

光纤通信微型计算机保护的应用

西安交通大学 段立诚

摘 要

本文叙述了电力系统采用微型计算机保护的必要性,说明了数字式保护的特点,从应用出发介绍了数字式继电器硬件和软件构成的基本原理,重点综述分析了运算方法,并提供了采用光纤通信微型计算机构成的高压输电线继电保护系统的原理方框图。

一、前 言

随着晶体管应用于继电保护技术,继电器从最初的电磁式,感应式等机电型继电器发展为静止型继电器。由于增加了检测电路,静止型继电器已具有性能好、体积小、维护简便等优点。

但是,由于电力系统规模仍在不断扩大,输电线的超高压、大容量、长距离、多端子化以及30万千瓦以上的大型机组的出现,要求进一步提高继电保护装置的性能。

机电型和静止型继电器都是按模拟方式处理信息,即所谓的模拟式继电器,因构成元件特性随时间变化,为保证继电器特性不受影响,运行维护人员有必要定期对继电器进行检测。如果不从根本上改变现状,随时间增加继电器数量俱增,维护管理完善是很难达到的,因此仅在模拟式继电器的技术基础上改造提高是难以满足电力系统发展的要求。

由于大规模集成电路技术的迅速发展,数字电路用于继电保护近年来也引起了国内外的普遍重视。从1970年起,大约经历了十多年的时间,发展了运算方法及数字滤波,研究了微型计算机的快速运算功能及提高可靠性技术,光传输元件技术。目前的微型计算机已具有体积小,处理能力强,成本较之1970年降低约十倍。光纤通信的应用能保证在变电站境内强电磁场条件下使用微型计算机的抗干扰能力,所以微型计算机特别适应继电保护技术重视灵敏性、速动性、可靠性、经济性方面的要求。数字式继电器的性能大大超过了现有继电保护系统的技术指标,加之价格便宜的大规模集成电路和微型计算机组合构成的数字继电器可能比模拟式继电器的价格还低。(模拟式继电器在同一时期内由于技术指标要求提高、价格提高了一倍)。正是因为这些综合因素,推动了我国微型计算机保护的研制。不论从理论计算方法上,还是在装置的实施方面都取得了很大的进展。可以预料,电力系统应用微型计算机保护已经为期不远了。

二、数字式继电器的特点

用微型计算机构成的数字继电器有以下优点：

（一）可以实现多样化和高精度的继电器特性

微型计算机具有多种运算功能，除了实现保护的判定、逻辑、重合闸等功能外，由于计算机可以进行信号的记忆和再现，容易附加自动监视，诊断警报和记录等模拟继电器难以实现的功能。继电器的误差只与采样方式有关，运算处理不会出现误差，因而可以达到高精度。

（二）具有高度的可靠性

由于数字式继电器动作程序化，在其作用过程中能自动校正保护装置的功能。利用继电器运算处理间隙，可以充分进行硬件各部份的自动监视，包括整定、输入电路、继电器输出及跳闸继电器的校验、自动监视程序控制，可以做到高精度检查，确保更高的可靠性。

模拟式继电器自动检查时需使跳闸回路闭锁，使继电保护装置与主电路分离。如果在检查中发生故障，将产生跳闸时间的延迟。数字式继电器检查不需要装置和主电路分离，因此可靠性有很大提高。此外，用计算机在线检查代替过去的定期检查，大大节省了人力，可以延长定期检查的周期，最后发展到不需要维护。

（三）具有高度的灵活性，易于实现装置标准化

系统结构和运行方式变更，仅需改变程序存储器内容就能实现保护方式特性的变化，增大了保护装置使用上的灵活性。由于程序变化就可以构成不同特性和原理的继电器，所以数字式保护没有必要采用专用的硬件设备，可用市场上质量稳定的通用型微型计算机，易于实现装置的标准化，以及随之而来的可靠性，灵活性，扩展性和经济性。

（四）小型、功耗低

体积缩小到模拟式保护的二分之一，电压互感器及电流互感器的负载减小到十分之一。

数字式保护要着重解决的是数字运算消耗较长的时间而造成的速度问题，特别对于要求快速动作的主保护，因此必须研究出运算程序简单、快速、精确的计算方法。此外，装置因取用离散的采样脉冲和数字信息，比模拟式继电器更易受干扰影响，对于干扰侵入途径、保护屏结构和数字继电器内部都要有周密的抗干扰措施。

