



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103697285 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201310505698. 8

(22) 申请日 2014. 01. 13

(73) 专利权人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街 928 号

(72) 发明人 陆飞 胡明 撒亚頔 李文娟  
章斌 冯军 孙宝龙 周健

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司  
33200

代理人 杜军

EP 0872681 A2 , 1998. 10. 21,

JP 62-47539 A , 1987. 03. 02,

KR 10-2010-0002781 A , 2010. 01. 07,

US 2012/0197440 A1 , 2012. 08. 02,

李春林等. 管径自适应轮式管道机器人设计. 《石油矿场机械》. 2010, 第 39 卷 (第 6 期), 第 39-42 页.

武燕等. 可变径管道机器人系统的设计与研究. 《矿山机械》. 2013, 第 41 卷 (第 4 期), 第 124-127 页.

审查员 施芬

(51) Int. Cl.

F16L 55/28(2006. 01)

F16L 101/30(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102705631 A , 2012. 10. 03,

CN 202914966 U , 2013. 05. 01,

CN 2937755 Y , 2007. 08. 22,

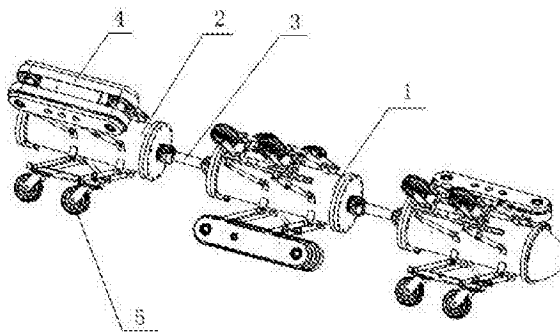
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种轮履复合径向可调式管道机器人

(57) 摘要

本发明公开了一种轮履复合径向可调式管道机器人。仿生式管道机器人移动速度慢且波动大,履带式管道机器人结构复杂,车型式管道机器人不能进入垂直管道。本发明包括多个轮履复合机构,每个轮履复合机构包括主壳体、径向调节机构、履带驱动行走机构和轮式支撑机构;两块安装侧板通过驱动带轮安装轴和从动带轮安装轴连接;驱动带轮安装轴上固定有驱动带轮,从动带轮安装轴上固定有从动带轮,驱动带轮与从动带轮通过履带连接;安装侧板通过从动摆杆与主壳体铰接;轮式支撑机构包括底板和滑轮;底板的两端均通过从动摆杆与主壳体铰接,一端的从动摆杆与一根主动摆杆的另一端铰接。本发明运动稳定性好,适用于各种复杂的管道。



CN 103697285 B

1. 一种轮履复合径向可调式管道机器人,包括通过万向节串联的多个轮履复合机构,其特征在于:

每个轮履复合机构包括主壳体、径向调节机构、履带驱动行走机构和轮式支撑机构;所述的主壳体为两端均固定设置有端盖的圆筒,侧壁开设有沿圆周均布的三个槽口;相邻两个轮履复合机构通过万向节连接,万向节的两端分别与相邻两个轮履复合机构的端盖连接;所述的径向调节机构整体设置在主壳体内部,履带驱动行走机构和两个轮式支撑机构沿周向均布设置在主壳体外;

所述的径向调节机构包括径向调节电机、径向调节主动圆柱齿轮、径向调节从动圆柱齿轮、径向调节主动锥齿轮、径向调节从动锥齿轮、蜗杆、蜗轮、丝杠和丝杠螺母;所述的径向调节电机固定在主壳体的内壁上,输出轴与径向调节主动圆柱齿轮固定,径向调节从动圆柱齿轮与径向调节主动锥齿轮均固定在从动轴上,径向调节从动锥齿轮固定在蜗杆上,蜗轮固定在丝杠上;从动轴、蜗杆和丝杠均与主壳体通过轴承相连;所述的径向调节主动圆柱齿轮与径向调节从动圆柱齿轮啮合,径向调节主动锥齿轮与径向调节从动锥齿轮啮合,蜗杆与蜗轮啮合;所述的丝杠螺母套置在丝杠和滑动杆上,且与丝杠螺纹连接,丝杠螺母沿周向均布有三个支座,每个支座与一根主动摆杆的一端铰接,每根主动摆杆伸出对应的槽口外;所述的滑动杆固定在主壳体的内壁上;

所述的履带驱动行走机构包括安装侧板、驱动带轮安装轴、从动带轮安装轴、驱动带轮、从动带轮、履带、履带驱动电机和减速齿轮组;两块安装侧板的一端均与驱动带轮安装轴通过轴承连接,另一端均与从动带轮安装轴通过轴承连接;每块安装侧板的两端均通过从动摆杆与主壳体铰接,一端的从动摆杆与一根主动摆杆的另一端铰接;所述的驱动带轮安装轴上固定设置有两个驱动带轮,从动带轮安装轴上固定设置有两个从动带轮,每个驱动带轮与对应的从动带轮通过履带连接;所述的履带驱动电机固定设置在一块安装侧板上,且通过减速齿轮组带动驱动带轮转动;

