(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103615629 B
(45)授权公告日 2016.09.14

(21)申请号 201310579092.9

(22)申请日 2013.11.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103615629 A

(43)申请公布日 2014.03.05

(73)专利权人 浙江农林大学
地址 310023 浙江省临安市环北路88号
专利权人 浙江理工大学

(72)发明人 赵大旭 李秦川 黎淑芬 顾玉琦 寿国忠

(51)Int.Cl.
F16L 55/28(2006.01)

(56)对比文件
US 2004/0173116 A1,2004.09.09,
CN 102788225 A,2012.11.21,
CN 103244791 A,2013.08.14,
CN 203273187 U,2013.11.06,
CN 202914966 U,2013.05.01,
US 4170902 A,1979.10.16,

审查员 熊建辉

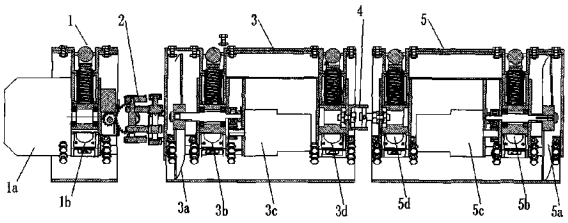
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

复合驱动型管道机器人

(57)摘要

本发明公开了一种复合驱动型管道机器人，包括任务单元、转向单元、前动力单元、后动力单元、驱动控制单元。机器人最前端为任务单元，任务单元最前端安装有功能构件与驱动控制单元，转向单元连接在任务单元与前动力单元之间，后动力单元通过万向节安装在前动力单元后方。机器人运动时，旋向相反的涡轮叶片产生推力推进机器人行走，改变涡轮叶转向则能够使机器人前进后退。机器人能量不足时，支撑轮制动块在弹簧弹力作用下制动支撑轮，使机器人卡在管道中间，液体经头端轴向贯穿机器人本体，涡轮叶片在液力作用下发电对蓄电池进行充电。本发明具有宽泛的任务适应性，能够实现高效行走与精确定位的统一，具有低能耗的特点，有利于实施在线故障检测。



CN 103615629 B

1.一种复合驱动型管道机器人，其特征在于，所述的复合驱动型管道机器人包括任务单元、转向单元、前动力单元、后动力单元、驱动控制单元；

机器人最前端为任务单元，任务单元最前端安装有功能构件与驱动控制单元，转向单元连接在任务单元与前动力单元之间，后动力单元通过万向节安装在前动力单元后方；

除所述的转向单元外，每个单元至少包括一个支撑轮组件，以保证机器人本体能够有效支撑在管壁上；

所述的任务单元内部按顺序依次安装有任务组件、轮腿组件；

所述的前动力单元内部按顺序依次安装有前推进涡轮叶片、前动力单元轮腿组件一、前动力单元电源与电机、前动力单元轮腿组件二；

所述的后动力单元内部按顺序依次安装有后动力单元轮腿组件二、后动力单元电源与电机、后动力单元轮腿组件一、后推进涡轮叶片；

所述的动力单元选用可充电的蓄电池作为动力源，前后两个单元的蓄电池组互为备份，蓄电池为电机提供能源，从而带动电机的转动，电动机的转动通过一级减速装置带动涡轮叶片的转动；

所述的轮腿组件是一种能够适应不同的管径的轮腿调节装置，该装置由三个在平面成120度圆周分布的变径制动轮腿构成，其主动变径功能由外、中、内三个变径套筒及三个压缩弹簧构成，通过压缩弹簧使轮子始终与管道内壁相接触，当管内径较大时候，采用电磁式或凸轮式主动收缩轮腿，使机器人完全贴壁滑行，以提高效率；

所述的电动机为带有减速装置的直流电动机，为了使空间更加紧凑，需要电动机偏离中心一定距离，利用一级减速装置实现，电动机经过减速装置与涡轮叶片通过键直接相连，电动机也选择用固定装置固定；

所述的转向单元由舵机控制，转向模块通过固定装置固定在机器人本体上；

驱动控制单元包括驱动系统和控制系统；

驱动系统包括三种驱动方式：主动转向、轮腿驱动和喷流推进驱动；

所述的机器人内部预留了安装空间用于安装摄像头、无线通讯模块、控制模块、电源模块、检测定位模块；

其中，摄像头安置于前舱中心的前部，摄像头带有LED，以便适应管道内黑暗环境，电源模块应采用蓄电池，体积小于20×20×20mm，6v-12v，连续供电时间为24小时以上，机器人内部将电动机设备封装布置在底部，以使重心偏下保证稳定性。

