



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109336005 A

(43)申请公布日 2019.02.15

(21)申请号 201811240187.7

(22)申请日 2018.10.24

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 童哲铭 陈鑫 童水光

(74)专利代理机构 杭州天昊专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33283

代理人 何碧珩

(51)Int.Cl.

B66F 9/075(2006.01)

B66F 9/24(2006.01)

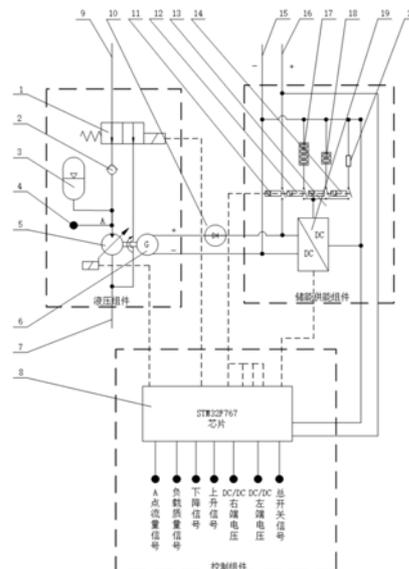
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种电动叉车用外接节能装置及节能控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,包括液压组件、储能供能组件、控制组件;液压组件与储能供能组件连接;控制组件与储能供能组件连接;控制组件控制液压组件和储能供能组件中的元件;储能供能组件为控制组件提供所需电源;本发明外接节能装置只有四根引出线,通过在原系统上连接外接节能装置,简化了原系统的改造,避免了直接利用原系统进行节能改造方法对原系统电路或原系统装置性能产生影响;并且配有节能装置总开关,可以一键关断,操作简单方便;在叉车下降时采用蓄能器-超级电容联合回收能量,上升启动时超级电容-蓄电池联合放电,通过三种联合能量源节能方法,提高了回收效率,适应不同工况。



1. 一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,包括液压组件、储能供能组件、控制组件;液压组件与储能供能组件连接;控制组件与储能供能组件连接;控制组件控制液压组件和储能供能组件中的元件;储能供能组件为控制组件提供所需电源;

所述液压组件包括第一液压引出线、第二液压引出线、二位二通电磁换向阀、单向阀、蓄能器、流量计、单作用电控变量马达、发电机;第一液压引出线与二位二通电磁换向阀相连;二位二通电磁换向阀通过单向阀与单作用电控变量马达相连;二位二通电磁换向阀连接第二液压引出线;蓄能器和流量计并联连接在单向阀与单作用电控变量马达进油口之间;单作用电控变量马达出油口连接第二液压引出线;单作用电控变量马达旋转机构与发电机相连,带动发电机旋转;

所述储能供能组件包括电气正极引出线、电气负极引出线、DC/DC双向升降压直流变换器、第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器、第一超级电容、第二超级电容、制动电阻;电气负极引出线与节能装置中所有电气元件的负极相连;电气正极引出线通过第一继电器与DC/DC双向升降压直流变换器相连;DC/DC双向升降压直流变换器通过第二继电器、第三继电器、第四继电器分别与第一超级电容、第二超级电容、制动电阻相连;

所述控制组件包括控制器;控制器主要由控制芯片STM32F767和数字量I/O输入/输出接口、模拟I/O输入/输出接口构成。

2. 根据权利要求1所述的一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,液压组件通过二极管与储能供能组件连接,储能供能组件通过电气正极引出线与电气负极引出线与控制器的连接。

3. 根据权利要求1所述的一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,控制器接收流量信号、负载质量信号、下降信号、上升信号、DC/DC双向升降压直流变换器左端电压、DC/DC双向升降压直流变换器右端电压和总开关信号;控制器输出控制信号控制DC/DC双向升降压直流变换器、第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器、二位二通电磁换向阀和单作用电控变量马达。

4. 根据权利要求1所述的一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,蓄能器为气体式蓄能器。

5. 根据权利要求1所述的一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,在充电过程时,DC/DC双向升降压直流变换器将发电机端电压或蓄电池接线处电压变换为第一超级电容或第二超级电容合适的充电电压;超级电容放电时,DC/DC双向升降压直流变换器将超级电容端电压变换为合适的电压后再进行供电。

6. 根据权利要求1所述的一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,DC/DC双向升降压直流变换器采用控制器发出PWM方式控制电压变换。

7. 根据权利要求1所述的一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,通过检测DC/DC双向升降压直流变换器右端电压,判断第一超级电容是否达到额定电压,即第一超级电容是否充满,当第一超级电容充满时,控制器控制第二继电器断开,闭合第三继电器,从而对第二超级电容充电。

8. 根据权利要求1所述的一种电动叉车用外接节能装置,其特征在于,控制器控制第一继电器、第二继电器、第三继电器和第四继电器完成电流的通断与电流的流向;

第二继电器、第三继电器和第四继电器分别控制第一超级电容、第二超级电容和制动

电阻的电路通断。

9. 一种电动叉车用外接节能装置的节能控制方法,其特征在于,该方法采用权利要求1-8中任一项所述的电动叉车用外接节能装置,包括控制器对液压组件的节能控制方法:

(1) 负载质量信号随着负载的不同而不同,其变化范围为0-12V;流量信号随着节流阀的开度与负载质量变化而变化,其变化范围为0-12V;

(2) 当控制器接收到负载质量信号与流量信号大于预设值 $C1=8V$ 时,控制器发出控制信号,增大单作用电控变量马达的排量,此时,蓄能器与单作用电控变量马达和超级电容构成的电路同时回收能量;

