

集成吸塑成型冲切一体化工艺的全自动片材设备的研制

黄学佳^{1,2}, 包能胜^{1,2}, 谢荣生^{1,2}, 蔡健伟³

(1. 汕头大学, 汕头 515063; 2. 汕头轻工装备研究院, 汕头 515063; 3. 汕头市金兴机械有限公司, 汕头 515041)

摘要: 为了提高塑料片材生产设备的生产效率, 针对该产品市场的最新需要, 研究和开发了一种集成吸塑成型冲切一体化工艺的全自动片材设备。该设备采用先进的吸塑、成型、冲切的一体化工艺, 配有 PID 伺服控制系统, 是一种高效、节能、全自动的塑料热成型设备, 具有生产效率高、操作方便、制品质量好等优点。

关键词: 片材机; 吸塑; 成型; 冲切; 一体化工艺

中图分类号: TB486⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)07-0072-04

Study on Full-Automatic Sheet Extruder with Integrated Process of Sucking, Molding and Punching

HUANG Xue-jia^{1,2}, BAO Neng-sheng^{1,2}, XIE Rong-sheng^{1,2}, CAI Jian-wei³

(1. Shantou University, Shantou 515063, China; 2. Shantou Institute for Light Industrial Equipment Research, Shantou 515063, China; 3. Shantou Jinxin Machine Limited Company, Shantou 515041, China)

Abstract: According to the current market demand, a full-automatic sheet extruder with integrated process of sucking, moulding and punching was designed to improve the production efficiency of sheet extruder. This sheet extruder has several advantages such as high efficiency, convenience operation, better quality, saving energy and full-automatic with integrated process and PID servo-control system.

Key words: sheet extruder; plastics sucking; molding; punching; integrated process

塑料片材可以经过热成型工艺制成塑料制品, 通常采用吸塑工艺或吹塑工艺。相应的热成型机通常有吸塑成型机和吹塑成型机 2 种^[1]。其中, 吸塑成型机对塑料片材加热使其软化后, 利用负压使塑料片材紧贴成型模腔, 形成一定形状的塑料制品; 吹塑成型机对塑料片材加热使其软化后, 利用正压使塑料片材紧贴成型模腔, 形成一定形状的塑料制品。无论是采用吸塑成型机或是吹塑成型机对塑料片材进行成型, 当制品表面形状较复杂或塑料片材厚度较大时, 都容易出现塑料片材与成型模腔内壁贴合不紧密的情况, 以致产生次品、成型时间长、生产效率低等不足。

吸塑成型机又叫热塑成型机, 这种成型工艺主要是采用真空吸塑(吹气)原理, 利用真空泵产生的真空吸力将加热塑化的 PVC, PET, PETG, APTT, PP, PE, PS, HIPS 等热可塑性塑料片材, 经过模具吸塑成

各种目前市面上常见的产品。市场上常见的塑包装有: 日用品吸塑包装、小五金吸塑包装、汽车用品吸塑包装、电子产品吸塑包装、食品吸塑包装、化妆品吸塑包装、电脑周边设备吸塑包装、玩具吸塑包装、体育用品吸塑包装、文具用品吸塑包装等。

目前, 塑料包装片材主要用于生产一次性塑料杯、盘、碗、碟、盒等热成型制品, 广泛应用于食品、蔬菜、水果、饮料、乳品、工业零件等领域的包装。随着国内需求的日益增长, 包装塑料热成型制品用途也越来越广泛, 用量也在逐年增加, 前景看好。

国内当前大部分的吸塑成型片材设备在技术上处在半自动阶段, 也就是吸塑、成型、冲切在生产工艺上分别用不同设备来完成, 每个工艺单独生产自己的半成品。这种工艺在自动化程度不高, 或者工艺与设备不可靠的条件下, 不会因为某一道工艺或某台设备

收稿日期: 2011-01-08

基金项目: 广东省教育部产学研结合项目(2009B090300166); 广东省产业技术研究与开发资金计划项目(2008A080401002)

作者简介: 黄学佳(1981—), 男, 广东饶平人, 硕士, 汕头大学工程师, 主要研究方向为机电控制。

的故障造成全生产线的停顿,还是具有市场的优势的^[2]。但是目前国内这种工艺的吸塑成型机是典型劳动密集型生产工艺,而且能耗高、生产速度低、科技含量低,并出现“多人一机、机器等人”的现象,越来越不适应国家工业及经济社会发展的趋势。因此,塑料机械行业需要研制一种能够提高生产效率、节约劳动力的吸塑成型片材设备。

