



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115520023 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 27

(21) 申请号 202211291736.X

B60L 58/12 (2019.01)

(22) 申请日 2022.10.19

B60L 7/22 (2006.01)

(71) 申请人 山东交通学院

地址 250357 山东省济南市长清区海棠路
5001号山东交通学院信息科学与电气
工程学院

(72) 发明人 李光叶 侯明冬 李行健 杨仁明

(74) 专利代理机构 山东智汇盛景知识产权代理
有限公司 37321

专利代理师 徐国印

(51) Int. Cl.

B60L 7/10 (2006.01)

B60L 50/60 (2019.01)

B60L 15/00 (2006.01)

B60L 58/10 (2019.01)

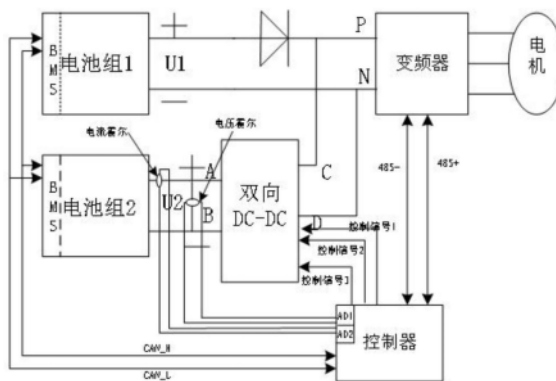
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种分解电池式矿用电机车能量回收装置
及控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种分解电池式矿用电机车能量回收装置及控制方法,属于矿山设备节能应用技术领域,包括电池组1和电池组2,其特征在于利用根据矿用电机车的实际应用场合,根据电机车处于上下坡状态,控制器通过通信线控制变频器切换驱动电机的电动状态或发电状态,同时,控制器通过CAN总线读取电池组2的BMS剩余电量信息(SOC),从而控制双向DC-DC变换器的状态,对驱动电机、电池组1和电池组2的电能状态切换并实现能量回收,本发明的有益效果是:能够有效的解决矿用电机车运行环境复杂,现有的机车能量回收不能适用的问题。



1. 一种分解电池式矿用电机车能量回收装置,包括电池组1和电池组2,其特征在于所述电池组1的端电压 U_1 大于电池组2的端电压 U_2 ,所述电池组1的端电压 U_1 满足变频器对直流母线电压的要求,

所述电池组1输出的正极端(+)连接功率二极管的阳极,二极管的阴极连接变频器直流母线正极端P,同时连接双向DC-DC变换器的C端,变频器的输出端连接电机车驱动电机;电池组1的负极端直接连接变频器的直流母线N端同时并联连接至双向DC-DC装置的D端。

2. 根据权利要求1所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置,其特征在于所述的电池组2的输出的正极端(+)串联接入一个霍尔电流传感器后和负极端(-)分别连接双向DC-DC电路的A、B端,在A、B之间并联接入一个霍尔电压传感器,两个传感器的输出信号分别接入控制器的AD采样端1和AD采样端2。

3. 根据权利要求2所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置,其特征在于所述的电池组1和电池组2均设有电池管理系统(BMS)装置,两个BMS与控制器通过CAN_H和CAN_L两根总线建立通信,采用CAN通讯协议。

4. 根据权利要求2所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置,其特征在于所述的控制器与变频器之间通过485+和485-两根通信线建立通信。

5. 分解电池式矿用电机车能量回收装置的控制方法,其特征在于采用了权利要求1-4任意一项所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置,利用根据矿用电机车的实际应用场景,根据电机车处于上下坡状态,控制器通过通信线控制变频器切换驱动电机的电动状态或发电状态,同时,控制器通过CAN总线读取电池组2的BMS剩余电量信息(SOC),从而控制双向DC-DC变换器的状态,对驱动电机、电池组1和电池组2的电状态切换并实现能量回收。

6. 根据权利要求5所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置的控制方法,其特征在于:

当电机车处于上坡阶段,若电池组2的SOC大于20%且小于100%,则控制双向DC-DC变换器处于升压状态,即能量由双向DC-DC变换器的AB侧向CD侧流动,为确保电池组2工作时,电池组1处于自然关断状态,控制双向DC-DC变换器的输出电压 U_{cd} 略高于电池组1两端的电压,使电力二极管VR处于反向阻断状态;