(3) 当控制器接收到负载质量信号与流量信号小于预设值 $C2=4V$ 时,控制器发出控制信号,减小单作用电控变量马达的排量,增大单作用电控变量马达的转速和发电机的电压,满足DC/DC双向升降压直流变换器向超级电容充电,此时,只有单作用电控变量马达和超级电容构成的电路回收能量,蓄能器不回收能量;

(4) 当控制器接收到负载质量信号与流量信号在预设值 $C1-C2(4-8V)$ 之间时,控制器调节单作用电控变量马达的排量,使货叉的速度处于最大回收效率时的速度,此时,只有单作用电控变量马达和超级电容构成的电路回收能量,蓄能器不回收能量。

10. 根据权利要求9所述的一种电动叉车用外接节能装置的节能控制方法,其特征在于,还包括控制器对储能供能组件的节能控制方法:

(1) 叉车处于初始状态时,控制器控制闭合第一继电器,蓄电池的电流经过DC/DC双向升降压直流变换器,转换成第一超级电容的充电电压,并为其充电;

(2) 叉车上升启动时,第一超级电容放电,此时超级电容联合蓄电池共同为整个叉车系统供电,满足上升启动过程大功率电流需求;

(3) 叉车稳定上升时或第一超级电容放电电压较小时,控制器控制断开第一继电器,整个叉车系统采用蓄电池供电;

(4) 叉车下降时,控制器控制闭合第二继电器,叉车下降势能转化为电能为第一超级电容进行充电;

(5) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容未充满电时,则一直使用第一超级电容进行充电与放电;

(6) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容充满电时,断开第二继电器,闭合第三继电器,为第二超级电容充电;在上升启动阶段时,第一超级电容和第二超级电容同时放电;

(7) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容和第二超级电容都充满电时,断开第二继电器和第三继电器,闭合第四继电器,发电机产生的电能通过制动电阻被消耗掉。

一种电动叉车用外接节能装置及节能控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动叉车节能技术领域,具体涉及一种电动叉车用外接节能装置及节能控制方法。

背景技术

[0002] 叉车主要用于大型货物的搬运、装卸与堆垛,在仓储、港口、物流行业有着广泛应用,现在这一需求仍在增长。叉车具有频繁举升与下降、频繁启动与停车以及搬运负载质量大的特点,叉车在货叉下降与停车阶段具有很大的能量浪费,在启动上升阶段也有短时的大功率供电需求。现在已生产的电动叉车大多未装有势能回收节能装置或只有刹车过程的能量再生系统。因此,对叉车的节能系统进行设计与研究尤为关键。

[0003] 目前针对电动叉车的节能设计现有技术如下:(1)以中国专利201510772125.0为例,通过蓄能器回收下降过程中的能量,在货叉上升阶段再将蓄能器回收的高压油直接推动液压缸举升,但是蓄能器有最低开启压力,在低负载时能量难以回收,而且此方法只用蓄能器回收所有下降能量,蓄能器能量密度低,所需蓄能器体积大。(2)以中国专利201711437196.0为例,通过双作用泵-马达与双作用电机-发电机结合蓄电池-超级电容提高势能回收率,但是已生产叉车大多是单作用泵与单作用马达,此方法需改变原系统,对已有电路会产生影响,而且存在高负载回收效率低,低负载不能回收问题。(3)以中国专利201810322010.5为例,通过蓄能器-蓄电池联合回收两种速度下的能量,但是此方法也用到双作用泵-马达与双作用-发电机,不适用已生产叉车的节能改造,而且采用蓄电池回收能量,回收充电效率低。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种电动叉车用外接节能装置及节能控制方法。

[0005] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种电动叉车用外接节能装置,包括液压组件、储能供能组件、控制组件;液压组件与储能供能组件连接;控制组件与储能供能组件连接;控制组件控制液压组件和储能供能组件中的元件;储能供能组件为控制组件提供所需电源;

[0007] 所述液压组件包括第一液压引出线、第二液压引出线、二位二通电磁换向阀、单向阀、蓄能器、流量计、单作用电控变量马达、发电机;第一液压引出线与二位二通电磁换向阀相连;二位二通电磁换向阀通过单向阀与单作用电控变量马达相连;二位二通电磁换向阀连接第二液压引出线;蓄能器和流量计并联连接在单向阀与单作用电控变量马达进油口之间;单作用电控变量马达出油口连接第二液压引出线;单作用电控变量马达旋转机构与发电机相连,带动发电机旋转;

[0008] 所述储能供能组件包括电气正极引出线、电气负极引出线、DC/DC双向升降压直流变换器、第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器、第一超级电容、第二超级电容、

制动电阻；电气负极引出线与节能装置中所有电气元件的负极相连；电气正极引出线通过第一继电器与DC/DC双向升降压直流变换器相连；DC/DC双向升降压直流变换器通过第二继电器、第三继电器、第四继电器分别与第一超级电容、第二超级电容、制动电阻相连；

[0009] 所述控制组件包括控制器；控制器主要由控制芯片STM32F767和数字量I/O输入/输出接口、模拟I/O输入/输出接口构成。

[0010] 进一步地，液压组件通过二极管与储能供能组件连接，储能供能组件通过电气正极引出线与电气负极引出线与控制器的连接。

[0011] 进一步地，控制器接收流量信号、负载质量信号、下降信号、上升信号、DC/DC双向升降压直流变换器左端电压、DC/DC双向升降压直流变换器右端电压和总开关信号；控制器输出控制信号控制DC/DC双向升降压直流变换器、第一继电器、第二继电器、第三继电器、第四继电器、二位二通电磁换向阀和单作用电控变量马达。

