



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108278439 B

(45) 授权公告日 2023.07.28

(21) 申请号 201810153305.4

F16L 101/12 (2006.01)

(22) 申请日 2018.02.21

F16L 101/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108278439 A

(56) 对比文件

CN 107701855 A, 2018.02.16

(43) 申请公布日 2018.07.13

CN 201407460 Y, 2010.02.17

(73) 专利权人 南京管科智能科技有限公司

CN 205769684 U, 2016.12.07

地址 211800 江苏省南京市江北新区智达  
路6号智能制造产业园智城园区2号楼  
713-2室

DE 102004006855 A1, 2005.09.01

(72) 发明人 娄保东

RU 2550103 C1, 2015.05.10

(74) 专利代理机构 南京千语知识产权代理事务

SU 918164 A1, 1982.04.07

所(普通合伙) 32394

审查员 赵超杰

专利代理人 祁文彦

(51) Int.Cl.

F16L 55/32 (2006.01)

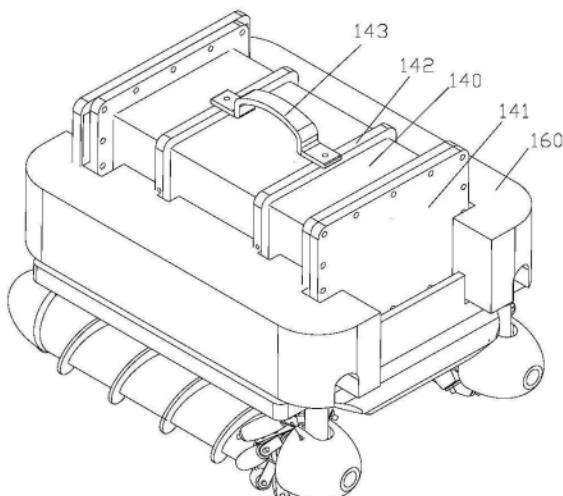
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

一种管道机器人

(57) 摘要

本发明公开了一种管道机器人，包括支架和转动设置在支架上的至少两个驱动装置，以及固定设置在支架上的控制器；每个驱动装置沿其长度方向分为三段：包括驱动滚筒和设置在驱动滚筒两端的驱动滚轮，所述设置在驱动滚筒一端的驱动滚轮为麦克纳姆轮，另一端为麦克纳姆轮或者车轮；驱动滚筒包括内筒、转动套设置在内筒外部的外筒，以及固定设置在外筒外部的壳体，壳体的外周面沿其长度方向固定设置有螺旋叶片；内筒中固定设置有电机；所述驱动装置的下端处，螺旋叶片的下缘高于麦克纳姆轮和车轮的下缘。电机密封固定在内筒中，防水性能好，通过第一连接件、第二连接件使内筒与外筒转动连接，通过在外筒上套制带有螺旋叶片的外壳。



1. 一种管道机器人，其特征在于，包括支架和转动设置在支架上的至少两个驱动装置，以及固定设置在支架上的控制器；

每个驱动装置沿其长度方向分为三段：包括驱动滚筒和设置在驱动滚筒两端的驱动滚轮，所述设置在驱动滚筒一端的驱动滚轮为麦克纳姆轮，另一端为麦克纳姆轮或者车轮；

所述驱动滚筒包括内筒、转动套设置在内筒外部的外筒，以及固定设置在外筒外部的壳体，壳体的外周面沿其长度方向固定设置有螺旋叶片；内筒中固定设置有电机；所述驱动装置的下端处，螺旋叶片的下缘高于麦克纳姆轮和车轮的下缘；

所述电机与控制器之间电连接；

所述电机的输出轴伸出内筒，且位于外筒中，沿电机输出轴方向延伸依次同轴设置有第一法兰、电机盖、第一连接件和第二连接件，第一法兰、电机盖、第一连接件和第二连接件均为旋转体，第一法兰通过螺钉与内筒的第一端面连接，第一法兰的内壁与电机输出轴之间存在间隙，第一法兰的外周面与外筒内壁之间存在间隙；所述电机盖包括圆盘体和设置在圆盘体中央，且与圆盘体一体成型的第一柱状体，第一柱状体朝向远离电机的方向，第一柱状体的中心沿轴向开设有第一通孔，圆盘体与第一法兰通过螺钉固连，圆盘体的外周面与外筒的内壁之间存在间隙；

所述第一连接件通过第一推力轴承安装在电机盖上，第一连接件的外周面与外筒的内壁固连，且第一连接件的外周面与外筒的内壁之间设置有第二密封环；第一连接件靠近电机一侧的端面中央沿轴线向外凸起延伸形成第二柱状体，第二柱状体旋转自如地插入第一通孔中，且第二柱状体与第一通孔之间设置有第一密封环；第一连接件沿轴向开设有第二通孔和第三通孔，第二通孔开设在第二柱状体中，第二通孔和第三通孔连通，电机输出轴插入第二通孔中，电机输出轴通过键与第一连接件固连；第二连接件位于第三通孔中，且与第一连接件转动连接；第三通孔中设置有密封垫将第二连接件与电机输出轴密封间隔开；

所述内筒远离电机输出轴的一端连接有第一端盖，第一端盖与内筒的端面密封固连，第一端盖的外端面中心部向外凸起并延伸形成空心轴，电机的电线从空心轴中穿出，电线与空心轴通过密封胶密封连接，空心轴上转动套设有第三连接件，第三连接件为旋转体，第三连接件的外周面与外筒的内壁密封固连。

2. 根据权利要求1所述的管道机器人，其特征在于，还包括第一筒体，控制器设置于第一筒体中，第一筒体固定在支架上，第一筒体的端面呈矩形环状；

所述第一筒体的两端分别通过第三法兰封堵，第三法兰由透明材质制成；

所述第一筒体的腔体中设置有摄像头，摄像头与控制器之间电连接；

所述第一筒体上套设有至少两个支撑环，且支撑环位于两端的第三法兰之间；支撑环与第一筒体通过螺钉紧固；

所述第一筒体顶部设置有提手。

3. 根据权利要求2所述的管道机器人，其特征在于，所述第二连接件的外壁沿周向设置有第一间隔部，第一连接件通过第一球轴承和第二推力轴承与第二连接件转动连接，第一球轴承、第二推力轴承被第一间隔部隔开，其中第二推力轴承靠近密封垫；所述第二连接件的外端面密封固连设置有第二端盖，限位第一球轴承，第二端盖中央开设有通孔，第二连接件伸出通孔，第二连接件的端部可拆卸式连接有车轮，车轮的轮轴与内筒的轴线垂直。

