



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103267034 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201310176460. 5

CN 102561451 A, 2012. 07. 11, 全文.

(22) 申请日 2013. 05. 10

CN 102587444 A, 2012. 07. 18, 全文.

CN 102733442 A, 2012. 10. 17, 全文.

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路  
866 号

审查员 韩兰兰

(72) 发明人 管成 解泽哲 张浩杰 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 周烽

(51) Int. Cl.

F15B 1/02(2006. 01)

F15B 21/14(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2007-327527 A, 2007. 12. 20, 全文.

CN 202081450 U, 2011. 12. 21, 全文.

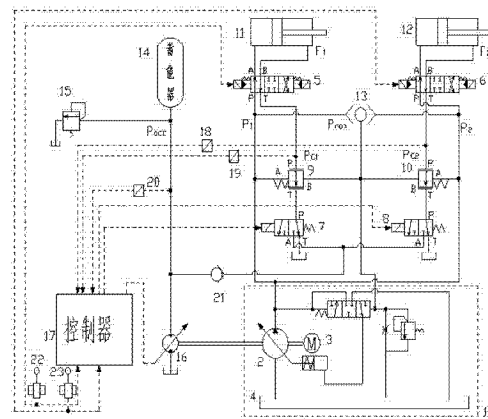
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统

(57) 摘要

本发明公开一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统,包括控制器、变量泵、变量马达、梭阀、换向阀、单向阀和蓄能器,能将负载敏感液压系统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,变量马达作为辅助动力单元。所述控制器根据控制规则,解决能量的适时回收以及主辅动力源匹配问题,稳定发动机工作在高效燃油区,同时保证负载敏感系统的优秀操作性能。本发明可以最大限度对负载敏感液压系统补偿阀上的能量损失进行回收、分配与再利用,优化负载敏感系统的工作效率,提高负载敏感系统的燃油经济性,降低系统排放,却不影响到负载敏感系统的操作性能。



1. 一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统,其特征在于,主动力部分(1)、主泵(2)、发动机(3)、油箱(4)、第一电液换向阀(5)、第二电液换向阀(6)、第一电磁换向阀(7)、第二电磁换向阀(8)、第一压力补偿阀(9)、第二压力补偿阀(10)、第一液压缸(11)、第二液压缸(12)、梭阀(13)、蓄能器(14)、溢流阀(15)、液压变量马达(16)、控制器(17)、第二压力传感器(18)、第一压力传感器(19)、第三压力传感器(20)、单向阀(21)、第一先导操作手柄(22)、第二先导操作手柄(23);

发动机(3)的输出轴和主泵(2)的传动轴相连,液压变量马达(16)的传动轴与主泵(2)的传动轴相连,主泵(2)的吸油口与油箱(4)相连,主泵(2)的压油口与第一电液换向阀(5)的P口和第二电液换向阀(6)的P口相连;

第一电液换向阀(5)的A口与第一液压缸(11)的无杆腔相连,第一液压缸(11)的有杆腔与第一电液换向阀(5)的B口相连,第一电液换向阀(5)的T口与第一压力补偿阀(9)的P口相连;第一压力补偿阀(9)的先导液动控制口A与主泵(2)的压油口相连,第一压力补偿阀(9)的先导液动控制口B与梭阀(13)的出油口相连,第一压力补偿阀(9)的T口与第一电磁换向阀(7)的P口相连,第一电磁换向阀(7)的A口与单向阀(21)入口相连,第一电磁换向阀(7)的T口与油箱(4)相连;

第二电液换向阀(6)的A口与第二液压缸(12)的无杆腔相连,第二液压缸(12)的有杆腔与第二电液换向阀(6)的B口相连,第二电液换向阀(6)的T口与第二压力补偿阀(10)的P口相连;第二压力补偿阀(10)的先导液动控制口A与主泵(2)的压油口相连,第二压力补偿阀(10)的先导液动控制口B与梭阀(13)的出油口相连,第二压力补偿阀(10)的T口与第二电磁换向阀(8)的P口相连,第二电磁换向阀(8)的A口与单向阀(21)入口相连,第二电磁换向阀(8)的T口与油箱(4)相连;

单向阀(21)的出口与蓄能器(14)的入口相连,液压变量马达(16)的一端进油口与蓄能器(14)的进油口相连,另一端接油箱(4),蓄能器(14)的进油口与溢流阀(15)的进油口相连,溢流阀(15)的出油口与油箱(4)相连;

