



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104345294 B

(45)授权公告日 2017. 09. 29

(21)申请号 201410613009.X

(22)申请日 2014.11.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104345294 A

(43)申请公布日 2015.02.11

(73)专利权人 国家电网公司
地址 100761 北京市西城区西长安街86号
专利权人 国网江西省电力科学研究院

(72)发明人 俞林刚 马建 刘强 王爱民
赵震宇 陈克绪 朱亮 祝婧
赵燕 刘水

(74)专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事
务所 36122
代理人 姚伯川

(51)Int.Cl.

G01R 35/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 101907697 A, 2010.12.08,
CN 102507994 A, 2012.06.20,
CN 201903640 U, 2011.07.20,
CN 103809148 A, 2014.05.21,
CN 103091659 A, 2013.05.08,
CN 103630871 A, 2014.03.12,
JP 2000261950 A, 2000.09.22,

审查员 李牧潇

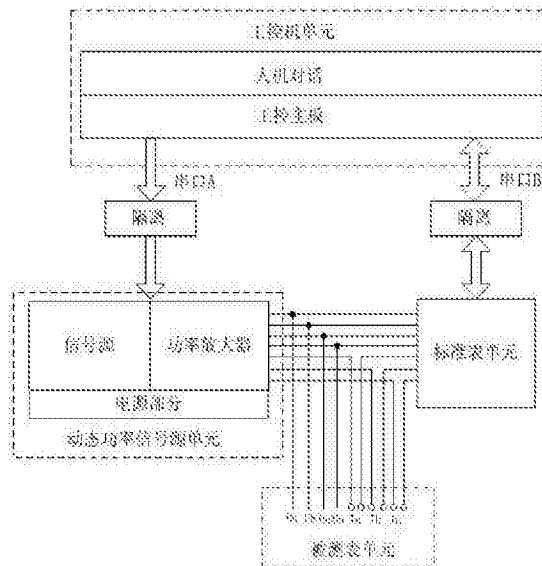
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种电能表动态性能测试装置

(57)摘要

一种电能表动态性能测试装置,包括工控机单元,动态功率信号源单元,标准表单元和被测表单元。本发明电能表动态性能测试装置能产生实际现场工况需要的各种波形信号,包括斜线功率源信号和指数功率源信号。本发明电能表动态性能测试装置分别输出3路电流信号和3路电压信号,各路电流信号之间和各路电压信号以及电流与电压信号之间均是相互独立,具有很强的灵活性。本发明可以对电能表的动态性能进行检测,检测结果可以得到该表计是否能在动态负荷条件下准确计量,促进了电能表硬件和软件的改进,实现了表计在特殊运行环境下能准确计量。



1. 一种电能表动态性能测试装置,包括工控机单元、动态功率信号源单元、标准表单元和被测表单元,其特征在于,所述动态功率信号源包括波形数据单元、调幅数据单元、调幅DA转换器、波形DA转换器和功率放大器,可实现用于产生并输出检定电能表所需的幅值、频率快速变化的各种电压和电流的动态测试信号,其中可实现斜线包络和指数包络;

所述斜线包络表达式为:

$$Y(t) = (at + b) \cdot \sum_{m=1}^M A_m \cos(2\pi f_m t + \theta_m)$$

所述指数包络表达式为

$$Y(t) = (ae^{bt} + c) \cdot \sum_{m=1}^M A_m \cos(2\pi f_m t + \theta_m)$$

其中,公式中参数a、b、c和最大谐波次数M的值可以根据模拟不同的动态情况设定, A_m 为m次谐波的幅值, f_m 为m次谐波的频率, θ_m 为m次谐波的相位角;

所述动态功率信号源产生斜线包络和指数包络来校验斜线性负荷和指数性负荷条件下电能表的准确度;波形数据单元接收并存储所述工控机单元送来的离散化谐波型 $\sum_{m=1}^M A_m \cos(2\pi f_m t + \theta_m)$ 波形数据,利用DSP控制器将存储的离散化谐波型波形数据输出给波形DA转换器,调幅数据单元接收并存储所述工控机单元送来的离散化斜线 $(at+b)$ 或者离散化指数 $(ae^{bt}+c)$ 波形数据,利用DSP控制器将存储的斜线或者指数波形数据输出给调幅DA转换器,经过滤波器滤波后作为波形DA转换器的参考端,调幅DA转换器的参考端设为固定值;对于产生需要的其他各种波形通过改变调幅数据单元和波形数据单元接收并存储的离散化波形数据来实现;

