



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111572662 A

(43)申请公布日 2020.08.25

(21)申请号 201910122495.8

(22)申请日 2019.02.19

(71)申请人 深圳市行知机器人技术有限公司

地址 518000 广东省深圳市宝安区石岩街道石龙社区德政路恒昌荣高科工业园4栋1楼B

(72)发明人 陈浩 蔡建楠 何凯 李超华
方海涛 耿永清 汪兴潮 林冰弟
胡邵杰 邓静 廖善威

(74)专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理有限公司 44414

代理人 侯艳华

(51)Int.Cl.

B62D 57/024(2006.01)

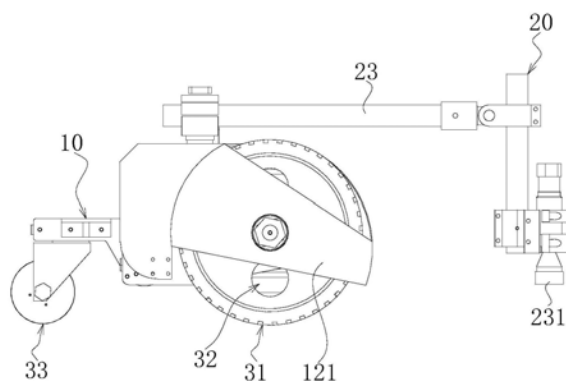
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

磁隙式爬壁机器人

(57)摘要

本发明属于爬壁机器人技术领域,尤其涉及一种磁隙式爬壁机器人,包括机架、摆臂机构、吸附行走机构和两个驱动机构,机架包括主架体和通过铰接机构铰接于主架体左右两侧的两个副架体,摆臂机构安装于主架体顶部前侧的位置,吸附行走机构包括主动轮、磁吸附单元和辅助磁轮,辅助磁轮安装于主架体底部后侧的位置,两个驱动机构分别安装于两个副架体上,且两个驱动机构的底部均设置有磁吸附单元,两个副架体上均安装有与驱动机构连接的两个主动轮,每个副架体上的两个主动轮分别设置在磁吸附单元的两侧,主动轮底部的水平位置低于磁吸附单元底部的水平位置。本发明的磁隙式爬壁机器人能够兼顾负载能力、越障能力和曲面适应力。



1. 一种磁隙式爬壁机器人,其特征在于:包括机架、摆臂机构、吸附行走机构和两个驱动机构,所述机架包括主架体和通过铰接机构铰接于所述主架体左右两侧的两个副架体,所述摆臂机构安装于所述主架体顶部前侧的位置,所述吸附行走机构包括主动轮、磁吸附单元和辅助磁轮,所述辅助磁轮安装于所述主架体底部后侧的位置,两个所述驱动机构分别安装于两个所述副架体上,且两个所述驱动机构的底部均设置有所述磁吸附单元,两个所述副架体上均安装有与所述驱动机构连接的两个所述主动轮,每个所述副架体上的两个所述主动轮分别设置在所述磁吸附单元的两侧,所述主动轮底部的水平位置低于所述磁吸附单元底部的水平位置。

2. 根据权利要求1所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述铰接机构包括连接轴、铰接座和铰接轴,所述连接轴与所述主架体的侧部连接,且所述连接轴的端部设置有轴线沿水平方向延伸的轴孔,所述铰接座与所述副架体的侧部连接,且所述铰接座设置有轴线沿水平方向延伸的铰接孔,所述铰接轴穿过所述铰接孔和所述轴孔并将所述铰接座与所述连接轴铰接。

3. 根据权利要求1所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:各所述主动轮均包括第一轮毂和包覆于所述第一轮毂上外圆周的橡胶皮,所述第一轮毂与所述驱动机构连接。

4. 根据权利要求3所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述橡胶皮的表面设置有摩擦花纹。

5. 根据权利要求1所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述磁吸附单元包括异形钕铁硼永磁体、磁铁保护套和导磁轭铁块,所述导磁轭铁块固定于所述副架体的底部并位于两个所述主动轮之间,所述磁铁保护套套接于所述异形钕铁硼永磁体之外,所述异形钕铁硼永磁体固定于所述导磁轭铁块的底部,且所述异形钕铁硼永磁体的底部的水平位置高于所述主动轮的底部的水平位置。

6. 根据权利要求1所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述辅助磁轮包括第二轮毂、环形钕铁硼永磁体、尼龙套和环形轭铁块,所述第二轮毂可转动地安装于所述主架体底部后侧的位置,所述环形轭铁块安装于所述第二轮毂上,所述尼龙套套接于所述环形钕铁硼永磁体之外,所述环形钕铁硼永磁体固定于所述环形轭铁块的内侧。

7. 根据权利要求1所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述主架体底部后侧的位置设置有万向轮架,所述辅助磁轮安装于所述万向轮架上。

8. 根据权利要求1~7任一项所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述驱动机构包括第一电机和第一减速器,所述第一减速器安装于所述副架体上,所述第一电机的主轴与所述第一减速器的输入孔连接,所述第一减速器的输出轴的两端分别与相邻的两个所述主动轮连接。

