

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F15B 11/22 (2006.01)

F15B 11/04 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510020094.X

[43] 公开日 2006年7月12日

[11] 公开号 CN 1800654A

[22] 申请日 2005.12.20

[21] 申请号 200510020094.X

[71] 申请人 武汉科技大学

地址 430081 湖北省武汉市青山区建设一路

[72] 发明人 曾良才 陈奎生 傅连东 陈新元

李芳 陈四华 罗国超 彭国朋

虞军胜 湛从昌 黄浩

[74] 专利代理机构 武汉开元专利代理有限责任公司

代理人 樊戎

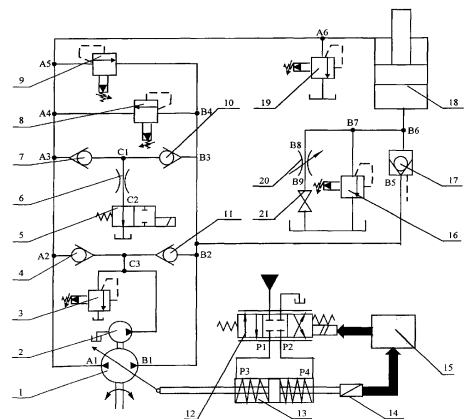
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

## [54] 发明名称

一种电液比例泵控非对称缸闭环速度系统

## [57] 摘要

本发明涉及一种电液比例泵控非对称缸的控制  
系统。其方案是闭环流量控制系统的电液比例泵  
[1] 的油口 A1 分别与单向阀 [4] 油口 A2、单向  
阀 [7] 油口 A3、溢流阀 [8] 油口 A4、溢流阀  
[9] 油口 A5、流量分流溢流阀 [19] 油口 A6、非  
对称油缸 [18] 有杆腔相连；电液比例泵 [1] 油口  
B1 分别与单向阀 [11] 油口 B2、单向阀 [10] 油口  
B3、溢流阀 [8] 和溢流阀 [9] 的油口 B4、液控单  
向阀 [17] 油口 B5 相连，液控单向阀 [17] 的油口  
B6 分别与非对称油缸 [18] 的无杆腔和检修与安全  
回路相连。在无杆腔和有杆腔油路间设置有补油回  
路、主泵零流量卸荷回路和限压回路。本发明具有  
流量控制简单、速度控制精确、功率损失小的特  
点，尤其适用于大功率、大流量、重负载的应用场  
合。



1、一种电液比例泵控非对称缸闭环速度系统，其特征在于该系统由闭环流量控制系统、补油回路、主泵零流量卸荷回路、限压回路、流量分流溢流阀[19]、检修与安全回路和液控单向阀[17]、非对称油缸[18]组成；闭环流量控制系统的电液比例泵[1]的左侧油口 A1 分别与单向阀[4]的油口 A2、单向阀[7]的油口 A3、溢流阀[8]的油口 A4、溢流阀[9]的油口 A5、溢流阀[19]的油口 A6、非对称油缸[18]的有杆腔相连，闭环流量控制系统的电液比例泵[1]的右侧油口 B1 分别与单向阀[11]的油口 B2、单向阀[10]的油口 B3、溢流阀[8]和溢流阀[9]的油口 B4、液控单向阀[17]的油口 B5 相连，液控单向阀[17]的油口 B6 分别与非对称油缸[18]的无杆腔和检修与安全回路相连；在无杆腔油路和有杆腔油路间分别设置有补油回路、主泵零流量卸荷回路和限压回路。

2、根据权利要求 1 所述的电液比例泵控非对称缸闭环速度系统，其特征在于所述的闭环流量控制系统由比例控制器[15]、比例阀[12]、变量活塞[13]、位移传感器[14]、电液比例泵[1]构成；比例控制器[15]与比例阀[12]相连，比例阀[12]的两负载油口 P1、P2 分别与变量活塞[13]的两腔油口 P3、P4 相连，变量活塞[13]的右端与位移传感器[14]相连，位移传感器[14]与比例控制器[15]相连，变量活塞[13]的左端与电液比例泵[1]的斜盘相连。

