(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 213297915 U
(45)授权公告日 2021.05.28

(21)申请号 202020780408.6

(22)申请日 2020.05.12

(73)专利权人 东华理工大学
地址 330013 江西省南昌市经开区广兰大道418号

(72)发明人 李振河

(51)Int.Cl.
E21B 43/00(2006.01)
E21B 44/00(2006.01)
E21B 47/06(2012.01)
E21B 47/00(2012.01)

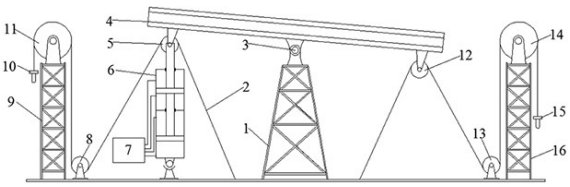
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种天平式平衡液压抽油机

(57)摘要

本实用新型公开了一种天平式平衡液压抽油机，其特征在于：通过铰接安装于主支架上的工字钢梁可以上下往复地自由摆动，工字钢梁两端的底部固定安装有两个动滑轮，并通过钢丝绳经过定滑轮和天车轮后分别连接对称布置在工字钢梁两侧的抽油杆，形成如“跷跷板”的天平式对称平衡结构，通过底端铰接固定于地基而能自由摆动的复合结构液压缸具有四个工作腔且由液压主驱动系统和液压辅助驱动系统共同驱动，复合结构液压缸的活塞伸出杆与工字钢梁上的动滑轮连接进而来驱动钢梁上下运动，从而拉动两侧抽油杆交替的上升和下降进行抽油作业。本实用新型具有结构简单、负载平衡性好、运行平稳、节能高效的特点。



CN 213297915 U

1.一种天平式平衡液压抽油机，其结构包括工字钢梁(4)及主支架(1)、第一动滑轮(5)和第二动滑轮(12)、复合结构液压缸(6)、液压工作站(7)、第一定滑轮(8)和第二定滑轮(13)、钢丝绳(2)、第一天车轮(11)和第二天车轮(14)、第一抽油杆(10)和第二抽油杆(15)及二者的支架，其特征在于：工字钢梁(4)和主支架(1)之间有一铰接轴承(3)且安装于工字钢梁的中间底部位置，第一动滑轮(5)和第二动滑轮(12)对称地焊接并固定在工字钢梁(4)两端的底部，第一动滑轮(5)的中心轴与复合结构液压缸(6)的活塞伸出杆活动地安装连接，复合结构液压缸(6)的液压系统由液压主驱动系统和液压辅助驱动系统组成，第一天车轮(11)安装在第一抽油杆支架(9)上，第二天车轮(14)安装在第二抽油杆支架(16)上，第一定滑轮(8)和第二定滑轮(13)的支架均固定在水泥地基上，钢丝绳(2)一端固定在主支架(1)旁边的水泥地基上，另一端通过第一动滑轮(5)、第一定滑轮(8)和第一天车轮(11)后连接第一抽油杆(10)，采用同样的方式，第二抽油杆(15)对称地安装布置在工字钢梁(4)及主支架(1)右侧。

2.根据权利要求1所述的一种天平式平衡液压抽油机，其特征在于：所述的复合结构液压缸(6)缸筒本体底端铰接固定于水泥地基上，并由四个工作腔组成，液压主驱动系统与复合结构液压缸(6)的中间两个工作腔连通，液压主驱动系统中变量泵(19)的进油口装有滤芯(18)，出油口处并联安装第一溢流阀(27)，变量泵(19)的斜盘与变量柱塞(23)通过机械机构连接，比例节流阀(25)进油口的旁路连接一个负载敏感阀(22)且出油口旁路连接第一比例溢流阀(24)，比例节流阀(25)的油路后方连接电磁方向阀(26)，电磁方向阀(26)的进出油口与复合结构液压缸(6)的中间两个工作腔连通。

