

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.04.015

旋转式快件存储分离系统设计

尚东阳¹, 武丽梅¹, 唐 博², 李 博¹

(1. 沈阳航空航天大学 机电工程学院, 辽宁 沈阳 110136;
2. 沈阳航空航天大学 工程训练中心, 辽宁 沈阳 110136)

摘 要:针对目前现有的快件分拣装置存在使用功能单一、空间利用率低、缺少智能化控制、易造成快件丢失等缺点,提出了一种快件快速存储、分离系统。采用模块化设计思想,分别设计了旋转式主体快件存储分离结构、货车车载式快件运输辅助结构、固定地点快件分离辅助结构;应用层次分析法对暂存柜尺寸进行优化,得到最佳尺寸;应用 CATIA 软件完成系统的三维结构设计;应用 Visual Basic 软件完成人机操作界面的设计,并介绍了快件存入、取出的流程。应用结果表明:该系统不仅具有安全可靠、用途灵活等特点,而且可以提高用户及其快递员使用设备的舒适性。系统能够实现高效、安全的快件存储分离。

关 键 词:快件存储分离;层次分析法;模块化结构;CATIA 软件;Visual Basic 软件

中图分类号:TH691.5 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2017)04-0069-06

Design of Rotary Express Store and Separation System

SHANG Dongyang¹, WU Limei¹, TANG Bo², LI Bo¹

(1. School of Mechatronics Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China;
2. Engineering Training Center, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: A system for quickly storing and separating packages was designed to solve the problems that exist in present packages separating mechanism like simple function, low utilization rate of space, lack of intelligent control and easy to lose packages. Modular design was adopted in the system to design the rotating package separation structure as the main body, the truck-mounted package transportation structure and fixed-location package separation structure as the auxiliary structure. The size of the temporary storage cabinet was optimized by the Analytic Hierarchy Process (AHP). The three-dimensional (3D) structure of the system was designed by the CATIA software. The Visual Basic software was adopted to design the man-machine interface, and the flow path of depositing and withdrawing packages was introduced. The results of the application show that the system not only has the characteristics of safety and reliability, but also can improve the comfort of the users and couriers. The system can achieve efficient and secure fast storage separation.

Keywords: express store and separation; analytic hierarchy process; modular structure; CATIA; Visual Basic

当前我国大众消费者购物模式正在悄然发生改变:从实体店购物模式逐步转向互联网购物模式,越来越多的快件需要分离运输,收取快件成为人们日常生活中必不可少的事情。现代物流环境下由于订货物品的多品种小批量化,使得拣货作业人手不足的问题非常突出,分拣效率较低、误检率较高,已不能适应现代

制造的需求^[1]。目前国内专业学者对快件快速存储分离系统进行了一定的研究,并且具有许多共性:多是以柜式分离为主。现阶段应用的柜式快件存储分离装置有:黄松建、张伟栋等设计的邮政国内小包辅助分拣系统^[2],陈崇辉、邓筠所设计的基于 ZigBee 技术的快件寻找系统^[3],宁波大学李潇、张宇萌等设计的智能

收稿日期:2016-11-18;修回日期:2017-02-10

基金项目:2016 年地方高校国家级大学生创新创业训练计划项目(201610143068);2016 年辽宁省大学生创新创业训练计划项目(S1610605)。

第一作者简介:尚东阳(1995),男,黑龙江佳木斯人,本科,主要研究方向为虚拟样机技术、机械 CAD/CAM。通信作者:武丽梅(1963),女,辽宁本溪人,教授,硕士研究生导师,主要研究方向为 CAD/CAM、虚拟样机技术等。E-mail:844377236@qq.com

快递取件装置的投递箱^[4],张俊、徐淑英所设计的快递自动分拣系统^[5]。近年来高新科技的发展带动了自动化水平的整体提高,西方发达国家的快件存储分离技术要高于我国。例如,美国邮政服务、英国皇家邮政、德国邮政以及荷兰邮政机构等均基本上实现了信函、扁平件和包裹分拣的自动化处理,并在使用自动化设备对邮件进行处理的同时,不断利用 IT 技术完善其信息管理系统,使其处理流程得到进一步优化,服务水平进一步提高,并派生出许多新型服务业务^[6]。文中所设计的旋转式快件快速存储分离系统既可以安装在箱式货车上与快件运输相结合,又可作为快件运输的中转站,为快件的分拣、重新分派发送节约时间、提高效率,还可以作为用户接收快件的终端,实现无人看管、用户自动拿取快件的模式。

