



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107947575 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(21)申请号 201711414747.1

(22)申请日 2017.12.14

(71)申请人 东北电力大学

地址 132012 吉林省吉林市长春路169号

(72)发明人 严干贵 李洪波 段双明 刘彦宇
朱微

(51) Int. Cl.

H02M 3/156(2006.01)

H02M 7/217(2006.01)

H02J 7/02(2016.01)

H02J 7/06(2006.01)

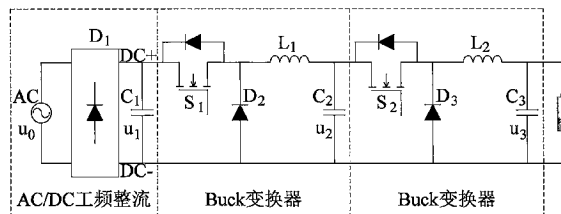
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑

(57)摘要

本发明公开了一种模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑,该主电路拓扑由两级Buck斩波电路级联而成;电路中由全桥整流模块D₁和滤波电容C₁构成AC/DC工频整流模块,其输入为220V交流电,输出电压为310V直流;第一级Buck降压斩波变换器由开关管S₁、二极管D₂、储能电感L₁以及滤波电容C₂构成,其输入为310V直流电压,输出为经初级降压的直流电压;第二级Buck降压斩波变换器由开关管S₂、二极管D₃、储能电感L₂以及滤波电容C₃构成。本发明适用于不同容量规模电池组,可串并联使用,使得该充电机输出电压精准度更高,输出电流驱动能力更大,且对整体产品组合器件性能要求更低。



1. 模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑,其特征在于,该主电路拓扑由两级Buck斩波电路级联而成;电路中由全桥整流模块D₁和滤波电容C₁构成AC/DC工频整流模块,其输入为220V交流电,输出电压为310V直流;第一级Buck降压斩波变换器由开关管S₁、二极管D₂、储能电感L₁以及滤波电容C₂构成,其输入为310V直流电压,输出为经初级降压的直流电压;第二级Buck降压斩波变换器由开关管S₂、二极管D₃、储能电感L₂以及滤波电容C₃构成。

2. 如权利要求1所述的模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑,其特征在于,初级Buck电路输出电压u₂如下式所示:

$$u_2 = \frac{t_{1on}}{t_{1on} + t_{1off}} u_1 = \alpha_1 u_1 \quad (1)$$

式中,α₁为初级开关管S₁栅极驱动PWM占空比,t_{1on}和t_{1off}分别为开关管S₁开通与关断时间;

次级Buck电路输出电压u₃如下式所示:

$$u_3 = \frac{t_{2on}}{t_{2on} + t_{2off}} u_2 = \alpha_2 u_2 \quad (2)$$

式中,α₂为次级开关管S₂栅极驱动PWM占空比,t_{2on}和t_{2off}分别为开关管S₂开通与关断时间;

由以上可得输出电压u₃与u₀的关系如下式所示:

$$\begin{aligned} u_3 &= \sqrt{2} \frac{t_{1on}}{t_{1on} + t_{1off}} \frac{t_{2on}}{t_{2on} + t_{2off}} u_0 \\ &= \sqrt{2} \alpha_1 \alpha_2 u_0 \end{aligned} \quad (3)$$

由式(3)可得通过调节α₁和α₂的大小即可调节输出电压大小。

3. 如权利要求1所述的模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑,其特征在于,并联使用的双级变换器输出电压电流关系如下式所示:

$$\begin{cases} u_1 = u_2 = u_3 \\ i_3 = i_1 + i_2 \end{cases} \quad (4).$$

串联使用的双级变换器输出电压电流关系如下式所示:

$$\begin{cases} u_3 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 u_0 \\ \quad = \alpha_3 \alpha_4 u_1 \\ \quad = u_2 \\ i_1 = i_2 = i_3 \end{cases} \quad (5).$$

模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑

技术领域

[0001] 本发明涉及电池储能技术领域,具体涉及一种模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑。

背景技术

[0002] 伴随2017年10月我国发展与改革委员会发布关于促进储能技术与产业发展的指导意见发布,我国电池储能技术的应用即将进入一个全新的发展时代。储能电池的广泛应用使其对充电设备的要求不断提升,可适用于不同容量规模储能电池组的充电机将迎来新的挑战。由于不同型号、不同规模电池组的充电需求不同,所以对于充电机的性能要求也有较大差异。

