



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107687453 B

(45)授权公告日 2019.05.03

(21)申请号 201710830478.0

F15B 21/08(2006.01)

(22)申请日 2017.09.15

F15B 21/14(2006.01)

E02F 9/20(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107687453 A

(43)申请公布日 2018.02.13

(73)专利权人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区迎泽西大街79号

(72)发明人 权龙 刘彪 杨敬 王鹤 王君

(74)专利代理机构 太原倍智知识产权代理事务所(普通合伙) 14111

代理人 戎文华

(56)对比文件

CN 104196067 A,2014.12.10,

CN 201288722 Y,2009.08.12,

CN 104265717 A,2015.01.07,

CN 105545884 A,2016.05.04,

CN 101654915 A,2010.02.24,

US 2014325972 A1,2014.11.06,

CN 104879349 A,2015.09.02,

审查员 王蔚峰

(51)Int.Cl.

F15B 1/02(2006.01)

F15B 13/06(2006.01)

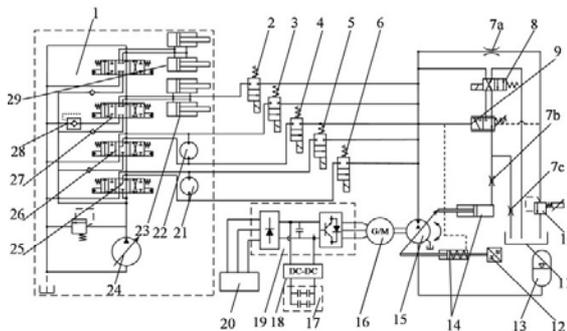
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

装载机动能回收利用系统

(57)摘要

一种装载机动能回收利用系统是增设有五个两位两通换向阀、三个阻尼孔、两位四通电磁换向阀、两位三通液控换向阀、先导比例溢流阀、油箱、位移传感器、液压蓄能器、变量液压缸、液压马达/泵、电动/发电机、超级电容组、DC/DC模块、电机转速控制器和电源。本系统通过压力或扭矩的容积调控,实现了存储能量的无节流、短转换链可控再生利用,提高了能量回收再生效率,降低了控制系统复杂程度,改进可用性。



1. 一种装载机动能回收利用系统,包括有主液压控制回路;其特征在于:进一步增设有第一两位两通电磁换向阀(2)、第二两位两通电磁换向阀(3)、第三两位两通电磁换向阀(4)、第四两位两通电磁换向阀(5)、第五两位两通电磁换向阀(6)、第I阻尼孔(7a)、第II阻尼孔(7b)、第III阻尼孔(7c)、两位四通电磁换向阀(8)、两位三通液控换向阀(9)、先导比例溢流阀(10)、油箱(11)、位移传感器(12)、液压蓄能器(13)、变量液压缸(14)、液压马达/泵(15)、电动/发电机(16)、超级电容组(17)、DC/DC模块(18)、电机转速控制器(19)以及电源(20);

所述第一两位两通电磁换向阀(2)的第一工作油口与动臂液压缸(23)无杆腔相连通;所述第二两位两通电磁换向阀(3)的第一工作油口与左行液压马达(22)的第一工作油口连通;所述第三两位两通电磁换向阀(4)的第一工作油口与左行液压马达(22)第二工作油口连通;所述第四两位两通电磁换向阀(5)的第一工作油口与右行液压马达(21)第一工作油口连通;所述第五两位两通电磁换向阀(6)的第一工作油口与右行液压马达(21)的第二工作油口连通;