3、根据权利要求 1 所述的电液比例泵控非对称缸闭环速度系统，其特征在于所述的补油回路由补油泵[2]、补油溢流阀[3]、单向阀[4]、单向阀[11]组成；补油泵[2]的压力油口分别与单向阀[4]、单向阀[11]、补油溢流阀[3]的油口 C3 相连，补油泵[2]与电液比例泵[1]同轴相连。

4、根据权利要求 1 所述的电液比例泵控非对称缸闭环速度系统，其特征在于所述的主泵零流量卸荷回路由二位二通电磁换向阀[5]、节流器[6]、单向阀[7]、单向阀[10]构成；节流器[6]的油口 C1 分别与单向阀[7]及单向阀[10]相连，节流器[6]的油口 C2 与二位二通电磁换向阀[5]相连。

5、根据权利要求 1 所述的电液比例泵控非对称缸闭环速度系统，其特征在于所述的限压回路由溢流阀[8]、溢流阀[9]组成；溢流阀[8]的出油口 A4、溢流阀[9]的进油口 A5 与有杆腔油路相连，溢流阀[8]进油口 B4、溢流阀[9]的出油口与无杆腔油路相连。

6、根据权利要求 1 所述的电液比例泵控非对称缸闭环速度系统，其特征在于所述的检修与安全回路由溢流阀[16]、节流阀[20]和截止阀[21]构成；截止阀[21]的油口 B9 与节流阀[20]相连，节流阀[20]的油口 B8 与溢流阀[16]的油口 B7 相连并与液控单向阀[17]的油口 B6 相连。

## 一种电液比例泵控非对称缸闭环速度系统

### 一、技术领域

本发明属于一种电液速度控制系统。尤其是涉及一种电液比例泵控非对称缸的速度控制系统。

### 二、背景技术

目前，常用的速度控制系统中，主要有两种方式。一种是采用以电液比例阀控制执行机构的开式系统（刘建忠. 泵控与阀控补偿的高精度同步系统的探讨. 机械开发, 1998 (4)), 其缺点是节流损失大、效率低、容易引起系统油液发热，只能适用于小功率及中低压以下的场合或者功率大、但工作时间短暂的场合（明子林. 步进炉液压系统能耗分析与节能设计. 液压与气动, 2002 (8)); 另外一种是采用变量泵控制油马达或对称油缸的闭式容积调速系统（曹鑫铭. 液压伺服系统. 冶金工业出版社），这种调速回路无节流和溢流损失，系统不易发热，效率较高，适用于功率较大的场合，但也存在两个问题：其一是采用变量泵控制油马达或对称油缸的闭式容积调速系统较难应用于执行机构为非对称油缸的场合，特别是在重载、大流量、高频的速度控制系统中，需要保证往返速度一致的情况；其二是变量泵的流量调节采用以机液伺服控制为主的压力梯级变量，其液压系统及流量控制系统复杂、控制落后、故障点多。

### 三、发明内容

本发明的目的是在原有的容积调速系统以及开式电液比例阀控速度控制系统的基础上，提供一种流量控制简单、速度控制精确、故障点少、功率损失小、系统工作平稳可靠的适用于重载、大流量、高频工况的电液比例泵控非对称缸闭环速度控制系统。

为实现上述目的，本发明采用的技术方案是：该系统由闭环流量控制系统、补油回路、主泵零流量卸荷回路、限压回路、流量分流溢流阀[19]、检修与安全回路和液控单向阀[17]、非对称油缸[18]组成。闭环流量控制系统中的电液比例泵[1]的左侧油口 A1 分别与单向阀[4]的油口 A2、单向阀[7]的油口 A3、溢流阀[8]的油口 A4、溢流阀[9]的油口 A5、流量分流溢流阀[19]的油口 A6、非对称油缸[18]的有杆腔相连，闭环流量控制系统中的电液比例泵[1]的右侧油口 B1 分别与单向阀[11]的油口 B2、单向阀[10]的油口 B3、溢流阀[8]和溢流阀[9]的油口 B4、液控单向阀[17]的油口 B5 相连，液控单向阀[17]的油口 B6 分别与非对称油缸[18]的无杆腔和检修与安全回路相连；在无杆腔油路和有杆腔油路间分别设置有补油回路、主泵零流量卸荷回路和限压回路。

