

毕业论文

玻璃清洗机器人吸附机构设计

系部名称：_____

专业班级：_____

学生姓名：_____

指导教师：_____

职 称：_____

二〇XX年六月

The Graduation Design

Design of Adsorption Mechanism for
Glass Cleaning Robot

Candidate:

Specialty:

Class:

Supervisor:

Shenyang institute of technology

2019-06

摘 要

高楼玻璃幕墙清洗机器人是特种机器人的一个分支。它是基于壁面移动机器人技术,并针对具体的作业对象,具有明确功能的实用机器人,其工作在垂直危险的玻璃壁面,能够克服重力的作用,携带清洗设备,是面向现代高层建筑玻璃外墙表面保洁、清洗服务的极限作业机器人。

论文首先对机器人总体方案进行介绍,提出了分层次规划的体系结构。在此基础上,对机器人总体结构进行了设计分析,并应用有关计算理论和计算机软件进行了主要参数设计和关键部件的结构设计,讨论了机器人的作业路径、运动控制规划及吸附机构的设计,最后,应用 UG 三维软件针对所设计的机器人建立了三维实体模型。

关键词: 玻璃幕墙清洗; 机器人; 运动分析

ABSTRACT

Glass-wall cleaning robot is one of robot for limited operation, which can walk on vertical glass-wall with washing devices. It is a robot with specific applied functions, based on wall-climbing robot techniques for specific objects. And it works on vertical glass-wall, where is dangerous for human beings. It is a robot could conquer the gravity effect and carry cleaning equipments, facing to glass-wall surface beautifying service of modern high-rise buildings.

Firstly, the whole frame of the glass wall cleaning robot is introduced, and the level-based planning is discussed also. Based on this, the designing and analyzing of the structure of the robot are described in details, the main parameters designing and structure designing of the key parts are also processed by using some of correlative calculating theories and soft . Then, mission-oriented and local motion planning are discussed. At last, three-dimensional model of the robot are established by

Means of UG soft.

Key words: Glass-wall cleaning robot vacuum adsorption system

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	II
1 绪论	4
2 总体方案设计	8
2.1 工作原理	8
2.2 外形尺寸选择	10
3 吸附机构	11
3.1 吸附方式	11
3.1.1 吸附方式选择	11
3.1.2 吸盘结构简图	11
3.1.3 机器人控制原理图	12
3.2 吸附力分析	14
3.2.1 材料选择	14
3.2.2 吸附力计算	15
3.2.3 系统抗倾覆计算	15
3.3 其他机构的选择	16
3.3.1 射流器选择	16
3.3.2 水泵和水管的选择	18
3.3.3 密封机构	19
图 6 密封装置简图	19
4 总 结	24
参考文献	25
致 谢	26

1 绪论

1.1 引言

在现代都市中，高层建筑越来越多，各种各样的摩天大楼成为现代都市中一道亮丽的风景。在建筑业，由于玻璃的采光性好，保温防潮性能好，彩色玻璃实用美观，高层建筑的外壁越来越多地采用玻璃幕墙结构，但是为了保证建筑外观的整洁美丽，时间一长，就需要对壁面进行清洗，以美化市容市貌。许多开放性城市都规定，每年应对高楼清洗若干次。

1.2 研究的目的和意义

目前高层建筑玻璃幕墙的清洗方法主要有两种，一种是靠升降平台或吊篮承载清洁工进行玻璃幕墙的清洗，虽简便易行，但劳动强度大，工作效率又低，属于高空极限作业对人身安全及玻璃壁面都有很大的威胁性。另一种是用安装在楼顶的轨道及吊索系统将擦窗机对准窗户进行自动擦洗。这种方式初次投资成本较高(高达数百万元)，而且要求在建筑物设计之初就要考虑擦窗系统，因而限制了其使用，因此急需一种能代替人而又有一定灵活性和适用性的自动机器来完成这项工作，而且玻璃幕墙一般面积较大，大多处于几十米甚至上百米的高处，且周围无可攀援的支架，这就使得玻璃幕墙的清洗成为一项繁重、危险、耗资的工作。如果用人去清洗，不仅花费高，而且安全难以保证。特别是目前一些国家和地区已经通过立法对包括擦窗作业在内的人工高空攀爬进行了限制，人们不得不寻找其它解决办法。

