

基于 Solidworks 的包馅机械成型刀盘的仿真分析

Simulation analysis on a stuffing machine molding cutter based on solidworks

徐华俊 汤 萍

XU Hua-jun TANG Ping

(安徽水利水电职业技术学院, 安徽 合肥 231603)

(Anhui Technical College on Water Resources and Hydroelectric Power, Hefei, Anhui 231603, China)

摘要:针对包馅机械的成型刀盘在设计和校核过程中计算复杂的问题,利用 Solidworks Motion 和 Solidworks Simulation 结合使用,分析了成型刀具在一个工作循环中的力矩与速度以及各瞬时应力与变形的变化。

关键词:包馅机械;成型刀盘;运动仿真;有限元分析

Abstract: According to the complex problems of the design and verification to a molding cutter machine, introduced the use of Solidworks Motion and Solidworks Simulation analysis torque or speed and instantaneous stress or deformation in a work cycle.

Keywords: stuffing machine; molding cutter; motion simulation; finite element analysis

包馅成型机械是专门用于生产各种带馅食品的机械,其主要部件是成型刀盘。传统的包馅机械中成型刀盘由两个左、右成型盘组成,生产中靠左右成型盘旋转搓圆包馅食品的面皮和馅料,该种成型方法实际生产效率较低,如果提高生产速度则制作出的成品外观较差,影响了成品的美观度^[1,2]。

针对此种弊端,设计一种新型包馅机械的成型刀盘,以改善生产效率,提高产品的美观度。国内外文献中没有关于此种新型成型刀盘的动力学相关研究,而理论计算校核复杂、抽象,本试验利用 Solidworks 软件对其工作状态做动力学分析,使分析过程更简单、直观。

1 工作原理

成型刀盘结构如图 1 所示,连杆机构与滑动固定销连接,驱动刀具旋盘做正反角度摆动,从而带动成型刀具 1、2 (3 把成型刀具 1 和 6 把成型刀具 2) 从图 2(a) 所示位置转动到图 2(b) 所示位置,完成对面皮的切断和花皱的成型。

基金项目:安徽省省级质量工程项目资助项目(编号:2014zy113)

作者简介:徐华俊(1982—),男,安徽水利水电职业技术学院讲师,硕士。E-mail: xuhua jun1008@163.com

收稿日期:2015-07-02

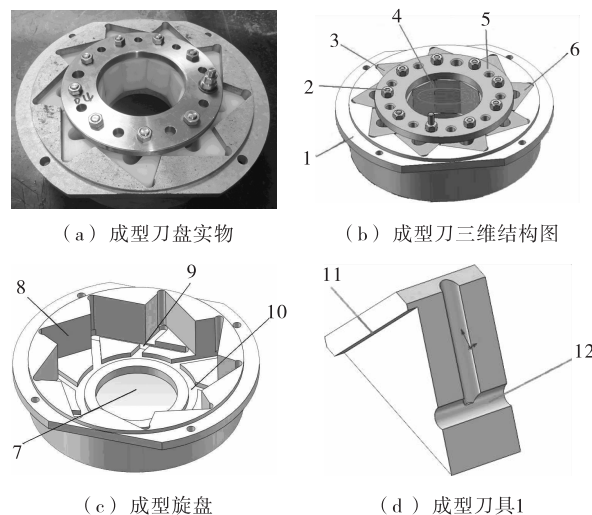


图 1 成型刀盘结构图

Figure 1 Forming cutter structure

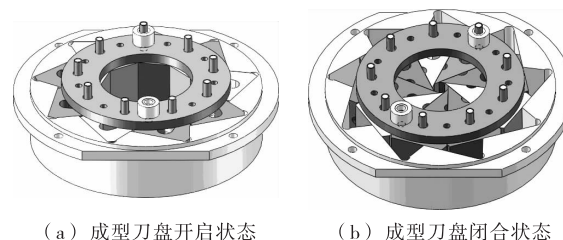


图 2 成型刀盘工作状态图

Figure 2 Molding cutter state diagram

刀具旋盘旋转时带动成型刀具 1、2 做直线移动,其中成型刀具 1 在滑动槽中滑动,九把成型刀具的运动轨迹终点为成型孔圆心。成型旋盘材料为铸铝,滑动固定销与刀具旋盘材料为不锈钢,成型刀具材料为超高分子量聚乙烯—UPE,利用 UPE 的自润滑、耐冲击、卫生无毒的优良特性,而且其

