



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102425709 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201110396638. 8

CN 101435521 A, 2009. 05. 20,

(22) 申请日 2011. 12. 02

审查员 李春艳

(73) 专利权人 中国石油大学(北京)

地址 102249 北京市昌平区府学路 18 号

(72) 发明人 赵弘 韩长亮

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 李景辉

(51) Int. Cl.

F16L 55/32(2006. 01)

F16L 101/30(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101915339 A, 2010. 12. 15,

CN 201306579 Y, 2009. 09. 09,

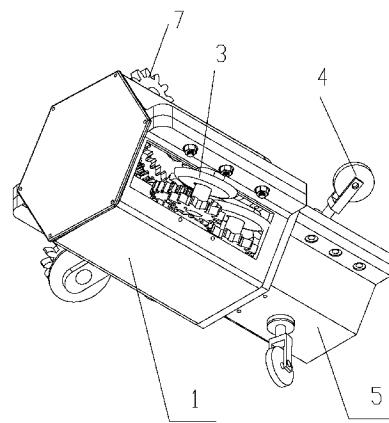
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

管道机器人的行走机构

(57) 摘要

本发明提出一种管道机器人的行走机构,管道机器人的行走机构包括:蜗杆和驱动蜗杆的电机,蜗杆的轴线与管道的轴线重合;三组行星齿轮组,分别位于三个平面内,每组行星齿轮组包括:与蜗杆啮合的蜗轮,蜗轮上同轴连接有太阳轮,以及相互分离并分别与太阳轮啮合的两个行星轮,每个行星轮分别同轴连接有一个行走轮,行走轮的直径大于行星轮的直径,两个行走轮中,一个行走轮通过第一连杆臂铰接在太阳轮的转轴上,第一连杆臂与第二连杆臂之间形成的夹角的最小数值为 0 度、最大数值为 180 度。本发明中,机器人不需要外在的弹簧力形成封闭力系,靠蜗杆驱动行星齿轮传动使得传动机构与调节机构一体化使得结构更加简单。



1. 一种管道机器人的行走机构,其特征在于,所述管道机器人的行走机构包括:
蜗杆和驱动所述蜗杆的电机,所述蜗杆的轴线与管道的轴线重合;
三组行星齿轮组,分别位于三个平面内,每组行星齿轮组包括:与所述蜗杆啮合的蜗轮,所述蜗轮上同轴连接有太阳轮,以及相互分离并分别与所述太阳轮啮合的两个行星轮,每个行星轮分别同轴连接有一个行走轮,所述行走轮的直径大于行星轮的直径,两个所述行走轮中,一个所述行走轮通过第一连杆臂铰接在所述太阳轮的转轴上,另一个所述行走轮通过第二连杆臂铰接在所述太阳轮的转轴上,所述第一连杆臂与所述第二连杆臂之间形成的夹角的最小数值为0度、最大数值为180度,所述行走机构通过所述第一连杆臂与所述第二连杆臂之间的角度变化调整两个所述行走轮与管道的轴线的距离。
2. 如权利要求1所述的管道机器人的行走机构,其特征在于,所述三组行星齿轮组中的三个蜗轮的转轴位于一个平面内。
3. 如权利要求1所述的管道机器人的行走机构,其特征在于,所述第一连杆臂与所述第二连杆臂之间形成的夹角最小数值为120度、所述第一连杆臂与所述第二连杆臂之间形成的夹角的最大数值为180度。
4. 如权利要求1所述的管道机器人的行走机构,其特征在于,所述三组行星齿轮组之间相互形成120度角。
5. 如权利要求1所述的管道机器人的行走机构,其特征在于,所述第一连杆臂与所述第二连杆臂结构相同。
6. 如权利要求1所述的管道机器人的行走机构,其特征在于,所述管道机器人的行走机构还包括:电机支座,与所述电机连接;三个支腿,分别通过弹簧连接在所述电机支座上,所述三个支腿位于一个平面内并相互形成120度角;每个所述支腿的端部分别铰接一个辅助支撑轮,每个所述支腿上的辅助支撑轮为可相对所述支腿360度旋转的万向轮。
7. 如权利要求1所述的管道机器人的行走机构,其特征在于,沿轴向截面上,所述行走轮的轮缘为弧形。

管道机器人的行走机构

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人领域,具体而言,涉及一种管道机器人的行走机构。

背景技术

[0002] 在一般工业、核设施、石油天然气、军事装备等领域中,管道作为一种有效的物料输送手段而得到广泛的应用。为提高管道的寿命、防止泄漏等事故的发生,就必须对管道进行有效的检测维护,管道机器人为了满足该需要而产生。管道机器人是一种可沿细小管道内部或外部自动行走、携带一种或多种传感器及操作机械,在工作人员的遥控操作或计算机自动控制下,进行一系列管道作业的机、电、仪一体化系统。目前国内外管道机器人的研究成果已经很多,可是在微小管道、特殊管道(如变径管道、带有U型管的管道)进行检测、维修还刚起步。

[0003] 机器人技术与应用处于发展阶段,离实际应用还有一定的差距。大部分机器人还只能运行一般的直管道,而工程中广泛应用的变径管道、U型弯管道的检测机器人还处在试验开发阶段,通用性也很差。已有的机器人运行在弯管道里主要靠支撑管内壁(即靠封闭力、磁吸附和真空吸附等,这些行走方式在稳定性、灵活性和适应性方面都较差,因而这些应用极其有限。