当电机车处于上坡阶段,若电池组2的SOC电量大于0,且低于20%时,控制双向DC-DC变换器停止工作,由于双向DC-DC变换器停止工作之前输出电压略高于电池组1的电压,因此,驱动电机所需的能量自然由双向DC-DC变换器切换到由电池组1提供,实现平稳过渡;

当电机车处于下坡阶段,且电池组2的电量大于0且低于100%时,控制器控制变频器工作在制动发电状态,同时控制双向DC-DC变换器工作在降压状态,根据电池组2的电量不同,在充电电流和充电电压不超过允许值的情况下,以维持母线电压恒定为控制目标,保持母线电压值大于电池组1的端电压,双向DC-DC变换器根据电池组2剩余电量状态和回馈能量的大小,采用恒流或恒压控制策略,将电机车下坡运行产生的电能储存到电池组2中,实现电能的回收;若电机车下坡产生的电能的功率大于电池组2的最大回收能力,通过控制VT3的导通,并通过控制其导通占空比,将多余的能量动态的通过电阻R2消耗掉,维持直流电压的稳定;

当电机车处于下坡阶段,若电池组2中电量达到100%后,控制双向DC-DC变换器停止工作,同时通过485+和485-给变频器发送给指令,将电机仍控制在发电状态,产生的电能消耗

在变频器内部的制动电阻上,实现能耗制动。

7.根据权利要求6所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置的控制方法,其特征在于所述的双向DC-DC变换器的A端连接电感L的一端,电感L的另一端连接电阻R1,电阻R1的另一端设置有功率器件VT1的发射极、电阻R2的一端和功率器件VT2的集电极;所述VT1的集电极连接C端,VT2的发射极同时连接B端和D端,电阻R2的另一端连接功率器件VT3集电极,其发射极连接D端,A端和B端之间并联电容C1,C端和D端之间并联电容C2,三个功率器件的栅极分别连接控制信号1、控制信号2和控制信号3。

一种分解电池式矿用电机车能量回收装置及控制方法

技术领域：

[0001] 本发明属于矿山设备节能应用技术领域，更具体地涉及一种分解电池式矿用电机车能量回收装置及控制方法。

背景技术：

[0002] 电机车是矿山运输的主要设备，具有运行路径单一、经常处于上、下坡的运行状态，目前，国内矿用蓄电池电机车大多采用电阻、斩波调速、电机运行过程中无能量反馈装置，一般采用机械制动或能耗制动，因此，对于往返于两地的绝对高度相差较大的电机车，一方面电机上坡时，会消耗较多的电能，给电机车的续航带来较大的挑战，使电机车充电次数增多，严重影响运行效率；另一方面，在电机车长时间重载下坡制动运行时，无论机械制动还是能耗制动，均使电机车关键部件寿命降低。

[0003] 为解决上述问题，目前大多采用电液制动、双向AC-DC或单相AC-DC带变频器的结构形式，且多数采用较多的机械开关进行运行状态的切换，不可避免的造成整个回馈驱动装置结构复杂，制动和回馈逻辑不清晰和能量回收效率低等缺点，不适用于矿用电机车的安全运行

[0004] 本发明给出了一种分解电池式矿用电机车能量回收装置及实现方法，通过分解电池和采用双向DC-DC变换器，仅实用一只二极管即可实现两组电池的工作切换，较好的克服了现有技术的缺点。

发明内容：

[0005] 为解决上述问题，克服现有技术的不足，本发明提供了一种分解电池式矿用电机车能量回收装置及控制方法，能够有效的解决矿用电机车运行环境复杂，现有的机车能量回收不能适用的问题。

[0006] 本发明解决上述技术问题的具体技术方案为：分解电池式矿用电机车能量回收装置，包括电池组1和电池组2，其特征在于所述电池组1的端电压 U_1 大于电池组2的端电压 U_2 ，所述电池组1的端电压 U_1 满足变频器对直流母线电压的要求，

[0007] 所述电池组1输出的正极端(+)连接功率二极管的阳极，二极管的阴极连接变频器直流母线正极端P，同时连接双向DC-DC变换器的C端，变频器的输出端连接电机车驱动电机；电池组1的负极端直接连接变频器的直流母线N端同时并联连接至双向DC-DC装置的D端。

[0008] 其中，所述的电池组2的输出的正极端(+)串联接入一个霍尔电流传感器后和负极端(-)分别连接双向DC-DC电路的A、B端，在A、B之间并联接入一个霍尔电压传感器，两个传感器的输出信号分别接入控制器的AD采样端1和AD 采样端2。