三、数字式继电器的基本原理

（一）基本构成及作用

图1为数字式继电器的基本构成，系统的电流电压由电流互感器CT及电压互感器PD引入，经辅助电流互感器（AUXCT）、辅助电压互感器（AUXPT）变为较低的电

平送至输入滤波器，再经过采样保持电路，多路转换器，模数A/D变换器转换成数字量，直接送至微型计算机。微型计算机进行故障判断后通过接口输出断路器的跳闸指令。

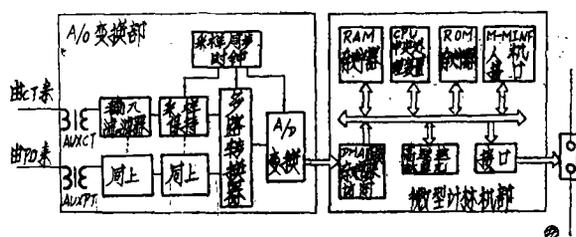


图1 数字式继电器的基本构成

1. A/D变换部

输入滤波器

一般采用低通或带通的有源滤波器作为输入模拟滤波器，以滤去输入波形中的高次谐波。使用带通滤波器时，还可以滤去直流分量。设置输入滤波器的目的主要是为了滤去采样时产生的重叠误差。根据采样定理，滤波器的衰减特性必须除去采样频率 $\frac{1}{2}$ 以上的频率分量，采样后才能如实地再现原信号。

采样保持电路

按照采样频率采样。为使转换为数字量的信号在其转换过程中保持不变，电路具有保持输入值的功能，即根据采样命令把随正弦波变化输入量的瞬时值保持到A/D变换结束。采样是以一定周期进行的，因此采样保持电路的输出是阶段状的波形。

采样原理可用图2来说明。由系统得到的电流、电压连续的正弦波模拟量经过一定时间间隔采样再变换为数字量，各点的数据对应于正弦波的瞬时值。

设 $a = A \sin \omega t$ 为连续的模拟量。每隔一个采样间隔（电气角 ϕ ）进行采样， a_1 、 a_2 、 a_3 、为对应1、2、3各点的数据。

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= A \sin \omega t \\ a_2 &= A \sin (\omega t + \phi) \\ a_3 &= A \sin (\omega t + \phi\phi) \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

用(1)式每隔一个电气角 ϕ ，测量到的一串瞬时值来表示系统状态的信息。

为保证传送完整的信息，根据采样定理采样频率至少为信号频率的两倍。对50Hz工频可采用100Hz。但在构成数字继电器时还要考虑下列因素的影响。

- (1) 故障时系统出现的高次谐波分量
- (2) 继电器的动作时间
- (3) 微型计算机的运算处理能力

(4) 便于运算处理的采样间隔

因此，一般采样频率选300—1200Hz，对50Hz工频信息，采用600Hz即30度采样间隔为宜。

多路转换器

把输入多路的系统信息经多路转换器任选其中一路输出，以节省价格较贵的A/D变换器。这个电路选用了在一个采样周期内把继电器的输入全部选择一遍。

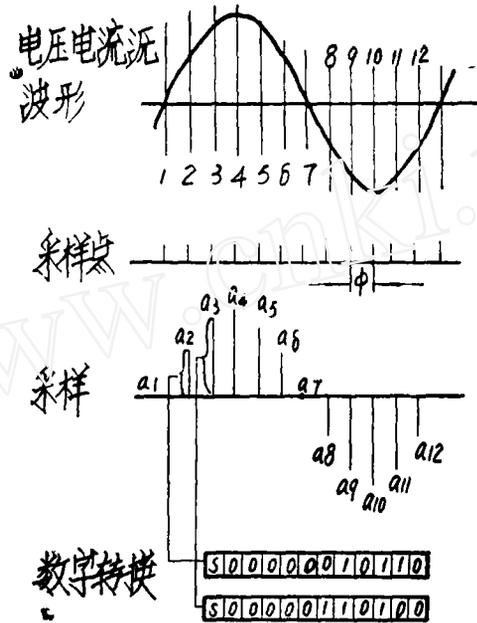


图2 采样原理

A/D变换器

把多路转换器输出的模拟量转变为数字量，即所谓的模/数变换。A/D变换器的位数（二进制位数），由系统信息的变动范围和要求精度而定。继电器的量化位采用12位（数字11，符号1），转换后的数字符号用2的补码表示。输出数据送至微型计算机进行处理。

2. 微型计算机部

一般的微型计算机由中央处理装置、存储器、输入输出接口三部份组成。

中央处理装置CPU

由算术、逻辑运算部件、控制器、指令译码器、寄存器、计数器，定时器等组成。

存储器

以二进制数码存入各种指令和数据，ROM为只读存储器，存放程序。RAM为随机存储器，存放各种数据，直接与中央处理装置进行数据交换。为了进行高速运算，A/D变换器用DMA直接存储器访问，以数微秒的高速度直接读入数据。

