



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112550077 A

(43)申请公布日 2021.03.26

(21)申请号 201910913776.5

H01M 10/625(2014.01)

(22)申请日 2019.09.25

H01M 10/6556(2014.01)

(71)申请人 比亚迪股份有限公司

H01M 10/6567(2014.01)

地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号

H01M 10/663(2014.01)

H01M 10/667(2014.01)

(72)发明人 黄伟 李吉成 杨宁 黄日
陈冠辉

(74)专利代理机构 深圳众鼎专利商标代理事务
所(普通合伙) 44325

代理人 谭果林

(51)Int.Cl.

B60L 58/27(2019.01)

B60L 53/20(2019.01)

B60L 53/22(2019.01)

H01M 10/615(2014.01)

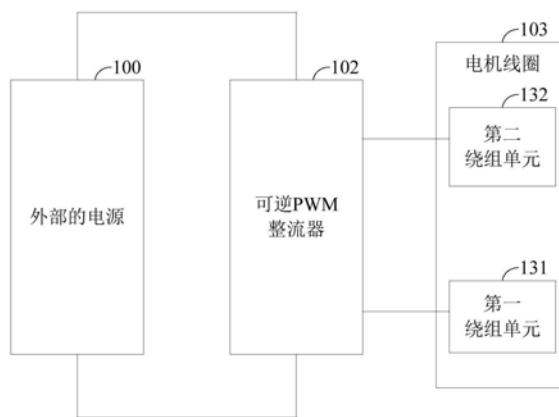
权利要求书4页 说明书19页 附图12页

(54)发明名称

能量转换装置及车辆

(57)摘要

本申请提出了一种能量转换装置及车辆,通过采用包括可逆PWM整流器和电机线圈的能量转换装置,使该能量转换装置与外部的电源连接时,外部的电源、可逆PWM整流器以及电机线圈中的绕组单元形成至少两套加热电路;控制可逆PWM整流器使外部的电源输出的电流流经所述电机线圈中的至少两套绕组单元以产生热量,并使至少两套绕组单元在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系上的交轴电流和直轴电流的合成电流矢量的矢量和为零,使能量转换装置中的电机不输出扭矩,以加热流经电机线圈的冷却管中的冷却液,当该冷却液流经动力电池时加热动力电池,可省去额外的动力电池加热装置,降低了整个装置的成本。



1. 一种能量转换装置,其特征在于,包括可逆PWM整流器和电机线圈,所述电机线圈包括L套绕组单元,每套绕组与所述可逆PWM整流器连接,其中, $L \geq 2$,且为正整数;

外部的电源、所述可逆PWM整流器以及所述电机线圈中的绕组单元形成至少两套待加热设备的加热电路;

所述能量转换装置根据外部控制信号控制所述可逆PWM整流器,使所述外部的电源输出的电流流经所述电机线圈中的至少两套绕组单元以产生热量,并使所述至少两套绕组单元在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系上的交轴电流和直轴电流的合成电流矢量的矢量和为零。

2. 如权利要求1所述的能量转换装置,其特征在于,当所述L套绕组单元中的L1套绕组单元工作于加热电路中时,所述L1套绕组单元对应L1个合成电流矢量,所述L1个合成电流矢量的幅值相等,且所述L1个合成电流矢量中相邻两个合成电流矢量之间的角度为 $\frac{360}{L1}$ 度, $L \geq L1 \geq 2$ 。

3. 如权利要求1所述的能量转换装置,其特征在于,当所述L套绕组单元中的L2套绕组单元工作于加热电路中时,所述L2套绕组单元对应L2个合成电流矢量,并形成 $\frac{L2}{2}$ 对合成电流矢量,每一对合成电流矢量中的两个合成电流矢量的幅值相等,且每一对合成电流矢量中的两个合成电流矢量之间的角度相差 180° ,其中,L2为偶数。

4. 如权利要求2所述的能量转换装置,其特征在于,所述L1套绕组单元中每套绕组单元的合成电流矢量相对于基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系中的直轴的角度固定。

5. 如权利要求2所述的能量转换装置,其特征在于,所述L1套绕组单元中每套绕组单元的合成电流矢量相对于基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系中的直轴的角度为变化值,所述L1套绕组单元中第一套绕组单元的合成电流矢量与所述同步旋转坐标系的直轴正方向之间的角度为 $\theta_1 = 2\pi f_1 t + \theta$,则第K套绕组单元的合成电流矢量与所述同步旋转坐标系的直轴正方向之间的角度为 $\theta_K = (K - 1) * \frac{360}{L1} + \theta_1$,且 $1 \leq K \leq L1$,其中, θ_K 为第K套绕组单元的合成电流矢量相对于直轴的角度, f_1 为合成电流矢量相对于直轴的角度变化频率,t为时间, θ 为第一套绕组单元的合成电流矢量相对于直轴的初始角度。

6. 如权利要求4所述的能量转换装置,其特征在于,所述L1个合成电流矢量的幅值相等且为变化值,所述L1个合成电流矢量的幅值为 $\sqrt{2}|i_s^*| \sin(2\pi f_2 t)$,其中, f_2 为合成电流矢量幅值变化频率, $\sqrt{2}|i_s^*|$ 为合成电流矢量的幅值。

7. 如权利要求3所述的能量转换装置,其特征在于,所述L2套绕组单元中至少一对绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度固定。

8. 如权利要求3所述的能量转换装置,其特征在于,所述L2套绕组单元中至少一对绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为变化值,一对合成电流矢量中一个合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为 $\theta_{L/2-1} = 2\pi f_1 t + \theta_{L/2}$,另一个合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为 $\theta_{L/2-2} = 2\pi f_1 t + 180 + \theta_{L/2}$,其中, f_1 为合成电流矢量相对于所述同步旋转坐标系的直轴的角度变化频率, $\theta_{L/2}$ 为该对合成电流

矢量中的一个合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度的初始角度。

9. 如权利要求3所述的能量转换装置,其特征在于,至少一对合成电流矢量的幅值相等且为变化值,该对合成电流矢量相对于所述同步旋转坐标系的直轴的电角度为固定值;

所述至少一对合成电流矢量的幅值大小为 $\sqrt{2}|i_s^*|\sin(2\pi f_2)$,其中, f_2 为合成电流矢量幅值变化频率, $\sqrt{2}|i_s^*|$ 为合成电流矢量的幅值。

10. 如权利要求1所述的能量转换装置,其特征在于,所述能量转换装置包括控制器,所述控制器连接所述可逆PWM整流器,所述控制器用于:

获取所述电机线圈需要产生的目标加热功率;

根据所述目标加热功率获得每套绕组单元的目标合成电流矢量;

根据所述目标合成电流矢量获取每套绕组单元分别在所述同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的目标直轴电流和目标交轴电流;

根据所述每套绕组单元的采样电流值获取每套绕组单元分别在所述同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的实际直轴电流和实际交轴电流,并根据所述目标交轴电流、所述目标直轴电流、所述实际交轴电流、所述实际直轴电流获取每套绕组单元连接的所述可逆PWM整流器的每相桥臂的占空比。

11. 如权利要求10所述的能量转换装置,其特征在于,所述外部的电源为动力电池,所述动力电池、所述可逆PWM整流器以及所述电机线圈中的绕组单元形成至少两套加热电路;

所述可逆PWM整流器包括一组 M_1 路桥臂,所述 M_1 路桥臂形成第一汇流端和第二汇流端,所述动力电池的正极端和负极端分别连接所述第一汇流端和所述第二汇流端,所述电机线圈包括第一绕组单元和第二绕组单元;

所述第一绕组单元包括一套 m_1 相绕组,所述 m_1 相绕组中的每一相绕组包括 n_1 个线圈支路,每一相绕组的 n_1 个线圈支路共接形成一个相端点,所述 m_1 相绕组的相端点与所述 M_1 路桥臂中的 m_1 路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接,所述 m_1 相绕组中的每一相绕组的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路连接,以形成 n_1 个连接点,其中, $m_1 \geq 2$, $n_1 \geq 1$ 且 n_1, m_1 均为整数;

所述第二绕组单元包括一套 m_2 相绕组,所述 m_2 相绕组中的每一相绕组包括 n_2 个线圈支路,每一相绕组的 n_2 个线圈支路共接形成一个相端点,所述 m_2 相绕组的相端点与所述 M_1 路桥臂中 m_2 路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接,所述 m_2 相绕组中的每一相绕组的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路连接,以形成 n_2 个连接点,其中, $m_2 \geq 2$, $M_1 \geq m_1 + m_2$, $n_2 \geq 1$ 且 n_2, m_2, M_1 均为整数;

所述动力电池、所述可逆PWM整流器以及所述第一绕组单元形成第一加热电路,所述动力电池、所述可逆PWM整流器以及所述第二绕组单元形成第二加热电路。

12. 如权利要求10所述的能量转换装置,其特征在于,外部的直流充放电口、所述可逆PWM整流器以及所述电机线圈中的绕组单元形成至少两套加热电路,其中,外部的直流充放电口连接所述电机线圈引出的至少一条中性线;

所述外部的电源为直流供电设备,所述直流供电设备连接所述外部的直流充放电口;

所述可逆PWM整流器包括一组 M_1 路桥臂,所述电机线圈包括第一绕组单元和第二绕组单元;

所述第一绕组单元包括一套 m_1 相绕组,所述 m_1 相绕组中的每一相绕组包括 n_1 个线圈支路,每一相绕组的 n_1 个线圈支路共接形成一个相端点,所述 m_1 相绕组的相端点与所述 M_1 路桥臂中的 m_1 路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接,所述 m_1 相绕组中的每一相绕组的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路连接,以形成 n_1 个连接点,所述 n_1 个连接点形成 T_1 个中性点,从所述 T_1 个中性点引出 J_1 条中性线;其中, $n_1 \geq T_1 \geq 1, T_1 \geq J_1 \geq 1, m_1 \geq 2$ 且 n_1, m_1, T_1, J_1 均为正整数;

所述第二绕组单元包括一套 m_2 相绕组,所述 m_2 相绕组中的每一相绕组包括 n_2 个线圈支路,每一相绕组的 n_2 个线圈支路共接形成一个相端点,所述 m_2 相绕组的相端点与所述 M_1 路桥臂中 m_2 路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接,所述 m_2 相绕组中的每一相绕组的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路连接,以形成 n_2 个连接点,所述 n_2 个连接点形成 T_2 个中性点,从所述 T_2 个中性点引出 J_2 条中性线;其中, $n_2 \geq T_2 \geq 1, T_2 \geq J_2 \geq 1, m_2 \geq 2, M \geq m_1 + m_2$ 且 n_2, m_2, T_2, J_2 均为正整数;

所述直流供电设备、所述第一绕组单元以及所述可逆PWM整流器形成第三加热电路,所述直流供电设备、所述第二绕组单元以及所述可逆PWM整流器形成第四加热电路。

13. 如权利要求10所述的能量转换装置,其特征在于,所述外部的电源为动力电池和直流供电设备,所述动力电池连接所述可逆PWM整流器,外部的直流充放电口连接所述电机线圈引出的至少一条中性线,所述直流供电设备连接外部的直流充放电口;

所述动力电池、所述可逆PWM整流器以及所述电机线圈中的绕组单元形成至少两套加热电路,所述直流供电设备、所述电机线圈、所述可逆PWM整流器、所述动力电池形成直流充电电路;

或者,所述外部的电源为动力电池,所述动力电池连接所述可逆PWM整流器,外部的直流充放电口连接所述电机线圈引出的至少一条中性线,所述外部的直流充放电口连接直流用电设备;

所述动力电池、所述可逆PWM整流器以及所述电机线圈中的绕组单元形成至少两套加热电路,所述动力电池、所述可逆PWM整流器、所述电机线圈、所述直流用电设备形成直流放电电路;

所述控制器还用于:

获取所述电机线圈需要产生的目标加热功率和所述动力电池的目标充电功率或者目标放电功率;

根据所述目标充电功率或者目标放电功率获取每套绕组单元的目标充电电流或者目标放电电流,根据所述目标充电电流或者目标放电电流获取每套绕组单元产生的第一加热功率;

根据所述目标加热功率和每套绕组单元产生的第一加热功率获取每套绕组单元产生的第二加热功率;

根据所述第二加热功率获得每套绕组单元的目标合成电流矢量,根据所述目标合成电流矢量获取每套绕组单元分别在所述同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的目标直轴电流和目标交轴电流;

根据所述每套绕组单元的采样电流值获取每套绕组单元分别在所述同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的实际直轴电流、实际交轴电流和零轴电流,并根据所述目标交轴电流、

所述目标直轴电流、所述实际交轴电流、所述实际直轴电流进行闭环控制获取每套绕组单元连接的所述可逆PWM整流器的每相桥臂的第一占空比；

根据所述目标充电电流或者目标放电电流和所述零轴电流进行闭环控制获取每套绕组单元连接的所述可逆PWM整流器的桥臂的占空比调节值；

根据所述第一占空比和所述占空比调节值获取每套绕组单元连接的所述可逆PWM整流器的每相桥臂的占空比。

14. 如权利要求13所述的能量转换装置,其特征在于,所述电机线圈包括第一绕组单元和第二绕组单元,所述动力电池、所述可逆PWM整流器以及所述第一绕组单元形成第一加热电路,所述动力电池、所述可逆PWM整流器以及所述第二绕组单元形成第二加热电路,外部的直流充放电口通过能量转换装置与外部的电池形成直流充电电路或者直流放电电路。

15. 如权利要求14所述的能量转换装置,其特征在于,外部的第一直流充放电口通过能量转换装置与外部的电池形成第一直流充电电路或者第一直流放电电路,外部的第二直流充放电口通过能量转换装置与外部的电池形成第二直流充电电路或者第二直流放电电路,其中,所述可逆PWM整流器还包括第一汇流端和第二汇流端,外部的第一直流充放电口的第一端连接所述电机线圈的第一绕组单元的第一中性线,外部的第二直流充放电口的第一端连接所述电机线圈的第二绕组单元的第二中性线,外部的第一直流充放电口的第二端和外部的第二直流充放电口的第二端连接所述第二汇流端,外部的电池的正极端连接所述第一汇流端,外部的电池的负极端连接所述第二汇流端。

16. 一种车辆,其特征在于,所述车辆还包括权利要求1至15任一项所述的能量转换装置。

能量转换装置及车辆

技术领域

[0001] 本申请涉及车辆技术领域,尤其涉及一种能量转换装置及车辆。

背景技术

[0002] 随着电动车辆的不断普及,越来越多的电动车辆将进入社会和家庭,为人们的出行带来很大便利,电动车辆中的动力电池通常采用锂离子电池,锂离子电池的一般工作温度为 -20°C 到 55°C ,锂离子电池在低温以下不允许充电。现有技术中对低温电池进行加热的方案是利用PTC加热器或者电热丝加热器或者发动机或者电机在低温时对电池冷却回路的冷却液进行加热,通过冷却液来给电池电芯加热到预定温度。并且当电池处于低温低电量状态下,比如极端条件 -19°C ,SOC=0,电池不容许放电,只允许小电流充电,大功率加热小功率充电,PTC加热器难以胜任,无法边充电边加热,导致电池充电时间长。

[0003] 综上所述,现有技术中存在低温状态下采用加热设备对动力电池进行加热时导致成本增加,以及充电过程和加热过程不能密切配合导致低温充电时间过长的的问题。

发明内容

[0004] 本申请的目的在于提供一种能量转换装置及车辆,能够解决低温状态下采用加热设备对动力电池进行加热时导致成本增加,以及充电过程和加热过程不能密切配合导致低温充电时间过长的的问题。

[0005] 本申请是这样实现的,本申请第一方面提供一种能量转换装置,包括可逆PWM整流器和电机线圈,所述电机线圈包括L套绕组单元,每套绕组与所述可逆PWM整流器连接,其中, $L \geq 2$,且为正整数;

