



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103670801 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201210329946. 3

(22) 申请日 2012. 09. 07

(71) 申请人 北京精密机电控制设备研究所
地址 100076 北京市丰台区南大红门路 1 号
申请人 中国运载火箭技术研究院

(72) 发明人 赵守军 张晓莎 赵迎鑫 何俊
曲颖 陈克勤

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007
代理人 高尚梅 刘昕宇

(51) Int. Cl.
F02K 9/60(2006. 01)

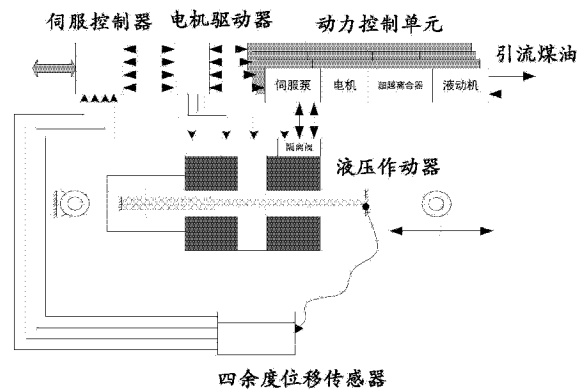
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构

(57) 摘要

本发明属于伺服机构,具体涉及一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构。它包括:伺服控制器,用于液压作动器位置闭环和控制特性补偿,电机驱动器,用于伺服泵内的伺服电机驱动控制,同时还用于隔离阀的控制,动力控制单元,用于为液压作动器提供控制控制信号,隔离阀,用于切换出现故障的动力控制单元,液压作动器,在伺服控制器的控制下动作,位移传感器,用于探测液压作动器的动作并将探测结果输出给四冗余伺服控制器。本发明显著的有益效果是:多余度装置可在此基础上实现故障管理和切换,实现“伺服机构能源和控制的故障容错能力”,达到高可靠性能指标。



1. 一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其特征在于:包括伺服控制器,用于液压作动器位置闭环和控制特性补偿,电机驱动器,用于伺服泵内的伺服电机驱动控制,同时还用于隔离阀的控制,动力控制单元,用于为液压作动器提供控制信号,隔离阀,用于切换出现故障的动力控制单元,液压作动器,在伺服控制器的控制下动作,位移传感器,用于探测液压作动器的动作并将探测结果输出给四冗余伺服控制器。
2. 如权利要求1所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其特征在于:所述的动力控制单元包括与外部连通的液动机(1),该液动机(1)将从发动机引流的高压煤油转化为机械动力,驱动伺服泵产生可控液压动力,控制作动器的双向运动。
3. 如权利要求2所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其特征在于:液动机(1)的两端分别与高油滤(12)、和低油滤(13)连通,在油流动的过程中液动机(1)被油带动而转动,继而带动与液动机(1)同轴连接的超越离合器、(11)和电机(10)转动,电机(10)的转动被传送到伺服泵中。
4. 如权利要求1所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其特征在于:伺服泵构成包括双向变量柱塞泵(2)和变量斜盘控制用伺服电机(3),变量斜盘控制用伺服电机(3)接收来自外部的控制信号,控制信号通过控制变量斜盘摆角大小和方向,从而改变双向变量柱塞泵(2)的输出流量大小和方向,实现作动器的往复运动控制。双向变量柱塞泵(2)在变量斜盘控制用伺服电机(3)的驱动下通过上单向阀(8)或下单向阀(9)将油从油箱(7)中抽出,进入油路循环。
5. 如权利要求4所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其特征在于:隔离阀(14)采用两位四通电磁阀。
6. 如权利要求1所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其特征在于:将动力控制单元与液压作动器集成设计,动力控制单元安装在作动器一端的四周。

一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构

技术领域

[0001] 本发明属于伺服机构,具体涉及一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构。

背景技术

[0002] 伺服机构是我国对运载火箭飞行控制执行机构子系统的统称,典型应用是摇摆发动机实施推力矢量控制。液氧煤油发动机以液氧和煤油为燃料,具备无毒、无污染、高性价比和使用维护方便等优点,是目前世界上的一种主流运载火箭发动机,并可能用于载人。相应地,摇摆液氧煤油发动机的伺服机构也是必备箭上设备。由于功率较大(千瓦至数十千瓦级),如何解决其能源问题成为此类伺服机构技术方案的一个关键问题;另一方面,如用于载人运载火箭,伺服机构可靠性指标要求又特别高,可靠性设计成为关键问题。

