

doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2015.06.013

文章编号:2095-6002(2015)06-0078-05

引用格式:张有良,孙建华,李丽阁,等. 纸箱包装机连续高速纸板供给机构的设计探讨[J]. 食品科学技术学报,2015,33(6):78-82.



ZHANG Youliang, SUN Jianhua, LI Lige, et al. Design and research of continuous high-speed supply mechanism for pasteboard of carton packaging machine[J]. Journal of Food Science and Technology, 2015,33(6):78-82.

# 纸箱包装机连续高速纸板供给机构的设计探讨

张有良<sup>1</sup>, 孙建华<sup>2</sup>, 李丽阁<sup>1</sup>, 王李刚<sup>1</sup>, 韩晨<sup>1</sup>, 白冰玉<sup>1</sup>

(1. 轻工业西安机械设计研究院, 陕西 西安 710086; 2. 轻工业钟表研究所, 陕西 西安 710061)

**摘要:** 纸板供给是高速纸箱包装机的瓶颈之一,为了满足 80 箱/min 纸箱包装机的供板需求,提出垂直与水平相结合的解决方案。垂直输送技术比较成熟,实际应用比较普遍,为了提高水平输送速度,提出采用纸板水平短距离移动机构和对辊输送机构相配合的设计方案,对各部件工作原理及结构原理进行分析,论述设计的合理性和实用性,实现快速输送。

**关键词:** 纸箱包装机; 取纸板机构; 输送机构; 创新设计; 对辊输送

**中图分类号:** TS206.2

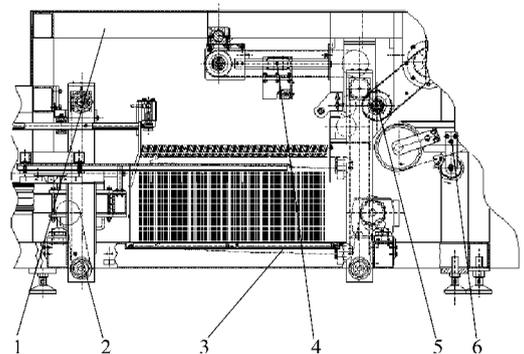
**文献标志码:** A

啤酒饮料包装生产线随着电子技术、传动技术、自动控制技术的进步,瓶装生产线的灌装能力达到 5 万瓶/h、易拉罐灌装生产线达到 7 万瓶/h 的水平。相应的啤酒饮料干包生产线的纸箱包装机和热缩膜包装机的包装速度要求大幅度提高。现有纸箱包装机包装,受纸板取送、纸箱成型封合等机构的局限性,包装速度最高达到 60 箱/min,其中纸板的取送是最大的瓶颈。针对啤酒、饮料设备市场发展的需要,通过技术创新,成功开发出 80 箱/min 的全自动纸箱包装机,为高速啤酒、饮料包装生产线提供配套装备。影响纸箱包装机包装速度的主要因素是纸板供给速度,通过纸板供给机构的创新设计,可以解决纸板供给的瓶颈,提高包装质量和速度<sup>[1]</sup>。

## 1 纸板供给机构

### 1.1 机构的组成

纸板供给机构主要由纸板批量水平输送机构、纸板间歇垂直输送机构、纸板吸取(快速水平输送)机构、快速送板(不间断对辊输送)机构、纸板工位输送以及控制系统组成,如图 1。



1—机架总成;2—纸板垂直供给切换机构;3—纸板垂直供给机构;4—纸板吸取与水平输送;5—快速送板机构;6—纸板工位输送

图 1 纸板供给机构示意

Fig. 1 Diagram for pasteboard supply mechanism

### 1.2 纸板供给机构的控制系统

纸板供给机构的控制系统属于纸箱包装机控制系统的重要组成部分,如图 2。可编程控制器  $G_1$  通过 DI/DO 输入输出连接检测元件和执行元件,检测纸板的状况、机构执行位置,控制气缸动作等。触摸屏  $G_2$  通过 Modbus 与  $G_1$  连接,进行参数设置、屏幕操作等。通过 CANopen 总线对伺服或变频控制