[0006] 外部的电源、所述可逆PWM整流器以及所述电机线圈中的绕组单元形成至少两套待加热设备的加热电路;

[0007] 所述能量转换装置根据外部控制信号控制所述可逆PWM整流器,使所述外部的电源输出的电流流经所述电机线圈中的至少两套绕组单元以产生热量,并使所述至少两套绕组单元在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系上的交轴电流和直轴电流的合成电流矢量的矢量和为零。

[0008] 本申请第二方面提供一种车辆,所述车辆还包括第一方面提供的所述能量转换装置。

[0009] 本申请提出的一种能量转换装置的技术效果在于:通过采用包括可逆PWM整流器和电机线圈的能量转换装置,使该能量转换装置与外部的电源连接时,外部的电源、可逆PWM整流器以及电机线圈中的绕组单元形成至少两套加热电路;控制可逆PWM整流器使外部的电源输出的电流流经所述电机线圈中的至少两套绕组单元以产生热量,并使至少两套绕组单元在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系上的交轴电流和直轴电流的合成电流矢量的矢量和为零,使能量转换装置中的电机不输出扭矩,并使所述外部的电源输出的电流流经所述电机线圈中的至少两套绕组单元以产生热量,以加热流经电机线圈的冷却管中

的冷却液,当该冷却液流经动力电池时加热动力电池,可省去额外动力电池加热装置,降低了整个装置的成本。

附图说明

[0010] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0011] 图1是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的结构示意图;

[0012] 图2是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一结构示意图;

[0013] 图3是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一结构示意图;

[0014] 图4是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一结构示意图;

[0015] 图5是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一结构示意图;

[0016] 图6是本申请实施例一提供的一种能量转换装置中的电机线圈的结构示意图;

[0017] 图7是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的电路图;

[0018] 图8是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电路图;

[0019] 图9是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电路图;

[0020] 图10是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电路图;

[0021] 图11是本申请实施例一提供的一种能量转换装置中的合成电流矢量位于基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系示意图;

[0022] 图12是本申请实施例一提供的一种能量转换装置中的另一合成电流矢量位于基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系示意图;

[0023] 图13是本申请实施例一提供的一种能量转换装置中的另一合成电流矢量位于基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系示意图;

[0024] 图14是本申请实施例一提供的一种能量转换装置中的另一合成电流矢量位于基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系示意图;

[0025] 图15是本申请实施例一提供的一种能量转换装置中的另一合成电流矢量位于基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系示意图;

[0026] 图16是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的电流流向图;

[0027] 图17是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电流流向图;

[0028] 图18是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电流流向图;

[0029] 图19是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电流流向图;

[0030] 图20是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电流流向图;

[0031] 图21是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电流流向图;

[0032] 图22是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电流流向图;

[0033] 图23是本申请实施例一提供的一种能量转换装置的另一电流流向图;

[0034] 图24是本申请实施例二提供的一种车辆的结构示意图。

具体实施方式

[0035] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0036] 为了说明本申请的技术方案,下面通过具体实施例来进行说明。

[0037] 本申请实施例一提供一种能量转换装置,如图1和图2所示,包括可逆PWM整流器102和电机线圈103,电机线圈103包括L套绕组单元,每套绕组与可逆PWM整流器102连接,其中, $L \geq 2$,且为正整数;

[0038] 外部的电源100、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成至少两套待加热设备的加热电路;

[0039] 能量转换装置根据外部信号控制可逆PWM整流器102,使外部的电源100输出的电流流经电机线圈103中的至少两套绕组单元以产生热量,并使至少两套绕组单元在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系上的交轴电流和直轴电流的合成电流矢量的矢量和为零,其中,第x套绕组单元产生的加热功率为 $\frac{m_x}{2} R_{s_x} (i_{sx}^*)^2$,其中, m_x 代表第x套绕组单元的绕组相数, R_{s_x} 代表第x套绕组单元各相绕组的相电阻, i_{sx}^* 代表第x套绕组单元在同步旋转坐标系上的直轴电流和交轴电流的合成电流矢量, $L \geq x \geq 1$,且为正整数。

[0040] 其中,电机可以是同步电机(含无刷同步机)或者异步电机,电机线圈103的相数大于等于2,电机绕组的套数大于等于2(如双相电机、三相电机、六相电机、九相电机、十五相等),且电机线圈103的连接点形成中性点引出中性线,电机线圈103的中性线可以是多根数引出,具体电机线圈103的连接点数量取决于电机内部绕组并联结构,电机线圈103在电机内部的并联连接点的数量以及连接点形成中性点引出中性线的数量由实际方案的使用情况确定,其中,电机线圈103包括L套绕组单元,每套绕组与可逆PWM整流器102连接,其中, $L \geq 2$;即电机线圈103的部分线圈支路或者全部线圈支路至少构成第一绕组单元和第二绕组单元,第一绕组单元131即第一套绕组单元,第二绕组单元132即第二套绕组单元,第L绕组单元即第L套绕组单元,第一绕组单元131包括至少两个相端点和至少一个中性点,第二绕组单元132包括至少两个相端点和至少一个中性点,第一绕组单元131和第二绕组单元132具有不同的相端点,并且第一绕组单元131和第二绕组单元132均通过相端点连接可逆PWM整流器102,第一绕组单元131的中性点可以引出中性线,也可以处于悬空状态,第二绕组单元132的中性点可以引出中性线,也可以处于悬空状态;同时,每一套绕组单元的所有相绕组作为一个基本单元,对每一个基本单元采用电机矢量控制都可以独立的控制电机运行。可逆PWM整流器102中的PWM为脉冲宽度调制(Pulse width modulation),可逆PWM整流器102包括多相桥臂,桥臂数量根据电机线圈103的相数进行配置,每相逆变器桥臂包括两个功率开关单元,功率开关单元可以是晶体管、IGBT、MOSFET管、SiC管等器件类型,桥臂中两个功率开关单元的连接点连接电机中的一相线圈,可逆PWM整流器102中的功率开关单元可以根据外部控制信号实现导通和关闭。

[0041] 其中,外部的电源100、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成至少两套加热电路,外部的电源100、可逆PWM整流器102以及电机线圈103所形成的加热电路是指外部的电源100输出的电流通过可逆PWM整流器102流经电机线圈103时产生热量进而

形成加热电路;电机线圈103中的绕组单元至少包括第一绕组单元131和第二绕组单元132,外部的电源100、可逆PWM整流器102、第一绕组单元131形成第一加热电路,外部的电源100输出的电流通过可逆PWM整流器102流经第一绕组单元131时产生热量进而形成第一加热电路;外部的电源100、可逆PWM整流器102、第二绕组单元132形成第二加热电路,外部的电源100输出的电流通过可逆PWM整流器102流经第二绕组单元132时产生热量进而形成第二加热电路;外部的电源100可以为车辆内的电源,例如,外部的电源100可以为动力电池101,外部的电源100也可以通过为通过直流充电口连接电机线圈的外部供电设备;对于第一加热电路和第二加热电路可以有多种实现方式,例如,如图3所示,外部的电源100为动力电池101时,动力电池101、可逆PWM整流器102、第一绕组单元131形成第一加热电路,动力电池101、可逆PWM整流器102、第二绕组单元132形成第二加热电路,例如,如图4所示,直流充电口140可以连接可逆PWM整流器102,直流充电口140、可逆PWM整流器102、第一绕组单元131形成第一加热电路,直流充电口140、可逆PWM整流器102、第二绕组单元132形成第二加热电路,例如,如图5所示,直流充电口140还可以连接第一绕组单元131和第二绕组单元132的中性线,直流充电口140、第一绕组单元131、可逆PWM整流器102形成第一加热电路,直流充电口140、第二绕组单元132、可逆PWM整流器102形成第二加热电路。

[0042] 其中,能量转换装置还包括控制器,控制器与可逆PWM整流器102连接,并向可逆PWM整流器102发送控制信号,控制器可以包括整车控制器、可逆PWM整流器102的控制电路和BMS电池管理器电路,三者通过CAN线连接,控制器中的不同模块根据所获取的信息控制可逆PWM整流器102中功率开关单元的导通和关断以实现不同电流回路的导通;控制器向能量转换装置中的可逆PWM整流器102发送控制信号,使外部的电源100输出的电流流经电机线圈103中的至少两套绕组单元以产生热量,以加热流经电机线圈103的冷却管中的冷却液,当该冷却液流经动力电池101时加热动力电池101。

[0043] 其中,能量转换装置根据外部控制信号使至少两套绕组单元在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系上的交轴电流和直轴电流的合成电流矢量的矢量和为零,是指每套绕组单元在同步旋转坐标系上交轴电流和直轴电流均形成一个合成电流矢量,即每套绕组单元对应一个电机转子的基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系(直轴-交轴坐标系),此坐标系与转子同步转动,取转子磁场方向为直轴,垂直于转子磁场方向为交轴,将电机的数学模型转换到此坐标系下,可实现直轴和交轴的解耦,从而得到良好控制特性,基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系中的直轴电流 i_d 和交轴电流 i_q 合成的矢量为该套绕组单元的合成电流矢量 i_s ,合成电流矢量的矢量和为所有套绕组在同步旋转坐标系合成电流矢量的矢量之和,能量转换装置根据外部控制信号控制每套绕组单元的合成电流矢量的大小和方向,使所有绕组单元的合成电流矢量的矢量和为零,此时,能量转换装置中的电机不输出扭矩。

[0044] 本申请实施例一种能量转换装置的技术效果在于:通过采用包括可逆PWM整流器102和电机线圈103的能量转换装置,使该能量转换装置与外部的电源100连接时,外部的电源100、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成至少两套加热电路;控制可逆PWM整流器102使外部的电源100输出的电流流经电机线圈103中的至少两套绕组单元以产生热量,并使至少两套绕组单元的合成电流矢量和为零,使能量转换装置中的电机不输出扭矩,并使外部的电源100输出的电流流经电机线圈103中的至少两套绕组单元以产生热

量,以加热流经电机线圈103的冷却管中的冷却液,当该冷却液流经动力电池101时加热动力电池101,可省去额外的动力电池101加热装置,降低了整个装置的成本,且至少两套绕组单元形成至少两套加热电路,加热的功率大,加热速度快,同时两套绕组单元用于加热可实现较大的加热功率的同时每套绕组的发热功率与仅用一套绕组单元加热的功率小,可延长使用寿命。

[0045] 作为一种实施方式,当L套绕组单元中的L1套绕组单元工作于加热电路中时,L1套绕组单元对应L1个合成电流矢量,L1个合成电流矢量的幅值相等,且L1个合成电流矢量中相邻两个合成电流矢量之间的角度为 $\frac{360}{L1}$ 度, $L \geq L1 \geq 2$ 。

[0046] 其中,L套绕组单元中的L1套绕组单元工作于加热电路是指能量转换装置中的可逆PWM整流器102根据控制信号使其中的功率开关单元工作时,使外部的电源100输出的电流通过可逆PWM整流器102流经L1套绕组单元,L1套绕组单元对应一个基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系,L1套绕组单元同时对应L1个合成电流矢量,在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系中L1个合成电流矢量中相邻两个合成电流矢量之间的角度为 $\frac{360}{L1}$ 度,

L1个合成电流矢量的幅值相等,且可以为固定值,也可以为变化值,由于相邻两个合成电流矢量之间的角度为相同的固定值,可以根据其中一个合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴的角度获取其余合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴的角度,进一步获取每个合成电流矢量分别在直轴和交轴上的分量,由于每个合成电流矢量在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系中直轴和交轴上的分量可以相互抵消,实现了至少两套绕组单元的合成电流矢量的矢量和为零。

[0047] 需要说明的是,本实施例中,基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系的电流与直轴的角度均为电角度。

[0048] 对于每个合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴的角度,作为一种实施方式,L1套绕组单元中每套绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度固定。

[0049] 其中,由于每套绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为固定值,并且相邻两个合成电流矢量之间的角度为 $\frac{360}{L1}$ 度,可以确定每个合成电流矢量

相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为固定值,根据加热功率获得L1套绕组单元合成电流矢量的幅值,进一步获取每个绕组单元的合成电流矢量分别在直轴和交轴上的分量,由于每个电流矢量在基于电机转子磁场定向的同步旋转坐标系中直轴和交轴上的分量可以相互抵消,实现了至少两套绕组单元的合成电流矢量的矢量和为零。

[0050] 对于每个合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴的角度,作为另一种实施方式,L1套绕组单元中每套绕组单元的合成电流矢量幅值不变,且相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为变化值。

[0051] 其中,L1套绕组单元中每套绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度变化可以根据预设规则进行变化,可以通过设置角度变化公式使角度在一定范围内进行变化,例如,在0度至360度内变化。

[0052] 本实施方式与上述实施方式相比,通过控制每套绕组单元的合成电流矢量幅值不变,且相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为变化值,可以实现调节每套绕组单元中每相线圈上的电流为正负变化值,调节每相线圈上散发的热量,同时使可逆PWM整流器102中每相桥臂中上下桥臂功率开关单元的通电流均衡,提升了每相桥臂中功率开关单元的寿命。

[0053] 进一步的,L1套绕组单元中第一套绕组单元的合成电流矢量与同步旋转坐标系的直轴正方向的角度为 $\theta_1=2\pi f_1 t+\theta$,则第K套绕组单元的合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴正方向的角度为 $\theta_k=(K-1)*\frac{360}{L1}+\theta_1$,且 $1\leq K\leq L1$,且为正整数,其中, θ_k 为第K套绕组

单元的合成电流矢量相对于直轴的角度, f_1 为合成电流矢量相对于直轴的角度变化频率,t为时间, θ 为第一套绕组单元的合成电流矢量相对于直轴的初始角度。

[0054] 其中,由于第一套绕组单元与其余套绕组单元之间的角度为固定值,当第一套绕组单元的合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴正方向的角度为变化值时,其余套绕组单元的合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴正方向的角度均为变化值,使每套绕组单元的合成电流矢量按照预设方向旋转起来,每套绕组单元中每相线圈的电流正弦变化且幅值一致,每套绕组单元中每相线圈发热一致,每套绕组单元发热完全均衡,电机绕组及各永磁体温度均匀,可以避免部分低性能磁性材料的电机在电机绕组及各永磁体加热温度不均匀,进而避免导致电机的永磁体容易退磁的问题。此外,通过调节变化频率,利用电池不同频率下的阻抗不同,阻抗越大发热越大,增大电池的发热。根据电池不同温度下的加热功率需求,选择合适的幅值和电角度变化频率,便于系统调节和响应。

[0055] 对于合成电流矢量的幅值,作为一种实施方式,L1个合成电流矢量相对于同步旋转坐标系的直轴的角度为固定值,L1个合成电流矢量的幅值相等。

[0056] 该角度为电角度,通过设置每个合成电流矢量的幅值相等,可以实现L1个合成电流矢量的幅值在直轴和交轴上的分量相互抵消。

[0057] 对于合成电流矢量的幅值,作为另一种实施方式,L1个合成电流矢量相对于同步旋转坐标系的直轴的角度为固定值,L1个合成电流矢量的幅值相等且为变化值,L1个合成电流矢量的幅值为 $\sqrt{2}|i_s^*|\sin(2\pi f_2)$ 其中, f_2 为合成电流矢量幅值变化频率, $\sqrt{2}|i_s^*|$ 为合成电流矢量的幅值。

[0058] 本实施方式与上一实施方式相比,通过调节合成电流矢量的幅值为正弦变化,可以使PWM整流器中上下桥臂功率器件(含二极管)通电流均衡,使功率器件寿命均衡,合成电流矢量的幅值的每相绕组电流虽然不完全一样,但是每相电流正弦变化的信号可以使每套绕组的每相绕组受热更均衡,并且通过调整合成电流矢量幅值的变化频率 f_2 ,利用电池在不同频率下的阻抗不同,阻抗越大发热越大,可以增大电池的发热。

