(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117240174 A
(43)申请公布日 2023.12.15

(21)申请号 202210644766.8

(22)申请日 2022.06.08

(71)申请人 法雷奥西门子新能源汽车德国有限责任公司
地址 德国埃朗根

(72)发明人 陈睿进 陈仁哲 朱巍 肖安邦

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 李婧

(51)Int.Cl.
H02P 27/06(2006.01)
H02J 7/00(2006.01)
H02K 11/00(2016.01)
B60L 15/20(2006.01)

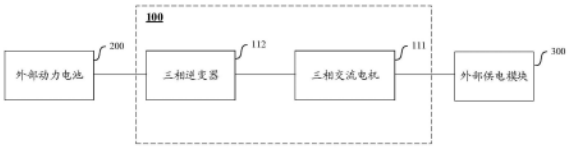
权利要求书1页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

电机控制电路、电驱动总成系统及机动车辆

(57)摘要

公开了一种电机控制电路、电驱动总成系统及机动车辆，所述电机控制电路包括：三相交流电机；三相逆变器，在电机驱动模式下，所述三相逆变器被配置为接收来自外部动力电池的直流电，且输出用于驱动三相交流电机的交流电，在直流升压充电模式下，所述三相交流电机的电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件，所述电感储能元件与所述三相逆变器共同形成直流升压充电电路，使得外部供电模块通过所述直流升压充电电路向所述外部动力电池充电；其中，所述线槽是至少54个线槽。



CN 117240174 A

1.一种电机控制电路,包括:

三相交流电机;

三相逆变器,在电机驱动模式下,所述三相逆变器被配置为接收来自外部动力电池的直流电,且输出用于驱动三相交流电机的交流电,在直流升压充电模式下,所述三相交流电机的电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件,所述电感储能元件与所述三相逆变器共同形成直流升压充电电路,使得外部供电模块通过所述直流升压充电电路向所述外部动力电池充电;

其中,所述线槽是至少54个线槽。

2.根据权利要求1所述的电机控制电路,其中,所述电感储能元件仅由所述三相交流电机的电机定子的线槽中的三相绕组形成。

3.根据权利要求1或2所述的电机控制电路,其中,所述线槽是54个线槽,60个线槽,66个线槽或72个线槽。

4.根据权利要求3所述的电机控制电路,其中,所述电机定子具有6个磁极。

5.根据权利要求1或2所述的电机控制电路,其中,所述电机定子具有8个磁极,所述线槽是72个线槽。

6.根据权利要求1或2所述的电机控制电路,其中,在直流升压充电模式下,所述三相逆变器的第一端电连接至所述外部动力电池,所述三相逆变器的第二端电连接至所述外部供电模块及所述外部动力电池;

且其中,所述三相逆变器的三相桥臂的中点分别连接所述三相交流电机的三相绕组的相应的一端,所述三相交流电机的三相绕组的另一端通过公共连接点电连接至所述外部供电模块。

7.根据权利要求6所述的电机控制电路,其中,在直流升压充电模式下,所述三相交流电机的三相绕组的公共连接点电连接至所述外部供电模块,以使得所述公共连接点与所述外部供电模块之间不设置附加电感元件。

8.根据权利要求1或2所述的电机控制电路,其中,所述三相交流电机的额定转速至少为17000r/min。

9.根据权利要求8所述的电机控制电路,其中,所述三相交流电机的额定转速为20000r/min。

10.一种电驱动总成系统,包括根据权利要求1-9中任一项所述的电机控制电路。

11.一种机动车辆,包括根据权利要求10所述的电驱动总成系统。

电机控制电路、电驱动总成系统及机动车辆

技术领域

[0001] 本发明涉及电机控制领域,更具体地涉及一种电机控制电路、电驱动总成系统及机动车辆。

背景技术

[0002] 随着机动车辆,特别是电动车辆在民用和商用领域的广泛应用,对于机动车辆的充电过程提出了更高的过程。

[0003] 当前对机动车辆的动力电池进行直流(DC)快速充电的过程中,当充电桩(即外部供电模块)的电压低于动力电池的电压时,将采用直流升压充电方式对该动力电池进行充电,即在外部供电模块及动力电池之间设置直流升压充电电路,以实现升压充电过程。然而,在设置额外的直流升压充电电路的情况下,将显著地增加机动车辆内部电路的结构复杂度及体积,且该专用电路的灵活性较低;在复用该机动车辆的交流电机及逆变器组成直流升压充电电路的情况下,在当前的交流电机结构设置下,仅采用交流电机的三相绕组所具有的电感值通常无法满足升压充电过程中的需要,因此,通常将在直流升压充电电路中进一步设置附加电感元件以实现升压充电功能,然而,附加电感储能模块的设置将不可避免地增加机动车辆内部电路结构的复杂度,提高制造成本。此外,当前机动车辆中交流电机的性能也有待进一步提高,特别是需要进一步提高交流电机的输出转速,实现高转速电机,以满足相应的驱动需求。

[0004] 因此,需要一种在实现对机动车辆的电机良好控制的前提下,能够根据实际需要,以简单便捷的方式实现外部供电模块对动力电池的升压充电过程的电机控制电路,且该电机控制电路结构简单,使用灵活性及可靠性较高。特别是,其能够通过交流电机的三相绕组作为直流升压充电电路中的电感储能元件实现升压充电功能,而无需再设置额外的附加电感元件,且特别地,该电机控制电路中的电机例如能够具有较高的输出转速。

发明内容

[0005] 针对以上问题,本发明提供了一种电机控制电路、电驱动总成系统及机动车辆。

[0006] 根据本发明的一方面,提出了一种电机控制电路,包括:三相交流电机;三相逆变器,在电机驱动模式下,所述三相逆变器被配置为接收来自外部动力电池的直流电,且输出用于驱动三相交流电机的交流电,在直流升压充电模式下,所述三相交流电机的电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件,所述电感储能元件与所述三相逆变器共同形成直流升压充电电路,使得外部供电模块通过所述直流升压充电电路向所述外部动力电池充电;其中,所述线槽是至少54个线槽。

