

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102155476 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201110075261. 6

DE 3621526 A1, 1988. 01. 14,

(22) 申请日 2011. 03. 28

刘忠等. 高速开关阀先导控制的液压缸位置控制系统建模与仿真研究. 《中国机械工程》. 2006, 第 17 卷 (第 7 期),

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

审查员 蒋中立

(72) 发明人 施光林 张永强 王瑞刚

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201

代理人 王锡麟 王桂忠

(51) Int. Cl.

F15B 21/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201696367 U, 2011. 01. 05,

CN 2616737 Y, 2004. 05. 19,

CN 201407221 Y, 2010. 02. 17,

DE 4431341 A1, 1996. 03. 07,

US 4838023 A, 1989. 06. 13,

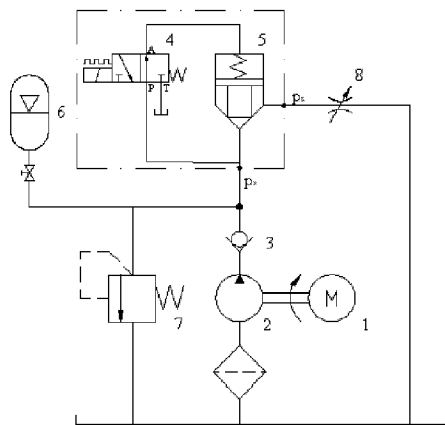
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

基于 PWM 无节流损失的阀控调节系统的调节方法

(57) 摘要

一种液压控制技术领域的基于 PWM 无节流损失的阀控调节系统及其调节方法, 该系统包括: 三相交流异步电机、定量泵、单向阀、高速开关阀、二通插装阀、蓄能器、溢流阀和可调式节流阀, 高速开关阀与二通插装阀组成无节流阀控单元, 高速开关阀的 P 口与定量泵的出口相通, A 口与二通插装阀的控制腔相通, T 口与油箱相通; 三相交流异步电动机带动定量泵, 定量泵的出口与单向阀相通, 单向阀的出口同时与溢流阀、蓄能器和二通插装阀的入口相通, 二通插装阀的出口与可调式节流阀相通。本发明解决现有技术所存在的传统液压阀控系统节流损失高、系统效率低下、容积式控制方式响应速度慢且对电机和泵的要求高、价格贵、控制方式复杂等问题。



1. 一种基于 PWM 无节流损失的阀控调节系统的调节方法,其特征在于,该调节系统包括:三相交流异步电机、定量泵、单向阀、高速开关阀、二通插装阀、蓄能器、溢流阀和可调式节流阀,其特征在于:高速开关阀与二通插装阀组成无节流阀控单元,高速开关阀的 P 口与定量泵的出口相通,A 口与二通插装阀的控制腔相通,T 口与油箱相通;三相交流异步电动机带动定量泵,定量泵的出口与单向阀相通,单向阀的出口同时与溢流阀、蓄能器和二通插装阀的入口相通,二通插装阀的出口与可调式节流阀相通;

所述的高速开关阀为常开型二位三通高速开关阀,该高速开关阀采用 PWM 控制方式:当高速开关阀为高电平时,二通插装阀的控制口通过高速开关阀通到油箱,二通插装阀进口处的高压油将二通插装阀阀口完全打开,此时定量泵的全部流量无节流损失地通过二通插装阀进入负载;当高速开关阀为低电平时,二通插装阀进油口处的高压油通过高速开关阀进入到二通插装阀控制口,将二通插装阀迅速关闭,此时定量泵输出的高压油被旁路安装在泵出口处的蓄能器吸收;再当高速开关阀为高电平时,定量泵输出高压油和蓄能器吸收的流量又经过二通插装阀无节流损失地进入到负载;

所述的定量泵出口处的溢流阀作为安全阀,仅当出现故障定量泵出口的压力大于其调定压力时,溢流阀才打开,实现过载保护;

所述的无节流阀控单元共四个,通过四个无节流阀控单元的不同通断组合即可控制液压缸的运动;

所述的无节流阀控单元包括:作为先导阀的常开型二位三通高速开关阀和作为主阀的二通插装阀,通过控制先导阀的通断即可实现二通插装阀的通断,即只要给先导级高速开关阀不同的高低电平信号,就能控制无节流阀控单元的通断,从而控制液压缸的左右移动;

