



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102587444 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201210057719. X

(22) 申请日 2012. 03. 07

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72) 发明人 管成 肖扬 来晓靛 王飞

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 杜军

(51) Int. Cl.

E02F 9/22(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101516662 A, 2009. 08. 26, 全文.

DE 3918119 A1, 1990. 12. 13, 全文.

US 2011061375 A1, 2011. 03. 17, 全文.

DE 3909205 C1, 1990. 05. 23, 全文.

JP 3198241 B2, 2001. 08. 13, 全文.

EP 0968334 B1, 2002. 06. 12, 全文.

CN 201297307 Y, 2009. 08. 26, 全文.

CN 102071718 A, 2011. 05. 25, 全文.

CN 101408212 A, 2009. 04. 15, 全文.

CN 102182730 A, 2011. 09. 14, 全文.

审查员 高参

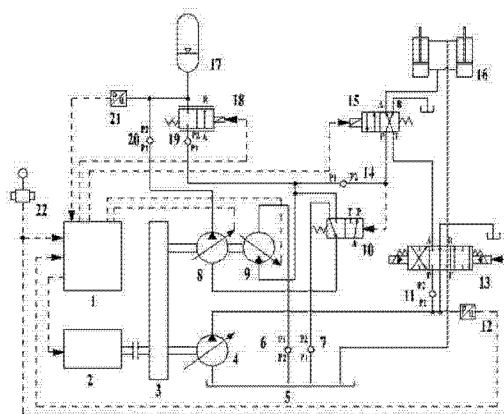
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统

(57) 摘要

本发明公开一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统。它属于液压挖掘机节能控制技术领域,包括控制器、分动箱、变量泵、变量马达、换向阀、单向阀和蓄能器,能将挖掘机能量差动回收功能与油液混合动力功能以液压形式结合。采用蓄能器作为能量存储单元,变量泵、变量马达作为辅助动力单元,经过分动箱与发动机进行动力耦合。所述控制器根据控制规则,解决主辅动力源匹配问题,稳定发动机工作在高效燃油区。本发明可以最大限度对挖掘机液压系统和动力系统能量进行回收、分配与再利用,优化发动机工作效率,提高挖掘机的燃油经济性,降低系统排放。



1. 一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统,其特征在于包括控制器(1)、发动机(2)、分动箱(3)、主泵(4)、油箱(5)、第一单向阀(6)、第二单向阀(7)、变量泵(8)、变量马达(9)、液控换向阀(10)、第三单向阀(11)、第一压力传感器(12)、多路阀(13)、第四单向阀(14)、电磁换向阀(15)、动臂液压缸(16)、蓄能器(17)、电液比例阀(18)、第五单向阀(19)、第六单向阀(20)、第二压力传感器(21)、先导操作手柄(22);发动机(2)的传动轴与分动箱(3)的输入轴相连,分动箱(3)的第一输出轴与主泵(4)的传动轴相连,分动箱(3)的第二输出轴与变量泵(8)的传动轴相连,变量泵(8)的传动轴与变量马达(9)的传动轴相连;主泵(4)的吸油口与油箱(5)相连,主泵(4)的压油口与第三单向阀(11)的P1口相连,第三单向阀(11)的P2口与多路阀(13)的P口相连,多路阀(13)的A口与电磁换向阀(15)的T口相连,电磁换向阀(15)的A口与动臂液压缸(16)的无杆腔相连,动臂液压缸(16)的有杆腔与多路阀(13)的B口相连,多路阀(13)的T口与油箱(5)相连;电磁换向阀(15)的B口与油箱(5)相连,电磁换向阀(15)的P口与第四单向阀(14)的P2口相连,第四单向阀(14)的P1口与液控换向阀(10)的P口相连,液控换向阀(10)的T口与第二单向阀(7)的P2口相连,第二单向阀(7)的P1口与油箱(5)相连,液控换向阀(10)的A口与变量泵(8)的吸油口相连,变量泵(8)的压油口与第六单向阀(20)的P1相连,第六单向阀(20)的P2口与蓄能器(17)相连,第六单向阀(20)的P2口与电液比例阀(18)的B口相连,电液比例阀(18)的A口与第五单向阀(19)的P2口相连,第五单向阀(19)的P1口与液控换向阀(10)的P口相连,第五单向阀(19)的P1口与变量马达(9)的进油口相连,变量马达(9)的出油口与第一单向阀(6)的P1口相连,第一单向阀(6)的P2口与油箱(5)相连;先导操作手柄(22)与多路阀(13)的先导控制口相连,先导操作手柄(22)与控制器(1)输入信号线相连,第一压力传感器(12)的检测接口与主泵(4)的压油口相连,第一压力传感器(12)的电气接口与控制器(1)的输入信号线相连,第二压力传感器(21)的检测接口与蓄能器(17)相连,第二压力传感器(21)的电气接口与控制器(1)的输入信号线相连;控制器(1)的输出信号线与发动机(2)的油门控制信号口相连,控制器(1)的输出信号线与变量泵(8)的排量控制信号口相连,控制器(1)的输出信号线与变量马达(9)的排量控制信号口相连,控制器(1)的输出信号线与电磁换向阀(15)的电磁铁相连,控制器(1)的输出信号线与电液比例阀(18)的电磁铁相连;液控换向阀(10)的先导控制油口与电磁换向阀(15)的P口相连。

