

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520068382.8

[51] Int. Cl.

*B25J 11/00 (2006.01)*

*B25J 13/00 (2006.01)*

*B25J 17/00 (2006.01)*

[45] 授权公告日 2006 年 4 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 2774717Y

[22] 申请日 2005.1.17

[21] 申请号 200520068382.8

[73] 专利权人 江南大学

地址 214036 江苏省无锡市惠河路 170 号

[72] 设计人 章 军 须文波 吕 兵

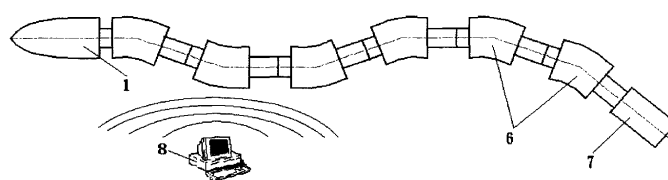
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

## [54] 实用新型名称

多自由度柔性关节的蛇形机器人

## [57] 摘要

本实用新型涉及多自由度柔性关节的蛇形机器人，这种蛇形机器人具有稳定性好、横截面小、柔性等特点，能在各种粗糙、陡峭、崎岖的复杂地形上行走，并可攀爬障碍物，因此，在救援、探查、星球探测等方面具有广阔的应用前景，并为研究蛇类运动的运动机理、动力学、运动控制方法等提供实验本体，属于机器人应用技术领域。蛇的基本单元——柔性关节模块，该关节模块有多自由度气动式柔性关节、微型步进电机、微型步进电机驱动器、旋转配气阀组成；以此关节模块为蛇的主干，连接成如蛇的脊椎骨式的结构，并同蛇头的接收与控制装置和蛇尾的微型气泵连接一体，构成蛇形机器人；以主控计算机发出的遥控信号，控制蛇形机器人的运动。



1. 本实用新型涉及多自由度柔性关节的蛇形机器人，其特征是：蛇的头部有带天线的接收与控制装置(1)、中部的多个柔性关节模块(6)、尾部的微型气泵(7)，它们连接成如蛇的脊椎骨式的结构，外部有发出遥控信号的主控计算机(8)；在柔性关节模块(6)连接处的下面分散地装有电池(3)，最后由电源线(2)串联成电池组，气动软总管(4)、数据总线(5)安排在蛇的上部；电源线(2)、电池(3)、气动软总管(4)、数据总线(5)的安装均在蛇的中心垂直平面上。

2. 根据权利要求1所述的多自由度柔性关节的蛇形机器人，其特征在于所述柔性关节模块(6)的结构如下：波壳(11)靠卡箍(10)夹紧在头座(9)和尾座(12)的卡口上，波壳(11)、头座(9)和尾座(12)构成的封闭空腔；气体通过软管(15)和接头(14)进入关节空腔，接头(14)与尾座(12)间有密封圈(13)密封，由上述零件构成了一个独立的气体驱动肌肉组件；气体驱动肌肉组件的两端由导向块(17)定位头座(9)、尾座(12)和两端的正多边形座(19)的导向方槽内，再由内六角螺栓(16)分别固定在两端的正多边形座(19)上，球形万向节(18)的两端由螺母与两端的正多边形座(19)紧固，并且球形万向节(18)两端的轴颈与两端的正多边形座(19)中间孔的配合是间隙配合；微型步进电机(21)驱动旋转配气阀(22)转动或定位，微型步进电机(21)的驱动器(20)、微型步进电机(21)、旋转配气阀(22)均安装在支架(23)上，支架(23)可以将多个柔性关节模块(6)串联连接。

3. 根据权利要求2所述的多自由度柔性关节的蛇形机器人的柔性关节模块(6)，其特征在于所述的转动配气阀(22)结构如下：阀芯(24)靠滚针轴承(29)支撑在前盖(25)和后盖(30)上，前盖(25)和后盖(30)靠轴向凸缘止口与阀壳体(27)的中孔定位，并用沉头螺钉连接，前盖(25)和后盖(30)的侧面嵌有密封圈(26)，阀壳体(27)中孔内用胶粘接弹性密封衬套(28)。

