(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 108071629 B
(45)授权公告日 2020.06.19

(21)申请号 201711336901.8

(22)申请日 2017.12.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108071629 A

(43)申请公布日 2018.05.25

(73)专利权人 北京航天发射技术研究所
地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号
专利权人 中国运载火箭技术研究院

(72)发明人 付曙光 邓季贤 赵黎明 王磊 何刘宇 段培勇 赵慧莉 刘民 谢文建 刘洪波 卢绍伟 于亮 曾毅 王品

(74)专利代理机构 北京国之大铭知识产权代理事务所(普通合伙) 11565
代理人 朱晓蕾

(51)Int.Cl.
F15B 21/08(2006.01)
F15B 11/16(2006.01)
F15B 13/06(2006.01)
F15B 19/00(2006.01)
F15B 1/033(2006.01)

(56)对比文件
CN 105626121 A,2016.06.01,说明书第[0016]-[0022]段和说明书附图1.
CN 200978844 Y,2007.11.21,说明书第3页第2-5段和说明书附图6.
CN 201915133 U,2011.08.03,全文.
CN 202138574 U,2012.02.08,全文.
CN 102705281 A,2012.10.03,全文.
US 9506225 B2,2016.11.29,全文.
JP 5135228 B2,2013.02.06,全文.

审查员 刘洋

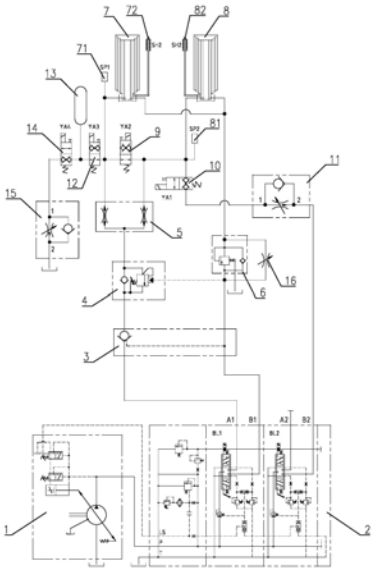
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种双多级油缸同步升降液压系统

(57)摘要

本发明涉及一种双多级油缸同步升降液压系统,包括液压泵、多路阀、液压锁、平衡阀、同步阀、单向顺序阀、第一油缸和第二油缸,液压泵与多路阀连接,多路阀第一联的油口A1通过第一管路依次与液压锁、平衡阀和同步阀的集流口连接,同步阀的一分流口通过第二管路与第一油缸的正腔连接,同步阀的另一分流口通过第三管路与第二油缸的正腔连接,多路阀第一联的油口B1通过第四管路依次与液压锁、单向顺序阀和第二油缸的反腔连接,第二油缸的反腔与第一油缸的反腔连通,平衡阀通过第六管路与第四管路连接,液压泵为负载敏感泵,多路阀为负载敏感比例多路阀。其具有结构简单、同步性好的优点,可实现双多级缸高精度的同步升降和长时间位置保持功能。