[0012] 进一步地，蓄能器为气体式蓄能器。

[0013] 进一步地，在充电过程时，DC/DC双向升降压直流变换器将发电机端电压或蓄电池接线处电压变换为第一超级电容或第二超级电容合适的充电电压；超级电容放电时，DC/DC双向升降压直流变换器将超级电容端电压变换为合适的电压后再进行供电。

[0014] 进一步地，DC/DC双向升降压直流变换器采用控制器发出PWM方式控制电压变换。

[0015] 进一步地，通过检测DC/DC双向升降压直流变换器右端电压，判断第一超级电容是否达到额定电压，即第一超级电容是否充满，当第一超级电容充满时，控制器控制第二继电器断开，闭合第三继电器，从而对第二超级电容充电。

[0016] 进一步地，控制器控制第一继电器、第二继电器、第三继电器和第四继电器完成电流的通断与电流的流向；

[0017] 第二继电器、第三继电器和第四继电器分别控制第一超级电容、第二超级电容和制动电阻的电路通断。

[0018] 本发明还提供了一种电动叉车用外接节能装置的节能控制方法，该方法采用以上所述的电动叉车用外接节能装置，包括控制器对液压组件的节能控制方法：

[0019] (1) 负载质量信号随着负载的不同而不同，其变化范围为0-12V；流量信号随着节流阀的开度与负载质量变化而变化，其变化范围为0-12V；

[0020] (2) 当控制器接收到负载质量信号与流量信号大于预设值 $C_1=8V$ 时，控制器发出控制信号，增大单作用电控变量马达的排量，此时，蓄能器与单作用电控变量马达和超级电容构成的电路同时回收能量；

[0021] (3) 当控制器接收到负载质量信号与流量信号小于预设值 $C_2=4V$ 时，控制器发出控制信号，减小单作用电控变量马达的排量，增大单作用电控变量马达的转速和发电机的电压，满足DC/DC双向升降压直流变换器向超级电容充电，此时，只有单作用电控变量马达和超级电容构成的电路回收能量，蓄能器不回收能量；

[0022] (4) 当控制器接收到负载质量信号与流量信号在预设值 $C_1-C_2(4-8V)$ 之间时，控制器调节单作用电控变量马达的排量，使货叉的速度处于最大回收效率时的速度，此时，只有单作用电控变量马达和超级电容构成的电路回收能量，蓄能器不回收能量。

[0023] 进一步地，还包括控制器对储能供能组件的节能控制方法：

[0024] (1) 叉车处于初始状态时，控制器控制闭合第一继电器，蓄电池的电流经过DC/DC

双向升降压直流变换器,变换成第一超级电容的充电电压,并为其充电;

[0025] (2) 叉车上升启动时,第一超级电容放电,此时超级电容联合蓄电池共同为整个叉车系统供电,满足上升启动过程大功率电流需求;

[0026] (3) 叉车稳定上升时或第一超级电容放电电压较小时,控制器控制断开第一继电器,整个叉车系统采用蓄电池供电;

[0027] (4) 叉车下降时,控制器控制闭合第二继电器,叉车下降势能转化为电能为第一超级电容进行充电;

[0028] (5) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容未充满电时,则一直使用第一超级电容进行充电与放电;

[0029] (6) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容充满电时,断开第二继电器,闭合第三继电器,为第二超级电容充电;在上升启动阶段时,第一超级电容和第二超级电容同时放电;

[0030] (7) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容和第二超级电容都充满电时,断开第二继电器和第三继电器,闭合第四继电器,发电机产生的电能通过制动电阻被消耗掉。

[0031] 本发明的有益效果是:

[0032] (1) 本发明的外接节能装置只有四根引出线,通过在原系统上连接外接节能装置,简化了原系统的改造,简单实用,避免了直接利用原系统进行节能改造方法对原系统电路或原系统装置性能产生影响;并且配有节能装置总开关,当不想节能装置工作时,可以一键关断,操作简单方便。

[0033] (2) 本发明在叉车下降时采用蓄能器-超级电容联合回收能量,上升启动时超级电容-蓄电池联合放电,通过三种联合能量源节能方法,提高了回收效率,适应不同工况,拓宽了系统控制的灵活性。

[0034] (3) 本发明通过蓄能器预设压力,在大负载大流量下降过程中高压油一部分经过蓄能器,一部分流经单作用电控变量马达,蓄能器体积可以选的小;通过使用蓄能器,一方面对流量冲击有缓冲作用,另一方面,在大负载大流量时超级电容的回收效率增长缓慢,蓄能器可以快速对这些能量回收,在流量变小或下降过程结束之后,蓄能器在释放高压油推动单作用电控变量马达发电,提高能量回收效率。

[0035] (4) 本发明通过调节单作用电控变量马达可以控制货叉下降速度以使能量回收效率达到最高,在大负载大流量时增加排量,以提高回收效率;并且超级电容在充电时,其充电电压需要达到一定值才能充电,DC/DC双向升降压直流变换器的升降压比不高,在低负载小流量时,发电机产生的电压较低,在经过DC/DC双向升降压直流变换器的升降压变换后也不能为超级电容充电,而本发明通过调节单作用电控变量马达方式增大发电机的电压保证了DC/DC双向升降压直流变换器变换电压后的电压能为超级电容充电;所以低负载小流量时在满足能驱动发电机转矩的情况下减小排量增加马达转速,以提高发电电压,满足超级电容充电要求,使其轻负载小流量时的势能也可以回收。

