

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102661470 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201210154025. 8

(22) 申请日 2012. 05. 17

(71) 申请人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路 10 号

(72) 发明人 张延恒 孙汉旭 冯文龙

(51) Int. Cl.

F16L 55/32(2006. 01)

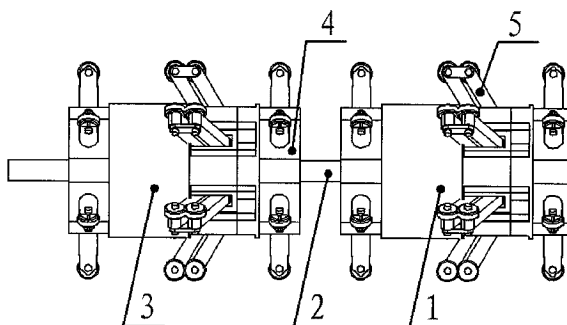
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

一种新型蠕动管道机器人

(57) 摘要

技术领域：本发明涉及一种管道机器人研究领域，尤指一种带单向行走机构可后退的新型蠕动管道机器人。本发明公开了一种带单向行走机构和滚珠丝杠并可实现管内后退功能的蠕动管道机器人，它包括：前机体、滚珠丝杠、后机体、支撑轮结构和单向行走结构。滚珠丝杠与前机体固定，穿过后机体，并与安装在后机体的丝杠螺母形成蠕动行走的驱动装置。在机器人前、后机体的两端各安装有一套支撑轮机构，每个支撑轮机构在周向均匀的分布若干个支撑轮腿，以防止机器人在管道内倾倒。同时前、后机体上分别安装若干套单向行走机构，保证机器人向前行走，通过手动拉线可以使单向行走机构失效，从而实现机器人在管道内的后退。该发明所得到的机器人驱动效率高，能够顺利通过直线型管道，并具有一定的变径管道适应能力和强大的牵引能力，同时还能实现机器人在管道内的后退。



1. 一种新型蠕动管道机器人,它包括:

前机体壳身和后机体壳身,前、后机体壳身的端部设有前、后机体端盖;

机器人的蠕动驱动机构,其包括驱动装置和传动装置,驱动装置固定在前机体上或后机体上,传动装置包括滚珠丝杠,其前端通过法兰固定在前机体上,并贯穿后机体,丝杠螺母固定在后机体上;

支撑轮机构,其包括分别安装在机体前后的支撑环,所述支撑环圆周均匀的分布有若干个径向孔,支撑轮腿在支撑轮弹簧的作用下可沿孔移动;

单向行走机构,其包括安装在前、后机体上的若干行走机构,所述行走机构只能向一个方向移动;

行走制动机构,其包括安装在前、后机体中间的行走机构调整块,所述行走机构调整块套在与丝杠同轴的滑杆上并可沿滑杆滑动,其后面有处于压缩状态的制动弹簧,将调整块推向滑杆前端,调整块与一根拉线连接,调整块径向表面带有若干凸台,与相对应单向行走机构的滑块底端接触。

2. 根据权利要求1所述的一种新型蠕动管道机器人,其特征在于:所述驱动装置为电机,该电机驱动丝杠或丝杠螺母;所述传动机构包括位于机器人轴线的滚珠丝杠及对应的丝杠螺母,驱动电机安装在电机壳上,电机壳固定在所述机体壳身上,滚珠丝杠固定在前机体上,丝杠螺母固定在后机体上。

3. 根据权利要求1所述的一种新型蠕动管道机器人,其特征在于:可使机器人自动定位及保持站立的支撑轮结构,所述支撑轮机构包括支撑环、支撑轮弹簧和支撑轮腿,所述支撑环固定在机体的前端和后端,其圆周上均匀的分布有若干个径向孔,支撑轮腿安装在孔内,并通过支撑轮弹簧与孔底部接触,保证轮腿始终压紧在管壁上。

4. 根据权利要求1或3所述的一种新型蠕动管道机器人,其特征在于:可沿管道径向移动的支撑轮腿,所述支撑轮腿包括轮腿、滚轮和轮轴,所述轮腿轴向形状与支撑环的深孔相同,轮腿只有一个自由度,即沿孔移动,其末端固定有与管道截面平行的轮轴,滚轮通过轴承与轮轴可旋转的连接。

5. 根据权利要求1所述的一种新型蠕动管道机器人,其特征在于:与管道内壁紧密接触的行走机构,所述行走机构包括滑动块、摆杆一和摆杆二、扭转弹簧和连杆。所述滑动块安装在所述前、后机体的壳身与端盖之间的凹槽里,并可沿凹槽滑动,其末端与所述行走机构调整块的凸台接触,所述摆杆一和摆杆二与滑动块铰接,两摆杆可绕滑动块旋转,摆杆上装有扭转弹簧,使行走机构保持与管道内壁紧密接触。所述连杆与两摆杆末端铰接,同滑动块一起构成平行四边形机构,所述摆杆一和摆杆二末端安装两个单向行走块。

