

电商物流用组合式共享周转箱及众包运输模式的研究

王城坡^{1,2}, 章军^{1,2}, 史晓斐^{1,2}

(1.江南大学, 无锡 214122; 2.江苏省食品先进制造装备重点实验室, 无锡 214122)

摘要: **目的** 通过众包运输模式降低物流运输成本, 以实现环保可持续发展的周转箱, 提高其利用率。**方法** 设计一种组合式具有运输包装特性的共享周转箱, 带有电子模块, 以满足共享及众包运输的需求, 并应用于电商物流运输。**结果** 经 Ansys Workbench 仿真分析, 得出所设计周转箱底板上的最大位移仅为 4.47 mm, 且比目前电商使用的周转箱底板质量轻 150 g。**结论** 通过模块化、信息化功能, 可以达到周转箱的共享和众包运输效果, 组合式设计不仅具有缓冲性、可靠性, 而且通过更换箱盖、底板等零件, 可降低使用成本。

关键词: 周转箱; 双 RFID 标签; 共享; 众包运输; Ansys

中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)19-0129-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.19.023

Combined Sharing Turnover Box for the Use of E-commerce Logistics and Crowdsourcing Transportation Mode

WANG Cheng-po^{1,2}, ZHANG Jun^{1,2}, SHI Xiao-fei^{1,2}

(1.Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2.Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: The work aims to achieve the environmental and sustainable turnover box and enhance its availability rate by reducing the costs of logistics transportation by means of the crowdsourcing transportation mode. A combined sharing turnover box with transportation packaging features and electronic modules was designed to meet the needs of sharing and crowdsourcing transportation, which was applied in the transportation of e-commerce logistics. Through the simulation analysis of Ansys Workbench, the maximum displacement on the baseplate of the designed turnover box was only 4.47 mm, and it was 150 g less than the mass of the baseplate of the turnover box used by the e-commerce at present. Through the function of modularization and information, it can achieve the effect of sharing and crowdsourcing transportation of turnover box. The combined design not only has the cushioning and reliability, but also can reduce the use cost by replacing the covers, baseplates and other parts.

KEY WORDS: turnover box; double RFID tags; sharing; crowdsourcing transportation; Ansys

近年来,我国电子商务与快递物流协同发展不断加深,推进了快递物流转型升级、提质增效,促进了电子商务快速发展^[1]。统计数据显示,2017年中国智能物流行业市场规模达3380亿,较2016年增长21.1%,预计2020年中国智能物流行业市场规模将达5850亿。2017年1~11月,全国快递服务企业业务量累计完成358.6亿件,同比增长28.6%,人均快

件使用率已经突破26个^[2]。电商模式下生产商运输到电商配送中心,电商配货后再包装,产生了海量的小瓦楞箱、内部缓冲气泡膜和封胶带,这是新产生的二次运输包装问题。为了提高运输效率,京东和菜鸟公司都使用了编织袋和塑料周转箱^[3],订单货品包装物完后按照目的地进行分拣装箱。虽然提高了运输效率,但是没有解决二次运输包装产生的环保问题。

收稿日期: 2018-06-19

基金项目: 2015年国家科技支撑计划(2015BAF25B00)

作者简介: 王城坡(1994—),男,江南大学硕士生,主攻物流装备设计。

通信作者: 章军(1965—)男,博士,江南大学教授,主要研究方向为物流装备、关节型机器人。

随着互联网平台的日渐盛行,很多依附其构建的产业链已经开始形成。如今共享经济的热度不减,从滴滴平台到共享单车、共享汽车,共享经济涉及的行业不断增加,规模不断扩大^[4]。通过共享物品的使用权,可以提高物品的利用率。众包物流,是指把由原企业员工承担的配送工作,转交给企业外的大众群体来完成^[5]。众包物流能提高电商物流运输效率,减少成本。