[0007] 在一些实施例中,所述电感储能元件仅由所述三相交流电机的电机定子的线槽中的三相绕组形成。

[0008] 在一些实施例中,所述线槽是54个线槽,60个线槽,66个线槽或72个线槽。

[0009] 在一些实施例中,所述电机定子具有6个磁极。

[0010] 在一些实施例中,所述电机定子具有8个磁极,所述线槽是72个线槽。

[0011] 在一些实施例中,在直流升压充电模式下,所述三相逆变器的第一端电连接至所述外部动力电池,所述三相逆变器的第二端电连接至所述外部供电模块及所述外部动力电池;且其中,所述三相逆变器的三相桥臂的中点分别连接所述三相交流电机的三相绕组的相应的一端,所述三相交流电机的三相绕组的另一端通过公共连接点电连接至所述外部供电模块。

[0012] 在一些实施例中,在直流升压充电模式下,所述三相交流电机的三相绕组的公共连接点电连接至所述外部供电模块,以使得所述公共连接点与所述外部供电模块之间不设置附加电感元件。

[0013] 在一些实施例中,所述三相交流电机的额定转速至少为17000r/min。

[0014] 在一些实施例中,所述三相交流电机的额定转速为20000r/min。

[0015] 根据本公开的另一方面,还提出了一种电驱动总成系统,包括如前所述的电机控制电路。

[0016] 根据本公开的另一方面,还提出了一种机动车辆,包括如前所述的电驱动总成系统。

[0017] 利用本发明提供的电机控制电路、电驱动总成系统及机动车辆,使得一方面,能够通过该电机控制电路实现对机动车辆的电机良好控制;另一方面,能够根据实际需要,将该电机控制电路复用为直流升压充电电路,从而以简单便捷的方式实现外部供电模块对动力电池的升压充电过程,且该电机控制电路结构简单,使用灵活性及可靠性较高;再一方面,该电机控制电路中的电机在驱动模式下能够具有较高的输出转速,用于车辆的推进。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例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发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员而言,在没有做出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。以下附图并未刻意按实际尺寸等比例缩放绘制,重点在于示出本发明的主旨。

[0019] 图1示出了根据本发明实施例的电机控制电路100的示意性框图;

[0020] 图2示出了根据本发明实施例的电机控制电路100的电路图;

[0021] 图3A示出了图2中电机控制电路100处于直流升压充电模式的第一阶段的电流流向,其中外部供电模块对三相交流电机的三相绕组充电;

[0022] 图3B示出了图2中电机控制电路100处于直流升压充电模式的第二阶段的电流流向,其中外部供电模块及三相交流电机的三相绕组共同为动力电池进行充电;

[0023] 图4示出了根据本公开实施例的54线槽6极电机与48线槽8极电机的性能比较曲线图。

具体实施方式

[0024] 下面将结合附图对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显而易见地,所描述的实施例仅仅是本发明的部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,也属于

本发明保护的范围。

[0025] 如本申请和权利要求书中所示,除非上下文明确提示例外情形,“一”、“一个”、“一种”和/或“该”等词并非特指单数,也可包括复数。一般说来,术语“包括”与“包含”仅提示包括已明确标识的步骤和元素,而这些步骤和元素不构成一个排它性的罗列,方法或者设备也可能包含其他的步骤或元素。

[0026] 当前对机动车辆的动力电池进行直流快速充电的过程中,当充电桩(即外部供电模块)的电压低于动力电池的电压时,将采用升压充电方式对该动力电池进行充电,即在外部供电模块及动力电池之间设置直流升压充电电路,以实现升压充电过程。然而,在设置额外的直流升压充电电路的情况下,将显著地增加机动车辆内部电路的结构复杂度及体积,且该专用电路的灵活性较低;在复用该机动车辆的交流电机及逆变器组成直流升压充电电路的情况下,在当前的交流电机结构设置下,仅采用交流电机的三相绕组所具有的电感值通常无法满足升压充电过程中的需要,因此,通常将在直流升压充电电路中进一步设置附加电感元件以实现升压充电功能,然而,附加电感储能模块的设置将不可避免的增加机动车辆内部电路结构的复杂度,提高制造成本。此外,考虑到当前的驱动需要,也希望能进一步提高电机的转速,实现高转速电机。

[0027] 基于此,本申请中提出了一种在实现对机动车辆的电机良好控制的前提下,能够根据实际需要,以简单便捷的方式实现外部供电模块对动力电池的升压充电过程的电机控制电路,且该电机控制电路结构简单,使用灵活性及可靠性较高,且该电机控制电路中的电机输出的转速较高。

[0028] 根据本公开的一方面,提出了一种电机控制电路100。图1示出了根据本发明实施例的电机控制电路100的示意性框图。

[0029] 参照图1,该电机控制电路100例如包括:三相交流电机111及三相逆变器112。

[0030] 所述三相交流电机111是指具有三相绕组的交流电机,其例如可以为同步电机或者异步电机,例如永磁同步电机。然而,应了解,本公开的实施例不受该三相交流电机的具体电机类型的限制。

[0031] 所述三相逆变器112是指用于将直流电转换为三相交流电的电子器件。例如,所述三相逆变器的三相桥臂的中点分别连接所述三相交流电机的三相绕组,以实现三相逆变器与三相交流电机的连接。具体地,该三相逆变器可以包括6个开关控制元件,该开关控制元件例如可以是晶体管、MOS管等器件,且每两个开关控制单元共同形成一相桥臂,共形成三相桥臂,每相桥臂中两个开关控制元件的连接点连接至三相交流电机中的一相绕组。