6. 根据权利要求1或5的所述的一种新型蠕动管道机器人,其特征在于:只能单向移动的单向行走块,该单向行走块的一种实施方案包括滚轮、单向轴承和轮轴,所述滚轮内安装一单向轴承,使滚轮只能单向旋转,轮面上套有三个O型橡胶圈,使机器人行走更加平稳。所述轮轴将行走轮安装在所述摆杆一和摆杆二末端;该单向行走块的另一种实施方案包括顶端为尖形的顶销,所述顶销安装在摆杆一和摆杆二末端,其顶针压紧在管壁上。

7. 根据权利要求1所述的一种新型蠕动管道机器人,其特征在于:可使行走机构失效的行走制动机构,该行走制动机构包括行走机构调整块、制动弹簧和手动拉线,所述行走机构调整块安装在与丝杠同轴的滑杆上并可沿滑杆滑动,两端有机体壳身和端盖将调整块挡

在一段范围内运动,调整块与壳身之间有处于压缩状态的制动弹簧,在制动弹簧的恢复力作用下调整块始终处于滑杆前端,调整块径向表面带有若干凸台,与相对应的单向行走轮的滑块底端接触,手动拉线一端与所述行走轮调整块连接,另一端由操作者手持。

一种新型蠕动管道机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种管道机器人研究领域,尤指一种带单向行走轮可后退的滚珠丝杠蠕动管道机器人。

背景技术

[0002] 管道机器人是一种可在管道中行走的机械装置,工作在输送管道内,用于完成管道缺陷检测、修复等的智能装置,是保障管道安全的重要工具。在当今社会,各种各样的管道得到了广泛的应用,现代工业、农业及日常生活中都离不开管道,管道成为物质输送的重要工具之一。在使用过程中由于受振动、热循环、腐蚀、超负荷等作用,加上管道本身可能隐藏的内在缺陷,寿命总是有限的。但是管道一般深埋在地下、空中或者建筑物中,内部结构错综复杂、环境恶劣,内径较小,人工难以在这样的环境下工作,管道机器人由此应运而生。这种检测技术提高了管道检测的准确性,便于管道工程管理维护人员分析了解管道缺陷产生的原因,开展对缺陷的评估,制订管道维护方案,消除管道安全隐患,在事故发生前就有计划地维修或更换管段,从而节约大量的维修费用,降低管道维护成本,保障人民生活及财产安全,减少有毒气体或液体泄漏造成的环境污染。因此,开展管道检测机器人的研究具有重要的科学意义和明显的社会效益。

[0003] 目前的管道机器人技术普遍存在的问题是牵引能力较差,运行效率低(针对蠕动管道机器人),很少能解决机器人管道内后退的难题,这在很大程度上限制了管道机器人的应用。如何改进结构,使管道机器人能够克服上述问题,成为申请人关注和研究的课题。

发明内容

[0004] 本发明为解决上述问题,提供一种能够在变径管道中行走的蠕动管道机器人。

[0005] 为了达到上述目的,本发明所提供的一种带单向行走轮可后退的滚珠丝杠蠕动管道机器人,它包括:

[0006] 前机体壳身和后机体壳身,前、后机体壳身的端部设有前、后机体端盖;

[0007] 机器人的蠕动驱动机构,其包括驱动装置和传动装置,驱动装置固定在前机体上,传动装置包括滚珠丝杠,其前端通过法兰固定在驱动装置上,并贯穿后机体,丝杠螺母固定在后机体的丝杠螺母固定外壳上;

[0008] 支撑轮机构,其包括分别安装在机体前后的支撑环,所述支撑环圆周均匀的分布有若干个径向孔,支撑轮腿在支撑轮弹簧的作用下可沿孔移动;

[0009] 单向行走机构,其包括安装在前、后机体上的若干行走机构,所述行走机构只能向一个方向移动;

[0010] 行走制动机构,其包括安装在前、后机体中间的行走机构调整块,所述行走机构调整块套在与丝杠同轴的滑杆上并可沿滑杆滑动,其后面有处于压缩状态的制动弹簧,将调整块推向滑杆前端,调整块与一根拉线连接,调整块径向表面带有若干凸台,与相对应单向行走机构的滑块底端接触;

[0011] 所述驱动装置为电机,该电机的电机轴指向后机体;所述传动机构包括与驱动电机轴固连的滚珠丝杠,驱动电机安装在电机壳上,电机壳固定在所述前机体壳身上,所述滚珠丝杠与驱动电机轴同线固定,丝杠螺母固定在后机体上;

[0012] 可使机器人自动定位及保持站立的支撑轮结构,所述支撑轮机构包括支撑环、支撑轮弹簧和支撑轮腿,所述支撑环固定在机体的前端和后端,其圆周上均匀的分布有若干个径向孔,支撑轮腿安装在孔内,并通过支撑轮弹簧与孔底部接触,保证轮腿始终压紧在管壁上;

[0013] 可沿管道径向移动的支撑轮腿,所述支撑轮腿包括轮腿、滚轮和轮轴,所述轮腿轴向形状与支撑环的深孔相同,轮腿只有一个自由度,即沿孔移动,其末端固定有与管道截面平行的轮轴,滚轮通过轴承与轮轴可旋转的连接;

