



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103631690 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310595154. 5

(22) 申请日 2013. 11. 21

(73) 专利权人 广东电网公司电力科学研究院

地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路
水均岗 8 号

专利权人 电子科技大学

(72) 发明人 刘健 肖勇 秦开宇 党三磊

危阜胜 李健 张思建 张捷

王茜 阎啸 赵雪娇 周三

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限

公司 44104

代理人 周克佑

(51) Int. Cl.

G06F 11/267(2006. 01)

G01R 31/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201497800 U, 2010. 06. 02, 说明书第

[0006]–[0034] 段, 及图 1–6.

CN 202309724 U, 2012. 07. 04, 说明书第
[0010]–[0019] 段, 及图 1–4.

CN 202351356 U, 2012. 07. 25, 全文.

JP 特开平 10–14083 A, 1998. 01. 16, 全文.

何升. 通过多功能电能表 RS–485 接口对表
内数据的验证. 《供用电》. 2009, 第 26 卷 (第 5
期), 第 80–86 页.

审查员 赵小娟

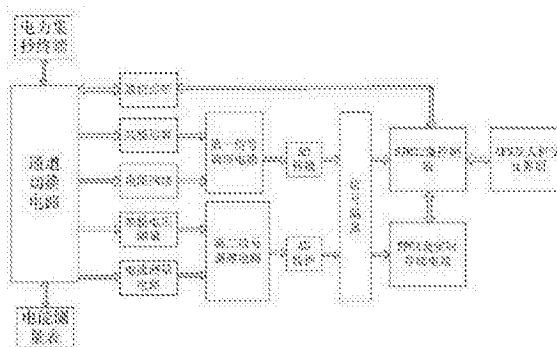
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

电力集抄设备 RS485 接口手持式测试仪及其
测试方法

(57) 摘要

一种电力集抄设备 RS485 接口性能手持式测试仪:通过通道切换相互连接的终端和电表,通道切换分别外接有通信监听、共模运算、电阻网络、差模电压测量和电流测量,其中的共模运算和电阻网络又分别连接第一信号调理、差模电压测量和电流测量又分别连接第二信号调理,第一、第二信号调理分别经第一、第二模数转换后共同连接至信号隔离,信号隔离分别输出至 STM32 微控制器和 FPGA 实时存储电路,STM32 微控制器还同时接收通信监听电路的输出,并分别与 FPGA 实时存储电路以及 ARM 人机交互界面相互连接。本发明还涉及测试方法。本发明可通过嵌入式技术对 RS485 接口进行全面的性能参数测量、性能评估与故障诊断,且携带方便。



1. 一种电力集抄设备 RS485 接口性能手持式测试仪,其特征是:包括电力集抄终端和电能测量表,所述的电力集抄终端和电能测量表通过通道切换电路相互连接,所述的通道切换电路分别外接有通信监听、共模运算、电阻网络、差模电压测量和电流测量电路,其中的共模运算和电阻网络电路又分别连接第一信号调理电路,差模电压测量电路和电流测量电路又分别连接第二信号调理电路,第一信号调理电路经第一模数转换电路、以及第二信号调理电路经第二模数转换电路后,两者共同连接至信号隔离电路,信号隔离电路分别输出至 STM32 微控制器和 FPGA 实时存储电路,所述的 STM32 微控制器还同时接收通信监听电路的输出,并分别与 FPGA 实时存储电路以及 ARM 人机交互界面相互连接;

所述的通道切换电路为由欧姆龙高反应速率的继电器构成的通道切换网络,通过通道切换电路的内部电路切换,达到一次性测试多个参数的目的;通道切换电路根据 STM32 微控制器命令将被测端切换到后面的共模运算电路、电阻网络、差模电压测量电路或电流测量电路。

2. 根据权利要求 1 所述的电力集抄设备 RS485 接口性能手持式测试仪,其特征是:所述的 STM32 微控制器通过带隔离功能的 RS485 器件 ADM2582 对电力集抄设备 RS485 接口的通信信息进行实时监听,以判断通信的工作状态以及在电力集抄设备 RS485 接口上的信号流向。

3. 根据权利要求 1 所述的电力集抄设备 RS485 接口性能手持式测试仪,其特征是:所述的共模运算电路和差模电压测量电路通过两个美信公司的高性能运算放大器 MAX44246 构成,每一颗运放芯片含有两个运算放大器,其中一颗运放芯片用来构成电压跟随器,另一颗构成模拟加法电路和差分电压放大器。

4. 根据权利要求 1 所述的电力集抄设备 RS485 接口性能手持式测试仪,其特征是:所述的电阻网络电路分为两组,第一组是根据 RS485 协议标准用来模拟 32 台电力集抄设备 RS485 接口电能测量表的阻抗特性,第二组是用来测试电力集抄设备 RS485 接口设备的输出阻抗。

5. 一种采用如权利要求 1 至 4 任一所述的手持式测试仪进行电力集抄设备 RS485 接口性能测试的方法,其特征是:包括以下步骤:

测试分为在线模式和单机测试模式:在线模式即是将手持式测试仪串在电力集抄终端和客户电能测量表之间,测试两者在线工作时的各种电气参数;单机测试即是单独测试电力集抄终端或者客户电能测量表的 RS485 通信工作状态;测试的参数包括共模电压、差模电压、工作电流、被测设备等效阻抗;对于测试电力集抄终端还包括了对电力集抄终端的驱动能力测试,以判断电力集抄终端能否对 32 台电表设备进行通信;

共模电压采集分为在线测试和单独测试两种测试方式:

在线测试:STM32 微控制器通过 ADM2582 监听电力集抄设备 RS485 接口上的信号变化,判断电力集抄设备 RS485 接口信号的传输方向,同时采集电力集抄设备 RS485 接口上 A、B 两根线的电压;将被测的电力集抄终端接入手持式测试仪的主端口和副端口,将电表的 485 通信线也接入手持式测试仪的主端口和副端口,手持式测试仪内部电路对 485 通信线的电压值进行衰减、加法运算、放大处理,最后经过 AD 变换放入 STM32 微控制器;

