



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104422825 B

(45)授权公告日 2017.10.27

(21)申请号 201310383387.9

(22)申请日 2013.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104422825 A

(43)申请公布日 2015.03.18

(73)专利权人 浙江万向太阳能有限公司
地址 311215 浙江省杭州市萧山经济技术
开发区金一路38号
专利权人 万向集团公司

(72)发明人 邱宝象 李霖 资小林 李晟
林光钟 张军

(74)专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公
司 33109
代理人 尉伟敏

(51)Int.Cl.

G01R 27/18(2006.01)

(56)对比文件

CN 202710662 U,2013.01.30,
CN 102279318 A,2011.12.14,
CN 102749523 A,2012.10.24,
CN 202486217 U,2012.10.10,
CN 102279317 A,2011.12.14,

审查员 张晓玲

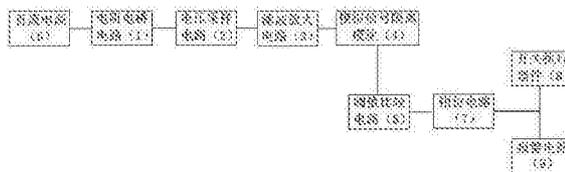
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置和方法

(57)摘要

本发明公开了一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置和方法。该装置包括电阻电桥电路、电压采样电路、滤波放大电路、模拟信号隔离模块和阈值比较电路,直流电源、电阻电桥电路、电压采样电路、滤波放大电路、模拟信号隔离模块和阈值比较电路依次相连。该方法通过电阻电桥电路获得与直流电源正负极对地绝缘阻抗相关联的电压信号,对电压信号经过采样、滤波、放大和隔离处理,最后通过阈值比较电路判断输入的电压信号是否在设定的电压阈值上下限范围内,从而判断绝缘阻抗是否良好。本发明直接通过硬件电路输出逻辑电平实现对当前绝缘阻抗是否满足安全规定要求的判断,提高了检测速度,降低了成本。



1. 一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置,其特征在于:包括电阻电桥电路(1)、电压采样电路(2)、滤波放大电路(3)、模拟信号隔离模块(4)和阈值比较电路(5),所述电阻电桥电路(1)包括电阻R3、电阻R4、电阻R5和电阻R6,所述电阻R3一端与直流电源(6)的正极相连,所述电阻R3另一端与电阻R4一端相连,所述电阻R4另一端接地,所述电阻R5一端接地,所述电阻R5另一端与电阻R6一端和电压采样电路(2)的输入端相连,所述电阻R6另一端与直流电源(6)的负极相连,所述电压采样电路(2)的输出端与滤波放大电路(3)的输入端相连,所述滤波放大电路(3)的输出端与模拟信号隔离模块(4)的输入端相连,所述模拟信号隔离模块(4)的输出端与阈值比较电路(5)的输入端相连,所述阈值比较电路(5)的输出端输出逻辑电平,所述阈值比较电路(5)包括第一稳压电源、电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14、运算放大器U1和运算放大器U2,所述运算放大器U1的同向输入端与电阻R7一端、电阻R9一端和电阻R10一端相连,电阻R7另一端与第一稳压电源的正极相连,电阻R9另一端与运算放大器U1的输出端相连,电阻R10另一端接地,所述运算放大器U1的反向输入端与电阻R8一端相连,电阻R8另一端与电阻R11一端和模拟信号隔离模块(4)的输出端相连,电阻R11另一端与电阻R13一端和运算放大器U2的同向输入端相连,电阻R13另一端与运算放大器U2的输出端相连,所述运算放大器U2的反向输入端与电阻R12一端和电阻R14一端相连,电阻R12另一端与第一稳压电源的正极相连,电阻R14另一端接地,所述运算放大器U1的输出端与运算放大器U2的输出端相连,运算放大器U1的输出端为阈值比较电路(5)的输出端,还包括钳位电路(7),所述钳位电路(7)包括第二稳压电源、二极管D1和二极管D2,所述阈值比较电路(5)的输出端与二极管D1的阳极和二极管D2的阴极相连,所述二极管D1的阴极与第二稳压电源的正极相连,所述二极管D2的阳极接地。

2. 根据权利要求1所述的一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置,其特征在于:所述模拟信号隔离模块(4)为线性光耦。