[0003] 伺服机构可以划分为两个基本组成部分:伺服能源和伺服控制。伺服能源解决如何获得能源的问题,并将其转化成可提供给伺服使用的能源;伺服控制解决将作动器如何摇摆发动机跟随电子指令运动的问题。由于功率较大,主流方案仍然是液压能源和电液控制方案。

[0004] 国外此类典型的伺服能源方案主要有:美国 Atlas II 系列火箭,采用 MA-5A 液氧煤油发动机,其涡轮泵齿轮减速箱伸出一根传动轴驱动伺服机构上的液压泵。美国 Satun V 火箭采用 F1 液氧煤油发动机, Falcon 系列火箭采用 Merlin 系列液氧煤油发动机,俄罗斯的 Energia 和 Zenith 系列火箭以及美国的 Atas III 系列和 Atas V 系列火箭均采用俄罗斯的 RD170/180 系列液氧煤油发动机,其伺服机构均采用引流发动机燃料泵后高压煤油直接驱动作动器的方案,以最大限度地简化发动机和伺服机构设计,简称“直接引流式”液压能源方案(如图 1 所示)。我国近年来已开展了液氧煤油运载火箭伺服机构的研制工作,有采用“直接引流式”的液压能源方案,并且在此基础上研制了“液动机式”液压能源方案(如图 2 所示)。对于伺服控制,这些伺服机构均采用传统的电液伺服阀控制方案。在可靠性设计方面,目前主要在伺服机构的电液伺服阀前置级、作动器位移反馈测量传感器和控制器三个方面采取冗余设计的措施,以及液压能源的并联冗余设计。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构。

[0006] 本发明是这样实现的:一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,包括

[0007] 液压作动器,输出往复运动,

[0008] 动力控制单元,将从发动机引流的高压煤油转化为液压作动器动作,

[0009] 隔离阀,用于切换出现故障的动力控制单元,

[0010] 电机驱动器,用于动力控制单元内的伺服泵中的伺服电机驱动控制,同时还用于隔离阀的控制,

[0011] 伺服控制器,用于液压作动器位置闭环和控制特性补偿,

[0012] 位移传感器,用于探测液压作动器的位置并将探测结果输出给四冗余伺服控制器。

[0013] 如上所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其中,所述的动力控制单元包括与外部连通的液动机,该液动机将从发动机引流的高压煤油转化为机械动力,驱动伺服泵产生可控液压动力,控制作动器的双向运动。

[0014] 如上所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其中,液动机的两端分别与高油滤、和低油滤连通,在油流动的过程中液动机被油带动而转动,继而带动与液动机同轴连接的超越离合器、和电机转动,电机的转动被传送到伺服泵中,其中,电机用于地面测试时,由超越离合器实现液动机和电机的机械脱离。

[0015] 如上所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其中,伺服泵构成包括双向变量柱塞泵和变量斜盘控制用伺服电机,变量斜盘控制用伺服电机接收来自外部的控制信号,控制信号通过控制变量斜盘摆角大小和方向,从而改变双向变量柱塞泵的输出流量大小和方向,实现作动器的往复运动控制。双向变量柱塞泵在变量斜盘控制用伺服电机的驱动下通过上单向阀或下单向阀将油从油箱中抽出,进入油路循环。

[0016] 如上所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其中,隔离阀采用两位四通电磁阀。

[0017] 如上所述的一种液氧煤油发动机推力矢量控制用多余度泵控伺服机构,其中,将动力控制单元与液压作动器集成设计,动力控制单元安装在作动器一端的四周。

[0018] 本发明显著的有益效果是:本发明提出一种液氧煤油发动机推力矢量控制用采用液动机驱动的多余度(指2~4余度)泵控伺服机构创新方案。多余度实质上包含变量泵及其控制、液动机驱动、作动器位移反馈、作动器位置闭环控制、故障切换模块在内的环节采用冗余设计,可在此基础上实现故障管理和切换,实现“伺服机构能源和控制的故障容错能力”,达到高可靠性能指标,显著降低伺服机构动力元件的功率水平要求和研制难度,特别适用于大推力液氧煤油发动机推力矢量控制所需的大功率高可靠伺服机构。

附图说明

[0019] 图1直接引流式的电液伺服阀控制方案原理图;

