



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105182117 B

(45)授权公告日 2018.05.11

(21)申请号 201510534023.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.08.27

G01R 31/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 105182117 A

- CN 201628762 U, 2010.11.10,
- CN 202494775 U, 2012.10.17,
- CN 205193166 U, 2016.04.27,
- CN 202421379 U, 2012.09.05,
- CN 203572889 U, 2014.04.30,
- US 2009/0228231 A1, 2009.09.10,
- CN 203217023 U, 2013.09.25,
- CN 203798934 U, 2014.08.27,
- CN 101216543 A, 2008.07.09,
- CN 103176049 A, 2013.06.26,
- CN 1431762 A, 2003.07.23,

(43)申请公布日 2015.12.23

(73)专利权人 广西电网有限责任公司电力科学研究院

地址 530023 广西壮族自治区南宁市民主路6-2号

(72)发明人 周卫 黄东山 韩冰 王晓明 李秋霞 陈铭 刘光时

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

代理人 陈科恒

审查员 王蒙

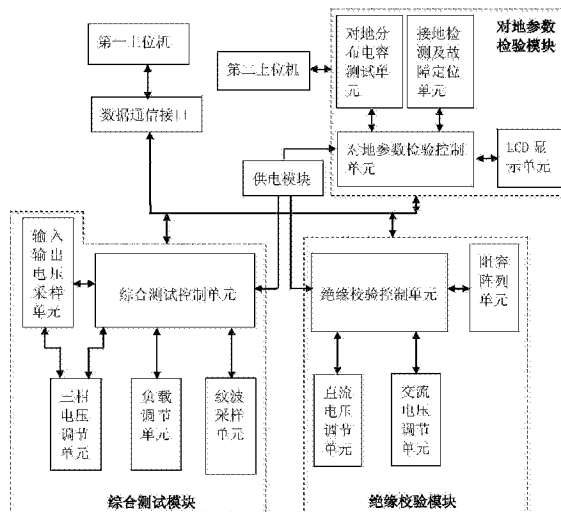
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

一种直流综合测试平台

(57)摘要

本发明属于电力设备可靠性评估技术领域,特别涉及一种直流综合测试平台,包括第一上位机、第二上位机、综合测试模块、绝缘校验模块、对地参数检验模块、数据通信接口和供电模块,所述第一上位机通过数据通信接口对综合测试模块、绝缘校验模块和对地参数检验模块进行控制以及对所采集返回的数据进行分析处理,所述综合测试模块用于测试输入输出电压、电流以及纹波系数采集,并进行分析处理和上传至第一上位机。本发明可以一体化或单独的模块进行使用,在线路带电工作状态下不停电、不用线、不解线把的情况下利用接地故障泄露电流对接地故障点快速查找,极大地减少了自动化及电气化系统设备的停机时间,产生重大的经济效益和社会效益。



1. 一种直流综合测试平台,其特征在于:包括第一上位机、第二上位机、综合测试模块、绝缘校验模块、对地参数检验模块、数据通信接口和供电模块,所述第一上位机通过数据通信接口对综合测试模块、绝缘校验模块和对地参数检验模块进行控制以及对所采集返回的数据进行分析处理,所述综合测试模块用于测试输入输出电压、电流、以及纹波系数采集,并进行分析处理和上传至第一上位机,所述绝缘校验模块用于对外部输入设备的电流、电压和阻抗进行校验,并将校验的数据上传至第一上位机,所述对地参数检验模块用于测试系统中的对地电容分布、接地故障定位查找和对地绝缘下降程度,并将测试的数据上传至第一上位机进行分析处理,以及将所测试的数据上传至第二上位机进行风险评估,所述供电模块为综合测试模块、绝缘校验模块和对地参数检验模块提供工作电源;所述综合测试模块包括综合测试控制单元、三相电压调节单元、负载调节单元、纹波采样单元和输入输出电压采样单元,所述综合测试控制单元分别与三相电压调节单元、负载调节单元、纹波采样单元和输入输出电压采样单元连接,所述输入输出电压采样单元还与三相电压调节单元进行连接,所述绝缘校验模块包括绝缘校验控制单元、阻容阵列单元、直流电压调节单元和交流电压调节单元,所述绝缘校验控制单元分别与阻容阵列单元、直流电压调节单元和交流电压调节单元连接,所述对地参数检验模块包括对地参数检验控制单元、对地分布电容测试单元、接地检测及故障定位单元和LCD显示单元,所述对地参数检验控制单元分别与对地分布电容测试单元、接地检测及故障定位单元和LCD显示单元连接;所述输入输出电压采样单元包括第一电压整流器、第一分压电路和第一滤波电路,所述三相电压调节单元包括第一接触式可调变压器、第一驱动电路、第一光电隔离器和第一稳压保护电路,所述第一接触式可调变压器输出的识别电压依次通过第一电压整流器、第一分压电路和第一滤波电路输入综合测试控制单元进行识别处理,所述综合测试控制单元经识别处理后输出的PWM信号依次通过第一光电隔离器、第一驱动电路和第一稳压保护电路反馈输入至第一接触式可调变压器。

2. 根据权利要求1所述的一种直流综合测试平台,其特征在于:所述负载调节单元包括纯电阻负载电路、IGBT晶体管放大电路、第二稳压保护电路、第二光电隔离器、第二滤波电路和电流互感器,所述纯电阻负载电路依次通过电流互感器和第二滤波电路与综合测试控制单元连接,所述综合测试控制单元输出的信号依次通过第二光电隔离器、第二稳压保护电路和IGBT晶体管放大电路反馈输入至纯电阻负载电路。

3. 根据权利要求2所述的一种直流综合测试平台,其特征在于:所述纯电阻负载电路至少包括12只并联连接的电阻,其中至少包括4只40 Ω 电阻、6只80 Ω 电阻、1只160 Ω 电阻和1只320 Ω 电阻。

4. 根据权利要求1所述的一种直流综合测试平台,其特征在于:所述直流电压调节单元至少包括两路锁存输出单元,所述锁存输出单元包括直流可调开关电源I、第一锁存器、第一继电器阵列、第一电阻阵列、第二锁存器、第二继电器阵列、第二电阻阵列和第一拨动开关组,所述绝缘校验控制单元分别与第一锁存器和第二锁存器连接,所述第一锁存器依次通过第一继电器阵列、第一电阻阵列与第一拨动开关组连接,所述第二锁存器依次通过第二继电器阵列、第二电阻阵列与第一拨动开关组连接,所述绝缘校验控制单元还通过RS485数据总线与直流可调开关电源I连接,所述直流可调开关电源I还与第一拨动开关组连接;所述第一拨动开关组包括拨动开关S40、拨动开关S41、拨动开关S42和拨动开关S43,所述第

一电阻阵列分别与所述拨动开关S40的一端和拨动开关S42的一端连接,所述拨动开关S40的另一端、拨动开关S41的一端与所述直流可调开关电源I的正极连接,所述直流可调开关电源I的正极分别与所述拨动开关S42的另一端和拨动开关S43的一端连接,所述拨动开关S41的另一端、拨动开关S43的另一端与所述第二电阻阵列连接。

5. 根据权利要求1所述的一种直流综合测试平台,其特征在于:所述交流电压调节单元包括直流可调开关电源II、直流可调开关电源III、第三光电隔离器、第三驱动电路、第三稳压保护电路、第三接触式可调变压器和第二拨动开关组,所述绝缘校验控制单元依次通过第三光电隔离器、第三驱动电路、第三稳压保护电路与第三接触式可调变压器连接,所述第三接触式可调变压器通过平衡电阻R3与第二拨动开关组连接,所述绝缘校验控制单元通过RS485数据总线分别与直流可调开关电源II和直流可调开关电源III连接,所述直流可调开关电源II和直流可调开关电源III都分别第二拨动开关组连接。