---

4. 根据权利要求 2 所述的一种摆动式柔性关节的仿生机器鱼的柔性关节模块 (6), 其特征在于所述的波壳 (11) 的单节波壳的纵截面形状是“V”、“U”、“Ω”等形状的橡胶波纹管。

## 多自由度柔性关节的蛇形机器人

### 技术领域：

本实用新型涉及多自由度柔性关节的蛇形机器人，这种蛇形机器人具有稳定性好、横截面小、柔性等特点，能在各种粗糙、陡峭、崎岖的复杂地形上行走，亦可攀爬障碍物，这是以轮子或腿作为行走工具的机器人难以做到的，因此，在救援、探查、星球探测等方面具有广阔的应用前景，并为研究蛇类运动的运动机理、动力学、运动控制方法等提供实验本体，属于机器人应用技术领域。

### 背景技术：

本实用新型作出以前，在已有技术中，对于机器蛇形机器人来说，按照结构形式的不同，可分为两类：第一类是由带有轮子的模块串连而成，运动直接由轮子驱动或蛇体波的传播产生，缺点是只能在平面内运动。第二类是刚性杆组成的链状结构，运动由关节之间的扭转作用产生，可实现多种平面和空间运动，相对第一类蛇形机器人其缺点是运动速度低。上述两类蛇形机器人均以各类电机为动力，采用的是各种纯机械结构，是刚性结构，不能较好地模仿蛇类的运动特征，动作不够灵活。

### 发明内容：

本实用新型的目的在于克服上述不足之处，本实用蛇形机器人在仿照蛇的结构特点和运动机理的基础上，构思了蛇的基本单元——柔性关节模块，该关节模块有多自由度气动式柔性关节、微型步进电机、微型步进电机驱动器、旋转配气阀组成；以此关节模块为蛇的主干，连接成如蛇的脊椎骨式的结构，并同蛇头的接收与控制装置和蛇尾的微型气泵连接一体，构成蛇形机器人；以主控计算机发出的遥控信号，控制蛇形机器人的运动。多自由度柔性关节采用球形万向节为骨架，波壳受气体压力后轴向膨胀作为肌肉动力，可实现多种平面和空间运动，如蜿蜒、行波、爬坡、滚动、侧向运动等，动作灵活，耗能小，控制简单。

本实用新型的主要解决方案是这样实现的：

蛇的头部有带天线的接收与控制装置 1、中部的多个柔性关节模块 6、尾部的微型气泵 7，它们连接成如蛇的脊椎骨式的结构，外部有发出遥控信号的主控计算机 8；考虑到重量均衡、重心要低，在关节模块连接处的下面分散地装有电池 3，最后由电源线 2 串联成电池组，气动软总管 4、数据总线 5 安排在蛇的上部；电源线 2、电池 3、气动软总管 4、数据总线 5 的安装均在蛇的中心垂直平面上。

本实用新型与已有技术相比具有以下优点：

本实用新型蛇形机器人由蛇的基本单元——柔性关节模块构成，根据工作要求，模块数量可多可少；多自由度柔性关节采用球形万向节为骨架，波壳受气体压力后轴向膨胀作为肌肉动力，可实现多种平面和空间运动；具有稳定性好、横截面小、柔性等特点。

附图说明：

图 1 为本实用新型蛇形机器人的主视图

图 2 为本实用新型蛇形机器人的俯视图

图 3 为本实用新型蛇形机器人柔性关节的 B-B 剖视图

图 4 为本实用新型蛇形机器人柔性关节的 A-A 剖视旋转图

图 5 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 A-A 剖视图

图 6 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的主剖视图

图 7 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 E-E 剖视图

图 8 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 D-D 剖视图

图 9 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 C-C 剖视图

图 10 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 B-B 剖视图

图 11 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 I-I 剖视图

图 12 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 H-H 剖视图

图 13 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 G-G 剖视图

图 14 为本实用新型蛇形机器人转动配气阀的 F-F 剖视图

图 15 为本实用新型蛇形机器人柔性关节模块气动连接图

具体实施方式：

下面本实用新型将结合附图中的实施例作进一步描述：

如附图 1、2 所示的蛇形机器人的基本构造是：接收与控制装置 1、电源线 2、电池 3、气动软总管 4、数据总线 5、柔性关节模块 6、微型气泵 7、主控计算机 8 等组成。

