



(21)申请号 201811330673.8

(22)申请日 2018.11.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109229227 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(73)专利权人 燕山大学

地址 066000 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号

(72)发明人 曾达幸 荣令魁 李林杰 侯雨雷

(74)专利代理机构 北京孚睿湾知识产权代理事务所(普通合伙) 11474

代理人 舒丽亚

(51)Int.Cl.

B62D 57/024(2006.01)

(56)对比文件

CN 206968818 U,2018.02.06,

CN 108556946 A,2018.09.21,

JP H10315178 A,1998.12.02,

CN 107985432 A,2018.05.04,

CN 202681848 U,2013.01.23,

CN 206264704 U,2017.06.20,

CN 205817841 U,2016.12.21,

审查员 颜水清

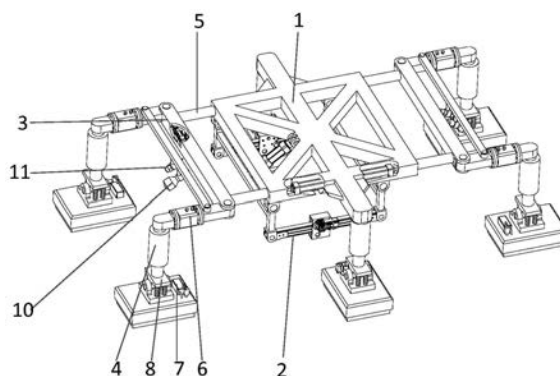
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

爬壁机器人

(57)摘要

本发明涉及一种爬壁机器人,包括机身、驱动机构、监测机构、控制系统、机身上的第一爬壁机构、机身前端的第二爬壁机构、机身后端的第三爬壁机构和机身下部的作业装置连接机构;驱动机构分别固定在机身的四个端部,第一爬壁机构包括支撑机构、自适应机构和吸附机构,第二爬壁机构和第三爬壁机构均包括转向机构、支撑机构、自适应机构、吸附机构和柔性连接机构,吸附机构通过自适应机构与支撑机构相连,第一爬壁机构的支撑机构的上部与机身固定,第二爬壁机构和第三爬壁机构的支撑机构与柔性连接机构的第一端连接,柔性连接机构的第二端与转向机构相连,转向机构与驱动机构相连。本发明适用范围广,可搭载不同作业装置在一定倾斜度的壁面上工作。



1. 一种爬壁机器人,其特征在于:其包括机身、驱动机构、监测机构、控制系统、机身上的第一爬壁机构、机身前端的第二爬壁机构、机身后端的第三爬壁机构和机身下部的作业装置连接机构;

所述机身框架为框架结构,所述驱动机构分别固定在所述机身的四个端部,所述驱动机构包括伸缩臂和驱动气缸,所述驱动气缸的缸体固定在所述机身的内部,所述驱动气缸的活塞杆与所述伸缩臂的第一端连接,所述伸缩臂的第二端分别与所述第二爬壁机构和第三爬壁机构相连;

所述第一爬壁机构包括支撑机构、自适应机构和吸附机构,所述第二爬壁机构和第三爬壁机构均包括转向机构、支撑机构、自适应机构、吸附机构和柔性连接机构,所述吸附机构通过所述自适应机构与所述支撑机构相连,所述第一爬壁机构的支撑机构的上部与所述机身固定,所述第二爬壁机构和第三爬壁机构的支撑机构与所述柔性连接机构的第一端连接,所述柔性连接机构的第二端与所述转向机构相连,所述转向机构与所述伸缩臂的第二端相连;

所述转向机构包括平面四杆机构、伺服电机、锥齿轮和直齿轮,所述平面四杆机构的两端分别与所述柔性连接机构的法兰盘连接,所述平面四杆机构包括机架和连架杆,所述机架为转向支撑,所述机架与连架杆通过转动关节相连,所述转向支撑内部设有所述伺服电机和旋转轴,所述伺服电机的输出轴固联有锥齿轮,所述旋转轴上有锥齿轮和直齿轮,所述旋转轴上的锥齿轮与伺服电机输出轴上的锥齿轮啮合,所述旋转轴上的直齿轮与布置在转动关节的直齿轮啮合,用于将伺服电机输出动力传送至转动关节上,完成转向;

所述柔性连接机构包括两端的法兰盘以及法兰盘之间的铰链、铰链支撑板、支撑弹簧和弹簧刚度调节装置,所述铰链支撑板垂直于法兰盘固定,所述铰链与所述铰链支撑板连接,所述支撑弹簧垂直于所述铰链支撑板且对称分布在铰链支撑板的两侧,所述弹簧刚度调节装置设在所述支撑弹簧的内部;

