

JBZ-B 型自动纸杯成型机杯壁成型机构及虚拟样机研究

王莹¹, 史荣²

(1. 河北联合大学, 唐山 063009; 2. 燕山大学, 秦皇岛 066004)

摘要: 杯壁成型机构是全自动纸杯成型机完成纸质杯杯壁成型的主要机构, 为确保其工作可靠和纸质杯杯壁成型质量, 运用虚拟样机技术, 建立了 JBZ-B 型自动纸杯成型机杯壁成型机构的三维实体模型, 并对其进行了运动仿真。分析了杯壁成型机构在不同工作状态下的运动特性, 以及对纸质杯杯壁成型质量的影响, 为产品质量控制提供了参考依据。

关键词: 杯壁成型机构; 虚拟样机技术; 运动仿真; 运动特性

中图分类号: TB486 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2012)09-0096-03

Cup Wall Forming Mechanism and Virtual Prototype of JBZ-B Type Automatic Paper Cup Machine

WANG Ying¹, SHI Rong²

(1. Hebei United University, Tangshan 063009, China; 2. Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

Abstract: Cup wall forming mechanisms are the major mechanisms of automatic paper cup forming machine to complete a paper cup. To ensure reliable and forming quality of paper cup wall, virtual prototype technology was applied. The three-dimensional solid model of cup wall forming mechanism of JBZ-B type automatic paper cup forming machine was established and the kinetic simulation was carried out. Its motion characteristics under different working conditions as well as effect on the shaping quality of paper cup were analyzed. The purpose was to provide reference for product quality control.

Key words: cup wall forming mechanism; virtual prototype technology; kinetic simulation; motion characteristics

近年来,随着人们环保意识的加强,一次性纸质杯的需求量逐渐增加,这就对纸杯的生产数量和质量提出了更高的要求。JBZ-B 型自动纸杯成型机是生产纸质杯的专用设备^[1],文中以其为研究对象,在分析纸杯成型工艺的基础上,建立纸质杯杯壁成型机构虚拟样机,并进行运动仿真分析,探讨在不同工况下,其运动特性与纸质杯杯壁成型质量的关系。

1 纸质杯成型工艺

从纸张到一次性纸杯的生产工艺流程见图 1,主要分为淋膜、分切、印刷、模切、成型等。淋膜是把原纸(白纸)用淋膜机淋上 PE 膜;分切是用分切机把淋膜好的纸张分切为矩形纸片(纸杯壁)和卷筒纸(纸杯

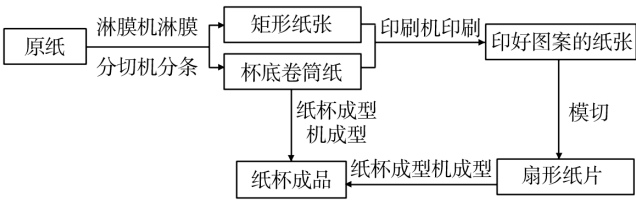


图 1 纸杯的成型工艺流程

Fig. 1 Flow chart of paper cup modeling technology

底部);印刷是用胶印机或者凹版印刷机,在矩形纸片上印刷各种图案;模切是用模切机将印刷好图形的纸片切成做纸杯用的扇形纸片;成型是在纸杯成型机上利用其自动成型功能完成纸杯成型,最终生产出纸杯成品。从图 1 中看到,纸杯的成型分两部分,即杯壁的成型和杯底的成型。所谓杯壁成型就是将前面模

收稿日期: 2012-01-08

作者简介: 王莹(1981—),女,河北唐山人,硕士,河北联合大学讲师,主要从事包装机械及包装工程专业的教学与研究。

切出来的扇形纸片卷封成杯壁形状,这部分工作主要由纸杯成型机杯壁成型机构完成;而杯底成型的对象就是分切出来的不同规格纸卷,在纸杯机上直接冲压就可以实现。

2 杯壁成型机构虚拟样机建模

目前,比较成熟的三维实体建模与仿真软件有 Pro/E, Solidworks, ADAMS 以及 UG 等。笔者选用 Pro/E 软件进行建模,其实体建模步骤见图 2^[2-4]。