[0036] (5) 本发明通过超级电容回收发电机的电能,超级电容具有比功率大的特点,能对能量快速回收,并且在上升启动过程中,电叉车需求短时的大功率供电,蓄电池的比功率很低,所以通过超级电容联合蓄电池在上升启动过程中共同供电既满足了启动的短时大功率需求,又保护了蓄电池,延长了使用寿命。

[0037] (6) 本发明通过第一超级电容、第二超级电容和制动电阻并联的方法,满足了叉车下降全过程的势能回收问题,叉车下降过程尤其是多级门架的下降过程是很长的,通过这种方法可以避免一个下降行程中某一超级电容充满后续能量不能回收问题。

[0038] (7) 本发明通过蓄能器协助单作用电控变量马达和发电机在大负载大流量时进行能量回收,而且叉车常工作的状态不是满负载状态,从而在选型单作用电控变量马达和发电机上可以在半负载或常用负载工况下选型,从而节约成本。

附图说明

[0039] 图1为本发明外接节能装置整体示意图。

[0040] 图2为原电动叉车系统与外接节能装置接线示意图(图中所有油箱标识表示同一个油箱)。

具体实施方式

[0041] 以下结合附图对本发明的技术方案做进一步详细说明,应当指出的是,具体实施方式只是对本发明的详细说明,不应视为对本发明的限定。

[0042] 本发明的一种电动叉车用外接节能装置30,如图1所示,包括液压组件、储能供能组件、控制组件。液压组件通过二极管10与储能供能组件连接,避免发电机6反向通电;储能供能组件通过电气正极引出线16与电气负引出线15为控制组件提供所需电源;控制组件电源正负极分别与电气正极引出线16和电气负引出线15相连;控制组件控制液压组件和储能供能组件中需要调控的元件;

[0043] 作为一种优选的方式,液压组件包括第一液压引出线9、第二液压引出线7、二位二通电磁换向阀1、单向阀2、蓄能器3、流量计4、单作用电控变量马达5、发电机6;第一液压引出线9与二位二通电磁换向阀1相连;二位二通电磁换向阀1左位通过单向阀2与单作用电控变量马达5相连,控制液压油流向单作用电控变量马达5;二位二通电磁换向阀1右位连接第二液压引出线7;蓄能器3和流量计4并联连接在单向阀2与单作用电控变量马达5进油口之间;单作用电控变量马达5出油口连接第二液压引出线7;单作用电控变量马达5旋转部分与发电机6相连,带动发电机6旋转,从而将液压能转化为电能。

[0044] 作为一种优选的方式,储能供能组件包括电气正极引出线16、电气负极引出线15、DC/DC双向升降压直流变换器19、第一继电器11、第二继电器12、第三继电器13、第四继电器14、第一超级电容17、第二超级电容18、制动电阻20;电气负极引出线15与节能装置中所有电气元件的负极相连;电气正极引出线16通过第一继电器11与DC/DC双向升降压直流变换器19左端相连;DC/DC双向升降压直流变换器19右端通过第二继电器12、第三继电器13、第四继电器14分别与第一超级电容17、第二超级电容18、制动电阻20相连。

[0045] 作为一种优选的方式,所述控制组件包括控制器8;控制器8主要由控制芯片STM32F767和数字量I/O输入/输出接口、模拟量I/O输入/输出接口构成;控制器8通过数字量I/O输入接口、模拟量I/O输入接口接收液压组件和储能供能组件中的各类传感信号;这些传感器信号包括负载质量信号、流量计4在A点的流量信号、下降信号、上升信号、DC/DC双向升降压直流变换器19左端电压、DC/DC双向升降压直流变换器19右端电压和总开关信号;控制器8通过数字量I/O输出接口、模拟量I/O输出接口输出控制液压组件和储能供能组件

中的元件,包括控制DC/DC双向升降压直流变换器19、第一继电器11、第二继电器12、第三继电器13、第四继电器14、二位二通电磁换向阀1和单作用电控变量马达5。

[0046] 作为一种优选的方式,控制器8接收到总开关信号打开时,节能装置30开始工作,当叉车下降时,回落的高压油通过二位二通电磁换向阀1左位和单向阀2带动单作用电控变量马达5旋转,从而带动发电机6发电;蓄能器3预设有关闭压力,当负载质量信号与流量信号大于预设值 $C1=8V$ 时,回落的高压油一部分推动单作用电控变量马达5旋转,一部分进入蓄能器3,下降过程结束或压力下降时,蓄能器3中的高压油再次推动单作用电控变量马达5旋转,从而带动发电机6发电;发电机6产生的电能通过二极管10经过DC/DC双向升降压直流变换器19变换电压后,为第一超级电容17或第二超级电容18充电或被制动电阻20消耗掉。

[0047] 作为一种优选的方式,蓄能器3为气体式蓄能器,能够快速吸收回落的高压油能量。

[0048] 作为一种优选的方式,单作用电控变量马达5和发电机6计算选型能在半载或常用负载下计算选型,当负载质量信号与流量信号大于预设值 $C1=8V$ 时可以通过蓄能器3分担超过部分的能量回收,蓄能器3只有在达到开启压力时才会工作,电动叉车工况一般是轻中负载,此时蓄能器3不回收能量,当负载很大或操作员调节节流阀对货叉下降过程中调速加速时,从而流量压力很大,当达到蓄能器3开启压力时,蓄能器3开始工作,与单作用电控变量马达5和超级电容构成的回路联合回收。

