



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105476560 B

(45)授权公告日 2018.12.21

(21)申请号 201511032051.3

CN 204467944 U,2015.07.15,

(22)申请日 2015.12.30

CN 201453159 U,2010.05.12,

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 104799756 A,2015.07.29,

申请公布号 CN 105476560 A

CN 101850791 A,2010.10.06,

EP 0026525 A1,1981.04.08,

(43)申请公布日 2016.04.13

审查员 刘海燕

(73)专利权人 马鞍山清净环保科技有限公司

地址 242032 安徽省马鞍山市雨山区马向

路安徽工业大学(秀山校区)老行政楼

(72)发明人 郑丽 王明明 吴传良

(51)Int.Cl.

A47L 11/38(2006.01)

A47L 11/40(2006.01)

(56)对比文件

CN 201958799 U,2011.09.07,

CN 101589936 A,2009.12.02,

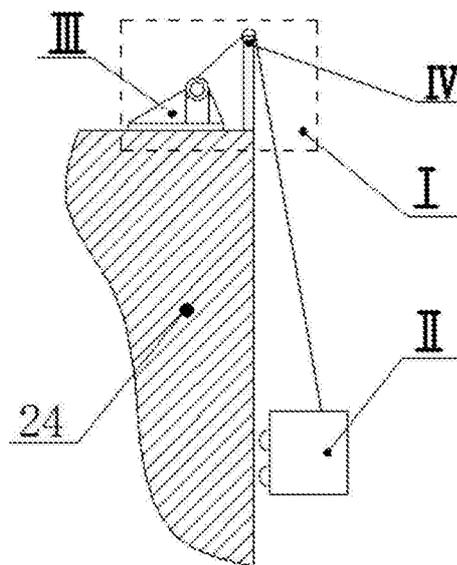
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种墙面清洗机器人及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种墙面清洗机器人及其控制方法,属于机械制造技术领域。它包括升降控制端、清洗端,所述的升降控制端与清洗端通过绳相连,所述的升降控制端由转动限制保护机构、多级增力保护机构组成,所述的升降用电动机固连在升降端机架上,其轴与辊筒相连,所述的电磁超越离合器的外圈与升降端机架相连,电磁超越离合器的内圈与辊筒轴相连,同时本发明还给出了其控制方法。本发明通过在清洗端设置连杆吸附机构,使得清洗刷对墙面压力能够保持在较大的压力范围内,并根据具体墙面的污损情况设置了不同的清洗模式,同时增加了转动限制保护机构和多级增力保护机构,使得机器人在意外断电时能够安全制动,防止事故的发生。



1. 一种墙面清洗机器人,包括升降控制端(I)、清洗端(II),其特征在于,所述的升降控制端(I)与清洗端(II)通过绳(5)相连,所述的升降控制端(I)由转动限制保护机构(III)、多级增力保护机构(IV)组成,

所述的转动限制保护机构(III)由升降端机架(1)、升降用电机(2)、电磁超越离合器(3)、辊筒(4)、绳(5)组成,所述的升降用电机(2)固连在升降端机架(1)上,升降用电机(2)轴与辊筒(4)轴相连,所述的电磁超越离合器(3)的外圈与升降端机架(1)相连,电磁超越离合器(3)的内圈与辊筒(4)轴相连,所述的电磁超越离合器(3)在断电时内外圈接合,通电时内外圈分离,所述的绳(5)绕于辊筒(4)外圈,并且绳(5)的末端与辊筒(4)固连,

所述的多级增力保护机构(IV)由偏心圆盘(6)、杠杆(7)、弹簧(8)、电磁铁(9)、楔形板(10)组成,所述的绳(5)穿过偏心圆盘(6)与楔形板(10)组成的间隙,所述的偏心圆盘(6)铰接于升降端机架(1)上,并与杠杆(7)的一端相连,所述的杠杆(7)铰接于升降端机架(1)上,并在末端分别与弹簧(8)、电磁铁(9)的相连,所述的弹簧(8)与电磁铁(9)的底端固连于升降端机架(1),

所述的清洗端(II)由清洗端机架(11)、导向环(12)、吸盘(13)、连杆(14)、蜗轮蜗杆机构(15)、连杆用电机(16)、导管(17)、气动驱动箱(18)、气用电机(19)、清洗刷(20)、减速器(21)、清洗用电机(22)、滚轮(23)组成,所述的导向环(12)、吸盘(13)、连杆(14)、蜗轮蜗杆机构(15)、连杆用电机(16)、导管(17)、气动驱动箱(18)、气用电机(19)组成连杆吸附机构,

所述的绳(5)穿过导向环(12)与清洗端机架(11)相连,所述的导向环(12)固连于吸盘(13)上,所述的吸盘(13)的外壳与连杆(14)相连,所述的连杆(14)通过蜗轮蜗杆机构(15)与连杆用电机(16)相连,所述的连杆用电机(16)固定在清洗端机架(11)上,所述的吸盘(13)的内腔与导管(17)相连,所述的导管(17)的另一端连接在气动驱动箱(18)上,所述的气动驱动箱(18)上设有气用电机(19),所述的连杆(14)为多级伸缩连杆,通过内部直线电机控制其伸缩长度,

所述的滚轮(23)设置在清洗端机架(11)上,所述的清洗刷(20)通过轴承固定于清洗端机架(11)上,所述的减速器(21)的输出轴与清洗刷(20)的轴相连,所述的减速器(21)的输入轴与清洗用电机(22)的轴相连;