接口

微型计算机输出的“1”、“0”电压信号，有必要通过接口变换为控制断路器的跳闸信号，目前多采用辅助继电器或可控硅开关。

人机接口

是与运行维护人员连系的部分，负责继电器整定值的写入读出，各继电器的动作显示。

整定值可以是系统的一次值，也可以改变使用系数变为二次值。继电器的动作显示灯可使用存贮指示和瞬时指示两种方式。

计算机部的组成元件是用数据总线，地址总线和控制总线连接起来的。CPU是整个微型计算机的中枢，进行包括数据输入检验、运算结果的判断，显示输出的逻辑判断及向高速运算单元（用微程序方式进行保护必要的四则运算）传递保护处理命令的全面控制。这里所谓的控制就是按指令的内容访问存贮器，与输入输出接口联系和进行各种运算。微型计算机的基本动作可用图3的动作流程来说明。基本动作有：

(1) 取出指令

从程序存贮器ROM中依次取出指令。

(2) 译出指令

译出取出的指令，向有关部件发出控制。

(3) 执行指令

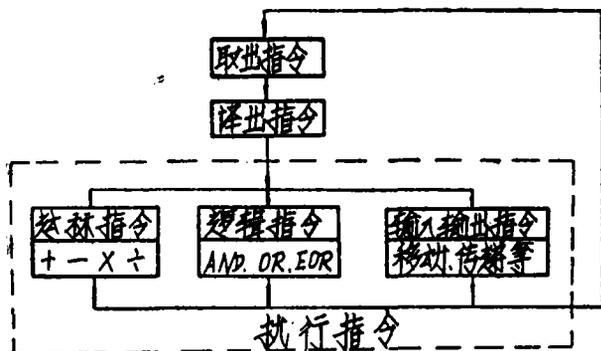


图3 微机的基本动作

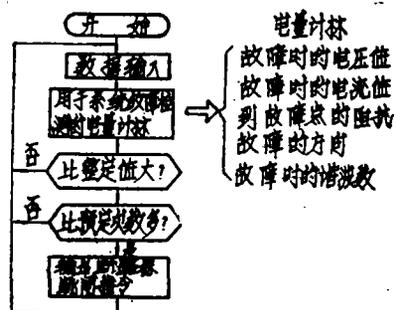


图4 微型计算机保护的运算流程

按照指令决定处理办法，处理中包括把输入数据送存和运算，把数据进行的结果送存，以及通过运算元件把存贮器中的内容向输出部份传递。

微型计算机的保护程序就依靠这些动作反覆进行来实现的。图4为进行故障检出最简单程序的运算流程，计算机按图上的流程反复进行运算处理，其原理是根据写入ROM中的程序指令，CPU灵活运用RAM的存贮功能进行控制运算和判断。

(二) 基本运算方法

推导出故障，检出电气量包括电流、电压、阻抗的幅值及相角等电气参数的计算方

法称为运算方法。下面介绍基本的运算方法原理及应用。

1. 绝对值法

转换成数字量的采样值是随时间变化不连续的电流电压瞬时值，构成绝对值比较的继电器必须确定判断电平，为保证稳定动作，应该是与时间无关的绝对值。

(1) 半周积分法

用基波半波包含的数据进行加法运算。图5为基本运算方法说明图。以5(a)所示波形 $a = A \sin \omega t$ 为例，输入信号频率 $f_0 = 50\text{Hz}$ ，采样频率 $f_s = 600\text{Hz}$ ，半波内的采样

次数为 $\frac{f_s}{\alpha f_0} = 6$ ，连续六个瞬时值相加为：

$$|a_1| + |a_2| + |a_3| + |a_4| + |a_5| + |a_6| = KA, \quad K \text{ 为常数.}$$

$$\text{依次 } |a_2| + |a_3| + \dots + |a_7| = KA,$$

$$|a_3| + |a_4| + \dots + |a_8| = KA.$$

这样依次输入和清除数据进行加法运算，半周积分法用一般式表达为：

$$\sum_{n=0}^k A \sin(\omega t + \varphi + n\phi) = KA \dots (2)$$

(2) 式中 φ ：采样起始相位角

ϕ ：采样间隔

这种方法比较简单。在半周期的累加运算过程中，偶次谐波中的部份正负半周相消，运算原理本身具有滤波能力，可以用来构成检测绝对值大小的继电器。运算时间为半周期，误差随采样频率和起始相位角变化。

(2) 二积算法

用采样值的乘积进行计算的方法。当采样频率能满足采样间隔的整倍数为90度时，可用采样点前90度处的数据和采样点的数据各自平方相加进行简化运算。如图5(a)。

$a_1 = A \sin \omega t$ 相隔90度的样值为 $a_4 = A \sin(\omega t + 90^\circ)$ 则 a_1 、 a_4 的平方和为输入波形峰值的平方