所述方法,包括以下步骤:

第一步、设定溢流阀开启压力值,使其高于系统正常工作压力值;

第二步、油源启动,此时,无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀处于低电平信号,P 口和 A 口相通,二通插装阀处于关闭状态,系统压力油暂时进入蓄能器;

第三步、给无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀高电平信号,A 口与 T 口相通,二通插装阀在高压油的作用下打开,定量泵的全部流量无节流损失地通过二通插装阀进入负载,即  $p_P$  处的压力等于  $p_L$  处的压力;

第四步、调节无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀的 PWM 信号的占空比,即可调节负载的运动速度和运动位置,其中, PWM 周期信号的低电平时段,二通插装阀处于关闭状态时,泵的流量暂时进入蓄能器; PWM 周期信号的高电平时段,二通插装阀处于开启状态时,泵的流量和蓄能器的流量共同流向负载;

第二步中无节流阀控单元关闭时,高压油暂时进入蓄能器,无节流阀控单元再次打开的时候,蓄能器中的高压油和定量泵输出的高压油共同进入负载,此时溢流阀作为安全阀,系统正常工作情况下溢流阀不工作,只有在系统出现故障时,安全阀才工作,以保护负载和液压泵。

## 基于 PWM 无节流损失的阀控调节系统的调节方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种液压控制技术领域的装置和方法,具体是一种基于 PWM 无节流损失的阀控调节系统及其调节方法。

### 背景技术

[0002] 液压控制系统的控制方式主要有节流控制方式和容积式控制方式。节流控制系统具有响应速度快、控制精度高等优点,但是存在大量的节流损失和溢流损失,整个控制系统效率很低,并且溢流的液压油温升增加,加速了液压油的变质;容积式控制系统可以改变泵的排量 and 改变驱动电机的转速,使液压动力系统的输出功率与负载尽可能匹配,大大提高了系统的效率。但是,无论是改变泵的排量还是改变电机转速,系统的响应速度都比节流控制系统慢很多,无法适应需要快速响应的系统要求。

[0003] 近年来,基于变频电机和伺服电机驱动的液压动力单元与传统阀控系统结合,使系统的效率与响应速度同时得到一定的提高,正受到越来越多的关注。

[0004] 经过对现有技术的检索发现,中国专利号 ZL02136174.6 的发明专利公开了一种基于变频调速的电液复合控制系统及其控制方法,它包括变频器、电机、液压泵、检测反馈单元、液压控制系统、能量调节单元、控制器。由变频器控制电机和电液控制阀对液压系统进行控制,而对电液控制阀、能量调节单元以及变频器的控制是由统一的控制器来完成。该方案利用变频器改变泵的转速,使泵的输出流量与系统要求相适应,减少了溢流损失,效率高、节能。但是,这种容积式控制与节流式控制相结合的复合控制方式仍然存在节流损失和溢流损失,并且对动力单元的要求较高,价格较贵,控制器和控制算法都较复杂。

[0005] 中国专利公开号 CN201461568U,公开日期为 2010 年 5 月 12 日,名称为全螺纹插装式大流量数字液压调速阀。该实用新型专利公开了一种大流量数字液压调速阀,利用二位二通高速开关阀做先导阀,来控制大通径液控单向阀实现大流量系统的控制,可以用来旁路调速,也可给液压泵卸荷,实现了比例阀和伺服阀的精确控制功能。但是此种大流量数字液压调速阀,响应频率较低,并且存在比较大的节流损失和溢流损失,不能达到节能高效的目的。

### 发明内容

[0006] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供一种基于 PWM 无节流损失的阀控调节系统及其调节方法,解决现有技术所存在的液压系统节流损失高、系统效率低下、容积式控制方式响应速度慢且对电机和液压泵的要求高、价格贵、控制方式复杂等问题。

[0007] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0008] 本发明涉及一种基于 PWM 无节流损失的阀控调节系统,包括:三相交流异步电机、定量泵、单向阀、高速开关阀、二通插装阀、蓄能器、溢流阀和可调式节流阀,其中:高速开关阀与二通插装阀组成无节流阀控单元,高速开关阀的 P 口与定量泵的出口相通,A 口与二通插装阀的控制腔相通,T 口与油箱相通;三相交流异步电动机带动定量泵,定量泵的出口与