蛇的柔性关节模块 6 的结构如附图 3、4 所示：波壳 11（单节波壳的纵截面形状是“V”、“U”、“Ω”等形状的橡胶波纹管）靠卡箍 10 夹紧在头座 9 和尾座 12 的卡口上，波壳 11、头座 9 和尾座 12 构成的封闭空腔；气体通过软管 15 和接头 14 进入关节空腔，接头 14 与尾座 12 间有密封圈 13 密封；由上述零件构成了一个独立的气体驱动肌肉组件。气体驱动肌肉组件的两端由导向块 17 定位头座 9、尾座 12 和两端的正多边形座 19 的导向方槽内，再由内六角螺栓 16 固定在两端的正多边形座 19 上，球形万向节 18 的两端由螺母与与两端的正多边形座 19 紧固，并且球形万向节 18 两端的轴颈与正多边形座 19 中间孔的配合是间隙配合。微型步进电机 21 驱动旋转配气阀 22 转动或定位，微型步进电机 21 的驱动器 20、微型步进电机 21、旋转配气阀 22 均安装在支架 23 上，支架 23 可以将多个柔性关节模块 6 串联连接。

本实用新型所述波壳 11 的单节波壳的纵截面形状是“V”、“U”、“Ω”等形状的橡胶波纹管。

转动配气阀 22 的结构如附图 5~14 所示：焊接结构的阀芯 24 靠滚针轴承 29 支撑在前盖 25 和后盖 30 上，前盖 25 和后盖 30 靠轴向凸缘止口与阀壳体 27 的中孔定位，并用沉头螺钉连接，前盖 25 和后盖 30 的侧面嵌有密封圈 26，阀壳体 27 中孔内用胶粘接弹性密封衬套 28。

下面为本实用新型仿生机器蛇形机器人的工作原理及工作过程：

如附图 15 所示，柔性关节模块中的波壳 I—O<sub>1</sub> 口相连、波壳 IV—O<sub>2</sub> 口相连，它们起水平弯曲作用，且 O<sub>1</sub>、O<sub>2</sub> 口相邻，水平弯曲反应快，蛇的游动速度快；因上下弯曲时受力较大，关节的波壳中 II、III、V、VI 两两并联后，再与旋转配气阀的阀口连接，即形成 II—III—O<sub>3</sub>、V—VI—O<sub>4</sub> 的连接，这样也减少了旋转配气阀的轴向尺寸。

由微型步进电机 21 驱动的旋转配气阀 22，旋转配气阀 22 的阀芯 24 是

由无缝钢管两端焊接轴颈后加工而成的，这样既可以减少重量、加工简单，其空腔与气动软总管 4 组合起来，又可以起到储气罐的作用；弹性密封衬套 28 靠胶水粘在阀壳体上。微型气泵泵出的气体从气动软总管 4 进入旋转配气阀 22 的 P 口、由环槽、经阀芯中空腔、再从小半环窄槽到 O<sub>1</sub> 口、进入柔性关节的波壳 I；此时，柔性关节的波壳 II—III 经 O<sub>3</sub> 口、大半环宽槽后，由出口通大气；柔性关节的其它波壳 IV、V—VI 此时同样也通大气。阀芯转动后，经转换，波壳的接通泵出气体的次序依次是：IV、II—III、V—VI，实现转动配气作用；微型步进电机可以停在某一位置，保持相应波壳冲气或闭气状态；关节水平面横向弯曲摆动时，相对方向的波壳 I、IV 反复冲气、闭气、放气，由微型步进电机正、定位停转和反转来实现。