所述的闭环流量控制系统由比例控制器[15]、比例阀[12]、变量活塞[13]、位移传感器[14]、电液比例泵[1]构成。比例控制器[15]与比例阀[12]相连，比例阀[12]的两负载油口P1、P2分别与变量活塞[13]的两腔油口P3、P4相连，变量活塞[13]的右端与位移传感器[14]相连，位移传感器[14]与比例控制器[15]相连，变量活塞[13]的左端与电液比例泵[1]的斜盘相连。

所述的补油回路由补油泵[2]、补油溢流阀[3]、单向阀[4]、单向阀[11]组成。补油泵[2]的压力油口分别与单向阀[4]、单向阀[11]、补油溢流阀[3]的油口C3相连，补油泵[2]与电液比例泵[1]同轴相连。

所述的主泵零流量卸荷回路由二位二通电磁换向阀[5]、节流器[6]、单向阀[7]、单向阀[10]构成。节流器[6]的油口C1分别与单向阀[7]及单向阀[10]相连，节流器[6]的油口C2与二位二通电磁换向阀[5]相连。

所述的限压回路由溢流阀[8]、溢流阀[9]组成。溢流阀[8]的出油口A4、溢流阀[9]的进油口A5与有杆腔油路相连，溢流阀[8]进油口B4、溢流阀[9]的出油口与无杆腔油路相连。

所述的检修与安全回路由溢流阀[16]、节流阀[20]和截止阀[21]构成；截止阀[21]的油口B9与节流阀[20]相连，节流阀[20]的油口B8与溢流阀[16]的油口B7相连并与液控单向阀[17]的油口B6相连。

由于采用上述技术方案，本发明具有以下积极效果：

1、由于本发明采用了将比例控制器[15]、比例阀[12]、变量活塞[13]、位移传感器[14]、电液比例泵[1]集成一起的闭环速度控制系统，取代原压力梯级变量的流量控制方式，简化了液压系统及流量控制系统，使系统流量控制简单、工作可靠性好、故障点少，控制先进；

2、由于本发明省略了已有系统中的平衡回路，利用电机的制动特性来承受负值负载，使液压系统进一步简化，减少了巨大的能量浪费，节能效果好，且适用于大功率、大流量、重负载的应用场合；

3、由于本发明在有杆腔油路上设置了流量分流溢流阀[19]，在无杆腔油路上设置了补油回路，使系统速度控制精确、保证了非对称缸的升降速度一致；

4、由于本发明设置了主泵零流量卸荷回路，使主泵在零位工作时，避免了由于零偏差造成非对称缸的误动作。

#### 四、附图说明

图1是本发明的一种速度控制系统的示意图。

## 五、具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步描述：

图1是本发明的一种速度控制系统的示意图。该系统由闭环流量控制系统、补油回路、主泵零流量卸荷回路、限压回路、流量分流溢流阀[19]、检修与安全回路和液控单向阀[17]、非对称油缸[18]组成；闭环流量控制系统中的电液比例泵[1]的左侧油口A1分别与单向阀[4]的油口A2、单向阀[7]的油口A3、溢流阀[8]的油口A4、溢流阀[9]的油口A5、溢流阀[19]的油口A6、非对称油缸[18]的有杆腔相连，闭环流量控制系统中的电液比例泵[1]的右侧油口B1分别与单向阀[11]的油口B2、单向阀[10]的油口B3、溢流阀[8]和溢流阀[9]的油口B4、液控单向阀[17]的油口B5相连，液控单向阀[17]的油口B6分别与非对称油缸[18]的无杆腔和检修与安全回路相连；在无杆腔油路和有杆腔油路间分别设置有补油回路、主泵零流量卸荷回路和限压回路。其中：

闭环流量控制系统由比例控制器[15]、比例阀[12]、变量活塞[13]、位移传感器[14]、电液比例泵[1]构成。比例控制器[15]与比例阀[12]相连，比例阀[12]的两负载油口P1、P2分别与变量活塞[13]的两腔油口P3、P4相连，变量活塞[13]的右端与位移传感器[14]相连，位移传感器[14]与比例控制器[15]相连，变量活塞[13]的左端与电液比例泵[1]的斜盘相连。比例放大器[15]将给定的电压信号转换为比例阀[12]的输入电流信号，控制比例阀[12]动作，由比例阀[12]控制变量活塞[13]输出位移，从而控制电液比例泵[1]的斜盘倾角（或流量），最后由电液比例泵[1]的输出流量控制非对称缸[18]的流量，实现了系统速度控制。斜盘倾角（流量）的大小由位移传感器[14]感受，送至比例控制器[15]，构成闭环控制系统。由于将比例控制器[15]、比例阀[12]、变量活塞[13]、位移传感器[14]、电液比例泵[1]集成在一起，系统集成度高、工作可靠性好、流量控制简单、故障点少，控制先进。