[0059] 作为一种实施方式,当L套绕组单元中的L2套绕组单元工作于加热电路中时,L2套绕组单元对应L2个合成电流矢量,并形成 $\frac{L2}{2}$ 对合成电流矢量,每一对合成电流矢量中的两个合成电流矢量的幅值相等,且每一对合成电流矢量中的两个合成电流矢量之间的电角度相差 180° ,其中,L2为偶数。

[0060] 其中,由于每一对合成电流矢量中的两个合成电流矢量之间的电角度相差 180° ,

可以使合成电流矢量的幅值大小相等方向相反,即每一对合成电流矢量的矢量和为0,进而 $\frac{L2}{2}$ 对合成电流矢量的矢量和为0,当获取每一对合成电流矢量中一个合成电流矢量与直轴之间的角度时,即可获知另一个合成电流矢量与直轴之间的角度,通过该角度与合成电流矢量的幅值即可获知该合成电流矢量在直轴和交轴上的分量值。

[0061] 对于每个合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴的角度,作为一种实施方式,L2套绕组单元中每套绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度固定或L2套绕组单元中至少一对绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度固定。

[0062] 其中,由于每套绕组单元的合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为固定值,并且 $\frac{L2}{2}$ 对合成电流矢量每一对合成电流矢量呈中心对称,当确定其中一个合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为固定值,即可获取另一个合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度,进一步获取每个合成电流矢量分别在直轴和交轴上的分量。

[0063] 对于每个合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴的角度,作为一种实施方式,L2套绕组单元中至少一对绕组单元的合成电流矢量相对于同步旋转坐标系的直轴的角度为变化值,一对合成电流矢量中一个合成电流矢量相对于同步旋转坐标系中的直轴的角度为 $\theta_{L/2-1}=2\pi f_1 t + \theta_{L/2}$,另一个合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度为 $\theta_{L/2-2}=2\pi f_1 t + 180 + \theta_{L/2}$,其中, f_1 为合成电流矢量相对于同步旋转坐标系的直轴的角度变化频率, $\theta_{L/2}$ 为该对合成电流矢量中的一个合成电流矢量相对于电机转子坐标系中的直轴的角度初始角度。

[0064] 其中,由于一对合成电流矢量中两个合成电流矢量值相差180度,当其中一个合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴正方向的角度为变化值时,该对合成电流矢量中另一个合成电流矢量与电机转子坐标系中的直轴正方向的角度均为变化值,使每对绕组单元的合成电流矢量按照预设方向旋转起来,每对绕组单元中每相线圈的电流正弦变化且幅值一致,每套绕组单元中每相线圈发热一致,每套绕组单元发热完全均衡,电机绕组及各永磁体温度均匀,可以避免部分低性能磁性材料的电机在电机绕组及各永磁体加热温度不均匀,进而避免导致电机的永磁体容易退磁的问题。

[0065] 作为一种实施方式,至少一对合成电流矢量的幅值相等且为变化值,该对合成电流矢量相对于同步旋转坐标系的直轴的电角度为固定值;

[0066] 至少一对合成电流矢量的幅值为 $\sqrt{2}|i_s^*| \sin(2\pi f_2)$,其中, f_2 为合成电流矢量幅值变化频率, $\sqrt{2}|i_s^*|$ 为合成电流矢量的幅值。

[0067] 本实施方式通过调节合成电流矢量的幅值相等且为正弦变化,可以使PWM整流器中上下桥臂功率器件(含二极管)通电流均衡,使功率器件寿命均衡,合成电流矢量的幅值的每相绕组电流虽然不完全一样,但是每相电流正弦变化的信号可以使每套绕组的每相绕组受热更均衡,并且通过调整合成电流矢量幅值的变化频率 f_2 ,利用电池在不同频率下的阻抗不同,阻抗越大发热越大,可以增大电池的发热。

[0068] 作为一种实施方式,本实施方式用于通过控制器实现外部的电源100向能量转换装置输出电流使电机线圈103进行加热,能量转换装置包括控制器,控制器连接可逆PWM整流器102,控制器用于:

[0069] 获取电机线圈103需要产生的目标加热功率,控制器可以接收整车控制器输出的控制信号获取目标加热功率;

[0070] 根据目标加热功率获得每套绕组单元的目标合成电流矢量;

[0071] 根据目标合成电流矢量获取每套绕组单元分别在同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的目标直轴电流和目标交轴电流;

[0072] 根据每套绕组单元的采样电流值获取每套绕组单元分别在同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的实际直轴电流和实际交轴电流,并根据目标交轴电流、目标直轴电流、实际交轴电流、实际直轴电流获取每套绕组单元连接的可逆PWM整流器102的每相桥臂的占空比。

[0073] 其中,根据目标加热功率获得每套绕组单元的目标合成电流矢量,包括:

[0074] 根据以下公式获得每套绕组单元的目标合成电流矢量:

$$[0075] \quad P = \frac{m}{2} n R_s (i_s^*)^2 = \frac{m}{2} R_s [(i_{s1}^*)^2 + (i_{s2}^*)^2 + \dots + (i_{sn}^*)^2];$$

[0076] 其中,P为目标加热功率, R_s 为工作于加热电路的第n套绕组单元各相绕组的相电阻, i_{sn}^* 为第n套绕组单元的电流在直轴和交轴的合成电流矢量,m为可逆PWM整流器102中的桥臂的相数。

[0077] 根据目标加热功率和上述公式获得每套绕组单元的目标合成电流矢量的幅值,根据每套绕组单元的目标合成电流矢量的幅值和电角度获取每套绕组单元分别在同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的目标直轴电流和目标交轴电流,再根据每套绕组单元的采样电流值和转子电角度获取每套绕组单元的实际交轴电流和实际直轴电流;再将每套绕组单元的实际交轴电流和目标交轴电流进行闭环控制后得到第一目标电压差值,以及将每套绕组单元的实际直轴电流和目标直轴电流进行闭环控制后得到第二目标电压差值,再将第一目标电压差值和第二目标电压差值通过反Park变换并传输至空间矢量脉宽调制算法(SVPWM)得到可逆PWM整流器102的m相桥臂占空比。

[0078] 本实施方式中通过控制器向可逆PWM整流器102输出m相桥臂占空比,即可以实现控制外部电源向电机线圈103的绕组单元输出电流流经电机线圈103中的至少两套绕组单元以输出目标加热功率。

[0079] 作为一种实施方式,本实施方式为外部电源为动力电池101时,并且动力电池101向能量转换装置输出电流使电机线圈103输出目标加热功率。

[0080] 其中,动力电池101、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成至少两套加热电路。

[0081] 对于可逆PWM整流器102,如图6所示,可逆PWM整流器102包括一组M₁路桥臂,M₁路桥臂形成第一汇流端和第二汇流端,动力电池101的正极端和负极端分别连接第一汇流端和第二汇流端,电机线圈103包括第一绕组单元131和第二绕组单元132;

[0082] 第一绕组单元131包括一套m₁相绕组,m₁相绕组中的每一相绕组包括n₁个线圈支路,每一相绕组的n₁个线圈支路共接形成一个相端点,m₁相绕组的相端点与M₁路桥臂中的m₁

路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接, m_1 相绕组中的每一相绕组的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路连接, 以形成 n_1 个连接点, 其中, $m_1 \geq 2$, $n_1 \geq 1$ 且 n_1, m_1 均为整数;

[0083] 第二绕组单元132包括一套 m_2 相绕组, m_2 相绕组中的每一相绕组包括 n_2 个线圈支路, 每一相绕组的 n_2 个线圈支路共接形成一个相端点, m_2 相绕组的相端点与 M_1 路桥臂中 m_2 路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接, m_2 相绕组中的每一相绕组的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路连接, 以形成 n_2 个连接点, 其中, $m_2 \geq 2$, $M_1 \geq m_1 + m_2$, $n_2 \geq 1$ 且 n_2, m_2, M_1 均为整数;

[0084] 动力电池101、可逆PWM整流器102以及第一绕组单元131形成第一加热电路, 动力电池101、可逆PWM整流器102以及第二绕组单元132形成第二加热电路。

[0085] 本实施方式中, 根据外部控制信号控制可逆PWM整流器102, 使动力电池101输出的电流流经第一绕组单元131和第二绕组单元132以产生热量, 并使第一绕组单元131和第二绕组单元132的合成电流矢量和为零, 以使能量转换装置产生热量并不输出扭矩。

[0086] 作为另一种实施方式, 外部的直流充放电口、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成至少两套加热电路, 其中, 外部的直流充放电口连接电机线圈103引出的至少一条中性线;

[0087] 外部的电源100为直流供电设备, 直流供电设备连接外部的直流充放电口;

[0088] 可逆PWM整流器102包括一组 M_1 路桥臂, 电机线圈103包括第一绕组单元131和第二绕组单元132;

[0089] 第一绕组单元131包括一套 m_1 相绕组, m_1 相绕组中的每一相绕组包括 n_1 个线圈支路, 每一相绕组的 n_1 个线圈支路共接形成一个相端点, m_1 相绕组的相端点与 M_1 路桥臂中的 m_1 路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接, m_1 相绕组中的每一相绕组的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_1 个线圈支路中的一个线圈支路连接, 以形成 n_1 个连接点, n_1 个连接点形成 T_1 个中性点, 从 T_1 个中性点引出 J_1 条中性线; 其中, $n_1 \geq T_1 \geq 1$, $T_1 \geq J_1 \geq 1$, $m_1 \geq 2$ 且 n_1, m_1, T_1, J_1 均为正整数;

[0090] 第二绕组单元132包括一套 m_2 相绕组, m_2 相绕组中的每一相绕组包括 n_2 个线圈支路, 每一相绕组的 n_2 个线圈支路共接形成一个相端点, m_2 相绕组的相端点与 M_1 路桥臂中 m_2 路桥臂的每路桥臂的中点一一对应连接, m_2 相绕组中的每一相绕组的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路还分别与其他相绕组中的 n_2 个线圈支路中的一个线圈支路连接, 以形成 n_2 个连接点, n_2 个连接点形成 T_2 个中性点, 从 T_2 个中性点引出 J_2 条中性线; 其中, $n_2 \geq T_2 \geq 1$, $T_2 \geq J_2 \geq 1$, $m_2 \geq 2$, $M \geq m_1 + m_2$ 且 n_2, m_2, T_2, J_2 均为正整数;

[0091] 直流供电设备、第一绕组单元131以及可逆PWM整流器102形成第三加热电路, 直流供电设备、第二绕组单元132以及可逆PWM整流器102形成第四加热电路。

[0092] 本实施方式中, 根据外部控制信号控制可逆PWM整流器102, 使直流供电设备输出的电流流经第一绕组单元131和第二绕组单元132以产生热量, 并使第一绕组单元131和第二绕组单元132的合成电流矢量和为零, 以使能量转换装置产生热量并不输出扭矩, 且待加热的电池电量不足时, 可通过外部的直流充放电口连接的直流供电设备供电。

[0093] 作为另一种实施方式, 本实施方式用于实现动力电池101向能量转换装置输出电流使电机线圈103产生热量, 同时直流供电设备通过能量转换装置对动力电池101进行充

电,以及实现动力电池101向能量转换装置输出电流使电机线圈103产生热量,同时动力电池101通过能量转换装置对直流用电设备进行放电。

[0094] 外部的电源100为动力电池101和直流供电设备,动力电池101连接可逆PWM整流器102,外部的直流充放电口140连接电机线圈103引出的至少一条中性线,直流供电设备连接外部的直流充放电口140;

[0095] 动力电池101、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成至少两套加热电路,直流供电设备、电机线圈103、可逆PWM整流器102、动力电池101形成直流充电电路;

[0096] 或者,外部的电源100为动力电池101,动力电池101连接可逆PWM整流器102,外部的直流充放电口140连接电机线圈103引出的至少一条中性线,外部的直流充放电口140连接直流供电设备;

[0097] 动力电池101、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成至少两套加热电路,动力电池101、可逆PWM整流器102、电机线圈103、直流用电设备形成直流放电电路;

[0098] 控制器还用于:

[0099] 获取电机线圈103需要产生的目标加热功率和动力电池101的目标充电功率或者目标放电功率;

[0100] 根据目标充电功率或者目标放电功率获取每套绕组单元的目标充电电流或者目标放电电流,根据目标充电电流或者目标放电电流获取每套绕组单元产生的第一加热功率;

[0101] 根据目标加热功率和每套绕组单元产生的第一加热功率获取每套绕组单元产生的第二加热功率;

[0102] 根据第二加热功率获得每套绕组单元的目标合成电流矢量,根据目标合成电流矢量获取每套绕组单元分别在同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的目标直轴电流和目标交轴电流;

[0103] 根据每套绕组单元的采样电流值获取每套绕组单元分别在所述同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的实际直轴电流、实际交轴电流和零轴电流,并根据目标交轴电流、目标直轴电流、实际交轴电流、实际直轴电流进行闭环控制获取每套绕组单元连接的可逆PWM整流器的每相桥臂的第一占空比(D₁₁、D₁₂...D_{1m});

[0104] 根据目标充电电流或者目标放电电流和零轴电流进行闭环控制获取每套绕组单元连接的可逆PWM整流器的桥臂的占空比调节值(D₀);

[0105] 根据所述第一占空比和所述占空比调节值获取每套绕组单元连接的所述可逆PWM整流器的每相桥臂的占空比(D₁、D₂...D_m)。

[0106] 其中,第x套绕组单元产生的第一加热功率为 $m_x R_{s_{0x}} (i_{0x}^*)^2$,第x套所述绕组单元产生的第二加热功率为 $\frac{m_x}{2} R_{s_x} (i_{sx}^*)^2$,其中, m_x 代表第x套所述绕组单元的绕组相数, i_{0x}^* 代表经过第x套所述绕组单元中各相绕组的电流在所述零轴上形成的目标电流矢量, $R_{s_{0x}}$ 代表所述第x套绕组单元中与中性线连接的各相线圈支路的相电阻, i_{sx}^* 代表第x套绕组单元的电流在直轴和交轴的合成电流矢量, R_{s_x} 代表所述第x套绕组单元中的各相绕组支路的相电阻。

[0107] 其中,根据目标充电功率获取每套绕组单元的目标充电电流,可以使每套绕组单元中流过的电流相同,根据目标充电电流获取每套绕组单元产生的第一加热功率,由于第

一加热功率和第二加热功率的和为目标加热功率,因此,通过目标加热功率减去每套绕组单元产生的第一加热功率获取每套绕组单元产生的第二加热功率;

[0108] 根据第二加热功率获得每套绕组单元的目标合成电流矢量,包括:

[0109] 根据以下公式获得每套绕组单元的目标合成电流矢量:

$$[0110] \quad P = \frac{m}{2} n R_s (i_s^*)^2 = \frac{m}{2} R_s [(i_{s1}^*)^2 + (i_{s2}^*)^2 + \dots + (i_{sn}^*)^2]$$

[0111] 其中,P为目标加热功率, R_s 工作于加热电路的第n套绕组单元各相绕组的相电阻, i_{sn} 为第n套绕组单元的电流在直轴和交轴的合成电流矢量,m为可逆PWM整流器102中的桥臂的相数。