2. 根据权利要求1所述的一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统,其特征在于所述的控制器(1)采用PLC。

3. 根据权利要求1所述的一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统,其特征在于所述的主泵(4)采用负流量控制变量泵。

4. 根据权利要求1所述的一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统,其特征在于所述的液控换向阀(10)为二位三通液控换向阀,电磁换向阀(15)为二位四通电磁换向阀,电液比例阀(18)为二位二通电液比例阀,实现对蓄能器输出流量的调节。

一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统

技术领域

[0001] 本发明涉及挖掘机能量回收系统和油液混合动力系统,是一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统。

背景技术

[0002] 普通挖掘机动力系统由发动机单独驱动液压泵,工况完全由主泵负载决定,一旦负载波动较大,发动机工作点也会产生较大波动,无法稳定工作于高效燃油区,造成能量浪费,增加油耗。此外,普通挖掘机对动臂下降能量没有回收利用,使其在节流口以热能形式损耗,不仅使系统能量白白流失,还提高了系统温升,引发气穴等液压系统缺陷。因此,开发一套具有能量回收功能的挖掘机混合动力系统,不仅可以对发动机工作效率进行优化,还能最大限度对挖掘机能量进行回收利用,大大提高节能效果。

[0003] 目前,具有能量回收的混合动力挖掘机大多采用油电混合动力技术,其中日本开发的系统最具代表性。神户制钢开发了一款串联式混合动力液压挖掘机,势能回收系统采用泵-马达驱动方式,当动臂下降时,由马达将液压能转化为机械能,和电动机共同作用于泵;当回收能量大于系统需求时,将多余能量转化为电能存储起来。而小松和日立的并联式混合动力液压挖掘机系统采用单独的液压马达-发电机来回收动臂下降势能,此系统液压马达并联于油路中,当动臂上升时,控制阀存在着较大的节流损失。上述的液压挖掘机油电混合动力系统及其能量回收系统都是将挖掘机能量转化为电能存储在蓄电池或超级电容中,对于挖掘机快速频繁的负载变化,能量转化、存储效率低,且元件昂贵,使得系统难以得到广泛应用。

发明内容

[0004] 本发明目的是克服现有技术的不足,提供一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统。

[0005] 一种具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统包括控制器、发动机、分动箱、主泵、油箱、第一单向阀、第二单向阀、变量泵、变量马达、液控换向阀、第三单向阀、第一压力传感器、多路阀、第四单向阀、电磁换向阀、动臂液压缸、蓄能器、电液比例阀、第五单向阀、第六单向阀、第二压力传感器、先导操作手柄;发动机的传动轴与分动箱的输入轴相连,分动箱的第一输出轴与主泵的传动轴相连,分动箱的第二输出轴与变量泵的传动轴相连,变量泵的传动轴与变量马达的传动轴相连;主泵的吸油口与油箱相连,主泵的压油口与第三单向阀的P1口相连,第三单向阀的P2口与多路阀的P口相连,多路阀的A口与电磁换向阀的T口相连,电磁换向阀的A口与动臂液压缸的无杆腔相连,动臂液压缸的有杆腔与多路阀的B口相连,多路阀的T口与油箱相连;电磁换向阀的B口与油箱相连,电磁换向阀的P口与第四单向阀的P2口相连,第四单向阀的P1口与液控换向阀的P口相连,液控换向阀的T口与第二单向阀的P2口相连,第二单向阀的P1口与油箱相连,液控换向阀的A口与变量泵的吸油口相连,变量泵的压油口与第六单向阀的P1相连,第六单向阀的P2口与蓄能器相

