

基于 TRIZ 的餐具自动包装整理机分析与设计

The analysis and design of automatic feeder for tableware based on TRIZ

尚 欣 陈 亚 谢新义 伍渊远 张呈彬

SHANG Xin CHEN Ya XIE Xin-yi WU Yuan-yuan ZHANG Cheng-bin

(宁夏大学机械工程学院, 宁夏 银川 750001)

(School of Manufacturing and Engineering, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750001, China)

摘要:针对餐具清洗消毒包装中存在效率低, 劳动强度大和环境恶劣, 且可能有二次污染的问题, 利用 TRIZ 理论, 根据餐具的特点设计一种可以自动理料的餐具包装整理机。该餐具包装整理机包括输送和整理系统; 整理系统包括固定架、分料装置、整理装置和调节装置, 调节装置可对整理装置进行调节, 通过调节分料装置的高度限位组件和宽度限位组件, 可以适用不同高度和口径的餐具; 输送系统实现餐具的输送; 最后, 使得餐具在包装前实现了自动理料。

关键词: 餐具; 包装; 理料; TRIZ

Abstract: Aimed at problem that low efficiency, labor-intensive and harsh environments, and there is secondary pollution in tableware cleaning sterilization packaging, according to the characteristics of tableware, a automatic feeder was design by TRIZ to solve these problem. This automatic feeder included conveyor systems and sorting systems, while, the sorting system including holder, sub-feeding device, and the adjusting device, which can adjust the finishing device by adjusting the height limit component and the width limit of the dispensing device. The components could be used for tableware of different heights and calibers, and the transportation system could realize the conveying of tableware. Finally, the tableware was achieved automatic sorting in front of the packaging.

Keywords: tableware; package; sorting; TRIZ

餐具包括杯子、碗、碟子及勺子等, 酒店、食堂等公共用餐场合是使用餐具较多且重复利用最频繁的地方, 致病菌极易通过餐具传播^[1]。因此餐具的清洗消毒和自动包装是餐饮业防止病菌传播的有效方式, 为此, 中国推行了餐具集中消毒政策以保证餐饮业的卫生, 一般使用餐具清洗消毒设备和通用包装机的方式对餐具进行清洗消毒。因清洗设备与包装设备不配套, 在包装前需大量人力进行整理, 不仅效率

低, 不能充分发挥清洗设备和包装设备的潜力, 还存在已消毒过的餐具再次污染的情况。对整理设备的研究, 目前主要集中在工业应用领域, 如黄银华等^[2]设计了一种管棒料包装自动上下料装置; 赵仕奇等^[3]设计了用于卫生香包装的上料装置; 张凯等^[4]研究了棉麻纤维液氨改性成套设备上下料系统设计; 陈文平^[5]对一种板片料整理装置的轨道进行了设计; Okabe 等^[6-9]在基于传感器的智能振动传输方面也进行了大量研究, 而且还尝试了在振动传输装置上加压缩空气喷嘴代替工业机械臂完成工件剔出动作的研究。Gunther 等^[10]根据操作性能优化设计了模块化给料装置; 赵建城等^[11]对全自动灌装机结构进行了设计。目前餐具包装中一般采用专用清洗机清洗, 然后人工整理再利用通用包装机进行包装。另由于餐具的种类较多, 尺寸复杂, 整理过程中需要考虑清洗设备的效率与通用包装机效率相匹配。因此, 解决餐具包装前理料中存在的问题是设计餐具包装整理机的关键, 为此, 采用 TRIZ^[12-14] 理论, 通过分析其理想性解和功能分析, 获得存在的矛盾, 然后利用矛盾冲突解决方法来实现技术突破, 根据效率匹配, 拟设计一种 3 路整理理料装置用于与清洗设备和通用设备形成餐具清洗消毒自动包装线。

1 TRIZ 分析

1.1 需求和功能分析

经实地调查发现, 采用清洗机和通用包装机械的餐具清洗消毒包装线, 存在二次污染的风险, 可能致餐具细菌含量超标, 存在公共卫生隐患。采用自动清洗包装设备可解决上述矛盾。经查阅相关文献^[14-16]和实地调研, 餐具的处理工艺流程为, 将餐具上料到清洗消毒设备, 清洗去除餐具上的食物残渣和油渍, 后消毒, 根据采用的消毒类型, 决定后续是否再清洗, 然后烘干, 人工检查和整理, 输送到包装机进行包装, 装箱。常见的消毒方法有臭氧+紫外+中温三重消毒、蒸汽式消毒、电子高温消毒、煮沸、化学消毒法, 如何对已消毒处理后不同规格的餐具进行整理, 使其适应后续包装机的包装要求, 需要设计一款能够满足且适应这些餐具形状、尺