[0014] 与管道内壁紧密接触的行走机构,所述行走机构包括滑动块、摆杆一和摆杆二、扭转弹簧和连杆。所述滑动块安装在所述前、后机体的壳身与端盖之间的凹槽里,并可沿凹槽滑动,其末端与所述行走机构调整块的凸台接触,所述摆杆一和摆杆二与滑动块铰接,两摆杆可绕滑动块旋转,摆杆上装有扭转弹簧,使行走机构保持与管道内壁紧接触。所述连杆与两摆杆末端铰接,同滑动块一起构成平行四边形,所述摆杆一和摆杆二末端安装两个单向行走块;

[0015] 只能单向移动的单向行走块,该单向行走块的一种实施方案包括滚轮、单向轴承和轮轴,所述滚轮内安装一单向轴承,使滚轮只能单向旋转,轮面上套有三个O型橡胶圈,使机器人行走更加平稳,所述轮轴将行走轮安装在所述摆杆一和摆杆二末端;该单向行走块的另一种实施方案包括顶端为尖形的顶销,所述顶销安装在摆杆一和摆杆二末端,其顶针压紧在管壁上;

[0016] 可使行走机构失效的行走制动机构,该行走制动机构包括行走机构调整块、制动弹簧和手动拉线,所述行走机构调整块安装在与丝杠同轴的滑杆上并可沿滑杆滑动,两端有机体壳身和端盖将调整块挡在一段范围内运动,调整块与壳身之间有处于压缩状态的制动弹簧,在制动弹簧的恢复力作用下调整块始终处于滑杆前端,调整块径向表面带有若干凸台,与相对应的单向行走轮的滑块底端接触,手动拉线一端与所述行走轮调整块连接,另一端由操作者手持。

[0017] 本发明提供了一种新型蠕动管道机器人具有如下优点:

[0018] 1、驱动电机轴直接与滚珠丝杠连接,结构紧凑,传动效率高。

[0019] 2、每个机体采用两套支撑轮结构,既能防止机体在管道中倾倒,又能自动调整姿态适应管道变化,保证了机器人前、后机体与管道固定时的稳定性,提高了机器人蠕动行走的可靠性和适应性。

[0020] 3、采用单向行走机构,不需要刹车控制即可实现蠕动行走,结构简单,在扭转弹簧的作用下始终与管道内壁接触,即适应变径管道,同时当机器人受到向后的推力或拉力时,单向行走机构进入锁紧状态,大大提高机器人牵引能力。

[0021] 4、通过手动拉线,可以使单向行走机构暂时失效,从而拖动机器人后退。

附图说明

[0022] 图1是本发明提供了一种新型蠕动管道机器人整体结构示意图。

- [0023] 图 2a 至 2b 是驱动机构两种实施方式示意图。
- [0024] 图 3 是前机体剖面结构示意图。
- [0025] 图 4 是后机体剖面结构示意图。
- [0026] 图 5a 至 5b 是单向行走机构两种实施方式示意图。
- [0027] 图 6a 至 6c 是本管道机器人在直线管道中的运动过程示意图。
- [0028] 图 7a 至图 7c 是本管道机器人前机体行走轮制动机构示意图。
- [0029] 图中标号 :1 :前机体, 11 :前机体端盖, 12 :前机体壳身, 13 :电机壳, 14 :驱动电机, 15 :驱动电机固定板, 16 :前机体支撑环, 17 :丝杠固定法兰, 18 :支撑轮弹簧, 19 :前机体支撑轮腿, 110 :前机体制动弹簧, 111 :滑杆, 112 :前机体行走机构调整块, 2 :滚珠丝杠, 21 :滚珠丝杠螺母, 3 :后机体, 31 :后机体端盖, 32 :后机体壳身, 33 :丝杠螺母固定外壳, 34 :后机体支撑环, 35 :支撑轮弹簧, 36 :后机体支撑轮腿, 37 :后机体制动弹簧, 38 :后机体行走机构调整块, 39 :空心滑杆, 4 :支撑轮, 5 :单向行走机构, 51 :行走机构滑块, 52 :扭转弹簧, 53 :螺杆, 54 :摆杆, 55 :滚轮垫圈, 56 :轮轴, 57 :O 型橡胶圈, 58 :滚轮, 59 :连杆, 510 :单向轴承, 511 :顶销。

具体实施方式

[0030] 如图 1 所示, 一种新型蠕动管道机器人, 它包括 :前机体 1、后机体 3、滚珠丝杠 2、支撑轮机构 4 和单向行走机构 5。

[0031] 如图 2a 所示, 蠕动驱动机构的一种实施方式为驱动电机安装在前机体上, 滚珠丝杠与前机体通过驱动电机轴连接, 丝杠螺母固定在后机体上, 电机驱动滚珠丝杠绕自身轴线转动, 丝杠螺母不动, 从而使丝杠螺母带动后机体沿丝杠轴线方向移动。如图 2b 所示, 蠕动驱动机构的另外一种实施方式为驱动电机安装在后机体上, 滚珠丝杠通过法兰与前机体固定, 丝杠螺母安装在后机体上, 并可由驱动电机带动旋转, 同时滚珠丝杠保持不动, 则实现丝杠螺母沿丝杠轴线方向的移动。两种实施方式在原理上是一样的, 下面只以蠕动驱动机构的实施方式一进行说明。