[0049] 作为一种优选的方式,DC/DC双向升降压直流变换器19能将左右两端电压进行升压和降压变换,发电机6发出的电压往往较高或较低,从而发电机6发出的电压通过DC/DC双向升降压直流变换器19变换成合适的电压为第一超级电容17、第二超级电容18或制动电阻20充电;同理,当第一超级电容17或第二超级电容18放电为原电动叉车系统供电时,超级电容两端电压特点是不断下降的,下降很快,而原电动叉车系统需要稳定合适的电压,因此超级电容放电时,DC/DC双向升降压直流变换器19将右端电压变换为合适的电压后再向原电动叉车系统供电;DC/DC双向升降压直流变换器19采用控制器8发出PWM方式控制其两端电压的变换。

[0050] 作为一种优选的方式,第二超级电容18容量比第一超级电容17容量要小,第二超级电容18只在一个下降过程中第一超级电容17充满电时才工作,第一超级电容18采用小容量既能满足能量过程全部回收,又可以节约成本;在装置正常工作时,第一超级电容17用来进行回收存储电能,第二超级电容18作为备用超级电容;叉车的举升下降行程很大,尤其是多级门架构成的运动过程,当一个下降行程第一超级电容17充满电时,剩下的能量得不到回收,通过检测DC/DC双向升降压直流变换器19右端电压判断第一超级电容17是否达到额定电压,即第一超级电容17是否充满,当第一超级电容17充满时,控制器8控制第二继电器12断开,闭合第三继电器13,从而对第二超级电容18充电。

[0051] 作为一种优选的方式,控制器8控制第一继电器11、第二继电器12、第三继电器13和第四继电器14完成电路电流的通断与电流的流向;下降过程中第一继电器11是断开的,超级电容不向原电动叉车系统供电;当叉车上升启动时,第一继电器11闭合,第一超级电容17端电压经DC/DC双向升降压直流变换器19变换电压后联合蓄电池33为叉车系统供电;第二继电器12、第三继电器13和第四继电器14分别控制第一超级电容17、第二超级电容18和制动电阻20电路的通断,从而适应叉车下降全过程不同情况的能量回收存储。

[0052] 作为一种优选的方式,能量回收效率与叉车下降速度有关,且下降加速度越小回收效率越高,所以控制器8接收负载质量信号和流量信号,从而提前调节单作用电控变量马达5的排量达到叉车下降速度和加速度最优值。

[0053] 作为一种优选的方式,电动叉车用外接节能装置30与原电动叉车系统的连接如图2所示,节能装置30通过第一液压引出线9、第二液压引出线7与原电动叉车系统液压管路相连;节能装置30通过电气正极引出线16、电气负极引出线15与原电动叉车系统电气电路相连。

[0054] 作为一种优选的方式,原电动叉车系统包括升降油缸21、三位二通手动换向阀22、旁通型单向节流阀25、单向阀23、溢流安全阀24、单作用定量泵27、过滤器29、油箱26、电机28、变频控制器31、二极管32、蓄电池33。

[0055] 作为一种优选的方式,蓄电池33为整个系统供电;蓄电池33正极连接二极管32输入端;电机28通过变频控制器31与二极管32输出端相连;变频控制器31控制电机28的转速;电机28与单作用定量泵27相连;单作用定量泵27进油口通过过滤器29连接油箱26,出油口连接有溢流安全阀24;当超载或压力大时,液压油通过溢流安全阀24流回油箱26;单作用定量泵27出油口通过单向阀23与三位二通手动换向阀22右位相连;三位二通手动换向阀22右位与升降油缸21的无杆腔相连;三位二通手动换向阀22中位为保持位,手动切换至此位时,油缸保持不动;三位二通手动换向阀22左位回油口与旁通型单向节流阀25相连;操作人员通过操作旁通型单向节流阀25调节货叉下降速度。

[0056] 作为一种优选的方式,第一液压引出线9与叉车原电动叉车系统的旁通型单向节流阀25出油口相连;第二液压引出线7与电动叉车系统的油箱26相连;电气正极引出线16通过二极管32与原电动叉车系统的蓄电池33正极相连;二极管32是为了控制电流流向,防止超级电容放电时给蓄电池33充电;电气负极引出线15与原电动叉车系统的蓄电池33负极相连;节能装置30通过这四根线与原系统相连,第一液压引出线9与第二液压引出线7主要用来接通液压部分管路,作为节能装置30的回收能量入口;电气正极引出线16与电气负极引出线15主要用来接通电气部分电路,作为节能装置30的释放能量出口。

[0057] 本发明还提供了一种电动叉车用外接节能装置的节能控制方法,包括控制器对液压组件和储能供能组件的节能控制方法。

[0058] 作为一种优选的方式,控制器对液压组件的节能控制方法包括:

[0059] (1) 负载质量信号随着负载的不同而不同,其变化范围为0-12V;流量信号随着旁通型单向节流阀25的开度与负载质量变化而变化,其变化范围为0-12V;

[0060] (2) 当控制器8接收到负载质量信号与流量信号大于预设值 $C1=8V$ 时,控制器8发出控制信号,增大单作用电控变量马达5的排量,此时蓄能器3与单作用电控变量马达5和超级电容构成的电路同时回收能量;

