

多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵及其工作方法

申请号：[201710437839.5](#)

申请日：2017-06-12

申请(专利权)人 [南京航空航天大学](#)

地址 [210016 江苏省南京市秦淮区御道街29号](#)

发明(设计)人 [朱玉川 朱斌 罗樟 李宇阳 王振宇](#)

主分类号 [F04B23/06\(2006.01\)I](#)

分类号 [F04B23/06\(2006.01\)I](#) [F04B49/22\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [107327388A](#)

公开(公告)日 [2017-11-07](#)

专利代理机构 [江苏圣典律师事务所 32237](#)

代理人 [贺翔](#)



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107327388 A

(43)申请公布日 2017. 11. 07

(21)申请号 201710437839.5

(22)申请日 2017.06.12

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 朱玉川 朱斌 罗樟 李宇阳
王振宇

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237
代理人 贺翔

(51)Int. Cl.

F04B 23/06(2006.01)

F04B 49/22(2006.01)

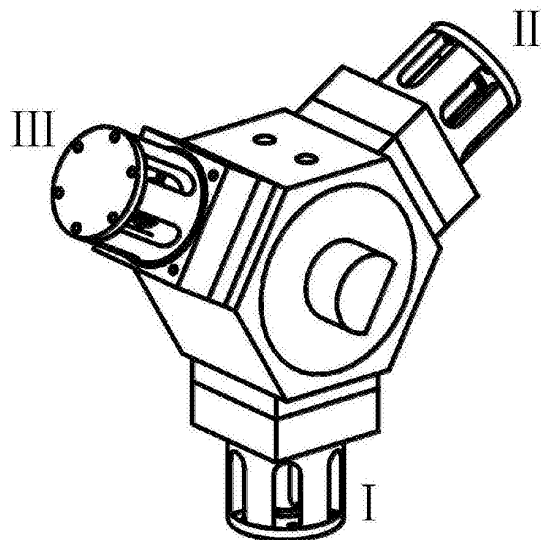
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵
及其工作方法

(57)摘要

本发明公开一种多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵及其工作方法,其中多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵包括3个智能材料泵、配油转阀及其阀体,3个智能材料泵在相位相互相差 120° 的正弦电压作用下,经配油转阀循环配油实现3个智能材料泵的流量循环输出。配油转阀由电机带动旋转,其每转的时间与智能材料泵的驱动电压周期相同,配油转阀上有非对称的 180° 凹槽,实现对智能材料泵的油口与泵腔的连通和断开,将3个智能材料泵的输入电压同时反相,可实现多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵输出流量反向,形成双向泵。



1. 一种多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵, 其特征在于: 包括: 3个沿周向互成 120° 分布的且结构相同的智能材料泵I、智能材料泵II和智能材料泵III, 配油转阀, 阀体;

所述智能材料泵I包括: 外壳(2), 安装于外壳(2)下的底座(1), 安装于外壳(2)内的上端盖(5)与下端盖(3), 安装于外壳(2)内的骨架(11), 安装于骨架(11)内的智能材料棒(12), 安装于智能材料棒(12)上表面的输出杆(4), 安装于输出杆(4)与上端盖(5)之间的碟簧(10), 安装于输出杆(4)上的活塞(6), 安装于活塞上(6)的活塞盖(9), 安装于外壳(2)上的泵罩(7), 安装于泵罩(7)上的泵头(8), 泵头(8)上设有智能材料泵I排油口(1a)、智能材料泵I吸油口(1b), 活塞(6)与输出杆(4)采用螺钉连接, 上端盖(5)、下端盖(3)与外壳(2)采用螺纹连接, 上端盖(5)、碟簧(10)与输出杆(4)为智能材料棒(12)提供预压力;

配油转阀包括: 第一轴肩(13)、第二轴肩(15)和阀芯(14), 所述阀芯(14)两侧有非对称 180° 凹槽、第一轴肩(13)与阀芯(14)形成第一油腔L、第二轴肩(15)与阀芯(14)形成第二油腔R, 配油转阀上的轴通过联轴器与电机相连并由电机带动进行旋转运动;