收稿日期:2015-03-11

基金项目:2014 年陕西省重大科技创新项目(2014ZKC(一)-21)。

作者简介:张有良,男,教授级高级工程师,长期从事食品、饮料、乳品、包装机械等的电气设计和研究工作。

器  $A_1 \sim A_5$  参数设置与控制, 根据纸板供给工艺过程控制相应的电机或伺服电机。

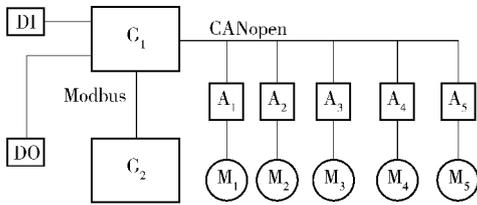


图2 纸板供给机构控制原理

Fig.2 Control theory for pasteboard supply mechanism

### 1.3 纸板供给系统工艺过程

纸板水平批量供给、纸板垂直供给和纸板水平输送完成纸板供给工艺。纸板水平批量供给将纸板从人工堆积工位, 通过两组辊筒输送链, 分别送到纸板储存工位和垂直供给工位。纸板垂直供给由主副供给(垂直)机构组成, 纸板减少到一定程度时, 由副供给(垂直)替换主供给机构, 主供给机构快速下降到底部, 水平批量供给补充纸板, 主供给机构快速上升替代副供给机构, 副供给机构退出, 达到垂直不间断供给纸板。纸板水平输送采用同步带快速平移输送与对辊旋转输送相结合的方式, 缩短水平输送过程的往返距离与对辊保持高速不间断运转, 通过控制系统按照包装机的包装过程, 周期性地实时控制对辊的相对位置, 实现纸板的高速、间歇水平输送功能<sup>[1]</sup>。

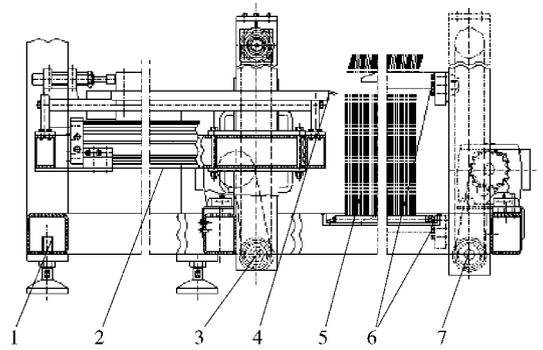
## 2 纸板不间断垂直供给的设计

### 2.1 纸板不间断垂直供给机构组成与原理

纸板垂直供给机构主要由副权、主权、副权水平移动机构、副权垂直移动机构、主权垂直移动机构和机架总成等组成, 如图3。所谓主副权就是权子形的插板, 托起纸板垂直移动供给纸板。副权的作用是纸板数量少到一定程度, 替代主权垂直向上移动, 主权迅速下移到初始位, 将批量纸板连续向上移动到供给工位。

### 2.2 副权机构组成与作用原理

副权机构主要由水平移动部件、垂直移动部件、检测元件和副权组成。副权连接在无杆气缸上, 无杆气缸控制它水平移动, 无杆气缸安装在副权移动架上, 通过链条连接, 电机驱动上下移动, 如图3。副权作用是辅助主权垂直间歇供给纸板, 通常情况下在初始位, 当主权上升到一定程度, 无杆气缸驱动



1—机架总成; 2—副权水平移动机构; 3—副权垂直移动机构; 4—副权; 5—纸板; 6—主权; 7—主权垂直移动机构

图3 纸板垂直供给机构示意

Fig.3 Diagram for vertical pasteboard supply mechanism

副权水平伸出(主权快速向下移动取纸板), 替代主权垂直间歇向上移动, 供给纸板。当主权移动上升到移动工位时, 无杆气缸复位带动副权退回后垂直移动初始位, 完成一次辅助主权垂直供给纸板。

### 2.3 主权机构组成与作用

主权机构主要由垂直移动部件、检测元件和主权组成。主权在副权的配合下完成纸板的垂直间歇供给。批量的纸板由水平批量供给输送到初始位, 主权快速上升, 纸板上沿到达取板位时停止, 主权根据检测纸板垂直供给状态, 间歇垂直输送纸板(一般情况下, 根据吸盘收缩量, 每次上升3个纸板厚度)。根据工艺要求, 配合副权交替运行, 达到不间断间歇垂直供给纸板。