在电商物流领域,周转箱的需求大,但因为普通的电商用塑料周转箱无电子模块,无法实现共享和众包运输,周转箱的利用率和运输效率低。且周转箱整体注塑,一旦损坏整体报废。周转箱箱体无缓冲性,内部货品都需要外包装,产生了二次运输包装问题且降低了箱体空间利用率。周转箱使用捆扎绳进行封箱操作,造成资源浪费且安全性差,因此设计运用在包装和物流领域的具有运输包装特性的组合式共享周转箱及众包运输模式,来提高周转箱的利用率,降低运输成本。同时组合式共享周转箱因其可靠性和低成本,可以减少二次运输包装产生的环保问题。

1 周转箱功能性设计

1.1 信息系统架构

周转箱根据应用场合的不同可以分为最小系统、基本系统和综合系统,见表1。带有综合系统的周转箱,还可用于监控性需求较高的药品、烟酒和奢侈品行业,最近热议的茅台酒掉包事件,就是因为缺少可靠的运输过程中的监控措施。用于众包物流的周转箱,还要在综合系统的基础上增加 MEMS 加速度传

感器模块,监测运输过程中受到的冲击振动,是众包环节最重要的模块。

表 1 电子模块
Tab.1 Electronic module

系统名称	电子模块	应用场合
最小系统	双 RFID 标签	仓储
基本系统	最小系统+蓝牙+电子记录锁	共享
综合系统	基本系统+NB-IoT+加速度传感器	共享/众包

共享周转箱用众包运输模式系统见图1,其特征是:由综合系统(子系统1、锁信息控制系统2、标签标识3)和客户端云平台4组成;客户端云平台4中,云平台的后台服务器在服务平台内,客户手机端APP在客户手机里,众包实施人手机端APP在众包实施人手机里,RFID读写器处于工作场所^[6]。

子系统1中,微处理器通过信号通过NB-IoT模块得到来自基站的地理信息;通过信号采集得加速度传感器测量的振动冲击数据信息;在远程运输时通过NB-IoT模块与后台服务器实现远程无线通讯,在工作现场操作时通过Bluetooth模块与后台服务器实现近程无线通讯。微处理器连接锁信息控制系统2中的电子锁驱动完成电子锁开闭,或通过位移传感器,采集到箱盖开启信息。标签标识3中,超高频RFID标签是主要标识。客户端云平台4中,云平台的后台服务器是核心,客户和众包实施人手机端均与后台服务器远程无线连接;RFID读写器与后台服务器网络连接来获取共享周转箱入库信息以及箱内的货物信息。