所述第一两位两通电磁换向阀(2)、第二两位两通电磁换向阀(3)、第三两位两通电磁换向阀(4)、第四两位两通电磁换向阀(5)及第五两位两通电磁换向阀(6)的第二工作油口与所述液压马达/泵(15)的第二工作油口、两位四通电磁换向阀(8)的第一工作油口、两位三通液控换向阀(9)的第一控制油口以及第I阻尼孔(7a)的进油口连通;所述两位四通电磁换向阀(8)的第二工作油口与所述油箱(11)连通;所述两位四通电磁换向阀(8)的第三工作油口与所述两位三通液控换向阀(9)的第一工作油口连通;所述两位四通电磁换向阀(8)的第四工作油口与所述两位三通液控换向阀(9)的第二工作油口连通;所述第I阻尼孔(7a)的出油口与所述两位三通液控换向阀(9)的第二控制油口以及所述先导比例溢流阀(10)的进油口连通;所述先导比例溢流阀(10)的出油口与所述油箱(11)连通;所述两位三通液控换向阀(9)的第三工作油口通过所述第II阻尼孔(7b)与所述变量液压缸(14)的无杆腔连通;所述两位三通液控换向阀(9)的第三工作油口通过所述第III阻尼孔(7c)与所述油箱(11)连通;所述位移传感器(12)与所述变量液压缸(14)的变量机构连接;所述液压马达/泵(15)的第一工作油口与所述液压蓄能器(13)连接;所述电动/发电机(16)的输入端与所述电机转速控制器(19)的输出端连接;所述电动/发电机(16)的输出端与所述液压马达/泵(15)连接;所述DC/DC模块(18)与所述超级电容组(17)连接所述电机转速控制器(19)的输入端。

2. 根据权利要求1所述的装载机动能回收利用系统,其特征在于:所述主液压控制回路是负流量控制回路、正流量控制回路、进出口独立控制回路或者是闭式泵控制回路。

装载机势能回收利用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种装载机势能回收利用系统,尤其是进一步增设有五个两位两通换向阀、三个阻尼孔、两位四通电磁换向阀、两位三通液控换向阀、先导比例溢流阀、油箱、位移传感器、液压蓄能器、变量液压缸、液压马达/泵、电动/发电机、超级电容组、DC/DC模块、电机转速控制器和电源的一种装载机势能回收利用系统。

背景技术

[0002] 在工程机械设备领域,装载机是基础设施建设中不可替代的重要机械装备之一。这些装备作业中,工作机构高频次升降、频繁加减速,造成了极大的势能浪费,于是如何高效回收再利用这部分浪费掉的重力势能,是工程装备领域和国内外机械工程学科重要研究热点。

[0003] 目前,对装载机能量进行回收再利用的研究主要有:使用蓄能器直接回收制动动能、二次调节结构、闭式回路结构、进出口独立控制结构、混合动力结构。例如在专利文献(CN 105008729 A)中提出了一种工程机械的能量再生系统,其采用混合动力方法将制动能量通过由液压马达、电动机和蓄电池构成的再生装置回收利用,为了克服制动初始大惯性负载产生的扭矩冲击,在能量回收液压马达之前设置节流阀进行调控,虽然改善了制动过程的平稳性,但增大了节流损失,而且该方法需要经过多次转换才能进行能量的再生利用,效率较低。

[0004] 分析现有回收再利用方法,不足在于回收过程中,为了提高可控性,不可避免的存在节流损失,并且再生过程,能量转换传递链较长,损失较大,急需设计一种对现有装载机能量进行回收再利用的机械工程设备系统。

发明内容

[0005] 针对上述现有能量回收存在着不足,本发明提供一种装载机势能回收利用系统,通过压力或扭矩的容积调控,实现存储能量的无节流、短转换链可控再生利用,提高能量回收再生效率,降低控制系统复杂程度,改进可用性。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案。

[0007] 一种装载机势能回收利用系统,包括有主液压控制回路;其特征在于:进一步增设有第一两位两通换向阀、第二两位两通换向阀、第三两位两通换向阀、第四两位两通换向阀、第五两位两通换向阀、第一阻尼孔、第二阻尼孔、第三阻尼孔、两位四通电磁换向阀、两位三通液控换向阀、先导比例溢流阀、油箱、位移传感器、液压蓄能器、变量液压缸、液压马达/泵、电动/发电机、超级电容组、DC/DC模块、电机转速控制器、电源;

[0008] 所述第一两位两通电磁换向阀的第一工作油口与动臂液压缸无杆腔相连通;所述第二两位两通电磁换向阀的第一工作油口与左行液压马达的第一工作油口连通;所述第三两位两通电磁换向阀的第一工作油口与左行液压马达第二工作油口连通;所述第四两位两通电磁换向阀的第一工作油口与右行液压马达第一工作油口连通;所述第五两位两通电磁

