



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101736771 B

(45) 授权公告日 2011.08.24

(21) 申请号 201010106824.9

(22) 申请日 2010.02.05

(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 来晓靓 王向炜 薛弛

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 林怀禹

(51) Int. Cl.

E02F 9/20(2006.01)

审查员 方佳

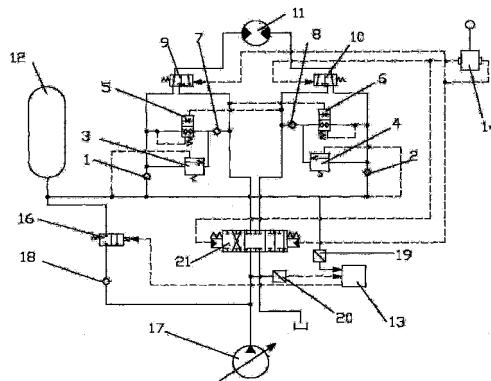
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

液压挖掘机回转减速制动能量回收系统

(57) 摘要

本发明公开一种液压挖掘机回转减速制动能量回收系统,有两个阀块,每阀块有液控卸载阀、液控转换阀、液控换向阀和两个单向阀,各阀块中,液控换向阀分别与多路阀、液控转换阀、液控卸载阀、第二单向阀、先导油路控制手柄、回转马达连通,第二单向阀与蓄能器连通,液控转换阀、液控卸载阀经第一单向阀与蓄能器连通,多路阀经第一单向阀与液控转换阀、液控卸载阀分别连通;液压泵与多路阀连通,多路阀与先导油路控制手柄连通;蓄能器、电磁换向阀、另一单向阀和液压泵之间依次连通,液压泵和控制器与第二压力传感器连接,蓄能器和控制器与第一压力传感器连接。本发明使液压挖掘机自动判断回转系统运动状态并回收制动能量,使发动机工作于高效区间。



1. 一种液压挖掘机回转减速制动能量回收系统,它包括液压泵(17)、多路阀(21)、回转马达(11)、蓄能器(12)、先导油路控制手柄(14),其特征是:还包括第一液控换向阀(9)、第一液控转换阀(5)、第一单向阀(7)、第二单向阀(1)、第一液控卸载阀(3)、第二液控换向阀(10)、第二液控转换阀(6)、第三单向阀(8)、第四单向阀(2)、第二液控卸载阀(4)、控制器(13)、第一压力传感器(19)、第二压力传感器(20)、电磁换向阀(16)、第五单向阀(18),液压泵(17)的出口与多路阀(21)的进油口连通,多路阀(21)的第一先导油口与先导油路控制手柄(14)的第二出口连通,多路阀(21)的第二先导油口与先导油路控制手柄(14)的第一出口连通;多路阀(21)的第一出油口与第一液控换向阀(9)的第一进口和第一单向阀(7)的出口分别连通,第一液控换向阀(9)的出油口与回转马达(11)的进口连通,第一液控换向阀(9)的第二进口与第一液控转换阀(5)的进口、第一液控卸载阀(3)的进口、第二单向阀(1)的进口分别连通,第二单向阀(1)的出口与蓄能器(12)的进口连通,第一液控转换阀(5)的出口、第一液控卸载阀(3)的出口分别与第一单向阀(7)的进口连通,第一液控转换阀(5)的排油油口与第一液控转换阀(5)的进口连通,第一液控转换阀(5)的先导油口与多路阀(21)的第二出油口连通,第一液控卸载阀(3)的先导油口与蓄能器(12)的进口连通,第一液控换向阀(9)的先导油口与先导油路控制手柄(14)的第一出口连通;多路阀(21)的第二出油口与第二液控换向阀(10)的第一进口和第三单向阀(8)的出口分别连通,第二液控换向阀(10)的出油口与回转马达(11)的出口连通,第二液控换向阀(10)的第二进口与第二液控转换阀(6)的第一进口、第二液控卸载阀(4)的进口、第四单向阀(2)的进口分别连通,第四单向阀(2)的出口与蓄能器(12)的进口连通,第二液控转换阀(6)的出口、第二液控卸载阀(4)的出口分别与第三单向阀(8)的进口连通,第二液控转换阀(6)的排油油口与第二液控转换阀(6)的进口连通,第二液控转换阀(6)的先导油口与多路阀(21)的第一出油口连通,第二液控卸载阀(4)的先导油口与蓄能器(12)的进口连通,第二液控换向阀(10)的先导油口与先导油路控制手柄(14)的第二出口连通;蓄能器(12)的进口与电磁换向阀(16)的进口连通,电磁换向阀(16)的出口与第五单向阀(18)的进口连通,第五单向阀(18)的出口与液压泵(17)连通;第二压力传感器(20)的两端分别与液压泵(17)的出口和控制器(13)连接,第一压力传感器(19)的两端分别与蓄能器(12)的进口和控制器(13)连接。

