



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 217468179 U

(45) 授权公告日 2022. 09. 20

(21) 申请号 202220865032.8

(22) 申请日 2022.04.15

(73) 专利权人 中国计量科学研究院

地址 100000 北京市朝阳区北三环东路18号

(72) 发明人 邵海明 张煌辉 王家福 李传生 赵伟 张亚军

(74) 专利代理机构 福州市鼓楼区京华专利事务所(普通合伙) 35212

专利代理师 王美花

(51) Int. Cl.

H01F 27/42 (2006.01)

H01F 38/24 (2006.01)

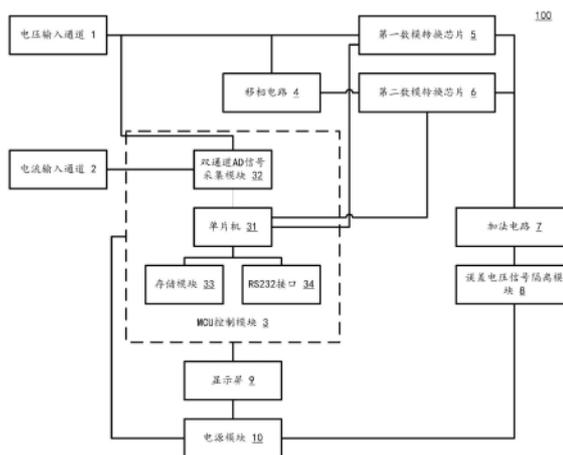
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种标准电压互感器误差补偿装置

(57) 摘要

本实用新型提供了标准电压互感器技术领域的一种标准电压互感器误差补偿装置,包括:电压输入通道;电流输入通道;MCU控制模块,与电压输入通道以及电流输入通道连接;移相电路,与电压输入通道连接;第一数模转换芯片,与电压输入通道连接,数字控制端与MCU控制模块连接;第二数模转换芯片,与移相电路连接,数字控制端与MCU控制模块连接;加法电路,与第一数模转换芯片、第二数模转换芯片连接;误差电压信号隔离模块,与加法电路连接;显示屏,与MCU控制模块连接。本实用新型的优点在于:实现了可根据电压互感器的误差,生成相对应电压互感器误差的浮地信号,可用于对电压互感器的输出进行补偿,极大地提升电压互感器的准确度等级。



1. 一种标准电压互感器误差补偿装置,其特征在于:包括:
 - 一电压输入通道;
 - 一电流输入通道;
 - 一MCU控制模块,输入端与所述电压输入通道以及电流输入通道的输出端连接;
 - 一移相电路,输入端与所述电压输入通道的输出端连接;
 - 一第一数模转换芯片,输入端与所述电压输入通道的输出端连接,数字控制端与所述MCU控制模块连接;
 - 一第二数模转换芯片,输入端与所述移相电路连接,数字控制端与所述MCU控制模块连接;
 - 一加法电路,输入端与所述第一数模转换芯片以及第二数模转换芯片的输出端连接;
 - 一误差电压信号隔离模块,输入端与所述加法电路的输出端连接;
 - 一显示屏,与所述MCU控制模块连接;
 - 一电源模块,分别与 said MCU控制模块、误差电压信号隔离模块以及显示屏连接。
2. 如权利要求1所述的一种标准电压互感器误差补偿装置,其特征在于:所述电压输入通道包括:
 - 一第一双级隔离电压互感器;
 - 一滤波放大电路,输入端与所述第一双级隔离电压互感器的二次输出电压端连接,输出端与所述MCU控制模块、移相电路以及第一数模转换芯片连接。
3. 如权利要求1所述的一种标准电压互感器误差补偿装置,其特征在于:所述电流输入通道包括:
 - 一采样电阻;
 - 一第一滤波电路,输入端与所述采样电阻的两端连接,输出端与所述MCU控制模块连接。
4. 如权利要求1所述的一种标准电压互感器误差补偿装置,其特征在于:所述MCU控制模块包括:
 - 一单片机,分别与 said 第一数模转换芯片、第二数模转换芯片、显示屏以及电源模块连接;
 - 一双通道AD信号采集模块,一端与所述单片机连接,另一端与所述电压输入通道以及电流输入通道连接;
 - 一存储模块,与所述单片机连接;
 - 一RS232接口,与所述单片机连接。
5. 如权利要求1所述的一种标准电压互感器误差补偿装置,其特征在于:所述误差电压信号隔离模块包括:
 - 一第二滤波电路,输入端与所述加法电路的输出端连接;
 - 一放大电路,输入端与所述第二滤波电路的输出端连接;
 - 一第二双级隔离电压互感器,一次侧的高端与所述放大电路的输出端以及第二滤波电路的输入端连接,一次侧的低端接地。

