



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104237831 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201410538729. 4

(22) 申请日 2014. 10. 13

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区长安街 86 号

申请人 国网湖北省电力公司电力科学研究院
武汉新电电气技术有限责任公司

(72) 发明人 贺家慧 王永勤 张致 戴兵
窦佳 陈新 王乐

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113
代理人 孔敏

(51) Int. Cl.

G01R 35/00 (2006. 01)

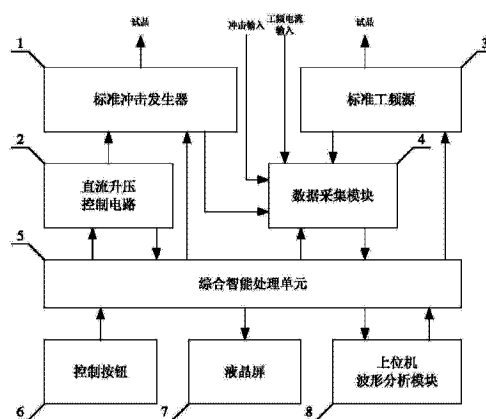
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种避雷器计数器测试仪校准装置

(57) 摘要

本发明提供一种避雷器计数器测试仪校准装置,包括标准冲击发生器、直流升压控制电路、标准工频源、数据采集模块、综合智能处理单元、控制按钮、液晶屏、上位机波形分析模块。数据采集模块、控制按钮、液晶屏和上位机波形分析模块分别与综合智能处理单元连接。标准冲击发生器用于根据控制按钮设置冲击试验的预置电压值产生冲击电压波或冲击电流波,标准冲击发生器用于产生标准的工频电流,标准冲击发生器和标准工频源的信号输出端与数据采集模块连接。本发明集冲击电压电流输出与测量、工频电压电流输出与测量于一体,体积小、重量轻、方便携带,为现场测试提供了方便。



1. 一种避雷器计数器测试仪校准装置,其特征在于:包括标准冲击发生器(1)、直流升压控制电路(2)、标准工频源(3)、数据采集模块(4)、综合智能处理单元(5)、控制按钮(6)、液晶屏(7)、上位机波形分析模块(8),数据采集模块(4)、控制按钮(6)、液晶屏(7)和上位机波形分析模块(8)分别与综合智能处理单元(5)连接,综合智能处理单元(5)的两个控制信号输出端分别与直流升压控制电路(2)和标准工频源(3)的控制信号输入端连接,直流升压控制电路(2)的信号输出端与标准冲击发生器(1)的信号输入端连接,标准冲击发生器(1)用于根据控制按钮(6)设置冲击试验的预置电压值产生冲击电压波或冲击电流波,标准工频电流源(3)用于产生标准的工频电流,标准冲击发生器(1)和标准工频源(3)的信号输出端与数据采集模块(4)连接,数据采集模块(4)还用于根据综合智能处理单元(5)发送的读数据命令采集待测避雷器计数器测试仪输入的冲击电压信号、冲击电流信号以及工频电流信号,综合智能处理单元(5)对冲击电流或冲击电压波形进行分析,绘制出波形曲线,并计算出波形的峰值、波头波尾时间参数后,送至上位机波形分析模块(8)中进行显示,工频电流信号经过数据采集模块(4)变换后输入至综合智能处理单元(5)进行处理,通过液晶屏(7)显示校准结果。

2. 如权利要求1所述的避雷器计数器测试仪校准装置,其特征在于:综合智能处理单元(5)通过控制按钮(6)设置冲击试验的预置电压值,所述直流升压控制电路(2)根据综合智能处理单元(5)输入的预置电压值调整输送至标准冲击发生器(1)的高压储能电容C的两端电压达到所述预置电压值,标准冲击发生器(1)的放电回路放电产生冲击电压波或冲击电流波。

3. 如权利要求1所述的避雷器计数器测试仪校准装置,其特征在于:直流升压控制电路(2)包括整流滤波电路(21)、中高频升压电路(22)、充电控制电路(23)、分压器采样电容(24)、比较器(25),工频电源电压经过整流滤波电路(21)后,变成直流电压,经过中高频升压电路(22)实现升压、整流后将直流电压信号转变为所需的直流高电压输出至标准冲击发生器(1)的高压储能电容C,比较器(25)将分压器采样电容(24)采集的高压储能电容C的电压值与预置电压值比较,通过充电控制电路(23)对中高频升压电路(22)进行反馈控制,控制输出至高压储能电容C的电压大小。