所述的偏心圆盘(6)上与升降端机架(1)、杠杆(7)相铰接的两点距离为  $x = \frac{acG \cos \theta}{\mu Fb}$ ,

其中G为墙面清洗机器人的重力,F为电磁铁(9)的电磁力, $\theta$ 为楔形板(10)末端的角,  $\mu$ 为绳(5)与楔形板(10)之间的摩擦系数,a为偏心圆盘(6)上与升降端机架(1)的铰接点到偏心圆盘(6)边缘的最小距离,c为杠杆(7)与升降端机架(1)的铰接点到杠杆(7)与偏心圆盘(6)铰接点的距离,b为杠杆(7)与升降端机架(1)的铰接点到杠杆(7)与电磁铁(9)连接点之间的距离;

所述的减速器(21)为摆线针轮减速器;

所述的弹簧(8)为拉弹簧;

所述的连杆用电机(16)为步进电机。

2. 一种墙面清洗机器人的控制方法,其特征在于清洗机器人的清洗控制步骤与控制方式:

(1) 清洗模式的选择:

当墙面仅有灰尘时,选用邵氏硬度为50-70HA的清洗刷,清洗刷(20)的转速为500-600r/min;当墙面含有大量粘性物质时,选用邵氏硬度为100-120HA的清洗刷,清洗刷(20)的转速为300-400r/min;

(2) 升降用电机(2)开始运行,其运行转速为 $n_2 = \frac{n_1}{5\pi D}$ ,其中 $n_1$ 为清洗刷(20)的转速, $D$ 为辊筒(4)的直径,绳(5)开始从辊筒(4)上绕出;

(3) 电磁超越离合器(3)通电,其内外圈分离;

(4) 电磁铁(9)通电,电压为220V,电磁铁(9)伸缩杆运动的距离为 $y = \frac{dG \cos \theta}{10\mu F}$ ,其中 $d$ 为绳(5)的直径, $G$ 为墙面清洗机器人的重力, $\theta$ 为楔形板(10)末端的角度, $\mu$ 为绳(5)与楔形板(10)之间的摩擦系数, $F$ 为电磁铁(9)的电磁力,此时偏心圆盘(6)与楔形板(10)之间的间隙变大,绳(5)通过间隙向下运动,清洗端(II)开始向下运动;

(5) 清洗用电机(22)开始运行,其转速为 $n_3 = i_1 n_1$ ,其中 $i_1$ 为减速器(21)的传动比, $n_1$ 为清洗刷(20)的转速,并通过减速器(21)带动清洗刷(20)转动;

(6) 当升降用电机(2)的运行时间 $t = \frac{6L}{\pi D n_2}$ 时,其中 $L$ 为清洗端(II)竖直方向的长度, $n_2$ 为升降用电机(2)的转速, $D$ 为辊筒(4)的直径,升降用电机(2)与清洗用电机(22)停止运行,连杆用电机(16)开始运行,转动方向为顺时针方向,转动角度为 $\alpha_1 = 90^\circ i_2$ ,其中 $i_2$ 为蜗轮蜗杆机构(15)的传动比,带动连杆(14)转动 $90^\circ$ ,此时吸盘(13)贴于墙体(24)上;

(7) 气动用电机(19)开始工作,并通过气动驱动箱(18)、导管(17),使得吸盘(13)内腔处于负压状态,此时吸盘(13)吸附于墙体(24)上;

(8) 重复步骤(2)-(5),并且连杆(14)的内部直线电机随着清洗端(II)的下降而匀速推送,使得连杆(14)的多级伸缩连杆逐步伸出;

(9) 当连杆(14)的多级伸缩连杆逐步伸出,达到最大长度时,即升降用电机(2)的运行时间 $t = \frac{7L}{\pi D n_2}$ 时,其中 $L$ 为清洗端(II)竖直方向的长度, $n_2$ 为升降用电机(2)的转速, $D$ 为辊筒(4)的直径,气动驱动箱(18)通过导管(17)使得吸盘(13)内腔处于正压状态,吸盘(13)贴合在墙体(24)上,

此时升降用电机(2)与清洗用电机(22)停止运行,连杆用电机(16)开始运行,转动方向为逆时针方向,转动角度为 $\alpha_2 = 90^\circ i_2$ ,其中 $i_2$ 为蜗轮蜗杆机构(15)的传动比,带动连杆(14)反转 $90^\circ$ ,此时吸盘(13)离开墙体(24);

(10) 当升降用电机(2)的运行时间 $t = \frac{kL}{\pi D n_2}$ 时,其中 $k = 8, 10, 12 \cdots 2n \cdots$ ,重复步骤(6)-(8),

当升降用电机(2)的运行时间 $t = \frac{mL}{\pi D n_2}$ 时,其中 $m = 9, 11, 13 \cdots 2n+1 \cdots$ ,重复步骤(9)。

## 一种墙面清洗机器人及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械制造技术领域,具体地说,涉及一种墙面清洗装置,更具体地说,涉及一种墙面清洗机器人及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 高楼随着城市现代化的发展,变得越来越普遍。随着楼层数量的增大,对于高楼墙壁的清洗却成为了一项繁重而危险工作。目前国内外常采用升降平台或者吊篮承载清洗人员来完成对高楼墙壁的清洗。而此种清洗方法不仅效率低下,费用昂贵,而且安全系数低,常有清洁人员坠落事故的发生。因此急需利用机器来替代人工进行高楼墙面的清洗工作。