所述的轮式支撑机构包括底板和滑轮;所述底板的两端均通过从动摆杆与主壳体铰接,一端的从动摆杆与一根主动摆杆的另一端铰接,另一端的从动摆杆通过弹簧与主壳体连接;两个滑轮分别与底板的底部两端铰接;与两个轮式支撑机构铰接的主动摆杆及与履带驱动行走机构铰接的主动摆杆朝向主壳体的同一端。

2. 根据权利要求1所述的一种轮履复合径向可调式管道机器人,其特征在于:所述的减速齿轮组包括三级圆柱齿轮副和三级锥齿轮副;履带驱动电机的输出轴上固定设置有第一级主动圆柱齿轮,第一级从动圆柱齿轮与第一级主动锥齿轮固定在同一根齿轮安装轴上,第一级从动锥齿轮与第二级主动圆柱齿轮固定在同一根齿轮安装轴上,第二级从动圆柱齿轮与第三级主动圆柱齿轮固定在同一根齿轮安装轴上,第三级从动圆柱齿轮与第二级主动锥齿轮固定在同一根齿轮安装轴上,第二级从动锥齿轮与第三级主动锥齿轮固定在同一根齿轮安装轴上,第三级从动锥齿轮固定在驱动带轮安装轴上;所有齿轮安装轴与安装侧板均为轴承连接。

3. 根据权利要求1所述的一种轮履复合径向可调式管道机器人,其特征在于:所述与履带驱动行走机构铰接及与两个轮式支撑机构铰接的主动摆杆长度均相等,所有与履带驱动行走机构铰接及与轮式支撑机构铰接的从动摆杆长度均相等。

## 一种轮履复合径向可调式管道机器人

### 技术领域

[0001] 本发明属于机器人技术领域,涉及一种管道机器人,尤其涉及一种轮履复合径向可调式管道机器人。

### 背景技术

[0002] 目前,随着交通、能源、石油、化工及城市建设的高速发展,管道的应用也日益广泛。管道机器人在管内外作业中得到了广泛的应用。但目前已有的管道机器人主要为仿生运动式、履带式、螺旋驱动式、车型式和支撑轮式,存在如下缺陷:

[0003] 仿生式管道机器人运用仿生学原理,通过机器人本体伸缩来运动,其在管道内的移动速度慢且波动大,平稳性差,驱动能力和移动速度有限,运动效率不易提高,实际应用较少。

[0004] 履带式管道机器人可以在油污、泥泞、障碍等恶劣条件下保持良好的行走姿态,具有良好的越障性能。但这类管道机器人结构复杂,外形尺寸比较大,且不够灵活,一般用于管径较大、通过环境比较复杂的管道。

[0005] 车型式管道机器人模仿普通汽车机构,依靠差速实现灵活转向。其结构简单,尺寸较小,但运行环境受到重力作用方向的限制。若无附加封闭力,仅靠机器人自身的重力提供封闭力,则只能满足水平管道的底部运动,其牵引力小,爬坡能力极其有限,不能进入垂直管道。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供一种轮履复合径向可调式管道机器人,该管道机器人运动稳定性较好,其履带对管壁具有较强的附着力,适用于各种复杂的管道。

[0007] 本发明包括通过万向节串联的多个轮履复合机构,每个轮履复合机构包括主壳体、径向调节机构、履带驱动行走机构和轮式支撑机构;所述的主壳体为两端均固定设置有端盖的圆筒,侧壁开设有沿圆周均布的三个槽口;相邻两个轮履复合机构通过万向节连接,万向节的两端分别与相邻两个轮履复合机构的端盖连接;所述的径向调节机构整体设置在主壳体内部,履带驱动行走机构和两个轮式支撑机构沿周向均布设置在主壳体外。

[0008] 所述的径向调节机构包括径向调节电机、径向调节主动圆柱齿轮、径向调节从动圆柱齿轮、径向调节主动锥齿轮、径向调节从动锥齿轮、蜗杆、蜗轮、丝杠和丝杠螺母;所述的径向调节电机固定在主壳体的内壁上,输出轴与径向调节主动圆柱齿轮固定,径向调节从动圆柱齿轮与径向调节主动锥齿轮均固定在从动轴上,径向调节从动锥齿轮固定在蜗杆上,蜗轮固定在丝杠上;从动轴、蜗杆和丝杠均与主壳体通过轴承相连。所述的径向调节主动圆柱齿轮与径向调节从动圆柱齿轮啮合,径向调节主动锥齿轮与径向调节从动锥齿轮啮合,蜗杆与蜗轮啮合;所述的丝杠螺母套置在丝杠和滑动杆上,且与丝杠螺纹连接,丝杠螺母沿周向均布有三个支座,每个支座与一根主动摆杆的一端铰接,每根主动摆杆伸出对应

的槽口外。所述的滑动杆固定在主壳体的内壁上。

[0009] 所述的履带驱动行走机构包括安装侧板、驱动带轮安装轴、从动带轮安装轴、驱动带轮、从动带轮、履带、履带驱动电机和减速齿轮组；两块安装侧板的一端均与驱动带轮安装轴通过轴承连接，另一端均与从动带轮安装轴通过轴承连接；所述每块安装侧板的两端均通过从动摆杆与主壳体铰接，一端的从动摆杆与一根主动摆杆的另一端铰接；所述的驱动带轮安装轴上固定设置有两个驱动带轮，从动带轮安装轴上固定设置有两个从动带轮，每个驱动带轮与对应的从动带轮通过履带连接；所述的履带驱动电机固定设置在一块安装侧板上，且通过减速齿轮组带动驱动带轮转动。