一种标准电压互感器误差补偿装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及标准电压互感器技术领域,特别指一种标准电压互感器误差补偿装置。

背景技术

[0002] 电压互感器和变压器类似,用于变换线路上的电压。但是变压器变换电压的目的是输送电能,而电压互感器变换电压的目的是用来测量线路的电压。

[0003] 由于电磁式电压互感器存在励磁电流,且一次绕组存在电阻和漏抗,从而励磁电流在阻抗上产生了电压降,因而不可避免的导致电压互感器存在空载误差;又因为,当二次绕组接有负荷时,二次绕组中产生负载电流,为了保持磁通不变,一次绕组中也将增加一个负载电流分量,且由于二次绕组同样存在电阻和漏抗,所以负载电流同样的在一、二次绕组的内阻抗上产生电压降,从而形成了电压互感器的负载误差。

[0004] 电压互感器误差,又称为电压互感器比例误差,包括比值差和相位差,其中比值差又称为比差,是由于实际电压比与额定电压比不相等造成的,一般用百分数(%)表示;而相位差又称为角差,是指一次电压与二次电压相量的相位差,一般用分(')或厘弧(crad)表示。电压互感器的误差可用复数 $\varepsilon = f + j\delta$ 表示,其中,f称为比差, δ 称为角差。

[0005] 由于电磁式电压互感器的铁芯的励磁电流存在非线性,10kV以上单级电压互感器的误差通常难以突破0.01级~0.02级,传统上可通过双级结构补偿法进一步降低电压互感器的非线性误差,但在高电压等级的互感器中,绝缘、屏蔽结构等都带来挑战。而且,对于同一电压等级的互感器,也将不可避免的带来体积和重量的增加,同时提高了经济成本。

[0006] 因此,如可提供一种标准电压互感器误差补偿装置,实现在不改变原有电压互感器结构的基础上,有效提升电压互感器的准确度等级,将极大地满足用户对于标准电压互感器的准确度要求。

发明内容

[0007] 本实用新型要解决的技术问题,在于提供一种标准电压互感器误差补偿装置,实现提升电压互感器的准确度等级。

[0008] 本实用新型提供了一种标准电压互感器误差补偿装置,包括:

[0009] 一电压输入通道;

[0010] 一电流输入通道;

[0011] 一MCU控制模块,输入端与所述电压输入通道以及电流输入通道的输出端连接;

[0012] 一移相电路,输入端与所述电压输入通道的输出端连接;

[0013] 一第一数模转换芯片,输入端与所述电压输入通道的输出端连接,数字控制端与所述MCU控制模块连接;

[0014] 一第二数模转换芯片,输入端与所述移相电路连接,数字控制端与所述MCU控制模块连接;

- [0015] 一加法电路,输入端与所述第一数模转换芯片以及第二数模转换芯片的输出端连接;
- [0016] 一误差电压信号隔离模块,输入端与所述加法电路的输出端连接;
- [0017] 一显示屏,与所述MCU控制模块连接;
- [0018] 一电源模块,分别与所述MCU控制模块、误差电压信号隔离模块以及显示屏连接。
- [0019] 进一步地,所述电压输入通道包括:
- [0020] 一第一双级隔离电压互感器;
- [0021] 一滤波放大电路,输入端与所述第一双级隔离电压互感器的二次输出电压端连接,输出端与所述MCU控制模块、移相电路以及第一数模转换芯片连接。
- [0022] 进一步地,所述电流输入通道包括:
- [0023] 一采样电阻;
- [0024] 一第一滤波电路,输入端与所述采样电阻的两端连接,输出端与所述MCU控制模块连接。
- [0025] 进一步地,所述MCU控制模块包括:
- [0026] 一单片机,分别与所述第一数模转换芯片、第二数模转换芯片、显示屏以及电源模块连接;
- [0027] 一双通道AD信号采集模块,一端与所述单片机连接,另一端与所述电压输入通道以及电流输入通道连接;
- [0028] 一存储模块,与所述单片机连接;
- [0029] 一RS232接口,与所述单片机连接。
- [0030] 进一步地,所述误差电压信号隔离模块包括:
- [0031] 一第二滤波电路,输入端与所述加法电路的输出端连接;
- [0032] 一放大电路,输入端与所述第二滤波电路的输出端连接;
- [0033] 一第二双级隔离电压互感器,一次侧的高端与所述放大电路的输出端以及第二滤波电路的输入端连接,一次侧的低端接地。
- [0034] 本实用新型的优点在于:
- [0035] 由于每个标准电压互感器出厂时的误差曲线是基本确定的参数,而且相对比较稳定,误差值主要与当前工作电压和负载电流有关。因此,通过设置存储模块存储标准电压互感器的误差表或误差函数解析式,单片机实时分别采集电压输入通道中电压互感器的二次电压信号和电流输入通道中电压互感器的负载电流信号,根据当前工作电压和负载电流,可得到对应的误差系数,基于误差系数生成对应的电压互感器误差信号,并通过误差电压信号隔离模块输出对应的浮地误差补偿电压信号,即可根据电压互感器的误差值生成对应的电压互感器误差浮地信号,以对电压互感器的输出进行补偿,实现了在不改变电压互感器原有结构的基础上,极大地提升了电压互感器的准确度等级。