3.根据权利要求1所述的一种天平式平衡液压抽油机，其特征在于：所述的液压辅助驱动系统由第一单向阀(28)和第二单向阀(33)、第二溢流阀(29)和第三溢流阀(32)、蓄能器(30)、比例方向阀(31)、液压泵(34)、变频电机(35)、第二比例溢流阀(36)等组成；第二单向阀(33)安装在液压泵(34)出油口附近，在出油口的旁路上并联连接第二比例溢流阀(36)，第二单向阀(33)后的高压油分别流向蓄能器(30)和比例方向阀(31)，比例方向阀(31)的油路与复合结构液压缸(6)的上端和下端两工作腔连通，而第一单向阀(28)、第二溢流阀(29)和第三溢流阀(32)安装在比例方向阀(31)和复合结构液压缸(6)连接形成的进出油路中间。

一种天平式平衡液压抽油机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于油田石油开采的机电液一体化抽油装置,特别是涉及到采用了天平式平衡结构及液压动态平衡技术的新型节能液压抽油机。

背景技术

[0002] 传统的游梁式抽油机机械结构复杂、体积大、传动环节多,尤其是抽油杆重达几吨甚至十几吨,传统抽油机很难平衡抽油杆的自重,并且在下降时也难以回收抽油杆的重力势能,使得传统抽油机的工作效率较低;相反,液压抽油机具有质量轻、体积小、冲程长度及冲程次数可无级调节等特点,尤其是液压抽油机易于回收抽油杆的重力势能且工作效率高,因此液压抽油机具有较高的工作性能和节能优势。此外,在目前的大多数液压抽油机中,能量回收的方法主要是通过液压蓄能器先回收抽油杆下落的重力势能并在抽油杆上升抽油时重新利用,但是该方法存在明显的缺点,即能量储存再释放过程中的多次能量转换使得能量回收率下降,而且增加了能量转换元件,并使得结构复杂、成本增加。在此背景下,提出了一种天平式平衡且具有液压动态平衡调节功能的新型液压抽油机。

发明内容

[0003] 鉴于上述原因,为了解决传统游梁式抽油机结构笨重复杂、传动环节多、机械效率低下、能耗高、连接部件易损耗、设备制造使用钢材多、冲程冲次不易调节且无法回收能量等缺点,也为了克服目前液压抽油机采用蓄能器回收的抽油杆下落的重力势能再释放利用的方式造成能量多次转换带来的损失以及使系统结构复杂、成本增加等缺点,本实用新型的目的是提供一种天平式平衡液压抽油机:该抽油机具有形如“跷跷板”的天平式机械平衡结构,采用了电液比例负载敏感技术的液压系统作为液压缸的主驱动系统,并设计了具有动态负载平衡功能的液压辅助驱动系统。在机械结构实现平衡的基础上,液压辅助驱动系统能够根据上下冲程负载的变化进一步动态地平衡天平式机械结构两侧的负载,最终使主驱动系统只需克服负载的惯性力、摩擦力等来驱动负载,并根据负载的变化仅提供其所需的压力和流量,从而最大程度地减小装机功率和利用平衡负载回收能量并减小运行所需的功率,还能够实现双井交替作业连续性抽油或检修时的单井作业抽油。

[0004] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案如下:一种天平式平衡液压抽油机,其结构包括工字工字钢梁4及主支架1、第一动滑轮5和第二动滑轮12、复合结构液压缸6、液压工作站7、第一定滑轮8和第二定滑轮13、钢丝绳2、第一天车轮11和第二天车轮14、抽油杆10和抽油杆15及二者的支架,其特征在于:工字钢梁4和主支架1之间有一铰接轴承3且安装于工字钢梁的中间底部位置,工字钢梁4可以上下往复地自由摆动,形成如“跷跷板”的天平式对称平衡结构,第一动滑轮5和第二动滑轮12对称地焊接并固定在工字钢梁4两端的底部,第一动滑轮5的中心轴与复合结构液压缸6的活塞伸出杆活动地安装连接,复合结构液压缸6的液压系统由液压主驱动系统和液压辅助驱动系统组成,当液压工作站7输出的压力油驱动复合结构液压缸6的活塞杆上下运动时,可自由地带动工字钢梁4及第一动滑轮5、

第二动滑轮12一起绕铰接轴承3上下摆动，进而通过钢丝绳带动第一抽油杆10和第二抽油杆15分别上升和下降，第一天车轮11安装在第一抽油杆支架9上，第二天车轮14安装在第二抽油杆支架16上，第一定滑轮8和第二定滑轮13的支架均固定在水泥地基上，钢丝绳2一端固定在主支架1旁边的水泥地基上，另一端通过第一动滑轮5、第一定滑轮8和第一天车轮11后连接第一抽油杆10，采用同样的方式，第二抽油杆15对称地安装布置在工字钢梁4及主支架1右侧，当一侧抽油杆上升抽油时，另一侧抽油杆同步下降返回，形成双井循环交替抽油作业，此外，当一侧抽油机需要检修时，可用配重代替抽油杆与钢丝绳连接，形成单井抽油作业。