基金项目: 西部一流重大创新项目(编号: ZKZD2017010)

作者简介: 尚欣(1971—), 男, 宁夏大学教授, 博士。

E-mail: xkshangx@163.com

收稿日期: 2018-06-29

寸变化及自动整理的餐具整理机,效率能够与清洗消毒和包装机相匹配等功能要求。根据现场调研,具体餐具整理机设计应该满足一台清洗消毒设备所清洗的数量为2 000~4 000只/h,经过整理机进行整理分三路传输到3个包装机设备上从而完成集清洗、整理与包装整个工序。该整理机按照平均2 000只/h计算则每路传输数量为667只/h,根据需求,结合TRIZ理论确定设计方案。

1.2 基于TRIZ的创新方案总体设计

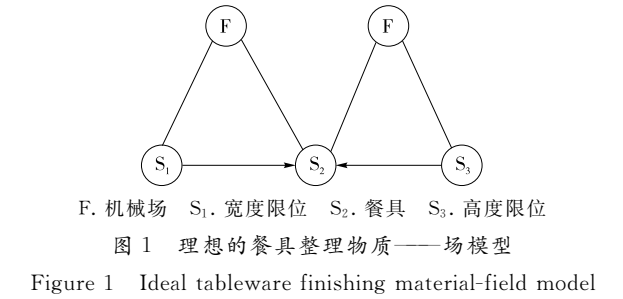
针对餐具具有形状不规则、容易破碎(瓷器)、易与整理机发生摩擦、整理的效率低的特性,基于TRIZ理论进行创新性方案设计,设计一种具有可调装置的“三路”自动包装整理机。由于餐具种类形状不规则,根据TRIZ理论技术矛盾则需要设计多种适合餐具形状的整理机,机器虽满足了整理要求,却大大增加了制造成本。另外根据功能分析,获得设计中的矛盾有:尺寸变化、形状变化与效率、适应性及多用性、自动化程度之间的矛盾,查阅TRIZ矛盾解决矩阵^[17]可以得到这些矛盾的原理解,尺寸变化为编号3,形状变化为编号12,餐具包装整理机需要的适应性和多样性编号为35,自动化编号为38,效率为39,则3、12所在的行与35、38、39所在列的交点中数字,就代表解决这些矛盾的原理解。各矛盾可用的原理解见表1。

表1 餐具整理机技术矛盾原理解

Table 1 Solution to the contradiction matrix of automatic feeder for tableware

恶化参数	改善参数 1	改善参数 2
35	14,15,1,16	1,15,29
38	17,24,26,16	15,1,32
39	14,4,28,29	17,26,34,10

查阅TRIZ理论可知,在餐具与餐具整理机之间存在一种物质——场模型。如图1所示为分析餐具整理的理想化模型。为适应各种不同的尺寸需要有高度和宽度方向上的限位装置,二者直接对餐具作用达到整理不同形状餐具的要求,并在机械场作用下完成自动输送。根据TRIZ理论还可知,这些原理解及其提示词分别为分割,把物体分割成相互独立的,或容易组装和拆卸的部分。因此根据发明原理、分离原理,将餐具的理料分解为不同种类,将理料和输送分离,在清洗时预先将餐具分类清洗,使每次包装都是对同一类;根据TRIZ理论提示词:为实现预操作功能由直线、平面向曲线或曲面转变以提高效率,然后将餐具三维方向的尺寸利用曲面化原理分解成宽和高两个方向进行调节;为满足动态化要求将不动的物体变成移动的,或者将物体分成相互移动的几部分,根据餐具清洗和理料要求,将餐具理料工艺动态化,在输送中随时理料;同时可通过维数变化改变运动维数、利用中介物、复制品替代物、机械系统的替代,将理料装置的调节转化为二维,以适应餐具尺寸的变化;对非对称结构部分通过改变对称性或增加不对称性,来实现增强功能,为了实现多路理料,利用理料件实现动态理料,并将理料件