换向阀的第一工作油口与右行液压马达的第二工作油口连通；

[0009] 所述第一两位两通电磁换向阀、第二两位两通电磁换向阀、第三两位两通电磁换向阀、第四两位两通电磁换向阀及第五两位两通电磁换向阀的第二工作油口与所述液压马达/泵的第二工作油口、两位四通电磁换向阀的第一工作油口、两位三通液控换向阀的第一控制油口以及第一阻尼孔的进油口连通；所述两位四通电磁换向阀的第二工作油口与所述油箱连通；所述两位四通电磁换向阀的第三工作油口与所述两位三通液控换向阀的第一工作油口连通；所述两位四通电磁换向阀的第四工作油口与所述两位三通液控换向阀的第二工作油口连通；所述第一阻尼孔的出油口与所述两位三通液控换向阀的第二控制油口以及所述先导比例溢流阀的进油口连通；所述先导比例溢流阀的出油口与所述油箱连通；所述两位三通液控换向阀的第三工作油口通过所述第二阻尼孔与所述变量液压缸的无杆腔连通；所述两位三通液控换向阀的第三工作油口通过所述第三阻尼孔与所述油箱连通；所述位移传感器与所述变量液压缸的变量机构连接；所述液压马达/泵的第一工作油口与所述液压蓄能器连接；所述电动/发电机的输入端与所述电机转速控制器的输出端连接；所述电动/发电机的输出端与所述液压马达/泵连接；所述DC/DC模块与所述超级电容组连接所述电机转速控制器(19)的输入端。

[0010] 进一步的技术方案还在于：所述主液压控制回路是负流量控制回路，正流量控制回路、进出口独立控制回路或者是闭式泵控制回路。

[0011] 实现上述本发明所提供的一种装载机动势能回收利用系统，与现有技术相比，其直接带来的和必然产生的优点与积极效果集中体现在如下几点。

[0012] 本系统能够无节流损失地回收利用装载机的动能和势能，其回收及再生利用效率较高。

[0013] 本系统将储能与再利用一体化，液压电气双源储能，回收能量直接利用降低了主机的装机功率，减小了系统的发热量，增加了机器持续工作时间；同时也解决了装载机长期以来存在着冷却功率低，工程装备液压油箱小，液压油长期高温工作易老化的技术难题。

[0014] 本系统的能量回收利用单元结构，作为一种有源容积式压力控制器件，代替了现有耗能式元件结构，控制液压系统的压力，实现了回收利用装载机的动能和势能的目的。

[0015] 本系统的能量回收利用单元结构，可作为独立的控制单元附加到现有的各类主机，不影响现有机器的操控性；而且系统结构紧凑，操控性及通用性强，尤其是用于现有装载机的动势能回收利用，取得了令人满意的效果。

附图说明

[0016] 图1是本发明装载机动势能回收利用系统原理结构图。

[0017] 图中：1：主液压控制回路；2：第一两位两通换向阀；3：第二两位两通换向阀；4：第三两位两通换向阀；5：第四两位两通换向阀；6：第五两位两通换向阀；7a：第一阻尼孔；7b：第二阻尼孔；7c：第三阻尼孔；8：两位四通电磁换向阀；9：两位三通液控换向阀；10：先导比例溢流阀；11：油箱；12：位移传感器；13：液压蓄能器；14：变量液压缸；15：液压马达/泵；16：电动/发电机；17：超级电容组；18：DC-DC 变换器；19：电机转速控制器；20：电源；21：右行液压马达；22：左行液压马达；23：动臂液压缸；24：主液压泵；25：右行液压马达控制阀；26：左行液压马达控制阀；27：动臂液压缸控制阀；28：液控单向阀；29：摇臂液压缸。

