

基于 ATT7022E 与 STM32 多功能电力监测仪设计

倪健华¹ 谈恩民¹ 姚普粮²

(1. 桂林电子科技大学电子工程与自动化学院 桂林 541004; 2. 北海市深蓝科技发展有限责任公司 北海 536000)

摘要: 随着我国国民经济的高速发展,对电力监测仪提出了更高的要求。针对以往电力监测仪,存在测量精度不够,软硬件设计复杂问题。提出一种基于 ATT7022E 与 STM32 的多功能电力监测仪设计。该设计给出了电力监测仪的总体设计方案,并对系统的各个硬件组成部分及软件总体流程设计进行了详细论述。经试验表明,该电力监测仪测量三相电压有效值相对误差小于 0.5%,满足电力监测仪的电压测量精度 0.5 级以内的技术指标要求。

关键词: STM32; ATT7022E; 电网参数; 电力监测仪

中图分类号: TN06 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 460.40

Designer of multi-functional power monitor based on ATT7022E and STM32

Ni Jianhua¹ Tan Enmin¹ Yao Puliang²

(1. Institute of Electrical Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China;

2. Beihai Shenlan Science and Technology Development Co., Ltd, Beihai 536000, China)

Abstract: With the rapid development of national economy in our country, puts forward higher requirements on power monitor. The traditional power monitor has the weakness of precision, software and hardware with complex problems. This article introduces a new method of multi-functional power monitor based on ATT7022E and STM32 chip. This design gives the overall design scheme of electric power monitor and which describes the overall process of hardware component and software design in detail. The test shows that the power monitor three-phase voltage RMS relative error less than 0.5%, meets the power monitor voltage measurement accuracy within 0.5 specifications requirements.

Keywords: STM32; ATT7022E; grid parameter; power monitor

1 引言

近年来随着我国国民经济的高速发展,先进嵌入式处理器技术、微电子技术及测控技术也得到了快速发展^[1],为了适应新形势的发展和需求,政府对智能电网的不断推进,对电力监测仪的实时性、可靠性、精确性,提出了更高的要求。

传统电力监测仪^[2]广泛采用 AD+MCU 模式,即外部模数 A/D 转换芯片与 8 位、16 位单片机进行对三相电网数据进行采集,存在许多的弊端,如芯片功能单一,需要进行外围扩展诸多器件,软件程序算法复杂,测量精度不高等问题。而以 DSP+MCU 双 CPU 模式,很好的解决了复杂数据的处理问题,但存在开发成本过高,且造成 MCU 资源的一定浪费;本系统通过采用高性能 32 位 ARM

Cortex-M3 内核为处理器^[3]STM32F103ZE 作为主控芯片与多功能高精度的三相电能专用计量芯片 ATT7022E,使系统整体硬件的设计更加简洁,与以往电力监测仪系统处理性能能力得到明显提高,同时也降低程序算法复杂度,此外系统实时性、可靠性均得到良好的改善^[3]。

2 系统总体设计

系统的总体设计如图 1 所示。系统采用 STM32F103ZE 作为系统 MCU,实现对系统外围模块进行读写操作和调度,完成内部运算、存储和通信等功能,最终将采集的相应数据通过液晶屏进行实时显示。专业电能计量芯片 ATT7022E 负责采集系统提供精确的年月日,星期,时分秒等数据,在不间断电正常运行情况下由电源模块进行供电,在断电情况下自动切换成外部锂电池为时钟芯片供电,保证其持续运行。外

收稿日期:2015-01

部存储模块采用通过采用三星公司 NandFlash 芯片掉电非易失器件作为采集数据存储芯片,为系统提供存储的历史数据。采用工业级 RS485 接口与 Modbus 协议,实现主站对监测仪数据采集与控制^[4-5]。