所述阀体为正六边形, 阀体周向有3对互成 120° 的进(出)油口, 包括与智能材料泵I排油口(1a)相连的智能材料泵I阀体进油口(4a)、与智能材料泵I吸油口(1b)相连的智能材料泵I阀体出油口(4b)、与智能材料泵II排油口(2a)相连的智能材料泵II阀体进油口(5a)、与智能材料泵II吸油口(2b)相连的智能材料泵II阀体出油口(5b)、智能材料泵III排油口(3a)相连的智能材料泵III阀体进油口(6a)、与智能材料泵III吸油口(3b)相连的智能材料泵III阀体出油口(6b)、多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P以及多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T。

2. 如权利要求1所述的多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵, 其特征在于: 智能材料泵I、智能材料泵II和智能材料泵III的驱动电压相位相差 120° , 智能材料泵I、智能材料泵II和智能材料泵III的吸排油周期相差 120° , 电机带动配油转阀的运动周期与驱动正弦电压的周期相同, 凹槽平面与竖直方向呈 60° 为配油转阀的起始位置。

3. 如权利要求1所述的多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵, 其特征在于: 所述智能材料棒中的材料包括磁致伸缩材料、压电材料、电致伸缩材料。

4. 一种多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的工作方法, 其特征在于: 步骤如下:

电机顺时针旋转一圈分为6个阶段, 每一阶段电机旋转 60° , 油液不断从多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P出, 多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T入;

第一阶段智能材料泵I吸油, 智能材料泵I排油口(1a)被阀芯(14)堵住, 智能材料泵I吸油口(1b)与第二油腔R连通, 智能材料泵I从第二油腔R吸油; 智能材料泵II排油, 智能材料泵II排油口(2a)与第一油腔L连通, 智能材料泵II吸油口(2b)被阀芯(14)堵住, 智能材料泵II向第一油腔L排油; 智能材料泵III吸油, 智能材料泵III排油口(3a)被阀芯(14)堵住, 智能材料泵III吸油口(3b)与第二油腔R连通, 智能材料泵III从第二油腔R吸油;

第二阶段, 智能材料泵I排油, 智能材料泵I排油口(1a)与第一油腔L连通, 智能材料泵I吸油口(1b)被阀芯(14)堵住, 智能材料泵I向第一油腔L排油; 智能材料泵II排油, 智能材料泵II排油口(2a)与第一油腔L连通, 智能材料泵II吸油口(2b)被阀芯(14)堵住, 智能材料泵II向第一油腔L排油; 智能材料泵III吸油, 智能材料泵III排油口(3a)被阀芯(14)堵住, 智能材料泵III吸油口(3b)从第二油腔R吸油;

第三阶段,智能材料泵Ⅰ排油,智能材料泵Ⅰ排油口(1a)与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅰ吸油口(1b)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅰ向第一油腔L排油;智能材料泵Ⅱ吸油,智能材料泵Ⅱ排油口(2a)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅱ吸油口(2b)与第二油腔R连通,智能材料泵Ⅱ从第二油腔R吸油;智能材料泵Ⅲ吸油,智能材料泵Ⅲ排油口(3a)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅲ吸油口(3b)与第二油腔R连通,智能材料泵Ⅲ从第二油腔R吸油;

第四阶段,智能材料泵Ⅰ排油,智能材料泵Ⅰ排油口(1a)与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅰ吸油口(1b)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅰ向第一油腔L排油;智能材料泵Ⅱ吸油,智能材料泵Ⅱ排油口(2a)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅱ吸油口(2b)与第二油腔R连通,智能材料泵Ⅱ从第二油腔R吸油;智能材料泵Ⅲ排油,智能材料泵Ⅲ排油口(3a)与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅲ吸油口(3b)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅲ向第一油腔L排油;

第五阶段,智能材料泵Ⅰ吸油,智能材料泵Ⅰ排油口(1a)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅰ吸油口(1b)与第二油腔R连通,智能材料泵Ⅰ从第二油腔R吸油;智能材料泵Ⅱ排油,智能材料泵Ⅱ排油口(2a)与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅱ吸油口(2b)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅱ向第一油腔L排油;智能材料泵Ⅲ排油,智能材料泵Ⅲ排油口(3a)与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅲ吸油口(3b)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅲ向第一油腔L排油;

第六阶段,智能材料泵Ⅰ吸油,智能材料泵Ⅰ排油口(1a)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅰ吸油口(1b)与第二油腔R连通,智能材料泵Ⅰ从第二油腔R吸油;智能材料泵Ⅱ排油,智能材料泵Ⅱ排油口(2a)与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅱ吸油口(2b)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅱ向第一油腔L排油;智能材料泵Ⅲ排油,智能材料泵Ⅲ排油口(3a)与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅲ吸油口(3b)被阀芯(14)堵住,智能材料泵Ⅲ向第一油腔L排油,如此循环往复,油液不断从多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P出,多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T入。