第一先导操作手柄(22)与第一电液换向阀(5)先导控制口相连,同时连接控制器(17)输入信号线,第二先导操作手柄(23)与第二电液换向阀(6)的先导控制口相连,同时连接控制器(17)输入信号线,第一压力传感器(19)的检测接口与第一压力补偿阀(9)的P口相连,第一压力传感器(19)的电气接口与控制器(17)的输入信号线相连,第二压力传感器(18)的检测接口与第二压力补偿阀(10)的P口相连,第二压力传感器(18)的电气接口与控制器(17)的输入信号线相连,第三压力传感器(20)的检测接口与蓄能器(14)入口相连,第三压力传感器(20)的电气接口与控制器(17)的输入信号线相连;液压变量马达(16)的排量控制信号口与控制器(17)输出信号口相连,第一电磁换向阀(7)和第二电磁换向阀(8)的电磁控制信号口与控制器(17)的输出信号口相连。

2. 根据权利要求1所述的具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统,其特征在于,所述的控制器(17)采用PLC。

3. 根据权利要求1所述的具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统,其特征在于,所述的主动动力部分(1)采用负载敏感泵。

4. 根据权利要求1所述的具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统,其特征在于,所述的第一电液换向阀(5)和第二电液换向阀(6)为四通电液换向阀,第一电磁换向阀(7)

和第二电磁换向阀(8)为三通电磁换向阀。

## 一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及负载敏感系统和油液混合动力系统,尤其涉及一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统。

### 背景技术

[0002] 负载敏感系统,是一种先进的液压控制系统,广泛应用于车辆、注塑机、挖掘机等工程机械。系统将最高负载压力,传递给泵的变量控制机构,使泵的压力发生变化,从而仅提供系统负载所需要的压力和流量,最大限度地减少了功率的损失。其最大的特点是,各个执行机构对应的操作阀阀口两端压差相等,因此各执行机构的速度仅仅和操作阀的阀口面积有关,而与负载大小无关。并且由于压力补偿器的存在,系统可在仅在单泵供油的情况下,使各个操作阀两端压差维持不变,可以仅通过各操作阀的开口来控制执行机构的速度,而与负载变化无关。如此,大大提高了负载敏感系统的操作特性。

[0003] 负载敏感系统通过对小负载进行压力补偿,获得较好的多动作速度协调性。但是其在负载相差较大的时候,会在小负载联的压力补偿阀上损失较多的能量。大量的能量损失会导致燃油利用率低、液压系统发热、尾气排放差、液压油变质等问题。

[0004] 目前,还未有针对补偿阀能量回收的技术。

### 发明内容

[0005] 本发明目的是克服现有技术的不足,提供一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统,包括主动力部分(含发动机、主泵、油箱等)、第一电液换向阀、第二电液换向阀、第一电磁换向阀、第二电磁换向阀、第一压力补偿阀、第二压力补偿阀、第一液压缸、第二液压缸、梭阀、蓄能器、溢流阀、液压变量马达、控制器、第一压力传感器、第二压力传感器、第三压力传感器、单向阀、第一先导操作手柄、第二先导操作手柄、油箱;

[0007] 发动机的输出轴和主泵的传动轴相连,液压变量马达的传动轴与主泵的传动轴相连,主泵的吸油口与油箱相连,主泵的压油口与第一电液换向阀和第二电液换向阀的P口相连;

[0008] 第一电液换向阀的A口与第一液压缸的无杆腔相连,第一液压缸的有杆腔与第一电液换向阀的B口相连,第一电液换向阀的T口与第一压力补偿阀的P口相连;第一压力补偿阀的先导液动控制口A与主泵出口相连,第一压力补偿阀的先导液动控制口B与梭阀的出油口相连,第一压力补偿阀的T口与第一电磁换向阀的P口相连,第一电磁换向阀的A口与单向阀入口相连,第一电磁换向阀的T口与油箱相连;

[0009] 第二电液换向阀的A口与第二液压缸的无杆腔相连,第二液压缸的有杆腔与第二电液换向阀的B口相连,第二电液换向阀的T口与第二压力补偿阀的P口相连;第二压力补偿阀的先导液动控制口A与主泵出口相连,第二压力补偿阀的先导液动控制口B与梭阀的

出油口相连,第二压力补偿阀的 T 口与第二电磁换向阀的 P 口相连,第二电磁换向阀的 A 口与单向阀入口相连,第二电磁换向阀的 T 口与油箱相连;