1 系统总体设计

旋转式快件储存分离系统的结构设计分为 3 部分:主体旋转式快件分离系统设计、货车车载式快件运输辅助结构设计及固定地点快件分离辅助结构设计。笔者采用 Visual Basic 的图形用户界面,设计了快件派发人员向系统中放置快件以及用户拿取快件时的软件操作页面。Visual Basic 此前在邮件自动分拣系统中已经有应用^[7]。通过结构设计和软件设计,旋转式快件快速分离系统可以安全、高效、智能化地实现快件的分离。系统总体设计思路如图 1 所示。

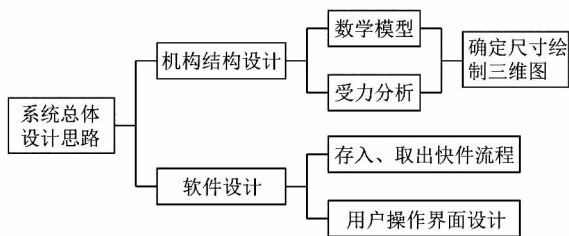


图 1 系统总体设计思路流程图

Figure 1 Flow diagram of design of general system

2 系统结构设计

应用 CATIA 软件对主体旋转式快件分离系统、货车车载式快件运输辅助结构和固定地点快件分离辅助部分结构进行三维造型设计。

2.1 主体旋转式快件分离系统设计

在主体旋转式快件分离系统的设计中分为:①暂存柜尺寸的优化;②系统空间结构的设计;③减速齿轮轮系减速比及齿轮参数的确定。在暂存柜尺寸的优化上应用层次分析法建立与求解,得到最佳暂存柜的尺寸。在空间结构上主要由减速齿轮轮系组成旋转定位

装置、齿轮齿条机构组成快件取出装置 2 部分组成。

2.1.1 暂存柜尺寸的优化

笔者调查了现有的货物暂存柜的尺寸大小,发现暂存柜的尺寸大致上分为小型尺寸或者中大型尺寸。如表 1 和表 2 所示。

表 1 小型货物暂存柜尺寸

Table 1 Small goods temporarily storage size

型号	尺寸/(mm × mm × mm)	型号	尺寸/(mm × mm × mm)
1	200 × 150 × 150	4	450 × 300 × 350
2	300 × 150 × 200	5	450 × 400 × 350
3	300 × 200 × 200	6	450 × 380 × 400

表 2 大型货物暂存柜尺寸

Table 2 Large goods temporarily storage size

型号	尺寸/(mm × mm × mm)	型号	尺寸/(mm × mm × mm)
1	450 × 400 × 400	5	560 × 510 × 500
2	466 × 400 × 420	6	600 × 510 × 520
3	500 × 450 × 430	7	650 × 630 × 630
4	500 × 480 × 450	8	700 × 660 × 640

为了高效地利用固定的空间,使有限的空间尽可能装载较多的货物,主体旋转式快件存储分离系统设计了 2 种类型的货物暂存柜。文中应用层次分析法的数学模型求解出小型、中大型货物暂存柜最佳尺寸。因为小型货物暂存柜在日常生活中应用较为广泛,所以文中并没有重新对暂存柜的尺寸进行设计而是应用层次分析法从表 1 的 6 个型号暂存柜中选择出最优的一种,将其尺寸作为最佳尺寸。层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)是美国匹茨堡大学教授萨蒂于 20 世纪 70 年代初提出的一种多指标、多方案的综合比较方法,是一种将定性分析与定量分析方法相结合的多目标决策分析方法。该法的主要思想是首先找出目标问题涉及的主要因素,将这些因素按其关联、隶属关系构成递阶层次模型^[8]。笔者在选择小型货物暂存柜的最佳尺寸时主要从暂存柜的容积、单位空间内暂存柜的数量、暂存柜的造价、暂存柜适应大多数小型快件的能力 4 个方面进行考虑。