所述装置的架构为动态功率信号源单元根据检定基波谐波电能表和产生幅值、频率快速变化的动态测试信号的实际需要,在各相电压源和各相电流源中,设计了以DSP为核心,每路均配置双D/A,分别为波形DA转换器和调幅DA转换器;接口、控制用MCU的新型动态功率信号源来实现斜线包络和指数包络,基于以上架构,可实现0.05级基波电能计量准确度。

一种电能表动态性能测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电能表动态性能测试装置,属电能计量仪表测试技术领域。

背景技术

[0002] 目前的电能表性能测试是以稳态的正弦功率源信号作为测试信号,它能很好的反映电能表在稳态条件下的计量准确度。而实际运行环境中,负荷的多样性和工况的差异性使得在稳态环境下检定合格的表计在特殊运行环境下(如电气化铁路和电解工厂的大功率硅整流设备、炼钢交直流电弧炉和电石炉、交流逆变器、大功率电力拖动设备以及电机变频调速装置等用电场合)未必能准确计量。所以仅检验表计的稳态性不能真实反映表计的整体性能,还必须考查其在实际运行环境下扰动等因素对其准确度的影响。

[0003] 电力系统的负荷状况是多种多样的,除稳态负荷外,还存在大量的动态负荷,其中斜线性负荷和指数性负荷广泛存在。表计在稳态情况下检定合格,只能说明该表计适于稳态负荷,而在动态负荷下未必能准确计量,因此动态负荷下电能计量的准确性是电力供需双方亟待解决的问题,尤其在斜线性负荷和指数性负荷下的电能表检测目前还缺乏相应检测设备。

[0004] 公开号CN101907697A公开了一种电能表动态测试仪,其动态功率信号源单元是通过建模编程,输出代表动态负荷各种特性的三相功率信号,作为电能计量装置进行动态性能测试的源信号。该专利未提出利用斜线功率源信号和指数功率源信号的方法来检测斜线性负荷和指数性负荷下的电能表的准确度。

发明内容

[0005] 本发明的目的是,为解决目前现有技术仅对电能表作静态检测,不能真实反映其整体性能问题,本发明提供了一种电能表动态性能测试装置,利用该装置产生斜线功率源信号和指数功率源信号的方法来校验斜线性负荷和指数性负荷条件下电能表的准确度。

[0006] 本发明一种电能表动态性能测试装置包括工控机单元、动态功率信号源单元、标准表单元和被测表单元。工控机单元通过串口A经过隔离连接动态功率信号单元;工控机单元通过串口B经过隔离连接标准表单元;动态功率信号单元的功率放大器部分与标准表单元分别连接被测表单元的相应端口。

[0007] 工控机单元,用于人机对话、向测试装置的其他部分发出命令和传输数据。

[0008] 动态功率信号源单元,用于产生斜线功率源信号和指数功率源信号校验斜线性负荷和指数性负荷条件下电能表的准确度;产生并输出检定电能表所需的幅值、频率快速变化的各种电压和电流的动态测试信号。

[0009] 标准表单元,用于实现0.05级基波电能表的准确计量。

[0010] 动态功率信号源单元包括三相电压源和三相电流源,每相电压源都包括波形数据单元、DA转换单元和电压功放单元,每相电流源都包括波形数据单元、DA转换单元和电流功放单元;DA转换单元含DA转换器和滤波器。在各相电压源和各相电流源中,波形数据单元接

收并存储所述工控机单元送来的离散化波形数据,并将其输出给DA转换单元,由DA转换单元的DA转换器将其转换成模拟信号,各相电压源的模拟信号输出送各自的电压功放单元,各相电流源的模拟信号输出送各自的电流功放单元,三相电压源的电压功放单元输出三相电压信号,三相电流源的电流功放单元输出三相电流信号,三相电压信号和三相电流信号同时送标准表和被测表表位。