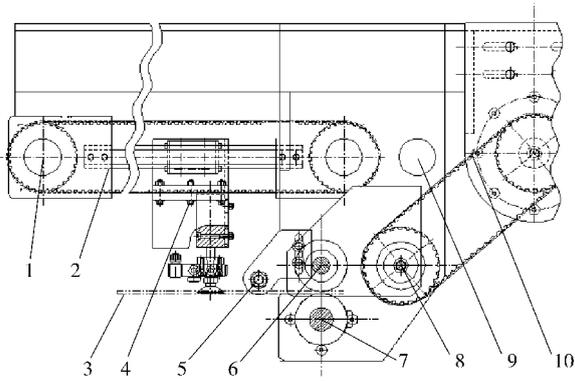
## 3 纸板水平供给机构的设计

### 3.1 纸板水平供给机构组成

纸板水平供给机构主要由纸板吸取与水平移动和对辊输送组成, 如图4。

纸板吸取与水平移动部件由水平移动传动、水平移动导向机构、抓手机构、机架和检测元件等组成。多组能够上下移动的抓手机构(根据纸箱板大小决定抓手数量)安装在同步齿形带上, 伺服电机驱动同步齿形带往复移动, 根据包装周期抓取纸板, 送入到对辊输送机构工位。

对辊输送部件由限位辊、上胶辊、下胶辊、对辊驱动、机架、上胶辊垂直移动机构和检测元件等组成。对辊输送部件将水平移动到位的纸板快速地输送到纸板输送链上, 直径相同的上下棍由电机驱动



1—水平移动传动;2—水平移动导向机构;3—纸板;4—抓手机构;5—限位辊;6—上胶辊;7—下胶辊;8—对辊驱动;9—上胶辊垂直移动部件;10—机架总成

图4 纸板水平供给机构

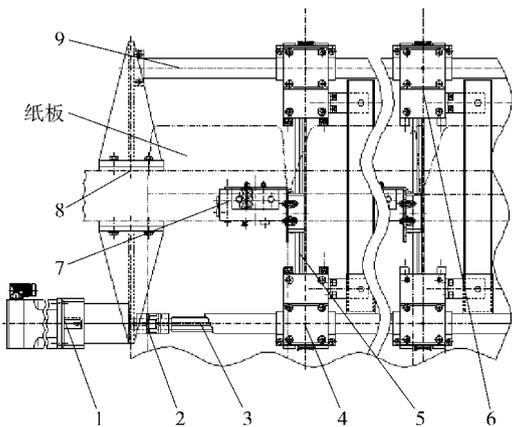
Fig. 4 Horizontal pasteboard supply mechanism

相向运转,通过上辊的升降控制机构,按照包装周期控制上辊的相对位置,达到周期性高速输送纸板<sup>[2-3]</sup>。

### 3.2 纸板水平输送机构

#### 3.2.1 水平输送机构的组成

水平输送机构包括动力驱动(伺服电机、减速机、联轴器)、传送部件(主驱动轴、主驱动轮、从驱动轮、同步带、法兰安装板、缓冲块)和限位检测元件等,如图5,驱动水平移动的伺服电机与包装机主驱动伺服电机,建立运动数学模型,在每一个包装周期内,按照该模型做主从同步控制运行<sup>[4]</sup>。



1—伺服电机;2—联轴器;3—主驱动轴;4—主驱动轮;5—导轨;6—调节机构;7—吸板机构;8—机架;9—被动轴

图5 纸板水平输送机构

Fig. 5 Horizontal pasteboard delivery mechanism

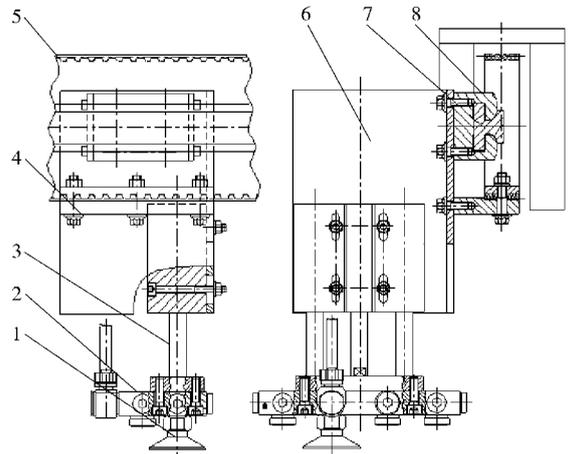
#### 3.2.2 水平移动机构的设计计算

包装机的工程设计速度为80箱/min,理论包装周期 $T = 60/80 = 0.75$  s,纸板从垂直供给工位到对

辊入口处的距离为定长,设定为 $L_1$ (65 mm左右),齿形带轮齿数为 $n$ ,节距为 $m$ ,旋转一周距离为 $S = mn$ (实际设计中,我们选定的 $S = 320$  mm),假设伺服电机额定转数4 500 n/min(75 n/s),减速机减速比 $k$ (常数设定为20),每秒旋转数为 $N_1 = 3.75$  n/s,在一个包装周期内,理论传送距离 $L = TN_1 S = 0.75 \times 3.75 \times 320 = 900$  mm,远大于 $L_1$ ,说明这样设计理论上合理,在实际控制中容易实现<sup>[4-5]</sup>。