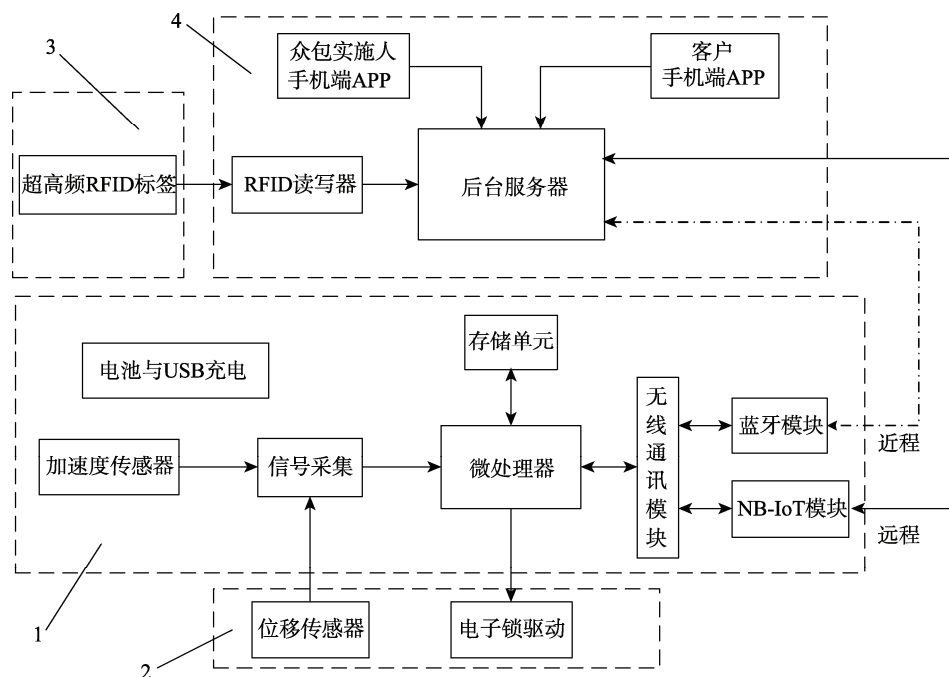


图1 系统结构原理

Fig.1 Principle of system structure

不同于共享单车、货车整车配货模式，共享周转箱既是共享载体，又和网络平台组成众包运输的商业模式。个人和公司司乘人员都可作为众包实施人，利用运输车辆，装运共享周转箱。

1.2 结构设计

周转箱外形与电商周转箱类似，均为斜插式箱体，但采用组合式结构，见图 2—3。金属内框架为骨架，4 个侧面及底面上塑料板与内框架接触，外侧是包边，包边为整体，靠内六角圆头螺钉和铆螺母将包边和塑料板固定在内框架上。箱盖也分为左右 2 部分，通过金属铰链芯轴联结内框架。锁及电子模块部分通过螺栓固定在异形截面条内部^[7]；塑料底板由内侧高强度膜、中间的缓冲层和外侧的塑料方盘粘接成型；箱体侧壁和箱盖由于不需要较高的缓冲性，只需要粘接较薄的缓冲层。所设计缓冲层可以是实心海绵、橡胶或非织造材料等缓冲材料。

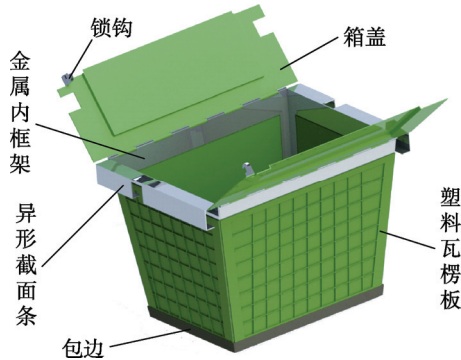


图 2 周转箱 3D 示意
Fig.2 3D schematic diagram of turnover box

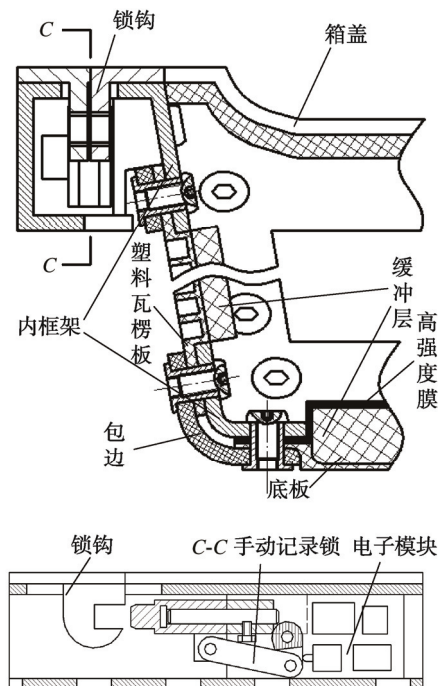


图 3 结构剖视图
Fig.3 Cross-sectional view of structure

1.3 尺寸设计

常用的物流包装的长度和宽度的比值有 3/2, 4/3, 5/4, 6/5 等^[8]，组合分割法确定的物流包装的长度和宽度可以在托盘上组合码成各种形式有利于托盘的利用^[9]。电商周转箱和共享周转箱长宽比都为 4/3。2 种周转箱的体积质量比皆为 21 L/kg，见表 2。

