

食品包装自动线的聚氨酯真空吸盘压塑成型工艺技术研究

Research on the Compression Molding Technology of the PU Vacuum Sucker for the Automatic Line of Packing Food

段贤勇¹ 韩忠冠¹ 牛莉¹ 郑贵斌²

DUAN Xian-yong¹ HAN Zhong-guan¹ NIU Li¹ ZHENG Gui-bin²

(1. 安徽机电职业技术学院, 安徽 芜湖 241000; 2. 芜湖智友机电科技有限公司, 安徽 芜湖 241000)

(1. Anhui Technical College of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhu, Anhui 241000, China;

2. Wuhu Zhi friends of mechanical and Electrical Technology Co., Ltd., Wuhu, Anhui 241000, China)

摘要: 阐述一种用于食品包装自动化生产线上的聚氨酯真空吸盘制造过程, 分析其制造工艺的难点, 制定出薄板多孔的软胶体压塑成型工艺方案, 运用 UG 软件对底座和自带细小小型芯的凹模型腔建模, 采用“型腔铣削”“深度轮廓加工”及“指定切削区域”分层、分区域铣削等方法, 使用高精数控铣削机进行加工, 保证了 102 个细小孔相互配合位置精度, 实现了软胶体压塑成型, 经过生产验证, 满足使用要求。

关键词: 真空吸盘; 底座; 软胶体压塑成型; 凹模型腔; UG 建模

Abstract: A PU vacuum sucker manufacturing process for the automatic production line of packing food was introduced in this study, and its difficulty in manufacturing process was also analyzed. Therefore, and develops a porous sheet soft colloidal pressure molding solution was developed. The UG software was used to build a model on the base and a small core of concave cavity, and then it was equipped with a high precision CNC engraving and milling machine. It adopted a hierarchical and subregional milling methods of the cavity milling, depth contour machining, and specifying the cutting region to ensure the position accuracy of the interaction between the 102 fine holes, and then a soft colloidal forming was achieved. Finally, the solution was verified to meet the requirements.

Keywords: Vacuum Sucker; Base; Soft colloidal forming; Cavity Model cavity; UG modeling

质量^[1-2]。食品包装一般使用轻质材料, 外观精美, 无变形、划痕等质量问题, 在包装、码垛和搬运过程中使用真空吸盘取放物品, 易于实现机械化和智能化^[3-4]。中国学者^[5-6]已对真空吸盘吸取物体的吸附能力进行了研究, 刚性物体密封性好, 吸附力强, 但柔性物体因差异很大, 吸附力不足。目前, 中国国产包装自动线上的真空吸盘存在吸附力不稳定, 吸附取件时间过长问题, 国外进口设备, 尽管技术成熟, 但由于包装材料及物品形状差异, 使用范围受到一定的局限。为了适用于食品包装自动线上不同物品快速取放, 本试验以一种小尺寸多孔聚氨酯真空吸盘为研究对象, 针对吸盘软胶体薄板多孔的特点, 从模具结构方面分析其成型方案, 运用 UG 软件和高精数控铣削技术, 解决自带细小小型芯的凹模型腔加工难题。

1 真空吸盘的工艺性分析

1.1 真空吸盘结构

真空吸盘采用了真空原理, 即在所接触的产品或零件表面抽真空而形成负压, 以“吸附”形式来夹持物体^[7]。真空吸盘是由底座和软胶体构成(见图 1), 中小批量生产, 底座上有 $5 \times \Phi 8$ mm 工艺孔加工后需封堵, 密封不透气形成空腔, 通气孔与真空发生装置相连接, 当真空发生装置开启后, 由通气孔抽去空气而形成真空状态^[8]。软胶体需牢固黏结在底座上, 共有 102 个小孔相互贯通, 软胶体材料为聚氨酯, 便于吸附轻质薄材。

1.2 工艺性分析

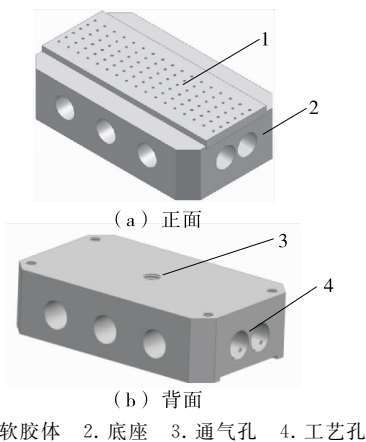
1.2.1 制造难点 真空吸盘的底座材料为铝材, 尺寸为 $68 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$, 底座上加工凹槽宽度 25 mm, 槽深 1 mm, 有 $102 \times \Phi 1.0$ mm 小孔与 $5 \times \Phi 8$ mm 工艺孔贯通, 软胶体宽度与凹槽一致, 厚度为 3 mm, 有 $102 \times \Phi 0.8$ mm 小孔与凹槽上小孔贯通, 要求牢固地黏在底座上且

