(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108591144 B
(45)授权公告日 2023.07.25

(21)申请号 201810709211.0

(22)申请日 2018.07.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108591144 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(73)专利权人 福建工程学院
地址 350000 福建省福州市闽侯县上街镇福州地区大学新校区学园路

(72)发明人 张树忠 李苏 练国富 唐一文 晏岱 陈丙三

(74)专利代理机构 福州市京华专利代理事务所(普通合伙) 35212
专利代理师 林晓琴

(51)Int.Cl.
F15B 11/08(2006.01)
F15B 13/04(2006.01)
F15B 13/08(2006.01)
F15B 1/02(2006.01)
F15B 21/14(2006.01)
F15B 21/02(2006.01)
E02F 9/22(2006.01)

(56)对比文件
CN 208634118 U,2019.03.22
CN 101864965 A,2010.10.20
CN 103419630 A,2013.12.04
CN 103470578 A,2013.12.25
CN 104613055 A,2015.05.13
CN 105298999 A,2016.02.03
CN 105605038 A,2016.05.25
CN 106678098 A,2017.05.17
CN 107044459 A,2017.08.15
CN 108194437 A,2018.06.22
CN 206290504 U,2017.06.30
JP 2002519597 A,2002.07.02
US 2008314038 A1,2008.12.25
US 2015176617 A1,2015.06.25
WO 2015067618 A1,2015.05.14
WO 2017047352 A1,2017.03.23

审查员 许文宏

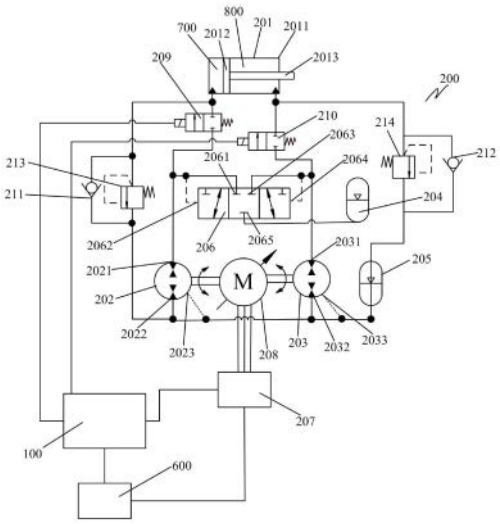
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统

(57)摘要

本发明提供一种电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，通过所述控制器输入信号给所述驱动器，再通过所述驱动器控制每所述液压模块中的驱动电机的转速和方向，来实现对所述液压缸的控制，避免了系统的节流损失和溢流损失，系统效率高，主回路较短且没有节流元件，因此压力损失少、发热量少，可不需要冷却装置；同时采用两个蓄能器，其中所述第二蓄能器用于替代油箱；所述第一蓄能器用于当两个定量泵的排量比与所述液压缸两腔室的有效面积比不一致时，用于平衡所述第一腔室和第二腔室的流量，解决了两个定量泵的排量比无法精确匹配所述液压缸的两个腔室的有效面积比的问题。



CN 108591144 B

1.电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，包括控制器，其特征在于：还包括至少一液压模块；每所述液压模块包括液压缸、第一双向定量泵、第二双向定量泵、第一蓄能器、第二蓄能器、三位三通控制阀、驱动器以及驱动电机；

所述液压缸包括缸体、活塞和活塞杆，所述活塞杆的一端固定连接于所述活塞，所述活塞气密性可滑动的连接于所述缸体内，且所述活塞将所述缸体内部分为第一腔室和第二腔室；

所述三位三通控制阀包括第一接油口、第一液控控制油口、第二接油口、第二液控控制油口以及第三接油口；

所述第一双向定量泵包括第一泄油口、第一端口和第二端口；

所述第二双向定量泵包括第二泄油口、第三端口和第四端口；

所述第二端口和所述第四端口并联后连接于所述第二蓄能器；所述第一端口、第一接油口以及第一液控控制油口并联后连通所述第一腔室；所述第三端口、第二接油口以及第二液控控制油口并联后连通所述第二腔室；所述第三接油口连接于所述第一蓄能器；所述第一泄油口连接于所述第二端口和第四端口之间，所述第二泄油口连接于所述第四端口和第二蓄能器之间，

所述第一双向定量泵和第二双向定量泵分别连接于所述驱动电机，实现同步运动；所述驱动器通信连接于所述控制器；

每所述液压模块还包括第一控制阀和第二控制阀，所述第一端口、第一接油口以及第一液控控制油口并联后依次连接于所述第一控制阀、所述第一腔室；所述第三端口、第二接油口以及第二液控控制油口并联后依次连接于所述第二控制阀、所述第二腔室；所述第一控制阀、第二控制阀还分别通信连接于所述控制器；

所述驱动电机为伺服电机，所述驱动器为伺服驱动器。

2.根据权利要求1所述的电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，其特征在于：还包括电源装置，所述驱动器、控制器分别电连接于所述电源装置。

3.根据权利要求1所述的电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，其特征在于：所述第一控制阀、第二控制阀分别为二位二通电磁阀。

4.根据权利要求1所述的电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，其特征在于：所述第一控制阀、第二控制阀分别为二位二通插装阀。

5.根据权利要求1所述的电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，其特征在于：每所述液压模块还包括第一单向阀、第二单向阀、第一安全阀以及第二安全阀；

所述第一单向阀的入口和所述第一安全阀的出口并联后并联于所述第二端口，所述第一单向阀的出口和所述第一安全阀的入口并联后连接于所述第一控制阀和所述第一腔室之间；

所述第二单向阀的入口和所述第二安全阀的出口并联后连接于所述第二蓄能器，所述第二单向阀的出口和所述第二安全阀的入口并联后连接于所述第二控制阀和所述第二腔室之间。

6.根据权利要求1或2所述的电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，其特征在于：所述三位三通控制阀为三位三通液控阀。

7.根据权利要求1或2所述的电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统,其特征在于:所述三位三通控制阀为三位三通插装阀。

8.根据权利要求1或2所述的电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统,其特征在于:所述液压模块的数量为三个。

电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统

技术领域

[0001] 本发明涉及挖掘机领域，特别是一种挖掘机的液压系统。

背景技术

[0002] 液压挖掘机作为工程机械中最常用的机械，其存在耗油高、排放差、能量利用率低缺点。在能源短缺和环境污染问题日趋严重形势下，如何实现挖掘机的节能和降低排放，越来越受到人们重视，成为目前研究的热点。

