

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201563071 U

(45) 授权公告日 2010.08.25

(21) 申请号 200920189477.3

H02H 7/18(2006.01)

(22) 申请日 2009.10.16

G01V 3/04(2006.01)

(73) 专利权人 东华理工大学

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 344000 江西省抚州市学府路 56 号东华理工大学

(72) 发明人 刘庆成 朱兆优 谈杨宁 黎正根

(74) 专利代理机构 南昌新天下专利商标代理有限公司 36115

代理人 薛端石

(51) Int. Cl.

H02M 7/42(2006.01)

H02M 7/48(2007.01)

H02J 7/00(2006.01)

H02H 3/08(2006.01)

H02H 3/20(2006.01)

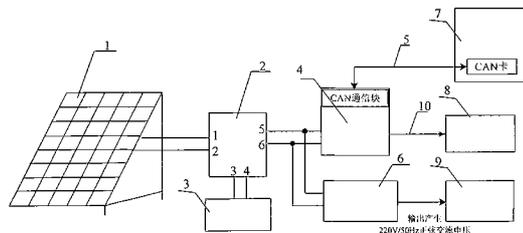
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 实用新型名称

铀矿资源勘查智能供电控制装置

(57) 摘要

本实用新型属于电力电子控制技术领域,是应用于铀矿资源与环境勘探领域中的直流电法勘探技术中的供电装置。包括蓄电池、太阳能电池组件、逆变控制器等,所述逆变控制器采用 STC 单片机为核心,它将蓄电池的电转换为交流阶梯波电压输出供给矿场高压电极用电,输出电压频率可以五个档之间切换变化,输出电压的单边值可以在十个档之间切换调节;本实用新型利用了太阳能光伏发电技术提供电源,利用单片机与 CAN 通信模块,实现供电控制装置的智能化、网络化;采用了逆变技术、变频技术,采用了 PID 算法,通过上位计算机及 CAN 总线网络进行远程切换,具有多频率、多电压选择输出,具备安全快速高效稳定可靠,给野外铀矿资源和其它矿产资源电法勘查工作者带来很多方便。



1. 一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,包括蓄电池、太阳能电池组件(1)、逆变控制器(4)、充放电控制器(2)、矿场高压电极、CAN总线控制和数据显示装置,充放电控制器(2)对蓄电池进行充放电管理,CAN总线实现供电装置与上位机(7)数据通信传输总线,数据显示装置显示供电控制装置输出的交流电压和频率,其特征是:所述逆变控制器(4)采用STC单片机为核心,是一个输出阶梯波的逆变控制器,它将蓄电池的电能转换为交流阶梯波电压输出供给矿场高压电极用电,输出电压和频率值由上位机(7)通过CAN总线下达指令到单片机,单片机根据上位机(7)下达的指令来输出控制信号,使逆变控制器(4)按预定值输出的阶梯波形的交流电压,输出电压频率可以在0.125Hz、0.25Hz、0.5Hz、1Hz、2Hz五个档之间切换变化,输出电压的单边值可以在20V、45V、90V、135V、180V、225V、270V、315V、360V、400V十个档之间切换调节;当蓄电池放电后电力不足时,单片机将自动关闭逆变控制器输出交流电压,同时太阳能电池组件(1)通过充放电控制器给蓄电池充电。

2. 根据权利要求1所述的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,其特征是:逆变控制器(4)通过过流、过压检测保护和声光报警电路,对蓄电池的电量进行检测控制,并通过CAN总线接收上位机(7)的命令和数据,将这些数据进行PWM调制和PID算法控制,改变输出电压的幅值和频率。

3. 根据权利要求1或2所述的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,其特征是:充放电控制器(2)通过对蓄电池的过充电、过放电、深度充电、负载过流和反充电进行控制与限制,同时依照区域矿场供电需求来控制太阳能电池和蓄电池对电极负载的输出。

4. 根据权利要求1或2所述的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,其特征是:太阳能电池组件(1)的正负极分别连接在充放电控制器(2)的1-2端,蓄电池组(3)的正负极分别连接在充放电控制器(2)的3-4端,逆变控制器(4)的输入端分别连接到充放电控制器(2)的5-6端,逆变控制器(4)的正、负极输出端通过电缆线(10)与区域矿场测量电极(8)的正极、负极连接;逆变控制器中的CAN通信模块以SJA1000为核心,采用CAN总线电缆(5)与上位机(7)服务器进行传输数据。

5. 根据权利要求4所述的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,其特征是:充放电控制器(2)的5-6端与通用逆变器(6)的输入端分别连接,通用逆变器(6)的交流220V的输出端与供电输出插座板(9)连接。

6. 根据权利要求4所述的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,其特征是:太阳能电池组件(1)选用APM36P110W147x68型号,性能参数为110W/17.5V/6.3A,使用2块或多块单晶硅电池板并联使用;蓄电池组(3)包括1个12V/60AH的蓄电池;通用逆变器(6)选用200W左右的;逆变控制器(4)具有CAN接口,通过2芯的CAN总线电缆(5)与上位机(7)连接起来进行远程数据通信;逆变控制器(4)接受上位机(7)的远程控制,上位机(7)可以下达指令,指示逆变控制器(4)关机、开机供电、输出电压的高低、输出频率的快慢,同时向上位机传输逆变控制器(4)当前实际工作的状态数据,包括电压值、频率值、电流值。

7. 根据权利要求4所述的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,其特征是:

逆变控制器电路以STC12C5A08AD单片机(U3)为核心,该单片机一共有4个I/O端口P0、P1、P2、和P3,每个端口占8个脚位;其UART串口用于5位数的静态串行显示;

单片机的P0端口通过数据总线与CAN通信电路(28)的核心芯片SJA1000(U4)连接,核心芯片SJA1000(U4)通过CAN通信总线接口与上位机(7)的CAN接口连接,通过中断方

式接收上位机 (7) 下发的命令和数据 ;或在 CAN 通信总线的两端并联一个 120 欧姆的电阻。

单片机的 P1.0 和 P1.1 端口通过电压电流采集电路 (24) 与输出滤波电路 (18) 的分压电阻连接 ;

单片机的 P1.5 和 P1.6 端口通过驱动控制电路 (22) 与逆变控制推挽输出电路 (17) 的 MOS 管连接,逆变控制推挽输出电路 (17) 的输出端通过串联并联功率电阻和 HA17393 比较器构成过流过压检测电路 (23),过流过压检测电路 (23) 与单片机的 P3.3 和 P3.4 端口连接 ;