CN 108071629 B

1.一种双多级油缸同步升降液压系统，包括液压泵(1)、多路阀(2)、液压锁(3)、平衡阀(4)、同步阀(5)、单向顺序阀(6)、第一油缸(7)和第二油缸(8)，其特征在于，所述液压泵(1)与多路阀(2)连接，多路阀(2)第一联的油口A1通过第一管路依次与液压锁(3)、平衡阀(4)和同步阀(5)的集流口连接，同步阀(5)的一分流口通过第二管路与第一油缸(7)的正腔连接，同步阀(5)的另一分流口通过第三管路与第二油缸(8)的正腔连接，多路阀(2)第一联的油口B1通过第四管路依次与液压锁(3)、单向顺序阀(6)和第二油缸(8)的反腔连接，第二油缸(8)的反腔通过第五管路与第一油缸(7)的反腔连接，平衡阀(4)通过第六管路与液压锁(3)和单向顺序阀(6)之间的第四管路连接，液压锁(3)和平衡阀(4)构成的双冗余保压回路，所述液压锁(3)用于在正常情况下实现液压系统的位置保持功能，所述平衡阀(4)用于在正常情况下实现液压系统的平衡负载功能以及在液压锁(3)发生故障时实现液压系统的位置保持功能；其中，液压泵(1)为负载敏感泵，多路阀(2)为负载敏感比例多路阀；所述第二管路上设有第一压力传感器(71)，所述第三管路上设有第二压力传感器(81)，第二管路和第三管路之间通过第七管路连接，所述第七管路上设有第一电磁换向阀(9)；所述第一油缸(7)连接有第一位移传感器(72)，所述第二油缸(8)连接有第二位移传感器(82)；所述多路阀(2)第二联的油口B2通过第八管路与第三管路连接，所述第八管路上设有第二电磁换向阀(10)和第一单向调速阀(11)；所述第二管路连接有第九管路，所述第九管路上依次设有第三电磁换向阀(12)、蓄能器(13)、第四电磁换向阀(14)和第二单向调速阀(15)；其中，所述第三电磁换向阀(12)处于蓄能器(13)和第二管路之间；所述第四管路上设有与单向顺序阀(6)并联的节流阀(16)；所述第一电磁换向阀(9)和第三电磁换向阀(12)为常开型电磁换向阀；所述第二电磁换向阀(10)和第四电磁换向阀(14)为常闭型电磁换向阀；所述第一油缸(7)和第二油缸(8)为倒置安装的多级液压缸，第一油缸(7)和第二油缸(8)的多级缸各级行程末端设有螺旋阻尼孔形式的单向缓冲结构；所述液压锁(3)为零泄漏液压锁。

一种双多级油缸同步升降液压系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液压升降系统，具体涉及一种用于有限刚性负载的双多级油缸同步升降液压系统。

背景技术

[0002] 双缸升降液压系统需利用两个油缸将负载升降到目标高度，其通常采用一阀双缸开环同步液压系统或一阀一缸双回路闭环同步液压系统。对于刚性负载，采用一阀双缸开环同步液压系统或一阀一缸双回路闭环同步液压系统均可实现同步升降。但对于有限刚性负载或负载无法承受较大扭转载荷的情况，一阀双缸开环同步液压系统很难满足长行程、高精度运行要求，容易造成扭转载荷超出负载承受范围。这一缺陷虽可通过一定的技术手段加以补偿，但由于加工误差的不确定性，累积误差可能作用在双缸的任一缸，会给批量生产以及使用造成诸多不便。特别是对于采用双多级油缸的液压系统，在累积误差和多级油缸换级误差的共同作用下，可能导致双缸出现较大的位移差并造成较大的扭转载荷。一阀一缸双回路闭环同步液压系统虽然可通过闭环控制减小双缸换级位移差，但其在应急手动操作情况下，由于双缸分别使用的平衡阀存在个体差异、人工操作差别，很难保证双缸运行过程中的同步性，同样会引起较大的扭转载荷，且不能满足装备自动和应急手动的双重功能要求。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种双多级油缸同步升降液压系统，其具有结构简单、控制容易、同步性好、安全稳定的优点，可实现双多级缸高精度的同步升降和负载举升到位后的长时间位置保持功能。

[0004] 为解决现有技术中的双多级缸升降液压系统存在的双缸同步性差，容易造成较大扭转载荷的问题，本发明提供的一种双多级油缸同步升降液压系统，包括液压泵、多路阀、液压锁、平衡阀、同步阀、单向顺序阀、第一油缸和第二油缸，所述液压泵与多路阀连接，多路阀第一联的油口A1通过第一管路依次与液压锁、平衡阀和同步阀的集流口连接，同步阀的一分流口通过第二管路与第一油缸的正腔连接，同步阀的另一分流口通过第三管路与第二油缸的正腔连接，多路阀第一联的油口B1通过第四管路依次与液压锁、单向顺序阀和第二油缸的反腔连接，第二油缸的反腔通过第五管路与第一油缸的反腔连接，平衡阀通过第六管路与液压锁和单向顺序阀之间的第四管路连接；其中，液压泵为负载敏感泵，多路阀为负载敏感比例多路阀。