4. 根据权利要求3所述的管道机器人，其特征在于，所述空心轴上沿空心轴轴向向外依

次套设有第三推力轴承、第二密封环、第二球轴承和第三端盖；

所述第三连接件为筒状，其腔体包括大径部和小径部，小径部的内壁沿径向凸起，形成第二间隔部，第三推力轴承和第二密封环内嵌于第三连接件小径部，且位于第二间隔部的两侧，其中第三推力轴承的一端与第二端盖相抵靠，另一端与第二间隔部的一端面抵靠；所述第二球轴承内嵌于第三连接件大径部；所述第三端盖包括第二法兰盘和沿空心轴轴向方向向外延伸的第三柱状体，第三柱状体位于第二法兰盘中央，且与第二法兰盘一体成型；第三端盖通过第二法兰盘与第三连接件的端面密封固连，第三端盖中央沿轴线设置有通孔，空心轴伸出第三端盖，第三端盖的腔体中沿周向设置有第三间隔部，空心轴上套设有第三密封环和铜套，第三密封环和铜套位于第三端盖的腔体中，且被第三间隔部分开，其中第三密封环位于第三间隔部和第二球轴承之间；所述空心轴伸出第三端盖的一端设置有外螺纹；

所述第三柱状体的外周面上均匀设置有多个麦克纳姆轮单体，每个麦克纳姆轮单体的轴线与空心轴轴线的夹角为45度。

5. 根据权利要求4所述的管道机器人，其特征在于，所述第二连接件伸出通孔一端的中央开设有螺纹盲孔，车轮支架的一端设置有外螺纹，并插入螺纹盲孔中，与第二连接件螺纹连接，车轮支架的底部转动设置有车轮；

所述第三柱状体的外周面上均匀开设有多个凹槽，凹面的底面为平面，每个凹槽中嵌设一个定位架，定位架为U形，定位架与第三柱状体通过螺钉连接，每个麦克纳姆轮通过转轴两端与定位架对应转动连接。

6. 根据权利要求5所述的管道机器人，其特征在于，所述第一连接件、第三连接件的外周面上均开设有至少一个环形槽，环形槽中嵌有密封圈；

所述第一间隔部、第二间隔部和第三间隔部均为环状；

所述密封垫与电机输出轴端面通过螺钉连接；

所述第一端盖与内筒的端面通过螺钉连接，第一连接件的外端面与第二端盖通过螺钉连接，第三端盖与第三连接件的外端面通过螺钉连接。

7. 根据权利要求6所述的管道机器人，其特征在于，所述支架包括底板和固定在底板上的驱动装置第四连接件，底板与支撑环通过螺钉连接；

所述四连接件为中空管件，包括中间段和设置在中间段两端的弯曲段；

所述中间段分为两段，通过三通与底板连接，弯曲段的末端设置有内螺纹，其中，一个弯曲段的末端与车轮支架螺纹连接，另一个弯曲段的末端与空心轴伸出第三端盖的一端螺纹连接。

8. 根据权利要求7所述的管道机器人，其特征在于，所述第一筒体上开设有通孔，底板上与第四连接件连接处开设有通孔，电机的导线从空心轴的空腔中穿出后依次进入第四连接件连接空腔中，并经底板、第一筒体上的通孔进入机器人本体中与控制器之间电连接，实现控制器对电机的控制；并用密封胶对底板、第一筒体上的通孔进行密封。

9. 根据权利要求8所述的管道机器人，其特征在于，所述第一筒体的底部设置有流量传感器，流量传感器与控制器之间电连接；

所述底板上固定设置有采用轻质材料制成的浮板。

## 一种管道机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种管道机器人。

### 背景技术

[0002] 市政管道环境非常恶劣,长期使用后容易发生腐蚀、疲劳破坏或者使管道内部潜在缺陷发展成破损而引起泄漏事故等,特别是水类管道,还容易堵塞等事故。因此管道的管内探测、清淤是一项十分重要的实用工程,目前管内探测、清污大多还采用人工进行操作,受管道尺寸、环境恶劣等因素限制,导致工作强度大、工作效率低,基于该问题,目前出现了管道机器人。但是现有的管道机器人,多为滚轮驱动,驱动性能差,易打滑,当机器人悬浮在水中时,驱动失效,且防水性能差。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种管道机器人,解决现有管道机器人驱动性能差,防水性能差的技术问题。

[0004] 本发明为了解决上述技术问题,采用如下技术方案:

[0005] 一种管道机器人,包括支架和转动设置在支架上的至少两个驱动装置,以及固定设置在支架上的控制器;每个驱动装置沿其长度方向分为三段:包括驱动装置和设置在驱动装置两端的驱动滚轮,所述设置在驱动装置一端的驱动滚轮为麦克纳姆轮,另一端为麦克纳姆轮或者车轮;所述驱动滚筒包括内筒、转动套设置在内筒外部的外筒,以及固定设置在外筒外部的壳体,壳体的外周面沿其长度方向固定设置有螺旋叶片;内筒中固定设置有电机;所述驱动装置的下端处,螺旋叶片的下缘高于麦克纳姆轮和车轮的下缘;所述电机与控制器之间电连接。

[0006] 进一步改进,还包括第一筒体,控制器设置于第一筒体中,第一筒体固定在支架上,第一筒体的端面呈矩形环状;

[0007] 所述第一筒体的两端分别通过第三法兰封堵,第三法兰由透明材质制成;

[0008] 所述第一筒体的腔体中设置有摄像头,摄像头与控制器之间电连接;

[0009] 所述第一筒体上套设有至少两个支撑环,且支撑环位于两端的第三法兰之间;支撑环与第一筒体通过螺钉紧固;

[0010] 所述第一筒体顶部设置有提手,便于携带、搬运。

[0011] 机器人在管道中行进时,摄像头实时拍摄管道中的景象,并传送给地面上的上位机显示,便于直观的了解到管道内的实际情况,管道中环境复杂。因为管道机器人工作环境的特殊性,所以防水是整个机器人的关键所在,第一筒体也不例外,第一筒体中一旦进水,则控制器损坏。第一筒体起到保护、支撑控制器的作用。通过设置前端盖、后端盖便于安装控制器,且分体设计,降低第一筒体的加工成本。为了防止第一筒体变形,在第一筒体上套设支撑环,类似于抱箍,提高第一筒体强度。

[0012] 当管道机器人在硬质介质上运动时,两端的车轮和麦克纳姆轮与地面接触,中间

的螺旋叶片悬空，电机驱动滚筒和麦克纳姆轮同步转动，由于中间段的滚筒悬空，驱动装置与地面的接触面积较小，管道机器人运动速度快、效率高；又因为悬空麦克纳姆轮可以实现前行、横移、斜行、旋转及其组合等运动方式，则可实现管道机器人的多方向运动，易控制。当管道机器人在软质介质上运动时，管道机器人因为重力作用会下陷，则车轮、麦克纳姆轮和中间的螺旋叶片均与地面接触，电机驱动滚筒和麦克纳姆轮同步转动，螺旋叶片转动，将淤泥等向后排出，使管道机器人向前移动，虽然此时管道机器人运动速度慢，但因为接触面积大，不会打滑；当管道机器人悬浮在水中时，螺旋叶片相当于螺旋桨，螺旋叶片转动向后排水驱动管道机器人前进。

