

一种用顺序采样值测量电量的校正方法

许 珉

(郑州工业大学电气信息工程学院,河南 郑州 450002)

摘要: 利用顺序采样值,用均方根值法计算电量时会产生较大误差,本文采用校正采样值的方法计算电量,提高了电量测量精度。

关键词: 顺序采样; 均方根; 测量

中图分类号: TM93 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2001)05-0057-02

1 前言

随着计算机和数字信号处理技术的发展与推广,基于交流采样的电力系统测量与保护技术得到了十分广泛的应用。常用的电量测量交流采样算法有两种:均方根值算法和全波傅氏算法。均方根值算法是根据周期连续函数的有效值定义,将连续函数离散化得到电压、电流有效值及有功和无功功率(单相)计算公式

$$U = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u^2(n)}$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i^2(n)}$$

$$P = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u(n) i(n)$$

$$Q = \sqrt{(UD)^2 - P^2}$$

该算法的优点是它不仅对正弦波有效,也可较准确地测量波形畸变的电量。全波傅氏算法计算电量的方法是计算出各相电压、电流基波分量有效值的实部和虚部,按下式计算电压、电流有效值及有功和无功功率(单相):

$$U = \sqrt{U_{1r}^2 + U_{1i}^2}$$

$$I = \sqrt{I_{1r}^2 + I_{1i}^2}$$

$$P = \frac{1}{2} (U_{1r} I_{1r} + U_{1i} I_{1i})$$

$$Q = \frac{1}{2} (U_{1i} I_{1r} - U_{1r} I_{1i})$$

在以上两种算法中,计算 P, Q 时要求电压和电流为同一时刻的采样值。采用同时采样的硬件可满足这一要求,现在很多微机测量保护装置采用顺序采样硬件,这样前后两路之间有时间差 t (模入通道选择、采样保持、A/D 转换以及程序执行时间),相应角度为 $\omega t = 2\pi f t$, 此时间差对 P, Q 的计算会产生误差。采用傅氏算法计算测量电量时,在计算出各电压电流的实部和虚部后用移相法进行校正,但电压电流中一般有谐波分量,只用基波分量计算电量测量有误差。本文采用一种采样值校正方法,对顺序采样的采样值进行校正后用均方根值算法进行电量计算,具有较好效果。

2 采样值校正方法

设校正前的间隔角度为 θ 的相邻两个采样点为

$$x(n) = \sin(\omega t + \theta)$$

$$x(n-1) = \sin(\omega t - \theta)$$

校正后的采样值为

$$x'(n) = \sin(\omega t)$$

通过化简可得出

$$x'(n) = -\frac{\sin(\theta)}{\sin(2\theta)} x(n) + \frac{\sin(\theta)}{\sin(2\theta)} x(n-1)$$

如每个工频周期采样 12 点,即取 $\theta = 30^\circ$ 有

$$x'(n) = -2\sin(30^\circ) x(n) + 2\sin(30^\circ) x(n-1)$$

该算法是基于纯正弦波得出的,但对各次谐波分量的影响较小,这可以通过其幅频特性看出。该算法可以看成一加权加法滤波器,其系统函数为

An opinion on communication with overseas protective relays

HAN Yu-xiong

(Shanghai Relay Co., Ltd, Shanghai 200072, China)

Abstract: Some experiences are introduced while communicating with overseas protective relays in this paper, and it pointed out the limitation of the IEC870-5-103 standard after analyzing the phenomenon encountered in actual projects. Then a solution is proposed to meet the demands in projects.