[0005] 进一步的，本发明一种双多级油缸同步升降液压系统，其中，所述第二管路上设有第一压力传感器，所述第三管路上设有第二压力传感器，第二管路和第三管路之间通过第七管路连接，所述第七管路上设有第一电磁换向阀。

[0006] 进一步的，本发明一种双多级油缸同步升降液压系统，其中，所述第一油缸连接有第一位移传感器，所述第二油缸连接有第二位移传感器；所述多路阀第二联的油口B2通过

第八管路与第三管路连接，所述第八管路上设有第二电磁换向阀和第一单向调速阀。

[0007] 进一步的，本发明一种双多级油缸同步升降液压系统，其中，所述第二管路连接有第九管路，所述第九管路上依次设有第三电磁换向阀、蓄能器、第四电磁换向阀和第二单向调速阀；其中，所述第三电磁换向阀处于蓄能器和第二管路之间。

[0008] 进一步的，本发明一种双多级油缸同步升降液压系统，其中，所述第四管路上设有与单向顺序阀并联的节流阀。

[0009] 进一步的，本发明一种双多级油缸同步升降液压系统，其中，所述第一电磁换向阀和第三电磁换向阀为常开型电磁换向阀；所述第二电磁换向阀和第四电磁换向阀为常闭型电磁换向阀。

[0010] 进一步的，本发明一种双多级油缸同步升降液压系统，其中，所述第一油缸和第二油缸为倒置安装的多级液压缸，第一油缸和第二油缸的多级缸各级行程末端设有螺旋阻尼孔形式的单向缓冲结构。

[0011] 进一步的，本发明一种双多级油缸同步升降液压系统，其中，所述液压锁为零泄漏液压锁。

[0012] 本发明一种双多级油缸同步升降液压系统与现有技术相比，具有以下优点：本发明通过设置液压泵、多路阀、液压锁、平衡阀、同步阀、单向顺序阀、第一油缸和第二油缸，让液压泵与多路阀连接，让多路阀第一联的油口A1通过第一管路依次与液压锁、平衡阀和同步阀的集流口连接，让同步阀的一分流口通过第二管路与第一油缸的正腔连接，让同步阀的另一分流口通过第三管路与第二油缸的正腔连接；同时，让多路阀第一联的油口B1通过第四管路依次与液压锁、单向顺序阀和第二油缸的反腔连接，让第二油缸的反腔通过第五管路与第一油缸的反腔连接，并让平衡阀通过第六管路与液压锁和单向顺序阀之间的第四管路连接。其中，液压泵为负载敏感泵，多路阀为负载敏感比例多路阀。由此就构成了一种结构简单、控制容易、同步性好、安全稳定的双多级油缸同步升降液压系统。举升时，让多路阀第一联通14v～24v的电，此时，多路阀第一联的油口A1为供油口，多路阀第一联的油口B1为回油口，油箱中的液压油经多路阀第一联的油口A1、液压锁、平衡阀后进入同步阀，同步阀将液压油均匀分成两路，两路液压油对应进入第一油缸和第二油缸的正腔；第一油缸和第二油缸反腔的液压油经单向顺序阀、多路阀第一联的油口B1流回到油箱，从而实现第一油缸和第二油缸的同步举升。下降时，让多路阀第一联通10v～0v的电，此时，多路阀第一联的油口A1为回油口，多路阀第一联的油口B1为供油口，油箱中的液压油经多路阀第一联的油口B1、单向顺序阀后进入第一油缸和第二油缸的反腔；第一油缸和第二油缸正腔的液压油汇集到同步阀后，经平衡阀、液压锁、多路阀第一联的油口A1流回到油箱，从而实现第一油缸和第二油缸的同步下降。本发明让液压泵采用负载敏感泵，并让多路阀采用负载敏感比例多路阀，通过液压泵的泵压力切断阀、多路阀的首联安全阀和多路阀的各油口负载敏感限压阀构成了三级压力限定结构，在增强液压系统安全性和稳定性的基础上，实现了液压系统功率自适应和降低能耗的目的，并通过多路阀手柄的控制可实现液压系统应急手动功能。同时，本发明通过设置由液压锁和平衡阀构成的双冗余保压回路，提高了液压系统的可靠性和安全性。在实际应用中，正常情况下，液压系统的平衡负载功能由平衡阀实现，液压系统的位置保持功能由液压锁实现；当平衡阀发生故障时，液压系统的平衡负载功能可由多路阀第一联实现，液压系统的位置保持功能由液压锁实现，当液压锁发生故障时，液压