3. 根据权利要求1所述的一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置,其特征在于:还包括开关执行器件(8),所述开关执行器件(8)与直流电源(6)和负载串联成一个回路,所述开关执行器件(8)的控制端与阈值比较电路(5)的输出端相连。

4. 根据权利要求1所述的一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置,其特征在于:还包括报警电路(9),所述报警电路(9)与阈值比较电路(5)的输出端相连。

5. 一种直流电源对地绝缘阻抗检测方法,适用于如权利要求1-4中任一权利要求所述的一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置,其特征在于包括以下步骤:

S1:通过电阻电桥电路获得与直流电源正负极对地绝缘阻抗相关联的电压信号;

S2:电压采样电路采样电阻电桥电路输出的电压信号,并将其输出到滤波放大电路;

S3:滤波放大电路对电压信号进行滤波放大后输出到模拟信号隔离模块;

S4:电压信号经过模拟信号隔离模块隔离后输入阈值比较电路;

S5:阈值比较电路将输入电压信号与电压上限阈值和电压下限阈值进行比较,当输入电压信号位于电压上限阈值和电压下限阈值之间时,阈值比较电路输出高电平,当输入电压信号大于电压上限阈值或小于电压下限阈值时,阈值比较电路输出低电平;

S6:阈值比较电路输出的电平信号经过钳位电路钳位后输出,如果输出的电平信号为高电平表示绝缘阻抗状态良好,如果输出的电平信号为低电平表示绝缘阻抗出现问题;

所述电压上限阈值和电压下限阈值的设定包括以下步骤:根据安全规定标准确定直流

电源正极对地绝缘阻抗 R_1 的正常范围为 $R_1 \geq R_{1\min}$, 直流电源负极对地绝缘阻抗 R_2 的正常范

围为 $R_2 \geq R_{2\min}$, 根据电阻电桥电路得到公式:
$$\frac{R_1 // (R_3 + R_4)}{R_2 // (R_5 + R_6)} = \frac{V_{\max} - (\frac{R_5 + R_6}{R_6})V_0}{(\frac{R_5 + R_6}{R_6})V_0}$$
, 其中, V_{\max}

为直流电源正负极之间的电压, V_0 为电压采样电路采集到的电压,

令 $\lambda = \frac{R_1 // (R_3 + R_4)}{R_2 // (R_5 + R_6)}$, $\eta = \frac{R_5 + R_6}{R_6}$, 计算得到 $V_0 = \frac{V_{\max}}{(\lambda + 1) * \eta}$, 根据 $R_1 \geq R_{1\min}$ 和 $R_2 \geq$

$R_{2\min}$ 确定 λ 的范围 $(\lambda_{\min}, \lambda_{\max})$, 从而计算出 V_0 的范围 $(V_{0\min}, V_{0\max})$, $(V_{0\min}, V_{0\max})$ 乘以滤波放大电路的放大系数后得到的最大电压值和最小电压值分别作为电压上限阈值和电压下限阈值。

一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及绝缘阻抗检测技术领域,尤其涉及一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置和方法。

背景技术

[0002] 直流电源(如电动汽车动力蓄电池、光伏阵列等)对地绝缘阻抗不良或阻值低于规定值,将使得直流电源对地形成高压,进而使应用该直流电源的设备的外壳带电,不仅易损坏设备,还给人身安全带来巨大威胁。因此,有必要对直流电源对地绝缘阻抗进行检测,以便及时采取相应的调节措施,保证绝缘阻抗始终满足规定要求。现有技术方案一般通过电桥平衡原理的检测方法,直流电源正负极对地之间均并联给定的电阻值,与直流电源的正负极对地电阻形成一个电阻电桥,通过ADC数模转换器采样桥臂的电压值结合直流电源正负极最大电压值并通过微处理器软件计算得到当前直流电源正负极对地电阻,再通过和标准规范中规定的绝缘阻抗值进行比较判断当前直流电源正负极对地绝缘阻抗是否良好。