连,第六单向阀的 P2 口与电液比例阀的 B 口相连,电液比例阀的 A 口与第五单向阀的 P2 口相连,第五单向阀的 P1 口与液控换向阀的 P 口相连,第五单向阀的 P1 口与变量马达的进油口相连,变量马达的出油口与第一单向阀的 P1 口相连,第一单向阀的 P2 口与油箱相连;先导操作手柄与多路阀的先导控制口相连,先导操作手柄与控制器输入信号线相连,第一压力传感器的检测接口与主泵的压油口相连,第一压力传感器的电气接口与控制器的输入信号线相连,第二压力传感器的检测接口与蓄能器相连,第二压力传感器的电气接口与控制器的输入信号线相连;控制器的输出信号线与发动机的油门控制信号口相连,控制器的输出信号线与变量泵的排量控制信号口相连,控制器的输出信号线与变量马达的排量控制信号口相连,控制器的输出信号线与电磁换向阀的电磁铁相连,控制器的输出信号线与电液比例阀的电磁铁相连;液控换向阀的先导控制油口与电磁换向阀的 P 口相连。

[0006] 所述的控制器采用 PLC。所述的主泵采用负流量控制变量泵。所述的液控换向阀为二位三通液控换向阀,电磁换向阀为二位四通电磁换向阀,电液比例阀为二位二通电液比例阀,实现对蓄能器输出流量的调节。

[0007] 本发明与背景技术相比具有的有益效果是:

[0008] 1、本系统将能量回收与混合动力结合,共用能量转化、存储单元,更大限度地对挖掘机能量进行分配利用。相比油电混合动力系统,本系统能量回收、利用效率高,节能效果好,增加的元器件少,结构更紧凑,生产成本大幅降低。

[0009] 2、辅助动力单元采用变量泵、变量马达并联结构,两者独立控制,进行液压能与机械能相互转化,能够实现在油液混合动力工作的同时进行动臂能量回收,控制灵活方便,精度高。

[0010] 3、本系统使用蓄能器作能量存储单元,动臂能量回收后直接以液压能形式充入蓄能器,与使用蓄电池与超级电容的油电混合动力系统相比,能量转化环节少,同等条件下可以提供更大的辅助动力,全充全放能力强,结构简单,寿命长。

[0011] 4、动臂能量回收时,油液分别流过变量泵和变量马达,变量马达产生的扭矩与发动机扭矩联合带动变量泵,油液增压后向蓄能器充能,实现能量差动回收。回收油液经过分流和增压后,充能压力更高,更有利于能量存储,能量利用效率提升。同时,回收油液经分流后体积减小,蓄能器对容积要求降低,尺寸减小,系统结构更简单、紧凑,便于实现。

[0012] 5、本系统由控制器调节变量泵、变量马达排量与发动机油门,进行主、辅助动力源分配,从而优化发动机工作效率,使发动机稳定工作于高效燃油区,提高燃油经济性,节省挖掘机油耗。

附图说明

[0013] 图 1 液压挖掘机具有能量差动回收的油液混合动力系统结构示意图

[0014] 图 2 本发明在动臂能量差动回收时的混合动力工作状态图

[0015] 图 3 本发明在混合动力模式下能量回收的工作状态图

[0016] 图 4 本发明在混合动力模式下能量释放的工作状态图

[0017] 图 5 本发明系统控制器控制流程图

[0018] 图中,控制器(1)、发动机(2)、分动箱(3)、主泵(4)、油箱(5)、第一单向阀(6)、第二单向阀(7)、变量泵(8)、变量马达(9)、液控换向阀(10)、第三单向阀(11)、第一压力传感

器(12)、多路阀(13)、第四单向阀(14)、电磁换向阀(15)、动臂液压缸(16)、蓄能器(17)、电液比例阀(18)、第五单向阀(19)、第六单向阀(20)、第二压力传感器(21)、先导操作手柄(22)。

