

一种短数据窗的移相新算法

姚争辉 彭红海 周有庆 湖南大学电气工程系 (420082)

何勋杰 湖南邵阳工业专科学校 (420002)

【摘要】 移相是在微机保护及监控中经常遇到的问题。提出了一种新的通用短数据窗移相算法,该算法适用于不同频率的信号和不同采样频率的移相计算,且有很高的精度和速度。

【关键词】 数据窗 移相 算法

引言

在电力系统微机保护和监控中,经常要对输入信号进行移相。一般的移相算法是采用移点的方法,均要假设输入信号是正弦稳态信号,这对于实际输入的信号来讲有较大的误差。例如在对电力系统负序电流的过滤算法中,如果采用 $i_k^{(2)} = \frac{1}{3} [i_{a(k)} + i_b(K - \frac{N}{3}) + i_c(K - \frac{2}{3}N)]$ 的方法,其数据窗为 $\frac{2}{3}N$,假如在此数据窗内发生了系统振荡或短路故障,由于数据窗太长,可能在此数据窗内信号的幅值和频率发生了较大的变化,此时,以上算法将无法得到正确的负序分量。因此,在系统振荡和故障暂态过程中必须使用短数据窗的移相算法,才能得到正确的移相值。

1 算法推导

已知三个连续采样值 i_{k-1}, i_k, i_{k+1} , 信号角频为 ω , 采样周期为 T_s , 要得到滞后 i_k 采样值角度的值 $i_k(-\alpha)$ 。

$$i_k = I_m \sin(\omega t + \alpha) \quad (1)$$

$$i_k(-\alpha) = I_m \sin(\omega t + \alpha - \alpha) = I_m \cos(\omega t + \alpha) \sin(\alpha) + I_m \sin(\omega t + \alpha) \cos(\alpha) \quad (2)$$

由(1)得

$$\frac{di_k}{dt} = \omega I_m \cos(\omega t + \alpha) = \frac{i_{k+1} - i_{k-1}}{2T_s} \quad (3)$$

由(3)得

$$\cos(\omega t + \alpha) = \frac{1}{I_m} \cdot \frac{i_{k+1} - i_{k-1}}{2T_s} \quad (4)$$

将(4)代入(2)中得

$$i_k(-\alpha) = I_m \cos(\omega t + \alpha) \sin(\alpha) + I_m \sin(\omega t + \alpha) \cos(\alpha) = \frac{1}{m} \frac{i_{k+1} - i_{k-1}}{2T_s} \cos(\omega t + \alpha) i_k + \frac{\sin(\alpha)}{2T_s} (i_{k+1} - i_{k-1}) = A i_k + B (i_{k+1} - i_{k-1}) \quad (5)$$

$$\text{其中 } A = \cos(\omega t + \alpha) \quad B = \frac{\sin(\alpha)}{2T_s}$$

注:由于推导中采用了 $\frac{di_k}{dt} = \frac{i_{k+1} - i_{k-1}}{2T_s}$, 当采样频率较低,如采样频率 $N = 12$, 信号角频率 $\omega = 100$ 时,微分和差分有一定误差,所以 B 可根据实际该误差的大小进行修正,补偿该误差。

2 算法仿真

假设输入信号幅值为 1000, 角频为 $\omega = 100$, 用以上算法计算各采样点移相 -120° 的时刻的对应值。

(1) 采样频率 $N = 12$, 假设采样初始角度为 0° , 取样 14 点。

$$\text{则 } A = \cos(-120^\circ) = -\frac{1}{2}$$

$$B = \frac{\sin(-120^\circ)}{2 \times 100 \times 1.6667 \times 10^{-3}} = -0.827$$

采样值	理论移相值	计算移相值	修正 $B = -0.866$ 后的计算值
0			
500	- 999	- 966	- 999
866	- 866	- 845	- 865
999	- 499	- 499	- 499
866	0	- 19	0
499	500	466	500
0	866	826	865
- 500	999	966	999
- 866	866	845	865
- 999	499	499	499
- 866	0	19	0
- 499	- 500	- 466	- 500
0	- 866	- 826	- 866
500			

可见调整后基本无误差。

(2) 采样频率 $N = 48$ 点, 采样初始角度为 0° , 取样 14 点。

$$\text{则 } A = \cos(-120^\circ) = -\frac{1}{2}$$

$$B = \frac{\sin(-120^\circ)}{2 \times 100 \times 0.4167 \times 10^{-3}} = -3.308$$

采样值	理论移相值	计算移相值
0		
130	- 923	- 918
258	- 965	- 962
382	- 991	- 991
500	- 999	- 997
608	- 991	- 988
707	- 965	- 965
793	- 923	- 922
866	- 866	- 863
923	- 793	- 788
965	- 707	- 707
991	- 608	- 607
999	- 499	- 499
991		

可见, 当采样频率较高时, 由于 $\frac{di_k}{dt}$

$\frac{i_{k+1} - i_{k-1}}{2T_s}$, 因而误差很小, 当 $N = 48$ 时, 误差

小于 0.5% , 无须调整 B 的值。

(3) 过滤负序电流的应用仿真。采样频率 $N = 12$, 则负序电流 $i_k^{(2)} = i_{a(k)} + [-0.5 \times i_{b(k)} - 0.886 \times (i_{b(k+1)} - i_{b(k-1)})] + [-0.5 \times i_{c(k)} + 0.886 \times (i_{c(k+1)} - i_{c(k-1)})]$