[0003] 当前挖掘机仍采用发动机-变量泵-多路阀-执行器的驱动系统。由于节能环保要求，部分研究采用普通电机替代发动机，但系统效率仍有待提高。随着交流伺服电动机的相继研制成功，伺服电机-定量液压泵/马达-液压阀-执行器已开展工程应用，如注塑机。这些液压系统节能方法在提高效率方面起到了重要的作用。

[0004] 发明专利CN201110453095“一种全电动伺服挖掘机”(公开日为2013-07-03)，采用交流伺服电动机与滚珠丝杠相结合的电-机传动与伺服系统，它的优点是电能直接变换为机械能、系统简单耗能少、占用空间小。但在要求低速大转矩、大出力的工况时，这种电-机传动与伺服系统要加上减速器才能完成传动任务，使系统复杂化，有时即使加上减速器仍不能满足要求。

[0005] 发明专利CN201610406357“全电驱动的液压挖掘机动力系统”(公开日为2016-10-12)，控制各个伺服电机的转速大小和转速方向，从而来控制与其连接的双向定量泵的输出流量的大小和方向，最终完成对各个液压执行元件的速度控制。①该系统采用伺服电机驱动双向定量泵来控制对称液压缸，液压缸活塞侧的有效面积减小，使得活塞伸出时输出力大幅度减小。②当系统压力较高时，驱动定量泵所需的力矩较大，对电机性能要求高，例如，转矩、功率范围要求宽。③该系统无法回收负值负载回馈的能量。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题，在于提供一种电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，避免了系统的节流损失和溢流损失，系统效率高，实现节能、减排和降噪。

[0007] 本发明是这样实现的：电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，包括控制器，还包括至少一液压模块；每所述液压模块包括液压缸、第一双向定量泵、第二双向定量泵、第一蓄能器、第二蓄能器、三位三通控制阀、驱动器以及驱动电机；

[0008] 所述液压缸包括缸体、活塞和活塞杆，所述活塞杆的一端固定连接于所述活塞，所述活塞气密性可滑动的连接于所述缸体内，且所述活塞将所述缸体内部分为第一腔室和第二腔室；

[0009] 所述三位三通控制阀包括第一接油口、第一液控控制油口、第二接油口、第二液控控制油口以及第三接油口；

[0010] 所述第一双向定量泵包括第一泄油口、第一端口和第二端口；

[0011] 所述第二双向定量泵包括第二泄油口、第三端口和第四端口；

[0012] 所述第二端口和所述第四端口并联后连接于所述第二蓄能器；所述第一端口、第一接油口以及第一液控控制油口并联后连通所述第一腔室；所述第三端口、第二接油口以及第二液控控制油口并联后连通所述第二腔室；所述第三接油口连接于所述第一蓄能器；所述第一泄油口连接于所述第二端口和第四端口之间，所述第二泄油口连接于所述第四端口和第二蓄能器之间，

[0013] 所述第一双向定量泵和第二双向定量泵分别连接于所述驱动电机，实现同步运动；所述驱动器通信连接于所述控制器。

[0014] 进一步地，还包括电源装置，所述驱动器、控制器分别电连接于所述电源装置。

[0015] 进一步地，每所述液压模块还包括第一控制阀和第二控制阀，所述第一端口、第一接油口以及第一液控控制油口并联后依次连接于所述第一控制阀、所述第一腔室；所述第三端口、第二接油口以及第二液控控制油口并联后依次连接于所述第二控制阀、所述第二腔室；所述第一控制阀、第二控制阀还分别通信连接于所述控制器。

[0016] 进一步地，所述第一控制阀、第二控制阀分别为二位二通电磁阀。

[0017] 进一步地，所述第一控制阀、第二控制阀分别为二位二通插装阀。

[0018] 进一步地，每所述液压模块还包括第一单向阀、第二单向阀、第一安全阀以及第二安全阀；

[0019] 所述第一单向阀的入口和所述第一安全阀的出口并联后并联于所述第二端口，所述第一单向阀的出口和所述第一安全阀的入口并联后连接于所述第一控制阀和所述第一腔室之间；

[0020] 所述第二单向阀的入口和所述第二安全阀的出口并联后连接于所述第二蓄能器，所述第二单向阀的出口和所述第二安全阀的入口并联后连接于所述第二控制阀和所述第二腔室之间。

[0021] 进一步地，所述三位三通控制阀为三位三通液控阀。

[0022] 进一步地，所述三位三通控制阀为三位三通插装阀。

[0023] 进一步地，所述驱动电机为伺服电机，所述驱动器为伺服驱动器。

[0024] 进一步地，所述液压模块的数量为三个。

[0025] 本发明具有如下优点：本发明通过所述控制器输入信号给所述驱动器，再通过所述驱动器控制每所述液压模块中的驱动电机的转速和方向，来实现对所述液压缸的控制，避免了系统的节流损失和溢流损失，系统效率高，主回路很短且没有节流元件，因此压力损失少、发热量少，不需要冷却装置同时采用两个蓄能器，其中所述第二蓄能器用于替代油箱；所述第一蓄能器用于当所述第一双向定量泵和第二双向定量泵的排量比与所述第一腔室和第二腔室的有效面积比不一致时，用于平衡所述第一腔室和第二腔室的流量，解决了所述第一双向定量泵和第二双向定量泵的排量比无法精确匹配所述第一腔室和第二腔室的有效面积比的问题。

附图说明

[0026] 下面参照附图结合实施例对本发明作进一步的说明。

[0027] 图1为本发明所述的液压系统的一实施例的原理图。

[0028] 图2为本发明所述的液压模块在工况一时油液的运行原理图。

[0029] 图3为本发明所述的液压模块在工况二时油液的运行原理图。

[0030] 图4为本发明所述的液压模块在工况三时油液的运行原理图。

[0031] 图5为本发明所述的液压模块在工况四时油液的运行原理图。

[0032] 图6为本发明所述的液压模块在工况五时油液的运行原理图。

[0033] 图7为本发明所述的液压模块在工况六时油液的运行原理图。

[0034] 图8为本发明所述的液压模块在工况七时油液的运行原理图。

[0035] 图9为本发明所述的液压模块在工况八时油液的运行原理图。

[0036] 图10为本发明的效果示意图。

[0037] 图中：100、控制器；200、液压模块；201、液压缸；2011、缸体；2012、活塞；2013、活塞杆；202、第一双向定量泵；2021、第一端口；2022、第二端口；2023、第一泄油口；203、第二双向定量泵；2031、第三端口；2032、第四端口；2033、第二泄油口；204、第一蓄能器；205、第二蓄能器；206、三位三通控制阀；2061、第一接油口；2062、第一液控控制油口；2063、第二接油口；2064、第二液控控制油口；2065、第三接油口；207、驱动器；208、驱动电机；209、第一控制阀；210、第二控制阀；211、第一单向阀；212、第二单向阀；213、第一安全阀；214、第二安全阀；300、动臂；400、斗杆；500、铲斗；600、电源装置；700、第一腔室；800、第二腔室。

