



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109823187 B

(45) 授权公告日 2020.12.29

(21) 申请号 201711184169.7

(22) 申请日 2017.11.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109823187 A

(43) 申请公布日 2019.05.31

(73) 专利权人 株洲中车时代电气股份有限公司
地址 412001 湖南省株洲市石峰区时代路
169号

(72) 发明人 袁文焯 张路军 侯小龙 许义景
陈新濂 李锐 肖健 夏文杰
乔显华

(74) 专利代理机构 北京聿华联合知识产权代理
有限公司 11611
代理人 李哲伟 张文娟

(51) Int.Cl.

B60L 7/14 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 106042957 A, 2016.10.26
- CN 104691343 A, 2015.06.10
- CN 202080279 U, 2011.12.21
- CN 106347140 A, 2017.01.25
- CN 103153683 A, 2013.06.12
- CN 107031412 A, 2017.08.11
- CN 206317824 U, 2017.07.11
- EP 2578435 A1, 2013.04.10

审查员 段丽丽

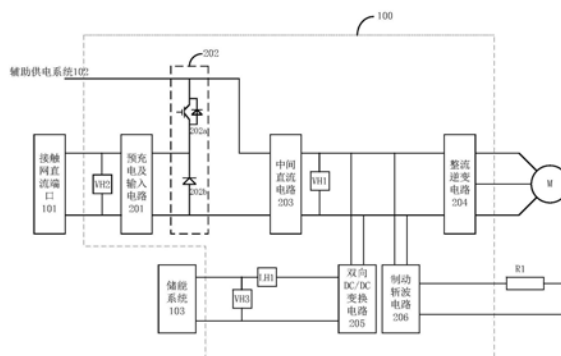
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种电制动能量回馈系统

(57) 摘要

一种电制动能量回馈系统,其包括:整流逆变电路,其用于在牵引工况下将接收到的直流电逆变为相应的交流电以驱动牵引电机运行,还用于在制动工况下将牵引电机产生的交流电整流为相应的直流电;中间直流电路,其用于与辅助供电系统连接以向辅助供电系统传输电能;第一电压检测电路,其用于检测中间直流电路的正负极电压,得到第一电压信号;双向DC/DC变换电路和/或再生控制电路;电能流向控制电路,其用于根据第一电压信号控制双向DC/DC变换电路和/或再生控制电路的运行状态。本系统使得车辆能够在分区间的线路运行时能够最大程度地将电制动能量回收,并且尽可能少的由制动电阻消耗,进而使车辆以及整个交通系统更加节能环保。



1. 一种电制动能量回馈系统,其特征在于,所述系统包括:

整流逆变电路(204),其与牵引电机连接,用于在牵引工况下将接收到的直流电逆变为相应的交流电以驱动所述牵引电机运行,还用于在制动工况下将所述牵引电机产生的交流电整流为相应的直流电;

中间直流电路(203),其与所述整流逆变电路(204)连接,还用于与辅助供电系统(102)连接以向所述辅助供电系统(102)传输电能;

第一电压检测电路(VH1),其与所述中间直流电路(203)连接,用于检测所述中间直流电路(203)的正负极电压,得到第一电压信号;

双向DC/DC变换电路(205)和/或再生控制电路(202),所述双向DC/DC变换电路,其与所述中间直流电路(203)连接,用于根据实际工况将所述中间直流电路(203)传输来的电能进行电压转换后传输至与之连接的储能系统(103),或是将所述储能系统(103)提供的电能进行电压转换后传输至所述中间直流电路(203);所述再生控制电路(202),其与所述中间直流电路(203)连接,还用于与接触网直流端口(101)连接,用于导通或断开所述中间直流电路(203)与接触网直流端口(101)之间的导电回路;

第二电压检测电路(VH2),其与所述再生控制电路(202)连接,用于检测所述接触网直流端口(101)的正负极电压,得到第二电压信号;

第三电压检测电路(VH3),其与所述双向DC/DC变换电路(205)连接,用于检测所述双向DC/DC变换电路(205)靠近储能系统(103)侧的端口之间的电压,得到第三电压信号;