补油回路由补油泵[2]、补油溢流阀[3]、单向阀[4]、单向阀[11]组成。补油泵[2]的压力油口分别与单向阀[4]、单向阀[11]、补油溢流阀[3]的油口C3相连，补油泵[2]与电液比例泵[1]同轴相连。当非对称缸[18]上升时，电液比例泵[1]的右侧B1为压力油口，左侧A1为吸油口，由于进入非对称缸[18]无杆腔的流量大，有杆腔排出的流量小，因此，电液比例泵[1]的左侧吸油口A1必须补油。此时，补油泵[2]输出的低压油经过单向阀[4]的A2点补油，然后送至电液比例泵[1]的左侧吸油口A1，而电液比例泵[1]的右侧油口B1、B2为高压油、单向阀[11]处于关闭状态，将高压油路与低压油路切断，补油压力由补油溢流阀[3]进行调节，补油泵[2]排出的多余的低压油经补油溢流阀[3]溢回油箱。当非对称缸[18]下降时，电液比

例泵[1]的左侧油口 A1 为压力油口，右侧油口 B1 为吸油口。为了保证升降速度一致，以非对称缸[18]无杆腔作为控制腔，这样进入非对称缸[18]有杆腔的流量过大，因此在非对称缸[18]有杆腔侧 A6 处设置了流量分流溢流阀[19]，将多余的压力油从流量分流溢流阀[19]溢出，从而保证升降速度一致。

当非对称缸[18]处于原位工作时，比例控制器[15]给比例阀[12]设置零信号，使电液比例泵[1]的斜盘倾角为零，但由于电液比例泵[1]零位偏差的存在，往往使得斜盘倾角并不处在真正的零位，易造成非对称缸[18]出现爬行等误动作。这时，可由二位二通电磁换向阀[5]、节流器[6]、单向阀[7]、单向阀[10]构成的主泵零流量卸荷回路来进行调整。节流器[6]的油口 C1 分别与单向阀[7]及单向阀[10]相连，节流器[6]的油口 C2 与二位二通电磁换向阀[5]相连。当电磁铁 1DT 断电时，二位二通电磁换向阀[5]的左位投入工作，电液比例泵[1]的零位流量通过单向阀[7]或单向阀[11]流经 C1 点、节流器[6]、二位二通电磁换向阀[5]的左位溢回油箱，实现主泵零位流量卸荷；当非对称缸[18]处于升降工作时，电磁铁 1DT 通电，二位二通电磁换向阀[5]的右位投入工作，此时单向阀[7]的油口 A3 及单向阀[10]的油口 B3 的溢回油箱的油路被切断，电液比例泵[1]的输出流量只能与非对称缸[18]相通，从而控制其动作，实现系统加载功能。节流器[6]在加载和卸荷中起缓冲作用。

限压回路由溢流阀[8]、溢流阀[9]组成。溢流阀[8]的出油口 A4、溢流阀[9]的进油口 A5 与有杆腔油路相连，溢流阀[8]进油口 B4、溢流阀[9]的出油口与无杆腔油路相连。

检修与安全回路由溢流阀[16]、节流阀[20]和截止阀[21]构成；截止阀[21]的油口 B9 与节流阀[20]相连，节流阀[20]的油口 B8 与溢流阀[16]的油口 B7 相连并与液控单向阀[17]的油口 B6 相连。

对于具有负值负载工况而且执行元件是油缸的液压系统，常规的设计方法是在回油路上设置单向平衡阀，这样不仅系统复杂，而且压力油经过平衡阀产生的压降会造成巨大的能量浪费；对于执行元件是马达的液压系统，常常采用机械制动的方法，结构复杂，制动冲击大。本发明直接利用电机的制动特性来承受负值负载，当重物下降时，液压泵转为马达工况，液压泵所承受负值负载直接由与电液比例泵[1]同轴相连的电机承受，非对称缸[18]两腔的流量差由流量分流溢流阀[19]溢出。由电液比例泵[1]同轴相连的电机所构成了不带平衡阀的平衡回路，功率损失小，系统工作平稳。