具体实施方式

[0038] 请参阅图1至10所示，本发明提供一种电机驱动双定量泵双蓄能器的分布式直驱挖掘机液压系统，包括控制器100，还包括至少一液压模块200；每所述液压模块200包括液压缸201、第一双向定量泵202、第二双向定量泵203、第一蓄能器204、第二蓄能器205、三位三通控制阀206、驱动器207以及驱动电机208；

[0039] 所述液压缸201包括缸体2011、活塞2012和活塞杆2013，所述活塞杆2013的一端固定连接于所述活塞2012，所述活塞2012气密性可滑动的连接于所述缸体2011内，且所述活塞2012将所述缸体2011内部分为第一腔室700和第二腔室800；

[0040] 所述三位三通控制阀206包括第一接油口2061、第一液控控制油口2062、第二接油口2063、第二液控控制油口2064以及第三接油口2065；

[0041] 所述第一双向定量泵202包括第一泄油口2023、第一端口2021和第二端口2022；

[0042] 所述第二双向定量泵203包括第二泄油口2033、第三端口2031和第四端口2032；

[0043] 所述第二端口2022和所述第四端口2032并联后连接于所述第二蓄能器205；所述第一端口2021、第一接油口2061以及第一液控控制油口2062并联后连通所述第一腔室700；所述第三端口2031、第二接油口2063以及第二液控控制油口2064并联后连通所述第二腔室800；所述第三接油口2065连接于所述第一蓄能器204；所述第一泄油口2023连接于所述第二端口2022和第四端口2032之间，所述第二泄油口2033连接于所述第四端口2032和第二蓄能器205之间，可以防止所述第一双向定量泵202或第二双向定量泵203压力过高而发生壳体破裂，保证了安全性；

[0044] 所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203分别连接于所述驱动电机208，实现同步运动；所述驱动器207通信连接于所述控制器100。

[0045] 在具体实施中，所述液压缸201为非对称液压缸201，所述活塞杆2013连接于应用

负载。本发明通过所述控制器100输入信号给所述驱动器207，再通过所述驱动器207控制每所述液压模块200中的驱动电机208的转速和方向，进而控制所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203的流量和流向，最终实现对所述液压缸201的控制。

[0046] 将所述第一双向定量泵202、第二双向定量泵203分别和驱动电机208直接连接，来独立驱动所述液压缸201，不仅实现所述第一腔室700和第二腔室800流量的基本匹配，还避免了节流损失和溢流损失，系统效率高。

[0047] 用导线代替液压管路传递动力的分布式智能控制，使得本发明的主回路很短且没有节流元件，因此压力损失少、发热量少，不需要冷却装置。

[0048] 相比传统液压系统，本发明采用闭式系统用油少、所需所述第一蓄能器204和第二蓄能器205的容积很小，可以把每所述液压模块200做成液压包形式。

[0049] 采用所述驱动电机208代替传统技术中的发动机驱动变量泵，系统效率大大提高，实现节能、减排和降噪。传统系统开机工作后，执行机构即使不工作也不停机，电机和油泵照常运行，耗能大。而本发明所述液压缸201需要工作时，所述驱动电机208即运转，所述液压缸201不工作时，所述驱动电机208即停转，实现按需驱动，节约电能。

[0050] 本发明采用了两个蓄能器，其中所述第二蓄能器205用于替代油箱，并且由于所述液压缸201为非对称液压缸201，导致所述第一腔室700和第二腔室800具有有效面积差，此时所述第二蓄能器205还起平衡流量的作用；而所述第一蓄能器204用于当所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203的排量比与所述第一腔室700和第二腔室800的有效面积比不一致时，用于平衡所述第一腔室700和第二腔室800的流量，解决了所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203的排量比无法精确匹配所述第一腔室700和第二腔室800的有效面积比的问题。

[0051] 且在具体实施中，所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203分别可以作为泵和马达，此时本发明还为负载回馈的势能进行回收利用提供了条件。

[0052] 在具体实施中，优选的一实施例：还包括电源装置600，所述驱动器207、控制器100分别电连接于所述电源装置600，在负值负载的情况下，所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203作为马达使用，可以将此时负载回馈的势能转化为电能存储到所述电源装置600中，实现对负值负载时的能量进行回收利用，节约电能。

[0053] 每所述液压模块200还包括第一控制阀209和第二控制阀210，所述第一端口2021、第一接油口2061以及第一液控控制油口2062并联后依次连接于所述第一控制阀209、所述第一腔室700；所述第三端口2031、第二接油口2063以及第二液控控制油口2064并联后依次连接于所述第二控制阀210、所述第二腔室800；所述第一控制阀209、第二控制阀210还分别通信连接于所述控制器100，由所述控制器100控制所述第一控制阀209和第二控制阀210的通或闭。通过所述第一控制阀209、第二控制阀210将所述液压缸201锁定，避免由于所述第一双向定量泵202或第二双向定量泵203的泄漏而引起的滑动。

[0054] 所述第一控制阀209、第二控制阀210分别为二位二通电磁阀。小流量时采用二位二通电磁阀，在实际运用中主要使用在微型挖掘机中。

[0055] 所述第一控制阀209、第二控制阀210分别为二位二通插装阀。大流量时采用二位二通插装阀，在实际运用中主要使用在小、中、大型挖掘机。

[0056] 每所述液压模块200还包括第一单向阀211、第二单向阀212、第一安全阀213以及

第二安全阀214；

[0057] 所述第一单向阀211的入口和所述第一安全阀213的出口并联后并联于所述第二端口2022，所述第一单向阀211的出口和所述第一安全阀213的入口并联后连接于所述第一控制阀209和所述第一腔室700之间；

[0058] 所述第二单向阀212的入口和所述第二安全阀214的出口并联后连接于所述第二蓄能器205，所述第二单向阀212的出口和所述第二安全阀214的入口并联后连接于所述第二控制阀210和所述第二腔室800之间。通过所述第一单向阀211和第一安全阀213组合，或第二单向阀212和第二安全阀214组合，在低压时防止吸空现象发生，在高压时进行泄压，将多余的油液储存到所述第二蓄能器205中，具体为，当所述第一腔室700或第二腔室800的压力低时，对应的所述第一单向阀211或第二单向阀212导通，油液从所述第二蓄能器205中补充到所述第一腔室700或第二腔室800中；当所述第一腔室700或第二腔室800的压力过高时，此时对应的所述第一安全阀213或第二安全阀214导通，进行泄压，将多余的油液流入到所述第二蓄能器205中，保证安全性。

