



(21) 申请号 202010686707.8

审查员 姚晶

(22) 申请日 2020.07.16

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112123725 A

(43) 申请公布日 2020.12.25

(73) 专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路  
18号

(72) 发明人 钟麒 帅琨 王军 何贤剑 谢耿  
李研彪

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公  
司 33200

代理人 郑海峰

(51) Int.Cl.

*B29C 45/82 (2006.01)*

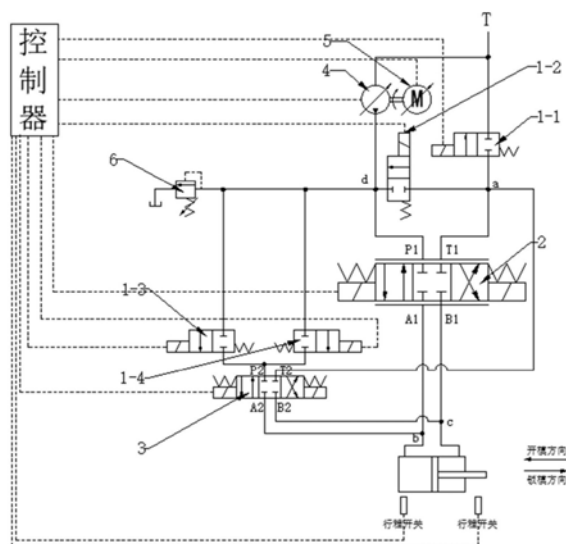
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种注塑机压铸电液系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种注塑机压铸电液系统及其控制方法。本发明采用小流量高速开关阀和大流量比例阀并联结构,通过大流量比例阀进行整体的流量大小调节,实现流量平稳变化。通过小流量开关阀增减油路,实现小流量的精准控制。并且本发明通过高速开关阀来控制油路的启闭,当液压缸到达指定位置时,通过高速开关阀关闭油路,使得液压缸在指定位置停止。由于高速开关阀动态响应快,并且工作行程确定,有效解决了比例阀动态响应差,过冲量不稳的问题,大大减小液压缸的过冲量,并且保证过冲量大小的稳定性,有效提高设备最小精度。



1. 一种注塑机压铸电液系统的锁模阶段控制方法,所述的注塑机压铸电液系统包括大流量三位四通比例阀(2)、三位四通开关阀(3)、单向变量液压泵(4)、电机(5)、可调泄压阀(6)、液压缸、第一高速开关阀(1-1)、第二高速开关阀(1-2)、第三高速开关阀(1-3)、第四高速开关阀(1-4)、控制器和行程开关;

所述单向变量液压泵(4)进油口连接油箱,出油口分成5路分别与可调泄压阀(6)的进油口、第三高速开关阀(1-3)进油口、第四高速开关阀(1-4)进油口、大流量三位四通比例阀(2)进油口P1和第二高速开关阀(1-2)出油口连接;

三位四通开关阀(3)的P2口分别与第三高速开关阀(1-3)、第四高速开关阀(1-4)出油口连接,三位四通开关阀(3)的A2口分别连接大流量三位四通比例阀(2)的A1口和液压缸无杆腔,三位四通开关阀(3)的B2口分别连接大流量三位四通比例阀(2)的B1口和液压缸有杆腔;三位四通开关阀(3)的T2口分别连接大流量三位四通比例阀(2)的T1口、第二高速开关阀(1-2)进油口和第一高速开关阀(1-1)进油口;大流量三位四通比例阀(2)的A1口连接液压缸无杆腔,B1口连接液压缸有杆腔,第一高速开关阀(1-1)出油口、可调泄压阀(6)的出油口连接油箱T;

连接大流量三位四通比例阀(2)的T1口与第一高速开关阀(1-1)的油路上设有油路连接点a,所述的三位四通开关阀(3)的T2口、第二高速开关阀(1-2)进油口均连接所述的油路连接点a;

连接大流量三位四通比例阀(2)的A1口与液压缸无杆腔的油路上设有油路连接点b,所述的三位四通开关阀(3)的A2口连接所述的油路连接点b;连接大流量三位四通比例阀(2)的B1口与液压缸有杆腔的油路上设有油路连接点c,所述的三位四通开关阀(3)的B2口连接所述的油路连接点c;

连接大流量三位四通比例阀(2)的P1口与可调泄压阀(6)出油口的油路上设有油路连接点d,所述第二高速开关阀(1-2)的出油口连接所述的油路连接点d;