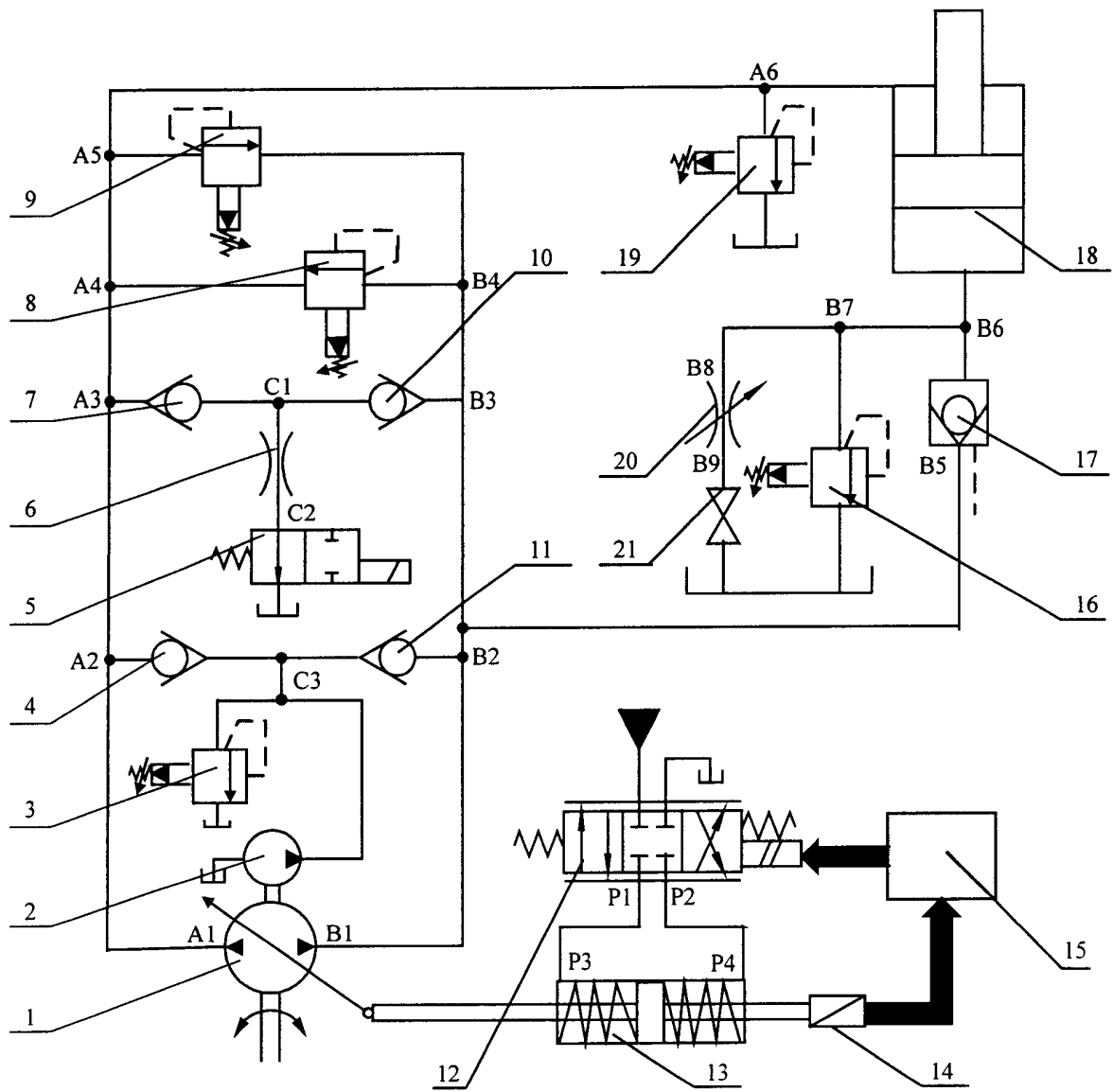


图 1