



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106933148 A

(43)申请公布日 2017.07.07

(21)申请号 201710173822.3

(22)申请日 2017.03.22

(71)申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路  
122号

(72)发明人 陈辉 袁泽江 杨诚

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限  
公司 42102

代理人 胡琳萍

(51) Int. Cl.

G05B 19/042(2006.01)

G01R 31/00(2006.01)

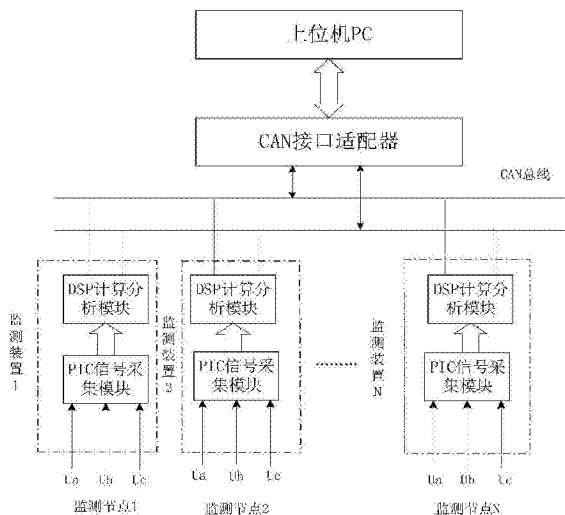
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能  
质量实时监测系统

(57)摘要

本发明涉及船舶电力推进领域,尤其涉及一  
种基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质  
量实时监测系统,上位机PC、CAN总线通信系统、  
监测装置。监测装置由PIC信号采集模块和DSP计  
算分析模块组成;PIC信号采集模块主要是对各  
节点的电力参数进行采集;DSP计算分析模块主  
要是PIC信号采集模块采样的数据进行计算和  
处理。从而提高了运算速度,提高了数据的精确  
度和实时性。



1. 一种基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,该系统主要由上位机PC、CAN总线通信系统、监测装置组成;监测装置对各节点的电力参数进行采集和数据处理,上位机PC通过CAN总线通信系统与各监测装置相连,将监测装置监测的电能参数显示在上位机PC端;其特征是:监测装置由PIC信号采集模块和DSP计算分析模块组成;PIC信号采集模块主要是对各节点的电力参数进行采集;DSP计算分析模块主要是对PIC信号采集模块采样的数据进行计算和处理。

2. 根据权利要求1所述的基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,其特征是:PIC信号采集模块由信号调理模块、A/D转换模块、锁相环电路以及PIC单片机最小系统组成;信号调理电路由采样电路,抗混叠低通滤波电路和电平提升电路组成;采样电路采集电力参数的模拟信号;抗混叠低通滤波电路用于防止采集的信号发生频率混叠现象;电平提升电路将通过抗混叠滤波电路后的信号的电压提升为所需的电压信号范围,以保证PIC单片机系统的正常工作; DSP计算分析模块由DSP控制芯片和辅助电源组成,用于对PIC信号采集模块采样的数据进行计算和处理。

3. 根据权利要求1所述的基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,其特征是:数据采集时采用交流采样,对被测对象的模拟信号进行瞬时采样。

4. 根据权利要求1-3之一所述的基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,其特征是:信号调理电路主要由三个运算放大器分别组成,第一个运算放大器LM358构成巴特沃斯滤波器,第二个放大器为电平提升电路,第三个放大器组成一个电压跟随器,最后将滤波后的信号通过电位提升满足AD采样模块可以接受的电压范围。

5. 根据权利要求1-3之一所述的基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,其特征是:所述的DSP芯片内部自带CAN模块,数据在经过DSP分析处理后经过DSP的CAN模块,再通过ISO1050隔离式CAN收发器进入CAN总线网络。

6. 根据权利要求1-3之一所述的基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,其特征是:基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统利用互感器把监测节点的电压、电流信号变成相应的电压信号,对此信号进行滤波后通过信号调理电路、A/D转换模块,经过初步处理的信号再通过数据处理单元进行分析和处理,计算出各节点电能质量指标参数,最后通过CAN总线通信将数据传送到上位机,并在上位机上进行实时数据显示,同时对其进行控制。