[0013] 上述车轮—螺旋叶片滚筒—麦克纳姆轮，或者麦克纳姆轮—螺旋叶片滚筒—麦克纳姆轮组合作为驱动轮，能够应对管道中不同状况，适应性强，效率高。

[0014] 进一步改进，所述电机的输出轴伸出内筒，且位于外筒中，沿电机输出轴方向延伸依次同轴设置有第一法兰、电机盖、第一连接件和第二连接件，第一法兰、电机盖、第一连接件和第二连接件均为旋转体，第一法兰通过螺钉与内筒的第一端面连接，第一法兰的内壁与电机输出轴之间存在间隙，第一法兰的外周面与外筒内壁之间存在间隙；所述电机盖包括圆盘体和设置在圆盘体中央，且与圆盘体一体成型的第一柱状体，第一柱状体朝向远离电机的方向，第一柱状体的中心沿轴向开设有第一通孔，圆盘体与第一法兰通过螺钉固连，圆盘体的外周面与外筒的内壁之间存在间隙；

[0015] 所述第一连接件通过第一推力轴承安装在电机盖上，第一连接件的外周面与外筒的内壁固连，且第一连接件的外周面与外筒的内壁之间设置有第二密封环；第一连接件靠近电机一侧的端面中央沿轴线向外凸起延伸形成第二柱状体，第二柱状体旋转自如地插入第一通孔中，且第二柱状体与第一通孔之间设置有第一密封环；第一连接件沿轴向开设有第二通孔和第三通孔，第二通孔开设在第二柱状体中，第二通孔和第三通孔连通，电机输出轴插入第二通孔中，电机输出轴通过键与第一连接件固连；第二连接件位于第三通孔中，且与第一连接件转动连接；第三通孔中设置有密封垫将第二连接件与电机输出轴密封间隔开；

[0016] 所述内筒远离电机输出轴的一端连接有第一端盖，第一端盖与内筒的端面密封固连，第一端盖的外端面中心部向外凸起并延伸形成空心轴，电机的电线从空心轴中穿出，电线与空心轴通过密封胶密封连接，空心轴上转动套设有第三连接件，第三连接件为旋转体，第三连接件的外周面与外筒的内壁密封固连。

[0017] 基于申请号：201710896483.1，名称：一种驱动滚筒的专利申请，申请人继续研究、反复试验，进行了改进，通过将电机输出轴通过键与第一连接件直接连接，第一连接件的外周面与外筒固连，电机与内筒固连，则电机驱动第一连接件转动，带动外筒转动，动力传递效率高，能量损耗小，保证外筒能够正常转动。

[0018] 同时，通过设置第一密封环、密封垫，以及在第一连接件的外周面设置密封件，设置多道防水组件，提高了良好的防水密封性能，保证电机能正常工作。

[0019] 通过设置第一推力轴承，提高轴向载荷承载能力，增加整体结构稳定性，提高使用寿命。

[0020] 进一步改进，所述第二连接件的外壁沿周向设置有第一间隔部，第一连接件通过第一球轴承和第二推力轴承与第二连接件转动连接，第一球轴承、第二推力轴承被第一间

隔部隔开，其中第二推力轴承靠近密封垫；所述第二连接件的外端面密封固连设置有第二端盖，限位第一球轴承，第二端盖中央开设有通孔，第二连接件伸出通孔，第二连接件的端部可拆卸式连接有车轮，车轮的轮轴与内筒的轴线垂直。

[0021] 通过设置第一球轴承和第二推力轴承，既提高了轴向载荷承载能力，又保证第二连接件与第一连接件能够稳定的发生相对转动。通过设置第一间隔部为第一球轴承和第二推力轴承提供安装面，保证其安装结构稳定，运行平稳。通过设置第二端盖，对第一球轴承起到定位作用，防止在工作中脱落。车轮为从动轮，其辅助作用。

[0022] 进一步改进，所述空心轴上沿空心轴轴向向外依次套设有第三推力轴承、第二密封环、第二球轴承和第三端盖；所述第三连接件为筒状，其腔体包括大径部和小径部，小径部的内壁沿径向凸起，形成第二间隔部，第三推力轴承和第二密封环内嵌于第三连接件小径部，且位于第二间隔部的两侧，其中第三推力轴承的一端与第二端盖相抵靠，另一端与第二间隔部的一端面抵靠；所述第二球轴承内嵌于第三连接件大径部；所述第三端盖包括第二法兰盘和沿空心轴轴向方向向外延伸的第三柱状体，第三柱状体位于第二法兰盘中央，且与第二法兰盘一体成型；第三端盖通过第二法兰盘与第三连接件的端面密封固连，第三端盖中央沿轴线设置有通孔，空心轴伸出第三端盖，第三端盖的腔体中沿周向设置有第三间隔部，空心轴上套设有第三密封环和铜套，第三密封环和铜套位于第三端盖的腔体中，且被第三间隔部分开，其中第三密封环位于第三间隔部和第二球轴承之间；所述空心轴伸出第三端盖的一端设置有外螺纹，用于连接其他组件。

[0023] 所述第三柱状体的外周面上均匀设置有多个麦克纳姆轮单体，每个麦克纳姆轮单体的轴线与空心轴轴线的夹角为45度。

[0024] 管道机器人在工作时，内筒与外筒发生相对转动，所以电机的电源线、控制信号线只能从与内筒保持相对静止的部件中穿出，同时考虑到密封防水，因此选择将电机的电线从空心轴中穿出，而对该结构进行密封，优选采用向空心轴的腔体中填充密封胶，为了保证密封效果，则空心轴的长度较长。设置第三推力轴承、第二球轴承，且通过第二间隔部隔开，有效的防止第三连接件沿轴向窜动，第三端盖通过螺钉与第三连接件的端面密封连接，球轴承载径向和轴向的压力，保证第三连接件与空心轴能发生相对转动，且不易沿轴向窜动；同时，通过设置第二密封环和第三密封环，密封好、具有良好的防水性能。通过设置耐磨铜套，硬度高，耐磨性极好，不易产生咬死现象，保证空心轴与第三端盖实现转动连接，稳定性好。

[0025] 进一步改进，所述第二连接件伸出通孔一端的中央开设有螺纹盲孔，车轮支架的一端设置有外螺纹，并插入螺纹盲孔中，与第二连接件螺纹连接，车轮支架的底部转动设置有车轮。螺纹连接，方便拆装。

[0026] 进一步改进，所述第三柱状体的外周面均匀开设有多个凹槽，凹面的底面为平面，每个凹槽中嵌设一个定位架，定位架为U形，定位架与第三柱状体通过螺钉连接，每个麦克纳姆轮通过转轴两端与定位架对应转动连接。每个麦克纳姆轮与对应的一个定位架连接，定位架与第三柱状体可拆卸式连接，拆装方便，定位架批量生产，成本低。