单独测试:手持式测试仪只挂一台被测设备,STM32 微控制器用来模拟终端或者电表,在模拟的通信过程中,监测电力集抄设备 RS485 接口的共模电压;接线方式:将电力集抄设

备或者电表的 485 通信线接入手持式测试仪主端口；

差模电压采集分为在线测试和单独测试两种测试方式：

在线测试：STM32 微控制器通过 ADM2582 监听电力集抄设备 RS485 接口上的信号变化，判断电力集抄设备 RS485 接口信号的传输方向，同时采集电力集抄设备 RS485 接口上 A、B 之间的电压，对这个电压值进行衰减、放大处理，最后经过 AD 变换放入 STM32 微控制器；接线方法：将被测的电力集抄终端接入手持式测试仪的主端口和副端口，将电表的 485 通信线也接入手持式测试仪的主端口和副端口；

在单独测试中，手持式测试仪只挂一台被测设备，STM32 微控制器用来模拟终端或者电表，在模拟的通信过程中，监测电力集抄设备 RS485 接口的差模电压；接线方式：将电力集抄设备或者电表的 485 通信线接入手持式测试仪主端口；

工作电流测量输入电流测量分为在线测试和单独测试：在在线测试中 STM32 微控制器通过 ADM2582 监听电力集抄设备 RS485 接口上的信号变化，判断电力集抄设备 RS485 接口信号的传输方向，同时采集电力集抄设备 RS485 接口上某一端的电流，测量串在电力集抄设备 RS485 接口上的精密低阻值电阻两端电压，最后经过 AD 变换放入 STM32 微控制器，最后在 STM32 微控制器里面计算出电流值；在单独测试中，手持式测试仪只挂一台被测设备，STM32 微控制器用来模拟终端或者电表，在模拟的通信过程中，监测电力集抄设备 RS485 接口的输入电流；

测量输出阻抗的方法是将被测终端或者电表设备与电力集抄设备 RS485 接口断开，将其接入手持式测试仪，先测量被测设备的开路电压 V_s ，然后外接一个电阻，测量电阻两端的电压值， $V_s - V$ 即是内部阻抗的电压值，这个值除以电流值得到了被测设备的内部阻抗；

输入阻抗的测试方式是根据测试得到的差模输入电压和输入电流利用公式 $R = U/I$ 在 ARM 平台计算输入阻抗并显示。

电力集抄设备 RS485 接口手持式测试仪及其测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种针对电力集抄设备的便携式 RS485 接口测试仪,具体涉及一种用于检测及诊断电力集抄设备 RS485 接口工作状态和故障的便携式测试仪。本发明还涉及使用所述测试仪进行电力集抄设备 RS485 接口工作状态和故障的测试方法。

背景技术

[0002] 随着我国对智能电网发展的推进,智能电表越来越广泛地应用在用户电能计量领域。电力集抄设备 RS485 接口规范作为电网抄表进行信号传输或能量传输的重要传输方式,电表和电表终端之间的信号、控制、通信传输几乎都是通过 RS485 协议完成的,电力集抄设备 RS485 接口的可靠性直接影响到电力用户和电力公司的电能计量和电费统计。RS485 接口测试的传统方法是人工采用万用表、示波器等工具进行逐点测试,适用于被测试电表种类少、故障节点明显的情况。如果要完成大批量多种类电表的测试,此方法就暴露出测试效率低、准确性差的缺点。

[0003] 由于电力集抄设备 RS485 接口在工业和电力方面的越来越广泛的应用,传统的测试方式已经不能满足工程师对电力集抄设备 RS485 接口维护的要求,近年来国内也开始出现了针对电力集抄设备 RS485 接口故障测试仪。其主要工作方式是在需要检测的集抄设备 RS485 接口上挂载多个测试设备,在被测集抄设备 RS485 接口工作时进行在线故障检测,然后通过二分法找到集抄设备 RS485 接口的故障点。

[0004] 现有的电力集抄设备 RS485 接口的测试设备主要侧重于测试故障点以及集抄设备 RS485 接口的共模差模电压,没有对 RS485 接口以及集抄设备 RS485 接口作一个全面的性能参数测量。很多重要的集抄设备 RS485 接口的工作性能参数的测量功能如测集抄设备 RS485 接口工作电流、主机驱动能力、集抄设备 RS485 接口等效阻抗以及集抄设备 RS485 接口通信信息等仍然没有集成在同一测试设备内。若工程人员需要测试电力集抄设备 RS485 接口设备接口的各个参数的时候仍然不得不采用传统方法进行测试。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的第一个技术问题,就是提供一种电力集抄设备 RS485 接口性能的手持式测试仪。

[0006] 本发明所要解决的第二个技术问题,就是提供一种使用上述测试仪进行电力集抄设备 RS485 接口性能测试的方法。

[0007] 本发明可通过嵌入式技术对电力集抄设备的 RS485 接口进行全面的性能参数测量、性能评估与故障诊断,且携带方便。

[0008] 解决上述第一个技术问题,本发明采用的技术方案如下:

[0009] 一种电力集抄设备 RS485 接口性能手持式测试仪,其特征是:通过通道切换电路相互连接的电力集抄终端(也可简称终端)和电能测量表(也可简称电表),所述的通道切换电路分别外接有通信监听、共模运算、电阻网络、差模电压测量和电流测量电路,其中的共

模运算和电阻网络电路又分别连接第一信号调理电路、差模电压测量电路和电流测量电路又分别连接第二信号调理电路,第一、第二信号调理电路分别经第一、第二模数转换电路后共同连接至信号隔离电路,信号隔离电路分别输出至 STM32 微控制器和 FPGA (现场可编辑逻辑门阵列) 及实时存储电路,所述的 STM32 微控制器还同时接收通信监听电路的输出,并分别与 FPGA 实时存储电路以及 ARM (上位机微控制器) 人机交互界面相互连接。