9. 根据权利要求1~7任一项所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述摆臂机构包括第二电机、第二减速器和摆臂,所述第二减速器安装于所述主架体顶部前侧的位置,所述第二电机的主轴与所述第二减速器的输入孔连接,所述摆臂与所述第二减速器的输出轴连接。

10. 根据权利要求9所述的磁隙式爬壁机器人,其特征在于:所述摆臂上设置有感应铁片,所述第二减速器上设置有两个位置不同并用于与所述感应铁片感应连接的感应器,所述感应器与所述第二电机电连接。

磁隙式爬壁机器人

技术领域

[0001] 本发明属于爬壁机器人技术领域,尤其涉及一种磁隙式爬壁机器人。

背景技术

[0002] 目前我国的船舶、海上平台、风塔等场所的除锈清洗作业都是靠人工携带设备升到高空或进入水下完成,但这种作业方式效率低下、劳动强度大,并且存在较大危险性,一旦发生意外,就会导致不可挽回的生命和财产损失。爬壁机器人把地面移动机器人技术与吸附技术结合起来,将壁面运动延伸到了竖直空间上。采用爬壁机器人携带设备吸附在壁面上完成相应的作业,可以使工人从危险的高空作业中解放出来,提高作业效率。现有的爬壁机器人一般是履带式和轮式,机身多为刚性结构,只适用于平整的大平面,而船舶、海上平台、风塔的表面属于复杂工作环境,存在着多曲率的曲面和焊缝等障碍物,这就导致爬壁机器人在各个领域的应用有限,无法满足复杂曲面环境的工作要求。

[0003] 专利《一种磁力分布吸附式三轮爬壁机器人》(申请号:201710179867.1)中提出了一种磁隙式爬壁机器人,底盘上设置了多个永磁铁,可根据壁面情况调节底盘高度,该机器人结构简单、吸附牢靠、转向灵活,但越障能力和曲面适应力不足。专利《一种稳定型爬壁喷漆机器人》(申请号:201710181074.3)提出了一种轮式爬壁机器人,通过设置了弹性车轮和旋转喷头,可以保证机器人能够有效吸附在不规则的作业面上,但该机器人只能适应一定程度的坑洼平面,无法满足小半径的柱面和球面。专利《一种履带多足混合式爬壁机器人装置》(申请号:201710260478.1)提出了一种履带多足混合式爬壁机器人,该机器人采用负压吸附方式,在履带上布有了多个真空吸盘,前后两端有四条设置了吸盘的机械足单元,履带和机械足单元交替配合运动,保证了吸附的稳定性,同时提高了机器人的越障能力,但改爬壁机器人结构复杂,负载能力有限,并且该结构的曲面适应力也不足。

[0004] 综上,现有的爬壁机器人机身多为刚性结构,整机体积大且笨重,遇障碍物时吸附结构与壁面的贴合程度受影响大,适应不了船舶壁面、油罐表面、风塔表面这些多曲率的曲面。同时壁面清洗设备具有一定的重量,工作时会产生较大的反冲力,要求机器人需具备较大的负载能力。即,现有的爬壁机器人的负载能力往往与运动灵活性相互矛盾,负载能力、越障能力和曲面适应力无法兼顾,因此在各种金属壁面的维护作业上作用有限。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种磁隙式爬壁机器人,旨在解决现有技术中的爬壁机器人的负载能力往往与运动灵活性相互矛盾,负载能力、越障能力和曲面适应力无法兼顾,导致其在各种壁面的维护作业上作用有限的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明实施例提供的一种磁隙式爬壁机器人,包括机架、摆臂机构、吸附行走机构和两个驱动机构,所述机架包括主架体和通过铰接机构铰接于所述主架体左右两侧的两个副架体,所述摆臂机构安装于所述主架体顶部前侧的位置,所述吸附行走机构包括主动轮、磁吸附单元和辅助磁轮,所述辅助磁轮安装于所述主架体底部后侧的

位置,两个所述驱动机构分别安装于两个所述副架体上,且两个所述驱动机构的底部均设置有所述磁吸附单元,两个所述副架体上均安装有与所述驱动机构连接的两个所述主动轮,每个所述副架体上的两个所述主动轮分别设置在所述磁吸附单元的两侧,所述主动轮底部的水平位置低于所述磁吸附单元底部的水平位置。

[0007] 可选地,所述铰接机构包括连接轴、铰接座和铰接轴,所述连接轴与所述主架体的侧部连接,且所述连接轴的端部设置有轴线沿水平方向延伸的轴孔,所述铰接座与所述副架体的侧部连接,且所述铰接座设置有轴线沿水平方向延伸的铰接孔,所述铰接轴穿过所述铰接孔和所述轴孔并将所述铰接座与所述连接轴铰接。