电能流向控制电路,其与所述第一电压检测电路(VH1)、第二电压检测电路(VH2)、第三电压检测电路(VH3)以及双向DC/DC变换电路(205)和/或再生控制电路(202)连接,用于根据所述第一电压信号来确定牵引电机所提供的电能的具体流向,控制所述双向DC/DC变换电路(205)、再生控制电路(202)和制动斩波电路(206)的运行状态;根据所述第二电压信号来确定车辆的运行状态,判断车辆运行在有接触网的线路段还是运行在无接触网的线路段;根据所述第三电压信号确定所述储能系统的充电状态;

制动斩波电路(206),其与所述电能流向控制电路连接,用于在所述电能流向控制电路的控制下导通或断开所述中间直流电路(203)与制动电阻(R1)之间的导电回路。

2. 如权利要求1所述的电制动能量回馈系统,其特征在于,当车辆处于制动工况时,所述电能流向控制电路配置为判断所述第一电压信号是否小于或等于第一预设电压阈值,如果是,则控制所述双向DC/DC变换电路、再生控制电路和制动斩波电路处于非工作状态,以使得所述中间直流电路所接收到的电能全部传输至所述辅助供电系统。

3. 如权利要求2所述的电制动能量回馈系统,其特征在于,在车辆处于制动工况时,如果所述第一电压信号大于所述第一预设电压阈值但小于或等于第二预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制所述双向DC/DC变换电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统无法消耗的电能进行电压转换后传输至所述储能系统,以对所述储能系统进行充电。

4. 如权利要求2所述的电制动能量回馈系统,其特征在于,在车辆处于制动工况时,如果所述第一电压信号大于所述第一预设电压阈值且小于或等于第二预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制所述再生控制电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统无法消耗的电能传输至所述接触网直流端口。

5. 如权利要求1所述的电制动能量回馈系统,其特征在于,所述电能流向控制电路配置为判断所述第二电压信号是否大于零,如果是,则进一步判断所述第一电压信号是否大于第二预设电压阈值,其中,如果是,则配置为控制再生控制电路导通所述中间直流电路与接触网直流端口之间的导电回路,以使得所述再生控制电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统和储能系统无法消耗的电能传输至所述接触网直流端口。

6. 如权利要求1所述的电制动能量回馈系统,其特征在于,如果所述第二电压信号不大于零但所述第一电压信号大于第二预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制所述制动斩波电路导通所述中间直流电路与制动电阻之间的导电回路,从而使得所述制动电阻消耗所述中间直流电路提供的、所述辅助供电系统和储能系统无法消耗的电能。

7. 如权利要求1或6所述的电制动能量回馈系统,其特征在于,如果所述第二电压信号大于零,所述电能流向控制电路配置为判断所述第一电压信号是否大于第二预设电压但小于或等于第三预设电压阈值,如果是,则配置为控制再生控制电路导通所述中间直流电路与接触网直流端口之间的导电回路,以使得所述再生控制电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统和储能系统无法消耗的电能传输至所述接触网直流端口。

8. 如权利要求7所述的电制动能量回馈系统,其特征在于,如果所述第二电压信号大于零且所述第一电压信号大于第三预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制再生控制电路断开所述中间直流电路与接触网直流端口之间的导电回路,并控制所述制动斩波电路导通所述中间直流电路与制动电阻之间的导电回路,从而使得所述制动电阻消耗所述中间直流电路提供的、所述辅助供电系统和储能系统无法消耗的以及接触网无法吸收的电能。

一种电制动能量回馈系统

技术领域

[0001] 本发明涉及城市轨道交通技术领域,具体地说,涉及一种电制动能量回馈系统。

背景技术

[0002] 低地板有轨电车是现代城市新型交通装备,其在城市现有道路即可铺设线路,具有绿色环保、噪声低等优点,是当今世界最先进的城市交通系统之一。

[0003] 以低地板有轨电车为代表的某些新型城市轨道交通系统为了不过多的影响城市景观,通常采用分区间供电的方式(即有网供电和无网供电的并存方式)。因此列车在有网供电和无网供电两种线路之间自由运行时,对能量的最优利用就变得尤为重要。