[0010] 单向阀的出口与蓄能器的入口相连,液压变量马达的一端进油口与蓄能器的进油口相连,另一端接油箱,蓄能器的进油口与溢流阀的进油口相连;

[0011] 第一先导操作手柄与第一电液换向阀的先导控制口相连,同时连接控制器输入信号线,第二先导操作手柄与第二电液换向阀的先导控制口相连,同时连接输入信号线,第一压力传感器的检测接口与第一压力补偿阀的 P 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第二压力补偿阀的 P 口相连,第二压力传感器的电气接口与控制器的输入信号线相连,第三压力传感器的检测接口与蓄能器入口相连,第三压力传感器的电气接口与控制器的输入信号线相连;液压变量马达的排量控制信号口与控制器输出信号口相连,电磁换向阀的电磁控制信号口与控制器的输出信号口相连。

[0012] 所述的控制器采用 PLC,所述动力部分为负载敏感液压泵,所述的电液换向阀为四通电液换向阀,所述的电磁换向阀为三通电磁换向阀,可以较好的实现对补偿阀上损失能量的适时回收。

[0013] 本发明与背景技术相比具有的有益效果是:

[0014] 1、本系统将能量回收利用与负载敏感液压系统相结合,既完整的保留了负载敏感系统补偿小负载以获得较好的多动作协调性和良好的操作性能的优点,又可以回收该系统在不同联负载相差较大时在小负载联上损失的大量能量,并加以重新利用,有效的提高了负载敏感系统的燃油利用率,降低了系统发热、尾气排放与油液变质。

[0015] 2、辅助动力单元采用变量马达,能量回收与释放的控制与主动力源的控制相独立,能够实现在负载敏感系统正常工作的同时进行小负载联损失能量的回收与利用,控制灵活方便,精度高。

[0016] 3、本系统使用蓄能器作能量存储单元,小负载联能量回收后直接以液压能形式充入蓄能器,蓄能器具有功率密度高的特点,可有效的在短时间内提供满足系统所需的能量,驱动变量马达配合主泵驱动负载敏感系统执行机构,达到节能和改善系统工作状况的作用。

[0017] 4、对于本系统,只要不同联的负载不同,就会在小负载联的补偿阀前产生高压,这样就有效驱动油液进入蓄能器,保证了能量的回收与存储,能量利用效率提升。

[0018] 5、本系统由控制器根据监测到的系统主要参数进行变量马达排量的调节与换向阀动作的控制,达到了系统能量的适时回收与释放,并较好的调配主、辅动力源供能比率,提高了负载敏感系统的燃油经济性,并不破坏负载敏感系统的良好多动作协调性。

#### 附图说明

[0019] 图 1 一种具有补偿阀能量回收的负载敏感液压系统结构示意图;

[0020] 图 2 本发明在活塞回返、无负载或负载无差别的普通模式下工作状态图;

[0021] 图 3 本发明在负载出现差别后小负载联能量回收的工作状态图;

[0022] 图中:1. 主动力部分、2. 主泵、3. 发动机、4. 油箱、5. 第一电液换向阀、6. 第二电液换向阀、7. 第一电磁换向阀、8. 第二电磁换向阀、9. 第一压力补偿阀、10. 第二压力补偿

阀、11. 第一液压缸、12. 第二液压缸、13. 梭阀、14. 蓄能器、15. 溢流阀、16. 液压变量马达、17. 控制器、18. 第二压力传感器、19. 第一压力传感器、20. 第三压力传感器、21. 单向阀、22. 第一先导操作手柄、23. 第二先导操作手柄。

### 具体实施方式

[0023] 如附图 1 所示,发动机 3 的输出轴和主泵 2 的传动轴相连,变量马达 16 的传动轴与主泵 2 的传动轴相连,主泵 2 的吸油口与油箱 4 相连,主泵 2 的压油口与第一电液换向阀 5 和第二电液换向阀 6 的 P 口相连;

[0024] 第一电液换向阀 5 的 A 口与第一液压缸 11 的无杆腔相连,第一液压缸 11 的有杆腔与第一电液换向阀 5 的 B 口相连,第一电液换向阀 5 的 T 口与第一压力补偿阀 9 的 P 口相连;第一压力补偿阀 9 的先导液动控制口 A 与主泵 2 出口相连,第一压力补偿阀 9 的先导液动控制口 B 与梭阀 13 的出油口相连,第一压力补偿阀 9 的 T 口与第一电磁换向阀 7 的 P 口相连,第一电磁换向阀 7 的 A 口与单向阀 21 入口相连,第一电磁换向阀 7 的 T 口与油箱 4 相连;