液压挖掘机回转减速制动能量回收系统

技术领域

[0001] 本发明适用于具有液压回转系统的工程机械,尤其适用于具有液压回转系统的液压挖掘机。

背景技术

[0002] 液压挖掘机的使用范围广,能量损失多,研究液压挖掘机的节能具有很大的经济价值。传统的液压挖掘机回转系统在减速制动时往往通过反向背压达到制动效果,回转体的动能转化为被压油的热能白白损失掉,引起液压系统发热,产生气穴等各种液压系统的缺陷,降低液压系统的寿命。由于回转动作在液压挖掘机中是一种十分频繁的动作,因此其所带来的能量损失是十分严重的,将其损失能量进行回收和再利用具有十分可观的经济效益。

[0003] 以往的能量回收系统一般适用于标准循环下,通过蓄能器充液放液两种动作,达到吸收减速制动能量并释放的功用,蓄能器的容量与单个循环下回转系统损失的减速制动能量相匹配,因此在设定的循环标准下效果较好,但是当出现与设定标准不匹配的回转行程时,蓄能器可能产生放能不足或者吸收能量已满造成对多余的减速制动能量不能吸收的状况。这种能量回收系统下,蓄能器根据操作人员的动作指令进行工作,但是由于该系统不能判断回转系统当前的运动状态使得蓄能器不能与系统原有的液压泵同时工作,只能先于液压挖掘机的液压泵进行工作,回转系统减速制动时,首先判断蓄能器是否有空间存储更多吸收制动能量的高压油液;回转系统启动时,首先判断蓄能器是否贮有高压油液,用于释放帮助回转装置启动,执行前述两种动作都会使得液压挖掘机的液压泵存在额外的空载状态,发动机的输出都会急剧减小,导致挖掘机的发动机负荷变化增大,不利于发动机稳定工作于高效工作区间,反而违背了能量回收的节能初衷。同时蓄能器的工作与否决定于蓄能器的压力与系统提供的油液压力之差,由于蓄能器自身油液的压力变化是非线性的,会带来回转台启动与减速制动时的周期不稳定,影响操作人员的操作习惯和工作效率。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种液压挖掘机回转减速制动能量回收系统,以使液压挖掘机在减速制动能量回收阶段对回转系统运动状态自动进行判断并回收制动能量,同时使发动机工作于高效区间。

[0005] 混合动力的提出为液压挖掘机的节能方式开拓了新的思路,本发明正是基于液压混合动力稳定发动机工作点概念的考虑,通过提高蓄能器的回收压力,在挖掘机回转系统减速制动的时候既回收制动能量,又提高了主泵的出口压力,使在减速制动能量回收时,也保持主泵的一定负载,间接保证了发动机的负载稳定,使得在能量回收时,防止由于主泵不需要提供反向背压造成发动机的负载波动、避免发动机不工作在高效工作区间而造成能量浪费。

[0006] 当蓄能器存储了减速制动所回收的能量后,又可以在挖掘机回转启动或是进行复

合动作等负载突变情况下,向系统补充蓄能器中的高压油液,减轻发动机的负载压力,使发动机提供的能量减少,达到节能的效果。蓄能器的高压油液和主泵提供的油液这两种油液来源在某种意义上也是一种混合动力的体现。