[0027] 进一步改进，所述第一连接件、第三连接件的外周面上均开设有至少一个环形槽，环形槽中嵌有密封圈，防止漏水，提高密封性能。

[0028] 进一步改进，所述第一间隔部、第二间隔部和第三间隔部均为环状，便于加工，且

与推力轴承的接触面大、隔离效果好。

[0029] 进一步改进，所述第一端盖与内筒的端面通过螺钉连接，第一连接件的外端面与第二端盖通过螺钉连接，第三端盖与第三连接件的端面通过螺钉连接，方便拆卸更换，且紧固效果好。

[0030] 进一步改进，所述支架包括底板和固定在底板上的驱动装置第四连接件，底板与支撑环通过螺钉连接；

[0031] 所述四连接件为中空管件，包括中间段和设置在中间段两端的弯曲段，所述中间段分为两段，通过三通与底板连接，弯曲段的末端设置有内螺纹，其中，一个弯曲段的末端与车轮支架螺纹连接，另一个弯曲段的末端与空心轴伸出第三端盖的一端螺纹连接。所述第一筒体上开设有通孔，底板上与第四连接件连接处开设有通孔，电机的导线从空心轴的空腔中穿出后依次进入第四连接件连接空腔中，并经底板、第一筒体上的通孔进入机器人本体中与控制器之间电连接，实现控制器对电机的控制；并用密封胶对底板、第一筒体上的通孔进行密封。支架结构简单、质量轻，将导线布置在管件中、密封，防止漏水，同时避免了驱动滚筒转动时导线易与转轴或者外部的障碍物等缠绕的问题。

[0032] 进一步改进，所述第一筒体的底部设置有流量传感器，流量传感器与控制器之间电连接。机器人在管道中工作时，通过流量传感器可以检测到管道中水的流速，并在地面上的上位机中显示。所述底板上固定设置有采用轻质材料制成的浮板，当机器人在水中工作时增加浮力，机器人处于悬浮状态，螺旋叶片相当于螺旋桨，螺旋叶片转动向后排水驱动管道机器人快速前进，提高工作效率。

[0033] 进一步改进，所述壳体沿轴向分为两半。所述壳体上开设有用于固定壳体和外筒的螺纹孔，通过螺钉固定壳体和外筒，便于拆装。所述壳体内壁设置有多个与驱动装置相配合的定位件，外筒对应位置开设有定位卡槽，装配时将定位件插入定位卡槽中，防止管道机器人工作时，壳体与外筒发生相对转动。所述壳体的两端设置有封头板，防止水或污物等进入壳体与驱动装置之间的间隙中。所述壳体为锥梭形，包括三段：中间的直筒段和两端的圆台壳体段，三段一体成型。锥梭形设计，管道机器人在工作工程中，壳体的中部与管壁接触，两端翘起，防止卡堵，利于管道机器人前进。

[0034] 进一步改进，所述壳体的外周面的叶片为连续螺旋状。所述螺旋叶片的螺距为2-10cm，螺旋叶片的高度为1-5cm，螺旋叶片的宽度为1-3cm。适当增大螺距可以提高管道机器人前进速度；螺距过大则与管道内壁的接触面积小，摩擦力不足。螺旋叶片的高度太低，磨损快，则需要经常更换；螺旋叶片的高度太大，壳体体积大，管道机器人整体重心变高，稳定性差。螺旋叶片的宽度太宽，则重量重，驱动性能下降；宽度太窄太小，则易磨损，且强度不够，碰撞到硬物易断裂。

[0035] 进一步改进，所述螺旋叶片的顶面设置有防滑纹，防止打滑空转，增加摩擦力。

[0036] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0037] 1、电机密封固定在内筒中，防水性能好，通过第一连接件、第二连接件、第三连接件使内筒与外筒转动连接，通过在外筒上套制带有螺旋叶片的外壳。当管道机器人在硬质介质上运动时，两端的车轮和麦克纳姆轮与地面接触，中间的螺旋叶片悬空，电机驱动滚筒和麦克纳姆轮同步转动，由于中间段的滚筒悬空，驱动装置与地面的接触面积较小，管道机器人运动速度快、效率高；又因为悬空麦克纳姆轮可以实现前行、横移、斜行、旋转及其组合

等运动方式，则可实现管道机器人的多方向运动，易控制。当管道机器人在软质介质上运动时，管道机器人因为重力作用会下陷，则车轮、麦克纳姆轮和中间的螺旋叶片均与地面接触，电机驱动滚筒和麦克纳姆轮同步转动，螺旋叶片转动，将淤泥等向后排出，使管道机器人向前移动，虽然此时管道机器人运动速度慢，但因为接触面积大，不会打滑；当管道机器人悬浮在水中时，螺旋叶片相当于螺旋桨，螺旋叶片转动向后排水驱动管道机器人前进。通过将壳体与驱动装置分体设计，只要定期更换外壳，而不需要更换驱动装置，大大降低成本。

[0038] 2、通过采用车轮—螺旋叶片滚筒—麦克纳姆轮，或者麦克纳姆轮—螺旋叶片滚筒—麦克纳姆轮组合作为驱动轮，能够应对管道中不同状况，适应性强，效率高；通过设置麦克纳姆轮可以实现前行、横移、斜行、旋转及其组合等运动方式，则可实现管道机器人的多方向运动，易控制

[0039] 3、过将电机输出轴通过键与第一连接件直接连接，第一连接件的外周面与外筒固连，电机与内筒固连，则电机驱动第一连接件转动，带动外筒转动，动力传递效率高，能量损耗小，保证外筒能够正常转动。

[0040] 4、通过将壳体与驱动装置分体设计，只要定期更换外壳，而不需要更换驱动装置，大大降低成本。

## 附图说明

- [0041] 图1为本发明所述管道机器人的立体图。
- [0042] 图2为图1的仰视图。
- [0043] 图3为图底板、浮板的结构图。
- [0044] 图4为本发明所述管道机器人驱动装置的结构图。
- [0045] 图5为图4的A-A剖视图。
- [0046] 图6为电机盖的结构图。
- [0047] 图7为图6的剖视图。
- [0048] 图8为第一连接件的结构图。
- [0049] 图9为图8的B-B剖视图。
- [0050] 图10为第二连接件的结构图。
- [0051] 图11为第一端盖、空心轴第的结构图。
- [0052] 图12为第三连接件的结构图。
- [0053] 图13为第三端盖的结构图。
- [0054] 图14为图13的剖视图。
- [0055] 图15为麦克纳姆轮单体的安装结构图。

## 具体实施方式

[0056] 为使本发明的目的和技术方案更加清楚，下面将结合本发明实施例对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0057] 实施例一：