具体实施方式

[0018] 以下结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的说明。

[0019] 如附图1所示,一种装载机动势能回收利用系统,具体实施中主控制阀为三位六通电比例多路换向阀,动臂液压缸23采用单出杆结构,左行和右行液压马达/泵15采用定量液压马达,压力连续可调液压马达/泵15采用轴向柱塞结构原理,液压蓄能器13为活塞式,电动/发电机16为永磁同步结构,电机转速控制器19采用矢量控制结构,超级电容组17由基本模块串并联组合而构成,DC-DC 变换器18可双向升压和降压,外部的电源20采用电池组,溢流阀用做安全阀,主液压泵24为变排量结构,阻尼孔一直径为0.9 mm,马达/泵模式切换阀采用电控结构,主控压力阀为液控三通滑阀,阻尼孔二直径1 mm,先导比例溢流阀10采用锥阀结构,变量液压缸无杆腔直径40 mm,液压马达/泵15采用轴向柱塞结构形式,阻尼孔三直径0.8 mm,变量液压缸有杆腔直径为30 mm,油箱11的容积为200 L,位移传感器采用差动变压器结构。

[0020] 实施具体结构方案是,第一两位两通电磁换向阀2的第一工作油口与动臂液压缸23的无杆腔相连通;第二两位两通电磁换向阀3的第一工作油口与左行液压马达的第一工作油口相连通;第三两位两通电磁换向阀4的第一工作油口与左行液压马达的第二工作油口相连通;第四两位两通电磁换向阀5的第一工作油口与右行液压马达的第一工作油口相连通;第五两位两通电磁换向阀的第一工作油口与右行液压马达的第二工作油口相连通;第一两位两通电磁换向阀2、第二两位两通电磁换向阀3、第三两位两通电磁换向阀4、第四两位两通电磁换向阀5的第二工作油口与液压马达/泵15的第二工作油口、两位四通电磁换向阀8的第一工作油口、两位三通液控换向阀9的第一控制油口以及第一阻尼孔7a的进油口相连通;两位四通电磁换向阀8的第二工作油口与油箱11相连通;两位四通电磁换向阀8的第三工作油口与两位三通液控换向阀9的第一工作油口相连通;两位四通电磁换向阀8的第四工作油口与两位三通液控换向阀9的第二工作油口相连通;第一阻尼孔7a的出油口与两位三通液控换向阀9的第二控制油口以及先导比例溢流阀10的进油口相连通;先导比例溢流阀10的出油口与油箱11相连通;两位三通液控换向阀9的第三工作油口通过第二阻尼孔7b与变量液压缸14的无杆腔相连通;两位三通液控换向阀9的第三工作油口通过第三阻尼孔7c与油箱11连通;位移传感器12与变量液压缸变量机构连接;液压马达/泵15的第一工作油口与液压蓄能器13相连通;电动/发电机16的输入端与电机转速控制器19的输出端相连接,电动/发电机16的输出端与液压马达/泵15相连接;DC-DC变换器块与超级电容组17连接电机转速控制器19输入端。

[0021] 进一步的技术方案是主液压控制回路是负流量控制回路,主液压控制回路包括右行液压马达21、左行液压马达22、动臂液压缸23、主液压泵24、右行液压马达控制阀25、左行液压马达控制阀26、动臂液压缸控制阀27、液控单向阀28以及摇臂液压缸29;主液压泵24的出油口分别与右行液压马达控制阀25、左行液压马达控制阀26和动臂液压缸控制阀27的进油口连通,液控单向阀的进油口与动臂液压缸控制阀27的出油口连通,右行液压马达控制阀25的出油口分别与右行液压马达21的进出油口连通,左行液压马达控制阀26的出油口分别与左行液压马达22的进出油口连通,动臂液压缸控制阀27的出油口分别与动臂液压缸的进出油口连通。

[0022] 上述本发明所述的一种装载机动势能回收利用系统,该系统的动势能回收利用方

式如下:

[0023] 当两位四通电磁换向阀8处于左位时,工作在储能模式。由于动臂液压缸行程相对较短,动臂回落过程要求将势能在较短时间内存入所述液压蓄能器13和超级电容组17,采用压力控制的电比例压力连续可调的液压马达/泵15,协同电动/发电机16迅速建立起制动转矩,按照动臂下降行程的要求,调控制动扭矩,实现可控回落;由于行走液压马达运行速度较大,制动过程要求将动能在较短时间内存入所述液压蓄能器13和所述超级电容组17,采用压力控制的电比例压力连续可调的液压马达/泵15,协同电动/发电机16迅速建立起制动转矩,按照制动的角度要求,调控制动扭矩,实现可控制动;当两位四通电磁换向阀8处于右位时,工作在再生模式,可按压力匹配模式,如泵转速不变,控制出口压力;流量匹配模式,如设置压力值较高,改变泵转速控制流量,然后控制再生流量,实现无节流损失回收和利用动臂下降势能,行走制动动能。

[0024] 实施上述本发明技术方案,通过在现有装载机的主液压控制回路中,进一步增设第一两位两通换向阀2、第二两位两通换向阀3、第三两位两通换向阀4、第四两位两通换向阀5、第五两位两通换向阀6,第一阻尼孔7a、第二阻尼孔7b、第三阻尼孔7c、两位四通电磁换向阀8、两位三通液控换向阀9、先导比例溢流阀10、油箱11、位移传感器12、液压蓄能器13、变量液压缸14、液压马达/泵15、电动/发电机16、超级电容组17、DC-DC变换器18、电机转速控制器19以及电源20构成了储能与再利用集于一体,实现了现有装载机液压电气双源储能。本系统回收能量并直接利用进一步降低了现有装载机的装机功率,减小了现有装载机系统的发热量,增加了现有装载机的持续工作时间;同时也解决了现有装载机长期以来存在着冷却功率低,工程装备液压油箱小,液压油长期高温工作易老化的技术难题,而且系统结构紧凑,操控性及通用性强,取得了积极地显著进步,获得了令人满意的效果。

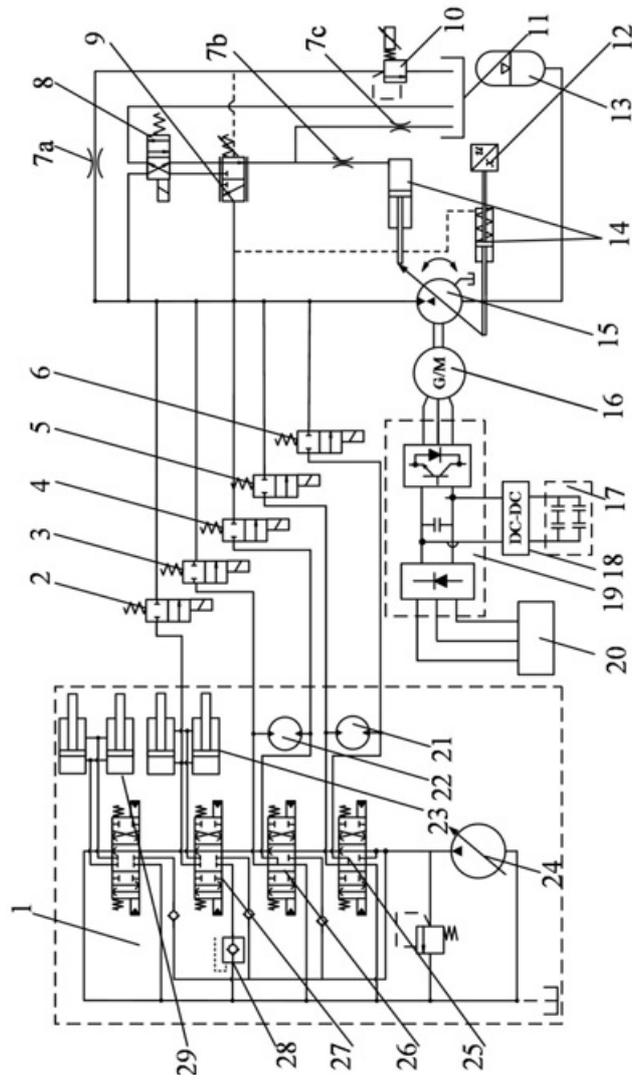


图1