[0010] 所述的通道切换电路为由欧姆龙高反应速率的继电器构成的通道切换网络,通过切换电路的内部电路切换,达到一次性测试多个参数的目的。通道切换电路根据微控制器命令将被测端切换到后面的四个前端电路,分别是共模运算电路、电阻网络、差模电压测量电路或电流测量电路。

[0011] 所述的 STM32 微控制器通过带隔离功能的 RS485 器件 ADM2582 对集抄设备 RS485 接口的通信信息进行实时监听,以判断通信的工作状态以及在集抄设备 RS485 接口上的信号流向。

[0012] 所述的共模运算电路和差模电压测量电路通过两个美信公司的高性能运算放大器 MAX44246 构成,每一颗运放芯片含有两个运算放大器,其中一颗运放芯片用来构成电压跟随器,另一颗构成模拟加法电路和差分电压放大器。

[0013] 所述的电阻网络电路分为两组,一组是根据 RS485 协议标准用来模拟 32 台集抄设备 RS485 接口电表(电能测量表)的阻抗特性,二组是用来测试 485 集抄设备 RS485 接口设备的输出阻抗。

[0014] 解决上述第二个技术问题,本发明采用的技术方案如下:

[0015] 使用上述测试仪进行电力集抄设备 RS485 接口性能测试的方法,其特征是包括以下步骤:

[0016] 测试分为在线模式和单机测试模式:在线模式即是将测试仪串在电力集抄终端和客户电能测量表之间,测试两者在线工作时的各种电气参数;单机测试即是单独测试电力集抄终端或者客户电能测量表的 RS485 通信工作状态;测试的参数包括共模电压、差模电压、工作电流、被测设备等效阻抗;对于测试电力集抄终端还包括了对电力集抄终端的驱动能力测试,以判断电力集抄终端能否对 32 台电表设备进行通信;

[0017] 共模电压采集分为在线测试和单独测试两种测试方式:

[0018] 在线测试:微控制器通过 ADM2582 监听 485 集抄设备 RS485 接口上的信号变化,判断集抄设备 RS485 接口信号的传输方向,同时采集集抄设备 RS485 接口上 A、B 两根线的电压;将被测的电力集抄终端和电表的 485 通信线 A 线、B 线分别接入测试仪的主端口和副端口,测试仪内部电路对 485 通信线的电压值进行衰减、加法运算,放大等处理,最后经过 AD 变换放入微控制器;

[0019] 注:MCU 即使 STM32 微控制器,在图 1 中的共模运算即是加法电路实现的,衰减电路通过图 1 中的信号调理电路即可实现。

[0020] 单独测试:测试仪器只挂一台被测设备,微控制器用来模拟终端或者电表,在模拟的通信过程中,监测集抄设备 RS485 接口的共模电压;接线方式:将集抄设备或者电表的 485 通信线接入测试仪主端口。

[0021] 差模电压采集分为在线测试和单独测试两种测试方式:

[0022] 在线测试:微控制器通过 ADM2582 监听 485 集抄设备 RS485 接口上的信号变化,判

断集抄设备 RS485 接口信号的传输方向,同时采集集抄设备 RS485 接口上 A、B 之间的电压,对这个电压值进行衰减、放大等处理,最后经过 AD 变换放入微控制器;接线方法:将被测的电力集抄终端和电表的 485 通信线 A 线、B 线分别接入测试仪的主端口和副端口,

[0023] 在单独测试中,测试仪器只挂一台被测设备,微控制器用来模拟终端或者电表,在模拟的通信过程中,监测集抄设备 RS485 接口的差模电压;接线方式:将集抄设备或者电表的 485 通信线接入测试仪主端口。

[0024] 工作电流测量输入电流测量分为在线测和单独测:在在线测试中微控制器通过 ADM2582 监听 485 集抄设备 RS485 接口上的信号变化,判断集抄设备 RS485 接口信号的传输方向,同时采集集抄设备 RS485 接口上某一端的电流,测量串在集抄设备 RS485 接口上的精密低阻值电阻两端电压,最后经过 AD 变换放入微控制器,最后在微控制器里面计算出电流值;在单独测试中,测试仪器只挂一台被测设备,微控制器用来模拟终端或者电表,在模拟的通信过程中,监测集抄设备 RS485 接口的输入电流;

[0025] 需要指出的是在集抄设备 RS485 接口上串入的电阻并不影响整个集抄设备 RS485 接口的工作,因为在电路板上的走线相对于常规 485 集抄设备 RS485 接口的双绞线线长来说是非常短的,传入电阻反而更好地模拟了长距离双绞线的电气特性。

[0026] 测量输出阻抗的方法式将被测终端或者电表设备与集抄设备 RS485 接口断开,将其接入测试仪器,先测量被测设备的开路电压 V_s ,然后外接一个电阻,测量电阻两端的电压值, $V_s - V$ 即是内部阻抗的电压值,这个值除以电流记得到了被测设备的内部阻抗。

[0027] 测量输出阻抗的方法式将被测终端或者电表设备与集抄设备 RS485 接口断开,将其接入测试仪器,先测量被测设备的开路电压 V_s ,然后外接一个电阻,测量电阻两端的电压值, $V_s - V$ 即是内部阻抗的电压值,这个值除以电流记得到了被测设备的内部阻抗。

[0028] 输入阻抗的测试方式是根据测试得到的差模输入电压和输入电流利用公式 $R = U/I$ 在 ARM 平台计算输入阻抗并显示。

[0029] 有益效果:传统的测试方案因为使用了昂贵的通用测试仪器,对一些电气性能参数能获得准确可靠的结果,但一线电力工程人员需要花大量时间熟悉仪器的使用以及所显示的数据的分析,而且对于整个 485 网络来说找到故障点需要对整个子网络的所有电表进行逐点测试。一堆仪器搬来搬去费时费力,接线繁复,稍有不慎还有可能烧毁仪器或者电表。