[0003] 目前对于高楼墙面清洗机器人已有相关研究。如对比文件1:授权公告号为CN 101513336 B,申请日为2009年3月28日,公开了名称为一种高层建筑清洗装置的专利文件,包括装有发电机和计算机系统的机动车,机动车上设有由两个可升降并前后移动的吊臂支撑连接的清洗装置,清洗装置可随吊臂与其之间所设的吊臂绞盘连接输出的牵引钢缆的牵引伸缩而调整其位置,机动车上部还设与高压水泵连接的高压水箱,高压水箱上设有通过水箱线轴调节输出的、与清洗装置连通的供水管;清洗装置包括设有毛刷、喷水孔及刮板的清洗框架,毛刷由电动机连接带动旋转,毛刷上部设喷水孔,喷水孔上部为刮板。该发明主要依靠一刷二冲三刮的物理方式清洗玻璃幕墙,结构简单,清洗过程安全省力,有效减少了工人劳动强度,提高了工作效率,减少了清洗成本。但该发明在工作过程中,其与墙面的压力随着装置的下降而逐渐减小,从而使得清洗效果逐渐变差,尤其当高楼达到一定高度后,利用该装置清洗时,低楼层的墙面因为正压力过低而造成清洗效果过差,同时该装置在意外断电时,不能紧急制动,从而造成装置坠楼事故的发生。

[0004] 对比文件2:授权公告号为CN 1265756C,申请日为2004年7月29日,公开了名称为高楼玻璃幕墙清洗机系统的专利文件,包括楼顶安全装置、清洗机本体、楼下便携监控装置及电气控制装置。清洗机本体在楼顶卷扬机的牵引作用下,依靠密封机构,利用双吸盘负压吸附机构同时或交替吸附于玻璃壁面,并协调清洗机本体自身重力至上而下移动,同时在其清洗机构、水循环回收机构、障碍检测机构、洁面机构的配合下完成对玻璃壁面的清洗以及跨越窗框类障碍等功能;楼顶安全装置确保本体完成清洗和越障任务,并供给本体电源、气源和水源;楼下便携监控装置以无线监控方式发出动作指令,并通过无线视频监视器实时监视壁面清洗效果,由电气控制装置控制各执行装置完成整个清洗任务。该发明能够很好地实现避障,并且可以完成一系列的清洗任务。但该发明由于意外断电时缺乏自我保护机制,从而存在装置坠楼的危险,进而造成相关事故的发生。

[0005] 对比文件3:授权公告号为CN 101422344 B,申请日为2007年11月2日,公开了名称为一种外墙清洗机的拉绳装置的专利文件,包括卷扬机、滑轮、升降缆绳、承重机架、滑道、清洗机架、连接架、清洗配件、配重物、稳固绳、支撑架、缆绳孔、拉绳、转盘和有撑脚的小车,稳固绳和配重物相连接,配重物连接有支撑架,支撑架尾部下方连接有一滑轮,升降缆绳通过滑轮一端与卷扬机相连接,另一端与承重机架相连接,支撑架连接有一拉绳,拉绳通过连

接架尾部的缆绳孔与转盘相连接,转盘安装在有撑脚的小车上,连接架安装在清洗机架右侧尾部,承重机架通过两侧腰部滑道和清洗机架相连接,清洗机架左侧连接有清洗配件,回拉绳一端与承重机架右侧相连接,回拉绳另一端与清洗机架左侧相连接,承重机架上设有一电机,当卷扬机拉动升降缆绳,带动清洗机架上下移动,转盘拉紧拉绳,将清洗机架紧贴墙壁。该发明很好地解决了在清洗墙面时与墙面正压力过低而导致清洗效果差的问题,但由于装置复杂,实施困难,尤其是在楼层较高或高楼处于繁华地带时,则无法正常完成清洗任务。

[0006] 综上所述,目前的清洗机器人存在以下问题:(1)清洗机器人与墙面的压力随着装置的下降而逐渐减小,从而使得清洗效果逐渐变差,尤其当高楼达到一定高度后,低楼层的墙面因为正压力过低而造成清洗效果过差;(2)清洗机器人在高空作业,在意外断电时,缺乏保护装置,不能紧急制动,从而造成装置坠楼事故的发生;(3)清洗机器人的清洗模式固定,不能根据墙面具体的污损程度选择不同的模式,以增加清洗效率,提高清洗效果,并降低对墙面的损伤。

[0007] 对于上述问题,目前的清洗机器人并没有解决,或者只解决了部分问题,因此急需将上述问题全部解决,以提高清洗机器人的清洗效果和工作的安全性。

## 发明内容

[0008] 1.发明要解决的技术问题

[0009] 针对现有墙面清洗机器人在清洗墙面时,因对墙面的正压力过小而导致清洗效果差,以及随着清洗机器人下降距离的增大,对墙面的正压力逐步减小,而导致清洗不均匀,不能根据具体墙面污损情况选择合理的清洗方式,以及在意外断电时,没有合理的保护机构或保护机构的安全系数过低,而导致清洗机器人坠楼事故的发生等问题,本发明提供了一种墙面清洗机器人及其控制方法,通过在清洗端设置连杆吸附机构,使得清洗刷对墙面压力能够保持在较大的压力范围内,并且不随着机器人下降距离的增大而大幅变小,并根据具体墙面的污损情况设置了不同的清洗模式,同时增加了转动限制保护机构和多级增力保护机构,利用两套保护机构,使得机器人在意外断电时能够安全制动,防止事故的发生。同时本发明还给出了其控制方法。