所述自适应机构包括铰链上支座、回位弹簧和铰链下支座,所述铰链上支座与所述铰链下支座铰接,所述回位弹簧位于所述铰链上支座和铰链下支座之间,所述铰链上支座与所述支撑机构相连,所述铰链下支座与所述吸附机构相连;

所述作业装置连接机构包括同步铰链四杆机构、传动装置和升降气缸,所述升降气缸分别与所述机身和同步铰链四杆机构连接,所述传动装置对称分布在所述机身下部两侧且设置在所述同步铰链四杆机构的连杆上,包括传动带、带轮、伺服电机、减速器和作业装置连接模块,所述带轮分布在所述连杆的两端,所述连杆上设有导轨凹槽,所述作业装置连接模块嵌入所述导轨凹槽内,所述伺服电机和减速器固定在所述作业装置连接模块上,所述作业装置连接模块设有与作业装置连接的接口;

所述监测机构固定在所述转向机构和所述同步铰链四杆机构上,所述控制系统分别与各机构相连。

2. 根据权利要求1所述的爬壁机器人,其特征在于:所述支撑机构包括气缸和力传感器,所述力传感器固定在所述气缸上,所述气缸分别与自适应机构的铰链上支座和柔性连接机构的法兰盘相连。

3. 根据权利要求2所述的爬壁机器人,其特征在于:所述支撑机构的气缸为双作用气缸,且设有缓冲行程和磁性开关。

4. 根据权利要求1所述的爬壁机器人,其特征在于:所述吸附机构包括吸附框架、海绵吸盘、真空发生器、止回阀和电磁阀,所述吸附框架的顶部与所述自适应机构的铰链下支座相连,所述电磁阀固定在所述吸附框架外部,所述真空发生器和止回阀设置在所述吸附框架的内侧,所述止回阀与所述吸附框架底部的海绵吸盘相连。

5. 根据权利要求1所述的爬壁机器人,其特征在于:所述作业装置连接机构通过铰链与所述机身相连。

6. 根据权利要求1所述的爬壁机器人,其特征在于:所述监测机构包括激光测距仪、红外摄像头和超声波传感器。

7. 根据权利要求1所述的爬壁机器人,其特征在于:所述第一爬壁机构的吸附机构与所述第二爬壁机构和第三爬壁机构的吸附机构垂直。

爬壁机器人

技术领域

[0001] 本发明属于机器人技术领域,涉及一种爬壁机器人。

背景技术

[0002] 随着经济水平的不断发展,越来越多高风险和繁重的工作被机器人所替代,如高楼建筑的幕墙的清洗;石化储罐、海洋平台和桥梁等设施的检查、质量检测、切割、焊接、打磨;船舶、飞机的除锈、喷涂以及蒙皮的检测和核设施的维护检修等,逐步由爬壁机器人取代人工来从事危险繁重作业,尤其是核废液储罐检查这种对人体伤害极大,极其危险的工作。

[0003] 但目前的爬壁机器人负载较小,控制复杂繁琐,对表面垂直凸起的障碍物越障比较困难,且只能在同一平面作业,一旦接触表面高低不平,或出现一定倾斜角度便工作效率大大下降,以至于不能正常工作。而且,现行的爬壁机器人作业工况单一,无法同时适应不同作业模式,效率较低。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种爬壁机器人,适用范围广,可对一定倾斜角度工作表面有一定的自适应,对表面垂直凸起障碍物也有一定的跨越能力,同时允许两侧的障碍物不在同一高度,使得作业更加高效;并且采用蠕动式驱动,运行平稳,可根据不同环境搭载不同的作业工具完成包括检测、切割、打磨、喷涂、焊接、清洁等在内的多种作业模式。

[0005] 本发明是这样实现的:

[0006] 一种爬壁机器人,其包括机身、驱动机构、监测机构、控制系统、机身上的第一爬壁机构、机身前端的第二爬壁机构、机身后端的第三爬壁机构和机身下部的作业装置连接机构;所述机身框架为框架结构,所述驱动机构分别固定在所述机身的四个端部,所述驱动机构包括伸缩臂和驱动气缸,所述驱动气缸的缸体固定在所述机身的内部,所述驱动气缸的活塞杆与所述伸缩臂的第一端连接,所述伸缩臂的第二端分别与所述第二爬壁机构和第三爬壁机构相连;所述第一爬壁机构包括支撑机构、自适应机构和吸附机构,所述第二爬壁机构和第三爬壁机构均包括转向机构、支撑机构、自适应机构、吸附机构和柔性连接机构,所述吸附机构通过所述自适应机构与所述支撑机构相连,所述第一爬壁机构的支撑机构的上部与所述机身固定,所述第二爬壁机构和第三爬壁机构的支撑机构与所述柔性连接机构的第一端连接,所述柔性连接机构的第二端与所述转向机构相连,所述转向机构与所述伸缩臂的第二端相连;所述转向机构包括平面四杆机构、伺服电机、锥齿轮和直齿轮,所述平面四杆机构的两端分别与所述柔性连接装置的法兰盘连接,所述平面四杆机构包括机架和连架杆,所述机架为转向支撑,所述机架与连架杆通过转动关节相连,所述转向支撑内部设有所述伺服电机和旋转轴,所述伺服电机的输出轴固联有锥齿轮,所述旋转轴上有锥齿轮和直齿轮,所述旋转轴上的锥齿轮与伺服电机输出轴上的锥齿轮啮合,所述旋转轴上的直齿轮

与布置在转动关节的直齿轮啮合,用于将伺服电机输出动力传送至转动关节上,完成转向;所述柔性连接机构包括两端的法兰盘以及法兰盘之间的铰链、铰链支撑板、支撑弹簧和弹簧刚度调节装置,所述铰链支撑板垂直于法兰盘固定,所述铰链与所述铰链支撑板连接,所述支撑弹簧垂直于所述铰链支撑板且对称分布在铰链支撑板的两侧,所述弹簧刚度调节装置设在所述支撑弹簧的内部;所述自适应机构包括铰链上支座、回位弹簧和铰链下支座,所述铰链上支座与所述铰链下支座铰接,所述回位弹簧位于所述铰链上支座和铰链下支座之间,所述铰链上支座与所述支撑机构相连,所述铰链下支座与所述吸附机构相连;所述作业装置连接机构包括同步铰链四杆机构、传动装置和升降气缸,所述升降气缸分别与所述机身和同步铰链四杆机构连接,所述传动装置对称分布在所述机身下部两侧且设置在所述同步铰链四杆机构的连杆上,包括传动带、带轮、伺服电机、减速器和作业装置连接模块,所述带轮分布在所述连杆的两端,所述连杆上设有导轨凹槽,所述作业装置连接模块嵌入所述导轨凹槽内,所述伺服电机和减速器固定在所述作业装置连接模块上,所述作业装置连接模块设有与作业装置连接的接口;所述监测机构固定在所述转向机构和所述同步铰链四杆机构上,所述控制系统分别与各机构相连。

[0007] 优选的,所述支撑机构包括气缸和力传感器,所述力传感器固定在所述气缸上,所述气缸分别与自适应机构的铰链上支座和柔性连接机构的法兰盘相连。

[0008] 优选的,所述支撑机构的气缸为双作用气缸,且设有缓冲行程和磁性开关。

[0009] 优选的,所述吸附机构包括吸附框架、海绵吸盘、真空发生器、止回阀和电磁阀,所述吸附框架的顶部与所述自适应机构的铰链下支座相连,所述电磁阀固定在所述吸附框架外部,所述真空发生器和止回阀设置在所述吸附框架的内侧,所述止回阀与所述吸附框架底部的海绵吸盘相连。

[0010] 优选的,所述作业装置连接机构通过铰链与所述机身相连。

[0011] 优选的,所述监测装置包括激光测距仪、红外摄像头和超声波传感器。

[0012] 优选的,所述第一爬壁机构的吸附机构与所述第二爬壁机构和第三爬壁机构的吸附机构垂直。

[0013] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0014] (1) 本发明提供的爬壁机器人结构简单,操作方便,适用范围广,自适应机构和柔性连接机构对工作表面有一定自动适应和调节能力,可完成在一定倾斜程度表面安全行走并稳定作业。

[0015] (2) 本发明的作业装置连接机构包括同步铰链四杆机构、传动装置、升降气缸和作业连接模块,其中升降气缸可以根据工况收起和下降同步铰链四杆机构以及与之相连的作业装置,或者遇到障碍物能够巧妙地避开,避免作业装置受到碰撞,从而使得作业装置能安全、稳定的作业;作业连接模块可以搭载不同的作业装置完成多种工作模式,可连续完成清洁、检测、切割、打磨、喷涂、焊接、除锈等多种作业模式,功能运动拓展性强。

