



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108547833 B

(45)授权公告日 2019.10.08

(21)申请号 201810457029.0

(22)申请日 2018.05.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108547833 A

(43)申请公布日 2018.09.18

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路  
17923号

(72)发明人 李世振 刘延俊 张增宝

(74)专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限  
公司 37219

代理人 王楠

(51)Int.Cl.

F15B 21/08(2006.01)

F15B 1/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 104627881 A,2015.05.20,说明书实施  
例一、图1、2.

CN 105804675 A,2016.07.27,全文.

WO 2015083095 A1,2015.06.11,全文.

CN 105417381 A,2016.03.23,全文.

US 4506591 A,1985.03.26,全文.

审查员 贾文卓

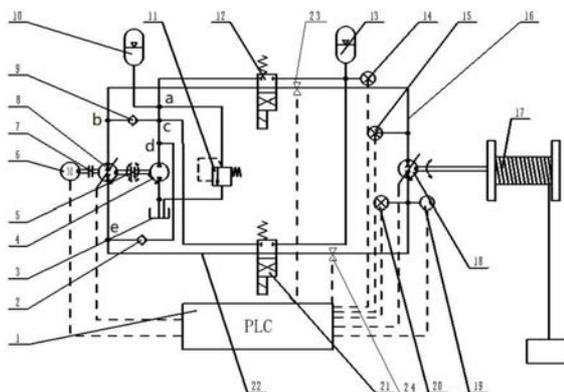
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电  
液系统及工作方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于升沉补偿装置能量回  
收利用的电液系统及工作方法,属于海洋工程装  
备技术领域,装置系统是包括PLC控制器、单向  
阀、油箱、液压泵、联轴器、电动机、马达、气液蓄  
能器、溢流阀、电磁换向阀、液压管路的电液系  
统。电动机与第一马达、液压泵联轴转动,第一马  
达通过管路与第二马达相连,第一马达与第二马  
达之间的管路上设有两个电磁换向阀,电磁换向  
阀还连接至气液蓄能器和液压泵出口。本发明根  
据升沉补偿装置工作过程的6种工作模式,通过  
压力传感器、流量传感器的检测值,判断工作模  
式,并由PLC控制器控制电磁换向阀的线圈得电/  
失电,自动进行能量回收与释放,提高系统使用  
寿命,降低维修成本。



1. 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其特征在于,包括电动机和PLC控制器,电动机通过第一联轴器与第一马达相连,第一马达通过第二联轴器与液压泵相连,第一马达通过管路与第二马达相连,第二马达与作业机相连;

第一马达包括两个油液口,分别为第一出口和第一入口,液压泵上设有液压出口和液压入口,第二马达设有第二出口和第二入口;第一出口外连接的管路与液压出口外连接的管路均接入第一电磁换向阀一侧,第一电磁换向阀另一侧通过管路分别连接第二气液蓄能器和第二入口;

第一入口外连接管路和液压出口外连接的管路均接入第二电磁换向阀的一侧,第二电磁换向阀的另一侧通过管路分别连接第二气液蓄能器和第二出口;

液压入口处连接设有油箱,液压出口外的管路通过溢流阀连接至油箱;

PLC控制器与电动机、第一马达、第二马达、第一电磁换向阀、第二电磁换向阀相连,PLC控制器用于控制作业机转动;

液压出口外的管路通过第一单向阀连接至第一入口外的管路上,液压出口外的管路通过第二单向阀连接至第一出口外的管路上。

2. 根据权利要求1所述的用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其特征在于,液压出口外的管路连接设有第一气液蓄能器。

3. 根据权利要求2所述的用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其特征在于,第二出口外的管路上设有流量传感器和第二压力传感器,第二入口外的管路上设有第一压力传感器,第二气液蓄能器与第一电磁换向阀之间的管路上设有第三压力传感器,流量传感器、第一压力传感器、第二压力传感器和第三压力传感器均与PLC控制器相连。

4. 根据权利要求3所述的用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其特征在于,第二马达入口侧的管路上设有开关阀A,第二马达出口侧的管路上设有开关阀B,开关阀A与开关阀B均与PLC控制器相连。