一种直流综合测试平台

技术领域

[0001] 本发明属于电力设备可靠性评估技术领域,特别涉及一种直流综合测试平台。

背景技术

[0002] 国内当前的综合特性测试仪都是负载跟调压装置是分开的,不能独立使用,使用起来也不方便;另外用户在绝缘在线监测装置校验的时候都是依靠人工的电阻阵列,模拟接地的时候都是由人工选择电阻手动接入系统,这样就难免会存在很大的安全隐患以及线路过多对系统存在安全威胁;但是随着变电站的规模越来越大,我们所忽略的分布电容也就会随之增大,此时如果发生一点接地,分布电容会发生充放电状态变化,此时就会引起保护误动的发生,在分布电容检测方面,现在都是依靠在线装置对系统的分布电容进行检测,没有便携式的设备对系统或者支路分布电容进行检测,当前也没有一个系统的软件对分布电容风险进行评估,因此需要一个综合的直流测试平台能够对直流系统中所用设备进行性能指标检测、性能指标的校验和接地故障的定位查找,以保证直流测试平台的安全运行。

发明内容

[0003] 本发明的目的为解决现有技术的上述问题,提供了一种功能齐全、检测准确性高的直流综合测试平台,为了实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0004] 一种直流综合测试平台,其特征在于:包括第一上位机、第二上位机、综合测试模块、绝缘校验模块、对地参数检验模块、数据通信接口和供电模块,所述第一上位机通过数据通信接口对综合测试模块、绝缘校验模块和对地参数检验模块进行控制以及对所采集返回的数据进行分析处理,所述综合测试模块用于测试输入输出电压、电流、以及纹波系数采集,并进行分析处理和上传至第一上位机,所述绝缘校验模块用于外部输入设备的电流、电压和阻抗进行校验,并将校验的数据上传至第一上位机,所述对地参数检验模块用于测试系统中的对地电容分布、接地故障定位查找、对地绝缘下降程度,并将测试的数据上传至第一上位机进行分析处理,以及将所测试的数据上传至第二上位机进行风险评估,所述供电模块为综合测试模块、绝缘校验模块和对地参数检验模块提供工作电源。

[0005] 优选地,所述综合测试模块包括综合测试控制单元、三相电压调节单元、负载调节单元、纹波采样单元和输入输出电压采样单元,所述综合测试控制单元分别与三相电压调节单元、负载调节单元、纹波采样单元和输入输出电压采样单元连接,所述输入输出电压采样单元还与三相电压调节单元进行连接,所述绝缘校验模块包括绝缘校验控制单元、阻容阵列单元、直流电压调节单元和交流电压调节单元,所述绝缘校验控制单元分别与阻容阵列单元、直流电压调节单元和交流电压调节单元连接,所述对地参数检验模块包括对地参数检验控制单元、对地分布电容测试单元、接地检测及故障定位单元和LCD显示单元,所述对地参数检验控制单元分别与对地分布电容测试单元、接地检测及故障定位单元和LCD显示单元连接。

[0006] 优选地,所述输入输出电压采样单元包括第一电压整流器、第一分压电路和第一

滤波电路,所述三相电压调节单元包括第一接触式可调变压器、第一驱动电路、第一光电隔离器和第一稳压保护电路,所述第一接触式可调变压器输出的识别电压依次通过第一电压整流器、第一分压电路和第一滤波电路输入综合测试控制单元进行识别处理,所述综合测试控制单元经识别处理后输出的PWM信号依次通过第一光电隔离器、第一驱动电路和第一稳压保护电路反馈输入至第一接触式可调变压器。

[0007] 优选地,所述负载调节单元包括纯电阻负载电路、IGBT晶体管放大电路、第二稳压保护电路、第二光电隔离器、第二滤波电路和电流互感器,所述纯电阻负载电路依次通过电流互感器和第二滤波电路与综合测试控制单元连接,所述综合测试控制单元输出的信号依次通过第二光电隔离器、第二稳压保护电路和IGBT晶体管放大电路反馈输入至纯电阻负载电路。

[0008] 优选地,所述纯电阻负载电路至少包括12只并联连接的电阻,其中至少包括4只40 Ω 电阻、6只80 Ω 电阻、1只160 Ω 电阻和1只320 Ω 电阻。

[0009] 优选地,所述直流电压调节单元至少包括两路锁存输出单元,所述锁存输出单元包括直流可调开关电源I、第一锁存器、第一继电器阵列、第一电阻阵列、第二锁存器、第二继电器阵列、第二电阻阵列和第一拨动开关组,所述绝缘校验控制单元分别与第一锁存器和第二锁存器连接,所述第一锁存器依次通过第一继电器阵列、第一电阻阵列与第一拨动开关组连接,所述第二锁存器依次通过第二继电器阵列、第二电阻阵列与第一拨动开关组连接,所述绝缘校验控制单元还通过RS485数据总线与直流可调开关电源I连接,所述直流可调开关电源I还与第一拨动开关组连接。

[0010] 优选地,所述交流电压调节单元包括直流可调开关电源II、直流可调开关电源III、第三光电隔离器、第三驱动电路、第三稳压保护电路、第三接触式可调变压器和第二拨动开关组,所述绝缘校验控制单元依次通过第三光电隔离器、第三驱动电路、第三稳压保护电与第三接触式可调变压器连接,所述第三接触式可调变压器通过平衡电阻R3与第二拨动开关组连接,所述绝缘校验控制单元通过RS485数据总线分别与直流可调开关电源II和直流可调开关电源III连接,所述直流可调开关电源II和直流可调开关电源III都分别第二拨动开关组连接。

[0011] 综上所述,本实用新型具有以下有益效果:

[0012] (1) 本发明能够对直流系统中所用设备进行性能指标检测和性能指标的校验,并采用上位机和下位机的配合控制,使人机的交互界面更加的简介明了,使用起来也更加方便;本发明既可以一体化进行使用,也可以分为单独的模块进行使用,综合特性测试模块和分布电容测试模块能够移动进行使用;

[0013] (2) 本发明可以在线路带电工作状态下不停电、不甩线、不解线把的情况下利用接地故障泄露电流对接地故障点快速进行查找,极大地减少了自动化及电气化系统设备的停机时间,产生重大的经济效益和社会效益,

[0014] (3) 本发明的三相电压调节采用分级调节,使电压的调节更加快速准确;绝缘校验模块能够模拟直流系统中所有情况下的绝缘故障,包括直流互窜和交流窜入直流的故障;分布电容测试模块能够具有多种功能,既可以测试系统或支路的分布电容,也可以对直流系统中存在的绝缘降低或接地故障点的定位,查找接地可以调节信号幅值和频率的大小,避免存在信号干扰,接地查找采用的无线通信同步模式,只要信号同步一次后在不关

机、同一个系统的情况下能够检测的距离没有限制；

[0015] (4) 采用高精度的分压器进行分压,实现接地或分布电容测试的系统电压范围为:24~240V,采用了电压跟随电路和RC滤波电路对分压器后的电压进行双重滤波,提高检测的准确性。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实例或现有技术中的技术方案,下面将对实施实例或现有技术描述中所需要的附图做简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实例,对于本领域普通技术人员来说,在不付出创造性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1是本发明一种直流综合测试平台的工作原理图。

[0018] 图2是本发明的输入输出电压采样单元工作原理图。

[0019] 图3是本发明的负载调节单元包工作原理图。

[0020] 图4是本发明的纯负载电路的工作原理图。

[0021] 图5是本发明的直流电压调节单元的工作原理图。

[0022] 图6是本发明的电阻阵列和继电器阵列连接关系图。

[0023] 图7是本发明的电容阵列和继电器阵列连接关系图。

[0024] 图8是本发明的交流电压调节单元的工作原理图。

[0025] 图9是本发明的对地分布电容测试单元的工作原理图。

[0026] 图10是本发明的接地检测及故障定位单元的工作原理图。

具体实施方式

[0027] 下面将结合本发明实例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 结合图1,一种直流综合测试平台,其特征在于:包括第一上位机、第二上位机、综合测试模块、绝缘校验模块、对地参数检验模块、数据通信接口和供电模块,所述第一上位机通过数据通信接口对综合测试模块、绝缘校验模块和对地参数检验模块进行控制以及对所采集返回的数据进行分析处理,在发明中,所述数据通信接口为RS485数据接口。所述综合测试模块用于测试输入输出电压、电流、以及纹波系数采集,并进行分析处理和上传至第一上位机,所述绝缘校验模块用于外部输入设备的电流、电压和阻抗进行校验,并将校验的数据上传至第一上位机,所述对地参数检验模块用于测试系统中的对地电容分布、接地故障定位查找、对地绝缘下降程度,并将测试的数据上传至第一上位机进行分析处理,以及将所测试的数据上传至第二上位机进行风险评估,所述供电模块为综合测试模块、绝缘校验模块和对地参数检验模块提供工作电源。