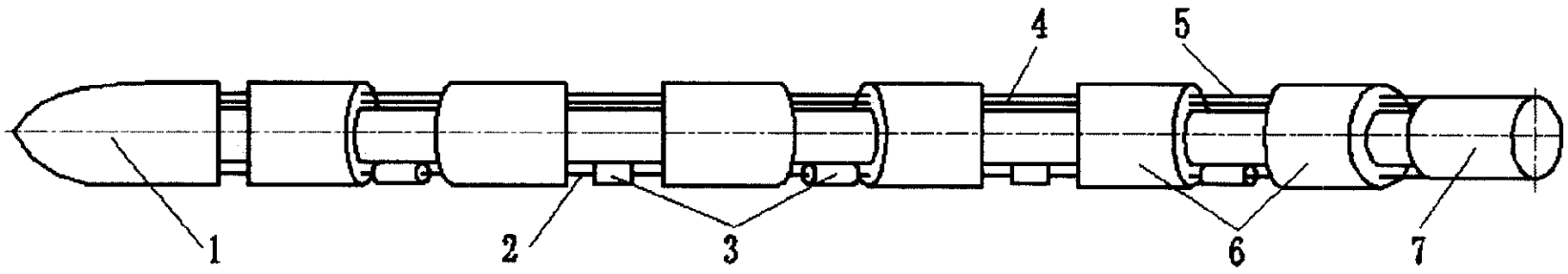


图 1

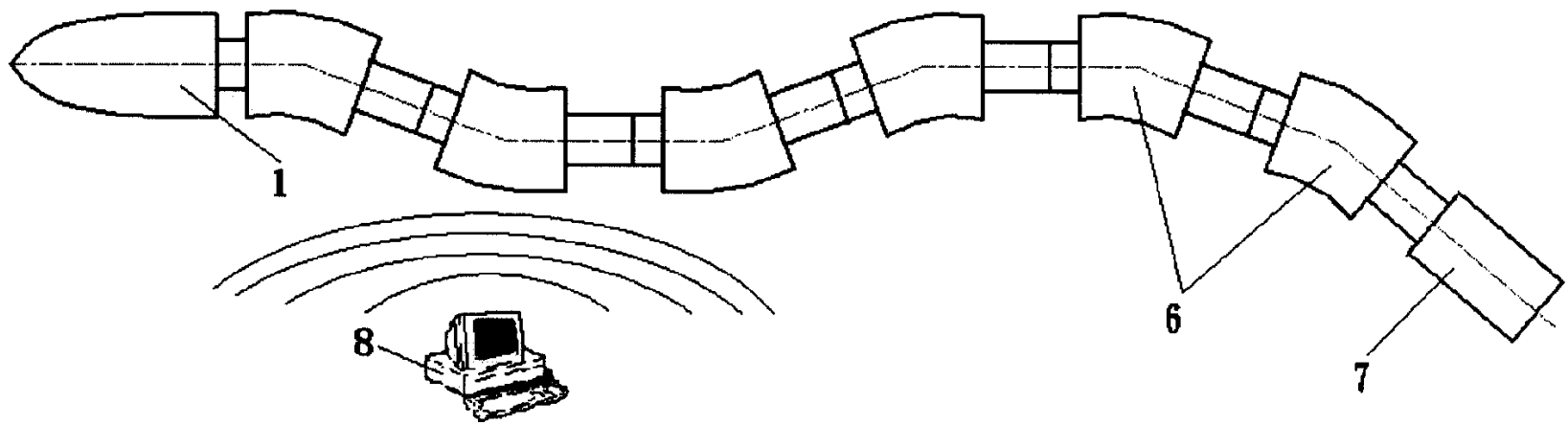