发明内容

[0004] 本发明旨在提供一种管道机器人的行走机构,以解决现有的管道机器人的行走机构在稳定性、灵活性和适应性方面存在的问题。

[0005] 为此,本发明提出一种管道机器人的行走机构,所述管道机器人的行走机构包括:蜗杆和驱动所述蜗杆的电机,所述蜗杆的轴线与管道的轴线重合;三组行星齿轮组,分别位于三个平面内,每组行星齿轮组包括:与所述蜗杆啮合的蜗轮,所述蜗轮上同轴连接有太阳轮,以及相互分离并分别与所述太阳轮啮合的两个行星轮,每个行星轮分别同轴连接有一个行走轮,所述行走轮的直径大于行星轮的直径,两个所述行走轮中,一个所述行走轮通过铰接在所述太阳轮的转轴上,另一个所述行走轮通过第二连杆臂铰接在所述太阳轮的转轴上,所述第一连杆臂与所述第二连杆臂之间形成的夹角的最小数值为0度、最大数值为180度,所述行走机构通过所述第一连杆臂与所述第二连杆臂之间的角度变化调整两个所述行走轮与管道的轴线的距离。

[0006] 进一步地,所述三组行星齿轮组中的三个太阳轮的转轴位于一个平面内。

[0007] 进一步地,所述第一连杆臂与所述第二连杆臂之间形成的夹角的最小数值为120度、最大数值为180度。

[0008] 进一步地,所述三组行星齿轮组之间相互形成120度角。

[0009] 进一步地,所述第一连杆臂与所述第二连杆臂结构相同。

[0010] 进一步地,所述管道机器人的行走机构还包括:电机支座,与所述电机连接;三个支腿,分别通过弹簧连接在所述电机支座上,所述三个支腿位于一个平面内并相互形成120

度角；每个所述支腿的端部分别铰接一个辅助支撑轮，每个所述支腿上的辅助支撑轮为可相对所述支腿 360 度旋转的万向轮。

[0011] 进一步地，沿轴向截面上，所述行走轮的轮缘为弧形。

[0012] 本发明以蜗轮蜗杆和行星轮为传动机构和调节结构，通过分别位于三个平面内的三组行星齿轮组，实现了管道中，机器人行走在三维方向的立体支撑，克服了以往的机器人行走中行走轮只位于一个平面内带来的行走和支撑不稳定、灵活性和适应性差的问题。

[0013] 本发明中，机器人采用传动机构与调节机构一体化设计，结构简单，不需要弹簧等外力而形成封闭力系。机器人通过太阳轮与蜗轮之间的离合可以实现差速，进而实现转弯功能。

附图说明

[0014] 图 1 为根据本发明实施例的管道机器人的行走机构的立体结构示意图；

[0015] 图 2 为根据本发明实施例的管道机器人的行走机构的主视结构，其中，管道机器人的行走机构外面设有外壳；

[0016] 图 3 为图 2 的 A-A 剖视结构；

[0017] 图 4 用图 2 的 E-E 剖视结构示出了根据本发明实施例的管道机器人的行走机构的前进状态；

[0018] 图 5 用图 2 的 H-H 剖视结构示出了根据本发明实施例的管道机器人的行走机构的后退状态；

[0019] 图 6 为根据本发明实施例的管道机器人的行走机构的立体结构示意图，其中，管道机器人的行走机构外面设有外壳。

[0020] 附图标号说明：

[0021] 1 外壳 2 蜗轮 3 行走轮 4 辅助支撑轮 5 电机座

[0022] 7 行星齿轮 8 太阳轮 9 蜗杆 10 联轴器 11 弹簧 12 电机

[0023] 31、第一行走轮 32、第二行走轮 40、支腿 51 第一连杆臂

[0024] 52、第二连杆臂 53 限位卡台或凸起 71、第一行星轮 72、第二行星轮

[0025] 100 管道机器人的行走机构

[0026] 具体实施方式 5

[0027] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图说明本发明的具体实施方式。

[0028] 如图 1 所示，本发明提出一种管道机器人的行走机构 100，所述管道机器人的行走机构 100 包括：蜗杆 9 和驱动所述蜗杆的电机 12，所述蜗杆的轴线与管道的轴线重合电机 12 可以选用带电缆的电机，例如为直流伺服力矩电机 200LYX03，为了结构简单紧凑，电机 12 通过联轴器 10 与蜗杆 9 沿长度方向依次连接；三组行星齿轮组，分别位于三个平面内，这里所说的三个平面不包括三个平行的平面，每组行星齿轮组所在的平面是指太阳轮 8 和行星轮 7 所在的平面，也就是三组太阳轮 8 和行星轮 7 所在的平面分别位于三个相交的平面内，三组平面相交于蜗杆 9 的轴线，因而三组行走轮 3 分别位于三个平面内。如图 1、图 2 和图 3 所示，每组行星齿轮组包括：与所述蜗杆 9 啮合的蜗轮 2，所述蜗轮 2 上同轴连接有太阳轮 8，蜗轮 2 转动能够带动太阳轮 8 同步转动。太阳轮 8 的口径小于蜗轮 2 的口径，每