[0016] (3) 本发明结构紧凑、设计合理,负载能力强,采用蠕动式驱动,始终在同一高度作业,运行平稳,而且设有监测机构,实时监测作业和位置信息,激光测距仪实时监测机器人周围障碍物距离,防止机器人发生碰撞。

[0017] (4) 本发明吸附机构的海绵吸盘自带真空发生器可以快速吸附和释放,灵敏性高,当海绵吸孔没有覆盖到壁面时,止回阀自动关闭,以保证系统真空度,并且海绵吸盘可允许

在一定程度上的高低不平表面作业,吸附力强。

[0018] (5) 本发明支撑机构由气缸和力传感器组成,两侧气缸可跨越突起障碍物或根据障碍物高度由力传感器控制下降到不同高度,并且气缸具有一定的缓冲行程,气缸有力度冗余可有效地防止气缸伸张过大。

[0019] (6) 本发明驱动分单缸和双缸驱动,单缸驱动为两个驱动气缸同时工作,带动第二爬壁机构和第三爬壁机构的支撑机构的伸张运动,双缸驱动为四个驱动气缸同时工作,带动作业装置前移,增大了负载能力,使得运行更加平稳。

[0020] (7) 本发明的转向机构包括平面四杆机构、伺服电机、锥齿轮和直齿轮;平面四杆机构可以保持同一支撑机构两侧的转向同步,伺服电机齿轮传动调节转向角度,控制精度高、调节灵活。转向机构包括两种效果,第一是垂直于进给方向的水平移动,第二是可以与进给方向产生一定角度的转动,可以根据不同的工作环境运用不同的转向方式,更加高效的完成作业。

附图说明

[0021] 图1为本发明的爬壁机器人的结构示意图。

[0022] 图2为本发明的作业装置连接机构的结构示意图。

[0023] 图3为本发明的自适应机构的结构示意图。

[0024] 图4为本发明的柔性连接机构的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 以下将参考附图详细说明本发明的示例性实施例、特征和性能方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面,但是除非特别指出,不必按比例绘制附图。

[0026] 如图1所示,一种爬壁机器人,其包括机身1、驱动机构、监测机构、控制系统、机身上的第一爬壁机构、机身前端的第二爬壁机构、机身后端的第三爬壁机构和机身下部的作业装置连接机构2;机身1为框架结构,驱动机构分别固定在机身1的四个端部,驱动机构包括伸缩臂5和驱动气缸,驱动气缸的缸体固定在机身1的内部,驱动气缸的活塞杆与伸缩臂5的第一端连接,伸缩臂5的第二端分别与第二爬壁机构和第三爬壁机构相连。驱动气缸通过推动伸缩臂5作伸缩运动来完成机器人的进给运动,且驱动气缸分为双缸驱动和四缸驱动,带动作业装置前进和后退时为四缸驱动,即四个驱动气缸同时推动伸缩臂运动完成进给,其余进给驱动方式为双缸驱动,两侧2个驱动气缸同时推动伸缩臂5运动。

[0027] 第一爬壁机构包括支撑机构4、自适应机构8和吸附机构7,第二爬壁机构和第三爬壁机构均包括转向机构3、支撑机构4、自适应机构8、吸附机构7和柔性连接机构6,吸附机构7通过自适应机构8与支撑机构4相连,第一爬壁机构的支撑机构4的上部与机身1固定,第二爬壁机构和第三爬壁机构的支撑机构4与柔性连接机构6的第一端连接,柔性连接机构6的第二端与转向机构3相连,转向机构3与伸缩臂5的第二端相连。

[0028] 转向机构3包括平面四杆机构、伺服电机、锥齿轮和直齿轮,平面四杆机构的两端分别与柔性连接装置的法兰盘连接,平面四杆机构包括机架和连架杆,机架为转向支撑,机架与连架杆通过转动关节相连,转向支撑内部设有伺服电机和旋转轴,伺服电机的输出轴

固联有锥齿轮,旋转轴上有锥齿轮和直齿轮,旋转轴上的锥齿轮与伺服电机输出轴上的锥齿轮啮合,旋转轴上的直齿轮与布置在转动关节的直齿轮啮合,用于将伺服电机输出动力传送至转动关节上,完成转向。转向机构具有两种效果,第一是垂直于进给方向的水平移动,第二是可以与机身产生一定角度的转动。当工作需要爬壁机器人转向时,来自控制系统发出指令给伺服电机,然后将动力通过锥齿轮和直齿轮传给转动关节处的直齿轮,驱动其转动一定角度来完成转向,由于伺服电机的精度较高,即使转动很小角度也可以完成。