[0003] 中国专利公开号CN102279317,公开日2011年12月14日,发明的名称为光伏并网逆变器的对地绝缘电阻在线检测方法,该申请案公开了一种光伏并网逆变器的对地绝缘电阻在线检测方法,它通过采样光伏电池的输出电压 V_{PV} ,并通过使电阻开关电路中的开关S1处于断开或闭合状态,将电阻R5从上桥臂中脱离或接入上桥臂中,然后采样下桥臂的分压输出端的电压信号,以得到两组光伏电池的正极对地和光伏电池的负极对地的电压比方程,从而在线实时准确地计算出光伏电池的正极对地的绝缘电阻 R_+ 和光伏电池的负极对地的绝缘电阻 R_- 。其不足之处是,该方法对信号电压经过多次采样后计算当前绝缘阻抗数值,计算量大而繁杂,对应的硬件资源开销大,需要通过开关改变电桥桥臂的阻值,并且通过ADC模拟数字转换器件将模拟信号转换成微计算机(微处理器或者DSP)能够处理的数字信号并计算得到绝缘阻抗的阻值,再根据规定标准比较才能判断当前绝缘状态是否良好,如果处理器处理位数低,主频不高的话,计算处理速度会很慢。

发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有的直流电源对地绝缘阻抗检测装置结构复杂,通过微处理器计算绝缘阻抗的阻值,计算繁杂,检测速度慢的技术问题,提供了一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置和方法,其直接通过硬件电路输出逻辑电平实现对当前绝缘阻抗是否满足安全规定要求的判断,无需通过微处理器软件来计算当前的绝缘阻抗数值,提高了检测速度,降低了成本。

[0005] 为了解决上述问题,本发明采用以下技术方案予以实现:

[0006] 本发明的一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置,包括电阻电桥电路、电压采样电路、滤波放大电路、模拟信号隔离模块和阈值比较电路,所述电阻电桥电路包括电阻R3、电阻R4、电阻R5和电阻R6,所述电阻R3一端与直流电源的正极相连,所述电阻R3另一端与电阻R4一端相连,所述电阻R4另一端接地,所述电阻R5一端接地,所述电阻R5另一端与电阻R6一

端和电压采样电路的输入端相连,所述电阻R6另一端与直流电源的负极相连,所述电压采样电路的输出端与滤波放大电路的输入端相连,所述滤波放大电路的输出端与模拟信号隔离模块的输入端相连,所述模拟信号隔离模块的输出端与阈值比较电路的输入端相连,所述阈值比较电路的输出端输出逻辑电平。

[0007] 在本技术方案中,直流电源正极与地线之间有绝缘阻抗R1,直流电源负极与地线之间有绝缘阻抗R2。检测时,电阻电桥电路将直流电源正负极对地阻抗变换成电压值,其中电阻R5和电阻R6的分压电路输出电压 V_0 ,分路电压 V_0 同直流电源正负极最高电压 V_{\max} 之间的关系如公式:

$$\frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)} = \frac{V_{\max} - (\frac{R5 + R6}{R6})V_0}{(\frac{R5 + R6}{R6})V_0},$$

因此通过采集电阻R5和电阻R6分压电路输出的电压 V_0 就可以反映出直流电源正负极对地绝缘阻抗的变化。

[0008] 电压采样电路采集电阻电桥电路输出的电压信号 V_0 ,并将其输出到滤波放大电路。滤波放大电路先对电压信号进行工频和高频谐波滤波(主要通过低通滤波器滤除工频和高频谐波成分),再将模拟电压信号调理放大到匹配后级阈值比较电路的电压标准(通过运算放大电路完成)。模拟信号隔离模块将经过放大的采样电压模拟信号进行信号隔离,以提高信号的稳定性。

[0009] 阈值比较电路将模拟信号隔离模块输出的电压信号与电压阈值上下限进行比较,如果电压信号在电压阈值上下限范围内,则阈值比较电路输出高电平,否则阈值比较电路输出低电平。此逻辑电平信号为判断当前直流电源正负极对地绝缘阻抗是否良好的标准,高电平表示绝缘阻抗状态良好,低电平表示绝缘阻抗出现问题,不满足安全规定的要求。

$$[0010] \quad \text{令 } \lambda = \frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)}, \eta = \frac{R5 + R6}{R6}, \text{ 公式 } \frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)} = \frac{V_{\max} - (\frac{R5 + R6}{R6})V_0}{(\frac{R5 + R6}{R6})V_0} \text{ 转}$$