单片机的 P1.4 端口通过过流过压控制电路 (21) 与 PWM 脉宽调制控制电路 (19) 的 4 脚连接,单片机的 P2.0 ~ P2.7 共 8 个端口通过电子开关 (25) 切换选择电阻实现与 PWM 脉宽调制控制电路 (19) 的 1 脚连接,PWM 脉宽调制电路的 9 脚、10 脚与直流升压电路 (15) 连接 ;

单片机的 P3.0 和 P3.1 端口与数码显示电路 (27) 的数据线和时钟线连接 ;单片机的 P1.3 端口与温度检测电路 (29) 连接 ;

单片机的 P1.2 端口通过电压采样电路 (30) 与蓄电池组 (3) 的正极连接 ;

蓄电池组 (3) 与直流升压电路 (15) 的输入端连接,直流升压电路 (15) 输出的电压经过整流滤波电路 (16) 后直接接入到逆变控制与推挽输出电路 (17) 中,经过整流滤波 (16) 后的输出电压再经过电阻反馈电路 (20) 回馈到 PWM 脉宽调制控制电路 (19) 的 1 脚,该电路在单片机 (U3) 的控制下输出交流电压。

8. 根据权利要求 7 所述的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置,其特征是 :电压采样电路 (30) 采集蓄电池组 (3) 输出端的电压值,如果蓄电池组 (3) 的电压低于 10.6V 电压时,单片机微处理器输出控制信号,切断直流输入 ;PWM 输出采用 TL494 电压型 PWM 脉宽调制电路,并在外部连接了一些电阻分压网络,通过电子开关 (25) 切换不同的分压比,控制实现 9 个档位电压的输出,即 45V,90V,135V,180V,225V,270V,315V,360V,400V,同时通过检测输出电压,显示出当前的电压输出值 ;逆变控制电路经过整流滤波输出稳定的电压,并通过控制桥式功率驱动 MOS 管的通断时间,实现输出电压频率分 5 个档位改变,即 0.125Hz,0.25Hz,0.5Hz,1Hz,2Hz,电压频率的改变通过按键控制,并实时采样用数码显示出来,输出保护电路用于检测电路运行发生故障时及时对系统实施保护,如过电压保护和过电流保护,当电流或电压传感器检测到超过额定值时,电子保护电路给微处理器发出过流、过压保护信号,此时微处理器封锁驱动信号,关断变换器中的开关器件,切断过流、过压故障,保证逆变控制器 (4) 的安全。

铀矿资源勘查智能供电控制装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于电力电子控制技术领域,是应用于铀矿资源与环境勘探领域中的直流电法勘探技术中的供电装置。

背景技术

[0002] 直流电法勘探技术主要以高密度电法测量数据采集为主。然而近 10 年来,随着计算机技术、网络技术、电子器件的飞速发展,电法找矿已由高密度电法找矿逐步发展到三维电阻率数据采集成像找矿。这种找矿技术需要一个稳定可靠、超低频电压分段可调的区域矿场电极供电装置;需要设计可靠性好、抗噪能力强、具有集数据采集、存储、传输和预处理能力于一体的前端数据智能采集处理系统;需要研究矿场分布结构的数学模型、数据采集与处理方法、数据分析与成像算法的后台计算机图像处理与成像技术。因此,区域矿场电极供电装置也是系统的重要组成部分。目前区域矿场电极供电大多采用几十节干电池供电,频率和电压无法调节,数据不能有效的全方位立体式采集,给后续分析铀矿矿场资源的造成一些不准确性,而且干电池电源供电时间短,给野外工作带来很多不便。基于以上因素,我们提出了采用太阳能光伏发电和变频逆变技术设计适合于野外铀矿资源电法勘探的区域矿场电极供电装置。

发明内容

[0003] 本实用新型的目的是利用太阳能光伏发电来保障蓄电池的充电,利用单片机与 CAN 通信模块,实现供电控制装置的智能化、网络化,通过逆变技术、变频技术等实现 5 个档位频率、9 个档位电压选择的交流输出的一种铀矿资源勘查智能供电控制装置。

[0004] 本实用新型是基于 CAN 总线通信模式下研制的智能化、网络式的智能供电控制装置,它是这样实现的:包括蓄电池、太阳能电池组件、逆变控制器、充放电控制器、矿场高压电极、CAN 总线控制和数据显示装置,其中蓄电池提供直流电能,逆变控制器负责把蓄电池组的电能转换为高电压输出供给矿场高压电极用电,太阳能电池组件对蓄电池进行充电,充放电控制器对蓄电池进行充放电管理,CAN 总线实现供电装置与上位机数据通信传输总线,数据显示采用 5 个 8 段数码管,显示供电控制装置输出的交流电压和频率。

[0005] 所述逆变控制器采用 STC 单片机为核心,是一个输出阶梯波的逆变控制器,它将蓄电池的电能转换为交流阶梯波电压输出供给矿场高压电极用电,输出电压和频率值由上位机通过 CAN 总线下达指令到单片机,单片机根据上位机下达的指令来输出控制信号,使逆变控制器按预定值输出的阶梯波形的交流电压,输出电压频率可以在 0.125Hz、0.25Hz、0.5Hz、1Hz、2Hz 五个档之间切换变化,输出电压的单边值可以在 20V、45V、90V、135V、180V、225V、270V、315V、360V、400V 十个档之间切换调节;当蓄电池放电后电力不足时,单片机将自动关闭逆变控制器输出交流电压,同时太阳能电池组通过充放电控制器给蓄电池充电。

[0006] 逆变控制器具有过流、过压检测保护和声光报警功能,逆变控制器通过过流、过压检测保护和声光报警电路,对蓄电池的电量进行检测控制,并通过 CAN 总线接收上位机的

命令和数据,将这些数据进行 PWM 调制和 PID 算法控制,改变输出电压的幅值和频率,输出稳定可靠的电压。

[0007] 充放电控制器通过对蓄电池的过充电、过放电、深度充电、负载过流和反充电进行控制与限制,同时依照区域矿场供电需求来控制太阳能电池和蓄电池对电极负载的输出。

