



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114070032 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 18

(21) 申请号 202010779205.X

(22) 申请日 2020.08.05

(71) 申请人 比亚迪股份有限公司

地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号

(72) 发明人 王超 莫旭杰 王兴辉 李武杰

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

代理人 戴冬瑾

(51) Int. Cl.

H02M 1/42 (2007.01)

H02M 3/335 (2006.01)

B60L 53/20 (2019.01)

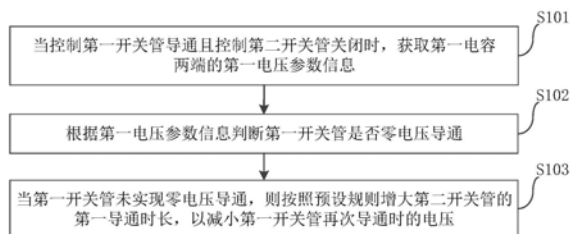
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

车辆、车载充电系统及其中PFC电路的控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种车辆、车载充电系统及其其中PFC电路的控制方法, PFC电路包括至少一相高频桥臂, 高频桥臂包括第一、二开关管和第一电容, 第一电容与第一开关管并联, 控制方法包括: 当控制第一开关管导通且控制第二开关管关闭时, 获取第一电容两端的第一电压参数信息; 根据第一电压参数信息判断第一开关管是否零电压导通; 当第一开关管未实现零电压导通, 则按照预设规则增大第二开关管的第一导通时长, 以减小第一开关管再次导通时的电压。该方法可实现PFC电路中高频开关管的零电压导通, 降低高频开关管的开通损耗和关断损耗, 有利于提高车载充电系统的工作效率。



1. 一种车载充电系统中PFC电路的控制方法,其特征在于,所述PFC电路包括至少一相高频桥臂,所述高频桥臂包括第一开关管、第二开关管和第一电容,所述第一电容与所述第一开关管并联,所述控制方法包括:

当控制所述第一开关管导通且控制所述第二开关管关闭时,获取所述第一电容两端的第一电压参数信息;

根据所述第一电压参数信息判断所述第一开关管是否零电压导通;

当所述第一开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大所述第二开关管的第一导通时长,以减小所述第一开关管再次导通时的电压。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述PFC电路还包括一相工频桥臂,所述工频桥臂与所述高频桥臂并联;所述高频桥臂还包括第二电容,所述第二电容与所述第二开关管并联;所述控制方法还包括:

控制所述第一开关管导通且控制所述第二开关管关闭第二导通时长后,控制所述第一开关管关闭,且控制所述第二开关管关闭;

在第一死区时间内,控制所述工频桥臂,以释放所述第二电容的能量,直至达到所述第一死区时间时,控制所述第一开关管关闭,且控制所述第二开关管导通;

获取所述第二电容两端的第二电压参数信息;

根据所述第二电压参数信息判断所述第二开关管是否零电压导通;

当所述第二开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大所述第一开关管的第二导通时长,以减小所述第二开关管再次导通时的电压。

3. 根据权利要求2所述的控制方法,其特征在于,所述控制方法包括:

控制所述第一开关管关闭,且控制所述第二开关管导通修正后的第一导通时长后,控制所述第一开关管关闭,且控制所述第二开关管关闭;

在第二死区时间内,控制所述工频桥臂,以释放所述第一电容的能量,直至达到所述第二死区时间时,控制所述第一开关管导通,且控制所述第二开关管关闭;

再次获取所述第一电容两端的第三电压参数信息;

根据所述第三电压参数信息判断所述第一开关管是否零电压导通;

当所述第一开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大所述第二开关管的第一导通时长,以减小所述第一开关管再次导通时的电压。

4. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,所述第一电压参数信息或所述第二电压参数信息或所述第三电压参数信息为电压变化幅值;根据电压参数信息判断所述第一开关管或所述第二开关管是否零电压导通,包括:

判断所述电压变化幅值是否超过预设幅值阈值;

若未超过,则判定所述第一开关管或所述第二开关管零电压导通;

若超过,则判定所述第一开关管或所述第二开关管未零电压导通。

5. 根据权利要求1-3之一所述的控制方法,其特征在于,所述预设规则为:前一个周期所述第一开关管或所述第二开关管对应的导通时长+预设增值。

6. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述PFC电路还包括母线电容,所述母线电容与所述高频桥臂并联;所述控制方法还包括:

获取基准电压;

对所述基准电压进行限幅处理得到第一限幅电压；

获取所述母线电容两端的母线电压；

计算所述第一限幅电压和所述母线电压之间的电压差值，根据所述电压差值生成所述第一导通时长和所述第二导通时长。

7. 根据权利要求6所述的控制方法，其特征在于，所述根据所述电压差值生成所述第一导通时长和所述第二导通时长，包括：

对所述电压差值进行比例积分调节，得到调节电压；

对所述调节电压进行限幅处理得到第二限幅电压；

根据所述第二限幅电压生成所述第一导通时长和所述第二导通时长。

8. 一种车载充电系统，其特征在于，包括：

PFC电路，所述PFC电路包括至少一相高频桥臂，所述高频桥臂包括第一开关管、第二开关管和第一电容，所述第一电容与所述第一开关管并联；

控制模块，所述控制模块被设置成：当控制所述第一开关管导通且控制所述第二开关管关闭时，获取所述第一电容两端的第一电压参数信息；根据所述第一电压参数信息判断所述第一开关管是否零电压导通；当所述第一开关管未实现零电压导通，则按照预设规则增大所述第二开关管的第一导通时长，以减小所述第一开关管再次导通时的电压。