7. 根据权利要求2所述的基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,其特征是:基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统还包括电源模块,电源模块主要是给PIC单片机和DSP芯片供电,需要将24V电压转化为5V电压。

## 基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力推进船舶储能系统领域,尤其涉及建立一套电力推进船舶电能质量实时监测系统。

### 背景技术

[0002] 随着电力电子技术在船舶上的大量应用,用电设备不断增加,船舶自动化水平显著提高,船舶电力推进技术也取得了飞速的发展。与此同时,电能质量问题确实不可忽视的,非线性与冲击性负荷在船舶运行过程中带来了谐波、三相不平衡性、电压波动、闪变等电能质量问题,对船舶电力系统的可靠性和安全性造成了一定的影响。如我国广船国际生产的“泰安口”号18000吨级半潜船,采用SSP-5吊舱式全回转电力推进系统的全电力推进船舶,其推进系统中包含的变频器等电力电子设备在使用过程中,为船舶电网注入大量谐波,对整个电网造成干扰;此外,通讯导航系统以及海难救助等设备对大量高次谐波也比较敏感,受其影响可能会出现信号干扰,甚至无法正常运行。电能质量的恶化使得系统中的主要部件的故障风险增加,且会使运行的经济效率降低。近年来,船舶用电量日益增加,船舶电能质量问题越来越严重,具体影响主要有以下几个方面:

(1) 船舶电网是具有复杂环境和大量运用电力电子变换器的独立小容量电网,谐波造成影响比陆地电网更加显著,高频的谐波电压和电流会造成电机、变压器、输电线路损耗增加,引起系统中设备的可靠性和耐用性降低。

[0003] (2) 使继电保护、自动装置、计算机系统及测量装置运转不正常或者误操作,导致船舶运行的安全性下降。

[0004] (3) 造成大量的电磁干扰,对导航系统、通讯系统造成影响,导致其不能正常的工作。

[0005] 所以电能质量综合治理的前提和基础是通过实时监测手段获取电能质量的相关信息,因此对电能质量监测系统以及相关理论的研究是十分必要的,对船舶电力推进系统的稳定和安全运行具有非常大的现实意义。而传统的电力推进船舶电能质量实时监测系统的信号采集和数据分析处理是在同一块控制芯片里面进行,该方式计算速度较慢,实时性较差,且容易出现卡机等不良现象。

### 发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是,提供一种基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,来检测和定位电网中电能质量污染的位置,提高数据的精确度和实时性,从而全面掌握电能质量污染的实时状况进而采取有效的措施。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

一种基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,该系统主要由上位机PC、CAN总线通信系统、监测装置组成;监测装置对各节点的电力参数进行采集和数据处理,上位机PC通过CAN总线通信系统与各监测装置相连,将监测装置监测的电能参数显示在

上位机PC端;其特征是:监测装置由PIC信号采集模块和DSP计算分析模块组成;PIC信号采集模块主要是对各节点的电力参数进行采集;DSP计算分析模块主要是对PIC信号采集模块采样的数据进行计算和处理。

[0008] 进一步的,PIC信号采集模块由信号调理模块、A/D转换模块、锁相环电路以及PIC单片机最小系统组成;信号调理电路由采样电路,抗混叠低通滤波电路和电平提升电路组成;采样电路采集电力参数的模拟信号;抗混叠低通滤波电路用于防止采集的信号发生频率混叠现象;电平提升电路将通过抗混叠滤波电路后的信号的电压提升为所需的电压信号范围,以保证PIC单片机系统的正常工作;DSP计算分析模块由DSP控制芯片和辅助电源组成,用于对PIC信号采集模块采样的数据进行计算和处理。

[0009] 进一步的,数据采集时采用交流采样,对被测对象的模拟信号进行瞬时采样。

[0010] 进一步的,信号调理电路主要由三个运算放大器分别组成,第一个运算放大器LM358构成巴特沃斯滤波器,第二个放大器为电平提升电路,第三个放大器组成一个电压跟随器,最后将滤波后的信号通过电位提升满足AD采样模块可以接受的电压范围。