Key words: communication; protocol; protective relay

$$H(Z) = -2\sin(-30^\circ) + 2\sin Z^{-1}$$

其频率响应为

$$H(e^{jT_s}) = -2\sin(-30^\circ) + 2\sin e^{-jT_s}$$

如果前后两路之间的时间差为0.083ms,即取 = 1.5 时其幅频特性为

$$|H(e^{jT_s})| = \sqrt{0.9134628 + 0.099242\cos(T_s)}$$

如果前后两路之间的时间差为0.041ms,即取 = 0.75 时其幅频特性为

$$|H(e^{jT_s})| = \sqrt{0.955688 + 0.0511666\cos(T_s)}$$

从以上两种 的幅频特性可以看出,算法对各次谐波的幅值影响较小,且 越小,余弦项的系数越小,对各次谐波的幅值影响也越小。

3 均方根值法计算电量的仿真计算

仿真计算的电压、电流为含有谐波分量的函数:

$$u(t) = \sin t + 0.1\sin(2t) + 0.3\sin(3t) + 0.1\sin(5t)$$

$$i(t) = \sin(t - 30^\circ) + 0.3\sin(3t - 30^\circ)$$

对电压、电流进行顺序采样,每个工频周期采样 12 点,只需 13 个采样值,就可以将第二路的 12 个采样值校正到第一路采样时刻,现在常用的 A/D 转换器有:AD574 12 位转换时间为 25μs,与 AD574 兼容的 AD1674 具有采保持器,12 位采样与转换时间为 10μs,故一般顺序采样前后两路时间差为几十微秒。如前后两路之间的时间差为0.083ms,即 = 1.5 时的计算结果如表 1。

表 1

种类	U	I	I %	P	P %	Q	Q %
同时采样	0.744983	0.738241		0.471983		0.282323	
顺序采样	0.744983	0.738241		0.464688	1.55	0.294176	- 4.2
校正后的 顺序采样	0.744983	0.735598	0.358	0.470859	0.238	0.284194	- 0.66

如前后两路之间的时间差为0.041ms,即 = 0.75 时的计算结果如表 2。

表 2

种类	U	I	I %	P	P %	Q	Q %
同时采样	0.744983	0.738241		0.471983		0.282323	
顺序采样	0.744983	0.738241		0.468376	0.764	0.294176	- 2.1
校正后的 顺序采样	0.744983	0.736889	0.183	0.471407	0.122	0.284194	- 0.34

可以看出顺序采样时如用均方根值法计算 P、Q,即便在 t 很小的情况下也会出现较大误差,对采样值进行校正(电压、电流可以用未校正采样值,以保证精度)可以大大提高精度,在有谐波分量的情况下,有功功率误差仅为0.122%,可以满足对测量精度的要求。在用傅氏算法计算电量时 U = 0.7071067, P = 0.433,这也说明在含有谐波分量时用傅氏算法计算电量有较大误差。

4 结论

本文采用校正顺序采样采样值,用均方根值法计算电量,该方法计算量小,精度高,对谐波分量影响小,对降低测量保护装置硬件成本,提高测量精度有重要意义。

参考文献:

- [1] 孙淑信. 变电站微机检测与控制. 水利电力出版社, 1995, 5.
- [2] 黄益庄. 变电站综合自动化技术. 中国电力出版社, 2000, 3.
- [3] 毕胜春. 电力系统远动及调度自动化. 中国电力出版社, 2000, 4.
- [4] 于海生,等. 基于复序列 FFT 和锁相原理的电参数测量. 电网技术, 2000, 24(3).
- [5] 程鹏,陆于平. 一种进行幅值和相位校正的微机保护新算法. 电力自动化设备, 2000, 20(1).

收稿日期: 2000-10-18

作者简介: 许珉(1956 -),男,副教授,从事电力系统监视与控制的教學与研究。

A correcting method of measuring electrical quantities based on sequence sampling value

XU Min

(Electric Information Engineering of Zhengzhou Technology University, Zhengzhou, 450002, China)

Abstract: Electrical quantities measuring based on root-mean square and sequence sampling value has the weakness of low accuracy. In this paper, electrical quantities are calculated with corrected sampling value. The result shows its features of high accuracy.

Key words: sequence sampling; root-mean square; measuring