[0059] 所述三位三通控制阀206为三位三通液控阀。

[0060] 所述三位三通控制阀206为三位三通插装阀。

[0061] 所述驱动电机208为伺服电机208，所述驱动器207为伺服驱动器207，可使控制速度精度非常准确。

[0062] 所述液压模块200的数量为三个。将三个所述液压模块200各自的活塞杆2013分别一一对应连接于挖掘机的动臂300、斗杆400、铲斗500，实现三者分别独立驱动，方便控制，同时极大程度的缩短了管路，可以把所述液压模块200做成液压包形式，直接安装在动臂300、斗杆400、铲斗500附近，安装方便，体积小。

[0063] 具体控制原理：

[0064] 因为所述活塞杆2013的存在，所述第一腔室700和第二腔室800为非对称结构，使得所述第一腔室700的最大容积大于所述第二腔室800的最大容积，所述液压缸201为非对称液压缸201，当油液从所述第一腔室700输送到所述第二腔室800时，油液有多余，需要将多余的油液存储到所述第二蓄能器205中，而当油液从所述第二腔室800输送到所述第一腔室700时，需要所述第二蓄能器205中的油液补充到所述第一腔室700中。

[0065] 另一方面，图2至图9中F为负载施加在所述活塞杆2013的外力，v为所述活塞杆2013的运行速度；液压力方向和外力F的方向相反；所述活塞杆2013连接于挖掘机的负载，挖掘机的负载在工作过程中会产生势能；所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203既可以作为泵，也可以作为马达进行发电；

[0066] 正值负载：液压力方向与v的方向相同，所述活塞杆2013伸出或缩回，此时所述电源装置600输出电能，所述控制器100控制所述驱动器207驱动所述伺服电机208带动所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203按控制器设定的转速和方向旋转，所述活塞杆2013输出能量给负载；

[0067] 负值负载：液压力方向与v的方向相反，所述活塞杆2013伸出或缩回，负载反馈能量给所述活塞杆2013，通过液压回路进而使所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203作为马达进行发电，将能量存储到所述电源装置600，进行回收利用；

[0068] 所述第一双向定量泵202的排量标记为V_{p_a}，第二双向定量泵203的排量标记为

V_{p_b}，所述第一腔室700的有效面积标记为A_1，第二腔室800有效面积标记为A_2；当V_{p_b}/V_{p_a}和A_2/A_1不匹配时，存在以下两种情况：

[0069] 情况一，V_{p_b}/V_{p_a}大于A_2/A_1；此时存在以下四种工况：

[0070] 工况一，请参阅图2所示，此时处于负值负载，所述第一腔室700的压力大于所述第二腔室800的压力，油液从所述第二腔室800流向所述第一腔室700，所述第一液控控制油口2062将所述三位三通控制阀206的第二接油口2063和所述第一蓄能器204导通，此时所述第一蓄能器204中的油液补充到所述第二腔室800流出的油液中，所述第二蓄能器205中的油液流出，补充到所述第一双向定量泵202中，由所述第一双向定量泵202输送到所述第一腔室700，从而实现所述第一腔室700和第二腔室中800的流量平衡，同时所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203将负载回馈的势能转化为电能，并存储到所述电源装置600中进行回收利用，节约了电能。

[0071] 工况二，请参阅图3所示，此时处于正值负载，所述第二腔室800的压力大于所述第一腔室700的压力，油液从所述第二腔室800流向所述第一腔室700，所述第二液控控制油口2064将所述三位三通控制阀206的第一接油口2061和所述第一蓄能器204导通，此时所述第一蓄能器204中的油液直接补充到所述第一腔室700中，所述第二蓄能器205中的油液流出，补充到所述第一双向定量泵202中，由所述第一双向定量泵202输送到所述第一腔室700，从而实现所述第一腔室700和第二腔室800中的流量平衡，此时所述活塞杆2013输出能量给负载。

[0072] 工况三，请参阅图4所示，此时处于正值负载，所述第一腔室700的压力大于所述第二腔室800的压力，油液从所述第一腔室700流向所述第二腔室800，所述第一双向定量泵202输出的油液分别流向所述第二蓄能器205和所述第二双向定量泵203中，所述第一液控控制油口2062将所述三位三通控制阀206的第二接油口2063和所述第一蓄能器204导通，此时所述第二双向定量泵203输出的流量一部分流入所述第一蓄能器204中，另一部分油液流入所述第二腔室800中，从而实现所述第一腔室700和第二腔室800中的流量平衡，此时所述活塞杆2013输出能量给负载。

[0073] 工况四，请参阅图5所示，此时处于负值负载，所述第二腔室800的压力大于所述第一腔室700的压力，油液从所述第一腔室700流向所述第二腔室800，所述第二液控控制油口2064将所述三位三通控制阀206的第一接油口201和所述第一蓄能器204导通，所述第一腔室700流出的油液一部分通过所述第一接油口2061流入到所述第一蓄能器204中，另一部分通过所述第一双向定量泵202输送到所述第二双向定量泵203和第二蓄能器205中，从而实现所述第一腔室700和第二腔室800中的流量平衡，此时所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203将负载回馈的势能转化为电能，并存储到所述电源装置600中进行回收利用，节约了电能。

[0074] 情况二，V_{p_b}/V_{p_a}小于A_2/A_1；此时存在以下四种工况：

[0075] 工况五，请参阅图6所示，此时处于负值负载，所述第一腔室700的压力大于所述第二腔室800的压力，油液从所述第二腔室800流向所述第一腔室700，所述第一液控控制油口2062将所述三位三通控制阀206的第二接油口2063和所述第一蓄能器204导通，此时所述第二腔室800流出的油液一部分流入所述第一蓄能器204中，另一部分流向所述第二双向定量泵203输送至所述第一双向定量泵202中，且所述第二蓄能器205中的油液流出，补充到所述

第一双向定量泵202中，由所述第一双向定量泵202输送到所述第一腔室700，从而实现所述第一腔室700和第二腔室800中的流量平衡，同时所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203将负载回馈的势能转化为电能，并存储到所述电源装置600中进行回收利用，节约了电能。

