

检验与测试

交流量高精度测量的误差分析与实现

王淑艳, 张斌, 王煜

(国网电力科学研究院, 江苏 南京 210003)

摘要: 分析了影响交流采集精度的几个主要因素和相应解决方案, 提出了以 MAX11046 型 A/D 转换芯片和 TMS320F28335 型浮点数字信号处理器为硬件平台的设计方案。结果表明, 该设计方案的电压、电流测量精度可达到千分之一, 功率的测量误差在千分之三以内, 频率测量误差在万分之五以内。

关键词: 交流量; 高精度测量; 测量误差; MAX11046 芯片; TMS320F28335 处理器

中图分类号: TM930.9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-3175(2009)08-0050-02

Error Analysis and Implementation of AC High Accuracy Measurement

WANG Shu-yan, ZHANG Bin, WANG Yu

(State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: Analysis was made to the several factors affecting AC collection accuracy and the corresponding solutions. The design plan, which took the A/D converter, MAX11046 and the float-point digital signal processor, TMS320F28335 as the hardware platform, was put forth. The results show that voltages and currents measurement accuracy of the designed plan reaches one-thousandth, the error accuracy of power is less than three-thousandth and the error accuracy of frequency is less than 0.05 percent.

Key words: alternating component; high accuracy measurement; measurement error; MAX11046; TMS320F28335 processor

交流量采集在电力系统自动化中担负着将模拟量转化为数字量的重要任务, 是实现电力系统自动化的基础, 测量的精度和可靠性直接影响整个系统的可靠性和稳定性。随着特高压、大容量、超大系统电网的逐渐形成, 交流量采集装置在频率波动和谐波叠加等恶劣条件下的高精度、高可靠测量显得尤为重要。

1 影响交流量采集误差的因素分析和处理

交流电压和电流分别经过电压互感器(PT)和电流互感器(CT)进行降幅隔离, 电流互感器的二次侧电流还需经过转换电路变成电压信号。转换后的电压信号经过信号调理和低通滤波后进入A/D转换芯片, 变成数字信号给DSP处理。目前测控装置中交流量的计算方法大多采用快速傅立叶算法(FFT)^[1]。以上交流量测量过程中影响采集精度的

主要因素有以下几点。

1.1 调理电路中的相移和幅值误差

交流量经过PT或CT后会产生相移, 给线电压和功率的计算带来误差, 另外调理电路中电阻的精度及差异性会对测量的精度和不同装置测量结果的一致性带来问题。这样的误差属于系统误差, 对于每一个装置, 排除环境误差的因素外, 误差是恒定的。针对这种误差, 可以构建一个闭环系统, 即用标准源加以定量的情况下, 计算出跟幅值误差和相位误差相对应的系数来修正误差。修正的具体方法可以参考文献[2]中所述。

1.2 滤波电路产生的误差

为了滤掉高频干扰, 对于每一路交流量需进行滤波, 这里的滤波实际上包括了模拟滤波和数字滤波, 傅立叶算法其实就很好的数字滤波器, 在计算幅值时舍去代表高阶分量的谐波部分即可。模拟滤波器即由电阻和电容构成的模拟电路, 滤波器的截止频率一般以滤掉13次以上的谐波为准则。实际

作者简介: 王淑艳(1980-), 女, 助理工程师, 本科, 从事电力系统自动化设备质量检测工作;
张斌(1979-), 男, 工程师, 硕士研究生, 从事变电站自动化设备的开发研究工作;
王煜(1983-), 男, 助理工程师, 本科, 从事电力系统自动化设备质量检测工作。

上, 模拟滤波器的设计不可能为理想滤波器, 即在滤掉高频干扰的同时, 对低于13次谐波的幅值也有一定的抑制, 这里就产生了误差, 需要补偿, 补偿的方法需要根据模拟滤波器的幅频特性来定。

1.3 非整周期截断所产生的频谱泄露

根据采样定理, 采样频率须是基波频率的整数倍, 当基波频率发生偏移时, 用快速傅立叶算法计算电压、电流幅值时会存在频谱泄露现象, 解决这问题的方法有两种: 对采样序列加窗, 即先用窗函数对采样序列加权, 后作傅立叶运算, 可以有效抑制频谱泄露; 对周期信号作整周期截断, 通过频率跟踪来精确确定信号的周期是行之有效的办法。参考文献[3]介绍的一种新颖的频率跟踪算法通过验证, 频率的计算精度高, 可以达到小数点后三位。