5. 根据权利要求4所述的用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其特征在于,液压泵为轴向柱塞变量泵,液压泵与PLC控制器相连。

6. 一种利用权利要求去5所述用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统的工作方法,包括步骤如下:

电动机驱动第一马达旋转,通过第二联轴器带动液压泵转动,第二马达连接作业机,驱动作业机进行作业;

当作业机需要匀速转动时,PLC控制器令第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀失电,此时第一马达的出口侧的管路与第二马达的入口侧的管路连接,第二马达出口侧的管路与第一马达入口侧的管路接通,液压泵出口侧管路通过第一单向阀与第一马达入口侧管路连接,第二气液蓄能器既不进行蓄能,也不进行释放;

当作业机需要静止时,PLC控制器令第一电磁换向阀得电,第二电磁换向阀失电,同时关闭开关阀A和开关阀B,第一马达出口侧的油液流入第二气液蓄能器中,第二气液蓄能器处于蓄能状态;

当作业机处于正转状态且需要减速时,PLC控制器令第一电磁换向阀得电,第二电磁换向阀失电,第一马达出口侧的油液流入第二气液蓄能器中,第二气液蓄能器处于蓄能状态;

当作业机处于反转状态且需要减速时,PLC控制器令第一电磁换向阀失电,第二电磁换

向阀得电,此时液压流体由第一马达入口侧流入第二气液蓄能器,第二气液蓄能器处于蓄能状态;

当作业机处于正转状态且需要加速时,PLC控制器控制第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀得电,此时第二气液蓄能器内的油液流入第一马达入口侧,第二气液蓄能器的能量被释放以驱动第一马达正转;

当作业机处于反转状态且需要加速时,PLC控制器控制第一电磁换向阀得电,第二电磁换向阀失电,此时第二气液蓄能器内的油液流入第一马达出口侧,第二气液蓄能器的能量被释放以驱动第一马达反转。

7.根据权利要求6所述的工作方法,其特征在于,当第三压力传感器的压力检测值大于预设值时,PLC控制器控制第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀失电。

## 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统及工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统及工作方法,属于海洋工程装备技术领域。

### 背景技术

[0002] 水下拖曳系统及海上浮式系统在生产作业时,在海浪、海风、海流等因素的作用下,母船不可避免地产生摇荡和升沉,导致作业定位不准确、缆绳疲劳断裂、设备失稳等问题。目前采用均采用升沉补偿系统,以减小海浪对船舶运动状态的影响。

[0003] 由于升沉补偿系统的绞车装置需要根据实时海况进行频繁收/放动作,若采用大功率伺服电机将使使用成本剧增,且维护费用高。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,能够自动将升沉补偿装置减速时产生的能量通过气液蓄能器储存起来,控制器根据液压泵的需求控制电磁换向阀释放液压能存储单元所存储的能量,驱动液压马达为卷扬机提供扭矩,以降低电动机的负载功率,使始终电动机工作在最佳工作点,且减少因频繁变速和换向导致的寿命减少问题。

[0005] 本发明还提供上述系统的工作方法。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,包括电动机和PLC控制器,电动机通过第一联轴器与第一马达相连,第一马达通过第二联轴器与液压泵相连,第一马达通过管路与第二马达相连,第二马达与作业机相连;

[0008] 第一马达包括两个油液口,分别为第一出口和第一入口,同理,液压泵上设有液压出口和液压入口,第二马达设有第二出口和第二入口;第一出口外连接的管路与液压出口外连接的管路均接入第一电磁换向阀一侧,第一电磁换向阀另一侧通过管路分别连接第二气液蓄能器和第二入口;

[0009] 第一入口外连接管路和液压出口外连接的管路均接入第二电磁换向阀的一侧,第二电磁换向阀的另一侧通过管路分别连接第二气液蓄能器和第二出口;

[0010] 液压入口处连接设有油箱,液压出口外的管路通过溢流阀连接至油箱;溢流阀起到维护油路压强稳定不至过高的作用。

[0011] PLC控制器与电动机、第一马达、第二马达、第一电磁换向阀、第二电磁换向阀相连,PLC控制器用于控制机器转动。

[0012] 根据本发明优选的,液压出口外的管路通过第一单向阀连接至第一入口外的管路上,液压出口外的管路通过第二单向阀连接至第一出口外的管路上。单向阀用以固定油液的单向流动。