[0009] 进一步地，所述的电池组1和电池组2均设有电池管理系统(BMS)装置，两个BMS与控制器通过CAN_H和CAN_L两根总线建立通信，采用CAN通讯协议。

[0010] 进一步地，所述的控制器与变频器之间通过485+和485-两根通信线建立通信。

[0011] 分解电池式矿用电机车能量回收装置的控制方法,采用了所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置,利用根据矿用电机车的实际应用场合,根据电机车处于上下坡状态,控制器通过通信线控制变频器切换驱动电机的电动状态或发电状态,同时,控制器通过CAN总线读取电池组2的BMS剩余电量信息(SOC),从而控制双向DC-DC变换器的状态,对驱动电机、电池组1和电池组2的电状态切换并实现能量回收。

[0012] 所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置的控制方法,具体包括:

[0013] 当电机车处于上坡阶段,若电池组2的SOC大于20%且小于100%,则控制双向DC-DC变换器处于升压状态,即能量由双向DC-DC变换器的AB侧向CD侧流动,为确保电池组2工作时,电池组1处于自然关断状态,控制双向DC-DC变换器的输出电压 U_{cd} 略高于电池组1两端的电压,使电力二极管VR处于反向阻断状态;

[0014] 当电机车处于上坡阶段,若电池组2的SOC电量大于0,且低于20%时,控制双向DC-DC变换器停止工作,由于双向DC-DC变换器停止工作之前输出电压略高于电池组1的电压,因此,驱动电机所需的能量自然由双向DC-DC变换器切换到由电池组1提供,实现平稳过渡;

[0015] 当电机车处于下坡阶段,且电池组2的电量大于0且低于100%时,控制器控制变频器工作在制动发电状态,同时控制双向DC-DC变换器工作在降压状态,根据电池组2的电量不同,在充电电流和充电电压不超过允许值的情况下,以维持母线电压恒定为控制目标,保持母线电压值大于电池组1的端电压,双向DC-DC变换器根据电池组2剩余电量状态和回馈能量的大小,采用恒流或恒压控制策略,将电机车下坡运行产生的电能储存到电池组2中,实现电能的回收;若电机车下坡产生的电能的功率大于电池组2的最大回收能力,通过控制VT3的导通,并通过控制其导通占空比,将多余的能量动态的通过电阻R2消耗掉,维持直流电压的稳定;

[0016] 当电机车处于下坡阶段,若电池组2中电量达到100%后,控制双向DC-DC变换器停止工作,同时通过485+和485-给变频器发送给指令,将电机仍控制在发电状态,产生的电能消耗在变频器内部的制动电阻上,实现能耗制动。

[0017] 本发明的有益效果是:

[0018] 1. 本发明创造性的设置具有双向DC-DC变换器电路的分解电池式矿用电机车能量回收装置,实现了分解电池式矿用电机车能量回收;

[0019] 2. 本发明创造性设置具有双向DC-DC变换器电路的分解电池式矿用电机车能量回收装置,利用根据矿用电机车的实际应用场合,根据电机车处于上下坡状态,控制器通过通信线控制变频器切换驱动电机的电动状态或发电状态,同时,控制器通过CAN总线读取电池组2的BMS剩余电量信息(SOC),从而控制双向DC-DC变换器的状态,对驱动电机、电池组1和电池组2的电状态切换并实现能量回收。

附图说明:

[0020] 附图1是本发明分解电池式矿用电机车能量回收装置电路图;

[0021] 附图2是双向DC-DC变换器电路图;

具体实施方式:

[0022] 在本发明的描述中具体细节仅仅是为了能够充分理解本发明的实施例,但是作为

本领域的技术人员应该知道本发明的实施并不限于这些细节。另外，公知的结构和功能没有被详细的描述或者展示，以避免模糊了本发明实施例的要点。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0023] 本发明的具体实施方式：

[0024] 为了更好的理解本发明特以具体的实施例进行说明，值得强调的是该实施例的效果与本发明保护范围内的各种实施例，包括各自试剂及试剂的含量配比无实质性差异，均能够实现本发明所描述的效果及解决上述问题，其他组合在此不做累述；

[0025] 作为本发明的实施例：

[0026] 分解电池式矿用电机车能量回收装置，包括电池组1和电池组2，所述电池组1的端电压 U_1 大于电池组2的端电压 U_2 ，所述电池组1的端电压 U_1 满足变频器对直流母线电压的要求，

