



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106300948 A

(43) 申请公布日 2017.01.04

(21) 申请号 201510298381.0

(22) 申请日 2015.06.03

(71) 申请人 广州汽车集团股份有限公司

地址 510000 广东省广州市越秀区东风中路
448-458 号成悦大厦 23 楼

(72) 发明人 夏铸亮

(74) 专利代理机构 深圳汇智容达专利商标事务
所（普通合伙）44238

代理人 潘中毅 熊贤卿

(51) Int. Cl.

H02M 1/34(2007.01)

H02M 7/5387(2007.01)

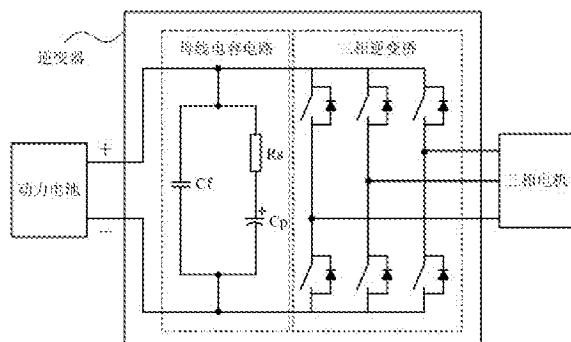
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种车载三相电机逆变器及其母线电容电路

(57) 摘要

本发明提供一种车载三相电机逆变器及其母线电容电路，其中，母线电容电路包括：薄膜电容，其一端连接所述直流母线正极，另一端连接所述直流母线负极；以及电解电容，其与一电阻串联，并共同连接在所述直流母线正极与所述直流母线负极之间。本发明通过将一个薄膜电容与一个电解电容并联，并且在电解电容上串联一个电阻，可以调节流过两个电容的高频纹波电流，尤其是减小流过电解电容的纹波电流，既防止了电解电容中流过大纹波电流，又利用了电解电容有限的耐纹波电流能力，保证母线电容耐纹波电流的能力的同时，又具有较大的容值，从而具有较强的浪涌电流吸收能力。



1. 一种车载三相电机逆变器的母线电容电路,其特征在于,包括:
薄膜电容,其一端连接直流母线正极,另一端连接直流母线负极;以及
电解电容,其与一电阻相串联,并共同连接在所述直流母线正极与所述直流母线负极之间。
2. 根据权利要求1所述的车载三相电机逆变器的母线电容电路,其特征在于,所述电解电容的正极与所述电阻的一端相连,所述电阻的另一端连接所述直流母线正极,所述电解电容的负极连接所述直流母线负极。
3. 根据权利要求1所述的车载三相电机逆变器的母线电容电路,其特征在于,所述电解电容的负极与所述电阻的一端相连,所述电阻的另一端连接所述直流母线负极,所述电解电容的正极连接所述直流母线正极。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的车载三相电机逆变器的母线电容电路,其特征在于,所述电阻用于调节流经所述薄膜电容和所述电解电容的纹波电流。
5. 根据权利要求1-3任一项所述的车载三相电机逆变器的母线电容电路,其特征在于,所述电解电容主要用于吸收浪涌电流。
6. 一种车载三相电机逆变器,其特征在于,包括:
依次连接在直流母线正极与负极之间的母线电容电路和三相逆变桥;
所述母线电容电路包括:
薄膜电容,其一端连接所述直流母线正极,另一端连接所述直流母线负极;以及
电解电容,其与一电阻相串联,并共同连接在所述直流母线正极与所述直流母线负极之间。
7. 根据权利要求6所述的车载三相电机逆变器,其特征在于,所述电解电容的正极与所述电阻的一端相连,所述电阻的另一端连接所述直流母线正极,所述电解电容的负极连接所述直流母线负极。
8. 根据权利要求6所述的车载三相电机逆变器,其特征在于,所述电解电容的负极与所述电阻的一端相连,所述电阻的另一端连接所述直流母线负极,所述电解电容的正极连接所述直流母线正极。
9. 根据权利要求6-8任一项所述的车载三相电机逆变器,其特征在于,所述电阻用于调节流经所述薄膜电容和所述电解电容的纹波电流。
10. 根据权利要求6-8任一项所述的车载三相电机逆变器,其特征在于,所述电解电容主要用于吸收浪涌电流。

