

家用清扫机器人的设计

摘 要

随着国家经济飞速发展，生活质量的提高，特别是国家推动高质量发展战略以来，科技工具改变生活的方式越来越受到人们的关注。特别是在家用电器方面，出现了以家庭机器人为代表的一种科技工具，这对于整天上班而又没有时间进行家庭清扫的人来说是很重要的，让机器人替代人工清扫，人们不用为进行家庭清扫而烦恼。

首先，介绍了机器人的结构设计要求，国内外参考的作品和资料，家用清扫机器人的重要技术，再介绍机器人的各结构的设计以及分析方案和选用，机器人的工作原理，最后介绍机器人主要零部件的选用。设计的前期是整个机体的机构构思，通过借鉴有关家用清扫机器人的文献资料来完成建模和参数设定。

根据家庭环境以及办公室环境来确定家用清扫机器人的设计方案。此机器人的主要机械结构有：移动机构、清扫机构、吸尘机构。此机器人用到的传感器有：红外线传感器、编码器、超声波测距仪等。机器人的各机构与各传感器相互影响、相互配合、各司其职，让机器人完成各种清扫任务。

最后，通过 SOLIDWORKS 软件进行实体 3D 建模，再一个一个绘制零件，再配合、组装成整个机器人，通过动画仿真，仿真证明机器人达到设计所需要的要求。

关键词：清扫；吸尘机构；选用；避障。

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第一章 绪论	1
1.1 家用清扫机器人相关的清洁产品的现状	1
1.1.1 与家用清扫机器人相关产品的国外研究现状	2
1.1.2 国内相关的家用清扫机器人的研究状况	2
1.2 家用清扫机器人的研究目的和意义	3
1.3 家用清扫机器人设计的难点和重点	4
1.4.1 机器人的自主充电技术	4
1.4.2 传感技术	5
1.4.3 路径规划技术	6
1.4.4 吸尘技术	6
1.4.5 电源技术	6
第二章 家用清扫机器人的总体结构设计	8

2.1 家用清扫机器人的结构组成和工作原理	8
2.1.1 家用清扫机器人的机械组成部分	8
2.1.2 机器人的工作原理	10
2.2 家用清扫机器人的整体设计	11
2.2.1 家用清扫机器人的外形设计	11
2.2.2 家用清扫机器人的移动机构的设计	12
2.2.3 家用清扫机器人的清扫机构设计	12
2.2.4 机器人吸尘机构得设计	15
2.2.5 家用清扫机器人的垃圾收集机构的设计	15
第三章 零件的结构设计与选用	19
3.1 电机的选择	19
3.2 蜗杆涡轮的选择	20
3.2.1 验算初设参数	22
3.2.2 验算齿根弯曲疲劳强度和刚度	22
3.3 清扫刷的电机选择	23
3.4 家用清扫机器人电池的选用	23
3.5 家用清扫机器人的轴承的寿命的计算	24
3.6 清扫机构中蜗轮的校核	25
第四章 总结	27
参考文献	28

第一章 绪论

1.1 家用清扫机器人相关的清洁产品的现状

在这几年来，随着科技的发展，人们生活水平的提高，越来越多的科学家投身到智能机器人技术的研究，希望能研制出越来越多的机器人来接替人类一些消耗体力、无聊繁琐、危险等工作。其中，服务机器人的研制以及使用，让人们发现了服务机器人能在另一个领域为人类服务。下面这些原因能为服务机器人提供用武之地：第一，是劳动工人的工资上涨；第二，是人们不想干令人枯燥而有很耗费体力的劳动工作，如打扫卫生、做家务、以及照顾病人；第三，是老年人的增多以及在中国共产党的领导下祖国地方实现小康这为一些服务机器人提供了广阔的市场条件。服务机器人和工厂里的机器人不同，服务机器人要适合于具体的方式、适应工作环境，它需要在大空间的地方活动，可以在地面凹凸不平、弯曲的路面上进行移动，所以，服务机器人大多数安装有移动机构，可以在地面上进行移动。

