

多功能计量芯片 ADE7878 在变电站测控装置中的应用

王力,张春雷,胡红兵,郑洁
(国电南瑞科技股份有限公司,江苏南京 210061)

摘要:介绍了一种新型多功能计量芯片 ADE7878 在变电站测控装置中的应用,其中包括芯片的特点、ADE7878 的硬件电路设计、如何用软件来实现 ADE7878 的采样。实际运行表明,该设计方法相对传统的采样方式具有精度高、实现简单、成本低廉等特点。

关键词:ADE7878;测控装置;SPI

中图分类号:TM76

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2011)05-0033-03

传统的变电站测控装置采用的 AD 芯片一般与保护装置相同,AD 芯片内部进行模数转换后把数据直接送给主 CPU,主 CPU 定时对周波进行取点采样,通过傅立叶等算法计算出相应的有效值、相位角等实时信息。这种方式具有很强的实时性,而且数据的处理方式比较灵活。但对于中低压测控装置,往往并不关心每个周波的波形,对采样速率要求不是特别高,侧重点在于数据的精度与稳定性。文中采用一种集合了采样与计算功能的 ADE7878 芯片,将其应用中低压测控装置中,有降低成本、节省 CPU 资源等显著优点^[1]。

1 ADE7878 概述

ADE7878 是美国 ADI 公司推出的三相高精度多功能计量芯片,超越了工业上对电能计量 0.2 S 级表的精度和动态的要求。ADE7878 的电压和电流通道为 24bit-型 ADC,电压和电流有效值在动态范围为 1 000:1 下小于 0.1%,电能在动态 1 000:1 下小于 0.1%,在动态 3 000:1 下小于 0.2%。ADE7878 提供 I2C, SPI, HSDC 多种数据接口和 3 个灵活的脉冲输出,还可同时提供基波有功和无功功率、总(基波+谐波)有功和无功功率的计算。

这款芯片推出的初衷是用于电能表领域,主要特点是精度高,成本低廉,集成的 CPU 实现了对 AD 采样值的计算功能,能够满足中低压测控装置的采样功能。

2 硬件电路设计

基于 ADE7878 的测控装置硬件框图如图 1 所示,主要包括交流测量模块、通信模块、数据存储和显示模块等部分。主控制器采用 TI 公司的一款具有浮点运算能力的 DSP,型号为 TMS320F28335。其中最重要的电路就是模拟信号输入电路,该电路的设

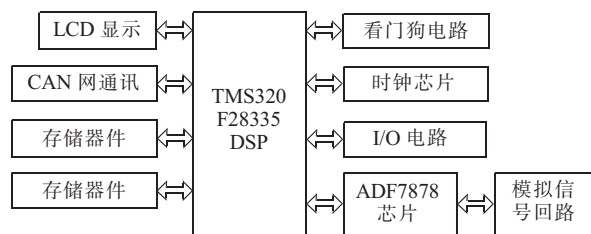


图 1 ADE7878 测控装置硬件框图

计直接影响波形的精度,如图 2 所示。由于 ADE7878 的电压电流通道输入信号范围为 ± 0.5 V,二次交流采样值必须经过处理才能进入芯片的输入通道。以 I_c 的模拟信号输入为例,图中 CT3 选用的是电流型 CT,输出信号为 0~2 mA 电流,经过电阻转换为电压,在输出端并接的二极管起保护作用。电流转电压后经过二级 RC 网络滤波,以 ± 0.5 V 的电压值接入 ADE7878 输入端。在选用器件参数时需保证二次电流最大值 6 A 对应芯片输入端 0.5 V,这样芯片采样精度才有保证。

除了模拟信号输入电路,周边电路还包括系统主控芯片 DSP 的接口电路、电源、晶振等,芯片正常工作所需的电源电压、晶振频率等参数可以由芯片的电气特性查得,在电路设计时只要满足这些条件即可^[2]。

3 软件实现

该套测控装置采用 SPI 接口与 ADE7878 进行通讯,ADE7878 的 SPI 通讯接口最高的允许速率是 2.5 MHz。芯片提供了 100 多个可读写的寄存器,通过对这些寄存器的控制可以将芯片的效能发挥出来。

3.1 主程序设计

ADE7878 交流采样主程序流程如图 3 所示。在装置上电进行初始化时,首先读取装置的 CRC 校验寄存器值,该值对于芯片的控制非常重要。在正常采样过程中,如果该寄存器值突然改变,则说明芯片已