[0076] 工况六，请参阅图7所示，此时处于正值负载，所述第二腔室800的压力大于所述第一腔室700的压力，所述第二液控控制油口2064将所述三位三通控制阀206的第一接油口2061和所述第一蓄能器204导通，油液从所述第二腔室800流向所述第一腔室700，所述第二蓄能器205中的油液补充到所述第一双向定量泵202中，所述第一双向定量泵202输出的油液一部分流入所述第一腔室700，另一部分通过所述第一接油口2061流入所述第一蓄能器204中，从而实现所述第一腔室700和第二腔室800中的流量平衡，此时所述活塞杆2013输出能量给负载。

[0077] 工况七，请参阅图8所示，此时处于正值负载，所述第一腔室700的压力大于所述第二腔室800的压力，所述第一液控控制油口2062将所述三位三通控制阀206的第二接油口2063和所述第一蓄能器204导通，油液从所述第一腔室700流向所述第二腔室800，所述第一双向定量泵202输出的油液一部分流入所述第二蓄能器205中，另一部分流入所述第二双向定量泵203中，后流入所述第二腔室800，同时所述第一蓄能器204中的油液通过所述第二接油口2063流入所述第二腔室800中，从而实现所述第一腔室700和第二腔室800中的流量平衡，此时所述活塞杆2013输出能量给负载。

[0078] 工况八，请参阅图9所示，此时处于负值负载，所述第二腔室800的压力大于所述第一腔室700的压力，油液从所述第一腔室700流向所述第二腔室800，所述第二液控控制油口2064将所述三位三通控制阀206的第一接油口2061和所述第一蓄能器204导通，此时所述第一腔室700流出的油液流向所述第一双向定量泵202中，且所述第一蓄能器204中的油液从所述第一接油口2061流入到所述第一双向定量泵202中，所述第一双向定量泵202输出的油液一部分通过所述第二双向定量泵203流入所述第二腔室800，另一部分流入所述第二蓄能器205中，从而实现所述第一腔室700和第二腔室800中的流量平衡，同时所述第一双向定量泵202和第二双向定量泵203将负载回馈的势能转化为电能，并存储到所述电源装置600中进行回收利用，节约了电能。

[0079] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式，但是熟悉本技术领域的技术人员应当理解，我们所描述的具体的实施例只是说明性的，而不是用于对本发明的范围的限定，熟悉本领域的技术人员在依照本发明的精神所作的等效的修饰以及变化，都应当涵盖在本发明的权利要求所保护的范围内。

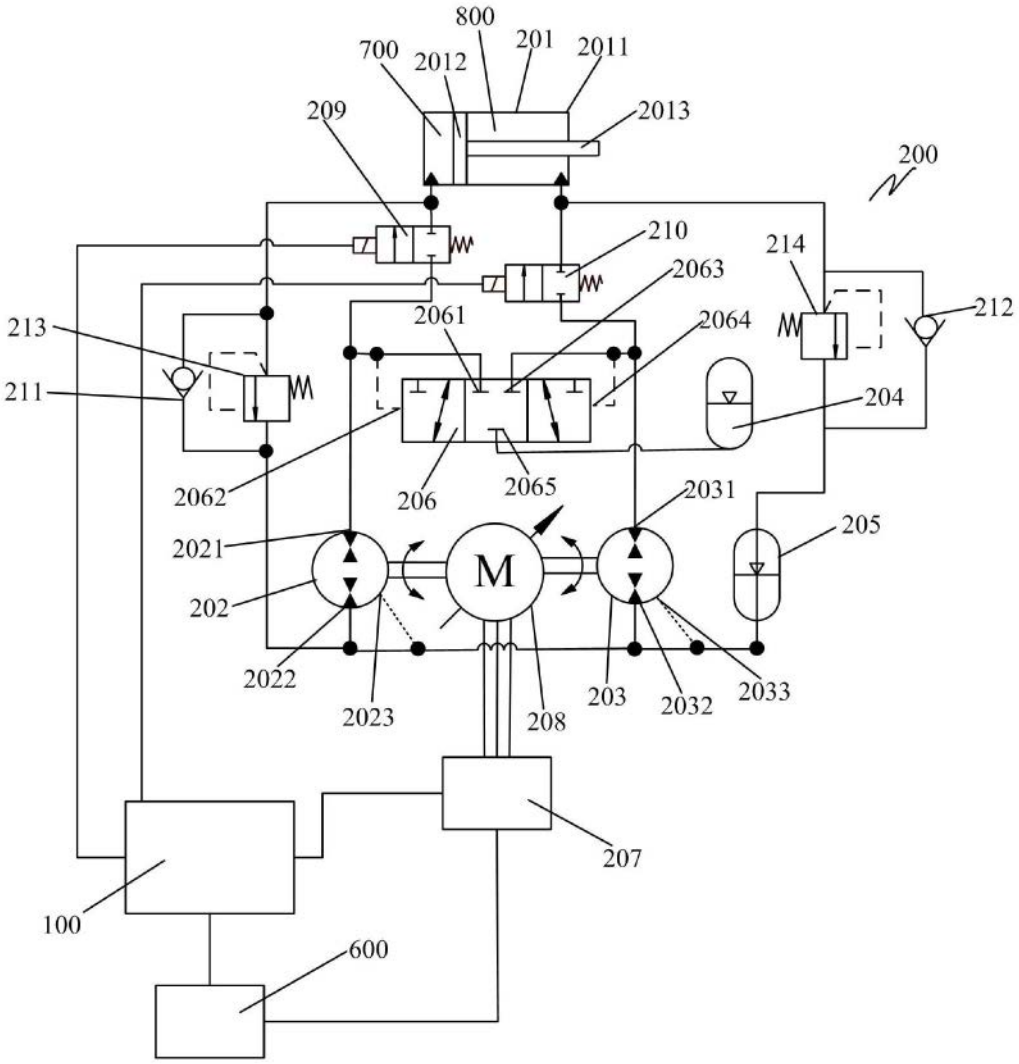

800
201
2011
700
2012
209
2013
200
210
214
2063
212
213
2061
2064
211
204
2062
206
2065
2031
205
2021
M
202
2022
2023
208
203
2032
2033
207
100
600