附图说明

- [0036] 下面参照附图结合实施例对本实用新型作进一步的说明。
- [0037] 图1是本实用新型一种标准电压互感器误差补偿装置的电路原理框图。
- [0038] 图2是本实用新型一种标准电压互感器误差补偿装置的电路示意图。

- [0039] 图3是本实用新型工作原理的流程图。
- [0040] 图4是本实用新型存储误差系数的流程示意图。
- [0041] 图5是本实用新型读取误差系数的流程示意图。
- [0042] 图6是本实用新型使用状态的接线示意图。
- [0043] 标记说明：
- [0044] 100-一种标准电压互感器误差补偿装置,1-电压输入通道,2-电流输入通道,3-MCU控制模块,4-移相电路,5-第一数模转换芯片,6-第二数模转换芯片,7-加法电路,8-误差电压信号隔离模块,9-显示屏,10-电源模块,11-第一双级隔离电压互感器,12-滤波放大电路,21-采样电阻,22-第一滤波电路,31-单片机,32-双通道AD信号采集模块,33-存储模块,34-RS232 接口,81-第二滤波电路,82-放大电路,83-第二双级隔离电压互感器。

具体实施方式

[0045] 本申请实施例中的技术方案,总体思路如下:设置存储模块33存储标准单级电压互感器的误差表,分别比较单片机31实时采集的电压信号和电流信号与预设值的误差值,利用误差值和误差表查询对应的误差系数,基于误差系数生成对应的电压互感器误差浮地信号,最后基于电压互感器误差浮地信号输出对应的补偿误差电压信号,进而对标准单级电压互感器的输出进行补偿,实现在不改变电压互感器原有结构的基础上,提升标准单级电压互感器的准确度。

[0046] 请参照图1至图6所示,本实用新型一种标准电压互感器误差补偿装置 100的较佳实施例,包括:

[0047] 一电压输入通道1,用于接入待补偿电压互感器(未图示)的输出电压;

[0048] 一电流输入通道2,用于接入待补偿电压互感器的负载电流;

[0049] 一MCU控制模块3,输入端与所述电压输入通道1以及电流输入通道2 的输出端连接,用于采集所述电压输入通道1输出的电压信号以及电流输入通道2输出的电流信号,并控制所述误差补偿装置100的工作;

[0050] 一移相电路4,输入端与所述电压输入通道1的输出端连接,用于对输入的电压信号进行移相;

[0051] 一第一数模转换芯片5,输入端与所述电压输入通道1的输出端连接,数字控制端与所述MCU控制模块3连接,用于对输入的电压信号进行模数转换;

[0052] 一第二数模转换芯片6,输入端与所述移相电路4连接,数字控制端与所述MCU控制模块3连接,用于对输入的电压信号进行模数转换;

[0053] 一加法电路7,输入端与所述第一数模转换芯片5以及第二数模转换芯片6的输出端连接,用于叠加所述第一数模转换芯片5以及第二数模转换芯片6输出的电压信号;

[0054] 一误差电压信号隔离模块8,输入端与所述加法电路7的输出端连接,用于将误差电压信号隔离处理后,生产浮地误差电压信号;

[0055] 一显示屏9,与所述MCU控制模块3连接,用于操作所述误差补偿装置 100,设定误差系数;