发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供了一种电制动能量回馈系统,所述系统包括:

[0005] 整流逆变电路,其用于与牵引电机连接,用于在牵引工况下将接收到的直流电逆变为相应的交流电以驱动所述牵引电机运行,还用于在制动工况下将所述牵引电机产生的交流电整流为相应的直流电;

[0006] 中间直流电路,其与所述整流逆变电路连接,还用于与辅助供电系统连接以向所述辅助供电系统传输电能;

[0007] 第一电压检测电路,其与所述中间直流电路连接,用于检测所述中间直流电路的正负极电压,得到第一电压信号;

[0008] 双向DC/DC变换电路和/或再生控制电路,所述双向DC/DC变换电路与所述中间直流电路连接,用于根据实际工况将所述中间直流电路传输来的电能进行电压转换后传输至与之连接的储能系统,或是将所述储能系统提供的电能进行电压转换后传输至所述中间直流电路,所述再生控制电路与所述中间直流电路和电能流向控制电路连接,还用于与接触网直流端口连接,用于在所述电能流向控制电路的控制下导通或断开所述中间直流电路与接触网直流端口之间的导电回路;

[0009] 电能流向控制电路,其与所述第一电压检测电路以及双向DC/DC变换电路和/或再生控制电路连接,用于根据所述第一电压信号控制所述双向DC/DC变换电路和/或再生控制电路的运行状态。

[0010] 根据本发明的一个实施例,当车辆处于制动工况时,所述电能流向控制电路配置为判断所述第一电压信号是否小于或等于第一预设电压阈值,其中,如果是,则控制所述双向DC/DC变换电路和/或再生控制电路处于非工作状态,以使得所述中间直流电路所接收到的电能全部传输至所述辅助供电系统。

[0011] 根据本发明的一个实施例,在车辆处于制动工况时,如果所述第一电压信号大于所述第一预设电压阈值但小于或等于第二预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制所述双向DC/DC变换电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统无法消耗的电能进行电压转换后传输至所述储能系统,以对所述储能系统进行充电。

[0012] 根据本发明的一个实施例,在车辆处于制动工况时,如果所述第一电压信号大于所述第一预设电压阈值但小于或等于第二预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制所述再生控制电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统无法消耗的电能传输至所述接触网直流端口。

[0013] 根据本发明的一个实施例,所述系统还包括:

[0014] 第三电压检测电路,其与所述双向DC/DC变换电路和电能流向控制电路连接,用于检测所述双向DC/DC变换电路靠近储能系统侧的端口之间的电压,得到第三电压信号,并将所述第三电压信号传输至所述电能流向控制电路;

[0015] 所述电能流向控制电路配置为根据所述第三电压信号确定所述储能系统的充电状态。

[0016] 根据本发明的一个实施例,所述系统还包括:

[0017] 第二电压检测电路,其与所述再生控制电路和电能流向控制电路连接,用于检测所述接触网直流端口的正负极电压,得到第二电压信号,并将所述第二电压信号传输至所述电能流向控制电路。

[0018] 根据本发明的一个实施例,所述电能流向控制电路配置为判断所述第二电压信号是否大于零,如果是,则进一步判断所述第一电压信号是否大于第二预设电压阈值,其中,如果是,则配置为控制再生控制电路导通所述中间直流电路与接触网直流端口之间的导电回路,以使得所述再生控制电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统和储能系统无法消耗的电能传输至所述接触网直流端口。

[0019] 根据本发明的一个实施例,所述系统还包括:

[0020] 制动斩波电路,其与所述电能流向控制电路连接,用于在所述电能流向控制电路的控制下导通或断开所述中间直流电路与制动电阻之间的导电回路。

[0021] 根据本发明的一个实施例,如果所述第二电压信号不大于零但所述第一电压信号大于第二预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制所述制动斩波电路导通所述中间直流电路与制动电阻之间的导电回路,从而使得所述制动电阻消耗所述中间直流电路提供的、所述辅助供电系统和储能系统无法消耗的电能。

