

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2020.06.016

新型热熔封口垃圾自动打包装置设计

高俊, 章汝铨, 郑徐斌, 林霜

(浙江科技学院 机械与能源学院, 浙江 杭州 310023)

摘要:目前使用垃圾集中箱时需要人工打包,不仅费时费力,而且易感染细菌病毒,因此课题组设计了基于单片机控制的新型热熔封口垃圾自动打包装置。根据垃圾集中箱的功能要求,课题组设计了基于齿轮和同步带组合传动方式的开盖和打包机械结构;采用了发热芯作为热熔断的装置;采用了真空吸气式自动套装垃圾袋的方式;设计了基于单片机的自动感应开盖、自动封口和热熔断的控制系统。实物样机的运行结果表明:该装置结构紧凑,运行稳定可靠。新型装置满足社区、商场和医院等场所的垃圾分类管理和集中处理的需要。

关键词:垃圾处理装置;热熔封口;发热芯;感应开盖

中图分类号:TH247

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2020)06-0082-04

Design of New Hot-Melt Sealing Garbage Automatic Packaging Device

GAO Jun, ZHANG Ruyi, ZHENG Xubin, LIN Shuang

(School of Mechanical and Energy Engineering, Zhejiang University of Science & Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: In view of the problems of using garbage collection containers, such as manual packing, which is time-consuming and laborious, and easy to be infected by viruses, a new type of hot-melt sealing garbage automatic packaging device based on single-chip microcomputer control was designed. According to the function requirements of garbage collection containers, the structure of the opening cover and packaging machine based on the combined transmission mode of gear and synchronous belt was designed, and the heating core was adopted as the hot-melt-broken device. The control system with automatic induction cover opening, automatic sealing and hot fusing based on single chip microcomputer was designed. The running results of the prototype show that the structure of the device is compact and the operation is stable and reliable. The designed device is suitable for the classified management and centralized treatment of garbage in communities, shopping malls, hospitals, etc.

Keywords: garbage disposal; hot melt sealing; heating core; induction cover opening

随着人们对生活环境的要求越来越高,《生活垃圾分类制度实施方案》已在全国范围内推行。在生活垃圾分类管理中,垃圾桶是其中一个必不可少的环卫设施。然而目前生活中的大多数垃圾桶都需要通过人工将垃圾桶中的垃圾袋取出并打包,费时费力。况且从卫生方面考虑,这些垃圾通过发酵会产生异味,滋生大量细菌,尤其是医院场所病人所用过的废弃物还会带有大量的病菌,清洁人员在清理过程中需要通过手动打包、套袋,易感染病毒,影响环卫工人的身体健康。目前已有垃圾袋自动封口打包装置的应用,可以有效

地避免处理垃圾过程中对人们健康的影响,同时还可以提高垃圾打包效率,使得垃圾打包更加便捷和卫生。谢珺等^[1]设计了一种基于环形导轨和直线导轨结构的自动封装垃圾桶装置;吕雪^[2]设计了一种基于滚柱槽和滚柱结构的自动收口垃圾桶装置;李洪利等^[3]设计了一种基于齿轮齿条机构的自动打包垃圾桶装置;刘羽等^[4]将杠杆原理与四杆机构结合在一起,进行创新设计并制作了一款压缩式垃圾桶;蔡进等^[5]设计了一种同心共驱多指夹紧机构和胶带缠绕封口机构的垃圾桶;贺安伟^[6]提出了一种新型的机械旋拧封口自动

收稿日期:2020-05-29;修回日期:2020-09-15

基金项目:浙江省大学生科技创新活动计划项目(F518310J04)。

第一作者简介:高俊(1965),男,浙江长兴人,副教授,主要研究方向为机电一体化。E-mail:49555617@qq.com

打包装置;聂廷能等^[7]利用皮带轮、齿轮传动原理设计出一款集自动封口、自动套袋功能于一体的垃圾桶;杨凯程等^[8]设计了采用螺旋传动并通过螺杆转动带动螺母杆作直线移动进行垃圾袋打包的装置。

课题组基于单片机控制设计了一种新型加热封口垃圾自动打包装置。该设计可行性较好,装置结构紧凑,运行稳定可靠,适用于社区、商场、医院及其他企事业单位的垃圾分类管理和集中处理,具有一定的使用价值。

