环保型纸纱复合袋糊底生产线设计

刘永平，花志雄
（兰州理工大学，兰州 730050）

摘要：针对重型粉（颗粒）料包装袋市场需求，提出并设计了一种环保型纸纱复合袋糊底生产线。通过糊底工艺过程分析，合理划分了生产线工位，并进行了机械结构设计。利用 Inventor 软件三维建模，对关键工位进行了运动仿真，验证了其合理性。研究表明，糊底生产线能够实现一定尺寸范围的纸纱复合袋糊底过程，具有结构简单、节能高效等特点。

关键词：纸纱复合袋；糊底生产线；结构设计；运动仿真；Inventor 软件
中图分类号：TB486^{+}.3　**文献标识码：**A　**文章编号：**1001-3563(2012)23-0071-04

Design of Environmental Protection Type Paper and Yarn Compounded Bag Bottom Pasting Line

LIU Yong-ping, *HUA Zhi-xiong*
(Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: According to the market demand of heavy powder and particle bags, an environmental protection type paper and yarn compounded bag bottom pasting line was put forward and designed. Through analysis of bottom pasting process, stations were divided legitimately, and mechanical structures were designed. 3 D models were established using Inventor software and motion simulation of key position was carried out to verify its rationality. The results showed that the production line can realize paper and yarn compounded bags pasting with certain size; it has the advantages of simple structure, high efficiency, and energy saving, etc.

Key words: paper and yarn compounded bag; bottom pasting machine; structure design; motion simulation; Inventor software

糊底生产线，主要用于制作环保包装袋、水泥纸袋、食品袋等粉（颗粒）状物品包装袋，是糊口袋生产线实现第二道工序的设备。它的任务是将制筒机生产出来的袋筒两端进行糊口，使其成为一个完整的袋[1]。在纸袋的制造工艺上，糊底袋具有牢固度高、成本低、环保性能好等特点，成为重型包装袋发展的主要趋势。有关资料表明，糊口袋比缝底袋可节纸约 6%，降低成本约 8%，在同样配纸的情况下，抗破强度大大提高，机口破损率较缝底袋降低 90% 以上。目前我国纸袋约 90% 以上是由手工糊制，不仅质量得不到保障，生产效率也无法提高。因此，研究设计纸纱复合袋糊底机不仅符合环保要求，也符合国内经济发展要求。

1　新型纸纱复合袋方底糊底机总体方案设计

1.1　设计思路

糊底生产线高速、高效率、稳定性及成套化是体现其优越性的重要指标。生产线的稳定性直接决定产品的品质，成套化要求前后工序衔接顺畅，人工操作少，物料输送简便，由若干机组按生产工艺顺序构成。

当前国内普遍的全自动通用型阀口袋糊底机的糊底速度为 20～60 条/min，而国外相同功能的糊底机糊底速度最高可达到 280 条/min。国内外几款糊底机技术参数对比见表 1。

国内外糊底生产线性能最主要的差异是糊底的

收稿日期：2012-10-05
基金项目：国家自然科学基金资助项目(51265023)
作者简介：刘永平(1973-)，男，甘肃白银人，博士，兰州理工大学副教授，主要从事数控机床、特种装备及其控制技术的研究工作。

表 1 国内外糊底机技术参数

Tab. 1 Technical parameters of bottom pasting machine at home and abroad

	型 号	袋筒长度 /mm	袋筒宽度 /mm	糊底宽度 /mm	生产速度条/min
无锡南江	FD500-1	710 ~ 1050	420 ~ 600	90 ~ 120	40
广东达肯	HD4922	840 ~ 1380	450 ~ 720	100 ~ 220	60
W&H	AD2379	290 ~ 1310	200 ~ 700	70 ~ 230	280

速度和运行的可靠性。目前市场上主要生产厂家大都采用连续式生产方式,机器尺寸庞大,生产线过长,占地面积大,机构复杂。由于连续式糊底过程有多个往复式运动动作,每一个动作周期都需要经历加减速反向运动,继续提高动作速度产生的噪声、振动将影响到机器的稳定性[2]。所以,单纯通过提升速度来提高设备工作效率的方式遇到了越来越多的限制。