[0061] (3) 当控制器8接收到负载质量信号与流量信号小于预设值 $C2=4V$ 时,控制器8发出控制信号,减小单作用电控变量马达5的排量,根据公式 $n = \frac{q}{V}$,流量 q 不变时,减小排量 V ,

可以增大单作用电控变量马达5的转速 n ,从而增大发电机6的电压,超级电容在充电时,其充电电压需要达到一定值才能充电,增大发电机的电压保证了DC/DC双向升降压直流变换器19变换电压后的电压能为超级电容充电;此时,只有单作用电控变量马达5和超级电容构

成的电路回收能量,蓄能器3不回收能量;

[0062] (4) 当控制器8接收到负载质量信号与流量信号在预设值C1-C2(4-8V)之间时,控制器8调节单作用电控变量马达5的排量,使货叉的速度处于最大回收效率时的速度,此时,只有单作用电控变量马达5和超级电容构成的电路回收能量,蓄能器3不回收能量。

[0063] 作为一种优选的方式,控制器对储能供能组件的节能控制方法包括:

[0064] (1) 叉车处于初始状态时,控制器控制闭合第一继电器11,蓄电池33的电流经过DC/DC双向升降压直流变换器19变换成第一超级电容17的充电电压为其充电。

[0065] (2) 叉车上升启动时,第一超级电容17放电,通过DC/DC双向升降压直流变换器19将第一超级电容17端电压变换成叉车系统启动需要的电压,此时超级电容联合蓄电池33共同为叉车系统供电,满足启动过程大功率电流需求。

[0066] (3) 叉车稳定上升时或第一超级电容17放电电压较小时,断开第一继电器11,整个叉车系统采用蓄电池33供电。

[0067] (4) 叉车下降时,闭合第二继电器12,叉车下降势能转化为电能为第一超级电容17进行充电。

[0068] (5) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容17未充满电时,则一直使用第一超级电容17进行充电与放电。

[0069] (6) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容17充满电时,断开第二继电器12,闭合第三继电器13,采用第二超级电容18充电;在上升启动阶段时第一超级电容17和第二超级电容18同时放电。

[0070] (7) 当在叉车一个下降行程中第一超级电容17和第二超级电容18都充满电时,断开第二继电器12和第三继电器13,闭合第四继电器14,发电机6产生的电能通过制动电阻20被消耗掉。

[0071] 初始状态工作模式:

[0072] 在叉车初始运行时,叉车没有下降过程的势能回收,为保证叉车上升启动时使超级电容提供大功率电流,蓄电池33首先要给第一超级电容17充电。此时,第一继电器11闭合、第二继电器12闭合、第三继电器13断开、第四继电器14断开。

[0073] 控制器8接收DC/DC双向升降压直流变换器19的右端和左端电压信号,通过PWM控制方式将DC/DC双向升降压直流变换器19左端电压变换成超级电容的充电电压,随着充电时间,超级电容端电压在上升,所以为了匹配超级电容充电电压,DC/DC双向升降压直流变换器19需要不断变换两端电压。

[0074] 当控制器8检测到DC/DC双向升降压直流变换器19的右端电压信号达到额定电压时,即证明第一超级电容17已充满;此时,控制器8控制第一继电器11断开,停止为第一超级电容17充电。

[0075] 下降过程工作模式:

[0076] 下降过程主要是下降过程产生的势能和动能通过本发明的外接节能装置30进行高效回收。

[0077] 本发明的外接节能装置30通过第一液压引出线9、第二液压引出线7、电气正极引出线16、电气负极引出线15与原电动叉车系统连接。当操作人员操作三位二通手动换向阀22至左位时,升降油缸21在货叉和负载的作用下将无杆腔的高压油压入三位二通手动换向

阀22左位,然后流经旁通型单向节流阀25进入第一液压引出线9;旁通型单向节流阀25受操作人员控制,用来调节叉车下降速度,当超载或憋缸造成管路压力大时,旁通的溢流阀作为安全阀使用。

[0078] 当控制器8接受到总开关信号为关时,控制器8控制二位二通电磁换向阀1至右位,此时节能装置30不工作,下降回落的高压油通过第二液压引出线7流回油箱26,原电动叉车系统不受任何影响;当控制器8接受到总开关信号为开时,控制器8控制二位二通电磁换向阀1至左位,节能装置30开始工作;控制器8接收到下降信号,控制器8根据负载质量信号控制单作用变量马达调节至合适排量,以达到最优回收状态。

[0079] A点流量信号受负载质量和操作人员操作旁通型单向节流阀25进行下降过程调速的影响;当轻负载和A点流量信号小时,即低于预设值 $C2=4V$,控制器8控制单作用变量马达5减小排量,以此增大转速,提高发电机6发电电压,此时高压油从第一液压引出线9流经单向阀2和单作用电控变量马达5,蓄能器3未达到预设开启压力不工作;当中负载和A点流量信号处于中间时,即在 $C1-C2(4-8V)$ 间时,控制器8调节单作用电控变量马达5的排量让其货叉的速度处于最大回收效率速度,此时蓄能器3未达到预设开启压力不工作;当大负载和A点流量信号大时,即高于预设值 $C1$,控制器8发出控制信号,增大单作用电控变量马达5至最大排量,此时蓄能器3与单作用电控变量马达5同时工作,此时高压油从第一液压引出线9流经单向阀2再流过蓄能器3和单作用电控变量马达5,当压力变小时,蓄能器3将高压油通过推动单作用电控变量马达5旋转释放掉能量,此时单向阀2是为了防止蓄能器3将高压油流回升降油缸21,对原电动叉车系统控制造成影响。