换为 $V_0 = \frac{V_{\max}}{(\lambda + 1) * \eta}$,根据安全规定标准确定直流电源正极对地绝缘阻抗R1的正常范围为 $R1 \geq R1_{\min}$,直流电源负极对地绝缘阻抗R2的正常范围为 $R2 \geq R2_{\min}$,从而确定 λ 的范围(λ_{\min} , λ_{\max}),从而计算出 V_0 的范围($V_{0\min}$, $V_{0\max}$),($V_{0\min}$, $V_{0\max}$)乘以滤波放大电路的放大系数后得到的电压值范围为阈值比较电路中作为判断标准的电压阈值上下限范围。

[0011] 作为优选,所述阈值比较电路包括第一稳压电源、电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14、运算放大器U1和运算放大器U2,所述运算放大器U1的同向输入端与电阻R7一端、电阻R9一端和电阻R10一端相连,电阻R7另一端与第一稳压电源的正极相连,电阻R9另一端与运算放大器U1的输出端相连,电阻R10另一端接地,所述运算放大器U1的反向输入端与电阻R8一端相连,电阻R8另一端与电阻R11一端和模拟信号隔离模块的输出端相连,电阻R11另一端与电阻R13一端和运算放大器U2的同向输入端相连,电阻R13另一端与运算放大器U2的输出端相连,所述运算放大器U2的反向输入端与电阻R12一端和电阻R14一端相连,电阻R12另一端与第一稳压电源的正极相连,电阻R14另一端接地,所述运算放大器U1的输出端与运算放大器U2的输出端相连,运算放大器U1的输出端为阈值比较电路的输出端。

[0012] 电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10和运算放大器U1组成电压上限阈值比较电路,电阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14和运算放大器U2组成电压下限阈值比较电路。高电平信号和低电平信号接入一起时即高低电平与逻辑运算后其输出结果也是低电平,所以运算放大器U1和运算放大器U2任何一个输出低电平,阈值比较电路输出低电平。

[0013] 作为优选,所述一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置还包括钳位电路,所述钳位电路包括第二稳压电源、二极管D1和二极管D2,所述阈值比较电路的输出端与二极管D1的阳极和二极管D2的阴极相连,所述二极管D1的阴极与第二稳压电源的正极相连,所述二极管D2的阳极接地。阈值比较电路输出的逻辑电平经过二极管D1和二极管D2钳位限伏后其逻辑电平电压标准将被调理成钳位后的电压范围,以便驱动开关管或者继电器等器件工作控制直流电源的通断。

[0014] 作为优选,所述模拟信号隔离模块为线性光耦。

[0015] 作为优选,所述一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置还包括开关执行器件,所述开关执行器件与直流电源和负载串联成一个回路,所述开关执行器件的控制端与阈值比较电路的输出端相连。当阈值比较电路输出高电平时,开关执行器件闭合,接通直流电源;当阈值比较电路输出低电平时,开关执行器件断开,断开直流电源。

[0016] 作为优选,所述一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置还包括报警电路,所述报警电路与阈值比较电路的输出端相连。当阈值比较电路输出低电平时,报警电路发出报警。

[0017] 本发明的一种直流电源对地绝缘阻抗检测方法,包括以下步骤:

[0018] S1:通过电阻电桥电路获得与直流电源正负极对地绝缘阻抗相关联的电压信号;

[0019] S2:电压采样电路采样电阻电桥电路输出的电压信号,并将其输出到滤波放大电路;

[0020] S3:滤波放大电路对电压信号进行滤波放大后输出到模拟信号隔离模块;

[0021] S4:电压信号经过模拟信号隔离模块隔离后输入阈值比较电路;

[0022] S5:阈值比较电路将输入电压信号与电压上限阈值和电压下限阈值进行比较,当输入电压信号位于电压上限阈值和电压下限阈值之间时,阈值比较电路输出高电平,当输入电压信号大于电压上限阈值或小于电压下限阈值时,阈值比较电路输出低电平;

[0023] S6:阈值比较电路输出的电平信号经过钳位电路钳位后输出,如果输出的电平信号为高电平表示绝缘阻抗状态良好,如果输出的电平信号为低电平表示绝缘阻抗出现问题。