[0112] 根据第二加热功率和上述公式获得每套绕组单元的目标合成电流矢量的幅值,根据每套绕组单元的目标合成电流矢量的幅值和电角度获取每套绕组单元分别在同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的目标直轴电流和目标交轴电流,再根据每套绕组单元的采样电流值和转子电角度获取每套绕组单元的实际交轴电流和实际直轴电流;再将每套绕组单元的实际交轴电流和目标交轴电流进行差值运算后再经过PID(比例积分微分)运算后得到第一目标电压差值,以及将每套绕组单元的实际直轴电流和目标直轴电流进行差值运算后再经过PID(比例积分微分)运算后得到第二目标电压差值,再将第一目标电压差值和第二目标电压差值通过反Park变换并传输至空间矢量脉宽调制算法(SVPWM)得到可逆PWM整流器102的m相桥臂的第一占空比,根据目标合成电流矢量和电机相数计算每套绕组单元的目标电流值,将每套绕组单元的目标充电电流或者目标放电电流与 $\frac{1}{m}$ 进行乘法运算再和零轴电流进行矢量运算后再经过PID(比例积分微分)运算后得到每套绕组单元连接的可逆PWM整流器的桥臂的占空比调节值,根据第一占空比和占空比调节值获取每套绕组单元连接的所述可逆PWM整流器的每相桥臂的占空比,具体的,根据以下公式获取每相桥臂的占空比, $D1 = D_{11} + D_0$ 、 $D2 = D_{12} + D_0 \dots Dm = D_{1m} + D_0$ 。

[0113] 本实施方式中通过控制器向可逆PWM整流器102输出总的占空比,即可以实现控制动力电池向电机线圈103的绕组单元输出电流流经电机线圈103中的至少两套绕组单元以输出目标加热功率,同时实现直流供电设备通过能量转换装置向动力电池进行充电。

[0114] 本实施方式的技术效果在于:通过在能量转换装置中设置电机线圈103、可逆PWM整流器102并与动力电池101及直流供电设备形成直流充电电路,仅需要控制可逆PWM整流器102的工作状态进而调节直流供电设备和动力电池101流向充电电路的电流,即可实现使对动力电池101进行充电的同时使电机线圈103进行加热,进而实现采用同一系统对电池进行充电和使电机线圈103进行耗电产生热量,元器件复用程度高,系统集成度高且结构简单,从而降低了系统成本,减小了系统体积。

[0115] 作为一种实施方式,电机线圈103包括第一绕组单元131和第二绕组单元132,动力电池101、可逆PWM整流器102以及第一绕组单元131形成第一加热电路,动力电池101、可逆PWM整流器102以及第二绕组单元132形成第二加热电路,外部的直流充放电口通过能量转换装置与外部的电池形成直流充电电路或者直流放电电路,其中,可逆PWM整流器102还包括第一汇流端和第二汇流端,外部的直流充放电口的第一端连接电机线圈103引出的至少一条中性线,外部的直流充放电口的第二端连接第二汇流端,外部的电池的正极端连接第

一汇流端,外部的电池的负极端连接第二汇流端,外部的直流充放电口连接直流供电设备。

[0116] 本实施方式中,直流供电设备、第一绕组单元131、可逆PWM整流器102、动力电池101形成第一直流充电电路,直流供电设备、第二绕组单元132、可逆PWM整流器102、动力电池101形成第二直流充电电路,能量转换装置根据外部控制信号使第一直流充电电路、第一加热电路以及第二加热电路同时工作或者使第二直流充电电路、第一加热电路以及第二加热电路同时工作。

[0117] 作为一种连接方式,外部的第一直流充放电口通过能量转换装置与外部的电池形成第一直流充电电路或者第一直流放电电路,外部的第二直流充放电口通过能量转换装置与外部的电池形成第二直流充电电路或者第二直流放电电路,其中,可逆PWM整流器102还包括第一汇流端和第二汇流端,外部的第一直流充放电口的第一端连接电机线圈103的第一绕组单元131的第一中性线,外部的第二直流充放电口的第一端连接电机线圈103的第二绕组单元132的第二中性线,外部的第一直流充放电口的第二端和外部的第二直流充放电口的第二端连接第二汇流端,外部的电池的正极端连接第一汇流端,外部的电池的负极端连接第二汇流端。

[0118] 图7为本实施方式提供的能量转换装置的电路图,以 $m_1=m_2=3$, $M_1=6$, $n_1=n_2=2$ 为例,能量转换装置包括可逆PWM整流器102、电机线圈103,还包括第一开关模块106,第一开关模块106包括开关K3、开关K4,电阻R、开关K5以及电容C1,外部的电池的正极连接开关K3的第一端和开关K4的第一端,开关K4的第二端连接电阻R的第一端,开关K3的第二端和电阻R的第二端连接电容C1的第一端,电池的负极连接开关K5的第一端,开关K5的第二端连接电容C1的第二端,可逆PWM整流器102包括六相桥臂,第一相桥臂包括串联连接的第一功率开关单元和第二功率开关单元,第二相桥臂包括串联连接的第三功率开关单元和第四功率开关单元,第三相桥臂包括串联连接的第五功率开关单元和第六功率开关单元,第四相桥臂包括串联连接的第七功率开关单元和第八功率开关单元,第五相桥臂包括串联连接的第九功率开关单元和第十功率开关单元,第六相桥臂包括串联连接的第十一功率开关单元和第十二功率开关单元,第一功率开关单元的输入端、第三功率开关单元的输入端、第五功率开关单元的输入端、第七功率开关单元的输入端、第九功率开关单元的输入端、第十一功率开关单元的输入端共接于电容C1的第一端并形成第一汇流端,第二功率开关单元的输出端、第四功率开关单元的输出端、第六功率开关单元的输出端、第八功率开关单元的输出端、第十功率开关单元、第十二功率开关单元的输出端共接于电容C1的第二端并形成第二汇流端,第一功率开关单元包括第一上桥臂VT1和第一上桥二极管VD1,第二功率开关单元包括第二下桥臂VT2和第二下桥二极管VD2,第三功率开关单元包括第三上桥臂VT3和第三上桥二极管VD3,第四功率开关单元包括第四下桥臂VT4和第四下桥二极管VD4,第五功率开关单元包括第五上桥臂VT5和第五上桥二极管VD5,第六功率开关单元包括第六下桥臂VT6和第六下桥二极管VD6,第七功率开关单元包括第七上桥臂VT7和第七上桥二极管VD7,第八功率开关单元包括第八下桥臂VT8和第八下桥二极管VD8,第九功率开关单元包括第九上桥臂VT9和第九上桥二极管VD9,第十功率开关单元包括第十下桥臂VT10和第十下桥二极管VD10,第十一功率开关单元包括第十一上桥臂VT11和第十一上桥二极管VD11,第十二功率开关单元包括第十二下桥臂VT12和第十二下桥二极管VD12,第一绕组单元131包括一套三相绕组,每相绕组包括两个线圈支路,第一相线圈中的线圈U1、线圈U2共接于第四相桥臂的

中点U,第二相线圈中线圈V1、线圈V2共接于第五相桥臂的中点V,第三相线圈中线圈W1、线圈W2共接于第六相桥臂的中点W,线圈U2、线圈V2、线圈W2共接形成第一连接点n1,第一连接点n1形成第一独立中性点,第一独立中性点引出第一中性线,线圈U1、线圈V1、线圈W1共接形成第二连接点n2,第二连接点n2形成第二独立中性点,第二绕组单元132包括一套三相绕组,每相绕组包括两个线圈支路,第一相线圈中的线圈A1、线圈A2共接于第一相桥臂的中点A,第二相线圈中线圈B1、线圈B2共接于第二相桥臂的中点B,第三相线圈中线圈C1、线圈C2共接于第三相桥臂的中点C,线圈A1、线圈B1、线圈C1共接形成第四连接点n4,线圈A2、线圈B2、线圈C2共接形成第三连接点n3,第三连接点n3形成第三独立中性点,第三独立中性点引出第二中性线,能量转换模块还包括开关K1、开关K2、第二开关模块107和第三开关模块108,第二开关模块107包括开关K6、开关K7、电容C2,第三开关模块108包括开关K10、开关K11以及电容C3,外部的第一直流充放电口104的第一端和第二端分别连接开关K6的第二端和开关K7的第二端,开关K6的第一端连接开关K1的第二端和电容C2的第一端,开关K1的第一端连接第一中性线,开关K7的第一端连接电容C2的第二端和可逆PWM整流器102的第二汇流端,第二中性线连接开关K2的第一端,开关K2的第二端连接电容C3的第一端和开关K10的第一端,开关K10的第二端连接第二直流充放电口105的第一端,电容C3的第二端连接开关K11的第一端和第二汇流端,开关K11的第二端连接第二直流充放电口105的第二端。

[0119] 本实施方式中,通过设置第一直流充放电口104和第二直流充放电口105分别与第一中性线和第二中性线连接,可以使第一直流充放电口104、第一绕组单元131、可逆PWM整流器102形成加热电路,使第二直流充放电口105、第二绕组单元132、可逆PWM整流器102形成加热电路,还可以实现第一直流充放电口104与第二直流充放电口105通过能量转换装置与动力电池101形成充放电回路。

[0120] 如图8所示,与图7的不同点在于还包括开关K8和开关K9,第三连接点n3形成中性点并引出第一中性线,第一中性线连接开关K1的第一端,外部的第一直流充放电口104的第一端和第二端分别连接开关K6的第二端和开关K7的第二端,开关K6的第一端连接开关K1的第二端和电容C2的第一端,开关K1的第一端连接第一中性线,开关K7的第二端连接电容C2的第二端和可逆PWM整流器102的第二汇流端,外部的第三直流充放电口110的第一端连接开关K8的第一端,开关K8的第二端连接开关K3的第二端,外部的第三直流充放电口110的第二端连接开关K9的第一端,开关K9的第二端连接开关K5的第二端。

[0121] 本实施方式中,通过设置第三直流充放电口110与可逆PWM整流器102连接,不仅可以实现动力电池101、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成两套加热电路,还可以实现第三直流充放电口110、可逆PWM整流器102以及电机线圈103中的绕组单元形成两套加热电路。

[0122] 如图9所示,与图7的不同点在于第一绕组单元131和第二绕组单元132中的线圈支路 $n_1 = n_2 = 1$,第一绕组单元131形成第一连接点n1,第二绕组单元132形成第二连接点n2,第一连接点n1和第二连接点n2共接形成第一中性点,第一中性点引出第一中性线,第一中性线连接开关K1的第一端,外部的第一直流充放电口104的第一端和第二端分别连接开关K6的第二端和开关K7的第二端,开关K6的第一端连接开关K1的第二端和电容C2的第一端,开关K1的第一端连接第一中性线,开关K7的第二端连接电容C2的第二端和可逆PWM整流器102的第二汇流端。

[0123] 本实施方式中,通过设置一个第一直流充放电口104与第一中性线连接,实现了仅需要设置一个第一直流充放电口104,即可以实现第一直流充放电口、电机线圈103中的绕组单元以及可逆PWM整流器102形成两套加热电路,并且该第一直流充放电口通过能量转换装置与动力电池101形成充放电回路。

[0124] 如图10所示,与图7的不同点在于还包括开关K8和开关K9,外部的第三直流充放电口110的第一端连接开关K8的第一端,开关K8的第二端连接开关K3的第二端,外部的第三直流充放电口110的第二端连接开关K9的第一端,开关K9的第二端连接开关K5的第二端。

[0125] 本实施方式中,通过设置第一直流充放电口104、第二直流充放电口105、第三直流充放电口110,可以实现第一直流充放电口104、第一绕组单元131、可逆PWM整流器102形成一套加热电路,第二直流充放电口105、第二绕组单元132、可逆PWM整流器102形成一套加热电路,第三直流充放电口110、可逆PWM整流器102、第一绕组单元131形成一套加热电路,第三直流充放电口110、可逆PWM整流器102、第二绕组单元132形成一套加热电路,还可以实现第一直流充放电口104、第二直流充放电口105分别通过能量转换装置与动力电池101形成充放电回路。

[0126] 下面针对具体电路结构对本申请的具体工作原理进行说明:

[0127] 当能量转换装置仅用于加热时,充电电流等于0,扭矩等于0,获取目标加热功率P,根据以下公式计算每套绕组单元的目标合成电流矢量:

$$[0128] \quad P = \frac{m}{2} n R_s (i_s^*)^2 = \frac{m}{2} R_s [(i_{s1}^*)^2 + (i_{s2}^*)^2 + \dots + (i_{sn}^*)^2] \quad (\text{式 } 1)$$

[0129] 其中,P为目标加热功率, R_s 为工作于加热电路的第n套绕组单元各相绕组的相电阻, i_{sn} 为第n套绕组单元的电流在直轴和交轴的合成电流矢量,m为可逆PWM整流器102中的桥臂的相数

[0130] 方法A:电机的绕组单元n为电机绕组的套数,根据式1,由加热功率P计算出 i_s^* , $|i_{s1}^*| = |i_{s2}^*| = \dots = |i_{sn}^*| = |i_s^*| \neq 0$,且 $i_{s1}^* + i_{s2}^* + \dots + i_{sn}^* = 0$ 。控制n套绕组的 i_{sn}^* 矢量的幅值为 $|i_s^*|$,控制n套绕组单元其中任意的n/2对绕组单元中的一个合成电流矢量 i_{sm}^* 角度为angle,另一个合成电流矢量 i_{sk}^* 的角度为 $180 + \text{angle}$, i_{sm}^* 和 i_{sk}^* 大小相等方向相反($m \neq k$,见图11,例如: $1 \leq m \leq n/2, n/2+1 \leq k \leq n$),保证所有电流的矢量和为0。

[0131] 如图12所示, i_{Sn}^* 与直轴的夹角angle任意选择,解算出 i_{dn}^* , i_{qn}^* 。

[0132] i_{Sn}^* 是 i_{dn}^* 和 i_{qn}^* 的矢量和, i_{Sn}^* 与直轴的夹角angle,根据 i_{Sn}^* 合成电流矢量幅值与直轴的夹角angle,解算出 i_{dn}^* , i_{qn}^* 。

[0133] 本技术方案的技术效果是:

[0134] ①每套绕组加热功率大小相等,不同绕组之间功率均衡,每套绕组在电机上均匀分布,热量分布均匀,不会出现某套绕组过热的情况,电机每套绕组寿命均衡。

[0135] ②由于 i_{sm}^* 和 i_{sk}^* 大小相等方向相反($m \neq k$,例如: $1 \leq m \leq n/2, n/2+1 \leq k \leq n$),合成电流矢量为0($i_d = 0, i_q = 0$),其合成磁场为0,电机不会转动。

[0136] 优选控制:基于上述方案,优选控制angle=0,将加热的合成电流矢量全部分解在

直轴上进行控制,控制过程中没有扭矩分量。

[0137] 如图13所示,控制n套绕组的 i_{Sn}^* 矢量的幅值为 $|i_s^*|$,控制n套绕组其中任意的n/2数量的的合成电流矢量 i_{Sm}^* 角度为0,另n/2数量的合成电流矢量 i_{Sk}^* 角度=180, i_{Sm}^* 和 i_{Sk}^* 大小相等方向相反($m \neq k$,例如: $1 \leq m \leq n/2, n/2+1 \leq k \leq n$), i_{Sn}^* 合成电流矢量幅值与直轴的夹角angle,解算出 i_{dn}^* , i_{qn}^* 。将加热的合成电流矢量全部分解在直轴上进行控制,总的合成电流矢量 $i_d=0$,总的合成电流矢量 $i_q=0$ 实现了电机加热,控制过程中不会有扭矩,每套绕组发热均衡。

[0138] 进一步的,基于上述方案,控制n套绕组的 i_{Sn}^* 矢量的幅值为 $\sqrt{2}|i_s^*|\sin(2\pi f_2)$,或者将 i_{Sn}^* 矢量的幅值叠加直流偏置的正弦的信号,控制n套绕组其中任意的n/2数量的的合成电流矢量 i_{Sm}^* 角度为angle,另n/2数量的合成电流矢量 i_{Sk}^* 角度=180+angle, i_{Sm}^* 和 i_{Sk}^* 大小相等方向相反($m \neq k$,见图14),给定 i_{Sn}^* 矢量的幅值变化频率 f ($0 < f < \text{控制器的载波频率}$)。 i_{Sn}^* 的合成电流矢量幅值与直轴的夹角angle,解算出 i_{dn}^* , i_{qn}^* 。