高层建筑清洗机器人正是在这种背景下应运而生。它的出现将极大降低高层建筑的清洗成本，改善工人的劳动环境，提高生产效率，也必将极大地推动清洗业的发展，带来相当的社会效益、经济效益。因此，国内外多家研究机构都在积极开展此项研究工作。

1.3 国内外研究现状

通过按吸附方式的不同，可将玻璃幕墙清洁机器人的吸附机构分为三种，即磁吸附、真空吸附和推力吸附^[3]。其中磁吸附按提供吸附力材质的不同，可分为电磁体和永磁体两种。对壁面的平整程度都没有要求，不仅机器人的有效载荷远胜于真空吸附和推力吸

附，而且在作业过程中不存在真空漏气的问题，但要求机器人工作时所吸附的壁面必须是导磁材料，这一点使得采用磁吸附作为吸附方式的机器人的应用环境收到严重地限制；真空吸附按吸盘个数又分为单吸盘和多吸盘两种，真空吸附虽然不受壁面材料限制但对吸盘的密封性能却要求较高，在附着面不平整时吸盘容易漏气，使密封性能下降从而造成吸附力下降，使得机器人的实际承载能力降低；推力吸附方式整合了前两者的优点，有一定的吸附力而且对壁面的平整程度没有要求，但是由于要求风机排风量很大所以整体重量会很重。各种方式优缺点如下表 1.1^[4]。

表 1.1 玻璃清洁机器人吸附方式的比较

吸附方式		缺点	优点
磁吸 附	永磁吸 附	移动时需要机器人主体 跟吸附表面分离	不需要外部施加能 量，安全性高
	电磁吸 附	要外部施加能量，电磁 铁重量大，机器人笨重	容易实现机器人主 体与壁面的离合，吸附力 强
真空 吸附	单吸盘 吸附	吸盘的泄露量一旦超过 极限，本体将失去吸附能力	允许有一定的泄露 量，允许壁面有凹凸
	多吸盘 吸附	对壁面要求高，壁面有 凹凸或裂缝时将会有泄露	吸盘尺寸小，机器人 更加灵活
推力吸附		风机噪声大啊，机器人 重量大，体积大	对壁面适应性强，不 存在泄露问题

图 1.1 是清华大学采用电磁体吸附方式研制的用于储罐表面检测的磁吸附机器人 TH-Climber-I^[5]，行走方式为履带驱动机器人在储罐表面行走检测。实验表明，它具有较高的运动速率、具有很好稳定性和定位精度，其运动速率最大可达 8m/min，可以跨越 10mm 以上的焊缝和表面凸起障碍，角度误差也可控制在 0.2 度以内。图 1.2 为加拿大戴尔豪斯大学和香港中文大学研制的壁面移动机器人^[6]，它的吸附装置使用永磁体吸

附履带。使用永磁体方式使机器人吸附于储罐表面，然后电机驱动履带带动机器人在储罐表面移动检测。



图 1.1 清华大学磁吸附
大学的机器人 TH-Climber-I



图 1.2 戴尔豪斯大学和香港中文
永磁体吸附履带壁面移动机器人^[7]

图 1.3 是年哈尔滨工业大学研制的 CLR-II 型壁面清洗壁面移动机器人^[8]，它的吸附机构采用的就是单吸盘真空吸附，清洗装置悬挂于机器人下方。机器人有效载荷为 5kg，爬行速率最快为 10m/min，每次爬行高度是最高 100m，操控方式是有线遥控及 PLC 线路控制，行走方式采用双轮式无级调速，机器自身携带有高压水枪、旋转刷从而在清洗作业时可实现机器人自主清洗作业。由于它是专为建筑物外表面瓷砖壁面的清洗而设计制造的，所以目前已有成品并投入生产应用。图 1.4 是在 1990-1993 日本东京工业大学间研究设计的 NINJA^[9]，第一代型号为 NINJIA-I，自 1994 年开始，NINJA-II 在 NINJIA-I 的基础上不断的改善升级，可用于高楼壁面的检查等。NINJIA-I 和 NINJA-II 的主要技术参考是相同，吸附装置也都采用的多吸盘真空吸附。