组行星齿轮组还包括：相互分离并分别与所述太阳轮啮合的两个行星轮 7。太阳轮 8 及两个行星轮 7 均为齿轮。

[0029] 每个行星轮 7 分别同轴连接有一个行走轮 3，行星轮 7 转动能够带动行走轮 3 同步转动。行走轮 3 用于和管道内壁接触行走，行走轮的直径大于行星轮的直径。每组中两个行星轮 7 的直径相同，两个行走轮 3 的直径相同。两个行星轮 7 包括：第一行星轮 71 和第二行星轮 72，两个所述行走轮 3 包括：第一行走轮 31 和第二行走轮 32，两个所述行走轮 3 中，第一行走轮 31 的转轴通过第一连杆臂 51 铰接在所述太阳轮 8 的转轴上，第二行走轮 32 的转轴通过第二连杆臂 52 铰接在所述太阳轮 8 的转轴上，所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 形成 L 形连杆，如图 4 所示，所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间形成的夹角为 A，也就是，第一行走轮 31 的转轴与蜗轮 2 的转轴的连线为第一连杆臂 51 的长度方向，第二行走轮 32 的转轴与蜗轮 2 的转轴的连线为第二连杆臂 52 的长度方向，A 就是第一行走轮 31 的转轴与蜗轮 2 的转轴的连线与第二行走轮 32 的转轴与蜗轮 2 的转轴的连线所形成的角度（A 大于等于 0 度，小于等于 180 度），A 的最小数值为 0 度、A 的最大数值为 180 度。例如，A 的最小数值为 0 度、A 的最大数值为 180 度，A 的最小数值为 30 度、A 的最大数值为 180 度，A 的最小数值为 60 度、A 的最大数值为 180 度，A 的最小数值为 90 度、A 的最大数值为 180 度，或者 A 的最小数值为 30 度、A 的最大数值为 90 度，或者 A 的最小数值为 0 度、A 的最大数值为 90 度，或者 A 的最小数值为 30 度、A 的最大数值为 150 度，以达到不同的受力场合对行走轮的要求。

[0030] 第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间形成的角度为 90 度是指第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间相互垂直，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间形成的角度为 180 度是指第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 分别位于太阳轮 8 的转轴的两侧，即第一行走轮 31 和第二行走轮 32 距离最远的位置。第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 的夹角 A 在大于 90 度小于 180 度的时候，可以相互转动。第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 在从大于 90 度到等于 90 度的相互靠近的过程中，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 可以相互转动，当第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 的夹角等于 90 度时，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间不能相互转动，只能共同转动。同理，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 在从等于 90 度到大于 90 度小于 180 度的相互远离的过程中，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 可以相互转动，当第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 的夹角等于 180 度时，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间不能相互转动，只能共同转动。在不同的情况下，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 的夹角的范围设定可以有不同的数值，下文还有更好的实施方式。

[0031] 如图 1 所示，所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 分别位于两个平行的平面内，所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 上可以设置限位卡台或其它限位凹陷结构（图中未示出）使得所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 达到最小角度或最大角度时，所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 一起转动，而在此之间，第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 可以相对转动。关于所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 上设置限位卡台或其它限位结构可以使用现有技术的类似结构。例如，在第一连杆臂 51 或所述第二连杆臂 52 的端面上设置限位卡台或凸起 53。

[0032] 所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间的夹角能够使所述第一连杆臂 51

与所述第二连杆臂 52 之间的角度受控制,在设计要求的范围之内,调整第一行走轮 31 和第二行走轮 32 之间的位置关系,从而调整第一行走轮 31 和第二行走轮 32 与蜗杆 9 的距离,达到适应管道内壁变化的目的。

[0033] 本发明以蜗轮蜗杆和行星轮为传动机构和调节结构,通过分别位于三个平面内的三组行星齿轮组,实现了管道中,机器人行走在三维方向的立体支撑,克服了以往的机器人行走中行走轮只位于一个平面内带来的行走和支撑不稳定、灵活性和适应性差的问题。

[0034] 进一步地,所述三组行星齿轮组中的三个太阳轮 8 的转轴位于一个平面内,三个蜗轮 2 对蜗杆 9 的轴向压力均作用于一个平面内,蜗杆 9 在轴向上所受力矩不会使蜗杆 9 在轴向弯曲,保证了蜗杆 9 的强度和行走机构 100 运行的稳定。进一步地,为了行走机构 100 在管道中的任何方向行走,沿行走轮 3 的轴向截面上,所述行走轮 3 的轮缘为弧形。

[0035] 进一步地,所述三组行星齿轮组之间相互形成 120 度角。也就是说三组行星齿轮组以放射状均匀的分布在立体空间中,这种均匀分布的设置,使得管道机器人的行走机构结构对称,受力均衡,行走稳定。当然,三组行星齿轮组之间也可以有其它角度,也能实现立体支撑行走机构,但不如均匀设置受力均衡。

