



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203950028 U

(45) 授权公告日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201420390586. 2

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2014. 07. 15

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 国网湖南省电力公司

国网湖南省电力公司电力科学研究院

(72) 发明人 徐先勇 孟军 王珂 罗志坤

欧朝龙 陈福胜 向华

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所 43008

代理人 赵洪 谭武艺

(51) Int. Cl.

G01R 35/02 (2006. 01)

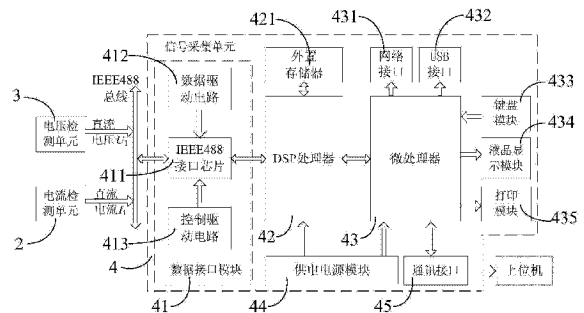
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 实用新型名称

零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,包括单相直流电源、电流检测单元、电压检测单元和信号采集单元,单相直流电源的输出端分别与电流检测单元、被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元的输入端相连,电压检测单元的输入端与被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元的输出端相连,电流检测单元、电压检测单元的输出端分别与信号采集单元的输入端相连,信号采集单元的输出端与上位机相连。本实用新型具有使用方便、检测快速高效、简单易行、经济性高、可靠性和安全性好的优点。



1. 一种零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:包括单相直流电源(1)、电流检测单元(2)、电压检测单元(3)和信号采集单元(4),所述单相直流电源(1)的输出端分别与电流检测单元(2)、被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元(5)的输入端相连,所述电压检测单元(3)的输入端与被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元(5)的输出端相连,所述电流检测单元(2)、电压检测单元(3)的输出端分别与信号采集单元(4)的输入端相连,所述信号采集单元(4)的输出端与上位机相连。

2. 根据权利要求1所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述信号采集单元(4)包括数据接口模块(41)、DSP处理器(42)、微处理器(43)、供电电源模块(44)和通讯接口(45),所述电流检测单元(2)、电压检测单元(3)的输出端与数据接口模块(41)相连,所述数据接口模块(41)与DSP处理器(42)相连,所述DSP处理器(42)和微处理器(43)相连,所述供电电源模块(44)分别与DSP处理器(42)、微处理器(43)相连,所述微处理器(43)通过通讯接口(45)与上位机相连。

3. 根据权利要求2所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述数据接口模块(41)包括IEEE488接口芯片(411)、数据驱动电路(412)、控制驱动电路(413),所述电流检测单元(2)、电压检测单元(3)的输出端分别通过IEEE488总线与IEEE488接口芯片(411)相连,所述IEEE488接口芯片(411)分别与数据驱动电路(412)、控制驱动电路(413)、DSP处理器(42)相连。

4. 根据权利要求3所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述信号采集单元(4)还包括外置存储器(421),所述外置存储器(421)与DSP处理器(42)相连。

5. 根据权利要求4所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述信号采集单元(4)还包括网络接口(431),所述网络接口(431)与微处理器(43)相连。

6. 根据权利要求5所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述信号采集单元(4)还包括USB接口(432),所述USB接口(432)与微处理器(43)相连。

7. 根据权利要求6所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述信号采集单元(4)还包括键盘模块(433)和液晶显示模块(434),所述键盘模块(433)、液晶显示模块(434)分别与微处理器(43)相连。

8. 根据权利要求7所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述信号采集单元(4)还包括打印模块(435),所述打印模块(435)与微处理器(43)相连。

9. 根据权利要求1~8中任意一项所述的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,其特征在于:所述电流检测单元(2)和电压检测单元(3)均为数字万用表。

零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及高压直流输电技术领域，具体涉及一种零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置。

背景技术

[0002] 高压直流输电系统目前在我国得到了快速发展，特别是在近几十年国家电网公司和南方电网公司所属区域内电网建设了很多座 $\pm 500\text{kV}$ 、 $\pm 800\text{kV}$ 直流换流站，同时马上还要建设 $\pm 1000\text{kV}$ 直流输电系统。目前，各电压等级直流输电系统中一般采用传统的电磁式直流电流互感器或电子式直流电流互感器来测量直流侧的直流电流信号，而直流电流互感器输出的二次直流信号是否准确和正常，是直流输电系统的直流控制保护能否正确动作的重要因素之一。