[0008] 可选地,各所述主动轮均包括第一轮毂和包覆于所述第一轮毂上外圆周的橡胶皮,所述第一轮毂与所述驱动机构连接。

[0009] 可选地,所述橡胶皮的表面设置有摩擦花纹。

[0010] 可选地,所述磁吸附单元包括异形钕铁硼永磁体、磁铁保护套和导磁轭铁块,所述导磁轭铁块固定于所述副架体的底部并位于两个所述主动轮之间,所述磁铁保护套套接于所述异形钕铁硼永磁体之外,所述异形钕铁硼永磁体固定于所述导磁轭铁块的底部,且所述异形钕铁硼永磁体的底部的水平位置高于所述主动轮的底部的水平位置。

[0011] 可选地,所述辅助磁轮包括第二轮毂、环形钕铁硼永磁体、尼龙套和环形轭铁块,所述第二轮毂可转动地安装于所述主架体底部后侧的位置,所述环形轭铁块安装于所述第二轮毂上,所述尼龙套套接于所述环形钕铁硼永磁体之外,所述环形钕铁硼永磁体固定于所述环形轭铁块的内侧。

[0012] 可选地,所述主架体底部后侧的位置设置有万向轮架,所述辅助磁轮安装于所述万向轮架上。

[0013] 可选地,所述驱动机构包括第一电机和第一减速器,所述第一减速器安装于所述副架体上,所述第一电机的主轴与所述第一减速器的输入孔连接,所述第一减速器的输出轴的两端分别与相邻的两个所述主动轮连接。

[0014] 可选地,所述摆臂机构包括第二电机、第二减速器和摆臂,所述第二减速器安装于所述主架体顶部前侧的位置,所述第二电机的主轴与所述第二减速器的输入孔连接,所述摆臂与所述第二减速器的输出轴连接。

[0015] 可选地,所述摆臂上设置有感应铁片,所述第二减速器上设置有两个位置不同并用于与所述感应铁片感应连接的感应器,所述感应器与所述第二电机电连接。

[0016] 本发明实施例提供的磁隙式爬壁机器人中的上述一个或多个技术方案至少具有如下技术效果之一:机器人的吸附行走机构设置了左右两个驱动机构,通过每个驱动机构分别驱动两个主动轮,主动轮与辅助磁轮配合实现整个机器人的行走,并且驱动机构的下方安装有磁吸附单元,磁吸附单元与壁面形成一定间距,这样,在该磁吸附单元的作用下,可以使得主动轮能够紧密贴合壁面;同时,设置的铰接机构使得左右两侧的副架体可以随壁面的情况形成一定角度的摆幅,当机器人行走至不同曲率的曲面上时,两侧的主动轮会随壁面起伏而绕着铰接机构摆动,使主动轮、辅助磁轮与壁面紧密贴合,磁吸附单元和壁面之间的间隙不会发生明显变化,保证机器人稳定吸附行走,不会发生倾覆危险,从而使机器人具有曲面自适应能力,进而可以使得机器人在各种壁面的维护作业上更加灵活。

附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1为本发明实施例提供的磁隙式爬壁机器人的结构示意图。

[0019] 图2为图1中的磁隙式爬壁机器人的另一视角的结构示意图。

[0020] 图3为本发明实施例提供的磁隙式爬壁机器人的结构分解示意图。

[0021] 图4为图1中的磁隙式爬壁机器人的主视图。

[0022] 图5为图1中的磁隙式爬壁机器人的侧视图。

[0023] 其中,图中各附图标记:

[0024]	10—机架	11—主架体	12—副架体
[0025]	20—摆臂机构	21—第二电机	22—第二减速器
[0026]	23—摆臂	24—感应铁片	25—感应器
[0027]	30—吸附行走机构	31—主动轮	32—磁吸附单元
[0028]	33—辅助磁轮	40—驱动机构	41—第一电机
[0029]	42—第一减速器	50—铰接机构	51—连接轴
[0030]	52—铰接座	53—铰接轴	111—万向轮架
[0031]	121—保护罩	231—清洗喷嘴	311—第一轮毂
[0032]	312—橡胶皮	321—异形钕铁硼永磁体	322—磁铁保护套
[0033]	323—导磁轭铁块	331—第二轮毂	332—环形钕铁硼永磁体
[0034]	333—尼龙套	334—环形轭铁块。	

具体实施方式

[0035] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图1~5描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明的实施例,而不能理解为对本发明的限制。

[0036] 在本发明实施例的描述中,需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明实施例和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0037] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明实施例的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0038] 在本发明实施例中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以

是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明实施例中的具体含义。

[0039] 在本发明的一个实施例中,如图1~5所示,提供一种磁隙式爬壁机器人,可用于金属表面的除锈、清洗作业外,通过搭载相应的作业设备,还可以用于金属壁面的喷涂、检测等作业。

[0040] 具体地,本实施例的磁隙式爬壁机器人包括机架10、摆臂机构20、吸附行走机构30和两个驱动机构40,所述机架10包括主架体11和通过铰接机构50铰接于所述主架体11左右两侧的两个副架体12,所述摆臂机构20安装于所述主架体11顶部前侧的位置,所述吸附行走机构30包括主动轮31、磁吸附单元32和辅助磁轮33,所述辅助磁轮33安装于所述主架体11底部后侧的位置,两个所述驱动机构40分别安装于两个所述副架体12上,且两个所述驱动机构40的底部均设置有所述磁吸附单元32,两个所述副架体12上均安装有与所述驱动机构40连接的两个所述主动轮31,每个所述副架体12上的两个所述主动轮31分别设置在所述磁吸附单元32的两侧,所述主动轮31底部的水平位置低于所述磁吸附单元32底部的水平位置。