[0022] 根据本发明的一个实施例,如果所述第二电压信号大于零,所述电能流向控制电路配置为判断所述判断所述第一电压信号是否大于第二预设电压但小于或等于第三预设电压阈值,如果是,则配置为控制再生控制电路导通所述中间直流电路与接触网直流端口之间的导电回路,以使得所述再生控制电路将所述中间直流电路提供的辅助供电系统和储能系统无法消耗的电能传输至所述接触网直流端口。

[0023] 根据本发明的一个实施例,如果所述第二电压信号大于零且所述第一电压信号大于第三预设电压阈值,所述电能流向控制电路则配置为控制再生控制电路断开所述中间直流电路与接触网直流端口之间的导电回路,并控制所述制动斩波电路导通所述中间直流电路与制动电阻之间的导电回路,从而使得所述制动电阻消耗所述中间直流电路提供的、所述辅助供电系统和储能系统无法消耗的以及接触网无法吸收的电能。

[0024] 本发明所提供的电制动能量回馈系统基于车辆所处的线路段来采用不同的方式来控制牵引电机所产生的电能的流向,从而使得车辆能够在分区间的线路运行时最大程度地将电制动能量回收,并且尽可能少的由制动电阻消耗,进而使车辆以及整个交通系统更

加节能环保。

[0025] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0026] 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的附图做简单的介绍:

[0027] 图1是根据本发明一个实施例的电制动能量回馈系统的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 以下将结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题,并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是,只要不构成冲突,本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以相互结合,所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0029] 同时,在以下说明中,出于解释的目的而阐述了许多具体细节,以提供对本发明实施例的彻底理解。然而,对本领域的技术人员来说显而易见的是,本发明可以不用这里的具体细节或者所描述的特定方式来实施。

[0030] 为了使得诸如储能式低地板有轨电车在分区间供电的线路运行时可以最大程度地将电制动能量回收而尽可能少的消耗在制动电阻上,从而使得整个交通系统更加节能环保,本实施例提供了一种新的电制动能量回馈系统。

[0031] 图1示出了本实施例中该电制动能量回馈系统的结构示意图。

[0032] 如图1所示,本实施例所提供的电制动能量回馈系统100优选地包括:预充电及输入电路201、再生控制电路202、中间直流电路203、整流逆变电路204、双向DC/DC变换电路205以及电能流向控制电路(图中未示出)。其中,预充电及输入电路201用于与接触网直流端口101连接,以接收接触网直流端口101所传输来的直流电或是向接触网直流端口101回馈直流电。预充电及输入电路201能够对所接收到的直流电进行预充电处理以及其它相关处理(例如滤波等),并将处理后的直流电传输至与之连接的相关电路。

[0033] 本实施例中,再生控制电路202连接在预充电及输入电路201与中间直流电路203之间,同时,其还与电能流向控制电路连接。再生控制电路202能够在电能流向控制电路的控制下导通或断开预充电及输入电路201与中间直流电路203之间的导电回路。

[0034] 其中,当预充电及输入电路201与中间直流电路203之间的导电回路导通时,接触网直流端口101所提供的直流电也就可以通过预充电及输入电路201和再生控制电路202传输至中间直流电路203,或是中间直流电路203所提供的直流电可以通过再生控制电路202和预充电及输入电路201回馈至接触网直流端口101。

[0035] 而当预充电及输入电路201与中间直流电路203之间的导电回路断开时,接触网直流端口101所提供的直流电也就无法传输至车辆的后续电路中,或是车辆所生成的直流电也就无法回馈至接触网直流端口101。

[0036] 如图1所示,本实施例中,再生控制电路202优选地包括:IGBT模块202a和二极管

202b。其中，二极管202b的正极和负极分别与预充电及输入电路201的输出端负极和正极对应连接，即二极管202b反相连接在预充电及输入电路201的输出端正负极之间。同时，二极管202b的正极还与中间直流电路203的负极连接。

