无人清洁机器人垃圾自动打包设计技术研究

周祥荣

(广东美房智星科技有限公司佛山分公司 广东 佛山 528312)

摘要: 市场上的垃圾清洁车一般是人工操作,垃圾仓需要人工搬运和倒出。这样的清洁车用一段时间后垃圾仓内就会滋生很多细菌,产生异味且不好清洗。针对上述现状,室外清洁打包机器人在我司研发。现已进入小批产,在物业公司内部使用。开发前期,笔者接到设计任务,技术攻关垃圾自动打包。

关键词: 无人清洁机器人; 垃圾自动打包; 设计方案

0 引言

保洁人员具有劳动环境差,劳动强度大,从业人员年龄大等特点。为有效缓解上述现状,室外清洁打包机器人应运而生。下面主要结合在解决垃圾自动打包模组设计任务与大家分享与探讨。

1 机构动作流程分析

设计一个指定功能的综合机构,首先要对相关功能的 现有技术做充分了解,对该机构所涉及的动作及流程进行 细致的分析,从而根据相关的技术设计优化相应的动作流 程,为实现这个动作流程的设计工作提供思路和指引。

垃圾自动打包机构动作流程如下:

- (1) 检测设备正常后, 把垃圾袋装入指定的机构;
- (2) 把放入的垃圾袋实现自动铺设满垃圾仓;
- (3) 自动收拢已装好垃圾的垃圾袋口;
- (4) 把垃圾袋口进行封口;
- (5) 把已封口好的两个垃圾袋口切断;
- (6) 把装满垃圾和已封口的垃圾袋丢出;

重复步骤(2)~(6),直至检测到没有垃圾袋再重复步骤(1)。

2 垃圾袋自动技术分析

2.1 选择垃圾袋并放入指定机构

可选方案:

- (1) 定制需求尺寸的一端封口的现成垃圾袋,
- (2) 购置单层或双层塑料膜,后续自制;
- (3) 购置圆的长筒状塑料膜,后续自制;
- (4) 放入指定机构的动作,前期可手动操作。

2.2 垃圾袋自动铺设

可选方案:

(1) 把一端封口的垃圾袋从开口方向由上向下吹气, 使垃圾袋铺开;

- (2) 把一端封口的垃圾袋从封口方向由外向里抽气,通过内外空压完成垃圾袋自动铺设:
 - (3) 通过执行机构把垃圾袋从两边或多边拉开。

2.3 垃圾袋收拢

可选方案:

- (1) X、Y 轴均使用电机,通过自制的同步带等完成相关动作;
- (2) X 轴或 Y 轴使用电动推杆,另一方向使用电机+皮带;
- (3) X 轴或 Y 轴使用电机 + 模组,另一方向使用电机 + 双向丝杆;
 - (4) 设计一个机构直接圆形收拢垃圾袋。

2.4 垃圾袋自动封口与切断

因为有工艺可直接一次完成自动封口与切断这两个动 作,所以这两个步骤合并起来考虑。

可选方案:

- (1)运用剪刀、冲切刀原理切断,用订书机或加热等实现封口:
- (2)运用热切原理,用一根加热的电阻丝,通过温度熔断(切断)并封口垃圾袋;
- (3)运用超声波来实现垃圾袋的封口或切断功能,但 现有的成熟运用中都只是实现其中一个功能;
 - (4) 运用高周波来实现垃圾袋的封口与切断。

2.5 垃圾袋丢出

可选方案:

- (1) 电缸;
- (2) 电动推杆;
- (3) 自制相关多连杆等机构;
- (4) 利用重力自然掉落;等。

3 方案的选择、设计与测试

3.1 选择垃圾袋并放入指定机构的设计方案 从选择垃圾袋的三种方案中选择。

经过讨论,如使用方案(1),每一个单独的垃圾袋都 需要分别开袋,想实现自动开袋来说难度非常大,因为袋 子内部会形成真空环境, 想开袋需要先破真空而又不能破 坏袋子, 很难实现, 成本很高。单独的垃圾袋如何固定及 连续顺畅留出也是难点。如使用方案(2),需要通过机构 把单层膜分成袋子形状,并对没有封口的面封口, 涉及封 口的范围广、节拍低。

