



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111628540 A

(43)申请公布日 2020.09.04

(21)申请号 202010393147.7

H02M 3/00(2006.01)

(22)申请日 2020.05.11

B60L 53/31(2019.01)

B60L 53/60(2019.01)

(71)申请人 哈尔滨理工大学

地址 150000 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路52号

(72)发明人 柳思宇 王旭东 赵奋祥 丁佳鑫 赵忠宇 尤波 宋超

(74)专利代理机构 北京睿智保诚专利代理事务所(普通合伙) 11732

代理人 周新楣

(51)Int.Cl.

H02J 7/00(2006.01)

H02J 7/02(2016.01)

H02M 7/487(2007.01)

H02M 7/12(2006.01)

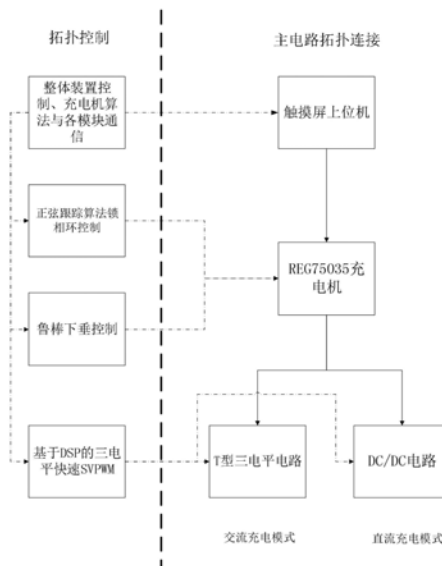
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种新型交直流充电桩的架构与上位机控制策略

(57)摘要

本发明公开了一种新型交直流充电桩的上位机控制策略,包括VIENNA整流器、DC/DC变换器、T型三电平逆变器、DSP控制板与触摸屏上位机。本发明将交流充电模式与直流充电模式基于一... 而且充电桩的充电模式有直流充电模式和交流充电模式两种,其输出的电压电流波形稳定可靠,可以满足绝大部分电动汽车的充电需求。直流充电模式中,整流电源系统是其核心部件。在稳态时要使充电桩输出稳定的电能,又要根据检测反馈的信息实时调整输出直流电压与电流的大小,实现快速跟踪给定值。整流电源系统由REG75035充电机与DC/DC电路构成。系统主控采用威纶通触摸屏内部的ARM芯片进行控制,对交流信号和直流信号设计了信号调理电路。



1. 一种新型交直流充电桩的上位机控制策略,其特征在于,包括:

主电路拓扑部分,包括VIENNA整流器、DC/DC变换器、T型三电平逆变, DSP控制板与触摸屏上位机;

拓扑控制部分,包括正弦跟踪算法锁相环控制法、鲁棒下垂控制法与三电平快速SVPWM控制法;

整体控制部分,包括威纶通触摸屏控制各个模块CAN通信。

2. 根据权利要求书1所述的主电路拓扑,其特征在于,所述主电路的VIENNA整流器与DC/DC变换器相连,所述的VIENNA整流器与T型三电平逆变器,所述的T型三电平逆变器与DSP控制板相连所述的DSP控制板与触摸屏上位机相连,所述的VIENNA整流器与触摸屏上位机相连;当处于直流充电模式时,输出电压由DC/DC变换器发出,当处于交流模式时,输出电压由T型三电平逆变器发出。

3. 根据权利要求书1所述正弦跟踪算法锁相环控制法包括以下步骤:

第一设定参考电压步骤;其参考电压为 $v(t) = \sum_{i=0}^{\infty} V_{mi} \sin \theta_{gi}$;

第一估计信号步骤;其估计信号为 $e(t) = E(t) \sin(\int_0^t \omega(\tau) d\tau + \delta(t))$;

第一定义矢量计算误差步骤;将矢量误差进行计算后,得到其控制的微分方程;

第一建立正选跟踪算法原理步骤。建立控制逻辑模块后,将值输出给控制端。

4. 根据权利要求书1所述鲁棒下垂控制法包括以下步骤:

第一改写R型整流器的传统下垂控制步骤;

第一计算稳态电压步骤,对反馈的电压进行闭环反馈,乘以比例系数后重新发给控制端。

5. 根据权利要求书1所述三电平快速SVPWM控制法包括以下步骤:

第一大扇区的判断步骤,将扇区以x轴开始,逆时针进行每个扇区 120° 划分;

第一小扇区的判断步骤,将大扇区按照传统SVPWM分为10个小扇区;

第一计算作用时间的步骤,根据伏秒平衡原则与向量所能到的最大点进行计算,并得出结果;

为了方便比较与研究,定义变量m与n;

当N=1时,m与n如式;

$$\begin{cases} m = x \\ n = -z \end{cases}$$

当N=2时,m与n如式;

$$\begin{cases} m = y \\ n = -x \end{cases}$$

当N=3时,m与n如式;

$$\begin{cases} m = z \\ n = -y \end{cases}$$

定义扇区表达为 $M=N_1N_2N_3$,其中 N_1 为大扇区,数值范围为1,2,3; N_2 为小扇区,数值范围为1到8。 N_3 为小扇区内划分编号,数值范围为1和0;

各矢量作用位置判断条件如下表所示:

扇区位置 M	三角形边界内条件	扇区位置 M	三角形边界内条件
110	$\begin{cases} m < 2 \\ n > 0 \\ m > 2n \end{cases}$	150	$\begin{cases} n < 2 \\ m > 0 \\ n > 2m \end{cases}$
111	$\begin{cases} n < m < 2n \\ m < 2 \end{cases}$	151	$\begin{cases} m < n < 2m \\ n < 2 \end{cases}$
120	$\begin{cases} n+2 < m < 4 \\ n > 0 \end{cases}$	160	$\begin{cases} m+2 < n < 4 \\ m > 0 \end{cases}$
130	$\begin{cases} 2n < m < n+2 \\ m > 2 \end{cases}$	170	$\begin{cases} 2m < n < m+2 \\ n > 2 \end{cases}$
131	$\begin{cases} 2 < m < 2n \\ n < 2 \end{cases}$	171	$\begin{cases} 2 < n < 2m \\ m < 2 \end{cases}$
141	$\begin{cases} n < m < 4 \\ n > 2 \end{cases}$	181	$\begin{cases} m < n < 4 \\ m > 2 \end{cases}$

第一调制空间矢量作用时间的步骤,全部采用七段式进行调制。

6. 根据权利要求书1所述威纶通触摸屏控制各个主电路拓扑的通信数据传输与操作指令。

一种新型交直流充电桩的架构与上位机控制策略

技术领域：

[0001] 本发明涉及汽车领域，具体为一种交直流充电桩的架构设计与上位机控制策略。

背景技术：

[0002] 目前，我们面对的能源环保问题日益严重，国家提出了大力发展充电汽车的纲领。随着社会的发展，各种机构、企业、个人均开始购入电动汽车，大功率充电桩为满足社会需求而呼之欲出。为克服各种不同的电池型号与交直流充电的要求，大功率、模块化、智能化是交直流充电桩的下一步的发展方向。目前针对交直流充电桩的拓扑研究与控制的研究并不广泛，所以其发展前景非常广阔，也具有实际意义。本发明以此为基础，对交直流充电桩的架构与上位机控制策略进行系统的研究与设计。

发明内容：

[0003] 本发明的目的是针对现有技术的缺陷，提供一种交直流充电桩的架构与上位机控制策略，以解决上述背景技术提出的问题。

[0004] 为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：一种电源模块装置，包括VIENNA整流器、DC/DC变换器、T型三电平逆变器，所述三校催化器的一端设有进气管，所述的VIENNA整流器与市电网络相连接，所述的DC/DC变换器与VIENNA相连接，所述的T型三电平逆变器与VIENNA相连接。一种控制模块，包括DSP控制板与触摸屏上位机。所述DSP主要控制T型三电平逆变器与DC/DC变换器，所述的触摸屏上位机主要控制VIENNA整流器，以上数据均由DSP处理后通过CAN信号传输给触摸屏上位机。

[0005] 作为本发明的一种优选技术方案，所述的VIENNA整流器选用英飞源公司的REG75035，为实现大功率传输，采用模块化级联的控制模式与共锁相环模式进行控制，并通过上位机触摸屏给REG75035传输CAN信号。然后当充电模式为直流时，输出电流经过DC/DC模块传输给负载。并且此VIENNA整流器充电机可以实时将测试数据传输回触摸屏上位机，容易实现控制功能。

[0006] 作为本发明的一种优选技术方案，所述的DC/DC模块采用LLC模块，它将VIENNA整流器模块输入给它的电压进行稳压，然后根据采用直流充电方式的电动汽车蓄电池所传输回的CAN信号，输出给电动汽车蓄电池。

[0007] 作为本发明的一种优选技术方案，所述的T型三电平逆变器模块，它将VIENNA整流器模块输入给它的电压进行稳压，然后根据采用交流充电方式电动汽车蓄电池所传输回的CAN信号，输出给电动汽车蓄电池。此T型三电平电路采用新型三电平快速SVPWM进行控制，这种控制算法将运算周期速率提高了约8.8%，具有结构简单，程序执行周期短，占用内存小等特点，从而提升了算法的运行效率。

[0008] 作为本发明的一种优选技术方案，所述触摸屏上位机采用威纶通公司的MT8071iE。本产品具有操作简单、可以编译宏指令、触点准确度高、噪音小等诸多优点。也具有Com1/Com3、RS485内置隔离器、NEMA4/IP65前面板防护等级、COM1及COM3、RS485、支持

MPI、无风扇冷却系统等特点。这种触摸屏上位机与VIENNA整流器、T型三电平逆变器、DC/DC电源、DSP控制板相连接。主要控制VIENNA整流器模块。并且当遇到险情时，各个模块可以将错误数据传输触摸屏上位机，本上位机由于有宏指令功能，可以最快速度切断供电，从而满足了本发明的安全性。

[0009] 作为本发明的一种优选技术方案，所述DSP控制板使用汽车电子工程研究中心所研制的第七代变频控制板。此控制板的优点在于可以输入与输出大功率电压，以此提高交流充电使的速度。

[0010] 上述电源的数字控制方法包括正弦跟踪算法锁相环控制法、鲁棒下垂控制法与三电平快速SVPWM控制法。

[0011] 所述正弦跟踪算法锁相环控制法包括以下步骤：

[0012] 第一步：设系统电压为：

$$[0013] \quad v(t) = \sum_{i=0}^{\infty} V_{mi} \sin \theta_{gi}$$

[0014] 式中： V_{mi} 、 θ_{gi} 是*i*次电压谐波的幅值和相角。

[0015] 第二步：设估计信号为：

$$[0016] \quad e(t) = E(t) \sin\left(\int_0^t \omega(\tau) d\tau + \delta(t)\right)$$

[0017] 式中： $E(t)$ 为估计信号的幅值， $\omega(t)$ 为估计信号的频率， $\theta(t) = \int_0^t \omega(\tau) d\tau + \delta(t)$ 为估计信号的相角。