和导向件复制对分实现多路理料。在确定了整体方案和各部分方案后,进行具体的结构设计。

2 餐具包装整理机结构设计

在求解过程中,应该对每一条相应的原理作解决技术矛盾方案的尝试。根据尝试分析的结果,结合实际工程的要求,拟定方案:餐具整理机包括整理系统和输送系统。整理系统安装于输送系统上,输送系统包括安装架、电机和输送带,安装架包括底座、安装于底座上的支撑架、安装于支撑架上的第一横梁、安装支撑架和第一横梁上的托辊,电机安装于底座上,输送带安装于托辊上,具体组成见图2~7。

输送系统如图8所示,安装架、输送带、第一横梁、托辊、输送系统是整理机能够正常工作的重要组成部分,根据上述方案的拟定、设计所要达到的工作要求等设计出所要达到的

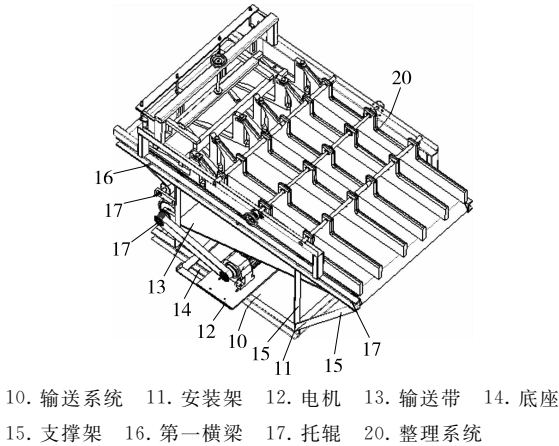


图2 餐具整理机组装图

Figure 2 Assembly diagram of feed

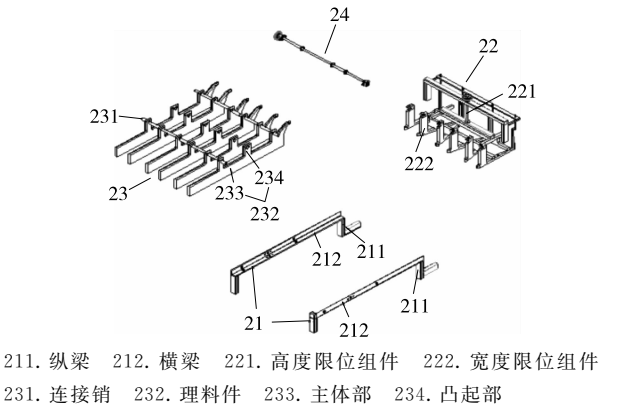
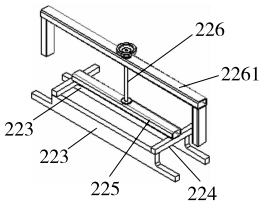


图3 整理系统爆炸图

Figure 3 Exploded diagram of feeder

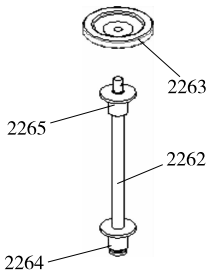
带式输送机,由于整理机工作过程相对单一、简单,采取工程上较为保守的计算方法,故在此满足工作条件、输送整理要求采用简化的经验计算方法。其驱动功率按式(1)^[18]计算。



222. 限位件 224. 连接件 225. 第二横梁 226. 调节机构
2261. 可调座

图 4 高度限位组件组装图

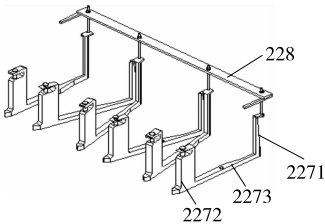
Figure 4 Assembly diagram of Height limit



2262. 高度调节螺栓 2263. 第一手轮 2264. 高度调节座
2265. 高度调节螺母

图 5 调节机构组装图

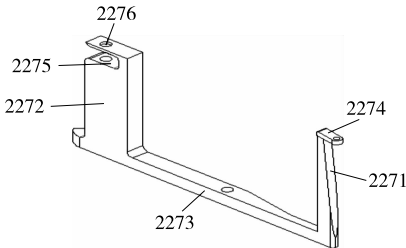
Figure 5 Assembly diagram of adjusting mechanism



228. 第二固定架 2271. 第一连接臂 2272. 第二连接臂 2273. 连接部

图 6 宽度限位组件组装图

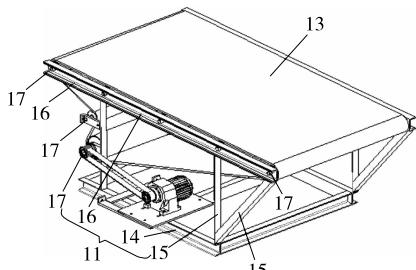
Figure 6 Assembly diagram of width limit