所述的行程开关用于检测液压阀内活塞的行程;行程开关与控制器相连,所述的控制器分别控制大流量三位四通比例阀(2)、三位四通开关阀(3)、单向变量液压泵(4)、电机(5)、第一高速开关阀(1-1)、第二高速开关阀(1-2)、第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4);

其特征在于,所述的锁模阶段控制方法为:

第一高速开关阀(1-1)关闭,第二高速开关阀(1-2)打开;大流量三位四通比例阀(2)处于中位状态;三位四通开关阀(3)动作,使P2口和A2口接通,T2口和B2口接通;

使用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4),并从0逐渐提高PWM信号占空比至100%;待第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)完全开启后,控制大流量三位四通比例阀(2)动作,使P1口和A1口接通,T1口和B1口接通,直至阀口完全打开;

当液压缸推杆接近行程开关时,控制大流量三位四通比例阀(2)动作,逐渐减少阀口开度,降低通过大流量三位四通比例阀(2)的流量,直至阀口全部关闭;与此同时,用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3),并逐渐减少占空比,降低通过第三高速开关阀(1-3)的流量,直到第三高速开关阀(1-3)输出流量为0,此过程中,第四高速开关阀(1-4)依然保持全开状态,在液压缸触碰行程开关前,其运动速度由第四高速开关阀(1-4)全开时的流量决定,该运动速度为常量;

当液压缸推杆触发行程开关的时刻,第二高速开关阀(1-2)和第四高速开关阀(1-4)立即完全关闭;

在整个锁模阶段,有杆腔流出的油液经大流量三位四通比例阀(2)和三位四通开关阀(3)、再经第二高速开关阀(1-2),再经大流量三位四通比例阀(2)引回无杆腔内或者经第二高速开关阀(1-2)后通过第三高速开关阀(1-3)或第四高速开关阀(1-4),再经大流量三位四通开关阀(3)引回无杆腔内,流入无杆腔的流量为有杆腔流出流量与液压泵输入流量之和。

2. 根据权利要求1所述的注塑机压铸电液系统的锁模阶段控制方法,其特征在于,还包括开模阶段控制方法:

第一高速开关阀(1-1)打开,第二高速开关阀(1-2)关闭;大流量三位四通比例阀(2)处于中位状态;三位四通开关阀(3)动作,使P2口和B2口接通,T2口和A2口接通;

使用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4),并从0逐渐提高PWM信号占空比至100%,待第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)完全开启后,控制大流量三位四通比例阀(2)动作,使P1口和B1口接通、T1口和A1口接通,并逐渐打开阀口开度增加流量,直至阀口完全打开;

当液压缸推杆接近行程开关时,控制大流量三位四通比例阀(2)动作,逐渐减少阀口开度,降低通过大流量三位四通比例阀(2)的流量,直到阀口全部关闭;与此同时,用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3),并逐渐减少占空比,降低通过第三高速开关阀(1-3)的流量,直到第三高速开关阀(1-3)输出流量为0,第四高速开关阀(1-4)依然保持全开状态;因此,在液压缸触碰行程开关前,其运动速度由第四高速开关阀(1-4)全开时的流量决定,该运动速度为常量;

当液压缸推杆触发行程开关的时刻,第四高速开关阀(1-4)、第一高速开关阀(1-1)立即完全关闭,液压缸推杆最终停止。

## 一种注塑机压铸电液系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于注塑机液压控制领域,具体涉及一种注塑机压铸电液系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 注塑机作为塑料产品的重要生产设备,其控制精度和生产效率对整个产品生产有着至关重要的影响。目前注塑机大多以液压系统作为驱动系统,其一个工作周期通常分为锁模和开模两个阶段。为了兼顾精度和效率,要求锁模阶段液压缸速度从低速能迅速提升到高速,并当液压缸位移接近目标位置时,再将液压缸速度降至低速状态使之能够平稳且精确地停止在目标位置。对于开模阶段,则要求液压缸以尽可能快的速度进行开模动作。因此,一个注塑机的液压系统需要其能够实现多种流量大小的控制。常见实现方法有如下两种:通过比例阀实现流量大小的控制,或者通过开关阀配增减油路实现流量大小的控制。

[0003] 使用比例阀实现流量大小的控制时,由于其自身结构限制,往往存在如下几个主要问题:

[0004] 1.比例阀动态响应慢,无法实现油路的快速启停。2.当液压缸位移到达指定位移需要停止时,即比例阀阀芯需要回到中位时,由于比例阀阀芯在当前时刻的位置与中位位置之间的距离不确定,导致出现液压缸过冲量不稳定的问题。