具体实施方式

[0019] 以下结合附图对本发明进一步说明。

[0020] 如图 1 所示,具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统包括控制器 1、发动机 2、分动箱 3、主泵 4、油箱 5、第一单向阀 6、第二单向阀 7、变量泵 8、变量马达 9、液控换向阀 10、第三单向阀 11、第一压力传感器 12、多路阀 13、第四单向阀 14、电磁换向阀 15、动臂液压缸 16、蓄能器 17、电液比例阀 18、第五单向阀 19、第六单向阀 20、第二压力传感器 21、先导操作手柄 22;发动机 2 的传动轴与分动箱 3 的输入轴相连,分动箱 3 的第一输出轴与主泵 4 的传动轴相连,分动箱 3 的第二输出轴与变量泵 8 的传动轴相连,变量泵 8 的传动轴与变量马达 9 的传动轴相连;主泵 4 的吸油口与油箱 5 相连,主泵 4 的压油口与第三单向阀 11 的 P1 口相连,第三单向阀 11 的 P2 口与多路阀 13 的 P 口相连,多路阀 13 的 A 口与电磁换向阀 15 的 T 口相连,电磁换向阀 15 的 A 口与动臂液压缸 16 的无杆腔相连,动臂液压缸 16 的有杆腔与多路阀 13 的 B 口相连,多路阀 13 的 T 口与油箱 5 相连;电磁换向阀 15 的 B 口与油箱 5 相连,电磁换向阀 15 的 P 口与第四单向阀 14 的 P2 口相连,第四单向阀 14 的 P1 口与液控换向阀 10 的 P 口相连,液控换向阀 10 的 T 口与第二单向阀 7 的 P2 口相连,第二单向阀 7 的 P1 口与油箱 5 相连,液控换向阀 10 的 A 口与变量泵 8 的吸油口相连,变量泵 8 的压油口与第六单向阀 20 的 P1 相连,第六单向阀 20 的 P2 口与蓄能器 17 相连,第六单向阀 20 的 P2 口与电液比例阀 18 的 B 口相连,电液比例阀 18 的 A 口与第五单向阀 19 的 P2 口相连,第五单向阀 19 的 P1 口与液控换向阀 10 的 P 口相连,第五单向阀 19 的 P1 口与变量马达 9 的进油口相连,变量马达 9 的出油口与第一单向阀 6 的 P1 口相连,第一单向阀 6 的 P2 口与油箱 5 相连;先导操作手柄 22 与多路阀 13 的先导控制口相连,先导操作手柄 22 与控制器 1 输入信号线相连,第一压力传感器 12 的检测接口与主泵 4 的压油口相连,第一压力传感器 12 的电气接口与控制器 1 的输入信号线相连,第二压力传感器 21 的检测接口与蓄能器 17 相连,第二压力传感器 21 的电气接口与控制器 1 的输入信号线相连;控制器 1 的输出信号线与发动机 2 的油门控制信号口相连,控制器 1 的输出信号线与变量泵 8 的排量控制信号口相连,控制器 1 的输出信号线与变量马达 9 的排量控制信号口相连,控制器 1 的输出信号线与电磁换向阀 15 的电磁铁相连,控制器 1 的输出信号线与电液比例阀 18 的电磁铁相连;液控换向阀 10 的先导控制油口与电磁换向阀 15 的 P 口相连。

[0021] 所述的控制器 1 采用 PLC。所述的主泵 4 采用负流量控制变量泵。所述的液控换向阀 10 为二位三通液控换向阀,电磁换向阀 15 为二位四通电磁换向阀,电液比例阀 18 为二位二通电液比例阀,实现对蓄能器输出流量的调节。

[0022] 本发明有保压、混合动力模式下动臂能量差动回收、混合动力能量回收、混合动力能量释放四个工作状态,以下结合图 1~4 加以说明。

[0023] 1)如图 1 所示,先导操作手柄 22 在中位,多路阀 13 也在中位,主泵处于卸荷状态,系统处于保压状态。

[0024] 2)如图 2 所示,当动臂下降时,此系统工作在混合动力模式下动臂能量差动回收

状态。此时,先导操作手柄 22 处于左位,控制多路阀 13 处于左位,控制器 1 控制电磁换向阀 15 处于左位、电液比例阀 18 处于左位,液控换向阀 10 处于右位;主泵 4 输出的高压油经过第三换向阀 11、多路阀 13 进入动臂缸 16 的有杆腔。当控制器 1 检测到操作手柄 22 的操作信号且蓄能器压力未达到预设值时,动臂缸 16 的无杆腔中的液压油经过电磁换向阀 15、第四单向阀 14 后,一部分经过变量马达 9、第一换向阀 6 进入油箱,另一部分经过液控换向阀 10、变量泵 8、第六单向阀 20 输入蓄能器,实现动臂能量差动回收;当蓄能器压力达到设定值时,动臂缸 16 的无杆腔中的液压油经过电磁换向阀 15、多路阀 13 回到油箱 5。在回收动臂能量的同时,控制器 1 根据控制流程图 5,调节变量泵 8、变量马达 9 的排量,控制动力输出,经分动箱 4 与发动机 2 进行动力匹配,负载变大发动机动力不足时由辅助动力单元补充,负载变小发动机动力盈余时由向辅助动力单元充能,在动臂能量回收同时,进行油液混合动力工作,稳定发动机 2 工作在燃油高效区,实现发动机 2 效率优化。

[0025] 3)当动臂非下降,且发动机 2 输出能量大于主泵 4 负载时,本系统工作在混合动力能量回收状态。以图 3 所示,此时,先导操作手柄 22 处于右位,控制多路阀 13 处于右位,控制器 1 控制电磁换向阀 15 处于右位,液控换向阀 10 位于左位,电液比例阀 18 位于左位。当蓄能器压力小于某设定值时,油液从油箱经液控换向阀 10、变量泵 8、第六单向阀 20 充入蓄能器 17。控制器 1 接收第一压力传感器 12、第二压力传感器 15 的压力信号,根据控制流程图 5 调节变量泵 8、变量马达 9 的排量,使变量泵 8 将发动机 2 的机械能转化为液压能存储于蓄能器中,回收因为负载变小而引起的发动机 2 输出盈余能量,稳定发动机工作状态。