[0041] 本实施例中,机器人的吸附行走机构30设置了左右两个驱动机构40,通过每个驱动机构40分别驱动两个主动轮31,主动轮31与辅助磁轮33配合实现整个机器人的行走,并且驱动机构40的下方安装有磁吸附单元32,磁吸附单元32与壁面形成一定间距,这样,在该磁吸附单元32的作用下,可以使得主动轮31能够紧密贴合壁面;同时,设置的铰接机构50使得左右两侧的副架体12可以随壁面的情况形成一定角度的摆幅,当机器人行走至不同曲率的曲面上时,两侧的主动轮31会随壁面起伏而绕着铰接机构50摆动,使主动轮31、辅助磁轮33与壁面紧密贴合,磁吸附单元32和壁面之间的间隙不会发生明显变化,保证机器人稳定吸附行走,不会发生倾覆危险,从而使机器人具有曲面自适应能力,进而可以使得机器人在各种壁面的维护作业上更加灵活。

[0042] 进一步地,本发明的机器人整机运用模块化设计,不同机构间互不干涉又互相配合,安装和维修时可分块拆卸更换组装,使维护更方便。机器人整体结构如图1~2所示,主架体11两侧设置的副架体12作为两侧的主动轮31安装,形成对称布置于左右两侧,辅助磁轮33位于整机的后方处于机子中心面位置;摆臂机构20安装在主架体11上边靠前位置,提高机器人的转向稳定性和灵活性。

[0043] 在本发明的另一个实施例中,提供的该磁隙式爬壁机器人还包括两个罩设在两个副架体12之外的保护罩121,其可以用于保护主动轮31和驱动机。

[0044] 在本发明的另一个实施例中,如图2~3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述铰接机构50包括连接轴51、铰接座52和铰接轴53,所述连接轴51与所述主架体11的侧部连接,且所述连接轴51的端部设置有轴线沿水平方向延伸的轴孔(图未示),所述铰接座52与所述副架体12的侧部连接,且所述铰接座52设置有轴线沿水平方向延伸的铰接孔(图未示),所述铰接轴53穿过所述铰接孔和所述轴孔并将所述铰接座52与所述连接轴51铰接。具体地,连接轴51的设置可以让主架体11与副架体12之间形成一定的间距,这样为后续副架体12可以摆动而提供足够的空间。同时,将连接轴51的端部设置的轴孔的轴线沿水平方向延伸设置以及将铰接轴53设置的铰接孔的轴线沿水平方向延伸设置可以确保当铰接轴53

穿过该铰接孔和轴孔后,铰接轴53的轴线也沿水平方向延伸设置,如此,铰接座52与连接轴51之间相互转动时即以该铰接轴53为中心摆动,即实现上下方向的摆动,有利于当机器人行走至不同曲率的曲面上时,两侧的主动轮31会随壁面起伏而绕着铰接轴53摆动,使主动轮31、辅助磁轮33与壁面紧密贴合,防止发生倾覆。

[0045] 在本发明的另一个实施例中,如图3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的各所述主动轮31均包括第一轮毂311和包覆于所述第一轮毂311上外圆周的橡胶皮312,所述第一轮毂311与所述驱动机构40连接。具体地,当主动轮31遇到焊缝等障碍物时,主动轮31与焊缝的接触面较小,由于设置的橡胶皮312有一定的柔软度,因此接触位置轮的压缩量较大,磁吸附单元32和与壁面间隙变化就不会太大,保证了吸附力;而位置靠后的辅助磁轮33越障时,驱动磁吸附单元32提供主要吸附力和反倾覆力矩,从而保证机器人顺利越障。

[0046] 在本发明的另一个实施例中,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述橡胶皮312的表面设置有摩擦花纹(图未示)。具体地,橡胶皮312上设置的摩擦花纹可以通过雕刻形成,通过其的设置可以增大整个主动轮31的摩擦力,使得其能够更好地在壁面上行走。

[0047] 在本发明的另一个实施例中,如图3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述磁吸附单元32包括异形钕铁硼永磁体321、磁铁保护套322和导磁轭铁块323,所述导磁轭铁块323固定于所述副架体12的底部并位于两个所述主动轮31之间,所述磁铁保护套322套接于所述异形钕铁硼永磁体321之外,所述异形钕铁硼永磁体321固定于所述导磁轭铁块323的底部,且所述异形钕铁硼永磁体321的底部的水平位置高于所述主动轮31的底部的水平位置。具体地,导磁轭铁块323起到将异形钕铁硼永磁体321安装在副架体12的底部的作用,而磁铁保护套322可以保护异形钕铁硼永磁体321,并且避免异形钕铁硼永磁体321直接外露与壁面吸附。