9. 如权利要求8所述的车载充电系统，其特征在于，所述PFC电路还包括一相工频桥臂，所述工频桥臂与所述高频桥臂并联；所述高频桥臂还包括第二电容，所述第二电容与所述第二开关管并联；

所述控制模块还被设置成：控制所述第一开关管导通且控制所述第二开关管关闭第二导通时长后，控制所述第一开关管关闭，且控制所述第二开关管关闭；

在第一死区时间内，控制所述工频桥臂，以释放所述第二电容的能量，直至达到所述第一死区时间时，控制所述第一开关管关闭，且控制所述第二开关管导通；获取所述第二电容两端的第二电压参数信息；根据所述第二电压参数信息判断所述第二开关管是否零电压导通；当所述第二开关管未实现零电压导通，则按照预设规则增大所述第一开关管的第二导通时长，以减小所述第二开关管再次导通时的电压。

10. 一种车辆，其特征在于，包括如权利要求8-9之一所述的车载充电系统。

车辆、车载充电系统及其中PFC电路的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆技术领域,具体涉及一种车载充电系统中PFC电路的控制方法、一种车载充电系统和一种车辆。

背景技术

[0002] 相关技术中,OBC(On Board Charger,车载充电器)的拓扑一般都采用两级,前级PFC(Power Factor Correction,功率因素校正)级,以及后级DCDC级。其中,PFC级作为OBC的前级AC/DC电路,其功能是将电网的交流电压升压变换为稳定的直流电压,目前,PFC电路一般以CCM(Continuous Conduction Mode,连续导通模式)模式工作,开关管不能实现零电压导通,并且在上述PFC拓扑中,工作于CCM模式下的PFC电路是硬开关,开关管的开通损耗及关断损耗较大,使得OBC的工作效率不高。

发明内容

[0003] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此,本发明的第一个目的在于提出一种车载充电系统中PFC电路的控制方法。该方法可实现PFC电路中高频开关管的零电压导通,降低高频开关管的开通损耗和断损耗,有利于提高车载充电系统的工作效率。

[0004] 本发明的第二个目的在于提出一种车载充电系统。

[0005] 本发明的第三个目的在于提出一种车辆。

[0006] 为达到上述目的,本发明第一方面实施例提出了一种车载充电系统中PFC电路的控制方法,所述PFC电路包括至少一相高频桥臂,所述高频桥臂包括第一开关管、第二开关管和第一电容,所述第一电容与所述第一开关管并联,所述控制方法包括:当控制所述第一开关管导通且控制所述第二开关管关闭时,获取所述第一电容两端的第一电压参数信息;根据所述第一电压参数信息判断所述第一开关管是否零电压导通;当所述第一开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大所述第二开关管的第一导通时长,以减小所述第一开关管再次导通时的电压。

[0007] 本发明实施例的车载充电系统中PFC电路的控制方法,通过软件控制,可以实现PFC高频开关管的软开关,并可实现PFC电路中高频开关管的零电压导通,降低高频开关管的开通损耗和断损耗,有利于提高车载充电系统的工作效率。

[0008] 为达到上述目的,本发明第二方面实施例提出了一种车载充电系统,包括:PFC电路,所述PFC电路包括至少一相高频桥臂,所述高频桥臂包括第一开关管、第二开关管和第一电容,所述第一电容与所述第一开关管并联;控制模块,所述控制模块被设置成:当控制所述第一开关管导通且控制所述第二开关管关闭时,获取所述第一电容两端的第一电压参数信息;根据所述第一电压参数信息判断所述第一开关管是否零电压导通;当所述第一开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大所述第二开关管的第一导通时长,以减小所述第一开关管再次导通时的电压。

[0009] 本发明实施例的车载充电系统,通过上述的车载充电系统中PFC电路的控制方法,可以实现PFC各高频开关管的软开关,并可实现PFC电路中高频开关管的零电压导通,降低高频开关管的开通损耗和断损耗,有利于提高车载充电系统的工作效率。

[0010] 为达到上述目的,本发明第三方面实施例提出了一种车辆,包括上述所述的车载充电系统。

[0011] 本发明实施例的车辆,通过上述的车载充电系统,可以实现PFC各高频开关管的软开关,并可实现PFC电路中高频开关管的零电压导通,降低高频开关管的开通损耗和断损耗,有利于提高车载充电系统的工作效率。

[0012] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0013] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0014] 图1是根据本发明一个实施例的车载充电系统的拓扑图;

[0015] 图2是根据本发明一个实施例的PFC电路的拓扑图;

[0016] 图3是根据本发明一个实施例的车载充电系统中的PFC电路的控制方法流程图;

[0017] 图4是根据本发明一个实施例的CRM模式的软开关原理图;

[0018] 图5是根据本发明第一个示例的PFC电路的工作原理图;

[0019] 图6是根据本发明第二个示例的PFC电路的工作原理图;

[0020] 图7是根据本发明第三个示例的PFC电路的工作原理图;

[0021] 图8是根据本发明第四个示例的PFC电路的工作原理图;

[0022] 图9是根据本发明第五个示例的PFC电路的工作原理图;

[0023] 图10是根据本发明一个具体示例的车载充电系统中的PFC电路的控制原理图;

[0024] 图11是根据本发明一个实施例的车载充电系统的结构框图;

