(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107345411 B
(45)授权公告日 2019.11.22

(21)申请号 201710657892.6

(22)申请日 2017.08.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107345411 A

(43)申请公布日 2017.11.14

(73)专利权人 三一重机有限公司
地址 215300 江苏省苏州市昆山开发区环城东路

(72)发明人 卢英义

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理事务所(普通合伙) 11371
代理人 龙礼妹

(51)Int.Cl.
E02F 9/22(2006.01)
E02F 3/42(2006.01)

(56)对比文件
CN 205776443 U,2016.12.07,
CN 105971053 A,2016.09.28,
CN 205617466 U,2016.10.05,
CN 102241379 A,2011.11.16,
CN 203780313 U,2014.08.20,
US 2012312006 A1,2012.12.13,

审查员 李敏

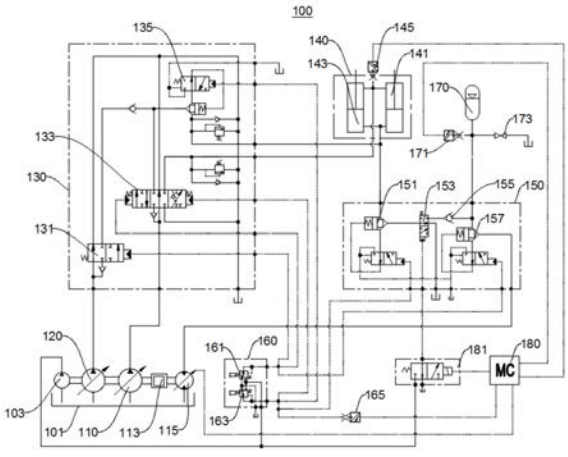
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

动臂油缸节能系统及其控制方法、挖掘机

(57)摘要

本发明提供的动臂油缸节能系统及其控制方法、挖掘机，涉及工程机械技术领域。该动臂油缸节能系统采用主泵、变量液压马达、单向离合器、动臂油缸、能量回收阀块和蓄能器。当动臂下降，动臂阀芯截断动臂油缸下降的回油口，将回油引导至蓄能器中进行无转化储能。当动臂提升，能量回收阀块将蓄能器中的回油释放、并用于驱动变量液压马达转动，为主泵提供辅助扭矩。该节能系统将动臂油缸下降的势能进行储存，实现能量的回收与再利用，节能效果好。本发明提供的动臂油缸节能系统控制方法操作简单，安全可靠，提高了高压液压油的利用率。本发明提供的挖掘机，对动臂的下降势能进行回收与再利用，降低发动机的输出功率，达到节能目的。



CN 107345411 B

1.一种动臂油缸节能系统,其特征在于,所述动臂油缸节能系统包括主泵、主阀(130)、操作手柄(160)、变量液压马达(115)、单向离合器(113)、动臂油缸(140)、能量回收阀块(150)和蓄能器(170);

所述主泵与所述变量液压马达(115)同轴设置,且所述变量液压马达(115)与所述主泵之间设置有所述单向离合器(113),所述单向离合器(113)用于控制所述变量液压马达(115)单向地为所述主泵提供扭矩;所述主泵经所述主阀(130)与所述动臂油缸(140)连接,所述动臂油缸(140)与所述能量回收阀块(150)连接,所述能量回收阀块(150)与所述蓄能器(170)、所述变量液压马达(115)连接;所述操作手柄(160)与所述能量回收阀块(150)、所述主阀(130)连接;

当动臂下降蓄能,所述能量回收阀块(150)与所述蓄能器(170)连通,所述动臂油缸(140)的液压油经所述能量回收阀块(150)进入所述蓄能器(170)中;当所述动臂下降挖掘,所述能量回收阀块(150)与油箱(101)连通,所述动臂油缸(140)的液压油经所述能量回收阀块(150)进入所述油箱(101)中;当所述动臂提升,所述能量回收阀块(150)与所述变量液压马达(115)连通,所述蓄能器(170)中的液压油经所述能量回收阀块(150)、用于驱动所述变量液压马达(115)转动,所述变量液压马达(115)经过所述单向离合器(113)为所述主泵提供扭矩。

2.根据权利要求1所述的动臂油缸节能系统,其特征在于,所述主泵包括第一主泵(110)和第二主泵(120),所述第一主泵(110)与所述第二主泵(120)同轴或并联设置,所述变量液压马达(115)与所述第一主泵(110)或与所述第二主泵(120)同轴设置,所述第一主泵(110)或所述第二主泵(120)与所述变量液压马达(115)之间设有所述单向离合器(113)。

3.根据权利要求2所述的动臂油缸节能系统,其特征在于,所述主阀(130)包括第一阀芯(131)、第二阀芯(133)和第一保持阀(135);所述第一阀芯(131)与所述第一主泵(110)连接,所述第二阀芯(133)与所述第二主泵(120)连接,所述第一保持阀(135)分别与所述第一阀芯(131)、所述第二阀芯(133)、所述动臂油缸(140)、所述油箱(101)连接。

4.根据权利要求3所述的动臂油缸节能系统,其特征在于,所述操作手柄(160)包括下降手柄(163)和上升手柄(161);所述上升手柄(161)与所述第一阀芯(131)的一端、所述第二阀芯(133)、所述能量回收阀块(150)连接,所述上升手柄(161)用于操作所述动臂提升;所述下降手柄(163)与第一阀芯(131)的另一端、所述第一保持阀(135)、所述能量回收阀块(150)连接,所述下降手柄(163)用于操作所述动臂下降。

5.根据权利要求4所述的动臂油缸节能系统,其特征在于,所述能量回收阀块(150)包括第二保持阀(151)、切换阀、能量回收单向阀和第三保持阀(157),所述第二保持阀(151)与所述下降手柄(163)、所述动臂油缸(140)、所述切换阀连接;所述切换阀与所述能量回收单向阀、所述油箱(101)连接;所述能量回收单向阀与所述蓄能器(170)和所述第三保持阀(157)连接;所述第三保持阀(157)与所述蓄能器(170)和所述上升手柄(161)连接。

6.根据权利要求5所述的动臂油缸节能系统,其特征在于,所述动臂油缸(140)节能系统还包括电磁阀(181),所述电磁阀(181)与所述切换阀(153)连接,所述电磁阀(181)用于控制所述切换阀(153)选择性地与所述蓄能器(170)连通,或与所述油箱(101)连通。

7.根据权利要求6所述的动臂油缸节能系统,其特征在于,所述动臂油缸(140)节能系统还包括控制器(180)、第一传感器(145)、第二传感器(171)和第三传感器(165),所述第一

传感器(145)与所述动臂油缸(140)连接,用于检测所述动臂油缸(140)的有杆腔的压力;所述第二传感器(171)设于所述蓄能器(170)与所述能量回收阀块(150)之间的油路上,用于检测所述蓄能器(170)的压力,所述第三传感器(165)与所述操作手柄(160)连接;所述控制器(180)与所述第一传感器(145)、所述第二传感器(171)、所述第三传感器(165)、所述电磁阀(181)和所述变量液压马达(115)信号连接。

8.根据权利要求1所述的动臂油缸节能系统,其特征在于,所述蓄能器(170)与所述能量回收阀块(150)之间的油路上设有手动开关阀(173),所述手动开关阀(173)与所述油箱(101)连接。

9.一种动臂油缸节能系统控制方法,其特征在于,用于权利要求1所述的动臂油缸节能系统,所述动臂油缸节能系统控制方法如下:

当所述动臂下降,下降手柄(163)启动,第一阀芯(131)、第一保持阀(135)和第二保持阀(151)在右位工作,第一主泵(110)的液压油经过所述第一阀芯(131),进入所述动臂油缸(140)的有杆腔,第一传感器(145)检测所述动臂油缸(140)的有杆腔的压力并发送至控制器(180),第二传感器(171)检测所述蓄能器(170)的压力并发送至所述控制器(180),当所述第一传感器(145)检测到有压力、所述第二传感器(171)检测的压力值低于所述控制器(180)的预设压力值,所述控制器(180)控制电磁阀(181)通电,所述电磁阀(181)带动切换阀与所述蓄能器(170)连通;所述动臂油缸(140)的无杆腔中的一部分液压油经所述第一阀芯(131)再生至所述有杆腔,另一部分液压油经所述第二保持阀(151)、能量回收单向阀、所述切换阀储存至所述蓄能器(170);

当所述动臂挖掘,所述下降手柄(163)启动,所述第一阀芯(131)、所述第一保持阀(135)和所述第二保持阀(151)在右位工作,所述第一主泵(110)的液压油经过所述第一阀芯(131),进入所述动臂油缸(140)的所述有杆腔;所述第一传感器(145)检测所述动臂油缸(140)的无杆腔的压力并发送至所述控制器(180),所述第二传感器(171)检测所述蓄能器(170)的压力并发送至所述控制器(180),当所述第一传感器(145)检测到有压力、所述第二传感器(171)检测的压力值高于所述控制器(180)的预设压力值,所述控制器(180)控制电磁阀(181)断电,所述切换阀与油箱(101)连通;所述动臂油缸(140)的无杆腔中的液压油经所述第二保持阀(151)、所述切换阀回流至所述油箱(101);

当所述动臂提升,上升手柄(161)启动,所述第一阀芯(131)在左位工作,第二阀芯(133)和第三保持阀(157)在右位工作,所述第一主泵(110)的液压油经过所述第一阀芯(131)、第二主泵(120)的液压油经过所述第二阀芯(133)、与流经所述第一阀芯(131)后的液压油合流,进入所述动臂油缸(140)的所述无杆腔;所述第三保持阀(157)开启,所述蓄能器(170)中的液压油经所述第三保持阀(157)驱动变量液压马达(115),为所述第一主泵(110)、所述第二主泵(120)提供扭矩。

10.一种挖掘机,其特征在于,所述挖掘机包括动臂和权利要求1至8中任一项所述的动臂油缸节能系统,所述动臂油缸节能系统与所述动臂连接,用于控制所述动臂的下降、挖掘和提升。

动臂油缸节能系统及其控制方法、挖掘机

技术领域

[0001] 本发明涉及工程机械技术领域，具体而言，涉及一种动臂油缸节能系统及其控制方法、挖掘机。

背景技术

[0002] 当前工程机械中，挖掘机的使用得到极大的推广与应用，但是其能量的总利用率较低，液压挖掘机实现节能减排一直是业界努力最求的目标。

[0003] 传统的挖掘机在动臂下降过程中，整个工作装置的下降势能通过液压截流转化为热量浪费。而且，下降势能转化为热能还会导致燃油效率下降、液压油温上升、降低液压元件的使用寿命。

[0004] 目前，针对液压挖掘机工作装置制动势能损失的研究，主要着眼于对其势能的回收与再利用方面。

[0005] 有鉴于此，设计制造出一种动臂油缸节能系统，能够针对动臂下降过程中下降势能的浪费，进行下降势能的回收与再利用，降低发动机的输出功率，实现节能目的是目前工程机械技术领域中急需改善的技术问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种动臂油缸节能系统，在挖掘机动臂下降时，将动臂油缸的液压油回收至蓄能器中，在动臂提升或其他带负载工作时，蓄能器释放液压、用于油驱动马达回转，通过单向离合器，向与之同轴相连的主泵提供辅助扭矩，降低发动机的输出功率，实现节能。

[0007] 本发明的目的还在于提供一种动臂油缸节能系统控制方法，该控制方法用于上述的动臂油缸节能系统，先将动臂下降时的高压液压油的能量储存起来，在动臂提升时，再将储存的高压液压油释放出来为主泵提供辅助扭矩。减少了能量的浪费，提高能量利用率，节能效果好。

[0008] 本发明的目的还在于提供一种挖掘机，该挖掘机包括上述的动臂油缸节能系统，可以降低发动机的输出功率，节能效果好。

[0009] 本发明改善其技术问题是采用以下的技术方案来实现的。

[0010] 本发明提供的一种动臂油缸节能系统，所述动臂油缸节能系统包括主泵、主阀、操作手柄、变量液压马达、单向离合器、动臂油缸、能量回收阀块和蓄能器。

[0011] 所述主泵与所述变量液压马达同轴设置，且所述变量液压马达与所述主泵之间设置有所述单向离合器，所述单向离合器用于控制所述变量液压马达单向地为所述主泵提供扭矩。所述主泵经所述主阀与所述动臂油缸连接，所述动臂油缸与所述能量回收阀块连接，所述能量回收阀块与所述蓄能器、所述变量液压马达连接；所述操作手柄与所述能量回收阀块、所述主阀连接。

[0012] 当动臂下降蓄能，所述能量回收阀块与所述蓄能器连通，所述动臂油缸的液压油

经所述能量回收阀块进入所述蓄能器中。当所述动臂下降挖掘，所述能量回收阀块与油箱连通，所述动臂油缸的液压油经所述能量回收阀块进入所述油箱中。当所述动臂提升，所述能量回收阀块与所述变量液压马达连通，所述蓄能器中的液压油经所述能量回收阀块、用于驱动所述变量液压马达转动，所述变量液压马达经过所述单向离合器为所述主泵提供扭矩。

[0013] 进一步地，所述主泵包括第一主泵和第二主泵，所述第一主泵与所述第二主泵同轴或并联设置，所述变量液压马达与所述第一主泵或与所述第二主泵同轴设置，所述第一主泵或所述第二主泵与所述变量液压马达之间设有所述单向离合器。

[0014] 进一步地，所述主阀包括第一阀芯、第二阀芯和第一保持阀；所述第一阀芯与所述第一主泵连接，所述第二阀芯与所述第二主泵连接，所述第一保持阀分别与所述第一阀芯、所述第二阀芯、所述动臂油缸、所述油箱连接。

[0015] 进一步地，所述操作手柄包括下降手柄和上升手柄；所述上升手柄与所述第一阀芯的一端、所述第二阀芯、所述能量回收阀块连接，所述上升手柄用于操作所述动臂提升。所述下降手柄与第一阀芯的另一端、所述第一保持阀、所述能量回收阀块连接，所述下降手柄用于操作所述动臂下降。

[0016] 进一步地，所述能量回收阀块包括第二保持阀、切换阀、能量回收单向阀和第三保持阀，所述第二保持阀与所述下降手柄、所述动臂油缸、所述切换阀连接。所述切换阀与所述能量回收单向阀、所述油箱连接。所述能量回收单向阀与所述蓄能器和所述第三保持阀连接。所述第三保持阀与所述蓄能器和所述上升手柄连接。