[0026] 4)当动臂非下降,且发动机 2 输出能量小于主泵 4 负载时,本系统工作在混合动力能量释放状态。以图 4 所示,此时,先导操作手柄 22 处于右位,控制多路阀 10 处于右位,控制器 1 控制电磁换向阀 15 处于右位,液控换向阀 10 位于左位,电液比例阀 18 位于右位。当蓄能器压力大于某设定值时,蓄能器 17 的高压油经电液比例阀 18、第五单向阀 19、变量马达 9 回到油箱 5。控制器 1 接收第一压力传感器 12、第二压力传感器 15 的压力信号,根据控制流程图 5 调节变量泵 8、变量马达 9 的排量,使变量马达 9 将蓄能器 17 的能量转化为机械能,与发动机联合输出,弥补因为负载变大而引起的发动机 2 输出不足,稳定发动机工作在燃油高效区,提高燃油经济性、节省挖掘机油耗。

[0027] 本发明的具有能量差动回收的挖掘机油液混合动力系统有别于普通的混合动力系统,将能量回收功能与油液混合动力结合,更大限度地对挖掘机能量进行分配利用,改善发动机工作效率,主要思路是:采用蓄能器作储能单元,回收液压系统与动力系统能量,由变量泵、变量马达并联组成辅助动力单元,与发动机共同驱动主泵负载。所述的控制器通过传感器采集主泵出口压力和蓄能器压力信号,并根据控制流程,调节变量泵、变量马达排量,解决主辅动力源匹配问题。由此,实现能量差动回收与挖掘机油液混合动力,使发动机稳定工作在高效燃油区,提高挖掘机的燃油经济性,节省油耗,降低系统排放。