[0058] 如图1-15所示，一种管道机器人，包括支架110和转动设置在支架110上的两个驱

动装置120,以及固定设置在支架110上的控制器130;每个驱动装置120沿其长度方向分为三段:包括驱动滚筒和设置在驱动滚筒两端的驱动滚轮,所述设置在驱动滚筒一端的驱动滚轮为麦克纳姆轮22,另一端为车轮23。所述驱动滚筒包括内筒2、转动套设置在内筒外部的外筒1,以及固定设置在外筒外部的壳体100,壳体100的外周面沿其长度方向固定设置有螺旋叶片101;内筒2中固定设置有电机3;所述驱动装置的下端处,螺旋叶片101的下缘高于麦克纳姆轮22和车轮23的下缘;

[0059] 所述电机3与控制器之间电连接。

[0060] 在本实施例中,还包括第一筒体140,控制器设置于第一筒体140中,第一筒体140固定在支架110上,第一筒体140的端面呈矩形环状。

[0061] 所述第一筒体140的两端分别通过第三法兰141封堵,第三法兰141由透明材质制成;

[0062] 所述第一筒体140的腔体中设置有摄像头,摄像头与控制器之间电连接;

[0063] 所述第一筒体140上套设有两个支撑环142,且支撑环142位于两端的第三法兰之间;支撑环142与第一筒体140通过螺钉紧固;

[0064] 所述第一筒体顶部设置有提手143,便于携带、搬运。

[0065] 机器人在管道中行进时,摄像头实时拍摄管道中的景象,并传送给地面上的上位机显示,便于直观的了解到管道内的实际情况,管道中环境复杂。因为管道机器人工作环境的特殊性,所以防水是整个机器人的关键所在,第一筒体也不例外,第一筒体中一旦进水,则控制器损坏。第一筒体起到保护、支撑控制器的作用。通过设置前端盖、后端盖便于安装控制器,且分体设计,降低第一筒体的加工成本。为了防止第一筒体变形,在第一筒体上套设支撑环,类似于抱箍,提高第一筒体强度。

[0066] 当管道机器人在硬质介质上运动时,两端的车轮和麦克纳姆轮与地面接触,中间的螺旋叶片悬空,电机驱动滚筒和麦克纳姆轮同步转动,由于中间段的滚筒悬空,驱动装置与地面的接触面积较小,管道机器人运动速度快、效率高;又因为悬空麦克纳姆轮可以实现前行、横移、斜行、旋转及其组合等运动方式,则可实现管道机器人的多方向运动,易控制。当管道机器人在软质介质上运动时,管道机器人因为重力作用会下陷,则车轮、麦克纳姆轮和中间的螺旋叶片均与地面接触,电机驱动滚筒和麦克纳姆轮同步转动,螺旋叶片转动,将淤泥等向后排出,使管道机器人向前移动,虽然此时管道机器人运动速度慢,但因为接触面积大,不会打滑;当管道机器人悬浮在水中时,螺旋叶片相当于螺旋桨,螺旋叶片转动向后排水驱动管道机器人前进。

[0067] 采用车轮—螺旋叶片滚筒—麦克纳姆轮组合作为驱动轮,能够应对管道中不同状况,适应性强,效率高。

[0068] 在本实施例中,所述电机3的输出轴伸出内筒2,且位于外筒1中,沿电机输出轴方向延伸依次同轴设置有第一法兰4、电机盖5、第一连接件8和第二连接件12,第一法兰4、电机盖5、第一连接件8和第二连接件12均为旋转体,第一法兰4通过螺钉与内筒2的第一端面连接,第一法兰4中央通孔的内壁与电机输出轴之间存在间隙,第一法兰4的外周面与外筒内壁2之间存在间隙;所述电机盖5包括圆盘体51和设置在圆盘体中央,且与圆盘51体一体成型的第一柱状体52,第一柱状体52朝向远离电机的方向,第一柱状体52的中心沿轴向开设有第一通孔53,圆盘体51与第一法兰4通过螺钉固连,圆盘体51的外周面与外筒1的内壁

之间存在间隙。

[0069] 所述第一连接件8通过第一推力轴承6安装在电机盖5上,第一连接件8的外周面与外筒1的内壁固连,且第一连接件8的外周面与外筒的内壁之间设置有密封圈;第一连接件8靠近电机一侧的端面中央沿轴线向外凸起延伸形成第二柱状体81,第二柱状体81旋转自如地插入第一通孔53中,且第二柱状体81与第一通孔53之间设置有第一密封环7;第一连接件8沿轴向开设有第二通孔82和第三通孔83,第二通孔82开设在第二柱状体81中,第二通孔82和第三通孔83连通,电机输出轴插入第二通孔中,电机输出轴通过键与第二柱状体81固连;第二连接件12位于第三通孔83中,且与第一连接件8转动连接;第三通孔83中设置有密封垫9将第二连接件12与电机输出轴密封间隔开。在本实施例中,密封垫9为2mm厚的铝片,铝片通过胶粘与第一连接件8连接。

[0070] 所述内筒2远离电机输出轴的一端连接有第一端盖14,第一端盖14与内筒2的另一端面密封固连,第一端盖14的外端面中心部向外凸起并延伸形成空心轴15,电机1的电线从空心轴中穿出,电线与空心轴通过密封胶密封连接,空心轴15上转动套设有第三连接件16,第三连接件16为旋转体,第三连接件16的外周面与外筒1的内壁密封固连。

[0071] 通过将电机输出轴通过键与第一连接件8直接连接,第一连接件8的外周面与外筒1固连,电机3与内筒2固连,则电机驱动第一连接件转动,带动外筒转动,动力传递效率高,能量损耗小,保证外筒能够正常转动。

[0072] 同时,通过设置第一密封环、密封垫,以及在第一连接件的外周面设置密封件,设置多道防水组件,提高了良好的防水密封性能,保证电机能正常工作。

[0073] 通过设置第一推力轴承,提高轴向载荷承载能力,增加整体结构稳定性,提高使用寿命。

[0074] 在本实施例中,所述第二连接件12的外壁沿周向设置有第一间隔部121,第一连接件8通过第一球轴承11和第二推力轴承10与第二连接件12转动连接,第一球轴承11、第二推力轴承10被第一间隔部121隔开,其中第二推力轴10承靠近密封垫9;所述第二连接件12的外端面密封固连设置有第二端盖13,限位第一球轴承11,第二端盖113中央开设有通孔,第二连接件12的一端伸出通孔,第二连接件12的伸出端部可拆卸式连接有车轮23,车轮23的轮轴与内筒2的轴线垂直。

[0075] 通过设置第一球轴承和第二推力轴承,既提高了轴向载荷承载能力,又保证第二连接件与第一连接件能够稳定的发生相对转动。通过设置第一间隔部为第一球轴承和第二推力轴承提供安装面,保证其安装结构稳定,运行平稳。通过设置第二端盖,对第一球轴承起到定位作用,防止在工作中脱落。车轮为从动轮,其辅助作用。