[0017] 进一步地，所述动臂油缸节能系统还包括电磁阀，所述电磁阀与所述切换阀连接，所述电磁阀用于控制所述切换阀选择性地与所述蓄能器连通，或与所述油箱连通。

[0018] 进一步地，所述动臂油缸节能系统还包括控制器、第一传感器、第二传感器和第三传感器，所述第一传感器与所述动臂油缸连接，用于检测所述动臂油缸的有杆腔的压力。所述第二传感器设于所述蓄能器与所述能量回收阀块之间的油路上，用于检测所述蓄能器的压力，所述第三传感器与所述操作手柄连接。所述控制器与所述第一传感器、所述第二传感器、所述第三传感器、所述电磁阀和所述变量液压马达信号连接。

[0019] 进一步地，所述蓄能器与所述能量回收阀块之间的油路上设有手动开关阀，所述手动开关阀与所述油箱连接。

[0020] 本发明提供的一种动臂油缸节能系统控制方法，用于上述的动臂油缸节能系统，所述动臂油缸节能系统控制方法如下：

[0021] 当所述动臂下降，下降手柄启动，第一阀芯、第一保持阀和第二保持阀在右位工作，第一主泵的液压油经过所述第一阀芯，进入所述动臂油缸的有杆腔，第一传感器检测所述动臂油缸的有杆腔的压力并发送至控制器，第二传感器检测所述蓄能器的压力并发送至所述控制器，当所述第一传感器检测到有压力、所述第二传感器检测的压力值低于所述控制器的预设压力值，所述控制器控制电磁阀通电，所述电磁阀带动切换阀与所述蓄能器连通；所述动臂油缸的无杆腔中的一部分液压油经所述第一阀芯再生至所述有杆腔，另一部分液压油经第二保持阀、能量回收单向阀、所述切换阀储存至所述蓄能器。

[0022] 当所述动臂挖掘，所述下降手柄启动，所述第一阀芯、所述第一保持阀和所述第二保持阀在右位工作，所述第一主泵的液压油经过所述第一阀芯，进入所述动臂油缸的所述

有杆腔。所述第一传感器检测所述动臂油缸的无杆腔的压力并发送至所述控制器，所述第二传感器检测所述蓄能器的压力并发送至所述控制器，当所述第一传感器检测到有压力、所述第二传感器检测的压力值高于所述控制器的预设压力值，所述控制器控制电磁阀断电，所述切换阀与油箱连通。所述动臂油缸的无杆腔中的液压油经所述第二保持阀、所述切换阀回流至所述油箱。

[0023] 当所述动臂提升，上升手柄启动，所述第一阀芯在左位工作，第二阀芯和第三保持阀在右位工作，所述第一主泵的液压油经过所述第一阀芯、第二主泵的液压油经过所述第二阀芯、与流经所述第一阀芯后的液压油合流，进入所述动臂油缸的所述无杆腔。所述第三保持阀开启，所述蓄能器中的液压油经所述第三保持阀驱动变量液压马达，为所述第一主泵、所述第二主泵提供扭矩。

[0024] 本发明提供的一种挖掘机，所述挖掘机包括动臂和上述的动臂油缸节能系统，所述动臂油缸节能系统与所述动臂连接，用于控制所述动臂的下降、挖掘和提升。

[0025] 本发明提供的动臂油缸节能系统及其控制方法、挖掘机具有以下几个方面的有益效果：

[0026] 本发明提供的动臂油缸节能系统，通过系统采用主泵、变量液压马达、单向离合器、动臂油缸、能量回收阀块和蓄能器。当动臂下降，动臂阀芯截断动臂油缸下降的回油口，将回油引导至蓄能器中进行无转化储能或回流至油箱中。当动臂提升或带动其它负载作业时，能量回收阀块将蓄能器中的回油释放、并用于驱动变量液压马达转动，变量液压马达经过单向离合器单向地为主泵提供扭矩。该节能系统将动臂油缸下降的势能进行储存，实现能量的回收与再利用，降低发动机的输出效率，节能效果好。

[0027] 本发明提供的动臂油缸节能系统控制方法，用于上述的动臂油缸节能系统，通过把切换阀和蓄能器连通，将动臂下降时的高压液压油的能量储存起来，再将切换阀与油箱连通，实现挖掘作业。需要动臂提升时，再将储存在蓄能器中的高压液压油释放出来、驱动变量液压马达回转，为主泵提供辅助扭矩。减少了能量的浪费，提高能量利用率，节能效果好，具有极大的推广应用价值。

[0028] 本发明提供的挖掘机，采用了上述的动臂油缸节能系统，不影响挖掘机正常作业的情况下，能实现对动臂下降势能的回收与再利用，提高能量利用率，降低发动机的输出效率，实现节能减排的目的。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0030] 图1为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统的液压原理图；

[0031] 图2为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统的主阀的具体结构示意图；

[0032] 图3为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统的能量回收阀块的具体结构示意图；

[0033] 图4为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统的下降蓄能的实施效果图；

[0034] 图5为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统的下降挖掘的实施效果图；

[0035] 图6为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统的提升的实施效果图。

[0036] 图标：100-动臂油缸节能系统；101-油箱；103-先导泵；110-第一主泵；113-单向离合器；115-变量液压马达；120-第二主泵；130-主阀；131-第一阀芯；133-第二阀芯；135-第一保持阀；137-第一插装阀；140-动臂油缸；141-第一油腔；143-第二油腔；145-第一传感器；150-能量回收阀块；151-第二保持阀；1511-第二插装阀；153-切换阀；155-能量回收单向阀；157-第三保持阀；1571-第三插装阀；160-操作手柄；161-上升手柄；163-下降手柄；165-第三传感器；170-蓄能器；171-第二传感器；173-手动开关阀；180-控制器；181-电磁阀。

具体实施方式

[0037] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0038] 因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0039] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，或者是本发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，或者是本领域技术人员惯常理解的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0040] 本发明的“第一”、“第二”等，仅仅用于在描述上加以区分，并没有特殊的含义。

[0041] 在本发明的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设置”、“安装”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0042] 图1为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统100的液压原理图，请参照图1。

[0043] 本实施例提供的一种动臂油缸节能系统100，动臂油缸节能系统100包括主泵、变量液压马达115、单向离合器113、动臂油缸140、能量回收阀块150、蓄能器170、主阀130、操作手柄160、传感器、电磁阀181和控制器180(附图中的MC即控制器180)。

[0044] 主泵与变量液压马达115同轴设置，且变量液压马达115与主泵之间设置有单向离合器113，单向离合器113用于控制变量液压马达115单向地为主泵提供扭矩。

[0045] 主泵经主阀130与动臂油缸140连接，为动臂油缸140提供动力。动臂油缸140与能量回收阀块150连接，能量回收阀块150与蓄能器170、变量液压马达115连接。操作手柄160与能量回收阀块150、主阀130连接。

[0046] 当动臂下降，动臂阀芯截断动臂油缸140下降的回油口，将动臂油缸140的回油引

导至蓄能器170中或回流至油箱101中。当动臂提升，能量回收阀块150将蓄能器170中的回油释放、并用于驱动变量液压马达115转动，变量液压马达115经过单向离合器113为主泵提供扭矩。