[0032] 然而,应了解,上述仅给出一种三相逆变器的示例性的组成,根据实际需要,还可以选取其他类型的器件作为开关控制元件,例如选取IGBT器件作为开关控制元件。

[0033] 且其中,该电机控制电路例如可以被配置为电机驱动模式或直流升压充电模式。所述电机驱动模式是指,基于机动车辆的动力电池(即外部动力电池200),经由三相逆变器实现对三相交流电机的电机运转控制的模式。所述直流升压充电模式是指,当需要对机动车辆的动力电池200进行充电时,若所连接的供电模块(即外部供电模块300)的充电电压(例如400-500V DC)不高于动力电池200的电压(500-1000V DC)时,供电模块无法对动力电池完全充电,需要对该供电模块的电压进行升压处理后向动力电池200进行充电的模式。

[0034] 在电机驱动模式下,所述三相逆变器被配置为接收来自外部动力电池200的直流

电,且输出用于驱动三相交流电机的交流电。

[0035] 例如,若该三相逆变器具有三相桥臂且具有6个开关控制元件,例如对于每相桥臂而言,具有两个开关控制元件,分别控制该桥臂中上桥臂及下桥臂的通断状态,则此时例如可以通过控制该六个开关控制元件的导通及断开状态,从而实现对连接至三相桥臂的三相交流电机中每一相绕组上的电流和/或电压的控制,从而基于外部动力电池200实现对三相交流电机的驱动。

[0036] 在直流升压充电模式下,所述三相交流电机的电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件,所述电感储能元件与所述三相逆变器共同形成直流升压充电电路,使得外部供电模块300通过所述直流升压充电电路向所述外部动力电池200充电。

[0037] 例如,在直流升压充电模式下,三相交流电机的三相绕组接收来自外部供电模块300的直流电,同时将三相交流电机的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件,可以通过控制该三相逆变器的三相桥臂处于第一通断状态,使得该外部供电模块300首先通过三相逆变器对三相交流电机的三相绕组进行充电;在三相交流电机的三相绕组充电结束后,控制该三相逆变器的三相桥臂处于第二通断状态,使得该供电模块及该三相交流电机的三相绕组共同对动力电池200进行放电,由于此时放电过程中三相绕组也输出电压,相当于叠加了三相绕组的电压与供电模块的电压,从而实现了对外部供电模块300的电压的升压过程,使得能够良好地实现外部供电模块300对外部动力电池200的升压充电。

[0038] 且其中,所述线槽是至少54个线槽(下文中也称线槽)。所述线槽为三相交流电机的电机定子的线槽,其旨在用于容纳该三相绕组。

[0039] 例如,对于48线槽的三相交流电机而言,其对应于每相绕组的线槽数为16线槽,即电机每相绕组的串联匝数为16;当采用54线槽的电机时,其对应于每相绕组的线槽数为18线槽,即电机每相绕组的串联匝数为18,对比可知,采用54线槽的结构能够大幅度地提高每相绕组的线槽数,考虑到定子线槽数与绕组串联匝数的对应关系,即大幅提高了每相绕组的串联匝数,这将显著提高三相绕组中每相绕组的电感值。

[0040] 基于此,本申请中,通过设置该电机定子的线槽数为至少54个,使得能够相应地提高该三相绕组的电感值,且由于电感存储的电能与该电感的电感值具有正比关系,从而使得在三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件时,该电感储能元件能够存储的电量增大,从而能够输出的功率越大,因此在对动力电池升压充电过程中具有更好的性能表现。具体而言,具有较大电感值的三相绕组在输出较小功率时,其压降会小于具有较小电感值的三相绕组在输出相同功率时的压降,从而能够保证该升压充电过程的电压稳定性及可靠性。

[0041] 此外,通过将电机定子线槽的线槽数设置为至少54线槽,相较于当前通常使用的48线槽而言,更有利于兼顾电机的高转速及高转矩输出。

[0042] 具体地,一方面,通过设置该电机具有至少54个线槽,会减小设置在电机内的转子的尺寸,且采用该更小半径的转子将有助于提高该电机的输出转速。

[0043] 另一方面,虽然设置了较小半径的转子,但是由于定子线槽数的增加(至少54个线槽),仍能够将电机转矩维持在较高水平,从而实现驱动所需。接下来将对于经由至少54线槽设置来维持高转矩的过程进行更具体地说明:

[0044] 具体地,电机总转矩表达式如下:

[0045] $$Te=\frac{2}{3}*p*(\varphi_{pm}*I_q-(L_d-L_q)*I_q*I_d) \quad 1)$$

[0046] 其中,Te为总转矩,$(L_d-L_q)*I_q*I_d$是磁阻差产生的转矩,即磁阻转矩;$\varphi_{pm}*I_q$是洛伦兹力产生的力矩,p为电机的磁极对数。

[0047] 基于电机总转矩表达式及电机运转特性可知,电机总转矩与转子半径、每相串联匝数(对应于每相定子线槽数)、电流、极对数等多个参数量相关。

[0048] 由此可知,在减小转子半径的情况下,通过设置定子线槽为至少54个线槽,相较于常规的48个线槽的情况,将显著地增加线槽数目(即增加每相串联匝数),从而使得在降低转子外径(实现高转速)的基础上,仍将电机转矩维持在较高水平。

[0049] 具体地,在高转速电机中(例如使得电机的额定转速在17000r/min或更高),电机转子的外径将进一步降低,此时,大于等于54线槽的设置将使得在转子外径降低以增高转速的同时,保持与转子外径未降低时相同的输出转矩。