[0011] 标准表单元包括输入单元、AD转换单元和运算显示单元。AD转换单元含6个AD转换器,输入单元接收三相电压信号和三相电流信号,将它们变换成适合AD采样的小模拟信号送AD采样并将采样信号送运算显示单元,由运算显示单元计算得出测量的标准值并显示或输出该标准值;所述的被测表表位用于测量装置工作时放置被测表。

[0012] 标准表单元是本发明装置实现0.05级基波电能计量准确度的关键,必须同时具有很高的采样精度以及很高的计算速度;为此,标准表单元在前端输入单元设计了带电子补偿的仪用互感器(精度较普通互感器提高1~2个数量级),采用了6个16位的高性能A/D。

[0013] 动态功率信号源单元根据检定基波谐波电能表和产生幅值、频率快速变化的动态测试信号的实际需要,在各相电压源和各相电流源中,设计了以DSP为核心,每路均配置双D/A(双D/A分别为波形DA转换器和调幅DA转换器)接口、控制用MCU的新型动态功率信号源来实现斜线包络和指数包络。

[0014] 动态功率信号源包括波形数据单元、调幅数据单元、调幅DA转换器、波形DA转换器和功率放大器。波形数据单元接收并存储所述工控机单元送来的谐波型离散化波形数据,利用DSP控制器将存储的离散化谐波型波形数据输出给波形DA转换器;调幅数据单元接收并存储所述工控机单元送来的斜线或者指数离散化波形数据,利用DSP控制器将存储的斜线或者指数波形数据输出给调幅DA转换器,经过滤波器滤波后作为波形DA转换器的参考端,调幅DA转换器的参考端设为固定值;对于产生需要的其他各种波形通过改变调幅数据单元接收并存储的离散化波形数据来实现。

[0015] 动态功率信号源中的波形数据单元包括第一离散数据库和第一DSP控制器;调幅数据单元包括第二离散数据库和第二DSP控制器。

[0016] 动态功率信号源单元的电路由数字信号控制器U7、静态随机存储器U8、RS232接口U9和DA转换器组成;U7的数据总线XD[0..15]连U8的数据输入/输出IO[0..15],U7的地址总线XA[0..18]连U8的地址输入A[0..18];U9是U7外扩的RS232接口,其输入接串口A信号,输出接U7的串行通信接口A的接收端SCIRXDB引脚;U7通过U9,接收工控机单元送来波形数据单元和调幅数据单元的离散化波形数据;存储在U8不同区域的各相电压信号和各相电流信号的离散化波形数据和调幅所需的离散化波形数据,分别送各自对应的DA转换器。

[0017] 本发明的有益效果是,本发明电能表动态性能测试装置能产生实际现场工况需要的各种波形信号,包括斜线功率源信号和指数功率源信号;而传统的稳态性能测试装置只能产生稳态正弦信号供表计在稳态条件下测试其计量准确度。本发明电能表动态性能测试装置分别输出3路电流信号和3路电压信号,各路电流信号之间和各路电压信号以及电流与电压信号之间均是相互独立,具有很强的灵活性。本发明可以对电能表的动态性能进行检测,检测结果可以得到该表计是否能在动态负荷条件下准确计量,拓展了电能表性能的完整测试,从而促进电能表硬件和软件的改进,实现了表计在特殊运行环境下能准确计量。

附图说明

- [0018] 图1为本发明硬件原理框图；
 [0019] 图2为动态功率信号源产生框图；
 [0020] 图3为实现DA转换器内部结构与连接示意图。

具体实施方式

[0021] 本发明的具体实施方式如图1所示。

[0022] 本实施例电能表动态性能测试装置由层叠的2个机箱组成，一个机箱是装置的测控箱，包含工控机单元和标准表单元，用作装置的“标准表”以及用户操作装置的“对话”平台；另一个机箱是动态功率信号源单元和被检表单元，用于产生并输出检定电能表所需的各种电压和电流信号。

[0023] 工控机单元采用一台PC机，用于人机对话、向测量装置的其他部分发出命令和传输数据，本实施例中，工控机单元1通过串口A发送串口A信号给动态功率信号源单元，通过串口B发送串口B信号给标准表单元，串口A和串口B均为RS232接口。