不黏性较好,制品表面与其他材料不易相附。

2 运动学仿真分析

Solidworks Motion 与 Solidworks Simulation 具有强大的动力学仿真分析功能,可以对设计结果进行验证、修改、优化设计方案,使得以前需要组织研究团队、进行复杂设计计算、制造样机验证结果的设计过程简化^[3,4]。

在 Solidworks Motion 中将成型旋盘设置为固定,其他部件设定为相对运动。将 9 把成型刀具之间、刀具与成型盘之间、刀具与滑动固定销之间设置为实体接触,摩擦类型为动摩擦,驱动旋盘驱动类型设定为振荡,驱动时间为 10 s,完成运动仿真分析,并且输出仿真结果。输出位移—时间曲线见图 3,输出旋盘驱动力矩的力矩—时间曲线见图 4。

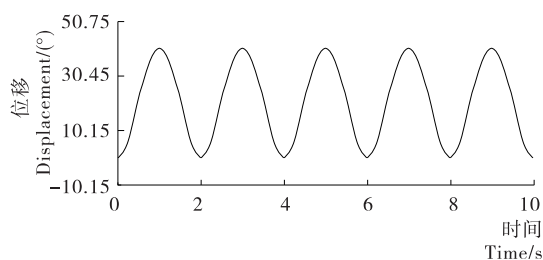


图 3 位移—时间曲线

Figure 3 The displacement time curve

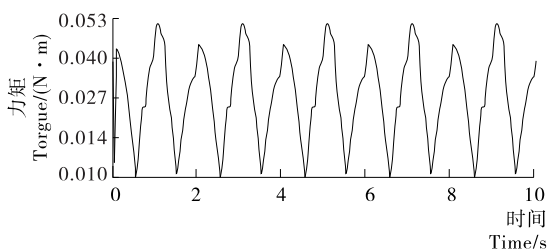


图 4 驱动马达力矩曲线图

Figure 4 The drive motor torque curves

由图 3 可知,刀具旋盘在 10 s 内完成了 5 个开闭循环,在 0~1 s,刀具旋盘从 0°~40°,成型孔打开。在 1~2 s,刀具旋盘从 40°~0°,成型孔闭合,成型刀盘 2 s 内完成一个包馅动作作循环。

由图 4 可知,刀具旋盘的启动初始力矩为 0.045 N·m,最大驱动力矩为 0.053 N·m,在启动时旋盘需要克服各成型刀具间的静摩擦力,在成型刀具移动到导向槽中间位置时其驱动力矩最小,在最后完成切断动作时,成型刀具移动到导向槽末端,成型刀具的底边相互挤压,力矩增大,这与成型刀具外形为三角形有关。

成型刀具 1 的线性速度如图 5 所示,成型刀具在 0.5 s 左右驱动力矩最小,此时刀具 1 运动到导向槽中点位置左右,其运动速度达到最大值 73 mm/s。由图 5、6 可知,成型刀具 1 运动速度曲线振荡循环,成型刀具在切制面坯的过程中较平稳。图 7 为成型刀具 2 线性速度曲线图,与图 5 相同,说明在旋盘转动切面坯的过程中成型刀具 1、2 运动同步,达到了切制面坯的作用。