[0029] 结合图1,所述综合测试模块包括综合测试控制单元、三相电压调节单元、负载调节单元、纹波采样单元和输入输出电压采样单元,所述综合测试控制单元分别与三相电压调节单元、负载调节单元、纹波采样单元和输入输出电压采样单元连接,所述输入输出电压

采样单元还与三相电压调节单元进行连接,所述绝缘校验模块包括绝缘校验控制单元、阻容阵列单元、直流电压调节单元和交流电压调节单元,所述绝缘校验控制单元分别与阻容阵列单元、直流电压调节单元和交流电压调节单元连接,所述对地参数检验模块包括对地参数检验控制单元、对地分布电容测试单元、接地检测及故障定位单元和LCD显示单元,所述对地参数检验控制单元分别与对地分布电容测试单元、接地检测及故障定位单元和LCD显示单元连接,在本发明实施例中,所述综合测试控制单元、绝缘校验控制单元和对地参数检验控制单元采用基于Cortex-M3内核的STM32F107处理器。

[0030] 如图2所示,所述输入输出电压采样单元包括第一电压整流器、第一分压电路和第一滤波电路,所述三相电压调节单元包括第一接触式可调变压器、第一驱动电路、第一光电隔离器和第一稳压保护电路,所述第一接触式可调变压器输出的识别电压依次通过第一电压整流器、第一分压电路和第一滤波电路输入综合测试控制单元进行识别处理,所述综合测试控制单元经识别处理后输出的PWM信号依次通过第一光电隔离器、第一驱动电路和第一稳压保护电路反馈输入至第一接触式可调变压器。其中,输入/输出电压通过第一电压整流器和第一分压电路得到电压采样能够识别的电压值,因为输入的都为交流电压,模拟数字转换芯片无法识别,因此把分压后得到的电压值进行整流,通过第一电压整流器把交流电压整流为直流后通过由RC电路组成的二阶低通滤波电路(第一滤波电路)对直流电压进行滤波,滤波后的电压直接送入综合测试控制单元将模拟信号转数字信号,然后进行数据处理,为了防止外界的静电干扰烧坏综合测试控制单元的引脚,在输入输出电压采样单元和综合测试控制单元引脚之间加入二极管保护电路。

[0031] 结合图1和图2,在本发明实施例中,第一上位机通过RS485数据通信接口传送指令到综合测试控制单元,综合测试控制单元收到电压调节指令后发出PWM调节控制信号,经过第一光电耦合器(采用TLP512-4光耦芯片)进行光电隔离后控制第一驱动电路(采用L298N电机驱动芯片)和第一稳压保护电路,然后由L298N电机驱动芯片控制第一接触式可调变压器内嵌的直流减速电机转动,通过综合测试控制单元发出PWM调节控制信号命令控制电机驱动芯片L298N输出不同的电平实现电机的正转和反转,可实现电压的调节范围为:(70%~120%)*输入电压,供给直流充电机测试使用。在本发明中,所述第一稳压保护电路包括二极管D1和二极管D2,所述二极管D1的阳极与二极管D2的阴极连接后与第一驱动电路的输出端连接,所述二极管D1的阴极接+5V电源电压,二极管D2的阳极与接地连接。

[0032] 如图3所示,所述负载调节单元包括纯电阻负载电路、IGBT晶体管放大电路、第二稳压保护电路、第二光电隔离器、第二滤波电路和电流互感器,所述纯电阻负载电路依次通过流互感器和第二滤波电路与综合测试控制单元连接,所述综合测试控制单元输出的信号依次通过第二光电隔离器、第二稳压保护电路和IGBT晶体管放大电路反馈输入至纯电阻负载电路,在本发明中,所述第二稳压保护电路包括二极管D3和二极管D4,所述二极管D3的阳极与二极管D4的阴极并联连接后与第二光电隔离器的输出端连接,所述二极管D3的阴极接+5V电源电压,二极管D4的阳极与接地连接,如图4所示,所述纯电阻负载电路包括12只并联连接的电阻,其中包括4只40 Ω 电阻、6只80 Ω 电阻、1只160 Ω 电阻和1只320 Ω 电阻。综合测试控制单元发出命令,通过第二光电耦合器(采用TLP250光耦芯片)进行光电隔离,然后控制IGBT晶体管放大电路的工作状态,从而控制12路纯电阻负载,经过12只并联连接的纯电阻负载组合控制电流的输出大小,供给测试充电机功能特性使用,纯电阻负载电路输出的

电流经过电流互感器进行采样转换成相应的电压值,然后经过第二滤波电路滤波排除干扰之后送到综合测试控制单元进行模拟信号转换数字信号,再进行数据处理;通过改变充电机的输入状态测试其输出的电压值和电流值,通过启动纹波采样单元检测充电机的纹波系数,通过负载调节单元和输入输出电压采样单元检测充电机的稳压精度和稳流精度;测试结束由上位机软件生成报表,如表1所示,并对充电机性能指标进行评估。

[0033] 表1充电机性能试验数据

[0034]

交流输入 电压/V	输出直流电 流整定值/A	峰峰值 系数/%	有效值 系数/%	稳压 精度/%	温流 精度/%
342		0.18	0.20	0.12	0.13
380	20%I _n	0.20	0.21	0.16	0.20
418		0.20	0.16	0.31	0.28
342		0.20	0.19	0.33	0.21
380	50%I _n	0.23	0.20	0.35	0.30
418		0.25	0.30	0.40	0.38
342		0.31	0.38	0.44	0.45
380	100%I _n	0.32	0.40	0.45	0.42
418		0.28	0.35	0.45	0.44

[0035] 如图5所示,所述直流电压调节单元至少包括两路锁存输出单元,所述锁存输出单元包括直流可调开关电源I、第一锁存器、第一继电器阵列、第一电阻阵列、第二锁存器、第二继电器阵列、第二电阻阵列和第一拨动开关组,所述绝缘校验控制单元分别与第一锁存器和第二锁存器连接,所述第一锁存器依次通过第一继电器阵列、第一电阻阵列与第一拨动开关组连接,所述第二锁存器依次通过第二继电器阵列、第二电阻阵列与第一拨动开关组连接,所述绝缘校验控制单元还通过RS485数据通信接口与直流可调开关电源I连接,所述直流可调开关电源I还与第一拨动开关组连接。由绝缘校验控制单元发出命令,通过RS485数据通信接口输入到直流可调开关电源I进行电压的调节,可实现输出直流电压DC范围为:0~300V,供给直流系统绝缘在线监测设备或者便携式接地查找设备被测设备电压测试直流互窜;通过控制第一开关组控制第一和第二电阻阵列的接入,供给校验被测设备电阻测试使用;结合图1和图5,在本发明实施例中,所述直流电压调节单元通过绝缘校验控制单元发出控制命令,第一锁存器和第二锁存器接收到命令,控制第一继电器阵列和第二继电器阵列的断开和闭合,组合阻容阵列,通过选择第一拨动开关组实现直流接地输出,例如通过选择拨动开关S40、S41实现正极接地,选择选择拨动开关S42、S43实现负极接地,通过控制继电器阵列的断开和闭合从而实现接地阻值范围为0~999.9KΩ,对地电容范围为0~999μF,通过选择第一拨动开关组以实现单极单点接地、单极多点接地、两极同阻值接地或/和两极不同阻值接地;

[0036] 如图6和图7所示,所述阻容阵列单元包括16路电阻阵列、16路电容阵列、继电器阵列、TLP512-4光耦芯片;绝缘校验CPU发出命令,经过TLP512-4光耦芯片光电隔离后控制继电器阵列,控制每一个继电器的闭合和断开,从而控制电阻阵列和电容阵列的组合,实现一路电阻的调节,调节范围:0~999.9K Ω ,一路电容的调节,调节范围:0~999 μ F,供给模拟直流系统绝缘降低和接地使用;在图6中,电阻阵列采用的是不同阻值大小的16路电阻进行串联连接,每一路由一个或者几个电阻与一个可调电阻(RW1~RW16)串联进行组合而得,然后通过每一路电阻再并联一个开关(总共16只开关:K1~K16),图6中开关为继电器(K1~K16),每一路阻值的大小由电阻组合且通过一个继电器进行控制,继电器闭合(继电器K1~K16的其中一个闭合)则代表对应的阻值没有接入系统中,当继电器断开(继电器K1~K16的其中一个断开)后其对应的阻值接入系统中,通过继电器的断开组合,可实现电阻值大小为0~999.9K Ω 组合;如图7所示为电容阵列,电容阵列采用的是不同容值大小的16路电容进行并联连接,每一路由一个或者几个电容与组合而得,然后通过每一路电容再串联一个开关(总共16只开关:S1~S16),图7中开关为继电器(S1~S16),每一个容值大小的电容组合且通过一个继电器进行控制,继电器断开则对应的电容不接入系统,继电器闭合则其对应的电容接入系统中,通过继电器的闭合组合,能够实现容值大小为0~999 μ F组合。