[0003] 目前，在高压直流输电系统中最常用的直流电流互感器为零磁通直流电流互感器 (Zero flux DC current transformer, DCCT)，其中 DCCT 的电子测量单元又是零磁通直流电流互感器能否正确、及时反映一次直流电流量的重要测量单元。如图 1 所示，零磁通直流电流互感器主要包括 5 个线圈绕组（辅助绕组 N1、N2、N3，补偿绕组 N4，校准绕组 N5）、三个铁芯 (T1、T2、T3)、峰值检测器、功放、振荡器、负载电阻以及输出功放。铁芯 T1、T2、T3 分别对应辅助绕组 N1、N2、N3，匝数相同的补偿绕组 N4 和校准绕组 N5 并联并围绕三个铁芯 (T1、T2、T3)。校准绕组 N5 在校准补偿绕组 N4 时，与补偿绕组 N4 解开并联，正常运行时补偿绕组 N4 和校准绕组 N5 并联使用。一次绕组及补偿绕组 N4，校准绕组 N5 分别与三个铁芯 T1、T2、T3 交链。正常工作时，铁芯 T1、T2 由振荡器激励，进入饱和状态。此时若一次电流 $I_d \neq 0$ ，将导致铁芯进一步饱和，电流陡增。峰值检测器通过图中的电阻感应到电流的陡增（正负峰值），并向功放提供校正信号，后经功放提供一个电压进而产生一个二次电流 I_2 ，二次电流 I_2 流经负载电阻形成输出电压，且该输出电压通过输出功放放大后输出。其中，二次电流 I_2 流过补偿绕组 N4、校准绕组 N5 时会产生磁通 I_2W_2 (W_2 为二次绕组匝数，包含补偿绕组 N4 和校准绕组 N5 的绕组) 来平衡一次电流 I_d 在铁芯 T1、T2、T3 中产生的磁通，使得铁芯的饱和程度降低，峰值检测器检测不到峰值。因此可以看出，二次电流 I_2 可以反映一次电流 I_d ，通过测量二次电流 I_2 在负载电阻上形成的直流电压信号，即可得到一次电流信号大小，实现直流电流测量目的。实际上，由于功放有限的增益和磁通量漂移，原边和副边磁势不能保持平衡。为了恢复安匝数平衡，需要形成一个具有负反馈的系统，此时，磁积分器实现了该目的。磁通的一切变化都会在辅助绕组 N3 上产生感应电压，感应电压在积分器反相输入端驱动，从而改变功放输出的二次电流 I_2 ，使得原边和副边绕组产生的磁势完全平衡。因二次电流 I_2 流过补偿绕组 N4、校准绕组 N5 产生的磁通 I_2W_2 与一次电流 I_d 在铁芯 T1、T2、T3 中产生的磁通相平衡，故一次绕组及补偿绕组 N4、校准绕组 N5 共同作用于铁芯 T1、T2、T3 后，整体的磁通量为零，也就是 $I_2W_2 = I_dW_1$ ， W_1 为一次通流回路匝数。

[0004] 依据已有文献，现有技术的 DCCT 电子测量单元主要基于三种原理：第一种是从磁化电流波形的成份来进行分析利用零磁通平衡时，检测线圈被正弦波激励后所产生的磁

化电流中只有奇次谐波成分,偏离平衡时则有偶次谐波成份,且以二次谐波为主,故采用检测二次谐波的方法来检测出直流信号。第二种是从磁化电流的幅度大小来进行分析,依据正弦波信号激励检测线圈而产生的磁化电流在零磁通平衡时存在半波对称性,在偏离平衡时,磁化电流的半波不对称,而通过检测正弦信号驱动检测线圈而产生的磁化电流的正负峰值来检测被测电流的检测信号。第三种是将两个相同的检测磁芯上的检测线圈平均分为四组,每个检测磁芯上两组,同一检测磁芯上的线圈绕向相同,不同检测磁芯的线圈绕向相反,通过线圈组合使磁化电流的奇次波相抵消,偶次谐波相加,以此来获得被测电流的检测信号。由于 DCCT 电子测量单元的准确性、功能完好性关系到直流控制和保护系统能否正确动作,进而关系到整个直流输电系统能否安全、稳定运行。同时,目前 DCCT 电子测量单元的现场检测主要为人工比对方式,数据的准确性、及时性较差,整个检测过程耗时较长,自动化程度不高,效率较低。