[0025] 第二电液换向阀 6 的 A 口与第二液压缸 12 的无杆腔相连,第二液压缸 12 的有杆腔与第二电液换向阀 6 的 B 口相连,第二电液换向阀 6 的 T 口与第二压力补偿阀 10 的 P 口相连;第二压力补偿阀 10 的先导液动控制口 A 与主泵 2 出口相连,第二压力补偿阀 10 的先导液动控制口 B 与梭阀 13 的出油口相连,第二压力补偿阀 10 的 T 口与第二电磁换向阀 8 的 P 口相连,第二电磁换向阀 8 的 A 口与单向阀 21 入口相连,第二电磁换向阀 8 的 T 口与油箱 4 相连;

[0026] 单向阀 21 的出口与蓄能器 14 的入口相连,液压变量马达 16 的一端进油口与蓄能器 14 的进油口相连,另一端接油箱 4,蓄能器 14 的进油口与溢流阀 15 的进油口相连,溢流阀 15 的出油口与油箱 4 相连。

[0027] 第一先导操作手柄 22 与第一电液换向阀 5 的先导控制口相连,同时连接控制器 17 输入信号线,第二先导操作手柄 23 与第二电液换向阀 6 的先导控制口相连,同时连接控制器 17 输入信号线,第一压力传感器 19 的检测接口与第一压力补偿阀 9 的 P 口相连,第一压力传感器 19 的电气接口与控制器 17 的输入信号线相连,第二压力传感器 18 的检测接口与第二压力补偿阀 10 的 P 口相连,第二压力传感器 18 的电气接口与控制器 17 的输入信号线相连,第三压力传感器 20 的检测接口与蓄能器 14 入口相连,第三压力传感器 20 的电气接口与控制器 17 的输入信号线相连;变量马达 16 的排量控制信号口与控制器 17 输出信号口相连,电磁换向阀 7、8 的电磁控制信号口与控制器 17 的输出信号口相连。

[0028] 所述的控制器 17 采用 PLC,所述动力部分 1 为负载敏感液压泵,所述的电液换向阀 5、6 为四通电液换向阀,所述的电磁换向阀 7、8 为三通电磁换向阀,可以较好的实现对补偿阀上损失能量的适时回收。其中,控制器 17 可以选用市场上常见的可编程控制器(即 PLC)控制器,PLC 的控制简单,可靠性高。

[0029] 实际情况中一般将电液换向阀 5,电磁换向阀 7,压力补偿阀 9 集成在一个阀块中,与主泵 1 的压油口、液压缸 11 的有杆腔、无杆腔,梭阀的 A 口,单向阀 21 的 P 口连通,电液换向阀 6,电磁换向阀 8,压力补偿阀 10 集成在一个阀块中,与主泵 1 的压油口、液压缸 12 的有杆腔、无杆腔,梭阀的 B 口,单向阀 21 的 P 口连通,单向阀 21,梭阀 13,节流阀,溢流阀

集成在一个阀块中,与蓄能器 14 入口,变量马达 16 高压油口,液控换向阀右端先导控制油口接通。

[0030] 本发明有活塞杆回返,小负载联能量回收模式驱动负载和普通模式驱动负载等四种工作状态,以下结合图 2 ~ 3 加以说明。

[0031] 1、如图 2 所示,当没有负载需要驱动,液压缸 11、12 的活塞杆需回归初始状态时,操作先导操作手柄使电液换向阀 5、6 工作在右位,控制器 17 使电磁换向阀 7、8 工作在右位,并使变量马达 16 排量为零,主泵 1 输出的油液经电液换向阀 5、6 右位进入液压缸 11、12 有杆腔,而此时液压缸 11、12 无杆腔经电液换向阀 5、6 的右位,压力补偿阀 9、10,电磁换向阀 7、8 右位与油箱接通,因而液压缸 11、12 的活塞杆将快速回返原位,为驱动负载做好准备。