[0036] 进一步地,所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 结构相同,以便制作和控制二者之间的夹角。进一步地,所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间形成的夹角 A 最小为 120 度,所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间形成的夹角 A 最大为 180 度。例如,所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间的角度为 120 度时,行走机构 100 达到最大行走半径或直径,所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间的角度为 180 度时,行走机构 100 达到最小行走半径或直径。其中,所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间形成的最小角度为 120 度的设置相对于所述第一连杆臂 51 与所述第二连杆臂 52 之间形成的最小角度为 90 度的设置,使得行走机构 100 达到最大行走半径或直径时,行星轮 7 或 L 形连杆的受力相对较小。

[0037] 进一步地,如图 1 至图 3 所示,所述管道机器人的行走机构 100 还包括:电机支座 6,与所述电机 12 连接,所述电机 12 设置在电机支座 6 中;三个支腿 40,分别通过弹簧 11 连接在所述电机支座 6 上;每个所述支腿 40 的端部分别铰接一个辅助支撑轮 4,每个所述支腿上的辅助支撑轮为可相对所述支腿 360 度旋转的万向轮。所述三个支腿 40 位于一个平面内并相互形成 120 度角,有利于电机 12 或电机支座 6 沿蜗杆 9 的轴向受力平衡。

[0038] 辅助支撑轮 4 通过支腿 40 可以径向伸缩,还可以绕支腿 40 实现 360 度旋转,以达到在转弯和管道内径变化时,辅助支撑轮 4 能够起到转弯时导向的作用,还能够起到转弯时,在行星齿轮组的行星齿轮结构来不及调整的情况下,利用弹簧的回复作用快的优势,能够迅速支撑行走机构 100,然后在行星齿轮组的行星齿轮结构作用下,用行走轮 3 支撑和驱动行走机构 100,达到转弯的目的。如图 2 和图 6 所示,行走机构 100 外面还设有外壳 1,将蜗杆、电机等部件包围和保护起来,外壳 1 上留有设置行走轮和行星轮的槽孔。

[0039] 下面描述一下行走机构 100 的工作过程和原理:

[0040] 如图 4 所示,行走机构 100 前进状态时,初始状态下,第一行走轮 31 在上,接近或接触管道内壁,第二行走轮 32 在第一行走轮 31 的下方,电机 12 带动蜗杆 9 正转,驱动蜗轮 2 和太阳轮 8 逆时针转动,同时带动第一行星轮 31 和第二行星轮 32 顺时针转动。若此时机器人当前径向尺寸小于管道内径,则在蜗杆施加在蜗轮上的啮合力分力作用下,第一连

杆臂 51 将绕太阳轮 8 轴发生顺时针摆动,后端的第一行走轮 31 上升,当 L 型连杆两臂夹角为 120 度时,第二连杆臂 32 也将顺时针旋转,使得前端的第二行走轮 32 稍稍下降,直至后端的第二行走轮 31 与管壁相接触。若此时管道尺寸小于机器人的径向尺寸,则第一行走轮 31 与管壁的接触力将增大,从而迫使第一连杆臂 51 逆时针摆动,后端第一行走轮 31 随之抬起,第二连杆臂 52 不动;当两臂夹角为 180 度时,后端第一行走轮 31 仍未与管壁接触,则第二连杆臂 52 将逆时针转动,直至机器人径向尺寸减小到与管道内径相同为止。后退状态如图 5 所示,电机 12 带动蜗杆 9 反转,在蜗杆施加在蜗轮上的啮合力分力作用下,第二行走轮 32 上升与管壁接触,第一行走轮 31 下降与管壁脱离接触。

[0041] 除非管道机器人在其对应的最小管道中工作时,所有行走轮都与管壁接触,其它情况下,每组的两个行走轮中,只有一个行走轮与管壁接触。前进时是后端的行走轮与管壁接触,而后退时则是前端的行走轮与管壁接触并处于行走状态中。无论前进还是后退,若管道直径发生变化,只要不超过机器人最大(或最小)径向尺寸,行走部件就能按照上述的工作机理,自动调节 L 型连杆摆动的角度,直至适应新的管道直径。在工作过程中,由于三组行走部件所处的状态始终相同,形成力封闭与几何封闭,因此保证了机器人的中线始终与管道中线重合,使得机器人不至被卡死。三组行星轮以 120° 分布,保证机器人轴线与管道轴线保持重合。

[0042] 本发明中,机器人不需要外在的弹簧力形成封闭力系,靠蜗杆驱动行星齿轮传动使得传动机构与调节机构一体化使得结构更加简单。蜗轮蜗杆驱动使得行走轮能够稳定的适应管道内壁大小的变化,只要在可控调整范围内,无论管道内径变化大小,行走轮都可以准确及时的贴紧管壁,连续的实现了行走轮对管壁的适应。利用一个蜗杆驱动三个蜗轮,使得行走机构结构紧凑,受力均衡,在三维方向上行走轮可以同步伸缩,而且蜗轮蜗杆的驱动使得行走轮获得稳定可靠的动力来源,不会出现在管道中打滑、空转的现象。此外,蜗轮蜗杆传动能够减少驱动电机数量(只需驱动蜗轮即可实现运动);减少空间占用位置(电机数量减少到一台),增加空间结构紧凑度;相比多轮驱动,结构简单可行;从控制角度看,单电机驱动控制更为容易。

