



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101907525 B

(45) 授权公告日 2011.09.28

(21) 申请号 201010221582.8

(22) 申请日 2010.07.09

(73) 专利权人 江麓机电科技有限公司

地址 411100 湖南省湘潭市第4号信箱技术中心科技管理部

(72) 发明人 吴爽 陈漫 徐惠余 戴斯盛  
张小鹏

(74) 专利代理机构 湖南省国防科技工业局专利中心 43102

代理人 冯青

(51) Int. Cl.

G01M 99/00 (2011.01)

E02F 9/20 (2006.01)

审查员 向莉

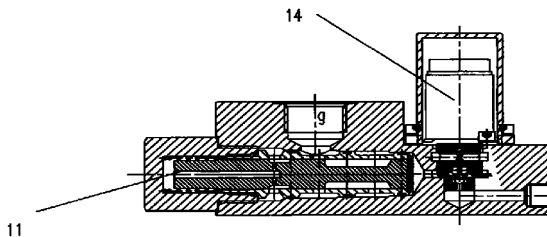
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种混合动力液压挖掘机能量回收试验系统

(57) 摘要

本发明涉及一种混合动力液压挖掘机能量回收试验系统。采用模块化、独立控制的设计思路，能方便的实现对各工作装置及回收装置的试验。该系统阀组在设计时，采用了集成插装阀组的方案。该试验系统可直接安装与挖掘机上，解决了试验台架难以模拟挖掘机复杂的实际负载的难题。同时，其外部管路均为软管连接，可接入任意执行元件的回路中，极大的方便了对各个执行元件的能量回收的研究。



1. 一种混合动力液压挖掘机能量回收试验系统,包括蓄能器(1)、蓄能器阀组(3)、回收阀组(4)、回收马达(7)及回收电机(8),其特征在于蓄能器阀组(3)包括第一换向阀(11)和第一电磁阀(14);回收阀组(4)包括第二换向阀(11)、单向阀(12)、液控单向阀(13)和第二电磁阀(14);蓄能器(1)、蓄能器阀组(3)、回收阀组(4)和回收马达(7)组成一个回路,第一主阀芯(5)、第二主阀芯(10)与回收阀组(4)组成一个回路,在蓄能器(1)与蓄能器阀组(3)之间连接有第一流量传感器(2)和第一压力传感器(6);回收阀组(4)与回收马达(7)之间连接有第二流量传感器(2);回收阀组(4)与第一主阀芯(5)之间还连接有第二压力传感器(6);第一主阀芯(5)与第二主阀芯(10)之间连有第三压力传感器(6);回收电机(8)与回收马达(7)相连,该系统回收阀组(4)主要通过第二换向阀(11)改变回收油液的流动方向,即在不进行能量回收时,油液直接通过第二换向阀右位进入油缸,能量回收时油液经过回收马达后流回油箱,当不进行能量回收时,油液经第一主阀芯(5)下位流出后,经第二主阀芯(10),进入回收阀组(4)的内油道a,经第二换向阀(11)右位流出,经油道b流出至油缸;此过程中,由于单向阀(12)及液控单向阀(13)关闭,所以油液不会流入回收马达造成浪费;当需要能量回收时,油液在负载的驱动下从油缸流出后进入回收阀组油道b,同时,控制系统给第二电磁阀(14)供电,先导油液经第二电磁阀上位,驱动第二换向阀(11)处于左位、液控单向阀(13)打开;此时,由于第二换向阀(11)处于左位,油道b中的油液一路经蓄能器阀组第一换向阀(11)左位流入蓄能器,另一路经液控单向阀(13)流入回收马达驱动电机进行能量回收;自回收马达流出的油液经油道e和内油道a和第二主阀芯(10)回到第一主阀芯(5)上位,流回油箱。

2. 根据权利要求1所述的一种混合动力液压挖掘机能量回收试验系统,其特征在于蓄能器阀组(3)由竖立摆放的第一电磁阀(14)和横向摆放的第一换向阀(11)插装而成;回收阀组(4)由竖立摆放的第二电磁阀(14)插装横向摆放的第二换向阀(11)以及竖立摆放的液控单向阀(13)插装横向摆放的单向阀(12)而成。