### 3.3 纸板吸取机构的创新设计

纸板吸取机构由2(多)组吸取模块,固定在2组平行的、可调整相对位置的同步齿形传送带上组成。吸取模块由吸盘、吸盘安装板、气缸、连接板、气缸安装板、滑块、滑轨等组成,如图6。



1—吸盘;2—吸盘安装板;3—气缸;4—连接板;5—同步带;6—气缸安装板;7—滑块;8—滑轨

图6 吸纸板模块

Fig. 6 Sucking pasteboard module

吸盘安装板设计了2个吸盘安装位,可以组合成多种吸盘的安装方式,适应不同规格的纸箱板,或者通过直线轴承在滑轴上的移动将吸取模块调整至合适的位置,增强它的适应性。

其他装配关系是气缸固定在气缸安装板上,安装板固定在同步带上,滑块安装在气缸安装板上并通过滑轨导向。

控制系统按照包装周期,控制真空发生器,吸盘产生负压将纸板吸起,气缸通过电磁阀控制气缸杆相对位置,将纸板向上吸起准确输入到对辊输入机构的入口。

### 3.4 对辊快速输送纸板机构

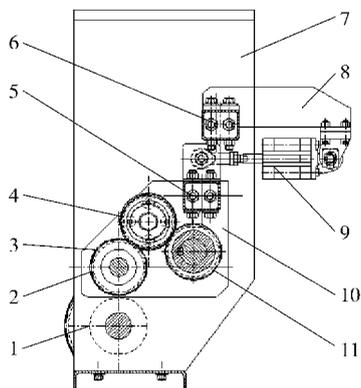
#### 3.4.1 对辊快速输送纸板机构的工作原理

对辊快速输送纸板机构工作原理是依靠上下对

辊相对运动输送纸板,调节控制上下棍的相对位置实现间歇输送,如图4。需要进纸板时,上胶辊提升,上下胶辊之间产生合适的间隙,吸取机构水平输送的纸板顺利进入两胶辊之间,上胶辊快速下落与下胶辊闭合,转动将纸板快速输送到纸板输送初始工位。该机构的创新点在于上下胶棍连续不间断运转的情况下,调节上胶辊与下胶辊的相对位置,达到连续间歇快节奏输送纸板。

### 3.4.2 对辊输送机构的传动系统

对辊输送机构的传动是一个常转系统,依靠调整上下胶辊的相对位置进行纸板的快速输送。移动用方钢连接移动侧板和驱动气缸,通过驱动缸动作带动移动侧板上下移动,实现上胶辊相对下胶辊的升降,达到间歇输送纸板功能,如图7。



1—下胶辊;2—上胶辊小齿轮;3—上胶辊;4—过渡小齿轮;5—驱动用方钢;6—固定方钢;7—主侧板;8—气缸安装架;9—驱动气缸;10—移动侧板;11—轴动小齿轮

图7 移动辊的传动机构

Fig. 7 Movable rubber revolve transmission

变频器控制的驱动电机依靠同步带传动大小齿轮传动等带动两胶辊的转动,如图4。下胶辊运转通过主动轴另一端安装大齿轮与下胶辊的大齿轮啮合。上胶辊安装在移动侧板上,上胶辊的传动依靠主动轴两端的小齿轮带动安装在移动侧板上两端的小齿轮,小齿轮与安装在上胶辊两端的小齿轮啮合,带动上胶辊转动<sup>[6-7]</sup>。

### 3.4.3 移动胶辊的升降机构

移动(上)胶辊安装在两端的移动侧板上,移动侧板固定在主轴上并且与移动方钢连接,固定方钢连接在不可移动的主侧板上,在固定方钢上安装气缸支座与驱动气缸尾部连接,如图7。驱动气缸杆

与移动方钢通过关节轴承相连接,驱动气缸杆复位拉动移动方钢,移动侧板以主动轴为圆心,转动一定角度,安装在移动侧板上的上胶辊及过度齿轮绕主轴小齿轮做圆周运动,上胶辊升起。驱动气缸杆伸出,上胶辊下降,驱动气缸的往复运动使得上胶辊按照包装周期规律地升降<sup>[1,5]</sup>。