[0013] 电动机驱动第一液马达旋转,液压流体由第一液马达出口侧,流经管路传递到第

二马达入口侧,进而驱动卷扬机旋转,液压流体由第二马达流出后,经管路流向第一马达入口侧,形成循环的回路。当该回路中发生泄漏时,液压泵出口侧液压流体经第二单向阀流向第一液马达出口侧的管路或经第一单向阀流向第一马达入口侧的管路,起到补偿作用。

[0014] 由液压泵产生流量用于补偿系统泄漏,以避免因压力差造成的空化,从而提高该装置的寿命及可靠性。其余流量经溢流阀后流至油箱。

[0015] 根据本发明优选的,液压出口外的管路连接设有第一气液蓄能器。

[0016] 根据本发明优选的,第二出口外的管路上设有流量传感器和第二压力传感器,第二入口外的管路上设有第一压力传感器,第二气液蓄能器与第一电磁换向阀之间的管路上设有第三压力传感器,流量传感器、第一压力传感器、第二压力传感器和第三压力传感器均与PLC控制器相连。PLC控制器接收传感器的反馈信号,控制监控电液系统的运作。第一压力传感器、第二压力传感器、流量传感器所感测的信号反馈给PLC控制器后处理可得作业机所处的状态。

[0017] 根据本发明优选的,第二马达入口侧的管路上设有开关阀A,第二马达出口侧的管路上设有开关阀B,开关阀A与开关阀B均与PLC控制器相连。两个开关阀用于开通或关闭第二马达入口出口的油路。

[0018] 根据本发明优选的,液压泵为轴向柱塞变量泵,液压泵与PLC控制器相连。

[0019] 一种利用上述用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统的工作方法,包括步骤如下:

[0020] 电动机驱动第一液马达旋转,通过第二联轴器带动液压泵转动,第二马达连接作业机,驱动作业机进行作业;

[0021] 当作业机需要匀速转动时,PLC控制器令第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀失电,此时第一马达的出口侧的管路与第二马达的入口侧的管路连接,第二马达出口侧的管路与第一马达入口侧的管路接通,液压泵出口侧管路通过第一单向阀与第一马达入口侧管路连接,第二气液蓄能器既不进行蓄能,也不进行释放;

[0022] 当作业机需要静止时,PLC控制器令第一电磁换向阀得电,第二电磁换向阀失电,同时关闭开关阀A和开关阀B,第一马达出口侧的油液流入第二气液蓄能器中,第二气液蓄能器处于蓄能状态;

[0023] 当作业机处于正转状态且需要减速时,PLC控制器令第一电磁换向阀得电,第二电磁换向阀失电,第一马达出口侧的油液流入第二气液蓄能器中,第二气液蓄能器处于蓄能状态;

[0024] 当作业机处于反转状态且需要减速时,PLC控制器令第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀得电,此时液压流体由第一马达入口侧流入第二气液蓄能器,第二气液蓄能器处于蓄能状态;

[0025] 当作业机处于正转状态且需要加速时,PLC控制器控制第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀得电,此时第二气液蓄能器内的油液流入第一马达入口侧,第二气液蓄能器的能量被释放以驱动第一马达正转;

[0026] 当作业机处于反转状态且需要加速时,PLC控制器控制第一电磁换向阀得电,第二电磁换向阀失电,此时第二气液蓄能器内的油液流入第一马达出口侧,第二气液蓄能器的能量被释放以驱动第一马达反转。

[0027] 根据本发明优选的,当第三压力传感器的压力检测值大于预设值时,PLC控制器控制第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀失电。使系统处于作业机匀速转动的第一种情况的模式下。

[0028] 本发明的有益效果在于:

[0029] (1) 提供一种用于升沉补偿装置的能量回收与利用的电液系统,大幅减小电动机工作转速波动范围,提高系统使用寿命,降低维修成本。

[0030] (2) 提供一种用于升沉补偿装置的能量回收与利用的电液系统,自动回收与释放升降产生的多余能量,降低系统功率消耗。

## 附图说明

[0031] 图1为本发明用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统的结构原理图;