实用新型内容

[0005] 本实用新型要解决的技术问题是:针对现有技术的上述技术问题,提供一种能够满足直流输电系统中零磁通直流电流互感器电子测量单元现场误差检测的需要,能够适应现代直流输电系统控制保护的需求,使用方便、检测快速高效、简单易行、经济性高、可靠性和安全性好的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置。

[0006] 为了解决上述技术问题,本实用新型采用的技术方案为:

[0007] 一种零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置,包括单相直流电源、电流检测单元、电压检测单元和信号采集单元,所述单相直流电源的输出端分别与电流检测单元、被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元的输入端相连,所述电压检测单元的输入端与被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元的输入端相连,所述电流检测单元、电压检测单元的输出端分别与信号采集单元的输入端相连,所述信号采集单元的输出端与上位机相连。

[0008] 优选地,所述信号采集单元包括数据接口模块、DSP 处理器、微处理器、供电电源模块和通讯接口,所述电流检测单元、电压检测单元的输出端与数据接口模块相连,所述数据接口模块与 DSP 处理器相连,所述 DSP 处理器和微处理器相连,所述供电电源模块分别与 DSP 处理器、微处理器相连,所述微处理器通过通讯接口与上位机相连。

[0009] 优选地,所述数据接口模块包括 IEEE488 接口芯片、数据驱动电路、控制驱动电路,所述电流检测单元、电压检测单元的输出端分别通过 IEEE488 总线与 IEEE488 接口芯片相连,所述 IEEE488 接口芯片分别与数据驱动电路、控制驱动电路、DSP 处理器相连。

[0010] 优选地,所述信号采集单元还包括外置存储器,所述外置存储器与 DSP 处理器相连。

[0011] 优选地,所述信号采集单元还包括网络接口,所述网络接口与微处理器相连。

[0012] 优选地,所述信号采集单元还包括 USB 接口,所述 USB 接口与微处理器相连。

[0013] 优选地,所述信号采集单元还包括键盘模块和液晶显示模块,所述键盘模块、液晶显示模块分别与微处理器相连。

[0014] 优选地,所述信号采集单元还包括打印模块,所述打印模块与微处理器相连。

[0015] 优选地,所述电流检测单元和电压检测单元均为数字万用表。

[0016] 本实用新型零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置具有下述优点：本实用新型零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置为本实用新型零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测方法专用的检测装置，通过单相直流电源能够为零磁通直流电流互感器电子测量单元输入单相直流电流，通过电流检测单元、电压检测单元和信号采集单元检测单相直流电流、检测零磁通直流电流互感器电子测量单元的输出电压并输出给上位机，从而为上位机计算零磁通直流电流互感器电子测量单元的理论输出电压提供基础数据，便于应用本实用新型的上位机计算零磁通直流电流互感器电子测量单元的误差，检测人员能够在与零磁通直流电流互感器一次回路没有电气接触的情况下检测得到零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测所需的基础数据，可使检测工作大为简化，整个检测工作可以在数分钟内自动完成，提高了零磁通直流电流互感器电子测量单元现场检测工作的效率，从而为直流输电系统零磁通直流电流互感器及其电子测量单元的检修及运行维护提供技术支撑，能够适应直流输电系统的需要，解决直流输电系统中零磁通直流电流互感器电子测量单元的现场误差检测，使得零磁通直流电流互感器电子测量单元的现场误差检测方便、简洁、高效和安全，具有检测速度快、简单易行、经济性高、可靠性和安全性好的优点。

附图说明

[0017] 图 1 为现有技术零磁通直流电流互感器的电路原理示意图。

[0018] 图 2 为使用本实用新型实施例装置的误差检测实施流程示意图。

[0019] 图 3 为本实用新型实施例和零磁通直流电流互感器电子测量单元的连接结构示意图。

[0020] 图 4 为本实用新型实施例的详细框架结构示意图。

[0021] 图 5 为使用本实用新型实施例的上位机的功能框架结构示意图。

[0022] 图例说明：1、单相直流电源；2、电流检测单元；3、电压检测单元；4、信号采集单元；41、数据接口模块；411、IEEE488 接口芯片；412、数据驱动电路；413、控制驱动电路；42、DSP 处理器；421、外置存储器；43、微处理器；431、网络接口；432、USB 接口；433、键盘模块；434、液晶显示模块；435、打印模块；44、供电电源模块；45、通讯接口；5、零磁通直流电流互感器电子测量单元。