单向阀相通,单向阀的出口同时与溢流阀、蓄能器和二通插装阀的入口相通,二通插装阀的出口与可调式节流阀相通。

[0009] 所述的高速开关阀为常开型二位三通高速开关阀,该高速开关阀采用 PWM 控制方式:当高速开关阀为高电平时,二通插装阀的控制口通过高速开关阀通到油箱,二通插装阀进口处的高压油将二通插装阀阀口完全打开,此时定量泵的全部流量无节流损失地通过二通插装阀进入负载,即  $P_p$  处的压力等于  $P_L$  处的压力;当高速开关阀为低电平时,二通插装阀进油口处的高压油通过高速开关阀进入到二通插装阀控制口,将二通插装阀迅速关闭,此时定量泵输出的高压油被旁路安装在泵出口处的蓄能器吸收;再当高速开关阀为高电平时,定量泵输出高压油和蓄能器吸收的流量又经过二通插装阀无节流损失地进入到负载。

[0010] 在整个系统工作过程中,定量泵出口处的溢流阀作为安全阀,只有当系统出现故障,定量泵出口的压力大于其调定压力时,溢流阀才打开,对系统实施过载保护功能。

[0011] 所述的蓄能器上可设有二位二通阀,用于根据需要选择不同的蓄能器工作。

[0012] 本发明涉及上述系统的调节方法,包括以下步骤:

[0013] 第一步、设定溢流阀开启压力值,使其高于系统正常工作压力值。

[0014] 第二步、油源启动,此时,无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀处于低电平信号,P 口和 A 口相通,二通插装阀处于关闭状态,系统压力油暂时进入蓄能器。

[0015] 第三步、给无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀高电平信号,A 口与 T 口相通,二通插装阀在高压油的作用下打开,定量泵的全部流量无节流损失地通过二通插装阀进入负载,即  $p_p$  处的压力等于  $p_L$  处的压力。

[0016] 第四步、调节无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀的 PWM 信号的占空比,即可调节负载的运动速度和运动位置。其中,PWM 周期信号的低电平时段,二通插装阀处于关闭状态时,泵的流量暂时进入蓄能器;PWM 周期信号的高电平时段,二通插装阀处于开启状态时,泵的流量和蓄能器的流量共同流向负载。

[0017] 本发明的有益效果是:利用高速开关阀作为先导阀控制二通插装阀,使二通插装阀控制油路通断而不带来节流损失;蓄能器在系统中周期性地吸收与释放系统中的高压油,减小了系统流量脉动,同时在其工作过程中,压力低于溢流阀压力,使系统不产生溢流损失。利用高速开关阀控制二通插装阀,属于阀控方式,具有较高的响应速度,能满足负载需要快速响应的系统。另外,高速开关阀可以与计算机方便地连接,省去了 A/D 和 D/A 转换器;通过对高速开关阀的 PWM 信号控制,就可实现对主阀平均流量的调节,控制方式简单,实现了数字化。并且,高速开关阀相比于伺服阀、伺服电机或变频电机与变频器的组合,抗污染能力强,价格低廉,可以节约成本。

#### 附图说明

[0018] 图 1 是本发明的液压原理图。

[0019] 图 2 是实施例工作示意图。

[0020] 图中:1 为三相交流异步电动机、2 为定量泵、3 为单向阀、4 为高速开关阀、5 为二通插装阀、6 为蓄能器、7 为溢流阀、8 为可调式节流阀、9 为液压缸及负载单元。

#### 具体实施方式

[0021] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0022] 如图2所示,本实施例涉及一种阀控调节系统,包括:三相交流异步电机1、定量泵2、单向阀3、高速开关阀4、二通插装阀5、蓄能器6、溢流阀7和可调式节流阀8,其中:高速开关阀4与二通插装阀5组成无节流阀控单元,高速开关阀4的P口与定量泵2的出口相通,A口与二通插装阀5的控制腔相通,T口与油箱相通;三相交流异步电机1带动定量泵2,定量泵2的出口与单向阀3相通,单向阀3的出口同时与溢流阀7、蓄能器6和二通插装阀5的入口相通,二通插装阀5的出口与可调式节流阀8相通。