[0037] IGBT模块202a的发射极与预充电及输入电路201的输出端正极(即二极管202b的负极)连接，集电极与中间直流电路的正极连接，栅极与电能流向控制电路连接。电能流向控制电路通过控制IGBT模块202a的通断状态，也就可以控制再生控制电路202导通或断开预充电及输入电路201与中间直流电路203之间的导电回路。

[0038] 本实施例中，当接触网直流端口101的电压大于中间直流回路203的电压时，由于IGBT模块202a中续流二极管的存在，因此此时再生控制电路202也就相当于常闭状态，接触网直流端口101所提供的电能将通过续流二极管传输至中间直流电路203。而当接触网直流端口101的电压小于中间直流回路203的电压时，此时IGBT模块202a中续流二极管正负极之间的电压将为反相电压，续流二极管也就处于截止状态，因此此时电能流向控制电路也可以通过控制IGBT元件的开关状态来导通或断开接触网直流端口101与中间直流电路203之间的导电回路。

[0039] 当然，在本发明的其它实施例中，再生控制电路202还可以采用其它合理的电路形式或其它可控开关器件来实现，本发明不限于此。

[0040] 如图1所示，本实施例中，中间直流电路203还与辅助供电系统102连接，这样辅助供电系统102也就等效于与再生控制电路202的输出端连接。这样中间直流电路203或接触网直流端口101也就能够向辅助供电系统203提供辅助负载运行所需的电能。

[0041] 中间直流电路203连接在再生控制电路202与整流逆变电路204之间，其优选地包括支撑电容等。当车辆处于牵引工况时，整流逆变电路204能够将中间直流电路203所传输来的直流电逆变为相应的交流电并传输至与之连接的牵引电机M，以驱动牵引电机M运行。而当车辆处于制动工况时，牵引电机M将会作为发电机生成交流电并将该交流电传输至与之连接的整流逆变电路204，此时整流逆变电路204会将牵引电机M所传输来的交流电整流为相应的直流电并传输至中间直流电路203。

[0042] 本实施例中，双向DC/DC变换电路205的一端与中间直流电路203连接，另一端与储能系统103连接，双向DC/DC变换电路205还与电能流向控制电路连接。双向DC/DC变换电路205能够根据实际工况在电能流向控制电路的控制下将中间直流电路所传输来的电能进行电压转换后传输至与之连接的储能系统103来为储能系统103充电。双向DC/DC变换电路205还能够根据实际工况在电能流向控制电路的控制下将储能系统103所传输来的直流电进行电压转换后传输至与之连接的中间直流电路，从而为辅助供电系统102和/或牵引电机M提供电能。

[0043] 此外，如图1所示，可选地，本实施例中，该系统还可以包含制动斩波电路206。制动斩波电路206与电能流向控制电路连接，其能够在电能流向控制电路的控制下导通或断开中间直流电路203与制动电阻R1之间的导电回路。其中，如果中间直流电路203与制动电阻R1之间的导电回路导通，那么中间直流电路203所提供的电能将部分地或全部地传输至制动电路R1，并由制动电阻R1转换热量而消耗。

[0044] 具体地，本实施例中，该系统还包括有：第一电压检测电路VH1、第二电压检测电路VH2、第三电压检测电路VH3以及第一电流检测电路LH1。其中，第一电压检测电路VH1与中间

直流电路203连接,其能够检测中间直流电路203的正负极电压,并将得到的第一电压信号传输至与之连接的电能流向控制电路。

[0045] 第二电压检测电路VH2与再生控制电路201和电能流向控制电路连接,其能够检测再生控制电路201输入端正负极电压(即接触网直流端口的正负极电压),并将得到的第二电压信号传输至与之连接的电能流向控制电路。