吸塑成型机今后的发展方向是:在技术上是向数字化、智能化方向发展,在生产上达到规模化、集约化、高效化的发展方向,进一步提高自动化水平,减少用工成本,节约劳动力,提高生产效率,减低能量和原材料消耗。通过几年来的技术研发,全自动吸塑成型冲切一体设备的技术在欧洲、美洲、澳州等包装工业发达国家和地区已逐步成熟,并正广泛推向市场,应用于各种产品的生产^[3-4]。

笔者研制的全自动吸塑成型冲切一体设备采用模块化设计技术,由吸塑成型单元、冲切成型单元以及其他辅助设备组合而成。该设备具有高度柔性和灵活性,不仅可以满足交货期短的要求,还可以降低工艺流通成本的需要,提高生产率,降低工艺流程成本,最大限度满足生产要求,大大提高工人的生产效率。同时具有安装方便、模式组合灵活的特点,用户可根据生产任务及生产工艺定制不同的生产模式,以达到资源的最佳利用。

1 总体设计

1.1 工艺流程

全自动吸塑成型冲切一体设备采用了先进的吸塑、成型、冲切的一体化工艺流程,见图1。该工艺主要包括:卷片→托片部分→放料部分→预热部分→中心传动部分(合模、成型、脱模、提模)→脱模→送片→冲切→成品→废料收卷。

1.2 总体结构

依据一体化工艺,设计了全自动吸塑成型冲切一体设备的总体结构,见图2。设备的结构主要包括:片材放卷装置、预热装置、吸塑成型装置、冲切成型装置、废料收卷装置、自动控制装置等,在自动控制装置统一的控制下,协调完成设备的放卷、加热、吸塑、成型、冲切、收料等工艺环节。

设备正常生产过程中,各装置主要负责的功能是:

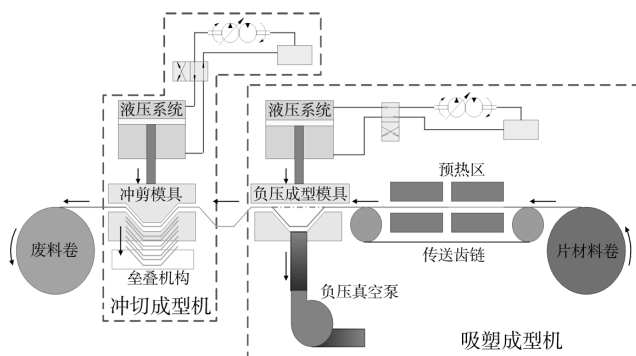
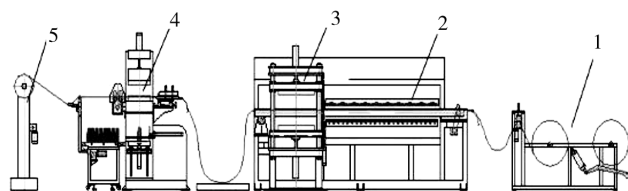


图1 全自动吸塑成型冲切一体设备的工艺流程

Fig. 1 Sketch map of integrated processes of plastic sucking, molding and punching



1—片材放卷装置;2—预热装置;3—吸塑成型装置;4—冲切成型装置;5—废料收卷装置

图2 全自动吸塑成型冲切一体设备总体结构

Fig. 2 Architectural structure of full-automatic sheet extruder with integrated processes

1) 放卷装置将合适厚度的片材料卷放置在吸塑成型机放卷气胀轴上,由辅助的牵引机构往前输送。

2) 片材由牵引机构输送到预热装置的预热区进行成型前加热处理,使片材达到需要的成型温度。

3) 片材随后进入成型模具,控制系统根据定长牵引控制信号,在开合模控制机构的驱动下,上模和下模合模,上模和下模将经过加热的塑料片材夹紧;随后抽真空装置抽取塑料片材和成型模腔之间的气体,吹气装置向压料环的腔体内吹入气体,利用负压和正压同时作用在塑料片材上,使塑料片材紧密贴合在成型模腔的内壁,完成成型。

4) 成型后的片材由后卷料牵引机构牵引前进,成型片材在吸塑成型机与冲切成型机之间进行自然冷却,控制系统根据定长料卷控制,使成型片材能在冲切成型模具里实现精确定位。通过冲切模具合模操作,实现成品的精确冲切。