[0047] 具体地，主泵包括第一主泵110和第二主泵120，第一主泵110与第二主泵120同轴或并联设置，变量液压马达115与第一主泵110或与第二主泵120同轴设置，第一主泵110或第二主泵120与变量液压马达115之间设有单向离合器113。作为优选，第一主泵110与第二主泵120同轴设置，单向离合器113设于第一主泵110与变量液压马达115之间。主阀130包括第一阀芯131、第二阀芯133和第一保持阀135。操作手柄160包括上升手柄161和下降手柄163。下降手柄163用于操作动臂下降，上升手柄161用于操作动臂提升。动臂油缸140包括第一油腔141(即有杆腔)和第二油腔143(即无杆腔)，第一油腔141的截面面积小于第二油腔143的截面面积。能量回收阀块150包括第二保持阀151、切换阀153、能量回收单向阀155和第三保持阀157。传感器为压力传感器，包括第一传感器145、第二传感器171和第三传感器165。

[0048] 图2为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统100的主阀130的具体结构示意图，请参照图2。

[0049] 第一主泵110的吸油口与油箱101连接，排油口与第一阀芯131的P口、E口连接，第一主泵110的排油口与第一阀芯131的P口之间设有单向阀，使得液压油只能单向地从第一主泵110流向第一阀芯131。第二主泵120的吸油口与油箱101连接，排油口与第二阀芯133的A口、B口连接，第二主泵120的排油口与第二阀芯133的A口之间设有单向阀，使得液压油只能单向地从第二主泵120流向第二阀芯133。变量液压马达115的一端与油箱101连接，另一端与第三保持阀157连接。单向离合器113的一端与变量液压马达115连接，另一端与第一主泵110连接。先导泵103的吸油口与油箱101连接，排油口分别与操作手柄160、电磁阀181连接。

[0050] 变量液压马达115、单向离合器113、第一主泵110、第二主泵120和先导泵103同轴设置。

[0051] 第一阀芯131为三位六通阀，第一阀芯131的P口、E口与第一主泵110连接，T口、F口与油箱101连接，A口与第一保持阀135连接，B口与动臂油缸140的第一油腔141连接，即与有杆腔连接。作为优选，B口还分别与溢流阀的一端、单向阀的一端连接，溢流阀的另一端、单向阀的另一端与油箱101连接，溢流阀和单向阀用于对油路起保护作用。

[0052] 第二阀芯133为两位四通阀，第二阀芯133的A口、B口与第二主泵120连接，T口与油箱101连接，P口与第一保持阀135连接，且P口与第一保持阀135之间设有单向阀，使液压油只能单向地从第二阀芯133的P口流至第一保持阀135。

[0053] 第一保持阀135为两位三通阀，第一保持阀135的P口与第一插装阀137的H1端连接，A口与第一插装阀137的H4端连接，T口与油箱101连接。第一插装阀137的H2端与第一阀芯131的A口、第二阀芯133的P口连接；第一插装阀137的H3端与动臂油缸140的无杆腔连接。作为优选，第一保持阀135设有安全旁路：单向阀的一端与第一插装阀137的H3端连接，另一端与油箱101连接，溢流阀的一端与第一插装阀137的H3端连接，另一端与油箱101连接。

[0054] 动臂油缸140包括两个油缸，两个油缸的有杆腔相互连通，两个油缸的无杆腔相互连通，有杆腔连接有第一传感器145，用于检测有杆腔的压力。无杆腔与能量回收阀块150的

第二保持阀151连接。

[0055] 图3为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统100的能量回收阀块150的具体结构示意图，请参照图3。

[0056] 第二保持阀151为两位三通阀，第二保持阀151的A口与第二插装阀1511的G1端连接，P口与第二插装阀1511的G2端连接，T口与油箱101连接。第二插装阀1511的G3端与切换阀153连接，第二插装阀1511的G4端与无杆腔连接。

[0057] 切换阀153为两位四通阀，切换阀153的A口与第二插装阀1511的G3端连接，P口与能量回收单向阀155连接，T口与油箱101连接，切换阀153与电磁阀181信号连接，电磁阀181通电，切换阀153的A口与P口连通，高压液压油经能量回收单向阀155进入蓄能器170；电磁阀181断电，切换阀153的A口与T口连通。

[0058] 第三保持阀157为两位三通阀，第三保持阀157的A口和第三插装阀1571的K1端连接，P口和第三插装阀1571的K2端连接，T口和油箱101连接。第三插装阀1571的K3端与变量液压马达115连接，第三插装阀1571的K4端与蓄能器170、能量回收单向阀155连接。蓄能器170连接有第二传感器171，用于检测蓄能器170的压力。手动开关阀173的一端与蓄能器170连接，另一端连接油箱101。

[0059] 控制器180与第一传感器145、第二传感器171、第三传感器165、电磁阀181和变量液压马达115信号连接。

[0060] 动臂下降时，液压油进入第一油腔141(有杆腔)推动活塞杆(或柱塞)向第二油腔143(无杆腔)运动，第二油腔143的液压油被排出；动臂提升时，液压油进入第二油腔143推动活塞杆(或柱塞)向第一油腔141运动，第一油腔141的液压油被排出。

[0061] 作为优选，传感器选用了三个压力传感器。第一传感器145安装于靠近动臂油缸140的第一油腔141处，用于检测第一油腔141的压力。第二传感器171安装于靠近蓄能器170处，用于检测蓄能器170的压力，第三传感器165靠近操作手柄160设置，检测操作手柄160处是否有压力。手动开关阀173设置在蓄能器170的回路中，具体地，设置在蓄能器170于能量回收阀块150之间，主要用于在蓄能器170检查或故障时，释放蓄能器170中的高压液压油，提高检查过程的安全性。

[0062] 本实施例提供的动臂油缸节能系统100，在动臂的下降、挖掘和提升作业几个动作时，能实现对动臂下降势能的回收与再利用。

[0063] 图4为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统100的下降蓄能的实施效果图，请参照图4。

[0064] 动臂下降时，下降手柄163开启，主阀130的第一阀芯131在右位工作，第一保持阀135和第二保持阀151在右位工作，第一主泵110的液压油经单向阀到达第一阀芯131的P口、再到B口、最后到达动臂油缸140的第一油腔141。在能量回收阀块150的作用下，液压油选择性地存储至蓄能器170中。

[0065] 具体地，第一传感器145检测第一油腔141的压力并将压力信号发送至控制器180、第三传感器165检测操作手柄160处的压力并将压力信号发送至控制器180，当第三传感器165有压力、第一传感器145检测的第一油腔141的压力低于控制器180中的预设压力值时，控制器180控制电磁阀181通电，电磁阀181带动切换阀153与蓄能器170连通。同时，第二油腔143的液压油分为两路：

[0066] 一路通过第一阀芯131再生至动臂油缸140的第一油腔141，即无杆腔的液压油经第一插装阀137的H3端、H2端到达第一阀芯131的A口，经单向阀与第一阀芯131的B口连接，再由第一阀芯131的B口达到有杆腔，该油路为再生油路。

[0067] 另一路经过能量回收阀块150的第二保持阀151、切换阀153、能量回收单向阀155进入蓄能器170，即无杆腔的液压油经第二插装阀1511的G4端、G3端到达切换阀153的A口，切换阀153的A口与P口连通，P口经能量回收单向阀155与蓄能器170连通，无杆腔中的高压液压油即无转化地以液压能形式储存到蓄能器170中。

[0068] 这时，由于第三保持阀157未开启，高压液压油全部储存至蓄能器170中，实现无转化储能，更大程度上提高能量的利用率。而由于单向离合器113的作用，此时变量液压马达115不工作。该动臂油缸节能系统100将工作装置因自重产生的动臂油缸140的第二油腔143的高压液压油直接以液压能的方式储存于高压蓄能器170中，减少了能量因截流而产生的浪费，同时，减少了能量储存在转化过程中的损失。