[0046] 第三电压检测电路VH3与双向DC/DC变换电路205连接,其能够检测双向DC/DC变换电路205靠近储能系统103侧的正负极端口之间的电压(即储能系统103的正负极电压),并将得到的第三电压信号传输至与之连接的电能流向控制电路。而第一电流检测电路则串联在储能系统103与双向DC/DC变换电路205的导电回路中,其能够检测流向储能系统103的电流或是储能系统103输出的电流,并将得到的第一电流信号传输至与之连接的电能流向控制电路。

[0047] 本实施例中,电能流向控制电路优选地根据上述第二电压信号来确定车辆的运行状态,即判断车辆是否运行在有接触网的线路段。具体地,本实施例中,如果第二电压信号大于零,那么电能流向控制电路也就可以判断出此时车辆运行在有接触网的线路段,否则也就可以判断出此时车辆运行在无接触网的线路段。

[0048] 如果车辆运行在有接触网的线路段,当车辆处于制动工况时,牵引电机M将会生成交流电并将该交流电传输至与之连接的整流逆变电路204。此时整流逆变电路204将作为整流电路来将牵引电机M所传输来的交流电整流为相应的直流电。此时整流逆变电路204靠近中间直流电路203侧的正负极端口之间(即中间直流电路203靠近整流逆变电路204侧的正负极端口之间)将会存在电压差。第一电压检测电路将会检测到该电压差,并将所得第一电压信号传输至与之连接的电能流向控制电路。

[0049] 电能流向控制电路在接收到上述第一电压信号后,会根据第一电压信号来确定牵引电机M所提供的电能的具体流向。具体地,本实施例中,电能流向控制电路会判断第一电压信号是否小于或等于第一预设电压阈值。

[0050] 其中,如果第一电压信号小于或等于第一预设电压阈值,那么则表示此时牵引电机M所产生的电能能够被辅助供电系统102全部消耗,因此此时电能流向控制电路也就会控制双向DC/DC变换电路205、再生控制电路202以及制动斩波电路206处于非工作状态,这样中间直流电路203与辅助供电系统102之间的导电回路将处于导通状态,而储能系统103与整流逆变电路204之间的导电回路、中间直流电路203与预充电及输入电路201之间的导电回路以及整流逆变电路204与制动电阻R1之间的导电回路将均处于断开状态,从而使得牵引电机M所产生的电能全部传输至辅助供电系统102,以为辅助供电系统102供电。

[0051] 而如果第一电压信号大于第一预设电压阈值,那么则表示此时辅助供电系统102无法全部消耗掉牵引电机M所产生的电能,本实施例中,电能流向控制电路将会进一步判断第一电压信号是否小于或等于第二预设电压阈值。

[0052] 其中,如果第一电压信号大于第一预设电压阈值但小于或等于第二预设电压阈值,那么此时电能流向控制电路将控制双向DC/DC变换电路205处于工作状态,并且控制再生控制电路202以及制动斩波电路206处于非工作状态。这样中间直流电路203与辅助供电系统102之间的导电回路以及储能系统103与整流逆变电路204之间的导电回路将会处于导通状态,而中间直流电路203与预充电及输入电路201之间的导电回路以及整流逆变电路

204与制动电阻R1之间的导电回路将均处于断开状态,从而使得双向DC/DC变换电路205能够将牵引电机M所产生的、辅助供电系统102无法消耗的电能通过降压斩波的方式传输至储能系统103,以由储能系统103进行存储。

[0053] 如果第一电压信号大于第二预设电压阈值但小于或等于第三预设电压阈值,那么此时电能流向控制电路将控制双向DC/DC变换电路205以及再生控制电路202处于工作状态,并且制动斩波电路206处于非工作状态。这样中间直流电路203与辅助供电系统102之间的导电回路、储能系统103与整流逆变电路204之间的导电回路以及中间直流电路203与预充电及输入电路201之间的导电回路将会处于导通状态,而整流逆变电路204与制动电阻R1之间的导电回路将均处于断开状态,从而使得预充电及输入电路201能够将牵引电机M所产生的、辅助供电系统102和储能系统103无法消耗的电能传输至接触网直流端口101,以由储能系统103存储部分电能,并将部分电能回馈至接触网。