[0024] 作为优选,所述电压上限阈值和电压下限阈值的设定包括以下步骤:根据安全规定标准确定直流电源正极对地绝缘阻抗R1的正常范围为 $R1 \geq R_{1min}$,直流电源负极对地绝缘阻抗

R2的正常范围为 $R2 \geq R_{2min}$,根据电阻电桥电路得到公式:
$$\frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)} = \frac{V_{max} - (\frac{R5 + R6}{R6})V_0}{(\frac{R5 + R6}{R6})V_0}$$

其中, V_{max} 为直流电源正负极之间的电压, V_0 为电压采样电路采集到的电压,

[0025] 令 $\lambda = \frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)}$, $\eta = \frac{R5 + R6}{R6}$,计算得到 $V_0 = \frac{V_{max}}{(\lambda + 1) * \eta}$,根据 $R1 \geq R_{1min}$ 和 $R2$

$\geq R_{2min}$ 确定 λ 的范围 $(\lambda_{min}, \lambda_{max})$,从而计算出 V_0 的范围 (V_{0min}, V_{0max}) , (V_{0min}, V_{0max}) 乘以滤波放大电路的放大系数后得到的最大电压值和最小电压值分别作为电压上限阈值和电压下限

阈值。

[0026] 本发明的实质效果是：直接通过硬件电路输出逻辑电平实现对当前绝缘阻抗是否满足安全规定要求的判断，无需通过微处理器软件来计算当前的绝缘阻抗数值，提高了检测速度，降低了成本。

附图说明

[0027] 图1是本发明的一种电路原理连接框图；

[0028] 图2是电阻电桥电路的电路原理图；

[0029] 图3是阈值比较电路和钳位电路的电路原理图。

[0030] 图中：1、电阻电桥电路，2、电压采样电路，3、滤波放大电路，4、模拟信号隔离模块，5、阈值比较电路，6、直流电源，7、钳位电路，8、开关执行器件，9、报警电路。

具体实施方式

[0031] 下面通过实施例，并结合附图，对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0032] 实施例：本发明的一种直流电源对地绝缘阻抗检测装置，如图1所示，包括电阻电桥电路1、电压采样电路2、滤波放大电路3、模拟信号隔离模块4、阈值比较电路5、钳位电路7、开关执行器件8和报警电路9，如图2所示，电阻电桥电路1包括电阻R3、电阻R4、电阻R5和电阻R6，电阻R3一端与直流电源6的正极相连，电阻R3另一端与电阻R4一端相连，电阻R4另一端接地，电阻R5一端接地，电阻R5另一端与电阻R6一端和电压采样电路2的输入端相连，电阻R6另一端与直流电源6的负极相连，电压采样电路2的输出端与滤波放大电路3的输入端相连，滤波放大电路3的输出端与模拟信号隔离模块4的输入端相连，模拟信号隔离模块4的输出端与阈值比较电路5的输入端相连，如图3所示，阈值比较电路5包括第一稳压电源、电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10、电阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14、运算放大器U1和运算放大器U2，运算放大器U1的同向输入端与电阻R7一端、电阻R9一端和电阻R10一端相连，电阻R7另一端与第一稳压电源的正极相连，电阻R9另一端与运算放大器U1的输出端相连，电阻R10另一端接地，运算放大器U1的反向输入端与电阻R8一端相连，电阻R8另一端与电阻R11一端和模拟信号隔离模块4的输出端相连，电阻R11另一端与电阻R13一端和运算放大器U2的同向输入端相连，电阻R13另一端与运算放大器U2的输出端相连，所述运算放大器U2的反向输入端与电阻R12一端和电阻R14一端相连，电阻R12另一端与第一稳压电源的正极相连，电阻R14另一端接地，运算放大器U1的输出端与运算放大器U2的输出端相连，运算放大器U1的输出端为阈值比较电路5的输出端，第一稳压电源为15V直流电源。钳位电路7包括第二稳压电源、二极管D1和二极管D2，阈值比较电路5的输出端与二极管D1的阳极和二极管D2的阴极相连，二极管D1的阴极与第二稳压电源的正极相连，二极管D2的阳极接地，第二稳压电源为3.3V直流电源。阈值比较电路5的输出端还与开关执行器件8的控制端和报警电路9相连，开关执行器件8与直流电源6和负载串联成一个回路。