[0008] 本实用新型利用了太阳能光伏发电技术提供电源,利用单片机与 CAN 通信模块,实现供电控制装置的智能化、网络化;在电路设计上采用了逆变技术、变频技术,在算法思路与编程技术上采用了 PID 算法,表现形式上通过上位计算机及 CAN 总线网络进行远程切换,具有多频率、多电压选择输出,具备安全快速高效稳定可靠,使得本产品能在电法勘查中发挥着重要作用,给野外铀矿资源和其它矿产资源电法勘查工作者带来很多方便。

附图说明

[0009] 图 1、本实用新型实施例 1 铀矿资源勘查智能供电控制装置结构框图。

[0010] 图 2、本实用新型实施例 1 逆变控制器电路结构框图。

[0011] 图 3、本实用新型实施例 1 逆变控制器控制模式图。

[0012] 图 4、本实用新型实施例 1 电压型 PWM 逆变器控制模型。

[0013] 图 5、本实用新型实施例 1 用传递函数表示的电压型 PWM 逆变器控制模型。

[0014] 图 6、本实用新型实施例 1 充放电控制器电路原理框图。

[0015] 图 7、本实用新型实施例 1 逆变控制器电路连接示意图

[0016] 图中:太阳能电池组件 1,充放电控制器 2,蓄电池组 3,逆变控制器 4,CAN 总线电缆 5,通用逆变器 6,上位机 7,矿场测量电极 8,供电输出插座板 9,电缆线 10,时间比例控制及脉冲形成电路 11,逆变主电路 12,输出反馈及保护电路 13,调节器 14,直流升压电路 15,整流滤波电路 16,逆变控制与推挽输出电路 17,输出滤波电路 18,PWM 脉宽调制控制电路 19,反馈电路 20,过流过压控制电路 21,驱动控制电路 22,过流过压检测电路 23,电压电流采集电路 24,电子开关 25,单片机 26,数码显示电路 27,CAN 通信电路 28,温度检测电路 29,电压采样电路 30,检测控制电路 31,负载 32。

具体实施方式

[0017] 实施例 1:

[0018] 如图 1 所示,太阳能电池组件 1 的正负极分别连接在充放电控制器 2 的 1-2 端,铅酸蓄电池组 3 的正负极分别连接在充放电控制器 2 的 3-4 端,逆变控制器 4 的输入端分别连接到充放电控制器 2 的 5-6 端,逆变控制器 4 的正、负极输出端通过电缆线 10 与区域矿场测量电极 8 的正极、负极连接;逆变控制器中的 CAN 通信模块以 SJA1000 为核心,采用 CAN 总线电缆 5 与上位机 7 服务器进行传输数据。

[0019] 充放电控制器 2 的 5-6 端还可以与通用逆变器 6 的输入端分别连接,通用逆变器 6 的交流 220V 的输出端与供电输出插座板 9 连接。需要用电的电器设备(如手提电脑、电灯等)可以将电源插头插入取电。

[0020] 本实施例中:太阳能电池组件 1 选用 APM36P110W147x68 型号,性能参数为 110W/17.5V/6.3A,可以使用 2 块或多块单晶硅电池板并联使用,以增加供电功率;充电控制器 2 负责高效率的太阳能充电,保证光伏发电和蓄电池的效率;蓄电池组 3 包括 1 个

12V/60AH 的蓄电池,用于保存太阳能产生的电量;通用逆变器 6 可以选用 200W 左右的,以提供野外作业时照明和笔记本电脑、手机临时充电用,照明选用 10 瓦节能灯;逆变控制器 4 具有 CAN 接口,可以通过 2 芯的 CAN 总线电缆 5 与上位机 7 连接起来进行远程数据通信;逆变控制器 4 接受上位机的远程控制,上位机可以下达指令,指示逆变控制器 4 关机、开机供电、输出电压的高低、输出频率的快慢,同时向上位机传输逆变控制器 4 当前实际工作的状态数据,包括电压值、频率值、电流值。

[0021] 太阳能电池组件 1、充电控制器 2、蓄电池组 3、CAN 总线电缆 5、通用逆变器 6、上位机 7 如笔记本电脑如笔记本电脑为现有设备。

[0022] CAN 总线电缆 5 是逆变控制器与上位机之间连接的 2 芯双绞电缆线,是通信连接路线;CAN 通信电路 28 是以 SJA1000 为核心的通信数据收发电路,具有数据通信传输控制功能。

[0023] 按照以上的方法连接好后,接通充放电控制器 2,太阳能电池组件 1 进行光伏发电,并将太阳能产生的电能保存到蓄电池组 3 中,蓄电池组 3 由充放电控制器 2 进行控制管理。

[0024] 如附图 2 和附图 7 所示,逆变控制器 4 是一种直流到交流 (DC to AC) 的变压器,是一种电压逆变的过程,将蓄电池组 3 输出的 12V 直流电压转变为交流电电压输出。采用 PWM(Pulse Width Modulation) 脉冲宽度调制技术和 CAN 通信技术,如附图 2 和附图 7 所示,逆变控制器 4 以 STC12C5A08AD 单片机 (U3) 为核心,其内部含 8KB 的 Flash 程序存储器、1280B 的 SRAM 存储器、2 个 16 位定时器、2 路 8 位 PWM、8 路 10 位 A/D 转换器以及完善的中断系统,采用 PDIP40 封装,工作电压 3.3 ~ 5.5V;

[0025] 逆变控制器电路以 STC12C5A08AD 单片机 (U3) 为核心,该单片机一共有 4 个 I/O 端口 P0、P1、P2、和 P3,每个端口占 8 个脚位;其 UART 串口用于 5 位数的静态串行显示;

[0026] 单片机的 P0 端口通过数据总线与 CAN 通信电路 28 的核心芯片 SJA1000 (U4) 连接,核心芯片 SJA1000 (U4) 通过 CAN 通信总线接口与上位机 7 的 CAN 接口连接,通过中断方式接收上位机 7 下发的命令和数据;或在 CAN 通信总线的两端并联一个 120 欧姆的电阻。

[0027] 单片机的 P1.0 和 P1.1 端口通过电压电流采集电路 24 与输出滤波电路 18 的分压电阻连接;

[0028] 单片机的 P1.5 和 P1.6 端口通过驱动控制电路 22 与逆变控制推挽输出电路 17 的 MOS 管连接,逆变控制推挽输出电路 17 的输出端通过串联并联功率电阻和 HA17393 比较器构成过流过压检测电路 23,过流过压检测电路 23 与单片机的 P3.3 和 P3.4 端口连接;