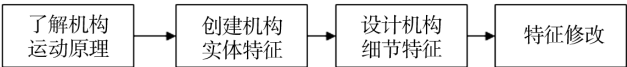


图 2 实体建模流程

Fig. 2 Flow chart of solid model building

JBZ-B 型自动纸杯成型机杯壁成型机构主要由吸纸机构、供纸机构和卷封机构组成。其中,吸纸机构是由一个偏心轮机构组成,靠气缸中活塞的往复运动将放在供纸架上的扇形纸片从供纸架上吸下来。供纸机构是一个四连杆的曲柄滑块机构,作用是将吸纸机构吸下的扇形纸片运送到卷封机构离合器位置。卷封机构是杯壁成型的主要机构,它包括纸片卷曲成型和热封两个工艺,其中,纸片卷曲成型由凸轮连杆组合机构带动离合器两翼按一定的轨迹运动完成,杯壁纸热封由槽凸轮机构实现。由此可见,离合器是杯壁成型机构的工艺执行机构。所建立的主要机构模型见图 3。

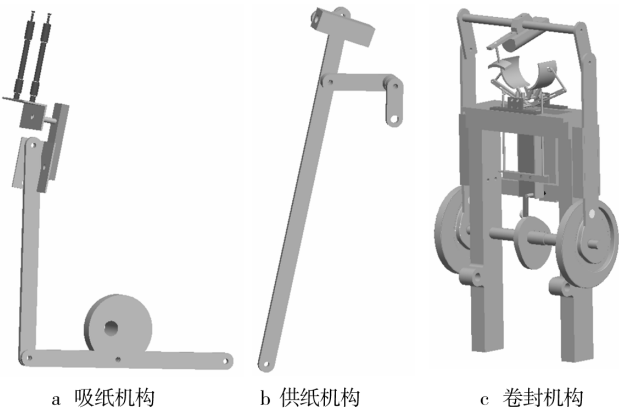


图 3 纸杯成型机的机构模型

Fig. 3 The model of mechanisms of paper cup machine

在 Pro/E 中采用自底向上的虚拟装配方法,将图

3 所示的主要机构模型与杯壁成型机架、气缸、连接轴等按配合、约束关系进行装配,得到杯壁成型机构虚拟样机,见图 4。

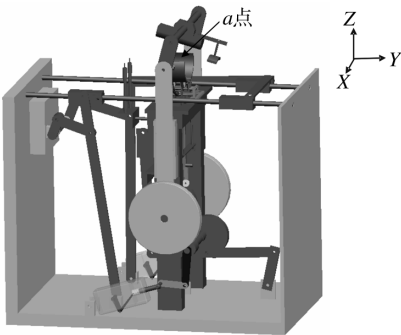


图 4 杯壁成型机构模型

Fig. 4 The model of cup wall forming mechanism

3 不同工况下杯壁成型机构运动分析

由于纸杯成型机机构复杂,各机构间动作的协调性及稳定性直接影响纸杯的成型质量,由纸杯成型机卷封机构的工作原理及工艺过程可知^[5],一次性纸杯杯壁成型的关键就是离合器两翼的运动轨迹正确,所以对离合器进行运动分析是十分必要的。而仿真是机构运动分析中一种常用的方法^[6],在吸纸机构和供纸机构运动正常的前提下,应用 Pro/E 中的“机构”模块对离合器的运动进行仿真。

3.1 正常工作下的运动特性

纸杯杯壁卷封行程取决于离合器两翼的位移^[5],由机构的结构和运动原理可知,离合器两翼运动是对称的,为了研究其运动特性,以离合器一侧翼上的端点(图 4 中 a 点)为对象进行仿真,坐标系设置见图 4, a 点所在离合器侧翼张开方向为 X 轴正方向。

图 5 为杯壁成型机构正常工作下(凸轮表面轮廓

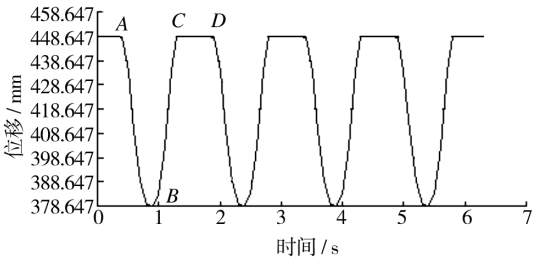


图 5 离合器卷封运动曲线

Fig. 5 Motion curve of seaming mechanism

完好情况下),离合器上 a 点的位移-时间曲线,纵坐标

为 a 点沿 X 轴方向的位移。曲线上, AD 阶段为抱合器一个工作周期, 点 A, C, D 为抱合器完全张开位置, B 点为抱合器抱合位置。 AB 阶段, 动力源凸轮处于推程, 抱合器两侧翼逐渐合拢, a 点位移逐渐减小; BC 阶段为凸轮回程, 抱合器两侧翼逐渐打开, 与合拢动作正好相反, a 点位移逐渐增大; CD 阶段, 凸轮休止, 抱合器保持原位不动。由图 5 可知, 整个卷封抱合行程为 70 mm, 此时, 一次性纸杯契合宽度为标准值 7 mm。