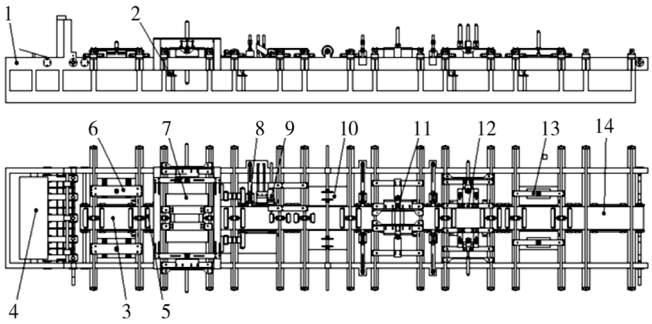
借鉴连续式糊底生产线的工作特点,本设计拟采用间歇式糊底方案,实行模块化设计,缩小机器结构尺寸,简化运动机构。通过功能模块化的组合,适应产品尺寸、种类的变化,来实现加工过程的高效率与节能降耗。根据环保型糊底生产线糊底过程的分析,间歇式糊底的技术关键,在于满足生产节拍的条件下,各机械部位动作衔接的协调性,每个工位机构运动的连续性、稳定性,各工位、机构执行动作的准确控制,不发生运动干涉。

1.2 工艺分析

间歇式环保型纸纱复合袋糊底生产线的糊底工艺方案,可借鉴手工糊底作业过程。手工糊底过程大致分为以下几个步骤:①先在纸袋上划糊底线,找出折痕的位置;②按照划好的线折纸袋;③在袋底两端切口,切口尺寸依袋底宽度而定;④将袋底展开,按划线位置把左右两短边与长边压平;⑤在袋底一侧涂胶贴阀口;⑥袋底两端涂胶,将长边对折形成方形袋底;⑦压实,使纸袋平整,袋口粘接牢固。手工糊袋底效率低,劳动强度大,质量参差不齐。依据手工糊底过程,将手工糊底动作分解后制定工艺路线。

纸纱复合袋糊底生产线主要由 6 个功能模块和衔接功能模块的附属模块组成,见图 1。

6 个功能模块分别是:(1)切口工位,切刀在纸袋两端切口,实现吸附展开折成方底的目的;(2)吸附展开工位,采用真空吸附,展开袋底再用压板将袋底压平;(3)贴阀工位,袋底贴阀,袋底糊成后通过阀口装填料;(4)折内边工位,将位于纸袋内侧的底边折叠粘



1-机架;2-定位机构;3-传输机构;4-上料工位;5-压轮装置;6-切口工位;7-吸附展开工位;8-喷胶装置;9-贴阀工位;10-压痕工位;11-折内边工位;12-折外边工位;13-定型工位;14-成品工位

图 1 纸纱复合袋糊底机

Fig. 1 Paper and yarn compounded bag bottom pasting line

接;(5)折外边工位,将袋底外边折起,袋口封死,形成完整的方底袋;(6)定型工位,压实纸袋,定型。

附属模块:(1)机架,所有零部件承载装置;(2)定位机构,纸袋传输时使其停靠在规定位置并防止纸袋在输送过程中发生偏移,实现间歇工作;(3)传输机构,通过皮带输送纸袋到下一工位;(4)上料工位,纸袋堆放位置,为生产线提供物料;(5)压轮装置,纸袋传输时压实纸袋,防止翘起,加大摩擦力以使纸袋运送平稳,加工准确;(6)喷胶装置,喷涂胶水,粘阀口和底边;(7)压痕工位,预先压出折边痕迹,使折边更加准确、便捷。

2 纸纱复合袋的结构设计

2.1 技术参数确定

不同强度和不同性能的纸袋,应有不同的袋型尺寸。据国外资料介绍,普通纸袋纸,由于横向伸长率高于纵向伸长率,长宽比值为 1.75 ~ 2.0;而伸性纸袋纸,纵向伸长率提高,长宽比值以 1.25 为好[3]。通过分析国内外相同或类似糊底生产线技术参数及《水泥包装袋 GB 9774—2002》中的尺寸要求,决定本糊底机拟用如下技术参数:袋筒长度为 600 ~ 1100 mm,袋筒宽为 400 ~ 600 mm,袋底宽为 90 ~ 130 mm,糊底速度 40 条/min。

2.2 总体结构设计

糊底生产线基本动作主要有:连续地完成上料,不出现纸袋重叠、断料、损坏等影响生产的因素;刀口尺寸可调,使纸袋切口定位准确;袋口的真空吸开、辅

助撑开和完全展开;喷胶过程要求喷胶均匀,胶量适中,喷胶位置准确;贴阀及时,无错位粘贴,无重叠粘贴等错误;纸袋压痕为下一步折边做准备;折袋底内边和折袋底外边,袋口封死,形成完整的纸袋;纸袋压平、压实。

与连续式糊底工作方式不同,本套间歇式糊底生产线在传送过程中,当纸袋抵达某一工位后,皮带继续运动而纸袋运动停止并在其相应位置完成指定加工步骤。因此,必须保证皮带运动过程稳定,纸袋无偏移以及纸袋停靠位置的准确性。