1 热熔封口垃圾自动打包装置的工作原理

课题组设计的新型热熔封口垃圾自动打包装置如图1所示。该垃圾桶的整体结构主要由小盖1,驱动大盖的舵机2,驱动小盖的舵机3,大盖4,侧板加固板5,角加固板6,气泵7,底板8,驱动 y 杆的电机9, y 向杆10, x 向杆11,热切刀12和驱动 x 杆的电机13等组成。整个垃圾桶包含支撑结构和运动机构,其中侧板加固板5、角加固板6起支撑作用,让垃圾桶体更加稳固。运动机构包括小盖开启、大盖开启和垃圾袋封口3部分。①小盖开启:由舵机3驱动主动齿轮,带动从动齿轮并连同与其连接的小盖1,实现小盖的开启。②大盖开启:由舵机2驱动,带动大盖4开启。③垃圾袋封口:由电机9驱动 y 向杆10,电机13驱动 x 向杆11,将垃圾袋集束到桶口的右后角,然后通过热切刀12将垃圾袋切断封口。封口完毕后, y 向杆10、 x 向杆11在电机的驱动下复位,垃圾袋封口完毕。大盖小盖将垃圾封闭在桶中,避免垃圾暴露在空气中,减少病菌传播。

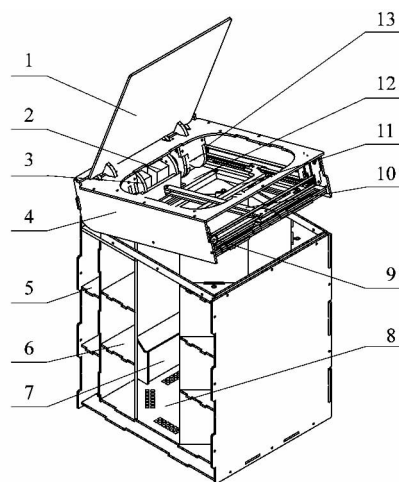
1.1 垃圾桶小盖开闭机构

正常情况下垃圾桶小盖关闭,可以减少垃圾桶异味的散发。为了方便用户开盖丢垃圾,减少人体触碰垃圾桶,课题组设计了感应自动开盖装置。

图2所示为小盖开闭机构。当用户将膝盖靠近垃圾桶红外传感器时,红外传感器被触发并给予单片机信号,再由单片机控制驱动舵机4。舵机4通过舵盘与主动齿轮3连接,从动齿轮2与小盖1连接,实现小盖的开闭。

1.2 垃圾桶大盖开闭机构

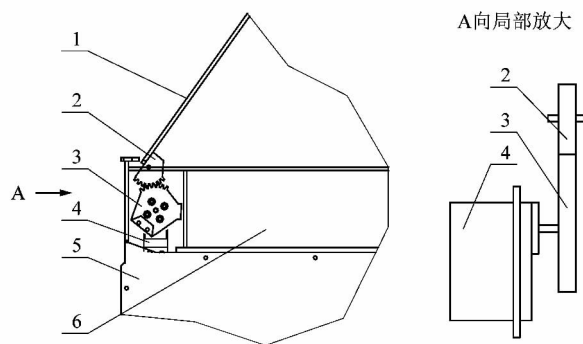
垃圾桶在设计上,桶身截面积大于桶口,可增大垃圾桶的容积,充分利用垃圾袋的口径。但是垃圾袋打包之后就不能从桶口直接取出,因此智能垃圾桶再增加了大盖的设计。大盖打开处与桶身截面积相同,所以垃圾袋能够轻易被取出。大盖驱动机构示意如图3所示。



1—小盖;2,3—舵机;4—大盖;5—侧板加固板;6—角加固板;7—气泵;8—底板;9,13—电机;10— y 向杆;11— x 向杆;12—热切刀。

图1 新型热熔封口垃圾自动打包装置结构

Figure 1 Structure of new hot-melt sealing automatic garbage packaging device



1—小盖;2—从动齿轮;3—主动齿轮;4—舵机;5—桶身;6—大盖。

图2 小盖开闭机构

Figure 2 Small cover opening and closing mechanism

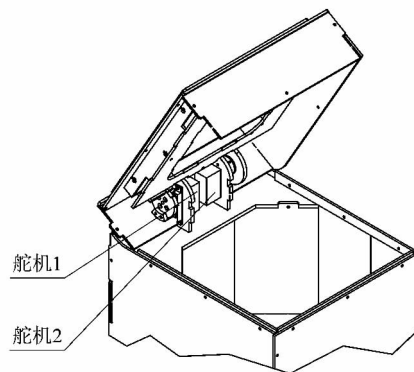
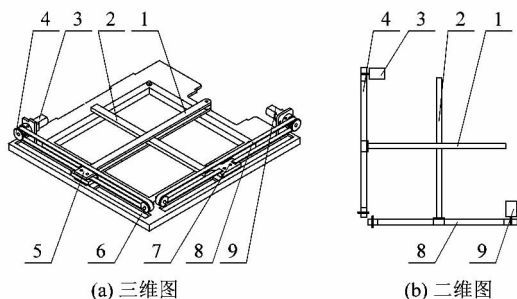