[0076] 在本实施例中,所述空心轴15上沿空心轴轴向向外依次套设有第三推力轴承17、第二密封环18、第二球轴承19和第三端盖20;所述第三连接件16为筒状,其腔体包括大径部和小径部,第三连接件16腔体小径部的内壁沿径向凸起,形成第二间隔部161,第三推力轴承17和第二密封环18内嵌于第三连接件16腔体小径部,且位于第二间隔部161的两侧,其中第三推力轴承17的一端与第二端盖14相抵靠,另一端与第二间隔部161的一端面抵靠;所述第二球轴承19内嵌于第三连接件16的腔体大径部;所述第三端盖20包括第二法兰盘201和沿空心轴轴向方向向外延伸的第三柱状体202,第三柱状体202位于第二法兰盘201中央,且与第二法兰盘一体成型;第三端盖通过第二法兰盘与第三连接件16的端面密封固连,第三

端盖20中央沿轴线设置有通孔，空心轴15伸出第三端盖20，第三端盖的腔体中沿周向设置有第三间隔部203，空心轴上套设有第三密封环21和铜套24，第三密封环21和铜套24位于第三端盖20的腔体中，且被第三间隔部203分开，其中第三密封环21位于第三间隔部203和第二球轴承19之间；所述空心轴15伸出第三端盖20的一端设置有外螺纹，用于连接其他组件。

[0077] 所述第三柱状体202的外周面上均匀设置有多个麦克纳姆轮单体组成麦克纳姆轮，每个麦克纳姆轮单体的轴线与空心轴15轴线的夹角为45度。

[0078] 管道机器人在工作时，内筒与外筒发生相对转动，所以电机的电源线、控制信号线只能从与内筒保持相对静止的部件中穿出，同时考虑到密封防水，因此选择将电机的电线从空心轴中穿出，而对该结构进行密封，优选采用向空心轴的腔体中填充密封胶，为了保证密封效果，则空心轴的长度较长。设置第三推力轴承、第二球轴承，且通过第二间隔部隔开，有效的防止第三连接件沿轴向窜动，第三端盖通过螺钉与第三连接件的端面密封连接，球轴承载径向和轴向的压力，保证第三连接件与空心轴能发生相对转动，且不易沿轴向窜动；同时，通过设置第二密封环和第三密封环，密封好、具有良好的防水性能。通过设置耐磨铜套，硬度高，耐磨性极好，不易产生咬死现象，保证空心轴与第三端盖实现转动连接，稳定性好。

[0079] 在本实施例中，所述第二连接件12伸出通孔一端的中央开设有螺纹盲孔，车轮支架25的一端设置有外螺纹，并插入螺纹盲孔中，与第二连接件12螺纹连接，车轮支架25的底部转动设置有车轮23。螺纹连接，方便拆装。

[0080] 在本实施例中，所述第三柱状体202的外周面均匀开设有八个凹槽，凹面的底面为平面，每个凹槽中嵌设一个定位架204，定位架为U形，定位架与第三柱状体202通过螺钉连接，每个麦克纳姆轮单体205通过转轴两端与定位架204对应转动连接。每个麦克纳姆轮单体与对应的一个定位架连接，定位架与第三柱状体可拆卸式连接，拆装方便，定位架批量生产，成本低。

[0081] 在本实施例中，所述第一连接件8、第三连接件16的外周面上均开设有两个环形槽，环形槽中嵌有密封圈，防止漏水，提高密封性能。在其他实施例中，环形槽的数量可以为一、三、四或五个。

[0082] 在本实施例中，所述第一间隔部121、第二间隔部161和第三间隔部103均为环状，便于加工，且与推力轴承的接触面大、隔离效果好。在其他实施例中，间隔部可以为多个不连续的块状凸起。

[0083] 在本实施例中，所述第一端盖14与内筒2的另一端面通过螺钉连接，第一连接件8的外端面与第二端盖13通过螺钉连接，第三端盖20与第三连接件16的端面通过螺钉连接，方便拆卸更换，且紧固效果好。

[0084] 在本实施例中，所述支架110包括底板111和固定在底板上的第四连接件，底板111与支撑环142通过螺钉连接；所述第四连接件为中空管件，包括中间段113和设置在中间段两端的弯曲段114；所述中间段113分为两段，通过三通与底板111连接，弯曲段114的末端设置有内螺纹，其中，一个弯曲段的末端与车轮支架25螺纹连接，另一个弯曲段的末端与空心轴15伸出第三端盖20的一端螺纹连接。所述第一筒体140上开设有通孔，底板11上与第四连接件连接处开设有通孔，电机3的导线从空心轴的空腔中穿出后依次进入第四连接件连接空腔中，并经底板11、第一筒体140上的通孔进入机器人本体中与控制器之间电连接，实现

控制器对电机的控制；并用密封胶对底板、第一筒体上的通孔进行密封。支架结构简单、质量轻，将导线布置在管件中、密封，防止漏水，同时避免了驱动滚筒转动时导线易与转轴或者外部的障碍物等缠绕的问题。

[0085] 在本实施例中，所述第一筒体的底部设置有流量传感器150，流量传感器150与控制器之间电连接。机器人在管道中工作时，通过流量传感器可以检测到管道中水的流速，并在地面上的上位机中显示。所述底板111上固定设置有采用轻质材料制成的浮板160，当机器人在水中工作时增加浮力，机器人处于悬浮状态，螺旋叶片相当于螺旋桨，螺旋叶片转动向后排水驱动管道机器人快速前进，提高工作效率。

[0086] 在本实施例中，所述壳体100沿轴向分为两半。所述壳体100上开设有用于固定壳体和外筒的螺纹孔，通过螺钉固定壳体和外筒，便于拆装。所述壳体内壁设置有多个与外筒相配合的定位件，外筒上对应位置开设有定位卡槽，装配时将定位件插入定位卡槽中，防止管道机器人工作时，壳体与外筒发生相对转动。所述壳体的两端设置有封头板，防止水或污物等进入壳体与驱动装置之间的间隙中。所述壳体为锥梭形，包括三段：中间的直筒段和两端的圆台壳体段，三段一体成型。锥梭形设计，管道机器人在工作工程中，壳体的中部与管壁接触，两端翘起，防止卡堵，利于管道机器人前进。

[0087] 在本实施例中，所述壳体100的外周面的叶片101为连续螺旋状。所述螺旋叶片的螺距为5cm，螺旋叶片的高度为3cm，螺旋叶片的宽度为1cm。适当增大螺距可以提高管道机器人前进速度；螺距过大则与管道内壁的接触面积小，摩擦力不足。螺旋叶片的高度太低，磨损快，则需要经常更换；螺旋叶片的高度太大，壳体体积大，管道机器人整体重心变高，稳定性差。螺旋叶片的宽度太宽，则重量重，驱动性能下降；宽度太宽太小，则易磨损，且强度不够，碰撞到硬物易断裂。