5.如权利要求4所述的多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的工作方法,其特征在于:通过将智能材料泵Ⅰ、智能材料泵Ⅱ和智能材料泵Ⅲ的相位相互差 120° ,当驱动电压信号分别反相,实现多智能材料单元循环泵的吸排油反向,形成双向泵。

多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵及其工作方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及智能材料泵技术领域，尤其涉及一种多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵及其工作方法。

背景技术：

[0002] 液压泵是液压传动系统中的核心动力装置，是能量转换单元。相对于传统泵，新型的智能材料泵其能将传统泵的驱动源部分、传动部分及泵体三者合为一体，可实现结构简单、体积小、重量轻、耗能低、无噪声、无电磁干扰，可根据施加电压或频率控制输出微小流量，智能材料泵已经在医疗、化学、机器人、燃料供给、电子器件水冷技术方案以及航空航天等领域得到了广泛的应用。而与传统液压泵相比，智能材料泵的输出流量小，且由于采用被动阀片或主动阀片，智能材料泵的输出流量存在脉动现象。对于智能材料泵流量的提高，若采用增加智能材料长度或智能材料的简单累加，流量虽会提高，但流量脉动问题会更加严重。因此，对智能材料泵输出流量的提升的同时而不增加流量脉动，对智能材料泵的应用具有重要的工程意义。

发明内容：

[0003] 本发明针对现有技术的不足，提供一种多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵及其工作方法，能够实现智能材料泵流量提升的同时，智能材料泵输出流量脉动减少。

[0004] 本发明采用如下技术方案：一种多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵，包括：3个沿周向互成 120° 分布的且结构相同的智能材料泵Ⅰ、智能材料泵Ⅱ和智能材料泵Ⅲ，配油转阀，阀体；

[0005] 所述智能材料泵Ⅰ包括：外壳，安装于外壳下的底座，安装于外壳内的上端盖与下端盖，安装于外壳内的骨架，安装于骨架内的智能材料棒，安装于智能材料棒上表面的输出杆，安装于输出杆与上端盖之间的碟簧，安装于输出杆上的活塞，安装于活塞上的活塞盖，安装于外壳上的泵罩，安装于泵罩上的泵头，泵头上设有智能材料泵Ⅰ排油口1a、智能材料泵Ⅰ吸油口1b，活塞与输出杆采用螺钉连接，上端盖、下端盖与外壳采用螺纹连接，上端盖、碟簧与输出杆为智能材料棒提供预压力；

[0006] 配油转阀包括：第一轴肩、第二轴肩和阀芯，所述阀芯两侧有非对称 180° 凹槽、第一轴肩与阀芯形成第一油腔L、第二轴肩与阀芯形成第二油腔R，配油转阀上的轴通过联轴器与电机相连并由电机带动进行旋转运动；

[0007] 所述阀体为正六边形，阀体周向有3对互成 120° 的进(出)油口，包括与智能材料泵Ⅰ排油口1a相连的智能材料泵Ⅰ阀体进油口4a、与智能材料泵Ⅰ吸油口1b相连的智能材料泵Ⅰ阀体出油口4b、与智能材料泵Ⅱ排油口2a相连的智能材料泵Ⅱ阀体进油口5a、与智能材料泵Ⅱ吸油口2b相连的智能材料泵Ⅱ阀体出油口5b、智能材料泵Ⅲ排油口3a相连的智能材料泵Ⅲ阀体进油口6a、与智能材料泵Ⅲ吸油口3b相连的智能材料泵Ⅲ阀体出油口6b、多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P以及多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵

进油口T。

[0008] 进一步地,智能材料泵I、智能材料泵II和智能材料泵III的驱动电压相位相差 120° ,智能材料泵I、智能材料泵II和智能材料泵III的吸排油周期相差 120° ,电机带动配油转阀的运动周期与驱动正弦电压的周期相同,凹槽平面与竖直方向呈 60° 为配油转阀的起始位置。

[0009] 进一步地,所述智能材料棒中的材料包括磁致伸缩材料、压电材料、电致伸缩材料。

[0010] 本发明还采用如下技术方案:一种多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的工作方法,步骤如下:

[0011] 电机顺时针旋转一圈分为6个阶段,每一阶段电机旋转 60° ,油液不断从多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P出,多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T入;