[0005] 而使用开关阀实现流量大小的控制,则会出现如下几个主要问题:1.大流量开关阀在启闭瞬间,有造成流量冲击,影响设备稳定性。2.若需要通过开关阀实现多种不同流量大小的控制,往往会导致系统油路复杂,增加设备成本。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种注塑机压铸电液系统及其控制方法。本发明的技术方案如下:

[0007] 本发明公开了一种注塑机压铸电液系统,其包括大流量三位四通比例阀、三位四通开关阀、单向变量液压泵、电机、可调泄压阀、液压缸、第一高速开关阀、第二高速开关阀、第三高速开关阀和第四高速开关阀;

[0008] 所述单向变量液压泵进油口连接油箱,出油口分成5路分别与可调泄压阀的进油口、第三高速开关阀进油口、第四高速开关阀进油口、大流量三位四通比例阀进油口P1和第二高速开关阀出油口连接;

[0009] 三位四通开关阀的P2口分别与第三高速开关阀、第四高速开关阀出油口连接,三位四通开关阀的A2口分别连接大流量三位四通比例阀的A1口和液压缸无杆腔,三位四通开关阀的B2口分别连接大流量三位四通比例阀的B1口和液压缸有杆腔;三位四通开关阀的T2口分别连接大流量三位四通比例阀的T1口、第二高速开关阀进油口和第一高速开关阀进油口;大流量三位四通比例阀的A1口连接液压缸无杆腔,B1口连接液压缸有杆腔,第一高速开关阀出油口、可调泄压阀的出油口连接油箱T。

[0010] 在本发明的一个实施例中,所述的注塑机压铸电液系统还包括控制器和行程开关,所述的行程开关用于检测液压阀内活塞的行程;行程开关与控制器相连,所述的控制器分别控制大流量三位四通比例阀、三位四通开关阀、单向变量液压泵、电机、第一高速开关阀、第二高速开关阀、第三高速开关阀和第四高速开关阀。

[0011] 在本发明的一个实施例中,所述的第一高速开关阀、第二高速开关阀为大流量高速开关阀,所述的第三高速开关阀和第四高速开关阀为小流量高速开关阀,所述的第一高速开关阀、第二高速开关阀、第三高速开关阀和第四高速开关阀动态响应一致。大流量高速开关阀和小流量高速开关阀的流量关系可根据用户需要进行选择尺寸关系,例如可选择大流量开关阀是小流量开关阀的2倍。

[0012] 所述注塑机压铸电液系统的锁模阶段控制方法为:

[0013] 第一高速开关阀关闭,第二高速开关阀打开;大流量三位四通比例阀处于中位状态;三位四通开关阀动作,使P2口和A2口接通,T2口和B2口接通;

[0014] 使用PWM信号控制第三高速开关阀和第四高速开关阀,并从0逐渐提高PWM信号占空比至100%;待第三高速开关阀和第四高速开关阀完全开启后,控制大流量三位四通比例阀动作,使P1口和A1口接通,T1口和B1口接通,直至阀口完全打开;

[0015] 当液压缸推杆接近行程开关时,控制大流量三位四通比例阀动作,逐渐减少阀口开度,降低通过大流量三位四通比例阀的流量,直至阀口全部关闭;与此同时,用PWM信号控制第三高速开关阀,并逐渐减少占空比,降低通过第三高速开关阀的流量,直到第三高速开关阀输出流量为0,此过程中,第四高速开关阀依然保持全开状态,在液压缸触碰行程开关前,其运动速度由第四高速开关阀全开时的流量决定,该运动速度为常量;

[0016] 当液压缸推杆触发行程开关的时刻,第二高速开关阀和第四高速开关阀立即完全关闭;

[0017] 在整个锁模阶段,有杆腔流出的油液经大流量三位四通比例阀、再经第二高速开关阀,并通过第三高速开关阀或第四高速开关阀,再经大流量三位四通比例阀引回无杆腔内,流入无杆腔的流量为有杆腔流出流量与液压泵输入流量之和。

[0018] 所述所述注塑机压铸电液系统的开模阶段控制方法为:

[0019] 第一高速开关阀打开,第二高速开关阀关闭;大流量三位四通比例阀处于中位状态;三位四通开关阀动作,使P2口和B2口接通,T2口和A2口接通;