[0032] 如图 3 所示, 前机体壳身 12 固定在前机体端盖 11 上, 前机体壳身 12 和前机体端盖 11 共同起到保护前机体的作用, 电机壳 13 固定在前机体壳身后面, 电机壳 13 内通过驱动电机固定板 15 安装驱动电机 14, 驱动电机 14 的电机轴指向后机体, 其轴线与前机体壳身 12 和电机壳 13 的轴线重合。驱动电机 14 的电机轴通过丝杠固定法兰 17 与滚珠丝杠 2 固定, 电机轴与滚珠丝杠的轴线重合, 通过驱动电机 14 可以驱动滚珠丝杠 2 绕其自身轴线转动。在前机体端盖 11 的前面与电机壳 13 的后面分别装有两个前机体支撑环 16, 前机体支撑环 16 的圆周上均匀的分布有若干个径向孔, 前机体支撑轮腿 19 安装在孔内, 并通过支撑轮弹簧 18 与前机体支撑环 16 的孔底部接触, 保证支撑轮腿 19 始终压紧在管壁上, 并可适应不同管径的管道。前机体壳身 12 和前机体端盖 11 的轴线之间安装有一根滑杆 111, 滑杆上有行走机构调整块 112, 可沿滑杆前后移动, 在滑杆 111 末端与行走机构调整块 112 之间有一根处于压缩状态的前机体制动弹簧 110, 行走机构调整块 112 在制动弹簧 110 的恢复力作用下, 始终处于滑杆的前端。调整块 112 末端与手动拉线的一端固定, 手动拉线穿过机体, 另一端由操作者远端手持。在前机体壳身 12 和前机体端盖 11 的周向开有若干个均匀分布的径向凹槽, 单向行走机构 5 的滑块 51 可以沿凹槽上下滑动, 滑块 51 的底端始终与行

走机构调整块 112 上的凸台接触。

[0033] 如图 4 所示,滚珠丝杠贯穿整个后机体轴线,后机体壳身 32 固定在后机体端盖 31 上,后机体壳身 32 和后机体端盖 31 共同起到保护后机体的作用。丝杠螺母固定外壳 33 固定在后机体壳身 32 一端,其作用是固定滚珠丝杠螺母 21,在滚珠丝杠 2 绕自身轴线转动时,滚珠丝杠螺母 21 保持不动。在后机体端盖 31 的前面和丝杠螺母固定外壳 33 的后面分别装有两个后机体支撑环 34,后机体支撑环 34、支撑轮弹簧 35 和后机体支撑轮腿 36 共同组成后机体支撑轮结构,空心滑杆 39 套在丝杠上并与丝杠 2 同轴,其两端通过后机体壳身 32 和后机体端盖 31 固定,并保持与丝杠不接触,空心滑杆 39 上装有后机体行走机构调整块 38 和制动弹簧 37,后机体制动弹簧 37,后机体行走机构调整块 38 和空心滑杆 39 共同组成后机体行走制动机构,后机体支撑轮机构和行走制动机构与前机体类似,这里省略说明。

[0034] 如图 5a 所示,单向行走机构的一种实施方案为单向行走轮,单向行走轮 5 包括行走轮滑块 51、扭转弹簧 52、螺杆 53、摆杆 54、滚轮垫圈 55、轮轴 56、O 型橡胶圈 57、滚轮 58、连杆 59 和单向轴承 510。行走轮滑块 51 安装在前(或后)机体壳身 12(32) 和前(或后)机体端盖 11(31) 的凹槽内。两个摆杆 54 通过螺杆 53 连接在滑块 51 上,并可绕螺杆 53 摆动。在滑块 51 与摆杆 54 之间固定有一个扭转弹簧 52,扭转弹簧 52 对摆杆施加有力矩,使摆杆 54 末端的滚轮 58 保持与管道内壁紧密接触,以适应不同直径的管道,为机器人的行走提供动力。两个摆杆 54 的末端通过轮轴 56 与连杆 59 的两端分别连接,行走轮滑块 51、两个摆杆 54 和连杆 59 组成平行四边形,无论摆杆如何摆动,两摆杆末端的滚轮 58 的中心连线始终与管道轴线平行,保证两个滚轮能均匀的接触管壁,防止机器人倾倒。滚轮 58 上绕有三个 O 型橡胶圈 57,O 型橡胶圈 57 增加了滚轮 58 与管道内壁的摩擦力,使管道机器人行走更加稳定。滚轮 58 的中心孔内安装单向轴承 510,单向轴承 510 通过轮轴 56 和滚轮垫圈 55 安装在摆杆 54 的末端。单向轴承 510 只能沿着一个方向旋转,所以滚轮 58 只能向前转动,不能向后转动,因此管道机器人只能前进,不能后退。当前机体 1 或后机体 3 向前移动时,滚轮 58 向前旋转,所受的摩擦力为滚动摩擦力。当前机体 1 或后机体 3 有向后移动的趋势时,滚轮 58 停止转动,轮子与管壁的摩擦力为滑动摩擦力,滑动摩擦力要大于滚动摩擦力,所以前机体 1 或后机体 3 固定不动。由于行走轮的摆杆 54 向后倾斜,当机体受到向后的推力或拉力时,该力只能部分作用于消除摩擦力,行走轮出现锁紧现象,因此大大增强了机器人的牵引能力。