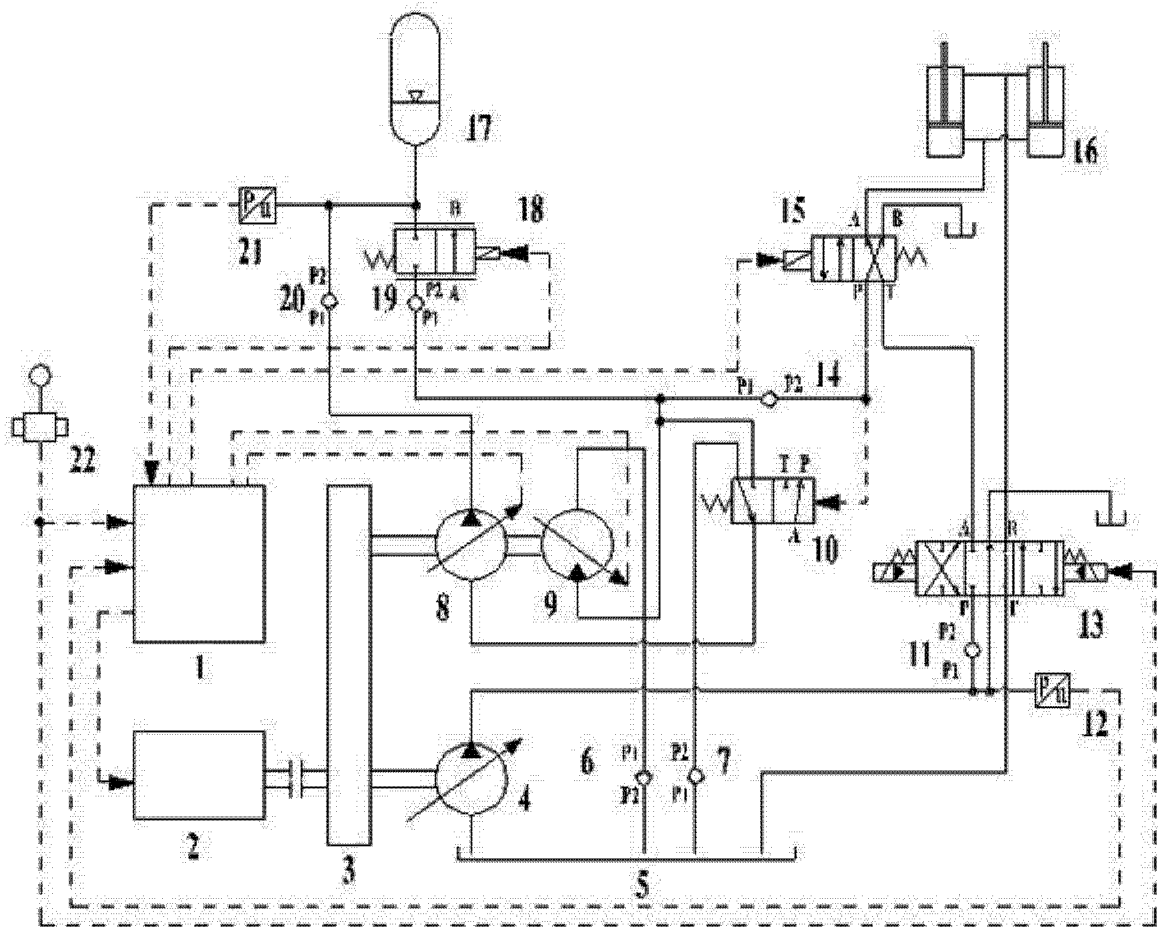


图 1

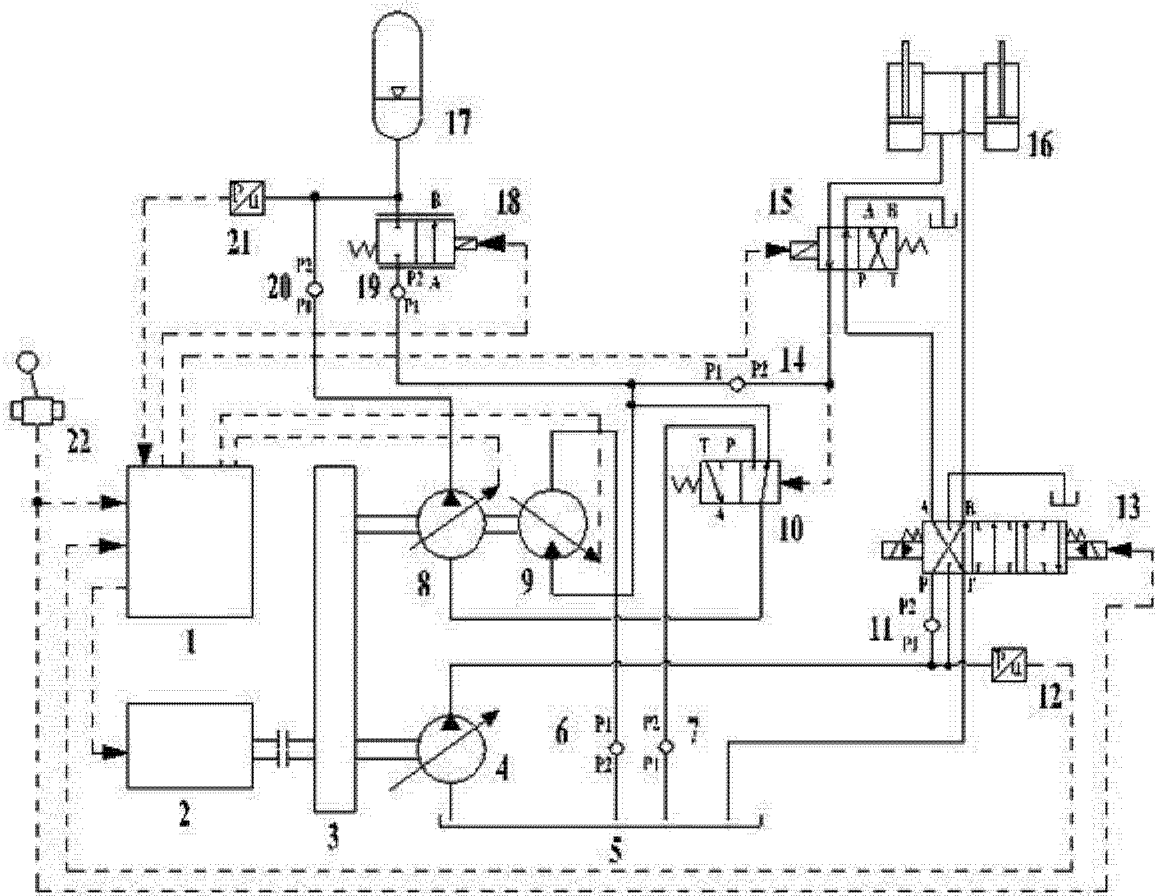