[0024] 动态功率信号源单元包括三相电压源和三相电流源，各相电压源和电流源的功能和电路结构相同，以A相电压源为例，动态功率信号源产生框图如图2所示，设计了以DSP为核心，每路均配置双D/A，分别为波形DA转换器和调幅DA转换器；

[0025] 本案例以动态功率信号源产生斜线包络为例，波形数据单元1接收并存储所述工控机单元送来的谐波型离散化波形数据，利用DSP控制器将存储的离散化谐波型波形数据输出给波形DA转换器，离散波形可以写成 $\sum_{m=1}^M A_m \cos(2\pi f_m t + \theta_m)$ ，调幅数据单元2接收并存储所述工控机单元送来的斜线离散化波形数据，可以写成 $(at+b)$ ，利用DSP控制器将存储的斜线波形数据输出给调幅DA转换器3，经过滤波器5滤波后作为波形DA转换器4的参考端 $V_{ref4.1}$ ，调幅DA转换器3的参考端 $V_{ref3.1}$ 设为固定值2.5V，此时输出表达式可以写成如下：

$$[0026] \quad Y(t) = (at + b) \cdot \sum_{m=1}^M A_m \cos(2\pi f_m t + \theta_m)$$

[0027] 本案例以动态功率信号源产生指数包络为例，波形数据单元1接收并存储所述工控机单元送来的谐波型离散化波形数据，利用第一DSP控制器将第一离散数据库存储的离散化谐波型波形数据输出给波形DA转换器，离散波形可以写成 $\sum_{m=1}^M A_m \cos(2\pi f_m t + \theta_m)$ ，调幅数据单元2接收并存储所述工控机单元送来的指数离散化波形数据，可以写成 $(ae^{bt}+c)$ ，利用第二DSP控制器将存储的指数波形数据输出给调幅DA转换器3，经过滤波器5滤波后作为波形DA转换器4的参考端 $V_{ref4.1}$ ，调幅DA转换器3的参考端 $V_{ref3.1}$ 设为固定值2.5V，此时输出表达式可以写成如下：

$$[0028] \quad Y(t) = (ae^{bt} + c) \cdot \sum_{m=1}^M A_m \cos(2\pi f_m t + \theta_m)$$

[0029] 需要说明的是，公式中参数a、b、c和截取周波数M的值可以根据模拟不同的动态情况设定，并且截取的波形整体上是一个以 M/f_m 为周期的信号，此时的斜线和指数包络两个相邻 M/f_m 周期设计成信号上升和信号下降交替变化；对于需要产生的其他各种波形通过改

变幅值数据单元2接收并存储的离散化波形数据来实现。

[0030] 图3为实现DA转换器内部结构与连接示意图。

[0031] 本实施例的三相电压源和三相电流源共含6个波形数据单元,6个调幅数据单元,这6个波形数据单元和6个调幅数据单元在本实施例中共用同一部分硬件,这部分硬件的结构参见图3由集成电路U7、U8和U9组成的电路。U7采用数字信号控制器TMS320F2812芯片,用于控制离散化波形数据的输入、输出及存储操作;因本实施例中各波形数据单元共用同一部分硬件,故统一送U7的外部中断 $\overline{XINT1}$;U8是U7外扩的静态随机存储器SRAM,采用IS61LV51216芯片,用于存储各相电压源和各相电流源的波形数据单元的离散化波形数据和调幅数据单元的离散化波形数据,U7的数据总线XD[0..15]连U8的数据输入/输出IO[0..15],U7的地址总线XA[0..18]连U8的地址输入A[0..18],U7的存储器6、7区选择 $\overline{XZCS6AND7}$ 连U8的片选输入 \overline{CE} ,U7的写使能 \overline{XWE} 连U8的写使能输入 \overline{WE} ,U7的读使能 \overline{XRD} 连U8的输出允许输入 \overline{OE} ;U9是U7外扩的RS232接口,也采用MAX3232芯片,其输入接串口A信号,输出接U7的串行通信接口A的接收端SCIRXDB引脚,用于RS232接口电平和TMS320F2812芯片I/O口电平之间的电平转换,U7通过U9,接收工控机单元送来波形数据单元和调幅数据单元的离散化波形数据。本实施例中,6个波形数据单元和6个调幅数据单元可以共用同一部分电路的原因是:通过U9的控制,可以将所接收的各相电压信号和各相电流信号的离散化波形数据和调幅所需的离散化波形数据分存在U8的不同区域,输出信号时,同样通过U7的控制,可以将存储在U8不同区域的各相电压信号和各相电流信号的离散化波形数据和调幅所需的离散化波形数据,分别送各自对应的DA转换器。这样,就以同一部分电路实现了所述6个波形数据单元和6个调幅数据单元需要完成的功能。