图 1.3 哈尔滨工业大学研制的 CLR-II

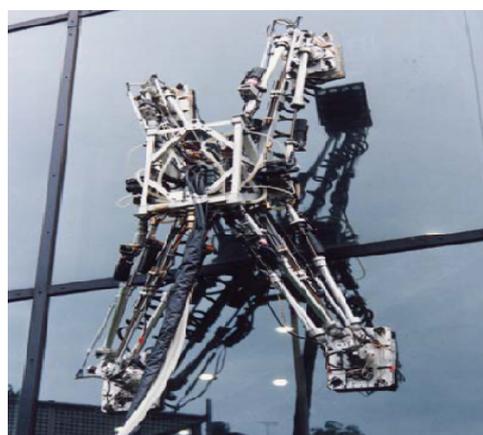


图 1.4 日本东京工业大学研制的 NINJIA

1990 年西亮教授研制的爬壁机器人的吸附装置采用的是推力吸附，如图 1.5 为理

论设计图。在吸附原理上它借鉴直升机原理，使用螺旋桨产生的高速气流推动机器人在墙壁表面移动的同时贴合墙壁表面。螺旋桨的轴线与壁面大约成 200° 夹角，如此高速气流产生的推力在水平方向始终有分力指向壁面，从而实现了机器人的吸附吸附在建筑表面上：在竖直方向也有向上的分力，使机器人可以紧贴壁面移动，且使机器人具有一定的越障能力。掌舵机构控制机器人的移动方向和倾斜角度，由于使用柴油机，所以不需要带电源线，使用起来很方便。图 1.6 为实物图。

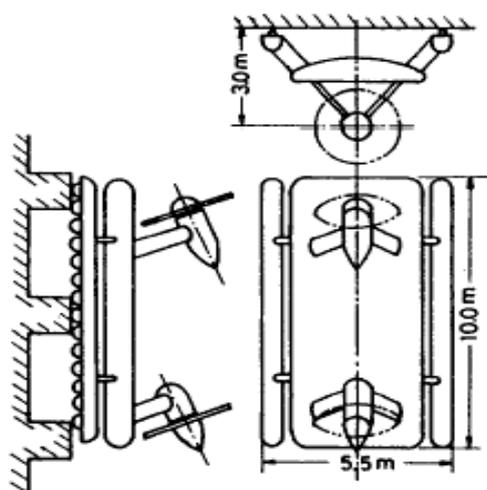


图 1.5 螺旋桨式推力吸附壁面
移动机器人理论设计图



图 1.6 螺旋桨式推力吸附壁面
移动机器人实物图

1.4 本文研究的内容和方法

目前已有几种真空吸附清洗机器人能够实现自动爬行、供水和擦洗的功能，但它们几乎都存在三个共同的问题：①水、电、气分路控制：供水清洗、爬行驱动和真空吸附三个系统相互独立，需要水泵来供给清洗用水，需要气泵来实现抽真空吸附，需要活塞缸或电动机来驱动机器人爬行，增加了机器人的附属设施和制造成本；②直行与转弯运动分别驱动：采用两套机构来分别驱动机器人的直行和转弯运动，驱动装置复杂、笨重，需要外接驱动电源，降低了可靠性和安全性；③接触式清洗：采用擦布和滚刷组成的复杂机械结构直接磨擦玻璃进行清洗，这种方式容易擦伤高档玻璃的表面保护层，还需要清洁剂，污染环境，更主要的是擦拭所需的下压力正好与机器人的吸附力方向相反，很难保证机器人稳定吸附的同时又有足够的擦拭压力。