[0029] 如图4所示,柔性连接机构6包括两端的法兰盘61以及法兰盘61之间的铰链62、铰链支撑板63、支撑弹簧64和弹簧刚度调节装置65,铰链支撑板63垂直于法兰盘61固定,铰链62与铰链支撑板63连接,支撑弹簧64垂直于铰链支撑板63且对称分布在铰链支撑板63的两侧,用于支撑爬壁机器人在空载时,不会发生偏转,弹簧刚度调节装置65设在支撑弹簧64的内部,可以根据稳定性来调节弹簧的刚度。当爬壁机器人在进给方向前后两侧表面有不同的倾斜角度时,柔性连接机构6会产生一定角度调节,即绕垂直进给方向有一定的偏转。

[0030] 如图3所示,自适应机构8包括铰链上支座80、回位弹簧81和铰链下支座82,铰链上支座80与铰链下支座82铰接,回位弹簧81位于铰链上支座80和铰链下支座82之间,铰链上支座80与支撑机构4相连,铰链下支座82与吸附机构7相连。当爬壁机器人在进给方向左右两侧表面有不同的倾斜角度时,自适应机构会根据角度大小产生一定的自适应,可以绕进给方向有一定的偏转。

[0031] 如图2所示,作业装置连接机构2通过铰链62与机身1相连,作业装置连接机构2包括同步铰链四杆机构19、传动装置和升降气缸20,升降气缸20分别与机身1和同步铰链四杆机构19连接,传动装置对称分布在机身1下部两侧且设置在同步铰链四杆机构19的连杆21上,包括传动带27、带轮29、伺服电机25、减速器24和作业装置连接模块22,带轮29分布在连杆21的两端,连杆21上设有导轨凹槽,作业装置连接模块22嵌入导轨凹槽内,伺服电机25和减速器24固定在作业装置连接模块22上,作业装置连接模块22设有与作业装置连接的接口23。当机身下部作业装置在进给时遇到障碍物或者根据作业模式需要调节工作高度时,升降气缸20通过伸缩运动可以带动同步铰链四杆机构19升起和下降,连杆21上有导轨凹槽,作业装置连接模块22嵌入凹槽内,伺服电机25可以通过传动带27带动作业装置连接模块22在凹槽内沿进给方向移动,左右电机可以同步运动也可以单独运动,来完成不同工况的要求。作业装置连接模块22有接口23,可根据不同作业模式搭载不同的作业工具完成包括检测、切割、打磨、喷涂、焊接、清洁等在内的多种作业模式。

[0032] 监测机构固定在转向机构3和同步铰链四杆机构19上,控制系统分别与各机构相连。

[0033] 优选的,支撑机构4包括气缸和力传感器,力传感器固定在气缸上,气缸分别与自适应机构8的铰链上支座80和柔性连接机构6的法兰盘61相连。支撑机构4的气缸为双作用气缸,且设有缓冲行程和磁性开关。支撑机构4带动吸附机构7做伸缩运动,用于爬壁机器人整体前进或者后退做下铺垫,且带有缓冲行程的气缸伸出后根据力传感器测出的所受阻力的大小,允许在不同高度垂直障碍物处来自动停放,并且具有一定的柔性缓冲,保护吸附机构7不会因推力过大而受到损害。

[0034] 优选的,吸附机构7包括吸附框架、海绵吸盘、真空发生器、止回阀和电磁阀,吸附框架的顶部与自适应机构8的铰链下支座82相连,电磁阀固定在吸附框架外部,真空发生器

和止回阀设置在吸附框架的内侧,真空发生器与吸附框架内部的上表面相连,止回阀与吸附框架底部的海绵吸盘相连。设置在外部的压缩空气机,将压缩好的气体通过负压吸管输送到海绵吸盘中的真空发生器内,用于快速产生负压并吸附在工作表面,止回阀的存在可以使得没有吸附表面的部位自动闭合,节省了气源气压。

[0035] 优选的,监测装置包括激光测距仪、红外摄像头和超声波传感器,如图1所示,激光测距仪11和红外摄像头10固定在第二爬壁机构和第三爬壁机构的转向机构3上,如图2所示,超声波传感器28和激光测距仪26固定在同步铰链四杆机构19上。当爬壁机器人进给时,布置在转向机构3的红外摄像头10和激光测距仪11实时监控周围环境,红外摄像头10可以将信息传给上位机显示出来,激光测距仪11可以测出周围距离信息,防止由于视觉不能评估出来的距离使得机器人发生碰撞,可以保护机器人正常稳定的作业,且监测机构可以根据转向机构和作业连接机构的运动做伴随运动,进一步的,布置在同步铰链四杆机构19的两个激光测距仪26也可以准确的把距离信息精准的测出传给控制系统,以此来完成升降运动,保护作业装置免受碰撞的损害,超声波传感器28可以准确地确定机器人的所在位置,并将位置信息传递给控制系统,通过控制系统做出判断,可以更好的完成作业。