$$a_1^2 = A^2 \sin^2 \omega t$$

$$a_4^2 = A^2 \sin^2(\omega t + 90^\circ)$$

$$= A^2 \cos^2 \omega t$$

$$a_1^2 + a_4^2 = A^2 \quad \dots (3)$$

$$\text{同理 } a_2^2 + a_5^2 = A^2$$

$$a_3^2 + a_6^2 = A^2$$

⋮

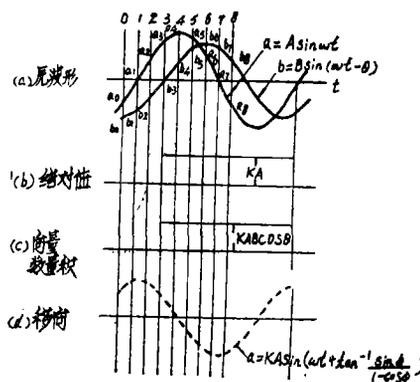


图5 基本运算方法说明

这种算法的运算时间为 $\frac{1}{4}$ 周期。

(3) 三积算法

用三个连续等间隔的采样值两两相乘，通过适当的组合求出幅值的方法。下面介绍用三个样值的平方进行加减运算的方法。如图5(a)采样频率为600Hz时。

$$a_1 = A \sin \omega t$$

$$a_2 = A \sin (\omega t + 30^\circ)$$

$$a_3 = A \sin (\omega t + 60^\circ)$$

当进行下列组合运算时，可求得输入波形有效值的平方：

$$\begin{aligned} a_1^2 - a_2^2 + a_3^2 &= A^2 \{ \sin^2 \omega t - \sin^2 (\omega t + 30^\circ) + \sin^2 (\omega t + 60^\circ) \} \\ &= \frac{A^2}{2} \dots (4) \end{aligned}$$

$$\text{同理 } a_2^2 - a_3^2 + a_4^2 = \frac{A^2}{2}$$

$$a_3^2 - a_4^2 + a_5^2 = \frac{A^2}{2}$$

⋮
⋮

三积算法的一般表达式为

$$a_n^2 - a_{n-1}^2 - K_1 a_n^2 + a_{n+1}^2 = K_2 \frac{A^2}{2} \dots (5)$$

(5)式中 K_1 、 K_2 是由采样角决定的常数， $\phi 30^\circ$ 时， $K_1 = K_2 = 1$ ； $\phi = 60^\circ$ 时， $K_1 = -1$ ， $K_2 = 3$ 。

三积算法运算精度高，运算时间只需 $\frac{1}{6}$ 周期。

以上算法不仅用于求电压、电流基波分量的幅值，也可用来求它们的比值和相位关系，这里不推算了。

2. 矢量的数量积算法

二个矢量的数量积是构成相位比较继电器的重要运算。在图5(a)中，当二个电量 $a = A \sin \omega t$ ， $b = B \sin (\omega t - \theta)$ 时，它们的数量积为 $KAB \cos \theta$ (K 为常数)。按此关系可以进行距离、功率方向等继电器的运算。

图6为用积算法求矢量数量积的运算步骤。因图中积算法是采用两个输入量的乘积

$\left\{ (3) iA \times iB \right\}$ 和 90° 度前存储的乘积 $\left\{ (4) iA \times iB \text{的} 90^\circ \text{延迟} \right\}$ 相加得出的数量积

$\left\{ (5) I_A I_B \cos \theta \right\}$ ，在相加运算中消除了二次谐波分量，所以这种算法原理本身有滤去偶次谐波的作用。

也可以用三积算法按下式求数量积

$$K_2 AB \cos \theta = a_1 b_1 - K_1 a_2 b_2 + a_3 b_3 \left[\text{对应图5(a)中3号采样点} \right]$$

$$a_1 - a_0 = KA \sin\left(\omega t + \tan^{-1} \frac{\sin\phi}{1 - \cos\phi}\right) \dots(7)$$

因此有 $\alpha = \tan^{-1} \frac{\sin\phi}{1 - \cos\phi}$ 的超前移相角。采样角 $\phi = 30^\circ$ 时, $K \approx 0.517$, $\alpha = 75^\circ$ 与线路阻抗角接近。这种方法用于确定方向阻抗继电器的最大灵敏角的计算中。

表1 数字滤波器

名称	减法(差分)滤波	加法滤波	积分滤波
原理构成			
用途及性能比较	<p>(1) 消去直流分量 (2) 滤去下式确定的高次及其成倍数的谐波 $m = \frac{nf_s}{kf_1}$ $(n = 1, 2, \dots)$ (3) 造成超前移相 (4) 暂态过程时间较长</p>	<p>(1) 不能滤去直流分量 (2) 滤去下式确定的高次及其成倍数的谐波 $m = \frac{(2n-1)f_s}{2kf_1}$ $(n = 1, 2, \dots)$ (3) 造成滞后移相 (4) 暂态过程时间比减法滤波小一倍(消除同一谐波)</p>	<p>(1) 不能滤去直流分量 (2) 滤去下式确定的高次及其成倍数的谐波 $m = \frac{nf_s}{(k+1)f_s}$ $(n = 1, 2, \dots)$ 在中间频率时滤波效果较前二种为好 (4) 暂态过程时间同加法滤波为 $\frac{k}{f_s}$</p>