[0007] 本发明解决其技术问题所采取的技术方案如下:该液压挖掘机回转减速制动能量回收系统,它包括液压泵、多路阀、回转马达、蓄能器、先导油路控制手柄,并且还包括第一液控换向阀、第一液控转换阀、第一单向阀、第二单向阀、第一液控卸载阀、第二液控换向阀、第二液控转换阀、第三单向阀、第四单向阀、第二液控卸载阀、控制器、第一压力传感器、第二压力传感器、电磁换向阀、第五单向阀,液压泵的出口与多路阀的进油口连通,多路阀的第一先导油口与先导油路控制手柄的第二出口连通,多路阀的第二先导油口与先导油路控制手柄的第一出口连通;多路阀的第一出油口与第一液控换向阀的第一进口和第一单向阀的出口分别连通,第一液控换向阀的出油口与回转马达的进口连通,第一液控换向阀的第二进口与第一液控转换阀的进口、第一液控卸载阀的进口、第二单向阀的进口分别连通,第二单向阀的出口与蓄能器的进口连通,第一液控转换阀的出口、第一液控卸载阀的出口分别与第一单向阀的进口连通,第一液控转换阀的排油油口与第一液控转换阀的进口连通,第一液控转换阀的先导油口与多路阀的第二出油口连通,第一液控卸载阀的先导油口与蓄能器的进口连通,第一液控换向阀的先导油口与先导油路控制手柄的第一出口连通;多路阀的第二出油口与第二液控换向阀的第一进口和第三单向阀的出口分别连通,第二液控换向阀的出油口与回转马达的出口连通,第二液控换向阀的第二进口与第二液控转换阀的第一进口、第二液控卸载阀的进口、第四单向阀的进口分别连通,第四单向阀的出口与蓄能器的进口连通,第二液控转换阀的出口、第二液控卸载阀的出口分别与第三单向阀的进口连通,第二液控转换阀的排油油口与第二液控转换阀的进口连通,第二液控转换阀的先导油口与多路阀的第一出油口连通,第二液控卸载阀的先导油口与蓄能器的进口连通,第二液控换向阀的先导油口与先导油路控制手柄的第二出口连通;蓄能器的进口与电磁换向阀的进口连通,电磁换向阀的出口与第五单向阀的进口连通,第五单向阀的出口与液压泵连通;第二压力传感器的两端分别与液压泵的出口和控制器连接,第一压力传感器的两端分别与蓄能器的进口和控制器连接。

[0008] 本发明回收系统可在不影响液压挖掘机原有的动作速率和准确性的前提下,利用回转系统进出油路的压力变化作为控制信号,通过预先调节液压转换阀的压力差值,可以方便的设定能量回收系统启闭的临界压力,自动进行减速制动能量回收操作,能量回收后以回转马达工作状态,蓄能器压力值,液压系统主泵压力流量作为参数,根据一定的控制规则进行释放。减速制动能量回收的工作情形如下:当回转马达处于启动加速或匀速阶段时,回转马达进油口压力高于出油口压力,且多路阀开口面积处于逐渐开启至最大状态,此时本发明的系统不会进行能量回收;当回转马达处于减速、制动阶段时,回转马达出油口压力高于进油口压力,且多路阀开口面积处于逐渐减小至关闭状态,此时液控换向阀通过油路压力判断,将出油口油路与蓄能器油路连通,将减速制动能量进行回收。回收能量时回转马达进出油口压差保持与普通挖掘机的回转系统一致,以蓄能器的压力作为反向背压。回转动能驱动回转马达使之起到泵的作用,将进油口的低压油液加压,使出口压力达到蓄能器的压力,以回收回转动能。释放时则检测蓄能器自身的压力,液压系统主泵的输出压力,当蓄能器压力大于主泵输出压力且主泵流量需求有明显提高趋势时,蓄能器释放存储的能