[0032] 本实施例各相电压源和各相电流源的DA转换单元的DA转换器均采用AD5547芯片。需要说明的是,AD5547芯片上含了2个电流输出型的DA转换器,而本实施例各相电压源和各相电流源的波形DA转换器和调幅DA转换器分别共用一块AD5547芯片实现。U7的16位通用输入输出A口GPIOA[0..15],接DA转换器10.1-10.6的16位数据输入D0-D15,U7的通用输入输出B口的GPIOB15接各DA转换器的地址位A0,U7的通用输入输出B口的14位GPIOB14接各DA转换器的地址位A1,而U7的通用输入输出B口的GPIOB0-GPIOB5则分别接电压源的DA转换器10.1-10.6的写控制输入端。

[0033] 标准表单元是本装置实现0.05级基波电能计量准确度的关键,必须同时具有很高的采样精度以及很高的计算速度;为此,标准表单元在前端设计了带电子补偿的仪用互感器(精度较普通互感器提高1~2个数量级),采用了6个16位的高性能A/D,保证了采样的准确性。同时,本装置设计的高准确度基波谐波提取技术,其数学模型的实现对数字吞吐量和运算处理速度均有很高要求;为此,标准表单元采用32位的高速DSP和6层PCB板等技术,设计了可高速、稳定运行的数字处理板。另外,在6路A/D和数字处理板之间,设置了高速光耦,能有效克服高速数字信号对前端采样模拟信号的干扰。