[0011] 进一步的,所述的DSP芯片内部自带CAN模块,数据在经过DSP分析处理后经过DSP的CAN模块,再通过ISO1050隔离式CAN收发器进入CAN总线网络。

进一步的,基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统利用互感器把监测节点的电压、电流信号变成相应的电压信号,对此信号进行滤波后通过信号调理电路、A/D转换模块,经过初步处理的信号再通过数据处理单元进行分析和处理,计算出各节点电能质量指标参数,最后通过CAN总线通信将数据传送到上位机,并在上位机上进行实时数据显示,同时对其进行控制。

[0012] 进一步的,基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统还包括电源模块,电源模块主要是给PIC单片机和DSP芯片供电,需要将24V电压转化为5V电压。

[0013] 综上,本发明的总体技术方案是:电能质量在线监测系统的作用是对船舶上的各个节点的电力参数进行实时检测和显示,分析各节点的基本电能质量参数和相关指标,提供电力参数的检测结果。结合相关技术成果和技术指标,设计出了本系统的总体结构图。系统主要包括上位机PC、CAN总线通信系统、监测装置。

[0014] 监测装置负责监测节点的电力参数的采集和数据处理,多个节点的监测装置将各节点的数据通过CAN总线传送给上位机PC,上位机负责数据的通讯和实时的显示。

[0015] 所诉的监测装置的硬件系统是本发明的核心,硬件是监测装置的功能实现的载体,此处硬件设计采用了PIC单片机+DSP的设计方案。

[0016] 所诉的数据采集部分硬件主要由信号调理部分、A/D转换模块、锁相环电路、PIC单片机最小系统等组成。本系统采用的是16位RISC指令集的高级产品PIC18F4680单片机,芯片内部含有A/D、EEPROM储存器、比较输出、PWM输出、捕捉输出、I2C总线和SPI总线接口、CAN总线接口电路、异步串行通信(USART)接口等功能。数据采集的时候采用的是交流采样,信号调理电路由三个部分组成,最左边为电流采样电路,其目的是把传感器采样的电流信号转换为电压信号, $R_1$ 为采样电阻,采样电阻与传感器输出电流信号的乘积即为相应的电压信号。在实际应用中,为了防止信号的失真,采样频率必须满足奈奎斯特采样定理。因此设计了中间的抗混叠低通滤波电路,其目的要防止频率的混叠。最右边为电平提升电路,目的是将通过抗混叠滤波电路后的信号的电压提升为所需的电压信号范围,以保证DSP芯片的

正常工作。有效的防治了频谱发生混叠,提高了测量的精度,最后将滤波后的信号通过电位提升满足AD采样模块可以接受的电压范围。AD转化功能是选择PIC18F4680单片机内部自带的AD模块来实现的,极大的简化了外部硬件电路设计,LCD显示部分的液晶显示模块选择深圳华远显示器件有限公司生产的128\*64的图形点阵式HYG1286493G-FF62L-VA型液晶显示器。

[0017] 所述的DSP计算分析模型硬件采用的是TI公司生产的TMS320F28335作为监测装置的控制中心,最小系统电路包含DSP芯片本身,以及保证系统工作的时钟电路、电源电路,此外还应包括调试电路。

[0018] 本发明(电力推进船舶电能质量监测系统)的主要功能是对船舶电能质量进行实时监测,利用多个监测终端对各节点的电压电流进行采集、处理和分析,利用CAN总线技术组成网络进行通讯,把采集的信号传递给上位机,并在上位机对船舶电能质量进行实时显示。

[0019] 与现有技术相比具有以下主要的优点:

1.传统的船舶电力参数监测终端通常采用单处理器(ARM或PIC单片机)来设计,信号采集和数据分析处理是在同一块控制芯片里面进行,该方式计算速度较慢,实时性较差,且容易出现卡机等不良现象。本发明中,硬件设计采用了PIC单片机+DSP的设计方案。本发明创新性的把PIC单片机和DSP结合组成了监测装置,其中PIC单片机只负责对电力参数进行采集和初步处理,DSP则对经过初步处理的采样数据进行计算和分析,从而提高了运算速度,提高了数据的精确度和实时性。