量,防止蓄能器释放的油液与系统本身油液压差过大,降低油液能量利用率。

[0009] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0010] 1. 蓄能器进行能量回收与否由液控转换阀控制,转换阀由回转马达进出口的压力差进行控制。整个系统完全由液压油路的压力进行判断控制,实现蓄能器能量回收与否的自动转换,自动化程度高。

[0011] 2. 制动能量回收时,保持了回转马达进出油口压差与不具有能量回收的常规液压挖掘机基本一致,保持回转系统启动与减速制动的周期稳定,不影响操作人员的操作习惯。该系统可以在维持原有挖掘机的液压系统的情况下进行添加。

[0012] 3. 维持原有回转系统正常工作情况下,由于设定蓄能器的压力比原有系统马达出口背压高,从而使回转马达进口压力升高,促使马达减速时液压泵提供的压力升高,使发动机的负载从原有系统基本为零的状态下提高到一定值,有利于挖掘机发动机维持工作在高效率工作区间,提高了发动机的燃油效率,进一步节约能量、降低排放。

[0013] 4. 蓄能器所回收油液具有较高的压力值,便于向工作中的液压系统释放能量。

[0014] 5. 能量回收与释放只经过蓄能器,减少了其它形式能量回收系统元器件过多导致的能量损失。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明的结构示意图。

[0016] 图 2 为本发明在回转系统正向回转时进行回收减速制动能量的工作状态图。

[0017] 图 3 为本发明在回转系统反向回转时进行回收减速制动能量的工作状态图。

[0018] 图中:1. 第二单向阀,2. 第四单向阀,3. 第一液控卸载阀,4. 第二液控卸载阀,5. 第一液控转换阀,6. 第二液控转换阀,7. 第一单向阀,8. 第三单向阀,9. 第一液控换向阀,10. 第二液控换向阀,11. 回转马达,12. 蓄能器,13. 控制器,14. 先导油路控制手柄,16. 电磁换向阀,17. 液压泵,18. 第五单向阀,19. 第一压力传感器,20. 第二压力传感器,21. 多路阀

具体实施方式

[0019] 如附图 1 所示,液压泵 17 的出口与多路阀 21 的进油口连通,多路阀 21 的第一先导油口与先导油路控制手柄 14 的第二出口连通,多路阀 21 的第二先导油口与先导油路控制手柄 14 的第一出口连通;多路阀 21 的第一出油口与第一液控换向阀 9 的第一进口和第一单向阀 7 的出口分别连通,第一液控换向阀 9 的出油口与回转马达 11 的进口连通,第一液控换向阀 9 的第二进口与第一液控转换阀 5 的进口、第一液控卸载阀 3 的进口、第二单向阀 1 的进口分别连通,第二单向阀 1 的出口与蓄能器 12 的进口连通,第一液控转换阀 5 的出口、第一液控卸载阀 3 的出口与第一单向阀 7 的进口连通,第一液控转换阀 5 的排油油口与第一液控转换阀 5 的进口连通,第一液控转换阀 5 的先导油口与多路阀 21 的第二出油口连通,第一液控卸载阀 3 的先导油口与蓄能器 12 进口连通,第一液控换向阀 9 的先导油口与先导油路控制手柄 14 第一出口连通;多路阀 21 的第二出油口与第二液控换向阀 10 的第一进口和第二单向阀 6 的出口分别连通,第二液控换向阀 10 的出油口与回转马达 11 的出口连通,第二液控换向阀 10 的第二进口与第二液控转换阀 6 的第一进口、第二液控卸载阀 4

的进口、第四单向阀 2 的进口分别连通,第四单向阀 2 的出口与蓄能器 12 的进口连通,第二液控转换阀 6 的出口、第二液控卸载阀 4 的出口分别与第三单向阀 8 的进口连通,第二液控转换阀 6 的排油油口与第二液控转换阀 6 的进口连通,第二液控转换阀 6 的先导油口与多路阀 21 的第一出油口连通,第二液控卸载阀 4 的先导油口与蓄能器 12 的进口连通,第二液控换向阀 10 的先导油口与先导油路控制手柄 14 第二出口连通;蓄能器 12 的进口与电磁换向阀 16 的进口连通,电磁换向阀 16 的出口与第五单向阀 18 的进口连通,第五单向阀 18 的出口与液压泵 17 连通;第二压力传感器 20 的两端分别与液压泵 17 的出口和控制器 13 连接。其中,控制器 13 可选用市场上常见的可编程控制器(即 PLC 控制器),PLC 控制器的编程简单,可靠性高。第一压力传感器 19 的两端分别与蓄能器 12 的进口和控制器 13 连接。