一种车载三相电机逆变器及其母线电容电路

技术领域

[0001] 本发明涉及新能源汽车领域，尤其涉及一种车载三相电机逆变器及其母线电容电路。

背景技术

[0002] 车载三相电机逆变器直流端一般需要一个直流母线电容。该电容一方面可以吸收开关器件开关导致的脉冲电流，防止高频脉冲电流在直流侧杂散感抗中感应出电压尖峰而损坏开关器件。该功能要求直流母线电容具有较大耐纹波电流能力。另一方面，在车载逆变器暂态过程中，比如在发生故障保护或者逆变器输出负载突变等过程中，直流母线上可能出现较大的浪涌电流。许多情况下（比如高压电池输入端连接器故障断开），母线电容要能吸收这些浪涌电流，防止直流母线电压过高而损坏逆变器。该功能就要求母线电容具有较大的容量。高频脉冲电流的频率较高（比如 5kHz 以上），而暂态过程的持续时间约为几个毫秒，因此要求车载三相电机逆变器的母线电容既能耐受高频的纹波电流，又能吸等效频率低、大能量的暂态电流。

[0003] 现有常用电容类型里，薄膜电容损耗低，单位体积耐纹波电流能力较强，但容量较小；电解电容单位体积电容量大，但是损耗高，耐纹波能力差。单纯使用薄膜电容则在满足容量要求时，耐纹波电流能力过生；单纯使用电解电容时，则在满足容量要求时，耐纹波电流能力不足。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于，提供一种在较小的体积重量范围内，耐纹波电流能力强，并且浪涌电流吸收能力强的车载三相电机逆变器及其母线电容电路。

[0005] 为了解决上述技术问题，本发明提供一种车载三相电机逆变器的母线电容电路，包括：

薄膜电容，其一端连接直流母线正极，另一端连接直流母线负极；以及

电解电容，其与一电阻相串联，并共同连接在所述直流母线正极与所述直流母线负极之间。

[0006] 其中，所述电解电容的正极与所述电阻的一端相连，所述电阻的另一端连接所述直流母线正极，所述电解电容的负极连接所述直流母线负极。

[0007] 其中，所述电解电容的负极与所述电阻的一端相连，所述电阻的另一端连接所述直流母线负极，所述电解电容的正极连接所述直流母线正极。

[0008] 其中，所述电阻用于调节流经所述薄膜电容和所述电解电容的纹波电流。

[0009] 其中，所述电解电容主要用于吸收浪涌电流。

[0010] 本发明还提供一种车载三相电机逆变器，包括：

依次连接在直流母线正极与负极之间的母线电容电路和三相逆变桥；

所述母线电容电路包括：

薄膜电容,其一端连接所述直流母线正极,另一端连接所述直流母线负极;以及
电解电容,其与一电阻相串联,并共同连接在所述直流母线正极与所述直流母线负极
之间。

[0011] 其中,所述电解电容的正极与所述电阻的一端相连,所述电阻的另一端连接所述
直流母线正极,所述电解电容的负极连接所述直流母线负极。

[0012] 其中,所述电解电容的负极与所述电阻的一端相连,所述电阻的另一端连接所述
直流母线负极,所述电解电容的正极连接所述直流母线正极。

[0013] 其中,所述电阻用于调节流经所述薄膜电容和所述电解电容的纹波电流。

[0014] 其中,所述电解电容用于吸收浪涌电流。

[0015] 本发明通过将一个薄膜电容与一个电解电容并联,并且在电解电容上串联一个电
阻,可以调节流过两个电容的高频纹波电流,尤其是减小流过电解电容的纹波电流,既防止了
电解电容中流过大纹波电流,又利用了电解电容有限的耐纹波电流能力,保证母线电
容耐纹波电流的能力的同时,又具有较大的容值,从而具有较强的浪涌电流吸收能力。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,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
发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以
根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图 1 是本发明实施例车载三相电机逆变器的结构示意图。