当家里地面上的垃圾多时，家用清扫机器人会自动把垃圾清扫干净。它涉及的科学技术多方面，有机械方面、电子方面、人工智能方面等……家用清扫机器人作为智能移动机器人中最早一批投入试验使用的服务类机器人，它的使用效果将会影响到后续移动服务机器人的发展，在上世纪 80 年代的时候，人们就开始对它进行了研究，目前有些款式的家用清扫机器人已经运用，有的已经在市场售卖。家用清扫机器人的研制以及使用，推动了与家庭清扫机器人机器人相关行业的发展，也激励更多地科学家对与家用清扫机器人相关技术的研发，希望能开发出更成熟的机器人技术，比如：机器人的路径规划技术，机器人的移动技术，机器人的自动充电技术。我商人的目光来写《家用清扫机器人的结构设计》这篇论文，它的题目有以下要求：

运行机构的形式：滚轮式

最高速度：0.5m/s

高度：<100mm

宽度：<400mm

能够自己规划行走路劲和躲避障碍物

具有自动充电功能

所用的清洁工具：清扫刷、用机器人上的吸尘器进行吸尘

在上个世纪 80 年代的时候，人们开始研究家用清扫机器人相关产品，经过人类多年的努力，已经研制出一些家用清扫机器人，有的已经摆在电器超市进行售卖。家用清扫机器人的研制以及使用，推动了与该机器人相关产业的发展，也推动推动了与家庭清扫机器人机器人相关行业的发展。我在网上及图书馆收集资料，整理得出家用清扫机器人的国内外产品发展现状如下：

1.1.1 与家用清扫机器人相关产品的国外研究现状

对于机器人，我们可能不会太过陌生。在国内，机器人在多个方面都有使用，特别是在工业生产方面，大部分的厂家都有使用机器人生产。但是，在家用清扫机器人这一方面，我们了解得很少，而日本、欧美等一些发达国家在这方面得研究已是比较领先。有一些发达国家，早早就使用家用清扫机器人来进行家庭得清扫工作，有的已在市场上进行售卖，有的已在实际中进行使用。

世界上第一台清扫机器人叫 RC300，它是由德国发明的。它是一款全自动的智能机器人，可以在家里没有人的情况下进行家庭清扫。它里面有多种清洁程序，你可以根据自己的情况来选用清扫程序。它每小时能清扫 13m²的面积，为人们提供了可靠的服务精确的感应程序，自我规划行走路径，能够准确地识别各中垃圾的所在位置，可靠的运行系统指令着机器人陆续进入各个角落和空间进行清扫。这一款机器人可以在不同的材质地面进行清扫工作，它里面设置的程序能够顺利越过或者避免电线的阻碍，避免从工作表面翻落。面对重度污染的地方，机器人可以根据系统指令对它进行清扫，直到清扫达到满足要求为止。这款机器人的噪音很低，即使你在家休息的时候，它进行清扫工作也不会影响你的睡眠。此机器人能自主充电和自行进行垃圾处理，当它的电量不足或垃圾存储室里的垃圾满的时候，它可以通过充电站发出的红外射线和导航信号返回充电站，进而进行充电或把进行垃圾处理。

自德国发明世界第一台家用清洁机器人 RC300 之后，世界很多国家研究并推出自己的家用清扫机器人。在 2002 年的时候，美国研制出一款叫 Roomba 的清洁机器人，这一款机器人与其它家用清洁机器人相比，重量更轻，尺寸较小，它的质量为 2KG，直径为 30 英寸，可以巧妙地完成房间、家具狭小间隙的地方清扫任务。在 2002 年的时候，日本的公司和瑞典的公司一起研发一款家用清扫机器人，这款机器人叫“特里洛洛伊特”，它最重要的两个部分是清扫机器和超声波传感器，这一款机器人在新的环境需要人们示范一次清扫工作，它就按照人们示范的清扫工作进行清扫。在 2002 年上半年，日本松下电器公司研制出家用清扫机器人的试制样机，这款机器人与别的清扫机器人相比来说属于比较先进的，它可以根据房间的形状、地板的材质、垃圾的多少来规划如何清扫，具有自动躲避地面上各种障碍物的安全功能。自德国发明第一台家用清洁机器人后，世界各国也开始研究家用清洁智能机器人了，有些发达国家也陆续研究出自己的家用清洁