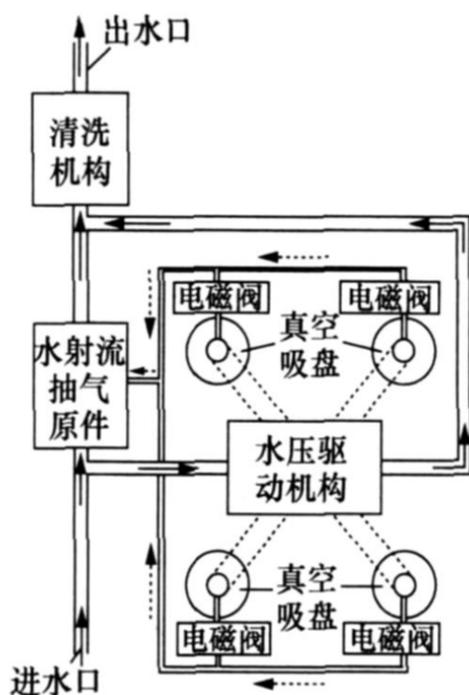
针对这些问题，我们设计了一种水射流抽气式清洗机器人，其创新性主要表现在三个方面：①新原理：利用水射流原理，以水为唯一的动力源实现了吸附、爬行和清洗三种功能，系统更紧凑、轻巧；②新结构：采用两个活塞缸实现了直行和转弯两个运动，机构更简单、可靠；③新理念：采用超声波非接触式去污，既无压力、又不加洗涤剂，体现了简洁、环保的设计理念。与以往的真空吸附清

洗机器人相比，本作品的技术创新性与成本优势明显，市场竞争力更强。

2 总体方案设计

2.1 工作原理

水射流抽气式清洗机器人整体结构如图 1 所示，图 1 中实线箭头表示水流方向，水流从进水口流入，在水射流抽气元件进水口处把水流分成两股：一股通入到水射流抽气元件用于产生负压，为真空吸盘抽气，抽气过程中气体流向如虚箭头所示，真空吸盘中的空气流经电磁阀进入到水射流抽气元件的抽气口，当电磁阀开启，气路接通，真空吸盘抽气吸附；当电磁阀关闭，气路切断，真空吸盘放气松开。另一股水流通入到水压驱动机构，水压驱动机构与真空吸盘相连接，水压驱动机构的动作与真空吸盘的吸、放动作相结合，实现清洗机器人在清洗壁面上行走。通入到水射流抽气元件用于产生负压的水流与通入到水压驱动机构用于驱动清洗机器人的水流，在完成各自功能后又在水射流抽气元件出水口处被并成一股一起流入清洗机构，为壁面清洗提供用水。



水射流式清洗机器人，巧妙地把供水，供能，抽气整合为一体。利用清洁水流经射流发射器时产生的负压来控制吸盘，机器人可以抽真空吸附在玻璃上。这样就不像现已有的机器人那样，需要带上一个大大的气泵。再利用水流经射流发射器产生的被压来推动活塞杆，实现机器人的爬行驱动。

为此，我们在结构上采用了2组带活塞杆吸盘互相运动，来实现机器人的一直往前爬行运动，而避免只有一个活塞吸盘能实现的往复运动。在再整体结构上带上2个拖把，随着机器人的移动而移动来擦洗玻璃。结构如图1

这种结构的该机器人，总体来说，具有如下特点：

- ①本作品的主要特点是以水流作为唯一的外部动力源实现清洗机器人的吸附、爬行、清洗三大功能，水既是清洗剂，又是吸附和爬行的动力源。与现有的清洗机器人相比，本作品扔掉了气泵、电动机和复杂的驱动机构，且无需外接动力电源，其结构更简单，体量更轻便，运行更安全，是一种只需接上自来水就能自动清洗玻璃的新型环保机器人。
- ②本作品利用清洁水流经射流发生器时产生的负压来实现机器人的抽真空吸附，区别于以往采用专门气泵来抽真空吸附的清洗机器人；
- ③本作品利用清洁水流经射流发生器时产生背压来推动活塞杆，实现机器人的爬行驱动，区别于以往采用专门的电动机动力源来实现驱动的清洗机器人；
- ④本作品利用两组活塞驱动和吸盘的交叉控制来实现直行和转弯两种运动，实现机器人的二自由度