[0032] 2、如图 2 所示,当有负载需要驱动,操作先导手柄 22、23,使电液换向阀 5、6 工作在左位,控制器 17 使电磁换向阀 7、8 工作在右位,并使变量马达 16 排量为零,主泵 1 输出油液经电液换向阀 5、6 左位进入液压缸 11、12 的无杆腔,同时进入梭阀的两个进油口和压力补偿阀 9、10 的先导液动控制口 A,液压缸 11、12 有杆腔油液经电液换向阀 5、6 左位,压力补偿阀 9、10,到达电磁换向阀 7、8P 口。当两液压缸负载相同或相差甚微时,液压缸 11、12 无杆腔一部分油液共同经梭阀 13 进入压力补偿阀 9、10 另一端的先导液动控制口 B,而根据梭阀特点其上通过油液的压力与液压缸 11、12 无杆腔压力相等,压力补偿阀 9、10 两端控制压力相等,处于全开状态,由于与油箱 4 接通,因而压力补偿阀前压力为 0,压力传感器 18、19 将检测到的压力补偿阀 9、10 的阀前压力传送至控制器 17,由于压力值为 0,未达到电磁换向阀 7、8 的换向条件,电磁换向阀 7、8 仍处于右位,液压缸 11、12 无杆腔油液经全开的压力补偿阀 9、10 和电磁换向阀 7、8 右位回油箱 4,系统处于普通模式正常工作状态。

[0033] 3、如图 3 所示,当有负载需要驱动,操作先导手柄 22、23,使电液换向阀 5、6 工作在左位,控制器 17 使电磁换向阀 7、8 工作在右位,并使变量马达 16 排量为零,主泵 1 输出油液经电液换向阀 5、6 左位进入液压缸 11、12 的无杆腔,同时进入梭阀的两个进油口和压力补偿阀 9、10 的先导液动控制口 A,液压缸 11、12 有杆腔油液经电液换向阀 5、6 左位,压力补偿阀 9、10,到达电磁换向阀 7、8P 口。当两液压缸负载相差较大时(不妨假设液压缸 12 上的负载较大),系统的压力将重新分布:根据梭阀的特点,由于负载较大导致液压缸 12 无杆腔压力较大,因而只有液压缸 12 无杆腔一部分油液经梭阀 13 进入压力补偿阀 9、10 的先导液动控制口 B,使得压力补偿阀 9、10 先导液动控制口 B 压力与液压缸 12 无杆腔压力相等。此时压力补偿阀 10 两端压力均为液压缸 12 无杆腔压力,因而仍处于全开状态,由于与油箱 4 接通,因而压力补偿阀前压力为 0。但由于压力补偿阀 9 的作用,重新建压后将导致液压缸 11 无杆腔的压力约等于液压缸 12 无杆腔的压力(弹簧作用力较小,可忽略),这样根据液压缸的静液平衡,将在液压缸 11 有杆腔,也即压力补偿阀 9 的阀前产生一个约为  $(F_2 - F_1) / A$  的压力(A 为液压缸有杆腔面积),此时第二压力传感器 18 将检测到此压力值并传送至控制器 17,控制器 17 同时接收第三压力传感器 20 检测到的蓄能器 14 压力值,进而将根据控制规则检测此这两个压力信号的差值(补偿阀阀前压力应高于蓄能器压力)是否达到电磁换向阀 7 的换向条件,若达到,控制电磁换向阀 7 工作至左位,在压力补偿阀 9 阀前压力作用下,油液经过电磁换向阀 7,单向阀 21 进入蓄能器 14,蓄能器 14 充能,这样就完成了对普通负载敏感系统小负载联浪费的液压能的回收。若达不到,说明蓄能器 14 内仍存在高压,

电磁换向阀 7 仍工作在右位,防止管内的高压积累。

[0034] 当蓄能器 14 充能到一定的程度时,控制器 17 将在控制规则的指导下,根据蓄能器 14 入口处第三压力传感器 20 检测到的压力信号值,调节变量马达 16 排量,以释放蓄能器 14 内的高压油进入变量马达 16,而使其旋转,达到合理调配主、辅动力源供能比率,辅助主泵工作,进而节能的目的,提高了负载敏感系统的燃油经济性。同时降低了蓄能器压力,防止因蓄能器压力过高而阻碍能量的继续回收。