(2) 数字滤波

微型计算机保护的运算法都是建立在正弦基波分量的基础上, 但输入滤波器的截止频率远超出基波频率, 为了消除短路暂态过程中存在的直流分量和高次谐波, 通常在A/D变换后装设数字滤波器, 数字滤波是在频率的基础上对信号进行处理的运算法, 最基本的型式有减法, 加法和积分三种, 用移相运算消除影响故障判断的直流或高次谐

波分量，需要时甚至包括基波分量，其构成和用途列于表1，可以根据系统要求进行滤波器设计。

表1中设基波频率为 f_1 ，采样频率为 f_s ，考虑已有输入模拟滤波器，只考虑谐波频率 $f \leq f_s$ ，并设 m 为谐波次数， n 为谐波倍数， $n=1$ 时的 m 为最低谐波次数，可以根据表中列式求出某特定及其成倍的高次谐波，反之也可求滤去某已知谐波时对存储记忆要求的 K 值。

(三) 运算方法在数字保护中的应用

从运算速度、适用范围、采样相位及波形畸变的影响等方面综合分析认为，使用以积运算为主的量法较为有利，这里以电流差动保护和方向阻抗保护为例说明积运算方法的应用，这两种保护将在后面典型的输电线微型计算机保护系统中作为主保护和后备保护。

1. 电流差动继电器

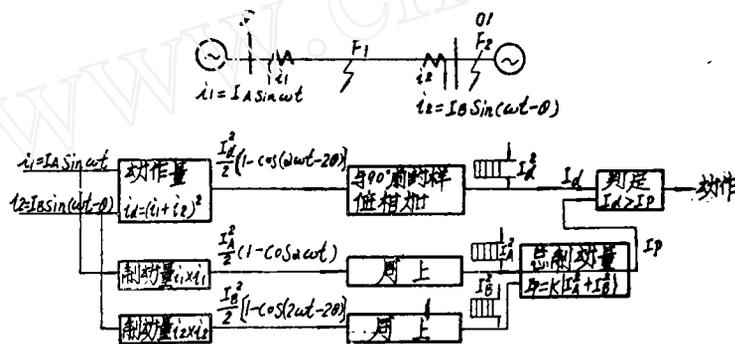


图7 电流差动继电器的运算说明

图7为电流差动继电器的运算说明图，设线路两端电流为 i_1 、 i_2 ，把电流变换为数字后通过微波通讯传送，用微型计算机的加法运算可求出差电流。

$$i_d = i_1 + i_2$$

故障判定根据 $|i_d| \geq I_0$ (整定值)实现，内部 F_1 点故障满足 $|i_d| \geq I_D$ 保护动作，外部 F_2 点故障 $|i_d| \approx 0$ 保护不动。

为了减少包括变流器在内的模拟部分在大电流时变比误差的影响，可使继电器具有比率制动特性，图7所示的动作判据是以各端电流向量和的平方为动作量 $I_d = (i_1 + i_2)^2$ ，各端电流平方和滤波后为制动量 $I_p = K |I_1^2 + I_2^2|$ ，动作判定条件为 $I_d > I_p$ 。

2. 方向阻抗继电器

如图8所示，设输入电压 $v = U \sin \omega t$ ，输入电流 $i = I \sin(\omega t - \theta)$ ，具体步骤说明如下。

(1) 电流相位移相应用差分滤波器：输入电流数据被移动一个特性角 $\varphi = 75^\circ$ ，为此，运算是以最后一个电流采样数据与提前某一时间间隔的采样数据相减，如果有直流分量，在相减的过程中将被消去。

(2) 变换为电压：将差分滤波器的输出乘以整定阻抗得到相应图中③的变换电

压。

(3) 构成测量距离的量：由变换电压减去输入电压得到测量距离的量。

(4) 电压存贮：近处故障，系统电压降低到零，可能引起继电器的错误判断，为防止这种情况，使用电压存贮器，存贮故障前最后两周期的电压采样数据共24个，如同移位寄存器一样，24个被存数据的最早一个，当最后数据进入存贮器时由电压存贮器送出。