[0050] 应了解,还可以根据实际需要,进一步设置更高的线槽数,例如设置60个线槽、66个线槽等,以进一步提升该三相交流绕组的电感值及其电机特性。

[0051] 基于上述,本申请中,首先,通过设置该电机控制电路在电机驱动模式下经由三相逆变器接收来自外部动力电池的直流电,且输出用于驱动三相交流电机的交流电,使得能够良好地实现对电机的控制。且通过设置在直流升压充电模式下,将电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件,该电感储能元件与所述三相逆变器共同形成直流升压充电电路,使得外部供电模块通过所述直流升压充电电路向所述外部动力电池充电,从而能够复用该电机控制电路实现对外部动力电池的升压充电过程。且进一步地,通过设置该定子线槽为至少54个线槽,相较于当前应用于直流升压充电电路中的电机控制电路(其中三相交流电机的定子线槽通常为48个),通过提升该电机定子线槽的数量,使得能够有效地提高该电机中三相绕组的电感值,从而使得在三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件时,能够保证该升压充电过程的电压稳定性及可靠性,实现高效的且可靠的充电过程。此外,提升定子线槽同时也优化了三相交流电机的组成结构,有利于实现高转速及高转矩输出。基于此,本申请中的设计,能够同时实现对升压充电功能的优化(电机高电感值)及对电机自身输出性能的优化(电机高转速)。

[0052] 在一些实施例中,所述电感储能元件仅由所述三相交流电机111的电机定子的线槽中的三相绕组形成。

[0053] 本申请中,通过设置该电感储能元件仅由三相交流电机111的电机定子的线槽中的三相绕组形成,使得能够经由至少54线槽中的三相绕组所形成的电感储能元件良好地实现直流升压充电模式下对动力电池的升压充电过程,无需再设置额外的部件,特别是无需再设置附加电感元件来辅助升压充电过程,使得大幅度地精简了直流升压充电电路的电路结构,降低了成本。

[0054] 在一些实施例中,所述线槽是54个线槽,60个线槽,66个线槽或72个线槽。

[0055] 通过设置该定子线槽为60个线槽,66个线槽或72个线槽,使得在兼顾电机运转性能的基础上,一方面,经由更多的定子线槽数,能够进一步地提高该电机三相绕组的电感值,从而能够良好地实现平稳且可靠的升压充电过程;另一方面,经由定子线槽数的提升,

能够使得转子直径减小,从而实现高转速输出,且同时使得该电机仍能够保持较高的扭矩输出,有利于实现电机的高转速及高转矩输出。

[0056] 在一些实施例中,所述电机定子具有6个磁极。

[0057] 设置6个磁极有利于降低该电机的芯损耗。具体地,电机芯损耗表达式如下:

[0058] $CoreLoss=k_h fB^2+k_c f^2B^2+k_e(fB)^{1.5}$ 2)

[0059] 其中,CoreLoss表征电机的芯损耗,k_h,k_c,k_e为根据实际需要选取的参数量,f为电机的运转频率,B旨在表征外部磁场大小。

[0060] 基于上述可知,电机芯损耗与电机运转频率成正比,且知电机运转频率与电机转速及电机的磁极对数相关,由此可知,当选择较少的磁极数时(即降低磁极对数),可以使得电机运转频率较低,从而使得该电机具有较低的芯损耗,从而提高该电机的效率。

[0061] 本申请中,通过设置该电机定子具有6个磁极,一方面,相较于8个磁极的电机定子,能够降低芯损耗,从而提高电机性能。另一方面,6个磁极能够良好地与定子线槽为54个线槽、60个线槽、66个线槽或72个线槽的情况相适配,从而实现在提升电机三相绕组的电感值的情况下,具有良好的电机运动特性。

[0062] 特别优选地,例如可以设置该电机定子具有54个线槽且具有6个磁极,从而能够在实现复用电机控制电路进行升压充电的基础上,兼顾了高绕组电感值、高额定转速、低芯损耗的实现及对制作工艺的复杂度的降低。

[0063] 在一些实施例中,所述电机定子具有8个磁极,所述线槽是72个线槽。

[0064] 基于上述,本申请中,通过设置该电机定子具有8个磁极,线槽具有72线槽,使得当采用8个磁极的定子磁极设置时,通过设置72个线槽来与之相适配,以实现电机的良好运行性能。且通过进一步提高电机的线槽数目,能够进一步提高该电机三相绕组的电感值,且有利于兼顾电机的高转速及高转矩输出。

[0065] 在一些实施例中,所述三相逆变器及所述三相交流电机的连接方式例如可以更具体地说明。图2示出了根据本发明实施例的电机控制电路100的电路图。

[0066] 参照图2,其中示出了三相交流电机111、三相逆变器112、外部动力电池200及外部供电模块300。

[0067] 且其中,如图2所示出的,在直流升压充电模式下,所述三相逆变器112的第一端112a电连接至所述外部动力电池200,所述三相逆变器112的第二端电112b电连接至所述外部供电模块300及所述外部动力电池200。

[0068] 且其中,所述三相逆变器112的三相桥臂的中点分别连接所述三相交流电机的三相绕组的相应的一端,所述三相交流电机的三相绕组的另一端通过公共连接点N电连接至所述外部供电模块300。

[0069] 例如,参照图2,其中该三相桥臂中的第一相桥臂的中点例如为a,该第一相桥臂的中点a例如连接第一相绕组La的相应的一端;且该第二相桥臂的中点b例如连接至该第二相绕组Lb的相应的一端;且该第三相桥臂的中点c例如连接至第三相桥臂Lc的相应的一端。

[0070] 基于上述,本申请中,通过设置该三相逆变器、三相交流电机的具体连接关系,具体地,通过设置三相逆变器的第一端电连接至所述外部动力电池,所述三相逆变器的第二端电连接至所述外部供电模块及所述外部动力电池;设置三相逆变器的三相桥臂的中点分别连接所述三相交流电机的三相绕组的相应的一端,所述三相交流电机的三相绕组的另一