[0025] 图12是根据本发明一个实施例的车辆的车辆的结构框图。

具体实施方式

[0026] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0027] 下面参考附图1-12描述本发明实施例的车辆、车载充电系统及其中PFC电路的控制方法。

[0028] 在本发明实施例中,如图1所示,车载充电系统包括依次连接的PFC电路21、母线电容 C_i 和双向DC/DC电路22。参见图1、图2,PFC电路21包括依次连接的至少一个电感、至少一相高频桥臂和一相工频桥臂,电感与高频桥臂一一对应。

[0029] 参见图1,PFC电路21包括依次连接的一个电感L1、一相高频桥臂和一相工频桥臂,该相高频桥臂包括第一高频开关管P1和第二高频开关管P2,工频桥臂包括第一工频开关管P5和第二工频开关管P6,且各开关管并联有电容,分别为电容C1、C2、C5、C6。

[0030] 参见图2,PFC电路21包括依次连接的两个电感L1、L2、两相高频桥臂和一相工频桥臂。与电感L1连接的高频桥臂包括第一高频开关管P1和第二高频开关管P2;与电感L2连接的高频桥臂包括第一高频开关管P3和第二高频开关管P4;工频桥臂第一工频开关管P5和第二工频开关管P6,且各开关管并联有电容,分别为电容C1、C2、C3、C4、C5、C6。

[0031] 当然,电感的数量和高频桥臂的数量还可以是3个、4个等等。也就是说,在本发明的实施例中,PFC电路21可以包括图1所示的单相全桥电路,还可包N相交错桥式电路,N为大于等于2的整数,例如,图2所示的两相交错桥式电路。

[0032] 图3是根据本发明一个实施例的车载充电系统中PFC电路的控制方法的流程图。如图3所示,该控制方法包括以下步骤:

[0033] S101,当控制第一开关管导通且控制第二开关管关闭时,获取第一电容两端的第一电压参数信息。

[0034] 其中,若第一开关管为第一高频开关管,则第二开关管为第二高频开关管;若第一开关管为第二高频开关管,则第二开关管为第一高频开关管。下面以第一开关管为图1、图2中的高频开关管P2、第二开关管为图1、图2中的高频开关管P1为例进行说明,其中,第一开关管并联有电容C2(即第一电容)。

[0035] S102,根据第一电压参数信息判断第一开关管是否零电压导通。

[0036] S103,当第一开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大第二开关管的第一导通时长,以减小第一开关管再次导通时的电压。

[0037] 由此,该控制方法可通过增大第二开关管的第一导通时长,减小第一开关管再次导通时的电压,进而可减小第一开关管的导通损耗。

[0038] 在本发明的一个实施例中,参见图1、图2,第二开关管并联有电容C1(即第二电容);控制方法还可包括:控制第一开关管导通且控制第二开关管关闭第二导通时长后,控制第一开关管关闭,且控制第二开关管关闭;在第一死区时间内,控制工频桥臂,以释放第二电容的能量,直至达到第一死区时间时,控制第一开关管关闭,且控制第二开关管导通;获取第二电容两端的第二电压参数信息;根据第二电压参数信息判断第二开关管是否零电压导通;当第二开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大第一开关管的第二导通时长,以减小第二开关管再次导通时的电压。

[0039] 进一步地,控制方法还可包括:控制第一开关管关闭,且控制第二开关管导通修正后的第一导通时长后,控制第一开关管关闭,且控制第二开关管关闭;在第二死区时间内,控制工频桥臂,以释放第一电容的能量,直至达到第二死区时间时,控制第一开关管导通,且控制第二开关管关闭;再次获取第一电容两端的第三电压参数信息;根据第三电压参数信息判断所述第一开关管是否零电压导通;当所述第一开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大所述第二开关管的第一导通时长,以减小所述第一开关管再次导通时的电压。

[0040] 需要说明的是,上述的第一导通时长、第二导通时长是可计算得到的,第一死区时间、第二死区时间是预设的。在等待相应的死区时间后,会使与待导通的开关管并联的电容电压降低,甚至是降低至零电压,由此可减小开关管的开关损耗,提高PFC变换器的效率。

[0041] 在本发明的一个实施例中,控制方法还可包括:获取基准电压;对基准电压进行限幅处理得到第一限幅电压;获取母线电容两端的母线电压;计算第一限幅电压和母线电压

之间的电压差值,根据电压差值生成第一导通时长和第二导通时长。

[0042] 作为一个示例,根据电压差值生成第一导通时长和第二导通时长,可包括:对电压差值进行比例积分调节,得到调节电压;对调节电压进行限幅处理得到第二限幅电压;根据第二限幅电压生成第一导通时长和第二导通时长。

[0043] 具体地,如图10所示,电压软启动时,获取交流源M的电压 V_{in} ,并通过电压环输出基准电压 V_{ref} ,基准电压 V_{ref} 经过第零限幅器限幅后,得到第一限幅电压 V_{pfc}^* ,然后获取母线电容 C_i 两端的电压 V_{fpc} ,再计算 V_{pfc}^* 和 V_{fpc} 的差值,并将该差值输入至电压环的第一PI控制器。进一步地,可以根据电感的伏秒平衡特性。通过下式(1)计算出第二高频开关管P2的第一导通时长 T_{on} 和第一高频开关管P1的第二导通时长 T_{off} :

$$[0044] \quad \begin{cases} T_{on} = L_S \frac{2I_o \sin(\omega t) + 2I_B}{V_{pfc} - V_{in} \sin(\omega t)} \\ T_{off} = L_S \frac{2I_o \sin(\omega t) + 2I_B}{V_{in} \sin(\omega t)} \end{cases} \quad (1)$$