4. 如权利要求1所述的避雷器计数器测试仪校准装置,其特征在于:标准冲击发生器1包括高压储能电容C、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电感L、放电接触器S,直流升压控制电路(2)将具有预置电压值的直流高电压输出至高压储能电容C,高压储能电容C的一端通过放电接触器S与电阻R1的一端连接,高压储能电容C的另一端与电阻R1的另一端连接,电感L与阻抗匹配电阻R3串联连接形成的支路连接在放电接触器S与电阻R1的节点与电阻R2的一端,电阻R1与高压储能电容C的节点与电阻R2的另一端连接。

5. 如权利要求1所述的避雷器计数器测试仪校准装置,其特征在于:数据采集模块(4)包括多通道高速数据采集卡(41)及与多通道高速数据采集卡(41)连接的二级电阻分压器(42)、罗氏线圈(43)、I/V变换电路(44),待测避雷器计数器测试仪输出的冲击电压信号经过二级电阻分压器(42)分压后,被数据采集模块(4)中的高速采集卡采样并存储,输出的冲击电流信号经罗氏线圈(43)转换后,被数据采集模块(4)中的高速采集卡采样并存储;输出的工频电流信号经I/V变换电路(44)转换后,被数据采集模块(4)中的高速采集卡(41)采样并存储。

一种避雷器计数器测试仪校准装置

技术领域

[0001] 本发明涉及高电压计量技术领域,具体是一种避雷器计数器测试仪校准装置。

背景技术

[0002] 避雷器计数器在变电站避雷器实时在线监测中广泛应用,为监测避雷器的性能起到重要作用。避雷器计数器起着监测避雷器泄漏电流和统计雷击次数的作用。避雷器计数器在线运行时间长,容易造成计数器计数不灵敏,泄漏电流测量不准确等问题,对避雷器的正常监测工作造成不利影响。因此,需要使用避雷器计数器测试仪对计数器进行测试。避雷器计数器测试仪能产生标准的雷电冲击电流波和一定幅值的工频电流,可用于测试计数器在雷电冲击电流下的动作性能和工频泄露电流的监测性能。然而,避雷器计数器的测试仪在长期使用后,也会出现老化或损坏的情况出现一系列问题,如产生的冲击电流的波头波尾时间不能满足国标的 $8/20\mu\text{s}$ (波头波尾时间允许误差为 $\pm 20\%$ / $\pm 30\%$) 要求;或产生的冲击电流峰值过小,无法让计数器动作;或产生工频泄露电流有效值不准确等。因此,需要定期对避雷器计数器测试仪进行校准或检验。

[0003] 目前,针对避雷器计数器测试仪的校准装置,大多功能单一,测试方法也比较传统。例如,检测冲击波形的时间参数和峰值一般是使用冲击分压器或冲击分流器加示波器的方式,冲击分压器和冲击分流器体积大,重量一般在 $4\text{kg} \sim 6\text{kg}$,携带不方便,而且人工读数也存在误差。而工频电流的测量一般使用数字万用表,但是多数万用表在测量小电流(一般为 mA 级)的时候容易受到外界干扰,导致电流读数不准或有较大的波动。对于有些需要进行现场测试或校准的场合,这种传统方式需要多个测量设备才能完成对计数器测试仪校准和检验工作。针对这一需求,很有必要开发一种方便、可靠的校准装置,定期对避雷器计数器测试仪进行校准和检验,以保证避雷器计数器测试仪的在变电站现场能准确可靠工作。

发明内容

[0004] 本发明提供一种避雷器计数器测试仪校准装置,集冲击电压电流输出与测量、工频电压电流输出与测量于一体,用于对避雷器计数器测试仪的性能进行校验,同时也可直接用于现场对避雷器计数器的测试,使用方便且测量结果可靠。

[0005] 为达到以上目的,本发明采用了下述技术方案:

[0006] 一种避雷器计数器测试仪校准装置,包括标准冲击发生器、直流升压控制电路、标准工频源、数据采集模块、综合智能处理单元、控制按钮、液晶屏、上位机波形分析模块,数据采集模块、控制按钮、液晶屏和上位机波形分析模块分别与综合智能处理单元连接,综合智能处理单元的两个控制信号输出端分别与直流升压控制电路和标准工频源的控制信号输入端连接,直流升压控制电路的信号输出端与标准冲击发生器的信号输入端连接,标准冲击发生器用于根据控制按钮设置冲击试验的预置电压值产生冲击电压波或冲击电流波,标准工频电流源用于产生标准的工频电流,标准冲击发生器和标准工频源的信号输出端与

数据采集模块连接,数据采集模块还用于根据综合智能处理单元发送的读数据命令采集待测避雷器计数器测试仪输入的冲击电压信号、冲击电流信号以及工频电流信号,综合智能处理单元对冲击电流或冲击电压波形进行分析,绘制出波形曲线,并计算出波形的峰值、波头波尾时间参数后,送至上位机波形分析模块中进行显示,工频电流信号经过数据采集模块变换后输入至综合智能处理单元进行处理,最终通过液晶屏显示校准结果。

[0007] 进一步的,综合智能处理单元通过控制按钮设置冲击试验的预置电压值,所述直流升压控制电路根据综合智能处理单元输入的预置电压值调整输送至标准冲击发生器的高压储能电容 C 的两端电压达到所述预置电压值,标准冲击发生器的放电回路放电产生冲击电压波或冲击电流波。

[0008] 进一步的,直流升压控制电路包括整流滤波电路、中高频升压电路、充电控制电路、分压器采样电容、比较器,工频电源电压经过整流滤波电路后,变成直流电压,经过中高频升压电路实现升压、整流后将直流电压信号转变为所需的直流高电压输出至标准冲击发生器的高压储能电容 C,比较器将分压器采样电容采集的高压储能电容 C 的电压值与预置电压值比较,通过充电控制电路对中高频升压电路进行反馈控制,控制输出至高压储能电容 C 的电压大小。

[0009] 进一步的,标准冲击发生器 1 包括高压储能电容 C、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3、电感 L、放电接触器 S,直流升压控制电路将具有预置电压值的直流高电压输出至高压储能电容 C,高压储能电容 C 的一端通过放电接触器 S 与电阻 R1 的一端连接,高压储能电容 C 的另一端与电阻 R1 的另一端连接,电感 L 与阻抗匹配电阻 R3 串联连接形成的支路连接在放电接触器 S 与电阻 R1 的节点与电阻 R2 的一端,电阻 R1 与高压储能电容 C 的节点与电阻 R2 的另一端连接。

[0010] 进一步的,数据采集模块包括多通道高速数据采集卡及与多通道高速数据采集卡连接的二级电阻分压器、罗氏线圈、I/V 变换电路,待测避雷器计数器测试仪输出的冲击电压信号经过二级电阻分压器分压后,被数据采集模块中的高速采集卡采样并存储,输出的冲击电流信号经罗氏线圈转换后,被数据采集模块中的高速采集卡采样并存储;输出的工频电流信号经 I/V 变换电路转换后,被数据采集模块中的高速采集卡采样并存储。

[0011] 本发明的有益效果在于:

[0012] 1、集冲击输出与校准、工频电流输出与校准一体,解决了使用传统测试方法的设备多、携带不方便、测量不准确、方法步骤繁琐等缺点;

[0013] 2、在直流升压部分的研制中,采用了基于 PWM 技术的中高频升压方式,来取代传统的使用变压器、调压器和倍压电路的升压方式,可使得产生的冲击波形的时间参数以及工频电流符合要求,峰值测量准确。冲击电压、冲击电流和工频电流的测量均是在综合智能处理单元的控制下由数据采集模块完成,读数准确且校准结果可靠。

[0014] 3、上位机波形分析模块操作简单,可以对测量数据进行分类管理,任意存储、打印波形及数据、自动生成试验报告。

[0015] 4、本发明将上述功能有机的结合在一起,使得在满足综合校准功能的基础上,还具有体积小、重量轻和便于携带等特点。

附图说明

- [0016] 图 1 是本发明避雷器计数器测试仪校准装置的电路原理方框图；
- [0017] 图 2 是本发明标准冲击发生器的放电回路原理图；
- [0018] 图 3 是本发明直流升压控制电路的电路方框图；
- [0019] 图 4 是本发明数据采集模块的电路方框图；
- [0020] 图 5 是本发明数据采集模块中二级电阻分压器的测量原理图。
- [0021] 图中：1—标准冲击发生器，2—直流升压控制电路，3—标准工频源，4—数据采集模块，5—综合智能处理单元，6—控制按钮，7—液晶屏，8—上位机波形分析模块。