端通过公共连接点电连接至所述外部供电模块,使得该电机控制电路在电机驱动模式及直流升压充电模式下均能够良好地实现其功能,特别是有利于在直流升压充电模式下复用三相交流电机的三相绕组作为电感储能元件,实现对外部动力电池的升压充电过程。

[0071] 在一些实施例中,如图2所示出的,在直流升压充电模式下,所述三相交流电机的三相绕组的公共连接点N电连接至所述外部供电模块300,以使得所述公共连接点N与所述外部供电模块300之间不设置附加电感元件。

[0072] 应了解,本申请中此处所述的“三相交流电机的三相绕组的公共连接点N电连接至所述外部供电模块300,以使得所述公共连接点N与所述外部供电模块300之间不设置附加电感元件”旨在说明公共连接点N与所述外部供电模块300两个电气部件之间不设置用于辅助升压操作的电感元件,并不旨在限制该两个电气元件之间不设置任何附加电气部件。根据实际需要,通常还可以在该三相交流电机的三相绕组的公共连接点N及外部供电模块300之间设置其他电气元件,例如开关元件K1,或者也可以设置继电器、接插件等电气部件,以实现三相绕组及外部供电模块的稳定可靠连接。

[0073] 且其中,所述三相逆变器的第二端电连接至所述外部供电模块,以使得所述三相逆变器的第二端与所述外部供电模块之间不设置附加电感元件。

[0074] 应了解,本申请中此处所述的“所述三相逆变器的第二端与所述外部供电模块之间不设置附加电感元件”旨在说明两个电气部件之间不设置用于辅助升压操作的电感元件,并不旨在限制该两个电气元件之间不设置任何附加电气部件。根据实际需要,还可以在三相逆变器的第二端及外部供电模块之间设置其他的电气元件,例如开关元件K2等。

[0075] 基于上述,通过在三相交流电机的三相绕组的公共连接点与所述外部供电模块之间不设置附加电感元件;且在所述三相逆变器的第二端与所述外部供电模块之间不设置附加电感元件,使得在复用电机控制电路进行升压充电的基础上,进一步使得仅通过至少54个线槽的三相交流电机的三相绕组作为直流升压充电电路中的电感储能元件,使得能够在良好实现升压充电功能的同时,大幅度地降低了该直流升压充电电路的体积,降低了电路的结构复杂度。

[0076] 在一些实施例中,所述三相交流电机的额定转速至少为17000r/min。

[0077] 例如,根据实际需要,例如该三相交流电机的额定转速可以达到17000r/min、18000r/min、19000r/min或20000r/min。

[0078] 基于上述,本申请中,通过良好地设置该三相交流电机的磁极及线槽,例如设置其为54线槽6磁极,使得该三相交流电机能够实现高额定转速,例如为大于等于17000r/min的额定转速,从而使得该三相交流电机能够良好地实现高转速输出,有效地提高了该三相交流电机的运转性能。

[0079] 在一些实施例中,所述三相交流电机的额定转速为20000r/min。

[0080] 通过本申请中对三相交流电机的磁极及线槽的设置,使得三相交流电机的额定转速能够达到20000r/min,相较于当前16000r/min的额定转速,本申请中能够显著地提高该三相交流电机的输出转速,实现更高转速输出,进一步提高了三相交流电机的运转性能,且有利于使得该三相交流电机能够适配多种不同的应用场景。

[0081] 接下来,例如将结合具体应用场景,对图2中所示出的电机控制电路100及其直流升压充电模式进行更具体地说明。

[0082] 再次参照图2,其中示出了三相交流电机111、三相逆变器112、外部动力电池200及外部供电模块300。且其中,该三相交流电机111例如为永磁同步电机,且该三相交流电机为三相四线制,即通过三相绕组的连接点N引出的N线输入或者输出电流。

[0083] 其中,该三相逆变器包括六个开关控制单元,其中该开关控制单元为晶体管,上下两个开关控制单元构成一相桥臂,共形成三相桥臂。具体地,晶体管VT1及晶体管VT2形成第一相桥臂,晶体管VT3和晶体管VT4形成第二相桥臂,晶体管VT5和晶体管VT6形成第三相桥臂,且如前所述,所述三相逆变器的三相桥臂的中点分别连接所述三相交流电机的三相绕组的相应的一端。

[0084] 且其中,三相逆变器中还设置有二极管D1、D2、D3、D4、D5、D6,且三相逆变器中的每一个开关控制单元与相应的二极管反向并联设置,例如以第一桥臂为例,其中上桥臂的晶体管VT1与二极管D1反向并联,下桥臂的晶体管VT2与二极管D2反向并联。且该电路中还设置有电容C1及电容C2,其中电容C1与该外部动力电池并联设置,该电容C2与外部供电模块并联设置,电容C1、C2的容值例如可以根据实际需要进行选择。

[0085] 且其中,该电路中还设置有开关K1、K2,其被配置为用于根据电机控制电路的工作模式处于断开或导通状态,以在进行升压充电的过程中将外部供电模块300接入,并在进行电机驱动的过程中使得外部供电模块与电机控制电路断开,从而防止供电模块对电机驱动过程造成影响。

[0086] 接下来将结合图3A及图3B对该升压充电过程进行更具体地描述。该升压充电过程例如包括第一阶段及第二阶段,在第一阶段中,外部供电模块对三相交流电机的三相绕组充电;在第二阶段中,外部供电模块及三相交流电机的三相绕组共同为动力电池进行充电。图3A示出了图2中电机控制电路100处于直流升压充电模式的第一阶段的电流流向,其中外部供电模块对三相交流电机的三相绕组充电;图3B示出了图2中电机控制电路100处于直流升压充电模式的第二阶段的电流流向,其中外部供电模块及三相交流电机的三相绕组共同为动力电池进行充电。