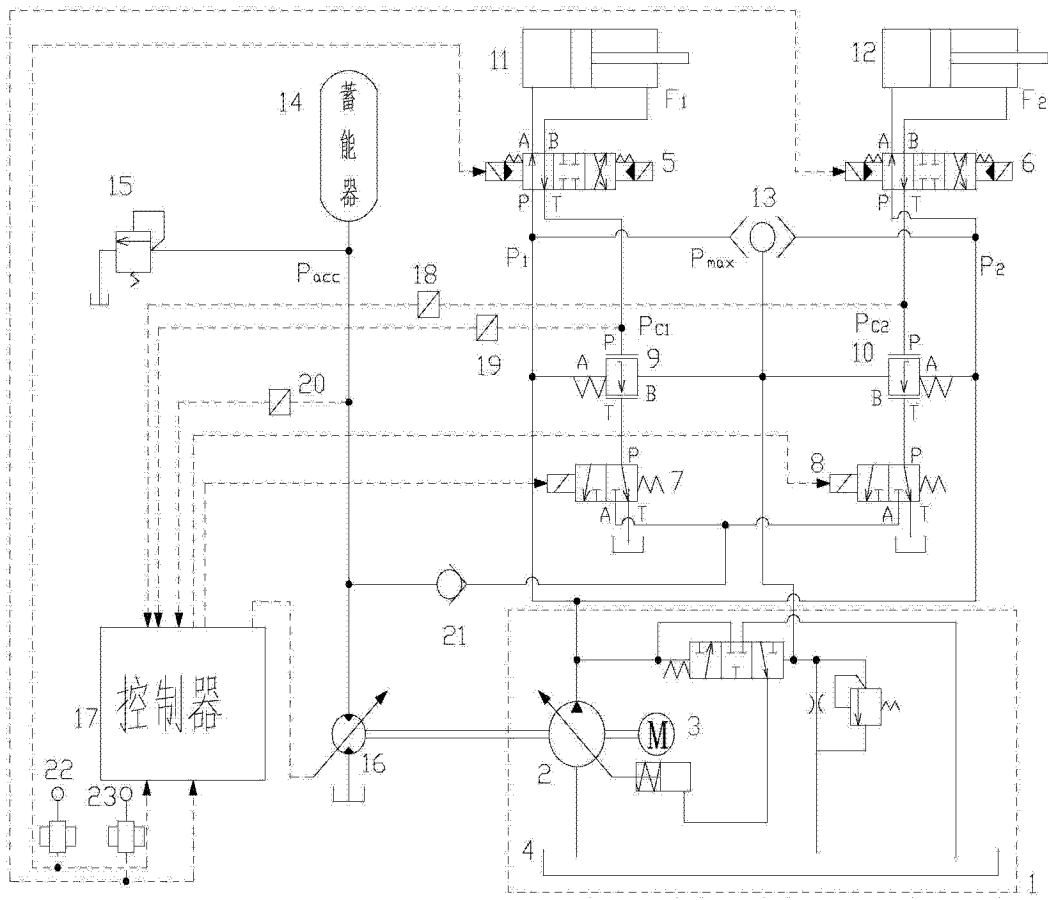


图 1

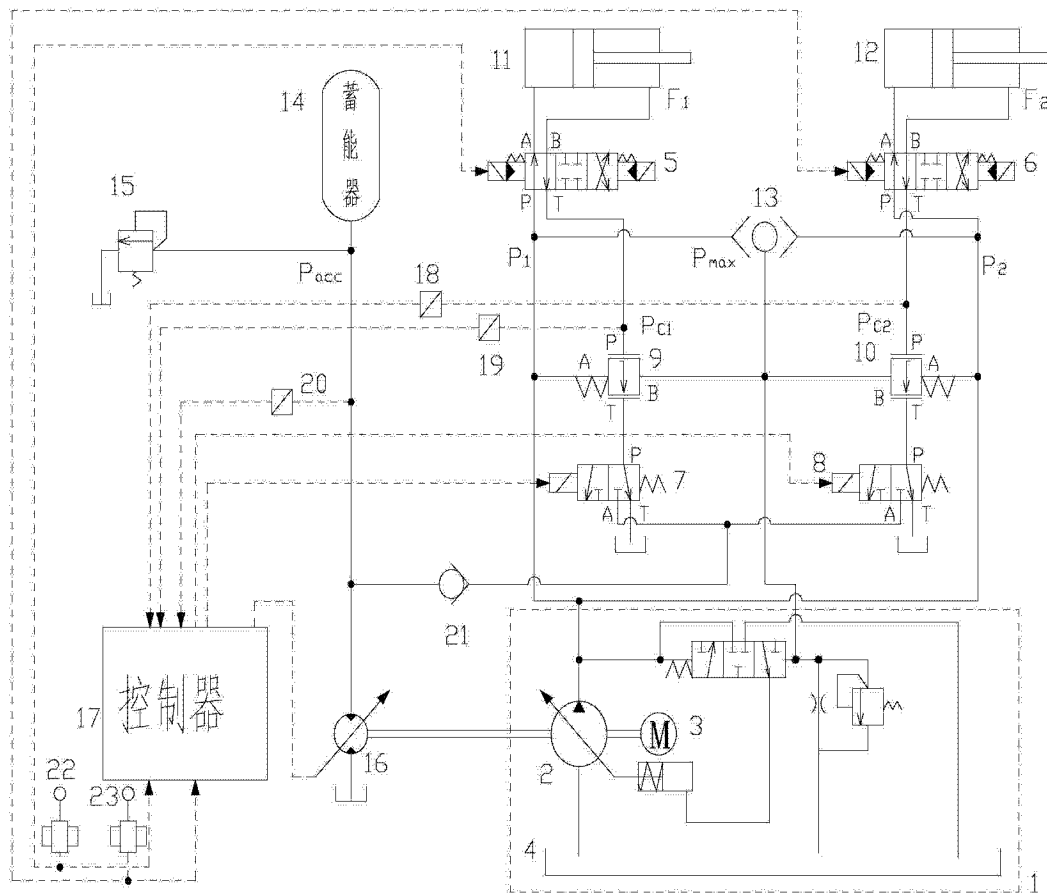