[0139] 本技术方案的技术效果是:

[0140] 除了有上述技术方案的技术效果外,还可以达到以下效果:

[0141] ①调整频率 f_2 ,利用电池不同频率下的阻抗不同,阻抗越大发热越大,增大电池的发热。

[0142] ② i_{Sn}^* 矢量的幅值的正弦变化,可以使上下桥臂功率器件(含二极管)通电流均衡,功率器件寿命均衡;每相绕组电流虽然不完全一样,但是每相电流正弦变化的信号可以使每套绕组的每相绕组受热更均衡。

[0143] 优选控制:基于上述技术方案,优选的控制angle=0,将加热的合成电流矢量全部分解在直轴上进行控制,控制过程中没有扭矩分量。

[0144] 基于上述技术方案,控制n套绕组单元其中任意的n/2数量的的合成电流矢量 i_{Sm}^* 角度为angle,另n/2数量的合成电流矢量 i_{Sk}^* 角度为180+angle,同时angle= $\omega t = 2\pi f_2 t$, f_2 为合成电流矢量幅值变化频率($m \neq k$,见图15,例如: $1 \leq m \leq n/2, n/2+1 \leq k \leq n$),即控制 i_{Sm}^* 和 i_{Sk}^* 大小相等方向相反并旋转起来,合成电流矢量为0,达到0扭矩的控制效果。

[0145] 除了有上述技术方案的效果外,还可以达到的效果:

[0146] ①每套绕组中每相绕组电流正弦变化且幅值一致,频率为 f_2 ,每套绕组发热一致,每相绕组发热一致,每相绕组发热完全均衡,电机绕组及各永磁体温度均匀。可以使上下桥臂功率器件(含二极管)通电流均衡,功率器件寿命均衡。

[0147] 本专利技术可以使电机每相绕组都发热均匀,电机绕组及各永磁体温度均匀:可以避免部分低性能磁性材料的电机在电机绕组及各永磁体加热温度不均匀,导致电机的永磁体容易退磁的问题。②调整频率 f_2 ,利用电池不同频率下的阻抗不同,阻抗越大发热越大,增大电池的发热。根据电池不等加热功率和温度,选择合适的频率 f_2 ,同时要兼顾便于系统调节和响应。

[0148] 下面通过具体的电路结构对本申请实施例的技术方案进行具体说明：

[0149] 如图16和图17所示，当检测第一直流充电口104连接第一直流供电设备，第二直流充电口105连接第二直流供电设备，第一直流供电设备和第二直流供电设备同时对能量转换装置进行直流充电，控制可逆PWM整流器102工作，其实现过程如下：

[0150] 控制开关K4、开关K5导通给电容C1进行预充，保持开关K1、开关K2、开关K3、开关K6、开关K7、开关K10、开关K11断开，预充完毕后控制开关K3导通后，控制开关K4断开，接收到电池管理器发送的目标电压范围值后，控制开关K1和K2闭合，对电容C3和电容C2进行电压控制，达到设定电压后，控制开关K6、K7和K10、K11闭合，判断电容C3和电容C2上电压采样U在发送的目标值范围内时，控制第一直流供电设备和第二直流供电设备正式开始充电，否则断开所有开关，停止充电。

[0151] 如图16所示，控制第二下桥臂VT2、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6导通，第一上桥臂VT1、第三上桥臂VT3、第五上桥臂VT5关断，同时控制第七上桥臂VT7、第九上桥臂VT9、第十一上桥臂VT11关断，第八下桥臂VT8、第十下桥臂VT10、第十二下桥臂VT12关断，第一直流供电设备、开关K6、开关K1、第一绕组单元131（引出中性线的部分线圈支路）、可逆PWM整流器102（第七上桥二极管VD7、第九上桥二极管VD9、第十一上桥二极管VD11）、开关K3、外部的电池101、开关K5、开关K7构成第一直流充电储能释放回路；同时第二直流供电设备、开关K10、开关K2、第二绕组单元132（引出中性线的部分线圈支路）、可逆PWM整流器102（第二下桥臂VT2、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6）、开关K11构成第二直流充电储能回路，能量转换装置根据外部控制信号使第一直流充电储能释放回路和第二直流充电储能回路同时工作。

[0152] 如图17所示，控制第二下桥臂VT2、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6关断，第一上桥臂VT1、第三上桥臂VT3、第五上桥臂VT5关断，同时控制第七上桥臂VT7、第九上桥臂VT9、第十一上桥臂VT11关断，第八下桥臂VT8、第十下桥臂VT10、第十二下桥臂VT12导通，第一直流供电设备、开关K6、开关K1、第一绕组单元131（引出中性线的部分线圈支路）、可逆PWM整流器102（第八下桥臂VT8、第十下桥臂VT10、第十二下桥臂VT12）、开关K7构成第一直流充电储能回路，同时第二直流供电设备、开关K10、开关K2、第二绕组单元132（引出中性线的部分线圈支路）、可逆PWM整流器102（第一上桥二极管VD1、第三上桥二极管VD3、第五上桥二极管VD5）、开关K3、电池101、开关K5、开关K11构成第二直流充电储能释放回路，能量转换装置根据外部控制信号使第二直流充电储能释放回路和第一直流充电储能回路同时工作。

[0153] 能量转换装置根据外部控制信号控制第一直流充电储能回路和第一直流充电储能释放回路交替工作实现第一直流供电设备通过能量转换装置对电池进行充电，并根据外部控制信号控制第二直流充电储能回路和第二直流充电储能释放回路交替工作实现第二供电设备通过能量转换装置对电池进行充电，并且通过错相控制使第一直流充电储能释放回路和第二直流充电储能回路同时工作，使第二直流充电储能释放回路和第一直流充电储能回路同时工作，进而实现了第一直流供电设备和第二直流供电设备同时通过能量转换装置对外部的电池进行充电。

[0154] 如图18和图19所示，第一直流充电口连接直流用电设备，第二直流充电口连接直流供电设备，外部的电池通过能量转换装置向直流用电设备放电，同时，直流供电设备通过能量转换装置对外部的电池充电，其实现过程如下：

[0155] 如图18所示，控制第二下桥臂VT2、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6导通，第一上桥

臂VT1、第三上桥臂VT3、第五上桥臂VT5关断,同时控制第七上桥臂VT7、第九上桥臂VT9、第十一上桥臂VT11关断,第八下桥臂VT8、第十下桥臂VT10、第十二下桥臂VT12关断,第一绕组单元131(引出中性线的部分线圈支路)、开关K1、开关K6、直流用电设备、开关K7、可逆PWM整流器102(第八下桥二极管VD8、第十下桥二极管VD10、第十二下桥二极管VD12)形成直流放电储能释放回路,同时直流供电设备、开关K10、开关K2、第二绕组单元132(引出中性线的部分线圈支路)、可逆PWM整流器102(第二下桥臂VT2、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6)、开关K11形成直流充电储能回路,能量转换装置根据外部控制信号使直流放电储能释放回路和直流充电储能回路同时工作。

[0156] 如图19所示,控制第二下桥臂VT2、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6关断,第一上桥臂VT1、第三上桥臂VT3、第五上桥臂VT5关断,同时控制第七上桥臂VT7、第九上桥臂VT9、第十一上桥臂VT11导通,第八下桥臂VT8、第十下桥臂VT10、第十二下桥臂VT12关断,电容C1、可逆PWM整流器102(第七上桥臂VT7、第九上桥臂VT9、第十一上桥臂VT11)、第一绕组单元131(引出中性线的部分线圈支路)、开关K1、开关K6、直流用电设备、开关K7形成直流放电储能回路,同时直流充电设备、开关K10、开关K2、第二绕组单元132、可逆PWM整流器102(第一上桥二极管VD2、第三上桥二极管VD3、第五上桥二极管VD5)、开关K3、外部的电池101、开关K5、开关K11形成直流充电储能释放回路,能量转换装置根据外部控制信号使直流放电储能回路和直流充电储能释放回路同时工作。

[0157] 能量转换装置根据外部控制信号控制直流充电储能回路和直流充电储能释放回路交替工作实现直流供电设备通过能量转换装置对电池进行充电,并根据外部控制信号控制直流放电储能回路和直流放电储能释放回路交替工作实现外部的电池通过能量转换装置对直流用电设备进行放电,并且通过错相控制使直流充电储能释放回路和直流放电储能回路同时工作,使直流充电储能回路和直流放电储能释放回路同时工作,进而实现了直流供电设备通过能量转换装置对外部的电池101进行充电和外部的电池101通过能量转换装置对直流用电设备进行放电的同时进行。

[0158] 如图20和图21所示,外部的电池通过能量转换装置向第一绕组单元131和第二绕组单元132进行放电,其实现过程如下:

[0159] 如图20所示,控制第一上桥臂VT1、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6、第八下桥臂VT8、第九上桥臂VT9、第十一上桥臂VT11导通,控制第二下桥臂VT2、第三上桥臂VT3、第五上桥臂VT5、第七上桥臂VT7、第十下桥臂VT10、第十二下桥臂VT12关断,动力电池101、第一上桥臂VT1、第二绕组单元132(线圈A1和线圈A2)、第二绕组单元132(线圈B1、线圈C1、线圈B2和线圈C2)、第四下桥臂VT4和第六下桥臂VT6形成第一加热储能回路,动力电池101、第九上桥臂VT9和第十一上桥臂VT11、第一绕组单元131(线圈V1、线圈W1、线圈V2和线圈W2)、第一绕组单元131(线圈U1、线圈U2)、第八下桥臂VT8形成第二加热储能回路。

[0160] 如图21所示,控制可逆PWM整流器102中的桥臂关断,第二绕组单元132(线圈A1和线圈A2)、第二绕组单元132(线圈B1、线圈C1线圈B2和线圈C2)、第三上桥二极管VD3和第五上桥二极管VD5、动力电池101、第二下桥二极管VD2形成第一加热储能续流回路,第一绕组单元131(线圈V1、线圈W1、线圈V2和线圈W2)、第一绕组单元131(线圈U1、线圈U2)、第七上桥二极管VD7、动力电池101、第十下桥二极管VD10和第十二下桥二极管VD12形成第二加热储能续流回路,能量转换装置根据外部控制信号使第一加热储能续流回路和第二加热储能续

流回路同时工作。

[0161] 控制器获取目标加热功率,根据以下公式获得每套绕组单元的目标合成电流矢量:

$$[0162] \quad P = \frac{3}{2} R_s [(i_{s1}^*)^2 + (i_{s2}^*)^2];$$

[0163] 其中,P为目标加热功率, R_s 为工作于加热电路的绕组单元的各相绕组的相电阻, i_{s1}^* 为第1套绕组单元在同步旋转坐标系上的直轴电流和交轴电流的合成电流矢量, i_{s2}^* 为第2套绕组单元在同步旋转坐标系上的直轴电流和交轴电流的合成电流矢量。

[0164] 根据目标加热功率和上述公式获得每套绕组单元的目标合成电流矢量的幅值,根据每套绕组单元的目标合成电流矢量的幅值和电角度获取每套绕组单元分别在同步旋转坐标系上的直轴和交轴上的目标直轴电流和目标交轴电流,再根据每套绕组单元的采样电流值和转子电角度获取每套绕组单元的实际交轴电流和实际直轴电流;再将每套套组单元的实际交轴电流和目标交轴电流进行差值运算后再经过PID(比例积分微分)运算后得到第一目标电压差值,以及将每套套组单元的实际直轴电流和目标直轴电流进行差值运算后再经过PID(比例积分微分)运算后得到第二目标电压差值,再将第一目标电压差值和第二目标电压差值通过反Park变换并传输至空间矢量脉宽调制算法(SVPWM)得到与第1套绕组单元连接的可逆PWM整流器中的第一组三相桥臂的占空比,以及得到与第2套绕组单元连接的可逆PWM整流器中的第二组三相桥臂的占空比。

[0165] 控制器根据第一组三相桥臂的占空比和第二组三相桥臂的占空比控制第一加热储能回路和第一加热储能续流回路交替工作实现动力电池101通过能量转换装置对第一绕组单元131进行输出电流,并根据第一组三相桥臂的占空比和第二组三相桥臂的占空比控制第二加热储能回路和第二加热储能续流回路交替工作实现动力电池101通过能量转换装置对第二绕组单元132进行输出电流。

[0166] 如图22和图23所示,外部的电池通过能量转换装置向第一绕组单元131和第二绕组单元132进行放电,其实现过程如下:

[0167] 如图22所示,控制第一上桥臂VT1、第四下桥臂VT4、第六下桥臂VT6、第八下桥臂VT8、第九上桥臂VT9、第十一上桥臂VT11导通,控制第二下桥臂VT2、第三上桥臂VT3、第五上桥臂VT5、第七上桥臂VT7、第十下桥臂VT10、第十二下桥臂VT12关断,动力电池101、第一上桥臂VT1、第二绕组单元132(线圈A1和线圈A2)、第二绕组单元132(线圈B1、线圈C1线圈B2和线圈C2)、第四下桥臂VT4和第六下桥臂VT6形成第一加热储能回路,动力电池101、第九上桥臂VT9和第十一上桥臂VT11、第一绕组单元131(线圈V1、线圈W1、线圈V2和线圈W2)、第一绕组单元131(线圈U1、线圈U2)、第八下桥臂VT8形成第二加热储能回路,能量转换装置根据外部控制信号使第一加热储能回路和第二加热储能回路同时工作,第二直流充放电口、第一绕组单元131(线圈B2和线圈C2)、第四下桥臂VT4和第六下桥臂VT6形成第一直流充电储能回路。

[0168] 如图23所示,控制可逆PWM整流器102中的桥臂关断,第二绕组单元132(线圈A1和线圈A2)、第二绕组单元132(线圈B1、线圈C1线圈B2和线圈C2)、第三上桥二极管VD3和第五上桥二极管VD5、动力电池101、第二下桥二极管VD2形成第一加热储能续流回路,第一绕组单元131(线圈V1、线圈W1、线圈V2和线圈W2)、第一绕组单元131(线圈U1、线圈U2)、第七上桥

二极管VD7、动力电池101、第十下桥二极管VD10和第十二下桥二极管VD12形成第二加热储能续流回路,第二直流充放电口、第一绕组单元131(线圈B2和线圈C2)、第三上桥二极管VD3和第五上桥二极管VD5、动力电池101形成第一直流充电储能续流回路。

[0169] 能量转换装置根据外部控制信号控制第一加热储能回路和第一加热储能续流回路交替工作实现动力电池101通过能量转换装置对第一绕组单元131进行输出电流,并根据外部控制信号控制第二加热储能回路和第二加热储能续流回路交替工作实现动力电池101通过能量转换装置对第二绕组单元132进行输出电流,并根据外部控制信号控制第一直流充电储能回路和第二直流充电储能续流回路交替工作实现直流供电设备通过能量转换装置对动力电池101进行充电。

[0170] 本申请实施例二提供一种车辆,电动汽车还包括上述实施例一提供的能量转换装置。

[0171] 如图24所示,电池包的加热和冷却回路包含以下回路:电机驱动系统冷却回路、电池冷却系统回路、空调系统的冷却回路。电池冷却系统回路通过换热板和空调冷却系统融合;电池冷却系统回路通过四通阀和电机驱动系统冷却回路贯通。电机驱动系统冷却回路通过三通阀的切换将散热器连接和断开。电机驱动系统冷却回路与电池冷却系统回路通过阀体切换,改变管道中冷却液流向,使电机驱动系统加热后的冷却液的流向电池冷却系统,完成热量从电机驱动系统到电池冷却的传递;电机驱动系统处于非加热模式,通过三通阀和四通阀切换,电机驱动系统冷却液走A回路,电池冷却系统的冷却液走C回路;电机处于加热模式,通过三通阀和四通阀切换,电机驱动系统冷却液走B回路,实现电机驱动系统加热后的冷却液流向电池包冷却回路来给电池加热。