[0080] 高压油推动单作用电控变量马达5旋转,单作用电控变量马达5带动发电机6发电,产生的电能经过二极管10流入储能供能组件;下降时,四个继电器状态为:第一继电器11断开、第二继电器12闭合、第三继电器13断开、第四继电器14断开。

[0081] 第一继电器11断开是为了防止下降产生的电能流入原电动叉车系统,从而避免对原系统产生影响;发电机6发电产生的电能经过DC/DC双向升降压直流变换器19给第一超级电容17充电;发电机6发电产生的电能电压不能直接给第一超级电容17直接充电,因此控制器8通过PWM控制方式将DC/DC双向升降压直流变换器19左端电压变换成第一超级电容17的充电电压;当在叉车一个下降行程中第一超级电容17充满电时,断开第二继电器12,闭合第三继电器13,向第二超级电容18充电;当在叉车一个下降行程中第一超级电容17和第二超级电容18都充满电时,断开第二继电器12和第三继电器13,闭合第四继电器14,发电机6产生的电能通过制动电阻20消耗掉。

[0082] 至此,叉车下降过程的能量在不同负载、不同下降速度和不同下降过程中通过蓄能器3-单作用电控变量马达5-超级电容构成的节能装置30中被高效回收存储。

[0083] 上升启动过程工作模式:

[0084] 叉车在上升启动阶段短时需要大功率电流供电,而且这一阶段会产生尖峰电流,超级电容能够提供大功率电流,但单位质量的能量小;蓄电池33虽然单位质量的能量大,但放电速率慢,因此叉车在上升启动阶段会对蓄电池33产生损害;因此上升启动过程采用节能装置30的超级电容和蓄电池33联合为整个电动叉车系统供电。

[0085] 上升启动时,四个继电器状态为:第一继电器11闭合、第二继电器12闭合、第三继电器13断开、第四继电器14断开,此时第一超级电容17通过DC/DC双向升降压直流变换器19

变换电压后联合蓄电池33联合为系统供电；当供电4s后，即上升启动过程结束，或第一超级电容17端电压下降到最低电压时，控制器8控制第一继电器11断开、第二继电器12闭合、第三继电器13断开、第四继电器14断开，第一超级电容17停止供电，同理，在第一超级电容17和第二超级电容18同时供电情况时，上升启动过程一样。

[0086] 上升过程工作模式：

[0087] 当操作人员操作三位三通手动换向阀22至右位时，叉车处于上升过程，控制器8接收上升信号时，第一继电器11断开，节能装置30停止为原系统供电，此时只有蓄电池33为原系统供电，蓄电池33经过二极管32连接变频控制器31为电机28供电，变频控制器31控制电机28转速，以此控制叉车上升速度，电机28带动单作用定量泵27旋转，单作用定量泵27通过过滤器29从油箱26中吸油，然后经过单向阀23将高压油推至升降油缸21的无杆腔，升降油缸21无杆腔的液压油流回油箱26，从而推动货叉上升。