层次分析法建立求解数学模型如下:

1) 建立层次分析模型,如图 2 所示。

2) 目标层。A—选择最佳暂存柜尺寸。

3) 准则层。B1—暂存柜的容积, B2—单位空间内暂存柜的数量, B3—暂存柜的造价, B4—暂存柜适应大多数小型快件的能力。

4) 方案层。P1—1 号暂存柜, P2—2 号暂存柜, P3—3 号暂存柜, P4—4 号暂存柜, P5—5 号暂存柜,

P6—6 号暂存柜。

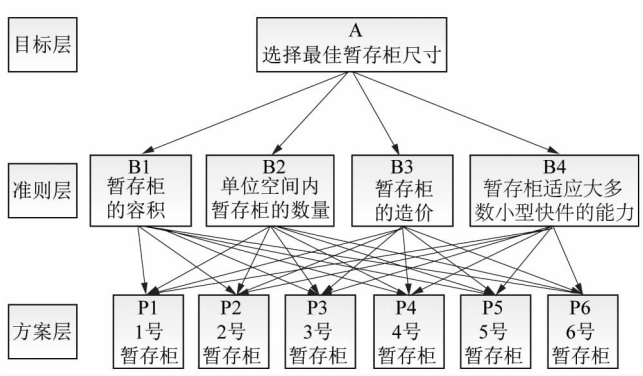


图2 选择最佳暂存柜尺寸的层次分析模型

Figure 2 AHP model of selecting optimal size of temporary storage cabinet

设计过程:①构造比较判断矩阵;②层次单排序及其一致性检验;③层次总排序及其一致性检验。经过比较后发现5号暂存柜的权重最大,故选择5号暂存柜的尺寸作为主体旋转式快件分离系统小型暂存柜的尺寸。同理对中大型暂存柜尺寸的优化,同样应用层次分析法,经过计算后得到5号暂存柜的尺寸为最佳方案。

2.1.2 系统空间结构的设计

主体旋转式快件分离系统的空间结构设计共分为2层:上层负责装载小型货物、下层负责装载中大型货物;每层均装有旋转定位装置和快件取出装置。

旋转定位装置分为2个部分:暂存柜旋转部分、减速齿轮轮系部分,如图3所示。暂存柜旋转部分:在每层结构上,将货物暂存柜固定于旋转的大圆盘上,大圆盘与小圆盘通过两端开槽圆柱相连,小圆盘与主轴通过螺纹连接,使主轴、小圆盘、大圆盘共轴旋转。减速齿轮轮系(见下文图5所示)对主轴进行减速。主轴与齿轮4相固定,齿轮4为减速齿轮轮系的输出部分,电机为输入部分。减速齿轮轮系部分位于大圆盘下方。电机通过电机固定架固定于电机箱体中,将主轴、中间轴插入圆柱凹台中,限制其移动,使其只能转动。齿轮与轴之间加装小圆盘,通过固定小圆盘在轴上的位置,限制齿轮的上下移动。箱体、圆柱凹台固定于下方圆盘上。通过上述结构设计可以达到固定、限制减速齿轮轮系的效果。

快件取出装置分为2个部分:限制圆盘转动部分、齿轮齿条部分。限制圆盘转动部分:在大圆盘下方安装有限制大圆盘旋转的结构,该结构由圆盘、开口薄圆

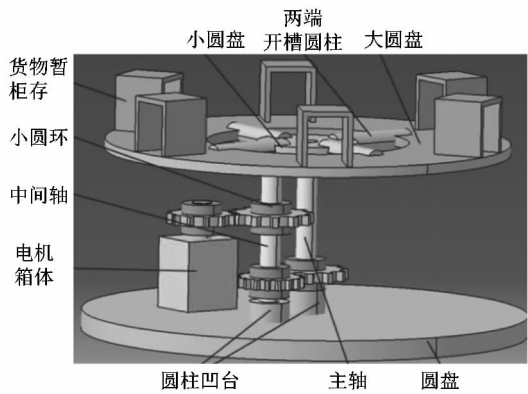


图3 暂存柜旋转部分、减速齿轮轮系示意图

Figure 3 Schematic diagram of rotating part of temporary storage cabinet and reduction gear