图1

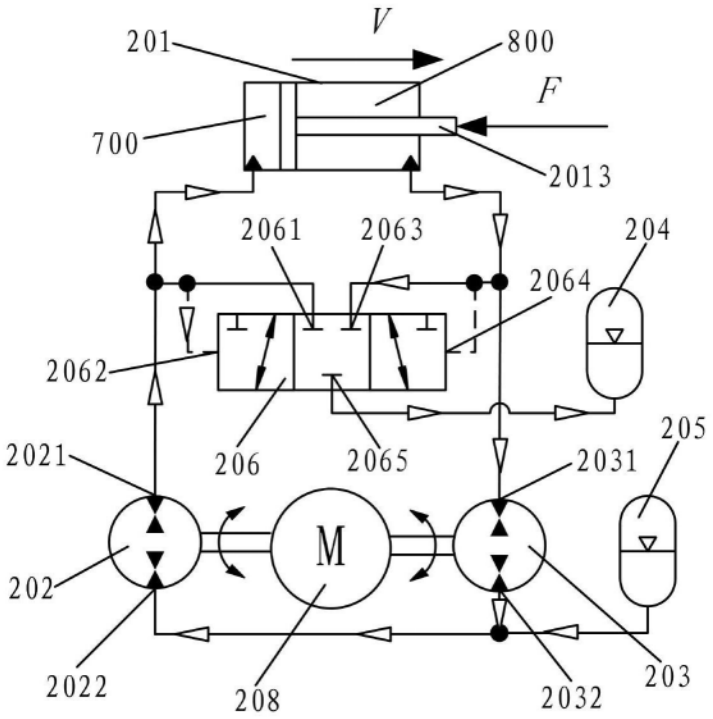

V
201
800
F
700
2013
2061
2063
204
2064
2062
206
2065
205
2021
2031
M
202
203
2022
208
2032

图2

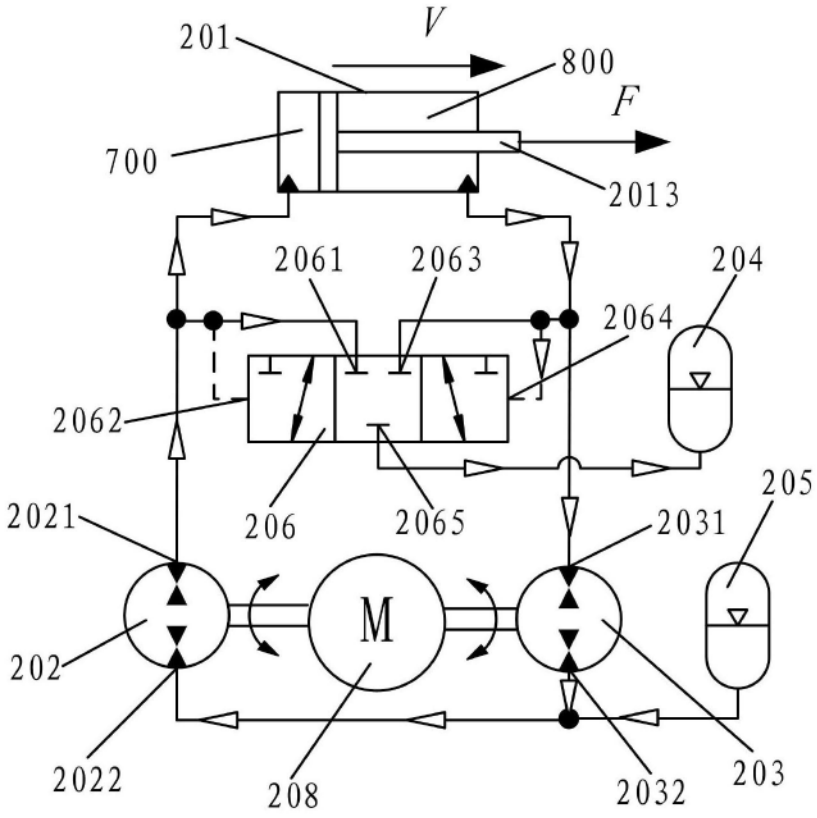

V
201
800
F
700
2013
2061
2063
204
2064
2062
206
2065
205
2021
2031
M
202
203
2022
208
2032

图3

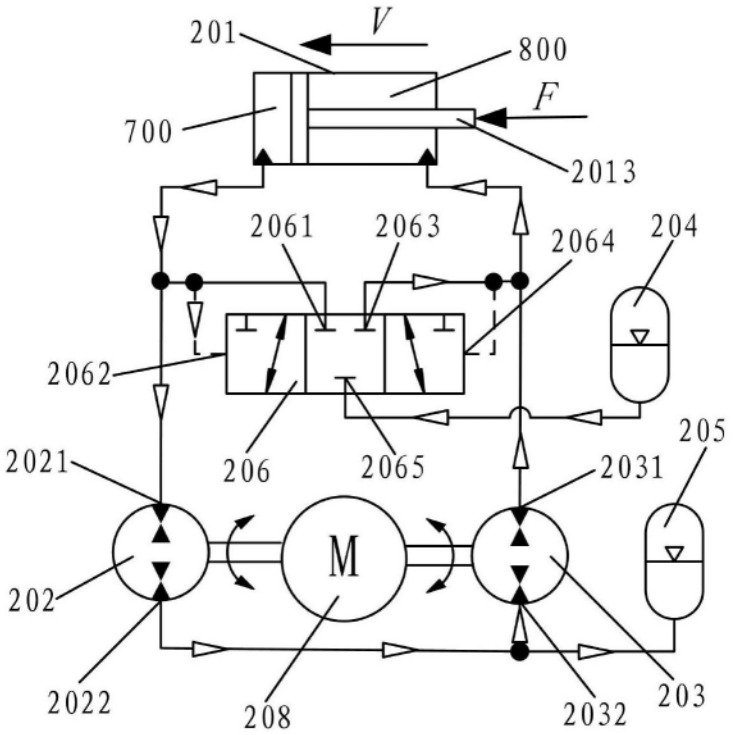

201
V
800
F
700
2013
2061
2063
2064
204
2062
206
2065
205
2021
