(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206945802 U
(45)授权公告日 2018.01.30

(21)申请号 201720738759.9

(22)申请日 2017.06.23

(73)专利权人 沈阳工程学院
地址 110136 辽宁省沈阳市沈北新区蒲昌路18号

(72)发明人 戴宪滨 戴菁 戴鹏

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109
代理人 梁焱

(51)Int.Cl.
G01R 19/00(2006.01)
G01R 31/02(2006.01)
G05B 19/042(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

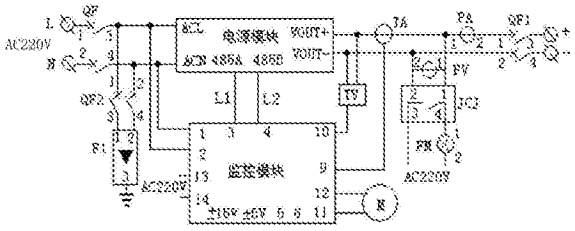
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)实用新型名称

一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源

(57)摘要

本实用新型提供一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，涉及电力系统的控制技术领域。该控制电源包括交流输入接线柱、交流开关、监控模块、电源模块、绝缘监察装置、报警器、直流开关、直流电压表、直流电流表、电流传感器、电压传感器和直流输出接线柱，监控模块接收上位机指令，采用模糊自整定PI控制和重复控制相组合的方式对输入电压自动调节，控制电源模块输出稳定的直流电压，绝缘监察装置自动检测直流输出回路是否接地或绝缘完好。本实用新型采用集成化、模块化结构，具有数字化智能监控、各种保护功能和绝缘监察与告警功能，使现场引接输入电源方便，有效改善控制电源动态性能，使其应用的电力系统安全稳态运行。



CN 206945802 U

1.一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，其特征在于：包括交流输入接线柱、交流开关、监控模块、电源模块、绝缘监察装置、报警器、直流开关、直流电压表、直流电流表、电流传感器、电压传感器和直流输出接线柱；

所述交流开关的第一端连接交流输入接线柱，用于连接220V交流输入电源；电源模块采用ER22005/S型号，电源模块的输入端和监控模块的输入电压采集端均连接于交流开关的第二端，所述电源模块的控制接收端通过两个开关管控制导线连接监控模块的驱动控制端；所述电压传感器的输入端并联在电源模块的输出端，电压传感器的输出端连接监控模块的输出电压采集端；所述电流传感器和直流电流表依次串联在电源模块的输出端与直流开关之间的一根导线上，电流传感器TA的输出端连接监控模块的输出电流采集端，直流开关的另一端连接直流输出接线柱；所述绝缘监察装置的输入端和直流电压表均并联在电源模块的输出端，所述报警器连接在绝缘监察装置的一个输出端与220V交流工作电源之间，绝缘监察装置的另一个输出端直接与220V交流工作电源连接；所述电压传感器和电流传感器均为霍尔传感器；

所述监控模块包括显示单元和控制单元及其外围电路；所述显示单元为液晶显示器，其输入端连接控制单元；所述控制单元为微处理器；所述控制单元的外围电路包括辅助电源、输入电压采样电路、输出电压采样电路、输出电流采样电路、开关管驱动电路和RS232接口电路；

所述辅助电源采用硅整流电源装置，其输出端连接监控模块的微处理器、输入电压采样电路、输出电压采样电路、输出电流采样电路、开关管驱动电路和RS232接口电路及电流传感器和电压传感器；

所述输入电压采样电路和输出电压采样电路的电路结构相同，其输入端分别作为监控模块的输入电压采集端和输出电压采集端，其输出端均与微处理器连接；所述输出电流采样电路的输入端作为监控模块的输出电流采集端，与电流传感器的输出端连接，输出电流采样电路的输出端与微处理器连接；

所述开关管驱动电路的输出端作为监控模块的驱动控制端，连接电源模块中的控制接收端，开关管驱动电路的输入端连接微处理器的PWM方波输出端；

所述RS232接口电路连接于微处理器与发电厂或智能变电站的上位机之间；

所述绝缘监察装置包括两个直流输入端子1和2、两个切换开关SB、电阻R1、R2、R3、R4、R5、R6、电压表V、整流桥U、光耦隔离器件IC1、运算放大器IC2、微型继电器ZJ和三极管VT；直流输入端子1和2分别与电源模块的输出端子VOUT+和VOUT-相连接；两个切换开关SB的一端分别连接直流输入端子1和2，另一端均连接电压表V后接地；电阻R1、R2串联后并联在直流输入端子1和2之间；整流桥U的两个直流端分别连接电阻R1、R2的中间节点和接地，两个交流端连接光耦隔离器件IC1的两个输入端，光耦隔离器件IC1的两个输出端分别连接直流电源VCC和运算放大器IC2的正相输入端；运算放大器IC2的正相输入端同时连接电阻R4后接地，运算放大器IC2的反相输入端连接电阻R3后连接直流电源VCC，运算放大器IC2的反相输入端同时连接电阻R5后接地；运算放大器IC2的输出端连接电阻R6一端，电阻R6另一端连接三极管VT的基极，三极管VT的集电极连接微型继电器ZJ的线圈后连接直流电源VCC，微型继电器ZJ的动合触点端子3和端子4作为绝缘监察装置的输出端。

2.根据权利要求1所述的发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，其特征在于：所

述发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源还包括浪涌抑制器;所述浪涌抑制器通过辅助交流开关连接至所述交流开关的第二端,浪涌抑制器的接地端进行接地。

3.根据权利要求2所述的发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源,其特征在于:所述发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源还包括电源机箱,包括箱体(101)、前端盖(102)、箱锁(103)、安装面板(104)、后端盖板(105)和提手(106);所述箱体(101)的外壳接地,所述箱锁(103)设于前端盖(102)与箱体(101)对接处;所述安装面板(104)设于前端盖(102)的后侧,安装面板(104)上嵌入安装交流输入接线柱、交流开关、监控模块、电源模块、绝缘监察装置、报警器、直流开关、直流电压表、直流电流表、浪涌抑制器、直流输出接线柱和接地端子,所述接地端子用于连接浪涌抑制器的接地端;所述后端盖板(105)与箱体(101)为一体结构,后端盖板(105)上嵌入式固定安装有2台风扇(107);所述提手(106)设于箱体(101)的一个侧面上。

4.根据权利要求3所述的发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源,其特征在于:所述监控模块的外围电路还包括风扇驱动电路,其输出端作为温度控制端,连接电源机箱上的2台风扇(107),其输入端与微处理器的PWM方波输出端连接。

5.根据权利要求3或4所述的发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源,其特征在于:所述电源模块通过电源模块支架安装在安装面板(104)上,所述电源模块支架包括两个支座、支撑面板(1010)和限位结构,所述两个支座为开口相对放置的两个对称U型底座(109),两个U型底座(109)的下端分别设有2个支架底座螺栓(1011),用于与电源机箱的安装面板(104)固定;所述支撑面板(1010)固定设于两个U型底座(109)的上端,所述限位结构为两根平行且固定设于所述支撑面板上的角铁(1012),电源模块固定于角铁(1012)上。

6.根据权利要求5所述的发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源,其特征在于:所述箱体(101)和安装面板(104)的材料为2.0mm厚铝板,箱体(101)经喷涂处理;前端盖(102)内衬半球形黑色海绵,并内衬密封件;箱锁(103)设有四把,分别对称设于前端盖(102)与箱体(101)对接处的两侧。

一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电力系统的控制技术领域，尤其涉及一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源。

背景技术

[0002] 新建或扩建的发电厂和智能变电站，为确保其安全稳定运行，投入电力系统运行前，必须在生产现场校验电气二次回路与设备(继电保护装置、安全自动装置、控制回路、信号回路、自动调节回路)的完好性。上述电气二次回路与设备均需要控制电源来驱动，而现有控制电源一般有两种类型。第一种，采用发电厂和变电站的直流电源兼作控制电源，为屋内固定安装、金属框架柜式结构，主要器件为蓄电池组，其体积2360×800×550，重量达500kg 以上；每次试验之前，都要引接电缆至现场。第二种，专用控制电源，主要器件由直流电源仪、操作控制仪和示波器三大独立部分组成，为分体式结构；每次试验之前，都要在现场将三大器件间接线互联、进行完好性测试。