[0010] 2.技术方案

[0011] 为解决上述问题,本发明采用如下的技术方案。

[0012] 一种墙面清洗机器人,包括升降控制端、清洗端,所述的升降控制端与清洗端通过绳相连,所述的升降控制端由转动限制保护机构、多级增力保护机构组成,

[0013] 所述的转动限制保护机构由升降端机架、升降用电动机、电磁超越离合器、辊筒、绳组成,所述的升降用电动机固连在升降端机架上,其轴与辊筒相连,所述的电磁超越离合器的外圈与升降端机架相连,电磁超越离合器的内圈与辊筒轴相连,所述的电磁超越离合器在断电时内外圈接合,通电时内外圈分离,所述的绳绕于辊筒外圈,并且绳的末端与辊筒固连,

[0014] 所述的多级增力保护机构由偏心圆盘、杠杆、弹簧、电磁铁、楔形板组成,所述的绳穿过偏心圆盘与楔形板组成的间隙,所述的偏心圆盘铰接于升降端机架上,并与杠杆的一端相连,所述的杠杆铰接于升降端机架上,并在末端分别与弹簧、电磁铁的相连,所述的弹

簧与电磁铁的底端固连于升降端机架，

[0015] 所述的清洗端由清洗端机架、导向环、吸盘、连杆、蜗轮蜗杆机构、连杆用电机、导管、气动驱动箱、气用电机、清洗刷、减速器、清洗用电机、滚轮组成，所述的导向环、吸盘、连杆、蜗轮蜗杆机构、连杆用电机、导管、气动驱动箱、气用电机组成连杆吸附机构，

[0016] 所述的绳穿过导向环与清洗端机架相连，所述的导向环固连于吸盘上，所述的吸盘的外壳与连杆相连，所述的连杆通过蜗轮蜗杆机构与连杆用电机相连，所述的连杆用电机固定在清洗端机架上，所述的吸盘的内腔与导管相连，所述的导管的另一端连接在气动驱动箱上，所述的气动驱动箱上设有气用电机，所述的连杆为多级伸缩连杆，通过内部直线电机控制其伸缩长度，

[0017] 所述的滚轮设置在清洗端机架上，所述的清洗刷通过轴承固定于清洗端机架上，所述的减速器的输出轴与清洗刷的轴相连，所述的减速器的输入轴与清洗用电机的轴相连。

[0018] 所述的偏心圆盘上与升降端机架、杠杆相铰接的两点距离为  $x = \frac{acG \cos \theta}{\mu F b}$ ，其中G

为墙面清洗机器人的重力，F为电磁铁的电磁力， $\theta$ 为楔形板末端的角， $\mu$ 为绳与楔形板之间的摩擦系数，a为圆盘上与升降端机架的铰接点到圆盘边缘的最小距离，c为杠杆与升降端机架的铰接点到杠杆与圆盘铰接点的距离，b为杠杆与升降端机架的铰接点到杠杆与电磁铁连接点之间的距离。

[0019] 所述的减速器为摆线针轮减速器；所述的弹簧为拉弹簧；所述的连杆用电机为步进电机。

[0020] 一种墙面清洗机器人的控制方法，涉及清洗机器人的清洗控制步骤与控制方式：

[0021] (1) 清洗模式的选择：

[0022] 当墙面仅有灰尘时，选用邵氏硬度为50-70HA的清洗刷，清洗刷的转速为500-600r/min；当墙面含有大量粘性物质时，选用邵氏硬度为100-120HA的清洗刷，清洗刷的转速为300-400r/min；

[0023] (2) 升降用电机开始运行，其运行转速为  $n_2 = \frac{n_1}{5\pi D}$ ，其中 $n_1$ 为清洗刷的转速，D为辊筒的直径，绳开始从辊筒上绕出；

[0024] (3) 电磁超越离合器通电，其内外圈分离；

[0025] (4) 电磁铁通电，电压为220V，电磁铁伸缩杆运动的距离为  $y = \frac{dG \cos \theta}{10\mu F}$ ，其中d为

绳的直径，G为墙面清洗机器人的重力， $\theta$ 为楔形板末端的角， $\mu$ 为绳与楔形板之间的摩擦系数，F为电磁铁的电磁力，此时偏心圆盘与楔形板之间的间隙变大，绳通过间隙向下运动，清洗端开始向下运动；

[0026] (5) 清洗用电机开始运行，其转速为  $n_3 = i_1 n_1$ ，其中 $i_1$ 为减速器的传动比， $n_1$ 为清洗刷的转速，并通过减速器带动清洗刷转动；

[0027] (6) 当升降用电机的运行时间  $t = \frac{6L}{\pi D n_2}$  时，(其中L为清洗端垂直方向的长度， $n_2$ 为

升降用电机的转速,  $D$ 为辊筒的直径), 升降电机与清洗电机停止运行, 连杆电机开始运行, 转动方向为顺时针方向, 转动角度为 $\alpha_1 = 90i_2$ , (其中 $i_2$ 为蜗轮蜗杆机构的传动比), 带动连杆转动 $90^\circ$ , 此时吸盘贴于墙体上;

[0028] (7) 气动电机开始工作, 并通过气动驱动箱、导管, 使得吸盘内腔处于负压状态, 此时吸盘吸附于墙体上;

[0029] (8) 重复步骤(2) - (5), 并且连杆的内部直线电机随着清洗端的下降而匀速推送, 使得连杆的多级伸缩杆逐步伸出;

[0030] (9) 当连杆的多级伸缩杆逐步伸出, 达到最大长度时, 即升降电机的运行时间 $t = \frac{7L}{\pi D n_2}$ 时, (其中 $L$ 为清洗端竖直方向的长度,  $n_2$ 为升降电机的转速,  $D$ 为辊筒的直径),