[0020] 使用PWM信号控制第三高速开关阀和第四高速开关阀,并从0逐渐提高PWM信号占空比至100%,待第三高速开关阀和第四高速开关阀完全开启后,控制大流量三位四通比例阀动作,使P1口和B1口接通、T1口和A1口接通,并逐渐打开阀口开度增加流量,直至阀口完全打开

[0021] 当液压缸推杆接近行程开关时,控制大流量三位四通比例阀动作,逐渐减少阀口开度,降低通过大流量三位四通比例阀的流量,直到阀口全部关闭;与此同时,用PWM信号控制第三高速开关阀,并逐渐减少占空比,降低通过第三高速开关阀的流量,直到第三高速开关阀输出流量为0,上述过程中,第四高速开关阀依然保持全开状态;因此,在液压缸触碰行程开关前,其运动速度由第四高速开关阀全开时的流量决定,该运动速度为常量;

[0022] 当液压缸推杆触发行程开关的时刻,第四高速开关阀、第一高速开关阀立即完全关闭,液压缸推杆最终停止。

[0023] 本发明采用小流量高速开关阀和大流量比例阀并联结构,通过大流量比例阀进行整体的流量大小调节,实现流量平稳变化。通过小流量开关阀增减油路,实现小流量的精准控制。并且本发明通过高速开关阀来控制油路的启闭,当液压缸到达指定位置时,通过高速开关阀关闭油路,使得液压缸在指定位置停止。由于高速开关阀动态响应快,并且工作行程确定,有效解决了比例阀动态响应差,过冲量不稳的问题,大大减小液压缸的过冲量,并且保证过冲量大小的稳定性,有效提高设备最小精度。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明的系统示意图。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合具体实施方式对本发明做进一步阐述和说明。本发明中各个实施方式的技术特征在没有相互冲突的前提下,均可进行相应组合。

[0026] 如图1所示,本实施例的注塑机压铸电液系统,其包括大流量三位四通比例阀(2)、三位四通开关阀(3)、单向变量液压泵(4)、电机(5)、可调泄压阀(6)、液压缸、第一高速开关阀(1-1)、第二高速开关阀(1-2)、第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4);

[0027] 所述单向变量液压泵(4)进油口连接油箱,出油口分成5路分别与可调泄压阀(6)的进油口、第三高速开关阀(1-3)进油口、第四高速开关阀(1-4)进油口、大流量三位四通比例阀(2)进油口P1和第二高速开关阀(1-2)出油口连接;

[0028] 三位四通开关阀(3)的P2口分别与第三高速开关阀(1-3)、第四高速开关阀(1-4)出油口连接,三位四通开关阀(3)的A2口连接油路b点,三位四通开关阀(3)的B2口连接油路c点;三位四通开关阀(3)的T2口连接油路a点;大流量三位四通比例阀(2)的A1口连接液压缸无杆腔,B1口连接液压缸有杆腔,T1口接油路a点。第一高速开关阀(1-1)进油口连接油路a点,出油口连接油箱T。第二高速开关阀(1-2)进油口连接a点,出油口连接d点。第一高速开关阀(1-1)出油口、可调泄压阀(6)的出油口连接油箱T。

[0029] 在本发明的一个实施例中,所述的注塑机压铸电液系统还包括控制器和行程开关,所述的行程开关用于检测液压阀内活塞的行程;行程开关与控制器相连,所述的控制器分别控制大流量三位四通比例阀(2)、三位四通开关阀(3)、单向变量液压泵(4)、电机(5)、第一高速开关阀(1-1)、第二高速开关阀(1-2)、第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)。

[0030] 在本发明的一个实施例中,所述的第一高速开关阀(1-1)、第二高速开关阀(1-2)为大流量高速开关阀,所述的第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)为小流量高速开关阀,所述的第一高速开关阀(1-1)、第二高速开关阀(1-2)、第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)均为常关高速开关阀,且其动态响应一致。

[0031] 下面对控制方法进行描述。

[0032] 所述注塑机压铸电液系统的锁模阶段控制方法为:

[0033] 第一高速开关阀(1-1)关闭,第二高速开关阀(1-2)打开;大流量三位四通比例阀(2)处于中位状态;三位四通开关阀(3)动作,使P2口和A2口接通,T2口和B2口接通;