[0012] 第一阶段智能材料泵I吸油,智能材料泵I排油口1a被阀芯堵住,智能材料泵I吸油口1b与第二油腔R连通,智能材料泵I从第二油腔R吸油;智能材料泵II排油,智能材料泵II排油口2a与第一油腔L连通,智能材料泵II吸油口2b被阀芯堵住,智能材料泵II向第一油腔L排油;智能材料泵III吸油,智能材料泵III排油口3a被阀芯堵住,智能材料泵III吸油口3b与第二油腔R连通,智能材料泵III从第二油腔R吸油;

[0013] 第二阶段,智能材料泵I排油,智能材料泵I排油口1a与第一油腔L连通,智能材料泵I吸油口1b被阀芯堵住,智能材料泵I向第一油腔L排油;智能材料泵II排油,智能材料泵II排油口2a与第一油腔L连通,智能材料泵II吸油口2b被阀芯堵住,智能材料泵II向第一油腔L排油;智能材料泵III吸油,智能材料泵III排油口3a被阀芯堵住,智能材料泵III吸油口3b从第二油腔R吸油;

[0014] 第三阶段,智能材料泵I排油,智能材料泵I排油口1a与第一油腔L连通,智能材料泵I吸油口1b被阀芯堵住,智能材料泵I向第一油腔L排油;智能材料泵II吸油,智能材料泵II排油口2a被阀芯堵住,智能材料泵II吸油口2b与第二油腔R连通,智能材料泵II从第二油腔R吸油;智能材料泵III吸油,智能材料泵III排油口3a被阀芯堵住,智能材料泵III吸油口3b与第二油腔R连通,智能材料泵III从第二油腔R吸油;

[0015] 第四阶段,智能材料泵I排油,智能材料泵I排油口1a与第一油腔L连通,智能材料泵I吸油口1b被阀芯堵住,智能材料泵I向第一油腔L排油;智能材料泵II吸油,智能材料泵II排油口2a被阀芯堵住,智能材料泵II吸油口2b与第二油腔R连通,智能材料泵II从第二油腔R吸油;智能材料泵III排油,智能材料泵III排油口3a与第一油腔L连通,智能材料泵III吸油口3b被阀芯堵住,智能材料泵III向第一油腔L排油;

[0016] 第五阶段,智能材料泵I吸油,智能材料泵I排油口1a被阀芯堵住,智能材料泵I吸油口1b与第二油腔R连通,智能材料泵I从第二油腔R吸油;智能材料泵II排油,智能材料泵II排油口2a与第一油腔L连通,智能材料泵II吸油口2b被阀芯堵住,智能材料泵II向第一油腔L排油;智能材料泵III排油,智能材料泵III排油口3a与第一油腔L连通,智能材料泵III吸油口3b被阀芯堵住,智能材料泵III向第一油腔L排油;

[0017] 第六阶段,智能材料泵I吸油,智能材料泵I排油口1a被阀芯堵住,智能材料泵I吸油口1b与第二油腔R连通,智能材料泵I从第二油腔R吸油;智能材料泵II排油,智能材料泵

Ⅱ排油口2a与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅱ吸油口2b被阀芯堵住,智能材料泵Ⅱ向第一油腔L排油;智能材料泵Ⅲ排油,智能材料泵Ⅲ排油口3a与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅲ吸油口3b被阀芯堵住,智能材料泵Ⅲ向第一油腔L排油,如此循环往复,油液不断从多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P出,多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T入。

[0018] 进一步地,通过将智能材料泵Ⅰ、智能材料泵Ⅱ和智能材料泵Ⅲ的相位相互差 120° ,当驱动电压信号分别反相,实现多智能材料单元循环泵的吸排油反向,形成双向泵。

[0019] 本发明具有如下有益效果:本发明多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵,将三个智能材料泵沿着周向互成 120° 对称分布,配油转阀由电机带动以与智能材料泵驱动周期相匹配的转速进行旋转运动,通过配油转阀实现智能材料泵的流量累加输出的同时,输出流量的脉动减少,提高智能材料泵工作时的可靠性,将三个智能材料泵驱动电压的相位分别反向,可以实现多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的吸排油反向,形成双向泵。

附图说明:

[0020] 图1为本发明多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的整体结构图。

[0021] 图2为图1中单个智能材料泵的结构示意图。

[0022] 图3为本发明多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的配油转阀。

[0023] 图4为本发明多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的配油转阀阀体。

[0024] 图5为本发明实施例提供的三个智能材料泵的吸排油时序图。

[0025] 其中:

[0026] 1-底座,2-外壳、3-下端盖、4-输出杆、5-上端盖、6-活塞、7-泵罩、8-泵头、9-活塞盖、10-碟簧、11-骨架、12-智能材料棒、13-第一轴肩、14-阀芯、15-第二轴肩、1a-智能材料泵Ⅰ排油口、1b-智能材料泵Ⅰ吸油口、2a-智能材料泵Ⅱ排油口、2b-智能材料泵Ⅱ吸油口、3a-智能材料泵Ⅲ排油口、3b-智能材料泵Ⅲ吸油口、4a-智能材料泵Ⅰ阀体进油口、4b-智能材料泵Ⅰ阀体出油口、5a-智能材料泵Ⅱ阀体进油口、5b-智能材料泵Ⅱ阀体出油口、6a-智能材料泵Ⅲ阀体进油口、6b-智能材料泵Ⅲ阀体出油口、P-多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口、T-多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口。

具体实施方式:

[0027] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0028] 如图1所示,本发明多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵包括:3个沿周向互成 120° 分布的智能材料泵Ⅰ、智能材料泵Ⅱ和智能材料泵Ⅲ;配油转阀;阀体。

[0029] 智能材料泵Ⅰ、智能材料泵Ⅱ和智能材料泵Ⅲ的结构相同,智能材料泵Ⅰ包括:外壳2,安装于外壳2下的底座1,安装于外壳2内的上端盖5与下端盖3,安装于外壳2内的骨架11,安装于骨架11内的智能材料棒12,安装于智能材料棒12上表面的输出杆4,安装于输出杆4与上端盖5之间的碟簧10,安装于输出杆4上的活塞6,安装于活塞6上的活塞盖9,安装于外壳2上的泵罩7,安装于泵罩7上的泵头8,泵头8上设有智能材料泵Ⅰ排油口1a、智能材料泵Ⅰ吸油口1b,活塞6与输出杆4采用螺钉连接,上端盖5、下端盖3与外壳2采用螺纹连接,上端盖5、碟簧10与输出杆4为智能材料棒12提供预压力。

[0030] 配油转阀包括：第一轴肩13、第二轴肩15和阀芯14，阀芯14两侧有非对称180°凹槽、第一轴肩13与阀芯14形成第一油腔L、第二轴肩15与阀芯14形成第二油腔R，配油转阀上的轴通过联轴器与电机（未图示）相连并由电机带动进行旋转运动，凹槽平面与竖直方向呈60°为配油转阀的起始位置。

[0031] 阀体为正六边形，阀体周向有3对互成120°的进（出）油口，包括与智能材料泵I排油口1a相连的智能材料泵I阀体进油口4a、与智能材料泵I吸油口1b相连的智能材料泵I阀体出油口4b、与智能材料泵II排油口2a相连的智能材料泵II阀体进油口5a、与智能材料泵II吸油口2b相连的智能材料泵II阀体出油口5b、智能材料泵III排油口3a相连的智能材料泵III阀体进油口6a、与智能材料泵III吸油口3b相连的智能材料泵III阀体出油口6b、多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P以及多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T。

[0032] 三个智能材料泵在正弦电压作用下吸、排油。一个周期内，智能材料泵一半周期在排油，一半周期在吸油；三个智能材料泵的驱动电压相位相差120°，3个智能材料泵的吸排油周期相差120°，电机带动配油转阀的运动周期与驱动正弦电压的周期相同，凹槽平面与竖直方向呈60°为配油转阀的起始位置。

[0033] 智能材料棒中的材料包括磁致伸缩材料、压电材料、电致伸缩材料。

[0034] 本发明多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵的工作方法，包括如下步骤：

[0035] 电机顺时针旋转一圈分为6个阶段，每一阶段电机旋转60°，油液不断从多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P出，多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T入。

[0036] 第一阶段智能材料泵I吸油，智能材料泵I排油口1a被阀芯14堵住，智能材料泵I吸油口1b与第二油腔R连通，智能材料泵I从第二油腔R吸油；智能材料泵II排油，智能材料泵II排油口2a与第一油腔L连通，智能材料泵II吸油口2b被阀芯14堵住，智能材料泵II向第一油腔L排油；智能材料泵III吸油，智能材料泵III排油口3a被阀芯14堵住，智能材料泵III吸油口3b与第二油腔R连通，智能材料泵III从第二油腔R吸油。

