低周跳不重合、指示灯亮、打印正常，以上各类型各做5~10次