[0069] 图5为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统100的下降挖掘的实施效果图，请参照图5。

[0070] 动臂挖掘时或进行其他负载作业时，下降手柄163开启，主阀130的第一阀芯131在右位工作，第一保持阀135和第二保持阀151开启在右位工作，第一主泵110的液压油经第一阀芯131的P口、再到B口、最后到达动臂油缸140的第一油腔141。在能量回收阀块150的作用下，液压油选择性地回流至油箱101中。

[0071] 具体地，第一传感器145检测第一油腔141的压力并将压力信号发送至控制器180、第三传感器165检测操作手柄160处的压力并将压力信号发送至控制器180，当第三传感器165有压力、第一传感器145检测的第一油腔141的压力高于控制器180中的预设压力值时，控制器180控制电磁阀181断电，没有电磁阀181的带动作用，切换阀153回到原位、与油箱101连通。即无杆腔中的液压油经第二插装阀1511的G4端、G3端到达切换阀153的A口，切换阀153的A口与T口连通，高压液压油回流至油箱101。

[0072] 由于第一油腔141的压力高于第二油腔143的压力，第二油腔143的液压油经第二保持阀151、切换阀153直接回流至油箱101，消除因能量回收产生的系统背压，以确保挖掘过程中的挖掘能力最大。第一传感器145的设计主要用于检测在动臂下降过程中，动臂油缸140的第一油腔141的压力与控制器180中预设的压力值进行比较，判断目前动臂下降是否处于挖掘状态。切换阀153和电磁阀181的设计，主要是在动臂下降过程中，通过控制器180检测各传感器的压力信号，判断是否开启回油回路，以消除动臂下降回路中的背压。

[0073] 需要说明的是，蓄能器170的设计用于直接储存动臂下降时，动臂油缸140的第二油腔143的液压油，其初始充气压力的设定是基于工作装置正常工作时所需的背压。且蓄能器170的容量至少满足在一个动臂下降作业中回收的高压液压油产生的背压，而不会影响动臂再次下降的速度。也就是说，蓄能器170初始压力、容量的匹配，在工作装置下降过程中形成一定的背压，与主阀130的阀芯行程控制一道，控制了工作装置下降速度的同时，回收工作装置因势能产生液压能量。

[0074] 图6为本发明具体实施例提供的动臂油缸节能系统100的提升的实施效果图，请参照图6。

[0075] 动臂提升，上升手柄161开启，主阀130的第一阀芯131在左位工作，第二阀芯133在

右位工作，第二保持阀151关闭，第三保持阀157开启。第一主泵110的液压油流经单向阀到达第一阀芯131的P口、再到A口到达第一插装阀137的H2端，第二主泵120的液压油流经单向阀到达第二阀芯133的A口、再到P口、再经单向阀流至第一插装阀137的H2端，并与流经第一阀芯131的A口后的液压油汇合，汇合后共同到达动臂油缸140的第二油腔143(无杆腔)。在能量回收阀块150的作用下，由于第二保持阀151未开启，第二油腔143的液压油不会回流，而第三保持阀157开启，蓄能器170中的液压油被释放、流经第三保持阀157后用于驱动变量液压马达115回转。具体地，蓄能器170中的高压液压油经第三插装阀1571的K4端、K3端到达变量液压马达115，驱动变量液压马达115转动。变量液压马达115经单向离合器113向第一主泵110、第二主泵120提供扭矩，降低发动机输出功率，实现节能的目的。

[0076] 第二保持阀151、第三保持阀157和能量回收单向阀155的设计，主要是用于将能量回收回路与能量再利用回路断开，形成两个互不干扰的回路。

[0077] 容易理解的是，控制器180通过第二传感器171实时检测蓄能器170的压力，以此调节变量液压马达115的排量，实现稳定的扭矩供应。因能量回收单向阀155的作用，蓄能器170的液压油不会打开保持阀，进而可以保持各回路的相对独立。单向离合器113的作用是将变量液压马达115的动力只能单向地提供至第一主泵110、第二主泵120，在任何情况下，发动机、第一主泵110或第二主泵120均不会向变量液压马达115提供动力。该动臂油缸节能系统100可在现行系统上直接进行改装，结构上实现较为简单，控制便利，具有较高可实现性和可靠性。

[0078] 本发明提供的一种动臂油缸节能系统控制方法，用于上述的动臂油缸节能系统100，控制方法如下：

[0079] 当动臂下降，下降手柄163启动，第一阀芯131右位工作，第一保持阀135右位工作，第二保持阀151在右位工作。第三传感器165检测到有压力、第一传感器145检测的压力值低于预设压力值，电磁阀181通电、切换阀153与蓄能器170连通。第一主泵110的液压油经过第一阀芯131，进入动臂油缸140的第一油腔141，第二油腔143里的一部分液压油经第一阀芯131再生至第一油腔141，另一部分液压油经第二保持阀151、切换阀153和能量回收单向阀155进入蓄能器170中，实现无转化储能，直接以液压能的方式回收回转制动产生的能量，降低能量在回收储存、转换中的二次损失。

[0080] 当动臂挖掘，下降手柄163启动，第一阀芯131、第一保持阀135和第二保持阀151均右位工作，第三传感器165检测到有压力、第一传感器145检测的压力值高于预设压力值，电磁阀181断电、切换阀153与油箱101连通。第一主泵110的液压油经过第一阀芯131，进入动臂油缸140的第一油腔141，第二保持阀151开启，第二油腔143的液压油经第二保持阀151、切换阀153直接回流至油箱101。

[0081] 容易理解的是，当动臂挖掘时，第一传感器145检测动臂油缸140的第一油腔141中的压力超过预设压力值，切换阀153关闭，第二油腔143直接回油，不再向蓄能器170充能，从而保持机器的最大挖掘能力。

[0082] 当动臂提升，上升手柄161启动，第一阀芯131在左位工作，第二阀芯133右位工作，第三保持阀157右位工作。第一主泵110的液压油经过第一阀芯131、第二主泵120的液压油经过第二阀芯133并与流经第一阀芯131后的液压油汇合，汇合后进入动臂油缸140的第二油腔143，由于第二保持阀151未开启，第二油腔143的液压油不会回流。第三保持阀157开

启，蓄能器170中的液压油被释放、经第三保持阀157驱动变量液压马达115回转，为第一主泵110、第二主泵120提供扭矩。

[0083] 本发明提供的一种挖掘机，挖掘机包括动臂和上述的动臂油缸节能系统100，动臂油缸节能系统100与动臂连接，用于控制动臂的下降、挖掘和提升。当动臂下降时，可以将动臂的下降势能储存至蓄能器170中，当动臂提升或带有其他负载作业时，再将蓄能器170中的高压液压油释放，用于驱动变量液压马达115回转，为第一主泵110、第二主泵120提供辅助扭矩，降低发动机的输出扭矩，实现能量的回收与再利用，且不影响挖掘机的其它正常作业，节能效果好，具有极大的推广应用价值。