[0172] 以上实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分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申请各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本申请的保护范围之内。

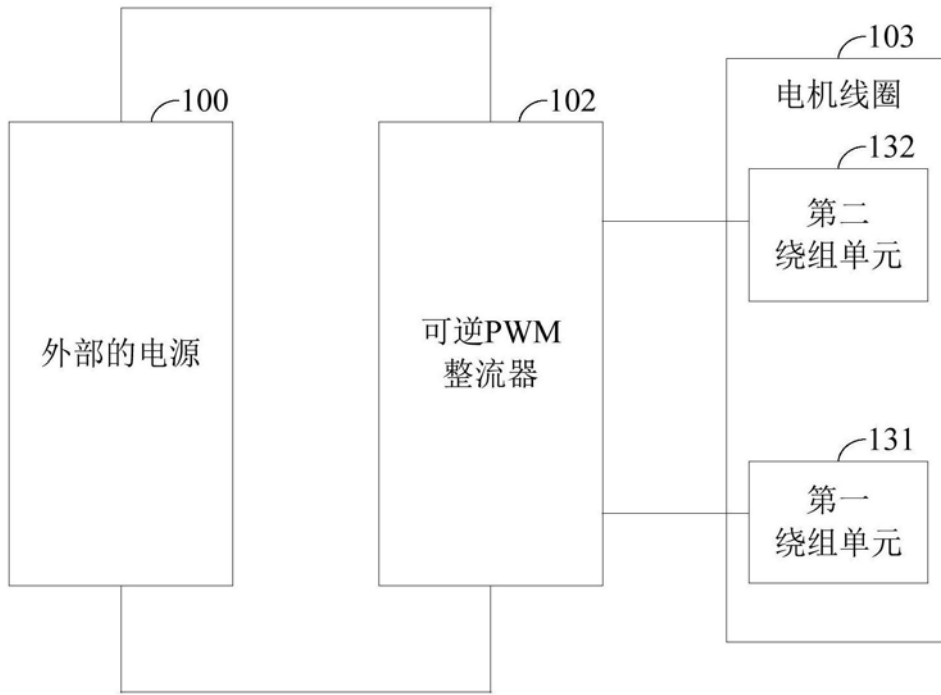


图1

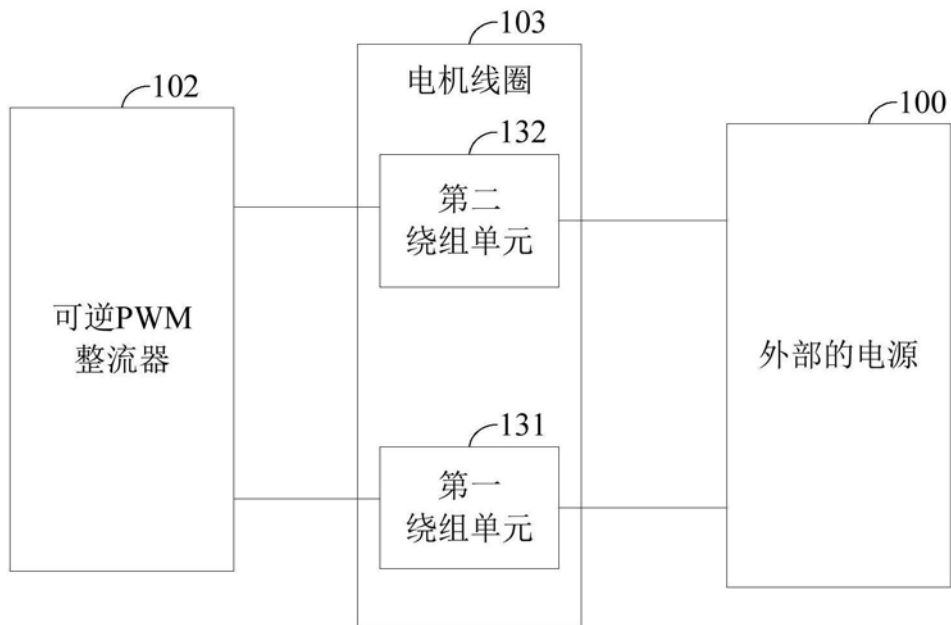


图2

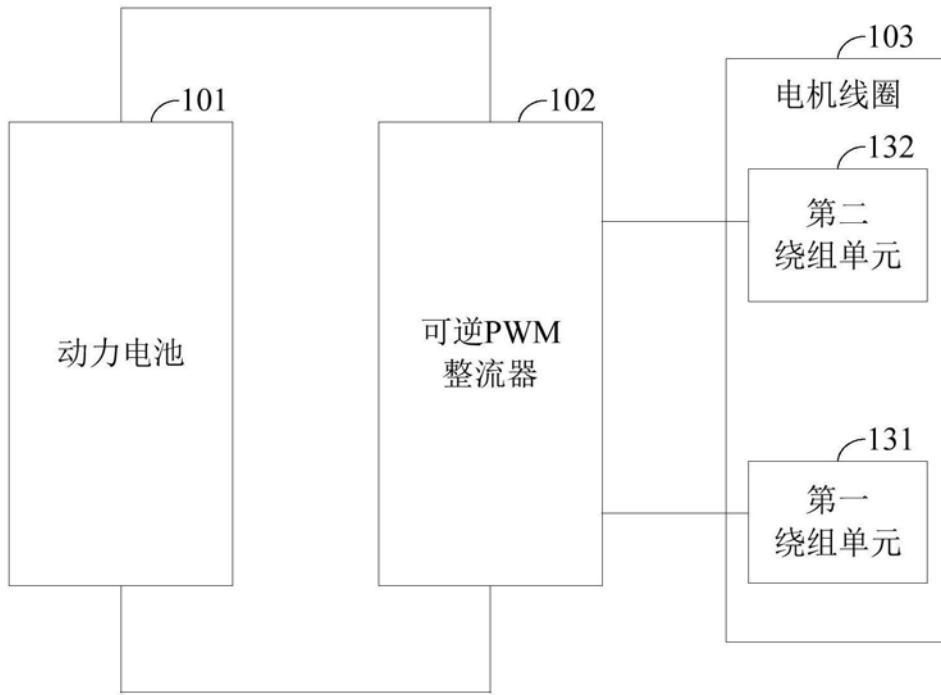


图3

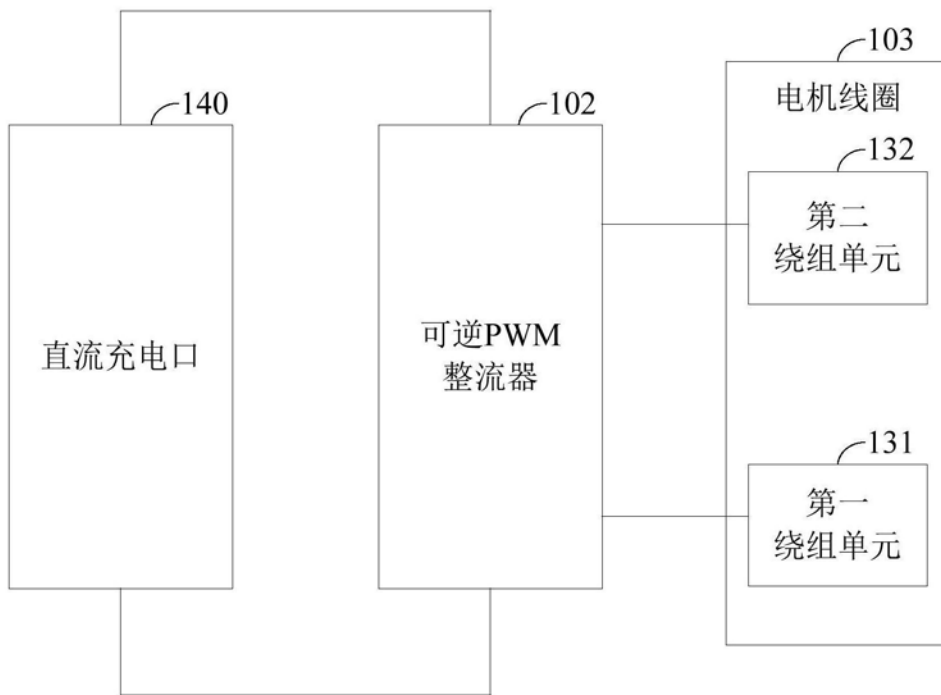


图4

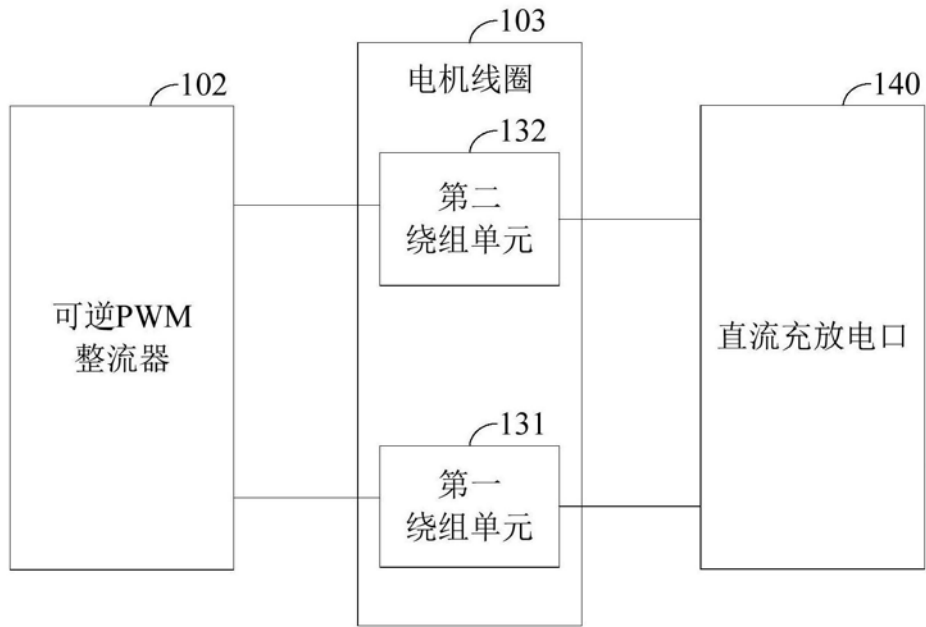


图5