[0030] 目前国内的 RS-485 总线测试仪功能相对单一,而且没有针对电能抄表系统的总线测试仪。对于电能抄表系统的通信检测工程人员来说,亟需一款一体化的 RS-485 测试系统用于快速诊断电力抄表通信的故障点及故障原因。本发明通过嵌入式技术对电力集抄设备的 RS485 接口进行全面的性能参数测量、性能评估与故障诊断。测试仪的重量小,体积小,接口少,操作简。工程人员几分钟即可完成对一台集抄设备的测试。对于很关键的负载能力测试,可直接将仪器挂在终端上通过测量输出电流即可。在单独测试的时候,由于设备内已经配有根据 485 官方手册所设计的电阻网络,同样可以对集抄设备的负载能力进行粗略的评估。

附图说明

[0031] 图 1 是本发明的总体方案图;

- [0032] 图 2 是本发明的在线测共模电压框图；
[0033] 图 3 是本发明的单独测共模电压框图；
[0034] 图 4 是本发明的在线测差模电压框图；
[0035] 图 5 是本发明的单独测差模电压框图；
[0036] 图 6 是本发明的测试集抄设备 RS485 接口设备挂载能力框图；
[0037] 图 7 是本发明的测试集抄设备 RS485 接口设备输出阻抗框图；
[0038] 图 8 是本发明的测试集抄设备 RS485 接口设备输入阻抗框图；
[0039] 图 9 是本发明的上位机系统框图；
[0040] 图 10 是本发明的下位机微控制器程序流程图。

具体实施方式

[0041] 如图 1 所示,本发明的电力集抄设备 RS485 接口性能手持式测试仪实施例,包括通过通道切换电路相互连接的电力集抄设备和电能测量表,通道切换电路分别外接有通信监听电路、共模运算电路、电阻网络、差模电压测量电路和电流测量电路,其中的共模运算电路和电阻网络又分别连接第一信号调理电路、差模电压测量电路和电流测量电路又分别连接第二信号调理电路,第一、第二信号调理电路分别经第一第二模数转换电路后共同连接至信号隔离电路,信号隔离电路分别输出至 STM32 微控制器和 FPGA 所控制的实时存储电路,所述的 STM32 微控制器还同时接收通信监听电路的输出,并分别与 FPGA 实时存储电路以及由 ARM 内核构成的上位机的人机交互界面相互连接。

[0042] 通道切换电路为由欧姆龙高反应速率的继电器构成的通道切换网络,通过切换电路的内部电路切换,达到一次性测试多个参数的目的。通道切换电路根据微控制器命令将被测端切换到后面的四个前端电路电路,分别是共模运算电路、电阻网络、差模电压测量电路和电流测量电路。

[0043] STM32 微控制器通过带隔离功能的 RS485 器件 ADM2582 对集抄设备 RS485 接口的通信信息进行实时监听,以判断通信的工作状态以及在集抄设备 RS485 接口上的信号流向。

[0044] 共模运算电路和差模电压测量通过两个美信公司的高性能运算放大器 MAX44246 构成,每一颗运放芯片含有两个运算放大器,其中一颗运放芯片用来构成电压跟随器,另一颗构成模拟加法电路和差分电压放大器。

[0045] 电阻网络分为两组,一组是根据 RS485 协议标准用来模拟 32 台集抄设备 RS485 接口电表的阻抗特性,二组是用来测试 485 集抄设备 RS485 接口设备的输出阻抗。

[0046] 测试仪的控制核心部分采用 FPGA+ 双嵌入式处理器的方法,实现对集抄设备 RS485 接口信号的采集、分析与处理;在性能参数的采集前端采用继电器网络切换的方法,将集抄设备 RS485 接口设备的接口性能特征一次性进行采集和分析,完成电能测量设备通信接口的故障诊断和性能测试。

[0047] 使用上述测试仪进行电力集抄设备 RS485 接口性能测试的方法,其特征是包括以下步骤:

[0048] 测试分为在线模式和单机测试模式:在线模式即是将测试仪串在电力集抄终端和客户电能测量表之间,测试两者在线工作时的各种电气参数;单机测试即是单独测试电力

集抄终端或者客户电能测量表的 RS485 通信工作状态,主要测试的参数包括共模电压、差模电压、工作电流、被测设备等效阻抗;对于测试电力集抄终端还包括了对电力集抄终端的驱动能力测试,以判断电力集抄终端能否对 32 台电表设备进行通信。

[0049] 集抄设备 RS485 接口性能的电气特性经过这四个前端电路的运算和处理后进入信号调理电路进行相应的放大或者衰减。AD 转换电路将调理好的信号进行模拟数字转换,转换后的数字信号通过隔离电路进入 FPGA 和微控制器进行实时处理和存储,最后将处理完毕的信号经过 CAN 集抄设备 RS485 接口送到 ARM 上位机进行显示。

[0050] 测试仪的最前端由继电器网络和相应的驱动集成电路构成,继电器采用欧姆龙公司的 G6K-2F,继电器驱动用安美森公司的 NUD3105DMT1G,485 集抄设备 RS485 接口电气特征信号通过 G6K-2F 被切换到不同的模拟前端处理电路,以进行不同的参数测量。

[0051] 本发明使用德州仪器公司的推荐的工业高精度信号采集解决方案来对电力集抄设备 RS485 接口接口的电气特性进行信号调理与数模转换。当集抄设备 RS485 接口电气特性型号通过继电器网络进行功能切换和前端处理后,使用可编程信号放大器 PGA280 对信号再次进行放大或者衰减,经过调理的信号通过 24 位高精度数模转换芯片 ADS1259 进行模拟到数字转换,转换后的信号通过 SPI 集抄设备 RS485 接口传输到 FPGA 和微控制器进行后续的处理。

[0052] FPGA 采用 xilinx 公司的 SPARTAN3 系列的 XC3S400AN,利用 FPGA 的并行执行任务的特性,将信号进行实时存储与传输。存储器件采用 MT48LC32M16A2TG,集抄设备通信过程中的所有电气特征都存入该器件内。

[0053] 微控制器选用意法半导体的 STM32F407,主要完成整个硬件系统的任务调度,数据通信,期间控制等,所有信号在改微控制器内进行打包,通过 CAN 集抄设备 RS485 接口传到上位机。