5) 冲切后的成品传递到全叠机构进行全叠整理,并按照设定的叠杯个数进行定量输出,包装后待发。

1.3 一体化设备

采用先进的吸塑、成型、冲切等一体化工艺的全自动塑料热成型系列产品见图 3,实现了既定的工艺



图 3 全自动塑料热成型系列产品
Fig. 3 Series product of full-automatic plastic thermoforming

流程。XC800/1200 全自动吸塑成型冲切一体设备的主要装置组成见表 1,设备的主要技术参数见表 2。

表 1 全自动吸塑成型冲切一体设备的主要组成装置
Tab.1 The configurations of full-automatic sheet extruder with integrated processes of plastic sucking, molding and punching

序号	装置	数量
1	成型装置	1 套
2	机械冲床	1 套
3	液压油站	1 套
4	链轨送片装置	1 套
5	送片电机	1 台
6	上下加热炉	1 套
7	真空泵	1 套
8	废料收卷装置	1 套
9	简易放片装置	1 台
10	独立电气控制柜	1 台
11	冲剪电机带蜗轮减速	1 台
12	随机配件	若干

表 2 全自动吸塑成型冲切一体设备的主要技术参数
Tab.2 The typical parameters of full-automatic sheet extruder with integrated processes of plastic sucking, molding and punching

序号	技术参数	单位	值
1	成型面积	mm	780×1200
2	成型深度	mm	≤150
3	最大片材宽度	mm	800
4	片材厚度	mm	0.25~0.8
5	成型速度	次/分钟	15~20
6	使用电源		380 V/50 Hz
7	主机功率	kW	7.5/5.5
8	整机功率	kW	≤120
9	耗气量	m ³ /h	≤0.3
10	外形尺寸(L×W×H)	mm	5 080×1 600×2 300
11	整机质量	kg	约 5000

2 模块化设计

2.1 放卷与预热模块

放卷与预热模块是设备实现前端工艺的结构,主要由片材放卷装置与预热装置组成,实现放卷与预热功能。

1) 片材放卷装置。片材放卷位置布局合理,能实现流畅间歇送片,片材放卷长度与间歇时间可按需调整调,放卷节奏与制品吸塑脱模生产周期严格同步。

2) 预热装置。对于一般片材,如聚苯乙烯双向拉伸片材等,在加热状态下收缩率极大,将严重影响下步成型工序生产的成型质量和成品率。故必须解决加热板有效面积内的预热温度精确控制在 40 ℃左右,确保塑料制品的脱模成型质量和产品尺寸的一致性,进一步提高塑料制品的生产效率。

2.2 吸塑成型模块

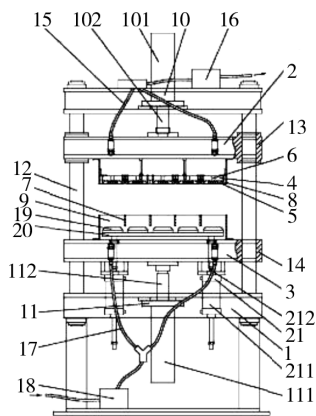
吸塑成型模块是设备的核心模块之一,主要由中心传动装置、送片装置、控制板装置、成型模具、安全防护装置等结构组成,其中上模或下模上安装有成型模具,成型模具具有成型模腔和出气通道,出气通道一端与成型模腔连通,另一端与抽真空装置连通,其特征是:所述下模或上模上设有与成型模具相对应的压料环,压料环的形状及尺寸与成型模腔壁相匹配,压料环的腔体与吹气装置连通。重点实现吸塑成型工艺,其结构见图 4。

1) 中心传动装置。中心传动部件必须实现 2 个功能:上台板的上下移动,完成吸塑模具的安装及水平调整;中台板的上下活动机构,完成机器合模、开模、切片等动作。

2) 送片装置。送片机构与机架采用刚性连接,工作过程中,片材通过压辊与胶辊夹紧传送,使用齿形同步带与伺服电机带动,实现片材的定长输送。

3) 控制板装置。控制板装置由气源控制系统、电路控制系统组成,分为手动调节及自动调节气压、温度等。热成型机上配备包括微机在内的各种先进的控制设备。

4) 成型模具。成型模具采用优质合金钢,型腔做工精致、一模多腔成型、制品品质优、模具经久耐用。模具需有孔、槽、缝、导管等内压配套设置,以便成型生产过程产生压力及泄压。孔位置的优化布置有利