[0045] 其中, I_B 为第二开关管的过零电流,即图4中所示的 i_g , L_S 为电感L1的电感值,

[0046] V_{in} 为交流源电压峰值, ω 为交流源电压角频率, I_o 为流经电感L1电流的最大值。

[0047] 需要说明的是,上述的零电压导通控制可循环执行,当开关管零电压导通时,可重新利用公式(1)计算第一导通时长和第二导通时长,进行之后的控制。

[0048] 为便于理解上述的开关管零电压导通控制,下面结合图1、图4-图9进行说明:

[0049] 在本发明的实施例中,可采用CRM(Critical Conduction Mode,临界传导模式)控制方式对PFC电路进行控制,以使PFC电路在全电压范围内实现高频开关管的低电压甚至零电压导通,从而减小开关管的开关损耗,提高PFC变换器的效率。

[0050] 具体而言,以图1、图2中的第一高频开关管P1(为第二开关管)、第二高频开关管P2(为第一开关管)的控制为例。参见图4, V_{gsP2} 和 V_{gsP1} 分别是高频开关管P2和P1的驱动脉冲, V_{dsP2} 是高频开关管P2的 V_{ds} 电压(即漏极和源极之间电压), i_L 是流经电感L1的电流。在CRM模式中,每个开关周期,PFC电路工作过程包括5个阶段,即图4中的 t_{on} 阶段、 t_{s1} 阶段、 t_{off} 阶段、 t_g 阶段和 t_{s2} 阶段,分别对应五种状态。并且,在每个开关周期,都会过零形成负电流 i_g ,以进行LC谐振,基于此可控制高频开关管零电压导通。

[0051] 参见图4、图5,在 t_{on} 阶段,第一高频开关管P1关断,第二高频开关管P2导通第一导通时长 T_{on} 时间,PFC电路工作在正向储能过程。在该时间段内,交流源AC输出的电流经过电感L1、第二高频开关管P2和工频开关管P6回到交流源AC,电感L1充电,第一高频开关管P1的漏极和源极之间的电压(即电容C1两端的电压) $V_{P1} = V_{pfc}$,第二高频开关管P2的漏极和源极之间的电压(即电容C2两端的电压)即图4中所示的 $V_{dsP2} = 0V$,其中, V_{pfc} 为母线电容 C_i 两端的电压。

[0052] 参见图4、图6,在 t_{s1} 阶段,第一高频开关管P1和第二高频开关管P2均关断,并持续第一死区时间即 t_{s1} ,PFC电路的开关管工作于换流过程。在该阶段,与第一高频开关管P1并联的电容C1放电,第一高频开关管P1的漏极和源极之间的电压由 V_{pfc} 变为 $0V$;与第二高频开关管P2并联的电容C2充电,第二高频开关管P2的漏极和源极之间的电压 V_{dsP2} 由 $0V$ 变为 V_{pfc} 。

[0053] 参见图4、图7,在toff阶段,第一高频开关管P1导通,导通时间为toff,第二高频开关管P2关断,电感L1放电,第一高频开关管P1的漏极和源极之间的电压为0V,第二高频开关管P2的漏极和源极之间的电压VdsP2保持Vpfc不变。

[0054] 参见图4、图8,在tg阶段,第一高频开关管P1导通,导通时间为tg,第二高频开关管P2关断,PFC电路工作于方向过程,其中,tg+toff为上述的第二导通时长T_{off}。第一高频开关管P1的漏极和源极之间的电压保持为0V,第二高频开关管P2的漏极和源极之间的电压VdsP2保持Vpfc不变。

[0055] 参见图4、图9,在ts2阶段,第一高频开关管P1和第二高频开关管P2均关断,并持续第二死区时间ts2,PFC电路工作于震荡过程。在该阶段,与第一高频开关管P1并联的电容C1充电,与第二高频开关管P2并联的电容C2放电,第一高频开关管P1的漏极和源极之间的电压由0V变为Vpfc,第二高频开关管P2的漏极和源极之间的电压VdsP2由Vpfc降为0V。基于此,当VgsP2开始有驱动时,高频开关管P2的VdsP2电压已经下降到零,从而可实现零电压导通。

[0056] 作为一个示例,第一电压参数信息或第二电压参数信息或第三电压参数信息为电压变化幅值;根据电压参数信息判断所述第一开关管或所述第二开关管是否零电压导通,包括:判断电压变化幅值是否超过预设幅值阈值;若未超过,则判定第一开关管或第二开关管零电压导通;若超过,则判定第一开关管或第二开关管未零电压导通。

[0057] 其中,幅值阈值可根据实际充放电需要进行标定。

[0058] 具体地,如图4所示,在第二高频开关管P2导通时刻,如果获取的第二高频开关管P2的电压变化幅值超过预设的幅值阈值,则说明第二高频开关管P2的漏源极电压VdsP2发生突变,第二高频开关管P2未实现零电压导通。如果获取的第二高频开关管P2的电压变化幅值未超过预设的幅值阈值,则说明第二高频开关管P2的漏源极电压未发生突变,第二高频开关管P2实现了零电压导通。