[0054] 上位机通过 CAN 集抄设备 RS485 接口收到数据包后,将结果显示在触摸屏上。操作人员也可以通过触摸屏对测试仪进行控制。上位机采用三星公司的 ARM11 器件。

[0055] 集抄设备的 RS485 接口的共模电压采集分为在线测试和单独测试两种测试方式,在在线测试中微控制器通过 ADM2582 监听 485 集抄设备 RS485 接口上的信号变化,判断集抄设备 RS485 接口信号的传输方向,同时采集集抄设备 RS485 接口上 A、B 两根线的电压,对这两个电压值进行衰减、加法运算,放大等处理,最后经过 AD 变换放入微控制器。在单独测试中,测试仪器只挂一台被测设备,微控制器用来模拟终端或者电表,在模拟的通信过程中,监测集抄设备 RS485 接口的共模电压。

[0056] 集抄设备的 RS485 接口的差模电压采集分为在线测试和单独测试两种测试方式差分测试分为在线测和单独测,在在线测试中微控制器通过 ADM2582 监听 485 集抄设备 RS485 接口上的信号变化,判断集抄设备 RS485 接口信号的传输方向,同时采集集抄设备 RS485 接口上 A、B 之间的电压,对这个电压值进行衰减、放大等处理,最后经过 AD 变换放入微控制器。在单独测试中,测试仪器只挂一台被测设备,微控制器用来模拟终端或者电表,在模拟的通信过程中,监测集抄设备 RS485 接口的差模电压。

[0057] 集抄设备 RS485 接口工作电流测量输入电流测量分为在线测和单独测,在在线测试中微控制器通过 ADM2582 监听 485 集抄设备 RS485 接口上的信号变化,判断集抄设备 RS485 接口信号的传输方向,同时采集集抄设备 RS485 接口上某一端的电流,测量串在集抄

设备 RS485 接口上的精密低阻值电阻两端电压,最后经过 AD 变换放入微控制器,最后在微控制器里面计算出电流值。在单独测试中,测试仪器只挂一台被测设备,微控制器用来模拟终端或者电表,在模拟的通信过程中,监测集抄设备 RS485 接口的输入电流。需要指出的是在集抄设备 RS485 接口上串入的电阻并不影响整个集抄设备 RS485 接口的工作,因为在电路板上的走线相对于常规 485 集抄设备 RS485 接口的双绞线线长来说是非常短的,传入电阻反而更好地模拟了长距离双绞线的电气特性。

[0058] 测量输出阻抗的方法式将被测终端或者电表设备与集抄设备 RS485 接口断开,将其接入测试仪器,先测量被测设备的开路电压 V_s ,然后外接一个电阻,测量电阻两端的电压值, $V_s - V$ 即是内部阻抗的电压值,这个值除以电流记得到了被测设备的内部阻抗。

[0059] 测量输出阻抗的方法式将被测终端或者电表设备与集抄设备 RS485 接口断开,将其接入测试仪器,先测量被测设备的开路电压 V_s ,然后外接一个电阻,测量电阻两端的电压值, $V_s - V$ 即是内部阻抗的电压值,这个值除以电流记得到了被测设备的内部阻抗。

[0060] 输入阻抗的测试方式是根据测试得到的差模输入电压和输入电流利用公式 $R = U/I$ 在 ARM 平台计算输入阻抗并显示。

[0061] 当集抄设备 RS485 接口电气特性型号通过继电器网络进行功能切换和前端处理后,使用可编程信号放大器对信号再次进行放大或者衰减,经过调理的信号进行模拟到数字转换,转换后的信号通过 SPI 集抄设备 RS485 接口传输到 FPGA 和微控制器进行后续的处理。

[0062] FPGA 的功能主要是对信号进行采集和存储,通过 STM32 微控制器发来的命令对模拟期间进行相应的信号采集和存储。将电力集抄设备的收发一次的所有电气特征信息全部存储起来。

[0063] STM32 微控制器(下位机)则是底层微控制器系统软件主要由通道切换控制电路、模拟器件控制及通信电路、集抄设备 RS485 接口监听电路、实时数据读取电路组成,完成对测试系统的底层调度与控制。各种软件功能电路实现硬件功能板的模拟器件选通、通道切换和程控增益控制,完成相应被测通道的测试、计算、结果判断、存储、通讯、停止等功能。

[0064] ARM 微控制器(上位机)系统软件主要由系统内通信电路、测试项目管理电路、显示界面管理电路和数据文件管理电路组成。数据文件管理电路完成数据文件的新建、存盘等功能,显示界面管理电路实现测试数据显示格式、显示内容的管理。测试项目管理电路完成集抄设备 RS485 接口测试仪上位机系统自检、系统校准、被测数据正确性判断以及与底层控制器的串行通讯等功能。