图 2

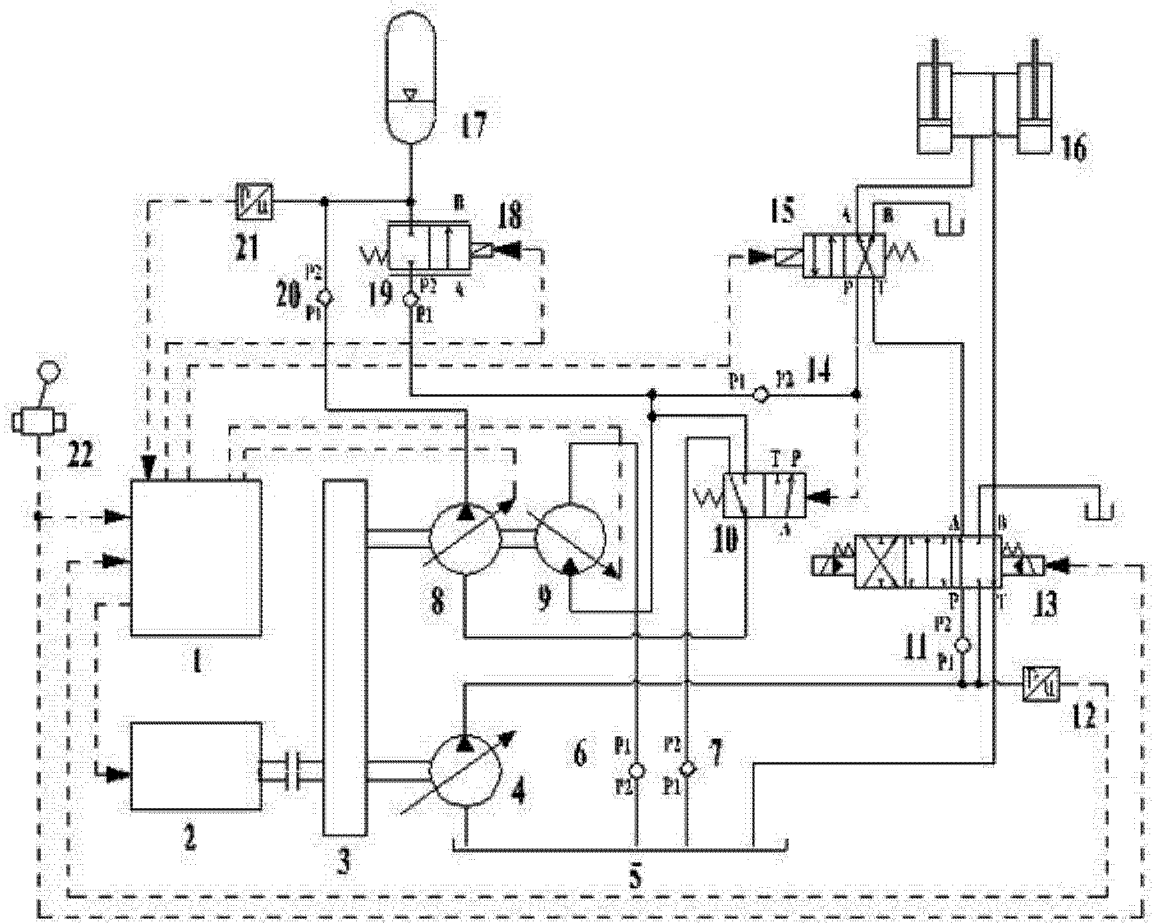


图 3