[0003] 储能电池使用不当,必将大大缩减其使用寿命。影响其寿命长短的因素有很多,其中一个重要因素便是充放电使用不当。电池的充电过程是否合理对电池本身的影响是最大的,因此采用合理的充电方式,可以大大延长电池的使用寿命。

[0004] 目前较为常见的传统线性电源充电器以及可控硅充电器的充电效率低、输出纹波大、体积笨重,很难满足不同规模类型储能电池大功率、高效率充电需求。现有全桥高频逆变后经变压器变压为多通道降压输出的充电电路,此类电路适用于高电压大功率能量传递,输出输入之间带隔离,但其体积较大,不适用于低电压小容量电池或小型仪器供电场合。而使用拓扑结构为DC/DC降压斩波通过Flyback变换器隔离升降压变换滤波输出的充电电路,使用了前后级的隔离,输出电压电流的纹波小、输出电压等级固定、传输功率较低,适用于对功率要求较低的小电流低电压供电情况或者较为精密仪器部件供电场合。两者在大小功率场合无法达到兼顾,即使有一些产品达到兼顾的效果,但不免存在大材小用或小才强用的境况。

发明内容

[0005] 为解决上述问题,本发明提供了模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑,输出电压精准度更高,输出电流驱动能力更大,其可串并联使用的功能拓展了其推广应用性。

[0006] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0007] 模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑,该主电路拓扑由两级Buck斩波电路级联而成;电路中由全桥整流模块 D_1 和滤波电容 C_1 构成AC/DC工频整流模块,其输入为220V交流电,输出电压为310V直流;第一级Buck降压斩波变换器由开关管 S_1 、二极管 D_2 、储能电感 L_1 以及滤波电容 C_2 构成,其输入为310V直流电压,输出为经初级降压的直流电压;第二级Buck降压斩波变换器由开关管 S_2 、二极管 D_3 、储能电感 L_2 以及滤波电容 C_3 构成。

[0008] 其中,该主电路拓扑的初级Buck电路输出电压 u_2 如下式所示:

$$[0009] \quad u_2 = \frac{t_{1on}}{t_{1on} + t_{1off}} u_1 = \alpha_1 u_1 \quad (1)$$

[0010] 式中, α_1 为初级开关管S₁栅极驱动PWM占空比, t_{1on} 和 t_{1off} 分别为开关管S₁开通与关断时间;

[0011] 次级Buck电路输出电压 u_3 如下式所示:

$$[0012] \quad u_3 = \frac{t_{2on}}{t_{2on} + t_{2off}} u_2 = \alpha_2 u_2 \quad (2)$$

[0013] 式中, α_2 为次级开关管S₂栅极驱动PWM占空比, t_{2on} 和 t_{2off} 分别为开关管S₂开通与关断时间;

[0014] 由以上可得输出电压 u_3 与 u_0 的关系如下式所示:

$$[0015] \quad \begin{aligned} u_3 &= \sqrt{2} \frac{t_{1on}}{t_{1on} + t_{1off}} \frac{t_{2on}}{t_{2on} + t_{2off}} u_0 \\ &= \sqrt{2} \alpha_1 \alpha_2 u_0 \end{aligned} \quad (3)$$

[0016] 由式(3)可得通过调节 α_1 和 α_2 的大小即可调节输出电压大小。

[0017] 其中, 并联使用的双级变换器输出电压电流关系如下式所示:

$$[0018] \quad \begin{cases} u_1 = u_2 = u_3 \\ i_3 = i_1 + i_2 \end{cases} \quad (4)。$$

[0019] 串联使用的双级变换器输出电压电流关系如下式所示:

$$[0020] \quad \begin{cases} u_3 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 u_0 \\ \quad = \alpha_3 \alpha_4 u_1 \\ \quad = u_2 \\ i_1 = i_2 = i_3 \end{cases} \quad (5)。$$

[0021] 本发明可适用于不同容量规模电池组、可串并联使用, 使得该充电机输出电压精准度更高, 输出电流驱动能力更大, 且对整体产品组合器件性能要求更低, 使设备造价相对下降。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑图

[0023] 图2为本发明实施例中所使用的等效电路

[0024] 图3本发明实施例电路拓扑串联使用等效电路

[0025] 图4为本发明实施例中单级Buck斩波电路输出电压波形

[0026] 图5为本发明实施例的电路输出电压波形。

具体实施方式

[0027] 为了使本发明的目的及优点更加清楚明白, 以下结合实施例对本发明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发明, 并不用于限定本发明。