复合驱动型管道机器人

技术领域

[0001] 本发明属于机器人技术领域，尤其涉及一种复合驱动型管道机器人。

背景技术

[0002] 管道的特点是几何形状与环境复杂，内部空间狭隘。受作业环境空间约束，管内机器人在尺寸及质量上都有严格限制，同时为了满足功能上的需求，其有限机体空间内携带的有效载荷要尽可能多，如CCD传感器、照明灯、传感器、作业器械等，还要集成控制、通信、能量分配传输等模块。

[0003] 选择合理的驱动方式，是管内机器人研究的最重要的环节，现有驱动形式各有特点，例如游动方式，适合于载荷要求不高，但灵活性高的场合，而蠕动方式则有着承载能力强，行走稳定的特点，适合于对速度要求不高，但有效载荷大的场合，经过合理设计的轮腿式行走方式也有着良好的环境适应性。

[0004] 现有管道机器人的行走方式以游动与蠕动为代表，很难兼顾灵活性、精确性、运行效率与承载能力等指标。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种复合驱动型管道机器人，旨在解决现有的管道机器人行走方式以游动与蠕动为代表，很难兼顾灵活性、精确性、运行效率与承载能力等指标的问题。

[0006] 本发明是这样实现的，一种复合驱动型管道机器人包括任务单元、转向单元、前动力单元、后动力单元、驱动控制单元。

[0007] 机器人最前端为任务单元，任务单元最前端安装有功能构件与驱动控制单元，转向单元连接在任务单元与前动力单元之间，后动力单元通过万向节安装在前动力单元后方。

[0008] 进一步，除所述的转向单元外，每个单元至少包括一个支撑轮组件，以保证机器人本体能够有效支撑在管壁上。

[0009] 进一步，所述的任务单元内部按顺序依次安装有任务组件、轮腿组件。

[0010] 进一步，所述的前动力单元内部按顺序依次安装有前推进涡轮叶片、前动力单元轮腿组件一、前动力单元电源与电机、前动力单元轮腿组件二。

[0011] 进一步，所述的后动力单元内部按顺序依次安装有后动力单元轮腿组件二、后动力单元电源与电机、后动力单元轮腿组件一、后推进涡轮叶片。

[0012] 进一步，所述的动力单元选用可充电的蓄电池作为动力源，前后两个单元的蓄电池组互为备份，蓄电池为电机提供能源，从而带动电机的转动，电动机的转动通过一级减速装置带动涡轮叶片的转动。

[0013] 进一步，所述的轮腿组件是一种能够适应不同的管径的轮腿调节装置，该装置由三个在平面成120度圆周分布的变径制动轮腿构成。其主动变径功能由外、中、内三个变径

套筒及三个压缩弹簧构成，通过压缩弹簧使轮子始终与管管道内壁相接触，当管内径较大时候，采用电磁式或凸轮式主动收缩轮腿，使机器人完全贴壁滑行，以提高效率。

[0014] 进一步，所述的电动机可以选择带有减速装置的直流电动机。为了使空间更加紧凑，需要电动机偏离中心一定距离，可以利用一级减速装置实现，电动机经过减速装置与涡轮叶片通过键直接相连。电动机也选择用固定装置固定。

[0015] 进一步，所述的转向单元由舵机控制，转向模块通过固定装置固定在机器人本体上。

[0016] 进一步，驱动控制单元包括驱动系统和控制系统。

[0017] 驱动系统包括三种驱动方式：主动转向、轮腿驱动和喷流推进驱动。

[0018] 进一步，所述的机器人内部预留了安装空间用于安装摄像头、无线通讯模块、控制模块、电源模块、检测定位模块。

[0019] 其中，摄像头安置于前舱中心的前部，摄像头带有LED，以便适应管道内黑暗环境。电源模块应采用蓄电池，体积小于20×20×20mm，6v-12v，可连续供电时间为24小时以上。机器人内部将电动机设备封装布置在底部，以使重心偏下保证稳定性。

[0020] 效果汇总

[0021] 本发明的复合驱动型管道机器人的有益效果如下：

[0022] 1、基于轴流推进的原理，采用双体节单元结构，径向对称布置支撑轮腿，多种运动形式能够根据具体需求进行转换，相比国内外已有管内检测装置，本发明的机器人装置具有宽泛的任务适应性，能够实现高效行走与精确定位的统一。

[0023] 2、本发明的机器人具有低能耗的特点，可以更长时间在管内进行作业，当电量不足时，可以依靠推进桨叶系统进行发电充电，从而可以避免机器人能力耗尽造成事故，理论上，机器人在管内的作业不受时间限制，有利于实施在线故障检测。

