(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102998645 A
(43)申请公布日 2013.03.27

(21)申请号 201210496541.9

(22)申请日 2012.11.29

(71)申请人 中国电力科学研究院
地址 100192 北京市海淀区清河小营东路15号

(72)发明人 刘少波 雷民 章述汉 龙兆芝 李文婷 卢云 肖凯

(74)专利代理机构 武汉帅丞知识产权代理有限公司 42220
代理人 朱必武

(51)Int.Cl.
G01R 35/00(2006.01)

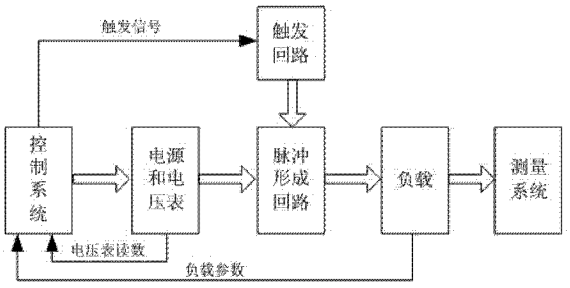
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54)发明名称

高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源及其使用方法

(57)摘要

本发明涉及一种高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源及其使用方法，其特征在于，由触发回路、脉冲形成回路、电源和测量仪器、测控模块组成，触发回路由触发信号发生器和开关组成；脉冲形成回路由标准电容、电阻元件和触发 MOSFET 开关组成，用于产生特定时间参数的标准波形；电源和测量仪器包括直流电源、数字多用表、示波器；测控模块包括控制模块和测量模块，控制模块根据负载和要求输出峰值的不同控制直流源需要输出的直流电压，测量模块与示波器通讯，测量得到负载上的输出波形，并计算该波形的时间和峰值参数。本发明的波源可产生峰值 0-1000V、特定波前时间、特定半峰值时间的标准雷电全波和操作全波。



CN 102998645 A

1. 一种高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源，其特征在于，由触发回路、脉冲形成回路、电源和测量仪器、测控模块组成，触发回路由触发信号发生器和开关组成；脉冲形成回路由标准电容、电阻元件和触发 MOSFET 开关组成，用于产生特定时间参数的标准波形；电源和测量仪器包括直流电源、数字多用表、示波器；测控模块包括控制模块和测量模块，控制模块根据负载和要求输出峰值的不同控制直流源需要输出的直流电压，测量模块与示波器通讯，测量得到负载上的输出波形，并计算该波形的时间和峰值参数。

2. 根据权利要求 1 所述的高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源，其特征在于：触发回路和脉冲形成回路集成在全屏蔽的金属盒中，电源和测量设备通过盒上的端口相连，使用过程中采用全电脑控制。

3. 一种高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的使用方法，采用如权利要求 1 所述的标准波源，其特征在于，包括如下步骤：

步骤一，确定负载电容、电阻值和需输出的电压峰值，根据以上参数计算直流源的输出电压；

步骤二，控制模块控制直流源输出该电压值，并根据数字多用表的读数来反馈主电容的充电电压；

步骤三，电压充满后，触发回路切断直流源的同时，发出触发 MOSFET 开关的触发信号，开关导通；

步骤四，测量模块与数字示波器通讯，测量负载上的输出波形，并计算该波形的时间和峰值参数，在校准数字记录仪这类的二次测量设备时，直接测量数字记录仪的输出波形，与要求输出的电压峰值和时间参数进行比对，判断数字记录仪是否满足测量要求。

高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源，属于雷电全波、操作全波等冲击电压峰值和时间参数量值溯源标准器，及对冲击电压二次测量仪器（冲击电压数字记录仪、冲击电压峰值表等设备）的校准、检定和检测领域。