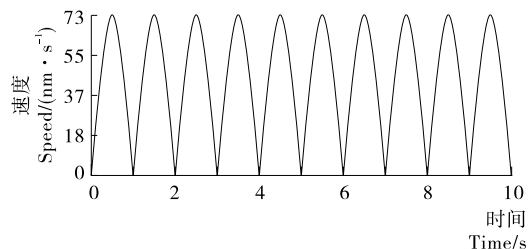


图 5 成型刀具 1 线性速度

Figure 5 Molding tool 1 linear velocity

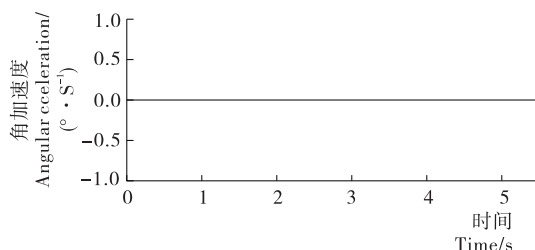


图 6 旋盘角加速度

Figure 6 Rotary wheel angle acceleration

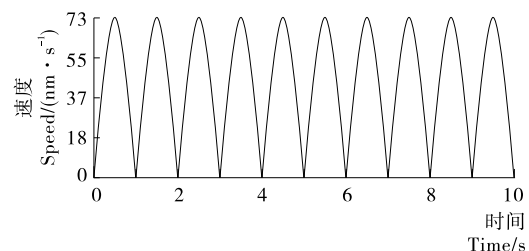


图 7 成型刀具 2 线性速度

Figure 7 Molding tool 2 linear velocity

3 有限元分析

将上述运动仿真输入 Solidworks Simulation 中进行有限元分析,可以对运动过程中各点的受力情况进行分析。本例中将刀具旋盘一个工作循环过程分为 18 个瞬时分析点(即 18 个工作情形),利用 Solidworks Simulation 分析各个瞬时成型刀具 1 的受力与形变情况,具体步骤^[4-6]:

(1) 将运动分析输入载荷,分析起始点从 0 到 2.0 s 共计 18 个点的受力分析;应用材料,从 Solidworks Materials 库文件中选择 PE 高密度;划分网格,在网格参数下,选择基于曲率的网格,设置最大单元大小至数值 30 mm 附近,生成网格。

(2) 运行设计算例,完成图表结果的输出。在整个旋转运动过程中成型刀具 1 形变位移与应力图解见图 8、9。由图 8、9 可知,成型刀具 1 可能的变形点在刀尖位置,但整个刀尖变形处于安全值内。

(3) 设计算例全局值。整个运动过程中成型刀具的全局合位移综合值见图 10,全局应力值见图 11。由图 10 可知,随刀具旋盘运动角度的增加,成型刀具 1 的位移变形也线性增加,但最大变形量 ≤ 0.022 mm。由图 11 可知,随刀具旋盘运动角度的增加,成型刀具 1 的应力值线性增加,最大应力 $\leq 3.05 \times 10^5$ N/m²,其应力远小于材料的屈服极限 3.8×10^7 N/m²。但是通过图 10、11 能看到在启动初某点应力有一定突变,结构设计需要优化。