[0018] 第三步：定义矢量计算误差，定义一个矢量 $\psi(t) = [E(t) \ \omega(t) \ \delta(t)]^T$ ，该矢量包含于函数：

$$[0019] \quad J(\psi(t), t) = d^2(t) = [v(t) - e(t)]^2$$

[0020] 式中： $d(t) = v(t) - e(t)$ 是输入与输出的误差，对式(4-10)中的 $\psi(t)$ 对*t*求导，得

到： $\frac{d\psi(t)}{dt} = -\mu \frac{\partial [J(\psi(t), t)]}{\partial \psi(t)}$ 由此可得到的微分方程：

$$[0021] \quad \begin{cases} \frac{dE(t)}{dt} = 2\mu_1 d \sin \theta \\ \frac{d\omega(t)}{dt} = 2\mu_2 E d \sin \theta \\ \frac{d\theta(t)}{dt} = \omega + \mu_3 \frac{d\omega}{dt} \end{cases}$$

[0022] 第四步：建立正选跟踪算法原理框图： E 受*d*变化的影响很小，所以 ω 的主要动态特性由*d*决定，而*E*的影响可结合 μ_2 的合理选择一同考虑。为了提高响应速度可以将额定频率 θ_n^* 加到估计的频率上。频率环的性能由两个增益 μ_2 和 μ_3 决定，从而形成PI控制器 $\mu_2 (\mu_3 + 1/S)$ ，且 μ_2 直接影响该环的带宽。 μ_2 越大，带宽越高，响应速度越快。然而，如果有一个大的相位跳变，大增益 μ_2 会造成振荡，这样需要长时间才能达到稳态，太大的 μ_2 甚至可能在相角跳变过大时造成系统不稳定。

[0023] 所述鲁棒下垂控制法包括以下步骤：

[0024] 第一步:改写R型整流器的传统下垂控制策略。由于是应用于整流器的下垂控制,同时本发明的实验负载为阻性负载,故改写时以R型整流器的传统下垂算法修改为主。R型逆变器的传统下垂控制策略如式所示:

$$[0025] \quad \begin{cases} U_i = U^* - n_i P_i \\ \omega_i = \omega^* + n_i Q_i \end{cases}$$

[0026] 改写后为:

$$[0027] \quad \begin{cases} \Delta U_i = U_i - U^* = -n_i P_i \\ U_i = \int \Delta U_i dt \end{cases}$$

[0028] 第二步:计算稳态电压。对于并网的逆变器来说,最终要求 $\Delta U_i = 0$ 。但对于没有并网的逆变器,其功率跟随负载变化,就会导致 $\Delta U_i \neq 0$ 。当负载增加时,负载两端的电压会成下降趋势,下垂控制算法也会导致电压的下降。由式(4-33)可知,当 n_i 很小时,电压的变化很慢,当 n_i 很大时,电压变化很快。为了控制电压在一定范围内变化,需要对 $U^* - U_0$ 进反馈控制,将其放大后添加到 ΔU_i 上,得到了改进后的下垂控制策略。

[0029] 当达到稳态时, ΔU_i 为0。由此可得:

$$[0030] \quad K(U^* - U_0) = n_i P_i$$

[0031] 由式(4-34)可知,只要每个逆变器选取的增益K值相同就会满足各逆变器按照容量来进行功率分配。改进后的下垂控制在各逆变器输出电压不同的情况下也能准确的进行功率分配,极大的减小了误差和干扰对系统的影响。对线路阻抗不同和器件选型的差别有很好的鲁棒性。

[0032] 所述三电平快速SVPWM控制法包括以下步骤:

[0033] 第一步:大扇区的判断。大扇区是将传统两电平SVPWM的扇区I、扇区II命名为一号大扇区,将扇区III、扇区IV命名为二号大扇区,将扇区V、扇区VI命名为三号大扇区。并通过其线电压的大小来判断所在扇区。

[0034] 第二步:小扇区的判断,将两个传统三电平的小扇区进行合并,并在 30° 与 90° 位置的小扇区在从中间划分。为方便下文表达,故令扇区编号为 $M = N_1 N_2 N_3$, 其中 N_1 为大扇区, N_2 为小扇区, N_3 为小扇区内划分编号,数值范围为1和0。

[0035] 第三步:计算作用时间,计算方法是根据伏秒平衡原则,计算矢量在小扇区内最远的落点与判断相电压和输出矢量的方向,列出方程组,进行求解。

[0036] 为了方便比较与研究,定义变量 m 与 n 。

[0037] 当 $N = 1$ 时, m 与 n 如式:

$$[0038] \quad \begin{cases} m = x \\ n = -z \end{cases}$$

[0039] 当 $N = 2$ 时, m 与 n 如式:

$$[0040] \quad \begin{cases} m = y \\ n = -x \end{cases}$$

[0041] 当 $N = 3$ 时, m 与 n 如式:

[0042]
$$\begin{cases} m = z \\ n = -y \end{cases}$$

[0043] 定义扇区表达为M=N1N2N3,其中N1为大扇区,数值范围为1,2,3;N2为小扇区,数值范围为1到8。N3为小扇区内划分编号,数值范围为1和0。

[0044] 各矢量作用位置判断条件如下表所示:

	扇区位置 M	三角形边界内条件	扇区位置 M	三角形边界内条件
[0045]	110	$\begin{cases} m < 2 \\ n > 0 \\ m > 2n \end{cases}$	150	$\begin{cases} n < 2 \\ m > 0 \\ n > 2m \end{cases}$
	111	$\begin{cases} n < m < 2n \\ m < 2 \end{cases}$	151	$\begin{cases} m < n < 2m \\ n < 2 \end{cases}$
	120	$\begin{cases} n + 2 < m < 4 \\ n > 0 \end{cases}$	160	$\begin{cases} m + 2 < n < 4 \\ m > 0 \end{cases}$
[0046]	130	$\begin{cases} 2n < m < n + 2 \\ m > 2 \end{cases}$	170	$\begin{cases} 2m < n < m + 2 \\ n > 2 \end{cases}$
	131	$\begin{cases} 2 < m < 2n \\ n < 2 \end{cases}$	171	$\begin{cases} 2 < n < 2m \\ m < 2 \end{cases}$
	141	$\begin{cases} n < m < 4 \\ n > 2 \end{cases}$	181	$\begin{cases} m < n < 4 \\ m > 2 \end{cases}$

[0047] 第四步:确定空间矢量调制方式,由于T型三电平逆变器存在中点电压箝位控制问题,要使用零矢量调制来解决,故采用传统7段式调制的发波方式。并且,由于T型三电平逆变器的过零畸变问题并不严重,所以本发明的所有小扇区均使用从传统7段氏调试的模式发波。

[0048] 本发明的有益效果是:

- [0049] (1) 鲁棒下垂控制
- [0050] (2) 正弦跟踪算法锁相环控制
- [0051] (3) 快速三电平SVPWM
- [0052] (4) 基于VIENNA整流器
- [0053] (5) T型三电平逆变器
- [0054] (6) 威纶通触摸屏

[0055] 采用了鲁棒下垂控制与正弦跟踪算法锁相环控制整流器,采用了三电平快速SVPWM控制了T型三电平逆变器,可以提供稳定的直流电或者交流电给电动汽车的进行充电操作。并且上位机可以实时监控与报警。

附图说明:

[0056] 图1为本发明的结构示意图;

- [0057] 图2为本发明账号密码登录示意图；
- [0058] 图3为本发明微信二维码登录示意图；
- [0059] 图4为本发明充电模式选择示意图；
- [0060] 图5为本发明直流充电界面示意图；
- [0061] 图6为本发明交流充电界面示意图；
- [0062] 图7为本发明充电状态示意图；
- [0063] 图8为本发明整流调试总图示意图；
- [0064] 图9为本发明模块CAN通信写入示意图；
- [0065] 图10为本发明整流模块REG75035的组0、1、2、3单独控制与下垂控制后的并联均流效果示意图；
- [0066] 图11为本发明整流模块REG75035的组4、5、6、7单独控制与下垂控制后的并联均流效果示意图。

具体实施方式：

[0067] 下面结合附图对本发明的较佳实施例进行详细阐述，以使本发明的优点和特征能更易被本领域人员理解，从而对本发明的保护范围做出更为清楚明确的界定。

[0068] 实施例1

[0069] 请参阅图2-11，本发明提供一种技术方案：一种新型交直流充电桩的架构与上位机控制策略，包括VIENNA整流器、DC/DC变换器、T型三电平逆变器、DSP控制板与触摸屏上位机。

[0070] 充电过程请参阅图2-7，具体如下所述：

[0071] 第一步：选择适当的登录模式（账号密码登录或者微信二维码登录），登录成功进入下一页。

[0072] 第二步：选择适合自己汽车的充电模式，包括：直流充电模式、交流充电模式与自动选择三种。

[0073] 第三步：输入充电量，包括按照金额充值和充满电池两种。

[0074] 第四步：设备开始充电，该界面将直观的实时反馈以下数值：账号、充电电量、充电时长、系统温度、工作状态、做功、余额、输出电流、输出电压、需求电流、需求电压、输出功率、急停和时间等。

