

基于Pro/E行为建模技术的包装机械零部件优化

张洪军, 尚润琪

(西安工程大学, 西安 710048)

摘要: **目的** 将Pro/E行为建模技术应用在包装机械零部件优化设计中,以期得到最优的设计参数。**方法** 简要给出Pro/E行为建模的一般过程,在对插板驱动机构模型建立测量特征、插入运动分析特征及关系分析特征,并进行灵敏度分析。在可行性/优化分析的基础上,优化插板驱动机构中的凸轮大径、小径、凸轮位置及曲柄孔间距离。**结果** 得到了满足设计意图的插板驱动机构模型参数尺寸,圆整后得凸轮大径 R 为34 mm,凸轮小径 r 为30 mm,凸轮位置高度 H 为40 mm,曲柄孔间距离 L 为91 mm。**结论** 在包装机械零部件优化设计中应用Pro/E行为建模技术,可以大大提升包装机械的设计效率与质量。

关键词: 行为建模; 包装机械; 优化设计

中图分类号: TB486+.02 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)09-0095-04

Optimization of Packaging Machinery Spare Parts Based on the Pro/E Behavior Modeling Technology

ZHANG Hong-jun, SHANG Run-qi

(Xi'an University of Engineering, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: This paper applied the Pro/E behavioral modeling technology in the optimization design of packaging machinery spare parts, in order to get the optimal design parameters. The general process of Pro/E behavior modeling was briefly given, measurement features of plug-in boards drive mechanism model were established namely, movement analysis characteristics and relationships analysis features, were inserted for sensitivity analysis. On the basis of feasibility/optimization analysis, the large diameter and small diameter of the cam, cam position and the distance between the holes of the crank in the plug-in boards drive mechanism were optimized. As a result, the parameter sizes of the plug-in boards drive mechanism model which satisfied the design intent were obtained, after rounding, the cam large diameter R was 34 mm, the cam small diameter r was 30 mm, the height of cam H was 40 mm, and the distance between the crank hole L was 91 mm. In conclusion, application of Pro/E behavioral modeling technology in the optimization design of packaging machinery spare parts could greatly improve the design efficiency and quality of packaging machinery.

KEY WORDS: behavior modeling; packing machinery; optimization design

在包装机械零部件设计工作中,经常为了达到某种设计目标而构建模型,此时设计目标是确定的,而参数是不确定的,需要根据设计目标去调整参数,如何在众多可行的参数解决方案中获取最优的参数解决方案是设计者普遍关注的问题。若进行人工计算以达到设计的目的则非常麻烦,而Pro/E行为建模以

其独特的功能特点可以很方便地解决类似问题。

文中以所设计的底膜容器折叠成形真空包装机的折叠成形装置中的插板驱动机构的优化设计为例,阐述Pro/E行为建模技术在包装机械零部件优化设计中的应用。

收稿日期: 2014-10-22

作者简介: 张洪军(1985—),男,河南开封人,博士在读生,西安工程大学助教,主要研究方向为包装机械与包装材料。

1 行为建模的特点

行为建模作为Pro/E参数化设计中的一种分析工具,使得CAD软件不仅能用于造型,还能用于智能设计以寻找最优的解决方案^[1]。对于设计目标确定而构建的模型参数不确定的情况,行为建模采用信息收集和重复求解的智能化方法,可以在既定的设计目标和设计约束参数的前提下,经一系列参数测试和迭代运算后,为设计者提供最佳的设计参数^[2],从而构建最优的零部件模型,可以大大减轻设计者的工作量。

2 行为建模的一般过程

所设计的插板驱动机构为一动态机构,Pro/E行为建模技术对于动态机构的设计需结合机构模块的机构运动仿真分析,此时行为建模的一般过程见图1^[3-5]。

- 1) 建立模型。建立符合设计思想的零件模型或机构。
- 2) 创建参数。创建行为建模过程中用到的变量参数。
- 3) 分析。建立研究目标参数,包括创建测量分析特征、机构运动分析和插入模型基准分析特征等。
- 4) 敏感度分析。用来分析模型参数在指定范围内改变时对测量目标的影响,并显示模型参数对目标的影响曲线,从而减少优化的参数数量和范围,加快设计速度。