附图说明

[0024] 图1是本发明实施例提供的复合型管道机器人的总体结构示意图；

[0025] 图2是本发明实施例提供的变径轮腿机构的结构示意图；

[0026] 图中：1、任务单元；1a、任务组件；1b、轮腿组件；2、转向单元；3、前动力单元；3a、前推进涡轮叶片；3b、前动力单元轮腿组件一；3c、前动力单元电源与电机；3d、前动力单元轮腿组件二；4、万向节；5、后动力单元；5a、后推进涡轮叶片；5b、后动力单元轮腿组件一；5c、后动力单元电源与电机；5d、后动力单元轮腿组件二。

具体实施方式

[0027] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0028] 图1示出了本发明的复合型管道机器人的结构，如图所示，本发明是这样实现的，一种复合驱动型管道机器人包括任务单元1、转向单元2、前动力单元3、后动力单元5、驱动控制单元。

[0029] 机器人最前端为任务单元1，任务单元1最前端安装有功能构件与驱动控制单元，

转向单元2连接在任务单元1与前动力单元3之间，后动力单元5通过万向节4安装在前动力单元3后方。

[0030] 进一步，除所述的转向单元2外，每个单元至少包括一个支撑轮组件，以保证机器人本体能够有效支撑在管壁上。

[0031] 进一步，所述的任务单元1内部按顺序依次安装有任务组件1a、轮腿组件1b。

[0032] 进一步，所述的前动力单元3内部按顺序依次安装有前推进涡轮叶片3a、前动力单元轮腿组件一3b、前动力单元电源与电机3c、前动力单元轮腿组件二3d。

[0033] 进一步，所述的后动力单元5内部按顺序依次安装有后动力单元轮腿组件二5d、后动力单元电源与电机5c、后动力单元轮腿组件一5b、后推进涡轮叶片5a。

[0034] 进一步，所述的动力单元选用可充电的蓄电池作为动力源，前后两个单元的蓄电池组互为备份，蓄电池为电机提供能源，从而带动电机的转动，电动机的转动通过一级减速装置带动涡轮叶片的转动。

[0035] 进一步，所述的轮腿组件是一种能够适应不同的管径的轮腿调节装置，该装置由三个在平面成120度圆周分布的变径制动轮腿构成。其主动变径功能由外、中、内三个变径套筒及三个压缩弹簧构成，通过压缩弹簧使轮子始终与管道内壁相接触，当管内径较大时候，采用电磁式或凸轮式主动收缩轮腿，使机器人完全贴壁滑行，以提高效率。

[0036] 进一步，所述的变速装置可以选择带有减速装置的直流电动机。为了使空间更加紧凑，需要电动机偏离中心一定距离，可以利用一级减速装置实现。电动机经过减速装置与涡轮叶片通过键直接相连。电动机也选择用固定装置固定。

[0037] 进一步，所述的转向单元2由舵机控制，转向单元通过固定装置固定在机器人本体上。

[0038] 进一步，驱动控制单元包括驱动系统和控制系统。

[0039] 驱动系统包括三种驱动方式：主动转向、轮腿驱动和喷流推进驱动。

[0040] 进一步，所述的机器人内部预留了安装空间用于安装摄像头、无线通讯模块、控制模块、电源模块、检测定位模块。

[0041] 其中，摄像头安置于前舱中心的前部，摄像头带有LED，以便适应管道内黑暗环境。电源模块应采用蓄电池，体积小于20×20×20mm，6v-12v，可连续供电时间为24小时以上。机器人内部将电动机等设备封装布置在底部，以使重心偏下保证稳定性。

[0042] 将管道机器人放入管道内时，可以根据管道的直径调节支撑轮的伸缩长度，使机器人能够支撑在管道内壁。机器人运动时，电磁力克服弹簧弹力使支撑轮制动块放松，由一对背对背安装，旋向相反的涡轮叶片产生推力推进机器人行走，改变涡轮叶转向则能够使机器人前进后退。机器人能量不足时，支撑轮制动块在弹簧弹力作用下制动支撑轮，使机器人卡在管道中间，液体经头端轴向贯穿机器人本体，涡轮叶片在液力作用下发电对蓄电池进行充电。机器人前舱单元用舵机与后续舱段连接，通过舵机控制两个自由度的转向。

[0043] 机器人的任务载荷集中于前舱单元，可以根据不同任务选择设备，通常头端安装有CCD摄像头以及照明用LED光源。CCD传感器采集并记录信号，图形图像信息通过无线方式传输到上位机等地面设备。机器人的运动控制系统包括机载设备和地面监控设备两部分。