[0048] 在本发明的另一个实施例中,如图3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述辅助磁轮33包括第二轮毂331、环形钕铁硼永磁体332、尼龙套333和环形轭铁块334,所述第二轮毂331可转动地安装于所述主架体11底部后侧的位置,所述环形轭铁块334安装于所述第二轮毂331上,所述尼龙套333套接于所述环形钕铁硼永磁体332之外,所述环形钕铁硼永磁体332固定于所述环形轭铁块334的内侧。具体地,环形轭铁块334起到将环形钕铁硼永磁体332安装在第二轮毂331上的作用,而尼龙套333可以保护环形钕铁硼永磁体332,并且避免环形钕铁硼永磁体332直接外露与壁面吸附。

[0049] 在本发明的另一个实施例中,如图3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述主架体11底部后侧的位置设置有万向轮架111,所述辅助磁轮33安装于所述万向轮架111上。具体地,万向轮架111可以实现旋转,这样根据主动轮31的行走路径,辅助磁轮33可以自行摆动至合适的角度配合主动轮31行走。

[0050] 在本发明的另一个实施例中,如图2~3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述驱动机构40包括第一电机41和第一减速器42,所述第一减速器42安装于所述副架体12上,所述第一电机41的主轴与所述第一减速器42的输入孔连接,所述第一减速器42的输出轴的两端分别与相邻的两个所述主动轮31连接。具体地,第一电机41驱动第一减速器42,第一减速器42带动与其输出轴的两端连接的两个主动轮31同时转动,如此使得驱动整个机器人的行走。

[0051] 在本发明的另一个实施例中,如图1~3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述

摆臂机构20包括第二电机21、第二减速器22和摆臂23,所述第二减速器22安装于所述主架体11顶部前侧的位置,所述第二电机21的主轴与所述第二减速器22的输入孔连接,所述摆臂23与所述第二减速器22的输出轴连接。具体地,第二电机21驱动第二减速器22,第二减速器22的输出轴带动其摆臂23旋转,摆臂23可绕第二减速器22的输出轴进行圆周旋转运动,缩小了摆臂23的长度,减小了第二电机21的负荷,同时使机器人的重心尽量靠近旋转轴的同轴线,减小机器人倾覆的可能性。

[0052] 更具体地,如图1~5所示,摆臂23可以供执行机构安装,例如供清洗喷嘴231安装,这样,本实施例中的机器人可以实现清洗作业,通过机器人的清洗喷嘴231的自旋转和摆臂23配合来实现。清洗喷嘴231在达到一定压力后会开始旋转,构成一个小清洗圆环面,同时摆臂23在第二减速器22的驱动下带动自旋转的清洗喷嘴231来回摆动,从而形成一个一定宽度的圆环清洗面,实现高效的清洗作业。

[0053] 在本发明的另一个实施例中,如图1和图3所示,提供的该磁隙式爬壁机器人的所述摆臂23上设置有感应铁片24,所述第二减速器22上设置有两个位置不同并用于与所述感应铁片24感应连接的感应器25,所述感应器25与所述第二电机21电连接。具体地,通过感应铁片24与两个位置不同的感应器25感应连接,这样可以给第二电机21发出两个极限信号,即让第二电机21在驱动摆臂23摆动到不同方向的两个角度时自动停止,确保摆臂23使用的安全性以及进一步防止因为摆臂23摆动角度错误而造成的机器人倾覆问题发生。