[0054] 具体地,本实施例中,电能流向控制电路优选地根据第三电压信号和/或第一电流信号来判断储能系统103的能量存储状态(例如充电完成比例等)。当然,在本发明的其它实施例中,电能流向控制电路还可以采用其它合理方式来确定储能系统103的能量存储状态,本发明不限于此。

[0055] 如果第一电压信号大于第三预设电压阈值,那么此时电能流向控制电路将控制双向DC/DC变换电路205、再生控制电路202和制动斩波电路206均处于工作状态。这样中间直流电路203与辅助供电系统102之间的导电回路、储能系统103与整流逆变电路204之间的导电回路、中间直流电路203与预充电及输入电路201之间的导电回路以及整流逆变电路204与制动电阻R1之间的导电回路都将会处于导通状态,从而使得双向DC/DC变换电路205能够将牵引电机M所产生的、辅助供电系统102和储能系统103无法消耗的以及接触网无法吸收的电能传输至制动斩波电路206,从而最终由制动电阻R1将剩余的电能转换为热能消耗掉。

[0056] 如果车辆运行在无接触网的线路段,当车辆处于制动工况时,牵引电机M同样会生成交流电并将该交流电传输至与之连接的整流逆变电路204。此时整流逆变电路204将作为整流电路来将牵引电机M所传输来的交流电整流为相应的直流电。此时整流逆变电路204靠近中间直流电路203侧的正负极端口之间(即中间直流电路203靠近整流逆变电路204侧的正负极端口之间)将同样会存在电压差。第一电压检测电路将会检测到该电压差,并将所得到的第一电压信号传输至与之连接的电能流向控制电路。

[0057] 电能流向控制电路在接收到上述第一电压信号后,会根据第一电压信号来确定牵引电机M所提供的电能的具体流向。具体地,本实施例中,电能流向控制电路会判断第一电压信号是否小于或等于第一预设电压阈值。

[0058] 其中,本实施例中,当第一电压信号小于或等于第一预设电压阈值、或是第一电压信号大于第一预设电压阈值但小于或等于第二电压阈值时,电能流向控制电路控制各个电路的原理以及过程与上述车辆运行在有接触网的线路段时第一电压信号小于或等于第一预设电压阈值、或是第一电压信号大于第一预设电压阈值但小于或等于第二电压阈值时电能流向控制电路的具体控制方式相同,故在此故在对该内容进行赘述。

[0059] 如果第一电压信号大于第二预设电压阈值,由于车辆运行在无接触网的线路段,此时牵引电机M所产生的辅助供电系统102以及储能系统103无法消耗的电能也就无法通过回馈至接触网而消耗掉,因此本实施例中,电能流向控制电路会控制双向DC/DC变换电路

205和制动斩波电路206均处于工作状态。这样中间直流电路203与辅助供电系统102之间的导电回路、储能系统103与整流逆变电路204之间的导电回路以及整流逆变电路204与制动电阻R1之间的导电回路将会处于导通状态,从而使得双向DC/DC变换电路205能够将牵引电机M所产生的、辅助供电系统102和储能系统103无法消耗的电能传输至制动斩波电路206,最终由制动电阻R1将剩余的电能转换为热能消耗掉。

[0060] 需要指出的是,在本发明的不同实施例中,上述第一预设电压阈值、第二预设电压阈值以及第三预设电压阈值可以根据实际工况配置为不同的合理值,同时,对于有接触网运行和无接触网运行工况两种状态,上述第一预设电压阈值、第二预设电压阈值以及第三预设电压阈值也可以根据实际需要配置为不同的合理值,本发明不限于此。

[0061] 同时,需要指出的是,在本发明的其它实施例中,上述电制动能量回馈系统还可以仅包含再生控制电路和双向DC/DC变换电路中的一个,本发明同样不限于此。例如,在本发明的一个实施例中,该电制动能量回馈系统还可以不配置双向DC/DC变换电路以及相关储能系统,这样在车辆处于制动工况时,如果第一电压信号大于第一预设电压阈值但小于或等于第二预设电压阈值,电能流向控制电路则配置为控制再生控制电路将中间直流电路提供的辅助供电系统无法消耗的电能传输至接触网直流端口,以反馈至接触网。