[0043] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围。为本发明的各组成部分在不冲突的条件下可以相互组合,任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作出的等同变化与修改,均应属于本发明保护的范畴。

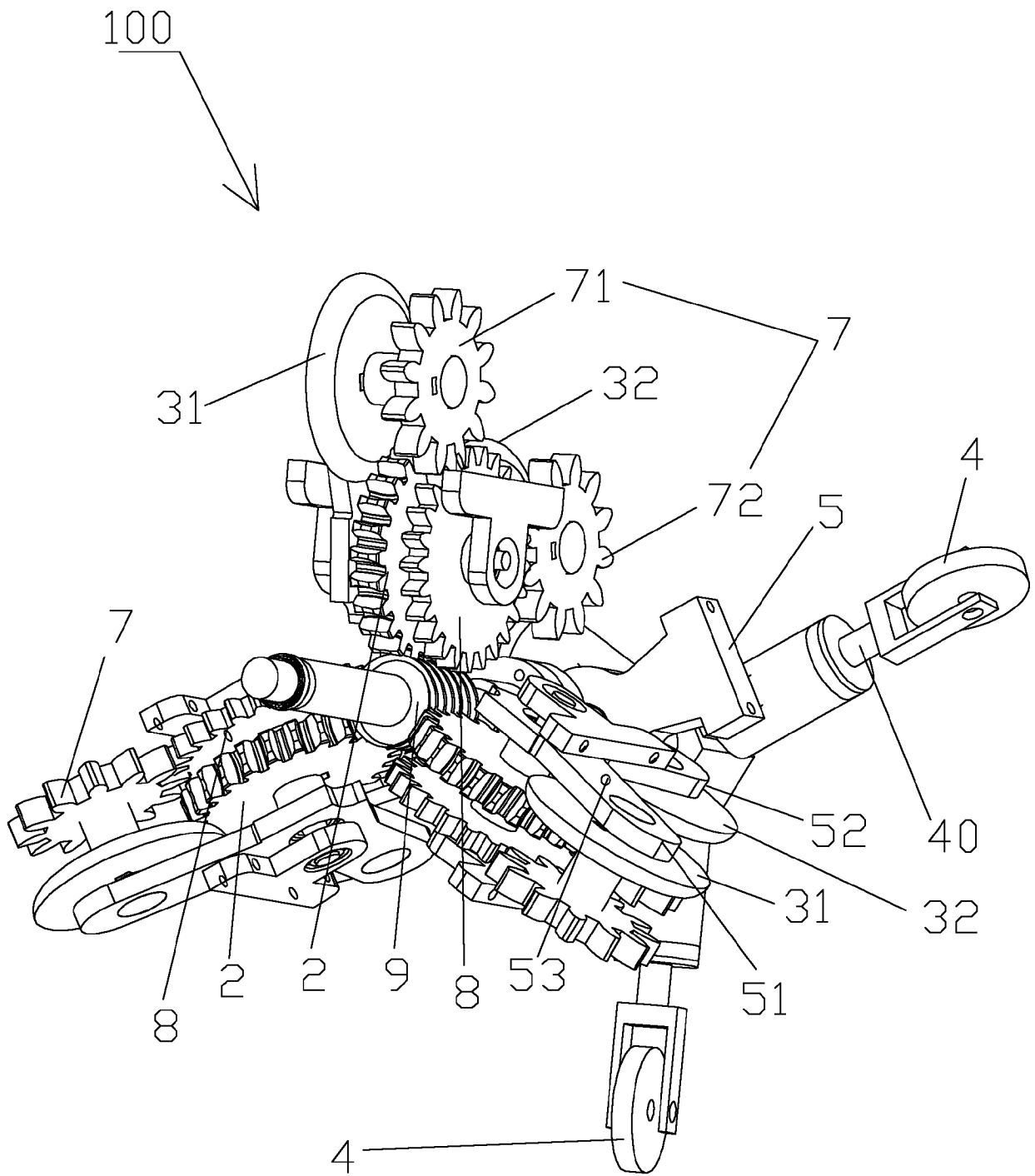


图 1