[0010] 所述的减速齿轮组包括三级圆柱齿轮副和三级锥齿轮副；履带驱动电机的输出轴上固定设置有第一级主动圆柱齿轮，第一级从动圆柱齿轮与第一级主动锥齿轮固定在同一根齿轮安装轴上，第一级从动锥齿轮与第二级主动圆柱齿轮固定在同一根齿轮安装轴上，第二级从动圆柱齿轮与第三级主动圆柱齿轮固定在同一根齿轮安装轴上，第三级从动圆柱齿轮与第二级主动锥齿轮固定在同一根齿轮安装轴上，第二级从动锥齿轮与第三级主动锥齿轮固定在同一根齿轮安装轴上，第三级从动锥齿轮固定在驱动带轮安装轴上；所有齿轮安装轴与安装侧板均为轴承连接。

[0011] 所述的轮式支撑机构包括底板和滑轮；所述底板的两端均通过从动摆杆与主壳体铰接，一端的从动摆杆与一根主动摆杆的另一端铰接，另一端的从动摆杆通过弹簧与主壳体连接；两个滑轮分别与底板的底部两端铰接。与两个轮式支撑机构铰接的主动摆杆及与履带驱动行走机构铰接的主动摆杆朝向主壳体的同一端；与履带驱动行走机构铰接及与两个轮式支撑机构铰接的主动摆杆长度均相等，所有与履带驱动行走机构铰接及与轮式支撑机构铰接的从动摆杆长度均相等。

[0012] 本发明的有益效果：

[0013] 1、本发明的轮履复合机构通过万向节连接，保证遇到弯道时顺利折弯；由蜗轮、蜗杆机构和丝杠螺母副组成的径向调节机构可以产生较大的力，使履带对管壁产生较强的附着力；当轮式支撑机构展开时，弹簧的压力起到了增加管道附着力的作用；履带驱动行走机构和两个轮式支撑机构沿管道径向同步伸缩，当机器人在管内行走遇到管径变化或运行情况变化时，本发明的中心轴线始终保持与管道中心轴线一致，因此可稳固支撑在管壁上，运动稳定性较好。

[0014] 2、本发明适用于变管径管道、弯道及垂直管道的检测任务。

[0015] 3、本发明的履带驱动行走机构具有对管壁较大的摩擦力，而使用轮式支撑机构能有效减轻本发明的重量。

## 附图说明

[0016] 图 1 为本发明的整体结构立体图；

[0017] 图 2 为图 1 中轮履复合机构的立体图；

[0018] 图 3 为本发明中径向调节机构的立体图；

[0019] 图 4 为本发明中履带驱动行走机构的立体图；

[0020] 图 5 为本发明中履带驱动行走机构的传动原理示意图；

[0021] 图 6 为本发明中轮式支撑机构与主壳体的装配立体图；

[0022] 图 7 为本发明中轮履复合机构在管道内的立体图。

### 具体实施方式

[0023] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步说明。

[0024] 如图 1 和 2 所示,一种轮履复合径向可调式管道机器人包括通过万向节 3 串联的三个轮履复合机构 1,每个轮履复合机构 1 包括主壳体 2、径向调节机构 6、履带驱动行走机构 4 和轮式支撑机构 5;主壳体 2 为两端均固定设置有端盖的圆筒,侧壁开设有沿圆周均布的三个槽口 2-1,相邻两个轮履复合机构 1 通过万向节 3 连接,万向节 3 的两端分别与相邻两个轮履复合机构 1 的端盖连接;径向调节机构 6 整体设置在主壳体 2 内部,履带驱动行走机构 4 和两个轮式支撑机构 5 沿周向均布设置在主壳体 2 外。

[0025] 如图 2 和 3 所示,径向调节机构 6 包括径向调节电机 6-1、径向调节主动圆柱齿轮 6-2、径向调节从动圆柱齿轮 6-3、径向调节主动锥齿轮 6-4、径向调节从动锥齿轮 6-5、蜗杆 6-6、蜗轮 6-7、丝杠 6-8 和丝杠螺母 6-9;径向调节电机 6-1 固定在主壳体 2 的内壁上,输出轴与径向调节主动圆柱齿轮 6-2 固定,径向调节从动圆柱齿轮 6-3 与径向调节主动锥齿轮 6-4 均固定在从动轴上,径向调节从动锥齿轮 6-5 固定在蜗杆 6-6 上,蜗轮 6-7 固定在丝杠 6-8 上;从动轴、蜗杆 6-6 和丝杠 6-8 均与主壳体 2 通过轴承相连。径向调节主动圆柱齿轮 6-2 与径向调节从动圆柱齿轮 6-3 啮合,径向调节主动锥齿轮 6-4 与径向调节从动锥齿轮 6-5 啮合,蜗杆 6-6 与蜗轮 6-7 啮合;丝杠螺母 6-9 套置在丝杠 6-8 和滑动杆 6-10 上,且与丝杠 6-8 螺纹连接,丝杠螺母 6-9 沿周向均布有三个支座,每个支座与一根主动摆杆 7 的一端铰接,每根主动摆杆 7 伸出对应的槽口 2-1 外。滑动杆 6-10 固定在主壳体 2 的内壁上。