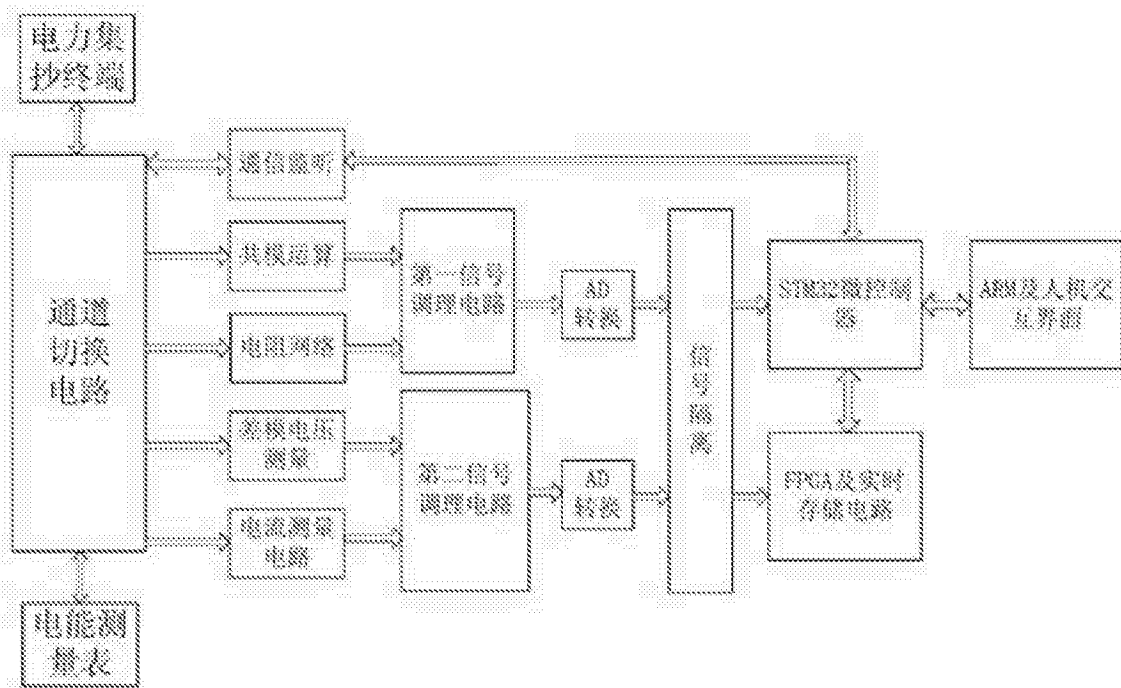


图 1

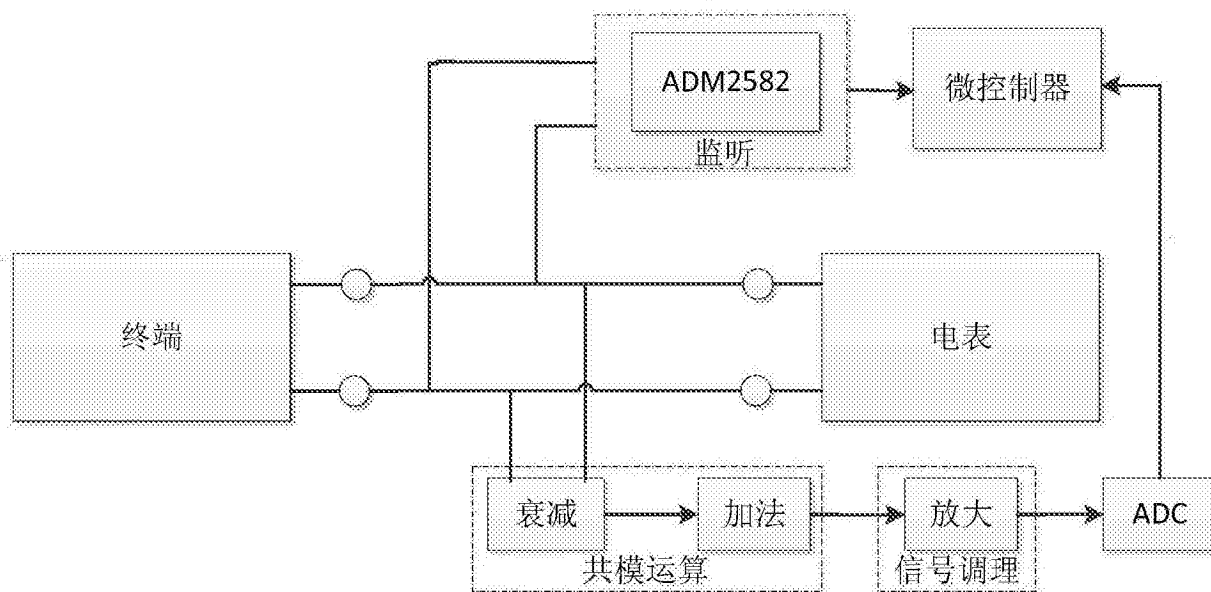


图 2

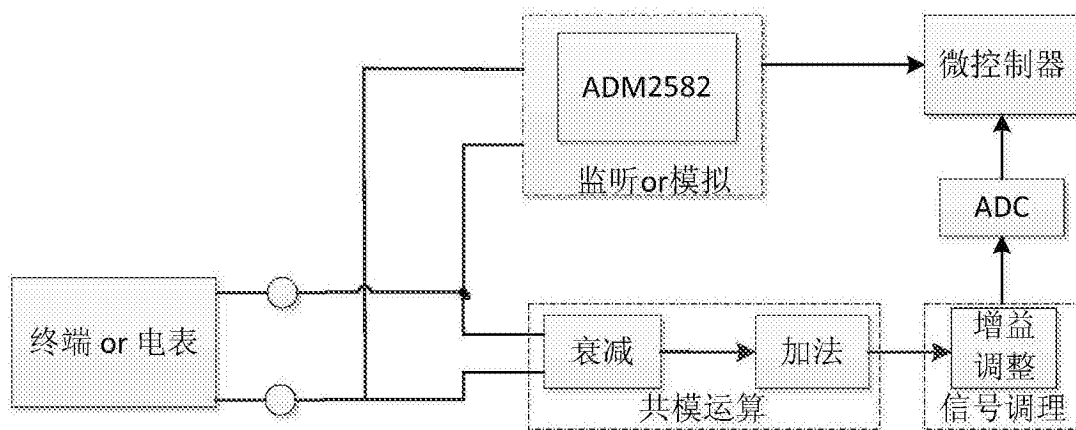


图 3