[0087] 参照图3A,当处于直流升压充电模式时,首先,在第一阶段中,外部供电模块对三相交流电机的三相绕组充电,此时开关K1、K2处于闭合状态,使得外部供电模块能够接入该电机控制电路中,此处的外部供电模块例如可以是道路上的直流充电桩。且此时,三相交流电机111的电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件,所述电感储能元件与所述三相逆变器112共同形成直流升压充电电路。此时,例如可以控制三相逆变器中的晶体管VT2、VT4、VT6处于导通状态,控制该三相逆变器中的晶体管VT1、VT3、VT5处于断开状态,即使得该三相逆变器中三相桥臂的下桥臂均处于导通状态,三相桥臂的上桥臂均处于断开状态,此时外部供电模块、三相交流电机的三相绕组Lc,Lb,La与三相逆变器中的三相下桥臂形成第一充电回路,外部供电模块例如经由该第一充电回路向该三相交流电机的三相绕组进行充电,其中电流在该第一充电回路中的流向如附图3A中所示出的。

[0088] 其后,参照图3B,在对三相交流电机的三相绕组充电后,例如可以进一步地,在第二阶段中,控制该三相逆变器中晶体管VT1、VT3、VT5、VT2、VT4、VT6均处于断开状态,此时三相桥臂的下桥臂均处于断开状态,且三相交流电机的三相绕组例如可以经由该三相逆变器的上桥臂中的二极管D1、D3、D5与动力电池相连接,此时外部供电模块、三相交流电机的三相绕组Lc,Lb,La与三相逆变器中的三相上桥臂形成第二充电回路,将外部供电模块的输出

电压与三相绕组的输出电压进行叠加并共同用于为动力电池进行充电，进而实现对外部供电模块的电压的升压，从而实现了稳定可靠的升压充电过程。

[0089] 且其中，该三相交流电机例如具有54线槽6极的电机结构。

[0090] 如前所述，该54个线槽的设置一方面显著地提高了该三相交流电机的三相绕组的电感值。例如相较于48线槽的设置方式(每相绕组对应16个线槽，即对应于16个串联匝数)，在54个线槽的设置方式下，每相绕组对应于18个线槽，即每相绕组具有18个串联匝数，从而显著地增加了每一相绕组的串联匝数，进而提高了每相绕组的电感值。

[0091] 另一方面，通过设置54线槽，也对电机自身的性能进行了优化。首先，通过54线槽的设置能够容纳具有较小的转子外径的电机转子，较小的转子外径有利于实现电机的高转速输出；其次，在实现高转速的同时，54个线槽的设置也有利于在提高转速的同时兼顾输出转矩，从而使得在具有高转速的同时具有较高的输出转矩。此外，通过进一步设置该三相交流电机具有6个磁极，即令其采用54线槽6极的结构设置方式，使得经由较小的磁极数(6极)实现了芯损耗的降低。

[0092] 图4示出了根据本公开实施例的54线槽6极电机与48线槽8极电机的性能比较曲线图。

[0093] 参照图4，其中示出了在不同的转速情况下，54线槽电机及48线槽电机的性能，特别是在转矩、功率方面的性能表现。具体地，此处对比的电机类型为54线槽6极电机及48线槽8极电机。根据图4中的电机特征比对图可以看出，在各个转速档位上，54线槽电机在功率及转矩方面的表现均优于48线槽电机。特别是，尽管54线槽电机中应用了具有更小外径的转子，54线槽电机的输出转矩仍够能维持在与48线槽电机(其中安装有较大外径的转子)的输出转矩基本相同的水平，54线槽电机在适配更小转子外径以实现高转速的同时，还能够保持输出转矩处于较高水平，兼顾了高转速及高转矩输出。

[0094] 根据本公开的另一方面，提出了一种电驱动总成系统，该电驱动总成系统例如包括如前所述的电机控制电路。

[0095] 所述电驱动总成系统是指用于实现对该机动车辆的驱动电机(三相交流电机)的驱动控制的系统。该电驱动总成系统例如还可以根据实际需要包括其他电气部件或装置。本公开的实施例不受该电驱动总成系统的具体组成方式及其所具有的部件类型的限制。

[0096] 基于上述，本申请中，通过设置电驱动总成系统包括电机控制电路，使得在电机驱动模式下能够经由三相逆变器接收来自外部动力电池的直流电，且输出用于驱动三相交流电机的交流电，良好地实现对电机的控制。且在直流升压充电模式下，通过将电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件，该电感储能元件与所述三相逆变器共同形成直流升压充电电路，使得外部供电模块通过所述直流升压充电电路向所述外部动力电池充电，从而能够复用该电机控制电路实现对外部动力电池的升压充电过程。且进一步地，通过设置该定子线槽为至少54个线槽，相较于当前应用于直流升压充电电路中的电机控制电路(其中三相交流电机的定子线槽通常为48个)，通过提升该电机定子线槽的数量，使得能够有效地提高该电机中三相绕组的电感值，从而使得在三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件时，能够保证该升压充电过程的电压稳定性及可靠性，实现高效的且可靠的充电过程。此外，提升定子线槽同时也优化了三相交流电机的组成结构，有利于实现高转速高转矩输出。基于此，本申请中的设计，能够同时实现对升压充电功能的优化

(电机高电感值)及对电机自身输出性能的优化(电机高转速)。

[0097] 在一些实施例中,该电驱动总成系统中的电机控制电路例如可以具有如前所述的结构,且能够实现如前所述的功能。

[0098] 根据本公开的另一方面,还提出了一种机动车辆。该机动车辆例如包括如前所述的电驱动总成系统。

[0099] 所述机动车辆例如为纯电动动力车辆,或者也可以为混合动力车辆。

[0100] 基于上述,本申请中,通过设置机动车辆包括电驱动总成系统,使得在电机驱动模式下能够经由三相逆变器接收来自外部动力电池的直流电,且输出用于驱动三相交流电机的交流电,良好地实现对电机的控制。且在直流升压充电模式下,通过将电机定子的线槽中的三相绕组用作直流升压充电电路的电感储能元件,该电感储能元件与所述三相逆变器共同形成直流升压充电电路,使得外部供电模块通过所述直流升压充电电路向所述外部动力电池充电,从而能够复用该电机控制电路实现对外部动力电池的升压充电过程,从而能够以简单便捷的方式实现多种不同的工作模式,且精简了机动车辆的内部电路。且通过设置该定子线槽为至少54个线槽,能够有效地提高该电机中三相绕组的电感值,保证该升压充电过程的电压稳定性及可靠性,实现高效的且可靠的充电过程。此外,也优化了三相交流电机的组成结构,有利于实现高转速高转矩输出。