[0023] 所述的高速开关阀4为常开型二位三通高速开关阀,该高速开关阀4采用PWM控制方式:当高速开关阀4为高电平时,二通插装阀5的控制口通过高速开关阀4通到油箱,二通插装阀5进口处的高压油将二通插装阀5阀口完全打开,此时定量泵2的全部流量无节流损失地通过二通插装阀5进入负载,即 $p_p$ 处的压力等于 $p_L$ 处的压力;当高速开关阀4为低电平时,二通插装阀5进油口处的高压油通过高速开关阀4进入到二通插装阀5控制口,将二通插装阀5迅速关闭,此时定量泵2输出的高压油被旁路安装在泵出口处的蓄能器6吸收;再当高速开关阀4为高电平时,定量泵2输出高压油和蓄能器6吸收的流量又经过二通插装阀5无节流损失地进入到负载。

[0024] 在整个系统工作过程中,定量泵2出口处的溢流阀7作为安全阀,只有当系统出现故障,定量泵2出口的压力大于其调定压力时,溢流阀7才打开,对系统实施过载保护功能。

[0025] 本实施例涉及上述系统的调节方法,包括以下步骤:

[0026] 第一步、设定溢流阀7开启压力值,使其高于系统正常工作压力值。

[0027] 第二步、油源启动,此时,无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀4处于低电平信号,P口和A口相通,二通插装阀5处于关闭状态,系统压力油暂时进入蓄能器6。

[0028] 第三步、给无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀4高电平信号,A口与T口相通,二通插装阀5在高压油的作用下打开,定量泵2的全部流量无节流损失地通过二通插装阀5进入负载,即 $p_p$ 处的压力等于 $p_L$ 处的压力。

[0029] 第四步、调节无节流阀控单元中的两位三通高速开关阀4的PWM信号的占空比,即可调节负载的运动速度和运动位置。其中,PWM周期信号的低电平时段,二通插装阀5处于关闭状态时,泵的流量暂时进入蓄能器6;PWM周期信号的高电平时段,二通插装阀5处于开启状态时,泵的流量和蓄能器6的流量共同流向负载。

[0030] 本实施例中:蓄能器6预充压,无节流阀控单元关闭的时候,高压油暂时进入蓄能器6,无节流阀控单元再次打开的时候,蓄能器6中的高压油和定量泵2输出的高压油共同进入负载,溢流阀7作为安全阀,系统正常工作情况下溢流阀7不工作,只有在系统出现故障时,安全阀才工作,保护负载和液压泵。

[0031] 利用四个无节流阀控单元的不同通断组合即可控制液压缸的运动,而无节流阀控单元包括作为先导阀的常开型二位三通高速开关阀4和作为主阀的二通插装阀5,只要控制先导阀的通断即可实现二通插装阀5的通断,也就是说,只要给先导级高速开关阀4不同的高低电平信号,就能控制无节流阀控单元的通断,从而控制液压缸的左右移动。表1给出了二位三通高速开关阀4.1、4.2、4.3和4.4的不同高低电平组合与液压缸的运动方向对

应表。

[0032] 下面对液压缸向右运动的情况做具体分析：将二位三通高速开关阀 4.1 和 4.4 置高电平而 4.2 和 4.3 置低电平，则 4.1 和 5.1 组成的无节流阀控单元、4.4 和 5.4 组成的无节流阀控单元处于打开状态，而 4.2 和 5.2 组成的无节流阀控单元、4.3 和 5.3 组成的无节流阀控单元处于关闭状态。定量泵 2 输出的液压油经 4.1 和 4.2 组成的无节流阀控单元进入到液压缸的无杆腔，推动负载向右运动，液压缸有杆腔中的液压油经 4.4 和 5.4 组成的无节流阀控单元回油箱。此时，4.4 和 5.4 组成的无节流阀控单元相当于一个大流量背压阀，有利于提高负载运动的平稳性。

[0033] 表 1 高速开关阀 4 不同状态组合与液压缸运动方向对应表

[0034]

运 动 方 向	高 速 开 关 阀	<b>4.1</b>	<b>4.2</b>	<b>4.3</b>	<b>4.4</b>
	左	低	高	高	低
	右	高	低	低	高