食品包装机械制造中, 注重提高设备自动化、智能化、高

基金项目: 安徽省质量工程项目(编号:2015zy126); 2017 年安徽省高等学校自然科学研究重点项目(编号:KJ2017A751)

作者简介: 段贤勇(1973—), 男, 安徽机电职业技术学院副教授, 硕士。E-mail: ahjddxy@126.com

收稿日期: 2016—12—16



1. 软胶体 2. 底座 3. 通气孔 4. 工艺孔
图1 真空吸盘三维模型

Figure 1 Three dimensional model of vacuum sucker

边缘无翘起现象。真空吸盘在制造上存在以下难点：

(1) 底座凹槽与软胶体的小孔相互贯通,无堵塞现象,这就要从加工工艺上保证孔的位置精度。

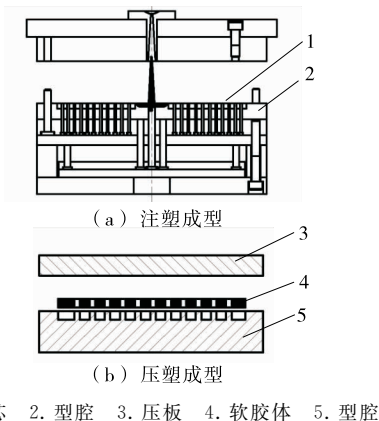
(2) 软胶体是薄板多孔件,在塑料成型中,既要保证102个小孔的位置精度,又要使塑件脱模后不变形。

1.2.2 解决措施

(1) 利用UG 8.0软件对真空吸盘建模,依据模型中的小孔位置确定同一定位基准(如四边分中),采用数控加工来保证102个孔的位置精度^[9]。

(2) 软胶体制造有以下两种方案,方案一为软胶体注塑成型,见图2(a),塑件在动模部分,在型芯固定板上安装102个细小型芯,塑件由内置或外置推板推出,该方案的模具结构复杂,型芯固定孔的位置精度要求高,每个型芯因设置推板而长度增加,细长型芯的强度难以保证。方案二为软胶体压塑成型,见图2(b),模具结构大大简化,压塑时只需灌胶、压塑、取件即可,但凹模型腔自带 $102 \times \Phi 0.8$ mm,长度为3 mm的小型芯,为制造的难点。从制造成本比较,优先选用方案二。

通过以上分析,采用UG 8.0软件分别对底座(见图3)和凹模型腔(见图4)建模,选用南京四开高精数控雕铣机SK-DX6070进行数控加工^[10]。



1. 型芯 2. 型腔 3. 压板 4. 软胶体 5. 型腔
图2 软胶体制造方案

Figure 2 The manufacturing program for the soft colloid

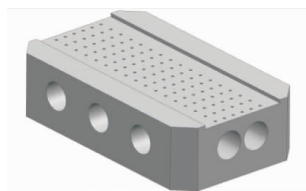


图3 底座
Figure 3 Base

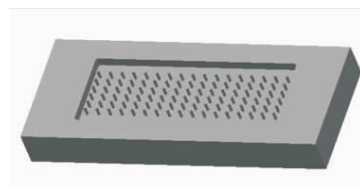


图4 软胶体的凹模型腔

Figure 4 Soft colloid concave model cavity

2 底座数控加工工艺

底座数控加工工艺路线：

备料→铣六面→磨六面→铣凹槽→钻102个中心孔、钻 $\Phi 1.0$ mm小孔→钻 $5 \times \Phi 8$ mm侧孔→钻、攻丝背面 $4 \times M 3$ 孔, M5通气孔

底座凹槽小孔钻削工艺参数,见表1。其中 $102 \times \Phi 1.0$ mm小孔加工,首先用UG 8.0软件建模,然后采用加工模块“孔加工”中的“定心钻”加工方式,钻削102个孔的中心位置(即打点),刀具选用中心钻(直柄两刃钨钢中心钻);再选用 $\Phi 1.0$ mm钻头,采用孔加工的“循环类型”中“标准钻深孔钻”方式进行钻孔,钻削转速为3 000 r/min,进给速度为300 mm/min,下刀深度为6.8 mm^[11],贯穿 $5 \times \Phi 8$ mm工艺孔,底座凹槽孔加工刀路轨迹,见图5。