具体实施方式

[0022] 下面将结合本发明中的附图，对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0023] 图 1 所示为本发明避雷器计数器测试仪校准装置的电路原理方框图，所述避雷器计数器测试仪校准装置包括标准冲击发生器 1、直流升压控制电路 2、标准工频源 3、数据采集模块 4、综合智能处理单元 5、控制按钮 6、液晶屏 7、上位机波形分析模块 8。

[0024] 直流升压控制电路 2 和标准冲击发生器 1 用于产生标准的冲击电流波或冲击电压波，标准工频源 3 用于产生标准的工频电流。标准冲击电流（电压）波、标准工频电流用于对校准装置测量系统进行自校准，也可代替避雷器计数器测试仪，直接用于变电站现场对计数器的测试。

[0025] 数据采集模块 4、综合智能处理单元 5、控制按钮 6、液晶屏 7、上位机波形分析模块 8 共同实现校准装置的控制、测量、分析和显示功能。

[0026] 以下为本发明提供的装置产生标准冲击电流（电压）波的工作原理：

[0027] 综合智能处理单元 5 通过控制按钮 6 来设置冲击试验的预置电压值，预置电压值经换算后通过综合智能处理单元 5 内 12 位 D/A 变换器输出模拟信号给直流升压控制电路 2。综合智能处理单元 5 的两个控制信号输出端分别与直流升压控制电路 2 和标准工频源 3 的控制信号输入端连接，所述直流升压控制电路 2 的控制信号输入端通过所述综合智能处理单元 5 的控制信号输出端接收通过控制按钮 6 设置的预置电压值，直流升压控制电路 2 的信号输出端与标准冲击发生器 1 的信号输入端（即标准冲击发生器 1 的高压储能电容 C，如图 2 所示）连接。

[0028] 所述直流升压控制电路 2 根据综合智能处理单元 5 输入的预置电压值调整输送至标准冲击发生器 1 的高压储能电容 C 的两端电压达到所述预置电压值。在其中一个实施例中，直流升压控制电路 2 的电路结构如图 3 所示，直流升压控制电路 2 包括整流滤波电路 21、中高频升压电路 22、充电控制电路 23、分压器采样电容 24、比较器 25。

[0029] 工频电源电压经过整流滤波电路 21 后，变成直流电压，经过中高频升压电路 22 实现升压、整流后将直流电压信号转变为所需的直流高电压输出至标准冲击发生器 1 的高压储能电容 C。其中高频升压电路 22 包括中频全桥逆变电路、中频变压器、多级倍压整流电路，中频全桥逆变电路采用 IGBT，将直流电压逆变成中频交流电压，通过中频变压器实现升压，再经过多级倍压整流电路，将电压信号转变为所需的直流高电压输出。比较器 25 将分压器采样电容 24 采集的高压储能电容 C 的电压值与预置电压值比较，通过充电控制电路 23 对中高频升压电路 22 进行反馈控制，控制输出至高压储能电容 C 的电压大小。

[0030] 标准冲击发生器 1 中的放电回路如图 2 所示，其中 C 为高压储能电容；R1、R2 为脉

冲持续时间形成电阻 ;R3 为阻抗匹配电阻 ;L 为上升时间形成电感 ;S 为放电接触器。高压储能电容 C 的一端通过放电接触器 S 与电阻 R1 的一端连接,高压储能电容 C 的另一端与电阻 R1 的另一端连接。电感 L 与阻抗匹配电阻 R3 串联连接形成的支路连接在放电接触器 S 与电阻 R1 的节点与电阻 R2 的一端,电阻 R1 与高压储能电容 C 的节点与电阻 R2 的另一端连接。

[0031] 直流升压控制电路 2 向标准冲击发生器 1 中的高压储能电容 C 充电,并由综合智能处理单元 5 实时监测高压储能电容 C 上的电压,当高压储能电容 C 上的电压达到预置电压值时,在综合智能处理单元 5 的作用下使得放电接触器 S 闭合,向放电回路放电。经过组合波发生回路(组合波发生回路是比较简单的通用的电路,也是标准俗语,组合波回路的端子直接引出到装置的面板上用于输出电压和电流信号)输出最大幅值为 6kV 的 1.2/50 μ s 开路冲击电压波或最大幅值为 3kA 的 8/20 μ s 的短路冲击电流波,波形参数满足国标 GB18802.1—2002 的要求。