气动驱动箱通过导管使得吸盘内腔处于正压状态, 吸盘贴合在墙体上,

[0031] 此时升降电机与清洗电机停止运行, 连杆电机开始运行, 转动方向为逆时针方向, 转动角度为 $\alpha_2 = 90i_2$ , (其中 $i_2$ 为蜗轮蜗杆机构的传动比), 带动连杆反转 $90^\circ$ , 此时吸盘离开墙体;

[0032] (10) 当升降电机的运行时间 $t = \frac{kL}{\pi D n_2}$ 时, (其中 $k = 8, 10, 12 \dots 2n \dots$ ), 重复步骤

(6) - (8), 当升降电机的运行时间 $t = \frac{mL}{\pi D n_2}$ 时, (其中 $m = 9, 11, 13 \dots 2n+1 \dots$ ), 重复步骤(9)。

[0033] 3. 有益效果

[0034] 与现有技术相比, 本发明有以下显著优点:

[0035] (1) 本发明通过设置连杆吸附机构, 使得清洗机器人在下降过程中, 清洗刷对墙面的压力能够保持在较大的数值范围内, 并且不随着机器人下降距离的增大而大幅变小, 从而提高了对墙面的清洗效果。

[0036] (2) 本发明通过设置可选择的清洗模式, 能够根据具体墙面的污损情况选择不同的清洗模式, 针对性强, 从而提高了清洗效率, 并使得清洗效果提高。

[0037] (3) 本发明设计出了两套安全保护机构, 能够在断电时完成对机器人的制动, 并且采用转动限制保护机构和多级增力保护机构相结合的方式, 组成双重保护机构, 提高了安全系数, 使得在机器人意外断电时能够安全制动, 避免了机器人坠楼事故的发生。

[0038] (4) 本发明结构简单, 操作方便, 加工成本低, 使用寿命长。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明的整体结构示意图;

[0040] 图2为图1中II工作时的受力分析图;

[0041] 图3为图1中III的结构图;

[0042] 图4为图1中IV的结构图;

[0043] 图5为图1中II的结构图。

[0044] 附图中: I—升降控制端, II—清洗端, III—转动限制保护机构, IV—多级增力保护

机构,1—升降端机架,2—升降用电机,3—电磁超越离合器,4—辊筒,5—绳,6—偏心圆盘,7—杠杆,8—弹簧,9—电磁铁,10—楔形板,11—清洗端机架,12—导向环,13—吸盘,14—连杆,15—蜗轮蜗杆机构,16—连杆用电机,17—导管,18—气动驱动箱,19—气动用电机,20—清洗刷,21—减速器,22—清洗用电机,23—滚轮,24—墙体。

### 具体实施方式

[0045] 以下结合说明书附图,对本发明作进一步描述。

[0046] 如图1、图3、图4、图5所示,一种墙面清洗机器人,包括升降控制端I、清洗端II,所述的升降控制端I与清洗端II通过绳5相连,所述的升降控制端I由转动限制保护机构III、多级增力保护机构IV组成,

[0047] 所述的转动限制保护机构III由升降端机架1、升降用电机2、电磁超越离合器3、辊筒4、绳5组成,所述的升降用电机2固连在升降端机架1上,其轴与辊筒4相连,所述的电磁超越离合器3的外圈与升降端机架1相连,电磁超越离合器3的内圈与辊筒4轴相连,所述的电磁超越离合器3在断电时内外圈接合,通电时内外圈分离,所述的绳5绕于辊筒4外圈,并且绳5的末端与辊筒4固连,

[0048] 所述的多级增力保护机构IV由偏心圆盘6、杠杆7、弹簧8、电磁铁9、楔形板10组成,所述的绳5穿过偏心圆盘6与楔形板10组成的间隙,所述的偏心圆盘6铰接于升降端机架1上,并与杠杆7的一端相连,所述的杠杆7铰接于升降端机架1上,并在末端分别与弹簧8、电磁铁9的相连,所述的弹簧8与电磁铁9的底端固连于升降端机架1,

[0049] 所述的清洗端II由清洗端机架11、导向环12、吸盘13、连杆14、蜗轮蜗杆机构15、连杆用电机16、导管17、气动驱动箱18、气动用电机19、清洗刷20、减速器21、清洗用电机22、滚轮23组成,所述的导向环12、吸盘13、连杆14、蜗轮蜗杆机构15、连杆用电机16、导管17、气动驱动箱18、气动用电机19组成连杆吸附机构,

[0050] 所述的绳5穿过导向环12与清洗端机架11相连,所述的导向环12固连于吸盘13上,所述的吸盘13的外壳与连杆14相连,所述的连杆14通过蜗轮蜗杆机构15与连杆用电机16相连,所述的连杆用电机16固定在清洗端机架11上,所述的吸盘13的内腔与导管17相连,所述的导管17的另一端连接在气动驱动箱18上,所述的气动驱动箱18上设有气动用电机19,所述的连杆14为多级伸缩连杆,通过内部直线电机控制其伸缩长度,

[0051] 所述的滚轮23设置在清洗端机架11上,所述的清洗刷20通过轴承固定于清洗端机架11上,所述的减速器21的输出轴与清洗刷20的轴相连,所述的减速器21的输入轴与清洗用电机22的轴相连。