[0075] 设备调试如下所述：

[0076] 设备调试请参阅图8-11，具体如下所述：

[0077] 图8为所有充电模块的控制面板，以广播地址为主的数据传输，可以控制所有充电模块的输出电压，电流等参数，并且可以将温度采集回来。

[0078] 图9为具体CAN通信传输模块，可以将通过上位机将CAN指令控制REG75035整流模块。

[0079] 图10与图11为每组充电模块的控制面板，可以控制每个模块的开机、关机、输出电压、输出电流等

[0080] 以上实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在

不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

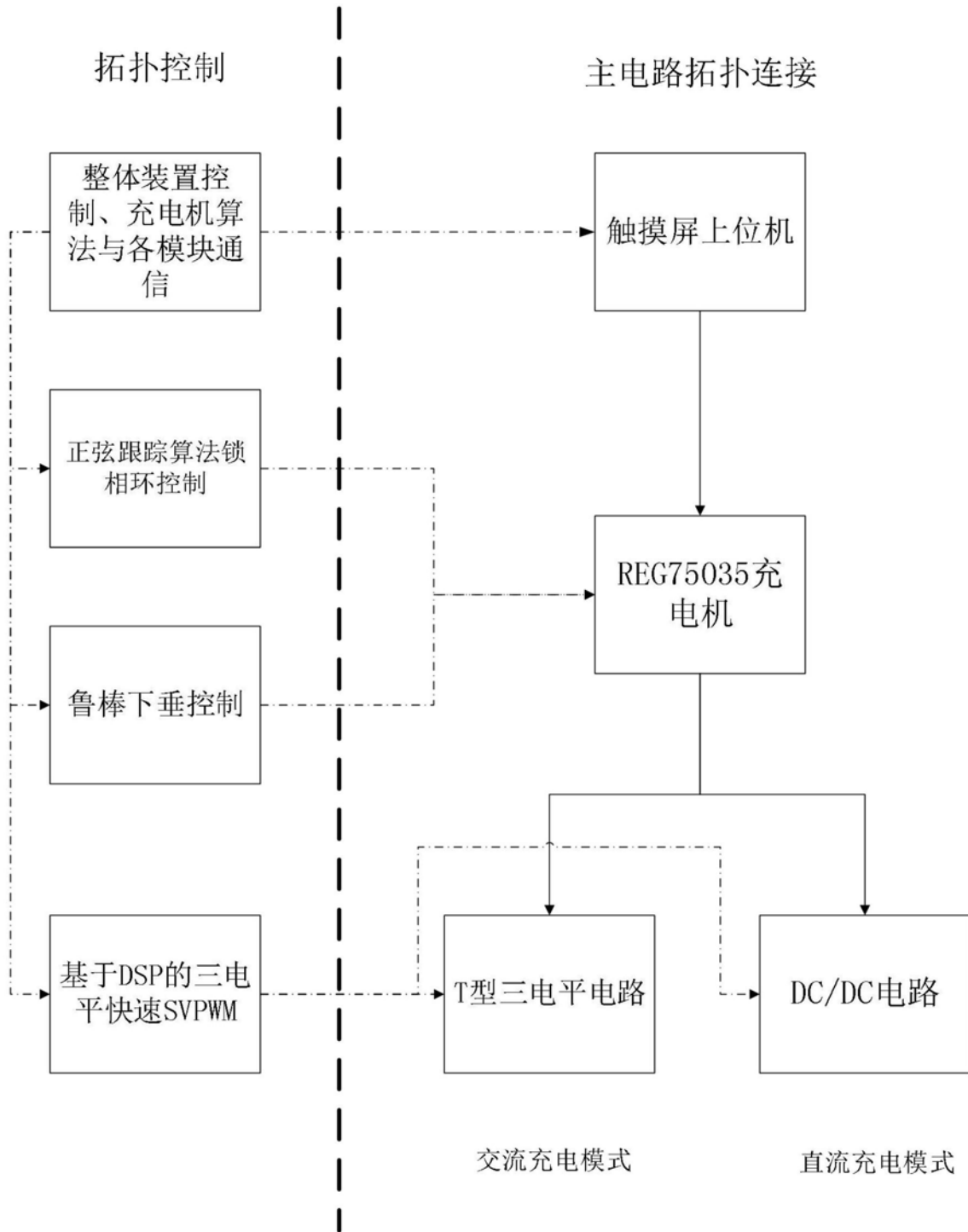