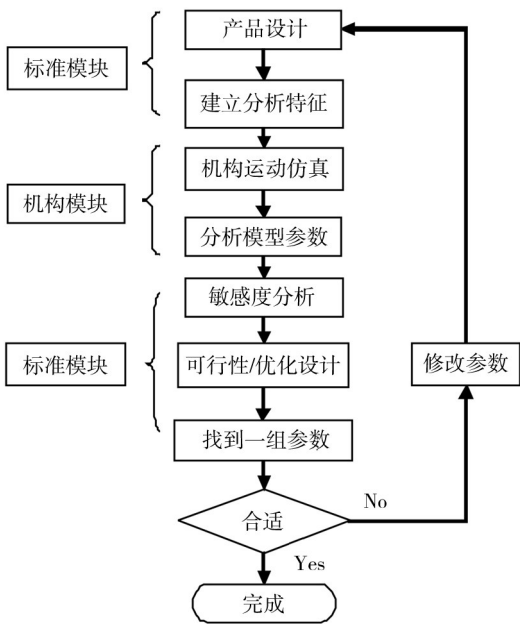


图1 行为建模的一般过程

Fig.1 The general process of behavior modeling

- 5) 进行可行性/优化分析。可行性分析可在指定的参数范围内搜寻满足约束条件的解决方案,通过改变模型相关参数,看能否满足设计要求。如果找到合适的参数值,则会提示存在解决方案。优化分析则是优化各个可行解决方案的参数,不仅使模型符合设计要求,而且使该模型设计为最优设计^[3]。
- 6) 进行参数的圆整,检验设计结果。

3 应用实例

所设计的底膜容器折叠成形真空包装机中的插板驱动机构见图2^[6-7],该机构的设计目标为:在满足当左、右插板向中间靠近到折叠成形位置时,左、右插板的前面,即图2中面A与面B的距离为44 mm(该尺寸根据所设计的可折叠容器尺寸而定)时^[8],确定插板驱动装置中曲柄孔间的长度 L 、凸轮的大径 R 与小径 r 、凸轮中心距底座上表面的距离 H ,使当左、右插板向两侧移到折叠成形装置中的夹具(图2中未画出)位置时,插板的背面,即图2中面E与面F的距离最小。

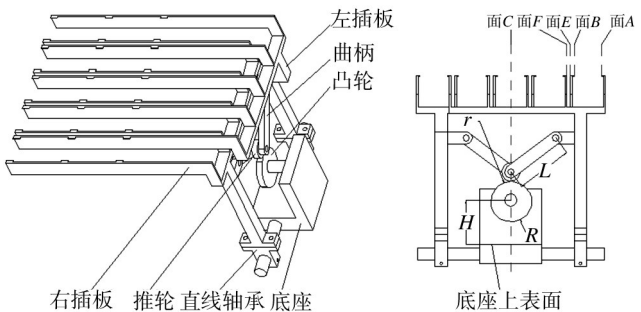


图2 插板驱动机构模型

Fig.2 Plug-in boards drive mechanism model

3.1 建立分析特征

进入Pro/E机构模块,验证组装件装配成功后^[9],点击测量工具,分别建立面A、面B、面E、面F与中间面C的距离测量(面A、面B、面E、面F与面C的位置见图2),对应的测量名称分别为:右侧插板前位移、左侧插板前位移、左侧插板后位移、右侧插板后位移。点击分析测量距离工具,建立面A和面B之间的距离ANALYSIS_DISTANCE_前与面E和面F之间的距离ANALYSIS_DISTANCE_后等2个特征。点击插入分析特征工具,建立关于上述4个测量及2个特征的运动分析ANALYSIS_MOTION,运行后得到各个特征参数的运动图像及最值。

建立关系分析特征ANALYSIS_RELATION,其关

系表达式为:成形时左右插板前面的距离=MIN_右侧插板前位移-MAX_左侧插板前位移;夹具移动时左右插板背面的距离=MIN_左侧插板后位移-MAX_右侧插板后位移^[10-11]。