2.3　机构设计

为实现各机构工作简单、便捷,各工位尽量采用简单机构实现动作的高效准确。喷胶机构见图 2,喷

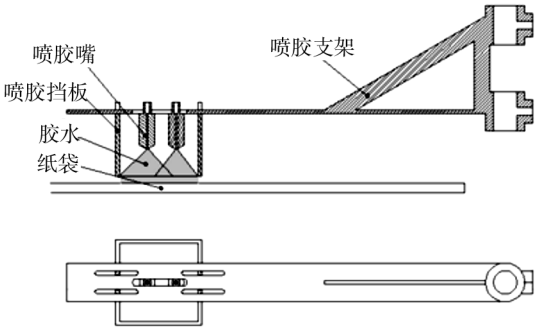


图 2　喷胶机构

Fig. 2 Glue mechanism

胶支架安装在机架上,可进行上下位置调节。喷胶嘴,喷胶挡板安装在喷胶支架上,位置可调。纸袋在行进过程中,喷胶嘴均匀喷出胶水,完成喷胶。喷胶挡板使胶水喷涂在规定范围内。与传统的抹胶辊相比,不仅缩小了尺寸,机构小巧易操作,节约胶水,胶量控制也更加准确。

贴阀机构见图 3,阀口装在储料盒内,阀口大小

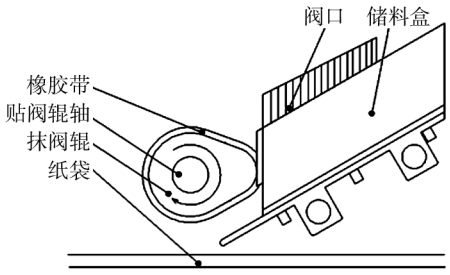


图 3　贴阀机构

Fig. 3 Stick valve mechanism

可调故盒的大小亦可调。抹阀辊上套有橡胶带,电机带动贴阀辊轴继而带动抹阀辊。当纸袋进入贴阀工位后,先在贴阀口位置喷胶,然后抹胶辊转动通过摩擦力和储料盒的推力将阀口贴在纸袋指定位置上。

2.4　输送计算[5]

传输机构是糊底生产线的重要组成部分,纸袋经过皮带传输依次经过各个工位的加工,最终形成完整的糊底袋。皮带输送可以使间歇式糊底方式各环节有机地联合起来,整条生产线变成一个统一体。按照糊制袋筒规格是 600 mm×1100 mm,袋底宽 130 mm,糊底速度 40 条/min 的上限参数进行计算。

2.4.1　输送纸袋能力计算

纸袋的输送速度:

$$V=NL \tag{1}$$

式中:V 为输送带速度(m/s);N 为每秒钟输送纸袋件数;L 为输送带上纸袋节距(m/件),等于纸袋宽度 $L_{件}$ 与两件之间的间距 $L_{距}$ 之和;根据糊底速度 40 条/min,推出 $N=0.67$ 件/s;$L_{件}=600$ mm,$L_{距}=400$ mm。

输送纸袋能力:

$$Q=3600F\rho V\varphi \tag{2}$$

式中:Q 为每小时输送物品的质量(kg/h);F 为输送带上物料层横截面积(m^2),$F=1.5\times10^{-3}\,m^2$;V 为输送带输送速度(m/s),取 $V=0.7$ m/s;ρ 为物品的散堆密度(kg/m^3),$\rho=242.42$ kg/m^3;φ 为物品的装填系数,取 $\varphi=0.7$。

2.4.2　平皮带输送装置功率计算

平皮带输送装置所需功率:

$$N=KPV \tag{3}$$

式中:K 为未考虑到的阻力修正系数(通常取 $K=1.1\sim1.15$),$K=1.15$。

带式输送机输送物品时所需总牵引力:

$$P=P_1+P_2 \tag{4}$$

克服各辊阻力所需的牵引力:

$$P_1=\frac{QL}{V} \tag{5}$$

克服输送带与纸袋间摩擦力引起的附加牵引力 P_2,取 $P_2=60$ N。

3　部分零部件的动态分析

吸附展开工位主要由吸附装置、压板、定位板、导套轴心 4 部分装置组成,见图 4。定位板和压板安装在导套轴心上,可来回滑动。真空吸盘与油缸相连。

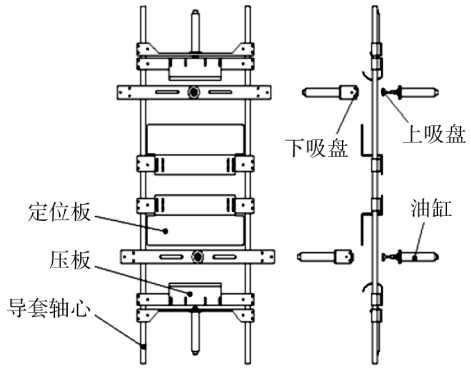


图 4 吸附展开工位

Fig. 4 Adsorption expansion station

纸袋经上一道工序切口后，进入此工位，吸盘在油缸的带动下将袋口吸开一定距离，然后压板推向定位板，实现展开袋底的动作。

因其是糊底的重要工序，目的是将袋底展开，为后续加工做准备，机构运动相对复杂，各部件运动时间节点配合必须得当。故将装配好的部件导入到 Inventor 运动仿真环境进行动态分析。