[0037] 如图8所示,所述交流电压调节单元包括直流可调开关电源II、直流可调开关电源III、第三光电隔离器、第三驱动电路、第三稳压保护电路、第三接触式可调变压器和第二拨动开关组,所述绝缘校验控制单元依次通过第三光电隔离器、第三驱动电路、第三稳压保护电路、第三接触式可调变压器连接,所述第三接触式可调变压器通过平衡电阻R3与第二拨动开关组连接,所述绝缘校验控制单元通过RS485数据总线分别与直流可调开关电源II和直流可调开关电源III连接,所述直流可调开关电源II和直流可调开关电源III都分别第二拨动开关组连接;在本发明中,所述第三稳压保护电路包括二极管D5和二极管D6,所述二极管D6的阳极与二极管D5的阴极连接后与第三驱动电路的输出端连接,所述二极管D6的阴极接+5V电源电压,二极管D5的阳极与接地连接。本发明中,通过绝缘校验控制单元发出控制命令,一方面输出PWM控制信号给第三光电隔离器(采用TLP512-4光耦芯片),再输出给第三驱动电路(采用L298N电机驱动芯片),然后由L298N电机驱动芯片控制第三接触式可调变压器内嵌的直流减速电机转动,通过绝缘校验控制单元发出PWM调节控制信号命令控制电机驱动芯片L298N输出不同的电平实现电机的正转和反转,从而实现电压的调节范围为:0~300V交流电压的输出,供给模拟交流窜入直流电压使用。输出交流电压经过保护电阻R3,再选择第二拨动开关组进行选择实现与直流可调开关电源II和直流可调开关电源III输出的电压互串,通过选择第二拨动开关组实现直流互窜输出,例如通过选择波动开关S50、S52、S55实现正电压之间互串,选择选择波动开关S51、S53、S54实现负电压之间互串。在本发明实施例中,直流可调开关电源I、直流可调开关电源II和直流可调开关电源III所采用的型号为HSPY-300-01,可实现输出直流电压DC范围为:0~300V,供给被测设备电压测试以及环网测试使用。在发明实施例中,利用绝缘校验模块校验电压越限告警功能测试:用户在第一上位机上选择需要校验的模式(正极接地或是负极接地或是两极接地),然后输入需要的接地阻值的大小:0~999.9K Ω ,通过第一上位机设定被测设备的电压高越限和电压低越限,然后开始测试,绝缘校验控制单元发出命令,控制直流可调开关电源I、直流可调开关电源II和直流可调开关电源III进行电压调节输出,以及查看被测设备是否有声光报警(被测设备即

绝缘在线监测装置或者便携式接地查找设备是否有声音报警和LED灯光报警显示),按照提示录入被测设备所系显示的电压值的大小,校验结束,第一上位机生成校验报表,如表2所示;

[0038] 表2电压超限检测数据

	电压实际值/V	电压测量值/V	电压门限值/V	电压精度/%	是否告警
[0039]	198.0	198.2	198.0	0.1	是
	220.0	220.1		0.1	
	264.0	264.5	264.0	0.2	是

[0040] 在发明实施例中,利用绝缘校验模块校验绝缘下降或接地选线功能测试,用户在第一上位机上选择需要校验的模式(正极接地或是负极接地或是两极接地),然后输入需要的接地阻值的大小:0~999.9K Ω ;绝缘校验控制单元根据用户所输入的电压值控制直流可调开关电源I、直流可调开关电源II和直流可调开关电源III进行电压调节输出,绝缘校验控制单元根据用户所选择的校验模式和输入的接地阻值大小控制继电器的闭合进行模式的切换和阻值的输出,同时在电流输出线上面产生漏电流,开始测试后,查看被测设备的选线功能是否正常,阻值显示精度是否合格,绝缘校验结束后,第一上位机根据用户输入的测试参数生成报表输出,如表3所示;

[0041] 表3接地及选线功能校验数据

[0042]

接地性质	接地电阻		测量精度	是否选线	是否合格	
	实际值/K Ω	测量值/K Ω	/%			
单极接地	10.0	9.8	2.0	是		
	25.0	24.5	2.0	是		
	50.0	49.1	1.8	是		
两极接地	10.0	9.8	2.0	是		
	正极	25.0	24.8	0.8	是	合格
		50.0	49.0	2.0	是	
		10.0	10.2	2.0	是	
	负极	25.0	25.8	3.2	是	
	50.0	51.2	2.4	是		

[0043] 用户在第一上位机上选择需要校验的模式(正极接地或是负极接地或是两极接地),然后输入需要的接地阻值的大小:0~999.9K Ω ;绝缘校验控制单元根据用户所输入的电压值控制直流可调开关电源I、直流可调开关电源II和直流可调开关电源III进行电压调节输出,绝缘校验控制单元根据用户所选择的校验模式和输入的接地阻值大小控制继电器

的闭合进行模式的切换和阻值的输出,同时在电流输出线上面产生漏电流,开始测试后,查看被测设备的选线功能是否正常,阻值显示精度是否合格,绝缘校验结束后,第一上位机根据用户输入的测试参数生成报表输出。

[0044] 在发明实施例中,利用绝缘校验模块进行交流窜电校验,在第一上位机上选择交流窜入直流校验功能,输入窜入直流的极性和交流电压的大小;绝缘校验控制单元发出命令,控制L298N电机驱动芯片并驱动电机动作,调节交流电压大小范围为0-300V;用户通过选择第一拨动开关组和第二拨动开关组,实现交流电压窜入直流的正极还是负极,通过被测设备的显示和报警,按照第一上位机的提示录入被测设备的显示电压大小,检测完成后第一上位机自动生成报表,显示被测设备的交流窜电功能和精度大小,交流窜入直流校验数据如表4所示。

[0045] 表4交流窜入直流校验数据表

	交流实际值/V	设备测量值/V	精度/%	是否合格
[0046]	50.0	49.0	2.0	
	110.0	109.2	0.8	合格
	220.0	221.2	0.6	

[0047] 结合图9,在本发明实施例中,通过回路法检测出电压正负极对地的阻抗值来确定对地分布电容的大小,所述对地分布电容测试单元包括第二分压电路、第三滤波电路、第三稳压保护电路、第一电压放大电路、第一A/D数模转换器、第三分压电路、第四滤波电路、第四稳压保护电路、第二电压放大电路、第二A/D数模转换器、检测桥和电流补偿电路,所述第二分压电路的一端与直流系统母线输出电压的正极连接,第二分压电路的另一端依次通过第三滤波电路、第三稳压保护电路、第一电压放大电路和第一A/D数模转换器与对地参数检验控制单元连接,所述第三分压电路的一端与直流系统母线输出电压的负极连接,第三分压电路的另一端依次通过第三分压电路、第四滤波电路、第四稳压保护电路、第二电压放大电路、第二A/D数模转换器与对地参数检验控制单元连接;所述检测桥的输入端分别与直流系统母线输出电压的负极和正极连接,所述检测桥的输出端与对地参数检验控制单元连接。所述第一A/D数模转换器和第二A/D数模转换器采用ADS1232模数转换芯片,所述D/A模数转换采用DAC7513芯片。所述第二分压电路包括电阻R4和电阻R5,第三滤波电路包括电阻R6和电容C1,第三稳压保护电路包括二极管D7和二极管D8,所述第一电压放大电路包括运算放大器A1,所述电阻R4的一端与直流系统母线输出电压的正极连接,所述电阻R5的一端与电阻R6的一端并联连接后再与电阻R4的另一端串联连接,所述电阻R6另一端与运算放大器A1的正输入端连接,所述电容C1的一端与二极管D7的阳极、二极管D8的阴极连接后再与电阻R6的另一端连接,所述电阻R5的另一端和电容C1的另一端分别与地连接,二极管D7的阴极与+3.3V电源连接,所述二极管D8的阳极和运算放大器A1的负极输入端分别与地连接,所述运算放大器A1的输出端与对地参数检验控制单元连接;所述第三分压电路包括电阻R7和电阻R8,第三滤波电路包括电阻R9和电容C2,第四稳压保护电路包括二极管D9和二极管D10,所述第二电压放大电路包括运算放大器A2和运算放大器A3,所述电阻R7的一端与直流系统母线输出电压的负极连接,所述电阻R8的一端与电阻R9的一端连接后再与电阻R7连