[0033] 直流电源6正极与地线之间有绝缘阻抗R1，直流电源6负极与地线之间有绝缘阻抗R2。检测时，电阻电桥电路1将直流电源6正负极对地阻抗变换成电压值，其中电阻R5和电阻R6的分压电路输出电压 V_0 ，分路电压 V_0 同直流电源6正负极最高电压 V_{max} 之间的关系如公式：

$\frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)} = \frac{V_{\max} - (\frac{R5 + R6}{R6})V_0}{(\frac{R5 + R6}{R6})V_0}$, 因此通过采集电阻R5和电阻R6分压电路输出的电压V₀

就可以反映出直流电源6正负极对地绝缘阻抗的变化。

[0034] 电压采样电路2采集电阻电桥电路1输出的电压信号V₀, 并将其输出到滤波放大电路3。滤波放大电路3先对电压信号进行工频和高频谐波滤波(主要通过低通滤波器滤除工频和高频谐波成分), 再将模拟电压信号调理放大到匹配后级阈值比较电路的电压标准(通过运算放大电路完成)。模拟信号隔离模块4将经过放大的采样电压模拟信号进行信号隔离, 以提高信号的稳定性, 模拟信号隔离模块4为线性光耦。

[0035] 阈值比较电路5将模拟信号隔离模块4输出的电压信号与电压阈值上下限进行比较, 如果电压信号在电压阈值上下限范围内, 则阈值比较电路5输出高电平, 否则阈值比较电路5输出低电平。此逻辑电平信号为判断当前直流电源6正负极对地绝缘阻抗是否良好的标准, 高电平表示绝缘阻抗状态良好, 低电平表示绝缘阻抗出现问题, 不满足安全规定的要求。

[0036] 电阻R7、电阻R8、电阻R9、电阻R10和运算放大器U1组成电压上限阈值比较电路, 电阻R11、电阻R12、电阻R13、电阻R14和运算放大器U2组成电压下限阈值比较电路。高电平信号和低电平信号接入一起时即高低电平与逻辑运算后其输出结果也是低电平, 所以运算放大器U1和运算放大器U2任何一个输出低电平, 阈值比较电路输出低电平。

[0037] 令 $\lambda = \frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)}$, $\eta = \frac{R5 + R6}{R6}$, 公式 $\frac{R1 // (R3 + R4)}{R2 // (R5 + R6)} = \frac{V_{\max} - (\frac{R5 + R6}{R6})V_0}{(\frac{R5 + R6}{R6})V_0}$ 转

换为 $V_0 = \frac{V_{\max}}{(\lambda + 1) * \eta}$, 根据安全规定标准确定直流电源6正极对地绝缘阻抗R1的正常范围为

$R1 \geq R1_{\min}$, 直流电源6负极对地绝缘阻抗R2的正常范围为 $R2 \geq R2_{\min}$, 从而确定λ的范围(λ_{min}, λ_{max}), 从而计算出V₀的范围(V_{omin}, V_{omax}), (V_{omin}, V_{omax})乘以滤波放大电路3的放大系数后得到的电压值范围为阈值比较电路5中作为判断标准的电压阈值上下限范围。运算放大器U1的同向输入端的输入电压值等于电压上限阈值, 运算放大器U2的反向输入端的输入电压值等于电压下限阈值。

[0038] 阈值比较电路5输出的逻辑电平经过二极管D1和二极管D2钳位限伏后其逻辑电平电压标准将被调理成钳位后的电压范围。阈值比较电路5输出的电平信号经过钳位电路钳位后输出到开关执行器件8的控制端和报警电路9, 当钳位电路7输出高电平时, 开关执行器件8闭合, 接通直流电源6; 当钳位电路7输出低电平时, 开关执行器件8断开, 断开直流电源6, 报警电路9发出报警。

[0039] 本发明的一种直流电源对地绝缘阻抗检测方法, 适用于上述的直流电源对地绝缘阻抗检测装置, 包括以下步骤:

[0040] S1: 通过电阻电桥电路1获得与直流电源6正负极对地绝缘阻抗相关联的电压信号V₀;