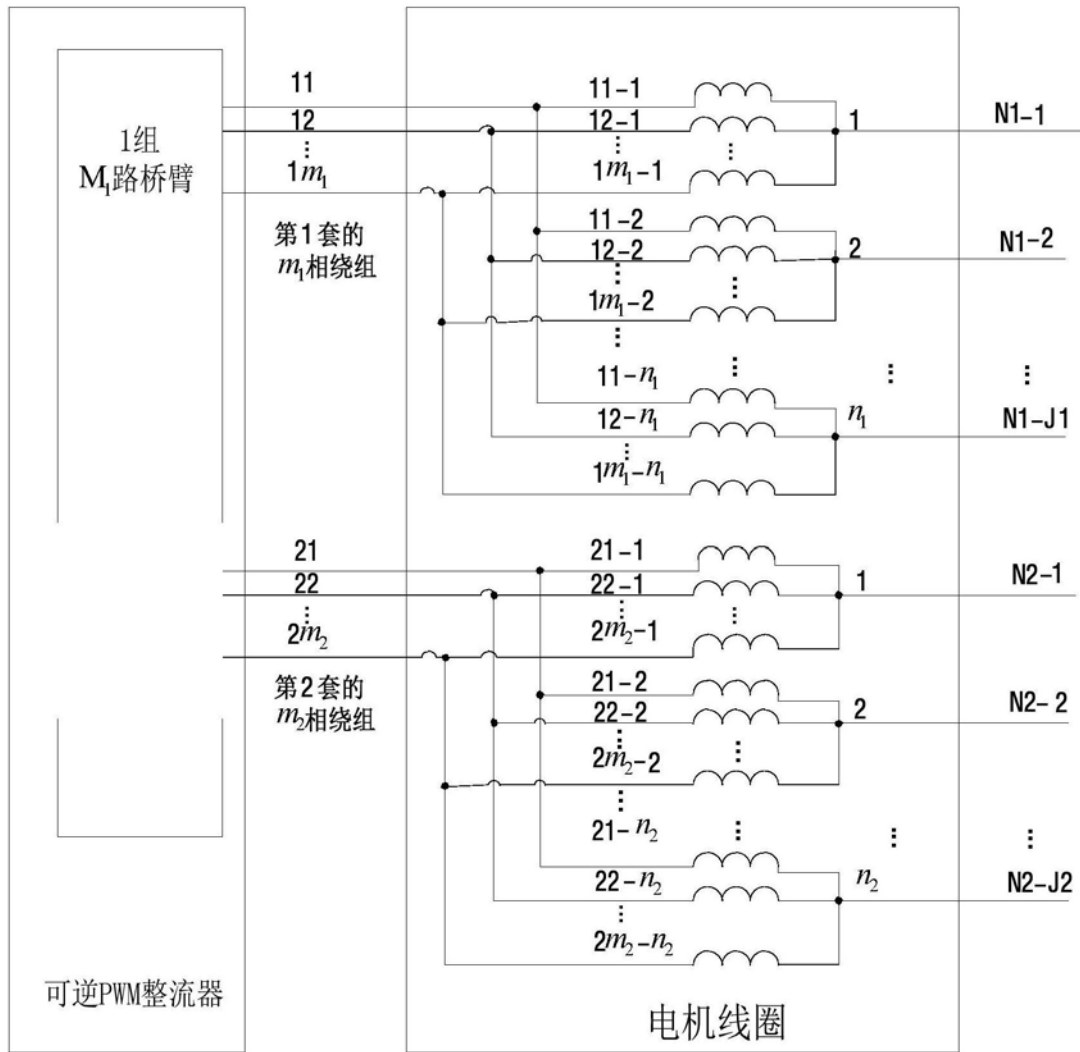


图6

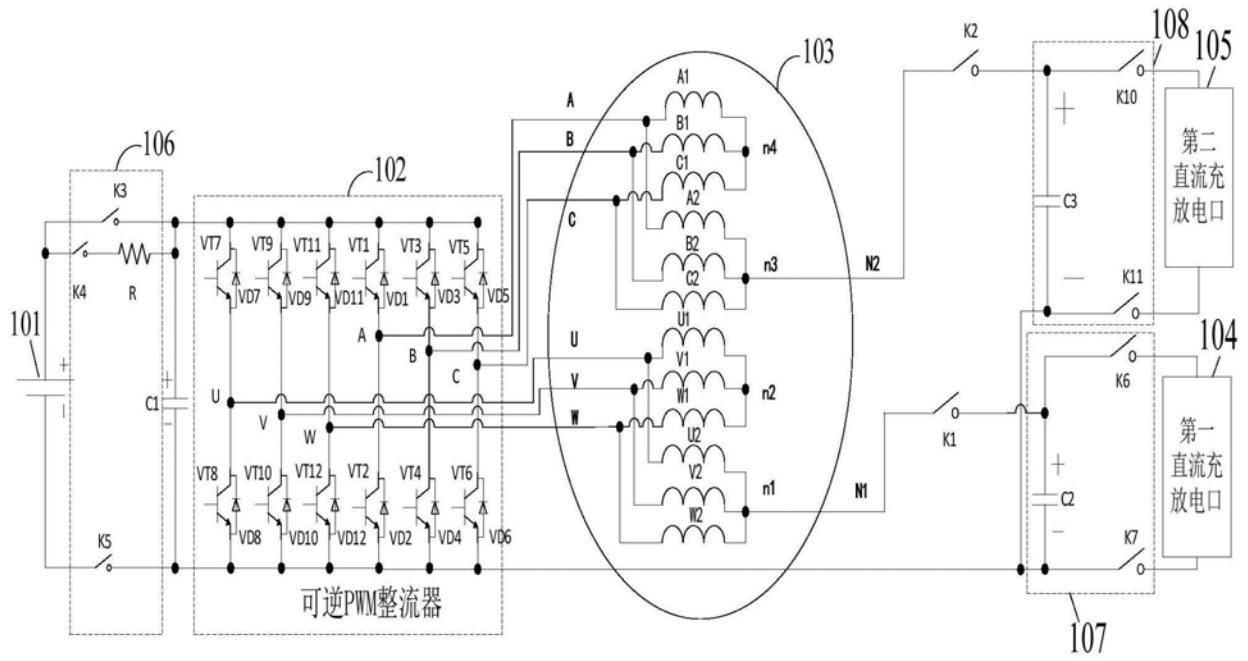


图7

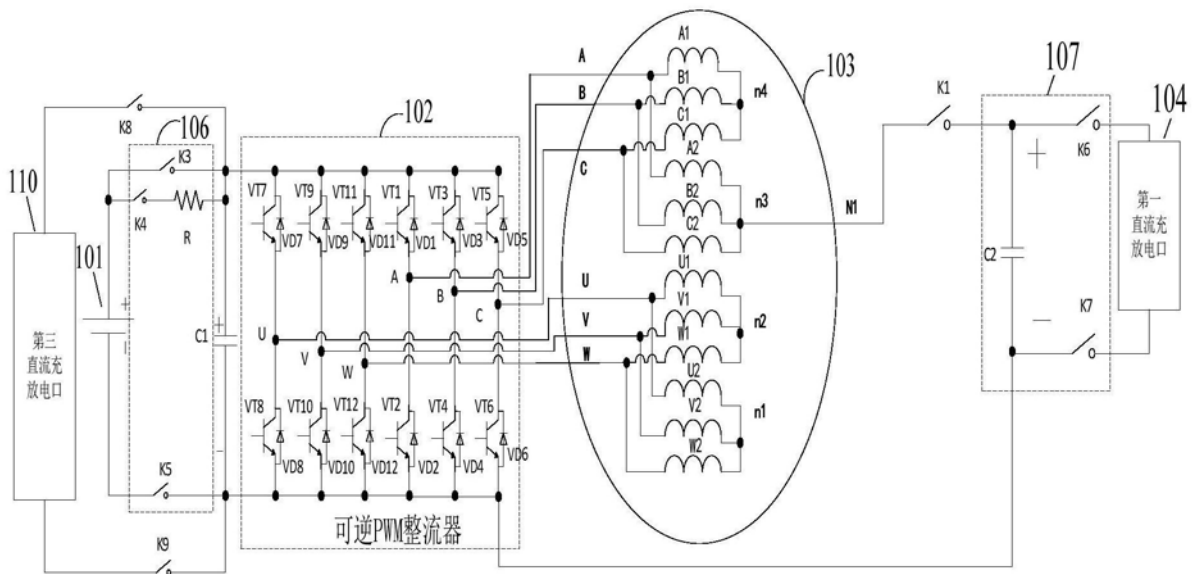


图8

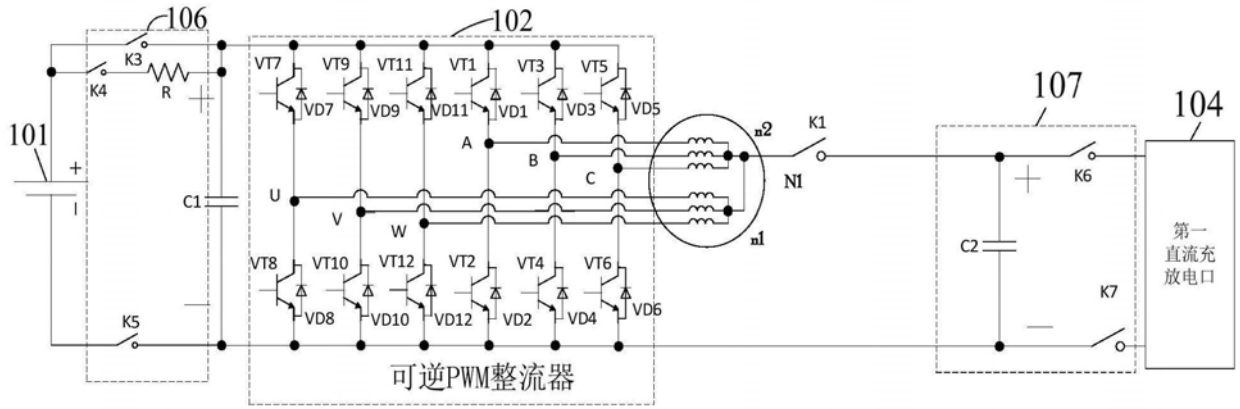


图9

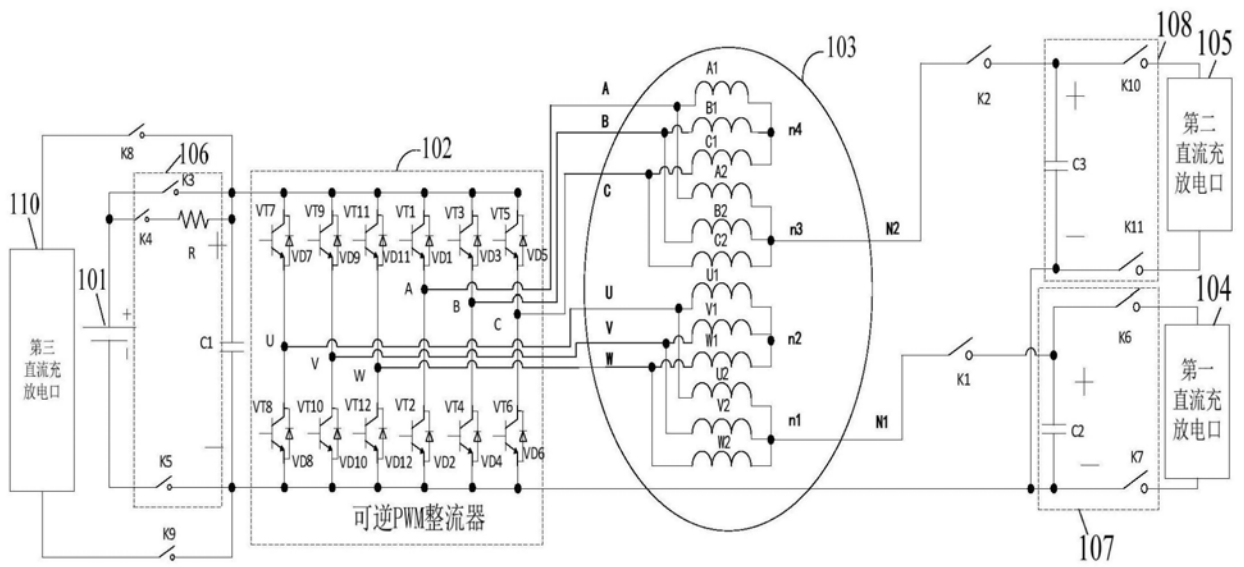


图10

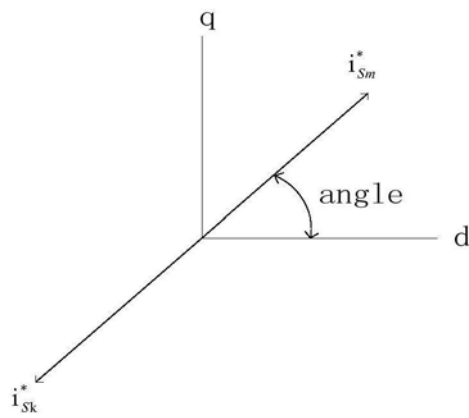


图11

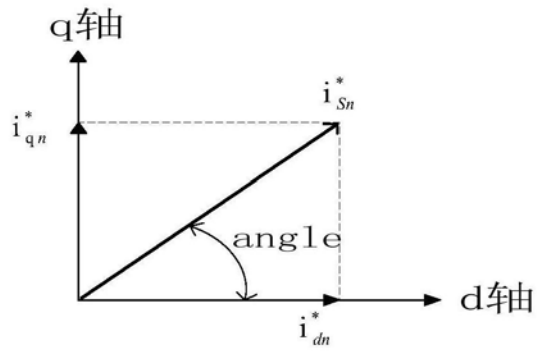


图12

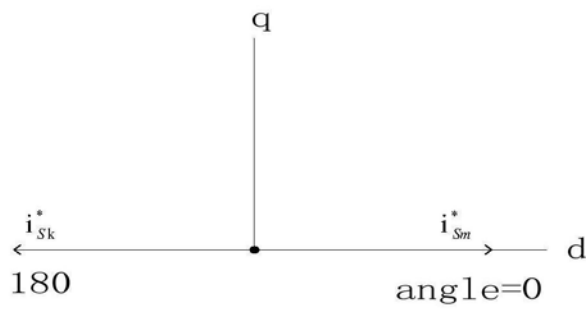


图13

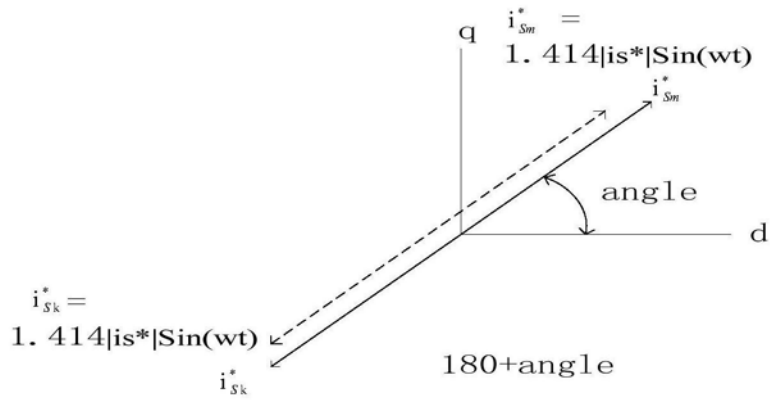


图14

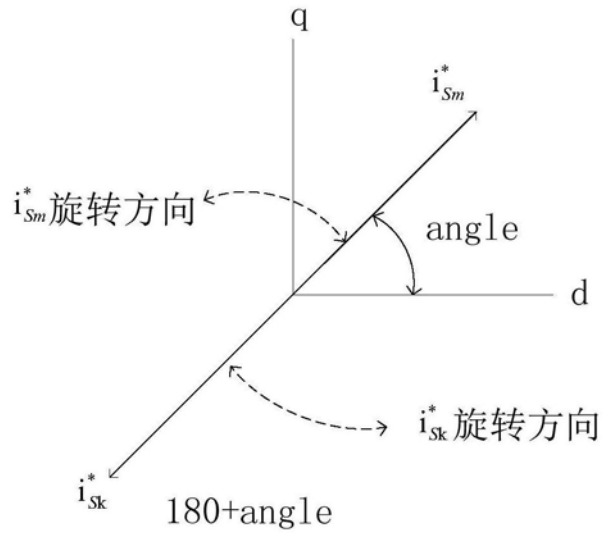