接,所述电阻R9的另一端与运算放大器A2的正输入端连接,所述电容C2的一端与二极管D9的阳极、二极管D10的阴极连接后再与电阻R9的另一端连接,所述二极管D9的阴极与3.3V电源连接,所述电阻R8的另一端、电容C2的另一端、二极管D10的阳极分别与地连接,所述运算放大器A2的输出端分别与运算放大器A3负极输入端和运算放大器A2的正极输入端连接,所述运算放大器A3的输出端通过第二A/D转换器与对地参数检验控制单元连接,所述运算放大器A2的负极输入端和运算放大器A3的正极输入端都分别与地连接。

[0048] 结合图9,在本发明实施例中,所述电流补偿电路包括D/A模数转换器、电阻R10、电容C3、电阻R11和电容C4,运算放大器A4、运算放大器A5、PNP型三级管SA1009和NPN型三极管C2333,对地参数检验控制单元输出检测信号通过D/A模数转换器进行转换,所述电阻R10的一端与电容C3的一端连接后与D/A模数转换器连接,所述电阻R10的另一端与运算放大器A4的正极输入端连接,运算放大器A4的输出端与PNP型三级管SA1009的基极连接,PNP型三级管SA1009的集电极通过平衡电阻R13与直流系统母线输出电压的负极连接,所述电阻R11的一端与电容C4的一端连接后与D/A模数转换器连接,所述电阻R11的另一端与运算放大器A5的正极输入端连接,运算放大器A5的输出端与NPN型三极管C2333的基极连接,NPN型三极管C2333的集电极通过平衡电阻R12与直流系统母线输出电压的正极连接,所述电容C3的另一端、电容C4的另一端、运算放大器A4的负极输入端、运算放大器A5的负极输入端、PNP型三级管SA1009的发射极和NPN型三极管C2333的发射极都分别与地连接。

[0049] 结合图9,所述检测桥包括继电器KM1、继电器KM2、电阻R14和电阻R15,初始状态电阻R14和电阻R15处于接地状态,继电器KM1、继电器KM2处于断开状态,CPU控制单元只分别与继电器KM1和继电器KM2连接,由于继电器KM1和继电器KM2是由线圈和开关组成的,继电器KM1和继电器KM2的线圈分别与CPU控制单元连接在一起,继电器KM1的开关一端与直流系统母线输出电压的正极连接,继电器KM1的开关另一端与电阻R14的一端连接,电阻R14的另一端接地,继电器KM2的开关一端与直流系统母线输出电压的负极连接,继电器KM2的开关另一端与电阻R15的一端连接,电阻R15的另一端接地,当对地参数检验控制单元输出高电平后,继电器KM1和继电器KM2的线圈产生磁力,使得开关闭合,对地参数检验控制单元输出低电平后,继电器KM1和继电器KM2的线圈磁力消失,开关断开,每次开机时启动一次检测桥,检测完之后两个继电器就断开,当母线对地电压偏差超过15V时设备会再次启动检测桥进行检测。

[0050] 结合图9,在本发明实施例中,当开始进行对地分部电容检测时,对地参数检验控制单元输出通过启动检测桥,PNP型三级管SA1009,NPN型三极管C2333进入工作状态,并向直流系统母线中注入小信号电流,导致直流系统的正电压与负电压对地发生改变,在改变瞬间,直流系统对地分部电容会有轻微电压变化,直流系统对地电压分别通过第二分压电路和第三分压电路后,再分别经各自的RC二阶低通滤波电路把信号给到第一A/D数模转换器和第二A/D数模转换器进行模拟信号转换为数字信号,输入对地参数检验控制单元进行数据处理,对地参数检验控制单元输出采集的电压点时,开始启动检测桥并开始计时检测的时间,一直计时到电压变化稳定后的时间为止,然后根据公式 $\tau=R \cdot C$ 计算系统对地的分布电容的大小;与此同时,对地参数检验控制单元通过计算和分析第一A/D数模转换器和第二A/D数模转换器送回的数据,并根据检测桥的大小进行系统对地电阻和系统分布电容的计算,计算完成后通过LCD显示单元把系统的相关信息显示,并输出告警信号,此时,

根据工作的模式,对地参数检验控制单元向直流系统母线输出一个频率固定的补偿电流信号,该电流信号经过对地参数检验控制单元输出数字信号,再通过D/A模数转换器把数字信号转换为模拟信号后分别经过由电阻R10和电容C3以及R11和C4组成的RC低通滤波电路进行滤波,然后经过电压放大电路把模拟信号进行放大处理,最后通过PNP型三极管SA1009和NPN型三极管C2333向直流系统中给出该补偿电流信号,此时系统故障点会产生一个固定频率的漏电流信号,对地参数检验控制单元向第一无线通信模块发送数据,通过第一无线模块把数据发送到检测仪上面进行接收,提供直流系统母线对地分布电容检测值的大小。

[0051] 分布电容模块的电压点高速采样单元,通过启动检测桥,直流系统母线的正负对地电压会有一个变化的过程,在这个电压变化的过程中,采用电压点的高速采样,采样频率为100ms,采样所需时间即为对地电压稳定后所采样电压值以及电压稳定所需的时间,然后断开电阻R14和电阻R15,直流系统母线对地电压会发生变化,用同样的方法采样,得到另外一个时间,然后把数据送到对地参数检验控制单元进行数据分析,通过电容的放电时间常数公式计算该系统的分布电容,并根据这些数据给第二上位机进行风险评估,最后由第二上位机给出一份风险评估报告。

[0052] 结合图10,在本发明实施例中,所述接地检测及故障定位单元包括第五滤波电路、电流放大电路、第三A/D转换器、第二无线通信模块和电流钳表,所述电流钳表的正极输出端依次通过第五滤波电路、电流放大电路、第三A/D转换器与对地参数检验控制单元连接,所述第二无线通信模块的型号采用NRF24L01无线通信模块;在本发明实施例中,所述滤波电路包括电阻R16、电容C5,电流放大电路包括电阻R17、电容C6和运算比较器A6,所述电阻R16的一端与电流钳表的正极输出端连接,所述电容C5一端和电阻R17的一端连接后与电阻R16的另一端连接,所述电容C6的一端和电阻R17另一端连接后与运算比较器A6的正极输入端连接,所述运算比较器A6的输出端通过第三A/D转换器连接与对地参数检验控制单元连接,所述运算比较器A6的负极输入端、电容C5另一端和电容C6的另一端都分别与地连接;所述运算比较器A6采用OP07芯片,在本发明实施例中,通过电流钳表采集直流馈线母线中的漏电流,经过由电阻R16和电容C5组成的滤波电路滤除干扰,经过一个OP07运算比较器进行电流跟随放大后,由第三A/D转换器将模拟信号转换器进行转换成数字信号后送给对地参数检验控制单元进行数据处理,对地参数检验控制单元通过发出命令,由第三A/D转换器ADS1232模数转换器把模拟电流信号转换为数字信号信号发送给对地参数检验控制单元进行数据处理和对比,通过计算最后得出故障接地阻值大小,并在LCD显示单元进行显示并显示接地故障点的相对方向以及显示直流馈线母线中的波形变化曲线,按照同样的方法对每一根馈线进行漏电流的检测,知道定位到故障点;如果该线路存在的干扰较大,可以通过调节电流钳表信号幅值和频率避开干扰,同时还可以通过对地参数检验控制单元发出控制命令,通过第二无线模块NRF24L01接收信号,供给定位接地故障点使用,可以实现所有故障的检测和故障的定位。