[0032] 标准冲击发生器 1 和标准工频源 3 的数据采样端通过数据采集模块 4 与综合智能处理单元 5 连接,所述数据采集模块 4 的数据采样端还接入待测避雷器计数器测试仪输入的冲击电压信号、冲击电流信号以及工频电流信号,综合智能处理单元 5 还与控制按钮 6、液晶屏 7、上位机波形分析模块 8 连接。数据采集模块 4 如图 4 所示,由二级电阻分压器 42、罗氏线圈 43、I/V 变换电路 44 和一个多通道高速数据采集卡 41 组成。

[0033] 综合智能处理单元 5 向数据采集模块 4 发送读数据命令,待测避雷器计数器测试仪输出的冲击电压信号经过二级电阻分压器 42 分压后,被数据采集模块 4 中的高速采集卡采样并存储;输出的冲击电流信号经罗氏线圈 43 转换后,被数据采集模块 4 中的高速采集卡采样并存储;输出的工频电流信号经 I/V 变换电路 44 转换后,被数据采集模块 4 中的高速采集卡采样并存储。

[0034] 综合智能处理单元 5 向数据采集模块 4 发送读数据命令,将读取到的冲击电压信号、冲击电流信号的峰值经单片机处理后送至上位机波形分析模块 8 中显示,将读取到的工频电流信号经处理后送至液晶屏 7 显示。上位机波形分析模块 8 除显示冲击电压和冲击电流波形,以及波前时间、半峰值时间和峰值外,还可对波形进行缩放、拖拽、存储和打印等操作。

[0035] 以下为对避雷器计数器测试仪进行校准的原理:

[0036] 将待校准的避雷器计数器测试仪(以下简称样品)与本发明的校准装置(以下简称校准装置)进行连接。具体连接方式为:将样品的输出端接至校准装置的信号输入端(即数据采集模块 4),使样品输出的冲击电压、冲击电流、工频电流能进入校准装置的信号输入端。连接完成后分别进行冲击电流和工频电流校准,必要时可进行冲击电压校准。

[0037] 在进行冲击电流(电压)校准时,点击上位机波形分析模块 8 中的开始采集按钮,综合智能处理单元 5 向数据采集模块 4 发出数据采集命令,采集模块 4 进入工作状态;此时按动样品上的触发按钮,样品产生冲击电流(或冲击电压),采集模块 4 中的罗氏线圈 43(样品产生冲击电压时,为二级电阻分压器 42)采集到样品输出的信号,并通过高速采集卡 41 进行模数转换等处理后上传至综合智能处理单元 5。综合智能处理单元 5 对冲击电流(电压)波形进行分析,绘制出波形曲线,并计算出波形的峰值、波头波尾时间参数后,送至上位机波形分析模块 8 中进行显示。上位机波形分析模块 8 中可观察冲击电流(电压)波

形,对波形进行缩放、拖曳、存储和打印等操作。

[0038] 上位机波形分析模块 8 显示的波形,即为校准装置测量到的样品产生的冲击电流(电压),根据此波形即可判断样品发出的冲击电流(电压)波形是否满足国标要求,进而判断样品性能;将校准装置测量到的参数与样品上显示的参数进行对比,即可完成对样品冲击电流(电压)的校准。

[0039] 在进行工频电流校准时,样品产生的工频电流直接进入 I/V 变换模块 44。I/V 变换模块 44 的核心是一个标准电阻,它将电流信号变成电压信号,进而进入高速数据采集卡 41 中进行模数转换,最后输入至综合智能处理单元 5 进行处理,最终通过液晶屏 7 显示校准结果。液晶屏 7 上显示的电流即为校准装置测量到的样品输出的工频电流。将此电流与样品显示的数据进行对比,即可完成对样品工频电流的校准。结合样品的标称精度等级,可进一步比较标准值与示值的误差,对样品的工频电流输出性能进行判定。