[0035] 如图 5b 所示,单向行走机构的另外一种实施方案为顶端为尖形的顶销 511,所述顶销安装在两个摆杆 54 的末端,其顶针压紧在管壁上,当机体前进时,依靠扭转弹簧 52 的变形允许顶针在管壁上滑动,当机体后退时,行走机构出现锁紧现象,提高机器人牵引能力。

[0036] 如图 6a、6b 和 6c 所示,机器人蠕动行走过程如下:行走过程中驱动电机 14 带动滚珠丝杠 2 转动,由于滚珠丝杠螺母 21 固定在丝杠螺母固定外壳 33 上,不随丝杠 2 转动,丝杠结构的螺旋传动作用将驱动电机 14 的旋转力矩转化为丝杠螺母 21 直线移动的作用力。以图 6a 所示为运动初始状态,当丝杠螺母 21 向右运动时,前机体 1 的行走轮转动,受到滚动摩擦力,后机体 3 的行走轮锁死,受到滑动摩擦力,后机体 3 所受滑动摩擦力大于前机体 1 受到的滚动摩擦力,所以前机体 1 移动,后机体 3 固定;当机器人前机体 1 移动一段距离后,如图 6b 所示,驱动电机 14 反向旋转,此时后机体 3 的行走轮转动,前机体 1 的行走轮锁

死,后机体 3 移动,前机体 1 固定;当前机体 1 和后机体 3 将要闭合时,如图 6c 所示,驱动电机反向旋转。如此循环往复,机器人实现蠕动行走。

[0037] 如图 7a、7b 和 7c 所示,机器人前机体行走制动机构控制过程如下:前机体行走机构调整块 112 末端与一根手动拉线固定,手动拉线另一端由操作者远端手持,当机器人在管道中需要后退时,如图 7a 所示,拉动拉线,行走机构调整块 112 会在拉线拉力和前机体制动弹簧 110 共同作用下沿滑杆 111 向后移动,如图 7b 所示。当行走机构调整块 112 移动至其凸台与行走机构滑块 51 底端的凹槽相对应时,行走机构 5 会随滑块 51 沿前机体壳身 12 和前机体端盖 11 的径向凹槽向下滑动,使行走机构调整块 112 的凸台和行走机构滑块 51 的凹槽相嵌合,如图 7c 所示。此时由于行走机构收缩,与管壁不再接触,单向行走机构失效,继续拉动手动拉线,前机体会在支撑轮的作用下随拉线后退,直至退出管道。机器人后机体行走制动机构的实施方式与前机体在原理上是一样的,分别操作使前后机体单向行走机构失效,即可实现机器人在管道内的后退。