[0020] 实际情况中一般将第二单向阀 1、第一液控卸载阀 3、第一液控转换阀 5、第一单向阀 7、第一液控换向阀 9 集成在一个阀块中,分别与回转马达 11 的进油口、多路阀 21 的第一出油口、蓄能器 12 的进油口连通;第四单向阀 2、第二液控卸载阀 4、第二液控转换阀 6、第三单向阀 8、第二液控换向阀 10 集成在另一个阀块中,分别与回转马达 11 的出油口、多路阀 21 的第二出油口、蓄能器 12 的进油口连通。

[0021] 回转减速制动能量回收以回转马达三种工作状态作为区别进行说明:

[0022] 1. 回转马达不工作。第一液控换向阀 9,第二液控换向阀 10 处于非工作状态,马达左右两路压力为蓄能器压力。

[0023] 2. 回转马达正向运转。回转马达启动时多路阀第一出油口的压力达到回转系统启动压力值,该压力值促使第二液控转换阀 6 打开。第一液控换向阀 9 工作,第二液控换向阀 10 不工作,多路阀 21 第一出油口的液压油经过第一液控换向阀 9,进入回转马达油路,使回转马达正向回转,经第二液控转换阀 6,第三单向阀 8,多路阀 21 的第二出油口返回油箱。随着回转进行,多路阀 21 的第一出油口的压力逐渐减小。回转马达减速制动时,多路阀第一出油口油液压力只维持回转马达进出油口压差,低于第二液控转换阀 6 的开启压力,第二液控转换阀 6 关闭。减速制动时回转马达 11 起泵作用所加压的油液从第二液控换向阀 10 流出经第四单向阀 2 流入蓄能器油路。蓄能器压力作为回转减速制动时的背压压力,吸收回转减速制动能量。当蓄能器油路压力超过第二液控卸载阀 4 卸油压力,第二液控卸载阀 4 打开,油液经第二液控卸载阀 4,第三单向阀 8,多路阀 21 的第二出油口回油箱。

[0024] 3. 回转马达反向运转。回转马达启动时多路阀 21 的第二出油口的压力达到回转系统启动压力值,该压力值促使液控转换阀 5 打开。第二液控换向阀 10 工作,第一液控换向阀 9 不工作,多路阀 21 的第二出油口的液压油经过第二液控换向阀 10,进入回转马达油路,使回转马达正向回转,经液控转换阀 5,第一单向阀 7,多路阀 21 第一出油口返回油箱。随着回转进行,多路阀 21 的第二出油口的压力逐渐减小。回转马达减速制动时,多路阀 21 的第二出油口油液压力只维持回转马达进出油口压差,低于液控转换阀 5 的开启压力,液控转换阀 5 关闭。减速制动时回转马达起泵作用所加压的油液从第一液控换向阀 9 流出经第二单向阀 1 流入蓄能器油路。蓄能器压力作为回转减速制动时的背压压力,吸收回转减速制动能量。当蓄能器油路压力超过第一液控卸载阀 3 卸油压力,第一液控卸载阀 3 打开,油液经第一液控卸载阀 3,第一单向阀 7,多路阀 21 第一出油口回油箱。

[0025] 由此,本发明能量回收系统实现了自动进行判断并回收制动能量的功能,使发动机工作于高效区间。

[0026] 能量释放时,由控制器 13 根据第一压力传感器 19 获得蓄能器储能压力以及第二压力传感器 20 获得回转系统主泵输出压力数据,判断蓄能器中能量存储量和回转系统外负载突变状况,确定是否需要释放能量和释放多少能量以辅助回转马达运动,通过一定的控制规则控制电磁换向阀 16 的启闭以释放高压油到回转系统主泵输出油路中,提供外负载突变所需的额外能量,减少发动机的工作点变化量,起到混合动力节能的效果。