背景技术

[0002] 电力设备的耐压试验包括交流电压、直流电压和冲击电压三种，其中冲击电压为模拟电力系统输电线路遭受的雷电冲击电压以及开合刀闸时产生的操作冲击电压。随着特高压输电技术的不断发展，冲击电压发生器及其测量装置的电压等级也大大提高以满足变压器、互感器、电容器等设备的冲击耐压试验要求。该试验是保证电力设备质量的重要组成部分，其结果的准确性直接影响电力设备的安全性和经济性。保证高电压量值准确性、一致性的有效方法就是量值溯源，即通过具有规定不确定度的不间断的锁链，使测量结果溯源到国家标准或国际标准。

[0003] 国际上德国、美国、加拿大、澳大利亚、英国等均完成了冲击电压的量值溯源研究，建立了测量不确定度小于 1% 的冲击电压标准测量系统。目前我国已经建立了直流、交流高电压的国家标准，但冲击电压测量设备的校验还停留在理论分析阶段，尚未建立冲击电压的测量标准和相应的检定规程。随着我国电力行业的不断发展，越来越多的单位要求其冲击测试设备能够获得权威单位的认证或溯源到国家标准。因此冲击电压标准装置的研制和溯源问题更加紧迫。

[0004] 冲击电压测量系统包括高压分压器和二次测量设备如数字记录仪、示波器、峰值表等。其中高压分压器的性能可通过阶跃波响应、线性度、短时、长期稳定性等特性试验来证明其刻度因数的准确性和稳定性，但波前 / 波尾时间参数以及二次测量设备的冲击刻度因数、波前 / 波尾时间参数都无法进行溯源，只能进行部分验证试验，这样大大放大了测量不确定度，无法建立高准确度等级的冲击电压标准测量系统。

[0005] 有鉴于此，本发明提供一种高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源，以满足实际应用需要。

发明内容

[0006] 本发明的目的是，针对目前我国冲击电压溯源中面临的冲击电压测量系统的时间参数和二次测量设备的幅值参数溯源困难的情况，研制溯源用冲击电压标准波源，用于实现冲击电压的量值溯源。

[0007] 本发明所采用的技术方案是：一种高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源，其特征在于，由触发回路、脉冲形成回路、电源和测量仪器、测控模块组成，触发回路由触发信号发生器和开关组成；脉冲形成回路由标准电容、电阻元件和触发 MOSFET 开关组成，用于产生特定时间参数的标准波形；电源和测量仪器包括直流电源、数字多用表、示波器；测控模块包括控制模块和测量模块，控制模块根据负载和要求输出峰值的不同控制直流源需

要输出的直流电压，测量模块与示波器通讯，测量得到负载上的输出波形，并计算该波形的时间和峰值参数。

[0008] 如上所述的高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源，其特征在于：触发回路和脉冲形成回路集成在全屏蔽的金属盒中，电源和测量设备通过盒上的端口相连，使用过程中采用全电脑控制。

[0009] 本发明还提供一种高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的使用方法，采用如上所述的标准波源，其特征在于，使用的步骤为：

步骤一，确定负载电容、电阻值和需输出的电压峰值，根据以上参数计算直流源的输出电压；

步骤二，控制模块控制直流源输出该电压值，并根据数字多用表的读数来反馈主电容的充电电压；

步骤三，电压充满后，触发回路切断直流源的同时，发出触发 MOSFET 开关的触发信号，开关导通；

步骤四，测量软件与数字示波器通讯，测量负载上的输出波形，并计算该波形的时间和峰值参数，在校准数字记录仪这类的二次测量设备时，直接测量数字记录仪的输出波形，与要求输出的电压峰值和时间参数进行比对，判断数字记录仪是否满足测量要求。

[0010] 本发明的有益效果是：本发明的高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源，该波源可产生峰值 0-1000V、特定波前时间、半峰值时间如：(0.84/60) μs、(1.56/60) μs、(200/2500) μs 的标准雷电全波和操作全波。根据负载的不同该冲击电压标准波源分为高阻抗标准波源和低阻抗标准波源，高阻抗标准波源的负载一般为入口电阻大于 250kΩ 的数字记录仪，而低阻抗校准器带载能力更强，可使用 10kΩ 冲击电阻分压器作为负载。