经过模拟与测试,选择了方案(3),购置圆的长筒状 塑料膜,后续自制成设备需要的垃圾袋。把购置的长筒状 塑料薄膜做成卷状,通过专门设计的的设备(前期可手动 放入),把长筒状的双层塑料膜放入指定的垃圾袋盒(相 当于破了垃圾袋内部的真空状态),且密封好一端的袋口。

盛装垃圾袋的垃圾袋盒,如图1所示,需要考虑的问 题: 首先, 垃圾能从上方顺利进入垃圾袋; 其次垃圾袋的 容量尽可能多,最后,垃圾袋被抽出时不容易卡袋。

针对具体的方案及上述三个要求, 最后设计的机构 为使用注塑件,出袋口有圆角过渡,上下盖体有上下高度 差,上下盖体的中间开口位置有开口大小差,用卡扣式连 接,上盖的四周需设计为保证气密性而粘贴密封条的粘贴 处等。

3.2 垃圾袋自动铺设设计方案

从设备整体布局考虑, 垃圾袋上方的开口方 向是清扫垃圾的进入口,后期需要安装抑尘、震 尘风机等,不能选择上文中方案(1)。方案(3) 一样存在同样的问题。

经过模拟与测试,最终所以选择方案(2)。 把装好垃圾袋的垃圾袋盒与下面的垃圾仓形成一 个密封环境,通过离心风机抽风,形成内外空压差, 把垃圾袋均匀的吸附于垃圾仓的内表面(具体结 构可参考笔者专利公示号: CN113511435A 和后文 的图 5)。

3.3 垃圾袋收拢机构设计与测试

垃圾袋盛装清扫的垃圾达到指定容量或高度 时,需停止清扫,收拢袋口,为后续的封口与切 断做相关准备。从上文的四个方案中来看,不管 最后是使用电阻丝在中间熔断(切断)、剪刀剪断、 高周波熔断(切断)及超声波切断,都需要这个 收拢口是有一定长度的,以便垃圾袋收拢得整齐, 在收拢口中间有空间来安装相关机构实现后续工 作,也能让相应的机构工作的范围是可控且尽可 能小。如果只用单一的边来进行收拢动作, 收拢 后会因下方有垃圾的重力而形成一个喇叭口,导 致后续的熔接与切断的范围较大且不可控。

上述确认了相关执行机构的基本构造,接下 来就需要考虑动力机构了。因为是第一次设计, 且环境多变(袋口有水、油、树叶、树枝、卫生 图 2 伺服收拢模组

纸等杂物),为保证成功率与方便改变收拢力的大小,还 有后期的测试, 所以选择了上文中的方案(3), 伺服加模 组来实现一个方向的收拢工作,另一个方向使用双向丝杆 加普通电机来实现,如图 2 所示(详细参数及布局请参考 笔者专利公布号: CN215882740U)。

经过测试、上述机构能达到原定的设计目标。但因上 述机构需要的成本较高,加工件较多。所以后期可以用电 动推杆加同步器来代替两个伺服,用同步带加电机来代替 双向丝杆和电机,如图3所示(详细参数及布局请参考笔 者专利公布号: CN215391463U)。

以上两种机构经过测试,都能达到原定的收拢垃圾 袋的设计目的(收拢口大小可控,为安装后续封口与切断 机构的留出了空间)。在测试过程中,发现垃圾袋是软的, 在收拢时垃圾袋移动方向不可控,会导致很小一部分垃圾 袋卡在收拢集中处的模头(后文中的封口与切断机构会详 细说明)两边。

经过多次测试,增加两个小风扇,在收拢的同时向垃 圾袋方向吹风, 以便垃圾袋远离模头, 收拢后就不会卡在 模头的左右两边,导致后续不能完全完成封口与切断的工 作, 具体机构, 如图 2 所示(详细参数及布局请参考笔者 专利申请号: 202210079061.6)。

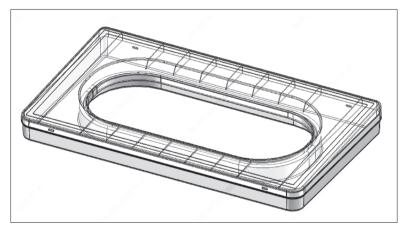
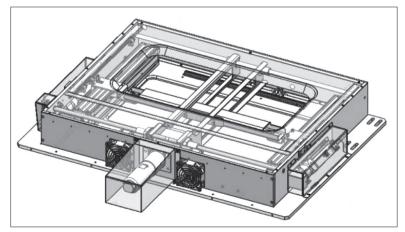