[0037] 第二阶段，智能材料泵I排油，智能材料泵I排油口1a与第一油腔L连通，智能材料泵I吸油口1b被阀芯14堵住，智能材料泵I向第一油腔L排油；智能材料泵II排油，智能材料泵II排油口2a与第一油腔L连通，智能材料泵II吸油口2b被阀芯14堵住，智能材料泵II向第一油腔L排油；智能材料泵III吸油，智能材料泵III排油口3a被阀芯14堵住，智能材料泵III吸油口3b从第二油腔R吸油。

[0038] 第三阶段，智能材料泵I排油，智能材料泵I排油口1a与第一油腔L连通，智能材料泵I吸油口1b被阀芯14堵住，智能材料泵I向第一油腔L排油；智能材料泵II吸油，智能材料泵II排油口2a被阀芯14堵住，智能材料泵II吸油口2b与第二油腔R连通，智能材料泵II从第二油腔R吸油；智能材料泵III吸油，智能材料泵III排油口3a被阀芯14堵住，智能材料泵III吸油口3b与第二油腔R连通，智能材料泵III从第二油腔R吸油。

[0039] 第四阶段，智能材料泵I排油，智能材料泵I排油口1a与第一油腔L连通，智能材料泵I吸油口1b被阀芯14堵住，智能材料泵I向第一油腔L排油；智能材料泵II吸油，智能材料泵II排油口2a被阀芯14堵住，智能材料泵II吸油口2b与第二油腔R连通，智能材料泵II从第二油腔R吸油；智能材料泵III排油，智能材料泵III排油口3a与第一油腔L连通，智能材料泵III

吸油口3b被阀芯14堵住,智能材料泵Ⅲ向第一油腔L排油。

[0040] 第五阶段,智能材料泵I吸油,智能材料泵I排油口1a被阀芯14堵住,智能材料泵I吸油口1b与第二油腔R连通,智能材料泵I从第二油腔R吸油;智能材料泵Ⅱ排油,智能材料泵Ⅱ排油口2a与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅱ吸油口2b被阀芯14堵住,智能材料泵Ⅱ向第一油腔L排油;智能材料泵Ⅲ排油,智能材料泵Ⅲ排油口3a与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅲ吸油口3b被阀芯14堵住,智能材料泵Ⅲ向第一油腔L排油。

[0041] 第六阶段,智能材料泵I吸油,智能材料泵I排油口1a被阀芯14堵住,智能材料泵I吸油口1b与第二油腔R连通,智能材料泵I从第二油腔R吸油;智能材料泵Ⅱ排油。智能材料泵Ⅱ排油口2a与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅱ吸油口2b被阀芯14堵住,智能材料泵Ⅱ向第一油腔L排油;智能材料泵Ⅲ排油,智能材料泵Ⅲ排油口3a与第一油腔L连通,智能材料泵Ⅲ吸油口3b被阀芯14堵住,智能材料泵Ⅲ向第一油腔L排油。如此循环往复,油液不断从多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵出油口P出,多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵进油口T入。

[0042] 通过将三个智能材料泵的相位相互差 120° ,当驱动电压信号分别反相,可实现多智能材料单元循环泵的吸排油反向,形成双向泵。

[0043] 图5为图1中多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵中三个智能材料泵的工作时序图,三个智能材料泵的驱动电压相位相互差 120° ,活塞位移也相互差 120° ,由活塞位移可得三个智能材料泵的吸排油状态:0-吸油、1-排油;电机带动配油转阀旋转一圈的时间与智能材料泵吸排油一次的时间相同,三个智能材料泵处于排油状态时,配油转阀将智能材料泵I吸油口1b、智能材料泵Ⅱ吸油口2b、智能材料泵Ⅲ吸油口3b堵住,智能材料泵I排油口1a、智能材料泵Ⅱ排油口2a、智能材料泵Ⅲ排油口3a与第一油腔L连通,智能材料泵向第一油腔L排油,多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵从P口出油;三个智能材料泵处于吸油状态时,配油转阀将智能材料泵I排油口1a、智能材料泵Ⅱ排油口2a、智能材料泵Ⅲ排油口3a堵住,智能材料泵I吸油口1b、智能材料泵Ⅱ吸油口2b、智能材料泵Ⅲ吸油口3b与第二油腔R连通,智能材料泵从第二油腔R吸油,多智能材料单元驱动的循环配油式柱塞泵从T口吸油;三个智能材料泵驱动电压信号反向即图5中三个活塞位移信号的反向,可以实现多智能材料单元循环泵的吸排油反向即第一油腔L吸油(P口吸油)、第二油腔R排油(T口排油),形成双向泵。