[0018] 图 2 是本发明实施例车载三相电机逆变器的母线电容电路的等效电路示意图。

具体实施方式

[0019] 以下各实施例的说明是参考附图,用以示例本发明可以用以实施的特定实施例。

[0020] 请参照图 1 所示,本发明实施例一提供一种车载三相电机逆变器的母线电容电
路,包括:

薄膜电容 C_f ,其一端连接直流母线正极,另一端连接直流母线负极;

电解电容 C_p ,其与一电阻 R_s 相串联,并共同连接在直流母线正极与直流母线负极之
间。

[0021] 具体来说,电解电容 C_p 的正极与电阻 R_s 的一端相连,电阻 R_s 的另一端连接直
流母线正极,而电解电容 C_p 的负极连接直流母线负极;或者是电解电容 C_p 的负极与电阻 R_s
的一端相连,电阻 R_s 的另一端连接直流母线负极,而电解电容 C_p 的正极连接直流母线正
极。直流母线正极和负极分别连接到动力电池。

[0022] 由上可知,本发明实施例的母线电容电路实际上是将现有的母线电容替换为由一
个薄膜电容与一个电解电容(串联有一个电阻)并联形成的组合电容,避免了单纯采用一种
电容时,由于耐纹波能力或容量大小的欠缺,而导致为了兼顾两方面的要求,不得不增加电
容数量(或大小),而导致电容体积过大的问题。

[0023] 下面结合图 2 说明本发明实施例的母线电容电路工作原理。

[0024] 图 2 中,薄膜电容 C_f 的等效串联电阻(ESR)为 R_f ,忽略其等效串联电感(ESL),电

解电容 C_p 的等效串联电阻 (ESR) 为 R_p , 忽略其等效串联电感 (ESL)。 I_{in} 为流过组合电容的电流, 分析纹波电流时为纹波电流, 分析浪涌电流时为浪涌电流, 其中, I_f 为 I_{in} 中流过薄膜电容 C_f 通路的分量, I_p 为 I_{in} 中流过电解电容 C_p 通路的分量。

[0025] 为了说明原理, 此处假设: $C_p=3300 \mu F$, $C_f=660 \mu F$, $R_f=0.5 m\Omega$, $R_p=100 m\Omega$, $R_s=200 m\Omega$ 。

[0026] 纹波电流主要是由逆变器开关器件开关过程导致的, 其主要谐波频率 f 和开关频率接近或更高, 比如 20kHz。此时电解电容 C_p 的阻抗远大于薄膜电容 C_f 的阻抗。当采用上述假设参数时, 两个电容通路的阻抗分别为 (Z_f 为薄膜电容通路阻抗, Z_p 为电解电容通路阻抗):

$$Z_f = \sqrt{R_f^2 + \left(\frac{1}{2\pi C_f}\right)^2} = \sqrt{0.0005^2 + \left(\frac{1}{2\pi \times (20 \times 10^3) \times (660 \times 10^{-6})}\right)^2} = 12.1 m\Omega$$

$$Z_p = \sqrt{(R_p + R_s)^2 + \left(\frac{1}{2\pi C_p}\right)^2} = \sqrt{(0.1 + 0.2)^2 + \left(\frac{1}{2\pi \times (20 \times 10^3) \times (3300 \times 10^{-6})}\right)^2} = 300 m\Omega$$

此时绝大部分 ($300 m\Omega / (300 m\Omega + 12.1 m\Omega) = 96\%$) 的纹波电流都从薄膜电容 C_f 通路中流过, 减小了流过电解电容 C_p 的纹波电流, 从而充分发挥了薄膜电容 C_f 耐纹波能力强的特点, 规避了电解电容 C_p 耐纹波能力弱的问题。

[0027] 应当说明的是, 调节纹波电流分配还有两种方式:

- (1) 调节薄膜电容 C_f 的容量, C_f 容量越大, Z_f 则越小, 纹波电流流过 C_f 就越多;
- (2) 调节电解电容 C_p 的容量, C_p 容量越小, Z_p 则越大, 纹波电流流过 C_f 就越多;

但是 C_f 、 C_p 的容量变化范围受到体积、成本、设计需求等各方面的限制, 在有些情况下, 就需要将电解电容 C_p 再串联一个电阻 R_s 进行调节。相比直接并联, 串联一个电阻后, 在有些应用工况下, 整体的体积会更小。

[0028] 举例来说, 薄膜电容 C_f 的容量是 1000uF, 额定纹波电流 120A; 而电解电容 C_p 的容量只需 3300uF, 对该电容的允许纹波电流是 10A。如果直接并联, 流过电解电容 C_p 的纹波可能有 20A, 超过了其额定电流容量。如果采用上述方式(1), 则需要增大薄膜电容的容量, 体积重量会增大; 若采用方式(2), 则组合电容总容值减小, 可能无法满足吸收浪涌电流的要求。而采用本发明实施例, 在电解电容 C_p 上串联电阻 R_s , 调节 R_s 阻值, R_s 越大, 流过薄膜电容 C_f 的纹波电流越多, 则电容体积的增加就很有限, 由此避免增加电容的数量或增大电容的体积, 同时不影响电容的浪涌电流吸收能力。

[0029] 通过选择不同的 R_s 阻值, 可以调节流过两个电容的高频纹波电流, 尤其是减小流过电解电容 C_p 的纹波电流, 既防止了电解电容中流过大纹波电流, 又利用了电解电容有限的耐纹波电流能力。

[0030] 纹波电流会使电容发热。电解电容 C_p 的发热会缩短电容寿命, 严重发热会导致电容爆炸。无论电解电容 C_p 还是薄膜电容 C_f , 纹波电流都会对他们的寿命造成影响。因此最理想的情况下, 应当通过选择 R_s 阻值来调节流过两个电容的纹波电流, 让两个电容在满足设计要求的前提下, 具有相近的设计寿命。

[0031] 另一方面,当浪涌电流出现时,由于浪涌持续时间较长(比如 2ms),与电解电容的时间常数 $\tau_p = R_p \times C_p$ (比如 1ms) 相比起来大小相当或更长,因此此时电解电容 C_p 的等效串联电阻 R_p 影响很小或有限,组合电容相当于一个电容量 $=C_f+C_p$ 的理想电容。由于 C_p 远大于 C_f ,因此该等效电容的容量远大于单纯薄膜电容 C_f 的容量。此时电解电容 C_p 将充分发挥容量大的特点,吸收主要的浪涌能量,防止因浪涌电流而产生过高电压。

[0032] 同样需要说明的是,本发明实施例中的电解电容 C_p ,主要目的是应对浪涌能量,而能量浪涌绝大多数发生在故障情况下。发生浪涌能量的典型故障情况是:高压电池和电机逆变器之间的连接被断开(如高压接插件脱落、高压电池包继电器故障),而电机逆变器又恰好处在发电工况(实际上,如果高压电池连接被突然断开的话,车辆会被要求停车,电机逆变器有很大可能会进入发电工况),导致发电产生的能量无法回馈到高压电池而在逆变器直流端储积。但浪涌能量毕竟是有限的,只要直流电容容量足够大,就能抑制浪涌电压,防止出现过压情况。但薄膜电容 C_f 容量相对较小,因此需要电解电容 C_p 。

[0033] 相应地,如图 1 所示,本发明实施例二还提供一种车载三相电机逆变器,包括:

依次连接在直流母线正极与负极之间的母线电容电路和三相逆变桥;

所述母线电容电路包括:

薄膜电容 C_f ,一端连接直流母线正极,另一端连接直流母线负极;

电解电容 C_p ,与一电阻 R_s 相串联,并共同连接在直流母线正极与负极之间。

[0034] 由于本实施例中,母线电容电路的结构与工作原理与本发明实施例一相同,因此本实施例的三相电机逆变器也同样具有由母线电容电路所带来的有益效果,此处不再赘述。