机器人，并开发了家用清洁机器人的市场。

1.1.2 国内相关的家用清扫机器人的研究状况

我国因忙于国内经济建设,所以,在家用清扫机器人研究方面与西方发达国家相比,研究比较晚。最初,对家用清扫机器人进行研究的是一些大学机构,比如:上海交大、哈尔滨的哈工大、华南理工大学和香港中文大学一起合作研究。他们在家用清扫机器人的研究方面非常努力,也在此方面取得一些成就,比如:机器人的自动充电技术、机器人的红外线定位技术、机器人的供电电池技术等。他们在机器人研究方面取得的这些技术将会为国内清洁机器人的研制和市场的拓展打下良好的基础。

在 20 世纪 90 年代的时候,香港回归不久,为了加强内地与香港的交流,国内哈尔滨工业大学与香港中文大学在学术交流上一起交流,它们在家用清扫机器人等学术方面一起合作研究,经过他们的努力,最终发明了一款可以全方位移动的家用清扫机器人。机器人的结构设计采用的是铰制结构设计,安装在它上面的硬件具有可扩展功能,它的软件可进行继承或者移植。这款机器人可以进入非常狭窄的地方或角落进行清扫工作,可以在物品摆放密集的地方来回移动,巧妙地避开地面上的各种障碍物,完成清扫任务,进而更好地适应多变的各种环境。在它的运动方式方面,我们可以通过遥控操作的方式控制它的运动,也可以让它按照机体内的程序指令自主移动。

在 1999 年的时候,浙江大学开始研究吸尘机器人,在 2021 年的时候,该大学成功研究出一款自主吸尘机器人,它是我国独立自主研制的第一款左右步吸尘的智能机器人。它与普通的家用清扫机器人不同的是“在使用之前,它要先进行环境学习”。在机体上安装有超声波传感器,它可以通过超声波传感器对周边的环境进行测距,进而获得机器人所在地方与地面上各物体的距离,或所处办公室的大小信息,因此,当智能吸尘机器人在进行清洁工作的时候,可以避开地面上的障碍物继续清扫、或者避免撞到墙壁。当机器人接受到所清扫场所大小的信息时,可以对清扫的时间进行设置,之后,就规划出一条效率高的清扫路径。在面积为 $6 \times 3.5\text{m}^2$ 的办公室环境中,它工作 9 分钟时间,就可以达到此面积的 90% 的覆盖率。在比上面办公室面积还要大的地面还没有进行实验过。当它电量不足或者清扫地面之后,能自动进行返回充电的路径规划,并自行回到充电座充电。现在,此款机器人的设计者正打算为它引进机器视角和全局定位等系统,希望在进行房间数量多的家庭使用时,它的自我定位能量更好,进行路径规划出更省电的路径,提高返回充电的效率,从而提高整台机器人的清扫质量。

目前,在国内,使用家用清扫机器人进行清扫的用户不多,现在处于推广阶段。我国机器人的品种繁多,进入淘宝网,在搜索栏中输入家用清扫机器人,就会出现多个品牌的家用清扫机器人,任你选购。目前,在我国比较出名的家用清扫机器人的品牌有:海尔公司生产的 SWE-C1 清扫机器人、台湾研制的 Proscenic 浦桑尼克家用清扫机器人、福玛特等。它们作为家用清扫机器人发展的领头羊,将为我国家用清扫机器人的推广起积极的作用。

1.2 家用清扫机器人的研究目的和意义

把家用清扫机器人的移动技术和吸尘技术巧妙地结合在一起，使它可以自动化或半自动化地对地面进行清扫作业，人们就不用再用传统的方式进行清洁工作。在近年来，这种技术已经受到国内和国外科技人员的看重。从技术方面上来说，智能化自动式吸尘器作为家用清扫机器人一个特殊的应用，比较具体展现了家用清扫机器人的多种功能，是很典型的代表。从它的市场方面来说，家用清扫机器人可以替代或者协助人们进行地面清扫，提高清扫质量，比较适合在家庭、办公室、室内公共场所等地方使用。因此，在家用清扫机器人的结构设计中，会遇到很多困难，但是，家用清扫机器人也有很广阔的市场。