[0029] 单片机的 P1.4 端口通过过流过压控制电路 21 与 PWM 脉宽调制控制电路 19 的 4 脚连接,单片机的 P2.0 ~ P2.7 共 8 个端口通过电子开关 25 切换选择电阻实现与 PWM 脉宽调制控制电路 19 的 1 脚连接,PWM 脉宽调制电路的 9 脚、10 脚与直流升压电路 15 连接;

[0030] 单片机的 P3.0 和 P3.1 端口与数码显示电路 27 的数据线和时钟线连接;单片机的 P1.3 端口与温度检测电路 29 连接;

[0031] 单片机的 P1.2 端口通过电压采样电路 30 与蓄电池组 3 的正极连接;

[0032] 蓄电池组 3 与直流升压电路 15 的输入端连接,直流升压电路 15 输出的电压经过整流滤波电路 16 后直接接入到逆变控制与推挽输出电路 17 中,经过整流滤波 16 后的输出电压再经过电阻反馈电路 20 回馈到 PWM 脉宽调制控制电路 19 的 1 脚,该电路在单片机

(U3) 的控制下输出交流电压。

[0033] 电压采样电路 30 采集蓄电池组 3 输出端的电压值,如果蓄电池组 3 的电压低于 10.6V 电压时,单片机微处理器输出控制信号,切断直流输入;PWM 输出采用 TL494 电压型 PWM 脉宽调制电路,并在外部连接了一些电阻分压网络,通过电子开关 25 切换不同的分压比,控制实现 9 个档位电压的输出,即 45V,90V,135V,180V,225V,270V,315V,360V,400V,同时通过检测输出电压,显示出当前的电压输出值;逆变控制电路经过整流滤波输出稳定的电压,并通过控制桥式功率驱动 MOS 管的通断时间,实现输出电压频率分 5 个档位改变,即 0.125Hz,0.25Hz,0.5Hz,1Hz,2Hz,电压频率的改变通过按键控制,并实时采样用数码显示出来,输出保护电路用于检测电路运行发生故障时及时对系统实施保护,如过电压保护和过电流保护,当电流或电压传感器检测到超过额定值时,电子保护电路给微处理器发出过流、过压保护信号,此时微处理器封锁驱动信号,关断变换器中的开关器件,切断过流、过压故障,保证逆变控制器 4 的安全。

[0034] 具体为:

[0035] 单片机的 P0 端口用作数据总线与 CAN 通信电路 28 的核心芯片 SJA1000 (U4) D0 ~ D7 数据线连接,SJA1000 通过隔离器件 6N137 (U5、U6) 与 CAN 收发器 PCA82C250 (U7) 的 TXD、RXD 端相连接,最后通过 CAN 收发器 PCA82C250 的 CAN_H 和 CAN_L 端输出形成 CAN 通信总线接口引出一根 CAN 总线电缆 5 与上位机 7 (服务器) 的 CAN 接口卡连接,SJA1000 通过中断方式接收 CAN 总线上由上位机 7 下发的命令和数据;为了使 CAN 总线数据通信稳定可靠,在 CAN 总线电缆 5 的两端应并联一个 120 欧姆的匹配电阻。

[0036] 单片机 (U3) 的 P1 端口有 8 位,其中 4 位 (P1.0 ~ P1.3 脚) 用作 A/D 转换,另外 4 位 (P1.4 ~ P1.7 脚) 用作 I/O 口输出驱动信号。用作 A/D 的 P1.0 和 P1.1 连接到输出滤波 18 的分压电阻上,检测当前逆变控制器 4 的输出电压值和当前负载电流值,并将检测到的电流、电压值通过 CAN 上传到上位机 7 服务器上保存;用作 A/D 的 P1.2 连接到蓄电池的输出端,检测蓄电池组 3 的放电量,当电压低于 10V 时表示蓄电池电量不足,则单片机立即在 P1.4 输出高电平,关断 PWM 脉宽调制电路 TL494 (U1) 输出脉冲信号,从而停止逆变控制器工作,并用蜂鸣器 BZ1 声光告警尽快给蓄电池充电。用作 A/D 的 P1.3 连接到温度检测电路 29 进行检测逆变控制器 4 当前的温度值,考虑逆变控制器 4 在正常工作或发生单一故障的时候,其内部逆变变压器、PCB 板及其他元件温度不能过高,以免影响人身安全或影响到周围器件的正常工作,因此采用了温度传感器对逆变控制器 4 的工作温度进行监测。当单片机检测到温度超过 70℃,立即用蜂鸣器 BZ1 声光告警,并关断 PWM 信号使逆变控制器停止工作。单片机的 P1.4 连接到 TL494 (U1) 的第 3 脚,用来控制关断 TL494 (U1) 输出脉宽调制信号的,P1.5 和 P1.6 脚用来输出脉宽调制信号给驱动控制电路 22,控制逆变控制与推挽输出电路 17 输出阶梯方波交流电压,并根据上位机的要求控制输出交流电压的频率,供给矿场电极供电,驱动控制电路采用了 2 个三极管,推挽输出采用 4 个大功率 MOS 管 SPA11N80C3,该器件耐压达 800V,最大电流 11A,完全能满足实际应用。单片机的 P1.7 脚用来输出驱动蜂鸣器 BZ1 声光告警信号,指示当前逆变控制器的工作状态,提醒人们注意。

[0037] 单片机 (U3) 的 P2 端口主要用作 I/O 口,实际使用了 4 个脚 (P2.0 ~ P2.3 脚),用于控制一组由电阻网络与 CD4051 构成的电子开关 25 的通断来选择接通不同的电阻,以改变 PWM 脉宽调制控制电路 19 输出脉冲的占空比,达到输出电压不同电压的目的。其中,

P2.3 为片选端,当为 CD4051 没有片选信号时,CD4051 为高阻态,分压输出电阻最大,此时逆变控制器 4 输出电压最小(为 45V);当 P2.0 ~ P2.2 脚都输出低电平(高电平用 1 表示,低电平用 0 表示),即输出 000 时,第 1 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 90V;当输出 001 时,第 2 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 135V;当输出 010 时,第 3 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 180V;当输出 011 时,第 4 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 225V;当输出 100 时,第 5 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 270V;当输出 101 时,第 6 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 315V;当输出 110 时,第 7 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 360V;当输出 111 时,第 8 个电阻网络接通,逆变控制器 4 输出电压 400V。通过这个切换方式,实现选择不同电压的输出。