[0053] 以上所述仅为发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

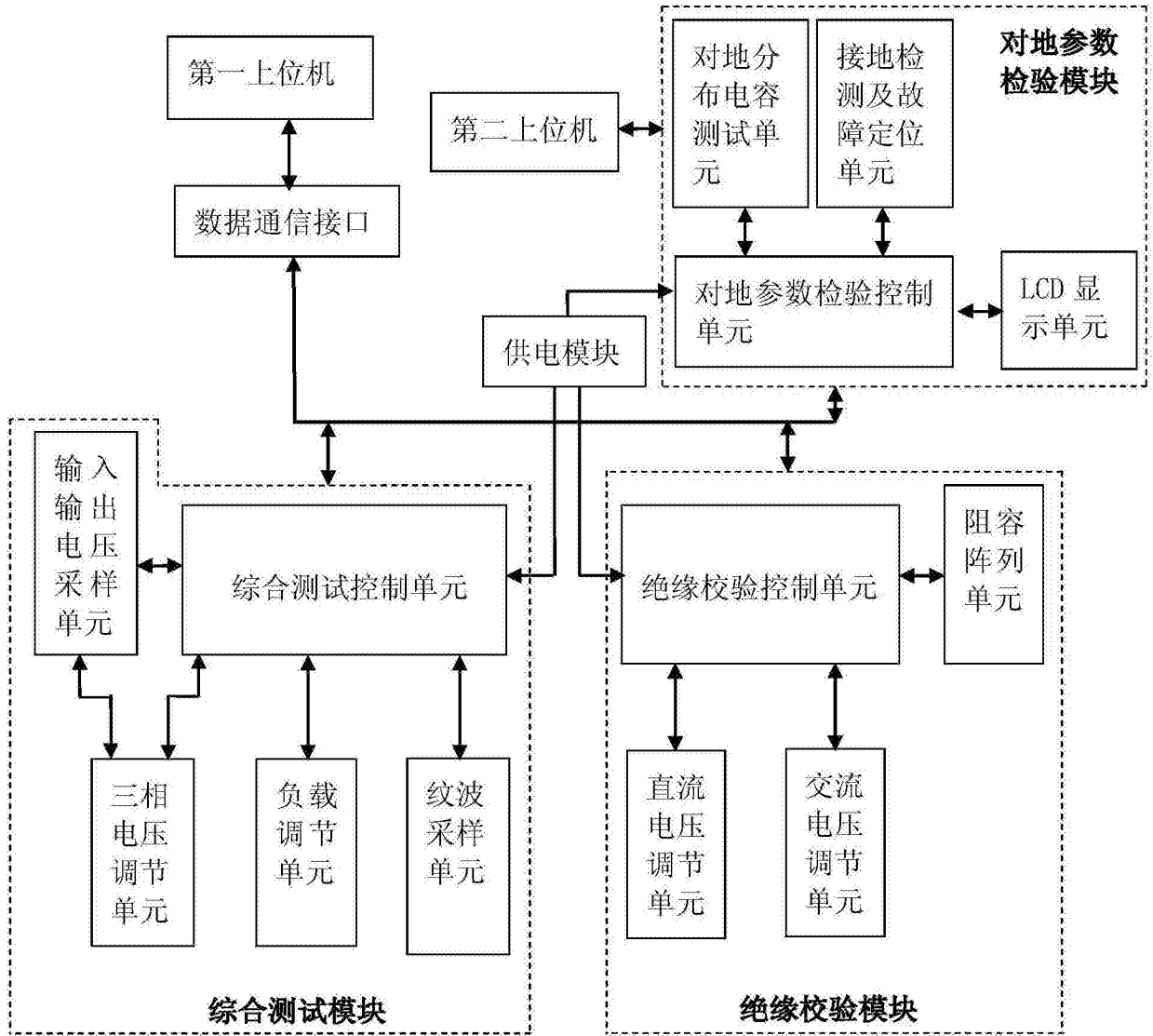


图1

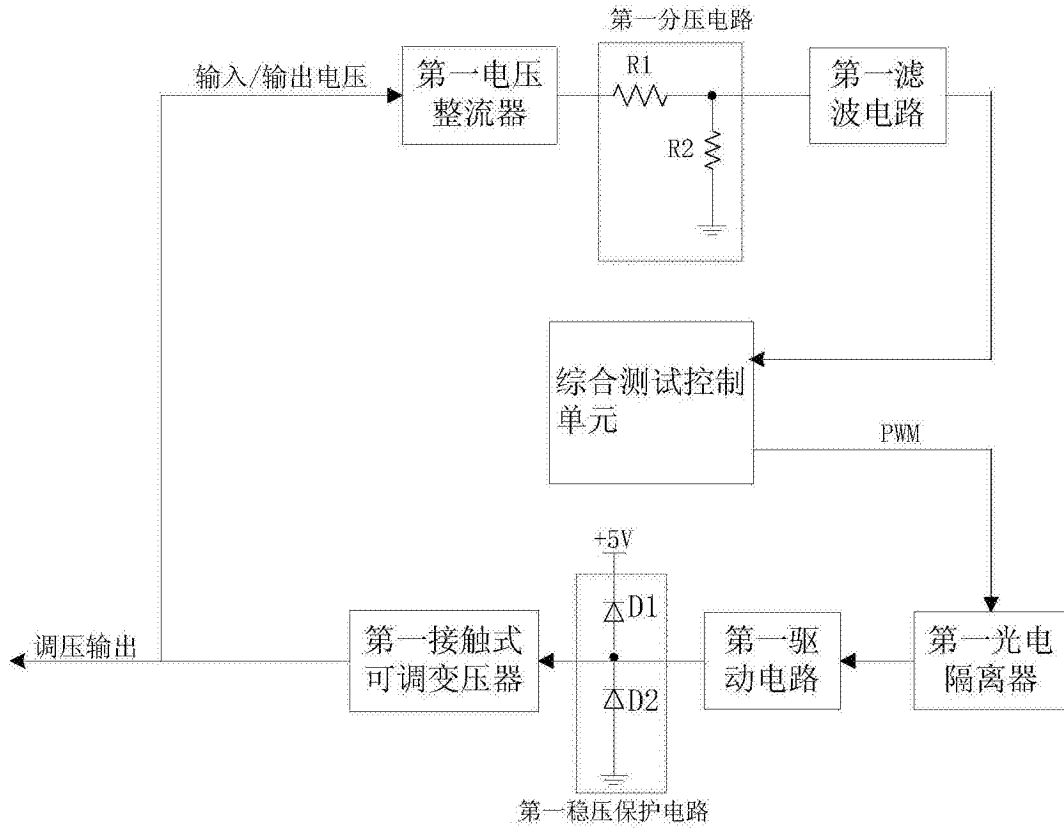


图2