环、扇形支撑结构组成。在此结构上方安置小电机、齿轮齿条的机构。该结构的设计可以使快件取出装置中的齿条在相应的滑道上运动并经过货物暂存柜的中心。齿条前端固定端的截面面积略小于暂存柜截面积,其面积比在0.6左右为宜,同时使齿条前端固定端的中心与暂存柜的中心相吻合。齿条能够将暂存柜中的货物轻松推出,进而实现快件快速分拣,如图4所示。

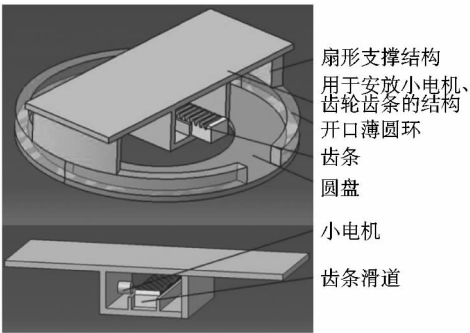


图4 限制大圆盘旋转结构、快件取出装置示意图

Figure 4 Schematic diagram of structure of limiting rotation of large ling, and device of express removal

2.1.3 减速齿轮轮系减速比及齿轮参数的确定

减速齿轮轮系示意图如图5所示,齿轮选用国标齿轮,具体参数见表3。

表3 齿轮参数

Table 3 Gear parameter list

齿轮序号	模数/mm	齿数
1	2.5	20
2	2.5	20
3	2.5	40
4	2.5	60

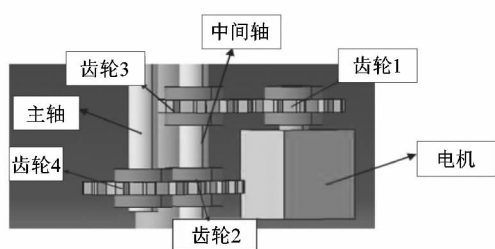


图5 减速齿轮轮系示意图

Figure 5 Schematic diagram of reduction gear train

按表3齿轮参数计算齿轮减速比 $i = \frac{Z_4}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_1}$, Z 为齿数, 故此轮系减速比为6。现要求主轴转速为10 r/min, 故电机转速为60 r/min。

对其余零部件进行三维结构设计, 并将各个零件在CATIA软件下进行装配。装配后得到主体旋转式快件分离系统的三维立体图, 如图6所示。

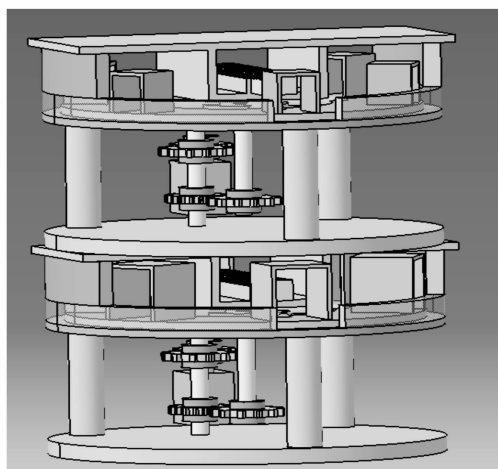


图6 主体旋转式快件分离系统三维立体图

Figure 6 Three-dimensional stereogram of main body of rotary express separating

2.2 货车车载式快件运输辅助结构设计

货车车载式快件运输辅助结构设计主要是将某型国产货车车厢改型为适合用于运载大型、形状不规则快件货架以及方便快件自动分离的滑道。结构设计主要包括: 大型快件货架的设计, 自动分离滑道的设计。大型快件货架主要用于装载大型快件, 如图7(a)所示。在快件取出时, 由于快件下落的高度较高, 容易将货物摔坏, 因此设计了供货物下落的滑道, 如图7(b)所示。该滑道可以拆解使用, 当运输快件时可将其滑道放入车厢内节约空间。