[0036] 优选的,第一爬壁机构的吸附机构7与第二爬壁机构和第三爬壁机构的吸附机构7垂直,保证机身的稳定,防止机身的倾斜。

[0037] 在本实施例中,自适应机构8的回位弹簧81为4组,对称分布在铰链上支座80和铰链下支座82之间,当爬壁机器人在进给方向左右两侧表面有不同的倾斜角度时,自适应机构8会根据角度大小产生一定的自适应,可以绕进给方向有一定的偏转。柔性连接机构6的支撑弹簧为4组,布置在铰链支撑板63的上下两侧,用于支撑爬壁机器人在空载时,不会发生偏转。

[0038] 下面以其中一种工况(清洁幕墙)为例来讲述整体工作流程:

[0039] 根据工作要求,将清洁机构与作业装置连接模块22上的接口23相连,可以与机身下部的一侧接口相连单独运动,也可以与机身下部两侧的接口相连同时运动。初始时将爬壁机器人工作前做准备,由控制系统发出开机命令,爬壁机器人开始自检,若出现故障,人工检修后放回指定初始位置,然后将爬壁机器人与物料线缆输送装置、保护装置通过卷扬机构相连,卷扬机构主要起着承担电缆及水管重量的任务,并且起到保险作用,将其放在楼层的顶部,由普通交流电机驱动其转动,可以使其根据机器人运动距离长度而收放线缆和输送物料,然后开机工作命令由控制系统传至机器人本体准备作业。

[0040] 当爬壁机器人直线前进时,工作如下:

[0041] 初始时伸缩臂5处于伸长状态,且第一爬壁机构、第二爬壁机构和第三爬壁机构的支撑机构全处于伸长状态,第二爬壁机构的支撑机构置于前段,压缩空气机将压缩空气传至三个爬壁机构的吸附机构,产生吸附力,吸附在幕墙上,然后第三爬壁机构的吸附机构7中电磁阀关闭压缩气体,同时控制系统控制第三爬壁机构的支撑机构做收缩运动,抬起第三爬壁机构的吸附机构7,然后靠近第三爬壁机构的支撑机构一侧的驱动机构做单级驱动,两个驱动气缸收缩,带动与第三爬壁机构连接的伸缩臂5做收缩运动,当伸缩臂运动到行程末端时,第三爬壁机构的支撑机构收到信号做伸张运动,带动第三爬壁机构的吸附机构向幕墙表面运动,当第三爬壁机构的支撑机构上的力传感器检测到力的大小到指定值时停止运动,此时第三爬壁机构的的吸附机构的真空发生器工作,将单向阀打开正压变负压,产生

吸力吸附在幕墙表面。

[0042] 第二步,第一爬壁机构的的吸附机构收到信号后释放,第一爬壁机构的支撑机构做收缩运动带动第一爬壁机构的吸附机构收起,到达一定行程后停止,然后驱动机构做四缸驱动,驱动机构的四个驱动气缸同时工作带动伸缩臂5运动,使得作业装置和作业装置连接机构向前进给运动,此时的负载被四个驱动气缸驱动的伸缩臂5携带前进,大大地降低其工作强度,使得作业装置可以平稳的向前推进,当到达行程末端时,驱动机构停止运动,第一爬壁机构的支撑机构开始伸长,在力传感器的作用下停止运动,然后第一爬壁机构的吸附机构的真空发生器工作,海绵吸盘吸附在幕墙上表面。

[0043] 第三步,第二爬壁机构的吸附机构7释放吸力,然后第二爬壁机构的支撑机构做收缩运动,带动吸附机构7做收缩运动,到达一定行程后停止运动,然后驱动机构做双缸驱动,即两个驱动气缸同时工作驱动与第二爬壁机构连接的伸缩臂作伸长运动,到达一定行程后停止运动,此时第二爬壁机构的支撑机构收到信号做伸张运动,在力传感器作用下停止运动,然后第二爬壁机构的吸附机构7中真空发生器工作产生负压,海绵吸盘吸附在幕墙表面,此时一个直线进给流程结束,爬壁机器人向前进给一定距离。