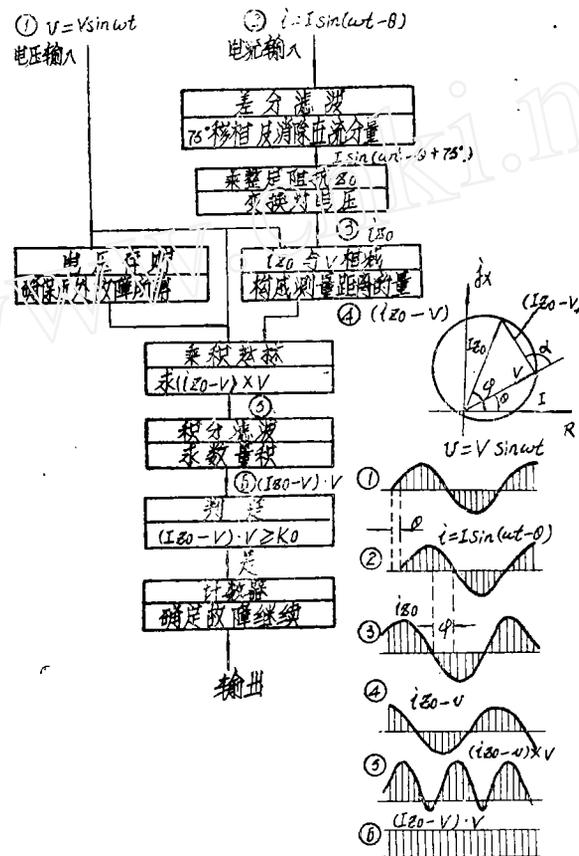


图8 方向阻抗继电器积运算流程图

存贮器输出可以作为参考量，为改进继电器复归特性和减少系统频率变化对继电器特性的影响，用电压存贮器的 $\frac{1}{8}$ 和最后电压采样数据作为参考量。

(5) 乘积运算：求参考量和测量距离的量的乘积，这个输出相应图中⑤包含了直流分量和二次谐波分量。

(6) 积分滤波：积分滤波器的主要目的是消除二次谐波分量，而从乘积运算的输出中得到直流分量，即求得数量积。

当采样电压和电流数据包括不同于基波的谐波分量时，积分滤波器也用来消除其他较高的谐波分量，这些分量是除电压电流采样数据的基波以外的谐波分量由乘积运算而

产生的。

(7) 判定：将积分滤波的输出量和预先选定量 K_0 进行比较，作出发生故障的判断。

(8) 计数器：确定故障的延续时间，被判断出的故障由计数器计数，计算超过整定数目，确定故障继续发送输出信号。整定的数字愈大，暂态超越愈小，故障延时既要提高可靠性又要不影响快速性。

四、光纤通信在数字保护中的应用

(一) 光纤通信的发展

数字保护设置在高压变电站的强电磁场中，数字继电器通过电压、电流互感器引入系统信息，向断路器发出控制输出，由于微型计算机的信号电平是5伏、数毫安的微小功率，要做到不受变电站一次侧拉合断路器的冲击，雷击涌流、电磁和静电感应等干扰影响。

除了对干扰侵入途径，屏结构及数字继电器内部采用了类似在晶体管继电器里采用的一些抗干扰措施外，在A/D变换器与数字继电器间有几百米的距离，考虑电力系统环境，采用光电收发信机装置通过光导纤维电缆传送信息是最理想的。

自从1960年发明了气体激光器和固体激光器以来，光纤通信的实现有了希望，由于当时的光纤衰耗为50分贝/公里，对这样大的衰耗实用还有困难，1970年用二氧化硅作光导纤维的主材料后衰耗降低到20分贝/公里，使光纤通信进入到实用化阶段，许多国家都开始大力研制和发展光纤通信及其器件，我国光纤通信研究工作已由实验室进入现场实用的初期阶段。

光纤通信具有以下优点：

1. 抗干扰能力强

光导纤维是绝缘介质，不受外界电磁场的干扰。光波在光纤内传输对其他线路的光纤通信不会产生串音。通道的信噪比高。

2. 通讯频带宽，传送容量大。

光纤传输码速高达1千兆波特/秒，相当于14400个话路，其传送容量比相同截面的同轴电缆大1000倍。

3. 传输特性好，通讯距离可由几十公尺到几十公里，中继距离可达50公里以上，传送数据的误码率在 10^{-9} 以下，

此外，由于光纤的主材料二氧化硅资源丰富，采用光缆代替目前使用的同轴电缆可节约大量的有色金属，光纤并具有重量轻（50~100克/公里），外径在0.1毫米以下，易挠敷设方便等优点。

光纤通信目前还是一个发展中的新技术，无论是光纤本身，基本器件以及整个通讯系统上还存在一些问题，成本也较贵。但随着电力系统的发展对电力通信的要求也相应提高，旧的通信方式（载波通信和微波通信）在容量和抗干扰方面都出现了矛盾，考虑

今后城市高层建筑物的增多，对微波通道阻碍日益严重，通信用铁塔建设困难，光纤不仅可在变电所近距离传送，作为变电所间主体的微波线也将被光纤通信所代替，1978年日本已在220千伏8公里线路上首次采用了光纤通信，运行结果良好，可见发展光纤通信是具有重大意义的。

(二) 光纤通信及构成简介

光纤通信是利用光波作载波，把代表信息的电信号加在光波上，在光纤里传输。要使光波作为载波，要把电信号通过接口设备加到光调制器上通过光调制器的光束，把电信号的数字量变成光信号，光接收机收到光信号再转换还原为电信号，光纤通信系统