图 2

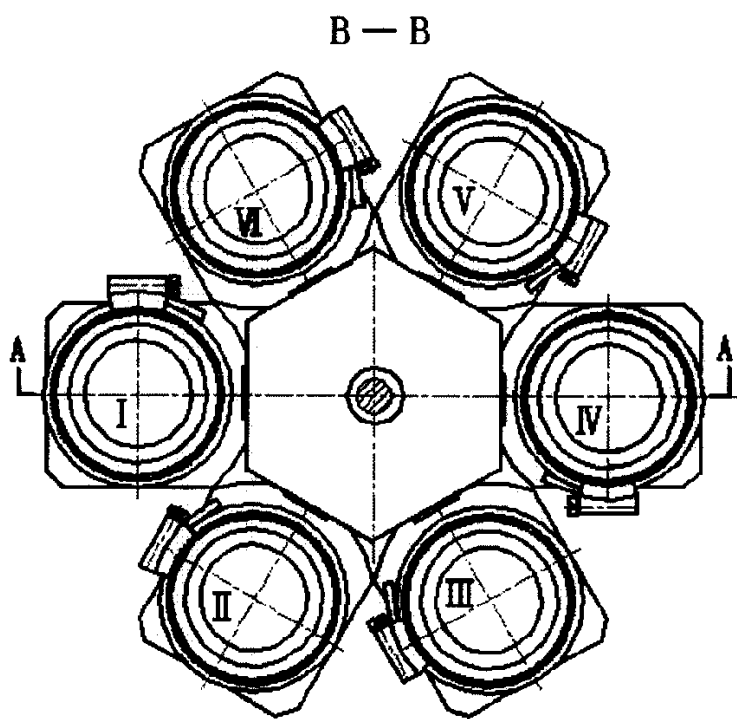


图 3

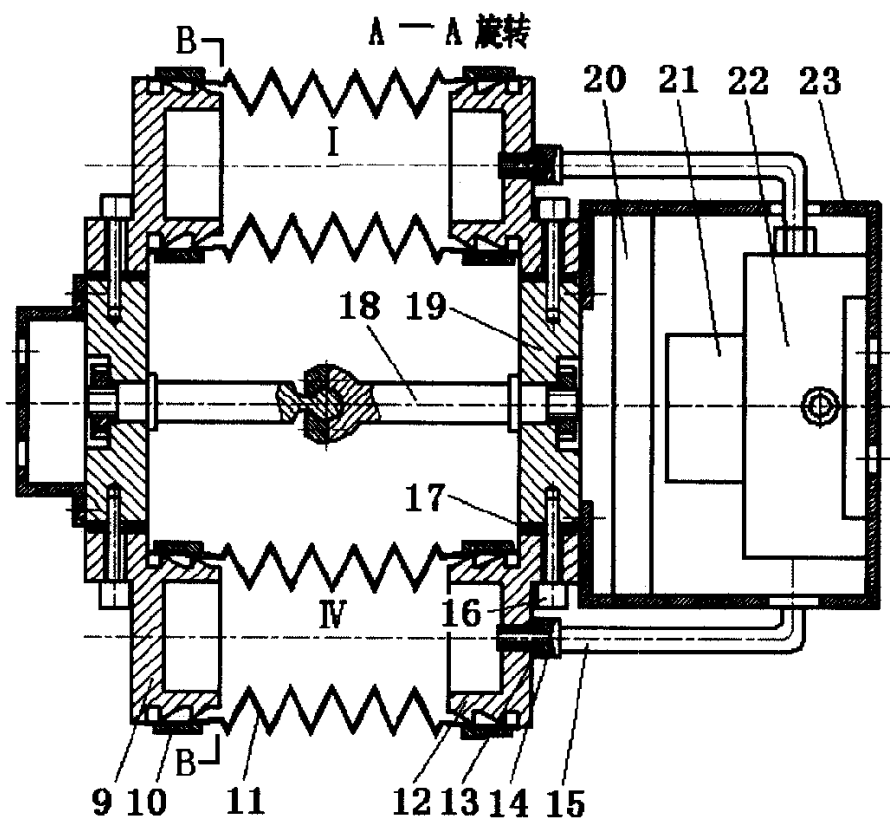