[0020] 图2液动机式的电液伺服阀控制方案原理图;

[0021] 图3本发明基本构成方框图;

[0022] 图4本发明的动力控制单元和隔离阀原理图;

[0023] 图5本发明的伺服机构总体布局简图。

[0024] 图中:1.液动机、2.双向变量柱塞泵、3.变量斜盘控制用伺服电机、4.减速器、5.补油泵、6.增压机构、7.油箱、8.上单向阀、9.下单向阀、10.电机、11.超越离合器、12.高油滤、13.低油滤、14.隔离阀。

具体实施方式

[0025] 如附图3所示,本发明的基本构成包括:四冗余伺服控制器、四冗余电机驱动器、四套动力控制单元、四套隔离阀和液压作动器,液压作动器内含四余度位移传感器。

[0026] 四冗余伺服控制器用于液压作动器位置闭环和控制特性补偿。四冗余电机驱动器用于伺服泵内的伺服电机驱动控制,同时还用于隔离阀的控制。液压作动器在四冗余伺服控制器的控制下动作,四冗余位移传感器用于探测液压作动器的动作并将探测结果输出给四冗余伺服控制器。

[0027] 如图 4 所示,高压油依次流过高油滤 12、液动机 1 和低油滤 13。液动机 1 将从发动机引流的高压煤油转化为机械动力,驱动伺服泵产生可控液压动力,控制作动器的双向运动。具体的说,在油流动的过程中液动机 1 被油带动而转动,继而带动与液动机 1 同轴连接的超越离合器 11 和电机 10 转动。电机 10 的转动被传送到伺服泵中。

[0028] 伺服泵可以采用现有技术中的伺服泵,也可以采用如下所述的伺服泵。本例中的伺服泵构成包括双向变量柱塞泵 2、变量斜盘控制用伺服电机 3 和减速器 4、补油泵 5、增压机构 6 (本例采用蓄能器)、油箱 7、上单向阀 8 和下单向阀 9。变量斜盘控制用伺服电机 3 接收来自外部的控制信号,控制信号通过控制变量斜盘摆角大小和方向,从而改变双向变量柱塞泵 2 的输出流量大小和方向,实现作动器的往复运动控制。双向变量柱塞泵 2 在变量斜盘控制用伺服电机 3 的驱动下通过上单向阀 8 或下单向阀 9 将油从油箱 7 中抽出,进入油路循环,为了解决油路压力不够的情况可以在油箱 7 中增加增压机构 6。

[0029] 隔离阀 14 采用两位四通电磁阀。动力控制单元出现故障时,可切换至另一个位置,沟通伺服泵的两个控制油口,隔离其对作动器的影响。故障管理的实现方式为:在伺服泵、作动器上设置压力、压差、转速等传感器,由伺服控制器进行信息的采集处理和判断,然后控制电磁阀进行切换。

[0030] 如图 5 所示,将动力控制单元与液压作动器集成设计,动力控制单元安装在作动器一端的四周。

[0031] 其中,本例给出的增压机构 6 和隔离阀 14 还可以采用其它的适用形式。

[0032] 伺服控制器和电机驱动器视结构布局需要,可以安装在液压作动器上;也安装于箭上其它位置别处,与液压作动器间通过电缆连接。

[0033] 一般情况,一台四冗余伺服控制器和一台电机驱动器可以同时控制一至四台本发明中的伺服机构。

[0034] 如果液氧煤油发动机推力矢量控制功率需要为 30kW,则每个动力控制单元设计功率取 15kW,即液动机和变量柱塞泵功率在 15kW 左右。正常工作时,四台动力控制单元同时工作,每台平均分摊 7.5kW 的功率。如果两台动力控制单元失效,剩余两台仍可以提供全额的控制功率需求。因此,本设计具备“能源和控制部件的两度故障容错能力”。并且,单个动力器件的功率水平与单通道设计相比下降了一半。

[0035] 同时,由于火箭推力矢量控制峰值功率总是瞬时的,经常性功率一般也只是最大功率的 10%~30%。因此,即便只有一台动力单元工作,仍可满足推力矢量控制的最低需求,可以在最危险时刻维持火箭的姿态稳定。因此,本设计具备“能源和控制的三度故障工作”的高可靠工作能力,是现有产品没有的。