系统的位置保持功能可由平衡阀实现，液压系统的平衡负载功能可由多路阀第一联实现，从而增强了液压系统举升到位后的长时间位置保持能力。

[0013] 下面结合附图所示具体实施方式对本发明一种双多级油缸同步升降液压系统作进一步详细说明。

附图说明

[0014] 图1为本发明一种双多级油缸同步升降液压系统的结构示意图。

具体实施方式

[0015] 首先需要说明的，本发明中所述的上、下、前、后、左、右等方位词只是根据附图进行的描述，以便于理解，并非对本发明的技术方案以及请求保护范围进行的限制。

[0016] 如图1所示本发明一种双多级油缸同步升降液压系统的具体实施方式，包括液压泵1、多路阀2、液压锁3、平衡阀4、同步阀5、单向顺序阀6、第一油缸7和第二油缸8。让液压泵1与多路阀2连接，让多路阀2第一联的油口A1通过第一管路依次与液压锁3、平衡阀4和同步阀5的集流口连接，并让同步阀5的一分流口通过第二管路与第一油缸7的正腔连接，让同步阀5的另一分流口通过第三管路与第二油缸8的正腔连接。同时，让多路阀2第一联的油口B1通过第四管路依次与液压锁3、单向顺序阀6和第二油缸8的反腔连接，让第二油缸8的反腔通过第五管路与第一油缸7的反腔连接，并让平衡阀4通过第六管路与液压锁3和单向顺序阀6之间的第四管路连接。其中，液压泵1采用负载敏感泵，多路阀2采用负载敏感比例多路阀。

[0017] 通过以上结构设置就构成了一种结构简单、控制容易、同步性好、安全稳定的双多级油缸同步升降液压系统。举升时，让多路阀2第一联通14v～24v的电，此时，多路阀2第一联的油口A1为供油口，多路阀2第一联的油口B1为回油口，油箱中的液压油经多路阀2第一联的油口A1、液压锁3、平衡阀4后进入同步阀5，同步阀5将液压油均匀分成两路，两路液压油对应进入第一油缸7和第二油缸8的正腔；第一油缸7和第二油缸8反腔的液压油经单向顺序阀6、多路阀2第一联的油口B1流回到油箱，从而实现第一油缸7和第二油缸8的同步举升。下降时，让多路阀2第一联通10v～0v的电，此时，多路阀2第一联的油口A1为回油口，多路阀2第一联的油口B1为供油口，油箱中的液压油经多路阀2第一联的油口B1、单向顺序阀6后进入第一油缸7和第二油缸8的反腔；第一油缸7和第二油缸8正腔的液压油汇集到同步阀5后，经平衡阀4、液压锁3、多路阀2第一联的油口A1流回到油箱，从而实现第一油缸7和第二油缸8的同步下降。本发明让液压泵1采用负载敏感泵，并让多路阀2采用负载敏感比例多路阀，通过液压泵1的泵压力切断阀、多路阀2的首联安全阀和多路阀2的各油口负载敏感限压阀就构成了三级压力限定结构，在增强液压系统安全性和稳定性的基础上，实现了液压系统功率自适应和降低能耗的目的，并通过多路阀2手柄的控制可实现液压系统应急手动功能。同时，本发明通过设置由液压锁3和平衡阀4构成的双冗余保压回路，提高了液压系统的可靠性和安全性。在实际应用中，正常情况下，液压系统的平衡负载功能由平衡阀4实现，液压系统的位置保持功能由液压锁3实现；当平衡阀4发生故障时，液压系统的平衡负载功能可由多路阀2第一联实现，液压系统的位置保持功能由液压锁3实现，当液压锁3发生故障时，液压系统的位置保持功能可由平衡阀4实现，液压系统的平衡负载功能可由多路阀2第一联