[0003] 现有的控制试验电源存在许多问题。

[0004] 第一种控制电源存在的问题如下：①蓄电池组由多节蓄电池串、并联组成，常处于“浮充电运行状态”，由于每节蓄电池充、放电电压和电流不均匀，常造成蓄电池极板击穿而损坏，所以，不可靠、运行与检修工作量大；②每节蓄电池发热严重，外壳为密封结构，本体上又无散热设备，若不能及时散热，有爆炸的危险；另外，每节蓄电池的塑料外壳因受热，会产生异味，对环境造成污染；③对现场的“继电保护与自动装置设备、开关的操作机构、主变压器分接头调整设备”等二次设备试验时，要从发电厂和变电站的直流系统引接试验电源，既不方便，又因引接电缆线较长，电压降落大，造成电源电压质量不合格；④若试验回路发生直流接地短路，会引起发电厂和变电站的直流系统母线电压下降，造成“监控、保护与自动装置”失去工作电源，使得电力系统在无监控、无保护状况下运行，会危及电力系统的安全运行；⑤二次回路设备试验时，若交流量误接入直流试验回路，交流量经试验回路会进入发电厂和变电站的直流系统，将引起其它间隔的继电保护装置误动作，造成大面积停电，严重时电网解列，影响电力系统安全稳定运行。

[0005] 第二种控制电源存在的问题如下：①选用传统的晶体管放大型直流电源作为控制电源，输出电压手动调节、输出特性差，直流纹波大，输出电压受负载影响大，过流能力弱；电源人机界面差，保护功能简单，无绝缘监察和远方通讯功能；电源工作效率低，重量大，不适合现场工作；②控制电源采用软开关技术，但软开关技术存在诸多的弊端，例如：多整流模块并联运行，反馈环路增加，使得直流系统的稳定性受影响；③带冲击性负载能力差；发电厂和智能变电站的高压断路器与继电保护装置传动试验时，由于高压断路器的分、合闸速度快(毫秒级)为冲击性负载，电源的输出电压波动较大，影响高压断路器与继电保护装置传动测试的准确性；④控制电源输出直流电压调整范围窄，不能满足直流电压(85-110)U_N变化时，电力系统二次回路设备试验电压要求；⑤控制电源一般无直流绝缘监察功能；即使有此功能，当试验回路发生直流两极(正、负极)同时接地，即对称性绝缘降低时，其绝缘

监察电路反应不灵敏，或发生拒报警；⑥电源的控制器即使采用重复控制——数字控制方式，但动态响应慢；重复控制虽然可以保证电源输出波形精确跟踪给定，但重复控制得到的控制指令并不是立即输出，而是滞后一个参考周期才输出；若控制电源内部出现干扰，消除干扰对输出的影响至少要一个参考周期，在干扰出现的一个周期内，电源控制器对于干扰并不产生任何调节作用，严重影响了控制电源的动态性能。

实用新型内容

[0006] 针对现有技术的缺陷，本实用新型提供一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，用于发电厂和智能变电站，作为校验二次回路设备完好性试验时的控制电源，使得现场引接输入电源方便，电源输出电压的调整具有手动和自动两种方式，调整范围宽，满足试验要求；电源装置硬件电路采用集成化、模块化拓扑结构，体积小、重量轻，并具有数字化智能监控功能、各种保护功能和绝缘监察与告警功能，能有效改善控制电源的动态性能，使其应用的电力系统安全稳态运行。

[0007] 为解决上述技术问题，本实用新型所采取的技术方案是：一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，包括交流输入接线柱、交流开关、监控模块、电源模块、绝缘监察装置、报警器、直流开关、直流电压表、直流电流表、电流传感器、电压传感器和直流输出接线柱；

[0008] 所述交流开关的第一端连接交流输入接线柱，用于连接220V交流输入电源；电源模块采用ER22005/S型号，电源模块的输入端和监控模块的输入电压采集端均连接于交流开关的第二端，所述电源模块的控制接收端通过两个开关管控制导线连接监控模块的驱动控制端；所述电压传感器的输入端并联在电源模块的输出端，电压传感器的输出端连接监控模块的输出电压采集端；所述电流传感器和直流电流表依次串联在电源模块的输出端与直流开关之间的一根导线上，电流传感器TA的输出端连接监控模块的输出电流采集端，直流开关的另一端连接直流输出接线柱；所述绝缘监察装置的输入端和直流电压表均并联在电源模块的输出端，所述报警器连接在绝缘监察装置的一个输出端与220V交流工作电源之间，绝缘监察装置的另一个输出端直接与220V交流工作电源连接；所述电压传感器和电流传感器均为霍尔传感器；

[0009] 所述监控模块包括显示单元和控制单元及其外围电路；所述显示单元为液晶显示器，其输入端连接控制单元；所述控制单元为微处理器；所述控制单元的外围电路包括辅助电源、输入电压采样电路、输出电压采样电路、输出电流采样电路、开关管驱动电路和RS232接口电路；

[0010] 所述辅助电源采用硅整流电源装置，其输出端连接监控模块的微处理器、输入电压采样电路、输出电压采样电路、输出电流采样电路、开关管驱动电路和RS232接口电路及电流传感器和电压传感器；

[0011] 所述输入电压采样电路和输出电压采样电路的电路结构相同，其输入端分别作为监控模块的输入电压采集端和输出电压采集端，其输出端均与微处理器连接；所述输出电流采样电路的输入端作为监控模块的输出电流采集端，与电流传感器的输出端连接，输出电流采样电路的输出端与微处理器连接；

[0012] 所述开关管驱动电路的输出端作为监控模块的驱动控制端，连接电源模块中的控

制接收端，开关管驱动电路的输入端连接微处理器的PWM方波输出端；

[0013] 所述RS232接口电路连接于微处理器与发电厂或智能变电站的上位机之间；

[0014] 所述绝缘监察装置包括两个直流输入端子1和2、两个切换开关SB、电阻R1、R2、R3、R4、R5、R6、电压表V、整流桥U、光耦隔离器件IC1、运算放大器IC2、微型继电器ZJ和三极管VT；直流输入端子1和2分别与电源模块的输出端子VOUT+和VOUT-相连接；两个切换开关SB的一端分别连接直流输入端子1和2，另一端均连接电压表V后接地；电阻R1、R2串联后并联在直流输入端子1和2之间；整流桥U的两个直流端分别连接电阻R1、R2的中间节点和接地，两个交流端连接光耦隔离器件IC1的两个输入端，光耦隔离器件IC1的两个输出端分别连接直流电源VCC和运算放大器IC2的正相输入端；运算放大器IC2的正相输入端同时连接电阻R4后接地，运算放大器IC2的反相输入端连接电阻R3后连接直流电源 VCC，运算放大器IC2的反相输入端同时连接电阻R5后接地；运算放大器IC2的输出端连接电阻R6一端，电阻R6另一端连接三极管VT的基极，三极管VT的集电极连接微型继电器ZJ的线圈后连接直流电源VCC，微型继电器ZJ的动合触点端子3和端子4作为绝缘监察装置的输出端。

[0015] 优选地，发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源还包括浪涌抑制器；所述浪涌抑制器通过辅助交流开关连接至所述交流开关的第二端，浪涌抑制器的接地端进行接地。

[0016] 优选地，发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源还包括电源机箱，包括箱体、前端盖、箱锁、安装面板、后端盖板和提手；所述箱体外壳接地，所述箱锁设于前端盖与箱体对接处；所述安装面板设于前端盖的后侧，安装面板上嵌入安装交流输入接线柱、交流开关、监控模块、电源模块、绝缘监察装置、报警器、直流开关、直流电压表、直流电流表、浪涌抑制器、直流输出接线柱和接地端子，所述接地端子用于连接浪涌抑制器的接地端；所述后端盖板与箱体为一体结构，后端盖板上嵌入式固定安装有2台风扇；所述提手设于箱体的一个侧面上。

[0017] 优选地，所述监控模块的外围电路还包括风扇驱动电路，其输出端作为温度控制端，连接电源机箱上的2台风扇，其输入端与微处理器的PWM方波输出端连接。

[0018] 优选地，所述电源模块通过电源模块支架安装在安装面板上，所述电源模块支架包括两个支座、支撑面板和限位结构，所述两个支座为开口相对放置的两个对称U型底座，两个U 型底座的下端分别设有2个支架底座螺栓，用于与电源机箱的安装面板固定；所述支撑面板固定设于两个U型底座的上端，所述限位结构为两根平行且固定设于所述支撑面板上的角铁，电源模块固定于角铁上。

[0019] 优选地，所述箱体和安装面板的材料为2.0mm厚铝板，箱体经喷涂处理；前端盖内衬半球形黑色海绵，并内衬密封件；箱锁设有四把，分别对称设于前端盖与箱体对接处的两侧。

[0020] 由上述技术方案可知，本实用新型的有益效果在于：本实用新型提供的一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，用于发电厂和智能变电站，作为校验监测设备、控制设备、继电保护与自动装置设备、开关的操作机构、主变压器分接头调整设备等二次回路设备完好性试验时的控制电源，使得现场引接输入电源方便，电源输出电压调整具有手动和自动两种方式，调整范围宽，能实现(30-150)％U_N范围调整，满足试验要求；电源装置硬件电路采用集成化、模块化拓扑结构，体积小、重量轻，便于移动携带，并具有数字化智能监