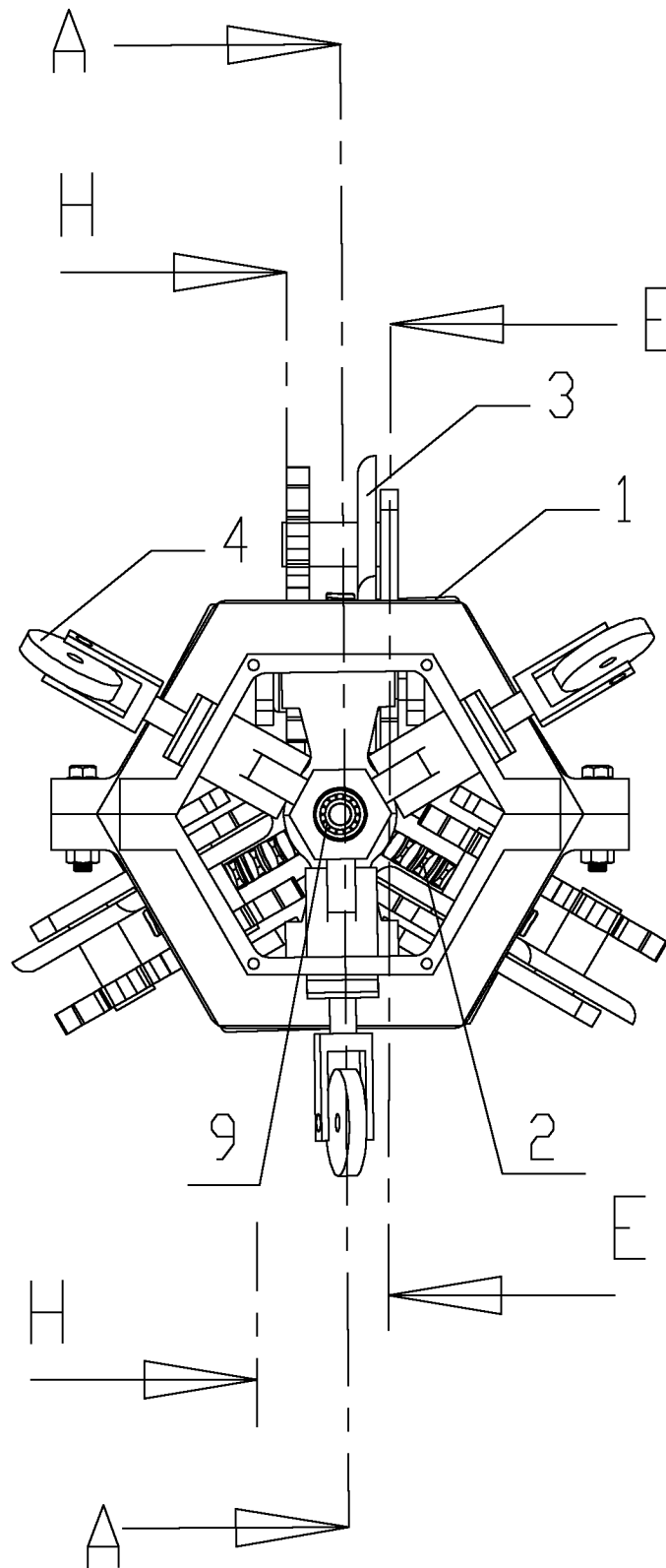


图 2

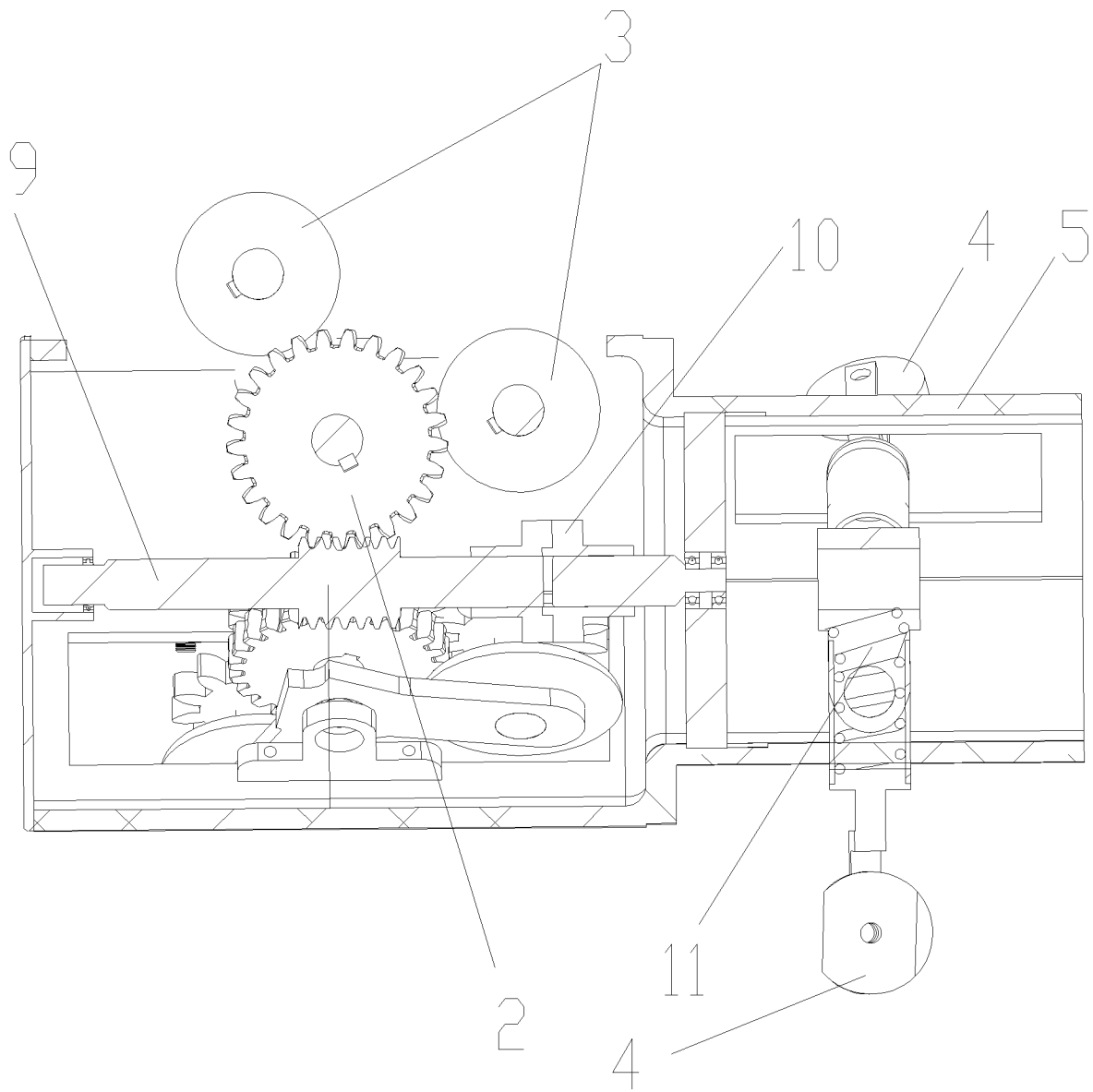


图 3

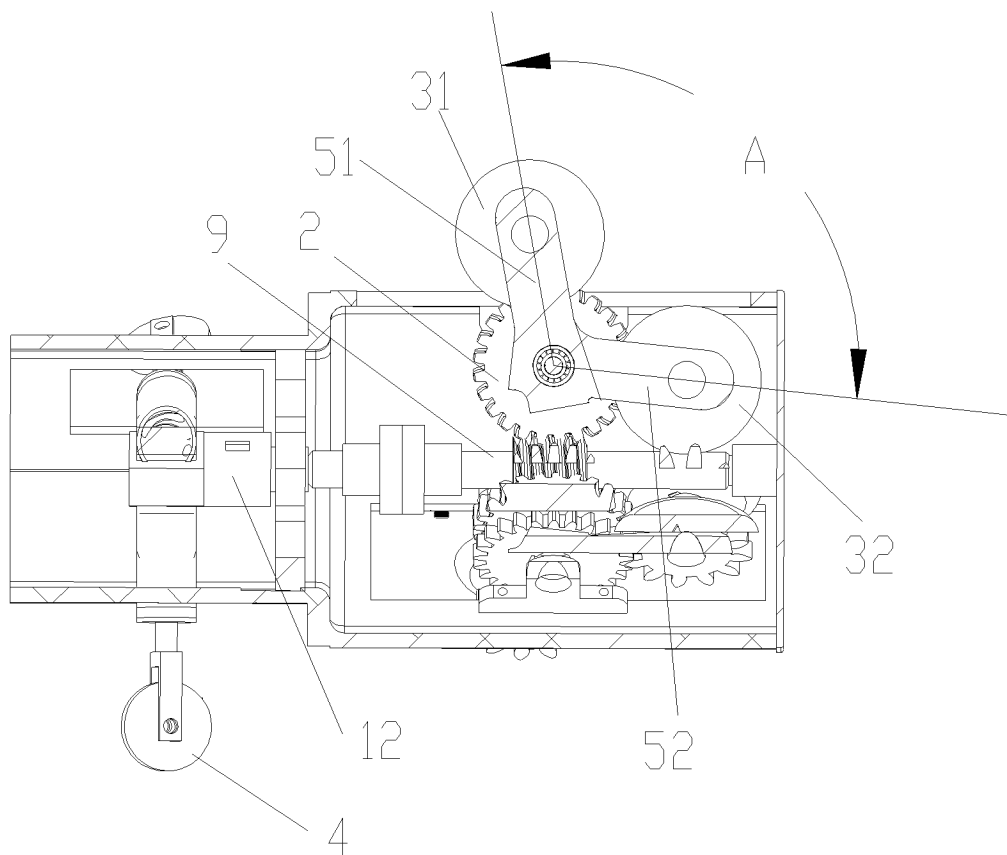