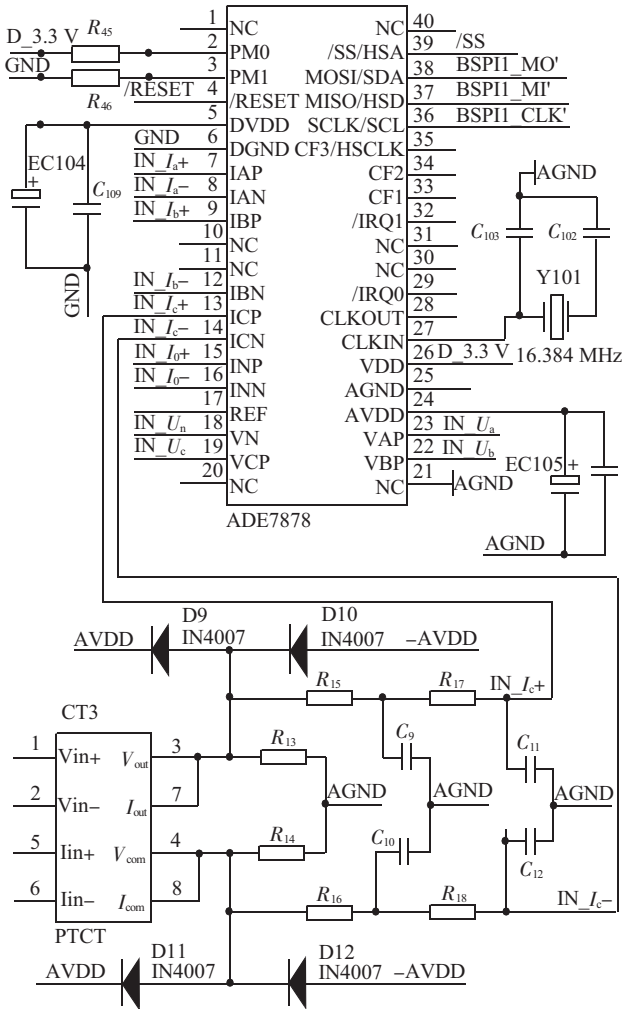


图2 ADE7878 外围硬件电路设计

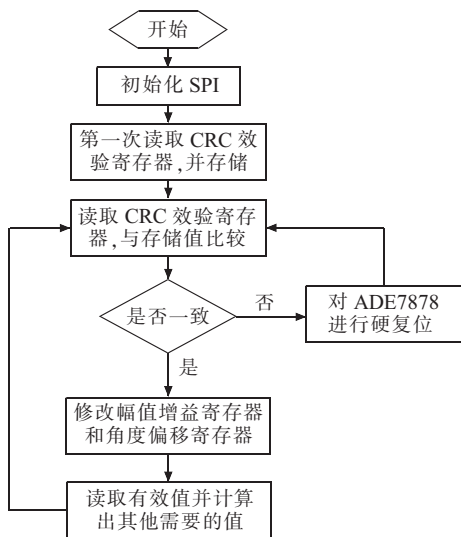


图3 采样程序流程

出现故障,此时的采样值已不可靠,必须丢弃。并且需要对芯片进行复位处理并再次核对。

3.2 谐波采样

ADE7878 直接提供的电压、电流有效值是基波叠加谐波之后的值。如果需要计算基波和谐波含量,ADE7878 同时提供了电压、电流的实时波形数

据,这样通过傅立叶算法就可以得出电压、电流的基波值及各次谐波值、畸变率等相关信息^[3]。

3.3 角度采样

芯片可提供 ANGLE0, ANGLE1, ANGLE2 等 3 个角度寄存器,通过不同的配置方式以取得各相电压角差、各相电流角差、压流角差等测量信息,如图 4 所示。

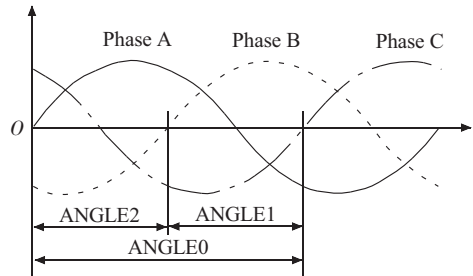


图4 ADE7878 角度测量

3.4 过滤坏点

在工程测试中,当运行现场电磁干扰严重时,SPI 总线会受到干扰,导致采样数据偶尔会产生突变,对于这种不可预知的干扰,在程序中加入了过滤坏点的算法。流程如图 5 所示。

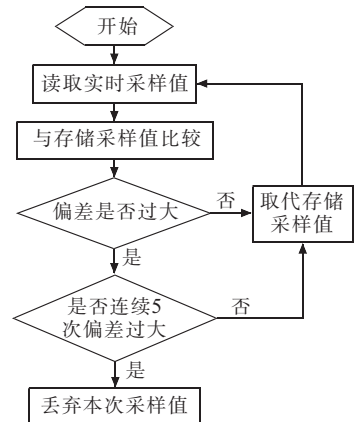


图5 滤坏点程序流程

试验证明,这种算法能够过滤掉因 SPI 总线干扰带来的错误数据点。

3.5 性能测试

在二次电压标准输入 $f=50.5 \text{ Hz}$, $U=57.74 \text{ V}$, $I=5 \text{ A}$, $\cos\phi=0.5$ 的时候,测试结果如表 1 所示,完全能够满足变电站测控装置的精度要求。