[0020] 处理逻辑是,首先通过PIC单片机内部自带的AD转化模块对节点交流电压、电流信号不间断采集,利用PIC处理器较高的编译效率和指令执行速度,完成电压、电流、频率基本电力参数的计算测量,然后将测量数据发送到DSP完成电能质量相关指标如谐波、三相不平衡性等的分析和处理,提高了效率。

[0021] 2.数据采集是采用的交流采样。

[0022] 交流采样所采样的是交流信号,对被测对象的模拟信号进行瞬时采样,与直流采样相比其具有实时性好、相位失真小等优点。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明的系统方案设计框图。

[0024] 图2是本发明的系统硬件原理图。

[0025] 图3是本发明采用的信号调理电路。

[0026] 图4是本发明LCD与PIC单片机的接口电路。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明专利作进一步说明。

[0028] 本发明提出的一种基于PIC单片机和DSP的电力推进船舶电能质量实时监测系统,通过PIC单片机对电力系统各节点的电力参数进行采集和初步处理,再通过DSP对PIC单片机采集的数据进行计算处理,并把计算处理的结果通过CAN总线通信到上位机PC端。该系统的结构如图1所示,该系统主要由该系统主要由上位机PC、CAN总线通信系统、监测装置组

成。其特征在于：上位机PC通过CAN总线通信系统与各监测装置相连，其目的是把监测装置监测的电能指标显示在上位机PC端。

[0029] 本发明的总体技术方案是：电能质量在线监测系统的作用是对船舶上的各个节点的电力参数进行实时检测和显示，分析各节点的基本电能质量参数和相关指标，提供电力参数的检测结果。结合相关技术成果和技术指标，设计出了本系统的总体结构图。系统主要包括上位机PC、CAN总线通信系统、监测装置，如图1所示。

[0030] 所述的电力推进船舶电能质量实时监测系统硬件原理图如图2所示。它主要由信号调理电路、PIC单片机、A/D转换器、过零电路、锁相环电路、DSP分析模块、LCD显示、电源模块、SPI外部储存、CAN通信、上位机PC组成。

[0031] 所述的信号调理电路如图3所示。信号调理电路由三个部分组成，最左边为电流采样电路，其目的是把传感器采样的电流信号转换为电压信号，R1为采样电阻，采样电阻与传感器输出电流信号的乘积即为相应的电压信号。在实际应用中，为了防止信号的失真，采样频率必须满足奈奎斯特采样定理。因此设计了中间的抗混叠低通滤波电路，其目的要防止频率的混叠。最右边为电平提升电路，目的是将通过抗混叠滤波电路后的信号的电压提升为所需的电压信号范围，以保证PIC单片机的正常工作。

[0032] 所述的PIC单片机采用PIC18F46800，芯片内部含有A/D、EEPROM储存器、过零比较、锁相、比较输出、PWM输出、捕捉输出、I2C总线和SPI总线接口、CAN总线接口电路、异步串行通信(USART)接口等功能。另外PIC18F4680还具有自己独特的功能：10位8通道的A/D转化模块，增强型Flash编程模块，带有ECAN(Enhanced CAN)通信模块和纳瓦(nano Watt)技术。

[0033] 所述的A/D转换器、过零电路、锁相环电路是PIC18F4680芯片内部自带。

[0034] 所述DSP分析模块采用TI公司生产的TMS320F28335作为监测装置的控制中心。TMS320F28335 DSP是一款新型的浮点型数字信号处理器，其具有较大的储存空间，运算速度较快，能够执行复杂的浮点运算，具有高精度、低成本、低功耗、数据及程序存储量大和外设集成度高等优点。