[0056] 一电源模块10,分别与所述MCU控制模块3、误差电压信号隔离模块8 以及显示屏9连接,用于给所述误差补偿装置100供电。

[0057] 所述电压输入通道1包括:

[0058] 一第一双级隔离电压互感器11,输入信号为待补偿电压互感器的输出电压;

[0059] 一滤波放大电路12,输入端与所述第一双级隔离电压互感器11的二次输出电压端连接,输出端与所述MCU控制模块3、移相电路4以及第一数模转换芯片5连接,用于对输入的电压信号进行滤波和放大。

[0060] 所述电流输入通道2包括:

[0061] 一采样电阻21;

[0062] 一第一滤波电路22,输入端与所述采样电阻21的两端连接,输出端与所述MCU控制模块3连接,用于对输入的电流信号进行滤波。

[0063] 所述MCU控制模块3包括:

[0064] 一单片机31,分别与所述第一数模转换芯片5、第二数模转换芯片6、显示屏9以及电源模块10连接,用于控制所述误差补偿装置100的工作,在具体实施时,只要从现有技术中选择能实现此功能的单片机即可,并不限于何种型号,例如ST公司的STM32F103系列的单片机,且控制程序是本领域技术人员所熟知的,这是本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可获得;

[0065] 一双通道AD信号采集模块32,一端与所述单片机31连接,另一端与所述电压输入通道1以及电流输入通道2连接,采样时间间隔设置为1秒;

[0066] 一存储模块33,与所述单片机31连接,用于存储误差表;

[0067] 一RS232接口34,与所述单片机31连接,用于所述误差补偿装置100 与外界进行通信。

[0068] 所述误差电压信号隔离模块8包括:

[0069] 一第二滤波电路81,输入端与所述加法电路7的输出端连接;

[0070] 一放大电路82,输入端与所述第二滤波电路81的输出端连接,用于对输出的电压信号进行补偿;

[0071] 一第二双级隔离电压互感器83,一次侧的高端与所述放大电路82的输出端以及第二滤波电路81的输入端连接,一次侧的低端接地;所述第二双级隔离电压互感器83的输出电压为与第一双级隔离电压互感器11的输入电压的比值,当输入电压、输入电流不变时,所述第二双级隔离电压互感器 83的输出电压恒定不变,当需要不同相位和幅值时,调节同相和正交分量值即可。

[0072] 本实用新型的工作原理包括如下步骤:

[0073] 步骤S10、通过RS232接口或显示屏向单片机输入标准电压互感器在不同工作电压和不同负载电流下的误差值(包括比差和角差),单片机将接收的所述误差值存储至存储模块中的误差表内;

[0074] 步骤S20、输入电压通过第一双级隔离电压互感器和滤波放大电路后,输入到双通道AD信号采集模块,同时经移相电路分离出同相分量信号和正交分量信号,作为误差信号的同相分量和正交分量的参考基准信号;

[0075] 步骤S30、输入电流通过采样电阻和滤波电路后,输入到双通道AD信号采集模块;

[0076] 步骤S40、单片机通过双通道AD信号采集模块得到电压值和电流值,基于所述电压值和电流值获取误差系数,并生成第一数模转换芯片和第二数模转换芯片的数字控制量,

用于控制误差信号的同相分量和正交分量的大小;所述误差系数即输出信号相对于输入信号的幅值系数和相位系数;

[0077] 所述误差系数根据不同的输入电压和输入电流细分为500组数据;输入电压范围为100V或 $100/\sqrt{3}$ V的10%~130%,每5(± 2.5)个百分点保存一个电压数据,最大保存25个包的数据;输入电流范围为0~100mA,每5(± 2.5) mA保存一组电流数据,最多保存20个包的数据,电压和电流横向和纵向对应共500组数据。

[0078] 步骤S50、加法电路把第一数模转换芯片输出的误差信号同相分量和第二数模转换芯片输出的误差信号正交分量,合成为一路误差电压信号;

[0079] 步骤S60、加法电路输出的所述误差电压信号经滤波电路、放大电路和第二双级隔离电压互感器输出后,生成与输入电压、输入电流相对应的浮地误差补偿信号。

[0080] 所述步骤S40中,所述误差系数包括幅值系数以及相位系数。

[0081] 所述幅值系数和相位系数的单位分别为 1×10^{-6} 和1微弧度,分辨率为 1×10^{-6} ;第一双级隔离电压互感器的输入电压:0~200V;电流电压转换模块的输入电流:0~100mA;第二双级隔离电压互感器的输出电压:0~0.1V,最大误差 $\pm 0.2\%$ 。