[0038] 单片机 (U3) 的 P3 端口有 8 位 (P3.0 ~ P3.7 脚) 主要用作 I/O 口,其中 P3.0、P3.1 与数码管显示电路连接,用于串行输出显示,显示 5 位数,内容包括 2 位周期,3 位数的交流电压值。P3.2 用做外部中断 INT0 与 CAN 通信的 SJA1000 芯片的 16 脚连接,用于中断接收 CAN 总线数据,当上位机有数据下发到逆变控制器时,通过这个外部中断通知单片机启动接收 CAN 总线数据。P3.3、P3.4 用做过流过压检测,与由比较器 HA17393 (U2) 构成的过流过压控制电路 21 连接,当逆变控制器 4 输出电压过大、负载太重或输出短路时,过流过压控制电路 21 将检测到的信号传送给单片机的 P3.3、P3.4 脚,单片机查询到 P3.3、P3.4 有信号时,关断 PWM 脉宽调制控制电路 19,停止逆变控制器 4 工作。P3.5 脚空闲未用。P3.6、P3.7 是读写信号,分别与 CAN 通信的 SJA1000 芯片的读写信号 5 脚、6 脚连接,用于读写 SJA1000 内部的接收数据缓冲器和特殊功能寄存器。

[0039] 在逆变控制器 4 中,还有一个关键电路是 PWM 脉冲宽度调制电路 TL494 (U1) 19,它是一个固定频率的脉宽可调制电路(即占空比可调节),脉宽调制通过单片机 (U3) 控制电子开关 25 切换电阻网络输出阻抗来改变 U1 的 1 脚、2 脚误差放大器的输入,实现输出脉冲宽度调节。U1 内置了线性锯齿波振荡器,振荡频率通过 U1 的 5 脚、6 脚外接的电阻和电容调节。TL494 (U1) 输出的脉宽调制信号在 9 脚、10 脚输出驱动大功率 MOS 电路推动直流升压电路 15 中的升压变压器实现高压输出,直流升压电路 15 输出的电压经过整流滤波电路 16 后直接接入到主要由 4 个大功率 MOS 器件组成的逆变控制与推挽输出电路 17 中,该电路在单片机 (U3) 的控制下最终产生我们需要的交流电压,输出给矿场电极供电。

[0040] 同时,经过整流滤波电路 16 后的输出电压再经过电阻反馈电路 20 回馈到 TL494 (U1) 的 1 脚,控制 TL494 (U1) 的脉宽信号输出的稳定性。

[0041] 逆变控制器 4 将蓄电池的电能转换为输出电压的频率在 0.125Hz ~ 2Hz 之间变化、输出电压峰峰值在 40V_{pp} ~ 800V_{pp} 之间调节的交流阶梯波电压输出,供给区域矿场测量电极用电 8;逆变控制器 4 采用闭环控制模式,如图 3 所示:调节器 14 是一个误差电压放大电路,它对反馈电压进行比较形成差分信号,输入到时间比例控制及脉冲形成电路 11 的输入端,产生占空比不同的控制脉冲去控制大功率 MOS 管的通断,驱动变压器输出电压。输出反馈及保护电路 13 用于稳定输出电压,当输出电压有偏差时通过输出反馈及保护电路 13 把输出信号反馈到调节器 14 进行误差处理,保证输出电压的稳定性和可靠性。以电压型 PWM 技术为主,为了达到稳定输出电压值的控制目标,需要有效地抑制外界的干扰,采用了如附件图 4 的控制形式,这些可以通过分析系统的传递函数得到各种控制结果。

[0042] 如图 4 所示,调节器 14 是误差电压放大器,采用电压反馈调节,其传递函数用

$G_1(s)$ 表示, 逆变控制系统的输出为电压量 (u_o), 时间比例控制及脉冲形成环节可以等效为一个线性比例环节, 对于电压型 PWM 方式, 其输出量为脉冲占空比, $\delta = K_1(u_o)$, 所以这个环节的传递函数用 K_1 表示。逆变主电路 12 包括逆变开关电路、逆变变压器、输出整流滤波电路, 其中 Tr 为逆变主电路开关管, 逆变主电路采用 Buck 式推挽转换器拓扑结构, T 为逆变变压器, 初次级电压比 $V_1/V_2 = N$, LC 为输出低通滤波器, 这部分的传递函数设为 $G_2(s)$; R_1 、 R_2 为输出电压反馈电路, 也是比例环节, $K_2 = R_2/(R_1+R_2)$, 其传递函数设为 $H(s)$ 。这样附图 4 中的逆变控制系统可以变换成传递函数的形式表示 (如附图 5 所示)。因此, 逆变控制系统的输出量 $Out(s)$ 对输入量 (u_g) 的闭环传递函数为:

$$[0043] \quad \frac{Out(s)}{u_g(c)} = \frac{K_1 G_1(s) G_2(s)}{1 + K_1 H(s) G_1(s) G_2(s)} = \frac{G(s)}{1 + H(s) G(s)} = \frac{K_1 G_1(s) / N}{S^2 LC + 1 + K_1 G_1(s) K_2 / N}$$

[0044] 式中 $G(s) = K_1 G_1(s) G_2(s)$, $G(s)$ 称为前向通道传递函数。

[0045] 反馈信号 $b(s)$ 与误差信号 $e(s)$ 之间的关系为系统开环传递函数, 即:

$$[0046] \quad \frac{b(s)}{e(c)} = G(s) H(s)$$

[0047] 系统误差信号 $e(s)$ 与输入量 (u_g) 之间的关系称为误差传递函数, 即:

$$[0048] \quad \frac{e(s)}{u_g(c)} = \frac{1}{1 + H(s) G(s)}$$

[0049] 逆变控制系统的输出量 $Out(s)$ 对干扰信号 $u_i(s)$ 的闭环传递函数为:

$$[0050] \quad \frac{Out(s)}{u_g(c)} = \frac{G_2(s)}{1 + K_1 H(s) G_1(s) G_2(s)}$$

[0051] 通过对逆变控制系统传递函数分析, 采用 STC12C5A60S2 单片机编程控制, 用给定电压与反馈电压的误差信号来调节 PWM 脉冲的宽度, 可实现输出电压的稳定可靠。

[0052] 充放电控制器 2 是整个供电装置的重要组成部分, 为了延长蓄电池的工作寿命, 必须对蓄电池组 3 的过充电、过放电、深度充电、负载过流和反充电等情况加以限制, 同时依照区域矿场供电需求来控制太阳能电池组件 1 充电和蓄电池组 3 的放电。