本次设计的家用清扫机器人采用灵敏度更高的传感器技术以及品质更好的 CPU 中心处理器。本文意在设计一款结构更简单、生产成本更低、使用更方便、更满足当代家庭清扫需求的家用清扫机器人。希望能过人们手中的扫把，让人坐下来看它进行清扫，让更多的人享受到科技发展带来的福利。

1.3 家用清扫机器人设计的难点和重点

在前面的设计中，可以确定家用清扫机器人的体积为宽：400mm，高：100 的物体。在这个有限的体积内如何设计或合理放置电机、电池、移动机构的蜗轮蜗杆、清扫机构、存储等机构在本次设计中是非常重要的、清扫机构的设计是用清扫机器人设计的关键部分，也是本次设计的难点所在。本次设计的家用清扫机器人在进行地面清扫的时候，要求能避开地面放置的各种物品，因此，对于它的外形设计，设计者也要认真考虑。在机器人清扫完地面后，存储室里的垃圾如何处理，这也需要设计者认真考虑。

1.4 家庭清扫机器人的关键技术

家用清扫机器人有四个主要部分组成，它们分别是：机器人的移动部分、感应感知系统、机器人的控制系统、吸尘系统。其中吸尘系统在整个家用清扫机器人中很重要，移动机构是机器人的主体，是它把机器人带到清扫环境的各个角落，让家用清扫机器人完成清扫任务。感应感知系统采用的仪器有很多，有超声波测距仪、红外线传感器、摄像头等。这个系统对清扫环境的感应、对环境的垃圾进行感应，然后把感应到的信息传回 CPU，在让 CPU 选择合适的清扫程序让家用清扫机器人进行清扫。近几年来，伴随计算机智能技术、传感技术以及电子电工技术等快速发展，家用清扫机器人的作业环境往往是不定的或者是经常变化的，因而，必须要兼顾家用清扫机器人的安全可靠、抗干扰性以及清洁度。目前，发展较好的，对家用清扫机器人发展以及影响比较大的技术有：计算机智能技术、路径自动规划技术、感应感知技术等。

1.4.1 机器人的自主充电技术

家用清扫机器人的自主充电技术在整台机器人中的地位很高，目前，有很多科研人员研究这一技术。家用清扫机器人的自主充电技术是指：当机器人电量时候，能自行规划返回充电地方的路径，并返回充电的地方，进行充电的技术。这也表现机器人在主认知方面的能力。在上世纪 40 年代，G 热源 Walte 研制了一台叫“Tortoises”的移动机器人，这款机器人具有向着光线行走的功能。Walter 发明了一个小橱，当家用清扫机器人在进行清扫工作电量不足的时候，它会通过小橱发出的光束返回小橱，并在小橱里进行电量补充。其实，移动机器人 Tortoise 是 G 热源 Walte 研制的第一台拥有自主充电功能的机器人。该系统有以下特征：

- (1) 机器人的感知行为：感光；
- (2) 机器人可以对充电站发出的光线进行感知；
- (3) 机器人的电池与充电器可以进行一定准确性地连接

上世纪 90 年代的时候，Tsukuba 大学研究并开发出一台导游机器人，它的名字叫 Yamabico-Liv，这台机器人可以自主充电。当机器人感到电量不足的时候，可以在之前建立的地图的基础下，借助导航系统，进而避开各种障碍物返回充电站充电。

机器人自主充电技术的研究受到很多科学家的欢迎。在众多科学家的努力研究下，终于研究出帮助机器人寻找充电位置的方法，这种方法就是利用充电基站发出的信号帮助清扫机器人返回充电位置进行充电。当机器人在进行清扫工作的时候，基站在对机器人发出红外信号，以确定机器人所处的位置与基站的距离，因为某种原因，当基站发出的红外线信号机器人感应不到的时候，它可以按照之前建立好的地图取寻找基站或者感应基站的信号，直到寻找到基站发出的信号为止。在国外也有国家利用基站发出的信号帮助机器人返回充电位置充电。比如：国外生产的 Vector 玩具机器人就是运用基站这一原理自动进行电量补充。在国内，很少电器产品利用基站这一原理进行自主充电，比如：哈尔滨工业大学研究并开发的那一款清洁机器人就可以进行自主充电。