[0044] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下还可以作出若干改进,这些改进也应视为本发明的保护范围。

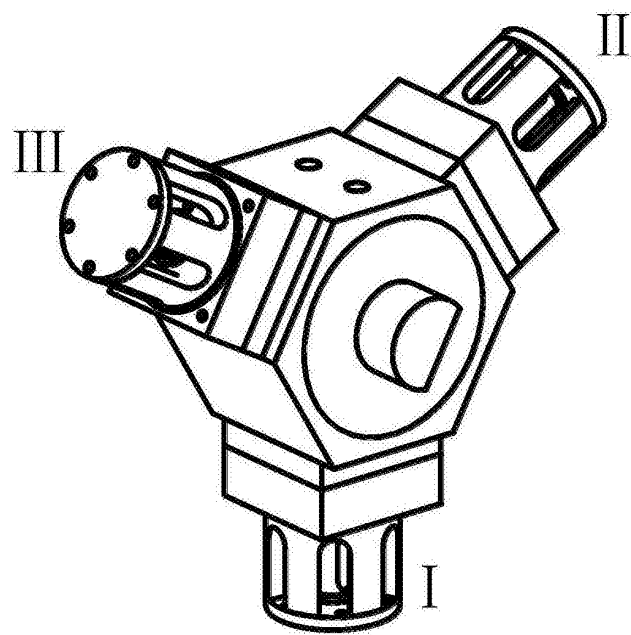


图1

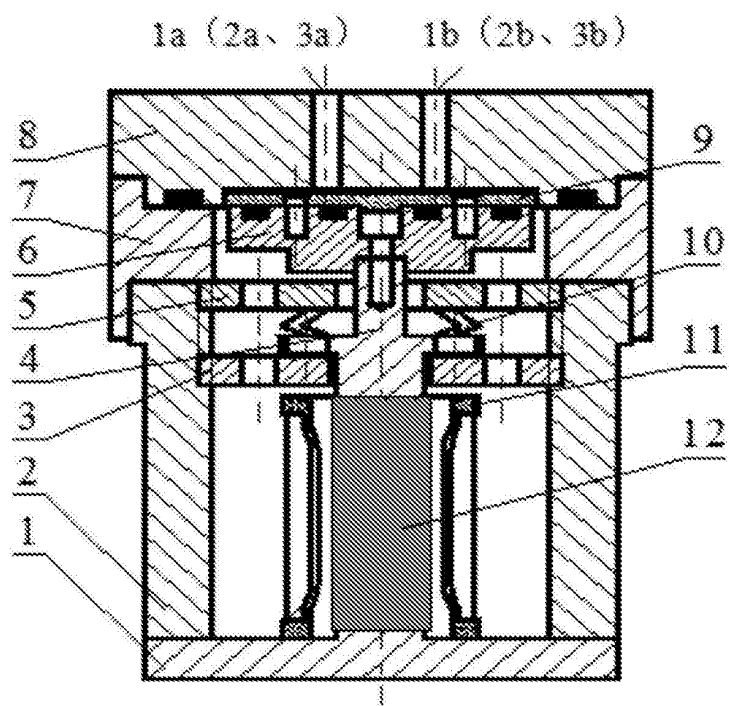