## 一种混合动力液压挖掘机能量回收试验系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及液压挖机能量回收的研究,特别是一种混合动力液压挖掘机能量回收试验系统。

### 背景技术

[0002] 液压挖掘机由于排放差、油耗高、用量大等问题,已经成为环保领域的重要关注对象。在对液压挖掘机的研究中发现,液压挖掘机在工作过程中,执行机构的动作频繁且其惯量较大,在减速制动时会有大量的能量消耗在阀口处。因此,能量的回收成为降低液压挖掘机能耗的重要措施之一。

[0003] 然而,在对能量回收进行研究的过程中,需要对挖掘机的各个执行机构进行研究,测量并计算出各执行元件的可回收能量的多少及回收功率,找出各种回收方式的优劣。因此,试验过程中就需要对动臂油缸、斗杆油缸、铲斗油缸以及回转马达的工作特性进行研究,并通过以上 4 种执行元件与 3 种回收方式(蓄能器回收、马达电机回收、蓄能器+马达电机联合回收)的组合进行研究,针对不同的工作装置制定出合适的回收及控制方案。

### 发明内容

[0004] 在对能量回收进行研究的过程中,由于执行机构多、回收方式多样化以及负载特性负载等问题,使得试验设备庞大复杂,不宜安装在样机上,而试验台又难以模拟挖掘机多样而变化复杂的负载。为解决这一难题发明了该新型试验系统。

[0005] 该试验系统基于挖掘机的实际工况,对混合动力挖掘机能量回收进行研究,采用模块化、独立控制的设计思路,能方便的实现对各工作装置及回收装置的试验。其系统组成如附图 1 所示:主要包括蓄能器 1、蓄能器阀组 3、回收阀组 4、回收马达 7 及回收电机 8,蓄能器阀组 3 包括换向阀来 11 和电磁阀 14,回收阀组 4 包括换向阀来 11、单向阀 12、液控单向阀 13 和电磁阀 14,其中,蓄能器 1、蓄能器阀组 3、回收阀组 4 和回收马达 7 组成一个回路,第一主阀芯 5、第二主阀芯 10 与回收阀组 4 组成一个回路,在蓄能器 1 与蓄能器阀组 3 之间连接有流量传感器 2 和压力传感器 6,回收阀组 4 与回收马达 7 之间连接有流量传感器 2,回收阀组 4 与主阀芯 5 之间还连接有压力传感器 6,第一主阀芯 5 与第二主阀芯 10 之间连有压力传感器 6,回收电机 8 与回收马达 7 相连。

[0006] 该系统回收阀组 4 主要通过一换向阀来 11 改变回收油液的流动方向,即在不进行能量回收时,油液直接通过换向阀中位进入油缸,能量回收时油液经过回收马达后流回油箱。当不进行能量回收时,如附图 1(a) 所示:油液经第一主阀芯 5 下位流出后,经第二主阀芯 10,进入回收阀组 4 的内油道 a,经换向阀 11 右位流出,经油道 b 流出至油缸。此过程中,由于单向阀 12 及液控单向阀 13 关闭,所以油液不会流入回收马达造成浪费。当需要能量回收时如附图 1(b) 所示:油液在负载的驱动下从油缸流出后进入回收阀组油道 b,同时,控制系统给电磁阀 14 供电,先导油液经电磁阀上位,驱动换向阀 11 处于左位、液控单向阀 13 打开。此时,由于换向阀 11 处于左位,油道 b 中的油液一路经蓄能器阀组换向阀 11 左位流

入蓄能器,另一路经液控单向阀流入回收马达驱动电机进行能量回收。自回收马达流出的油液经油道 e 和油道 a 和第二主阀芯 10 回到第一主阀芯 5 上位,流回油箱。

[0007] 该系统阀组在设计时,考虑到其使用在样机上,空间将受到很大的制约,因此采用了集成插装阀组的方案。蓄能器阀组 3 由竖立摆放的电磁阀 14 和横向摆放的换向阀 11 插装而成。回收阀组 4 由竖立摆放的电磁阀 14 插装横向摆放的换向阀 11 以及竖立摆放的液控单向阀 13 插装横向摆放的单向阀 12 而成。

[0008] 换向阀、单向阀、液控单向阀以及电磁阀均采用插装结构,通过一阀块集成到一起。在阀块的设计中,通过合理的布局,使得油道的布置最优化,且这个阀组结构紧凑。阀与阀之间通过内油道连接,大大简化了外部连接油管,使得安装更为方便。由于采用了电控系统,控制器可通过采集流量传感器 2、压力传感器 6 及电机的转速等信号来判断液压系统处于负负载工况还是正负载工况,来选择回收方式及回收系统的介入点与退出点,并进行数据采集。通过对控制软件的修改,可制定出灵活多变的控制策略,同时可根据挖机的实际工作情况进行反复的修改与补充。分析比较不同的能量回收对象(执行元件)与回收方式的组合所得的试验数据,从而得到最优的回收方案及控制策略。采用集成的插装阀结构及电液先导控制方式,实现了大流量低能耗的控制。另外对于回收马达及电机组合,可根据选择定量马达-电机调速方式或变量马达容积调速方式。