图15

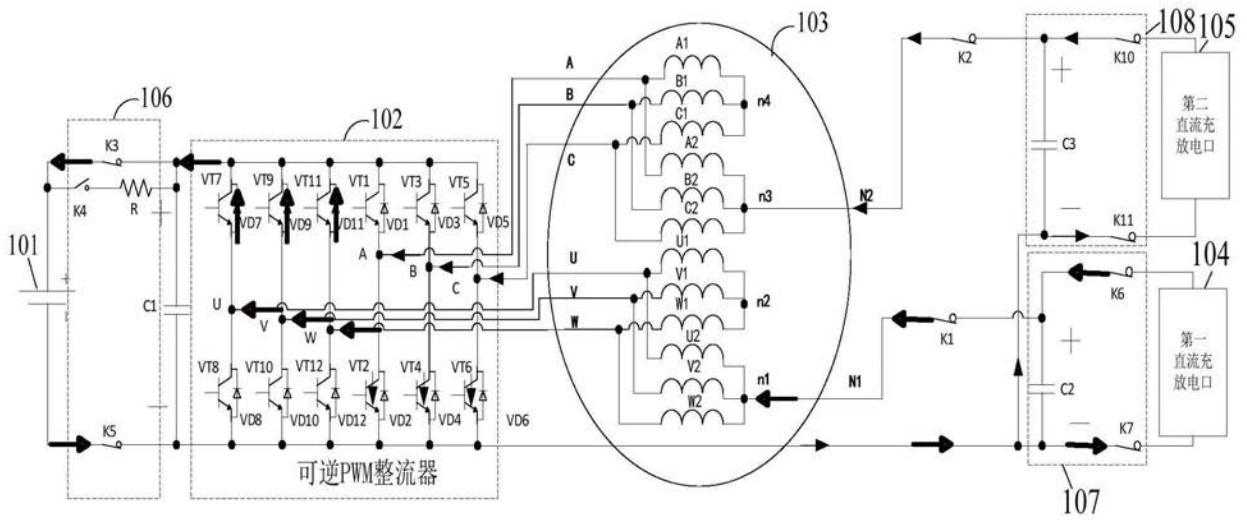


图16

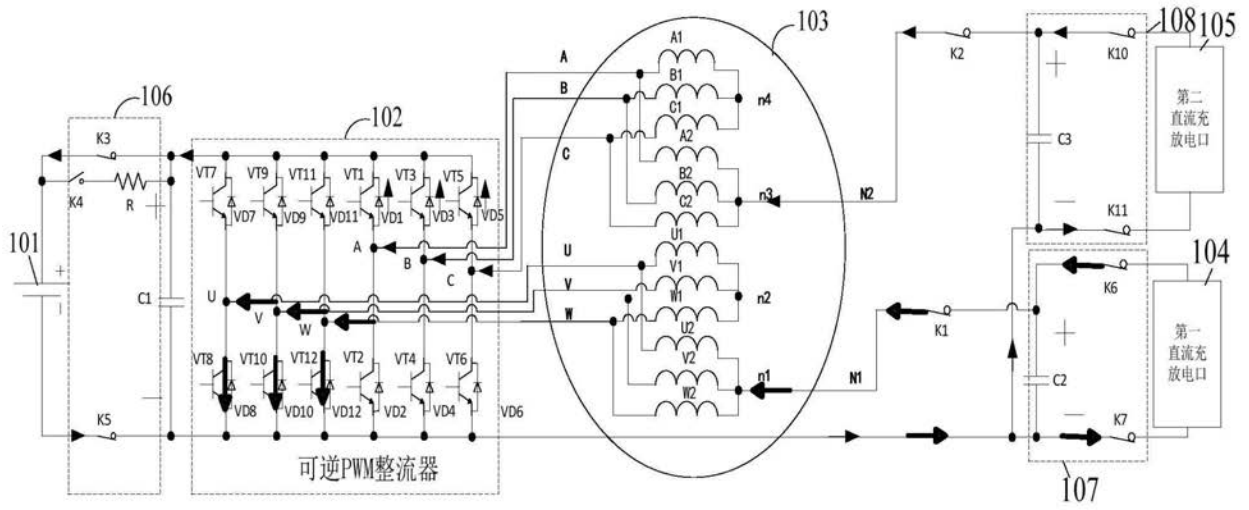


图17

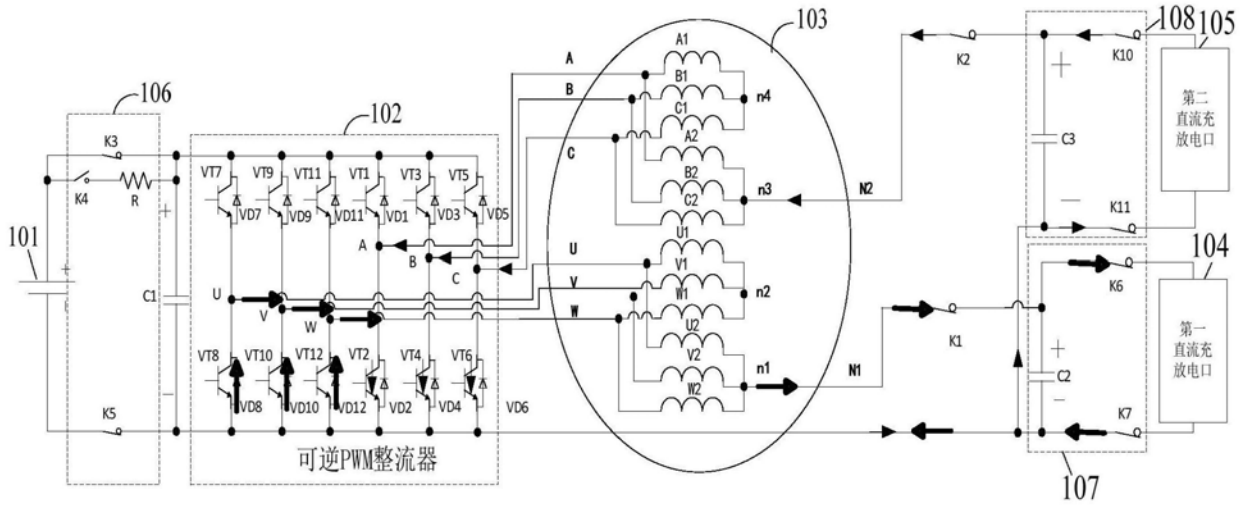


图18

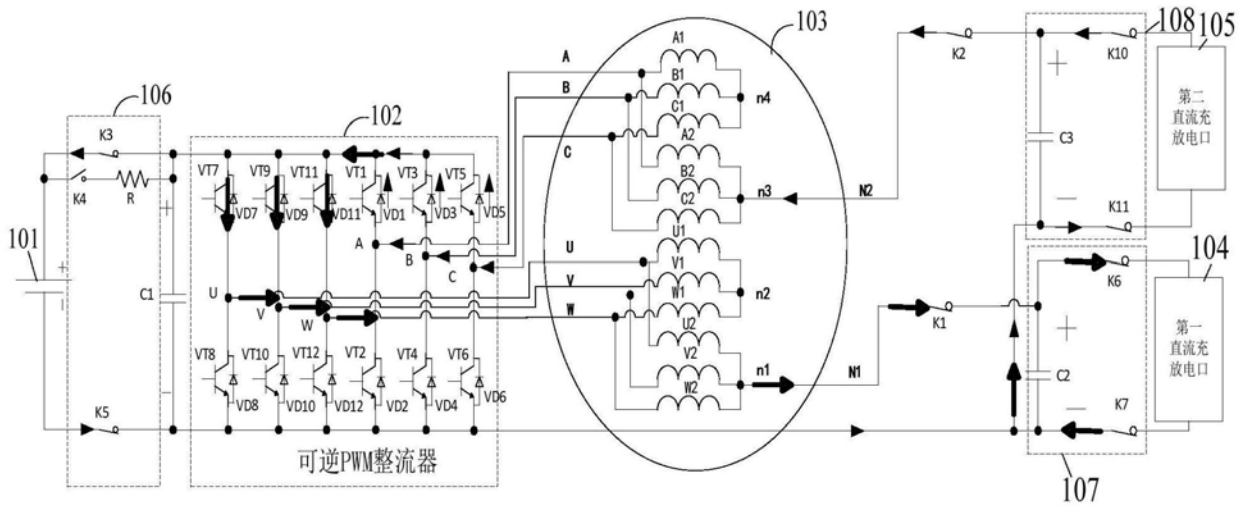


图19

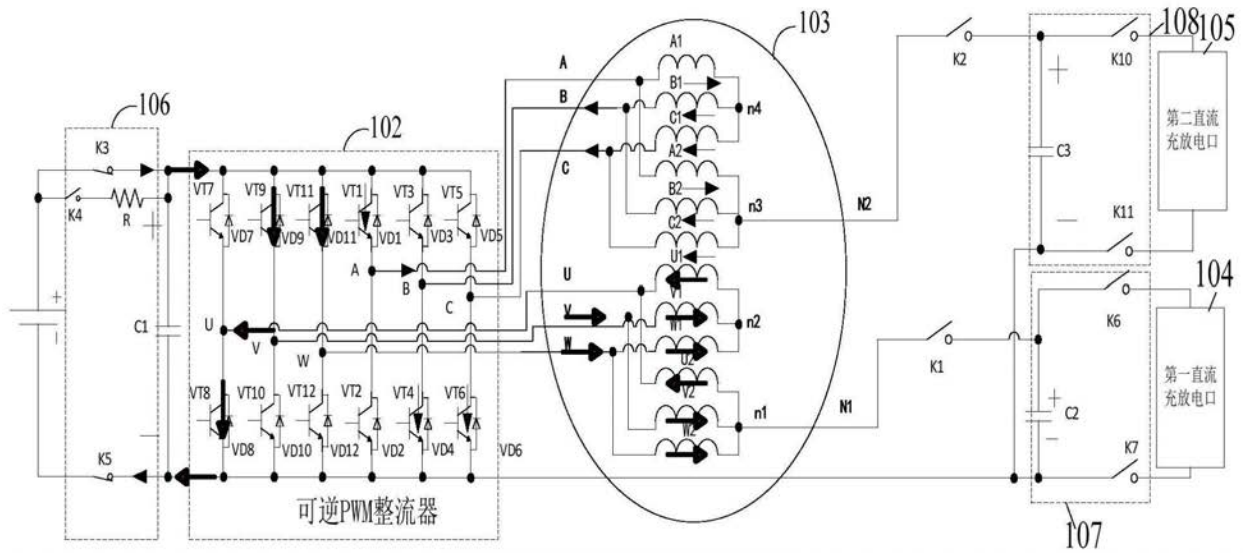


图20

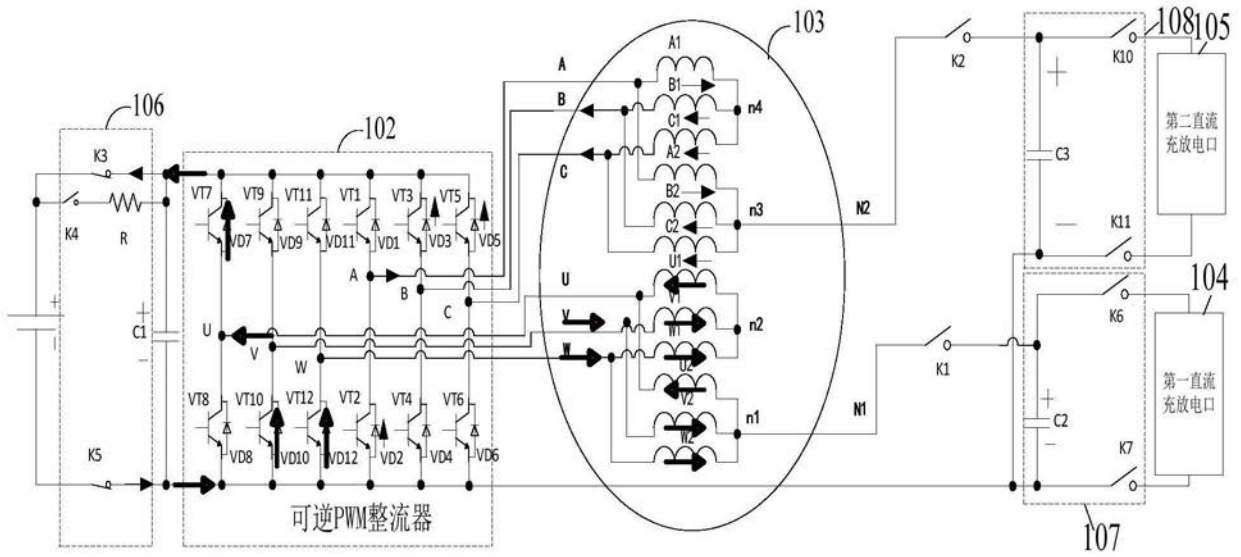


图21

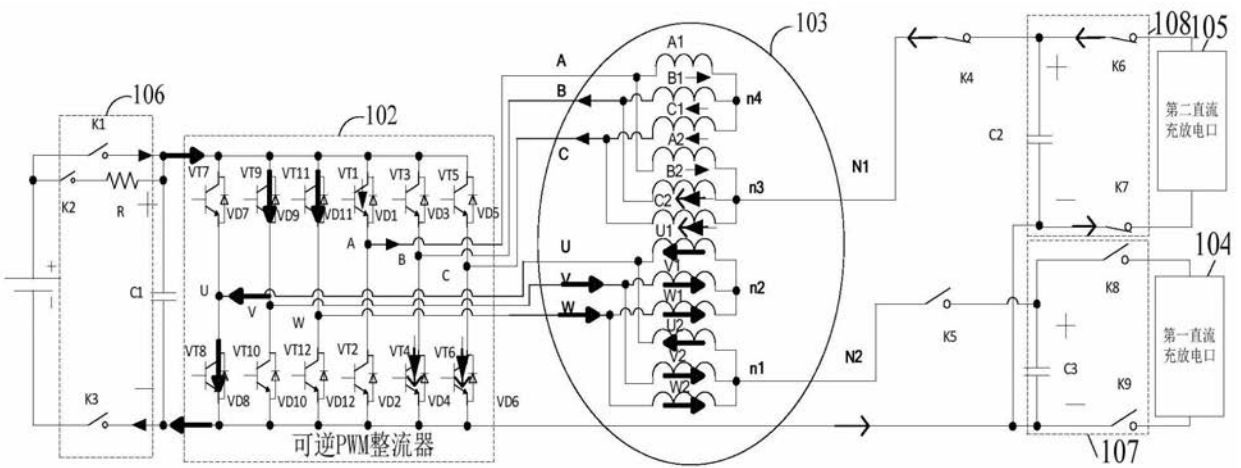


图22

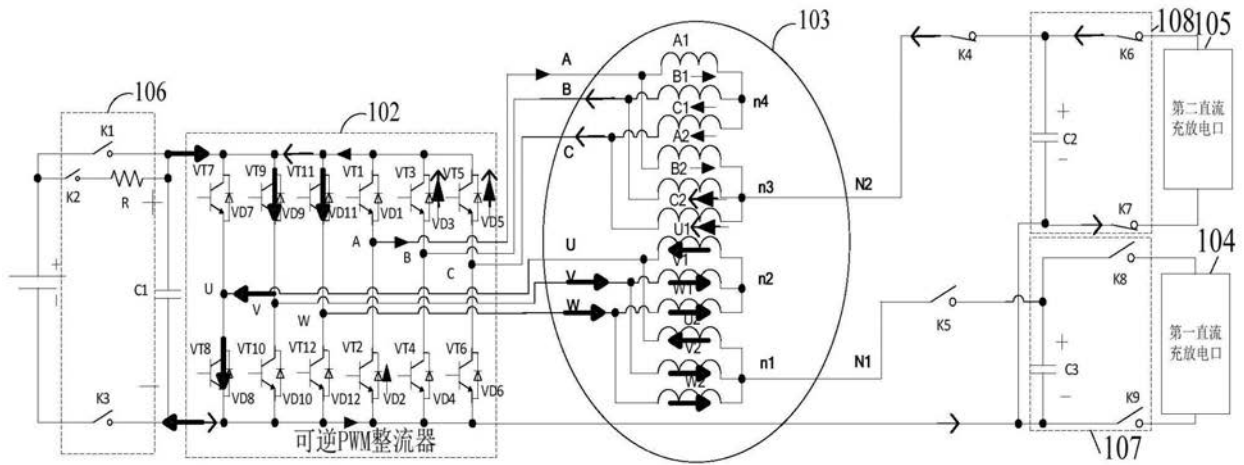


图23

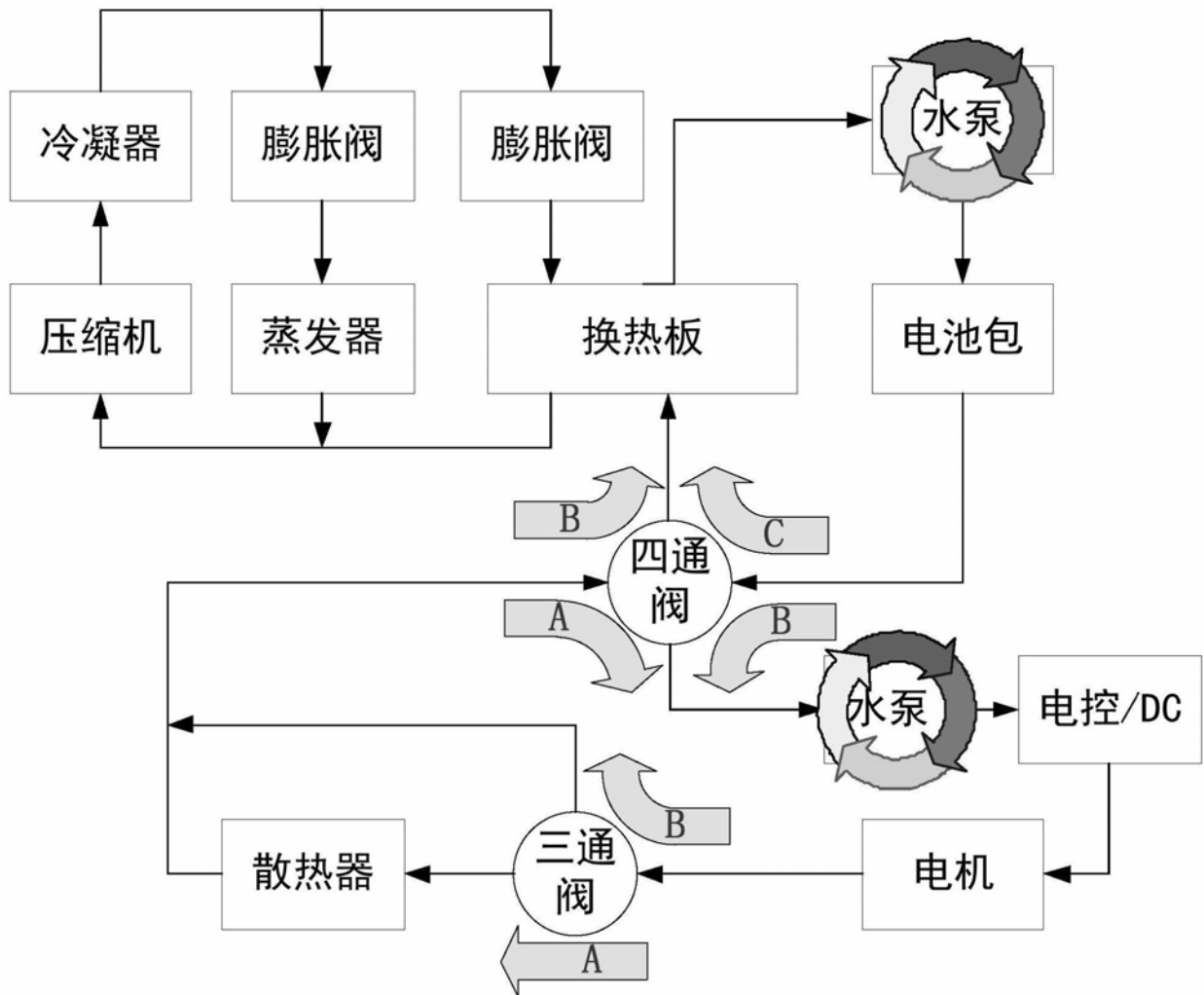


图24