图 4



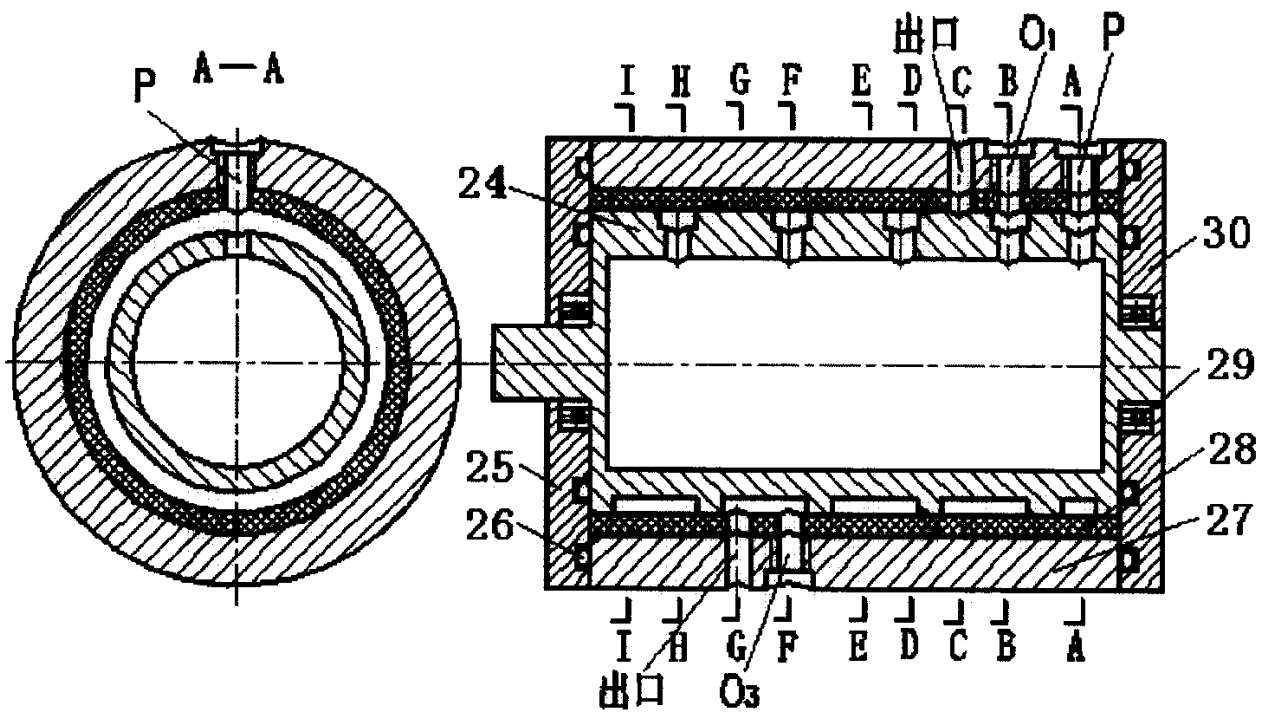


图 5

图 6