[0036] 而用于地面测试的电机则可取 6 ~ 10kW,电机可采用中频永磁同步电机的高比功率设计。

[0037] 变量柱塞泵的功率取 15kW,其变量斜盘的控制功率不超过 1kW,现有的机电伺服控制完全可以胜任。也因此回避了传统电液伺服节流控制易受污染的难题以及单纯机电

伺服机构中的大功率伺服电机控制难题。

[0038] 视使用需要, 伺服机构具体设计可以采用 2 至 4 余度设计。

[0039] 伺服泵、液动机、电机、减速器等部件以及伺服控制器、电机驱动器等产品, 现有发明均有涉及或者有现成产品, 可以作为本发明的部件或一部分。

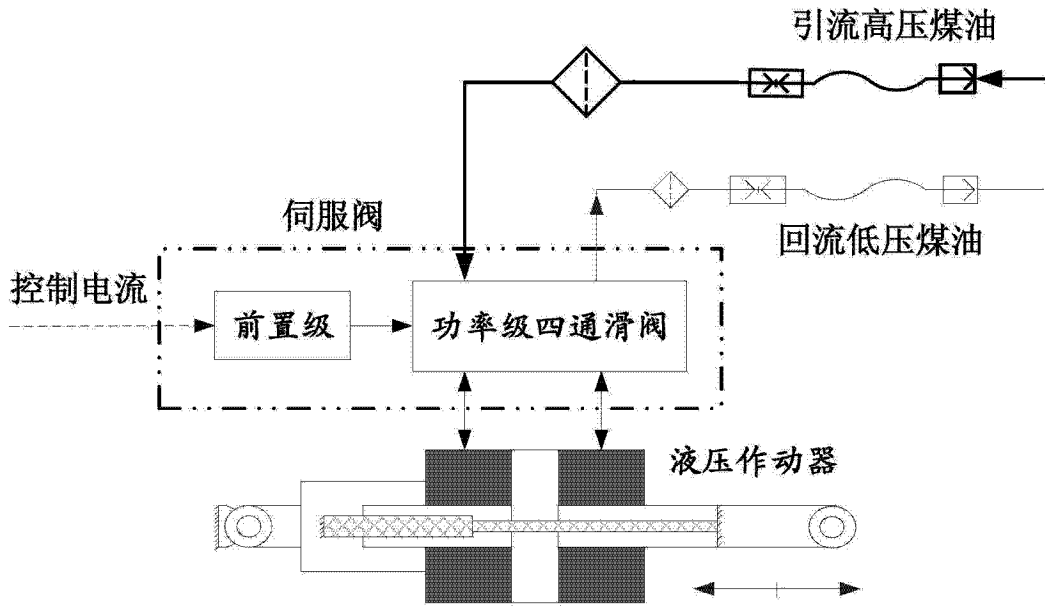


图 1