2.3 固定地点快件分离辅助结构设计

固定地点快件分离辅助系统是指在某一个规定大

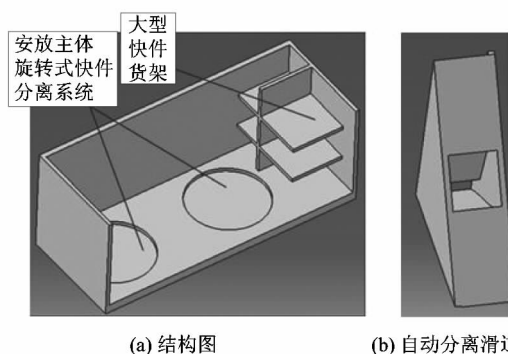


图7 货车车载式快件运输辅助结构

Figure 7 Auxiliary structure of truck-mounted transporting express

小的房间内, 由弧形围墙、电子控制系统, 立式触摸操作屏幕、报警装置及摄像装置等组成的机构, 如图8所示。弧形围墙中间有2处开口, 这2处开口与主体旋转式快件分离系统快件取出部位相一致。将主体旋转式快件分离系统安置于房间内, 弧形围墙将其包裹住, 立式触摸操作屏幕位于围墙外围, 摄像头正对主体旋转式快件分离系统。

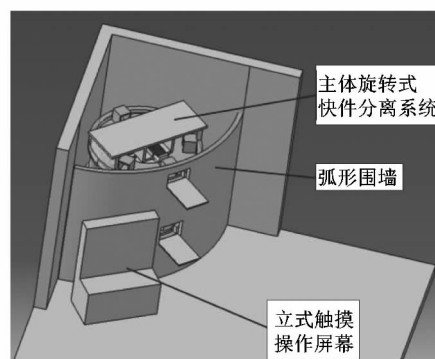


图8 房间空间设计示意图

Figure 8 Schematic diagram of room space design

3 软件设计

通过对每一个快件的收件手机号码作为关键标识, 构建仅凭手机号码作为身份识别(ID)信息, 对快件进行存入操作; 当客户手机收到系统发出的短信, 凭短信密码即可随时对快件进行轻松签收, 从而缓解了收件时间点的问题, 有效提高快件派送效率^[9]。旋转式快件快速分离系统的软件设计主要包括: 存入快件流程及算法设计、取出快件流程及算法设计及程序界面设计。

3.1 存入、取出快件流程及算法设计

快递员携带快件到达旋转式快件快速分离系统操作面板前, 在操作软件界面点击“存入”按键, 并根据提

示输入客户手机号码。待快递员检验号码无误后,点击“确认发送信息”按键,如果号码有误需要修改则点击“清空号码”按键,重新点击“存入”按键并输入正确的号码。如果手机号正确,系统就会分配一个空的暂存柜,同时系统产生一个随机验证密码,并将验证密码和存入暂存柜号码发送到客户手机。随后快递员将快件放入暂存柜中,并点击操作模板“旋转储存”按键。系统之后自动打印凭条,其中凭条信息包括暂存柜号码、客户手机号码、当前操作时间。随后快递员将打印凭条取出,表示此次成功存入快件结束。

客户收到系统发出的短信后,在规定时间内到达旋转式快件快速分离系统,在操作面板上点击“拿取快件”按键。客户输入暂存柜号码以及系统发出的随机验证码,并判断是否输入正确,若正确则客户点击“确定”键,若不正确则点击“清空”键重新输入。待客户点击“确定”键后,系统判断暂存柜号码与验证码是否正确,如果暂存柜号码和验证码正确,系统自动将快件分离取出,若不正确系统结束取件过程,并报警通知工作人员到达现场处理。客户拿到快件后点击操作面板上“已收到快件”按键,系统自动复位,并打印凭条,其中凭条信息包括暂存柜号码、客户手机号码、客户接受快件时间。随后客户将打印凭条取出,表示此次拿取快件结束。