[0053] 如图 6 所示, 采用单路旁路型实现对电池的充放电管理, $D1$ 是防反充电二极管, $D2$ 是防反接二极管, $K1$ 和 $K2$ 用 MOS 管做电子开关, $K1$ 是控制器充电回路开关, $K2$ 是蓄电池放电开关, Fs 是保险丝。 $K1$ 并联在太阳能电池组件的输出端, 当蓄电池电压大于充满切离电压时, 为了保证蓄电池不会出现过充电, 这时 CPU 控制 $K1$ 开关导通, $D1$ 截止, 太阳能停止对蓄电池充电, 有效地防止了蓄电池过充电。在夜晚或阴雨天, 当蓄电池电压大于外部的太阳能电池组件输出的电压时, 这时 CPU 控制 $K1$ 开关导通, $D1$ 截止, 可有效地防止了蓄电池对太阳能电池反充电。检测控制电路 31 随时对蓄电池进行检测, 当负载电流大于额定电流出现过载或短路时, 这时 CPU 控制蓄电池放电开关 $K2$ 断开, 起到了过载保护和短路保护的作用。同时蓄电池小于过放电压时, $K2$ 断路, 起到过放电保护。当充放电控制器 2 管理的蓄电池组 3 正常工作时, 就可以输出电压给逆变器控制器 4 和普通逆变器 6 构成的负载 32 提供电源。

[0054] 供电装置输出的电压和频率值由上位机通过 CAN 总线下达指令, 电压的频率可以在 0.125Hz、0.25Hz、0.5Hz、1Hz、2Hz 五个档之间切换变化, 输出电压的单边值可以在 45V、90V、135V、180V、225V、270V、315V、360V、400V 九个档位之间切换调节, 输出的电压能稳定可

靠地供给区域矿场高压电极用电。

[0055] 当需要供电时,服务器下发开机命令,CAN 报文信息包括开机命令、输出电压值和频率 3 个信息。关机时,服务器下发关机命令,下位机收到此命令后切断蓄电池供电。

[0056] 供电装置(CAN 节点)收到开机命令后,完成 4 个任务:

[0057] (1) 接通蓄电池开始产生逆变电源;(2) 切换电压档位输出合适的电压;(3) 切换周期档位输出合适的电压频率接通蓄电池;(4) 检测实际输出的电压、电流和频率,并形成 CAN 报文上传到服务器,上传包括电压值、电流值和频率。

[0058] 用本实用新型的电极供电装置的硬件组成方案来实现铀矿资源电法勘探的矿场电极供电,其工作步骤如下:

[0059] (1) 先进行硬件实体线路连接。

[0060] 按图 1 连接好太阳能电池组件 1、充电控制器 2、蓄电池组 3、逆变控制器 4、CAN 总线电缆 5、通用逆变器 6、上位机(笔记本电脑)7(含 CAN 接口卡)、高压电缆 10、矿场电极 8、供电输出插座板 9。也可以先不接通用逆变器 6、供电输出插座板 9。

[0061] (2) 开启上位机 7,运行通信软件,同时逆变控制器 4 开启电源,进入正常工作状态。上位机软件设置工作参数,通过 CAN 总线向各个子站发送命令。

[0062] (3) 逆变控制器 4 作为 CAN 总线上的一个子站,接收上位机 7 下发的命令并作出应答,逆变控制器 4 根据上位机下发的命令开始工作,输出需要的交流电压,并将当前电压值、电流值、频率数发送给上位机。

[0063] (4) 逆变控制器 4 与上位机 7 之间的通信数据格式:

[0064] 上位机 7 下发开机命令报文,CAN 报文信息包括开机(1 字节)、输出电压值

[0065] (1 字节)和频率(1 字节)3 个信息。开机命令用“P”,通信传输均采用 ASCII 码。

[0066] 输出交流电压有 9 个档,下发选择用数字代号 1-9 标示,其中:

[0067] 1--45V 档 2--90V 档

[0068] 3--125V 档 4--170V 档

[0069] 5--215V 档 6--260V 档

[0070] 7--305V 档 8--350V 档

[0071] 9--400V 档

[0072] 输出交流电压的频率有 5 种,下发选择用数字代号 1-5 标示,其中:

[0073] 1--0.5 秒周期 2--1 秒周期

[0074] 3--2 秒周期 4--4 秒周期

[0075] 5--8 秒周期

[0076] 逆变控制器 4 收到上位机的命令后,完成 4 个任务:

[0077] ①接通蓄电池开始产生逆变电源

[0078] ②切换电压档位输出合适的电压

[0079] ③切换周期档位输出合适的电压频率

[0080] ④检测实际输出的电压值、电流和频率,形成 CAN 报文上传到 PC 机,上传报文信息包括:电压值 3 字节(V),电流值 3 字节(mA),频率 1 字节(秒)。

[0081] 如:假设当前检测到要传输的信息是输出电压 170V,电流 126mA,周期 2 秒的频率

[0082] 则实际传输内容为:31H,37H,30H,31H,32H,36H,31H 共 7 个字节(ASCII)。

[0083] 上位机 7 发送命令帧的格式如下：

[0084]

地址	命令类型 1	命令类型 2		
----	--------	--------	--	--

[0085] 逆变控制器 4 向上位机 7 发送的帧

[0086] 子站向上位机发送帧的格式如下：

[0087]

帧类型	地址	状态类型
-----	----	------

[0088] 帧类型：为 0DCH 表示电源子站向上位机发送的状态帧（开机还是关机状态）

[0089]