[0052] 所述的偏心圆盘6上与升降端机架1、杠杆7铰接的两点距离为 $x = \frac{acG \cos \theta}{\mu Fb}$ ,其

中G为墙面清洗机器人的重力,F为电磁铁9的电磁力, $\theta$ 为楔形板10末端的角度, $\mu$ 为绳5与楔形板10之间的摩擦系数,a为圆盘6上与升降端机架1的铰接点到圆盘6边缘的最小距离,c为杠杆7与升降端机架1的铰接点到杠杆7与圆盘6铰接点的距离,b为杠杆7与升降端机架1的铰接点到杠杆7与电磁铁9连接点之间的距离。

[0053] 所述的减速器21为摆线针轮减速器;所述的弹簧8为拉弹簧;所述的连杆用电机16为步进电机。

[0054] 一种墙面清洗机器人的控制方法,涉及清洗机器人的清洗控制步骤与控制方式:

[0055] (1) 清洗模式的选择:

[0056] 当墙面仅有灰尘时,选用邵氏硬度为50-70HA的清洗刷,清洗刷20的转速为500-600r/min;当墙面含有大量粘性物质时,选用邵氏硬度为100-120HA的清洗刷,清洗刷20的转速为300-400r/min;

[0057] (2) 升降用电机2电机开始运行,其运行转速为 $n_2 = \frac{n_1}{5\pi D}$ ,其中 $n_1$ 为清洗刷20的转速, $D$ 为辊筒4的直径,绳5开始从辊筒4上绕出;

[0058] (3) 电磁超越离合器3通电,其内外圈分离;

[0059] (4) 电磁铁9通电,电压为220V,电磁铁9伸缩杆运动的距离为 $y = \frac{dG\cos\theta}{10\mu F}$ ,其中 $d$ 为绳5的直径, $G$ 为墙面清洗机器人的重力, $\theta$ 为楔形板10末端的角,度, $\mu$ 为绳5与楔形板10之间的摩擦系数, $F$ 为电磁铁9的电磁力,此时偏心圆盘6与楔形板10之间的间隙变大,绳5通过间隙向下运动,清洗端II开始向下运动;

[0060] (5) 清洗用电机22开始运行,其转速为 $n_3 = i_1 n_1$ ,其中 $i_1$ 为减速器21的传动比, $n_1$ 为清洗刷20的转速,并通过减速器21带动清洗刷20转动;

[0061] (6) 当升降用电机2的运行时间 $t = \frac{6L}{\pi D n_2}$ 时,(其中 $L$ 为清洗端II垂直方向的长度, $n_2$ 为升降用电机2的转速, $D$ 为辊筒4的直径),升降用电机2与清洗用电机22停止运行,连杆用电机16开始运行,转动方向为顺时针方向,转动角度为 $\alpha_1 = 90^\circ i_2$ , (其中 $i_2$ 为蜗轮蜗杆机构15的传动比),带动连杆14转动 $90^\circ$ ,此时吸盘13贴于墙体24上;

[0062] (7) 气动用电机19开始工作,并通过气动驱动箱18、导管17,使得吸盘13内腔处于负压状态,此时吸盘13吸附于墙体24上;

[0063] (8) 重复步骤(2)-(5),并且连杆14的内部直线电机随着清洗端II的下降而匀速推送,使得连杆14的多级伸缩杆逐步伸出;

[0064] (9) 当连杆14的多级伸缩杆逐步伸出,达到最大长度时,即升降用电机2的运行时间 $t = \frac{7L}{\pi D n_2}$ 时,(其中 $L$ 为清洗端II垂直方向的长度, $n_2$ 为升降用电机2的转速, $D$ 为辊筒4的

直径),气动驱动箱18通过导管17使得吸盘13内腔处于正压状态,吸盘13贴合在墙体24上,

[0065] 此时升降用电机2与清洗用电机22停止运行,连杆用电机16开始运行,转动方向为逆时针方向,动角度为 $\alpha_2 = 90^\circ i_2$ , (其中 $i_2$ 为蜗轮蜗杆机构15的传动比),带动连杆14反转 $90^\circ$ ,此时吸盘13离开墙体24;

[0066] (10) 当升降用电机2的运行时间 $t = \frac{kL}{\pi D n_2}$ 时,(其中 $k = 8, 10, 12 \dots 2n \dots$ ),重复步

骤(6)-(8),当升降用电机2的运行时间 $t = \frac{mL}{\pi D n_2}$ 时,(其中 $m = 9, 11, 13 \dots 2n+1 \dots$ ),重复步骤

(9)。

[0067] 工作状态说明:

[0068] 如图2所示的清洗端Ⅱ工作时的受力分析图,清洗端Ⅱ受到墙面的正压力为 $T = G \tan \theta$ ,其中 $G$ 为清洗端Ⅱ的重力, $\theta$ 为绳5与墙面的夹角,而在清洗墙面时,对清洗墙面的正压力与清洗端Ⅱ受到墙面的正压力相等,即清洗墙面正压力为 $G \tan \theta$ ,随着清洗端Ⅱ的下降,绳5与墙面的夹角 $\theta$ 越来越小,进而导致清洗墙面正压力 $G \tan \theta$ 越来越小,使得清洗效果越来越差,而当楼层足够高时,绳5与墙面的夹角 $\theta$ 趋近于0,从而使得清洗墙面的正压力趋近于0,造成对低楼层的墙面几乎起不到任何清洗作用。

[0069] 本发明利用连杆吸附机构工作时,绳与墙面的夹角 $\theta$ 的范围为

$\left[ \arcsin \frac{s}{l_n}, \arcsin \frac{s}{l_0} \right]$ ,其中 $s$ 为清洗端Ⅱ到墙面的距离, $l_0$ 为连杆14伸缩的最小长度, $l_n$ 为连杆