图 4

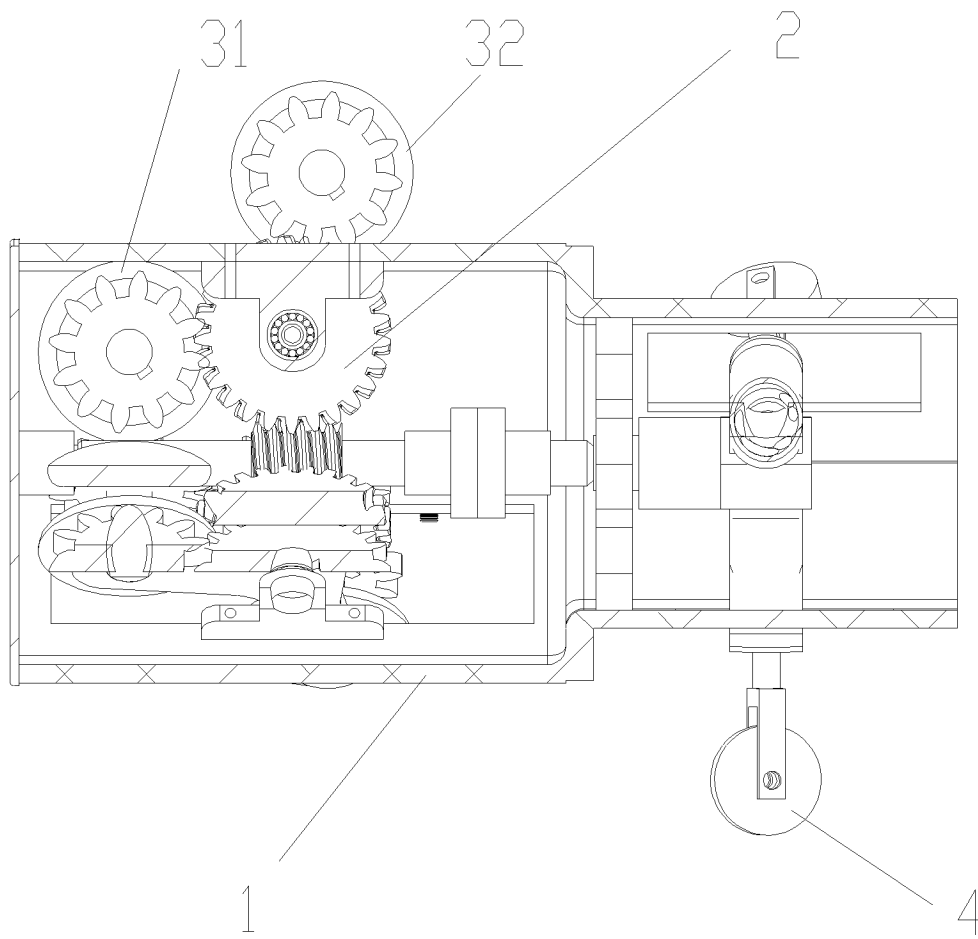


图 5

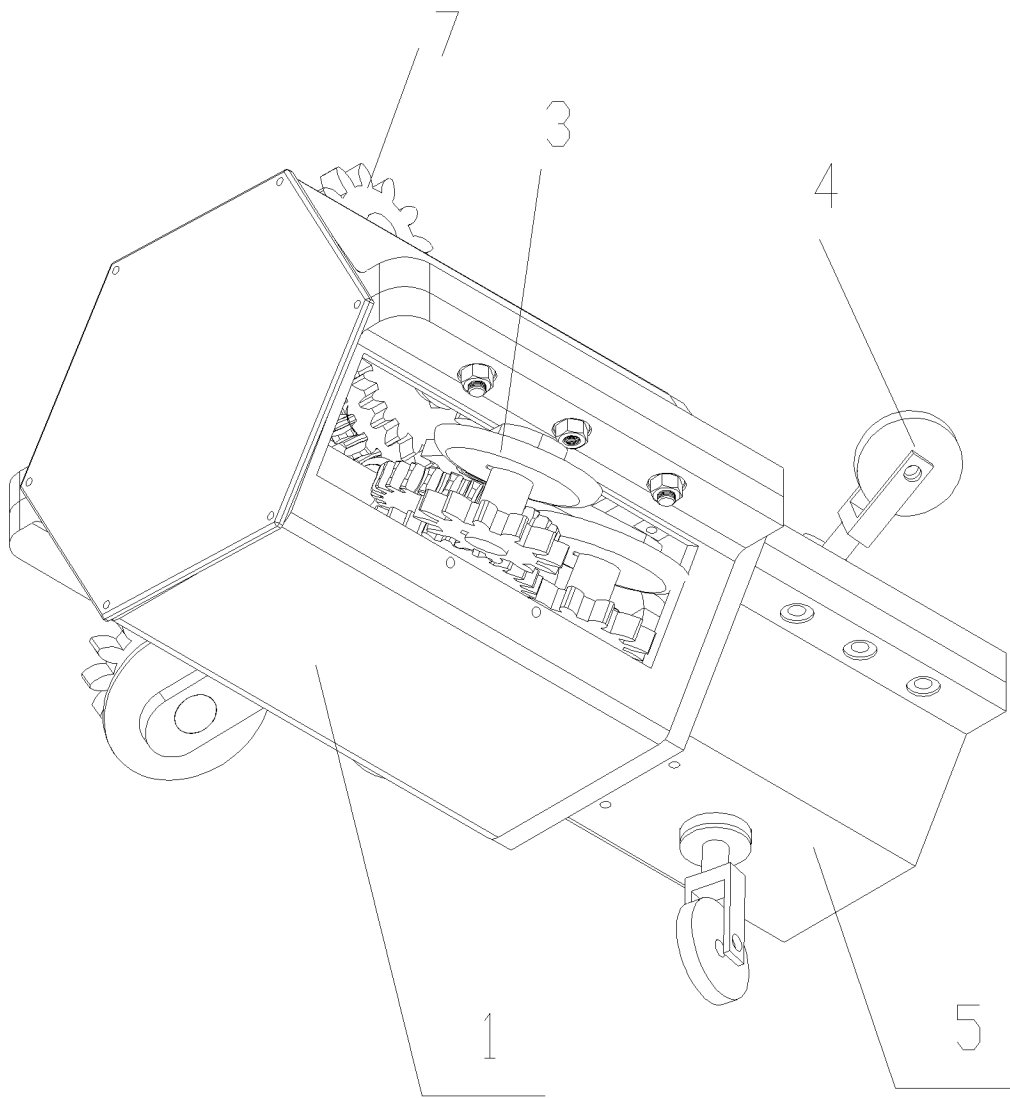


图 6