分别根据快递人员存入快件的程序、用户取出快件的程序编写了相对应的流程及算法。如图9所示。

3.2 程序界面设计

为了更友好地进行人机交互,方便编程人员和操作人员调试和监控,合理的人机界面设计对系统的安全性、工作效率、操作人员的舒适性以及保障人员的身心健康都具有十分重要的作用^[10]。笔者应用 Visual Basic 软件分别设计了适合快递人员、客户操作的应用界面:存入、取出快件界面,如图10所示。

4 结论

笔者设计了旋转式快件存储分离系统。应用 CATIA 软件对其进行了三维造型;应用 Visual Basic 软

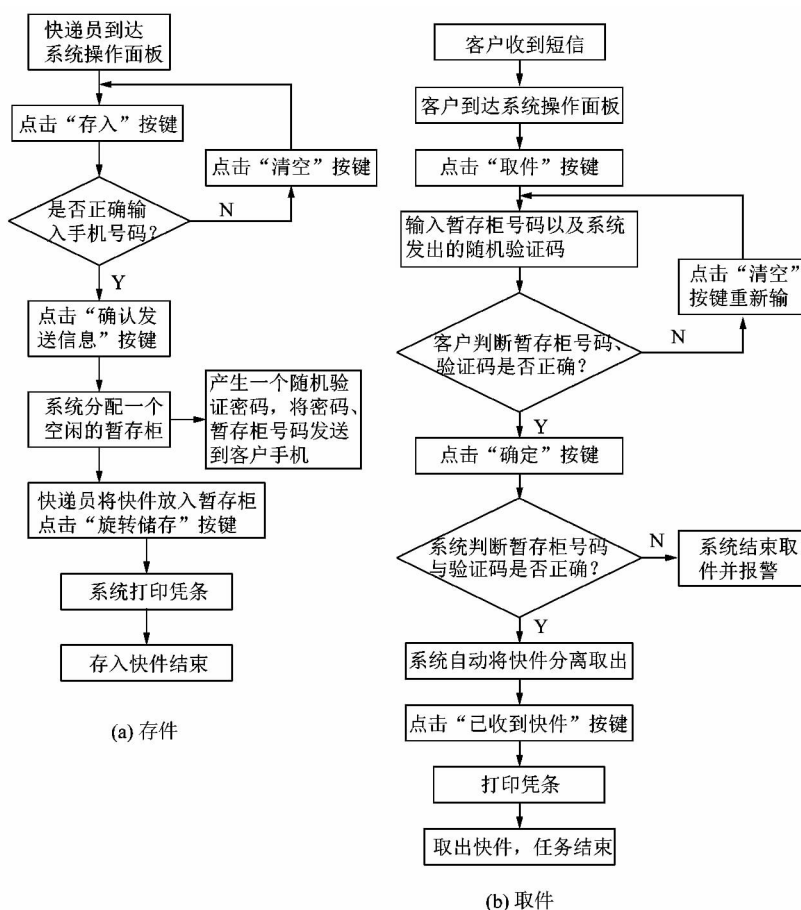


图9 存入、取出快件流程图

Figure 9 Flow chart of depositing-and-removing express

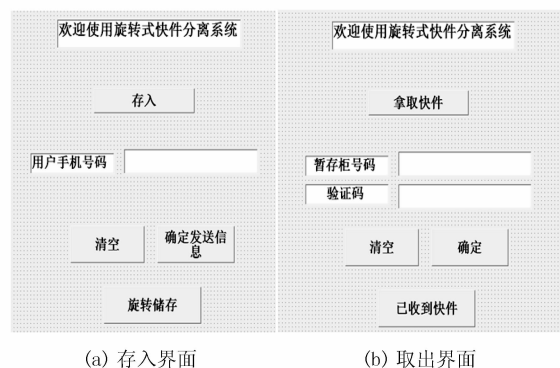


图10 存入、取出快件界面

Figure 10 Interface of depositing-and-removing express

件设计快件存取流程和人机操作界面。在系统的暂存柜尺寸参数设计中引入层次分析法,得到了最佳的尺寸参数,实验表明该型暂存柜能够满足大多数快件的存放要求。该系统采用“旋转式单开口自动推出快件模式”与传统“立柜式快件暂存柜模式”相比,不仅在

(下转第78页)