附图说明

[0011] 图 1 是本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的实施框图。

[0012] 图 2 是本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的电路原理图。

[0013] 图 3 是本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的控制模块流程框图。

[0014] 图 4 是本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的测量模块流程框图。

具体实施方式

[0015] 为了更好地理解本发明，下面结合实施例进一步阐明本发明的内容，但本发明的内容不仅仅局限于下面的实施例。本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改，这些等价形式同样在本申请所列权利要求书限定范围之内。

[0016] 图 2 中的标记说明：I－电源和电压表，II－脉冲形成回路，III－传输电缆，IV－电缆，V－触发回路；U－1100V 直流电源 Keithley2410，V_1－数字多用表 Agilent34401A，R_0－充电电阻，R_{11}－电压衰减器电阻，R_{11}－电压衰减器电阻，C_1－主电容(充电电容)，K－MOSFET 开关，L_s－回路杂散电感，R_s－回路杂散电阻，R_t－波尾电阻，R_f－波头电阻，C_2－

放电电容，C_c —同轴电缆电容，C_L —负载入口电容，R_L —负载电阻。

[0017] 本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源原理框图如图 1 所示，该装置包括控制系统、电源和电压表、脉冲形成回路、触发回路、负载和测量系统组成。其中，控制系统主要为控制软件；电源和电压表包括直流电源 Keithley2410 和数字多用表 Agilent34401A；脉冲形成回路包括主开关、充电电容、负载电容、波前电阻和波尾电阻；触发回路在充电电容充电完成后向主开关提供触发信号；负载为数字记录仪、衰减器 + 数字示波器或者冲击电阻分压器；测量系统为数字示波器和测量软件。

[0018] 脉冲形成回路可根据等效电路，利用数值计算的方法计算时间和峰值参数。在杂散电感不可忽略的低阻抗标准波源，也可利用该方法理论计算时间和峰值参数。

[0019] 触发回路和脉冲形成回路集成在全屏蔽的金属盒中，电源和测量设备通过盒上的端口相连，使用过程中采用全电脑控制。

[0020] 脉冲形成回路的各元器件都进行性能测试，满足精度要求。各元器件在布置上尽量紧凑，减小杂散电感的影响，如果杂散电感不能忽略，进行合理估计。

[0021] 控制软件和测量软件采用 Labview 语言编制，控制软件和测量软件完全独立，测量软件不局限于测量标准波源的输出波形，也可在其他试验中测量冲击电压波形。

[0022] 本发明的高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的使用步骤为：

步骤一，确定负载电容、电阻值和需输出的电压峰值，根据以上参数计算直流源的输出电压；

步骤二，控制软件控制直流源输出该电压值，并根据数字多用表的读数来反馈主电容的充电电压；

步骤三，电压充满后，触发回路切断直流源的同时，发出触发 MOSFET 开关的触发信号，开关导通；

步骤四，测量软件与数字示波器通讯，测量负载上的输出波形，并计算该波形的时间和峰值参数。在校准数字记录仪等二次测量设备时，直接测量数字记录仪的输出波形，与要求输出的电压峰值和时间参数进行比对，判断数字记录仪是否满足测量要求。

[0023] 本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的电路原理图如图 2 所示，U 直流电压通过 R_0 对 C_1 充电，V_1 检测 R_{12} 上的直流电压，当 C_1 上的电压充满之后，触发信号 V 触发主开关 K，K 导通，C_1 通过 R_s、R_f 对 $C_2+C_c+C_L$ 放电，然后 C_1 和 $C_2+C_c+C_L$ 对 R_t 放电，在 $C_2+C_c+C_L$ 上产生标准冲击电压波形。