[0034] 本发明中涉及的未说明部分与现有技术相同或采用现有技术加以实现。

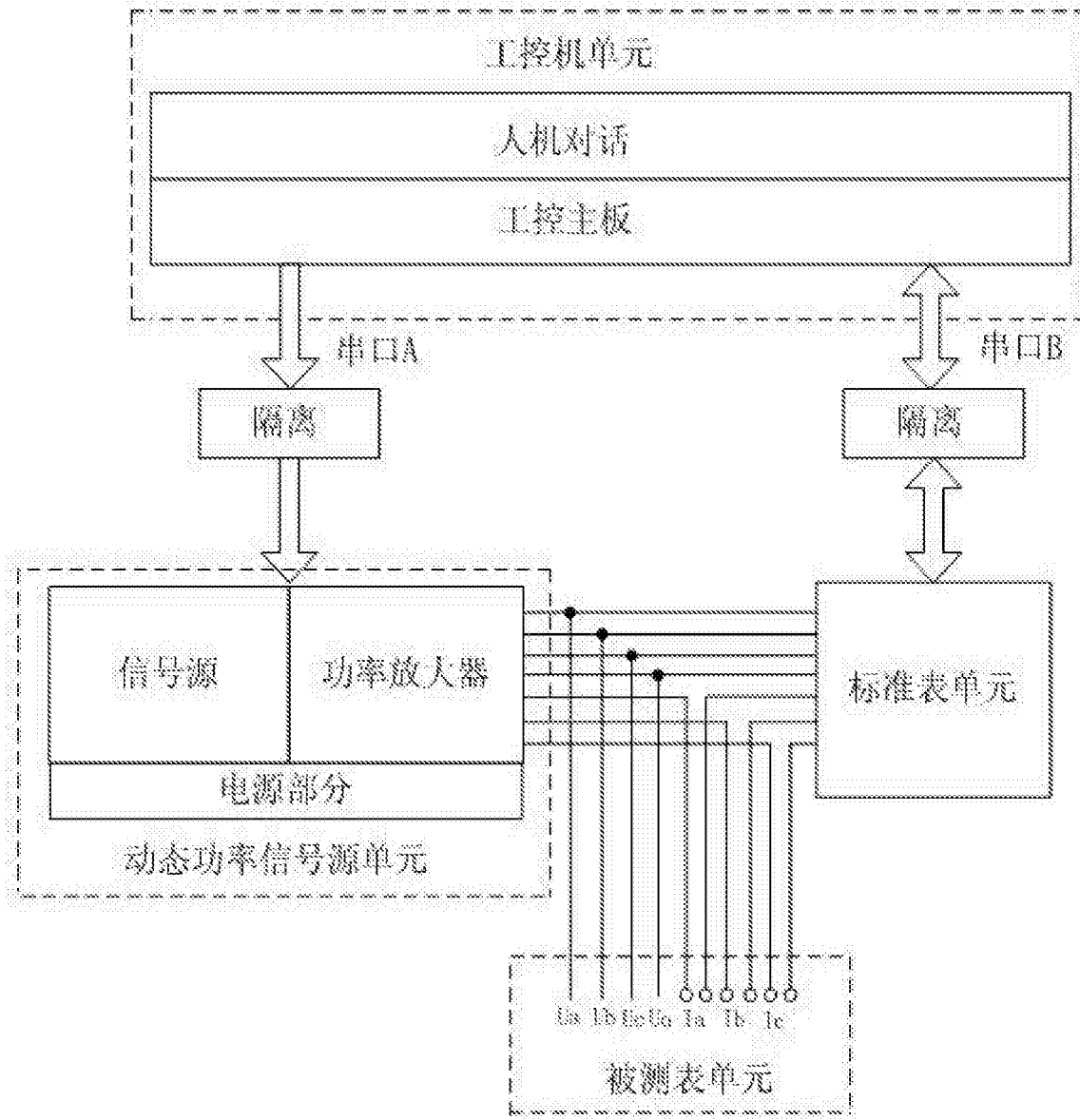


图1