实现，从而增强了液压系统举升到位后的长时间位置保持能力。

[0018] 作为优化方案，本具体实施方式在第二管路上设置了第一压力传感器71，以便检测第一油缸7的正腔压力，在第三管路上设置了第二压力传感器81，以便检测第二油缸8的正腔压力。同时，让第二管路和第三管路之间通过第七管路连接，并在第七管路上设置了第一电磁换向阀9。这一结构设置在液压系统升降过程中，让第一压力传感器71实时检测第一油缸7的正腔压力，让第二压力传感器81实时检测第二油缸8的正腔压力，当两油缸正腔的压力差大于2MPa时，让第一电磁换向阀9开启以使第一油缸7和第二油缸8的正腔贯通进行压力补偿，并在两油缸正腔的压力差减小到1MPa以下时，重新让第一电磁换向阀9关闭。通过压力补偿可有效提高第一油缸7和第二油缸8升降的同步性。在实际应用中，第一电磁换向阀9通常采用常开型电磁换向阀，可在系统断电情况下实现位置保持(即在位置保持工况下，不需要系统提供电力)。

[0019] 作为优化方案，本具体实施方式让第一油缸7连接了第一位移传感器72，以便检测第一油缸7的位移，让第二油缸8连接了第二位移传感器82，以便检测第二油缸8的位移。同时，让多路阀2第二联的油口B2通过第八管路与第三管路连接，并在第八管路上设置了第二电磁换向阀10和第一单向调速阀11。这一结构设置在液压系统升降过程中，让第一位移传感器72实时检测第一油缸7的位移，让第二位移传感器82实时检测第二油缸8的位移，当第一油缸7和第二油缸8的位移差大于2mm时，让多路阀2第二联通10v～0v的电，并让第二电磁换向阀10开启，此时多路阀2第二联的油口B2为供油口，油箱中的液压油经多路阀2第二联的油口B2、第八管路、第一单向调速阀11、第二电磁换向阀10、第三管路进入第二油缸8的正腔，从而实现对第二油缸8的正腔进行快速补油并减小两油缸位移差的技术目的；当第一油缸7和第二油缸8的位移差减小至设定值(通常设为-1mm)时，让多路阀2第二联通12v的电(中位电压)，并让第二电磁换向阀10关闭，以便停止补油。当第一油缸7和第二油缸8的位移差小于-2mm时，让多路阀2第二联通14v～24v的电，并让第二电磁换向阀10开启，此时多路阀2第二联的油口B2为回油口，第二油缸8正腔中的液压油经第三管路、第八管路、第二电磁换向阀10、第一单向调速阀11、多路阀2第二联的油口B2回流到油箱，从而实现对第二油缸8的正腔进行快速放油并减小两油缸位移差的技术目的；当第一油缸7和第二油缸8的位移差减小至设定值(通常设为1mm)时，让多路阀2第二联通12v的电(中位电压)以使其关闭，并让第二电磁换向阀10关闭，以便停止放油。在放油过程中通过第一单向调速阀11可控制最大放油流量，保证了控制的精确度。在实际应用中，第二电磁换向阀10通常采用常闭型磁换向阀，在保证其功能需求的基础上可降低控制难度。

[0020] 作为进一步优化方案，本具体实施方式让第二管路连接了第九管路，并在第九管路上依次设置了第三电磁换向阀12、蓄能器13、第四电磁换向阀14和第二单向调速阀15。其中，第三电磁换向阀12处于蓄能器13和第二管路之间，第九管路的另一端连接油箱。这一结构设置通过蓄能器13可对液压油内泄漏进行补偿，增强了液压系统举升到位后的位置保持能力。举升过程中，让第三电磁换向阀12开启，让第四电磁换向阀14关闭，以使蓄能器13与第二管路连通。举升到位后，让第一电磁换向阀9开启以使第一油缸7和第二油缸8的正腔贯通。并让第二电磁换向阀10开启，让多路阀2第二联通9v的电，此时，多路阀2第二联的油口B2为供油口。油箱中的液压油经多路阀2第二联的油口B2、第八管路、第一单向调速阀11、第二电磁换向阀10进入第三管路，并对蓄能器13进行蓄能压力快速补偿(充压)，当第一压力