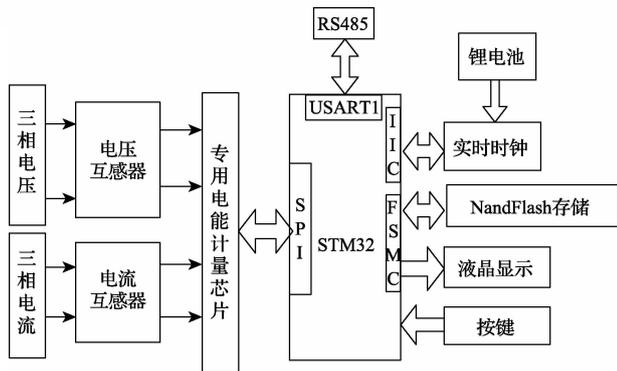


图1 系统总体设计

3 系统硬件电路设计

3.1 控制芯片 STM32F103ZE 简介

电力监测仪系统设计中,采用意法半导体公司的 32 位高性能 ARM Cortex-M3 内核 STM32F103ZE 作为系统控制芯片^[6],工作频率可达 72 MHz,内部资源丰富包括 64 KB 的 SRAM、512 K 的 FLASH、2 个基本定时器、4 个通用定时器、2 个高级定时器、3 个 SPI、2 个 I²C、5 个串口、1 个 USB、3 个 12 位 ADC、1 个 SDIO 接口、1 个 FSMC 接口以及 112 个通用 I/O 口,带外部总线 FSMC,可用来外扩 SRAM、NANDFLASH 和连接 LCD,通过灵活静态随机存储器 FSMC 驱动 LCD 液晶屏,可以有效的提高 LCD 刷屏速度^[7]。

3.2 电能计量电路设计

电能计量电路采用炬泉光电科技(上海)股份有限公司的高精度专用电能计量芯片 ATT7022E 作为三相电网数据采集的核心芯片^[8]。ATT7022E 是一款片内集成 19 位 ADC 与 SPI 串行通信接口,工作在从机模式方式下,有 7 路模拟量输入,分成电流和电压通道。电流通道正常工作为最大的信号电平为±0.7 V(p),电流通道内部有 1 个可编程增益放大器,放大倍数为 1、2、8、16,且 2 个引脚内部都有 ESD 保护电路。图 2 中 CT1 代表电流互感器,R₇的作用是将电流信号转换成符合专用芯片 ATT7022E 要求的电压信号。电压信号调理电路采用电阻分压式输入,输入脚 V2P 和 V2N 的直流偏置电压由芯片 REFCAP 内部 1.2 V 的基准电压提供。图 2 中电阻与的电容构成抗混叠滤波器,除去采集的一些不确定信号对有用信号造成的干扰,并最大程度地抑制或消除混叠现象对数据采集的影响。抗混叠滤波器除了对无用信号的衰减和滤除,还可以为 ATT7022E 转换产生的瞬态能量提供缓冲。ATT7022E 通过自身提供的 SPI 口与 STM32 之间进行计量参数的传递。

如图 2 所示 ATT7022E 为相电压、电流采集电路接法。

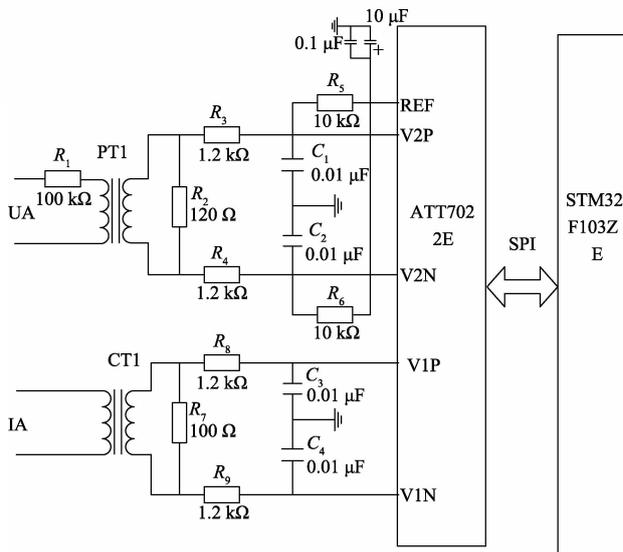


图2 ATT7022E 电压、电流采集电路接法

由以上特点可知^[9],采用高性能、低功耗 STM32F103ZE 作为系统的核心处理器与多功能三相计能芯片 ATT7022E 作为电力数据采集单元,可简化传统电力监测仪的硬件系统设计的复杂性,并提高系统的运行速率,降低系统功耗。

3.3 时钟模块电路设计

系统采用爱普生公司的 RX8025 作为时钟芯片,实现电力监测仪的实时日历功能。本模块内置高精度可调整的 32.768 kHz 水晶振子,片内集成 I²C 总线接口方式的实时计时器。时钟模块电路设计如图 3 所示,模块通过 I²C 总线接口与 STM32 进行数据的通信。R₁₁、R₁₃ 作为串行时钟线与双向串行数据线的上拉电阻。并接电解电容 C₁₁、陶瓷电容 C₁₂ 构成电源去耦,大电容 C₁₁ 主要为了去掉低频干扰成分,小电容 C₁₂ 为去掉电路中高频干扰部分。在正常运行情况下,由电源模块进行供电,在断电情况下通过外部锂电池进行为时钟芯片供电,保证其持续运行。