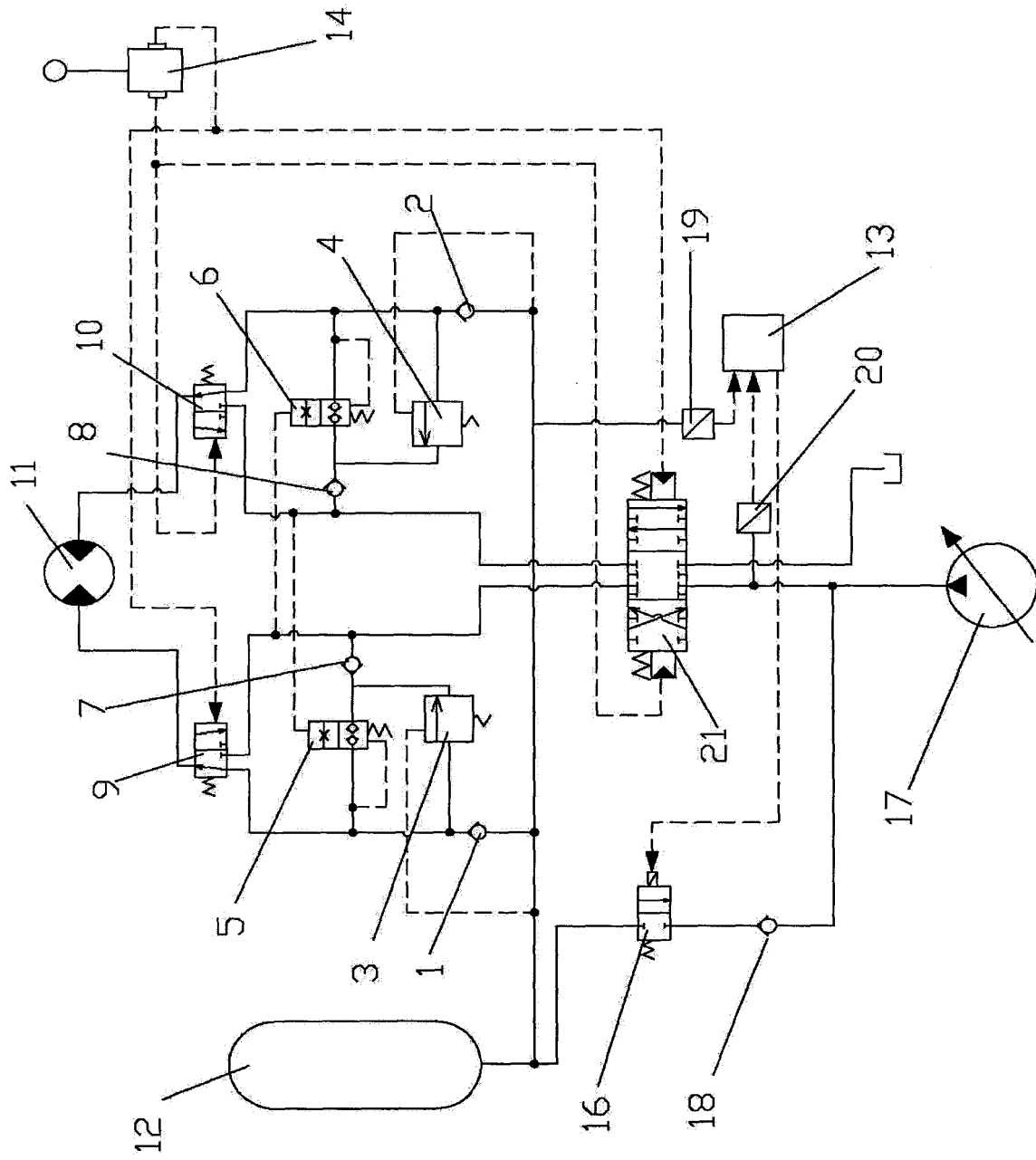


图 1