[0026] 如图 2、4 和 5 所示,履带驱动行走机构 4 包括安装侧板 4-1、驱动带轮安装轴 4-2、从动带轮安装轴 4-3、驱动带轮 4-4、从动带轮 4-5、履带 4-6、履带驱动电机 4-7 和减速齿轮组;两块安装侧板 4-1 的一端均与驱动带轮安装轴 4-2 通过轴承连接,另一端均与从动带轮安装轴 4-3 通过轴承连接;每块安装侧板 4-1 的两端均通过从动摆杆 8 与主壳体 2 铰接,一端的从动摆杆 8 与一根主动摆杆 7 的另一端铰接;驱动带轮安装轴 4-2 上固定设置有两个驱动带轮 4-4,从动带轮安装轴 4-3 上固定设置有两个从动带轮 4-5,每个驱动带轮 4-4 与对应的从动带轮 4-5 通过履带 4-6 连接;履带驱动电机 4-7 固定设置在一块安装侧板 4-1 上,且通过减速齿轮组带动驱动带轮 4-4 转动。

[0027] 减速齿轮组包括三级圆柱齿轮副和三级锥齿轮副;履带驱动电机 4-7 的输出轴上固定设置有第一级主动圆柱齿轮 4-8,第一级从动圆柱齿轮 4-9 与第一级主动锥齿轮 4-10 固定在同一根齿轮安装轴上,第一级从动锥齿轮 4-11 与第二级主动圆柱齿轮 4-12 固定在同一根齿轮安装轴上,第二级从动圆柱齿轮 4-13 与第三级主动圆柱齿轮 4-14 固定在同一根齿轮安装轴上,第三级从动圆柱齿轮 4-15 与第二级主动锥齿轮 4-16 固定在同一根齿轮安装轴上,第二级从动锥齿轮 4-17 与第三级主动锥齿轮 4-18 固定在同一根齿轮安装轴上,第三级从动锥齿轮 4-19 固定在驱动带轮安装轴 4-2 上;所有齿轮安装轴与安装侧板均为轴承连接。履带驱动电机 4-7 驱动第一级主动圆柱齿轮 4-8 转动,并将动力传输至第三级从动锥齿轮 4-19,继而带动驱动带轮 4-4 转动。

[0028] 如图 6 所示,轮式支撑机构 5 包括底板 5-1 和滑轮 5-2;底板 5-1 的两端均通过从动摆杆 8 与主壳体 2 铰接,一端的从动摆杆 8 与一根主动摆杆 7 的另一端铰接,另一端的从

动摆杆 8 通过弹簧 9 与主壳体 2 连接;两个滑轮 5-2 分别与底板 5-1 的底部两端铰接。与两个轮式支撑机构 5 铰接的主动摆杆 7 及与履带驱动行走机构 4 铰接的主动摆杆 7 朝向主壳体 2 的同一端;与履带驱动行走机构 4 铰接及与两个轮式支撑机构 5 铰接的主动摆杆 7 长度均相等,所有与履带驱动行走机构 4 铰接及与轮式支撑机构 5 铰接的从动摆杆 8 长度均相等。

[0029] 该轮履复合径向可调式管道机器人的工作原理:

[0030] 径向调节电机 6-1 带动径向调节主动圆柱齿轮 6-2 转动,经过径向调节从动圆柱齿轮 6-3、径向调节主动锥齿轮 6-4 及径向调节从动锥齿轮 6-5 将动力传到蜗杆 6-6,经过蜗轮 6-7、蜗杆 6-6 的大传动比减速增扭后,给予丝杠 6-8 足够的扭矩驱动丝杠螺母 6-9 在滑动杆 6-10 上做往复移动。与丝杠螺母 6-9 铰接的主动摆杆 7 带动履带驱动行走机构 4 和轮式支撑机构 5 沿管道径向做同步伸缩运动并贴紧管道内壁。履带驱动电机 4-7 驱动第一级主动圆柱齿轮 4-8 转动,经过三级圆柱齿轮副和三级锥齿轮副将动力传给驱动带轮 4-4,驱动带轮 4-4 与从动带轮 4-5 通过履带 4-6 传递动力,从而实现履带驱动行走机构 4 的行走功能。

[0031] 该轮履复合径向可调式管道机器人途经折弯处时,万向节 3 便起到了柔性连接的作用;进入垂直方向的管道时,径向调节电机 6-1 启动,带动履带驱动行走机构 4 和轮式支撑机构 5 贴紧管道内壁。弹簧 9 在轮式支撑机构 5 未展开前为压紧状态,当轮式支撑机构 5 展开时,弹簧 9 的压力推动从动摆杆 8 向上运动,起到了增加管道附着力的作用。