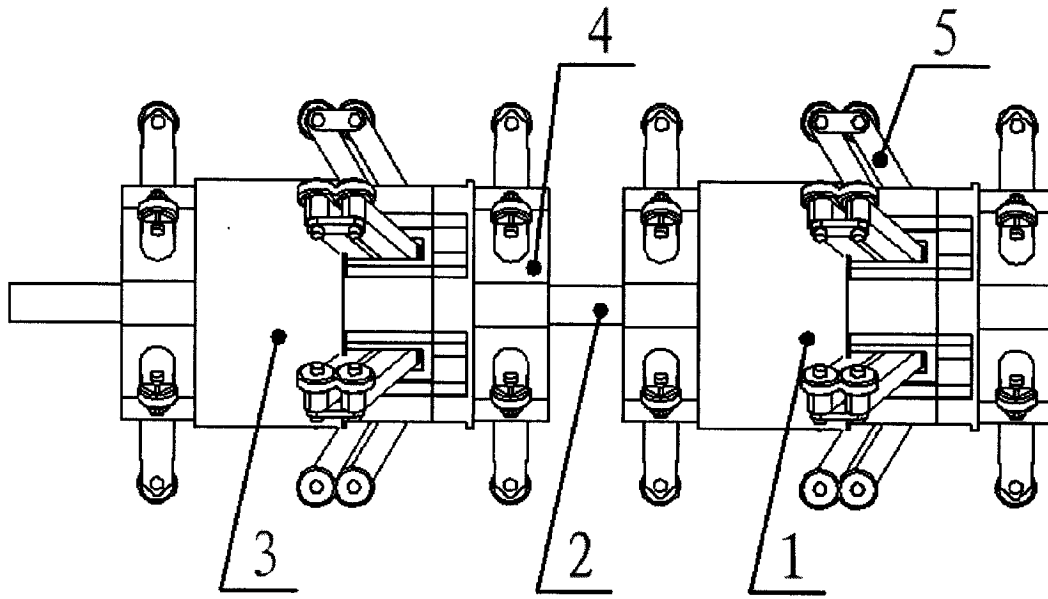


图 1

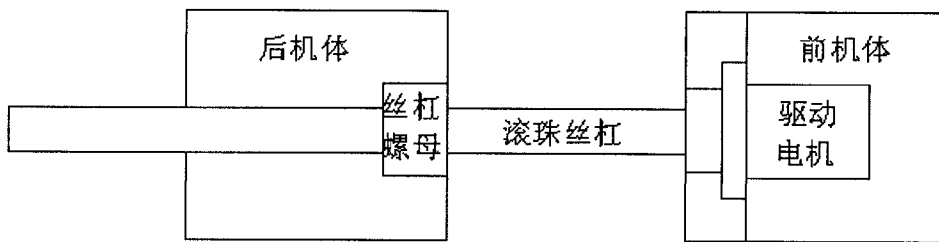


图 2a

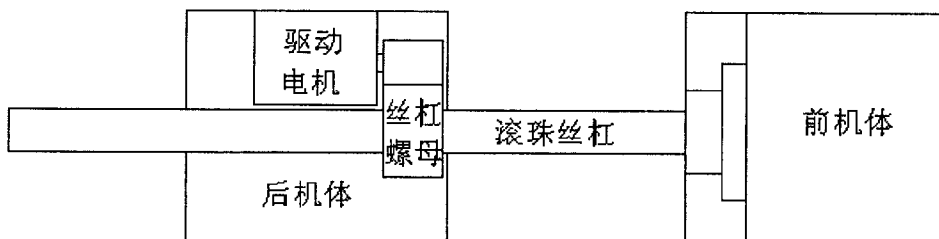


图 2b

图 2

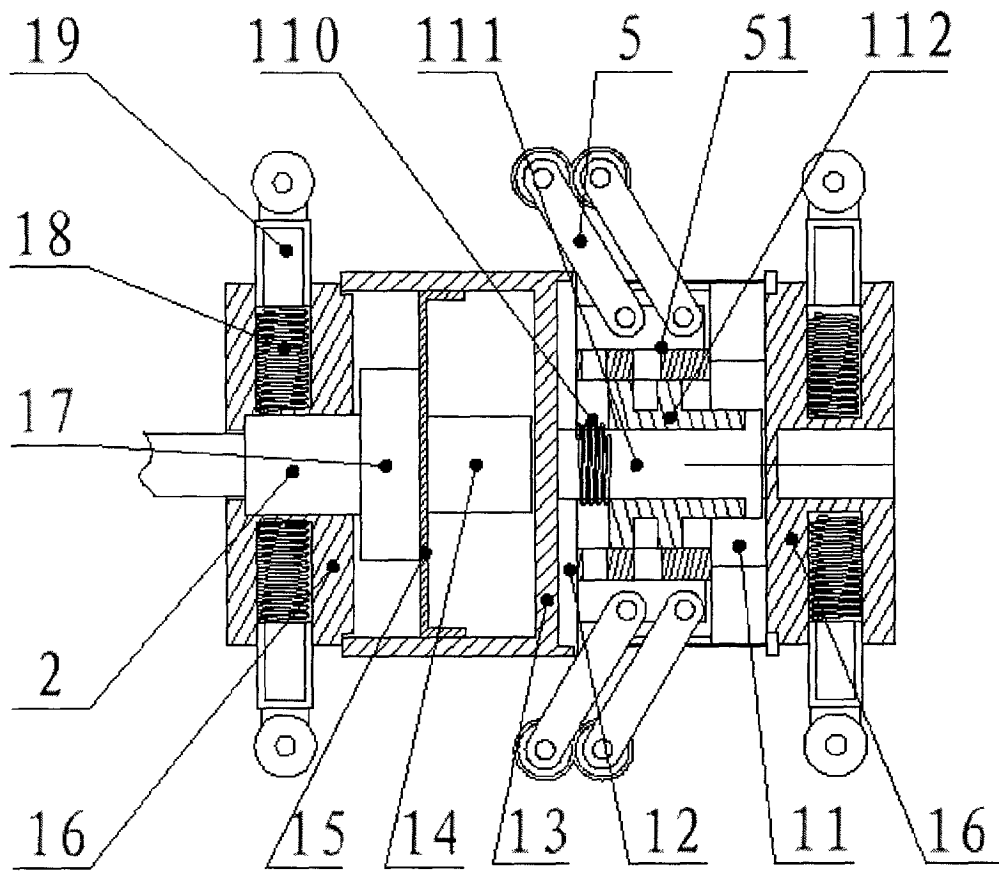


图 3