[0005] 复合结构液压缸6的主要特征是缸筒本体底端铰接固定于水泥地基上，并由四个工作腔q_1、q_2、q_3和q_4组成，液压主驱动系统与中间的两个工作腔q_2和q_3连通，液压主驱动系统中变量泵19的进油口装有滤芯18，出油口并联第一溢流阀27，变量泵19的斜盘与变量柱塞23通过机械机构连接，比例节流阀25进油口的旁路连接一个负载敏感阀22且出油口旁路连接第一比例溢流阀24，比例节流阀25的油路后方连接电磁方向阀26，电磁方向阀26的进出油口与复合结构液压缸6的中间两个工作腔q_2和q_3相通，液压主驱动系统为复合结构液压缸6提供主要动力，负载敏感阀22能够实时感受负载的变化，进而通过变量柱塞23实时调整变量泵19斜盘角度的变化，使得变量泵19的输出压力随负载压力的变化而变化，通过调整电流信号的大小来控制比例节流阀25的开口变化，使变量泵19输出的流量与输入的电流信号成正比，从而使变量泵19的输出压力和流量仅满足负载的需求，没有多余能量的产生及损失，达到节能的目的。

[0006] 液压辅助驱动系统的主要特征是由第一单向阀28和第二单向阀33、第二溢流阀29和第三溢流阀32、蓄能器30、比例方向阀31、液压泵34、变频电机35、第二比例溢流阀36等组成，第二单向阀33安装在液压泵34出油口附近，在出油口的旁路上并联连接第二比例溢流阀36，第二单向阀33后的高压油分别流向蓄能器30和比例方向阀31，比例方向阀31的油路与复合结构液压缸6的上端工作腔q_1和下端工作腔q_4连通，而第一单向阀28、第二溢流阀29和第三溢流阀32安装在比例方向阀31和复合结构液压缸6连接形成的进出油路中间，液压辅助驱动系统为液压缸提供辅助动力，通过比例方向阀31后与复合结构液压缸6两端的工作腔q_1和q_4连通，在机械结构平衡的基础上，进一步平衡工字钢梁4两侧的抽油杆运行过程中的载荷变化，达到动态平衡负载的目的，并在减速时通过比例方向阀31换向使得减速时的制动动能转化为液压能回收到蓄能器30中，既达到了缓冲和有效减速的目的，又进一步回收了抽油杆的制动能量，提高了能量回收率。

[0007] 本实用新型的特点和优势：

[0008] 1．由于采用了与“跷跷板”同理的天平式平衡结构，使抽油杆在天平式工字钢梁两侧达到机械平衡，使得系统的装机功率显著降低。

[0009] 2．在天平式工字钢梁两端安装有第一动滑轮5和第二动滑轮12，使得液压缸活塞杆的行程减小。即抽油杆的行程基本为复合结构液压缸活塞杆行程的两倍。

[0010] 3．两个抽油杆通过天车轮分别安装在独立的抽油杆支架上，使两口油井的距离可调节。

[0011] 4．在机械平衡的基础上，由于在上下冲程的运行过程中负载的动态变化产生新的不平衡性，本系统中的液压辅助系统能够通过向复合结构液压缸输入压力油动态地调节

平衡，并在抽油杆减速时起到缓冲和回收能量的作用，提高了系统的稳定性和能量回收利用率。

[0012] 5．本系统中的主液压驱动系统采用了电液比例负载敏感技术，根据负载工况来提供所需的压力和流量，减少了溢流损失，尤其是匀速和减速时功耗显著降低，达到了节能的目的。