[0054] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

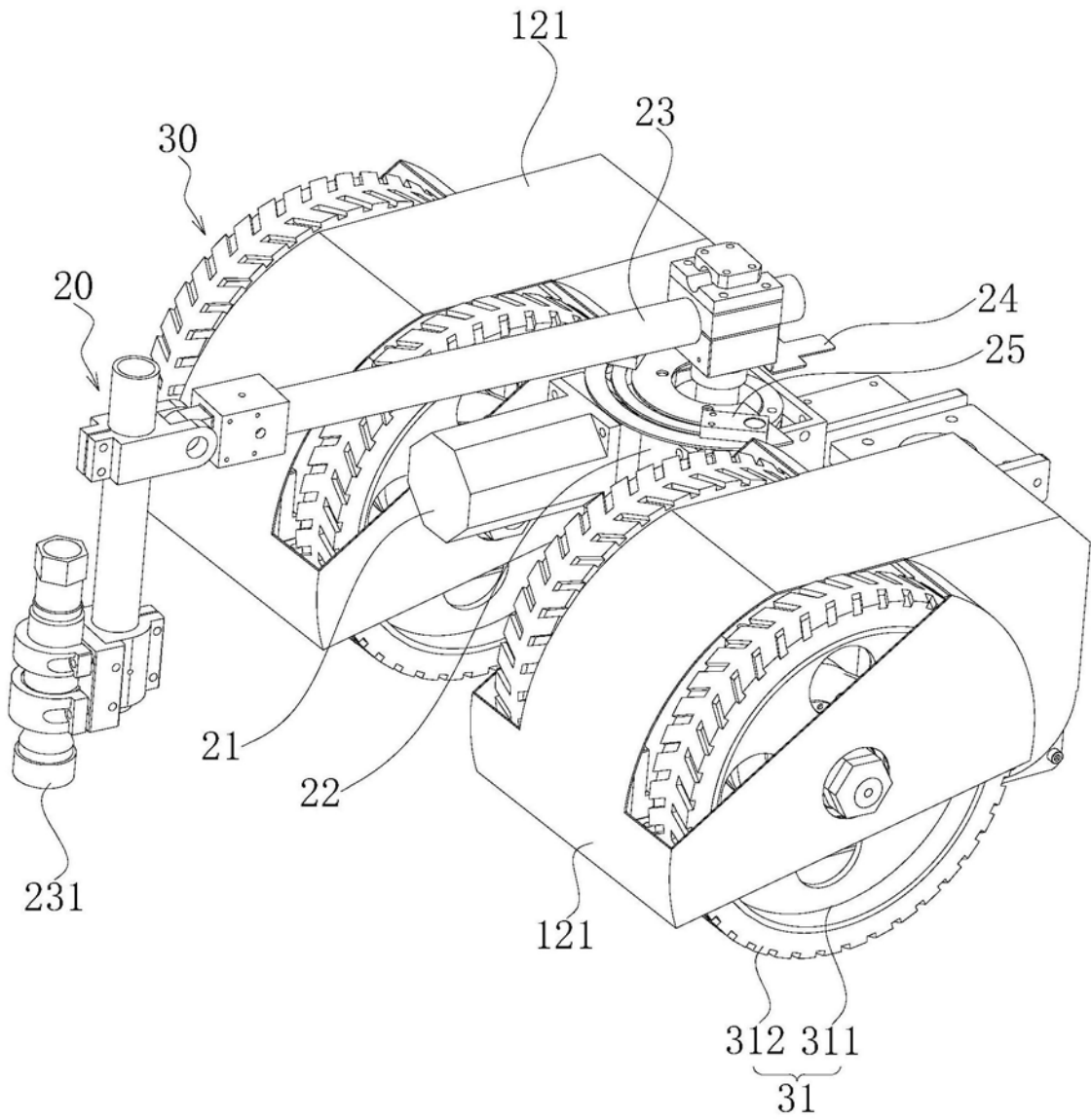