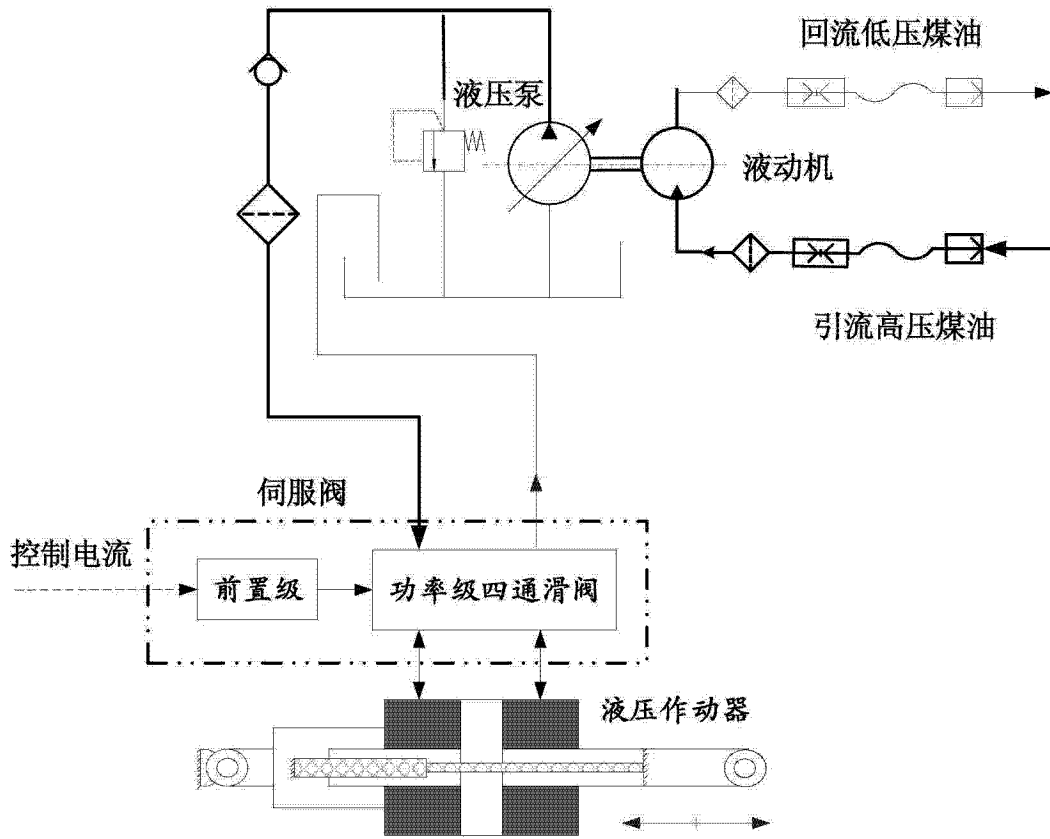


图 2

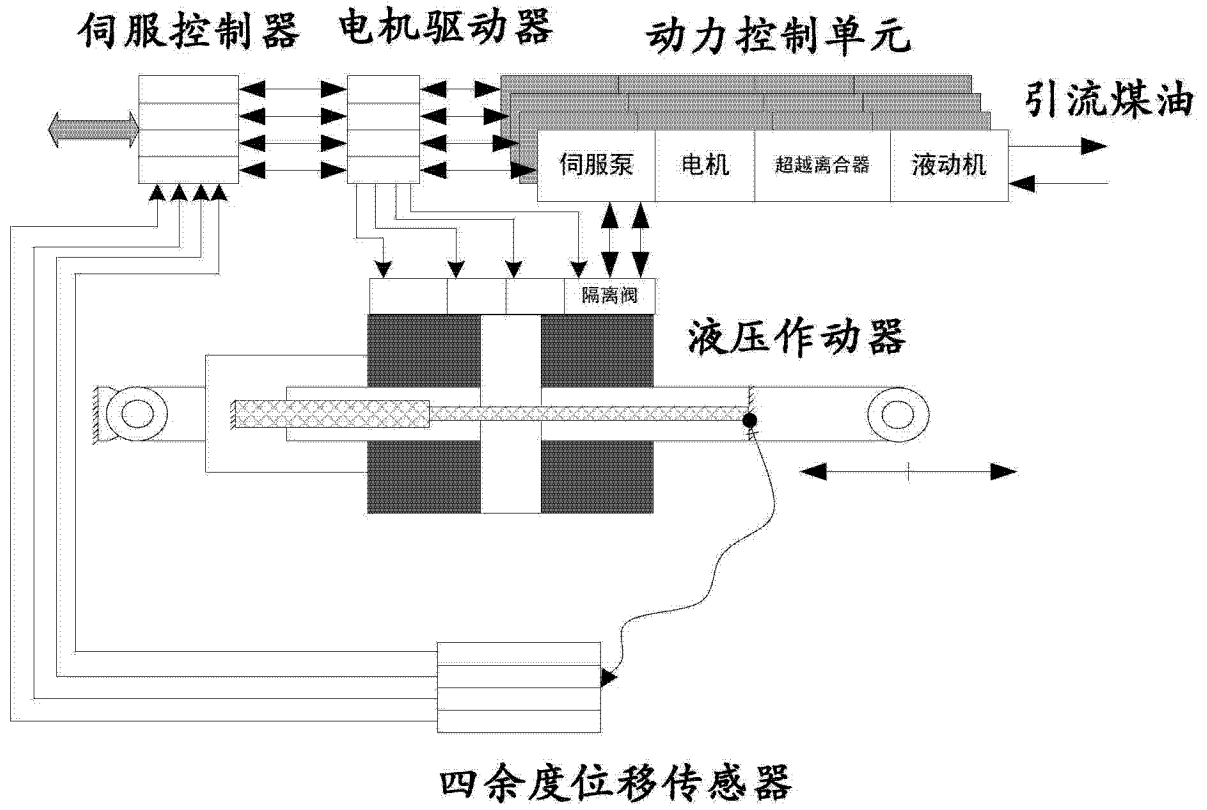


图 3

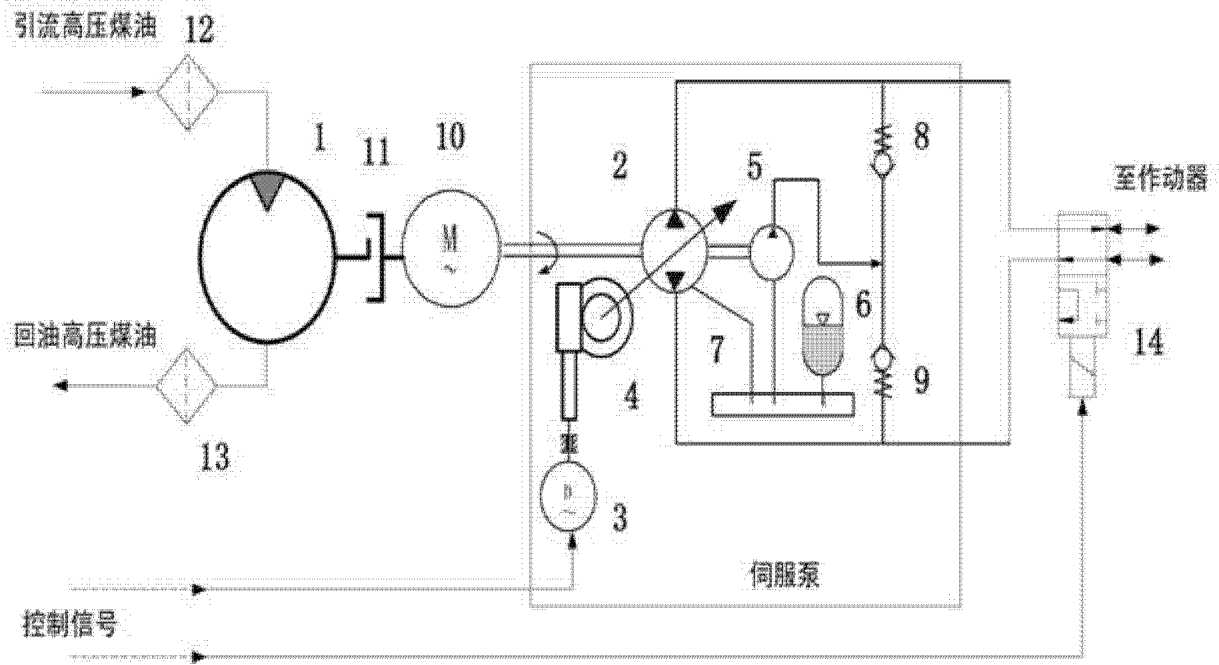


图 4

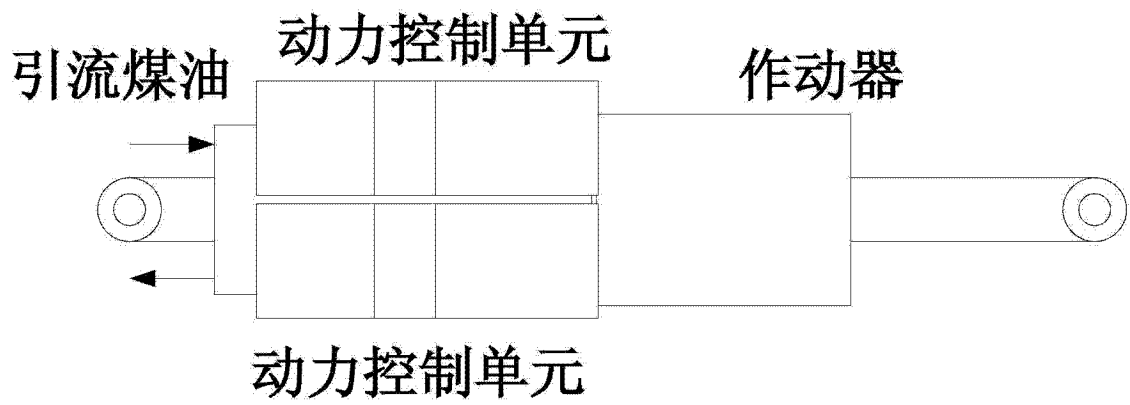


图 5