[0059] 作为一个示例,上述的预设规则为:前一个周期第一开关管或第二开关管对应的导通时长+预设增值。例如,增大第一导通时长,可包括:将第一导通时长修正为第一导通时长和预设增值的和值。

[0060] 具体地,由于第一高频开关管P1和第二高频开关管P2的导通时间均可由软件进行计算,因此,在第二高频开关管P2开通时刻,可检测第二高频开关管P2的漏源极电压,并在第二高频开关管P2未实现零电压导通时,可通过软件控制方式对第一导通时长T_{off}进行修正,如T_{off}以定步长T_m线性增加,T_m为大于0的定值。由此,可使得在第二高频开关管P2导通前有足够的负电流能够将第二高频开关管P2的漏源极电压降为零,从而可实现第二高频开关管P2的零电压导通。

[0061] 换言之,参见图10,在计算出Ton、T_{off}的同时,图10中的ZVS电路(过零检测电路)对第二高频开关管P2的漏源极电压VP2进行检测,在第二高频开关管P2经过第二死区时间后再次导通时,ZVS控制器可根据ZVS电路发送的ZCD信号(包含VP2的电压信息)判断当前第二高频开关管P2是否是零电压导通,若不是零电压导通,ZVS控制器对第二时间T_{off}进行定步长修正,直至当前第二高频开关管P2为零电压导通,则停止修正。

[0062] 需要说明的是,在当前第二高频开关管P2未实现零电压导通情况下,ZVS控制器进入修正中断,将T_{off}修正为T_{off_correct},并在该中断时间内将计算出的Ton和T_{off}以及修

正后的Toff_correct输入至SPWM模块,以生成PFC的开关管的驱动信号。

[0063] 本发明实施例的车载充电系统中PFC电路的控制方法,通过软件控制,可以实现PFC各高频开关管的软开关,从而实现PFC电路中高频开关管的低电压甚至零电压导通,降低高频开关管的开通损耗和断损耗,有利于提高车载充电系统的工作效率。

[0064] 进一步地,本发明提出了一种车载充电系统,如图11所示,车载充电系统10包括PFC电路11和控制模块12,PFC电路11包括至少一相高频桥臂,高频桥臂包括第一开关管、第二开关管和第一电容,第一电容与第一开关管并联,控制模块12被设置成:当控制第一开关管导通且控制第二开关管关闭时,获取第一电容两端的第一电压参数信息;根据第一电压参数信息判断第一开关管是否零电压导通;当第一开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大第二开关管的第一导通时长,以减小第一开关管再次导通时的电压。

[0065] 在本发明的一个实施例中,PFC电路11还包括一相工频桥臂,工频桥臂与高频桥臂并联;高频桥臂还包括第二电容,第二电容与第二开关管并联;控制模块12还被设置成:控制第一开关管导通且控制第二开关管关闭第二导通时长后,控制第一开关管关闭,且控制第二开关管关闭;在第一死区时间内,控制工频桥臂,以释放第二电容的能量,直至达到第一死区时间时,控制第一开关管关闭,且控制第二开关管导通;获取第二电容两端的第二电压参数信息;根据第二电压参数信息判断第二开关管是否零电压导通;当第二开关管未实现零电压导通,则按照预设规则增大第一开关管的第二导通时长,以减小第二开关管再次导通时的电压。

[0066] 本发明实施例的车载充电系统通过PFC电路的控制方法可以实现PFC各高频开关管的软开关,从而实现PFC电路中高频开关管的零电压导通,降低高频开关管的开通损耗和断损耗,有利于提高车载充电系统的工作效率。

[0067] 进一步地,本发明提出了一种车辆,如图12所示,车辆20包括上述的车载充电系统10。

[0068] 本发明实施例的车辆,其包括的车载充电系统,在应用车载充电系统中PFC电路的控制方法时,可以实现PFC各高频开关管的软开关,从而实现PFC电路中高频开关管的零电压导通,降低高频开关管的开通损耗和断损耗,有利于提高车载充电系统的工作效率。

[0069] 需要说明的是,在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0070] 应当理解,本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

[0071] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体实施例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0072] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0073] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0074] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0075] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0076] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