[0027] 所述电池组1输出的正极端(+)连接功率二极管的阳极，二极管的阴极连接变频器直流母线正极端P，同时连接双向DC-DC变换器的C端，变频器的输出端连接电机车驱动电机；电池组1的负极端直接连接变频器的直流母线N端同时并联连接至双向DC-DC装置的D端；

[0028] 作为本发明的创造性的设置，本发明双向DC-DC变换器具有独创的电路连接结构，具体的：所述的双向DC-DC变换器的A端连接电感L的一端，电感L的另一端连接电阻R1，电阻R1的另一端设置有功率器件VT1的发射极、电阻R2的一端和功率器件VT2的集电极；所述VT1的集电极连接C端，VT2的发射极同时连接B端和D端，电阻R2的另一端连接功率器件VT3集电极，其发射极连接D端，A端和B端之间并联电容C1，C端和D端之间并联电容C2，三个功率器件的栅极分别连接控制信号1、控制信号2和控制信号3。

[0029] 其中，所述的电池组2的输出的正极端(+)串联接入一个霍尔电流传感器后和负极端(-)分别连接双向DC-DC电路的A、B端，在A、B之间并联接入一个霍尔电压传感器，两个传感器的输出信号分别接入控制器的AD采样端1和AD采样端2。

[0030] 进一步地，所述的电池组1和电池组2均设有电池管理系统(BMS)装置，两个BMS与控制器通过CAN_H和CAN_L两根总线建立通信，采用CAN通讯协议。

[0031] 作为补充：所述的控制器与变频器之间通过485+和485-两根通信线建立通信。

[0032] 除此之外，本发明还包括分解电池式矿用电机车能量回收装置的控制方法，采用了上述的分解电池式矿用电机车能量回收装置，其核心在于：利用根据矿用电机车的实际应用场合，根据电机车处于上下坡状态，控制器通过通信线控制变频器切换驱动电机的电动状态或发电状态，同时，控制器通过CAN总线读取电池组2的BMS剩余电量信息(SOC)，从而控制双向DC-DC变换器的状态，对驱动电机、电池组1和电池组2的电状态切换并实现能量回收，从而解决了矿用电机车运行环境复杂，现有的机车能量回收不能适用的问题；

[0033] 所述的分解电池式矿用电机车能量回收装置的控制方法，具体的：

[0034] 当电机车处于上坡阶段，若电池组2的SOC大于20%且小于100%，则控制双向DC-DC变换器处于升压状态，即能量由双向DC-DC变换器的AB侧向CD侧流动，为确保电池组2工作时，电池组1处于自然关断状态，控制双向DC-DC变换器的输出电压 U_{cd} 略高于电池组1两端的电压，使电力二极管VR处于反向阻断状态；

[0035] 当电机车处于上坡阶段，若电池组2的SOC电量大于0，且低于20%时，控制双向DC-

DC变换器停止工作,由于双向DC-DC变换器停止工作之前输出电压略高于电池组1的电压,因此,驱动电机所需的能量自然由双向DC-DC变换器切换到由电池组1提供,实现平稳过渡;

[0036] 当电机车处于下坡阶段,且电池组2的电量大于0且低于100%时,控制器控制变频器工作在制动发电状态,同时控制双向DC-DC变换器工作在降压状态,根据电池组2的电量不同,在充电电流和充电电压不超过允许值的情况下,以维持母线电压恒定为控制目标,保持母线电压值大于电池组1的端电压,双向DC-DC变换器根据电池组2剩余电量状态和回馈能量的大小,采用恒流或恒压控制策略,将电机车下坡运行产生的电能储存到电池组2中,实现电能的回收;若电机车下坡产生的电能的功率大于电池组2的最大回收能力,通过控制VT3的导通,并通过控制其导通占空比,将多余的能量动态的通过电阻R2消耗掉,维持直流电压的稳定;

[0037] 当电机车处于下坡阶段,若电池组2中电量达到100%后,控制双向DC-DC变换器停止工作,同时通过485+和485-给变频器发送给指令,将电机仍控制在发电状态,产生的电能消耗在变频器内部的制动电阻上,实现能耗制动。

[0038] 作为本发明的进一步地优选实施方案,本发明为了实现利用根据矿用电机车的实际应用场合,根据电机车处于上下坡状态,控制器通过通信线控制变频器切换驱动电机的电动状态或发电状态的同时,能够实现恒压供电和恒流充电的切换,本发明的双向DC-DC变换器还可以采用控制策略,即根据双向DC-DC变换器所连接负载的特性,通过对比霍尔电流传感器采集的电流瞬时值和霍尔电压传感器的电压瞬时值,采用不同的控制方法,实现恒压供电和恒流充电的切换;从而采用恒流或恒压控制策略,实现分解电池式矿用电机车稳定的能量回收。