[0035] 综上所述,本发明在较小的体积重量范围内,既防止了电解电容中流过大纹波电流,又利用了电解电容有限的耐纹波电流能力,保证母线电容耐纹波电流的能力的同时,又具有较大的容值,从而具有较强的浪涌电流吸收能力。

[0036] 以上所揭露的仅为本发明较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

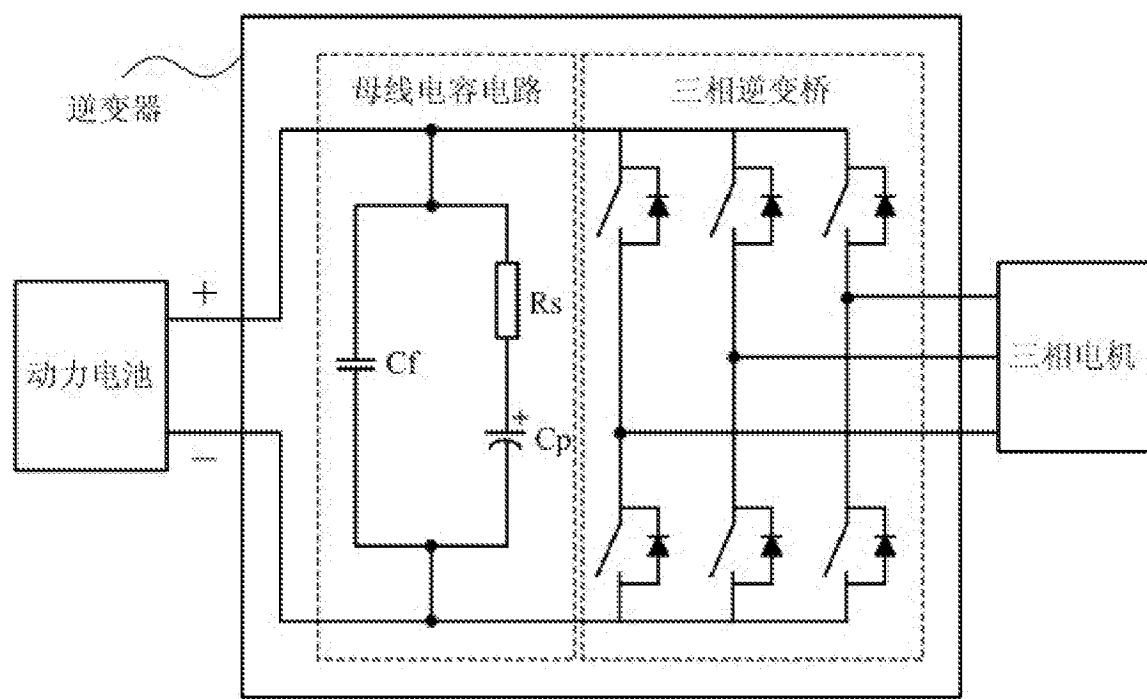


图 1

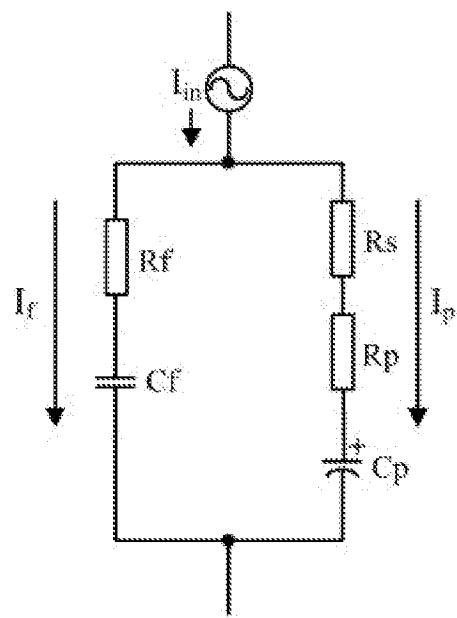


图 2