取样 240 点, 仿真系统振荡时用该算法过滤负序电流的正确性。设振荡周期为 200ms , 振荡时幅值变化函数为 $i_m = 500 \sqrt{2 - 2\cos}$ 。

则 $i_a = i_m \sin(\omega t)$, $i_b = i_m \sin(\omega t - 120^\circ)$, $i_c = i_m \sin(\omega t + 120^\circ)$

仿真结果见图 1。

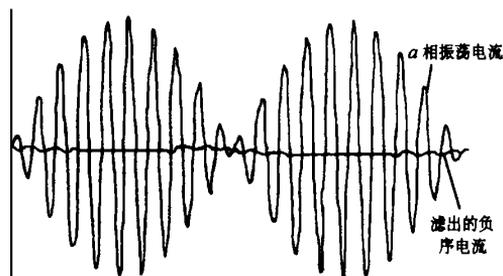


图 1

仿真系统三相短路故障过渡过程中该算法过滤负序电流的正确性。假定该过渡过程中包含衰减直流分量, 其衰减常数 $T = 0.02\text{s}$, 故障后稳态工频分量, 其幅值为 1000, 正常时工频幅值为 100, 故障发生在 A 相电流过零点时, 经电抗短路。

$$\text{则: } i_a = 1000\sin(\omega t - 90^\circ) + 1000e^{-\frac{t}{0.02}}$$

$$i_b = 1000\sin(\omega t - 90^\circ - 120^\circ) +$$

$$[100\sin(-120^\circ) - 1000\sin(-120^\circ - 90^\circ) e^{-\frac{t}{0.02}}]$$

$$i_c = 1000\sin(\omega t - 90^\circ + 120^\circ) + [100$$

$$\sin(120^\circ) - 1000\sin(120^\circ - 90^\circ) e^{-\frac{t}{0.02}}]$$

三相均先进行一次差分滤波后再用该算法移相计算负序电流。

仿真结果见图 2。

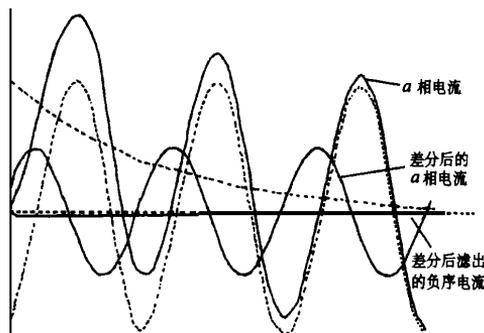


图 2

两种过渡过程滤出的负序均基本为零, 可见, 该算法对电力系统的动态过程有较好的适应能力。 (下转 25 页)

出发,提出了一个变电站微机保护与管理系统的设计方案。本方案尽量使构成系统的软硬件模块化,既避免了重复劳动,又增强了系统的可靠性。按本方案实现的微机保护与管理系统的已通过动模实验并即将投入现场运行。实验表明,本系统设计合理,运行可靠。

参考文献

- 1 杨泽宇. 变电站自动化系统技术设计探讨. 电力系统自动化, 1997, 21 (9) .
- 2 黄益庄. 变电站新型综合自动化设计. 中国电机工程学报, 1996, 16 (6) .

- 3 杨奇逊. 微机继电保护基础. 水利电力出版社, 1988.

郑三保, 男, 1970 年生, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护与全球定位系统在电力系统中的应用。

石铁洪, 男, 1975 年生, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护。

程时杰, 男, 1945 年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为人工智能在电力系统中的应用。

刘沛, 女, 1944 年生, 教授, 主要研究方向为继电保护与变电站综合自动化。

DESIGN AND REALIZATION OF SUBSTATION'S COMPUTER RELAYS AND ITS MANAGEMENT SYSTEM

Zheng Sanbao Shi Tiejie Cheng Shijie Liu Pei

(Electrical Engineering Department, Huazhong University of Science and Technology, 430074, Wuhan)

Abstract Standardization and modularization are two basic requirements for enhancing the independence and the expansion ability of the automation subsystems for power system substation. This paper proposed a scheme to design and to realize such kind of subsystems. A standard designing scheme for substation's computer relays and its management system is presented. Details of the realization of both hardware and software are also given in the paper.

Keywords Substation automation Computer relay Computer communication

(上接 13 页)

其他仿真表明:

·用任意采样起始角进行仿真,不影响其精度。

·用不同角频率的正弦波输入仿真,按比例改变采样周期,不影响其精度。

·当移相角 $= \pm 90^\circ$ 时,对直流分量和低周分量有较强的抑制作用。

3 结论

本文提出了一种新的短数据窗移相算法,并

在实际开发微机保护的过程中得到较好的应用。由于该算法数据窗较短,仅 3 个连续采样点,因而能较好地适应电力系统过渡过程,加上该算法使用了差分,因而对过渡过程中的低周分量有较好的抑制作用。实践证明该算法原理正确,且有一定的实际应用价值。

参考文献

- 1 陈德树. 计算机继电保护原理与应用. 水利电力出版社, 1991.
- 2 杨奇逊. 微型机继电保护基础. 水利电力出版社, 1987.

A NEW PHASE SHIFT METHOD WITH SHORT WINDOW

Yao Zhenghui Peng Honghai Zhou Youqing (Hunan University, 410082, Changsha, China)

He Xunjie (Hunan Shaoyang Industry Academy, 422001, Shaoyang, China)

Abstract Phase shift is often used in computer relay protection and control. The paper proposes a new phase shift method with short data window. The method can be adapted to different frequency signal and different sample frequency. It has the characteristic of high accuracy and high speed.

Keywords data window phase shift method