[0039] 具体地:所述双向DC-DC变换器采用控制策略为:

[0040] 当双向DC-DC变换器处于升压供电工作模式时,即能量由AB侧流向CD侧时,控制器控制VT1处于关断状态,通过控制VT2的导通时间和截至时间的比值(占空比),维持双向DC-DC变换器输出电压Ucd为恒定值,实现恒压供电;

[0041] 当双向DC-DC变换器处于降压充电工作模式时,即能量由CD侧流向AB侧时,控制器控制VT2处于关断状态,根据电池组2的BMS的充电要求,通过控制VT1的导通时间和截至时间的比值(占空比),完成对电池的恒压或恒流充电的切换。

[0042] 综上所述:

[0043] 1. 本发明创造性的设置具有双向DC-DC变换器电路的分解电池式矿用电机车能量回收装置,实现了分解电池式矿用电机车能量回收;

[0044] 2. 本发明创造性设置具有双向DC-DC变换器电路的分解电池式矿用电机车能量回收装置,利用根据矿用电机车的实际应用场合,根据电机车处于上下坡状态,控制器通过通信线控制变频器切换驱动电机的电动状态或发电状态,同时,控制器通过CAN总线读取电池组2的BMS剩余电量信息(SOC),从而控制双向DC-DC变换器的状态,对驱动电机、电池组1和电池组2的电能状态切换并实现能量回收。

[0045] 3. 本发明的双向DC-DC变换器还采用控制策略,即根据双向DC-DC变换器所连接负载的特性,通过对比霍尔电流传感器采集的电流瞬时值和霍尔电压传感器的电压瞬时值,采用不同的控制方法,实现恒压供电和恒流充电的切换,进而采用恒流或恒压控制策略,实现分解电池式矿用电机车能量回收。

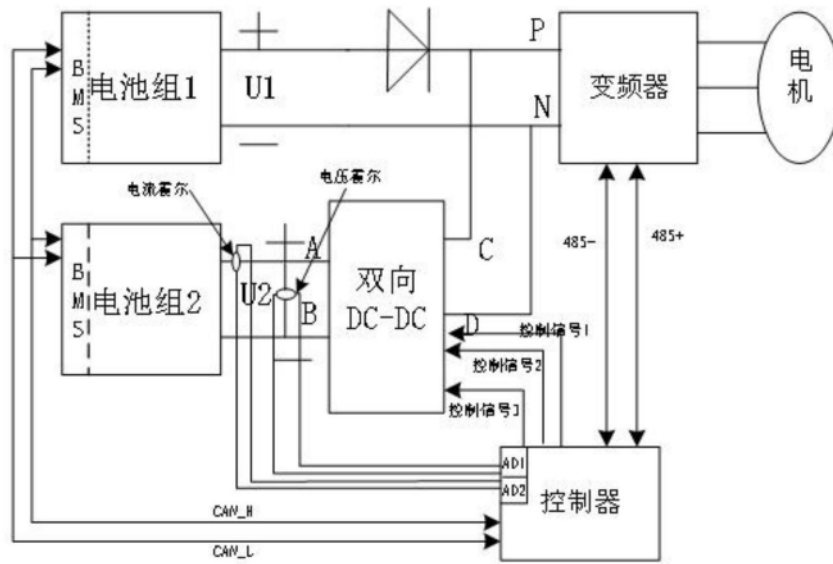


图1

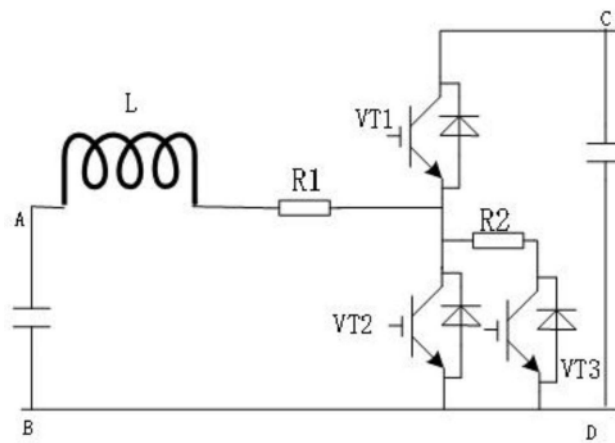


图2