[0084] 值得注意的是，该动臂油缸节能系统100不仅可以用于挖掘机，还可以用于其他工程作业设备领域，或机器人领域等。

[0085] 综上所述，本发明提供的动臂油缸节能系统100及其控制方法、挖掘机具有以下几个方面的有益效果：

[0086] 本发明提供的动臂油缸节能系统100，结构设计简单，易于结合目前挖掘机的液压、控制系统，外置于主阀130，易于实现，且成本较低，可靠性高。该动臂油缸节能系统100中，第二油腔143的回油除再生外全部储存在蓄能器170中，实现无转化储能，能量利用率高。变量液压马达115的排量可根据蓄能器170的压力进行实时调节，使得变量液压马达115向主泵提供较为稳定的扭矩。本发明提供的动臂油缸节能系统控制方法易于操作，操控灵活，不影响挖掘机的其它正常作业。本发明提供的挖掘机，提高了挖掘机能量的利用率，减少因工作装置自重引起工作装置速度控制而产生截流带来的能量浪费，从而降低燃油消耗，减少整机发热量，提高整机系统的稳定性、可靠性和液压元件的使用寿命。

[0087] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改、组合和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

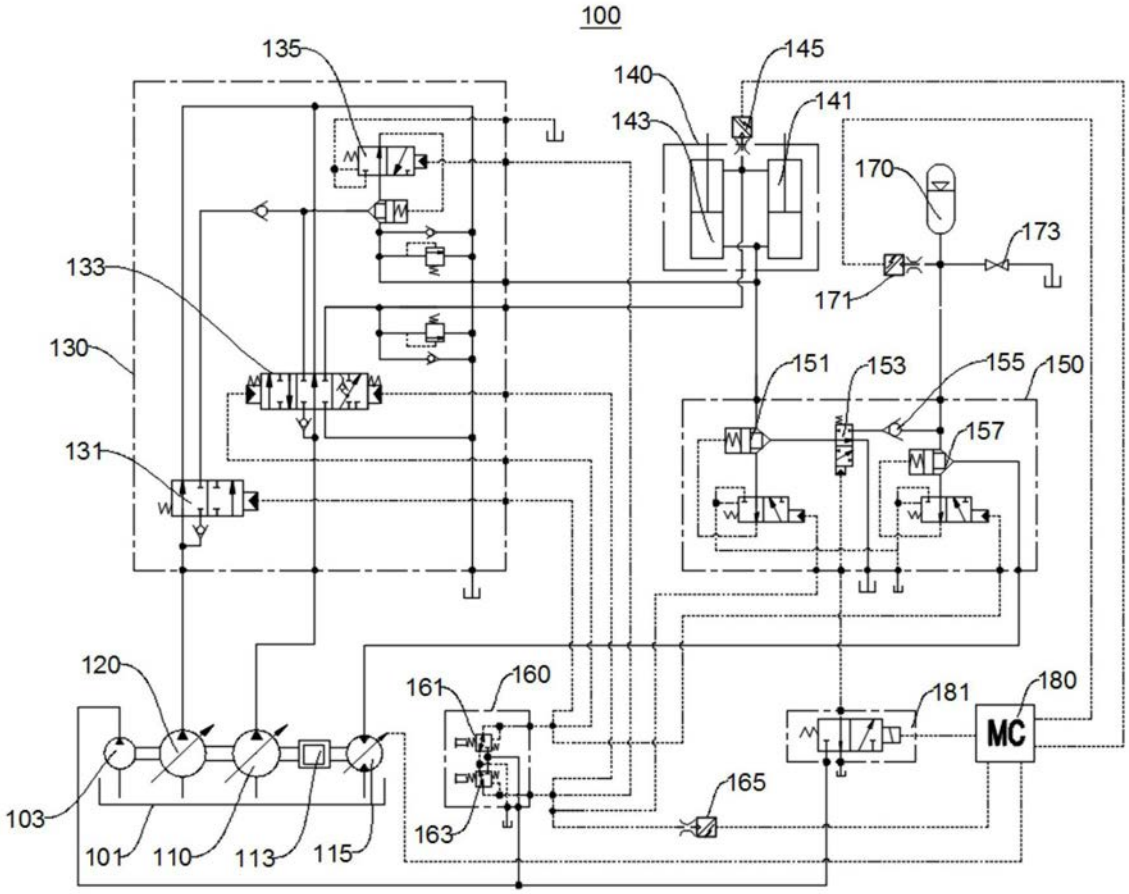

100
135
145
140
141
143
170
173
171
133
130
131
151
153
155
150
157
120
161
160
181
180
MC
165
103
101
110
113
115
163

图1

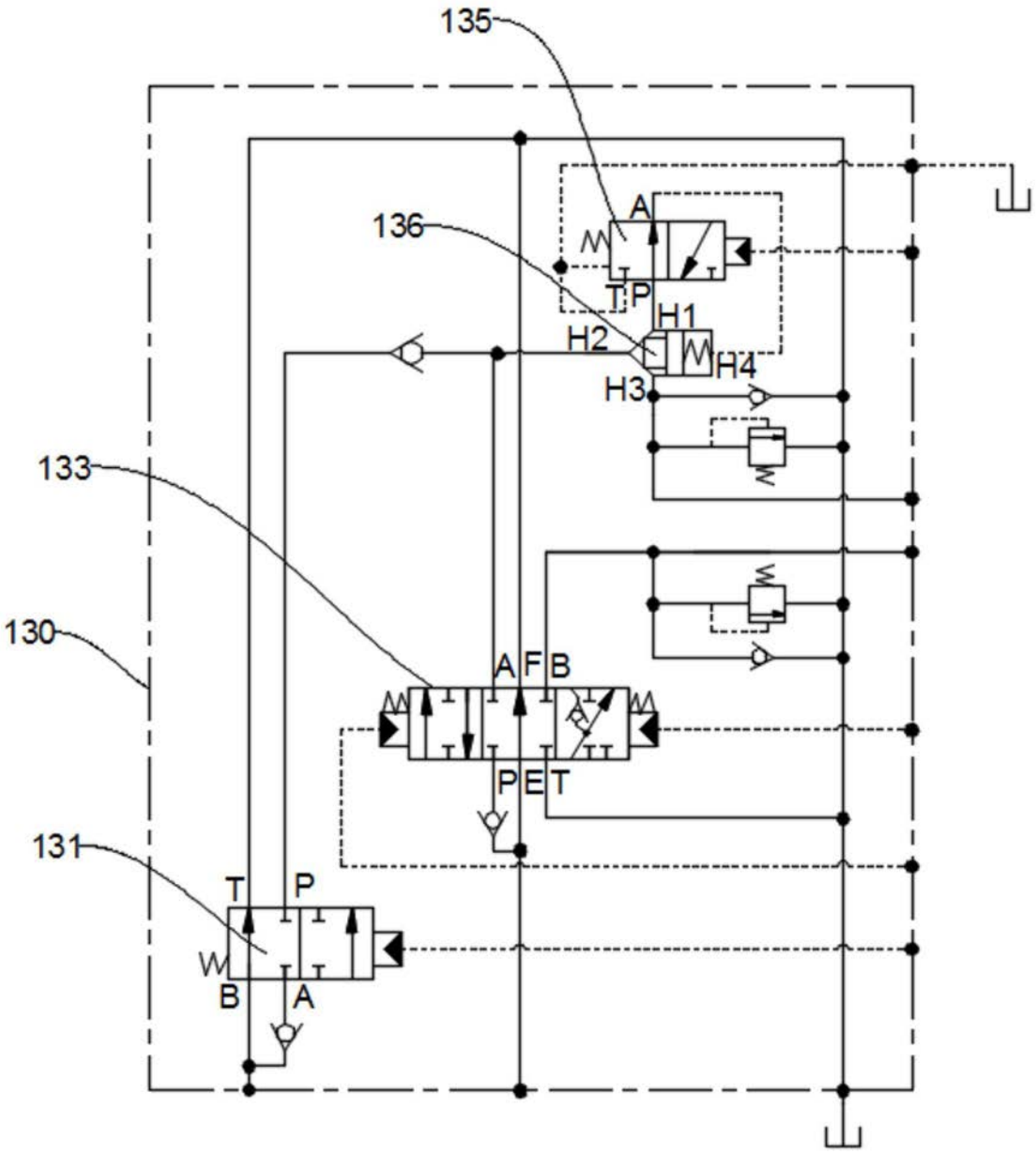


图2

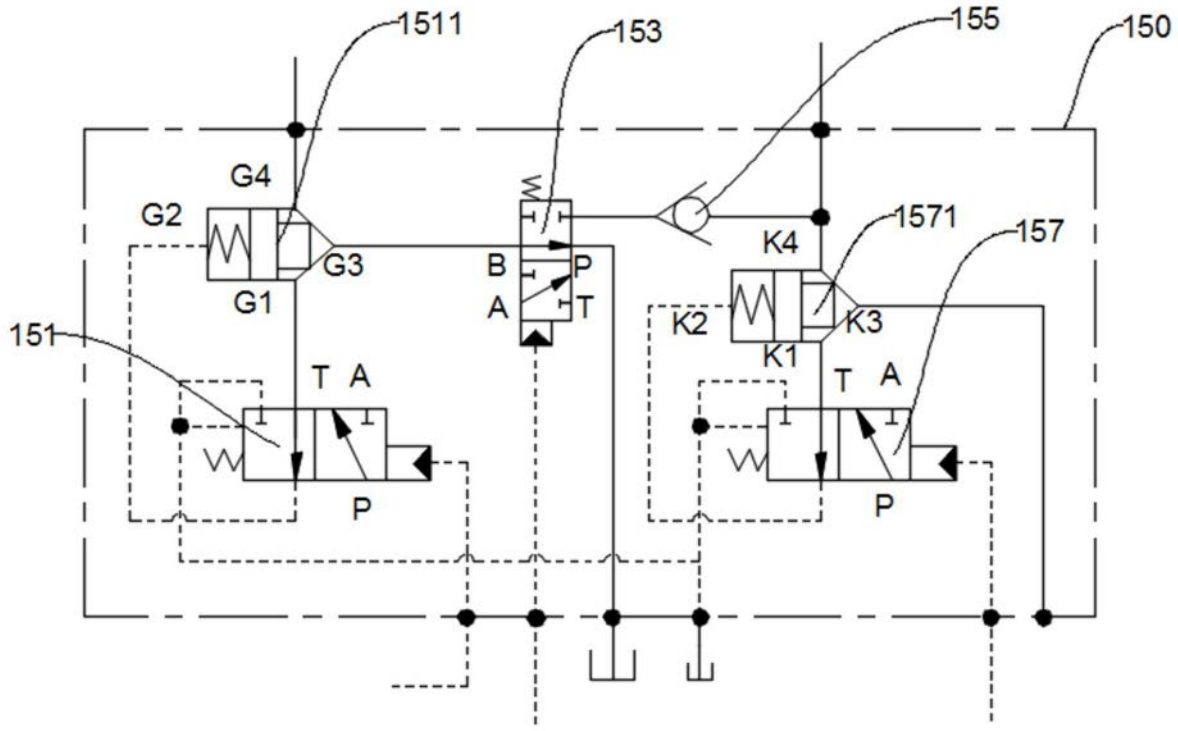


图3

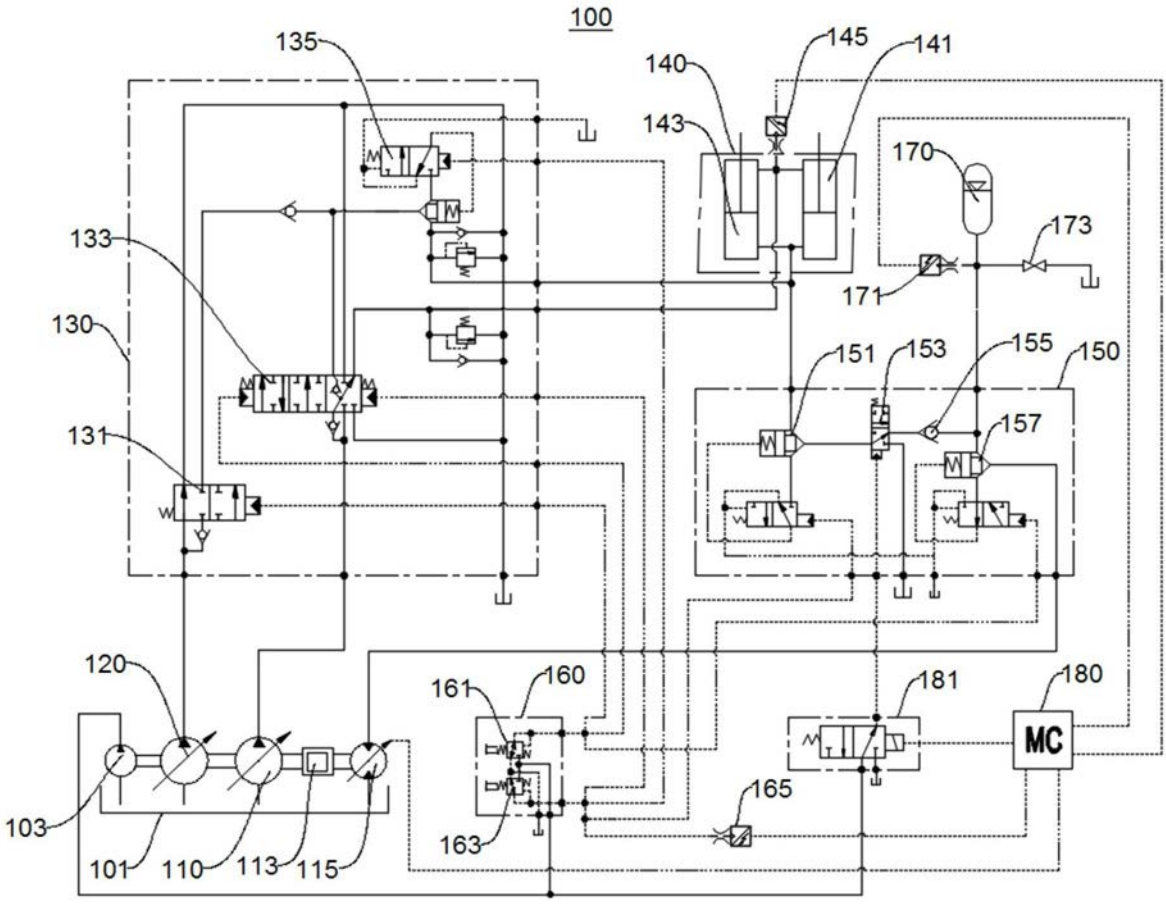

100
135
140
145