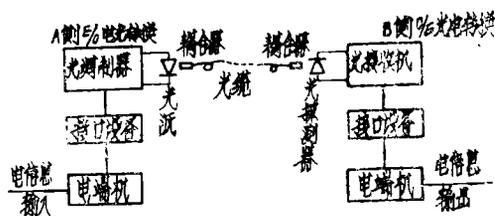


图9 光通信系统构成

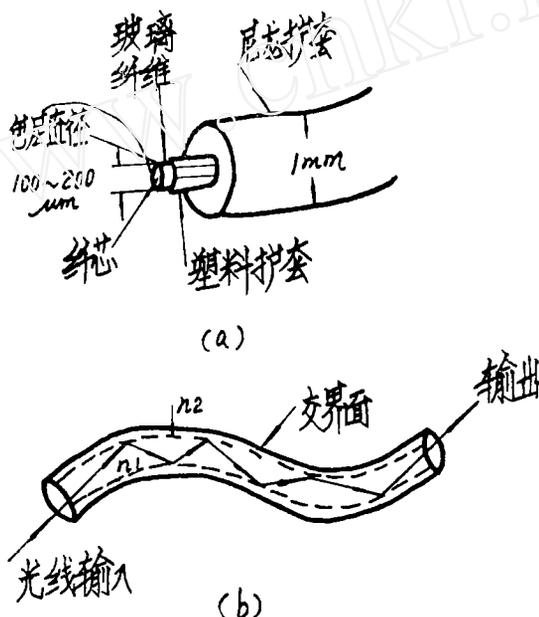


图10 光缆构成及传输途径

如图9所示，主要由光源、光调制器，光纤电缆，光探测器，光接收机，接口设备和电端机等构成，主要设备是光纤电缆，光源和光探测器。

1、光纤电缆

光纤电缆是由纯度非常高的二氧化硅制成的纤芯，和纯度较高的玻璃纤维包层，并有吸光作用的塑料护套所组成，包括各部份的尺寸均注明在图10(a)上。

光纤是利用光在不同折射率的传输介质间的全反射规律，将光束束缚在光导纤维内，并沿着纤维的走向传输，纤芯比包层的纯度高，因而折射率 n_1 大于包层的折射率，入射光线将在芯线和包层的界面上不断地产生全反射向前传播，所以作为光纤代表的芯线成为波导路径的电介质。

表征光纤特性的主要是光纤的衰耗和带宽，衰耗象征着传送距离，带宽代表传输容量，这些特性都直接与光纤材料的特性如提纯、均匀性以及色散造成的脉冲损失有关。

2、光源

用激光器作光源，由砷镓铝（Ga_{1-x}Al_xAs）材料构成的可靠性较高，对光源的要求列于表2。

表2 光源要求条件

	项 目	条 件	标 准
必 要 条 件	光 波 长	应与光纤低衰耗，无色散的波长条件一致。	0.85μm、1.3μm、1.55μm
	可 靠 性	工作寿命长，具有工作的稳定性及特性的再现性。	寿命10万小时
	输 出	具有系统要求的输出功率	> mw
	输出效率	发热小	>10%
充 分 条 件	光谱范围	适应与光缆传送频带的耦合范围	由使用系统的规模 决定
	集 光 性	具有与光缆耦合的集光性	
	调 制	能直接调制，易于和调制器连接。	
	形状、重量	小型重量轻	
	经 济 性	能大量生产以降低成本	

3.光探测器

光接收机是极为重要的部件，光探测器又是接收机的关键，短距离的光纤通信用PIN光电二极管，中长距离用APD雪崩二极管作光探测器，对光探测器的要求条件是

- (1) 对应于使用波长的光波，要有较高的光灵敏度。
- (2) 有足够的带宽，以适应接收光信号的带宽。
- (3) 接收解调过程中，附加噪声要小。

五、高压输电线保护系统原理方框图

图11 为用光纤通信和微型计算机构成的输电线路保护原理方框图，实例中主保护为电流差动保护，后备保护采用方向距离保护，构成继电器的运算已在三(三)中说明。电流差动保护用微波通信在各变电站间传送信息，采用脉冲编码方式传送数字量。