[0062] 此外,在本发明的其它实施例中,双向DC/DC变换电路205和/或再生控制电路202可以根据实际需要选配。

[0063] 从上述描述中可以看出,本实施例所提供的电制动能量回馈系统基于车辆所处的线路段来采用不同的方式来控制牵引电机所产生的电能的流向,从而使得车辆能够在分区间的线路运行时能够最大程度地将电制动能量回收,并且尽可能少的由制动电阻消耗,进而使车辆以及整个交通系统更加节能环保。

[0064] 应该理解的是,本发明所公开的实施例不限于这里所公开的特定结构或处理步骤,而应当延伸到相关领域的普通技术人员所理解的这些特征的等同替代。还应当理解的是,在此使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,而并不意味着限制。

[0065] 说明书中提到的“一个实施例”或“实施例”意指结合实施例描述的特定特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此,说明书通篇各个地方出现的短语“一个实施例”或“实施例”并不一定均指同一个实施例。

[0066] 虽然上述示例用于说明本发明在一个或多个应用中的原理,但对于本领域的技术人员来说,在不背离本发明的原理和思想的情况下,明显可以在形式上、用法及实施的细节上作各种修改而不用付出创造性劳动。因此,本发明由所附的权利要求书来限定。

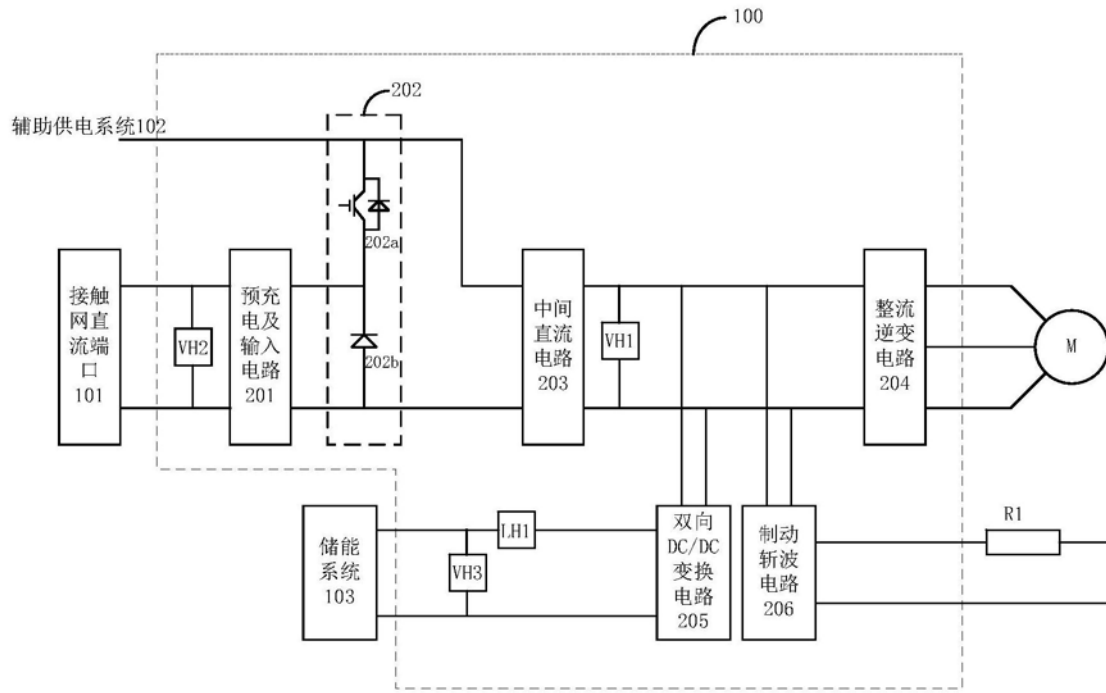


图1