[0082] 所述步骤S40中,所述基于所述电压值和电流值获取误差系数具体为:

[0083] 分别将所述电压值和电流值比对存储模块中预设的误差表,基于所述误差表查找对应的误差值。

[0084] 所述步骤S40中,所述基于所述电压值和电流值获取误差系数具体为:

[0085] 将所述电压值和电流值输入预设的误差函数解析式计算误差值,所述误差函数解析式的公式为 $\varepsilon(V, I)$ 。存储模块可存储多个电压互感器的误差函数,并对应到不同编号的电压互感器,即同一标准电压互感器误差补偿装置可配套多台标准电压互感器使用。

[0086] 本实用新型的实验验证过程如下:

[0087] (1) 电压接入A、X接线柱(电压输入通道);

[0088] (2) 电流接入I+、I-接线柱(电流输入通道);

[0089] (3) 调节电压百分表,点击修改按钮,根据百分表的大小和电流的大小,设置0~1000PPM之间任意值,点击保存,等待2秒钟数据即保存到固定地址,当下次到同样大小电压和电流下时,保存的对应数据将调出;

[0090] (4) 百分表从10%~130%保存间隔为每5(± 2.5)个百分点保存一个数据,最大保存25个包的数据;电流从0~100mA保存间隔为每5(± 2.5) mA 保存一组数据最多保存20个包的数据,电压和电流横向和纵向对应共500 组数据;

[0091] (5) 浮地误差电压信号从U+、U-接线柱输出;

[0092] (6) 补偿后的电压互感器的输出端,相应地转换为 a'_0 、 x'_0 。

[0093] 实验用互感器为两台电压等级10kV的双级电压互感器(#1:型号:HJS158,编号:1708051;#2:型号:HJS,编号:8209),准确度等级0.01 级。

[0094] 高端测差模式,直接比较测量:

[0095] 两台10kV电压互感器通过高端测差模式,直接比较测量,误差测量数据如下表所示:

[0096]	测量电压 /kV	2	5	8	10	12	备注	
	测量电压/额定电压 \dot{U}_n /%	20	50	80	100	120		
[0097]	上升	$f / 10^{-6}$	-28	-18	-13	-9	-7	第一组
		$\delta / 分$	0.021	0.002	-0.010	0	0.006	
	下降	$f / 10^{-6}$	-28	-19	-10	-11		
		$\delta / 分$	0.026	0.009	-0.006	0.007		
	上升	$f / 10^{-6}$	-30	-19	-11	-9	-7	第二组
		$\delta / 分$	0.031	0.017	0.005	0.005	0	
	下降	$f / 10^{-6}$	-29	-19	-11	-10		
		$\delta / 分$	0.030	0.019	0.006	0.006		

[0098] 电压互感器级联误差信号生成模块后,比较测量(高端测差):

[0099] 电压互感器级联误差信号生成模块接线示意图,互感器二次输出连接到模块的电压接入A、X接线柱,电流输入从电压互感器的二次输出的低端串联接入,如图6所示。级联后,互感器的输出端转换为 $a'_0、x'_0$ 。

[0100] 注:互感器校验仪的误差读数中正交分量单位为分,而误差模块中正交分量的单位为urad,应做一次单位变换。

[0101] (1) 接线方式一,#2互感器比例输出级联误差模块(相对于对比例输出进行线性修正)

[0102] #2互感器比例输出接到模块的电压接入A、X接线柱;电流接线柱(I+、I-)悬空;误差信号输出U+连接#2互感器比例输出高端,误差信号输出U- 连接校验仪测差输入端K;校验仪供电连接#2互感器的励磁输出;校验仪测差输入端D连接#1互感器的比例输出高端;#1互感器的比例输出低端与 #2互感器的比例输出低端短接。

[0103] 修正前后实验数据对比：

测量电压 /kV		2	5	备注
测量电压/额定电压 \dot{U}_n /%		20	50	
修正前	$f / 10^{-6}$	-28	-18	/
	δ / urad	6.1	3	/
误差模块中的修正系数	$f / 10^{-6}$	-30	-20	/
	δ / urad	+10	+5	/
级联误差模块修正后	$f / 10^{-6}$	0~5	0~5	数据有跳动
	δ / urad	0~10	0~10	