2274. 转臂 2275. 凹部 2276. 固定孔

图 7 导件图

Figure 7 Diagram of guide part



11. 安装架 13. 输送带 16. 第一横梁 17. 托辊

图 8 输送系统组装图

Figure 8 Diagram of transportation

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 0.06 f W v \frac{L + l_0}{367} + f Q_t \frac{L + l_0}{367} \pm \frac{H Q_t}{367}, \quad (1)$$

式中:

- P ——所需的驱动功率,kW;
- P_1 ——空载所需驱动功率,kW;
- P_2 ——水平运输物料所需驱动功率,kW;
- P_3 ——提升物料所需驱动功率,kW;
- f ——托辊的转动摩擦系数;
- W ——除物料外运动部分的质量,kg/m;
- v ——带速,m/min;
- L ——输送机的长度,m;
- l_0 ——中心距修正值,m;
- H ——提升高度(上升或下降的垂直高度),m;
- Q_t ——输送量,t/h。

托辊的转动摩擦系统 f 和中心距修正值可查手册,经计算得带式输送机驱动功率为 3 kW。

餐具整理机主要技术参数见表 2。

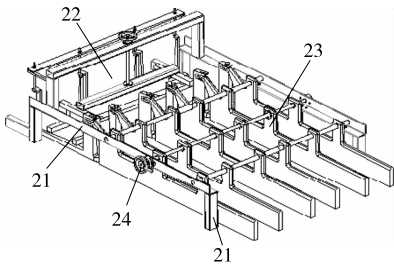
餐具整理系统组装如图 9 所示,第一固定架安装于安装架上,分料装置安装于第一固定架的后端,整理装置安装于第一固定架的前端和中间,调节装置安装于第一固定架的中间位置,调节装置与整理装置连接;第一固定架包括纵梁和横梁,纵梁设置于安装架的上端,横梁设置于纵梁上端,横梁上设置通孔。

分料装置包括限位机构和调节机构,限位机构包括高度限位组件和宽度限位组件,高度限位组件包括限位件、连接件和第二横梁,连接件设置于限位件上,连接件上设置第二横梁,第二横梁的中间位置设置通孔,宽度限位组件包括导件和安装导件的第二固定架,导件为一“凹”状,导件的一端安装于第二固定架上,另一端与整理装置组装,调节机构包括可调座、高度调节螺栓、第一手轮、高度调节座和高度调节螺母,可调座组装于第二横梁的通孔中,高度调节螺母安

表 2 主要技术参数

Table 2 Main parameters

长/ mm	宽/ mm	高/ mm	电机转速/ (r · min ⁻¹)	调速范围/ (m · s ⁻¹)	整理能力/ (Pcs · h ⁻¹)	输送机驱动 功率/kW
2 000	1 600	1 300	1 440	0.2~1.2	2 000	3



21. 第一固定架 22. 分料装置 23. 整理装置 24. 调节装置

图 9 整理系统组装图

Figure 9 Diagram of feeder

于高度调节座中,高度调节螺栓贯穿高度调节螺母中,一端组装于可调座中,另一端与第一手轮组装。

整理装置包括连接销和理料件,理料件设置主体部和凸起部,凸起部设置于主体部的上端,凸起部设置通孔,连接销穿过凸起部的通孔后组装于第一固定架上;调节装置包括调节螺栓、带座轴承、调节螺母和二手轮,带座轴承安装于第二横梁的通孔中,调节螺母安装于理料件凸起部的通孔中,调节螺栓贯穿带座轴承、凸起部的通孔和调节螺母,二手轮安装于调节螺栓的一端上。

上述限位件包括第一限位件和第二限位件,第一限位件和第二限位件的形状为一“凸”字状,上述连接件为长方体状,连接件设置于第一限位件和第二限位件上;上述第二横梁设置于连接件上。上述导件包括第一连接臂、第二连接臂和连接第一连接臂与第二连接臂的连接部,高度限位组件安装于第一连接臂、第二连接臂与连接部围成的“凹”形状内部,第一连接臂端沿着与第一连接臂垂直的方向朝外延伸形成转臂,转臂设置通孔,第一连接臂与连接部连接的位置处设置圆倒角,第二连接臂顶端设置凹部,第二连接臂顶端设置固定孔。上述理料件的主体还设置与导件连接的衔接部,衔接部端设置通孔,衔接部与第二连接臂的凹部通过销轴连接,凸起部包括第一凸起部、第二凸起部和第三凸起部,分别于各凸起部顶端处设置通孔,上述第一凸起部和第三凸起部的通孔与连接销配合组装,两个理料件为一组,理料件的第二凸起部的通孔安装调节装置的调节螺母。