传感器71和第二压力传感器81检测的压力值均大于设定值时，表示对蓄能器13充压完成。充压完成后，让第二电磁换向阀10关闭，并让多路阀2第二联通12v的电以使其关闭。下降时，让第三电磁换向阀12关闭，让第四电磁换向阀14开启，以使蓄能器13与第二管路隔离，并在延时1s后执行下降流程。下降过程中，蓄能器13中的液压油经第九管路、第四电磁换向阀14、第二单向调速阀15回流到油箱，以便对蓄能器13进行卸压。卸压过程中通过第二单向调速阀15调整泄压流量，可防止泄压过快损伤蓄能器13。同时，本具体实施方式还在第四管路上设置了与单向顺序阀6并联的节流阀16。在液压系统举升到位后，通过节流阀16可对第一油缸7和第二油缸8的反腔压力进行泄压。在实际应用中，第三电磁换向阀12通常采用常开型电磁换向阀，可在系统断电情况下实现位置保持，而在下降过程中实现蓄能器隔离；第四电磁换向阀14通常采用常闭型磁换向阀，在保证其功能需求的基础上可降低控制难度。

[0021] 需要说明的是，本发明中的第一油缸7和第二油缸8采用的是倒置安装的多级液压缸，第一油缸7和第二油缸8的多级缸各级行程末端设有螺旋阻尼孔形式的单向缓冲结构，在保证液压系统的举升行程和举升能力的基础上，实现了高速缓冲和平稳换级。本发明中的液压锁3采用的是零泄漏液压锁，可保证液压系统的位置保持能力。本发明中多路阀2第一联和第二联的通电电压，是根据各油口的功能需求以及液压系统的工作状态由控制装置进行闭环控制的。其中，多路阀2第一联通14v～24v的电时，其油口A1为供油口，油口B1为回油口，通10v～0v的电时，其油口A1为回油口，油口B1为供油口，通12v(中位电压)的电时，其油口A1和油口B1关闭。多路阀2第二联通14v～24v的电时，其油口B1为回油口，通10v～0v的电时，其油口B1为供油口，通12v(中位电压)的电时，其油口B1关闭。

[0022] 经实际应用表明，本发明可带来以下有益效果：1)采用负载敏感泵和负载敏感比例多路阀，实现了高精度比例控制和负载自动功率匹配，同时通过负载敏感比例多路阀手柄的控制，实现了液压系统应急手动功能。2)采用两个设有螺旋阻尼孔的单向缓冲多级液压缸(第一油缸和第二油缸)作为执行机构，实现了高速缓冲、平稳换级。3)采用同步阀配合由多路阀第二联的油口B2、第八管路、二电磁换向阀和第一单向调速阀构成的旁路补偿闭环控制回路，实现了两个多级油缸高精度位移差控制，其中第一油缸作为升降基准缸，第二油缸作为升降补偿缸，通过第一位移传感器和第二位移传感器对应检测第一油缸和第二油缸的位移，通过旁路补偿控制，可保证第一油缸和第二油缸位移差满足不大于2.5mm(1‰)的高精度要求。4)采用由第七管路和第一电磁换向阀构成的贯通回路，并配合第一压力传感器和第二压力传感器，实现了对第一油缸和第二油缸压力差进行有效控制，可保证两油缸的压力差不大于2MPa。5)采用由蓄能器、平衡阀、液压锁构成的蓄能保压回路，实现了液压系统举升到位后24小时以上的位置保持。

[0023] 以上实施例仅是对本发明的优选实施方式进行的描述，并非对本发明请求保护范围进行限定，在不脱离本发明设计精神的前提下，本领域工程技术人员依据本发明的技术方案做出的各种形式的变形，均应落入本发明的权利要求书确定的保护范围内。