图1

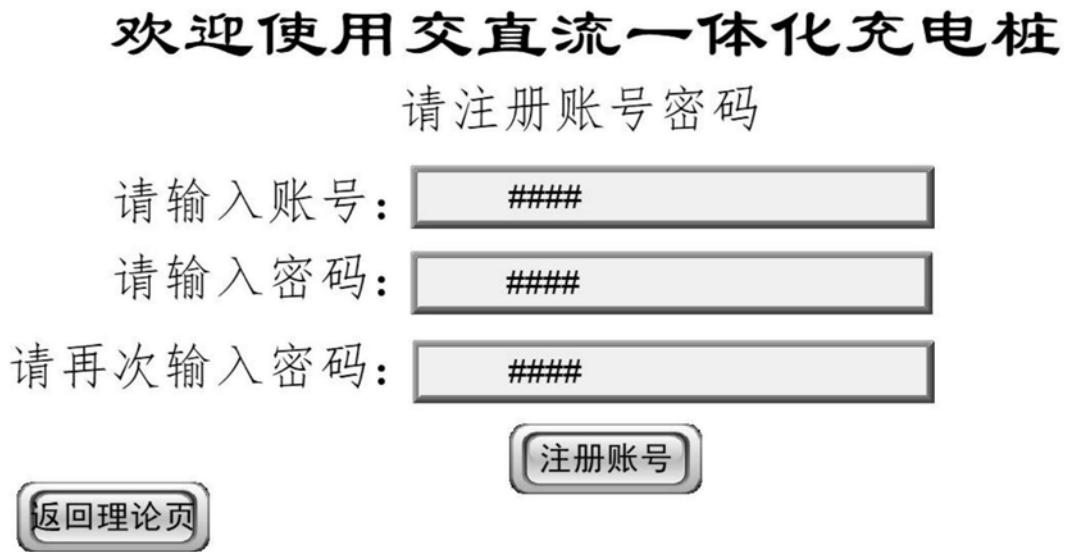


图2



图3

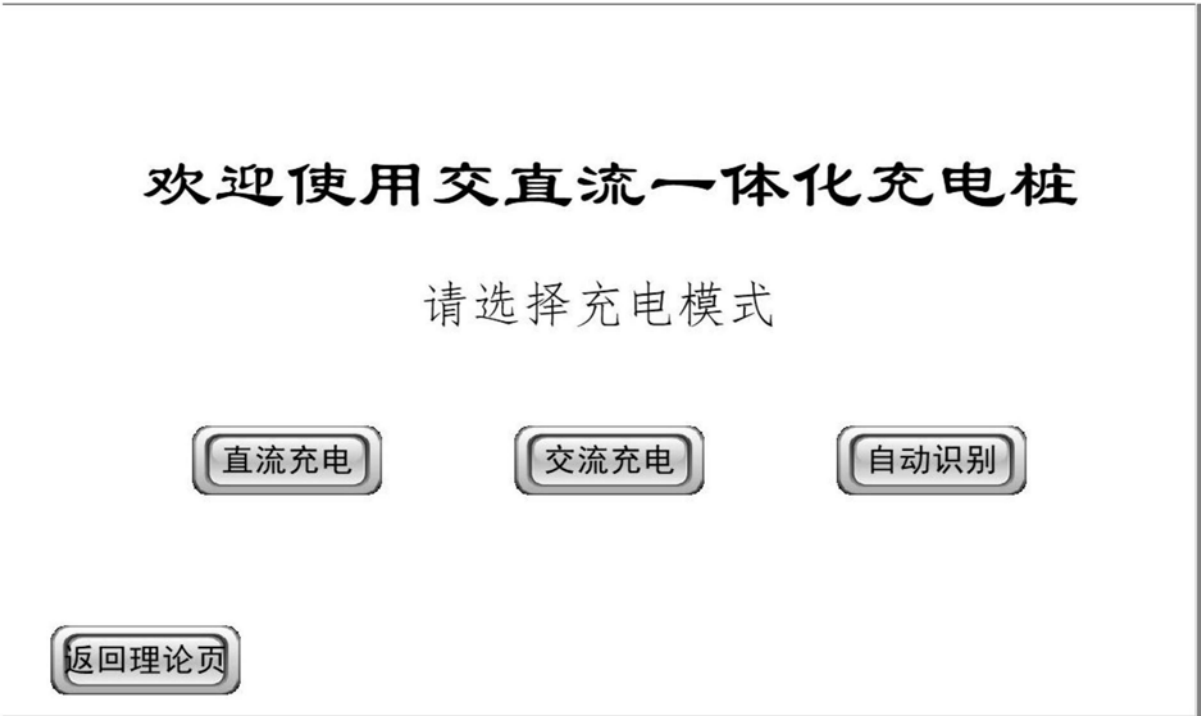


图4

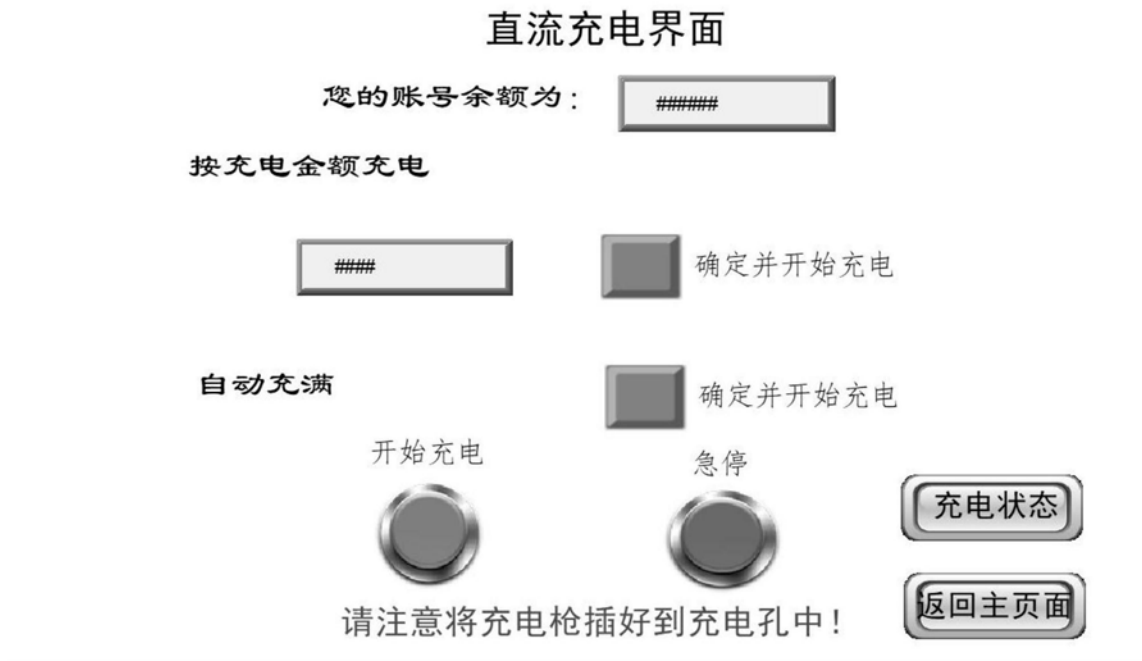


图5

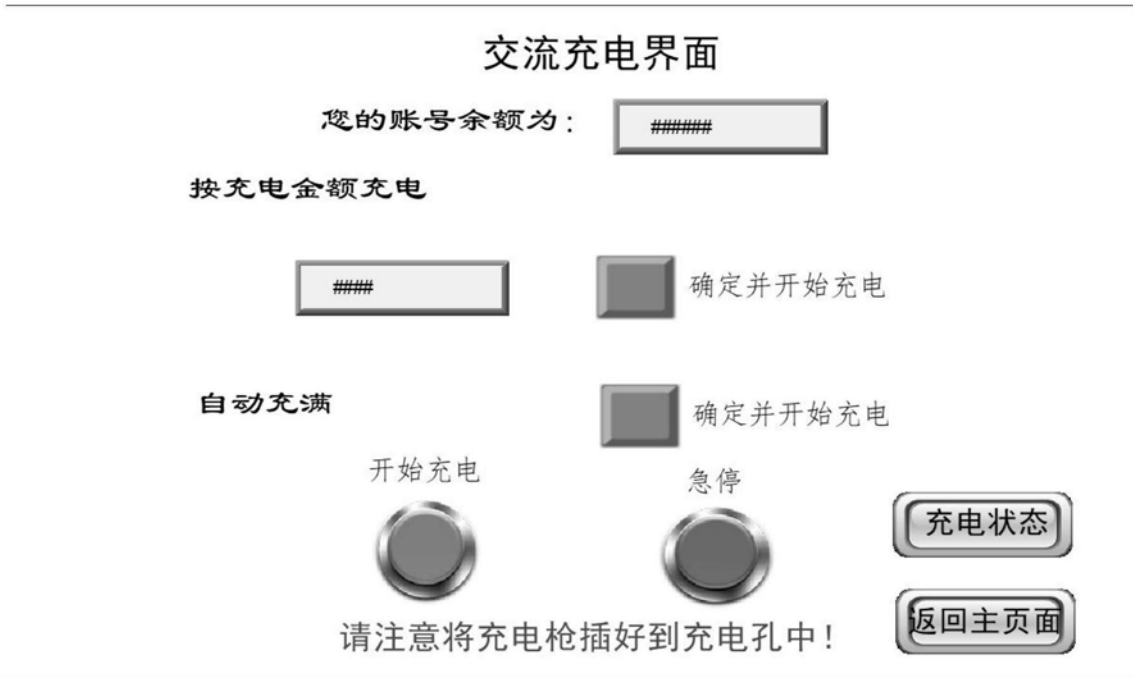