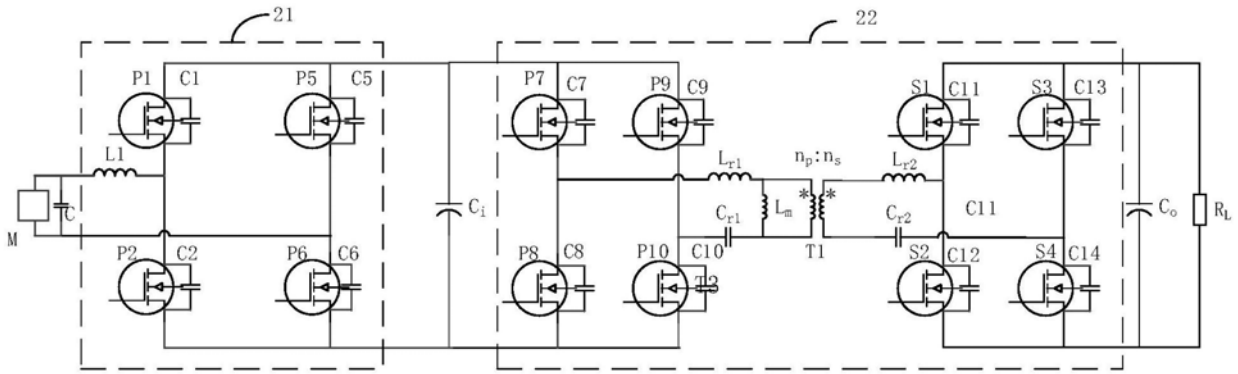


图1

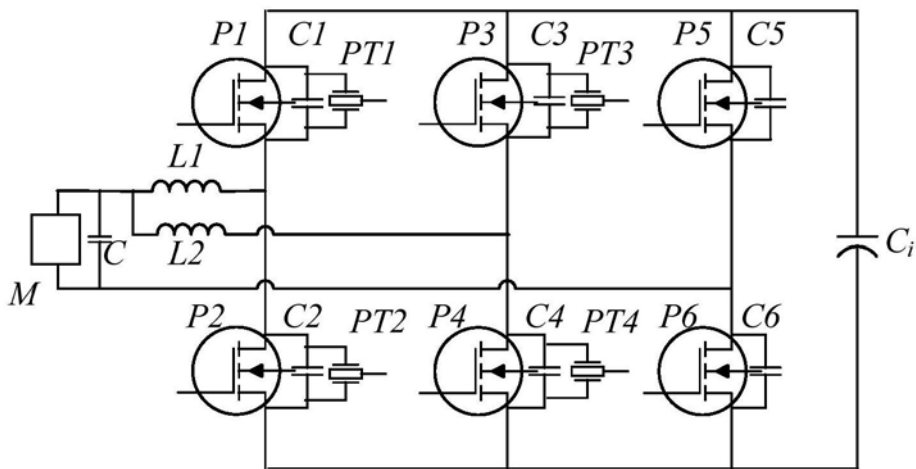


图2

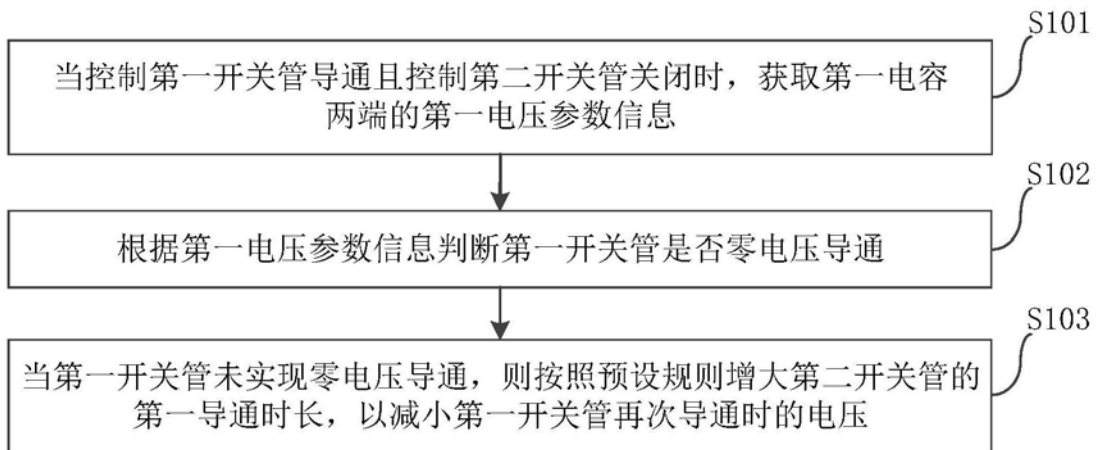


图3

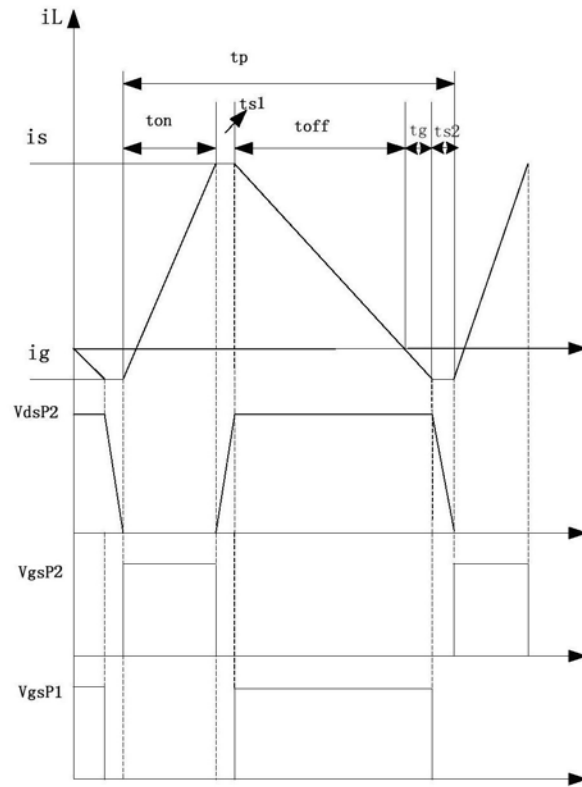


图4