控功能、各种保护功能和绝缘监察与告警功能，能有效改善控制电源的动态性能，使其应用的电力系统安全稳态运行。具体功能如下：

[0021] (1)智能监控功能：①自动闭锁功能，监控模块检测到现场直流试验回路发生故障时，发出指令，快速闭锁电源模块输出回路，使控制电源直流输出电压为零，保护了控制电源设备；②散热风扇自动控制功能，监控模块对控制电源的直流输出电流进行综合检测，实现风扇的自动启停控制，达到良好散热目的；③通讯功能，利用监控模块的通信接口，把控制电源的直流输出电压和电流值、保护和告警信息上传给发电厂和变电站监控系统的上位机，又能接受上位机下传的指令，对控制电源实现控制；

[0022] (2)保护功能：①交流输入回路过电压、低电压、电压回路断线保护，自动闭锁控制电源输出电压和电流，关机报警，电压正常后，自动恢复；②输出回路过电压、低电压、短路保护，控制电源输出限流，故障排除后自动恢复；③过热保护，监控模块对控制电源的直流输出电流进行综合检测，实现风扇的自动启停控制，达到良好散热目的，当检测到控制电源温度过高时，关机告警，温度正常后自动恢复；④防雷保护，在控制电源AC220KV交流输入端，安装1台浪涌抑制器，能有效地避免因雷击浪涌产生的过电压。

[0023] (3)直流回路绝缘监察和告警功能：现场直流试验回路发生接地或绝缘降低时，绝缘监察装置动作，其动合触点闭合，启动报警器，报警器发出灯光、音响报警信号，实现自动监视控制电源的直流输出回路绝缘完好性。

附图说明

[0024] 图1为本实用新型实施例提供的电源机箱结构示意图；

[0025] 图2为本实用新型实施例提供的后端盖板示意图；

[0026] 图3为本实用新型实施例提供的安装面板上的各器件布局示意图；

[0027] 图4为本实用新型实施例提供的电源模块支架结构示意图；

[0028] 图5为本实用新型实施例提供的控制电源接线图；

[0029] 图6为本实用新型实施例提供的监控模块电路连接框图；

[0030] 图7为本实用新型实施例提供的电压采样电路原理图；

[0031] 图8为本实用新型实施例提供的电流采样电路原理图；

[0032] 图9为本实用新型实施例提供的开关管驱动电路原理图；

[0033] 图10为本实用新型实施例提供的风扇驱动电路原理图；

[0034] 图11为本实用新型实施例提供的RS232电平转换电路原理图；

[0035] 图12为本实用新型实施例提供的绝缘监察装置电路原理图；

[0036] 图13为本实用新型实施例提供的电源控制方法的自动复合式数字控制流程图。

[0037] 图中：101、箱体；102、前端盖；103、箱锁；104、安装面板；105、后端盖板；106、提手；107、风扇；108：固定螺栓；109、U型底座；1010、支撑面板；1011、支架底座螺栓；1012、角铁。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例，对本实用新型的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本实用新型，但不用来限制本实用新型的范围。

[0039] 一种发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，包括电源机箱以及设于电源机

箱内的交流输入接线柱、交流开关、监控模块、电源模块、绝缘监察装置、报警器、直流开关、直流电压表、直流电流表、电流传感器、电压传感器、浪涌抑制器、接地端子和直流输出接线柱。

[0040] 电源机箱，用于承载并安装控制电源的其他组成器件，如图1所示，包括箱体101、前端盖102、箱锁103、安装面板104、后端盖板105和提手106。箱体101的材料为2.0mm厚铝板，经喷涂处理，用不锈钢五金件连接铰链，以增加箱体的固定强度，外壳抗压、强度高、重量又轻，对机箱内电气元件静电屏蔽效果好，箱体101外壳可靠接地，确保现场试验人员安全。机箱前端盖102内衬半球形黑色海绵(乙烯-醋酸乙烯共聚物是新型环保橡塑材料)，并内衬密封件，具有良好的抗震、隔热、防潮、抗腐蚀、防尘效果好等特点。箱锁103设于前端盖102与箱体101的对接处，本实施例中，前端盖102安装四把锁，分别对称设于前端盖102与箱体101对接处的两侧，现场试验时，前端盖与箱体拆装方便。安装面板104设于前端盖102的后侧，为2.0mm厚铝板，安装在电源机箱内壁设置的一圈金属角上，用4个固定螺栓108实现安装面板104与金属角的固定。后端盖板105与箱体101为一体结构，由2.0mm 厚铝板制成，后端盖板105上嵌入式固定安装有2台风扇107，每台风扇通过4个固定螺栓 108固定在后端盖板105上，如图2所示，风扇的规格型号为XHA25489B2。提手106设于箱体101的一个侧面上，便于移动携带。

[0041] 安装面板104上嵌入安装交流输入接线柱L和N、交流开关QF和QF2、监控模块、电源模块、绝缘监察装置、报警器FM、直流开关QF1、直流电压表PV、直流电流表PA、电流传感器TA、电压传感器TV、浪涌抑制器F1、直流输出接线柱“+”、“-”和接地端子，这些器件的布局如图3所示。交流输入接线柱L和N分别为绿色和黑色，型号为JXZ-1/1；2 台交流开关QF和QF2，型号为S262-C16/2P-AC；浪涌抑制器F1，型号为SPNSA100/2P；电源模块，型号为ER22005/S；1只红色报警器FM，型号为LY33-22；直流电压表和电流表各1块，型号分别为ZF5135-V和ZF5135-A；电压传感器TV和电流传感器TA均为霍尔传感器，型号分别为HNV025A、HNC025A；直流输出接线柱“+”和“-”分别为红色和黑色，型号为JXZ-1/1；直流开关QF1，型号为S262-C10/2P-DC；接地端子为黄色，型号为JXZ-1/1。

[0042] 电源模块通过电源模块支架安装在安装面板104上，电源模块支架如图4所示，支架为 2.0mm厚铝板制成，包括两个支座、支撑面板1010和限位结构，两个支座为开口相对放置的两个对称U型底座109，两个U型底座109的下端分别设有2个支架底座螺1011，用于与电源机箱的安装面板104固定；支撑面板1010固定设于两个U型底座109的上端；限位结构为两根平行且固定设于支撑面板上的角铁1012，为1.0mm厚铝板制成，用于左右固定电源模块。

[0043] 控制电源的接线图如图5所示，交流开关QF的第一端(QF的端子1和端子2)采用BVR-2.5mm^{2}黑色导线连接交流输入接线柱L和N，用于连接220V交流输入电源，电源模块的输入端ACL、ACN和监控模块的输入电压采集端(监控模块的端子2和端子1)分别采用 BVR-2.5mm^{2}和BVR-1.0mm^{2}黑色导线连接于交流开关QF的第二端(QF的端子3和端子4)，电源模块用于在监控模块的控制下输出稳定的直流电压。浪涌抑制器F1通过辅助交流开关QF2连接至交流开关QF的第二端，浪涌抑制器F1的接地端与接地端子采用BVR-2.5mm^{2}黄绿双色导线连接，交流输入接线柱L和N分别与交流开关QF2端子1和端子2之间均采用 BVR-2.5mm^{2}黑色导线连接，交流开关QF2端子3和端子4分别与浪涌抑制器F1端子1和端 2之间均采用BVR-2.5mm^{2}黑色导线连接。电源模块的控制接收端485A和485B通过两个开关管控制导线L1和L2

连接于监控模块的驱动控制端(监控模块的端子3和端子4)，实现对控制电源输出电压调整、保护功能，两个开关管控制导线L1和L2为BVR-1.0mm^{2}黑色导线。电压传感器TV的输入端并联在电源模块的输出端VOUT+和VOUT-，电压传感器TV的输出端连接监控模块的输出电压采集端(监控模块的端子10)，均采用BVR-1.0mm^{2}黑色导线。电流传感器TA和直流电流表PA依次串联在电源模块的输出端VOUT+与直流开关QF1的端子1之间的导线上，电流传感器TA的输出端连接监控模块的输出电流采集端(监控模块的端子9)，电源模块端子VOUT-与QF1端子2直接连接，直流开关QF1的另一端(QF1的端子3和端子4)连接直流输出接线柱“+”和“-”，均采用BVR-2.5mm^{2}黑色导线。现场试验时，直流输出接线柱“+”和“-”与试验负载(现场二次设备)相连。绝缘监察装置JCJ的输入端(JCJ的端子1和端子2)和直流电压表PV均采用BVR-1.0mm^{2}黑色导线并联在电源模块的输出端VOUT+和VOUT-。报警器FM连接在绝缘监察装置JCJ的一个输出端(JCJ的端子4)与220V交流工作电源之间，绝缘监察装置JCJ的另一个输出端(JCJ的端子3)与 220V交流工作电源直接连接，均采用BVR-1.0mm^{2}黑色导线，报警器FM用于在控制电源直流输出回路发生接地不好或绝缘降低时，发出告警灯光和音响信号。风扇M连接于监控模块的温度控制端(监控模块的端子11和端子12)，用于给控制电源散热。