图2

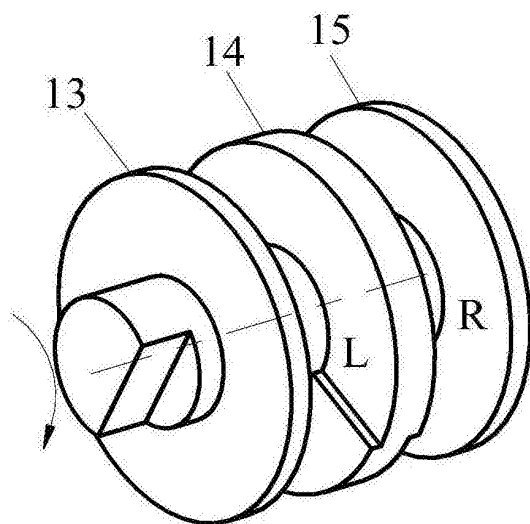


图3

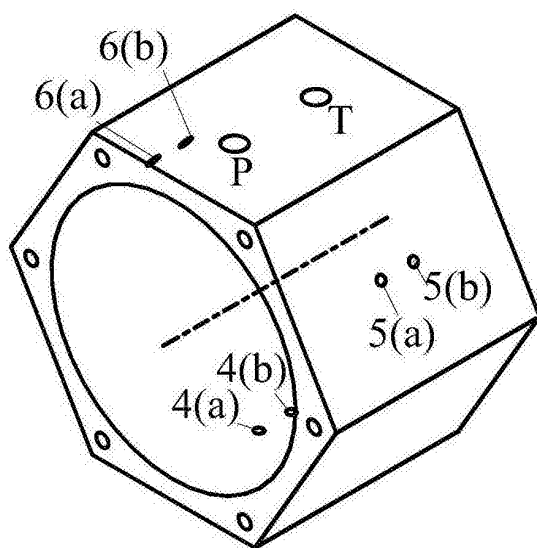


图4

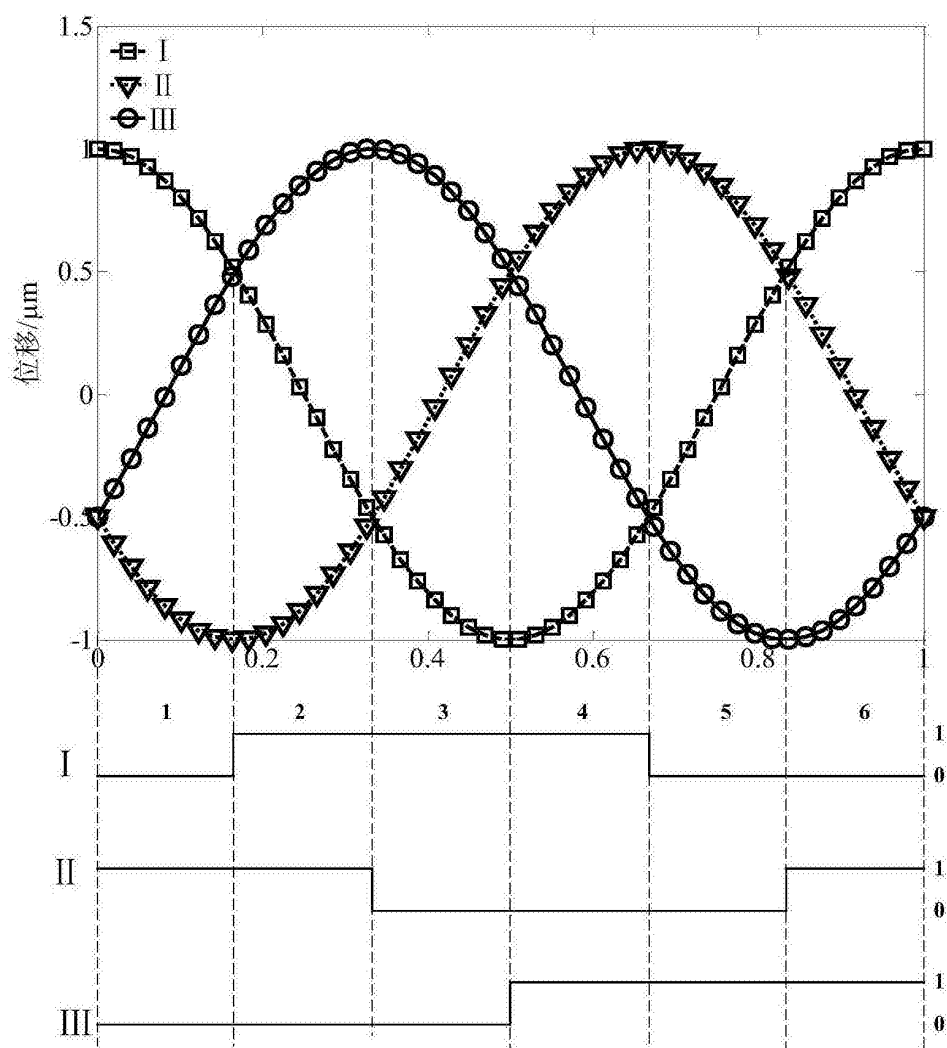


图5