141
143
170
173
171
133
130
131
151
153
155
150
157
120
161
160
181
180
MC
165
103
101
110
113
115
163

图4

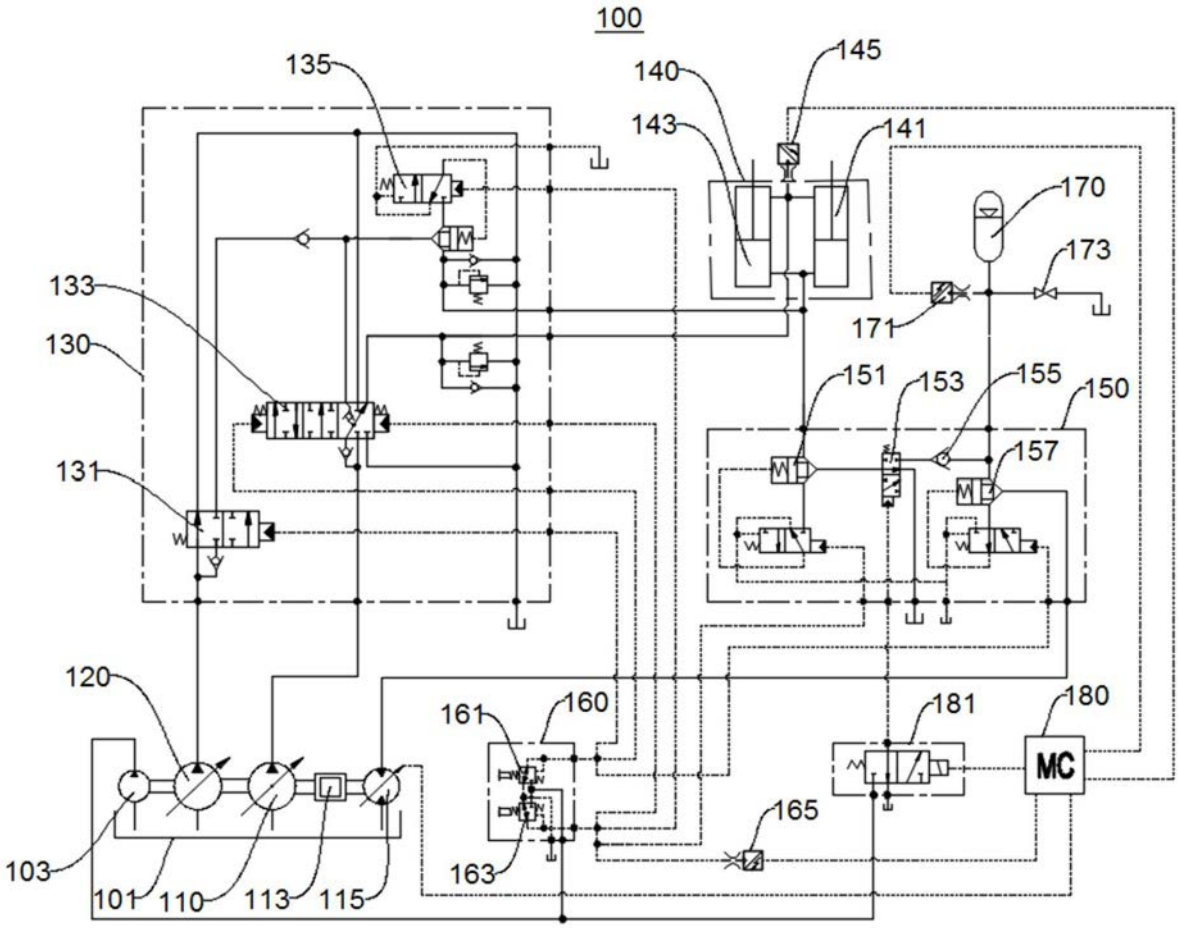

100
135
140
145
143
141
170
173
171
133
130
131
151
153
155
150
157
120
161
160
181
180
MC
165
103
101
110
113
115
163

图5

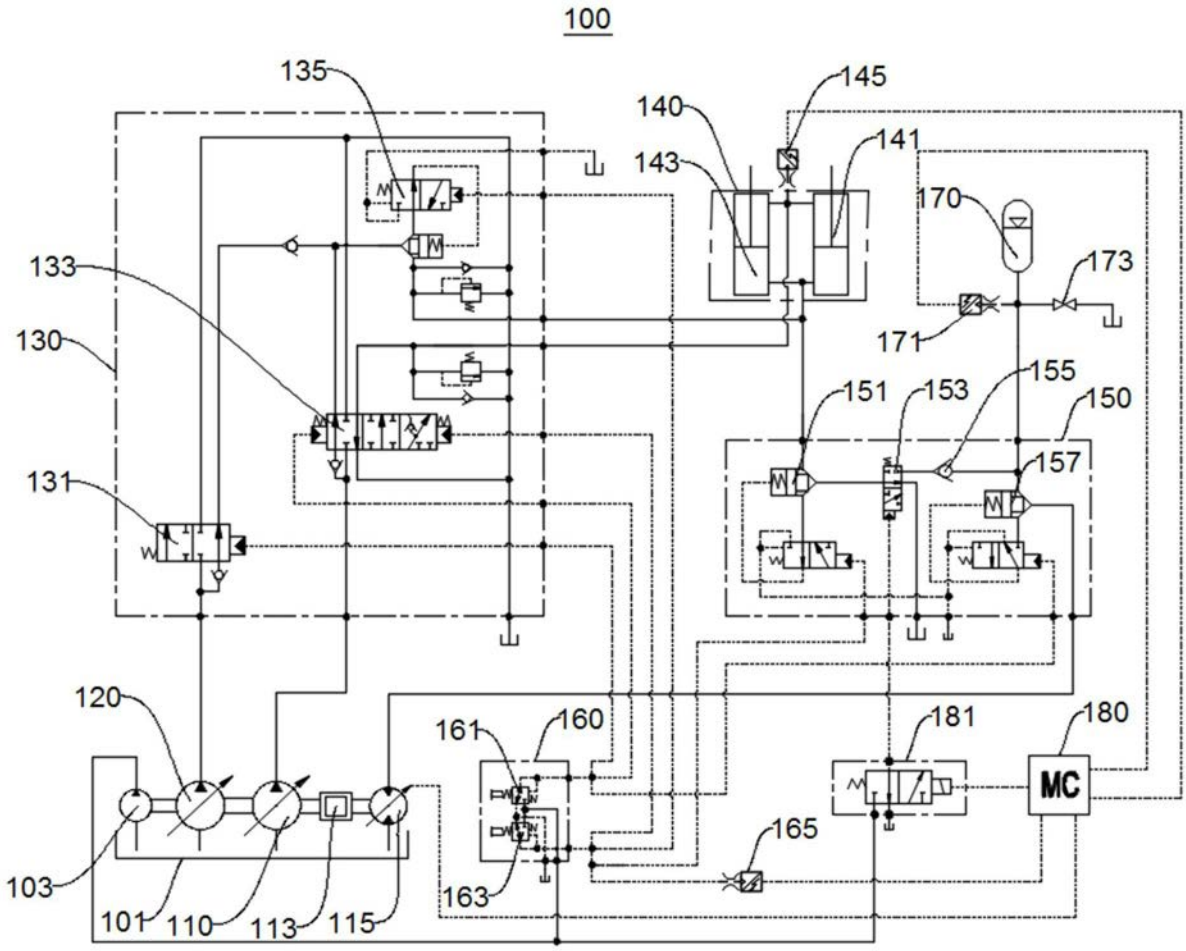

100
135
145
140
141
143
170
173
133
130
171
151
153
155
150
131
157
120
161
160
181
180
MC
165
103
101
110
113
115
163

图6