[0034] 使用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4),并从0逐渐提高

PWM信号占空比至100%；待第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)完全开启后，控制大流量三位四通比例阀(2)动作，使P1口和A1口接通，T1口和B1口接通，直至阀口完全打开。整个动作使液压缸稳定加速运动，直至最大速度。该控制方法在锁模运动阶段，先采用两个高速开关阀并联驱动的方式，并将驱动占空比从0逐渐增加至100%，待两个高速开关阀完全开启后再打开大流量三位四通比例阀2，将具有以下优点：1) 高速开关阀的动态特性远远优于传统比例阀，因此该方法可以确保液压缸具有较快的动态响应特性；2) 传统比例阀的流量增益较大，因此在比例阀的阀口刚打开的瞬间，液压缸的速度增益也会比较大，容易造成系统冲击，而本发明中的锁模运动阶段的控制方法，在液压缸起步阶段采用两个开关阀并联控制的方式，并将驱动占空比从0逐渐增加至100%，使得锁模阶段液压缸具有柔性启动的功能，降低了对系统的冲击。3) 在快速锁模阶段，液压缸的运动速度由大流量三位四通比例阀2和高速开关阀1-3和1-4共同决定，其运动速度大于单纯采用大流量三位四通比例阀2控制或单纯采用开关阀1-3和1-4并联控制时候的速度，可以有效提升锁模阶段的效率。

[0035] 当液压缸推杆接近行程开关时，控制大流量三位四通比例阀(2)动作，逐渐减少阀口开度，降低通过大流量三位四通比例阀(2)的流量，指直到阀口全部关闭；与此同时，用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3)，并逐渐减少占空比，降低通过第三高速开关阀(1-3)的流量，直到第三高速开关阀(1-3)输出流量为0，此过程中，第四高速开关阀(1-4)依然保持全开状态，在液压缸触碰行程开关前，其运动速度由第四高速开关阀(1-4)全开时的流量决定，该运动速度为常量；

[0036] 当液压缸推杆触发行程开关的时刻，第二高速开关阀(1-2)和第四高速开关阀(1-4)立即完全关闭；由于第四高速开关阀1-4动态响应快、工作行程固定，因此，其从接收到关闭时刻至完全关闭所需的时间基本稳定，所以，第四高速开关阀1-4关闭过程中，液压缸的过冲量基本稳定。而且，触发前整个系统流量较小(仅为第四高速开关阀1-4的流量)，液压缸推杆最终停止位置过冲量小且过冲量稳定。

[0037] 在整个锁模阶段，运用了流量再生技术即将有杆腔流出的油液经大流量三位四通比例阀2到点a，再经第二高速开关阀1-2到达点d，通过三位四通比例阀2引回无杆腔内或者通过第三高速开关阀1-3/第四高速开关阀1-4、大流量三位四通比例阀3引回无杆腔内，使得流入无杆腔的流量为有杆腔流出流量与液压泵输入流量之和。这样的油液流动方式，相比较传统的液压回路能大大减少液压泵的输出功率，提高能量利用率。所述所述注塑机压铸电液系统的开模阶段控制方法为(控制方法及优点基本和锁模一致，油路上不同点在于无流量再生技术，三位四通开关阀3及三位四通比例阀2处于右位(锁模阶段处于左位，因此流量方向改变)，第一高速开关阀1-1打开，第二高速开关阀1-2关闭。)：

[0038] 第一高速开关阀(1-1)打开，第二高速开关阀(1-2)关闭；大流量三位四通比例阀(2)处于中位状态；三位四通开关阀(3)动作，使P2口和B2口接通，T2口和A2口接通；

[0039] 使用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)，并从0逐渐提高PWM信号占空比至100%，待第三高速开关阀(1-3)和第四高速开关阀(1-4)完全开启后，控制大流量三位四通比例阀(2)动作，使P1口和B1口接通、T1口和A1口接通，并逐渐打开阀口开度增加流量，直至阀口完全打开。该控制方法与锁模阶段基本一致，在开模运动阶段，先采用两个高速开关阀并联驱动的方式，并将驱动占空比从0逐渐增加至100%，待两个高速

开关阀完全开启后再打开大流量三位四通比例阀2,将具有以下优点:1.高速开关阀的动态特性远远优于传统比例阀,因此该方法可以确保液压缸具有较快的动态响应特性;2.传统比例阀的流量增益较大,因此在比例阀的阀口刚打开的瞬间,液压缸的速度增益也会比较大,容易造成系统冲击,而本发明中的开模运动阶段的控制方法,在液压缸起步阶段采用两个开关阀并联控制的方式,并将驱动占空比从0逐渐增加至100%,使得锁模阶段液压缸具有柔性启动的功能,降低了对系统的冲击。3.在快速开模阶段,液压缸的运动速度由大流量三位四通比例阀2、第三高速开关阀1-3和第四高速开关阀1-4共同决定,其运动速度大于单纯采用大流量三位四通比例阀2控制或单纯采用第三高速开关阀1-3和第四高速开关阀1-4并联控制时候的速度,可以有效提升锁模阶段的效率。