[0024] 本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的控制软件流程框图如图 3 所示。①通过安装相关驱动程序控制软件首先与直流源和数字多用表建立通讯，②确定负载电容、电阻值和需输出的电压峰值，根据以上参数计算直流源的输出电压。③控制直流源输出该电压值，并根据数字多用表的读数来反馈主电容的充电电压。④当数字多用表的示值与直流源需要输出的电压值相差一个较小的值 δ 即判定电压充满，此时切断直流源的同时，触发回路发出触发信号，主开关导通。⑤判定单次触发还是重复触发，如果为重复触发继续控制直流源充电，否则程序结束。

[0025] 本发明实施例中高压冲击电压量值溯源用冲击电压标准波源的测量软件流程框图如图 4 所示。①测量软件与数字示波器建立通讯，如果软件提示没有正确连接，检查示波器和电脑的 IP 地址是否已经正确修改。②在参数设置中设置测量波形类型、正负极性、峰

值大小和记录时间。③程序根据参数设置选择测量计算方法并初始化示波器，示波器等待触发。④读取示波器采集到的数据后，根据 IEC60060 标准的要求对数据进行处理和计算。⑤输出处理后的波形和波形峰值和时间参数值。⑥结束采集后，对波形和测量结果进行保存，保存格式可以为 excel、word、.lvm。

[0026] 以上仅为本发明的实施例而已，并不用于限制本发明，因此，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

