



(3) 由于50万伏线路长, 电晕干扰又相当严重, 传统的解决方法是片面提高发信功率。换取收发信机信噪比的提高。但随着发信功率的增加, 输出的谐波分量也将增大, 影响其它载波设备的正常工作。另外收发信机的成本也将随着发信功率的增加而成倍上升。

## 2. 电力线上的噪声性质分析

电力线上存在着两种噪声即电晕噪声和脉冲噪声。电晕噪声的统计特性是白色的, 而脉冲噪声在带通滤波器的输出是白色的或者是脉冲性质的, 由此可见, 在电力线上存在的主要噪声是白色的。

### 3. 抗噪声的新方法:

#### 3.1 迭加平均技术

我们讨论信号与噪声的混合信号经过取样变换后的情形。

噪声与信号的混合表示为:

$$f(t) = f_s(t) + n(t) \quad (1)$$

式中:  $f_s(t)$  代表周期信号,  $n(t)$  代表噪声信号:

如果以  $t_k$  为起点, 每隔  $T$  秒取样一次, 则  $i$  次的样品应该是:

$$f(t_k + iT) = f_s(t_k + iT) + n(t_k + iT) \quad (2)$$

式中:  $i$  代表取样序列。

如果经过  $m$  次的重复后, 第  $i$  个样品的周期信号的积累为:

$$\sum_{K=1}^m f_s(t_k + iT) = m f_s(t_k + iT) \quad (3)$$

经过  $m$  次积累的噪声为:

$$\sum_{K=1}^m n(t_k + iT) = \sqrt{m} \overline{n(t)} \quad (4)$$

式中:  $\overline{n(t)}$  代表噪声信号的有效值

经过  $m$  次积累后的信号与噪声的混合信号为:

$$\sum_{K=1}^m f(t_k + iT) = m f_s(t_k + iT) + \sqrt{m} \overline{n(t)} \quad (5)$$

经过  $m$  次积累的信噪比为:

$$S_m \left( \frac{S}{N} \right)_m = \frac{m f_s(t_k + iT)}{\sqrt{m} \overline{n(t)}} = \sqrt{m} \left( \frac{S}{N} \right) \quad (6)$$

由此可见, 经过迭加平均后, 可以大大地改善输入信号的信噪比。

下面我们从频域的观点来分析迭加平均技术。在时域中。我们可以把迭加平均技术的取样函数视为由一系列冲击函数组成即:

$$h(t) = \delta(t) + \delta(t-T) + \delta(t-2T) + \dots + \delta[t-(m-1)T]$$

$$\delta(t - mT) = \sum_{K=1}^m \delta(t - KT) \quad (7)$$

根据傅立叶变换有:

$$H(j\omega) = \frac{1 - e^{-jm\omega T}}{1 - e^{-j\omega T}} = \frac{\sin(m\omega T/2)}{\sin(\omega T/2)} e^{-j(\frac{m+1}{2})\omega T} \quad (8)$$

图 1 所示为  $m = 2$  和  $m = 5$  时  $H(j\omega)$  的幅频特性。

由图可见选加平均器是一个梳状滤波器。随着  $m$  的增加, 梳齿变窄。这与以上时域讨论的结果完全一致。

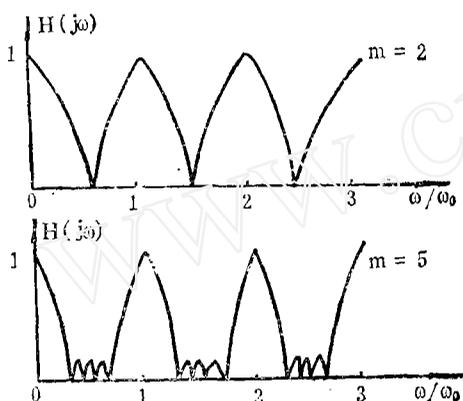


图 1 平均器不同  $m$  值的梳状滤波器响应

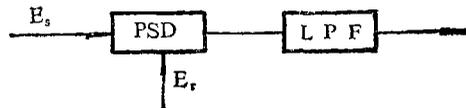


图 2 相干检测原理图

### 3.2 相干检测技术

相干检测技术的原理如图 2 所示。

$E_s$  代表输入信号,  $E_r$  代表参考频率

相干检测技术实际上就是求  $E_s$  和  $E_r$  的相关函数。输入信号中的白噪声通过相关器后相关函数为零。而信号却被保留下来, 这就证实了相干检测技术是一种有效的抗噪声的方法。