[0088] 在本实施例中，所述螺旋叶片101的顶面设置有防滑纹，防止打滑空转，增加摩擦力。

[0089] 实施例二：

[0090] 在本实施例中，驱动装置沿其长度方向分为三段：包括驱动滚筒和设置在驱动滚筒两端的麦克纳姆轮；采用麦克纳姆轮—螺旋叶片滚筒—麦克纳姆轮组合。

[0091] 所述第二连接件伸出第二端盖部分的外周面上均匀开设有八个凹槽，凹面的底面为平面，每个凹槽中嵌设一个定位架，定位架为U形，定位架与第二连接件通过螺钉连接，每个麦克纳姆轮通过转轴两端与定位架对应转动连接。

[0092] 其他部分与实施例中相同。

[0093] 本发明中未做特别说明的均为现有技术或者通过现有技术即可实现，而且本发明中所述具体实施案例仅为本发明的较佳实施案例而已，并非用来限定本发明的实施范围。即凡依本发明申请专利范围的内容所作的等效变化与修饰，都应作为本发明的技术范畴。

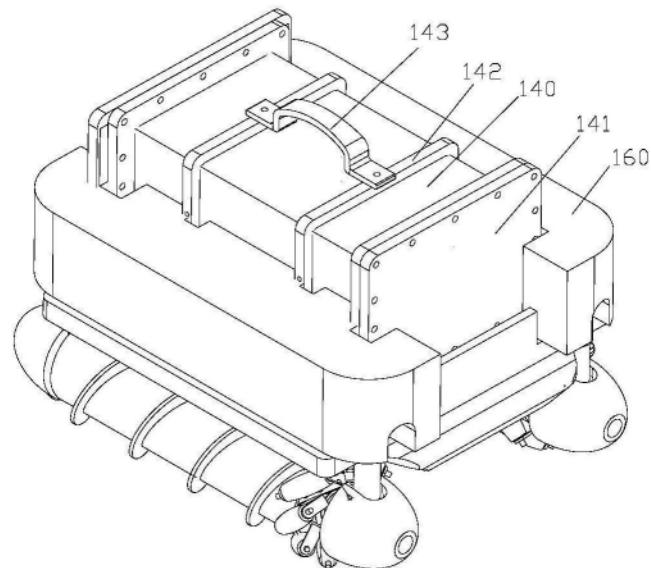


图1

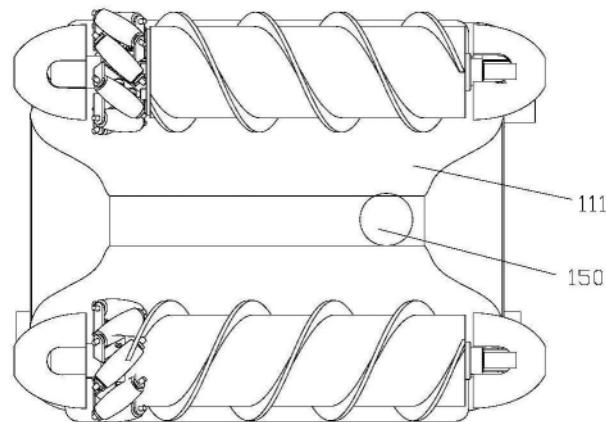


图2

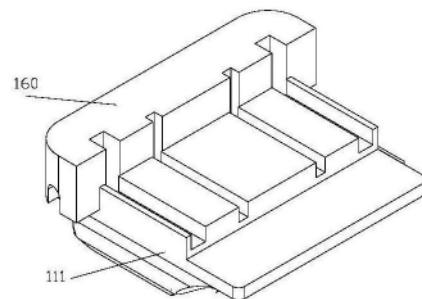


图3