表 2 周转箱数据对比 Tab.2 Data comparison of turnover box			
种类	长×宽×高/mm	体积/L	质量/kg
电商	760×570×625	171	8
共享	720×540×505	144	7

按照电商周转箱所选用进行干线运输的 40 高柜货车的车厢内尺寸 11800 mm×2130 mm×2720 mm 进行计算，电商周转箱的最大箱数为 15×3×4=180 箱，周转箱的最大箱数为 16×3×5=320 箱，有效体积为 33 120 L，比电商周转箱的 30 780 L 多出了 7.6% 的有效体积，大大增加了运输的效率。运转箱的倾斜角度选取，是考虑到空箱叠放时，2 个箱子通过异形截面条支撑，可恰好贴合又不会相互挤压，通过初步设计，周转箱最大厚度位于侧面底部螺钉处，为 8.5 mm，异形截面条高度为 70 mm，同时考虑到几何斜度对极限载荷的影响^[10]，最终选为 7°。

1.4 成本及市场分析

每只周转箱材料成本约为 90 元/只，考虑到新产品进入市场需要较多的推广活动、销售量逐渐增加，预测每只运转箱的仓储、管理、销售成本为 60 元/只，总成本为 150 元/只。同尺寸的塑料周转箱为 177 元/只。

第三产业电子商务空前发展，但是我国的周转箱拥有量却不高；商家降低成本的需求日益提升；国家对物流的扶持政策增多，同时提倡绿色环保的大环境；消费者对货品信息安全性和拆装便利的需求提高。以上几点就是对于市场前景的分析，共享周转箱能很好地契合以上几点需求，具有较好的市场前景。

2 底板静态承载能力有限元分析

2.1 底板模型的建立

为了使体积质量比相同或高于电商周转箱，对零件进行轻量化设计。以底板为例，底板作为周转箱装载货物时承重的核心部位，其强度关系着整个箱体的承载能力及运输时的稳定性，因此底板的强度至关重要。底板的材料选择与电商周转箱一致，为环保型 PP 塑料^[11]，且可再生^[12]。尺寸为 550 mm×410 mm×4 mm，底面分布有斜方向的加强筋。电商周转箱底部尺寸为 565 mm×465 mm×4 mm，在密度同为 0.92 g/cm³

情况下,该周转箱质量比电商周转箱质量少 150 g。

2.2 静力学求解

查阅相关资料可知,周转箱的单箱承载质量为 40 kg。仅以底板为研究对象,使用 Ansys Workbench15.0 软件进行静力分析^[13-14]。材料属性:弹性模量为 890 MPa,泊松比为 0.42,密度为 0.92 g/cm³。将模型的上凸面约束,在内凹面上施加 400 N 的力,计算从而获得静力解变形见图 4。

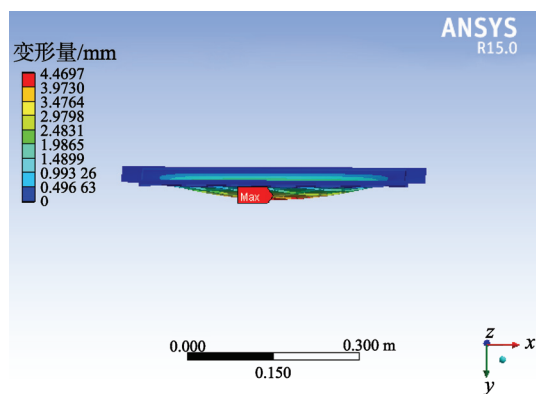


图4 底板变形

Fig.4 Baseplate deformation

2.3 结果分析

由图 5 可知,底板在承受 400 N 的力时会发生形变,最大变形为 4.47 mm。分析底板的变形量主要是考虑到周转箱抬起再放下时,如果中间部分变形量过大,会率先与地面产生接触,久而久之底板中间部分会因为磨损而损坏,考虑到目前底板的变形量以及周转箱外部还有包边的存在,可以认为正常使用情况下底板不会有问題。