[0028] 本发明实施例提供了一种模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑, 由

两级Buck斩波电路级联而成；该发明原理结构主电路图如图1所示。电路中由全桥整流模块D₁和滤波电容C₁构成AC/DC工频整流模块，其输入为220V交流电，输出电压为310V直流；第一级Buck降压斩波变换器由开关管S₁、二极管D₂、储能电感L₁以及滤波电容C₂构成，其输入为310V直流电压，输出为经初级降压的直流电压；第二级Buck降压斩波变换器由开关管S₂、二极管D₃、储能电感L₂以及滤波电容C₃构成。

[0029] 初级Buck电路输出电压u₂如下式所示：

$$[0030] \quad u_2 = \frac{t_{1on}}{t_{1on} + t_{1off}} u_1 = \alpha_1 u_1 \quad (1)$$

[0031] 式中，α₁为初级开关管S₁栅极驱动PWM占空比，t_{1on}和t_{1off}分别为开关管S₁开通与关断时间。

[0032] 次级Buck电路输出电压u₃如下式所示：

$$[0033] \quad u_3 = \frac{t_{2on}}{t_{2on} + t_{2off}} u_2 = \alpha_2 u_2 \quad (2)$$

[0034] 式中，α₂为次级开关管S₂栅极驱动PWM占空比，t_{2on}和t_{2off}分别为开关管S₂开通与关断时间。

[0035] 由以上可得输出电压u₃与u₀的关系如下式所示：

$$[0036] \quad \begin{aligned} u_3 &= \sqrt{2} \frac{t_{1on}}{t_{1on} + t_{1off}} \frac{t_{2on}}{t_{2on} + t_{2off}} u_0 \\ &= \sqrt{2} \alpha_1 \alpha_2 u_0 \end{aligned} \quad (3)$$

[0037] 由式(3)可得通过调节α₁和α₂的大小即可调节输出电压大小。

[0038] 该发明提出的模块化可串并联双Buck级联电池充电机主电路拓扑另一大特点便是该充电机可以串并联使用。模块化双Buck级联充电机并联使用等效电路如图2所示。模块化双Buck级联电路拓扑并联使用对于负载所接受的电压大小不变，其目的是为增加输出电流大小，从而增强电路的驱动能力，使变换器实现对负载的大电流供电。并联使用的双级变换器输出电压电流关系如下式所示：

$$[0039] \quad \begin{cases} u_1 = u_2 = u_3 \\ i_3 = i_1 + i_2 \end{cases} \quad (4)。$$

[0040] 模块化双Buck级联充电机串联使用等效电路如图3所示。

[0041] 模块化双Buck级联电路拓扑串联使用对于输出电流大小并无太大干预，其目的是为加强输出电压精度及输出电压稳定性，使电路具有更高的环境适应性。串联使用的双级变换器输出电压电流关系如下式所示：

$$[0042] \quad \begin{cases} u_3 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 u_0 \\ \quad = \alpha_3 \alpha_4 u_1 \\ \quad = u_2 \\ i_1 = i_2 = i_3 \end{cases} \quad (5)。$$

[0043] 当要求输入电压为220V交流(310V直流),输出电压为2.35V(单节电池均充电压)直流时,单级Buck斩波电路输出电压波形如图4所示。

[0044] 上图可以得出,输出电压纹波 $\Delta u \approx 1.7V$,输出电压纹波率大小如下式所示:

$$[0045] \quad r = \frac{\Delta u}{u_o} = 0.72 \quad (6)$$

[0046] 本发明设计电路输出电压波形如图5所示,输出电压纹波 $\Delta u \approx 0.018V$,输出电压纹波率 $r = 0.0076$

[0047] 由以上电压纹波及输出电压纹波率大小可得本发明设计电路输出精度更高,稳定性更好。本设计中输出电压由开关管 S_1 和 S_2 的驱动占空比 α_1 和 α_2 共同决定,占空比 α_1 和 α_2 与单级驱动占空比 α_0 的关系如下式所示:

$$[0048] \quad \alpha_1 \times \alpha_2 = \alpha_0 \quad (7)$$

[0049] 由于 $0 < \alpha_1 < 1$ 且 $0 < \alpha_2 < 1$,那么 $\alpha_0 < \alpha_1$ 且 $\alpha_0 < \alpha_2$ 。当输入电压 u_i 与输出电压 u_o 差值较大时,若仅使用单极Buck斩波拓扑来实现降压功能,其输出电压 u_o 稳定性及精度将大大降低,而且对输入端电压的稳定性也有较高的要求。而对于双级拓扑,其输出电压经过两级电压变换,其输出电压的精度及电压稳定性增强,使输入端电压对输出端的干扰性降低,其综合性能指标大大提高。