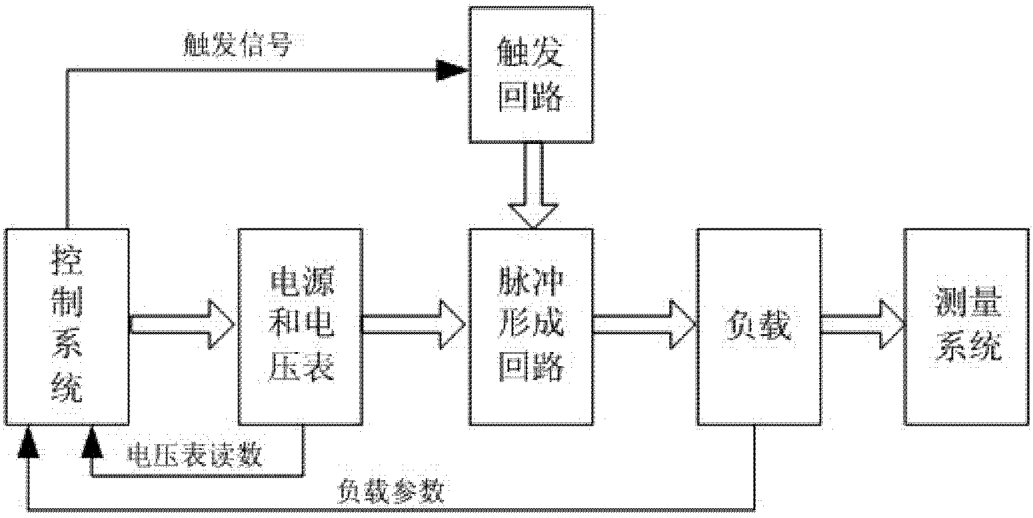

触发信号
触发回路
控制系统
电源和电压表
脉冲形成回路
负载
测量系统
电压表读数
负载参数

图 1

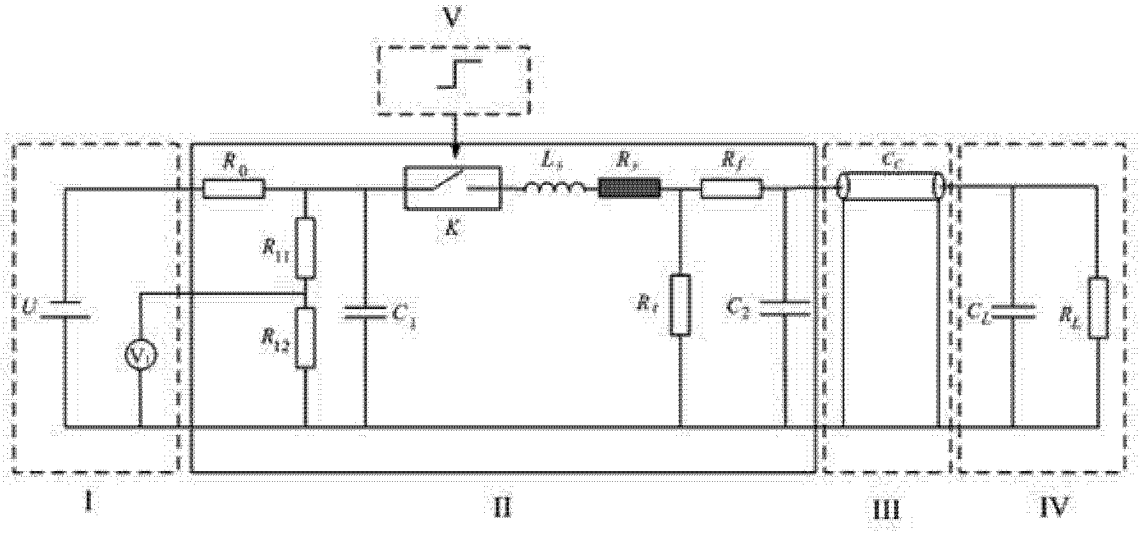

V
K
U
I
II
III
IV

图 2

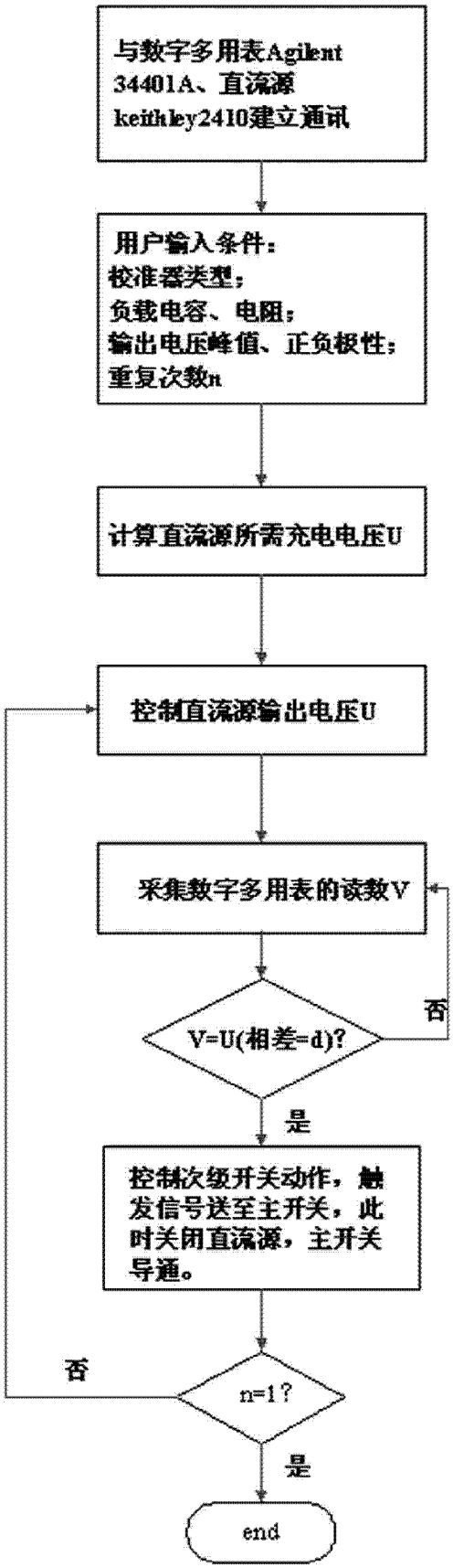

与数字多用表Agilent 34401A、直流源keithley2410建立通讯
用户输入条件：
校准器类型；
负载电容、电阻；
输出电压峰值、正负极性；
重复次数n
计算直流源所需充电电压U
控制直流源输出电压U
采集数字多用表的读数V
V=U(相差=d)?
否
是
控制次级开关动作，触发信号送至主开关，此时关闭直流源，主开关导通。
n=1？
否
是
end