保护系统大致分为三部份，作用如下。

- (一) A/D变换部。

实现电流电压模拟量变换为数字符号的信号转换。

(二) 光通信部。

把数字符号传送到继电器和微波通讯装置。

(三) 微机保护部。

按数字电压、电流实现动作判定。

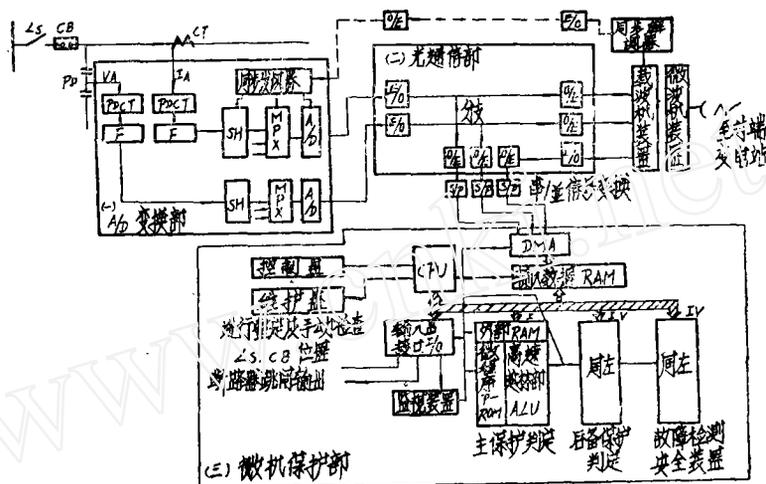


图11 输电线微型计算机保护原理方框图举例

A/D变换部把由电流互感器CT和电压互感器PD输入的模拟量统一都经过传感器DPCT（数字电流电压互感器），输入滤波器F，采样保持电路SH、多路转换器MPX到A/D变换器，A/D变换部设置在室外靠近CT、PD安装处，A/D变换后的数字量不仅用于保护装置，也可供各种控制装置灵活应用。

光通信部，如前所述，由于不受电磁感应影响，今后可以广泛用以代替过去的控制电缆而被采用，进而用以代替变电站间的微波通信。

微机保护部中，分别对主保护、后备保护和故障检测的安全装置独立配置了微程序，用控制专用的中央处理装置CPU实现多路微型计算机系统间的协调控制，构成多路微处理机系统，各部份微机分散配置藉以提高微机保护部的可靠性。

采用上述框图的微型计算机保护已在国外系统运行。

六 结 论

由于集成电路技术的发展，微型计算机的出现，使复杂的计算机在结构上大大简化，经济性和可靠性方面都发生了根本性的变化，微机保护不仅可以提高保护性能，简化装置而且可以发展新的保护原理，（如实现距离保护的同时进行故障点距离的测量）微型计算机应用于电力系统保护将是形势发展的必然趋势，可以预期继电保护领域将随

着微型计算机和光纤通信的采用要进行一场彻底更新的技术革命。

主要参考资料

1. 保捷继电技术的常识 大浦好文 电气书院1980年
2. 数字继电保护装置说明资料 日立制造厂 1980年。
3. 电力系统继电保护原理及运行 华中工学院编 1981年。
4. 电力系统继电保护原理 天津大学编 1980年。
5. 计算机保护译文集 南京自动化研究所 1979年。
6. 光纤通信及其在电力系统中的应用 陈清美 电力系统自动化 1979年4期。

(上接81页)

1. 桥变侧FDH—1装置接通道, 发讯电压 55^V , 电流 0.3^A
桥变侧收螺侧讯号电压 9^V

2. 螺变侧测量的收发讯数字与上述数字基本相符。

(二) 对高频相差收发讯电压的影响。

桥变侧高频相差正常发讯电压 22^V 。收对侧高频电压 10.2^V 。

1. 两侧FDH—1装置接入通道不发讯, 相差发讯电压 22^V

2. 两侧FDH—1装置接入通道不发讯, 收对侧高频讯号电压 9.6^V 。

(三) 对相差高频通道裕度影响的测量:

正常时, 桥变侧测通道裕度 2.7^N

1. 两侧FDH—1通话装置接入通道, 不发讯, 测通道裕度 2.4^N

2. 两侧FDH—1通话装置接入通道, 桥变侧发讯, 测通道裕度 1.9^N

3. 两侧FDH—1通话装置接入通道, 螺变侧发讯, 测通道裕度 2.2^N

4. 两侧FDH—1装置接入通道, 同时发讯, 测通道裕度 1.8^N

FDH—1通话装置在该线路通话试验, 话音清晰, 杂音很小, 裕度较大。

从对以上两条线路的通话试验看FDH—1通话装置接入高频通道, 对高频通道调试的主要指标影响不大。在做主要项目时, 可停止通话, 影响将更小。

FDH—1通话装置具有体积较小、携带方便, 现场使用接线简单等特点, 在短线路及中长线路上通话质量较好, 给高频保护通道调试带来了方便。

该装置现用直流 220^V 作电源, 如改用交流 220^V 作电源现场使用将更为方便。

(上接59页)

程度虽然很高, 但由于其不易清洗彻底, 其残留物会产生化学腐蚀和电化腐蚀, 造成印制铜箔的锈蚀和元件引线的断腿, 并导致焊点间的绝缘电阻降低。因而印制电路板上的锡焊接不能采用无机熔剂和焊锡膏, 应根据焊接的情况和被焊表面的可焊性及其表面氧化膜阻挡层的厚度来选择熔剂的活性, 并加强焊后清洗的手段。