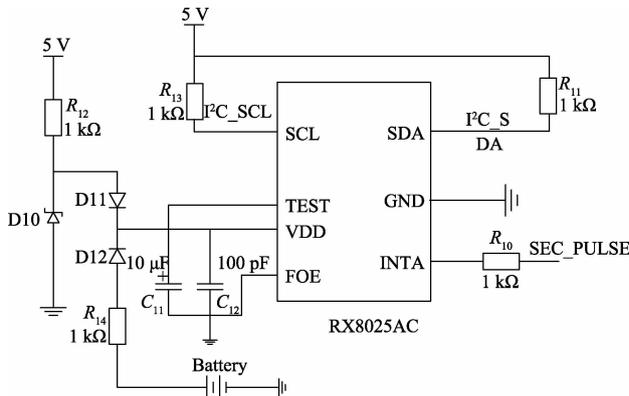


图3 实时时钟电路设计

3.4 通信模块设计

电力监测仪采用 Modbus RTU 通信协议,主站通过 485 接口读各相电压、电流、功率因数、有功功率、无功功率、总有功功率、总无功功率。

Modbus 协议的通信方式如表 1 所示。

表 1 Modbus 通信方式

编码	8 位二进制
起始位	1 位
数据位	8 位
奇偶校验位	1 位
停止位	1 位
错误校检	CRC

当通信命令发送至电力监测仪,若符合相应地址码的设备,将接通命令,除去地址码,读取有效数据信息,当校验无误,则执行相应的控制任务;最后把执行结果返送给主站。返送的信息中包括地址码、功能码、执行动作后的结果数据以及错误校验码。如果出错就不发送任何信息。

4 系统软件设计

系统软件设计采用模块化设计^[10],编程采用 C 语言,在 IAR 平台上编写操作软件,并通过 SWD 口进行下载调试程序。系统上电后,进入主程序,完成系统的初始化,主要包括系统 72 MHz 时钟配置;软件看门狗配置以及接着对硬件初始化配置;ATT7022 初始化设置包括送抄表参数,设置参数。硬件初始化完毕进入 while 主循环,然后对

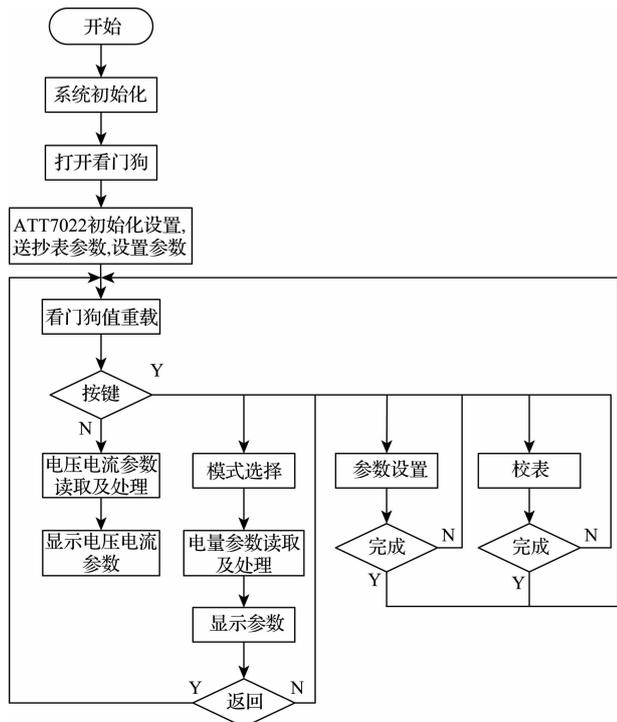


图 4 主程序流程

看门狗值进行重载,对外部按键检测,如有按下进入按键子程序,最后读取电网参数并显示;主程序流程图如 4 所示。

5 试验结果

通过武汉市华天电力自动化有限责任公司 HTJB-IV 继电保护校验仪对电力监测仪输出不同幅值的电压信号进行测量,测试结果如表 2 所示。

表 2 测试结果

测量次数	1	2	3	4
HTJB-IV	100	150	220	240
A 测量值/V	100.16	149.68	220.32	239.69
相 相对误差(%)	0.16	0.21	0.14	-0.05
B 测量值/V	100.14	150.28	219.72	240.42
相 相对误差(%)	0.14	0.29	-0.13	0.38
C 测量值/V	99.76	151.13	220.00	239.70
相 相对误差(%)	-0.24	0.39	0.12	-0.33