[0044] 监控模块用于接收发电厂或智能变电站上位机的指令，并根据上位机的指令对输入电压自动调节，还用于实时监测直流回路的状态，当出现故障时发出指令，快速闭锁电源模块输出直流回路，使控制电源直流输出电压为零，保护控制电源设备，实现控制电源输出参数测量与电压调整、保护、温度控制和通讯的功能。监控模块的电路连接框图如图6所示，包括显示单元和控制单元及其外围电路。显示单元为液晶显示器，用于实时显示监控模块采集的交流输入电压、直流输出电压和直流输出电流的数值。控制单元为微处理器，用于读取控制电源输出回路的电压和电流值，将采样值与给定的电压基值相比较，驱动电源模块中的高频变换器，使电源输出端获得稳定的直流电压。控制单元的外围电路包括辅助电源、输入电压采样电路、输出电压采样电路、输出电流采样电路、开关管驱动电路、风扇驱动电路和RS232 接口电路。

[0045] 本实施例中，微处理器型号为TMS320F2812，液晶显示器型号为HY-12864。液晶显示器屏幕的最大显示范围为128*64，显示器内置两块HD61202液晶显示控制驱动器。液晶显示器HY-12864的引脚“IOP3、4、5、6、7、IOPB0-IOPB7”分别与微处理器TMS320F2812 的引脚“RS数据或指令信号、R/W读写信号、CS1、CS2左、右屏片选信号、E使能信号及 DB0-DB7数据总线”连接。

[0046] 辅助电源的输出端连接监控模块的其他组成器件及电流传感器和电压传感器，用于给这些器件提供直流工作电源。本实施例中，辅助电源采用型号为BKZ-5A 220正泰硅整流电源装置产品。该电源为220V交流输入(即监控模块的端子13和端子14)，功率为20W的工频变压器，全桥整流得到30V直流电压，再经隔离DC/DC模块实现三路输出电压(±15V、3.3V和5V)，给监控模块组成器件(即微处理器、输入电压采样电路、输出电压采样电路、输出电流采样电路、开关管驱动电路、风扇驱动电路和RS232接口电路)以及电流传感器、电压传感器提供直流工作电源。

[0047] 输入电压采样电路、输出电压采样电路和输出电流采样电路分别用于将交流输入电压、直流输出电压和直流输出电流的模拟量转换成数字量，供微处理器进行处理。

[0048] 输入电压采样电路和输出电压采样电路的电路结构相同，其输入端分别作为监控

模块的输入电压采集端和输出电压采集端。输入电压采样电路或输出电压采样电路如图7所示，由两个分压电阻R30和R31、输入电阻R32、两个运算放大器U2A和U5A、电阻R33、线性光耦U4、极性电容C20、电容C32和C33、反馈电阻R34和发光二极管D3组成。分压电阻 R30一端作为电压采样电路的输入端，与HNV025A型霍尔传感器TV的输出端连接；线性光耦U4的2引脚和4引脚连接辅助电源的15V直流电源正负极；发光二极管D3的一端的+3.3V 直流电源连接于辅助电源提供的+3.3V直流电源；运算放大器U5A的输出端为电压采样电路的输出端ADC1，与微处理器的ADC端子连接；两个运算放大器的电源端均连接辅助电源提供的15V直流电源。本实施例中，线性光耦U4为HCNR201型号。

[0049] 电压采样电路以电阻R30和R31分压为输入量，利用运算放大器U2A进行输入量调整，以线性光耦U4对电压采样电路中的强弱电信号进行光电隔离；线性光耦隔离的是电流，在输入与输出处连接运算放大器U5A可以实现电压隔离。

[0050] 输出电流采样电路的输入端作为监控模块的输出电流采集端，与电流传感器TA的输出端连接，该电路如图8所示，由电阻R21、R22、R23、R24、电容C21、极性电容C22和运算放大器U11A组成。输入电阻R21的一端作为输出电流采样电路的输入端，与HNA025A 型霍尔传感器TA的输出端连接；电阻R24的一端连接运算放大器的输出端，另一端作为输出电流采样电路的输出端ADC2与微处理器的ADC端子连接。运算放大器的电源端均连接辅助电源提供的15V直流电源。电流传感器TA实现了高低压电路的隔离；为了满足微处理器芯片AD采样的要求，通过运算放大器U11A调节传感器输出的电流信号，将此电流信号转换成0-3.3V的电压信号。

[0051] 开关管驱动电路的输出端作为监控模块的驱动控制端，连接电源模块中的控制接收端，用于驱动电源模块中的开关管工作，并对开关管进行过流过压保护。开关管驱动电路如图9 所示，由开关管驱动模块4D1及其外围电路组成。开关管驱动模块4D1的型号为EXB841。开关管驱动模块4D1的引脚DSI-经三极管A1与微处理器的端子PWM连接；驱动电路的输出端子3和端子4分别与电源模块的端子485A和端子485B连接，用于驱动电源模块中的开关管工作；直流电源VDD5V取至辅助电源输出的+5V电压。

[0052] 开关管驱动电路将微处理器产生的PWM方波经开关管驱动模块4D1隔离放大，转变成能够稳定驱动电源模块中的开关管导通和关断的功率信号，实现控制电源的输出电压调整，以及对开关管进行过流过压保护。

[0053] 风扇驱动电路的输出端作为监控模块的温度控制端，连接电源机箱上的2台风扇，用于驱动控制风扇对控制电源中的功率器件进行散热调温。风扇驱动电路如图10所示，由光电藕合器U1、电阻R55、R2、R3、R4、电容C6、C7、C9和稳压二极管Z1组成。光电藕合器 U1的型号为TLP250。光电藕合器U1的引脚IN+作为风扇驱动电路的输入端，与微处理器的 PWM1端子连接，输出端子11和输出端子12分别与2台散热风扇连接；+15V取至辅助电源输出的+15V电压。

[0054] 风扇驱动电路将微处理器产生的PWM方波进行放大，转变成能够稳定驱动风扇电机的功率信号，实现风扇电机的启停控制，从而降低控制电源各组成模块的温度。电源机箱可以采用自冷和风冷相结合的散热方式。轻载时，采取自冷运行散热；重载时，监控模块自动检测控制电源的直流输出电流，控制电源机箱后盖板上的散热风扇启停，散热效果好。

[0055] RS232接口电路用于实现控制电源与上位机之间的通信，如图11所示，由电平转换

器 MAX3221及其外围电路组成。电平转换器MAX3221的引脚11和引脚9分别作为监控模块的通信接口端，即监控模块的端子5和端子6，与发电厂或智能变电站的上位机连接；电平转换器MAX3221的引脚13和引脚8与微处理器的端子SCI-A连接；电平转换器MAX3221 的引脚15和引脚16与辅助电源输出端±3.3V连接。

[0056] RS232接口电路实现控制电源与上位机“遥测、遥信、遥控”的通信功能。由于微处理器的通用串口SCI-A电平与标准232电平信号不一致，微处理器与上位机通信时，需要对电平进行转换，所以本实施例中RS232接口电路选用MAX3221作为电平转换器。通信上行时，将微处理器的UART芯片电平转换为RS232的标准电平；通信下行时，将总线上的RS232 电平转换为微处理器的3.3V电平，实现与上位机的通信。

[0057] 绝缘监察装置采用不平衡电桥分压比原理，用于自动检测直流回路的正、负极对地电压大小，判断直流输出回路是否接地或绝缘完好，解决了现场直流试验回路发生两极（正负极）对称性接地时，绝缘监察装置失灵或拒动问题，提高了绝缘监察装置的灵敏性。绝缘监察装置如图12所示，包括两个直流输入端子1和2、两个切换开关SB、电阻R1、R2、R3、R4、R5、R6、电压表V、整流桥U、光耦隔离器件IC1、运算放大器IC2、微型继电器ZJ和三极管VT。切换开关SB的型号为LW-10D，电阻R1、R2、R3、R4、R5、R6的阻值分别为200kΩ、80kΩ、2kΩ、1kΩ、2kΩ、1kΩ，电压表V的型号为ZF5135-V，整流桥U由4个型号为 DSEI2X6112B二极管组成，光耦隔离器件IC1的型号为HCNR201，运算放大器IC2的型号为LM324，其+15V取至辅助电源的输出回路，微型继电器ZJ的型号为JD2912，ZJ的端子3 和端子4为动合触点，三极管VT的型号为ISC-TO251。直流输入端子1和2分别与电源模块的输出端子VOUT+和VOUT-相连接；两个切换开关SB的一端分别连接直流输入端子1 和2，另一端均连接电压表V后接地；电阻R1、R2串联后并联在直流输入端子1和2之间；整流桥U的正极直流端连接电阻R1、R2的中间节点，负极直流端接地，两个交流端连接光耦隔离器件IC1的两个输入端，光耦隔离器件IC1的两个输出端分别连接直流电源VCC和运算放大器IC2的正相输入端；运算放大器IC2的正相输入端同时连接电阻R4后接地，运算放大器IC2的反相输入端连接电阻R3后连接直流电源VCC，运算放大器IC2的反相输入端同时连接电阻R5后接地；运算放大器IC2的输出端连接电阻R6一端，电阻R6另一端连接三极管VT的基极，三极管VT的集电极连接微型继电器ZJ的线圈后连接直流电源VCC，微型继电器ZJ的动合触点端子3和端子4作为绝缘监察装置JCJ的输出端，即图5中绝缘监察装置JCJ的端子3和端子4。