具体实施方式

[0023] 如图 2 所示，使用本实施例零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置的误差检测流程实施步骤如下：

[0024] 1) 向零磁通直流电流互感器电子测量单元输入单相直流电流并检测单相直流电流；

[0025] 2) 检测零磁通直流电流互感器电子测量单元的输出电压；

[0026] 3) 根据式 (1) 计算零磁通直流电流互感器电子测量单元的理论输出电压；

$$[0027] \quad U_{\text{out}} = I_1 \times \frac{U_N}{I_N} \quad (1)$$

[0028] 式 (1) 中， U_{out} 表示零磁通直流电流互感器电子测量单元的理论输出电压， I_1 表示

检测得到的输入零磁通直流电流互感器电子测量单元的单相直流电流, U_N 表示零磁通直流电流互感器电子测量单元的二次额定输出电压, I_N 表示零磁通直流电流互感器电子测量单元的二次额定输入电流; 零磁通直流电流互感器电子测量单元的二次额定输出电压 U_N 、二次额定输入电流 I_N 是零磁通直流电流互感器电子测量单元的设备参数, 一般在零磁通直流电流互感器电子测量单元的铭牌上有标注。

[0029] 4) 根据式 (2) 计算零磁通直流电流互感器电子测量单元的误差;

$$[0030] \quad d = \frac{U_1 - U_{out}}{U_{out}} \times 100\% \quad (2)$$

[0031] 式 (2) 中, d 表示零磁通直流电流互感器电子测量单元的误差, U_1 表示检测得到的零磁通直流电流互感器电子测量单元的输出电压, U_{out} 表示零磁通直流电流互感器电子测量单元的理论输出电压。

[0032] 如图 3 所示, 本实施例的零磁通直流电流互感器电子测量单元误差检测装置包括单相直流电源 1、电流检测单元 2、电压检测单元 3 和信号采集单元 4, 单相直流电源 1 的输出端分别与电流检测单元 2、被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的输入端相连, 电压检测单元 3 的输入端与被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的输出端相连, 电流检测单元 2、电压检测单元 3 的输出端分别与信号采集单元 4 的输入端相连, 信号采集单元 4 的输出端与上位机相连。本实施例通过将单相直流电源 1 作为单相直流电流的激励源, 通过电流检测单元 2 直接实时检测并输出的直流电流信号 I_1 、通过电压检测单元 3 实时检测零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 输出的直流电压信号 U_1 , 并通过信号采集单元 4 将电流检测单元 2 检测的直流电流信号 I_1 、电压检测单元 3 检测的直流电压信号 U_1 输出至上位机, 从而为上位机的提供计算零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 误差所必须的基础数据, 检测人员基于该方法能够在与零磁通直流电流互感器一次回路没有电气接触的情况下检测得到零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的误差, 可使检测工作大为简化, 整个检测工作可以在数分钟内自动完成, 提高了零磁通直流电流互感器电子测量单元现场检测工作的效率, 直流输电系统零磁通直流电流互感器及其电子测量单元的检修及运行维护提供技术支撑, 能够适应直流输电系统的需要, 解决直流输电系统中零磁通直流电流互感器电子测量单元的现场误差检测, 使得零磁通直流电流互感器电子测量单元的现场误差检测方便、简洁、高效和安全, 具有检测速度快、简单易行、经济性高、可靠性和安全性好的优点。

[0033] 本实施例中, 单相直流电源 1 具体采用 0.01 级高精度直流模拟信号源。

[0034] 本实施例中, 电流检测单元 2 和电压检测单元 3 均为数字万用表, 电流检测单元 2 具体采用 0.005 级 34401A 数字万用表, 电压检测单元 3 具体采用 0.005 级 1281 数字万用表。0.005 级 34401A 数字万用表串接在 0.01 级高精度直流模拟信号源的输出端、信号采集单元 4 之间, 用于检测 0.01 级高精度直流模拟信号源输出的单相直流电流; 0.005 级 1281 数字万用表串接在被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的输出端、信号采集单元 4 之间, 用于检测零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的输出电压; 0.005 级 34401A 数字万用表、0.005 级 1281 数字万用表的输出同时输入信号采集单元 4, 通过信号采集单元 4 来完成 0.01 级高精度直流模拟信号源输出的单相直流电流、零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的输出电压的采集并输出给上位机, 从而确保检测人员能够在与零磁通直流电