## 4 结束语

纸板供给机构是纸箱包装机重要组成部件之一,纸板供给的快慢直接影响纸箱包装机的包装速度。国内第二代纸箱包装机,纸板抓取机构采取同步带将纸板一直输送至送板工位的形式,纸板输行程长,输送过程容易出现下垂、不平稳等状态,纸箱包装机的包装能力限制在60箱/min水平。通过采取短距离水平输送与对辊快速输送机构相结合的创新设计,增强纸板输送的稳定性,提高了输送速度,解决80箱/min纸箱包装机纸板输送的难题,实现了纸板的快速稳定输送,设计出满足高速(7万瓶/h)啤酒、饮料包装生产线的干包线的纸箱包装机<sup>[1]</sup>。为了保护设计者的利益,在不影响原理论述的情况下,文中的重要参数做了技术处理。

### 参考文献:

- [1] 李丽阁,张有良,段移丽,等. 纸箱包装机纸板取送机构的设计研究[J]. 包装与食品机械, 2014(4): 28-30.
- [2] 张有良,王茹,张国安,等. 全自动高速纸箱包装机箱板供给速度的研究[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(2): 27-30.
- [3] 崔岩,屠凤莲,石卓栋. 直接跌落式装箱机的设计[J]. 包装与食品机械, 2012(3): 44-46.
- [4] 黄颖为. 包装机械结构与设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 20.
- [5] 张志勇,赵淮. 包装机械选用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 535-546.
- [6] 李美川,苟向民,张有良,等. 全自动装箱线输箱链道的设计及电气化控制[J]. 包装与食品机械, 2010(4): 37-39.
- [7] 张有良,张璐,苟向民,等. 枕形袋多列多层装箱机的设计[J]. 食品科学技术学报, 2013(6): 67-71.

## Design and Research of Continuous High-speed Supply Mechanism for Pasteboard of Carton Packaging Machine

ZHANG Youliang<sup>1</sup>, SUN Jianhua<sup>2</sup>, LI Lige<sup>1</sup>, WANG Ligang<sup>1</sup>, HAN Chen<sup>1</sup>, BAI Bingyu<sup>1</sup>

(1. *Light Industry Xi'an Mechanical Research Institute, Xi'an 710086, China;*

2. *Horological Research Institute of Light Industry, Xi'an 710061, China)*

**Abstract:** The pasteboard supply is one of the bottlenecks for carton packaging machine. To meet the demand of pasteboard supply for carton packaging machine to achieve the production of 80 boxes per minute, this study provided a solution combined with vertical and horizontal conveying methods. The vertical conveying technology was relatively mature and widely applied. In order to improve the speed of horizontal conveying, we put forward a resolution combined with the short-distance horizontal pasteboard conveying mechanism and the double roller conveying mechanism so as to analyze the working and structure principle of all assembly units. Meanwhile, the rationality and practicality of this resolution were discussed and the speedy conveying was also achieved.

**Key words:** carton packing machine; sucking pasteboard mechanism; delivery mechanism; innovative design; double revolving delivery

(责任编辑:檀彩莲)

(上接第 64 页)

## Extraction and Antioxidant Activity of Total Flavonoids from Tartary Buckwheat Seed

LI Fei, REN Qing\*, JI Chao, HOU Chang

(*School of Food and Chemical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)*

**Abstract:** Response surface methodology was used to optimize the extraction processing of the total flavonoids in the seed of tartary buckwheat according to central composite design principle based on the single factor experimental results. Through the analysis of cross-interaction among factors by the Design-Expert software, the optimal extraction conditions were found to be liquid-material ratio 20:1, alcohol concentration 75%, extraction temperature 70 °C, and extraction time 4h. The extraction rate of flavonoids was 2.632% under the optimal extraction conditions. Meanwhile, the antioxidant activity of total flavonoids was assessed by scavenging hydroxyl radicals and DPPH radical, anti-lipid peroxidation, and reducing power. The results showed that the total flavonoids in the seed of tartary buckwheat presented a strong antioxidant activity to scavenge DPPH radicals and IC<sub>50</sub> values of anti-lipid peroxidation, scavenge hydroxyl radicals, and DPPH radical were 1.115, 0.498, and 2.235 μg/mL.

**Key words:** seed of tartary buckwheat; flavonoids; response surface methodology; antioxidant activity

(责任编辑:檀彩莲)