按照预先设计 40 条/min 生产计划，按 6 个加工工位，计算得每工位加工时间为 0.25 s，纸袋在各工位间输送时间为 0.7 s/m×1 m=0.7 s，故确定吸附展开工位运动周期是 0.25 s+0.7 s=0.95 s。综合以上参数及纸袋尺寸、袋底尺寸、机构尺寸，设定机构动作执行节点，进行仿真分析，仿真结果见图 5。

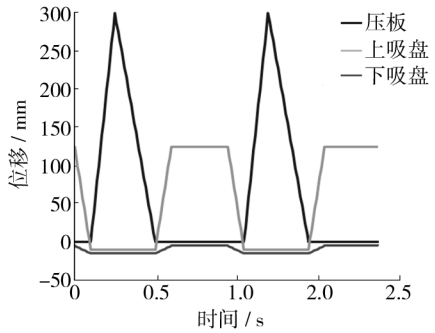


图 5 吸附展开工位各部件的运动轨迹

Fig. 5 Trajectory of adsorption expansion station

图 5 中，吸盘在 0 时刻从位移最大值处吸住纸袋上下两边，最小值时吸开纸袋到设定的最大位置，此时袋口张开，压板迅速将袋口展开后回到初始位置，吸盘回到位移最大处即初始位置，一次吸附展开动作完成。根据运动轨迹可生成速度轨迹，见图 6。

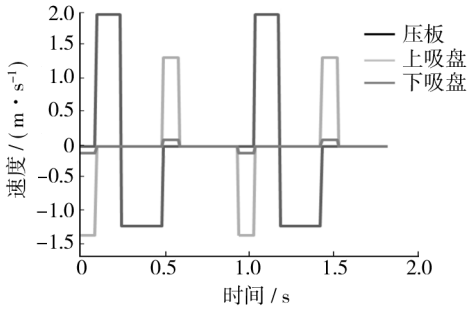


图 6 吸附展开工位各部件的速度轨

Fig. 6 Speed track of adsorption expansion station

4 结论

根据对糊底生产线和手工糊底的研究，针对如何提高纸纱复合袋糊底的通用性以及产品质量，提出并设计环保型纸纱复合袋糊底机。对工艺技术进行分析，三维模拟装配检验运动干涉，对各工位运行情况进行模拟分析，通过关键零部件的运动仿真，验证了设计方案的可行性与稳定性。

参考文献：

[1] 黄晓敏. 水泥纸袋糊底机的改造[J]. 广东建材，2002(9)：25-27.
HUANG Xiao-min. The Modification of Cement Bag Paste Bottom Machine[J]. Guangdong Building Materials，2002(9)：25-27.

[2] 彭泽光，阎秋生，魏庆. 新型高效塑料软包装复合袋制袋机开发[J]. 机电工程技术，2012(5)：39-41.
PENG Ze-guang，YAN Qiu-sheng，WEI qing. The Development of New and High Efficient Plastic Bag Making Machine of Flexible Packaging Compound Bag[J]. Mechanical and Electrical Engineering Technology，2012(5)：39-41.

[3] 高德. 包装机械设计[M]. 北京：化学工业出版社，2005.
GAO De. Packaging Machinery Design[M]. Beijing：Chemical Industry Press，2005.

[4] 唐翔，李大纲，章育骏. 纸/铝/塑复合软包装材料摩擦系数的分析[J]. 包装工程，2006，27(1)：7-9.
TANG Xiang，LI Da-gang，ZHANG Yu-jun. Analysis of Frictional Coefficient of Paper/Al/PE Film[J]. Packaging Engineering，2006，27(1)：7-9.

[5] 张聪，崔海荣. 连续自动制袋充填包装机的模块化设计及其控制系统的研究[J]. 包装与食品机械，2002(5)：1-3.
ZHANG Cong，CUI Hai-rong. The Modular Design and The research of The Control System for The Automatic Form-Fill-Seal Machine[J]. Packaging and Food Machinery，2002(5)：1-3.