[0009] 这种试验台架集成到样机上与传统试验台架相比具有以下优点:

[0010] ● 无需模拟复杂的负载。液压挖掘机执行机构负载多样化,且在工作过程中,随其工况的不同负载变化大,试验台难以模拟。而采用集成样机后,试验系统以挖掘机的实际工况为试验负载,省去了负载的模拟,系统得以简化。

[0011] ● 试验数据指导性强。由于采用了集成样机技术,其负载即挖掘机的实际负载,其工况即挖掘机的实际工况。因此,在样机试验调试完毕后,所得的试验数据可直接指导混合动力挖掘机的设计与生产,所确定零部件参数以及控制策略、控制量可直接应用于产品。

[0012] ● 通用性高。针对试验样机进行优化设计,其结构紧凑、测试系统完善。可在中型混合动力液压挖掘机上通用,只需简单的安装与管路及电路连接即可。

[0013] ● 避免重复建设。一个完整的试验台架不仅包括动力系统、操作控制系统、执行机构及负载模拟系统,还包括复杂的数据采集、分析设备及大量的辅助设备。而台架所模拟的负载并不能完全代表挖掘机的实际负载,在样机的试验调试中任然需要进行数据的采集及分析,这些系统及设备还得在试验样机上安装。而采用集成样机后,这些系统及设备一次性搭建到样机平台上,避免了重复建设。

[0014] 与传动试验装置相比,该试验系统摆脱了试验台的限制,可直接安装与挖掘机上,解决了试验台架难以模拟挖掘机复杂的实际负载的难题。同时,其外部管路均为软管连接,可接入任意执行元件的回路中,极大的方便了对各个执行元件的能量回收的研究。由于采用了电控系统,控制器可通过采集流量传感器 2、压力传感器 6 及电机的转速等信号来判断液压系统处于负负载工况还是正负载工况,来选择回收方式及回收系统的介入点与退出点,并进行数据采集。通过对控制软件的修改,可制定出灵活多变的控制策略,同时可根据挖机的实际工作情况进行反复的修改与补充。分析比较不同的能量回收对象(执行元件)与回收方式的组合所得的试验数据,从而得到最优的回收方案及控制策略。由于此试验基于挖掘机的实际工况进行,所以由此制定出能量回收的方式及控制策略,对能量回收在挖

机上的实际运用具有很强的指导意义。

#### 附图说明

[0015] 图 1(a)、(b) 混合动力液压挖掘机能量回收试验系统原理图。

[0016] 图 2 蓄能器阀组剖视图。

[0017] 图 3 回收阀组剖视图。

#### 具体实施方式

[0018] 下面以动臂势能回收为例说明其工作原理：将该系统接入动臂大腔油路，在驾驶员操作手柄使第二主阀芯 10 向上运动时，压力油通向动臂大腔，此时油缸为正负载工况，无能量回收，回收阀组 4 及回收马达 7 不工作；当驾驶员操作手柄使第二主阀芯 10 向下运动时，压力有通向动臂小腔，动臂下降，此时油缸处于负负载工况，有大量的动臂势能可回收。此时，回收阀组 4 开始换向，使得油液流向回收马达 7，驱动回收电机 8 发电，从而将动臂势能转化为电能储存。动臂下降第二主阀芯 10 不再节流（从而消除了阀口处的节流损失），而是通过控制发电机转速或马达排量来调节动臂下降的速度。而在此过程中，蓄能器可根据研究的需要，选择是否接入到该能量回收过程中来，或是单独进行能量回收。