[0044] 当爬壁机器人需要转弯时,工作流程如下:

[0045] 当爬壁机器人在工作需要变向时,第二爬壁机构的吸附机构7释放吸力,然后第二爬壁机构的支撑机构9带动吸附机构7收缩一定距离,控制系统将信号传至第二爬壁机构的转向机构3的伺服电机处,伺服电机驱动齿轮转动调节一定角度,然后第二爬壁机构的支撑机构4带动吸附机构7做伸长运动,在力传感器作用下停止运动,此时第二爬壁机构的吸附机构7中真空发生器和电磁阀工作产生一定吸力,海绵吸盘吸附在幕墙表面上,然后第三爬壁机构的吸附机构释放吸力,第三爬壁机构的支撑机构带动吸附机构做收缩运动远离幕墙表面,运动一定行程后停止运动,同时控制系统将信号传至第三爬壁机构的转向机构,伺服电机带动转动关节转动一定角度,注意,此时的转向分为两种,第一种是与第二爬壁机构的转向机构相同,即同时做顺时针或者逆时针运动,然后第三爬壁机构的支撑机构带动吸附机构向幕墙表面靠近,同时在力传感器作用下停止运动,第三爬壁机构的吸附机构吸附在幕墙表面,接下来第一爬壁机构的吸附机构释放吸力,在第一爬壁机构的支撑机构带动下做收缩运动,到达一定行程后停止,此时开始整体变向,控制系统控制两个转向机构同时工作,伺服电机同时驱动转向关节转动,使得机身回正,然后第一爬壁机构的支撑机构带动吸附机构做伸长运动,在力传感器作用下到达表面后停止运动,第一爬壁机构的吸附机构开始工作产生吸附力吸附在幕墙表面上,此时第一种转向完成;第二种是与第一转向机构相反转向,然后第三爬壁机构的支撑机构带动吸附机构向幕墙表面靠近,同时在力传感器作用下停止运动,第三爬壁机构的吸附机构吸附在幕墙表面,接下来第一爬壁机构的吸附机构释放吸力,在第一爬壁机构的支撑机构带动下做收缩运动,到达一定行程后停止,此时开始整体移动,控制系统将信号传至两个转向机构,两个伺服电机同时工作,带动转动关节转动一定角度,使得机身向垂直方向平移一定距离,然后第一爬壁机构的支撑机构带动吸附机构做伸长运动,在力传感器作用下到达表面后停止运动,第一爬壁机构的吸附机构开始工作产生吸附力吸附在幕墙表面上,此时第二种转向完成。

[0046] 优选的,上述爬壁机器人前进过程中,作业装置连接机构连接清洁装置同时进行作业,根据工作模式不同,两侧电机传动带传动装置可以带动连接模块同步向进给方向运

动也可以单独移动。升降气缸可根据清洁装置的清洗需求或激光测距仪测得的障碍物距离收缩和伸张来上升和下架同步铰链四杆机构。

[0047] 工作完成后,物料线缆输送装置以及保护装置均可通过卷扬机收集起来,同时爬壁机器人按照预定的路径退出幕墙表面,作业结束。

[0048] 最后应说明的是:以上所述的各实施例仅用于说明本发明技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或全部技术特征进行等同替换;而这些修改或替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