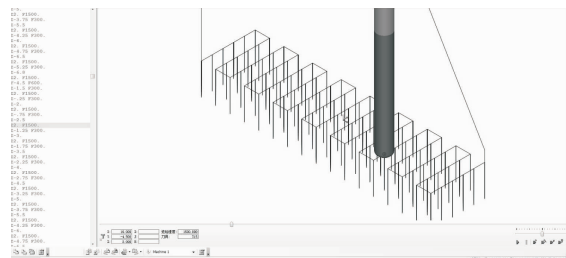


图5 底座凹槽孔加工刀路轨迹

Figure 5 Base groove hole machining tool path

3 软胶体凹模型腔数控加工工艺

软胶体压塑成型的凹模型腔加工工艺为：

45钢锻件→调质→毛坯铣削→磨削→粗铣型腔轮廓→二次粗铣→半精铣→精铣、清角

凹模型腔切削工艺参数,见表2。在UG 8.0软件编程中,采用“型腔铣削”加工模块,切削模式选择“跟随周边”,选用 $\Phi 4$ mm铣刀,螺旋下刀粗铣轮廓,主轴转速为12 000 r/min,进给速度为2 500 mm/min,每刀深度0.2 mm,其刀路轨迹,见图6(a);选用 $\Phi 2$ mm铣刀进行二次粗铣,加工上一工序未切除部分,主轴转速为14 000 r/min,

表 1 底座凹槽 102×Φ 1.0 mm 小孔钻削工艺参数表

Table 1 The machining process parameter table for base groove 102×Φ 1.0 drilling holes

程序名	刀具	转速/ (r·min ⁻¹)	进给/ (mm·min ⁻¹)	刀号	背吃刀量/ mm	伸出长度/ mm	下刀深度/ mm	抬刀高度/ mm
C02	中心钻	12 000	1 500	T15	0.08	2	-1.4	5
C03	D1 钻头	3 000	300	T15	0.08	8	-6.8	5

表 2 凹模型腔切削工艺参数表

Table 2 Table of cutting parameters of cavity model cavity

程序名	切削模式	刀具直径/ mm	转速/ (r·min ⁻¹)	进给/ (mm·min ⁻¹)	背吃刀量/ mm	侧吃刀量/ mm	预留量/ mm	伸出长度/ mm	抬刀高度/ mm
F-1	粗铣	4	12 000	2 500	2.0	0.20	0.25	4	5
F-2	二次粗铣	2	14 000	2 000	1.0	0.20	0.30	4	5
		1	16 000	2 000	0.5	0.05	0.35	4	5
F-3	半精铣	1	16 000	2 000	0.5	0.05	0.35	4	5
		1	16 000	2 000	0.5	0.05	0.35	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	2	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	2	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	2	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	2	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	2	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	2	5
F-4	精铣	1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	2	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	1	1
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5
		1	16 000	1 800	0.5	0.05	0.00	4	5

进给速度为 2 000 mm/min,其刀路轨迹,见图 6(b)。

半精加工,选用 Φ 1 mm 铣刀,主轴转速为 16 000 r/min,进给速度为 2 000 mm/min,因铣刀直径小,转速高,刀具磨损大且易折断,编程时采用“深度轮廓加工”“指定切削区域”,分 3 个区域加工,其刀路轨迹,见图 6(c);精铣中,也选

用 Φ 1 mm 铣刀,转速更高,刀具磨损更快,加工过程中需要检查刀具状态,及时更换刀具,采用“指定切削区域”进行分区加工,最后清角,精铣型腔刀路轨迹,见图 6(d)。

4 结论

本例真空吸盘结构上采用了聚氨酯为软胶体,在食品包装自动化生产线上有利于提高食品包装的外观质量,经过芜湖某机电科技有限公司实际生产(见图 7)验证,完全满足使用要求。通过对其制造技术研究分析,结果表明:

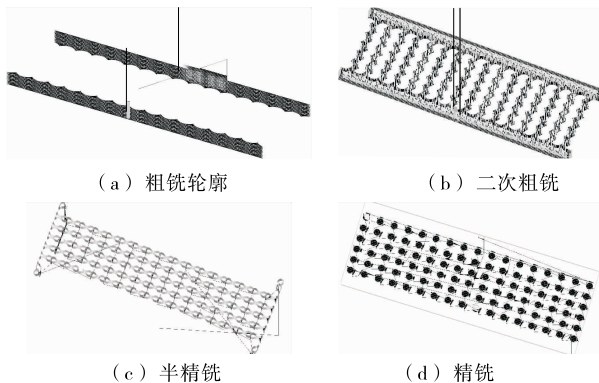


图 6 凹模型腔数控铣加工刀路轨迹

Figure 6 The NC milling machining tool path for concave model cavity

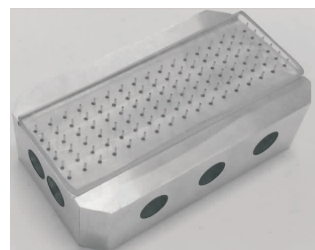


图 7 真空吸盘产品

Figure 7 Vacuum sucker products

(下转第 220 页)

- [23] 刘仲华, 王增盛, 黄建安, 等. 黑茶初制中主要色素物质的变化与色泽品质的形成[J]. 茶叶科学, 1991, 11(S1): 34-41.
- [24] 柴硕, 孙琪璐, 肖蕾, 等. 安化黑茶渥堆工艺及品质形成研究进展[J]. 茶叶通讯, 2015, 42(1): 7-10.
- [25] 杨抚林, 邓放明, 赵玲艳, 等. 黑茶微生物学研究进展[J]. 微生物学杂志, 2006(1): 85-88.
- [26] ZHU Yu-chen, LUO Ying-hua, WANG Peng-pu, et al. Simultaneous determination of free amino acids in Pu-erh tea and their changes during fermentation[J]. Food Chemistry, 2016, 194: 643-649.
- [27] 黄怀生, 粟本文, 郑红发, 等. 黑茶加工机械研究进展[J]. 茶叶通讯, 2013, 40(4): 26-28.
- [28] 冯超浩, 刘通讯. 不同潮水量条件下普洱茶渥堆过程化学成分的变化[J]. 食品科学, 2013, 34(7): 135-139.
- [29] 胡捷, 刘通讯. 不同工艺条件对普洱茶渥堆过程中微生物及酶活的影响[J]. 现代食品科技, 2013, 29(3): 571-575.
- [30] 陈椽, 刘勤晋, 胡建程, 等. 制茶学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 264-269.
- [31] 刘石泉, 赵运林, 胡治远, 等. 不同渥堆条件对茯砖茶品质的影响研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(22): 256-259.
- [32] 钟兴刚, 刘淑娟, 郑红发, 等. 一种提高天尖黑毛茶品质的加工方法: 中国, 201310238099.4[P]. 2013-08-28.
- [33] 农艳芳, 韦全辉, 何志强, 等. 影响六堡茶金花形成的因子[J]. 中国茶叶加工, 2011(3): 31-33.
- [34] 柴硕, 黎娜, 李瑾, 等. 安化黑毛茶加工现状与机械化发展趋势[J]. 湖南农业科学, 2015(3): 79-81.
- [35] 梁名志, 陈继伟, 王立波, 等. 人工接种真菌固态发酵对普洱茶品质和功能的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(21): 273-277.
- [36] 周春红, 黄振兴, 阮文权, 等. 微生物对普洱茶渥堆过程中特定风味成分变化的影响[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(7): 36-39.
- [37] 李中皓, 刘通讯. 外源酶对成品普洱茶品质的影响研究[J]. 食品工业科技, 2008, 28(2): 152-154.
- [38] 康燕山, 黄薇, 袁唯, 等. 普洱茶发酵过程中添加外源酶及外源酵母对主要成分的影响[J]. 云南农业大学学报, 2015, 30(5): 784-789.
- [39] 龚加顺, 陈一江, 彭春秀, 等. 普洱茶发酵过程中不同添加物对茶褐素及其形成机制的影响[J]. 茶叶科学, 2010, 30(2): 101-108.
- [40] 高力, 刘通讯. 渥堆发酵过程中木糖添加量对普洱茶品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(3): 168-172.
- [41] 付赢萱, 刘通讯. 多酚氧化酶对普洱茶渥堆发酵过程中品质变化的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(3): 197-201.
- [42] 刘通讯, 凌萌乐. 不同氨基酸对普洱熟茶呈味物质和香气成分的影响[J]. 现代食品科技, 2013, 29(9): 2 199-2 205.
- [43] 李亚莉, 郝强, 黑利生, 等. 移动式普洱茶翻堆机的设计研究[J]. 包装与食品机械, 2013, 31(3): 30-33.
- [44] 杨光, 肖宏儒, 宋志禹, 等. 黑茶翻堆设备的设计与试验[J]. 中国农机化学报, 2016, 37(5): 122-125.
- [45] 肖宏儒, 季顺中, 宋志禹, 等. 一种黑茶发酵翻堆机: 中国, 201410393767.5[P]. 2014-12-03.
- [46] 黄云战, 赵永洁, 李亚莉, 等. 普洱茶发酵罐研制及应用研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(1): 115-118, 174.
- [47] 吴绍帅, 李亚莉, 黄云战, 等. 普洱茶发酵自动化生产专利技术的研发[J]. 食品与机械, 2011, 27(6): 183-185.
- [48] 李亚莉, 朱广鑫, 周红杰, 等. 双层保湿转动式普洱茶发酵罐发酵工艺[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(9): 89-94.
- [49] 罗新文, 黄云战, 熊同强, 等. II 型普洱茶发酵罐的改正设计与试验分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(32): 157-159.
- [50] 李欢, 李华英, 黄云战, 等. 普洱茶发酵罐的力学性能研究[J]. 机械研究与应用, 2014, 27(5): 49-51, 56.
- [51] 马振纲, 黄云战, 刘大鹏, 等. 基于 PLC 在普洱茶发酵车间的应用分析与研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(19): 10 276-10 278.
- [52] 吴晓强, 黄云战, 周红杰, 等. 普洱茶发酵车间环境温度的预测方法[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 7-10.
- [53] 徐伟恒, 张方坤, 李俊秋. 普洱茶渥堆发酵多通道温湿度监测系统[J]. 现代电子技术, 2011, 34(3): 118-119, 122.
- [54] 闻娜, 刘成伟, 王涛. 可编程控制在普洱茶渥堆生产自动化中的应用[J]. 福建茶叶, 2016(1): 25-26.
- [55] 赵永杰, 黄云战, 周红杰, 等. 普洱茶发酵车间测控系统的设计与实现[J]. 食品与机械, 2012, 28(2): 98-101.
- [56] 何梅珍, 黄达勤, 石荣强, 等. 六堡茶渥堆发酵自动控制技术研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(24): 10 136-10 138.