[0058] 不平衡电桥是指R1和R2(R1≠R2)与直流输入端1对地绝缘电阻R+和直流输入端2对地绝缘电阻R-组成不对称电路，整流桥U输入端与不对称电桥相连。当现场直流试验回路发生正极或负极接地，或正负极同时接地时，整流桥U输入端采集到不对称电桥输出电压，整流桥U产生输出信号，经光耦隔离器件IC1隔离后，加入运算放大器IC2输入端，最后输出信号经运算放大器IC2放大后，使电压表V导通，微型继电器ZJ线圈励磁而动作，其ZJ 动合触点闭合，发出现场直流试验回路接地告警信号。

[0059] 现场检测直流试验回路正极对地和负极对地绝缘电阻的方法如下：

[0060] ①操作切换开关SB，使SB1-2和SB3-4闭合，根据电压表V测到的V+可得到现场直流试验回路正极对地电压V+1，测到的V-可得到负极对地电压V-1；

[0061] ②操作切换开关SB，使SB1-2断开、SB3-4闭合，根据电压表V测到的V+可得到现场直流试验回路正极对地电压V+2，测到的V-又可得到负极对地电压V-2；

[0062] ③操作切换开关SB，使SB1-2闭合、SB3-4断开，根据电压表V测到的V+可得到现场直流试验回路正极对地电压V+3，测到的V-又可得到负极对地电压V-3；

[0063] 根据上述测得的数据，可以计算出现场直流试验回路正极对地电阻为R+=〔(V-1*V+2) /(V-2*V+1)-1〕*200(kΩ)；现场直流试验回路负极对地电阻为R-=〔(V-3*V+1)/(V-1*V+3) -1〕*200(kΩ)。

[0064] 采用上述发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源对发电厂或智能变电站电源进行控制的方法，包括自动控制和手动调节两种方式。

[0065] 在手动调节方式时，工作人员根据电源模块输出端的直流电压表示数与预设的参考输出电压比较，判断输出电压是否需要调整，当实际输出电压与参考输出电压的差值超过预设误差时，需要调整输出电压，每按一次电源模块面板上“↓”按键，控制电源的直流输出电压降低1V，每按一次“↑”按键，控制电源的直流输出电压升高1V。

[0066] 在自动控制方式时，发电厂或智能变电站的上位机通过RS232接口电路向监控模块发出指令，监控模块采用模糊自整定PI控制和重复控制相组合的复合式数字控制方式，即采用重复控制改善控制电源输出的稳态特性，采用模糊自整定PI控制改善控制电源输出的动态特性，，此时手动方式无法进行干预。自动控制方式的具体方法如下所述。

[0067] 步骤1：设定参考输出电压Uset和预设误差e，预设误差e设定为电源模块输出端额定电压U_N的5％；

[0068] 设定好预设值后进行复合式数字控制，如图13所示，具体方法如下：

[0069] 步骤2：电压传感器实时监测电源模块输出端的输出电压Ut，在监控模块中计算输出电压Ut与参考输出电压Uset的误差值e(k)，其中k表示第k个采样点，k＝1，2，…，K，K＝采样速度/50；

[0070] 步骤3：判断误差值e(k)是否大于预设误差e；若是(如：现场试验的二次回路负载突变或直流电压突变)，则控制电源处于动态变化状态，执行步骤4；若否，则控制电源处于稳态运行状态，执行步骤5；

[0071] 步骤4：进入模糊自整定PI控制方式，模糊自整定PI控制器感受到输出电压突变，计算实际输出值y(t)与给定值r(t)之间的偏差量、确定ΔKp是比例系数，ΔKi积分系数、进行模糊计算，具体为，对误差值e(k)及其与上一次控制调节中计算的误差值e(k-1)差值ec(k) 进行模糊化，其中ec(k)＝e(k)-e(k-1)，当k＝1时，ec(k)＝e(k)，查表进行模糊推理，确定比例系数ΔKp和积分系数ΔKi，进行模糊计算，立即对控制电源输出电压进行PI调整，返回步骤2，继续监测实时输出电压，直至控制电源的输出电压恢复至新的稳定状态；

[0072] 步骤5：进入重复控制方式，在一个参考周期N内，重复执行步骤2和步骤3，根据计算的误差值e(k)对输出电压Ut进行相应的相位和幅值的补偿调整，更新输出电压；补偿后的输出电压为Uo(k)＝0.95Uo(k-N)+e(k)，其中，Uo(k)表示补偿后的输出电压，Uo(k-N)表示k-N次补偿后的输出电压，N表示周期采样拍数，每隔一个周期(N步)，输出量获得一次累加，这种累加是先将输出量上周期的值削弱5％，然后加上输入量的当前值e(k)；在一个参考周期的延时后，重复控制器对控制电源的输出电压产生补偿调整作用。延时是指重复控制的控制指令并不立即执行，而是滞后一个参考周期才执行，控制策略延迟环节产生的前向通道上串接的周期延迟环节Z^{-N}使控制动作延迟一个周期进行，即：本周期检测到的误差信息在下一周期才开始影响控制量。

[0073] 本实施例提供的发电厂或智能变电站用的可移动式控制电源，交流输入电源为单相交流 220V电压等级，现场引接低压交流电源方便；控制电源输出的直流电压有手动和自动两种调整方式，且调整范围宽，能实现(30-150)％U_N范围调整，满足现场二次回路设备试验电压要求。控制电源硬件电路采用集成化、模块化拓扑结构，体积小(210×320×500)、重量轻 (3.5kg)，便于移动携带。具体功能如下：

[0074] (1)智能监控功能：①自动闭锁功能，监控模块检测到现场直流试验回路发生故障时，发出指令，快速闭锁电源模块输出回路，使控制电源直流输出电压为零，保护了控制电源设备；②散热风扇自动控制功能，监控模块对控制电源的直流输出电流进行综合检测，实现风扇的自动启停控制，达到良好散热目的；③通讯功能，利用监控模块的通信接口，把控制电源的直流输出电压和电流值、保护和告警信息上传给发电厂和变电站监控系统的上位机，又能接受上位机下传的指令，对控制电源实现控制；

[0075] (2)保护功能：①交流输入回路过电压、低电压、电压回路断线保护，自动闭锁控制电源输出电压和电流，关机报警，电压正常后，自动恢复；②输出回路过电压、低电压、短路保护，控制电源输出限流，故障排除后自动恢复；③过热保护，监控模块对控制电源的直流输出电流进行综合检测，实现风扇的自动启停控制，达到良好散热目的，当检测到控制电源温度过高(温度≥70±5℃)时关机告警，温度正常后自动恢复；④防雷保护，在控制电源AC220KV交流输入端，安装1台浪涌抑制器，能有效地避免因雷击浪涌产生的过电压；

[0076] (3)直流回路绝缘监察和告警功能：现场直流试验回路发生接地或绝缘降低时，绝缘监察装置动作，其动合触点闭合，启动报警器，报警器发出灯光、音响报警信号，实现自动监视控制电源的直流输出回路绝缘完好性。

[0077] 最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本实用新型进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本实用新型权利要求所限定的范围。