1—机架;2—上模;3—下模;4—成型模具;5—成型模腔;6—出气通道;7—压料环;8—成型模腔壁;9—腔体;10—上液压缸;101—上液缸体;102—活塞杆;11—下液压缸;111—下液缸体;112—活塞杆;12—导柱;13—导套;14—导套;15—出气管;16—真空阀;17—吹气管;18—吹气阀;19—伸头;20—拉伸头安装板;21—拉伸气缸;211—拉伸缸体;212—活塞杆

图4 吸塑成型单元的结构

Fig. 4 Sketch of plastic sucking and molding

于制品成型过程中提供快速有效的空气流。模具加热、冷却速度及冷却装置须保持同步,以确保成型制品形状尺寸的均匀一致、外观透明亮丽、壁厚均匀、品质优良。

5) 安全防护装置。采用电控互锁安全防护罩,整机正常运作过程中,设备只能在防护罩关闭的情况下才可开动。当防护罩处于打开状态时,设备会响应来自安全防护罩的控制信号,实现设备的停止运转。

2.3 冲切模块

冲切模块是设备的另外一个核心模块,主要由冲切装置、送片定位装置、叠杯收卷装置等结构组成,重点实现冲切、叠杯工艺,其结构见图5。

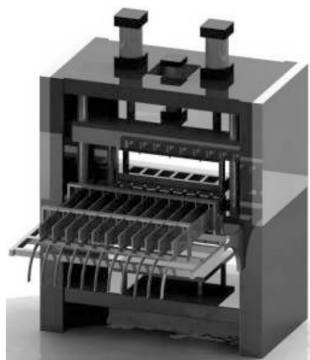


图5 冲切模块的三维结构

Fig. 5 3D sketch of punching module

1) 冲切装置。利用偏心轮驱动装置将电机旋转运动转换成直线运动,实现冲切模具的快速开合,冲切过程运行稳定可靠。全自动连续式吸塑成型冲切一体设备采用高性能伺服控制系统实现成型制品的精确定位,其冲切频率与吸塑成型设备的成型周期严格同步。

2) 送片定位装置。通过冲切单元送片定位装置实现对吸塑成型单元所生产的成型片材进行拉送,并且使成型片材上的成型制品与冲切模具进行精准的定位,保证制品的冲切质量。

3) 叠杯收卷装置。为提高成型制品的整理包装效率,全自动连续式吸塑成型冲切一体设备专设置有自动叠杯收杯装置,其采用伺服电机驱动控制,并且与上一工步实现同步控制。实现冲切机所冲切完成的成品整理叠放,以便后道包装贴标。

吸塑机工作过程中,当转动辊被片材拉紧时,感应开关发出相应的控制信号控制电机启动,电机通过减速器带动缠绕器转动实现废料收卷。

2.4 控制模块

1) 片材传送伺服控制系统。片材传送采用伺服控制系统,保证设备生产工作过程中,片材的精确定位和快速传输。全自动连续式吸塑成型冲切一体设备的片材送料采用伺服控制系统,由于机电系统中的伺服电机的转动惯量较大,能输送齿形同步带直接相连;并且由于伺服控制系统有极高的响应速度,能快速实现送片精确定位,以提高片材的有效利用率。

2) 冲切同步定位伺服控制系统。成型制品完成吸塑成型的工序,冲切单元在伺服控制系统控制下,完成冲切单元与吸塑成型单元的同步及定位控制,在最大程度上提高产品的质量。

3 结论

与传统的吸塑机相比,研制的全自动吸塑成型冲切一体设备通过全自动生产操作,大大节省了人工干预所消耗的生产时间,提高了整体的生产效率。同时,设备在全自动连续工作状态下,可降低人工操作对电网产生的冲击,使控制系统能更稳定地工作,生产出质量更稳定的产品。