(上接第 98 页)

(1) 采用了 UG 软件建模和编程, 利用高精度数控雕铣机进行加工, 有效地保证 102 个孔的位置精度。

(2) 对于薄板多孔的软胶体成型, 采用压塑成型方案, 模具结构简化, 制造成本降低, 操作简单。

(3) 在编程上, 采用“型腔铣削”“深度轮廓加工”及“指定切削区域”等方式, 分层、分区域等方法, 完成自带 102 × Φ 0.8 mm 细小型芯的凹模型腔数控加工。有效地避免因刀具小、易损坏而影响工件加工质量, 为同类零件加工提供参考。

参考文献

- [1] 聂学俊, 熊光洁, 汤晓华. 食品包装机械的自动控制[J]. 食品科学技术学报, 2013, 31(9): 76-78.
- [2] 吴锦虹, 林楚平. 全自动自立袋充填旋盖机送袋机构及灌装阀的改进[J]. 食品与机械, 2015, 31(6): 117-119, 168.
- [3] 黄志刚. 食品包装技术及发展趋势[J]. 包装工程, 2003, 24(2): 90-91.
- [4] 刘军. 基于食品包装设计的流线型审美表现及启示[J]. 食品与机械, 2015, 31(2): 171-173, 177.
- [5] 喻航, 刘渝, 赵川, 等. 大袋包装机真空吸袋装置吸附能力研究[J]. 包装工程, 2015, 36(17): 61-65.
- [6] 沈惠平, 高宗华, 祁泽佩, 等. 隧道管片真空吸盘翻转机翻转机构及最小翻转力矩优化计算[J]. 机械设计, 2010, 27(5): 63-66.
- [7] 曹丽华. 非磁性材料工件在平面磨床上的装夹[J]. 航天工艺, 2001(3): 55-57.
- [8] 王军, 张建超, 汪西应. CRTS II 型无砟轨道板真空吊具的设计[J]. 制造业自动化, 2011, 33(3): 113-115.
- [9] 王跃华. 球接头的数控加工[J]. 食品与机械, 2015, 31(4): 106-110.
- [10] 魏平, 耿慧莲. 基于四开数控雕铣机床深孔件的数控程序设计[J]. 机床与液压, 2010, 38(22): 45-47.
- [11] 王明海, 刘明辉, 徐颖翔, 等. 不同工艺对碳纤维复合材料制孔的影响[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2015(9): 125-128.