图1

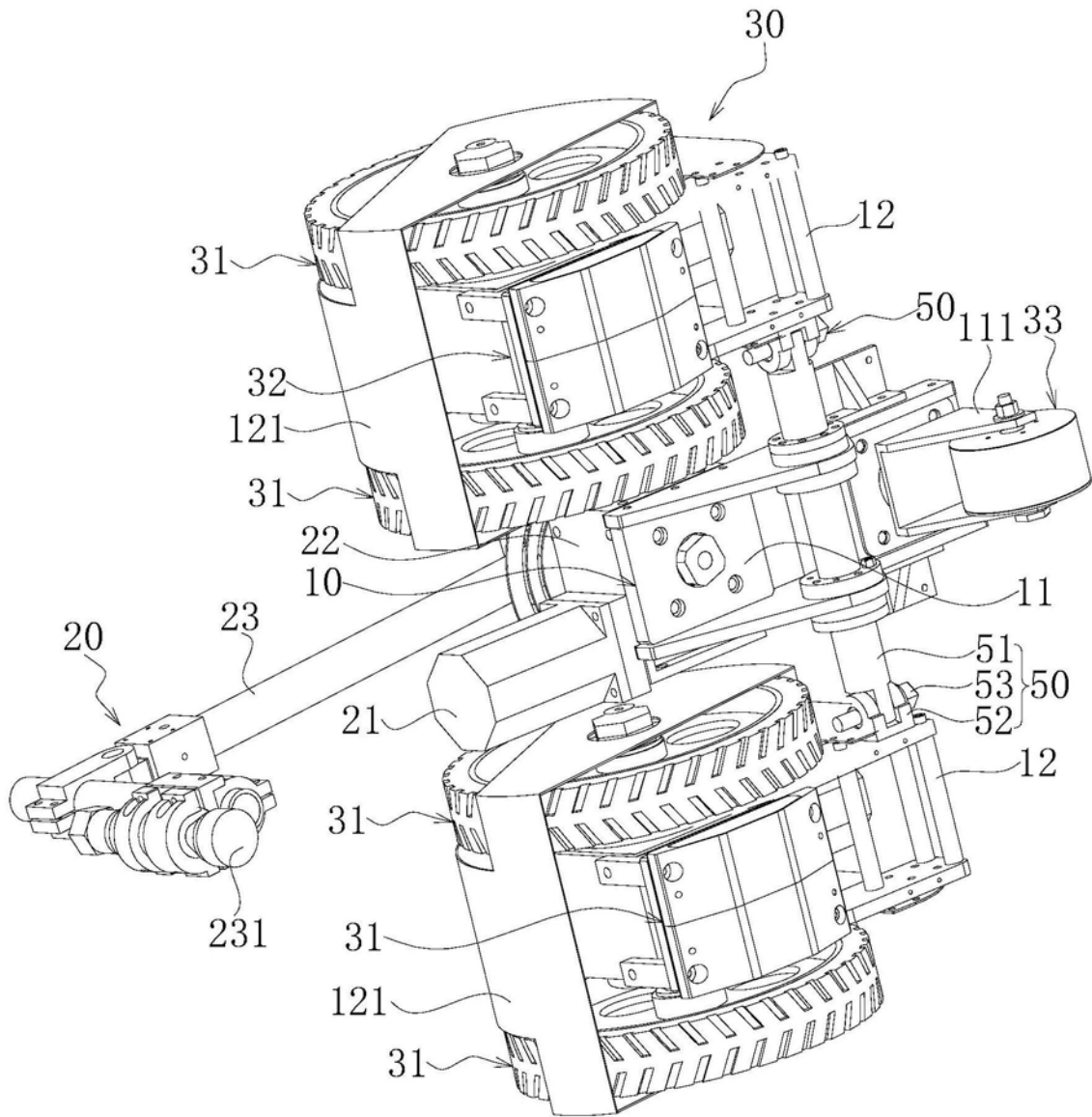


图2

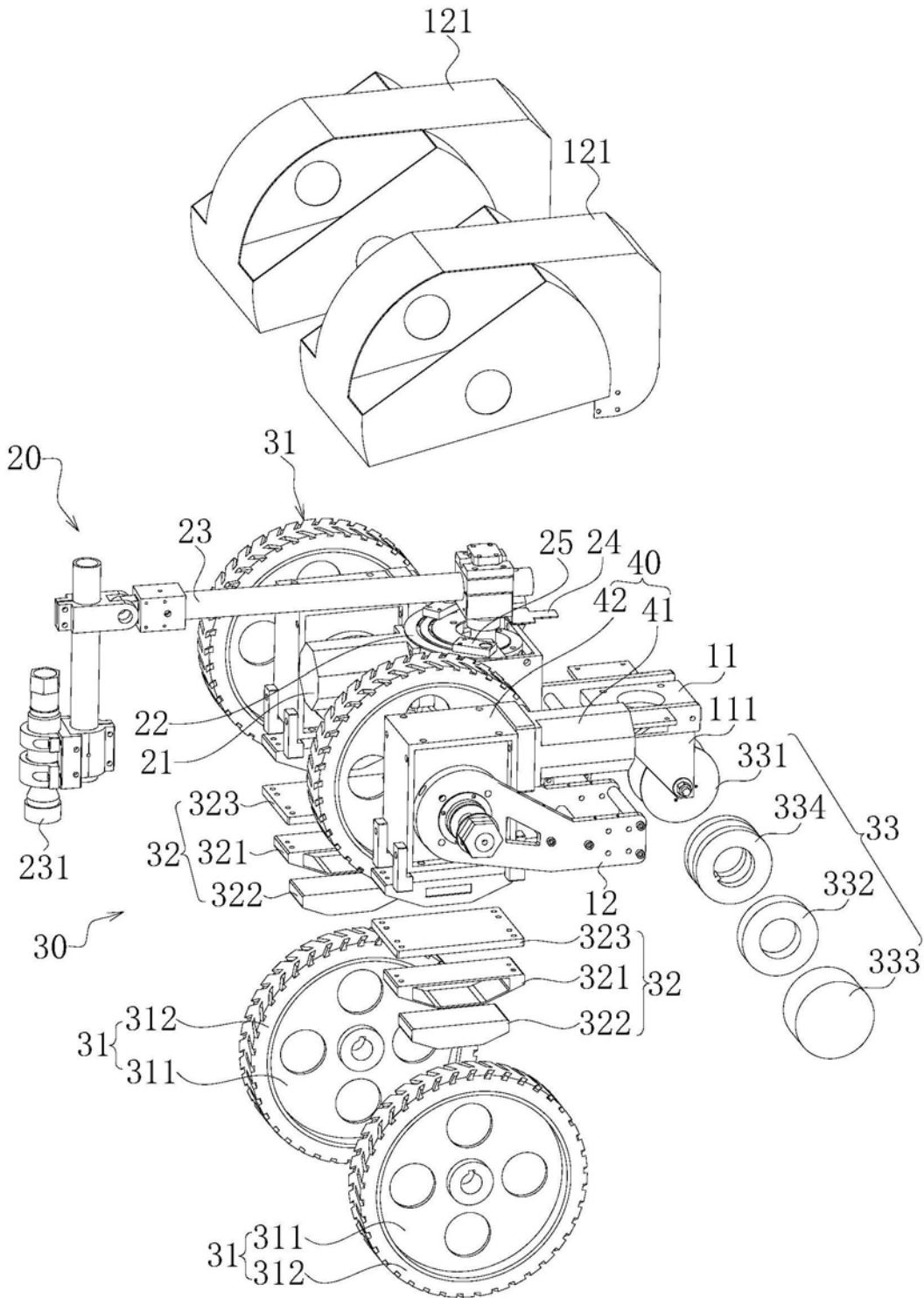