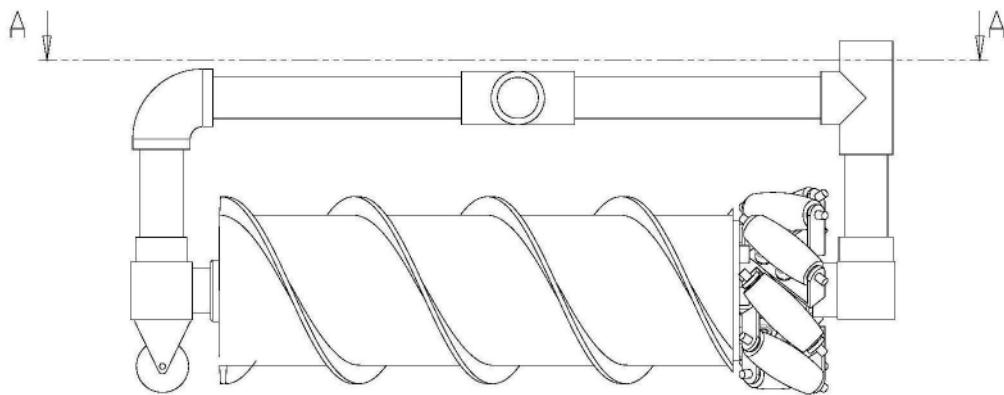


图4

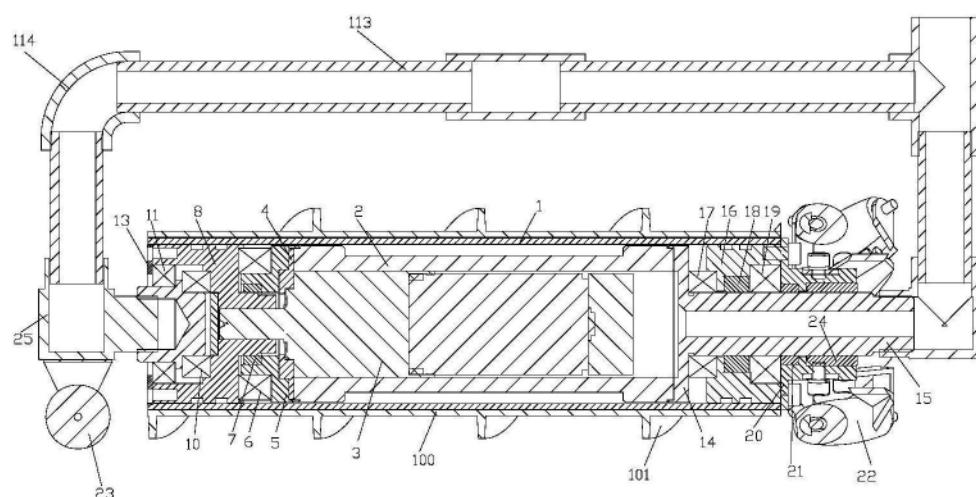


图5

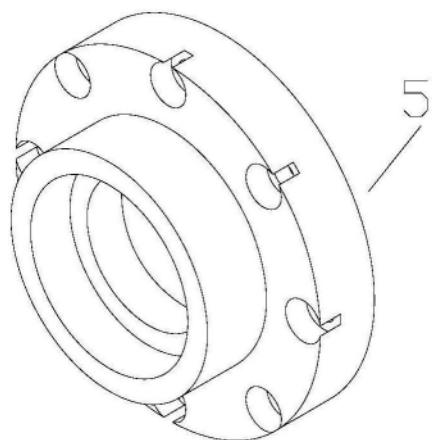


图6

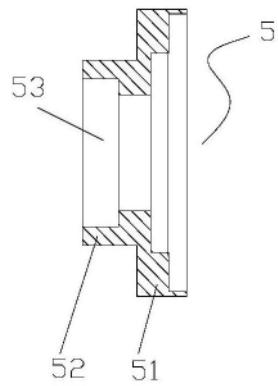


图7

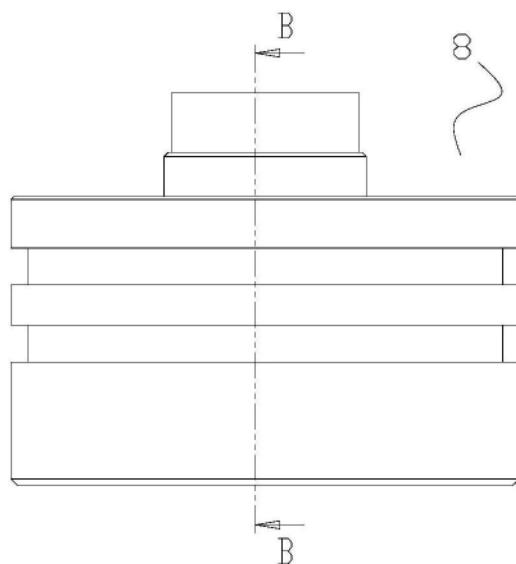


图8

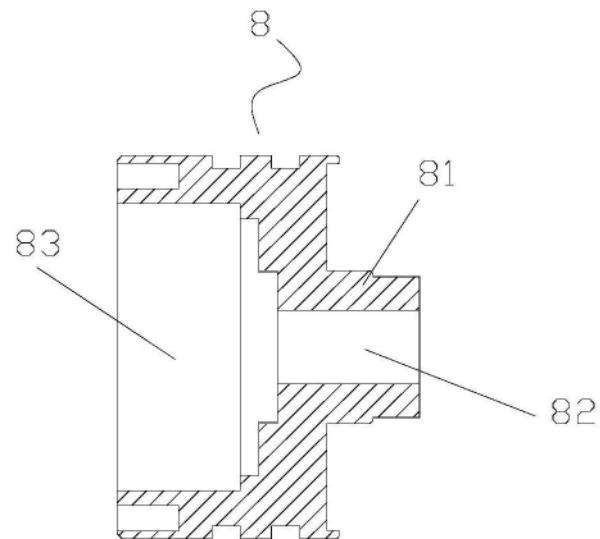


图9

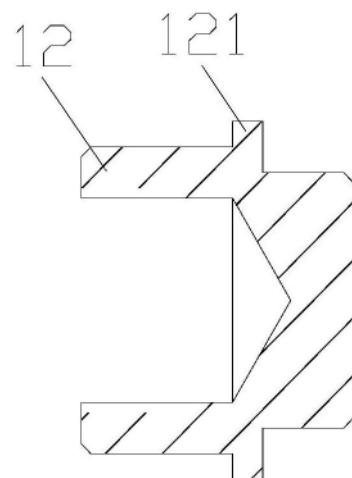


图10

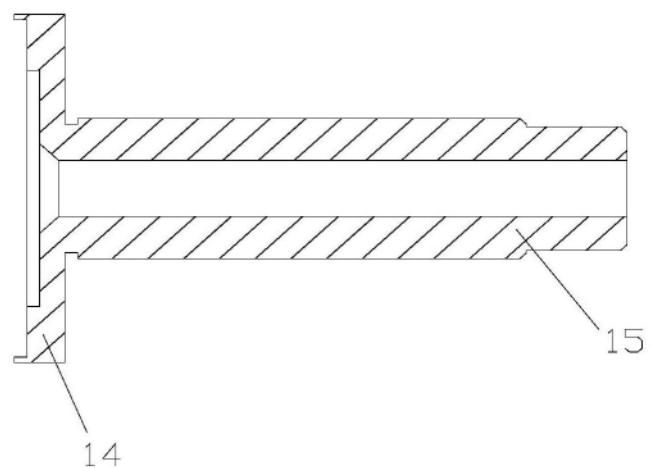


图11

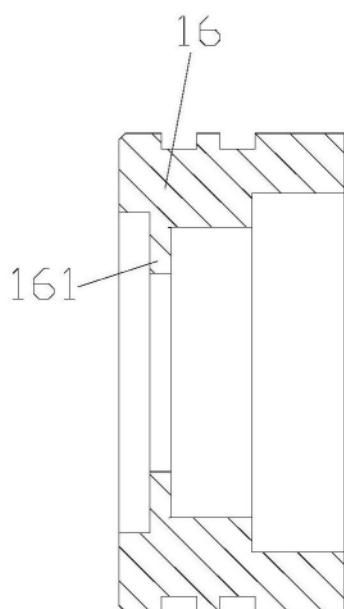


图12

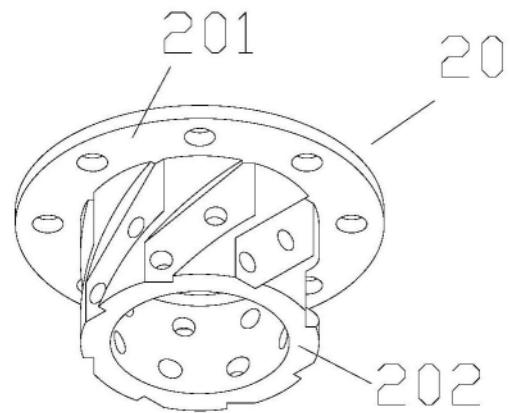


图13

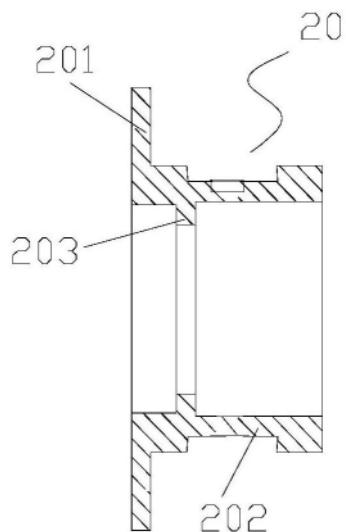


图14

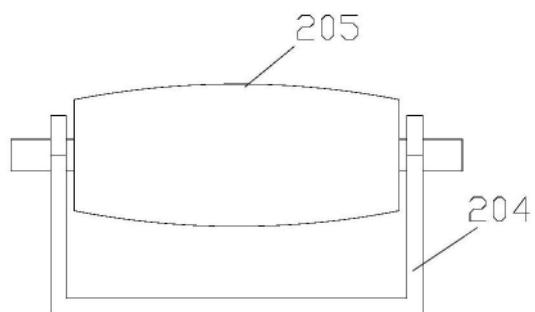


图15