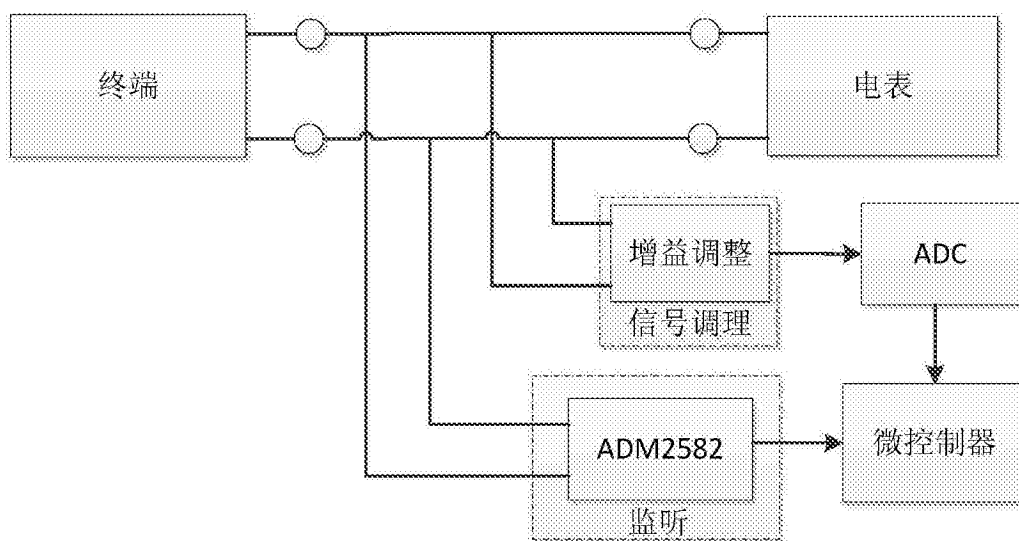


图 4

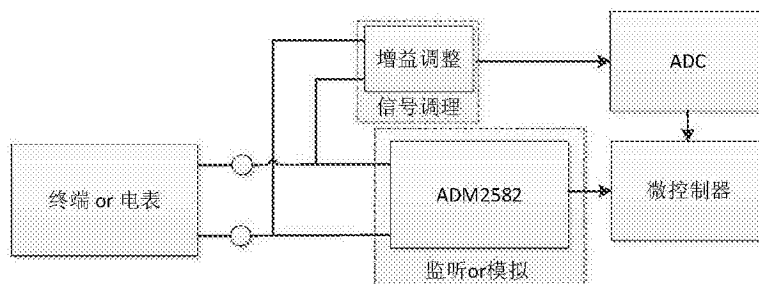


图 5

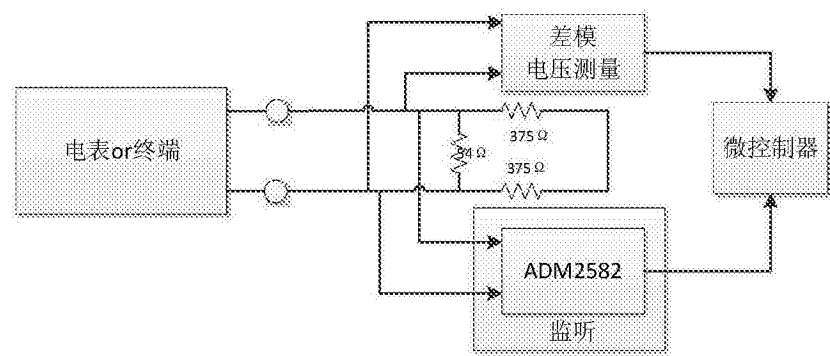


图 6

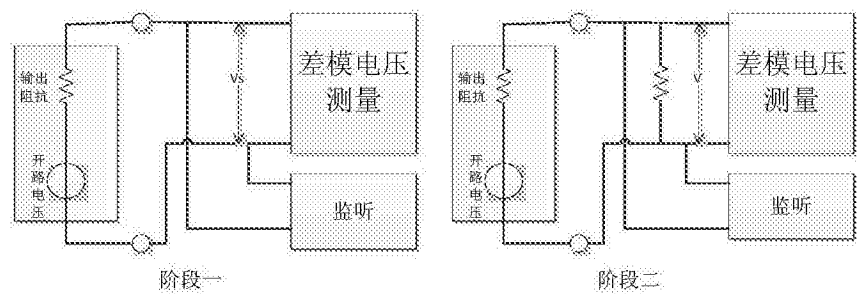