2031
M
202
2022
208
2032
203

图4

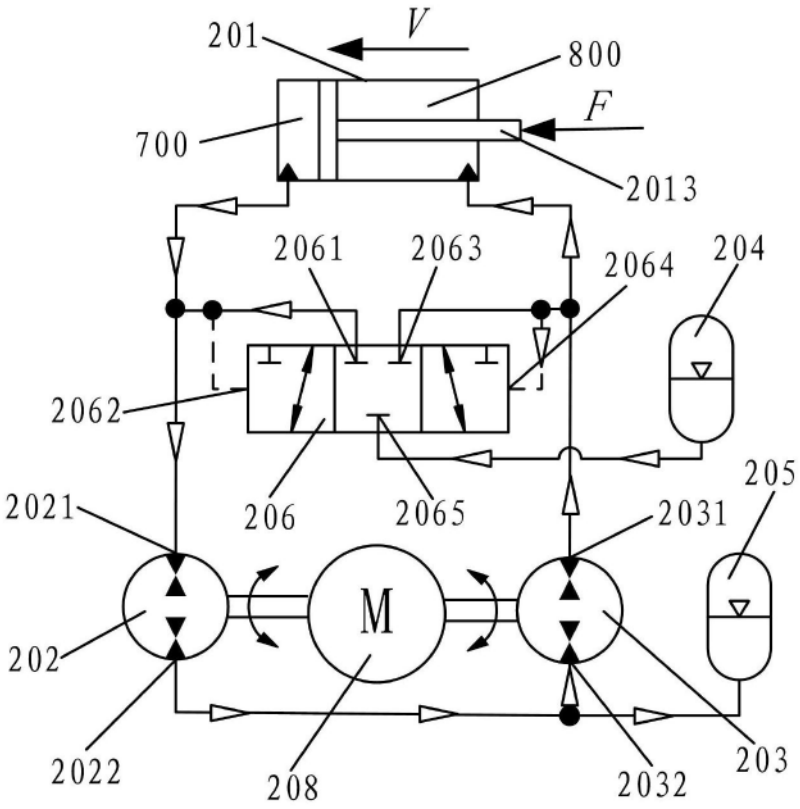

201
V
800
F
700
2013
2061
2063
2064
204
2062
206
2065
205
2021
2031
M
202
2022
208
2032
203

图5

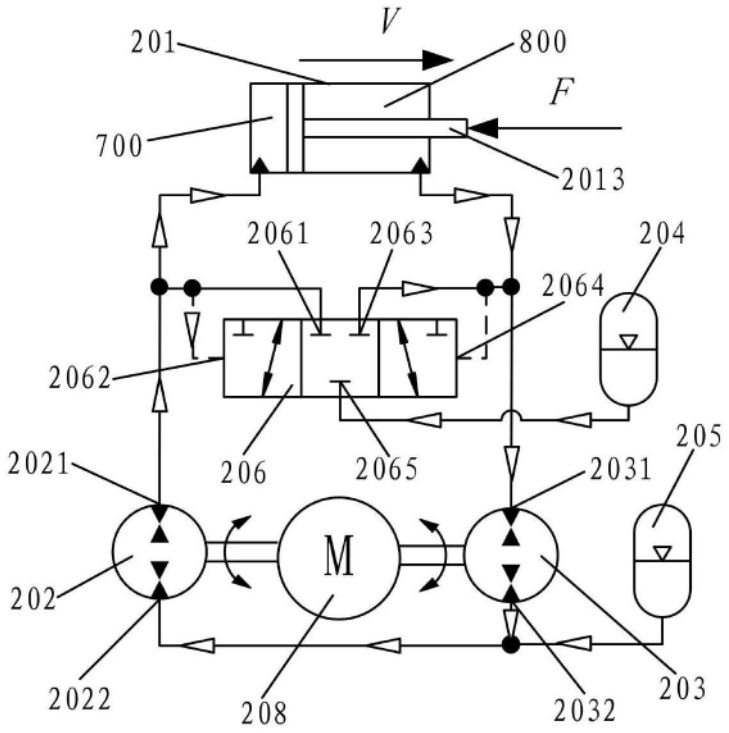

V
201
800
F
700
2013
2061
2063
204
2064
2062
206
2065
2031
205
2021
M
202
2022
208
2032
203

图6

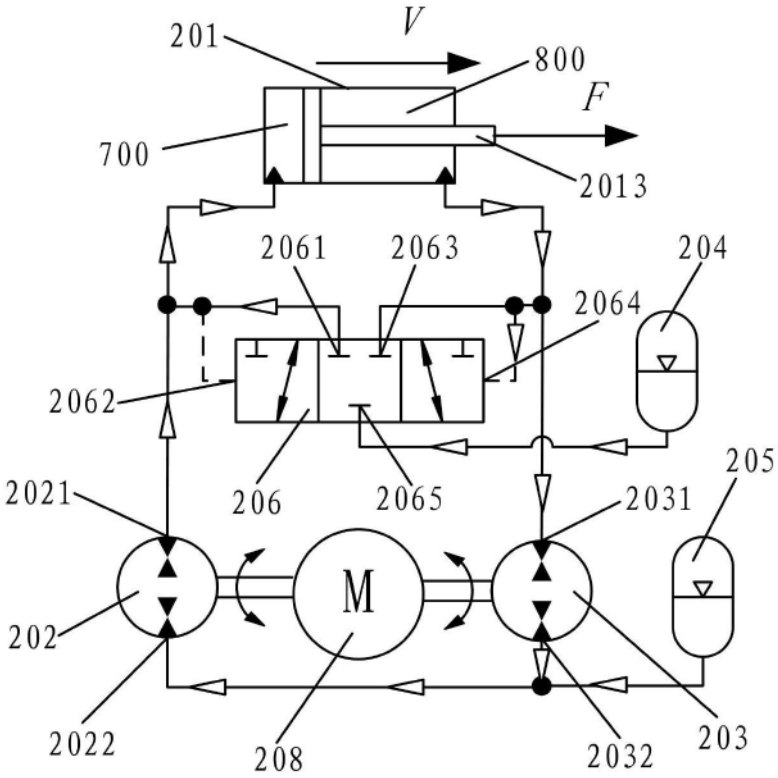

V
201
800
F
700
2013
2061
2063
204