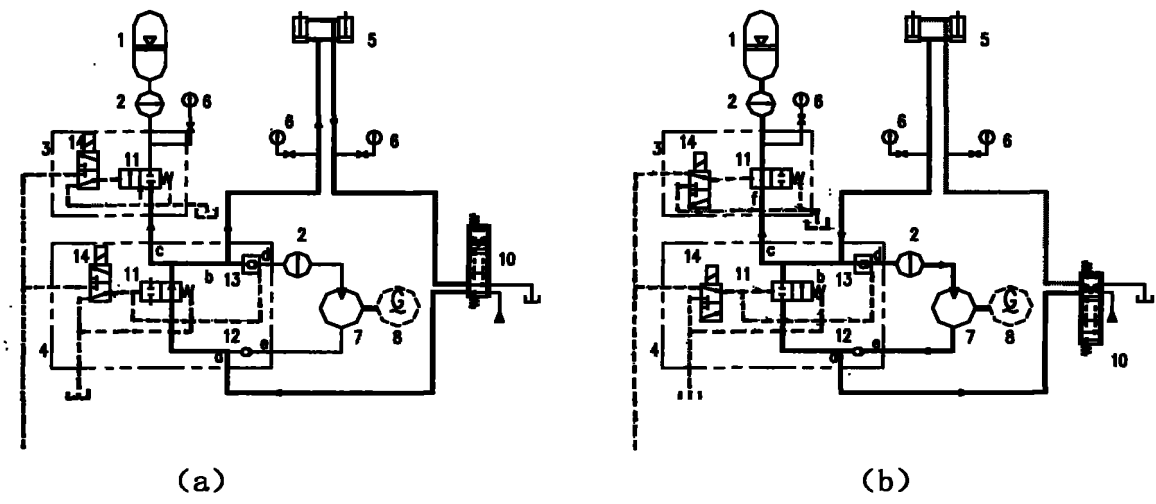


图 1

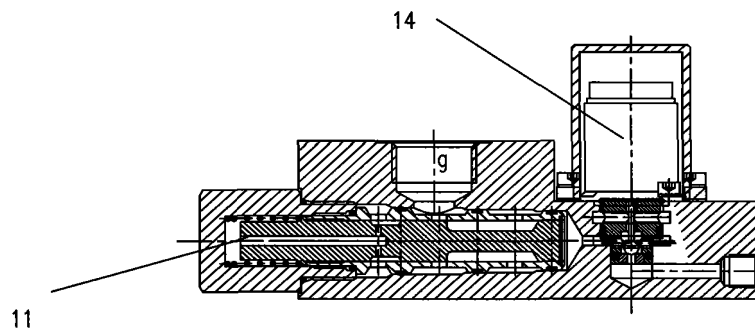


图 2

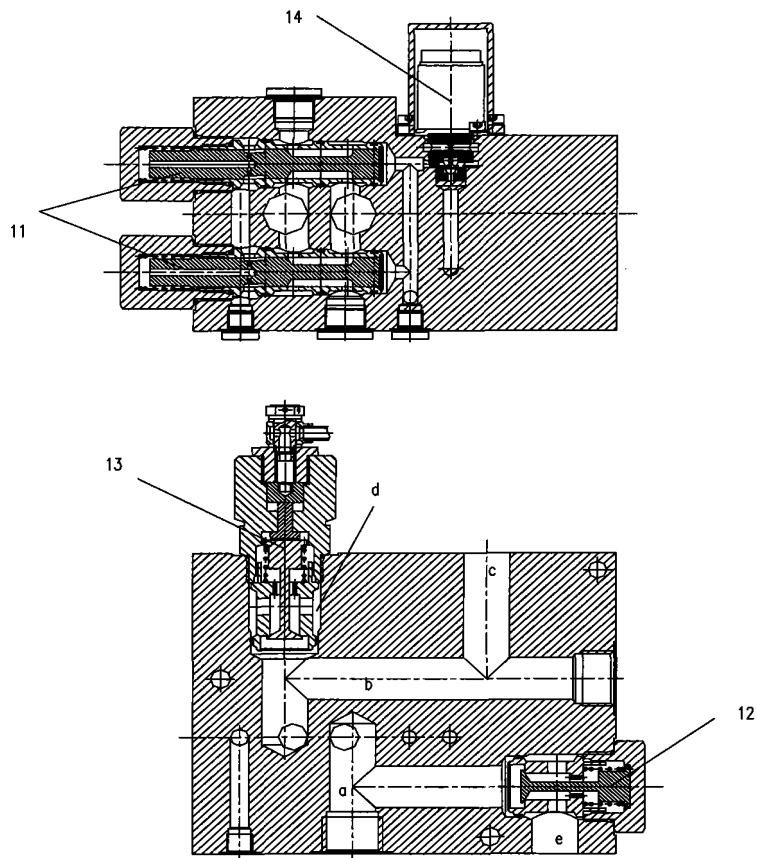


图 3