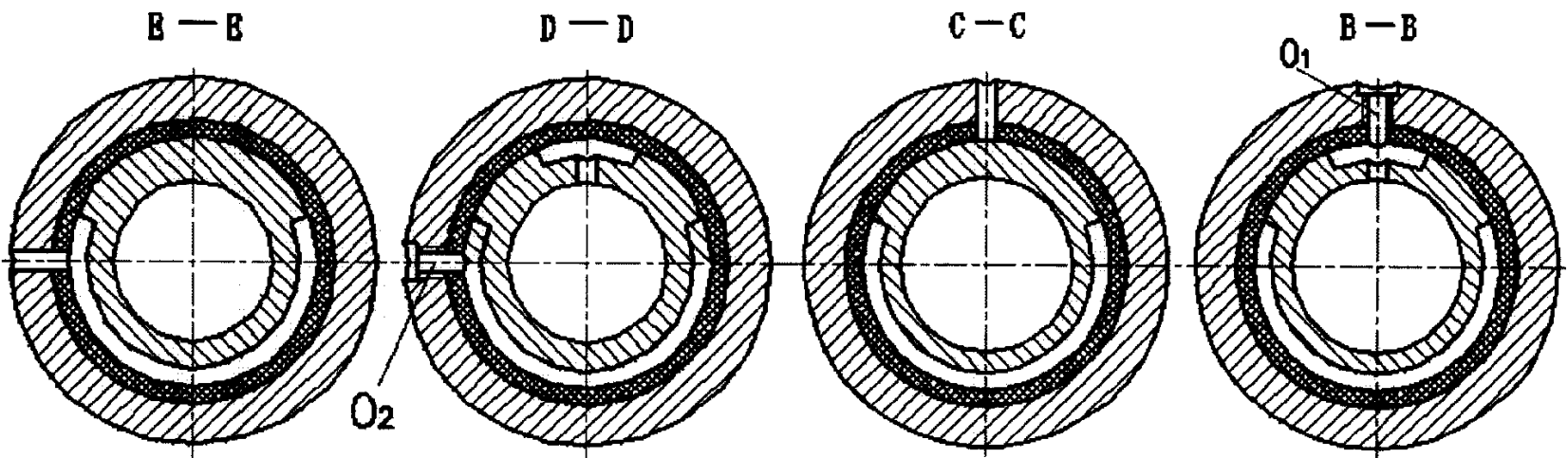


图 7

图 8

图 9

图 10

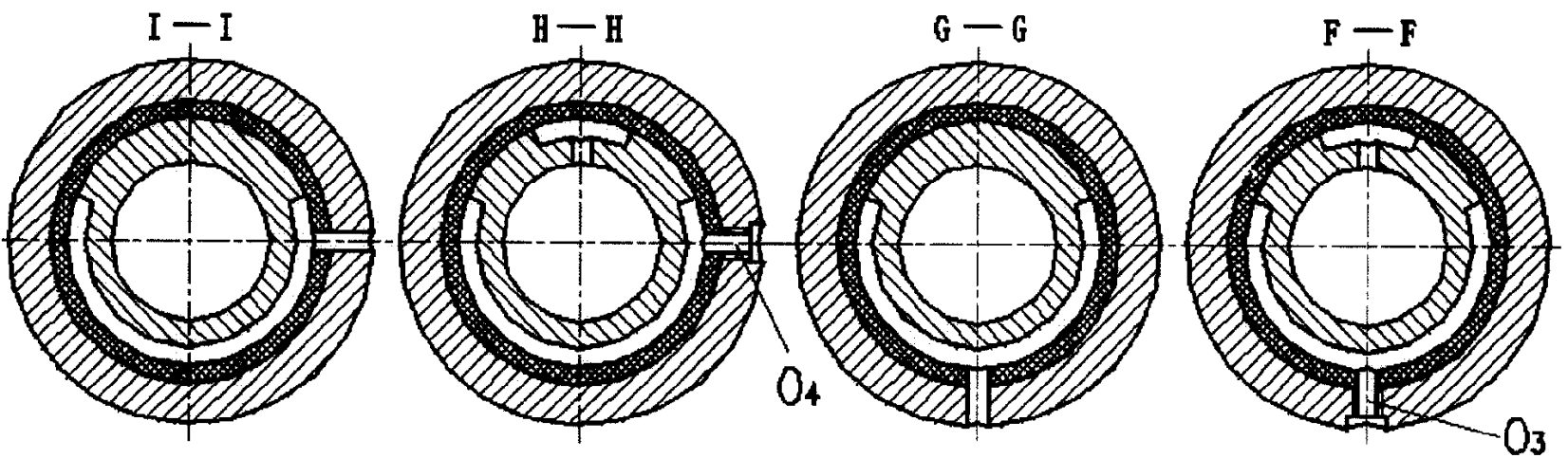