4 结束语

使用 ADE7878 多功能计量芯片作为变电站测控装置的采样模块可减少外围电路,简化设计过程,提高系统的集成度;同时利用 ADE7878 自身计算功能,可减轻 DSP 的运算负担。ADE7878 的高精度特性可保证测量结果的准确性,有利于提高变电站数据在线监测能力。该新型测控装置目前在变电

表 1 性能测试结果

类别	标准源值	装置显示	后台显示	装置误差/%	后台误差/%
f/Hz	50.500	50.50	50.498	0	-0.004
U_d/V	57.737	57.67	57.684	-0.055	-0.044
U_q/V	57.734	57.72	57.684	-0.011	-0.041
U_d/V	57.732	57.74	57.684	0.006	-0.040
I_d/A	5.000	4.995	4.994	-0.083	-0.100
I_q/A	5.000	5.001	5.000	0.016	0
I_d/A	5.000	4.999	4.997	-0.016	-0.050
P/W	375.4	376.2	376.7	0.151	0.193
Q/Var	-650.5	-648.4	-648.8	0.176	0.142
$\cos\phi$	0.499	0.503	0.503	0.333	0.333

站已投运数百台,2年多的实际运行表明,该装置能满足变电站对电力系统运行监测的技术要求,相对于传统测控采样方式,精度更加高,运行更加稳定。

Applications of Multifunctional Measurement IC ADE7878 in Substation Measurement and Control Equipment

WANG Li, ZHANG Chun-lei, HU Hong-bing, ZHENG Jie

(NARI Technology Development Co. Ltd., Nanjing 210061, China)

Abstract: The paper introduces the applications of a new multifunctional measurement IC ADE7878 in substation measurement and control equipment, including chip features, ADE7878 hardware circuit design and how to use the software to achieve ADE7878 sampling. Experimental results show that this design approach has higher precision, simpler, lower cost and so on compared with traditional sampling methods.

Key words: ADE7878; measurement and control equipment; SPI

(上接第 32 页)

3 结束语

介绍了 2010 年江苏省并网电厂高压电气设备总体运行情况,通过对各类故障和缺陷的统计分析,提出有针对性的预防措施及建议,进一步提高设备运行可靠性。

参考文献:

[1] 宋 泉,李 炜,宋竹生,等.国网公司系统组合电器运行情况

参考文献:

[1] 陆祖良.周期信号采样测量策略[J].电测与仪表,2008(10):1-6.

[2] 胡志刚,许 凯,崔永峰.电能计量芯片 ADE7878 在智能电表中的应用[J].电测与仪表,2010(7):128-131.

[3] 郭忠华,基于 ADE7878 芯片的电力参数测量仪的设计[J].电工电气,2010(12):25-30.

作者简介:

王 力(1983-),男,河南周口人,工程师,从事电力系统自动化工作;

张春雷(1981-),男,吉林人,助理工程师,从事电力系统自动化工作;

胡红兵(1974-),男,湖北鄂州人,工程师,从事电力系统自动化工作;

郑 洁(1980-),男,江苏常熟人,工程师,从事电力系统自动化工作。

分析[J].高压电器,2009,45(6):78-82.

[2] 彭 伟,陆志浩,黄 华,等.大型变压器绝缘油含硫量测试方法及腐蚀性硫初步研究[J].华东电力,2008,36(1):61-82.

[3] 于敏潮,肖福明,胡秉海,等.变压器油中颗粒度对变压器绝缘强度的影响[J].变压器,2010,37(12):26-30.

作者简介:

吉亚民(1972-),男,江苏盐城人,高级工程师,从事高电压技术的试验与研究。

Operation Condition Analysis for High-voltage Electrical Equipment of Jiangsu Power Plants

Ji Ya-min^{1,2}

(1. North China Electric Power University, Beijing 102206;

2. Jiangsu Frontier Electric Technologies Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: The abnormal outage events for power plant which is caused by the fault of high-voltage equipment in Jiangsu province in 2010, is fewer than the past years. The operation condition for high-voltage equipment was introduced in the paper. Besides, the causes of equipment faults and defects were analyzed, and the corresponding measures were also proposed. The equipment operation reliability can be improved by technical supervision management and promoting condition-based maintenance.

Key words: electrical equipment; operation; fault