图3

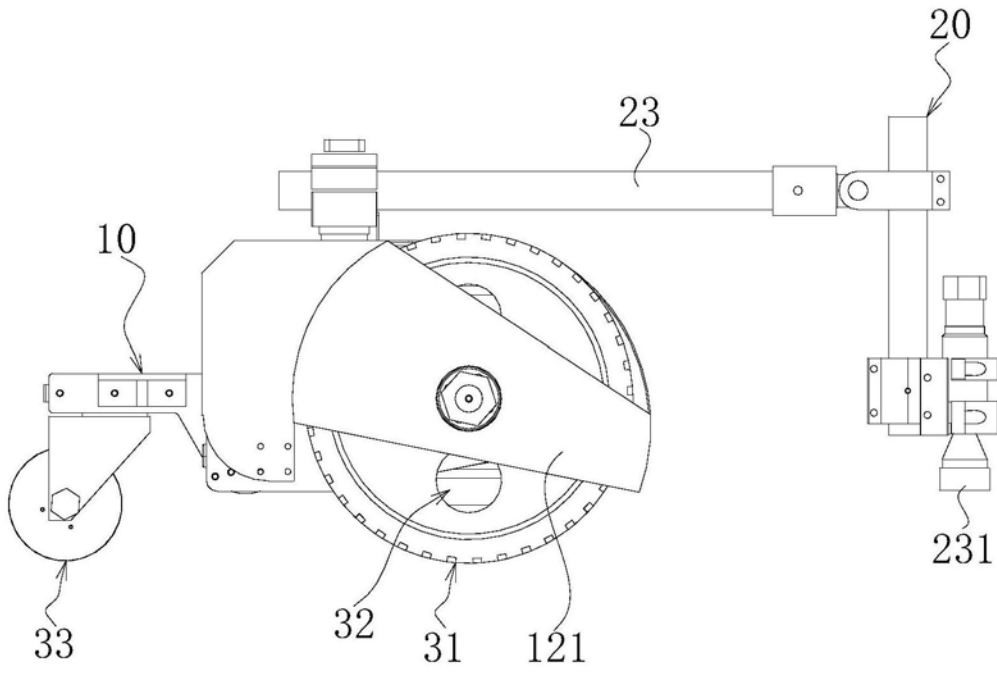


图4

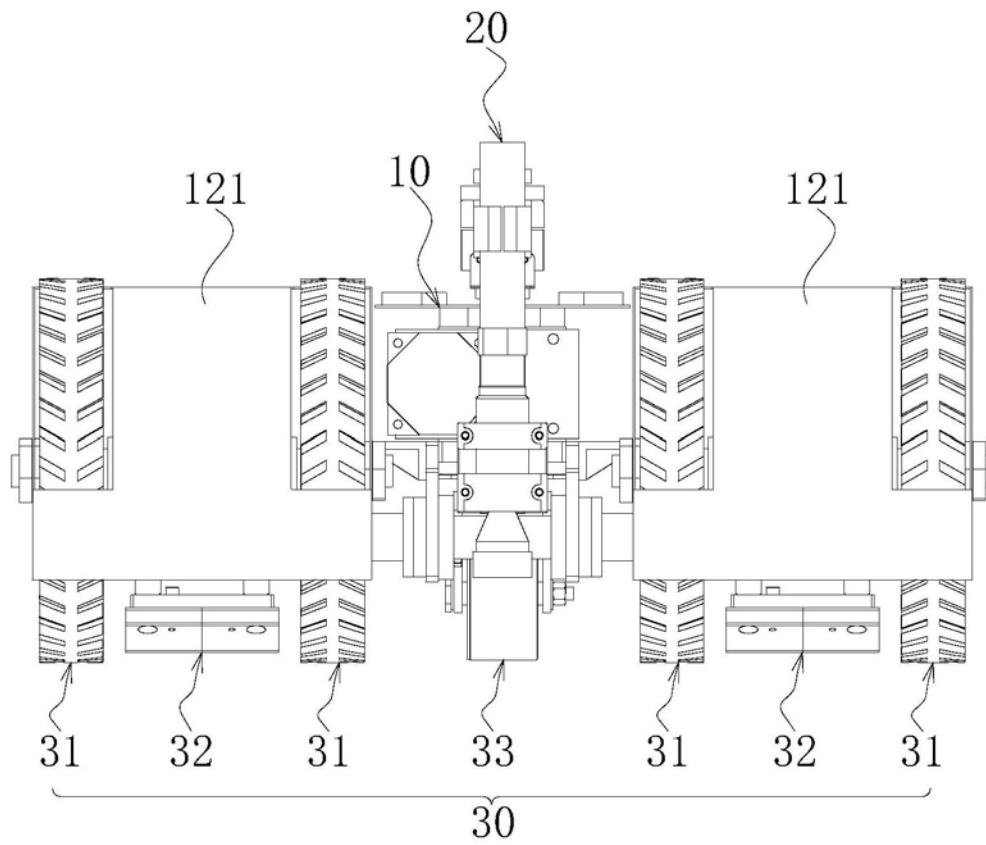


图5