14伸缩的最大长度。如取 $l_0 = 1.1s$ , $l_n = 8s$ ,则绳与墙面的夹角 $\theta$ 的取值范围为 $[7^\circ, 65^\circ]$ ,则清洗墙面的最小正压力为 $G \tan 7^\circ = 0.12G$ ,此压力已足够将墙面清洗干净。

[0070] 当出现意外断电时,转动限制保护机构Ⅲ和多级增力保护机构Ⅳ则处于紧急制动状态,防止清洗端Ⅱ从高楼坠落。

[0071] 如图3所示的转动限制保护机构Ⅲ,电磁超越离合器3通电工作时内外圈处于分离状态,此时辊筒4可以转动,当意外断电时,电磁超越离合器3的线圈失电,其内外圈处于接合状态,即内外圈与升降端机架1固连,此时电磁超越离合器3处于制动状态,与其相连的辊筒4随即停止转动,从而阻止绳5继续下降,使得清洗端Ⅱ停止下降。

[0072] 如图4所示的多级增力保护机构Ⅳ,电磁铁9的伸缩杆在通电工作时处于伸出状态,弹簧8为拉弹簧并处于拉伸状态,由于电磁铁9的电磁力大于弹簧8的拉力,此时杠杆7的右端向上抬起,使得杠杆7的左端向下运动,带动偏心圆盘6的右端向下运动,从而使偏心圆盘6与楔形板10之间的间隙变大,绳5通过间隙向下运动,清洗端Ⅱ可以下降。当出现意外断电时,电磁铁9停止工作,此时杠杆7受到弹簧8向下的拉力,使得其右端向下运动,左端向上运动,并带动偏心圆盘6的右端向上运动,从而使偏心圆盘6与楔形板10之间的间隙变小,并将绳5锁住,阻止了绳5向下运动,进而使得清洗端Ⅱ停止下降。

[0073] 转动限制保护机构Ⅲ和多级增力保护机构Ⅳ均具有断电紧急制动的作用,但由于高空作业的危险性较大,一旦发生坠落事件,将造成极大的危害,因此将两套保护机构配合使用,极大的增加了安全系数,减小坠落事故的发生。