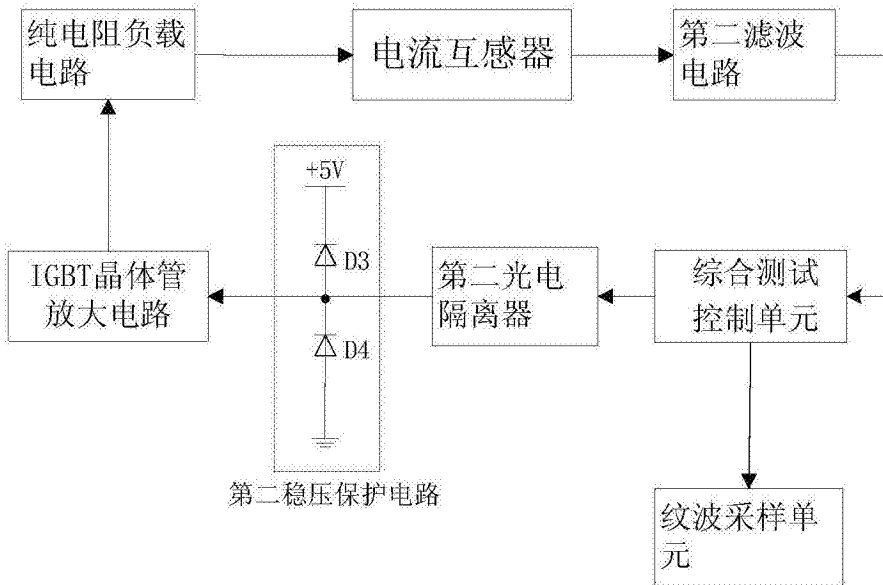


图3

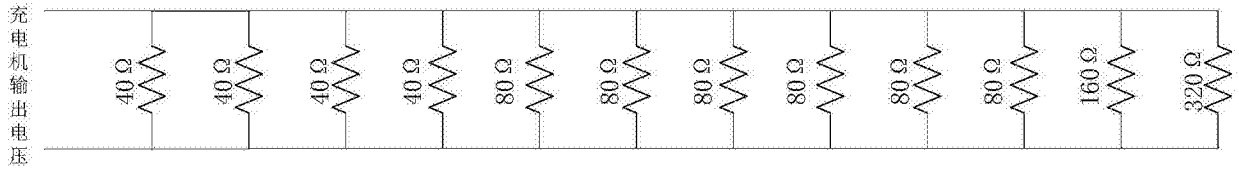


图4

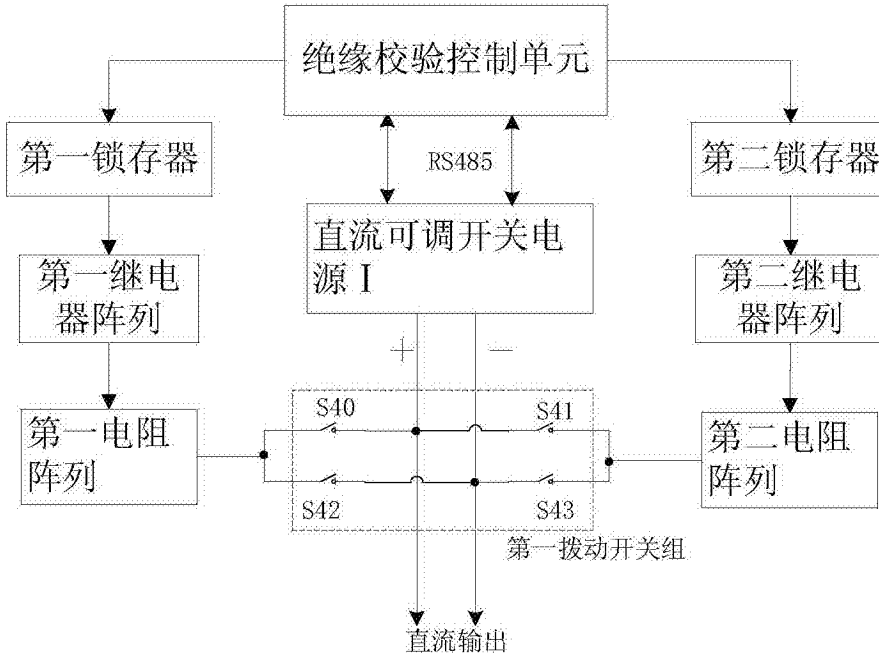


图5

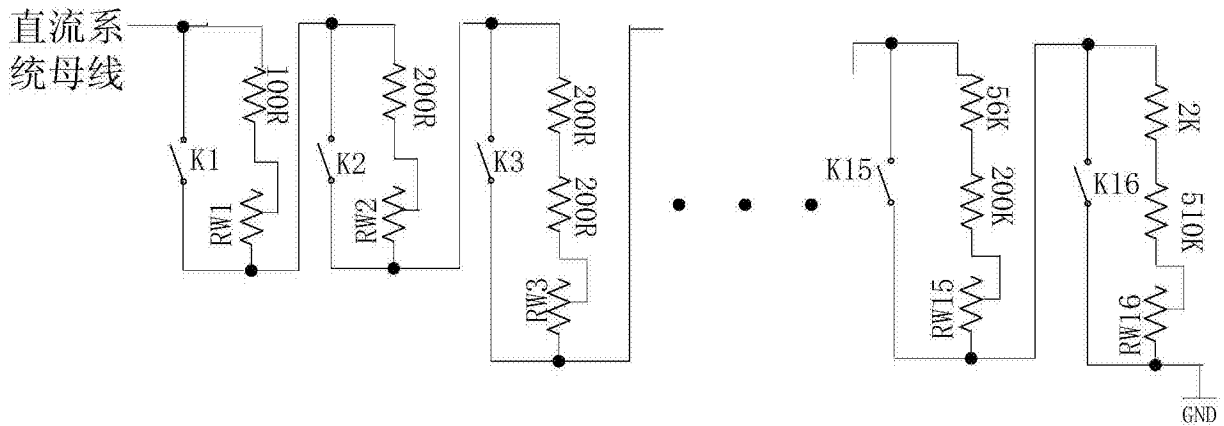


图6