[0032] 其中:1、PLC控制器,2、第一单向阀,3、油箱,4、液压泵,5、第二联轴器,6、电动机,7、第一联轴器,8、第一马达,9、第二单向阀,10、第一气液蓄能器,11、溢流阀,12、第一电磁换向阀,13、第二气液蓄能器,14、第三压力传感器,15、第一压力传感器,16、第一液压管路,17、卷扬机,18、第二马达,19、流量传感器,20、第二压力传感器,21、第二电磁换向阀,22、第二液压管路,23、开关阀A,24、开关阀B。图中a、b、c、d、e为管路连通处的节点。

## 具体实施方式

[0033] 下面通过实施例并结合附图对本发明做进一步说明,但不限于此。

[0034] 实施例1:

[0035] 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,包括电动机6和PLC控制器1,电动机通过第一联轴器7与第一马达8相连,第一马达通过第二联轴器5与液压泵4相连,第一马达8通过管路与第二马达18相连,第二马达18与作业机相连,本实施例中,作业机为卷扬机17,与第二马达刚性连接,用来卷扬重物。第二马达18为斜盘式柱塞泵。

[0036] 第一马达包括两个油液口,分别为第一出口和第一入口,如图1中上方为第一出口,下方为第一入口。同理,液压泵上方设有液压出口、下方设有液压入口,第二马达上方设有第二入口、下方设有第二出口;第一出口外连接的管路与液压出口外连接的管路均接入第一电磁换向阀12一侧,第一电磁换向阀12另一侧通过管路分别连接第二气液蓄能器13和第二入口。

[0037] 第一入口外连接管路和液压出口外连接的管路均接入第二电磁换向阀21的一侧,第二电磁换向阀的另一侧通过管路分别连接第二气液蓄能器13和第二出口。两个电磁换向阀的两侧均连接两个管路,电磁换向阀在得电和失电不同的状态下会接通两侧不同的管路。

[0038] 液压入口处连接设有油箱3,液压出口外的管路通过溢流阀11连接至油箱3;溢流阀11起到维护油路压强稳定不至过高的作用。

[0039] PLC控制器1与电动机、第一马达、第二马达、第一电磁换向阀、第二电磁换向阀相连,PLC控制器用于控制机器转动。

[0040] 实施例2:

[0041] 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其结构如实施例1所述,所不同

的是,液压出口外的管路通过第一单向阀2连接至第一入口外的管路上,液压出口外的管路通过第二单向阀9连接至第一出口外的管路上。单向阀用以固定油液的单向流动。

[0042] 电动机驱动第一液马达旋转,液压流体由第一液马达出口侧,流经管路传递到第二马达入口侧,进而驱动卷扬机旋转,液压流体由第二马达流出后,经管路流向第一马达入口侧,形成循环的回路。当该回路中发生泄漏时,液压泵出口侧液压流体经第二单向阀流向第一液马达出口侧的管路或经第一单向阀流向第一马达入口侧的管路,起到补偿作用。

[0043] 由液压泵产生流量用于补偿系统泄漏,以避免因压力差造成的气蚀,从而提高该装置的寿命及可靠性。其余流量经溢流阀后流至油箱。

[0044] 实施例3:

[0045] 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其结构如实施例2所述,所不同的是,液压出口外的管路连接设有第一气液蓄能器10。

[0046] 实施例4:

[0047] 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其结构如实施例3所述,所不同的是,第二马达入口侧的管路上设有开关阀A 23,第二马达出口侧的管路上设有开关阀B 24,开关阀A与开关阀B均与PLC控制器相连。两个开关阀用于开通或关闭第二马达入口出口的油路。

[0048] 实施例5:

[0049] 一种用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统,其结构如实施例4所述,所不同的是,第二出口外的管路上设有流量传感器19和第二压力传感器20,第二入口外的管路上设有第一压力传感器15,第二气液蓄能器13与第一电磁换向阀12之间的管路上设有第三压力传感器14,流量传感器19、第一压力传感器15、第二压力传感器20和第三压力传感器14均与PLC控制器1相连。PLC控制器接收传感器的反馈信号,控制监控电液系统的运作。第一压力传感器、第二压力传感器、流量传感器所感测的信号反馈给PLC控制器后处理可得作业机所处的状态。

[0050] 实施例6:

[0051] 一种利用实施例4所述用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统的工作方法,包括步骤如下:

[0052] 电动机驱动第一液马达旋转,通过第二联轴器带动液压泵转动,第二马达连接作业机,驱动作业机进行作业。根据作业情况不同存在如下几种作业模式:

[0053] (一)、当作业机需要匀速转动时,PLC控制器令第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀失电,此时第一马达的出口侧的管路与第二马达的入口侧的管路连接接通,即为图1中的第一液压管路16;第二马达出口侧的管路与第一马达入口侧的管路接通,即为图1中的第二液压管路22;第二气液蓄能器既不进行蓄能,也不进行释放。此为第一工作模式。

[0054] (二)、当作业机需要静止时,PLC控制器令第一电磁换向阀的线圈得电,第二电磁换向阀失电,同时关闭开关阀A和开关阀B,第二马达18入口侧与出口侧压力相等,第二马达18不发生转动。由于第一电磁换向阀得电,第一马达出口侧的油液不再流入第二马达的入口侧、而是流入第二气液蓄能器中,第二气液蓄能器处于蓄能状态。在卷扬机需要静止的情况下电动机的能量被转化为压力能储存在第二气液蓄能器13中,避免电动机和第一马达频繁启停。此为第二工作模式。

[0055] (三)、当作业机处于正转状态且需要减速时,PLC控制器令第一电磁换向阀得电,第二电磁换向阀失电,第一马达出口侧的油液流入第二气液蓄能器中,第二气液蓄能器处于蓄能状态。液压泵4出口侧经第一电磁换向阀12与第二马达18入口侧密封连接,液压泵4出口侧同时还经第一单向阀2与第一马达8入口侧密封连接、用以进行补油。第二马达18出口侧经第二液压管路22与第一马达8入口侧密封连接。

[0056] 此时卷扬机17仍在转动,第二马达18入口侧压力高于第二马达18出口侧压力,因此液压泵4产生的液压流体经第一电磁换向阀12流入第二马达18入口侧后,经第二马达18出口侧流入第一马达8入口侧,并被储存到第二气液蓄能器13中,液压泵4产生的液压流体同时还经溢流阀11溢流到油箱3中。电动机6同时驱动第一马达8旋转产生液压流体,经第一马达8入口侧流入第二气液蓄能器13。

[0057] 最终,电动机6所消耗的能量一部分用于驱动卷扬机17旋转,多余部分被转化为压力能储存在第二气液蓄能器13中。PLC控制器发出指令,控制第二马达18的斜盘倾角(倾角大、流经第二马达的流量大,倾角小则流量小,流量减小时卷扬机转速降低),控制流经第二马达18的流量,进而控制卷扬机17的速度及消耗的能量。此为第三工作模式。

[0058] (四)、当作业机处于反转状态且需要减速时,PLC控制器令第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀得电。第一马达8入口侧与第二气液蓄能器13管路接通、密封连接,此时液压流体由第一马达入口侧流入第二气液蓄能器,第二气液蓄能器处于蓄能状态。第一马达8出口侧与第二马达18入口侧密封连接。液压泵4的出口侧经过第一单向阀9流入第一马达8中、进而流入第二气液蓄能器13中蓄能。液压泵4出口侧同时还经溢流阀11与油箱3连接。

[0059] 反转时,第一马达、第二马达均反转,正转时的出口在反转时行使的是入口的功能,反之亦然;为免混淆,对第一马达、第二马达的出口入口描述均不做改变。液压泵4选用轴向柱塞变量泵,PLC控制器控制调节液压泵4的斜盘倾角的方向,即可实现旋转轴转向不变的情况下,完成液压泵4的吸油/排油口切换,故液压泵4只要在工作,始终是从油箱吸油的。