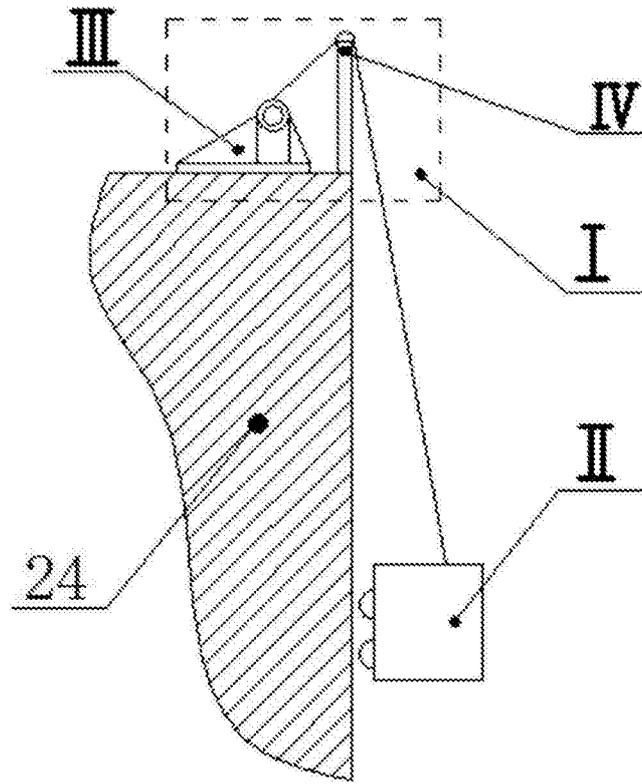


图1

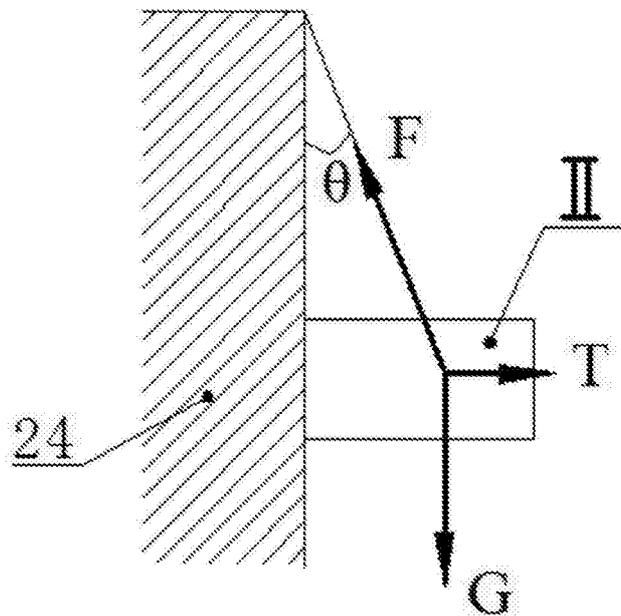


图2

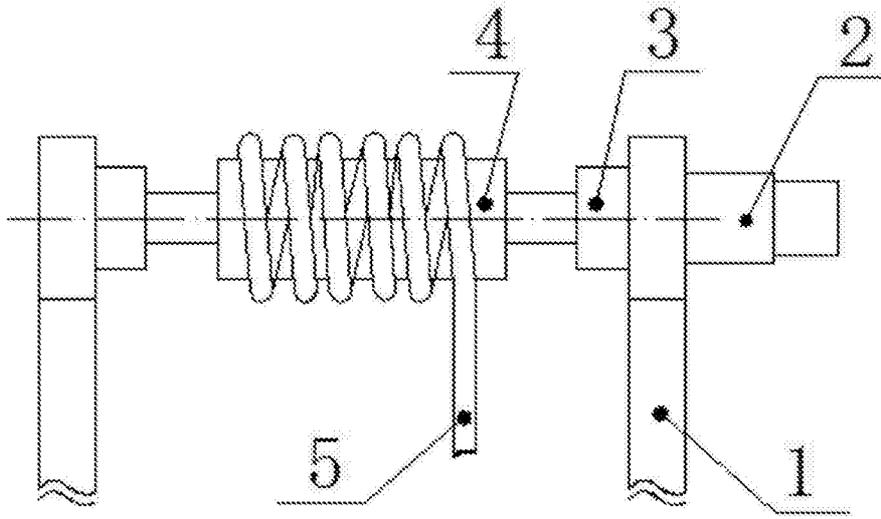


图3

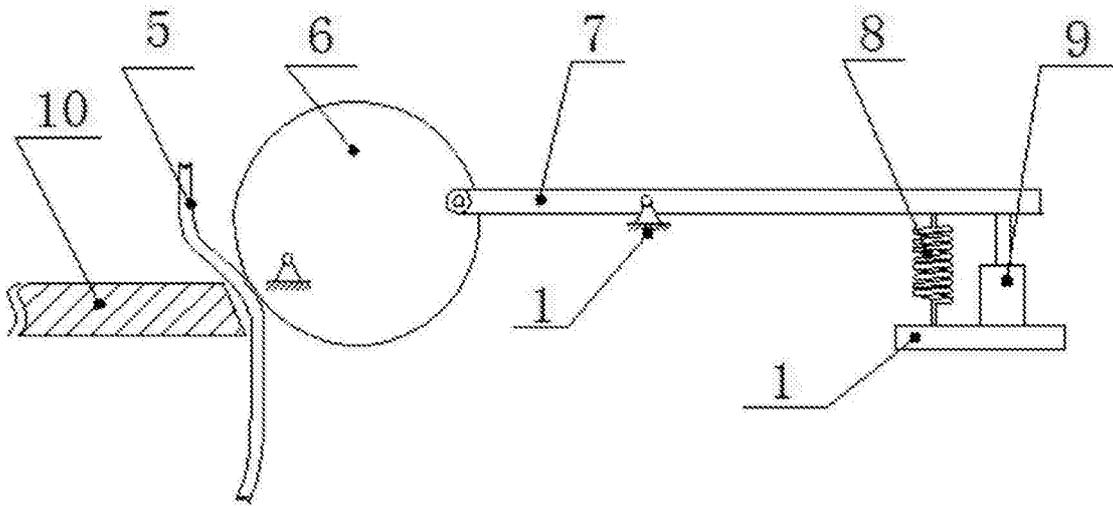


图4

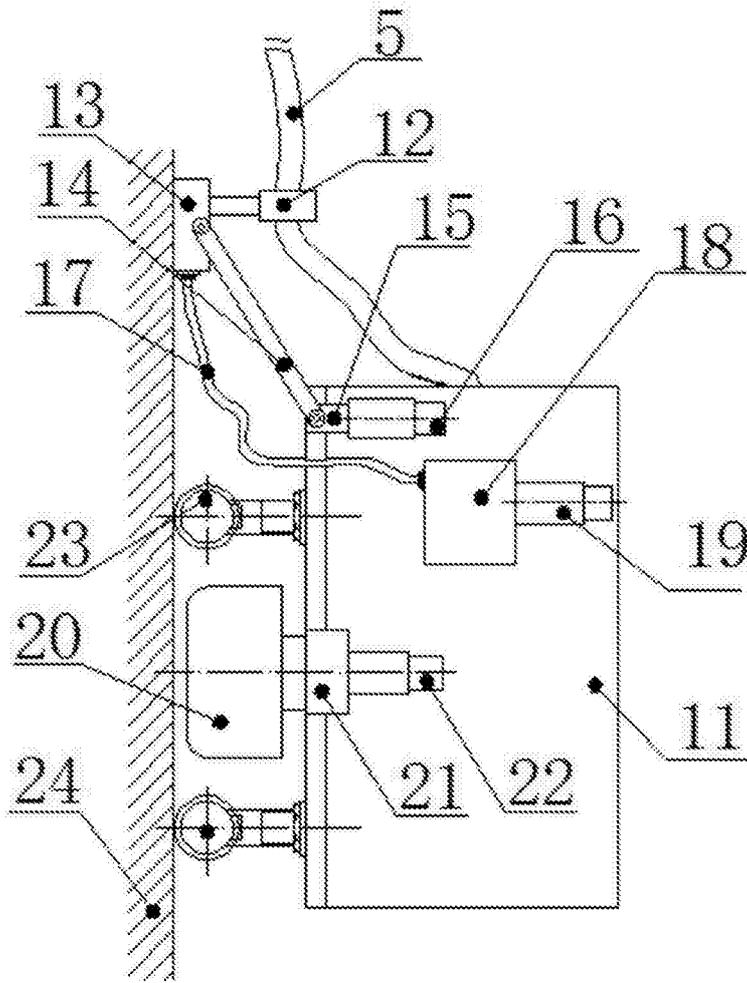


图5