图3 大盖驱动示意图

Figure 3 Schematic diagram of big cover dual steering gear drive

1.3 自动封口和加热装置

图4所示为垃圾袋收口装置。该装置采用同步带传动方式,通过2个小型减速电机3和电机9分别驱动同步带4和同步带8运动,2根同步带分别带动 y 向杆1和 x 向杆2。实际使用时,2根杆分别从2个方向将垃圾袋压于一角,并通过发热芯熔断垃圾袋实现封口。该装置具体工作流程为:电机3正转,在同步带4上连接滑块5带动 y 向杆1运动,将垃圾袋向筒壁的一侧挤压直至最大行程。这时启动另1个电机9,在同步带8上连接滑块7带动 x 向杆2运动,将已被挤压的垃圾袋再向后侧筒壁挤压。同时,安装在后侧筒壁的发热芯预热,当垃圾袋被挤向后侧时,将垃圾袋熔断并封口。



1— y 向杆;2— x 向杆;3,9—电机;4,8—同步带轮;5,7—滑块;6—滑轨。

图4 垃圾袋收口装置

Figure 4 Garbage bag closing device

1.4 自动上袋

实现垃圾桶自动上袋可以有效减少人与垃圾桶的接触,为用户带来便捷。本课题自动上袋采用气泵吸取的方式。垃圾袋放置大盖内圈,如图5所示。自动上袋的实现依靠气泵和垃圾袋的配合。首先将不断点垃圾袋封装在垃圾袋盒中,如图6所示。垃圾袋受力的作用可以不断被“扯”出。其次在垃圾桶底部后侧装有电动充气泵,内部有风道联通垃圾桶内侧。电动气泵启动时将垃圾桶内部空气向外吸,从而减小垃圾桶内部的气压,形成内外气压差。垃圾袋受气压的作用会被压到垃圾桶底部,从而实现自动上袋。需要注意的是,实现此功能需要保证垃圾桶具有一定的气密性。自动上袋过程如图7所示。

2 新型热熔封口垃圾桶样机制作与试验

课题组设计的新型热熔封口垃圾桶的样机如图8所示。整个垃圾桶所使用的主要材料是亚克力板,通过激光切割将板材切制成零件。在需要装配连接的零件上预留连接孔和连接槽,然后用螺栓螺母进行连接。

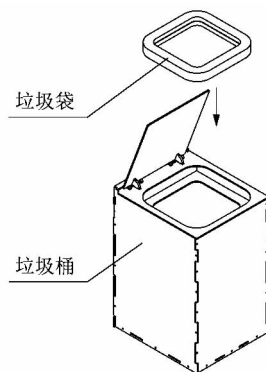


图5 垃圾袋安放原理

Figure 5 Garbage bag placement principle

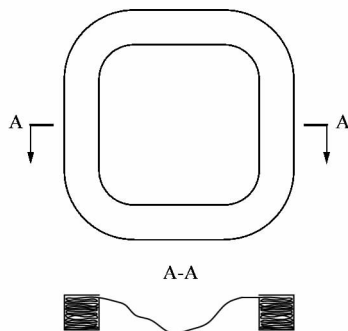


图6 垃圾盒示意图

Figure 6 Schematic diagram of garbage box

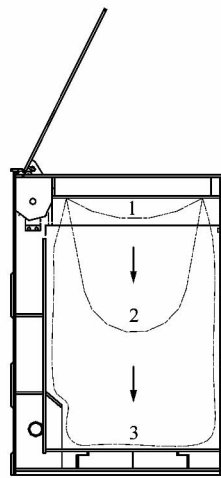


图7 自动上袋过程

Figure 7 Automatic bagging process

由于整个垃圾桶的零件数量较多,所以在装配时要注意零件的装配顺序。在设计和装配的过程中,都要考虑电子元件(单片机、红外传感器、继电器、电机及舵机)的布置。为了保证运动机构的稳定运行,必需确保驱动元件的装配稳固,因此驱动元件与对应元件连

接时常常多加一些螺栓连接点。单片机、降压模块和继电器等小型电子元件采用热熔胶粘在后侧亚克力板零件上。由于电子元件较多,布线密集,所以控制电路采用连接方便的杜邦线。为了便于区分不同电子元件的布线,对连接于同一个元件上的杜邦线不进行拆分,或者困扎成束。连接负载的电路采用较粗的杜邦线或者电工线,以避免大功率带来的电线发烫问题。所有的电线都用热熔胶粘于亚克力板上,防止浮空和杂乱。由于杜邦线连接处可能会产生松脱问题,所以采用电工胶布或者锡焊的方式加以固定。