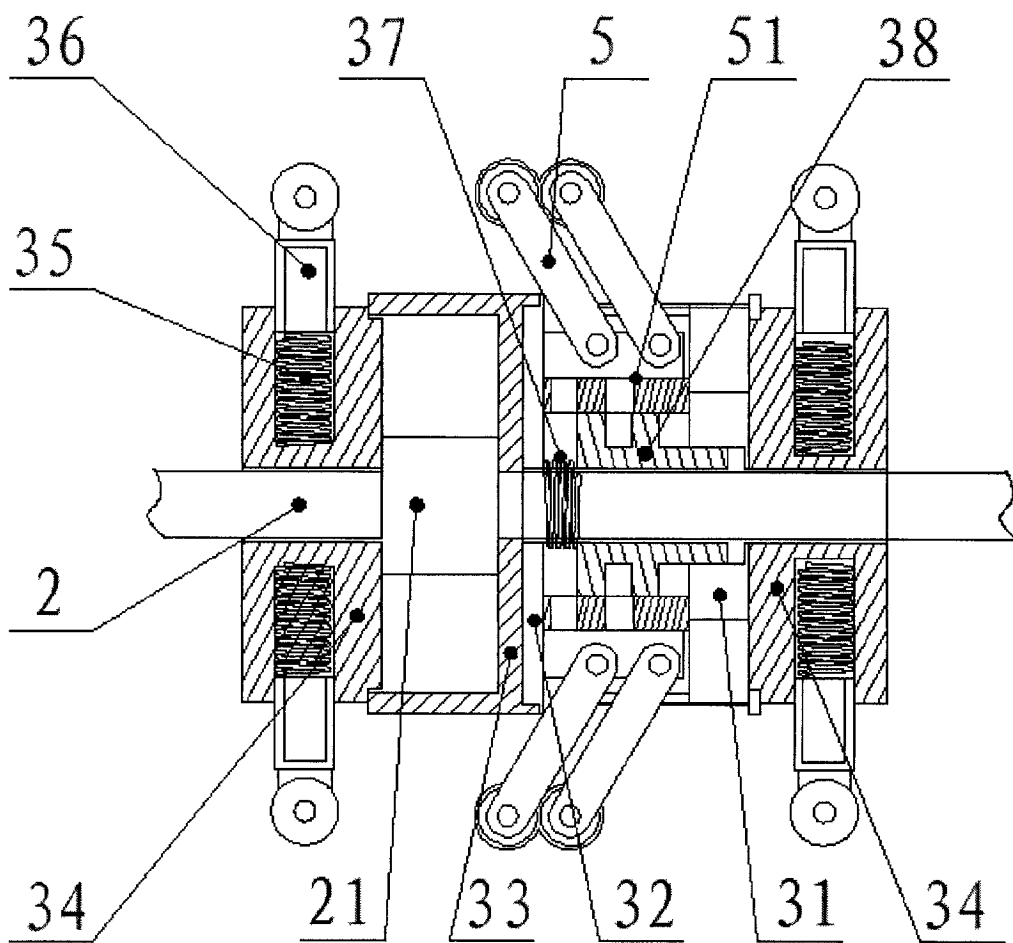


图 4

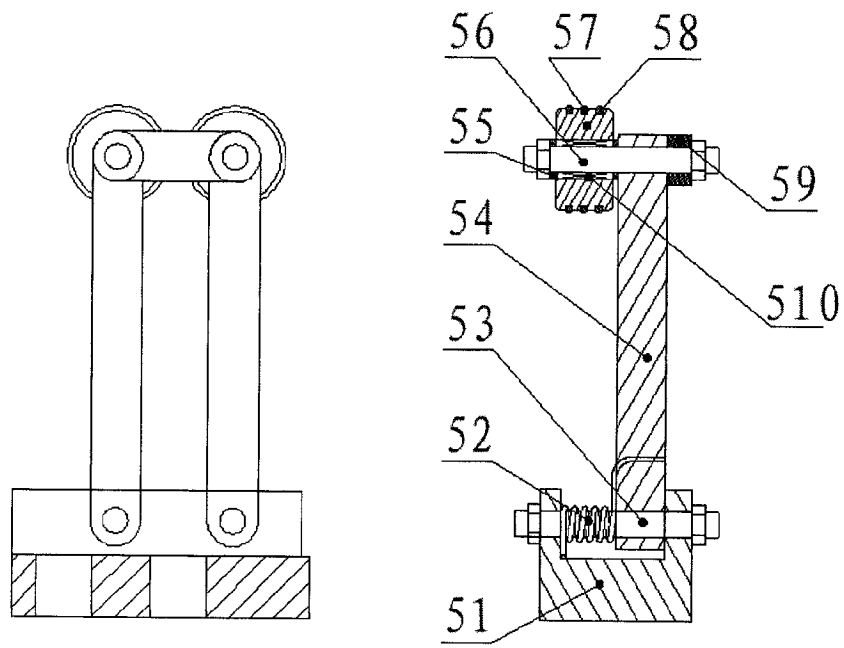


图 5a

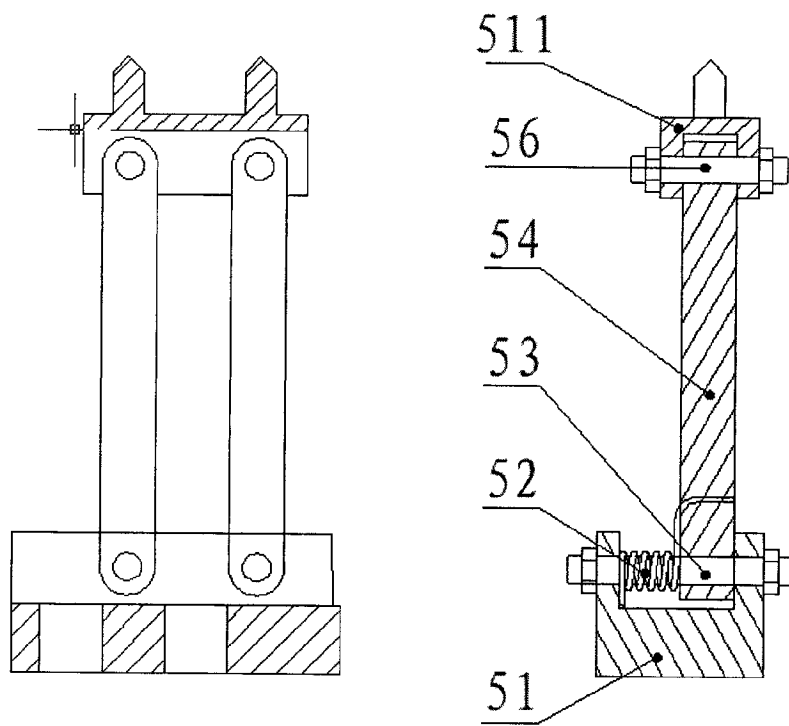


图 5b

图 5

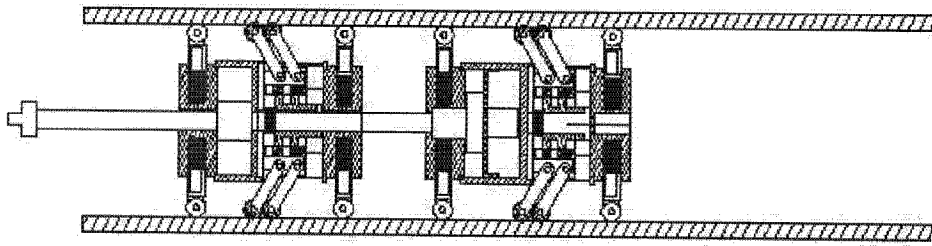


图 6a

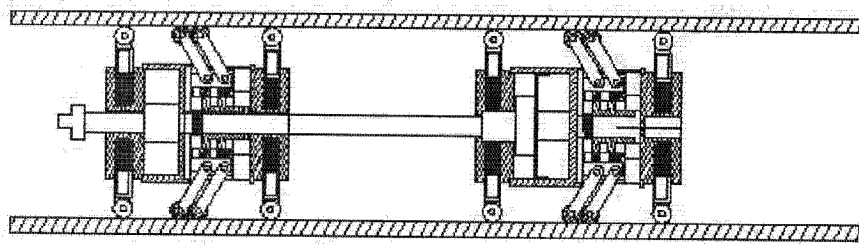