1.4.2 传感技术

为了让家用清扫机器人顺利完成清扫任务，就要对机器人某些方面进行检测，比如：家用清扫机器人在进行清扫工作时它所处的的工作位置、工作型态、它的移动速度大小等。在机器人工作的时候，还要感知机器人工作环境的障碍物的位置变动以及障碍物的数量变化。这使家用清扫机器人的工作程序和操作方式可以对工作环境的各种变化。

家用清扫机器人按安装在家用清扫机器人内外的方式进行分类，分别是：内部传感器和外部传感器。其中，常用的内部传感器有：编码器、线加速度、陀螺仪。内部传感器不是独立工作的，它们要联合起来才能起到更大的作用，编码器的作用是来确定家用清扫机器人目前所处的位置；线加速度计的作用是获取机器人行走时的加速度信息，再进一步得到它的具体加速度和所处的位置信息；陀螺测试仪的作用是获取机器人行走时的角度、角速度、甚至是角加速度，进而得到机器人行走时的姿态角、运动方向和转动时运转方向等，这些涉及到改变家用清扫机器人航向的信息。家用清扫机器人常用的外部传感器有以下几种，分别是：视角传感器、超声波传感器、接触传感器和红外线传感器等。家用清扫机器人的视角传感器一般采用的是 CCD 摄像机，通过安装在它上面的 CCD 摄像机为机器人进行视角导航、所处的位置定位、地板上各种物品的识别和建造地面地图；超声波传感器的作用是测量家用清扫机器人在清扫时地面各障碍物的距离和进行地面地图的建造等。在家用清扫机器人在进行地面清扫时，红外线传感器会通过红外接近开关来探测地面上遇到的各种障碍物，进而避免和这些障碍物发生碰撞。安装在家清扫机器人的各个传感器之间分工合作，各自发挥自己的所能，让家用清扫机器人更好地完成清扫任务。

1.4.3 路径规划技术

家用清扫机器人的路径。当家用清扫机器人在对地面进行清洁的时候，会对清扫地面的环境信息进行规划。根据某中优化标准，在家用清扫机器人开始清扫的地方到清扫结束的目标点之间，规划出一条地面障碍物少、能够快速完成清扫任务、清扫效率高的路径。在上世纪 70 年代，人们开始对家用清扫机器人的清扫路径的规划进行研究，直到现在，这一个问题还成为机器人研究的一个热点之一。他们研究的内容是家用清扫机器人的工作环境和获取信息的方法，经过多年的研究，他们把研究的环境分为静态结构化环境，动态不确定环境，动态结构化环境这三大类。而机器人获取信息常用的方法有基于模型的路径规划和给予传感器的路径规划这两种方法。

目前，我们可以用解析算法来解决运动规划的问题。但是，解析算法涉及到椭圆积分问题，这个问题比较复杂，运用这一算法具有一定的难度。家用清扫机器人对清扫的环境的感知程度可以分为：完全感知、没有完全感知、完全未知。当家用清扫机器人在工作之前，它可以通过传感器在线的方法对要工作的环境进行探索，以此来获取障碍物所处的位置、它的外形如何和尺寸大小等信息，进而进行清扫路径规划，然后就可以进行清扫工作了。可是图法、自由空间法和栅格法是目目前家用清扫机器人常用的建模方法。

1.4.4 吸尘技术

家用清扫机器人的吸尘技术是利用电机高速旋转，从而带动电机上的风扇旋转，产生很大的吸力，将附近的灰尘等细小的垃圾吸入滤尘袋中。此机器人吸尘能力与电动机的转速大小有关，电动机的转速越大，它的吸尘能力就越大，反之，则越小。滤尘袋、

集尘袋、排气管等零部件共同组成家用清扫机器人的吸尘系统。在前一段时间，澳大利亚 Jetfan 公司开发出一种气流滤尘袋，此滤尘袋跟传统的滤尘袋不同，它不需要气体的吸入和排出，因此，不需要滤尘袋、吸尘袋和排气管等其它附件。此气流滤尘器是运用附壁效应进而形成亚涡流气体的原理，然后，将灰尘、细小垃圾等沉渣留在它的涡流腔内。最近，英国公司研发的智能吸尘器就是运用这种技术原理。

1.4.5 电源技术

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/648054002006006134>