[0035] 所述LCD与PIC单片机的接口电路如图4所示。LCD显示部分的液晶显示模块选择深圳华远显示器件有限公司生产的128\*64的图形点阵式HYG1286493G-FF62L-VA型液晶显示器，这里的LCD显示专门设计了PIC18F2480单片机对LCD进行控制。PIC18F2480的I/O口具有很强的驱动能力，最大可通过20mA的拉电流和灌电流，可以直接驱动LCD显示模块，所以直接将单片的RC3和RC5直接与HYG1286493G的串行时钟输入(SCI)和串行数据输入(SI)相连进行指令的发送。单片机上的RC0、RC1、RC2、RB5与液晶显示模块的CS、A0、E、BLA引脚相连，控制数据交换的性质和方向，BLA引脚是用于液晶显示器背光的调节。

[0036] 所述的电源模块主要是给PIC18F4680单片机和TMS320F28335 DSP供电，其中PIC18F4680单片机TMS320F28335 DSP控制器采用的是直流24V供电，因此先需要将24V电压转化为5V电压。基于稳定性和精度要求，这里选择使用金升阳公司的DC/DC电源模块D240505S-2W。

[0037] 所述的SPI外部储存主要是通过SPI通信，把数据传输到外部进行储存。

[0038] 所述的CAN通信把监测装置与上位机PC进行相连，起到数据传输的作用。

[0039] 所述的上位机PC主要是对数据进行显示，采用惠普800 G2 TWR型号的PC机。

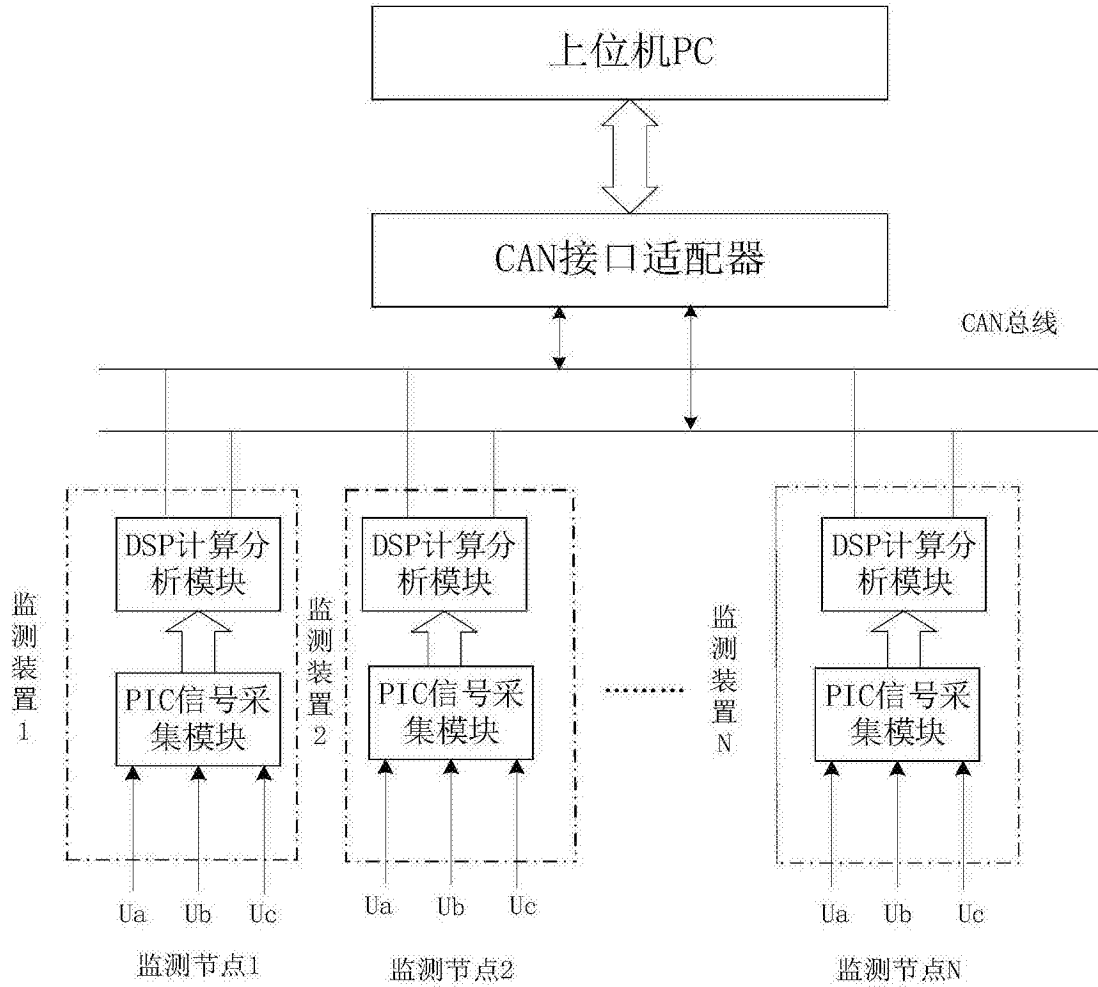


图1

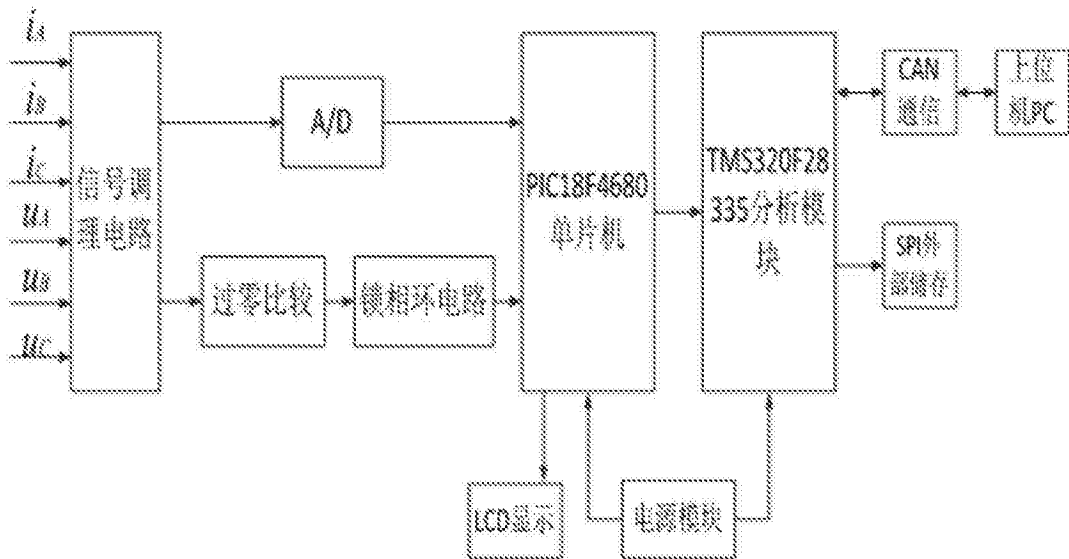


图2

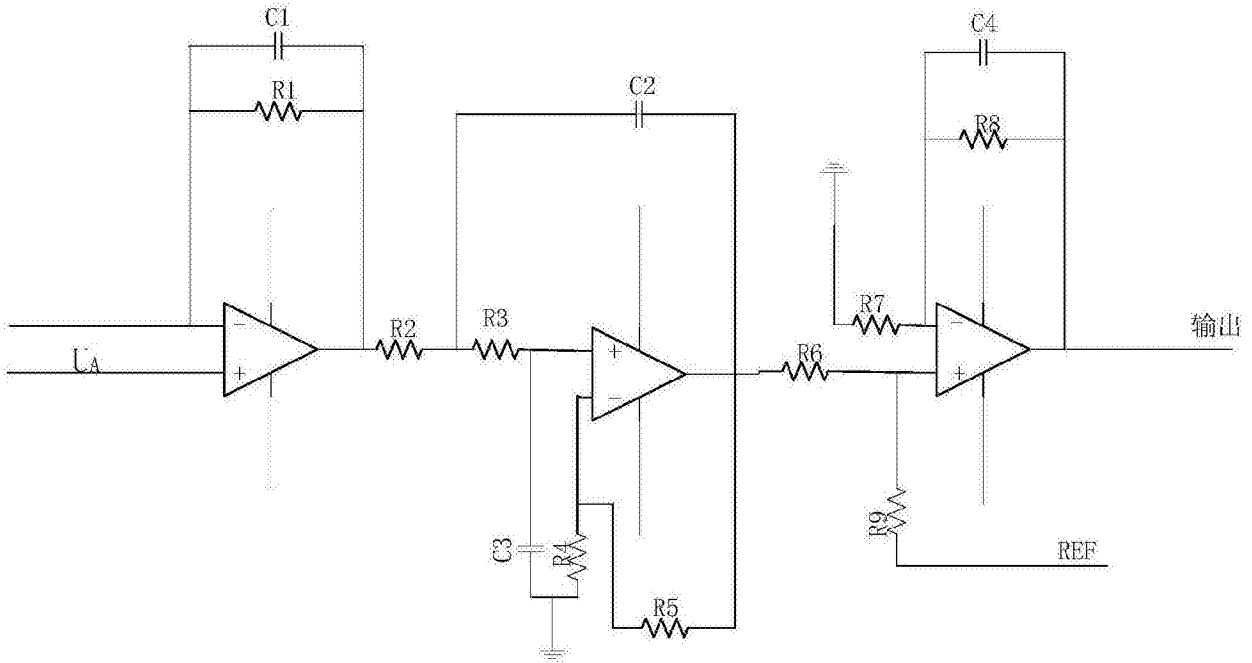


图3

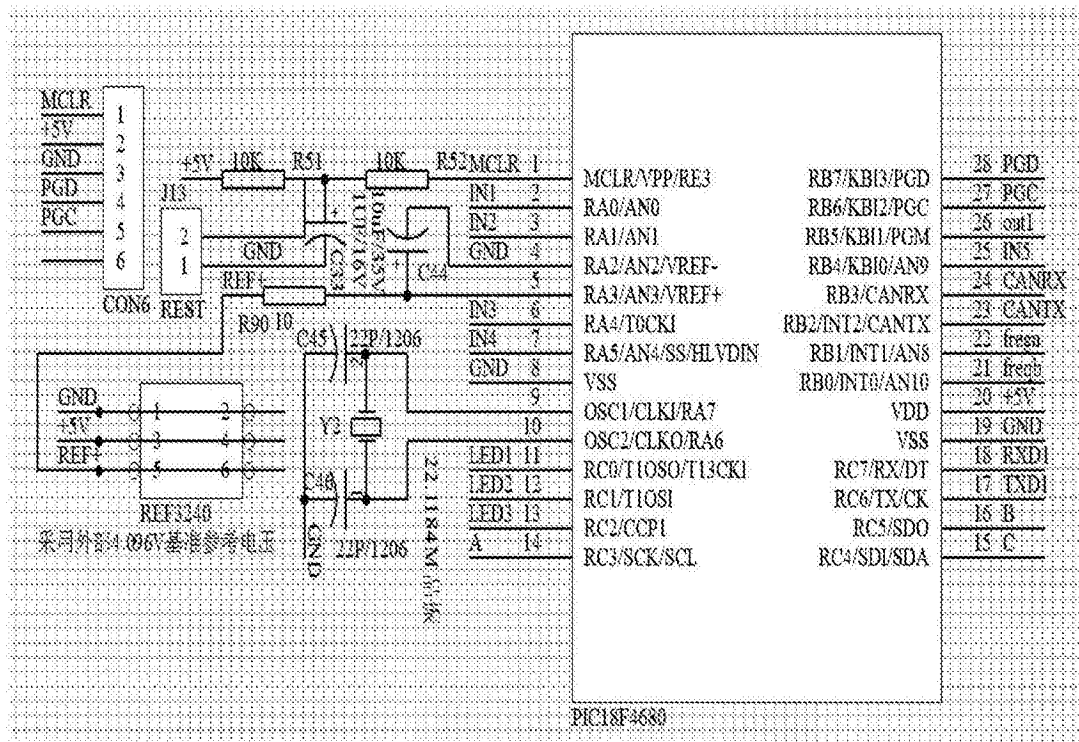


图4