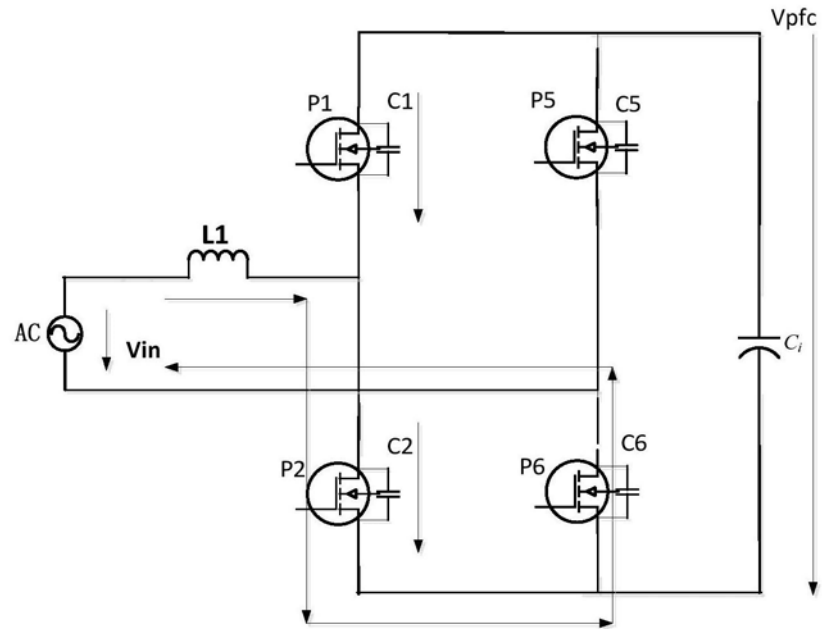


图5

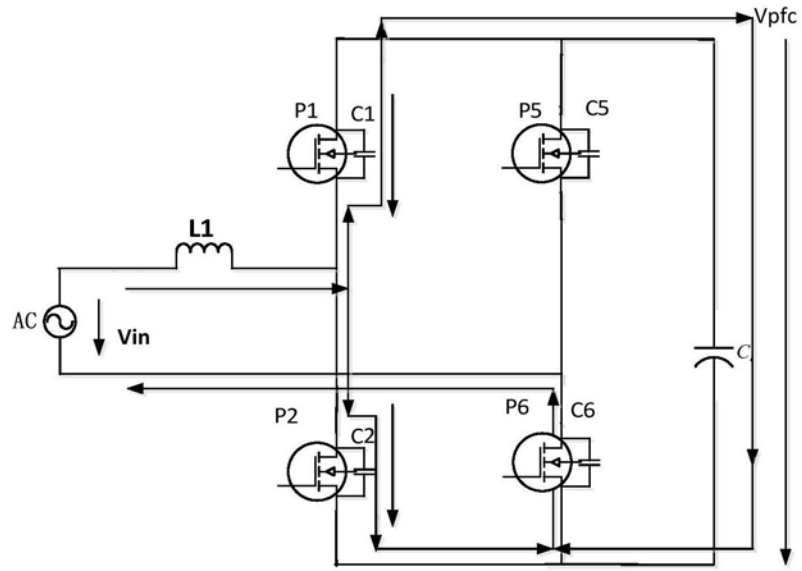


图6

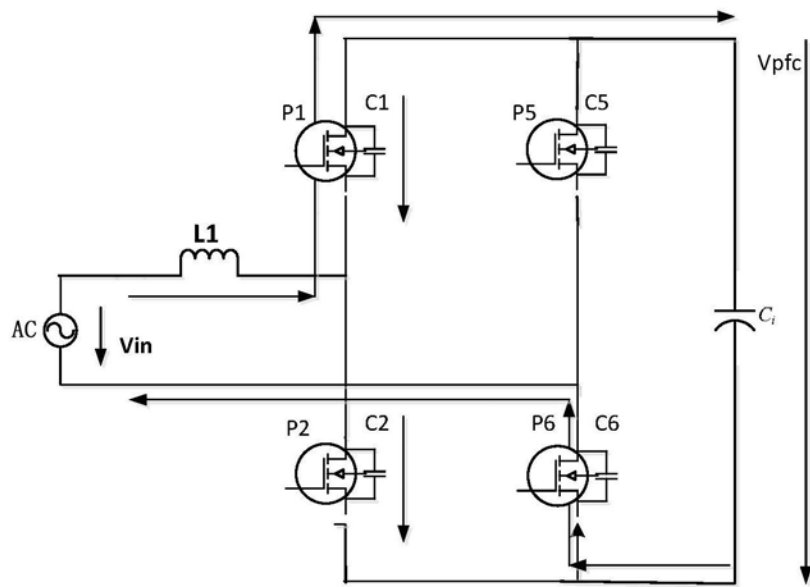


图7

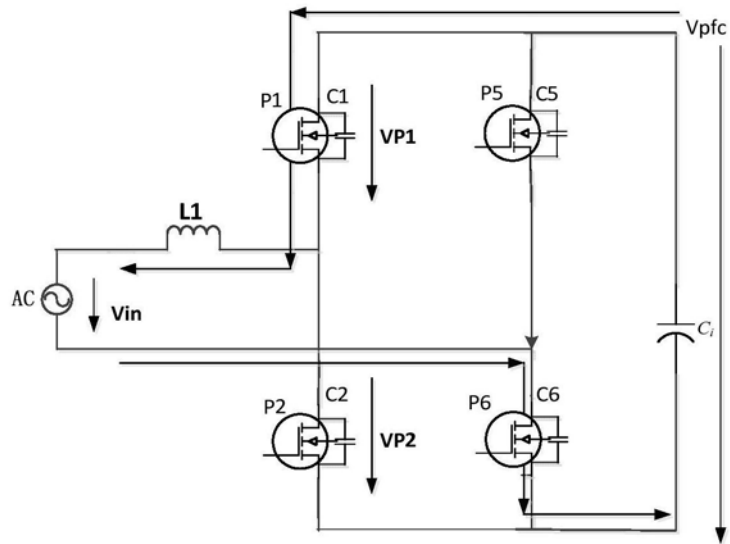


图8