2064
2062
206
2065
2031
205
2021
M
202
2022
208
2032
203

图7

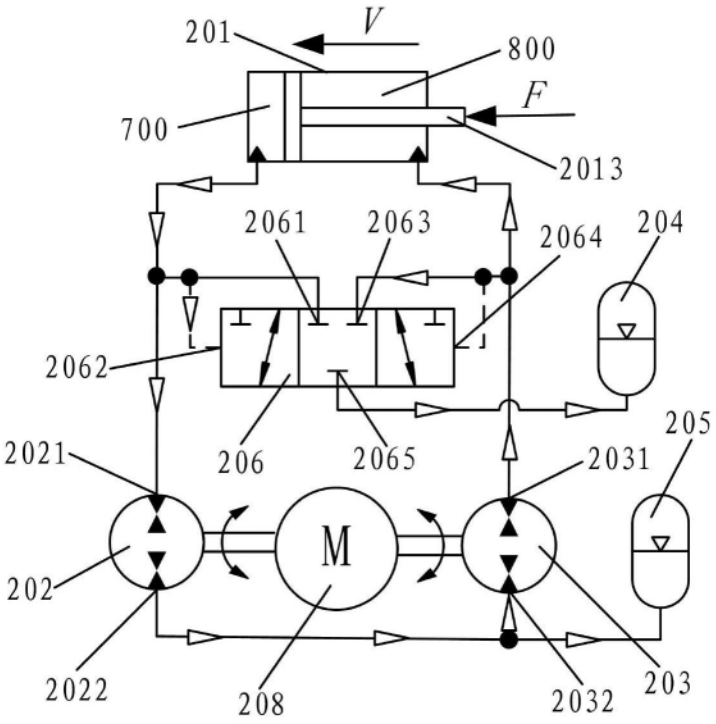

201
V
800
F
700
2013
2061
2063
2064
204
2062
206
2065
205
2021
2031
M
202
2022
208
2032
203

图8

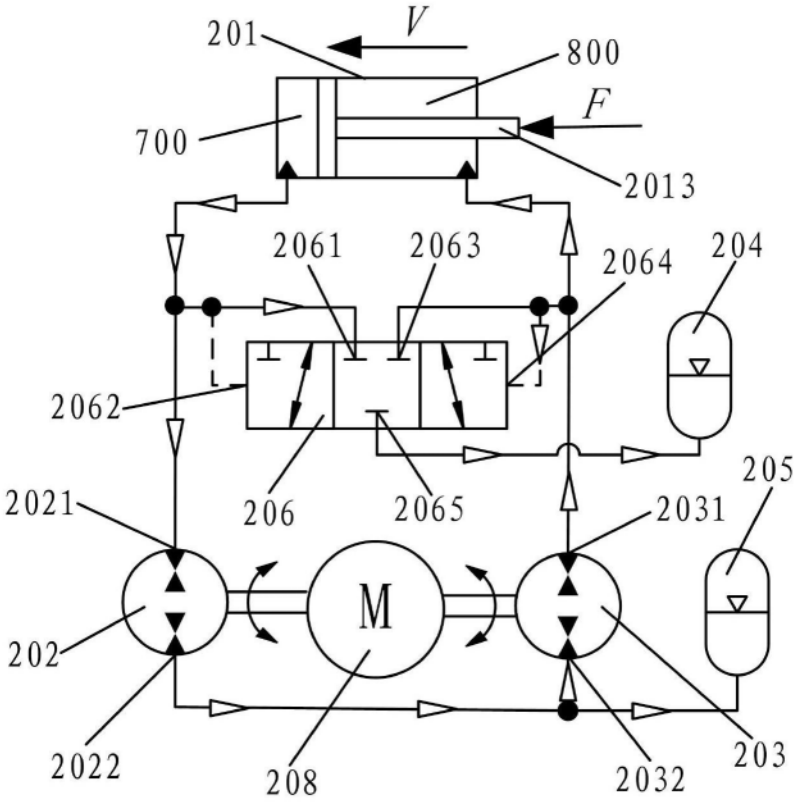

201
V
800
F
700
2013
2061
2063
2064
204
2062
206
2065
205
2021
2031
M
202
2022
208
2032
203

图9

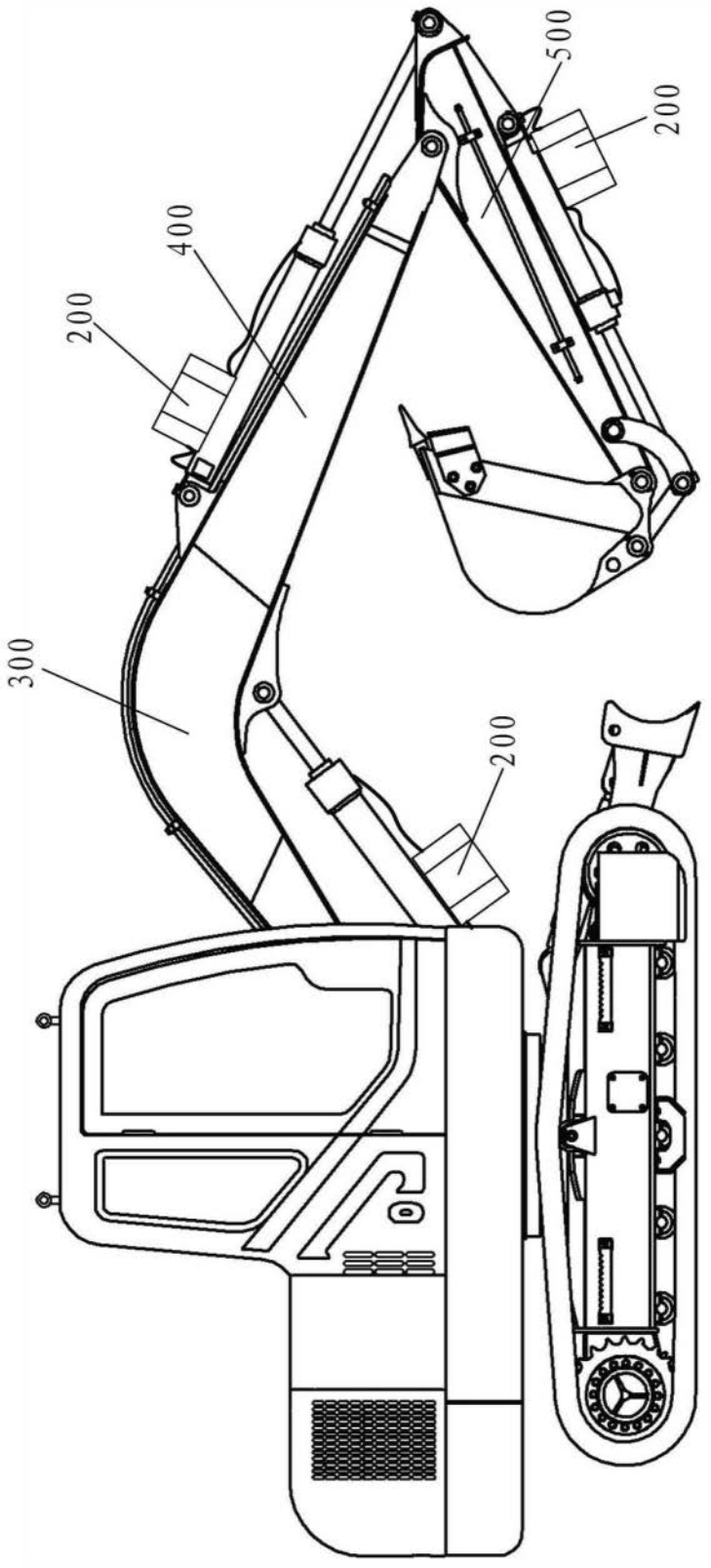


图10