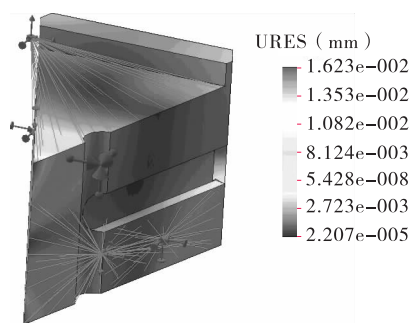


图 8 位移图解

Figure 8 Displacement diagram

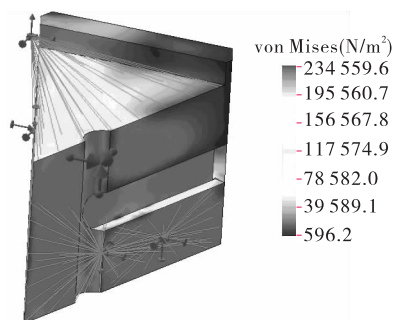


图 9 应力图解

Figure 9 Stress diagram

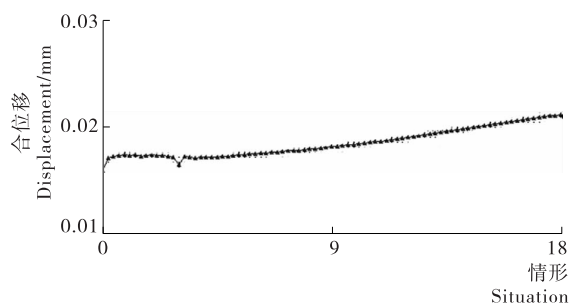


图 10 合位移

Figure 10 Displacement

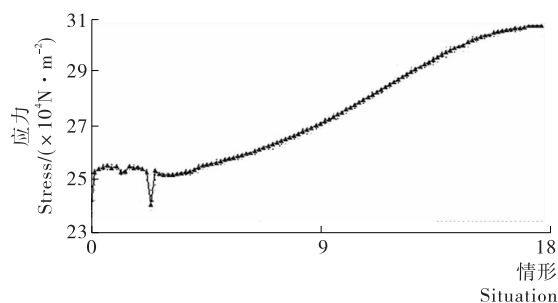


图 11 应力综合值

Figure 11 Stress value

4 结论

本试验将 Solidworks Motion 和 Solidworks Simulation 结合,把 Solidworks Motion 的输出结果无缝输入到 Solidworks Simulation 中,对运动中的零件各瞬时位置进行有限元分析,使整个分析过程更加快捷、直观,分析结果更接近实际工况。该种分析方法简化了繁琐的理论计算,缩短了产品设计周期,提高了设计效率。通过仿真分析结果可知成型刀盘结构初步达到设计要求,但在启动时某点应力有突变,结构设计需要优化。

参考文献

- 1 高海燕. 食品加工机械与设备[M]. 北京:化学工业出版社,2008:27~38.
- 2 张佰清,李勇. 食品机械与设备[M]. 郑州:郑州大学出版社,2012:243~247.
- 3 陈超祥,胡其登. Solidworks Motion 运动仿真教程[M]. 北京:机械工业出版社,2012:174~188.
- 4 陈超祥,胡其登. Solidworks Simulation 基础教程[M]. 北京:机械工业出版社,2012:146~171.
- 5 余坚勇,郝利民,钱平,等. 基于有限元分析的浅盘食品包装容器设计[J]. 食品与机械,2011,27(2):94~97.
- 6 权浩. 基于 Solidworks 的空气压缩机建模及仿真分析[J]. 煤矿机械,2011(8):83~85.

(上接第 65 页)

国内呈现良好的线性关系,相关系数为 0.999 6,测定汞的检出限为 0.002 5 $\mu\text{g/mL}$;回收率为 95.93%~97.38%,其相对标准偏差为 3.02%~3.85%。该方法具有精密度高,检出限低,准确度高优点,适合用于市场中食品纸塑复合包装材料中汞的痕量检测分析。

参考文献

- 1 Syversen T, Kaur P. The toxicology of mercury and its compounds[J]. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 2012, 26(4): 215~226.
- 2 常晓途,陈新焕,杨代明,等. 直接测汞仪测定大米中汞的不确定度评定[J]. 食品与机械,2010,26(3):85~87.
- 3 Lamberty A, van Borm W, Qu evauviller P, et al. The EU network on trace element speciation in full swing[J]. Anal. Chem., 2001, 370: 811.
- 4 Silva D G, Portugal L A, Serra A M, et al. Determination of mercury in rice by MSFIA and cold vapour atomic fluorescence

spectrometry[J]. Food Chemistry, 2013, 137(1~4): 159~163.

- 5 Liu Q Y. Direct determination of mercury in white vinegar by matrix assisted photochemical vapor generation atomic fluorescence spectrometry detection[J]. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 2010, 65(7): 587~590.
- 6 白彦真,谢英荷,张小红. 氢化物发生原子荧光法测定陶瓷样品中汞[J]. 安徽农业通报,2012,18(13):184~185.
- 7 彭湘莲,刘宗敏,刘云. 湘江长沙段水中铅、镉、铬含量对淡水鱼的影响[J]. 食品与机械,2013,29(5):68~70.
- 8 彭湘莲,李忠海,王利兵,等. 湿法消解—火焰原子吸收法测定食品纸塑包装材料中铅镉含量[J]. 中国食品学报,2013,13(7):195~199.
- 9 原子荧光光度计分析方法手册[M]. 北京:吉天仪器有限公司,2009:8.
- 10 庞洁,张立颖,陆建平,等. 氢化物发生—双道原子荧光光谱法同时测定锰渣中砷和汞[J]. 分析科学学报,2012,28(5):724~726.
- 11 梁晶辉,马艳君. 原子荧光光度法测定幼儿乳粉中的金属汞[J]. 中国卫生工程学,2012,11(6):508~509.