[0060] 由于此时第二马达18在转动,第二马达18入口侧压力低于第二马达18出口侧压力,第二单向阀9处于开启状态。最终,液压泵4产生的液压流体流经第二电磁换向阀21流入第二马达18出口侧后,经第二马达18入口侧及第一电磁换向阀12流入第一马达8出口侧,经第一马达8入口侧被储存到第二气液蓄能器13中。液压泵4产生的液压流体同时还经溢流阀11溢流到油箱3中。

[0061] 最终,电动机6所消耗的能量一部分用于驱动卷扬机17旋转,多余部分被转化为压力能储存在第二气液蓄能器13中。PLC控制器发出指令,控制第二马达18斜盘倾角,控制流经第二马达18的流量,进而控制卷扬机17的速度及消耗的能量。此为第四工作模式。

[0062] (五)、当作业机处于正转状态且需要加速时,PLC控制器控制第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀得电,此时第二气液蓄能器13内的油液流入第一马达8入口侧,第二气液蓄能器13的能量被释放以驱动第一马达8正转。

[0063] 第一马达8出口侧经过失电的第一电磁换向阀12与第二马达18入口侧密封连接。第一马达8入口侧与第二气液蓄能器13密封连接。第二马达18出口侧的油液经过第二电磁换向阀21后流入第一气液蓄能器10中蓄能、再经由溢流阀11卸至油箱3中。第一气液蓄能器10起稳压作用,若不经第一气液蓄能器10直接经溢流阀11卸,系统油路压力波动大,不利

于稳定。

[0064] 由于此时第二马达18在转动,第二马达18入口侧压力高于第二马达18出口侧压力(即节点b处的压力 $P_b$ 大于节点c的压力 $P_c$ ),第二单向阀9处于关闭状态。最终,第一马达8产生的液压流体流经第一电磁换向阀12流入第二马达18入口侧后,经第二马达18出口侧先流入第一气液蓄能器10储存、再流入溢流阀11溢流到油箱3中。同时第二气液蓄能器13中的压力高于第一马达8入口侧压力,最终第二气液蓄能器13中的液压流体经过第二电磁换向阀21也流入第一马达8中。

[0065] 最终,第一马达8旋转所需要的能量由电动机6与第二气液蓄能器13同时提供。此为第五工作模式。

[0066] (六)、当作业机处于反转状态且需要加速时,PLC控制器控制第一电磁换向阀12得电,第二电磁换向阀21失电,此时第二气液蓄能器13内的油液流入第一马达8出口侧,第二气液蓄能器13的能量被释放以驱动第一马达8反转。

[0067] 第一马达8入口侧经过失电的第二电磁换向阀21与第二马达18出口侧密封连接,第二马达18入口侧的油液经得电的第一电磁换向阀12流至第一气液蓄能器10蓄能、然后经溢流阀11卸至油箱3中。

[0068] 由于此时第二马达18在转动,第二马达18入口侧压力低于第二马达18出口侧压力,所以第一单向阀2处于关闭状态。如图1中所标的管路节点a-e所示,第二马达18入口侧出来的油液在节点a处的压力为 $P_a$ ,则 $P_a = P_c = P_d$ ;第一马达8的油液在经过第二马达18回路之后,节点b的压力 $P_b$ 大于节点c的压力 $P_c$ ,所以第二单向阀9处于关闭的状态、无法从节点c处流向节点b处。同理,在经过第二马达18的回路后,节点e处的压力 $P_e$ 大于节点a的压力 $P_a$ ,因此第一单向阀2也是关闭状态。由于第二电磁单向阀21处于失电状态,第二马达18入口侧流出的油液在节点a处,只能流向第一气液蓄能器10和溢流阀11。

[0069] 最终,第一马达8产生的液压流体流经第二电磁换向阀21后流入第二马达18出口侧后,经第二马达18入口侧及得电的第一电磁换向阀12、先流入第一气液蓄能器10、再流入溢流阀11并被溢流到油箱3中。同时由于第二气液蓄能器13中的压力高于第一马达8出口侧压力,最终第二气液蓄能器13中的液压流体也流入第一马达8中。液压泵4转动的同时,液压泵4出口侧的油液先流至第一气液蓄能器10中、再经溢流阀11卸至油箱3。