流互感器一次回路没有电气接触的情况下进行。

[0035] 如图 4 所示,信号采集单元 4 包括数据接口模块 41、DSP 处理器 42、微处理器 43、供电电源模块 44 和通讯接口 45,电流检测单元 2、电压检测单元 3 的输出端与数据接口模块 41 相连,数据接口模块 41 与 DSP 处理器 42 相连,DSP 处理器 42 和微处理器 43 相连,供电电源模块 44 分别与 DSP 处理器 42、微处理器 43 相连,微处理器 43 通过通讯接口 45 与上位机相连。在工作状态下,本实施例的电流检测单元 2 检测的直流电流信号 I_1 、电压检测单元 3 检测的直流电压信号 U_1 经过 IEEE488 总线,进入信号采集单元 4 的 DSP 处理器 42,由 DSP 处理器 42 将直流电流信号 I_1 转换成电压信号之后输出给微处理器 43,通过微处理器 43 输出给上位机,上位机上运行有零磁通直流电流互感器电子测量单元自动检测系统(以下简称自动检测系统),自动检测系统的核心功能即为接收电流检测单元 2 检测的直流电流信号 I_1 、电压检测单元 3 检测的直流电压信号 U_1 ,并在此基础上根据前述的步骤 4) 计算出被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的误差,从而为实现利用对被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的误差检测提供基础数据。

[0036] 本实施例中,数据接口模块 41 包括 IEEE488 接口芯片 411、数据驱动电路 412、控制驱动电路 413,电流检测单元 2、电压检测单元 3 的输出端分别通过 IEEE488 总线与 IEEE488 接口芯片 411 相连,IEEE488 接口芯片 411 分别与数据驱动电路 412、控制驱动电路 413、DSP 处理器 42 相连。本实施例通过 IEEE488 接口芯片 411、数据驱动电路 412、控制驱动电路 413 实现了 IEEE488 通信协议,能够实现对数字万用表良好地兼容,从而方便地通过 IEEE488 总线接收电流检测单元 2 检测的直流电流信号 I_1 、电压检测单元 3 检测的直流电压信号 U_1 。

[0037] 本实施例中,信号采集单元 4 还包括外置存储器 421,外置存储器 421 与 DSP 处理器 42 相连。因此通过外置存储器 421,DSP 处理器 42 能够实现对电流检测单元 2 检测的直流电流信号 I_1 、电压检测单元 3 检测的直流电压信号 U_1 的数据存盘,从而方便实现对零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的误差在线监测,从而能够对零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的故障分析提供详细的基础数据。本实施例中,信号采集单元 4 还包括网络接口 431 和 USB 接口 432,网络接口 431、USB 接口 432 分别与微处理器 43 相连,网络接口 431 用于通过网络实现和外部计算机设备的数据交互,USB 接口 432 用于通过 USB 存储器实现和外部计算机设备的数据交互。此外,信号采集单元 4 还包括键盘模块 433 和液晶显示模块 434,键盘模块 433、液晶显示模块 434 分别与微处理器 43 相连,能方便地进行人机交互。本实施例中,信号采集单元 4 还包括打印模块 435,打印模块 435 与微处理器 43 相连,从而能够方便地将电流检测单元 2 检测的直流电流信号 I_1 、电压检测单元 3 检测的直流电压信号 U_1 打印输出以便进行现场数据分析。本实施例中,微处理器 43 具有基于 80C196 单片机实现,80C196 单片机主要与网络接口 431、USB 接口 432、键盘模块 433、液晶显示模块 434、打印模块 435、通讯接口 45 相连接,实现外围输入输出等外围事件的处理。

[0038] 如图 5 所示,自动检测系统主要由模块选择、参数设定、系统设置三大功能模块组成。模块选择模块主要包括实时数据模块和历史数据模块,实时数据模块可实现选择路径后进行测试界面显示、精度测试,实时数据模块用于实时接收电流检测单元 2 检测的直流电流信号 I_1 、电压检测单元 3 检测的直流电压信号 U_1 ,并在此基础上根据前述的步骤 4) 计算出被检测的零磁通直流电流互感器电子测量单元 5 的误差,从而进行现场误差测试;历