[0032] 如图 7 所示,该轮履复合径向可调式管道机器人通过履带驱动机构和轮式支撑机构 5 张紧支撑在管道内壁上,能在管内沿轴向行走。由于履带驱动行走机构 4 和两个轮式支撑机构 5 沿管道径向同步伸缩,当机器人在管内行走遇到管径变化或运行情况变化时,该轮履复合径向可调式管道机器人的中心轴线始终保持与管道中心轴线一致,因此可稳固支撑在管壁上,运动稳定性较好。同时,由蜗轮、蜗杆机构和丝杠螺母副组成的径向调节机构 6 可以产生较大的力,使履带 4-6 对管壁产生较强的附着力,适用于各种复杂的管道,应用前景广泛。

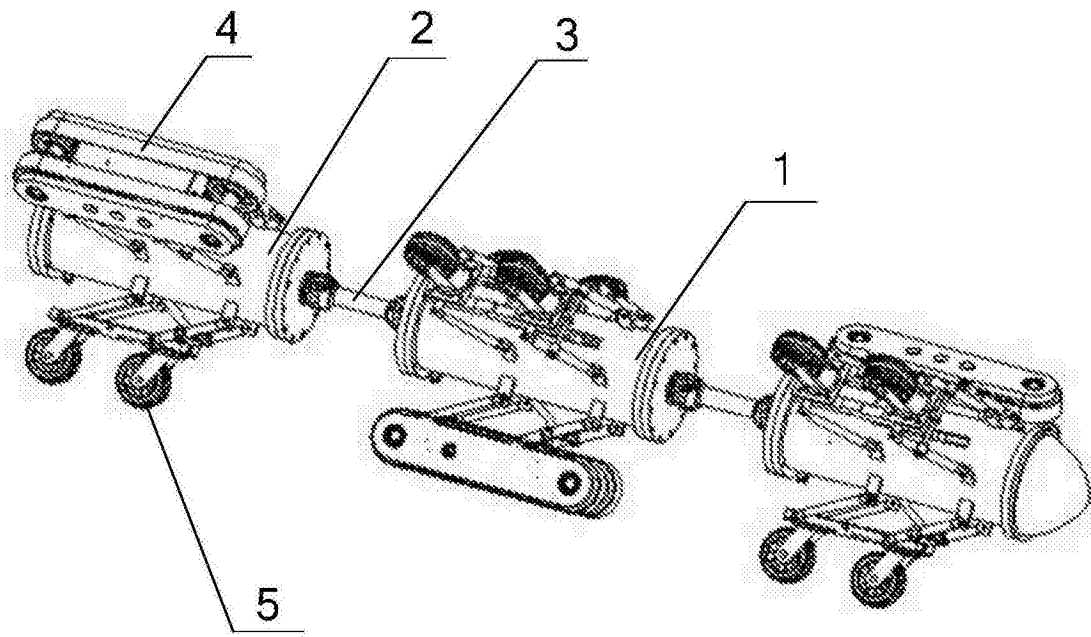