[0070] 最终,第一马达8旋转所需要的能量由电动机6与第二气液蓄能器13同时提供。此为第六工作模式。

[0071] 实施例7:

[0072] 一种利用实施例4所述用于升沉补偿装置能量回收利用的电液系统的工作方法,其步骤如实施例6所述,所不同的是,当第三压力传感器的压力检测值大于预设值时,PLC控制器控制第一电磁换向阀失电,第二电磁换向阀失电,使系统处于作业机匀速转动的第一工作模式下。

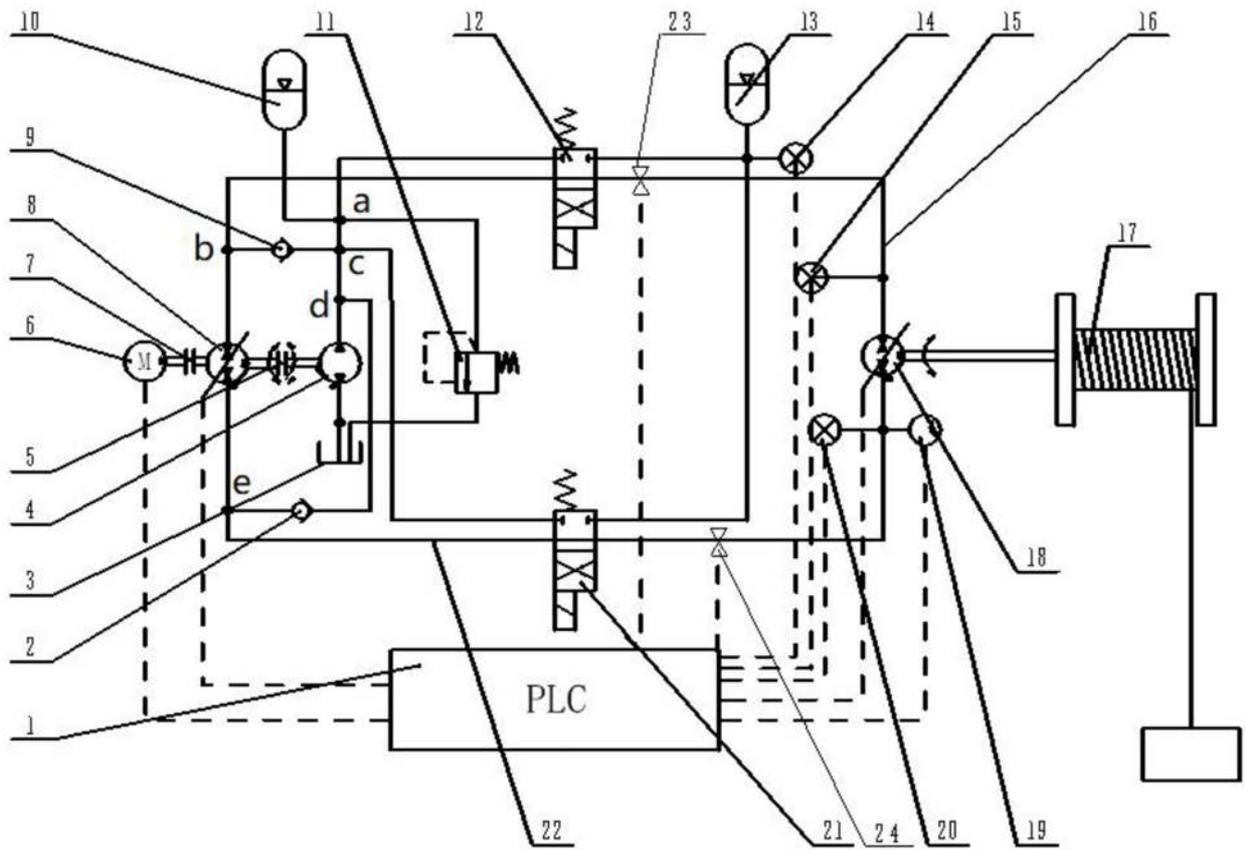


图1