3.2 凸轮磨损时的运动特性

杯壁成型机构中, 抱合器两翼的运动由凸轮连杆组合机构驱动, 而凸轮机构是高副机构, 接触应力较大, 易于磨损^[7-8]。凸轮的主要磨损形式是接触疲劳磨损^[9], 易出现在推程和回程衔接处的凸轮曲线变化区域, 图 6 和 7 分别为未磨损和已磨损的凸轮机构。

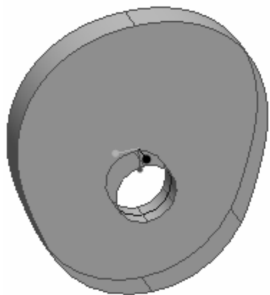


图 6 凸轮机构

Fig. 6 The model of cam mechanism

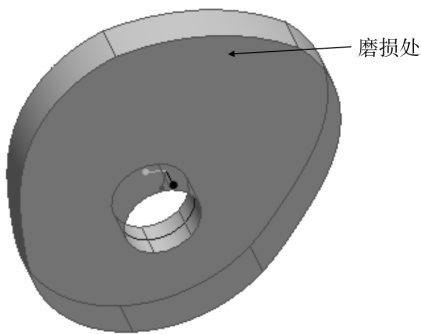


图 7 磨损的凸轮机构

Fig. 7 The model of worn cam mechanism

为了说明凸轮表面轮廓对纸杯杯壁卷封成型质量的影响, 对凸轮出现不同程度磨损时的杯壁成型机构进行运动分析。图 8 和 9 分别为凸轮出现深度为 1 mm 和 3.5 mm 磨损时, 抱合器上 a 点的位移-时间曲线。

如图 8 和 9 所示, 当凸轮出现深度为 1 mm 和 3.5 mm 磨损时, 与正常工作下的数据相比, 卷封抱合行程不变, 仍然为 70 mm, 但抱合时刻 a 点位移值分别增大

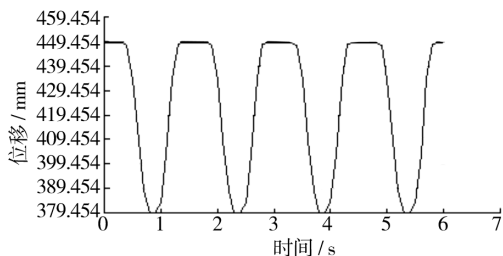


图 8 凸轮磨损后抱合器卷封运动曲线

Fig. 8 Motion curve of seaming mechanism with worn cam

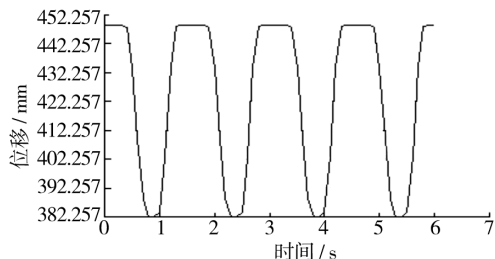


图 9 凸轮过量磨损后抱合器卷封运动曲线

Fig. 9 Motion curve of seaming mechanism with excess abrasion cam

了 0.8 mm 和 3.6 mm。因为抱合器两翼运动是对称的, 相应的另一侧翼也会存在同样大小的位移差。

运动分析结果表明, 如果忽略模型建立产生的误差, 凸轮磨损后, 抱合器侧翼的位移变化会引起纸杯契合宽度减小。当凸轮出现深度为 1 mm 磨损时, 纸杯卷封契合宽度比标准值减小 1.6 mm, 由原来的 7 mm 变为 5.4 mm。当凸轮继续磨损时, a 点位移差更大, 纸杯契合宽度减小得更多, 当凸轮出现深度为 3.5 mm 磨损时, 纸杯杯壁无法契合, 产品即为废品。

4 结论

1) 通过 Pro/E 的机构运动仿真所输出的曲线可以看出, 纸杯成型机杯壁成型机构运动规律与实际情况相符; 找出了杯壁成型机构在凸轮不同磨损状态下与杯壁成型质量之间的关系, 为纸杯机成型质量控制提供了设计参考。

2) 通过分析可知, 运用 Pro/E 的机构运动仿真具有很大的优越性, 不但使机构的造型形象化、可视化, 同时使得整个仿真过程在精确、高效的基础上更加形象。

(下转第 103 页)