图 11

图 12

图 13

图 14

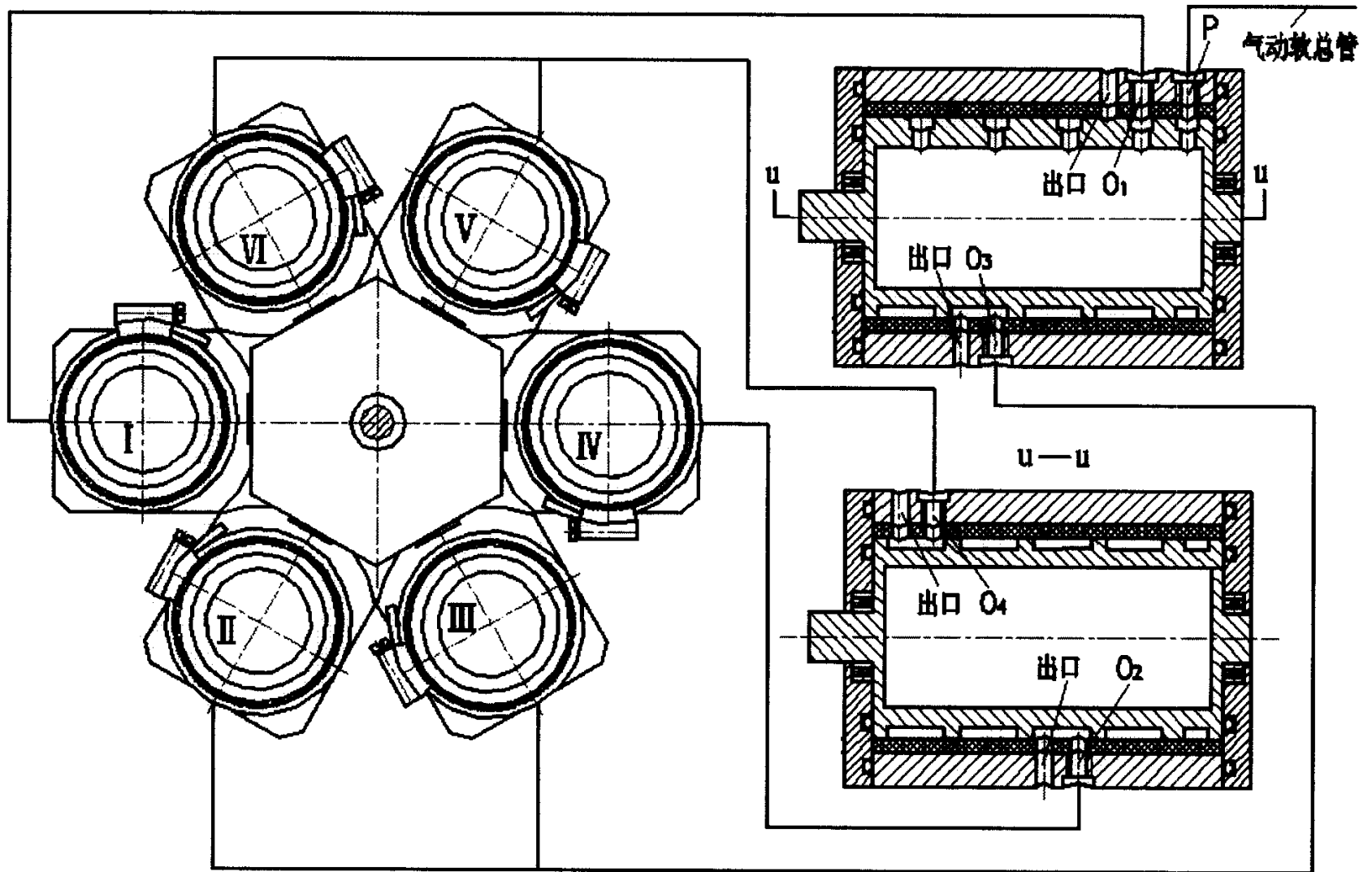


图 15