图 2

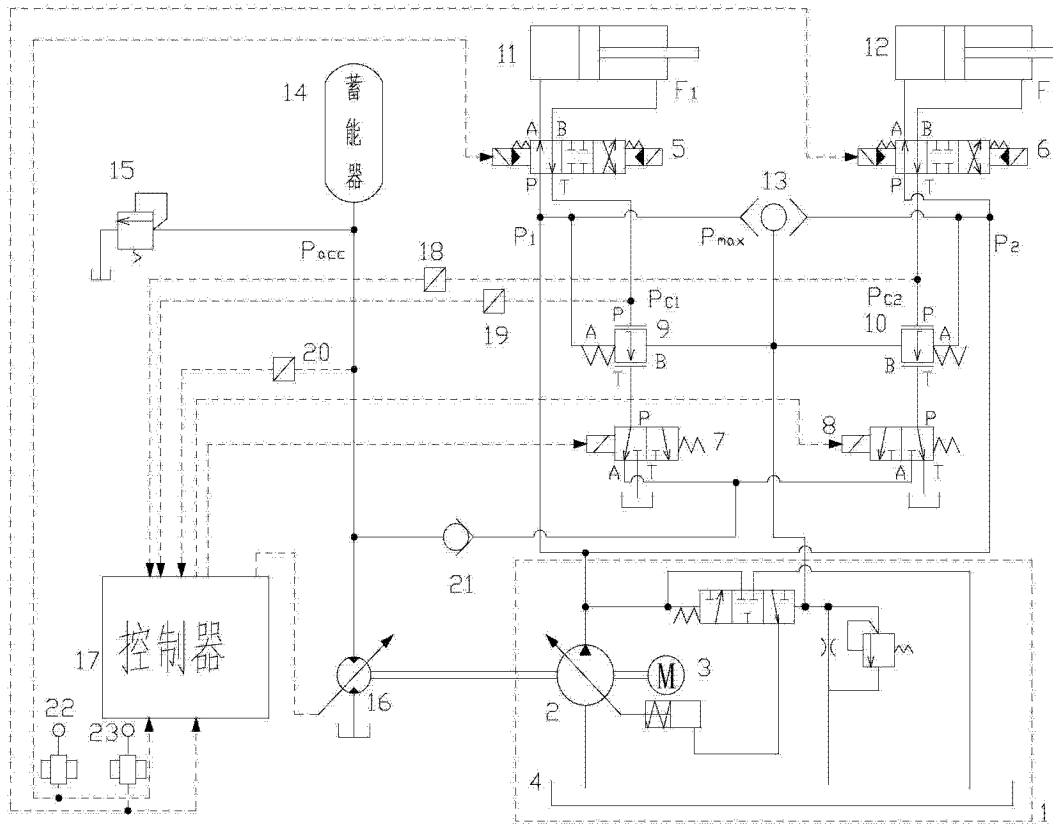


图 3