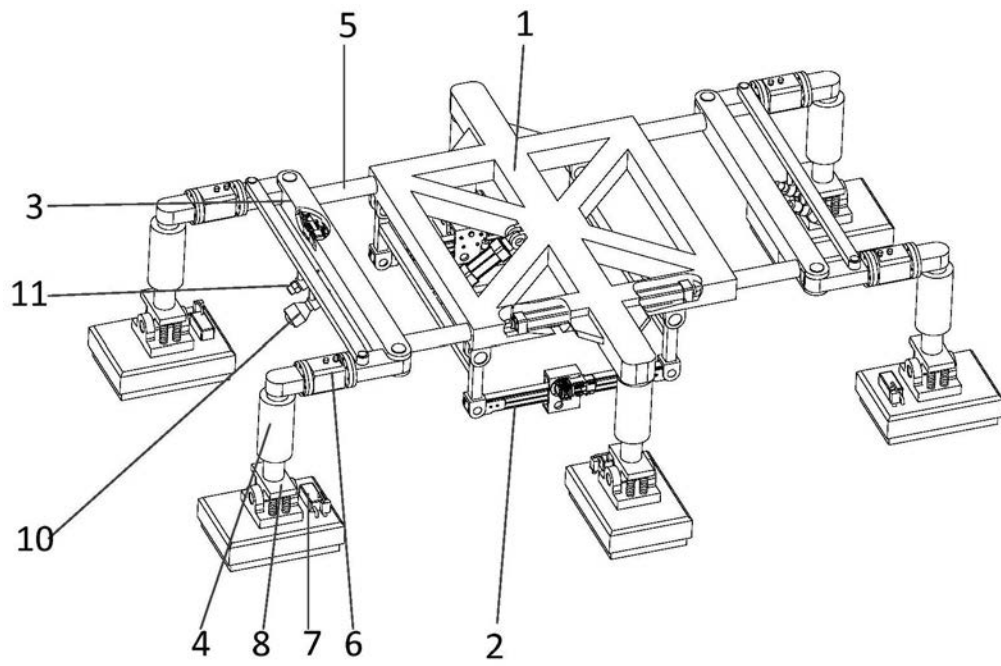


图1

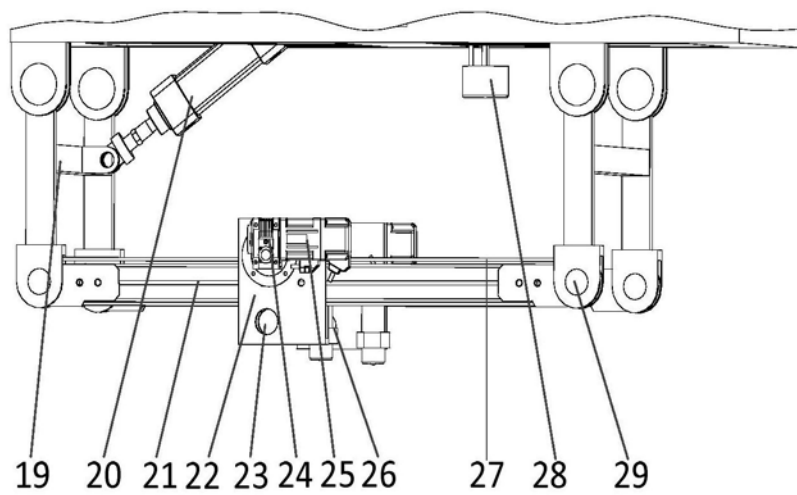


图2

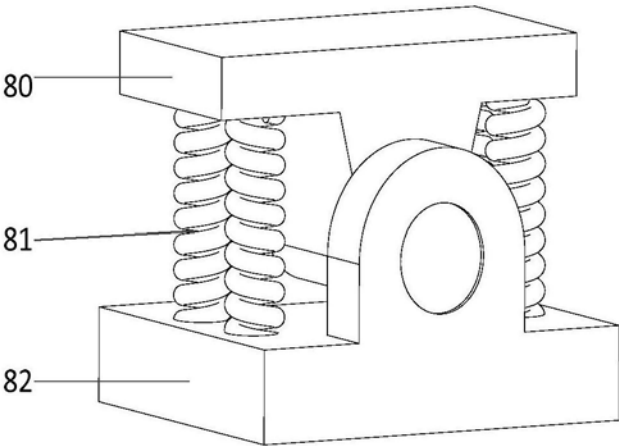


图3

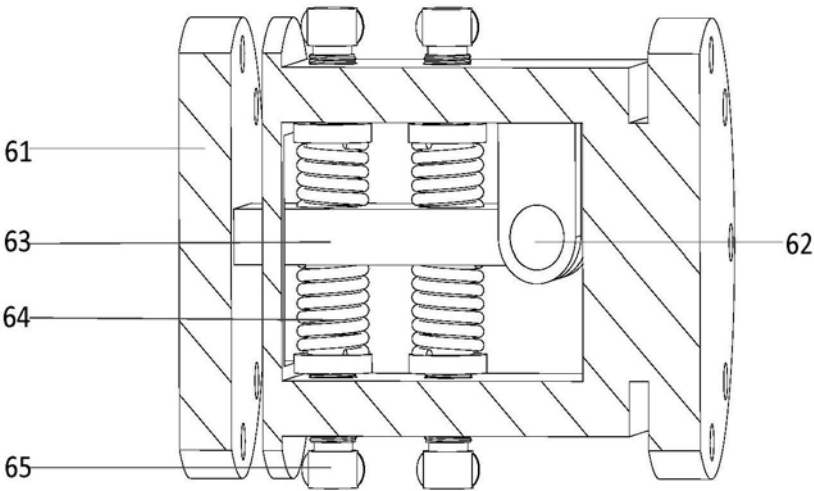


图4