实际工作时需要调整 2 个理料件之间的宽度,作用于二手轮而转动调节螺栓,调节螺栓作用于调节螺母,调节螺母带动理料件移动,理料件的衔接部带动导件的第二连接臂移动,从而调节一组理料件的 2 个理料件之间的距离及导件与导件之间的距离。

3 结论

本研究在符合效率能够与清洗消毒和包装机相匹配等功能要求的工序前提下,着重对整理装置进行了设计。结果表明,可以减少使用人员数量,防止二次污染,同时提高了作业效率,具有较好的使用价值。

通过前人对输送整理的工业相关研究,本试验针对餐具整理机的输送系统、分料装置和整理装置对清洗消毒后的餐具实现机械化,降低人工成本可达 40%~55%,同时设备通过调节装置满足整理要求,对分料装置的高度限位组件和宽

度限位组件调节,使得餐具整理机可以对高度和口径不同餐具经过调节后达到自动整理的目的,相较于其他设备具有更好的适应性,且可以与通用包装机匹配连接,故而经济性也较好。本研究尚未涉及到整理装置进行控制系统方向研究,这是未来研究努力的方向也是自动化程度的一个重要衡量指标。

参考文献

[1] 马莺华, 平湖市. 1993~2003 年细菌性食物中毒原因分析[J]. 浙江预防医学, 2004, 16(7): 10-12.

[2] 黄银花, 赵仕奇, 殷红梅, 等. 管棒料包装自动上下料装置的设计开发[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 71-74.

[3] 赵仕奇, 黄银花, 何晓佑, 等. 卫生香包装振动上料装置研究[J]. 包装工程, 2013, 34(23): 84-87.

[4] 张凯. 棉麻纤维液氨改性成套设备上下料系统设计[J]. 包装工程, 2012, 33(5): 93-97.

[5] 陈文平. 一种板片料整理装置的轨道设计[J]. 机械设计, 2012, 29(3): 82-84.

[6] OKABE S, KAMIYA Y, TSUJIKADO K, et al. Vibratory feeding by non-sinusoidal vibration optimum wave form of vibration, acoustics, stress and reliability design[J]. ASME Transaction, 1985, 107: 188-195.

[7] EMILIANO Mucchi, RAFFAELE D G, GIORGIO D. Elastodynamic analysis of vibratory bowl feeders: modeling and experimental validation[J]. Mechanism and Machine Theory, 2013, 60: 60-72.

[8] CHAO P C P, SHEN C Y. Dynamic modeling and experimental verification of a piezoelectric part feeder in a structure with parallel bimorph beams[J]. Ultrasonics, 2007, 4(3): 205-218.

[9] WIENDAHL H P, RYBARCZYK A. Using air stream for part feeding systems-innovative and reliable solutions for orientation and transport[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003, 138: 189-195.

[10] 赵建城, 李树. 全自动粉料灌装机结构设计[J]. 包装与食品机械, 2005(1): 14-16.

[11] GUNTHER R, MICHAEL L. Design of a modular feeder for optimal operating performance[J]. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2010, 3(3): 191-195.

[12] 檀润华. 创新设计—TRIZ: 发明问题解决理论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 7-11.

[13] 尚欣, 刘晶. 基于 TRIZ 的卷筒纸包装机折边机构设计[J]. 包装工程, 2011, 32(4): 76-79.

[14] 李金川, 郑毅敏, 胡槐庆, 等. 基于 TRIZ 的旋转分离式宝塔菜联合收获机设计[J]. 农机化研究, 2017, 39(4): 149-153.

[15] 张克胜. 饮食摊点群餐具集中消毒的做法与体会[J]. 预防医学文献信息, 2003(6): 727.

[16] 李永辉. 吉林市集中式餐具消毒现状调查及对策分析[D]. 长春: 吉林大学, 2011: 17-26.

[17] 孙永伟. TRIZ 打开创新之门的钥匙[M]. 北京: 科学出版社, 2015: 214-221.

[18] 宋伟刚. 通用带式输送机输送[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 40.