1.4 A/D采样芯片和CPU的影响

A/D转换器的分辨率和采样速率是实现高精度采样的关键因素。另外, 信号处理器的数据总线宽度、主频高低、内部存储空间大小、定点还是浮点、有没有FFT快速计算软件包等都将影响计算的精度。使用芯片开发商提供的FFT函数比自己写的FFT算法计算效率高, 速度快。下文介绍了TI公司的CCS集成开发环境自带的FFT软件库的使用方法:

(1) 执行 FFT.EXE 可执行文件, 生成 fft.lib 库函数并将该函数加入相应工程; (2) 声明头文件: #include "fft.h"; (3) 声明变量: RFFT32fft=RFFT32_128P_DEFAULTS; #pragma DATA_SECTION(ipcb, "FFTpcb"); long ipcb[SampleRate+2]; // 开计算空间缓冲区并定义缓冲区存放区域; (4) FFT 初始化: fft.ipcbptr=ipcb; fft.init(&fft); (5) FFT 计算: fft.calc(&fft); fft.split(&fft)//split 函数是调整 fft 计算结果的存放次序, 便于进行幅值的计算, 计算结果存放在 ipcb 存储空间内。

最后需要注意的就是, 计算空间ipcb在cmd文件中地址的选择很重要:

```
FFTpcb ALIGN(256): {} >L0L1RAMPAGE=1
```

2 交流量采集硬件设计方案

MAXIM 公司作为专业的高性能模拟和混合信号 IC 生产商, 近期推出了应用于高精度测量场合的 MAX11046 芯片。MAX11046 为 8 通道、16 位的模数转换器, 其独立的采样 / 保持和 SAR 电路, 能够为

每通道提供速率为 250 千采样点数每秒的同时采样。MAX11046 芯片采用单电源供电, 无需外部负电源和缓冲器, 从而使 PCB 板设计简单, 性能可靠, 是电力参数测量的理想解决方案。浮点数字信号控制器 TMS320F28335 具有 150 MHz 的高速处理能力, 与 TI 公司的数字信号控制器相比, 性能平均提高 50%, 得益于其浮点运算单元, 可快速完成算法, 提高运算的精度。其片内 64K×16 的静态存储器相比 28X 系列 18K×16 的存储空间大了许多, 是一款性价比很高的芯片。MAX11046 芯片的高精度采样和 TMS320F28335 控制器的强大运算能力完全可以为交流量的高精度测量提供很好的硬件平台。硬件设计方案示意图如图 1 所示。

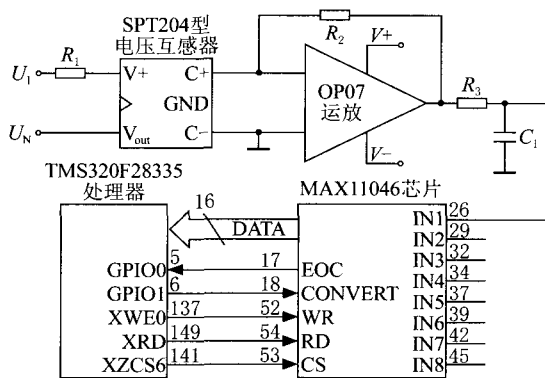


图1 硬件设计方案示意图

3 结语

本文分析了交流量高精度测量必须考虑的几个因素, 并且提出了相应的解决方法。经过试验验证软硬件设计方案可行, 电压、电流测量精度达到千分之一, 功率的测量误差在千分之三以内, 频率测量精度达到万分之五以内。

参考文献

- [1] 韩宏顺. 交流量高精度测量的微机实现方案[J]. 电力学报, 2006, 21(1): 52-53.
- [2] 吴笃贵, 贺春, 易永辉. 一种新颖的频率跟踪算法[J]. 电网技术, 2004, 28(14): 52-53.
- [3] 周霞, 王亦宁, 彭文才, 等. 基于 AD7656 交流采集模块中的测量误差分析研究[J]. 水电厂自动化, 2007(4): 348-350.
- [4] 朱晓华, 基于 DSP 算法的谐波功率测量仪的研究[J]. 电测与仪表, 2001, 38(10): 12-16.

收稿日期: 2009-03-11