[0041] S2: 电压采样电路2采样电阻电桥电路1输出的电压信号V₀, 并将其输出到滤波放

大电路3;

[0042] S3:滤波放大电路3对电压信号 V_0 进行滤波放大后输出到模拟信号隔离模块4;

[0043] S4:电压信号经过模拟信号隔离模块4隔离后输入阈值比较电路5;

[0044] S5:阈值比较电路5将输入电压信号与电压上限阈值和电压下限阈值进行比较,当输入电压信号小于等于电压上限阈值且大于等于电压下限阈值之间时,阈值比较电路5输出高电平,当输入电压信号大于电压上限阈值或小于电压下限阈值时,阈值比较电路5输出低电平;

[0045] S6:阈值比较电路5输出的电平信号经过钳位电路7钳位后输出到开关执行器件8的控制端和报警电路9,当钳位电路7输出高电平时,表示绝缘阻抗状态良好,开关执行器件8闭合,接通直流电源6;当钳位电路7输出低电平时,表示绝缘阻抗出现问题,开关执行器件8断开,断开直流电源6,报警电路9发出报警。

[0046] 电压上限阈值和电压下限阈值的设定包括以下步骤:根据安全规定标准确定直流电源6正极对地绝缘阻抗 R_1 的正常范围为 $R_1 \geq R_{1min}$,直流电源6负极对地绝缘阻抗 R_2 的正常

范围为 $R_2 \geq R_{2min}$,根据电阻电桥电路1得到公式:
$$\frac{R_1 // (R_3 + R_4)}{R_2 // (R_5 + R_6)} = \frac{V_{max} - (\frac{R_5 + R_6}{R_6})V_o}{(\frac{R_5 + R_6}{R_6})V_o}$$
,其中,

V_{max} 为直流电源6正负极之间的电压, V_0 为电压采样电路2采集到的电压,

[0047] 令 $\lambda = \frac{R_1 // (R_3 + R_4)}{R_2 // (R_5 + R_6)}$, $\eta = \frac{R_5 + R_6}{R_6}$,计算得到 $V_o = \frac{V_{max}}{(\lambda + 1) * \eta}$,根据 $R_1 \geq R_{1min}$ 和 R_2

$\geq R_{2min}$ 确定 λ 的范围($\lambda_{min}, \lambda_{max}$),从而计算出 V_0 的范围(V_{omin}, V_{omax}),(V_{omin}, V_{omax})乘以滤波放大电路3的放大系数后得到的最大电压值和最小电压值分别作为电压上限阈值和电压下限阈值。