[0105] 接线方式一，#2互感器励磁输出级联误差模块（相对于对励磁输出进行线性修正）

[0106] #2互感器互感器励磁输出接到模块的电压接入A、X接线柱；电流接线柱（I+、I-）悬空；误差信号输出U+连接#2互感器励磁输出高端，误差信号输出U-连接校验仪测差输入端K；校验仪供电连接#2互感器的励磁输出；校验仪测差输入端D连接#1互感器的比例输出高端；#1互感器的比例输出低端与#2互感器的比例输出低端短接。

[0107] 修正前后实验数据对比：

测量电压 /kV		2	5	备注
测量电压/额定电压 \dot{U}_n /%		20	50	
修正前	$f / 10^{-6}$	100	30	/

	δ / urad	170	72	/
[0109] 误差模块中的修正系数	f / 10^{-6}	+100	+30	/
	δ / urad	+170	+72	/
级联误差模块修正后	δ / urad	0~15	0~15	数据有跳动

[0110] 注：补充后读数出现跳动的原因分析：(1) 实验环境的接地不是很好，地信号有干扰；(2) 误差模块输出信号应用屏蔽线，降低干扰；(3) 高压电源存在一定的干扰，即互感器输出的二次信号不是干净的正弦信号。

[0111] 综上所述，本实用新型的优点在于：

[0112] 由于每个标准电压互感器出厂时的误差曲线是基本确定的参数，而且相对比较稳定，误差值主要与当前工作电压和负载电流有关。因此，通过设置存储模块存储标准电压互感器的误差表或误差函数解析式，单片机实时分别采集电压输入通道中电压互感器的二次电压信号和电流输入通道中电压互感器的负载电流信号，根据当前工作电压和负载电流，可得到对应的误差系数，基于误差系数生成对应的电压互感器误差信号，并通过误差电压信号隔离模块输出对应的浮地误差补偿电压信号，即可根据电压互感器的误差值生成对应的电压互感器误差浮地信号，以对电压互感器的输出进行补偿，实现了在不改变电压互感器原有结构的基础上，极大地提升了电压互感器的准确度等级。

[0113] 虽然以上描述了本实用新型的具体实施方式，但是熟悉本技术领域的技术人员应当理解，我们所描述的具体的实施例只是说明性的，而不是用于对本实用新型的范围的限定，熟悉本领域的技术人员在依照本实用新型的精神所作的等效的修饰以及变化，都应当涵盖在本实用新型的权利要求所保护的范围内。