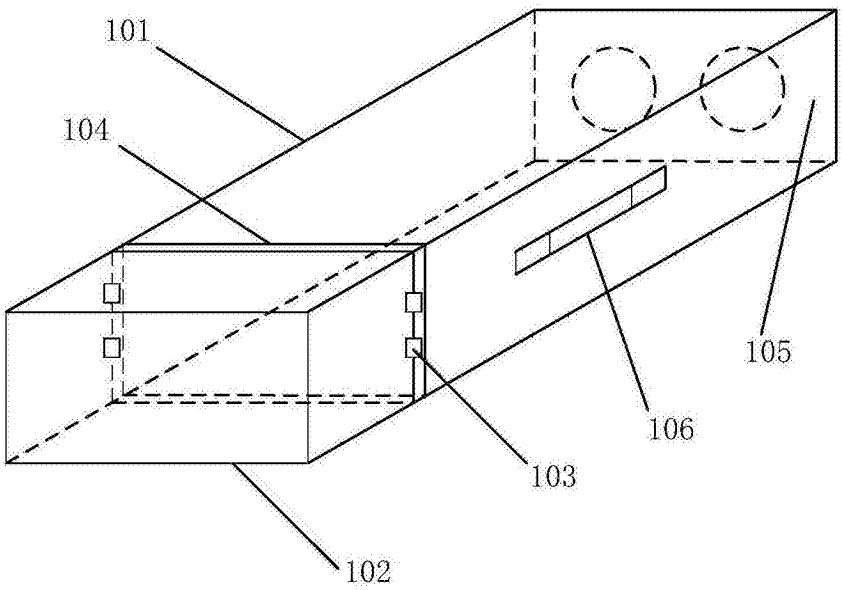


图1

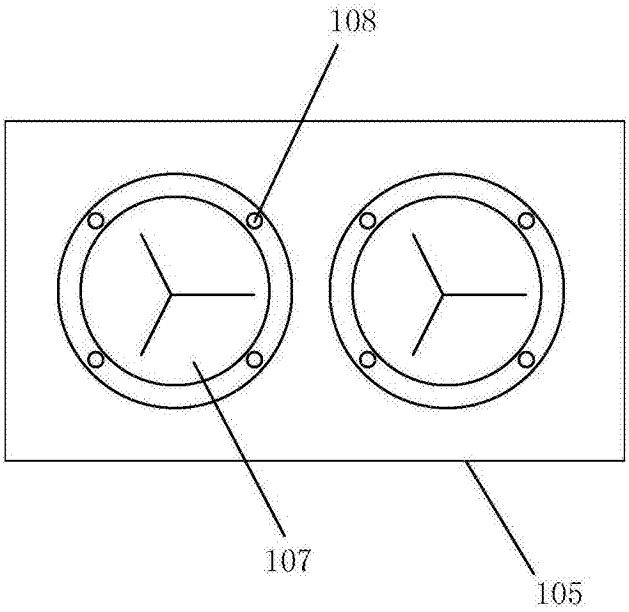


图2

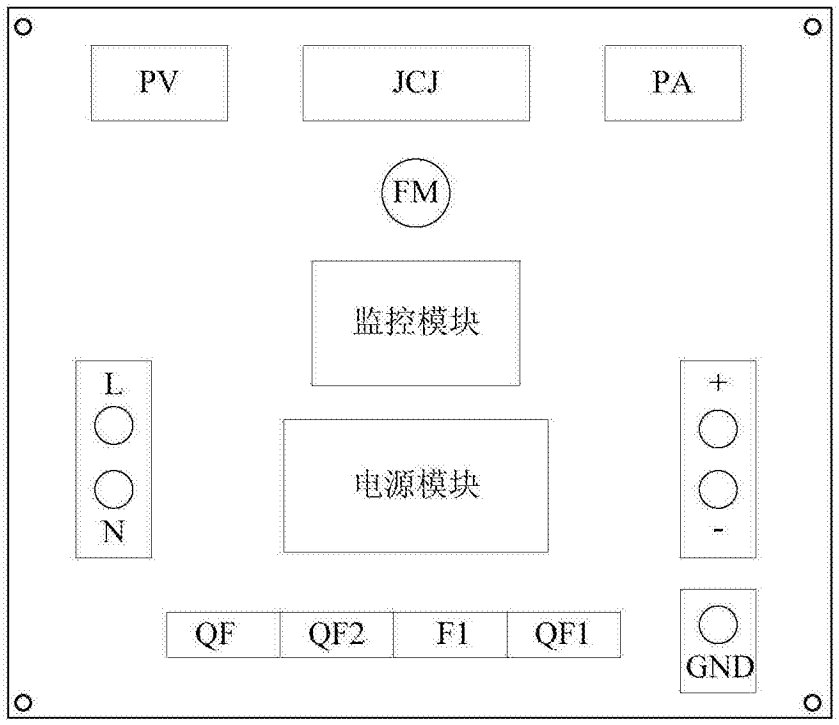


图3

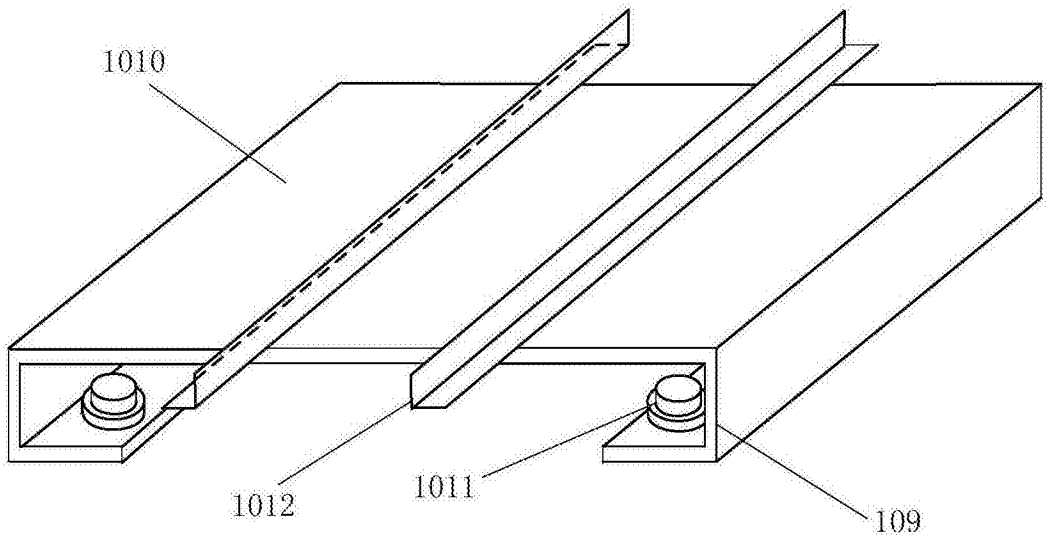


图4

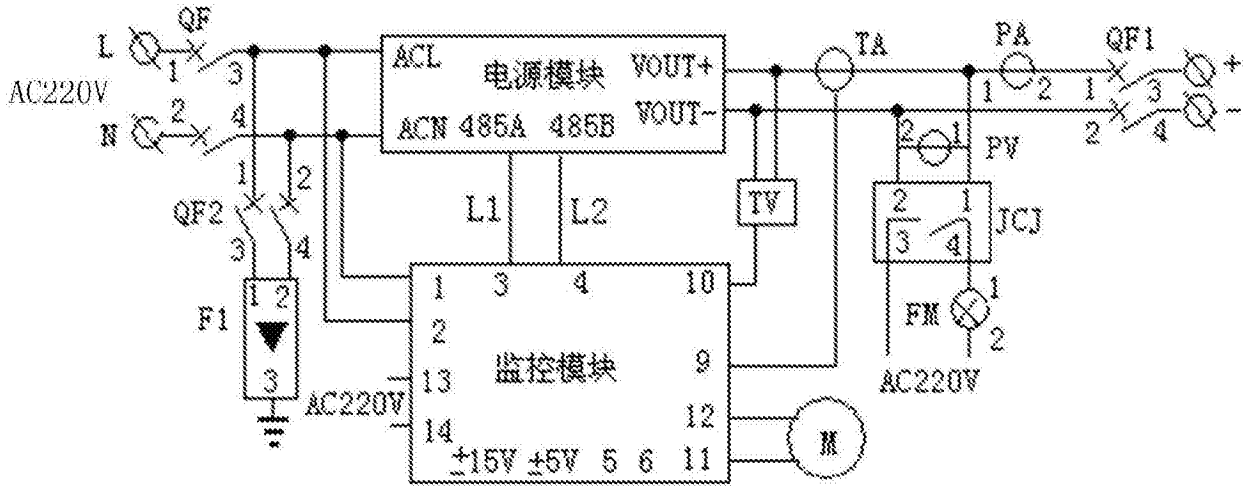

L
N
AC220V
QF
QF2
F1
ACL
ACN
电源模块
485A
485B
VOUT+
VOUT-
L1
L2
监控模块
AC220V
±15V
±5V
TA
TV
PA
PV
QF1
JCJ
FM
AC220V
M
+
-

图5

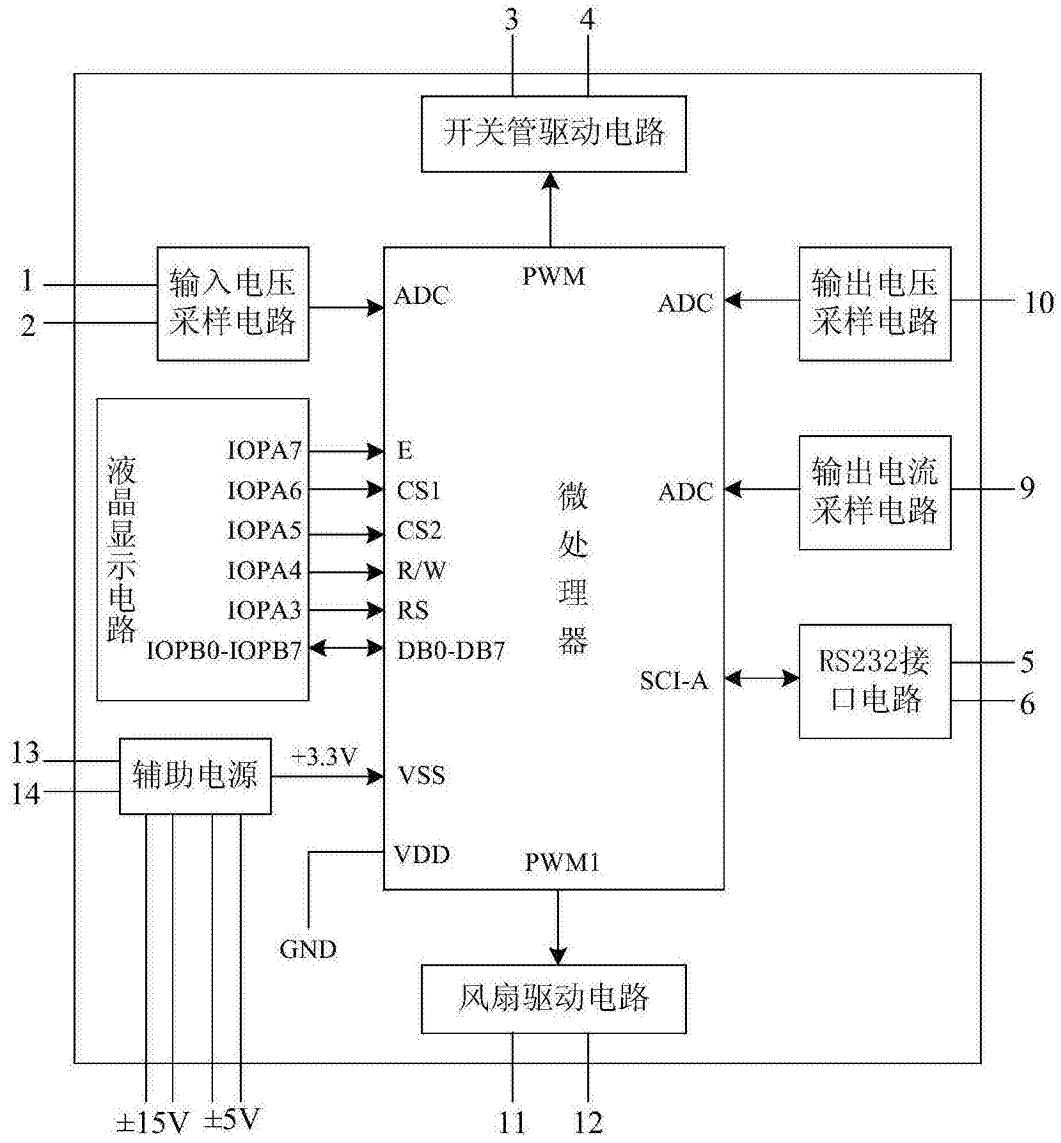

3
4
开关管驱动电路
1
2
输入电压采样电路
ADC
PWM
ADC
输出电压采样电路
10
液晶显示电路
IOPA7
IOPA6
IOPA5
IOPA4
IOPA3
IOPB0-IOPB7
E
CS1
CS2
R/W
RS
DB0-DB7
微处理器
ADC
输出电流采样电路
9
SCI-A
RS232接口电路
5
6
13
14
辅助电源
+3.3V
VSS
VDD
PWM1
GND
风扇驱动电路
±15V
±5V
11
12

图6