了控制器操作难度。在不增加任何硬件资源成本的前提下,解决了传统纠偏控制器不能按颜色方式进行纠偏的问题。实验结果表明,在卷材为不同色彩的情况下,系统能够自动选择最佳滤波片,实现纠偏控制器的高精度纠偏,证明该方法切实可行。

参考文献:

- [1] 韩凌,陆荣鑑.制袋机的检测与控制技术发展概述[J].包装工程,2010,31(11):135—139.
HAN Ling, LU Rong-jian. Profile of Bag-making Machine Detection and Development of Control Technique [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(11): 135—139.
- [2] 王保升,左健民.基于数字图像处理的卷筒包装材料自动纠偏[J].包装工程,2007,28(3):16—18.
WANG Bao-sheng, ZUO Jian-ming. Automatic Rectification of Rewinding Packaging Material Based on Digital Image Processing [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3): 16—18.
- [3] 尹洁.凸型印刷系统中控制器的研制[D].上海:上海大

(上接第 98 页)

参考文献:

- [1] 王莹,史荣,褚兴安.纸杯机典型机构的运动分析及仿真[J].包装工程,2006,27(5):136—138.
WANG Ying, SHI Rong, CHU Xing-an. Motion Analysis and Simulation on the Major Mechanisms of the Paper Cup Machine [J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 136—138.
- [2] 张继春,杨建国.装配设计与运动仿真及 Pro/E 实现 [M].北京:国防工业出版社,2006.
ZHANG Ji-chun, YANG Jian-guo. Assembly Design and Motion Simulation and Pro/E to Achieve [M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2006.
- [3] 和青芳,徐征. Pro/Engineer Wildfire 产品设计与机构动力学分析 [M].北京:机械工业出版社,2004.
HE Qing-fang, XU Zheng. Pro/Engineer Wildfire Product Design and Institutional Dynamics Analysis [M]. Beijing: China Machine Press, 2004.
- [4] 祝凌云,李斌. Pro/Engineer 运动仿真和有限元分析 [M].北京:人民邮电出版社,2004.
ZHU Ling-yun, LI bin. Pro/Engineer Motion Simulation and Finite Element Analysis [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2004.
- [5] 王莹.纸杯机卷封凸轮机构参数化设计与运动仿真[J].

学,2007.

- YIN Jie. Research on the Controller in the System of Gravure Printing [D]. Shanghai: Shanghai University, 2007.
- [4] 王晴,尹志勇.基于颜色传感器 TCS230 的新型经皮测疸仪的设计[J].传感器与微系统,2008,27(9):100—102.
WANG Qing, YIN Zhi-yong. Design of New Instrument for Detecting Neonatal Jaundice Based on TCS230 [J]. Transducer and Microsystem Technologies, 2008, 27(9): 100—102.
- [5] 陆徐平,徐耀良,李渝曾.基于 TCS230 的新型双路颜色传感器的研制[J].电子技术应用,2007,33(8):89—91.
LU Xu-ping, XU Yao-liang, LI Yu-zeng. Development of a New Double-path Color Sensor Based on TCS230 [J]. Measurement Control Technology and Instruments, 2007, 33(8): 89—91.
- [6] ALTURAL H, KORKMAZ N E, SARACOGU O G. Adaptation of Optical RGB Sensor to CIE-XYZ Color Space Signal Processing and Communications Applications [C]//2011 IEEE 19th Conference on Digital Object Identifier, 2011.
- 包装工程,2011,32(17):73—75.
WANG Ying. Operation Seaming Cam Mechanism of Paper Glass Machine Parametric Design and Movement Simulation [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(17): 73—75.
- [6] 贺兵.基于虚拟样机技术的包装机械系统仿真研究[J].包装工程,2008,29(2):47—49.
HE Bing. Simulation Research of Packaging Machinery Based on Virtual Prototyping Technology [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 47—49.
- [7] 廖汉元,孔建益,钮国辉.机械原理 [M].北京:机械工业出版社,1997.
LIAO Han-yuan, KONG Jian-yi, NIU Guo-hui. Machines and Mechanisms [M]. Beijing: China Machine Press, 1997.
- [8] 申永胜.机械原理教程 [M].北京:清华大学出版社,1999.
SHEN Yong-sheng. Principle of Mechanic Course [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999.
- [9] 张翠凤.圆柱凸轮间歇运动机构的摩擦学分析[J].润滑与密封,2002(11):40—41.
ZHANG Cui-feng. Tribological Analysis of Cylinder Cam Intermittent Motion Mechanism [J]. Lubrication Engineering, 2002(11): 40—41.