史数据模块可实现选择路径后进行读取故障存盘数据以及定时存盘数据等,校验人员还可通过历史数据模块查看以往校验时存盘的合格及不合格数据,便于分析及查找原因。参数设定主要进行检测量限、通讯设置、检测项目和检测点设置共四个功能模块。系统设置主要包括用户注册、数据导出、导入数据和主帮助共四个功能模块,校验人员还可以在系统设置的用户注册中设置登录用户名及密码,以避免无关人员的误操作,增强系统的安全性。

[0039] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式,本实用新型的保护范围并不仅限于上述实施例,凡属于本实用新型思路下的技术方案均属于本实用新型的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

零磁通直流电流互感器一次部分

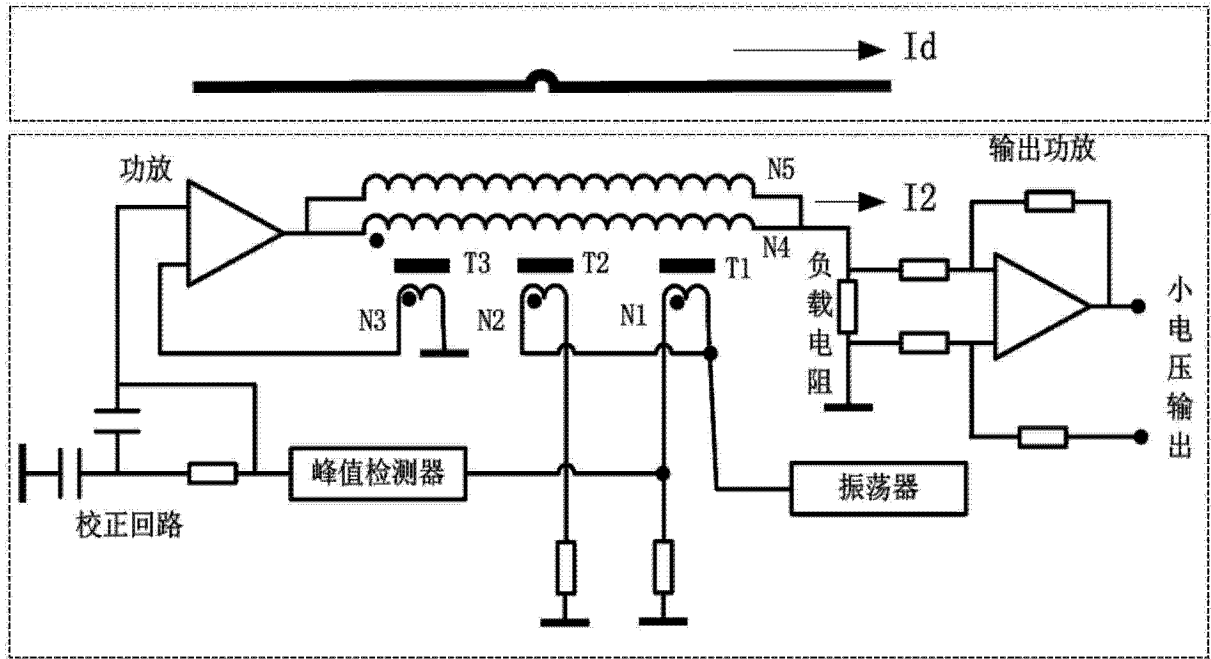