3 共享周转箱的优点

该周转箱以轻量化、小型化的集装箱为设计理念,结合斜插式周转箱的箱体优点,实现其标准化、模块化、信息化,同时还有良好的运输包装特性。标准化、模块化、信息化组合式共享周转箱的优点如下所述。

1) 组合式可靠性。箱体为组合式,零件损坏可单独更换,大大提高了周转箱的使用寿命,降低了生产成本。异型截面条既能在周转箱堆垛和空箱套叠时承载,还能在搬运时充当把手,提高了用户体验^[15]。

2) 良好的缓冲性。底板有内部填充物,箱体四周及箱盖粘接有缓冲层,提高了箱体的缓冲性,减轻冲击振动带来的伤害,保证了货品安全。

3) 模块功耗低。电子锁模块的选用主要是考虑到整个模块的功耗,采用手动记录锁代替电驱动锁,省去了开锁时电机转动带来的损耗;采用 NB-IoT 模

块而非 GPRS 模块,也是考虑到后者通讯时带来的巨大损耗。

4) 可近/远程通讯。近程可通过蓝牙与手机客户端连接进行通讯;远程可使用 NB-IoT 进行通讯或者通过蓝牙与运输人员手机连接,通过运输人员的手机与用户进行通讯。

5) 库内定位精度高。带有双 RFID 超高频标签的周转箱,可以依靠库内 RFID 读写器和 AGV 小车进行精准定位。通过三角形算法计算待测点位置,即分别以 RFID 读写器、AGV 小车为圆心,以其到双 RFID 标签中的一个的距离为半径画圆,加上双 RFID 自身的圆形,所得 3 个圆形的交点即为待测点位置。

6) 安全性可监控。共享周转箱在外运输时,NB-IoT 的远程信息传递,在 MEMS 加速度传感器检测、GPS 和 NB-IoT 定位下,具有记录冲击状态参数、发生地点,在冲击异常情况发出警示,提示开箱查验,并通过云平台的大数据分析,追溯、鉴定责任。

7) 记录锁环保性。使用电子锁或者手动记录锁代替封胶带或者捆扎带进行封箱,可以大量减少封胶带的使用,非常环保。

4 结语

以实现周转箱的环保可持续发展及提高其利用率和降低物流运输成本为目标,所设计组合式共享周转箱以及以共享周转箱为基础建立的众包运输平台,可大大提高利用率和运输效率。并且通过内部循环使用、回收和再生产能减少和消除电商模式下运输包装材料的消耗及其产生污染。具有双 RFID 周转箱是一种新型物流装备,拟从企业内部物流切入,到电商同城运输、跨市运输。在设计、应用、管理等方面牵涉的问题非常多,如流通过程中各种载荷的确定,详细的结构设计、材料选择和工艺研究,周转箱的应用管理以及周转箱应用后的回流问题等。这一系列的问题都需要开展详尽的理论研究与实践改进。

参考文献:

- [1] 田治江. 电商与物流协同发展智能和绿色成为新亮点[N]. 现代物流报, 2018-01-29(A02).
TIAN Zhi-jiang. Collaboration Between E-commerce and Logistics Smart and Green Become New Highlights[N]. Modern Logistics reported, 2018-01-29 (A02).
- [2] 陈婉. 《中国智慧物流末端配送趋势报告》发布末端配送的未来形态呈现五大趋势[J]. 环境经济, 2018(2): 24—27.
CHEN Wan. "Report on the end distribution trend of China's smart logistics" Released the Future Form of Terminal Distribution are in Five Trends[J]. Environ-