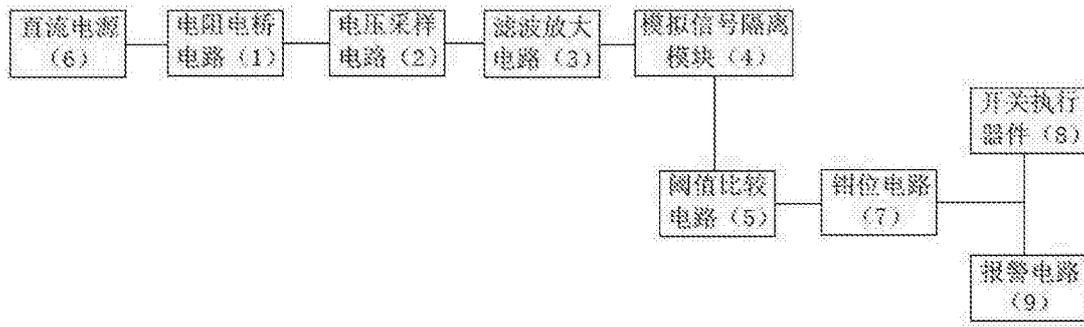


图1

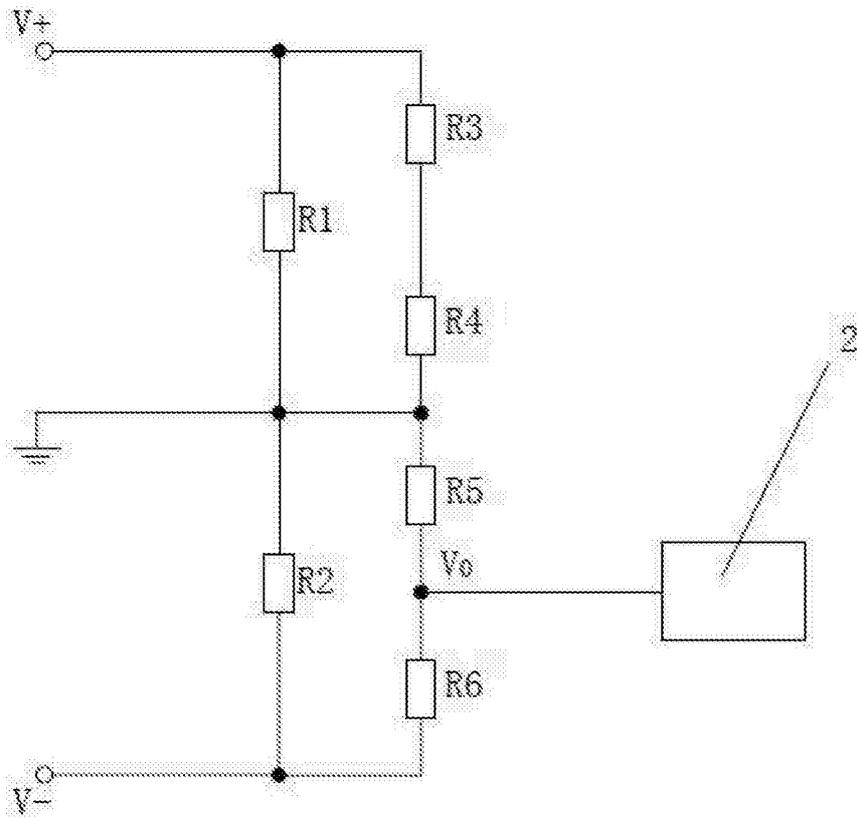


图2

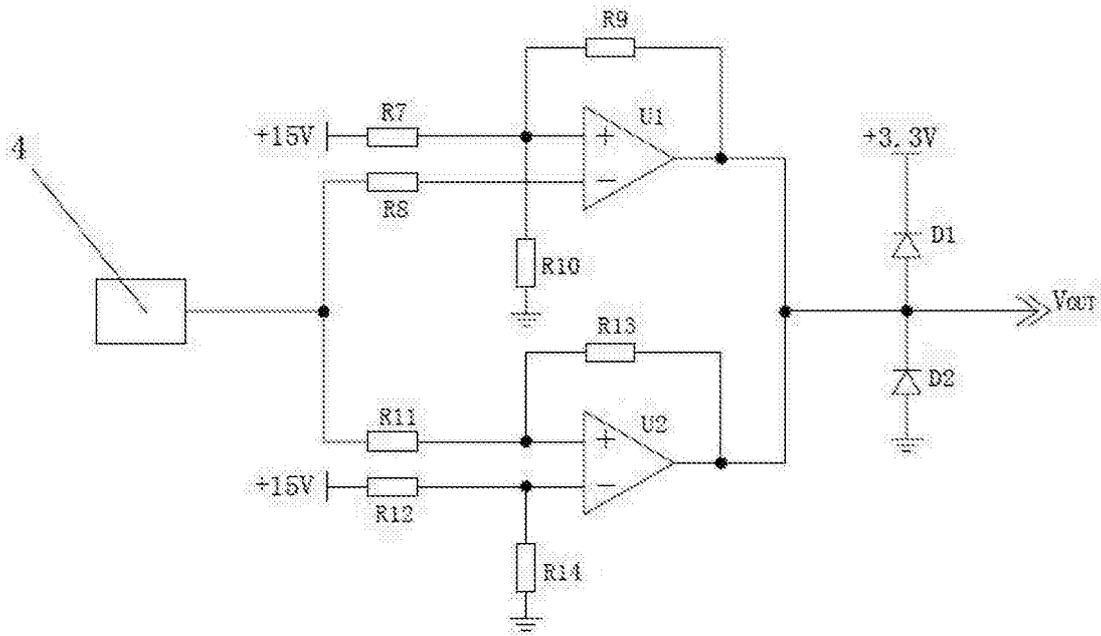


图3