图 1

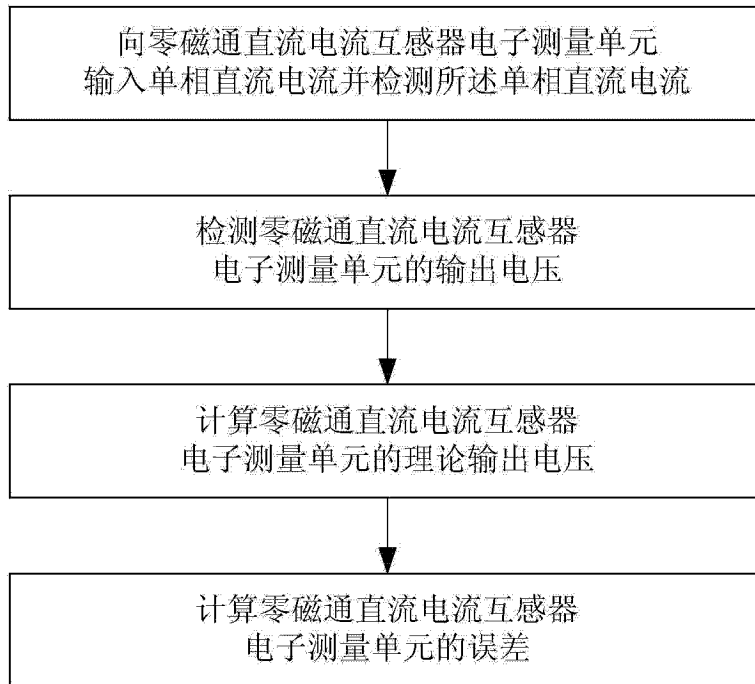


图 2

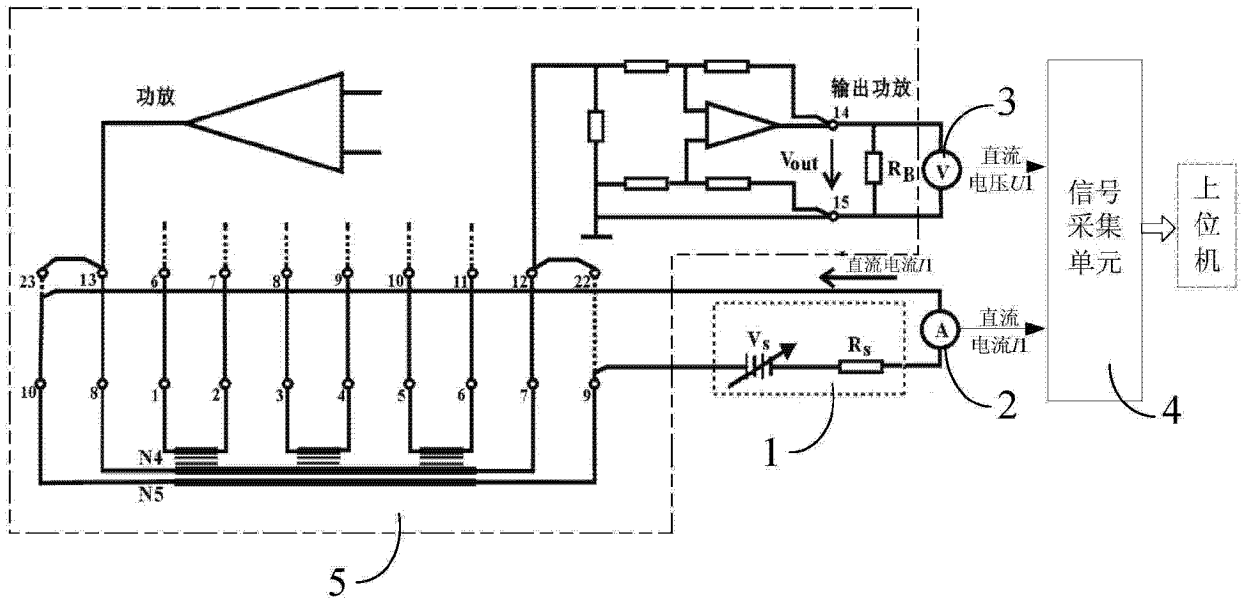


图 3

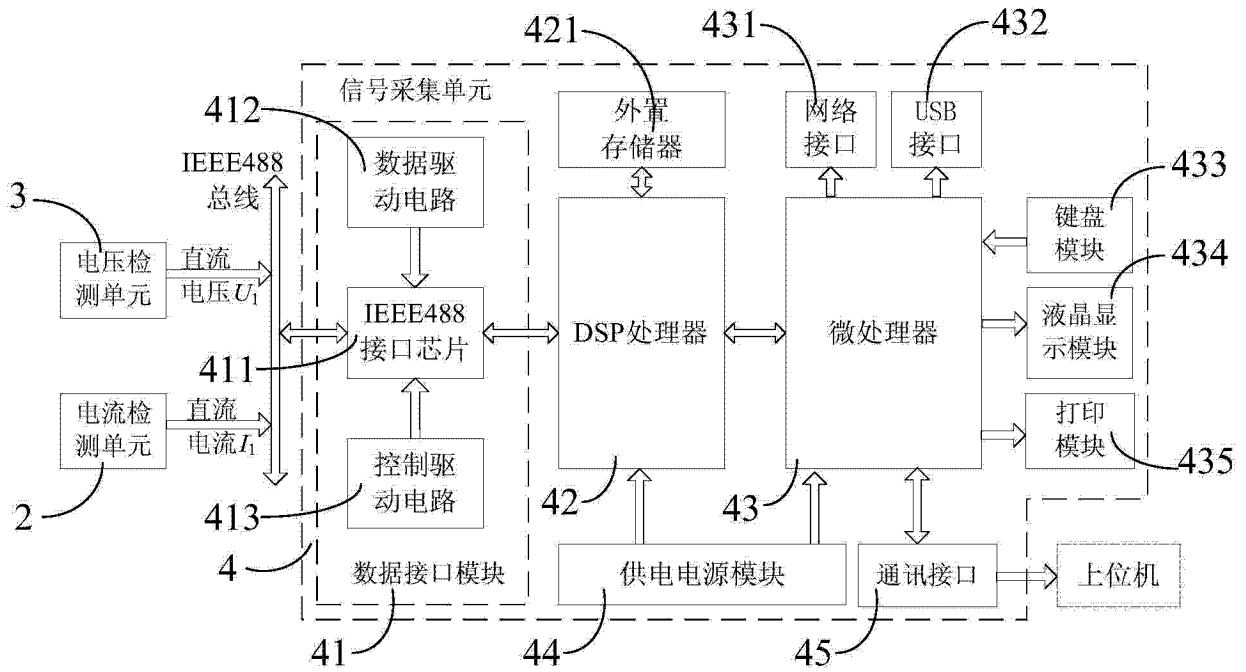


图 4

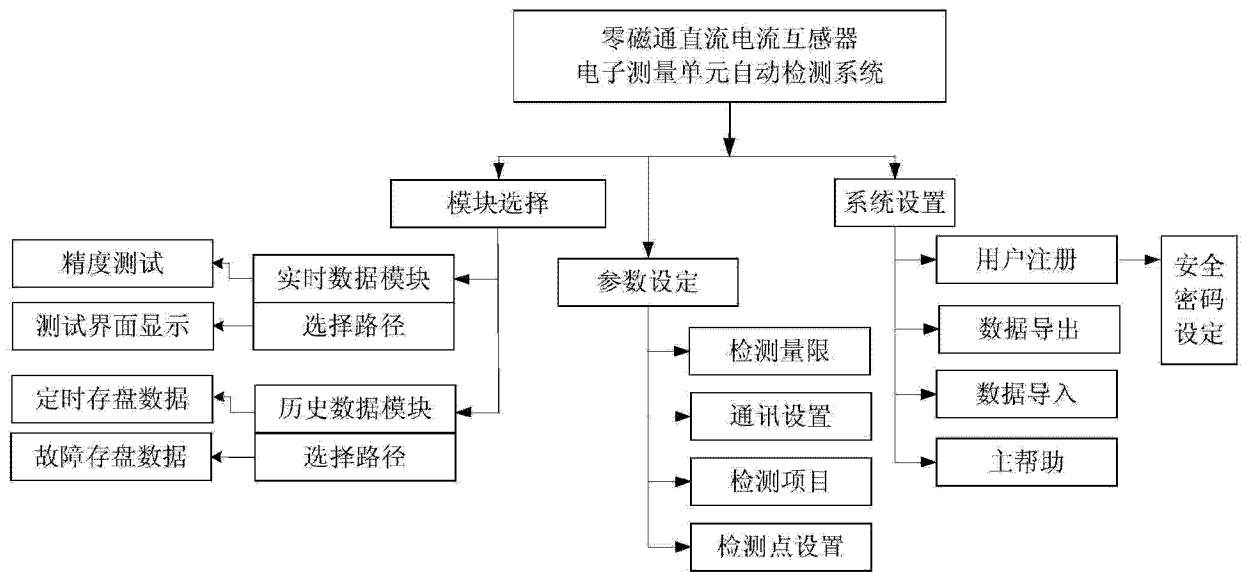


图 5