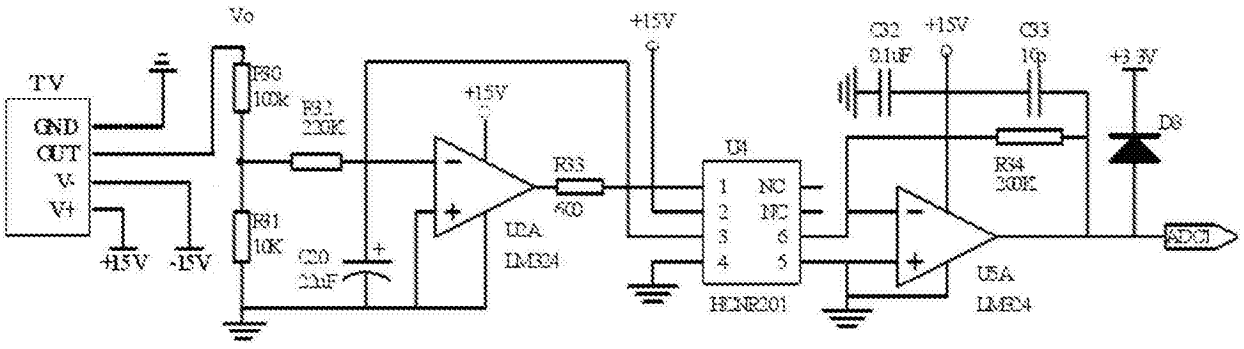

Vo
TV
GND
OUT
V-
V+
+15V
-15V
R30
10K
R32
220K
R31
10K
C30
2.2uF
+15V
U2A
LM324
R33
6K
+15V
U4
NC
NC
HCNR201
C32
0.1uF
+15V
C33
10p
+3.3V
D8
R34
200K
U5A
LM324

图7

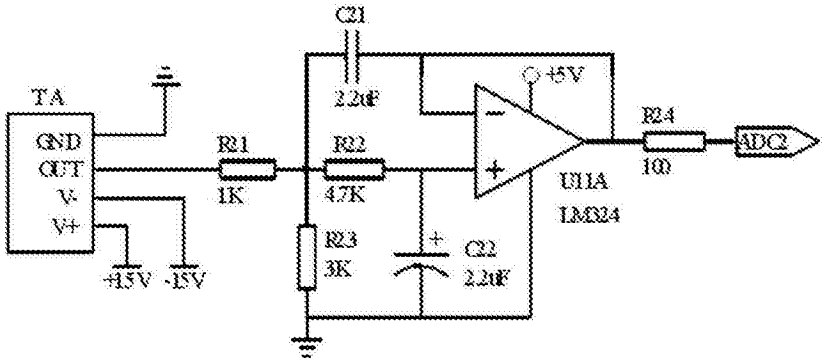

C21
2.2nF
TA
GND
OUT
V-
V+
+15V
-15V
R1
1K
R2
4.7K
R23
3K
C22
2.2nF
+5V
U11A
LM324
R24
10
ADC2

图8

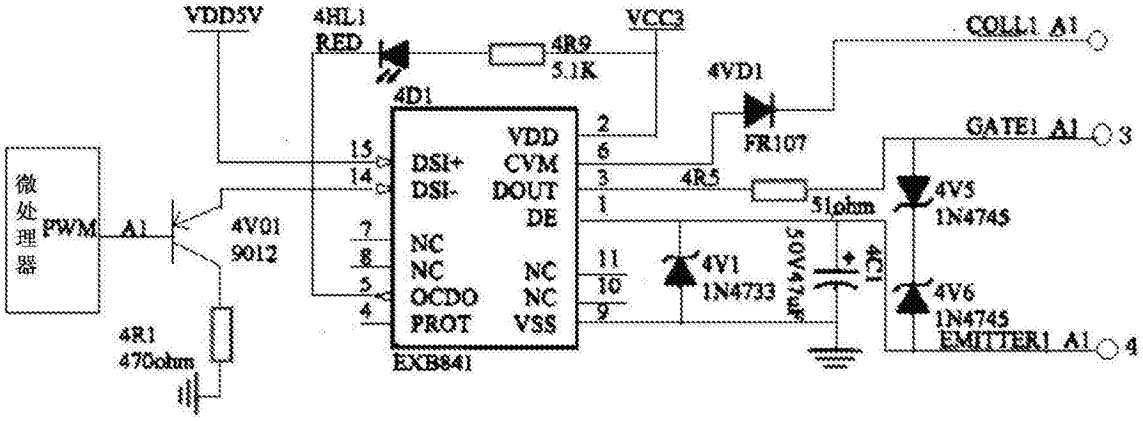

VDD5V
4HL1
RED
4R9
5.1K
VCC2
4D1
COLL1 A1
4VD1
FR107
GATE1 A1
3
微处理器
PWM
A1
4V01
9012
4R1
470ohm
15
14
7
8
5
4
DSI+
DSI-
NC
NC
OCDO
PROT
VDD
CVM
DOUT
DE
NC
NC
VSS
EXB841
2
6
3
1
11
10
9
4R5
51ohm
4V1
1N4733
4V5
1N4745
4V6
1N4745
EMITTER1 A1
4