[0101] 在一些实施例中,所述机动车辆的电驱动总成系统例如可以包括电机控制电路,且例如可以具有如前所述的结构,并能够实现如前所述的功能。

[0102] 本申请使用了特定词语来描述本申请的实施例。如“第一/第二实施例”、“一实施例”、和/或“一些实施例”意指与本申请至少一个实施例相关的某一特征、结构或特点。因此,应强调并注意的是,本说明书中在不同位置两次或多次提及的“一实施例”或“一个实施例”或“一替代性实施例”并不一定是指同一实施例。此外,本申请的一个或多个实施例中的某些特征、结构或特点可以进行适当的组合。

[0103] 除非另有定义,这里使用的所有术语(包括技术和科学术语)具有与本发明所属领域的普通技术人员共同理解的相同含义。还应当理解,诸如在通常字典里定义的那些术语应当被解释为具有与它们在相关技术的上下文中的含义相一致的含义,而不应用理想化或极度形式化的意义来解释,除非这里明确地这样定义。

[0104] 上面是对本发明的说明,而不应被认为是对其的限制。尽管描述了本发明的若干示例性实施例,但本领域技术人员将容易地理解,在不背离本发明的新颖教学和优点的前提下可以对示例性实施例进行许多修改。因此,所有这些修改都意图包含在权利要求书所限定的本发明范围内。应当理解,上面是对本发明的说明,而不应被认为是限于所公开的特定实施例,并且对所公开的实施例以及其他实施例的修改意图包含在所附权利要求书的范围内。本发明由权利要求书及其等效物限定。

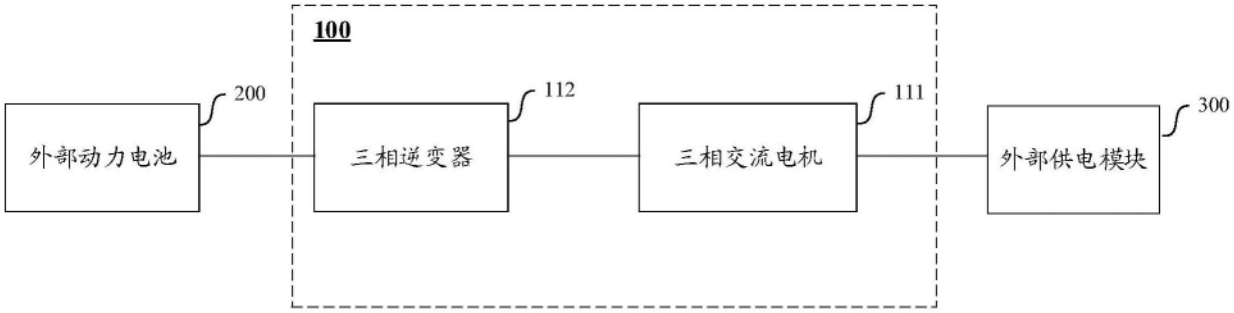

100
200
外部动力电池
112
三相逆变器
111
三相交流电机
300
外部供电模块

图1

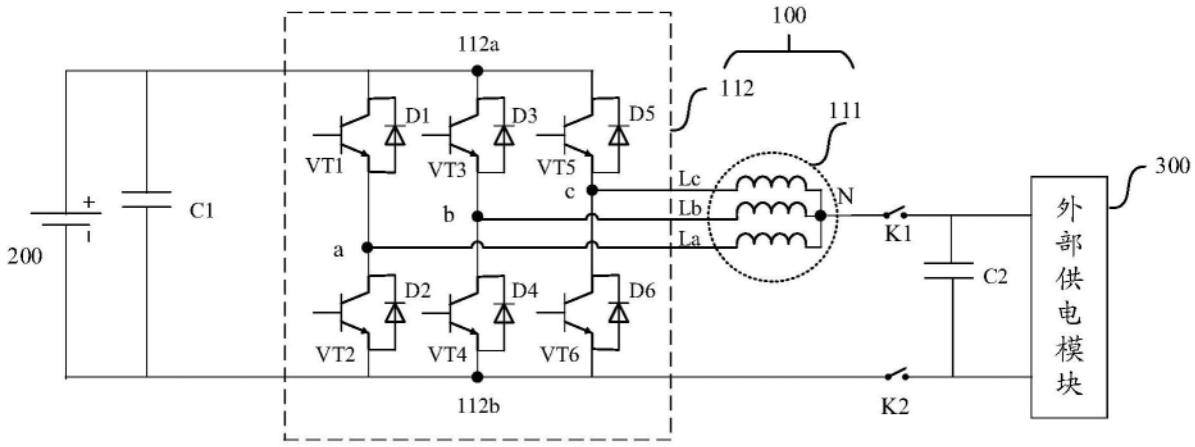

100
112a
112
111
D1
D3
D5
VT1
VT3
VT5
c
b
a
Lc
Lb
La
N
K1
300
外部供电模块
C1
200
C2
D2
D4
D6
VT2
VT4
VT6
112b
K2