爬行驱动；

⑤本作品利用刷子和滚筒直接擦拭玻璃。

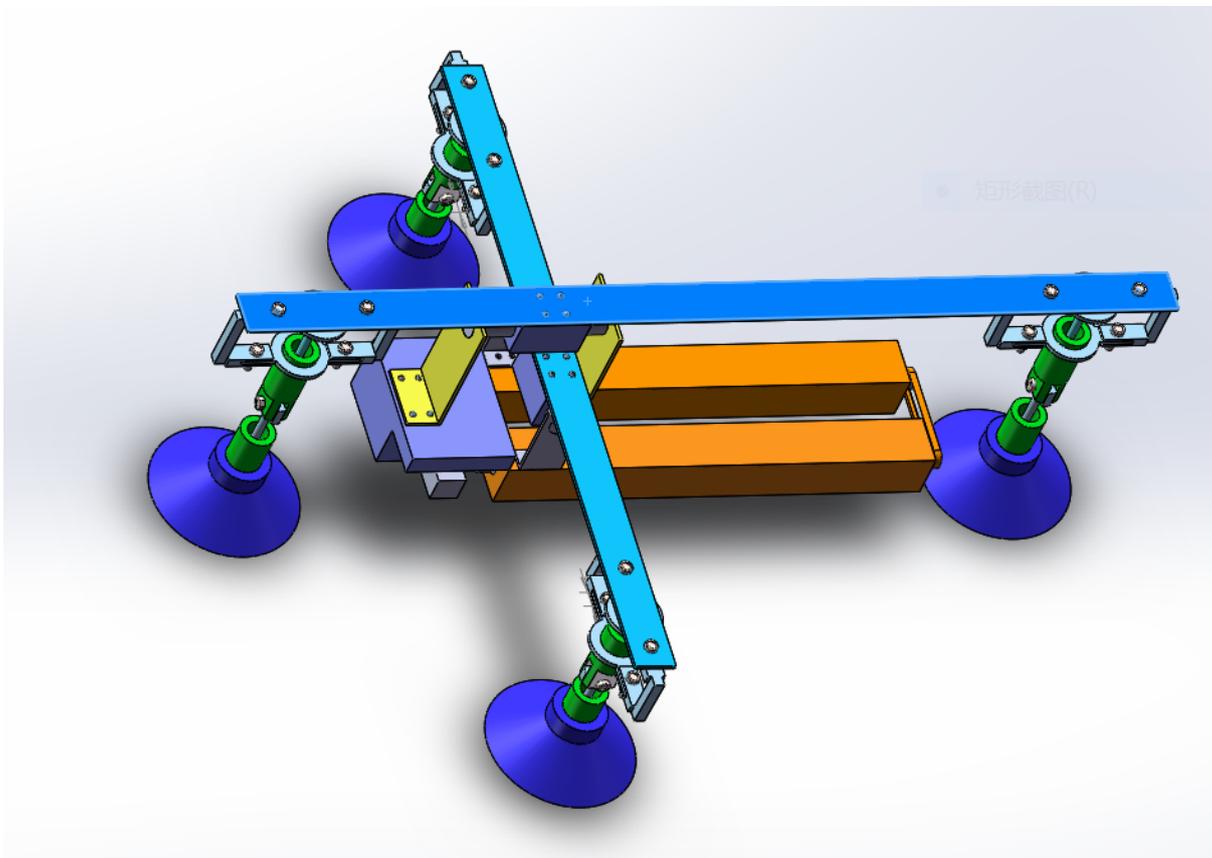


图 1 外形图

2.2 外形尺寸选择

因吸盘带有活塞杆，我们把吸盘设计成盘状，可以直接采购相应的型号吸盘，为减轻整体重量，尽量把它设计简单，轻巧，受力面积相对厚度尽量大，使负压大，重量轻，保证机器人牢牢吸附在玻璃上。则所选尺寸如下：

$R=25\text{mm}$ 高 $H=40\text{mm}$ ， 壁厚 $h=10\text{mm}$ ；

设计行程为 $s=50\text{mm}$

其它尺寸选择：活塞厚 $d=30\text{mm}$ ，

杆截面取矩形，长 $l=30\text{mm}$ ，宽 $b=15\text{mm}$

两个拖把直接连接在吸盘的外壁上，体积与整体结构相配合，重量轻。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/536100022132010134>