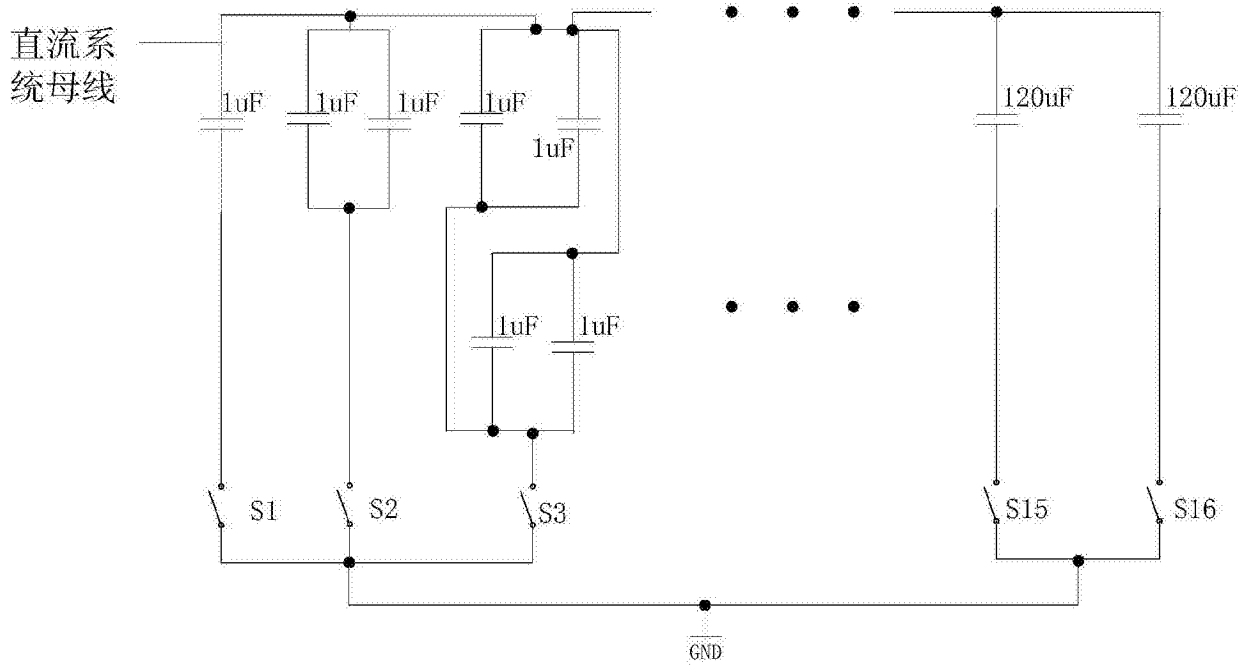


图7

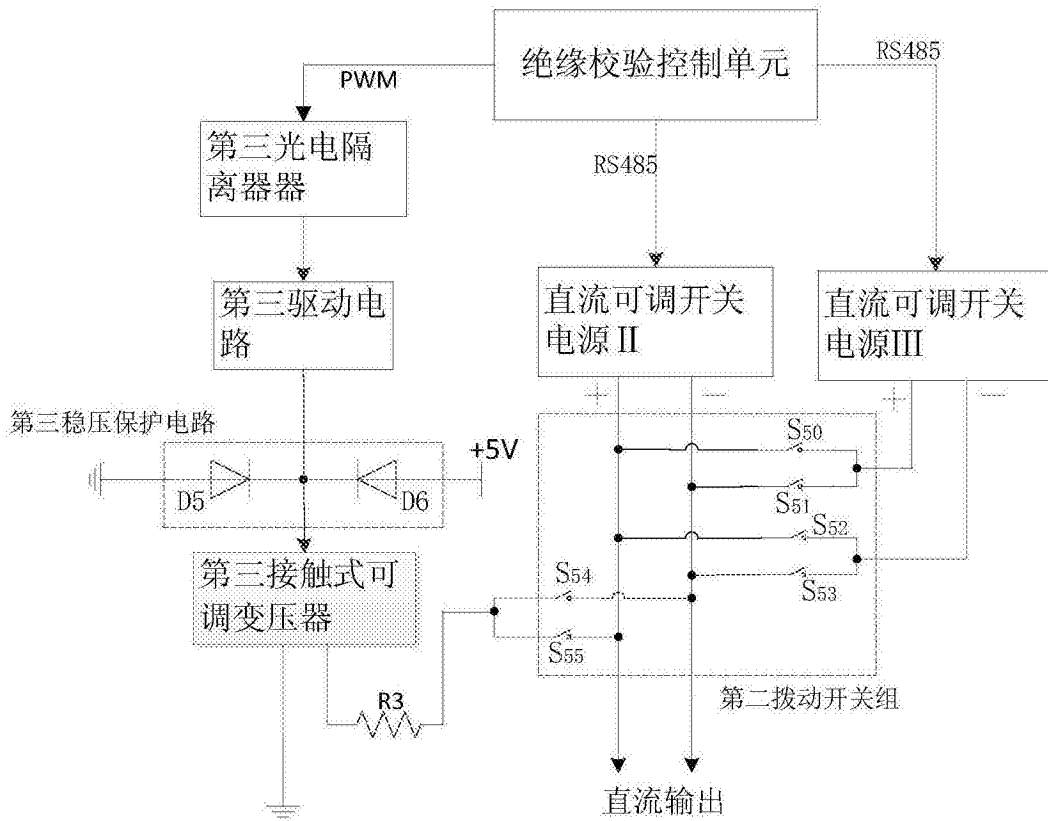


图8

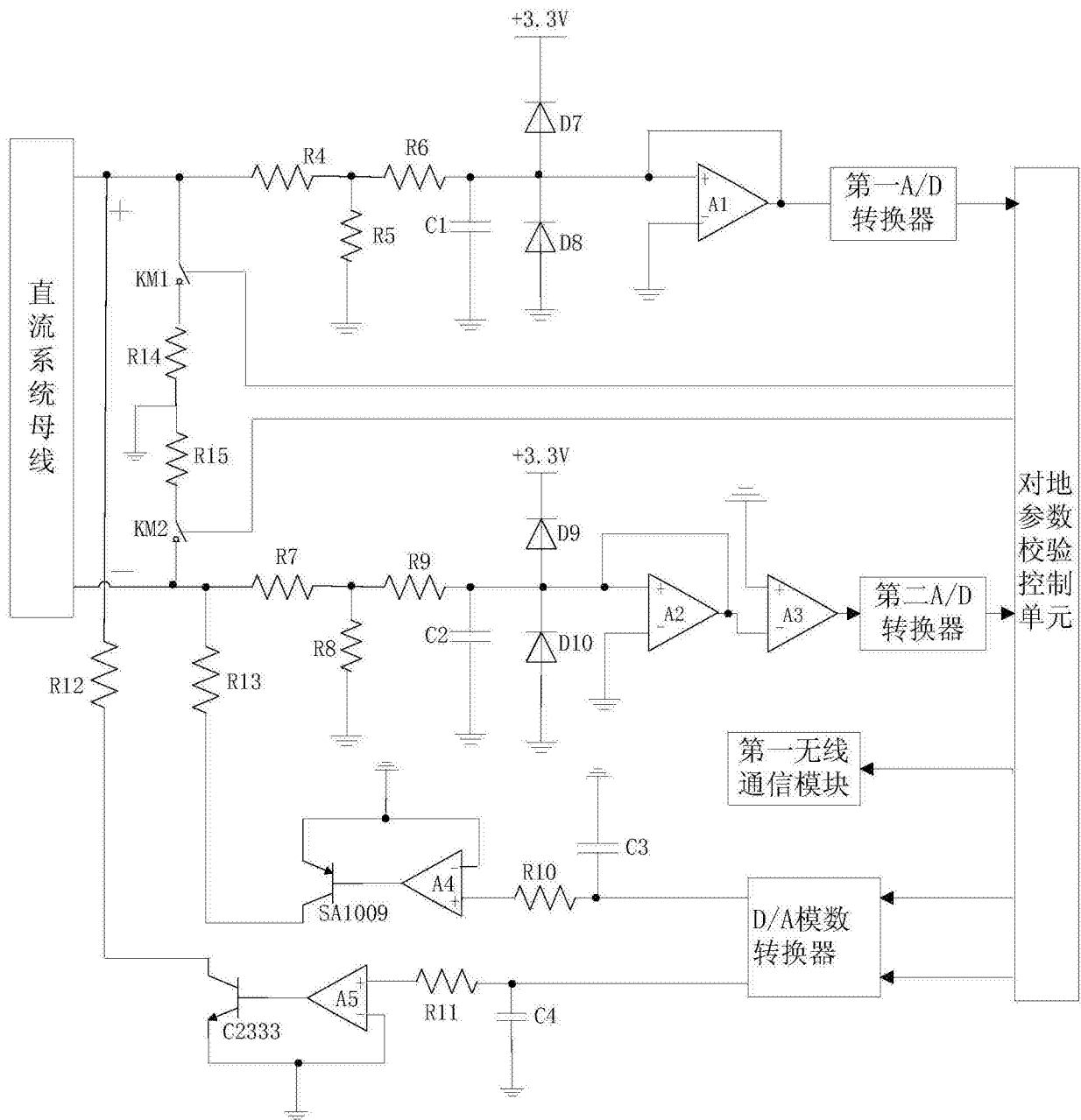


图9

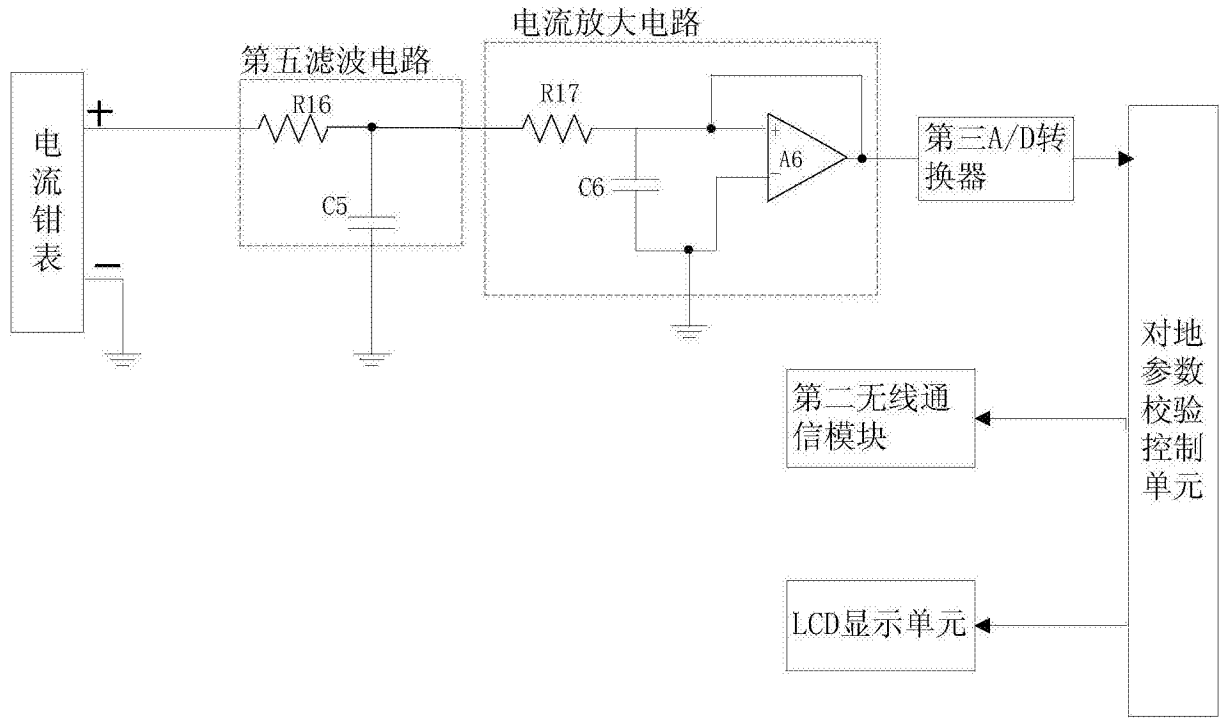


图10