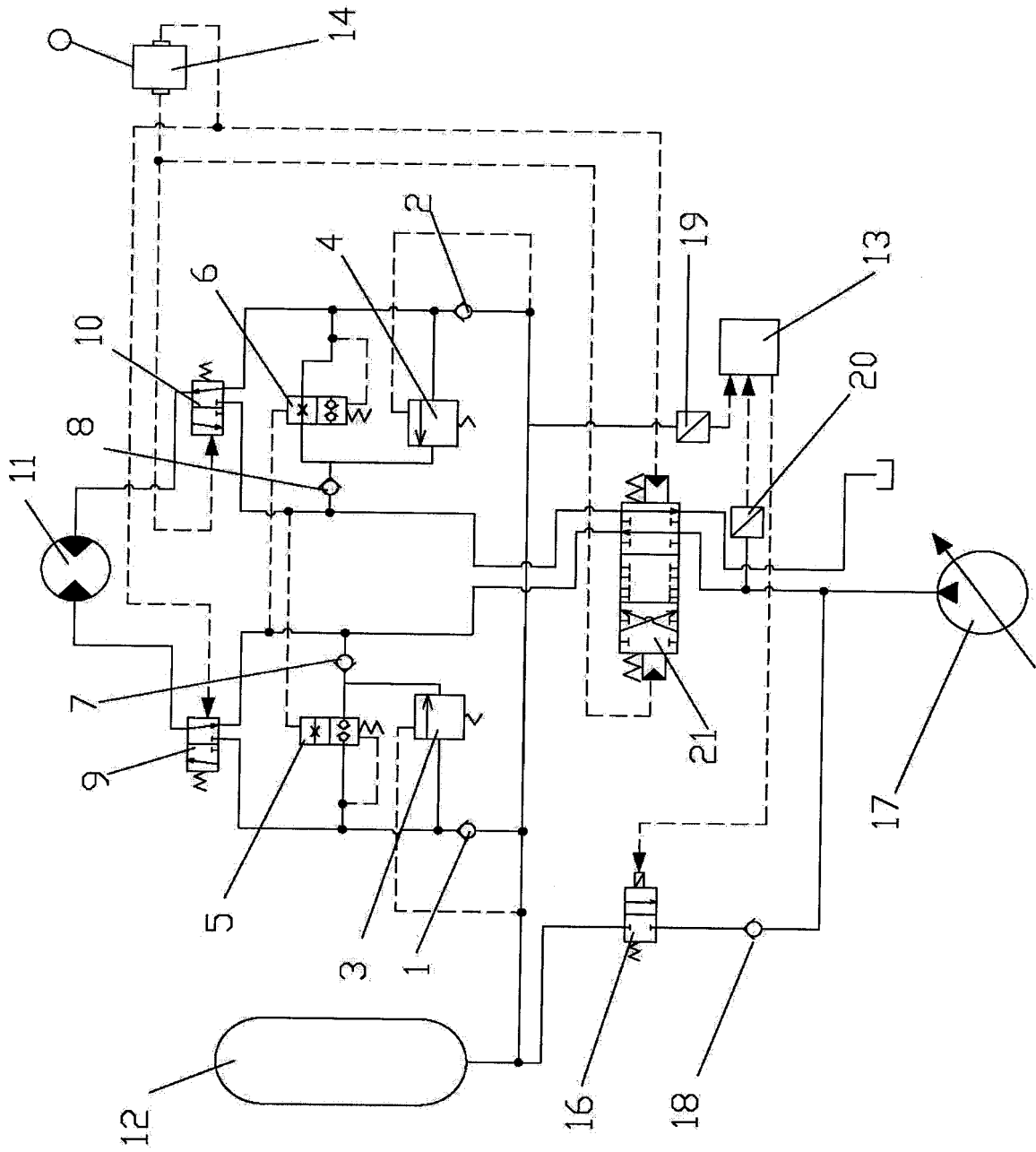


图 2