帧类型	地址	数据 1	数据 2	数据 3
-----	----	------	------	------	-------

[0090] 帧类型：为 0DBH 表示电源子站向上位机发送的数据帧，每个格为 1 个字节

[0091] (5) 上位机 7 下发关机命令报文，CAN 报文信息包括关机（1 字节），如“G”。下位机收到此命令后切断蓄电池供电。

[0092] (6) 通过上位机 7 与逆变控制器 4 之间根据需要不断地数据通信，形成密切的主从关系，达到矿场电极供电需要，完成铀矿资源电法勘探的数据测量。

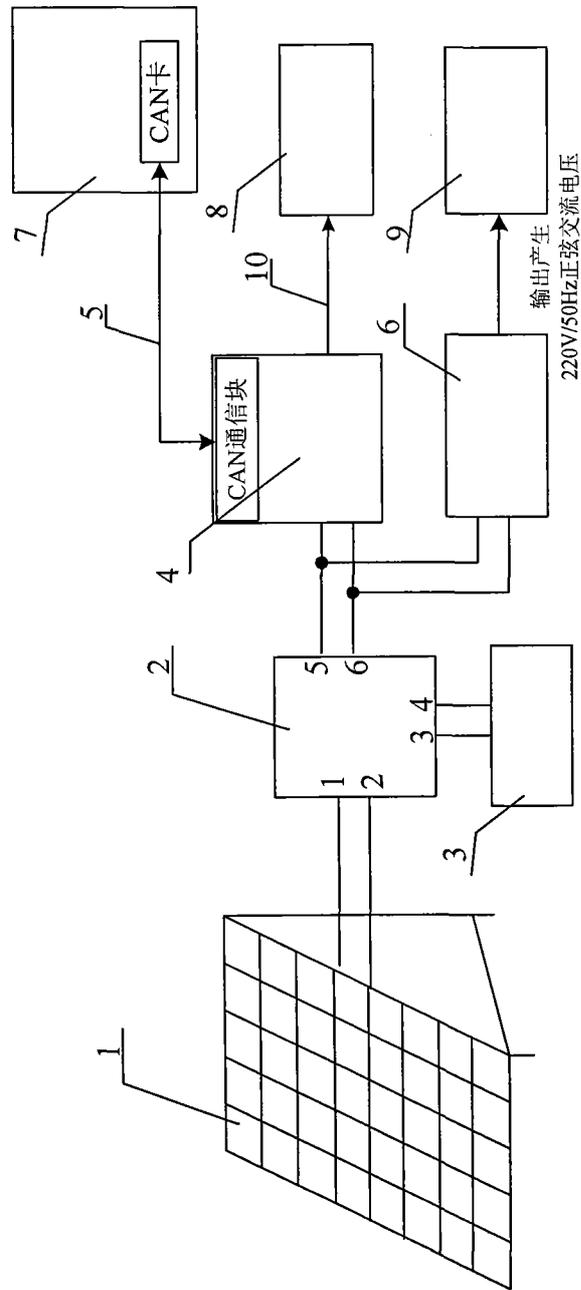