[0013] 因此，本实用新型具有结构简单、运行稳定的特点，同时还具有装机功率低、运行过程能耗低的显著节能优势。

附图说明

[0014] 图1为本实用新型的机械结构示意图；

[0015] 图2为本实用新型的液压系统原理图；

[0016] 图1和2中 1.主支架 2.钢丝绳 3.铰接轴承 4.工字钢梁 5.第一动滑轮 6. 复合结构液压缸 7.液压工作站 8.第一定滑轮 9.第一抽油杆支架 10.第一抽油杆 11.第一天车轮 12.第二动滑轮 13.第二定滑轮 14.第二天车轮 15.第二抽油杆 16.第二抽油杆支架 17.油箱 18.滤芯 19.变量泵 20.电机 21.节流阀 22.负载敏感阀 23.变量柱塞 24.第一比例溢流阀 25.比例节流阀 26.电磁方向阀 27.第一溢流阀 28.第一单向阀29.第二溢流阀 30.蓄能器 31.比例方向阀32.第三溢流阀 33.第二单向阀 34.液压泵 35.变频电机 36.第二比例溢流阀 37.液压缸铰接装置

具体实施方式

[0017] 如图1所示，本实用新型的结构主要由主支架1、钢丝绳2、铰接轴承3、工字钢梁4 、第一动滑轮5和第二动滑轮12、复合结构液压缸6、液压工作站7、第一定滑轮8和第二定滑轮13、第一抽油杆10及第一抽油杆支架9、第二抽油杆15及第二抽油杆支架16、第一天车轮11和第二天车轮14等组成。主支架1、第一抽油杆支架9和第二抽油杆支架16、复合结构液压缸6底端的铰接装置及第一定滑轮8和第二定滑轮13的支架均固定在水泥地基上，工字钢梁4的中部和主支架1通过铰接轴承3连接，第一动滑轮5和第二动滑轮12的底座焊接固定在工字钢梁4两端的底部，并随工字钢梁4上下往复运动，第一动滑轮5的中心轴与复合结构液压缸6的活塞伸出杆活动地安装连接。第一抽油杆10通过钢丝绳2绕过固定在第一抽油杆支架9上的第一天车轮11后，经过第一定滑轮8和第一动滑轮5之后，固定在主支架1旁边的水泥地基上。采用同样的方式，第二抽油杆15对称地安装布置在工字钢梁4及主支架1的右侧。当液压工作站7输出高压油到复合结构液压缸6中，其活塞杆的上下往复运动带动第一动滑轮5，使得工字钢梁4上下往复摆动，进而通过钢丝绳带动第一抽油杆10和第二抽油杆15上下往复运动，而且复合结构液压缸6的底部为铰接支撑，因此，可随工字钢梁4上下运动而自由地左右摆动，并且在第一动滑轮5和第二动滑轮12的作用下，液压缸活塞杆的位移基本为抽油杆位移的二分之一。由于当第一抽油杆10和第二抽油杆15其中之一上升抽油时，另一抽油杆同步下降且其重力势能直接转化能量辅助抽油工作，可显著降低装机功率，并能实现了两个抽油杆循环交替的连续性抽油。此外，当两台抽油机其中之一需要检修时，可解除该抽油杆上的钢丝绳，并使用配重代替抽油杆，从而形成单井抽油作业，提高了系统的无故障运行时间，增大了抽油生产量。

[0018] 如图2所示，本实用新型的液压系统包括液压主驱动系统和液压辅助驱动系统。液压主驱动系统主要由油箱17、变量泵19、电机20、节流阀21、负载敏感阀22、变量柱塞23、第一比例溢流阀24、比例节流阀25等组成电液比例负载敏感系统，液压主驱动系统还包括复合结构液压缸6、滤芯18、电磁方向阀26、第一溢流阀27等，其中复合结构液压缸6有q_1、q_2、q_3、q_4四个工作腔，液压主驱动系统与q_2和q_3工作腔连通，通过输出高压油使得复合结构液压缸6的活塞杆上下往复运动，而液压辅助驱动系统主要由第一单向阀28、第二单向阀33、第二溢流阀29和第三溢流阀32、蓄能器30、比例方向阀31、液压泵34、变频电机35、第二比例溢流阀36组成，并与复合结构液压缸6的q_1和q_4工作腔连通，通过输出压力油来动态的平衡负载，同时在抽油杆减速时起到缓冲和回收动能的作用。