- [20] 余文华,李洁芝,陈功,等. 果蔬纳米保鲜膜的研制及其在青椒保鲜中的应用研究[J]. 四川食品与发酵,2008,44(5):28—31.
- [21] 陈果果,刘景春,卢立新,等. RiNa-纳米效应果蔬保鲜液膜及其应用技术研究[J]. 中国果菜,2007(1):42—43.
- [22] 赵贵兴,陈霞. 水果贮藏保鲜技术[J]. 北方园艺,2004(1):69—71.
- [23] 杨力,王江浪,马惠玲. 乙烯对苹果果实细胞壁降解效应初探[J]. 西北植物学报,2009,29(2):320—326.
- [24] 翟进升,刘艳红,郑泉. 环丙烯类乙烯作用抑制剂在园艺产品采后保鲜上的应用[J]. 上海水产大学学报,2004,13(4):353—361.
- [25] 徐小宁,马丽红. 1-甲基环丙烯在红富士苹果贮藏中的应用[J]. 西北园艺,2009(2):39—41.
- [26] 逯志斐,张平,李江阔,等. 1-甲基环丙烯对黄金梨低温贮藏效果的影响[J]. 食品研究与开发,2009,30(4):147—150.
- [27] 胡芳,马书尚,张继澍,等. 1-甲基环丙烯对“富有”甜柿采后主要生理指标及细胞超微结构的影响[N]. 园艺学报,2009,36(4):487—492.
- [28] 丁丹丹,王志华,王文辉. 1-甲基环丙烯保鲜水果效果及作用机制[J]. 北方园艺,2009(2):130—132.
- [29] 杨少桢. 果蔬采后乙烯的作用[EB/OL]. (2010-10-10). <http://www.worldyl.com/newsall21.asp?id=173>.
- [30] 郭玉花,黄震,伏清,等. 草莓的纳米活性分子筛保鲜包装研究[J]. 食品科学,2008,29(12):707—711.
- [31] 蔡佑星,何新快,刘奇龙,等. LDPE/SiO₂ 保鲜膜保鲜果蔬[J]. 包装工程,2008,29(7):29—31.
- [32] 张英,白杰,张海峰. 果蔬保鲜机理及其新技术[J]. 宁夏农林科技,2009(3):48—50.
- [33] 周筱玲,廖亮,邓辉胜,等. 柿果综合保鲜技术研究[J]. 北方园艺,2009(5):225—227.

(上接第 75 页)

参考文献:

- [1] 祁红志,施昱,彭以虎. 自动真空吸塑成型机的研发[J]. 机械设计与制造,2009(12):147—148.
- [2] 耿明海,郑银芳. 一款柔性全自动吸塑成型机的研制[J]. 包装工程,2009,30(12):56—58.
- [3] 于晓莉,张郎红,董节芬. PVC 制品成型加工的真空吸塑机的研发[J]. 汽车科技,2004(6):34—36.
- [4] 王春雨,张广文. 基于 PLC 的气动冲切机的设计[J]. 液压与气动,2007(5):25—27.
- [5] 王奎民,刘建锋,袁赣南. 冲切模具 CAD 三维标准件库的开发与应用[J]. 哈尔滨理工大学学报,2006(4):115—118.
- [6] 赖健. 对真空吸塑深拉杯的研究[J]. 包装世界,2008(2):33—34.
- [7] 张德海,马战胜,陈慧芳,等. 一种单工位真空成型吸塑机的设计[J]. 研究机械制造,2008(9):10—14.
- [8] 鲍际辉,孟先锋,蒋山. 大型全自动双工位吸塑机设计[J]. 橡塑技术与装备,2007(3):38—43.

(上接第 106 页)

参考文献:

- [1] 刘春林,张逸新. 基于模型的半色调算法[J]. 包装工程,2007,28(7):65—67.
- [2] EMMEL P, HERSCH R D. Exploring Ink Spreading[C]. IS&T/SID Color Imaging Conference,2000:355—341.
- [3] JANG Woon-young, JAN P. Characterization of Printer MTF[J]. IS&T,2006,50(3):264.
- [4] YANG Ly,KRUSE B. Ink penetration and Its Effects on Printing[C]. SPIE,USA,2000.
- [5] 叶玉芬,郭宝龙. 基于视觉差的误差扩散半色调算法[J]. 计算机工程,2006,16(2):195—197.
- [6] LI Ping-shan, ALLEBACH J P. Tone Dependent Error Diffusion:U. S,us6563957 B1[P].
- [7] LI Yang. A Unified Model of Optical and Physical Dot Gain in Print Color Reproduction[J]. IS&T,2004,48:347—353.
- [8] 白春燕. 喷墨印刷中的网点面积率预测及网点扩大研究[D]. 无锡:江南大学,2009.
- [9] EMMEL P,R D HERSCH. A Model for Colour Prediction of Halftoned Samples Incorporating Light Scattering and Ink Spreading[C]. IS&T/SID 7th Color Imaging Conference,2007:173—181.