[0050] 本具体实施设计的双Buck级联拓扑电路对供电电源稳定性要求低,充电机输出电压纹波率小,输出精度高,对电池冲击小,间接增加了储能电池的使用寿命;双级开关驱动PWM占空比相对加大,对设计器件性能要求低,硬件上更易实现,制造成本相对降低;该拓扑可串并联使用,适用于大电流或高精度电压输出场合。

[0051] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

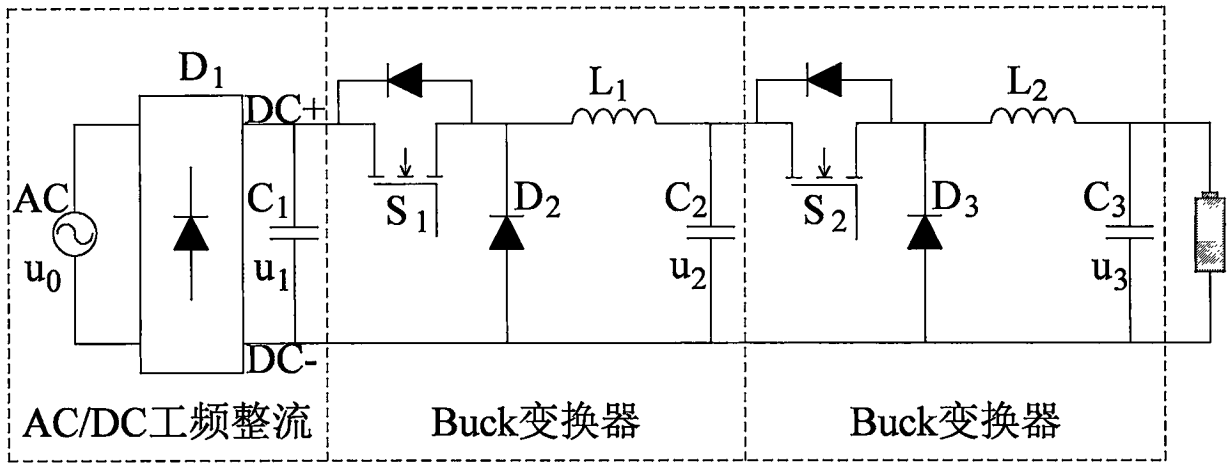


图1

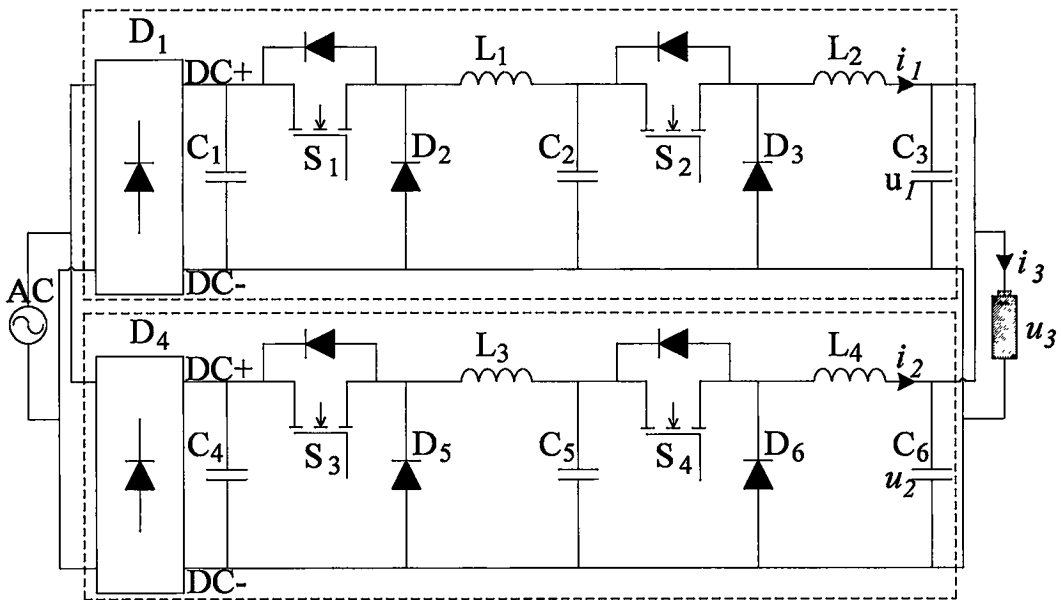


图2

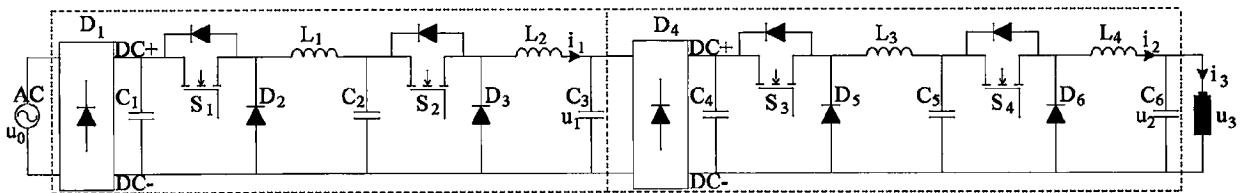


图3

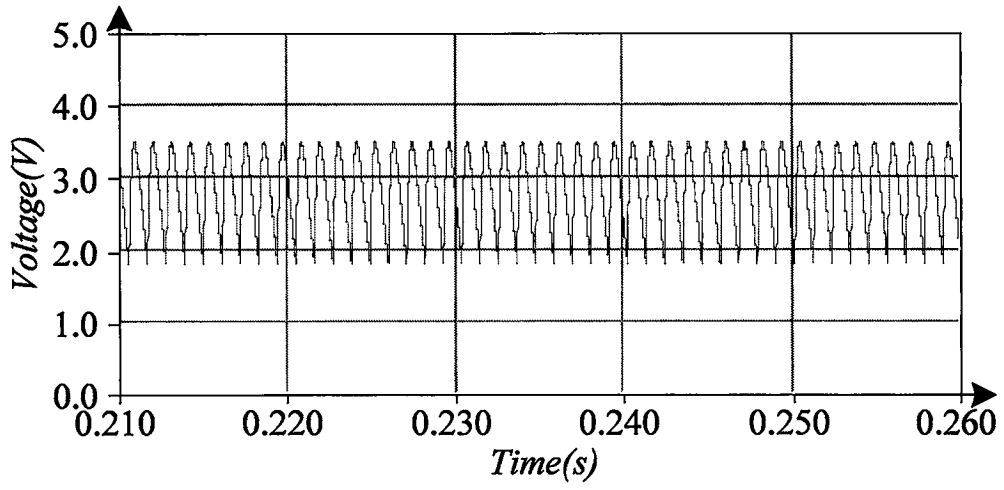


图4

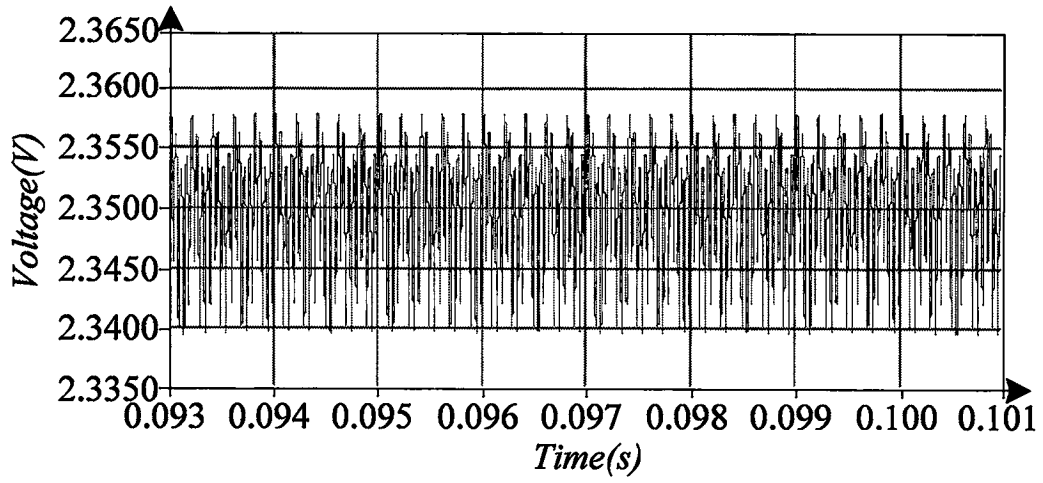


图5