图2

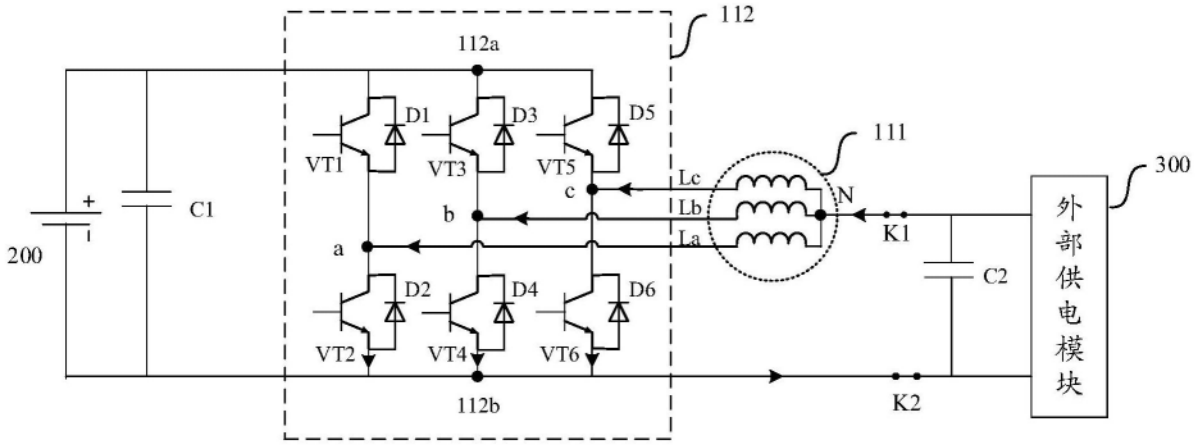

112
112a
111
D1
D3
D5
VT1
VT3
VT5
c
b
a
Lc
Lb
La
N
K1
300
外部供电模块
C1
200
C2
D2
D4
D6
VT2
VT4
VT6
112b
K2

图3A

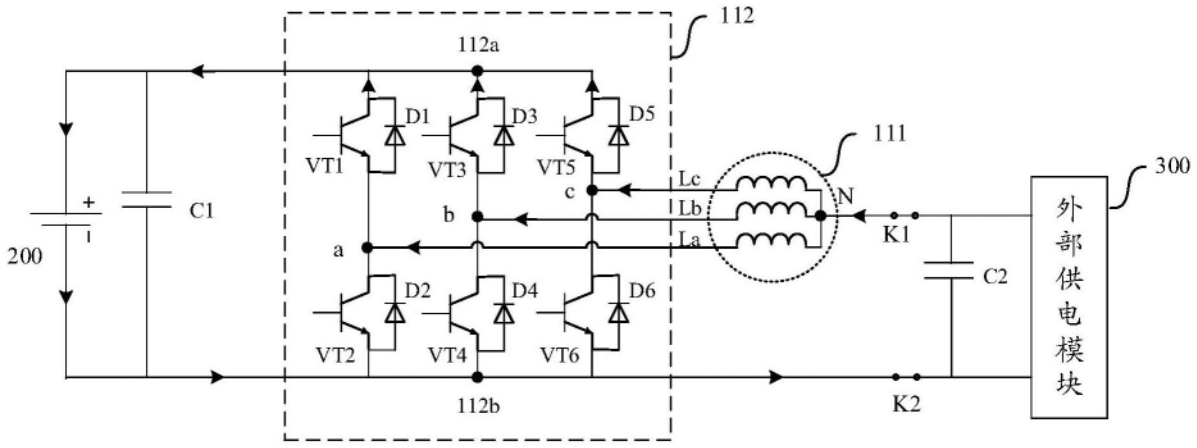

112
112a
D1
D3
D5
VT1
VT3
VT5
111
300
Lc
Lb
La
N
c
b
a
C1
200
K1
C2
外部供电模块
D2
D4
D6
VT2
VT4
VT6
112b
K2

图3B

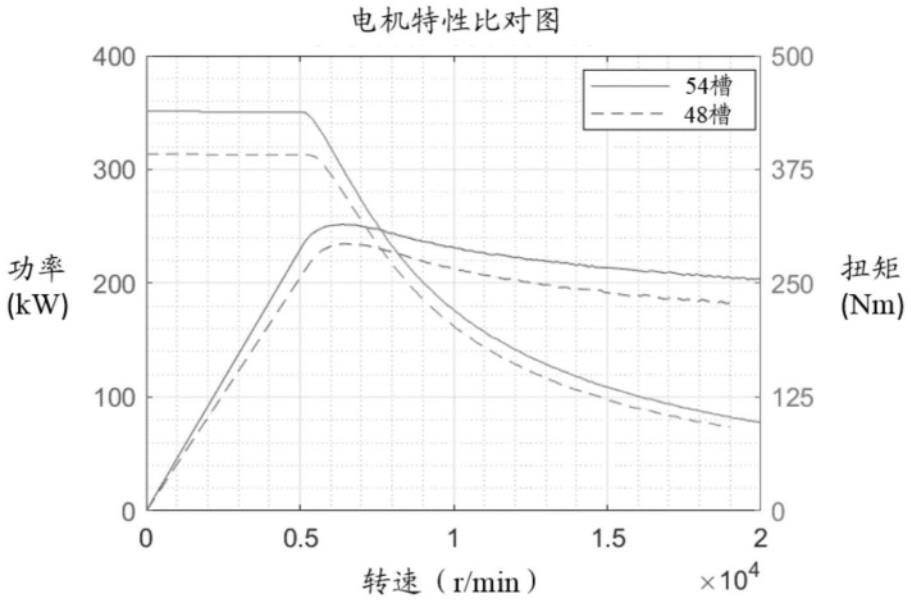

电机特性比对图
54槽
48槽
功率
(kW)
扭矩
(Nm)
转速（r/min）
×10^4
400
300
200
100
0
500
375
250
125
0
0
0.5
1
1.5
2

图4