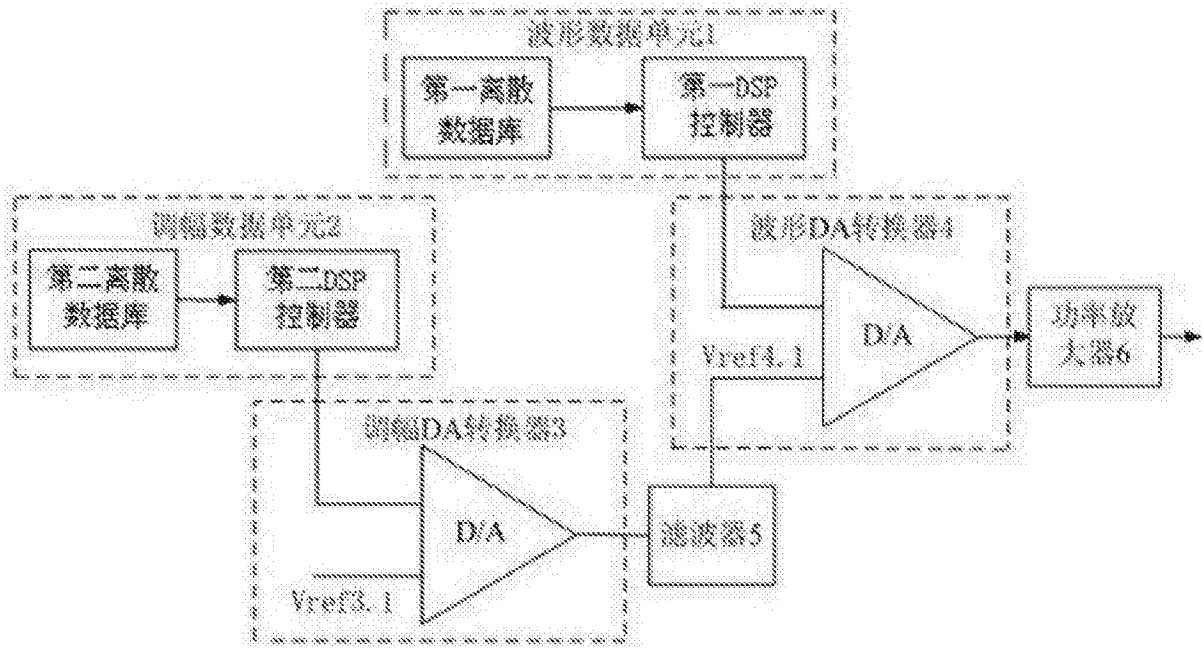


图2

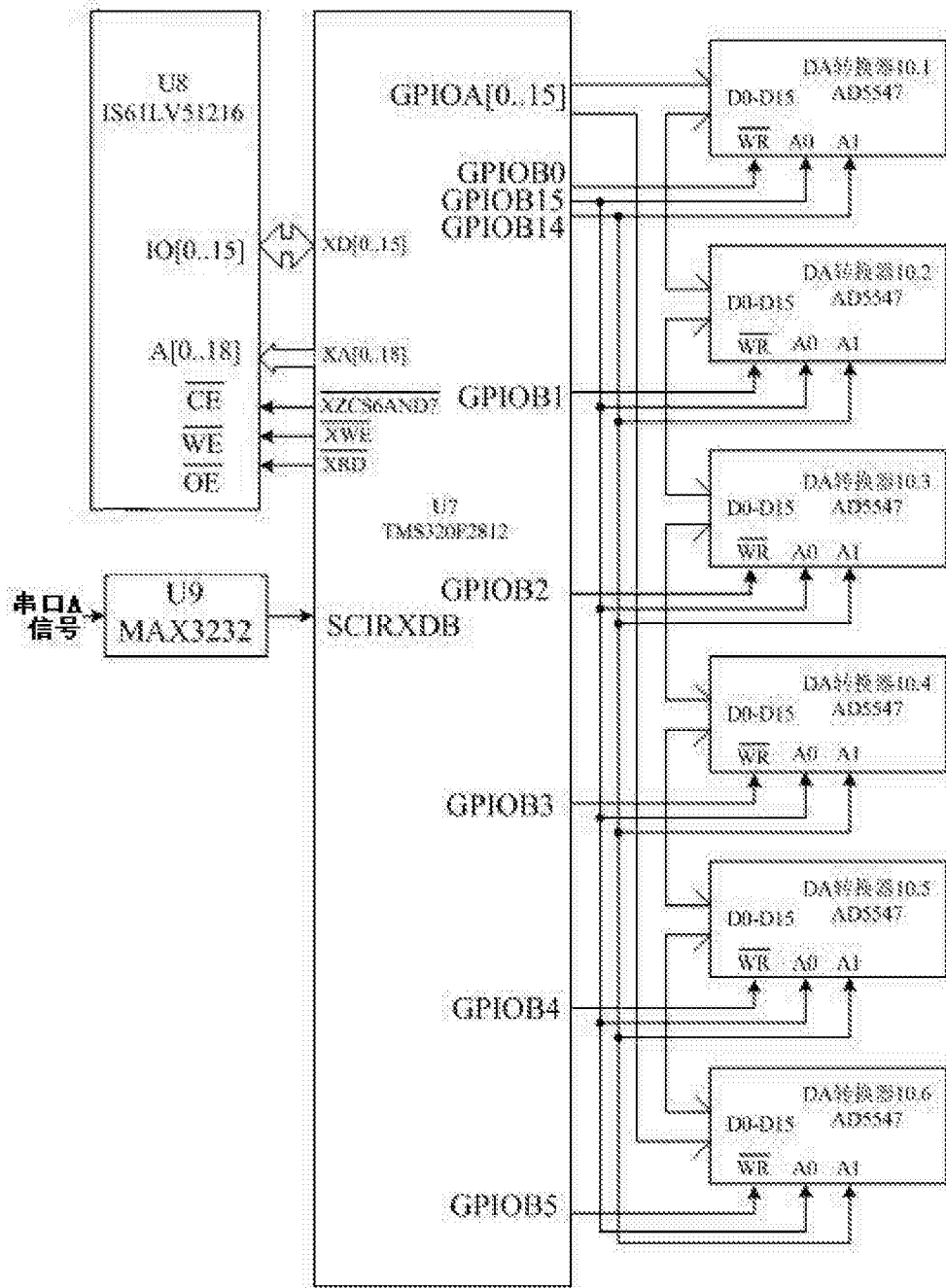


图3