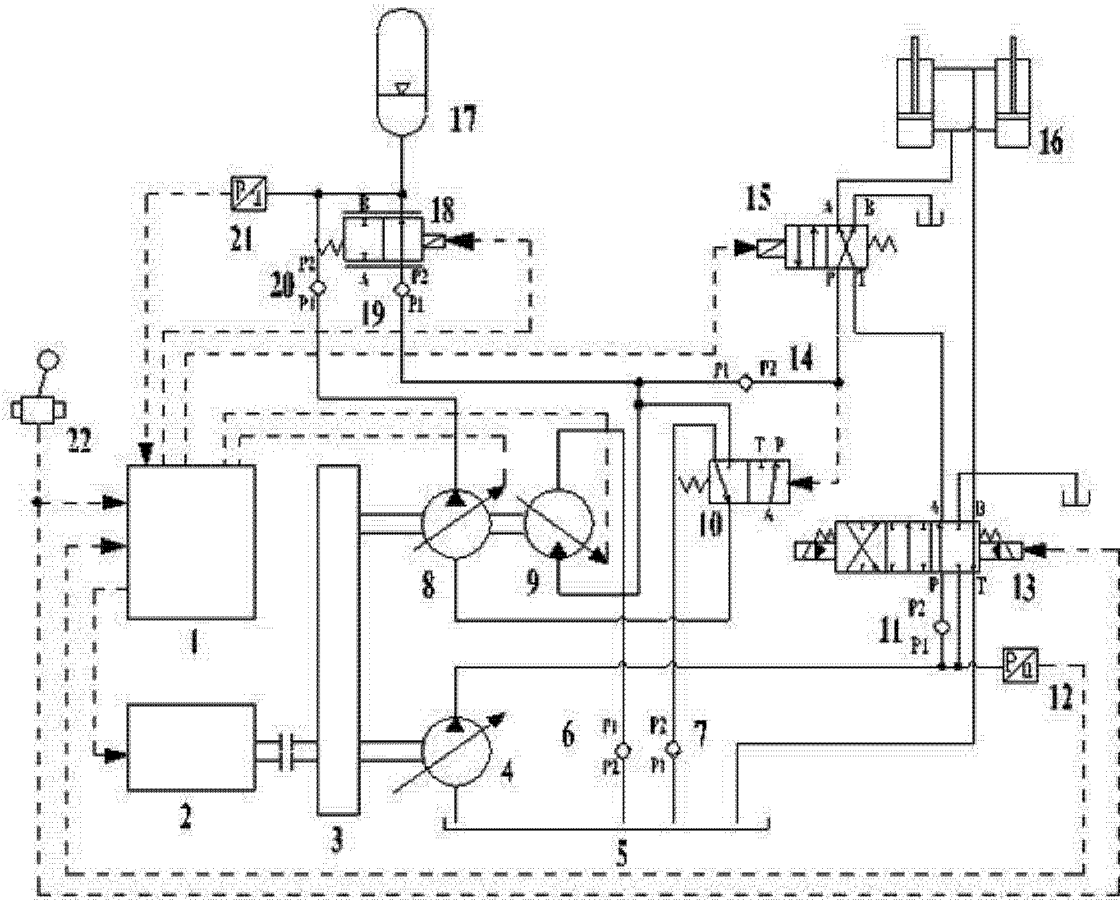


图 4

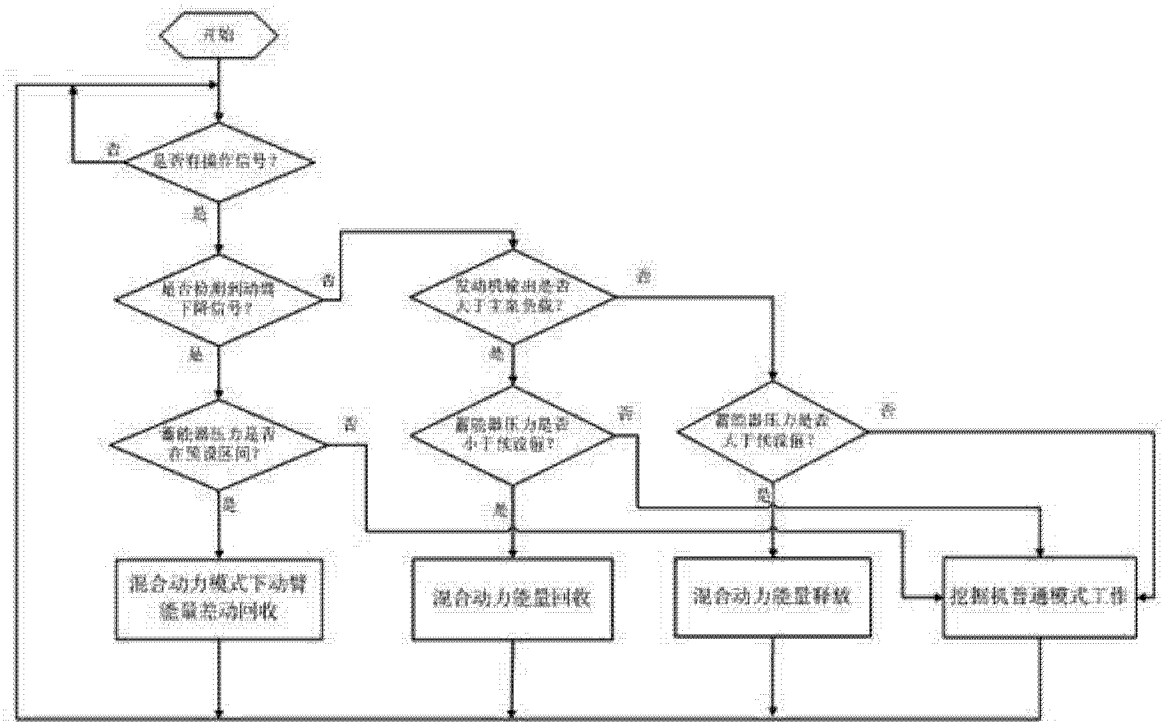


图 5