[0019] 液压系统具体的工作原理如下：

[0020] 液压主驱动系统中的变量泵19在启动后，当电磁方向阀26左位得电时，压力油进入复合结构液压缸6的q_2腔并推动活塞杆向上运动，顶起工字钢梁4的左端，从而拉起第一抽油杆10向上运动抽油，第二抽油杆15同步下降，同时，复合结构液压缸6的q_3腔中油液经电磁方向阀26流回油箱。通过设定比例节流阀25的输入信号，来控制阀口的开度，从而使抽油杆按照预定的加速、匀速和减速曲线运动，由于采用了负载敏感技术，当在匀速和减速阶段液压缸活塞杆的负载力减小时，负载敏感阀22动作，减小变量泵19的斜盘角度，使泵的输出压力减小，通过改变比例节流阀25的阀口开度，使得流量仅满足系统的需要，从而使液压系统仅提供负载所需的压力和流量，产生明显的节能效果。同时，液压辅助驱动系统与液压主驱动系统一起同步工作，此时，液压辅助驱动系统中的液压泵34输出压力油通过比例方向阀31后(其左侧电磁铁得电时)进入复合结构液压缸6的q_4腔，由于第一抽油杆10和第二抽油杆15在运动过程中悬点载荷发生变化而失去最初在工字钢梁4两端静止时的平衡状态，q_4腔中的压力油助推复合结构液压缸6的活塞杆向上运动，并通过调节比例方向阀31来动态平衡两个抽油杆运动过程中的悬点载荷差值，使得液压主驱动系统只需克服两个抽油杆的惯性力和相关部件的摩擦力就可实现抽油杆的上下往复运动，而q_1腔中的压力油通过比例方向阀31后流回油箱。同时，在第一抽油杆10减速时，液压辅助驱动系统中的比例方向阀31右侧电磁铁得电，同时变频电机35变频减速，液压泵34减小输出压力和流量，此后复合结构液压缸6的q_1腔中油液受压后经比例方向阀31进入蓄能器30中，使复合结构液压缸6的活塞杆及抽油杆减速，并将制动动能回收到蓄能器30中，通过调节比例方向阀31来达到在设定的时间内将活塞杆速度减为零，并起到减速缓冲的作用，此时第一抽油杆10完成抽油作业，第二抽油杆15同步下降返回到底端，为上升抽油做好准备。当电磁方向阀26右侧电磁铁得电时，压力油进入复合结构液压缸6的q_3腔并推动活塞杆向下运动，使得工字钢梁4的右端向上运动，从而拉起第二抽油杆15向上运动抽油，第一抽油杆10同步下降，同时液压辅助驱动系统中的变频电机35变频增速，蓄能器30释放回收的能量，压力油进入复合结构液压缸6的q_1腔，助推复合结构液压缸6的活塞杆向下运动，直至抽油杆再次减速时，比例方向阀31左侧电磁铁得电换向，变频电机35变频减速，回收制动能量到蓄能器30中，通过调节比例方向阀31再次将复合结构液压缸6活塞杆速度在设定的时间内减速为零，至此整个液压系统工作过程为一个周期。此外，q_1腔、q_4腔及第一单向阀28和油箱形成补油回路，可保证两腔不形成真空，而第二溢流阀29和第三溢流阀32限定q_1、q_4两腔的最高压力，起到压力保护的作用，第二比例溢流阀36可调定回收到蓄能器30的最高压力和限定系统最高压力。通过

液压主驱动和辅助驱动系统的同步工作和上述机构往复的周期性工作，使得抽油杆上下往复运动实现抽油作业，并形成左右抽油杆循环交替抽油工作。

[0021] 当一侧油井需要检修时，另一侧油井可进行单井作业抽油，此时只需将待检修一侧的抽油杆从钢丝绳上解除，并将钢丝绳与抽油杆同质量的配重相连接，再次实现两侧负载的相互平衡，工作过程与上述双井同时作业抽油过程相同，只是在抽油杆下降返回时不抽油。