图6



图7

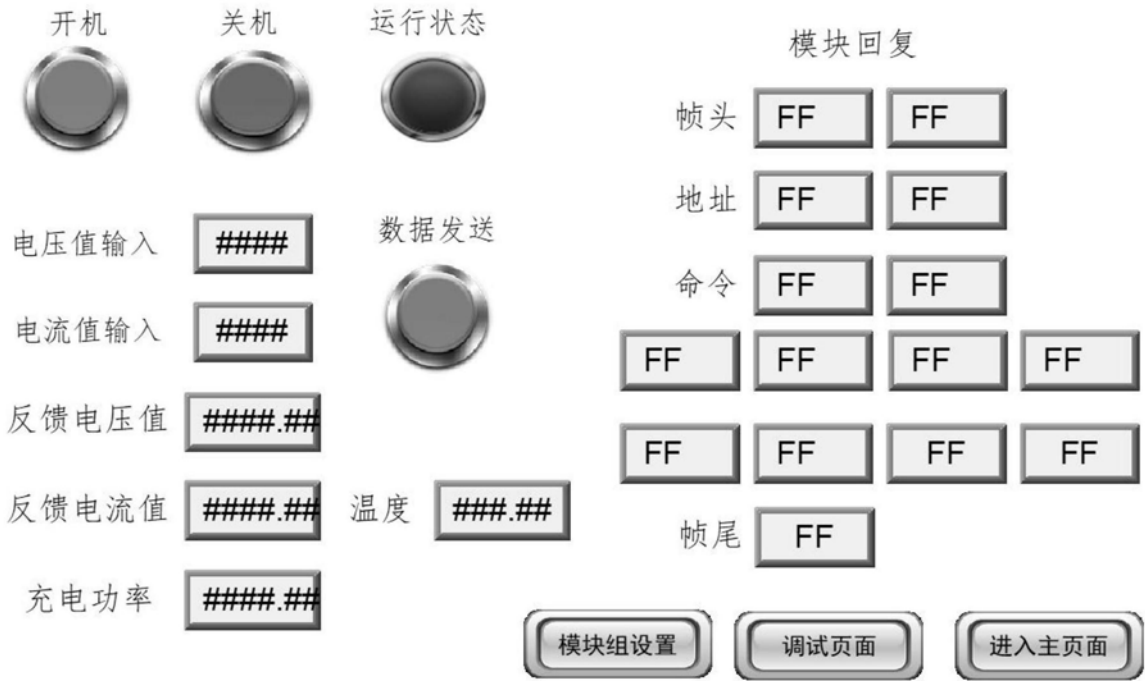


图8

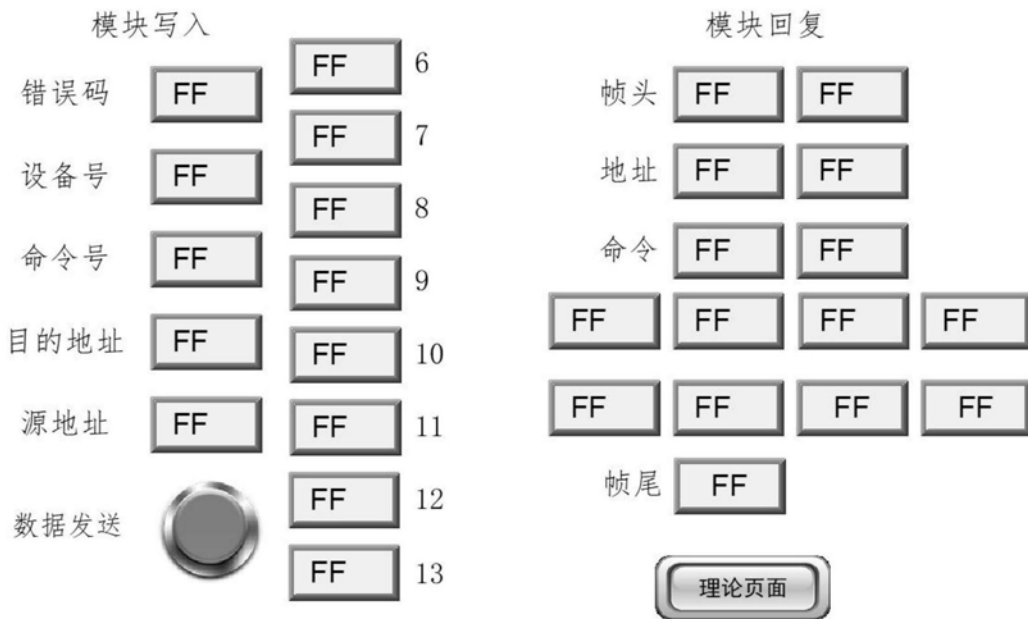


图9

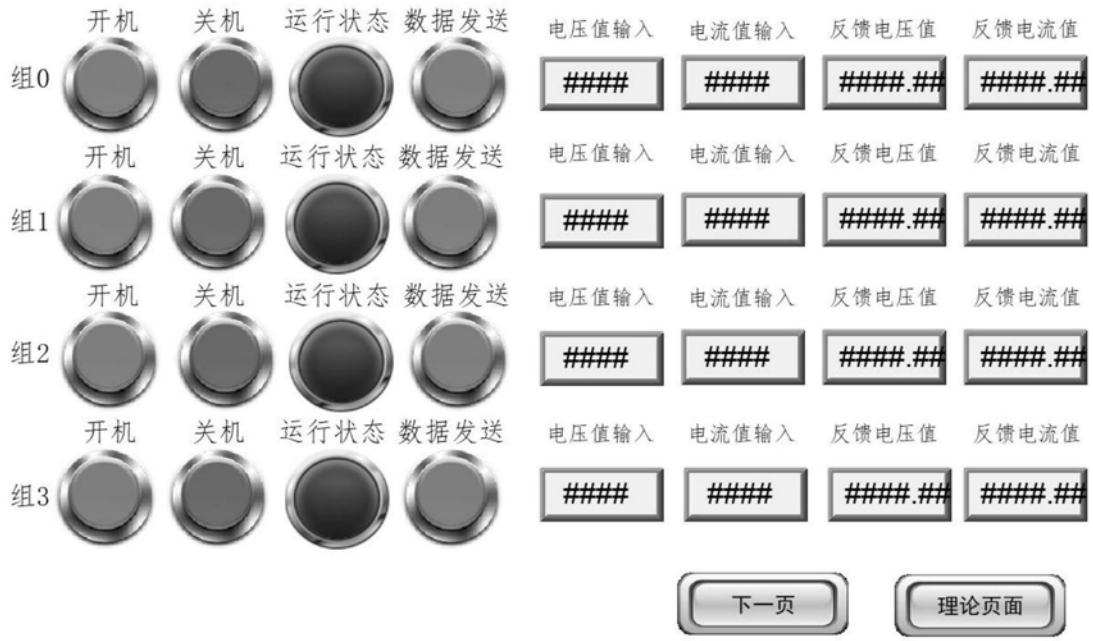


图10

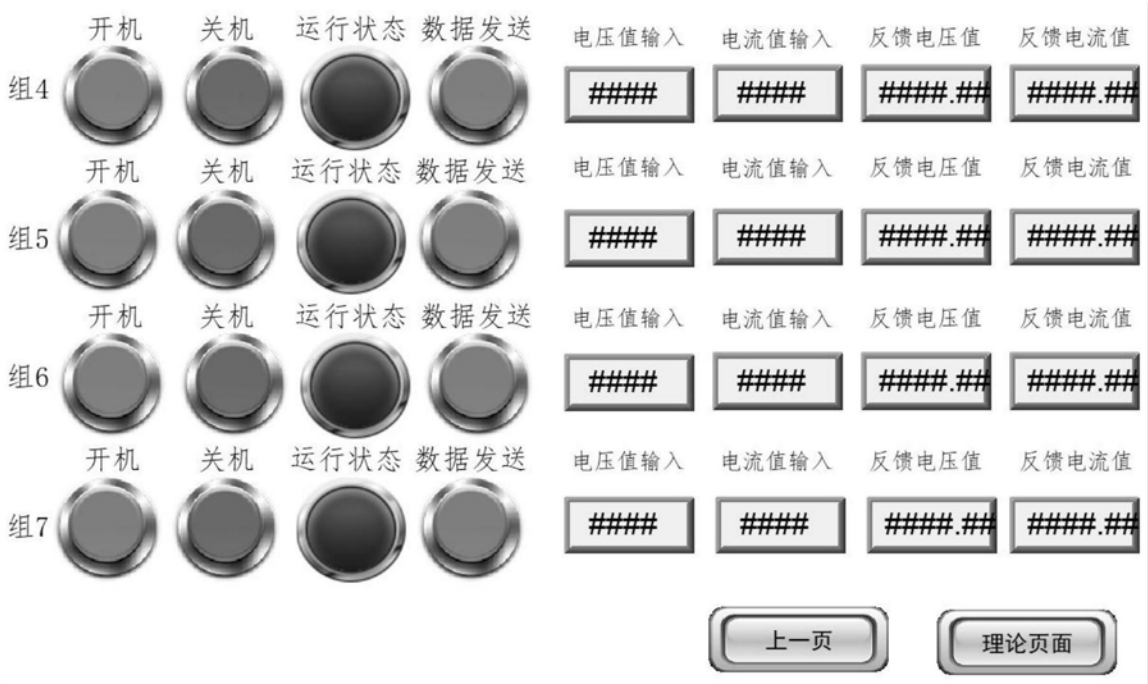


图11