[0035] 从表 1 和上面分析可知，二位三通高速开关阀 4.1 和 4.4 的 PWM 输入信号是完全一致，4.2 和 4.3 的 PWM 输入信号完全一致。调节 PWM 信号的占空比，就可以调节进入液压缸中的平均流量，从而控制液压缸及负载的运动位置和运动速度。根据负载传感器传到控制器的信号，可对负载进行位置或速度闭环控制，实现具有一定精度和较高响应的控制。由于系统在正常工作情况下无节流损失和溢流损失，因此，具有节能、高效的特点。

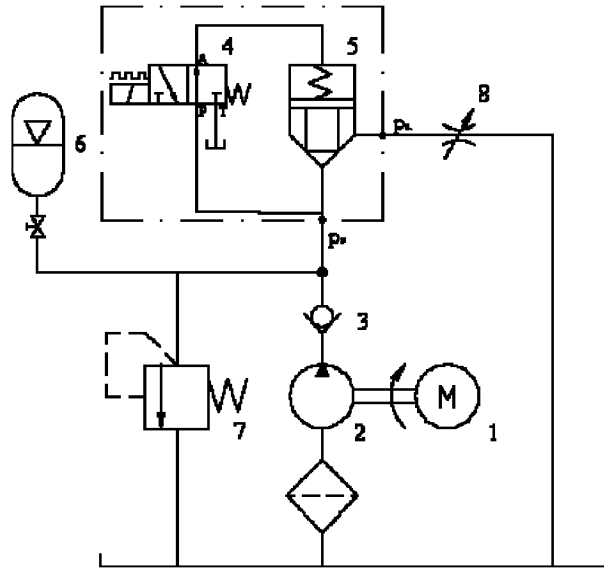


图 1

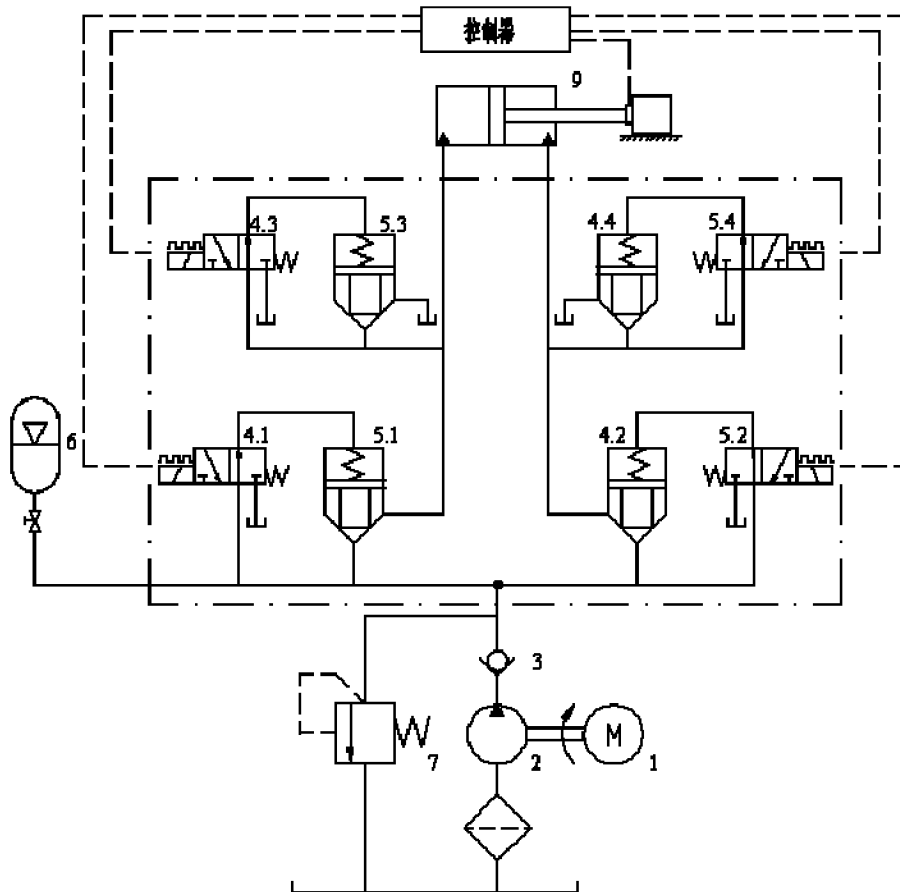


图 2