试验结果表明,通过多次对测试不同幅值的电压信号,各项电压相对误差的幅值均小于 0.5%,即满足电力监测仪技术指标中的电压测量精度 0.5 级以内的指标要求,对比以往采用的 8 位、16 位单片机的 AD+MCU 模式电力监测仪的测量精度与实时性得到了良好的改善,并简化了电力检测仪硬件设计的复杂度。

6 结论

提出了一种基于高精度多功能专用计量芯片 ATT7022E 与 STM32 电力监测系统的解决方案,该方案能够准确实时的采集三相电网参数,告别了以往电力监测仪实时性差,软硬件设计复杂的问题。

随着微电子技术的快速发展,基于这种高精度、高稳定性、体积小等特性的三相电力监测仪,将在电力参数测量系统中发挥越来越突出的作用。

参考文献

- [1] 孙春志,孙静,王威廉. 基于 CS5463 智能单向电表的设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(3):28-31.
- [2] 来清民,赵鹏喜. 基于 C8051F206 的智能电力监测系统[J]. 微计算机信息, 2007, 23(17):103-104.
- [3] 袁强,何乐生,王威廉. 一种基于 AMI 系统的无线三相智能电表的设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2013, 27(5):473-478.
- [4] 何洪波,陈东,郑艺成. 基于 Modbus 的全自动电力监测仪检定系统[J]. 计量与测试技术, 2014, 41(11):44-48.
- [5] 解德英,谢品芳,付志红,等. 电网工频信号非整周期采样误差分析[J]. 电子测量与仪器学报, 2010,

24(2):113-118.

- [6] 贺静丹, 滕召胜. 单相多功能电能表设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2011, 25(1):89-95.
- [7] 张旭, 亓学广, 李世光. 基于 STM32 电力数据采集系统的设计[J]. 电子测量技术, 2010, 33(11):90-93.
- [8] 郑一维, 李长俊. 基于 STM32 的电能质量检测技术研究[J]. 国外电子测量技术, 2011, 30(6):72-74.
- [9] 罗志坤, 滕召胜, 廉振荣, 等. 基于 GPS 的电能计量装置时钟测试系统[J]. 仪器仪表学报, 2009, 30(7): 1492-1497.
- [10] 温宗周, 李辰. 高效光伏充电控制器的设计[J]. 电

子测量技术, 2014, 37(10):29-32.

作者简介

倪健华, 1988 年出生, 硕士研究生。主要研究方向为潜入式与智能仪表。

E-mail: 865444073@qq.com

谈恩民, 1966 年出生, 教授。主要研究方向为计算机辅助测试和集成电路可测性技术。

E-mail: Tem0315@guet.edu.cn

姚普粮, 1957 年出生, 高级工程师。主要研究方向为电力系统实时监控技术。

(上接第 21 页)

- [17] LIU G, ZHANG Y, ZHENG X, et al. A new method on inshore ship detection in high-resolution satellite images using shape and context information[J]. Geoscience and Remote Sensing Letters, 2014, 11(3):617-621.
- [18] WU Y N, SI Z, FLEMING C, et al. Deformable template AsActive basis[C]. IEEE 11th International Conference on Computer Vision, 2007: 14-21.
- [19] WU Y N, SI Z, GONG H, et al. Learning active basis model for object detection and recognition [J]. International journal of computer vision, 2010, 90(2): 198-235.
- [20] CHUNYAN L, HUANXIN Z, HAO S, et al. Combing rough set and RBF neural network for large-scale ship recognition in optical satellite ima-

ges[C]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2014: 682-691.

- [21] 施晓东, 刘格. 一种光学遥感图像海陆分割方法[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(11):29-32.

作者简介

李斌, 1990 年出生, 硕士研究生。主要研究方向为遥感图像处理与应用。

孙显, 副研究员。主要研究方向为遥感图像处理。

吴其昌, 副研究员。主要研究方向为遥感图像处理和应用技术。

郭智, 研究员。主要研究方向为遥感图像处理与目标解译。

E-mail:iecaslibin@126.com