[0040] 数据采集模块 4 的核心是一个采样率为 100MHz 的 14 位多通道高速采集卡 41,可通过单次触发的方式来获得冲击电压、冲击电流波形;可以选择触发通道,并将一个合适的触发电平值配置到采集卡硬件中;可以通过软件配置使能硬件中滤波器功能,滤除噪声,以免影响触发信号的判断;上位机波形分析模块 8 同时显示冲击电压、电流波形,并能分别显示波形对应的峰值、波前时间和半峰时间;在波形显示区域,可以通过鼠标拖拽来移动波形在坐标系中的位置;波形的幅值和时间可以按钮调节;波形和对应的参数可以用文本的方式保存。

[0041] 数据采集模块 4 中二级电阻分压测量原理如图 5 所示,试品高压端、低压端各接一个变比相等的分压器,两分压器输出的电压信号再经过一级电阻分压后分别为残压信号 I 和残压信号 II,经过差分电路,即得到残压信号 I 与残压信号 II 之差,这样还原为试品两端的实际残压值。残压信号 I、II 的参考信号地可以同时取测量电路上的信号参考地,可以解决与被测信号与放电回路共地的问题。

[0042] 以下为产生标准工频电流的原理:

[0043] 标准工频源 3 中包含一个 0 ~ 100V 的电压源模块,其输出电压连续可调。此工频电压可直接用于变电站现场的计数器测试。现场测试时,将工频电源 3 输出两端接至计数器两端,并将工频电流校准的 I/V 变换模块 44 串入回路中。通过控制按钮 6 可调节标准工频源 3 的输出电压,I/V 变换模块 44 模块采集得到电流并经过处理后显示在液晶屏 7 上,对比液晶屏上显示的电流和计数器指示盘上显示的电流,可实现对计数器泄露电流测量准确度的校验。本实施例标准工频源 3 采用 DDS 芯片和功率放大电路来实现的,该方式电路结构简单,输出精确度高且易于控制。

[0044] 综合智能处理单元 5 通过控制按钮 6 设置选择工频电流测量范围,综合智能处理单元 5 向数据采集模块 4 发送读数据命令,将读取到的待测避雷器计数器测试仪的工频电流值经 I/V 变换电路 44(I/V 变换电路 44 就是利用一个标准电阻,将电流信号转换为电压信号)处理后送至液晶屏 7 显示。

[0045] 上位机波形分析模块 8 通过 USB 接口与综合智能处理单元 5 相连,通过上位机波形分析模块 8 可以选择冲击电压采样通道或冲击电流采样通道,并且可以设置触发电平,配置命令通过 USB 接口发送至综合智能处理单元 5,经处理后再由综合智能处理单元 5 将配置命令发送到数据采集模块 4 中的高速数据采集卡。上位机波形分析模块 8 可以显示冲击

电压和冲击电流波形,以及波前时间、半峰值时间和峰值,并可以对波形进行缩放、拖拽、存储和打印等操作。

[0046] 所述避雷器计数器测试仪校准装置,通过改变外部接线方式,可以选择测量装置自身产生的冲击还是测量装置外部输入的冲击。通过改变接线方式,可以选择测量装置自身产生的工频电流还是测量外部的工频电流。

[0047] 上位机波形分析模块 8 可通过综合智能处理单元 5 对采集卡进行配置,可以选择冲击电压采样通道或冲击电流采样通道,并且可以设置触发电平,配置命令通过 USB 接口发送至综合智能处理单元 5,经处理后再由综合智能处理单元 5 将配置命令发送到数据采集模块 4 中的高速采集卡。上位机波形分析模块 8 中可以显示冲击电压和冲击电流波形,以及波前时间、半峰值时间和峰值,并可以对波形进行缩放、拖拽、存储和打印等操作。

[0048] 本校准装置实施例的具体参数特征如下:

[0049] (1) 冲击电压峰值测量精度为 $\pm 3\%$,冲击电流测量精度为 $\pm 10\%$;

[0050] (2) 冲击输出:冲击电压波前时间误差为 $\pm 30\%$,半峰值时间误差为 $\pm 20\%$,冲击电流波前时间、半峰值时间误差为 $\pm 10\%$;

[0051] (3) 工频源输出电压稳定度为 $0.02\%/1\text{min}$,工频电流测量误差为 $\pm 0.2\%$;