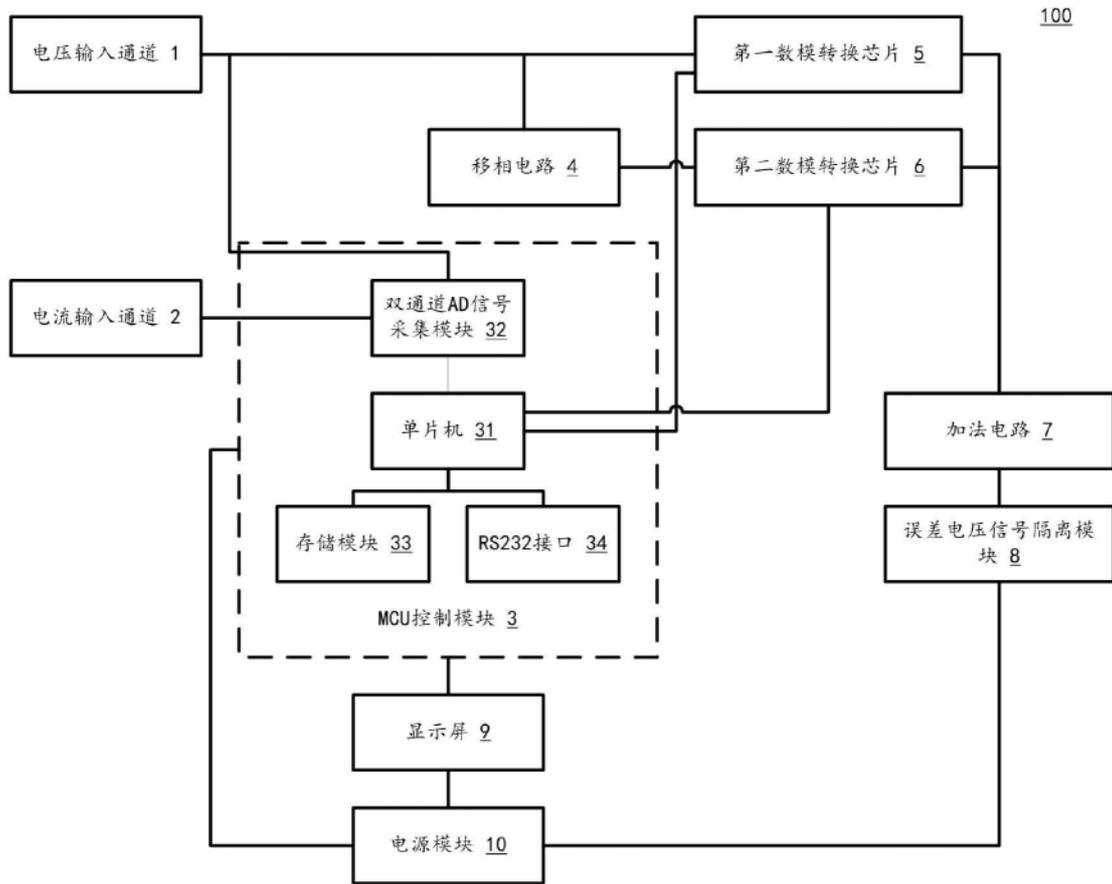


图1

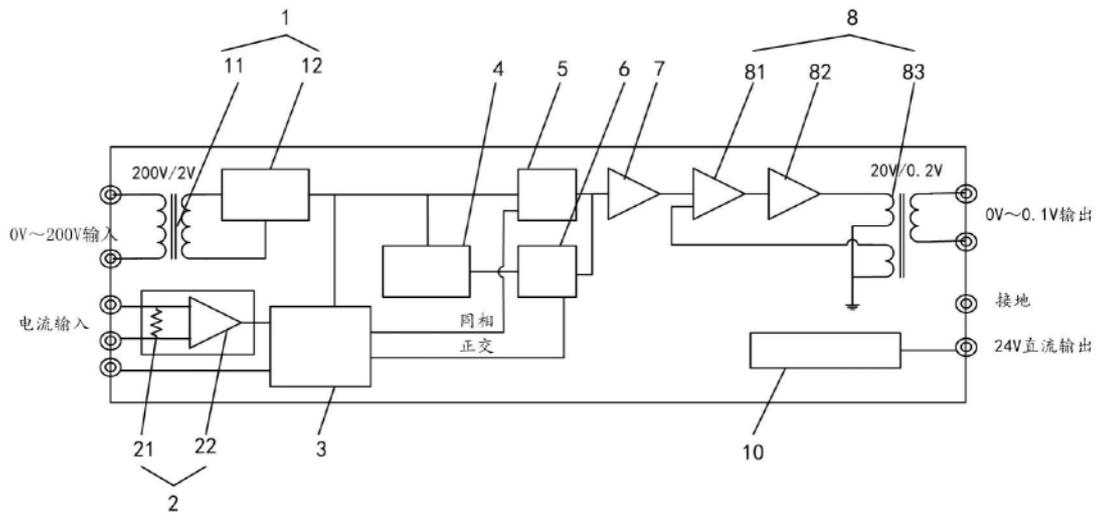


图2

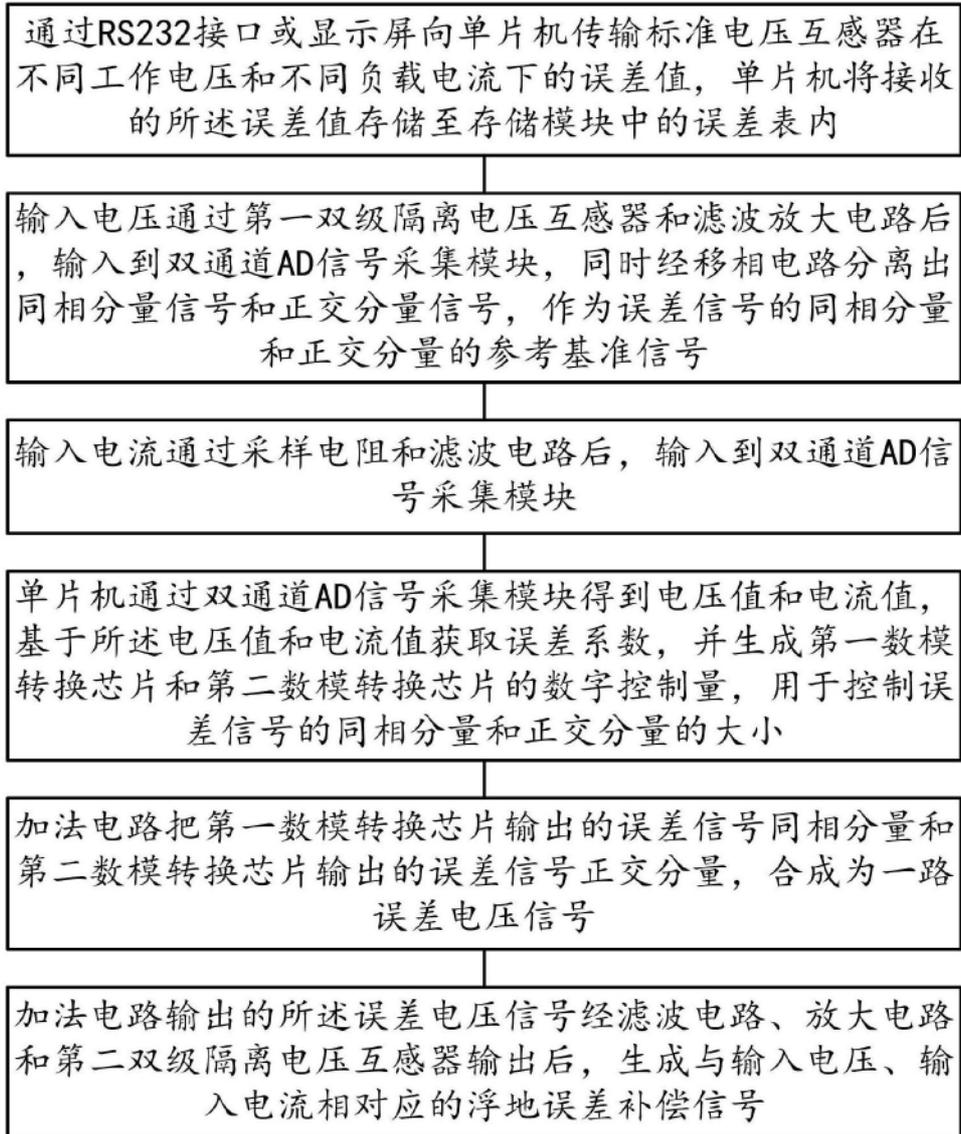


图3