[0040] 当液压缸推杆接近行程开关时,控制大流量三位四通比例阀(2)动作,逐渐减少阀口开度,降低通过大流量三位四通比例阀(2)的流量,直到阀口全部关闭;与此同时,用PWM信号控制第三高速开关阀(1-3),并逐渐减少占空比,降低通过第三高速开关阀(1-3)的流量,直到第三高速开关阀(1-3)输出流量为0,上述过程中,第四高速开关阀(1-4)依然保持全开状态;因此,在液压缸触碰行程开关前,其运动速度由第四高速开关阀(1-4)全开时的流量决定,该运动速度为常量;

[0041] 当液压缸推杆触发行程开关的时刻,第四高速开关阀(1-4)、第一高速开关阀(1-1)立即完全关闭,由于第四高速开关阀(1-4)、第一高速开关阀(1-1)动态响应快、工作行程固定,因此,其从接收到关闭时刻至完全关闭所需的时间基本稳定,所以,第四高速开关阀(1-4)、第一高速开关阀(1-1)关闭过程中,液压缸的过冲量基本稳定。而且,触发前整个系统流量较小(仅为第四高速开关阀1-4的流量),液压缸推杆最终停止位置过冲量小且过冲量稳定。

[0042] 开模阶段均为空行程,对系统的抖动敏感度不高。因此整个开模阶段对油路的控制与锁模阶段类似,但其液压缸速度的加速或减速相对锁模阶段会更快。

[0043] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

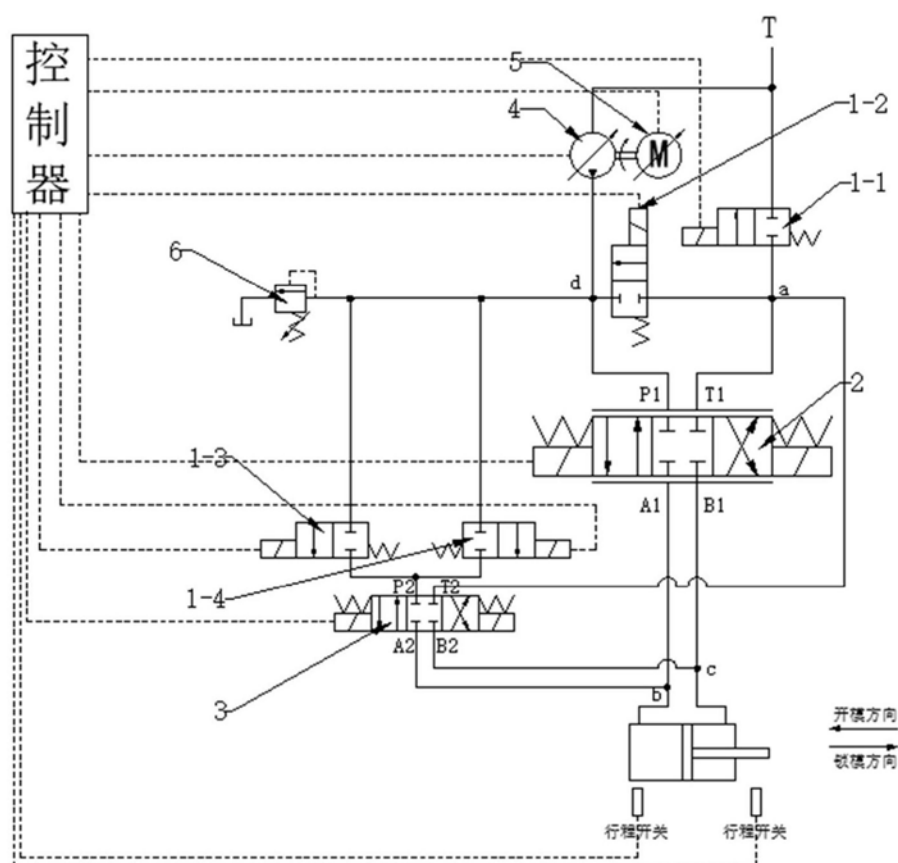


图1