[0052] (4) 上位机波形分析模块操作简单,可以对测量数据进行分类管理,任意存储、打印波形及数据、自动生成试验报告;

[0053] (5) 具有采样率为 100MHz 的 14 位多通道数据采集卡,通过上位机波形分析模块的配置,单次捕捉冲击电压波形、冲击电流波形。

[0054] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何属于本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

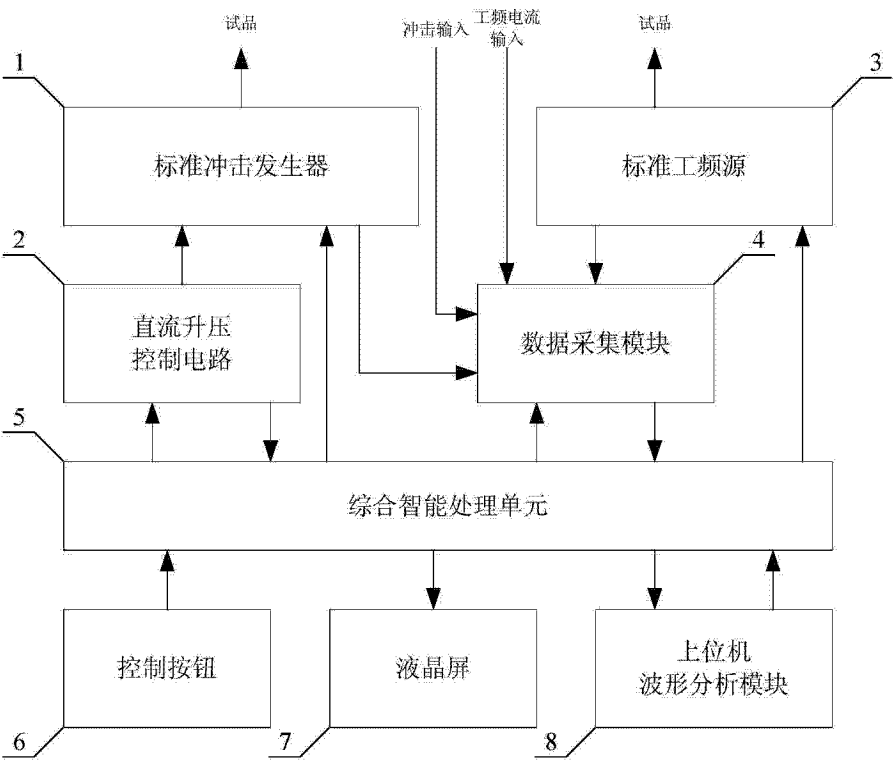


图 1

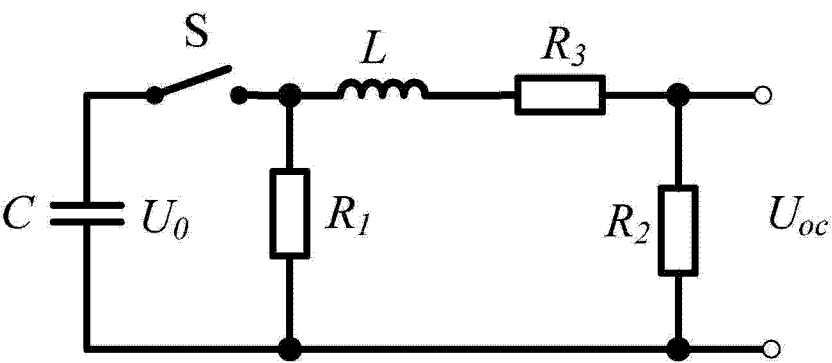


图 2

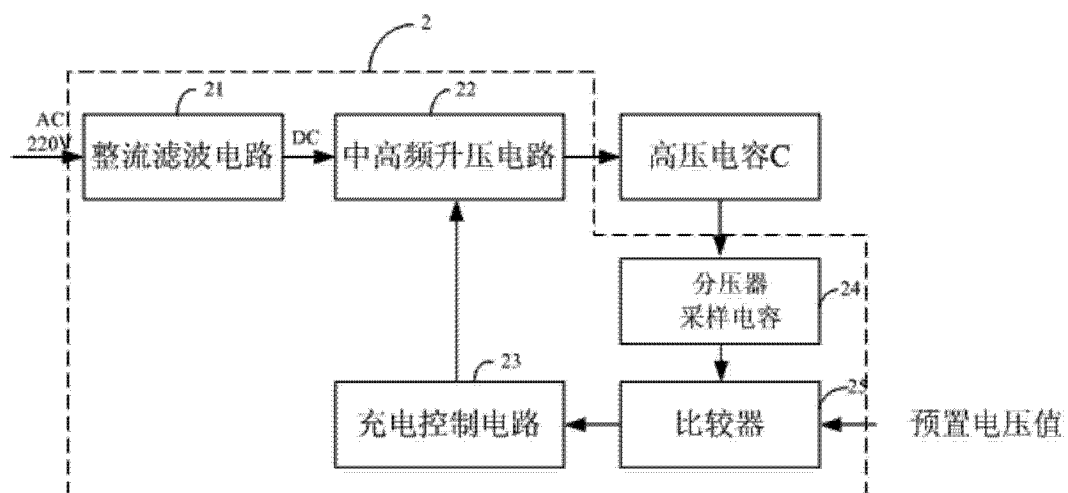


图 3

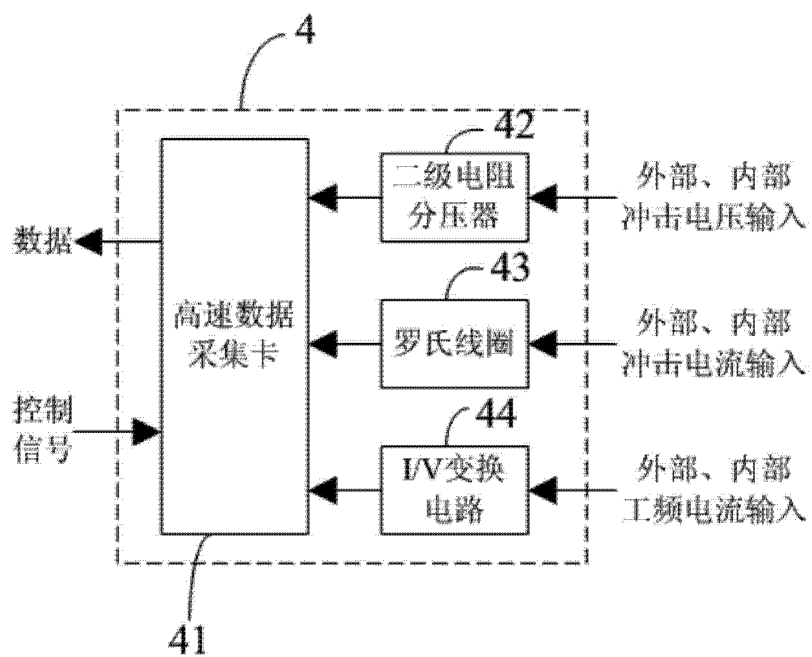


图 4

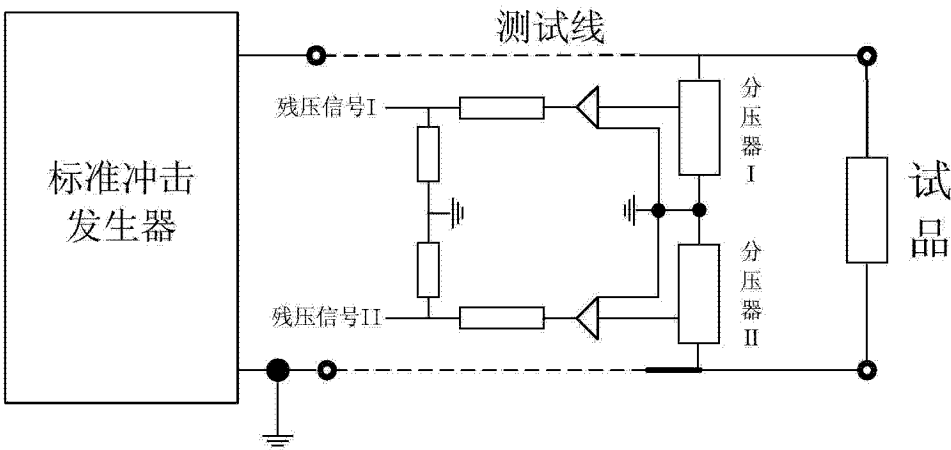


图 5