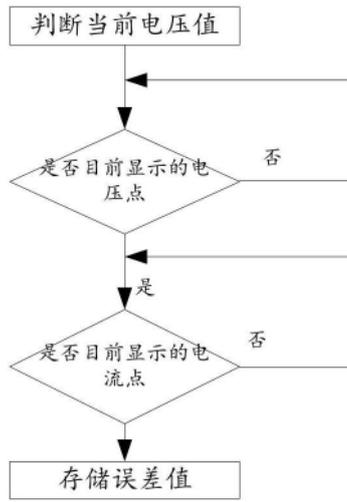


图4

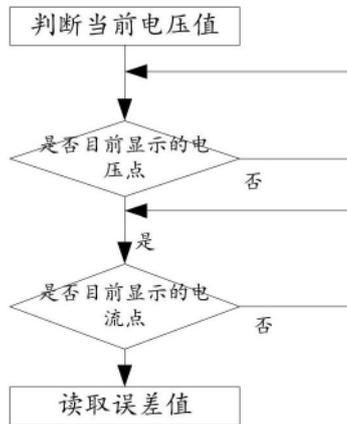


图5

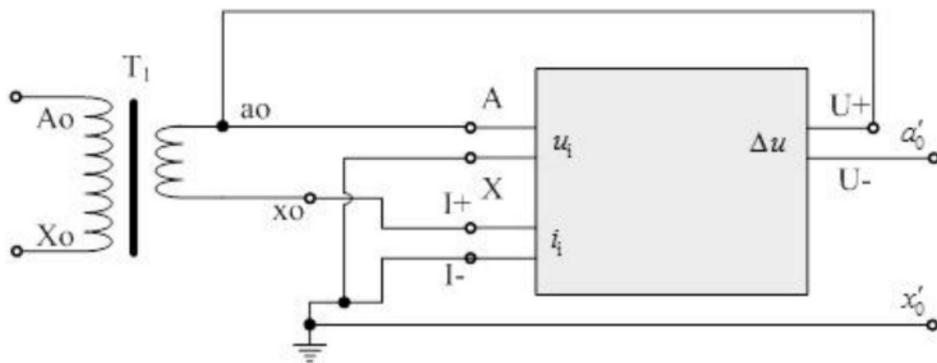


图6