图 1 盛装垃圾袋盒



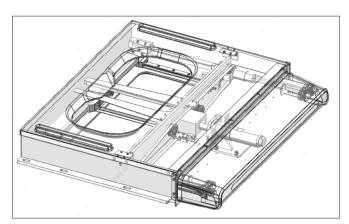


图 3 电动推杆收扰模组

3.4 垃圾袋自动封口及切断机构设计

在本次设计任务中,需考虑垃圾袋口有水、油、卫生纸、树枝和树叶等杂物的情况。经过测试,发现在使用上文中的方案(2)和(4)时,会因垃圾袋口有水而不能顺利切断的风险;当袋口存在卫生纸和油时会存在原定的时间和功率不能切断,且有起明火的风险;当袋口有树枝和树叶时也存在切不断的风险。因上述风险,又经过反复测试与调试,放弃方案(2)和方案(4)。

上文中对应的方案(1),使用纯机械机构来实现相关动作。经过测试,能完成所有相关动作。但因些机构是安装在无人清洁机器人上使用,剪刀会因使用时间长,而存在剪不断的风险,且无法有效检测。订书机封口存在卡订书针的风险,存在订书针不好检测或检测成本过高,存在检测到后需要操作员工手动去排除的问题。这样就有效率低,操作人员接受难度大的风险。

上文中对应的方案(3),超声波是运用得很广的一种技术,但从现有的运用中都只使用了设计任务中的某一个功能,如切断,两物熔接等单一工作。笔者是通过对超声波焊接原理及市场上的运用案例进行学习和了解。从而设计了一种具有熔接(封口)与切断功能的超声波模具,经过测试,能达到原定的设计目的,如图 4 所示(详细参数及布局请参考笔者专利公布号: CN214983639U)。

3.5 垃圾袋丢出

垃圾袋已盛装好垃圾,并已完成袋口的封口与切断,就剩下垃圾袋丢出的问题。考虑到垃圾袋在垃圾仓内部,而为了自动铺设垃圾袋,需要具备密封性,当垃圾袋因异物把垃圾袋刮破时,垃圾仓内部还存在一些垃圾。如使用机构和动力从内部把垃圾袋推出,需要进行防尘,也会影响相关机构的使用寿命。另从垃圾仓的容量等综合考量,选用上文中对应方案(4)。

经过测试,当垃圾仓倾斜角度大于 18°时,盛装好的垃圾袋会因重力自然掉落,所以在垃圾仓开门的方向,垃圾仓的一边倾斜角度大于 18°,如图 5 所示(详细参数及布局请参考笔者专利公布号: CN113511435A)。

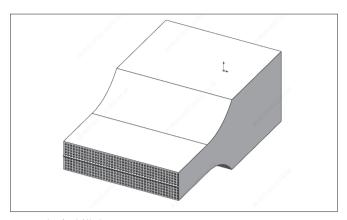


图 4 超声波模头

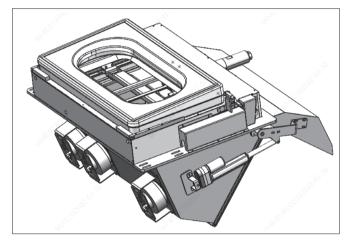


图 5 垃圾打包模组

4 结语

近年来,中国人口红利正在消失,老龄化越来越严重,将每天重复的工作设备化,对已有的半自动化设备升级为全自动化设备。笔者通过工作上的一种新型垃圾袋自动铺设、收拢、封口与切断的设计任务,从任务流程分析,可行性技术分析及具体的设计研发与测试,设计出的一款垃圾自动打包无人清洁机器人,以期为业内人士提供启发。

参考文献:

[1] 李洪利,张洪军,宋庆峰,等.自动打包垃圾桶的设计与研制[J].技术与市场,2016(1):56+58.

[2] 高俊,章汝铱,郑徐斌,等.新型热熔封口垃圾自动打包装置设计[J].轻工机械,2020(6):82-85.

[3] Л. Л. 锡林, г. Ф. 巴兰丁, М. г. 科干. 超声波焊接 [M]. 姜健, 关中原, 译. 北京:国防工业出版社,1963. [4] 钟北清. 高周波机在塑料包装的应用及存在的问题探讨 [J]. 中国包装工业,2002(6):59-61.

作者简介:周祥荣(1984-),男,汉族,广东佛山人,本科, 工程师,研究方向:机械设计及自动化。