图 1

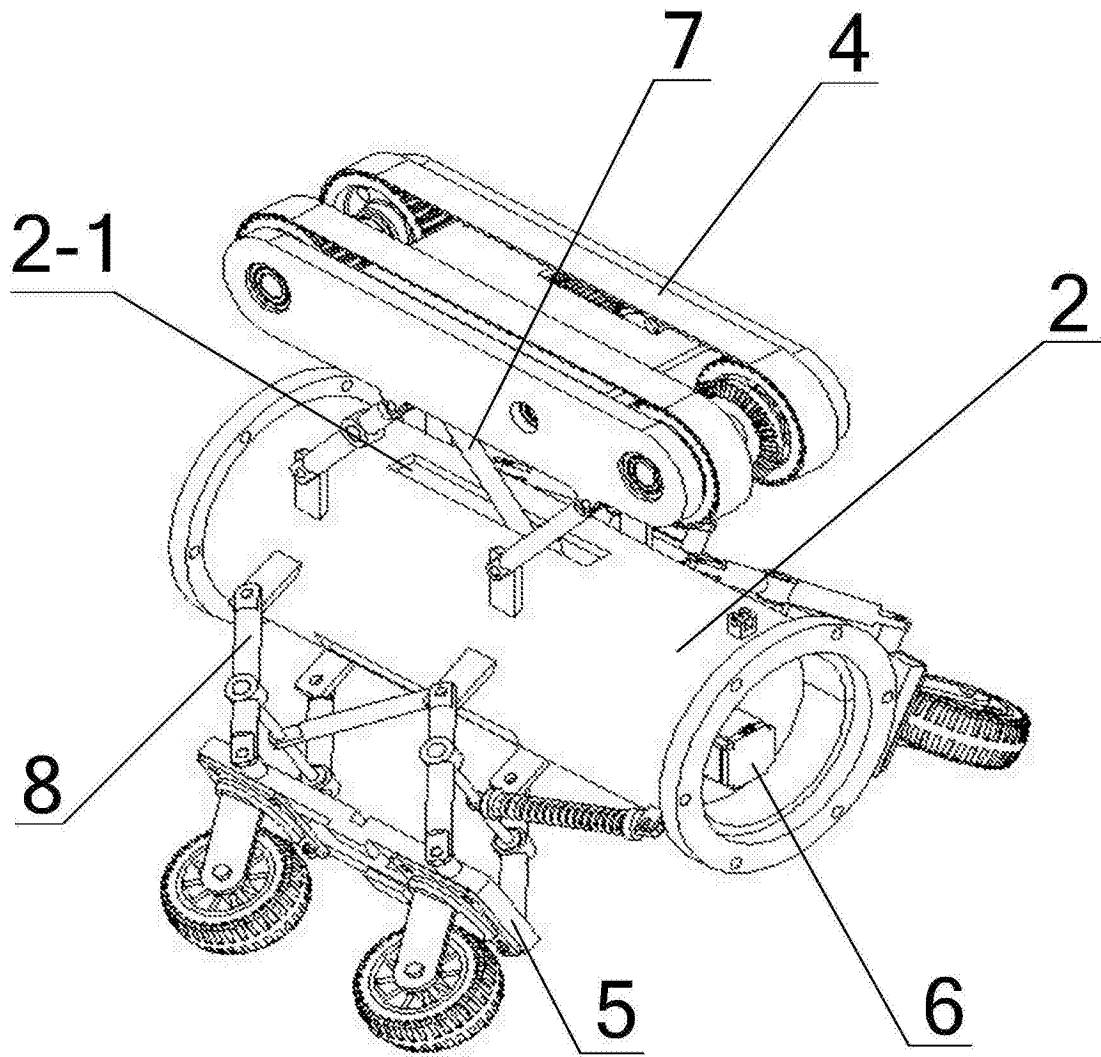


图 2



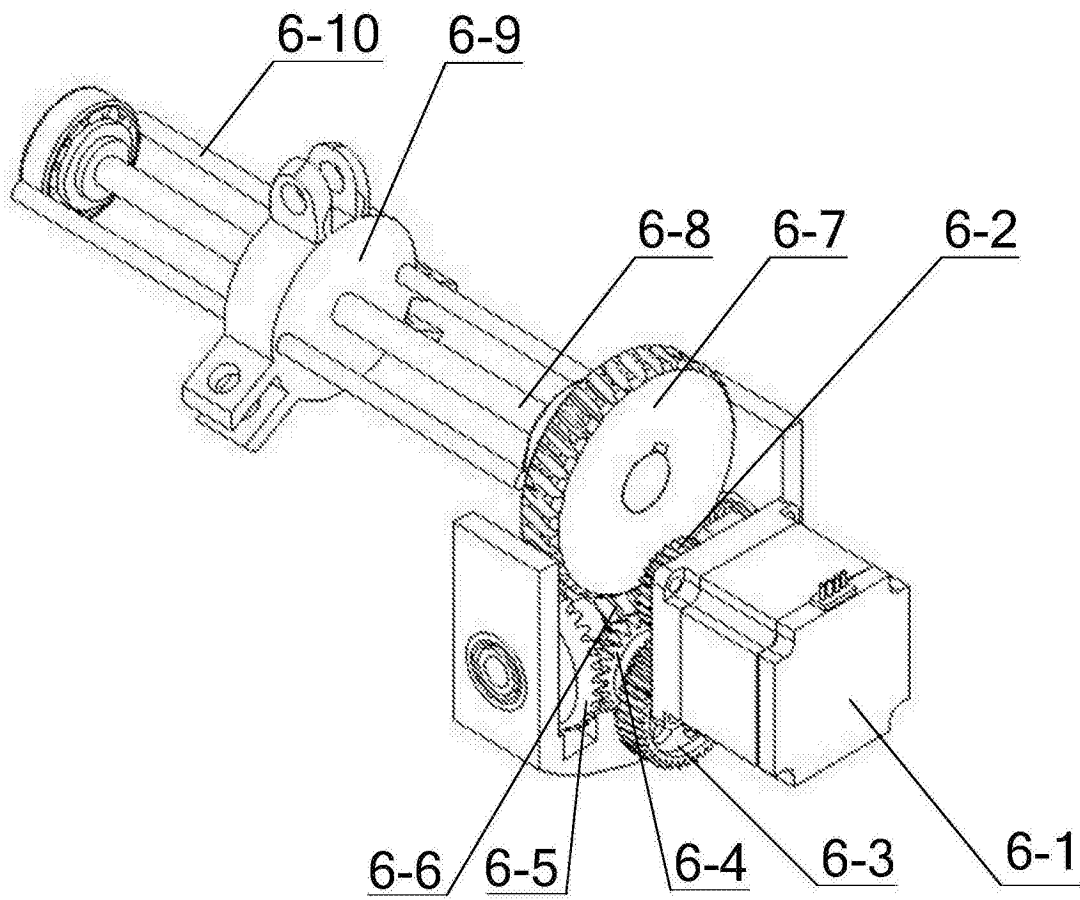


图 3

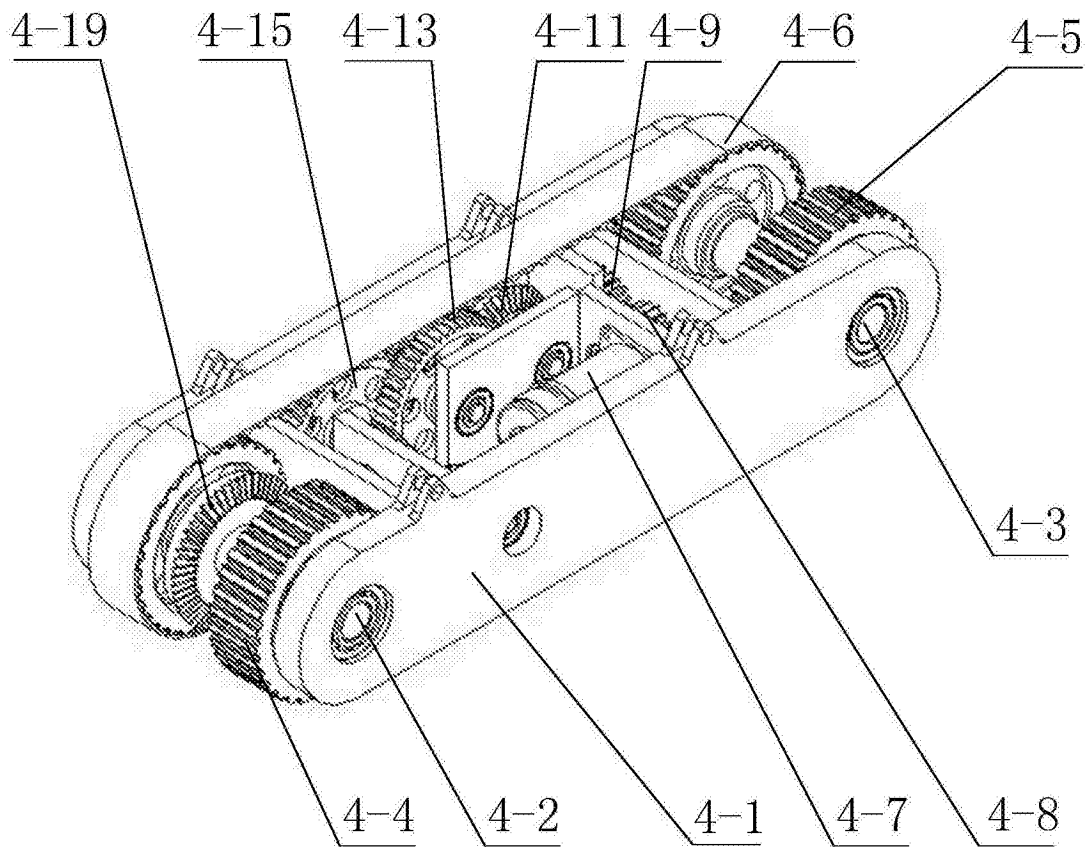