[0044] 驱动系统包含三种驱动方式：主动转向、轮腿驱动和喷流推进驱动。

[0045] 当管道直径不在机器人使用轮腿部件范围时，可以收起轮腿，液体从舱艏流进系

统，系统对液体预压缩后从在艉部喷出，产生轴向推动力，推动系统向前运动，这属喷流推进方式。当管道直径适用机器人轮腿时，可以设计使机器人的轮腿部件具有自动调节能力以适应管径的变化，系统中采用圆周三点、前后两排轮的支撑和驱动方式，大大提高了管道机器人的负载能力与越障能力，这种驱动方式则为轮腿驱动。支撑点共六个，满足形封闭条件。当移动机构行走时，三个轮子呈径向均匀分布，可以实现自定心要求。在支撑装置的作用下，行走轮被紧紧压在管道内壁上，具有较强的适应性。机构设计中利用对称性，抵消了机器人在运动过程中不平衡力偶的干扰，使所有的力集中到电机运转轴线所在的竖直平面上。同时，在通过电机轴线的竖直平面上保证机器人的重心与电机运转轴心之间适当的距离，保证了整个机器人运行过程中的平稳性。

[0046] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性的劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围之内。

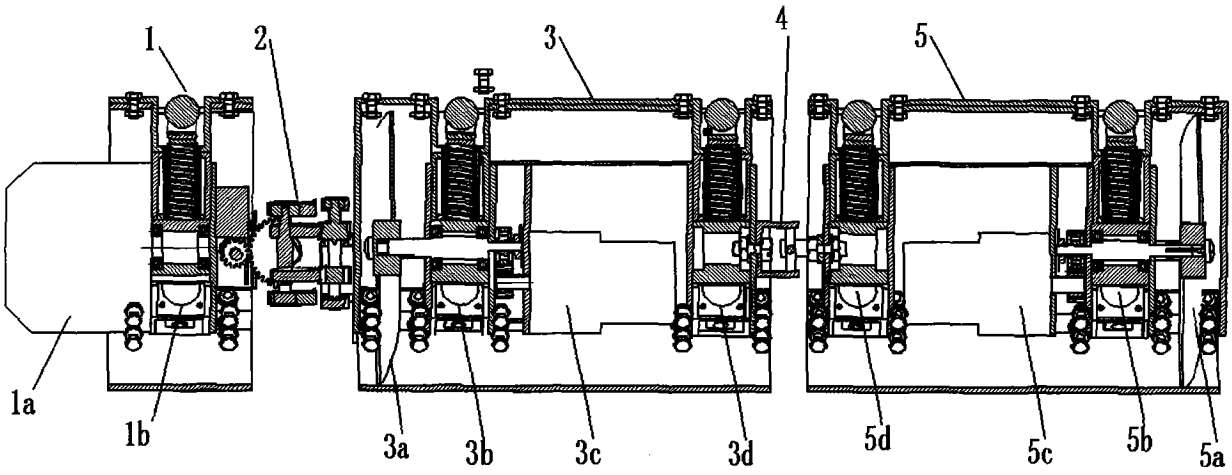


图1

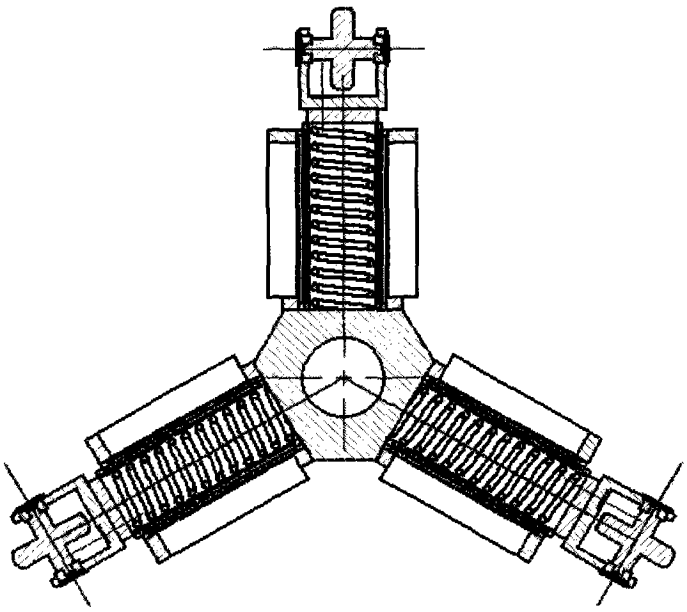


图2