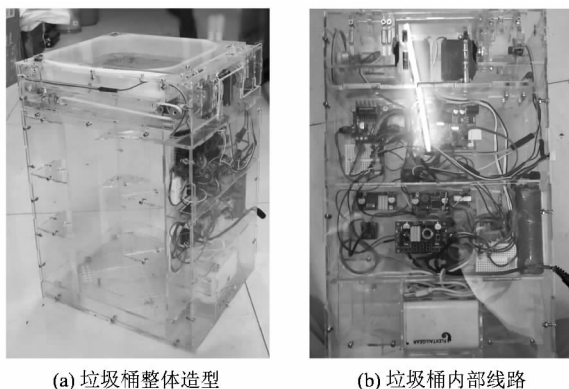


图8 新型加热封口垃圾桶实物图

Figure 8 Picture of new type of heat-sealed garbage can

经过反复的硬件改良和程序调试,该垃圾桶试验结果如下:

1) 小盖开启功能可以实现。当红外传感器检测到有人在正前方附近时,大约1 s时间,小盖自动开启。为了保证小盖打开的快速性,打开的过程有速度的变化。小盖刚开启时速度较快,当小盖与水平面呈60°时开启速度减慢,直至盖子与水平面呈90°。处于完全打开状态时的小盖5 s后自动关闭。为了保证小盖的无声关闭,关闭过程的速度也是变化的,初始阶段小盖快速关闭,当小盖与水平面呈30°时关闭速度减慢,直至盖子完全关闭。

2) 自动打包功能可以实现。用户用手遮住红外传感器2 s,会听到蜂鸣器“滴”一声,自动打包程序被触发,随后发热芯开始加热,期间伴随着间隔1 s秒1次的蜂鸣声,持续180 s。电机驱动 x 向杆和 y 向杆将垃圾袋集束到发热芯所在的位置,然后发热芯将集束的垃圾袋熔断(即实现打包、封口)。最后电机驱动 x 向杆和 y 向杆复位。

3) 大盖开启功能可以实现。自动打包完毕后,大盖打开程序被触发,在舵机的驱动下大盖打开至90°。

此时用户可以取走被打包好的垃圾袋,然后再用手遮住红外传感器2 s,听到蜂鸣器“滴”一声,大盖自动关闭。

4) 自动上袋功能可以实现。大盖关闭后,自动上袋程序被触发,气泵开始工作,受气压作用垃圾袋向下铺展,直至铺满整个垃圾桶内壁。自动上袋持续时间约10 s,上袋完毕后气泵关闭。自动上袋是利用真空吸气原理实现的,但如果垃圾桶体内气密性不够,可能会导致真空吸力不足,垃圾袋铺展不顺。

3 结语

为实现垃圾分类处理过程中垃圾集中箱使用的自动化,课题组所设计的新型热熔封口垃圾桶主要有以下特点:

1) 实现了垃圾桶感应自动开盖,自动检测垃圾是否装满和自动打包功能,使得垃圾在收集打包处理更加便捷和卫生。

2) 采用同步带传动方式带动 x 和 y 向的杆件实现垃圾袋收拢封口的目的,结构简单,操作空间较小,使得垃圾桶体积紧凑,有效提高了垃圾桶利用空间。

3) 采用了真空吸气式自动套装垃圾袋的方式,操作方便,成本低廉,实用性高,提高了垃圾打包效率,减少人体对垃圾的接触,有益人体健康。自动上袋是利用真空吸气原理实现的,如何提高垃圾桶体内气密性,是该新型自动打包垃圾桶需要改进的一个方面。

课题组制作了实物样机,试验运行结果表明:设计可行性较高,装置结构紧凑,运行稳定可靠,适用于社区、商场、医院及其他企事业单位的垃圾分类管理和集中处理。

参考文献:

- [1] 谢璐,辛绍杰,王志欣,等.自动套袋和封装垃圾桶的设计[J].机械制造,2018,56(12):140-141.
- [2] 吕雪.自动封口垃圾桶的设计与研究[J].山东农业工程学院学报,2018,35(10):33-34.
- [3] 李洪利,张洪军,宋庆峰,等.自动打包垃圾桶的设计和研制[J].技术研发,2016,23(1):56-58.
- [4] 刘羽,毛建秋,杨鹏鹏,等.一种新型压缩式垃圾桶的设计与制作[J].机械,2014,12(41):59-61.
- [5] 蔡进,杭鲁滨,魏炳方,等.新型旋拧封口垃圾自动打包装置[J].轻工机械,2015,33(2):37-40.
- [6] 贺安伟.新型旋拧封口垃圾自动打包装置[J].中国包装工业,2015(13):52.
- [7] 聂廷能,黄金,郭德群,等.自动封口套袋垃圾桶设计与研制[J].湖南科技学院学报,2012,33(4):163-166.
- [8] 杨凯程,施允洋.一种新型智能垃圾桶设计[J].机电信息,2019(33):142-143.