图 7

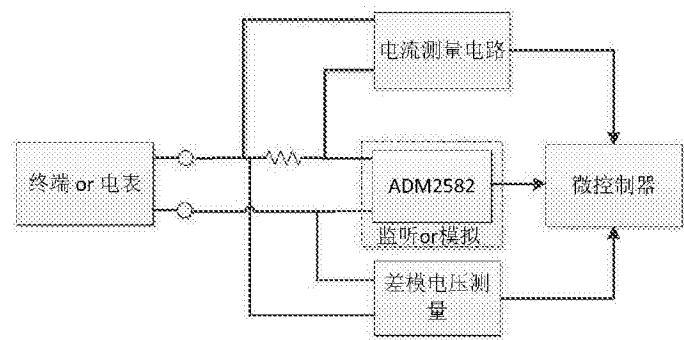


图 8

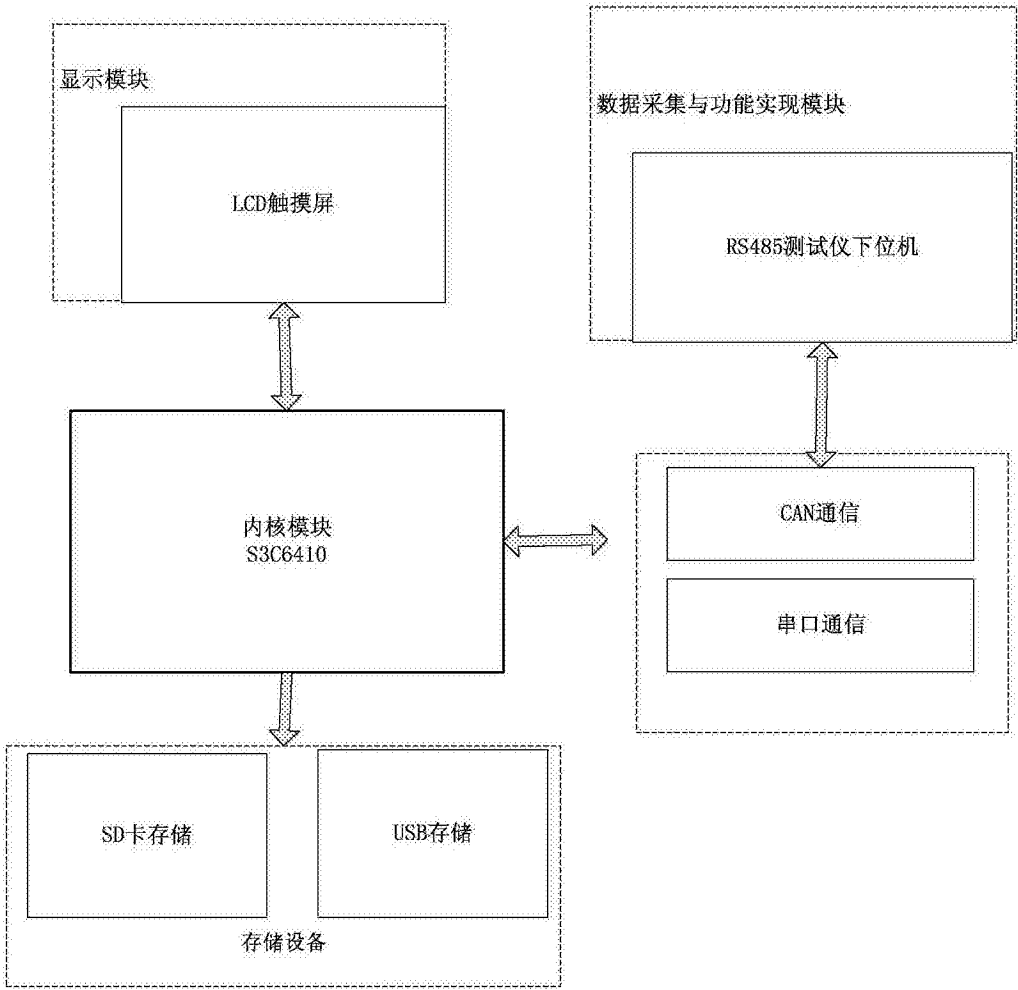


图 9

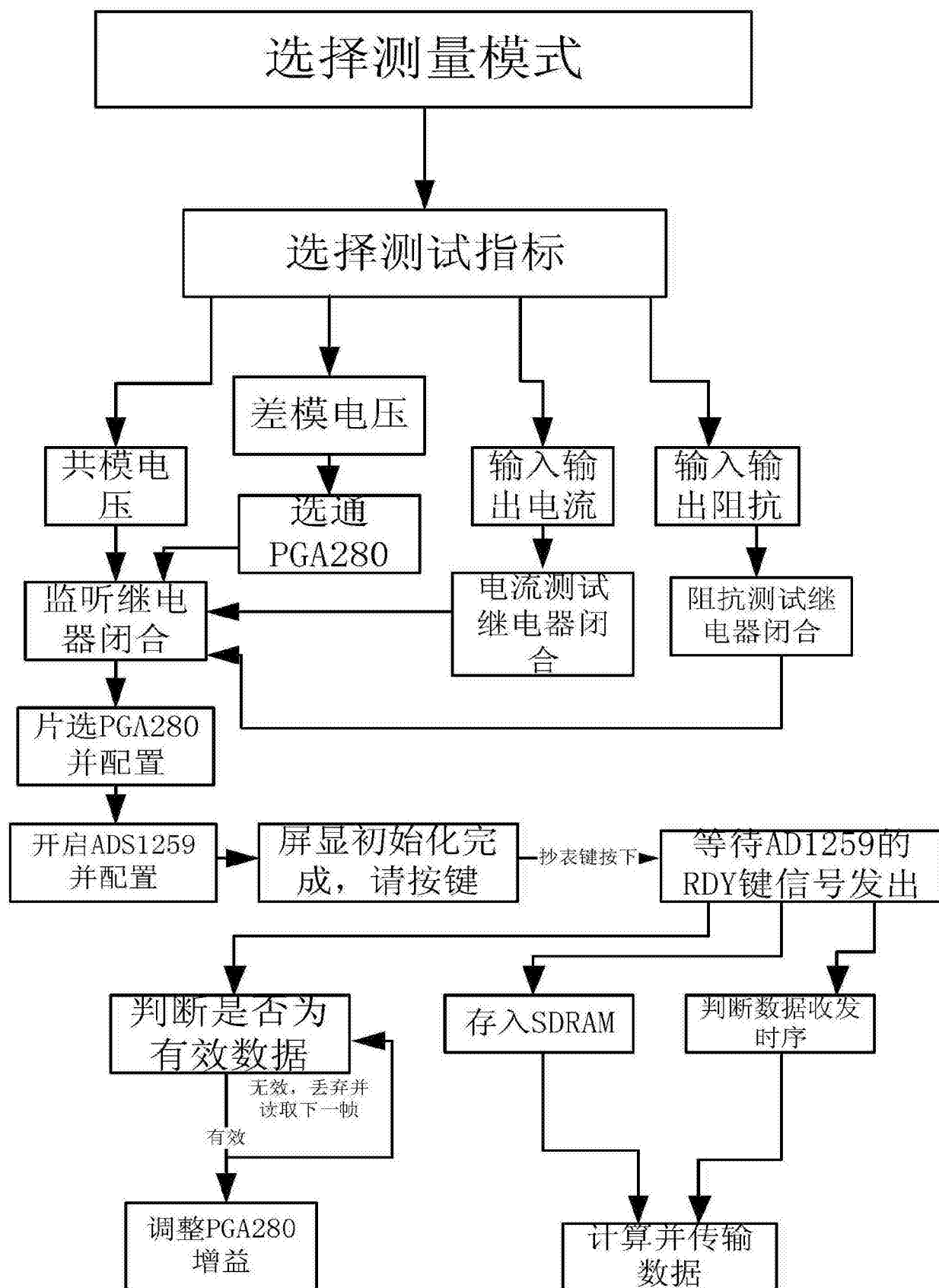


图 10