图9

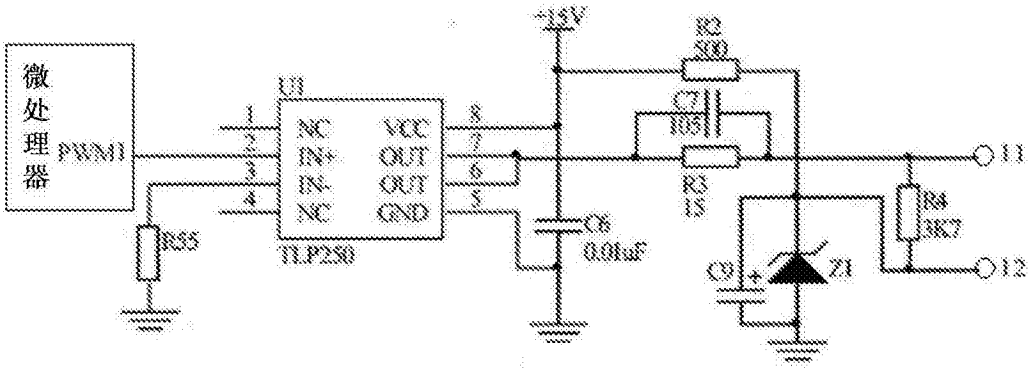

微处理器
PWM1
R55
U3
1
2
3
4
NC
IN+
IN-
NC
VCC
OUT
OUT
GND
8
7
6
5
TLP250
+15V
C6
0.01uF
R2
300
C7
103
R3
15
11
12
R4
3K7
Z1

图10

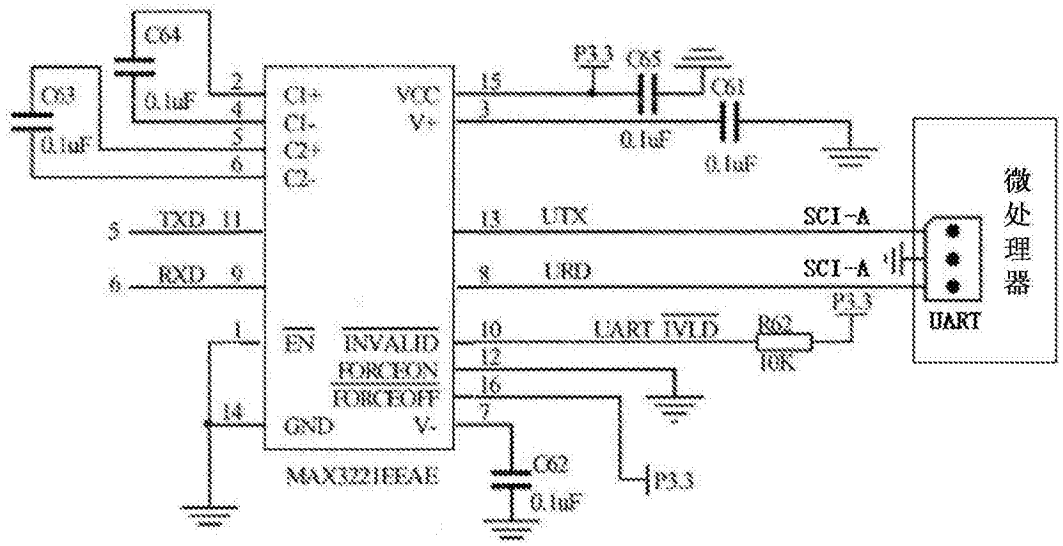

C64
0.1uF
C63
0.1uF
C1+
C1-
C2+
C2-
VCC
V+
EN
INVALID
FORCEON
FORCEOFF
GND
V-
MAX3221EEAE
TXD
RXD
UTX
URD
UART IVLD
P3.3
C65
C61
0.1uF
0.1uF
C62
0.1uF
R62
10K
SCI-A
SCI-A
微处理器
UART

图11

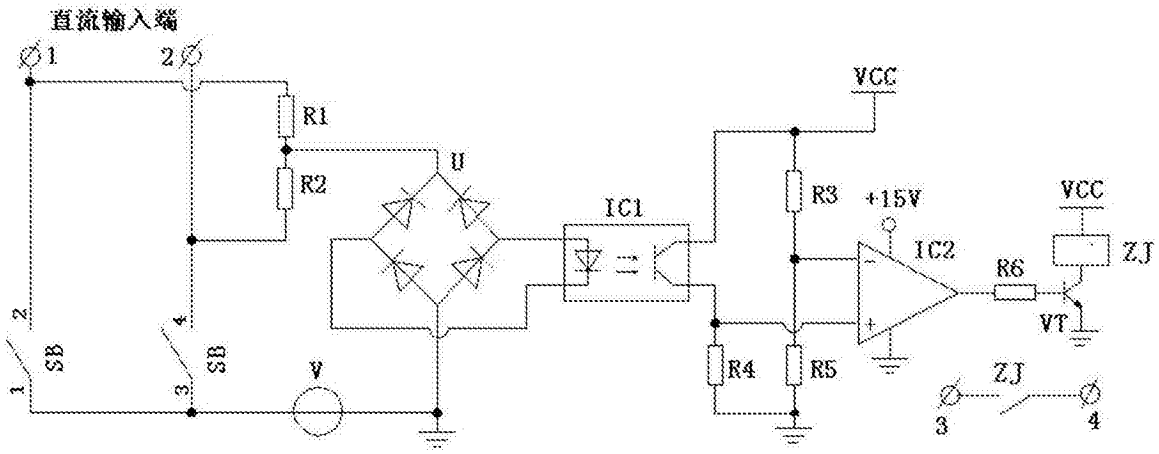

直流输入端
1
2
R1
R2
U
IC1
VCC
R3
+15V
IC2
R6
VT
ZJ
SB
SB
V
R4
R5
ZJ
3
4

图12

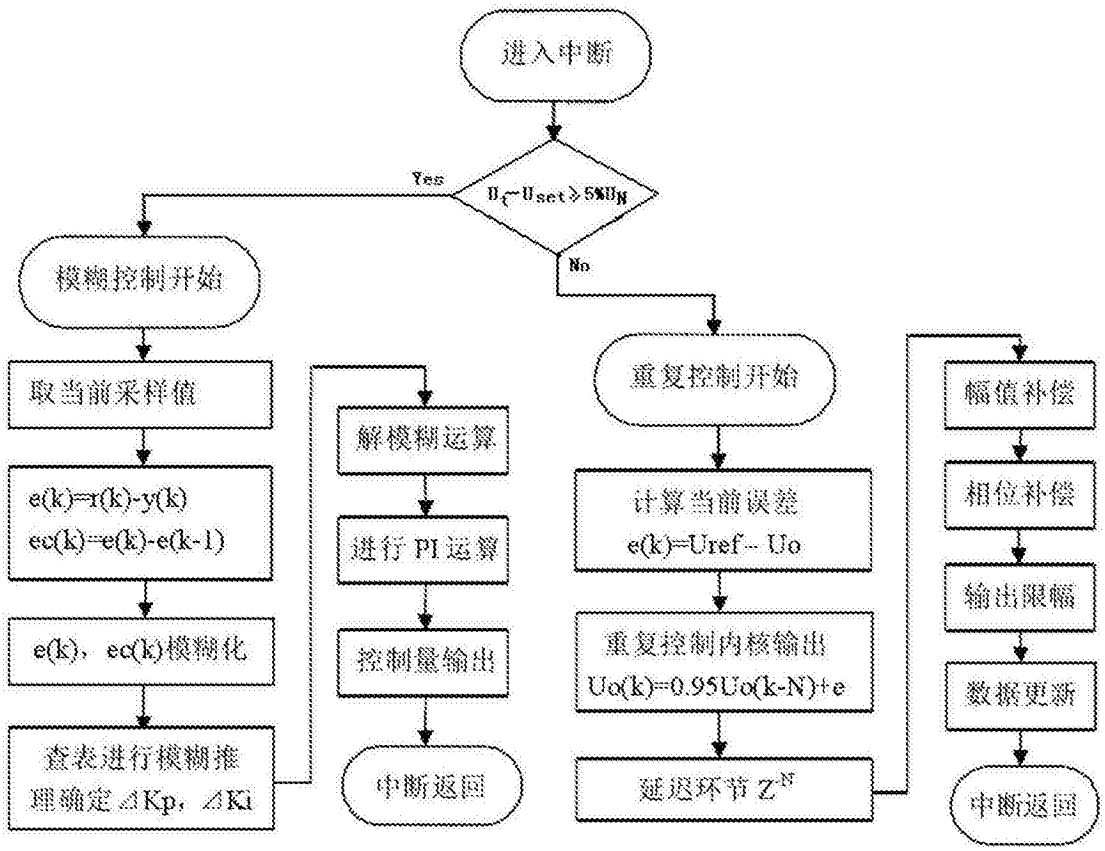

进入中断
Yes
$U_f-U_{set}\geq 5\%U_N$
No
模糊控制开始
取当前采样值
e(k)=r(k)-y(k)
ec(k)=e(k)-e(k-1)
e(k)，ec(k)模糊化
查表进行模糊推理确定⊿Kp，⊿Ki
解模糊运算
进行 PI 运算
控制量输出
中断返回
重复控制开始
计算当前误差
e(k)=Uref-- Uo
重复控制内核输出
Uo(k)=0.95Uo(k-N)+e
延迟环节 Z^{-N}
幅值补偿
相位补偿
输出限幅
数据更新
中断返回

图13