图 4

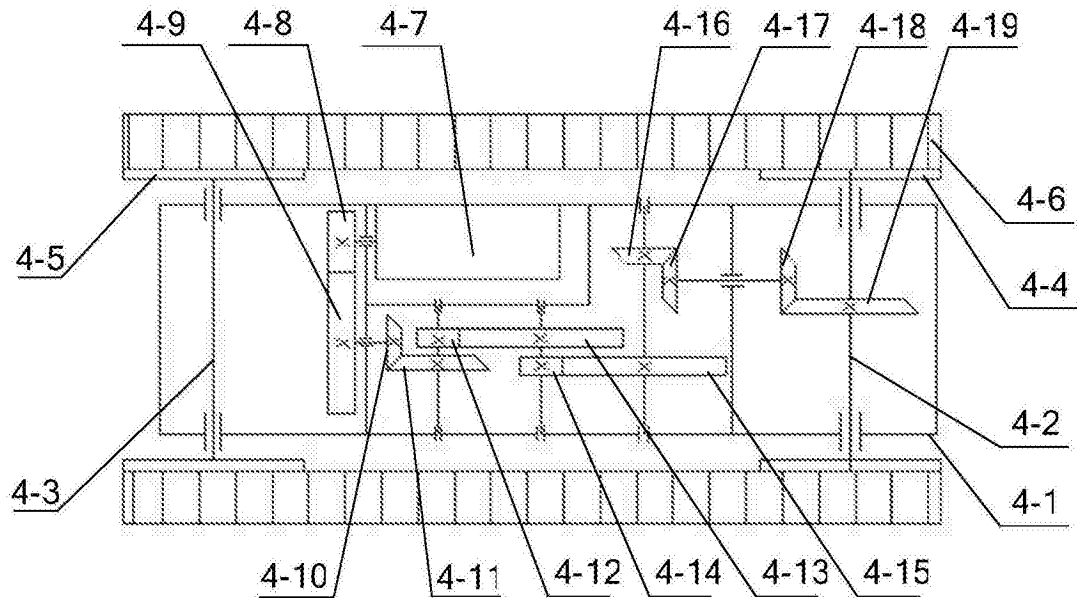


图 5

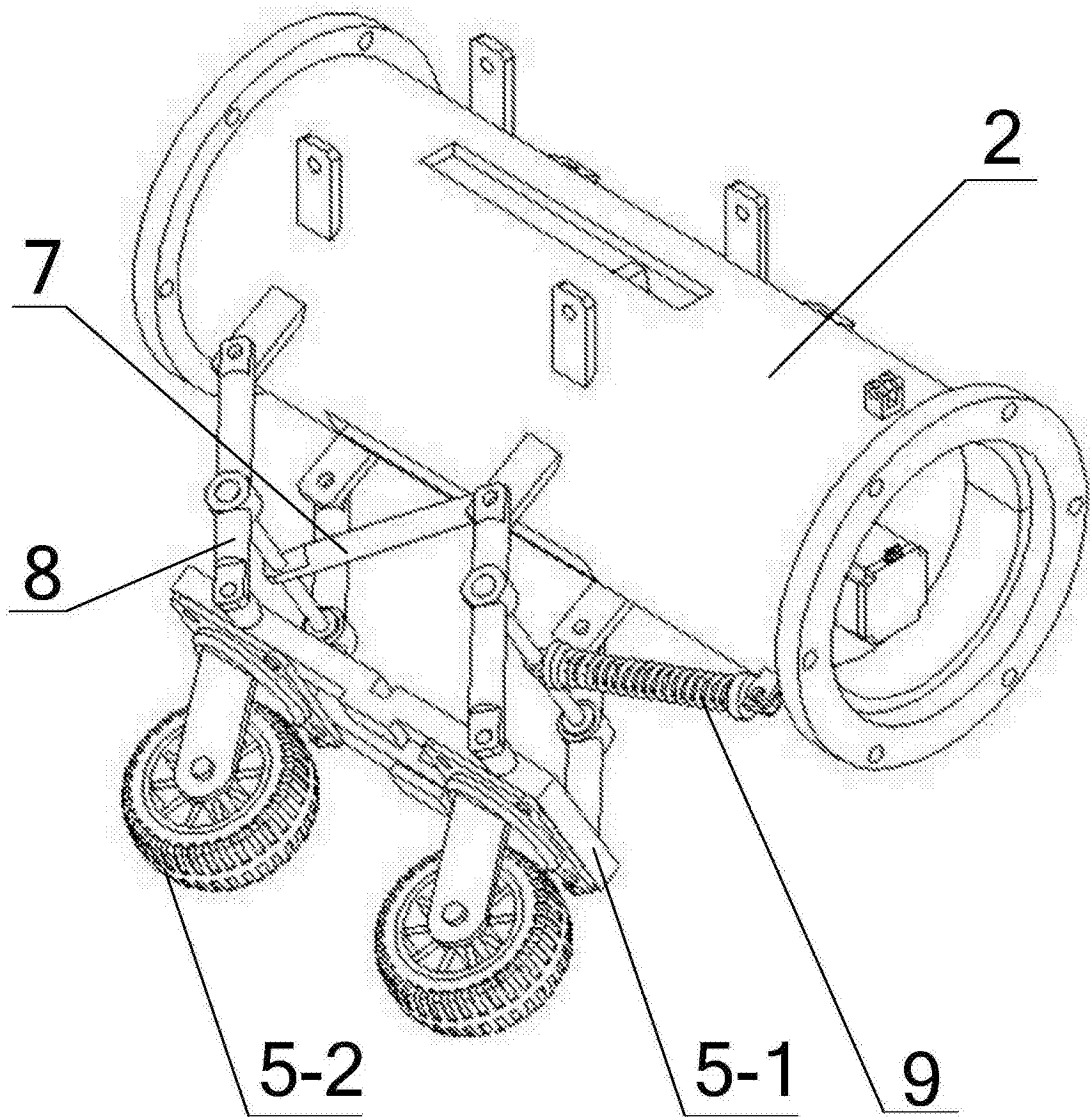


图 6

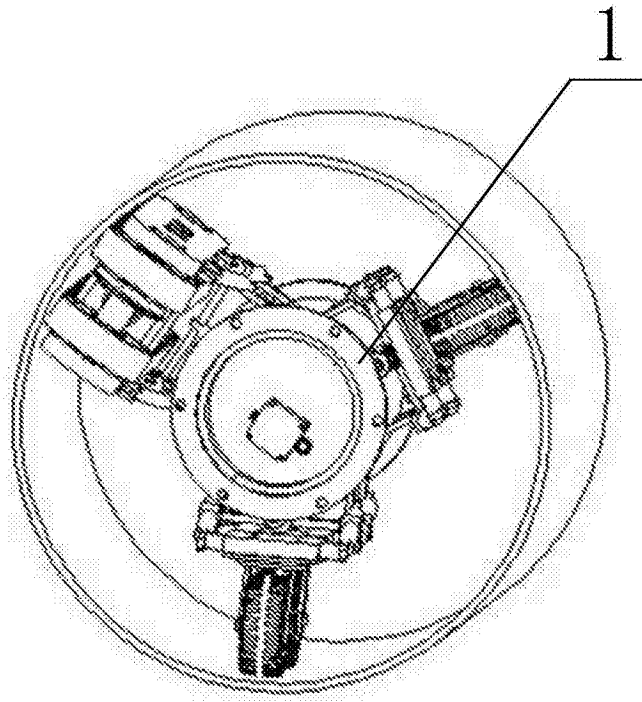


图 7