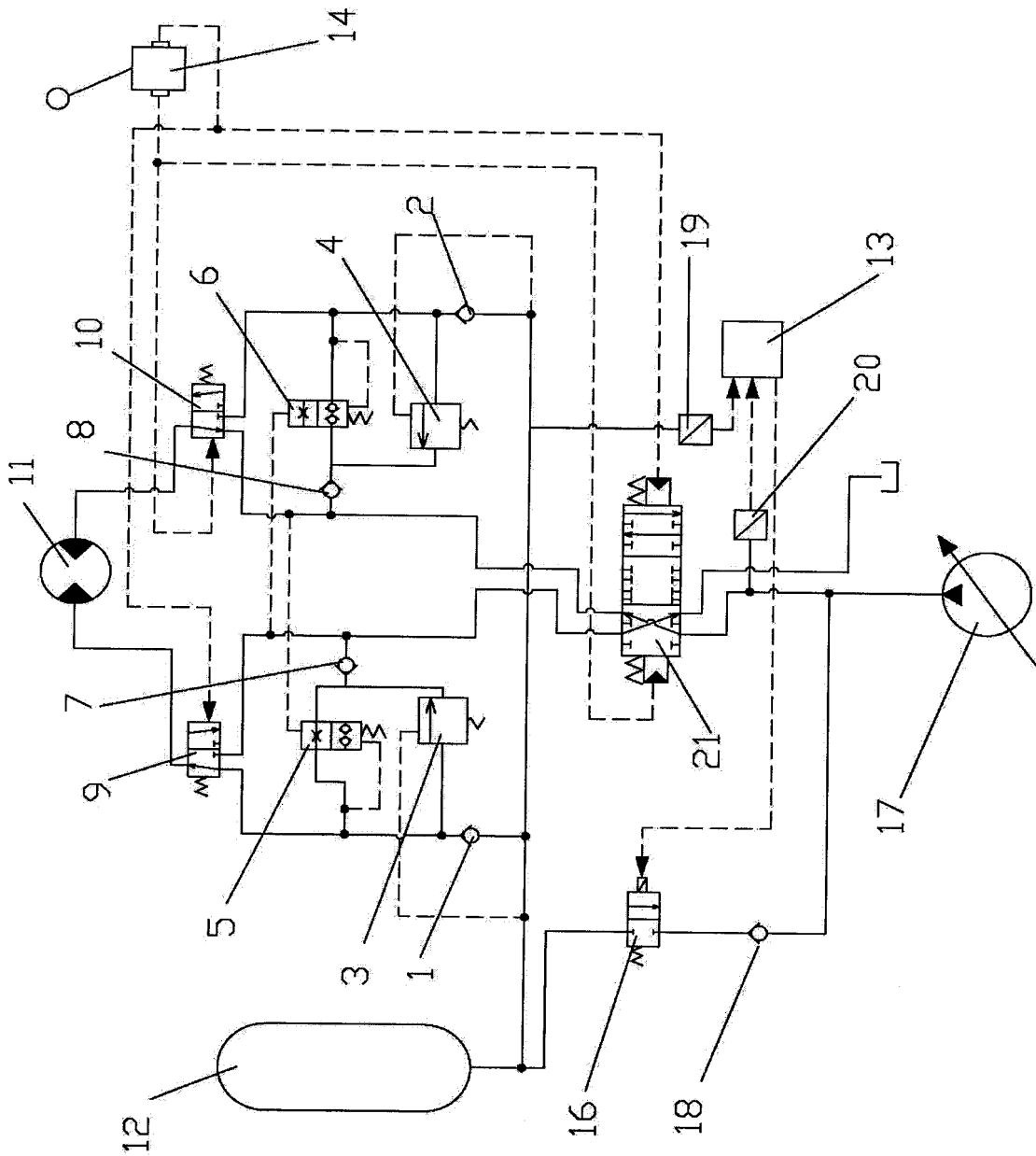


图 3