图 3

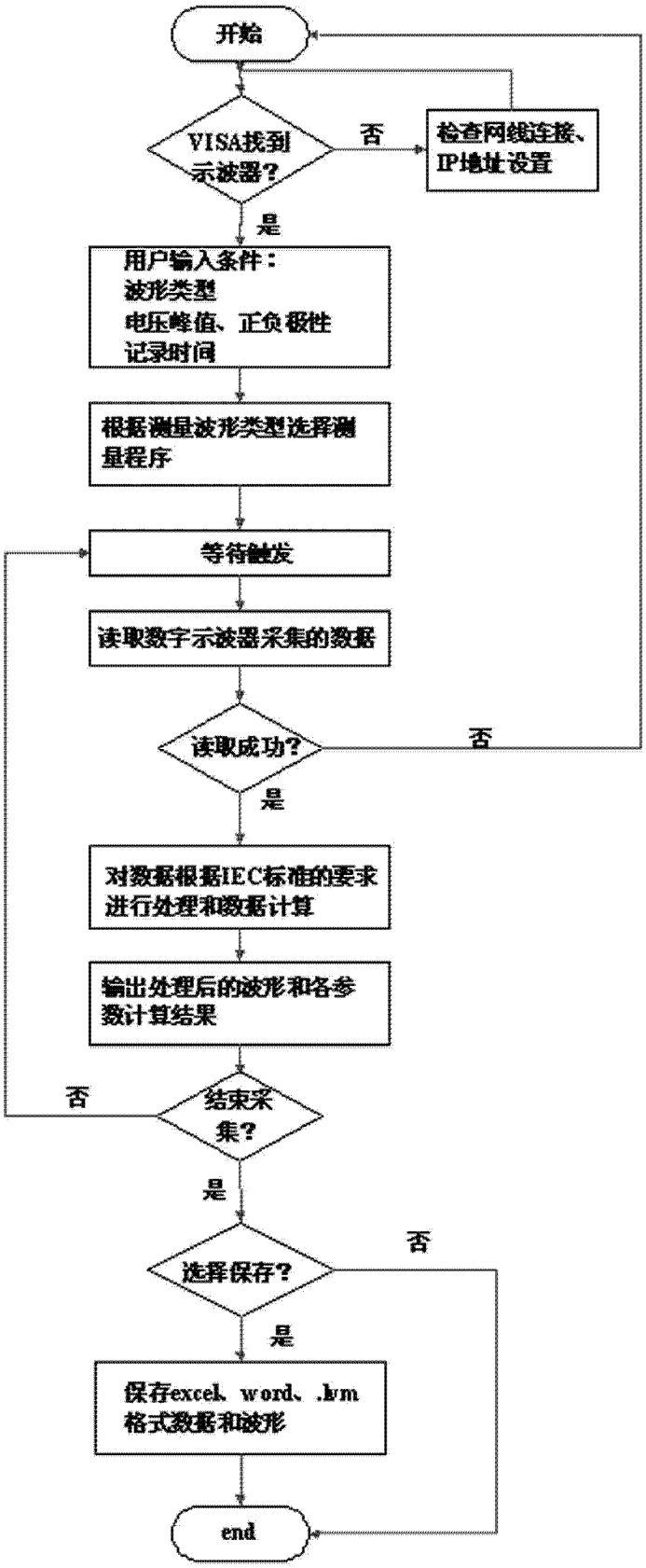

开始
VISA找到示波器?
否
检查网线连接、IP地址设置
是
用户输入条件：
波形类型
电压峰值、正负极性
记录时间
根据测量波形类型选择测量程序
等待触发
读取数字示波器采集的数据
读取成功?
否
是
对数据根据IEC标准的要求进行处理和数据计算
输出处理后的波形和各参数计算结果
结束采集?
否
是
选择保存?
否
是
保存excel、word、.lvm格式数据和波形
end

图 4