图 1

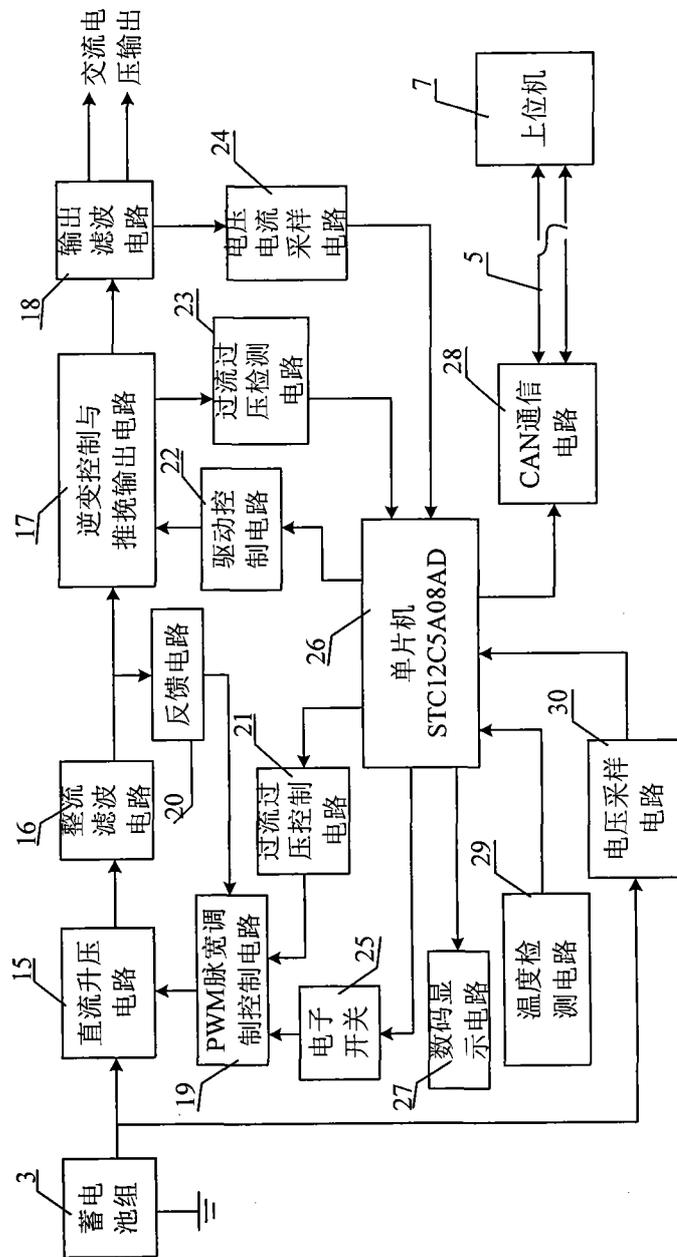


图 2

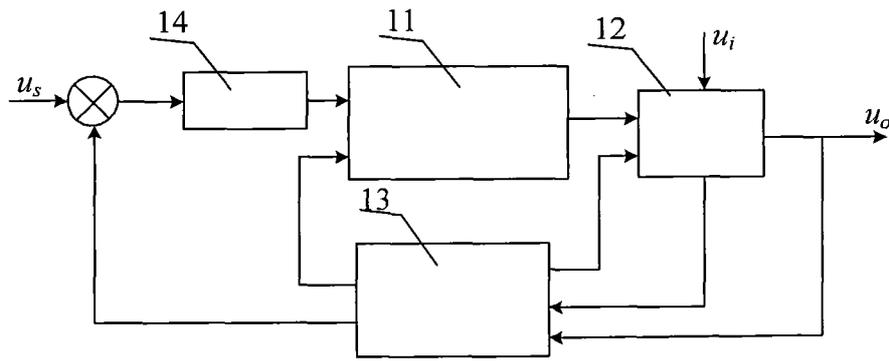


图 3

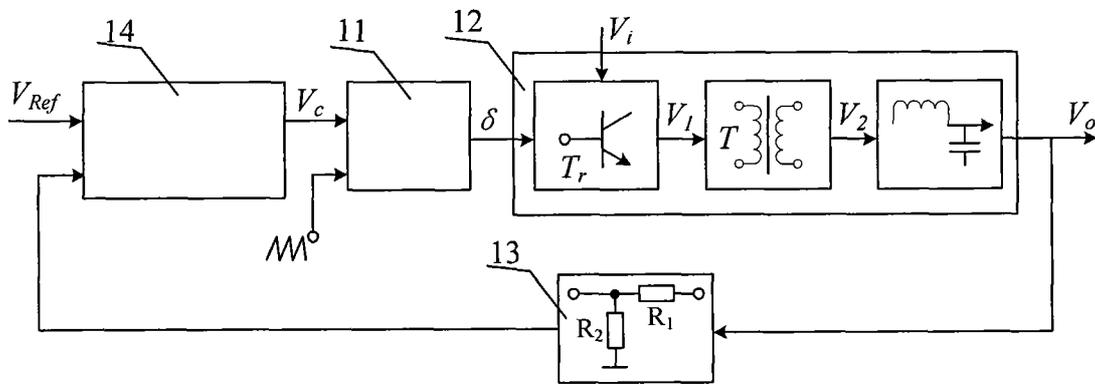


图 4

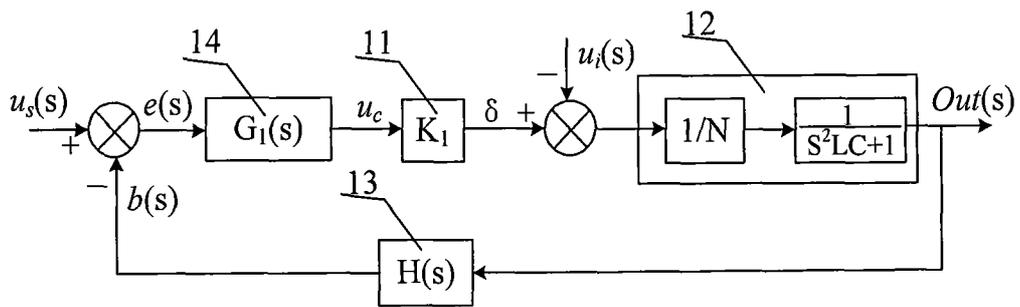


图 5

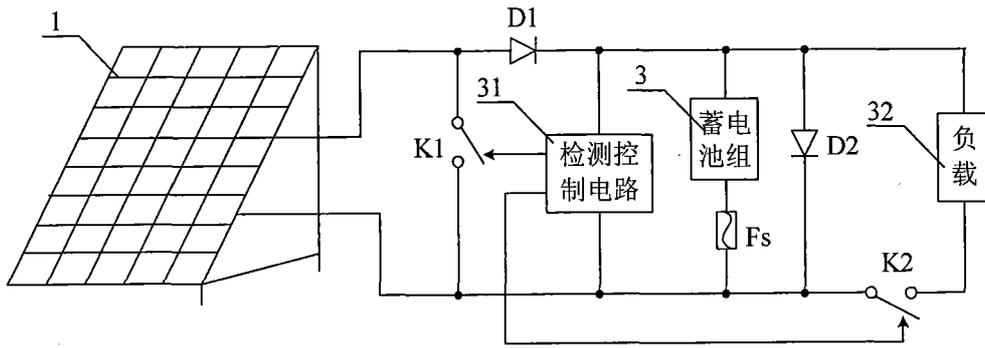


图 6

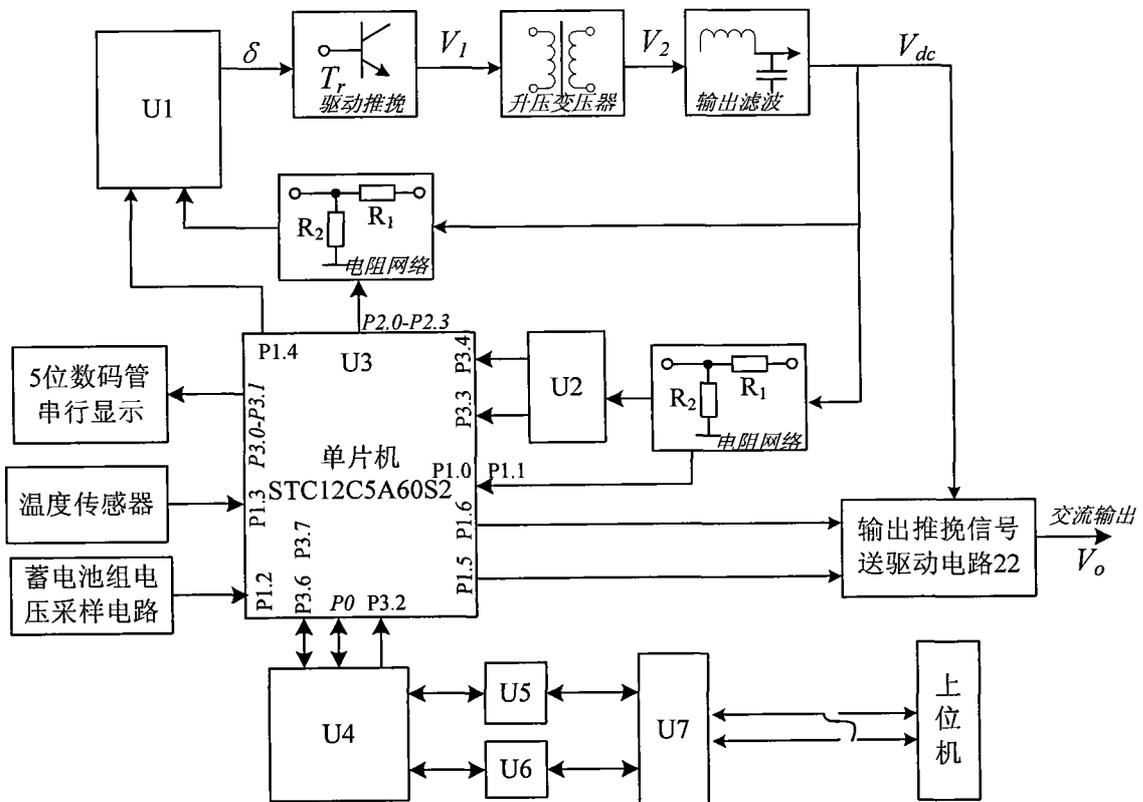


图 7