以微机为基础的正交采样数字相敏检测技术是相干检测技术中的一种。其检测过程是在信号的每周期采样两点。采样点相隔  $\frac{T}{4}$ 。则在  $(mT + \tau)$  和  $(mT + \tau + \frac{T}{4})$  时刻的采样点彼此是正交的。即如果称  $(mT + \tau)$  时的采样点  $S_I(m)$  是同向分量, 则  $(mT + \tau + \frac{T}{4})$  时的采样点  $S_Q(m)$  是正交分量。显然下列关系式成立。

$$E = \sqrt{S_I^2(m) + S_Q^2(m)} \quad (9)$$

$$Y = \arctg [S_Q(m) / S_I(m)] + 2\pi\tau / T \quad (10)$$

以上分别介绍了两种抗干扰技术。我们可以把两种技术柔合在一起以求达到更好的

效果。本文就是依据这种方法来达到提高收发讯机装置的抗干扰能力的具体做法如下：首先采得相干检测技术所需的同向分量 $S_I(m)$ 和正交分量 $S_Q(m)$ ，然后将 $N$ 个周期中的相应 $S_I(m)$ 和 $S_Q(m)$ 分别迭加平均得：

$$S_I(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=m}^{n+m-1} S(nT + \tau) \quad (11)$$

$$S_Q(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=m}^{n+m-1} S(nT + \tau + \frac{T}{4}) \quad (12)$$

最后将迭加平均后所得的 $S_I(m)$ 和 $S_Q(m)$ 代入相干检测技术的公式中，得到所要求的幅度和相位。

#### 4 · 系统的软件和硬件设计

##### 4 · 1 系统的硬件设计

如图 3 所示为系统的硬件框图

数字信号处理部分的输入信号取之于收发讯机装置的中频输出，中心频率为12kHz 带宽为 4 Hz。硬件电路包括 TMS320—20 数字信号微处理器、采样保持器、 $\Delta / D$  转换器和控制电路。由带通采样定理 [1]，同时兼顾到数字相敏检测技术的需要，在这里选择16kHz 的采样率。另外采用 TEX AS 仪器公司生产的 TMS320—20 数字信号微处理器的原因是这种微处理器有强大的适合数字信号处理的功能和仅为200 ns 的周时间，使之胜任我们要求的数字信号处理需要。

##### 4 · 2 系统的软件设计

图 4 为系统的中断软件框图

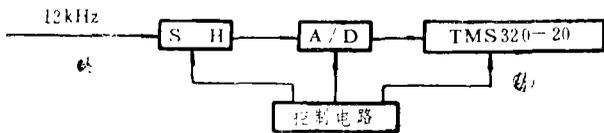


图 3 硬件框图

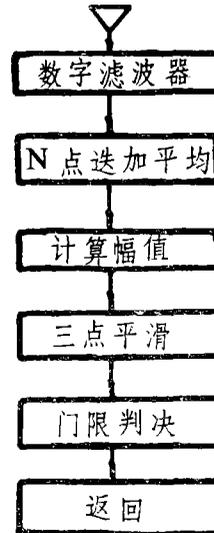


图 4 系统的中断软件框图

# 继电保护对电流互感器暂态特性的要求

广东省电力勘测设计院 张华贵

## 一 问题的提出

500千伏电压级在我国的出现,带来了许多技术问题要研究解决,如大容量,长距离送电的过电压及稳定等问题,本文着重讨论对500千伏继电保护用的电流互感器(C T)暂态特性的要求。

C T的暂态特性对保护的正确动作与否,息息相关,如C T的暂态特性与保护的动作原理不相适应时,会引起保护的误动作或拒绝动作,这对500千伏送电的可靠性危害很大。各国在500千伏C T的制造上,均对它的暂态特性加以研究,并提供具有暂态特

软件包括3个2阶节级〔2〕所组成的6阶切比雪夫数字滤波器作为中频滤波器,N点迭加平均幅值计算,3点平滑处理和门限判决。其中3点平滑处理用于克服信号频率误差所造成的高频抖动。

## 5·实验结果和结论

实验的方法是在保护用的收发讯机装置的输入端同时加入信号和白噪声,测试结果证实采用了以上所说的新技术后功率信噪比将提高4倍以上。有可能完全克服传统收发信机存在的问题。从另一角度说,传统收发信机以提高发信功率来获得较高的信噪比。例如,现场所做将发信功率从20W增加到40W只能提高信噪比2倍。所以可以说在保持原收发信机性能不变的情况下发信功率可减少一半,这是非常诱人的结果。另外采用微机后的收发信机还可以附带完成诸如装置循环检测控制逻辑等功能提高了收发信机的现场适应能力及自动化水平。

总之,应用本文所述的信号处理方法后,将能极大地提高收发信机的性能。

## 参考资料

- 〔1〕 S.Haykin·“Communication System”. John Wiley and Sons. 1978.
- 〔2〕 AiLourich and Ray Simar Jr.“Digital Signal Processing Applications with the TMS320—20 Family”. TEXAS Instruments. 1986.pp27—68.