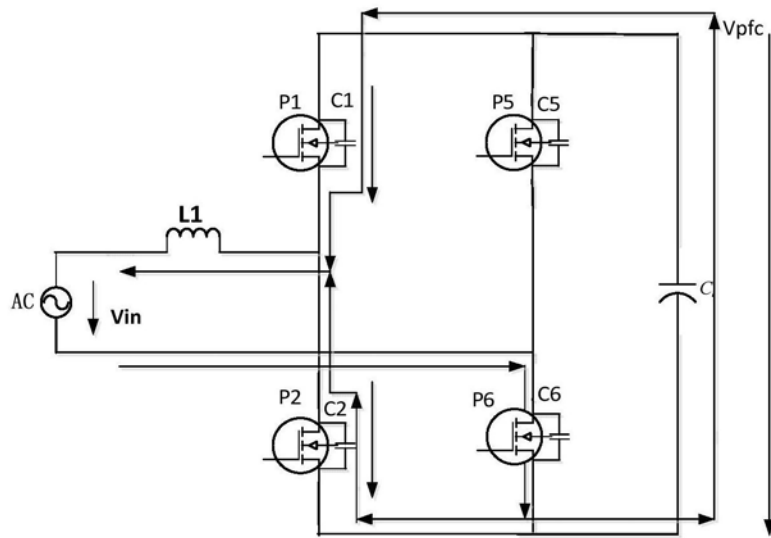


图9

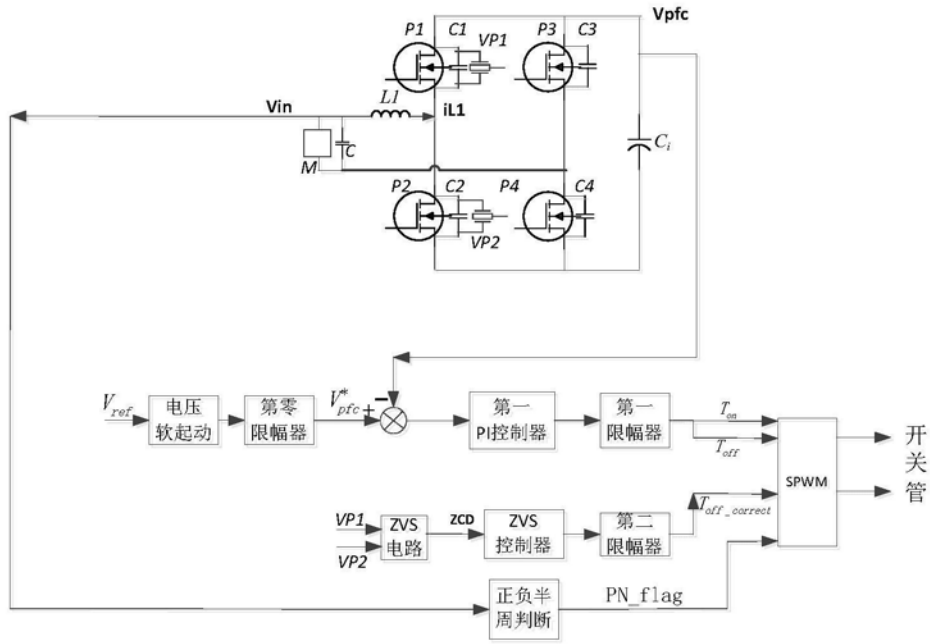


图10

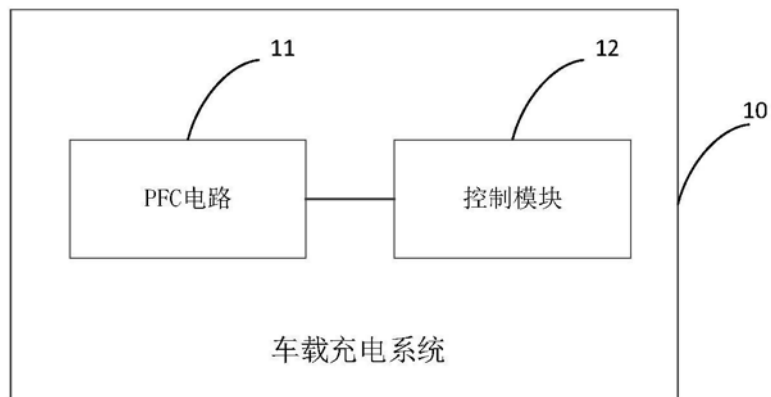


图11

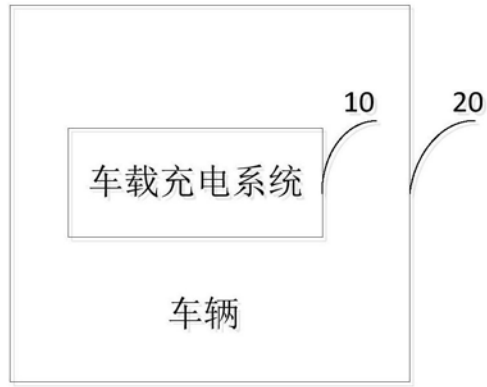


图12