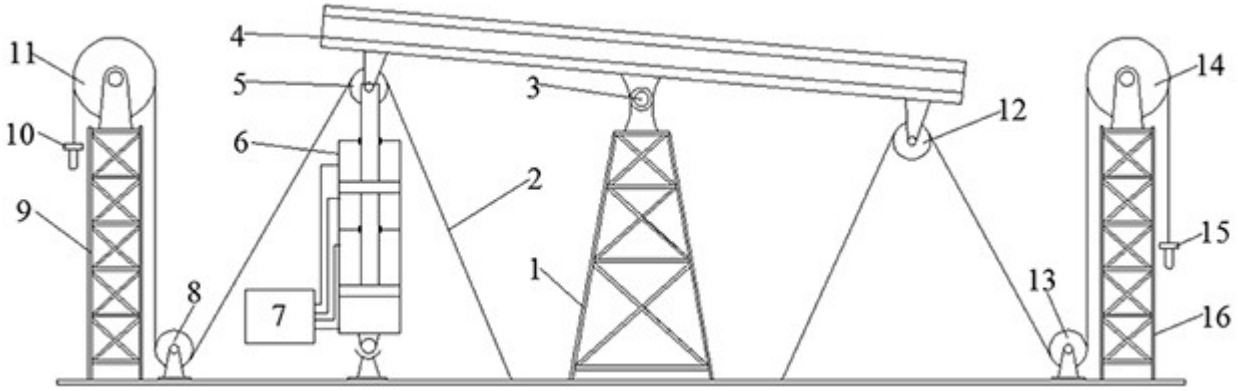

11
10
9
8
4
5
6
7
3
2
1
12
14
15
16
13

图1

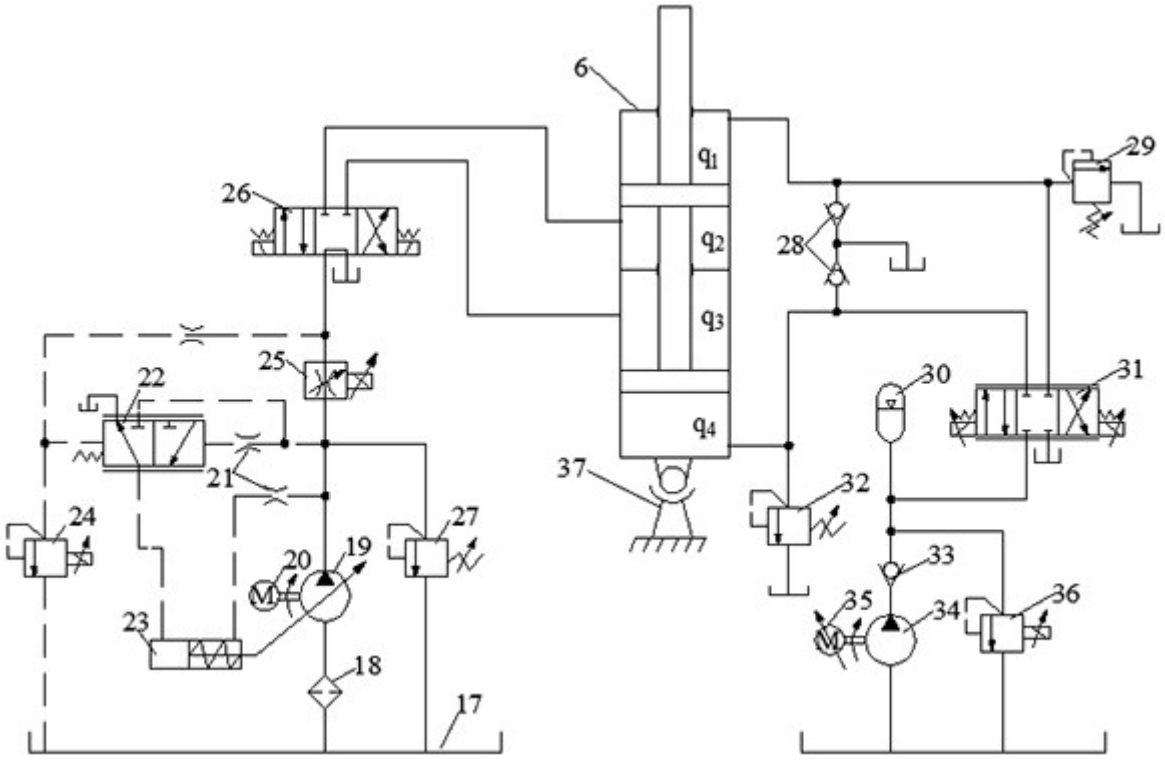

6
q1
q2
q3
q4
26
29
28
22
25
21
24
27
20
19
23
18
17
37
32
30
31
33
35
34
36

图2