- mental Economy, 2018(2): 24—27.
- [3] 章军, 章佳平, 俞哲, 等. 电商模式下塑料瓦楞板组合式周转箱应用[J]. 包装工程, 2018, 39(1): 157—161.
ZHANG Jun, ZHANG Jia-ping, YU Zhe, et al. Application of Plastic Corrugated Plate Combined Box in the E-commerce Mode[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(1): 157—161.
- [4] 胡国华. 共享托盘和周转箱需求旺 三大问题仍然不容忽视[N]. 现代物流报, 2017-12-13(A08).
HU Guo-hua. Sharing Pallets and Turnover Boxes are in Great Demand, Three Big Problems cannot be Ignored[N]. Modern Logistics Reported, 2017-12-13 (A08).
- [5] 周金华. 众包物流模式下生鲜电商行业发展研究[J]. 科技和产业, 2016, 16(5): 33—35.
ZHOU Jin-hua. The Research of Fresh Food and E-commerce Industry Under the Crowdsourcing Logistics Pattern. Science Technology and Industry, 2016, 16(5): 33—35.
- [6] 章军, 吕兵. 物流共享载体用冲击位置记录的 RFID 和 NB-IoT 系统: 中国, 201710749665.6[P]. 2017-12-29.
ZHANG Jun, LU Bin. RFID and NB-IoT System for Impact Location Record of Logistics Sharing Carrier: CN, 201710749665.6[P]. 2017-12-29.
- [7] 章军. NB-IoT 技术 RFID 超高频标签与振动传感的周转箱: 中国, 201710479523.2[P]. 2017-10-13.
ZHANG Jun. Turnover Box with NB-IoT Technology RFID Ultra High Frequency Tag and Vibration Sensing: CN, 201710479523.2[P]. 2017-10-13.
- [8] 武丽丽. 塑料周转箱力学性能分析及结构优化设计[D]. 西安: 西安理工大学, 2011.
WU Li-li. the Mechanical Property Analysis And Structural Optimization of Turnover Box[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2011.
- [9] 陈淑荣, 曹国荣. 基于托盘尺寸标准的包装件尺寸标准相关问题研究[J]. 北京印刷学院学报, 2012, 20(6): 35—37.
CHEN Shu-rong, CAO Guo-rong. Studying of the Problems Related to Packaging Size Standard Based on the Standard Pallet Dimensions[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2012, 20(6): 35—37.
- [10] 王章苹, 张业鹏. 基于 ANSYS 仿真分析纸浆模塑类材料结构对缓冲性能的影响[J]. 包装工程, 2006, 27(5): 4—5.
WANG Zhang-ping, ZHANG Ye-peng. Study of the Influence of Paperpulp Material Structure on Cushion Performance with ANSYS Simulation[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 4—5.
- [11] 高昕包装制品(上海)有限公司. 环保型 PP 塑料中空板周转箱及隔档[J]. 上海包装, 2015(10): 35—37.
Gaoxin Packing Products Company. Environmental Protection Type PP Plastic Hollow Plate Turnover Box and Spacer[J]. Shanghai Packaging, 2015(10): 35—37.
- [12] 司芳芳. 废旧 PP/HDPE/云母复合材料的制备及其性能研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2017.
SI Fang-fang. Study on Preparation and Properties of Waste PP/HDPE/MICA Composite Material[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2017.
- [13] 韩耀顺. 摩托车座垫底板的有限元分析及优化设计[D]. 重庆: 重庆大学, 2014.
HAN Yao-shun. Finite Element Analysis and Optimization Design of Motorcycle Seat Plate[D]. Chongqing: Chongqing University, 2014.
- [14] 郭建华. 基于 ANSYS Workbench 的汽车车架静力学分析[J]. 长春师范大学学报, 2017, 36(6): 20—22.
GUO Jian-hua. Static Analysis of Automobile Frame Based on ANSYS Workbench[J]. Journal of Changchun Normal University, 2017, 36(6): 20—22.
- [15] 肖洒, 郭春宏. 功能需求与用户体验下的快递包装设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 263—268.
XIAO Sa, GUO Chun-hong. Express Packaging Design focus on the Functional Requirements and User Experience[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 263—268.