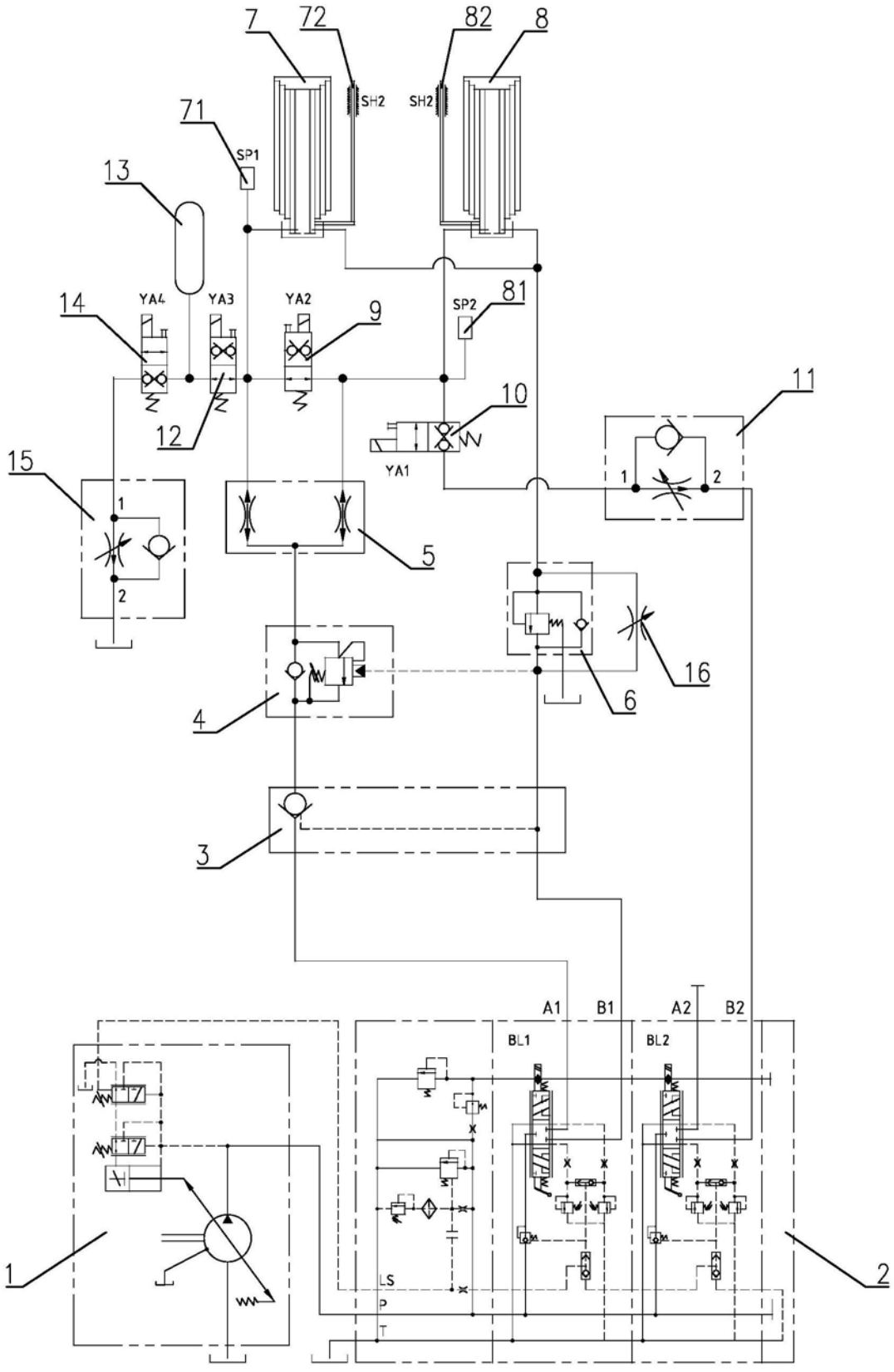

7
72
82
8
71
SP1
SH2
SH2
13
14
YA4
YA3
YA2
9
SP2
81
12
10
YA1
11
15
1
2
5
16
6
4
3
A1
B1
A2
B2
BL1
BL2
LS
P
T
1
2

图1