图 6b

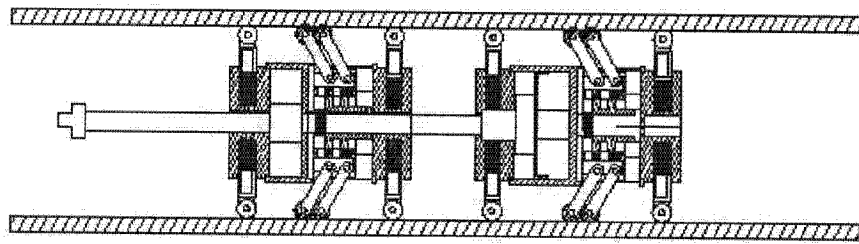


图 6c

图 6

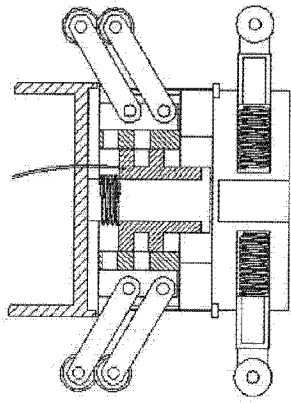


图 7a

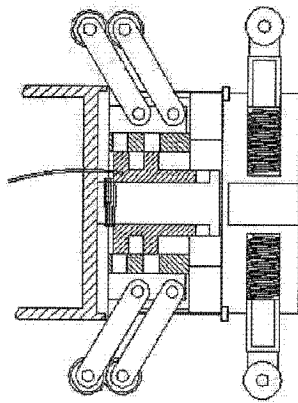


图 7b

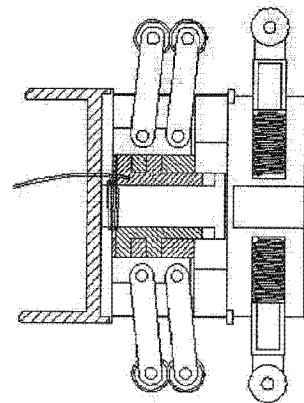


图 7c

图 7