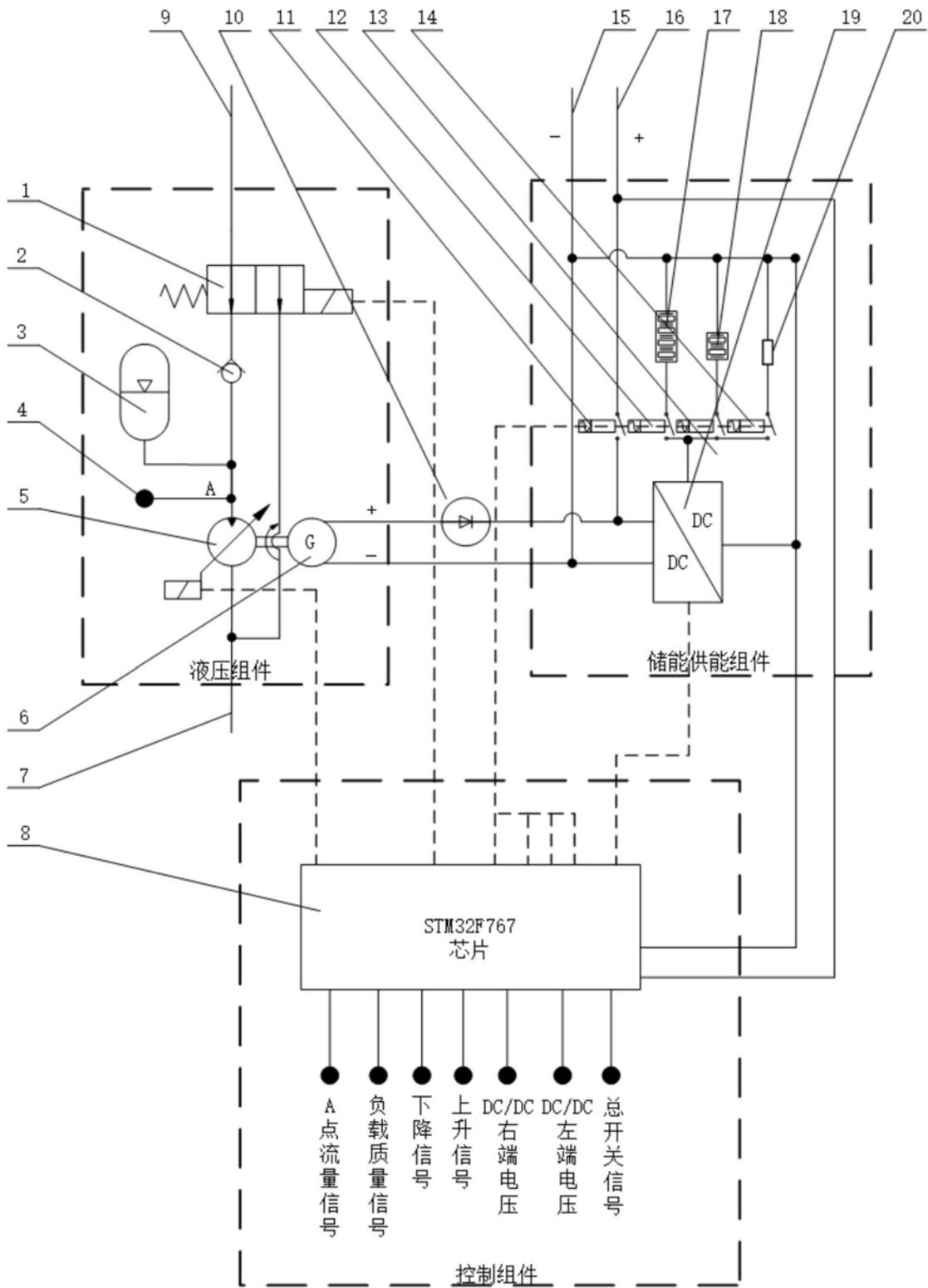


图1

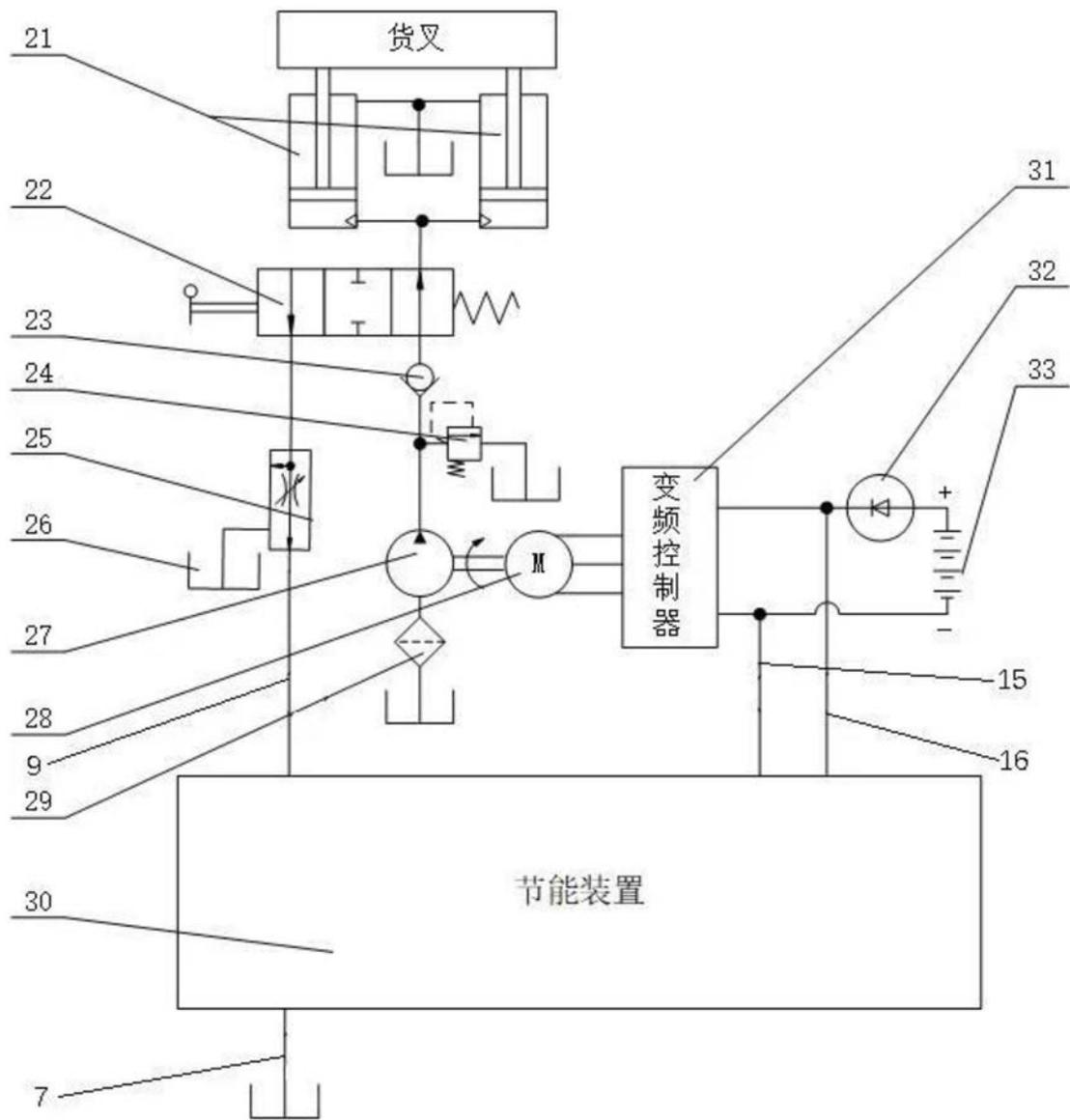


图2