3.2 敏感度分析

分别对凸轮大径 R 与小径 r 、凸轮位置 H 、曲柄孔间长度 L 对成形时左右插板前面距离影响程度的敏感度进行分析,根据所得到的各自敏感度曲线,可以确定接近设计目标时的各个参数的范围^[12-13]。

3.3 可行性分析

以成形时左右插板前面的距离为44 mm为设计约束参数,设计变量的尺寸最值范围根据各自的敏感度分析曲线确定(见图3),建立可行性分析并计算,系统将自动改变各个设计变量的尺寸最值,并进行迭代计算确定是否满足给定的设计约束。运行结果提示已找到可行的解决方案。

3.4 优化分析

建立优化分析,其中优化目标设置为夹具移动时左右插板背面距离的最小化绝对值,设计约束参数取成形时左右插板前面的距离为44 mm,设计变量最值的取值范围与可行性分析(见图4)。运行结果显示此零部件模型优化成功^[14]。



图3 可行性分析
Fig.3 Feasibility analysis



图4 优化设计
Fig.4 Optimization design

3.5 检验

运行优化后的模型,得到动态测量结果(见图5),测量结果表明优化后成形时左右插板前面的距离为43.9643 mm,与成形时左右插板前面的距离为44 mm这一设计目标的误差仅为0.08%,夹具移动时左右插

板背面的距离为0.000 230 012 mm,接近于0,在误差允许范围内可认为满足设计要求。图6所示的左右插板运行位移轨迹很直观地表明实现了既定的优化目标^[15-16]。



图5 优化后的测量结果
Fig.5 Measurement result after optimization

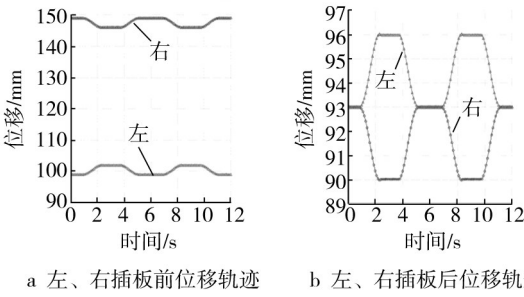


图6 左右插板位移轨迹
Fig.6 Displacement trajectory of the left and right plug-in boards

测量得到或直接在工具/参数命令下显示优化后的模型尺寸:凸轮大径 R 为34.47 mm,凸轮小径 r 为30.47 mm,凸轮高度 H 为40.13 mm,曲柄孔间距离 L 为90.59 mm;圆整后取凸轮大径 R 为34 mm,凸轮小径 r 为30 mm,凸轮高度 H 为40 mm,曲柄孔间距离 L 为91 mm。

4 结语

在包装机械设计过程中使用Pro/E行为建模技术,包装机械设计者仅需专注于设计意图,将模型行为信息融入设计中。只需要告诉计算机想要的结果和允许变化的参数和其变化的范围,系统便可以根据这些条件进行自动求解,并把结果反馈给设计者,设计者可以从中提取最优参数进行设计,并验证是否满足设计意图,这样设计者不仅解脱了繁重的重复计算,而且有更多的时间去思考其他的解决方法。文中将Pro/E行为建模技术应用在包装机械零部件优化设计中,为包装机械设计工作者提供了一种

新的设计方法。

参考文献:

- [1] 桂树国,许正荣. Pro/E行为建模技术在曲轴结构优化设计中的应用[J]. 煤矿机械, 2010, 31(2): 187—189.
GUI Shu-guo, XU Zheng-rong. Application of Pro/E Behavioral Modeling Technology in Optimum Design of Crankshaft Structure[J]. Coal Mine Machinery, 2010, 31(2): 187—189.
- [2] 孙海波,姜龙. Pro/E在产品优化中的应用[J]. 机械, 2004, 31: 122—123.
SUN Hai-bo, JIANG Long. The Application of Pro/E in Optimization of Products[J]. Machinery, 2004, 31: 122—123.
- [3] 佟河亭,李超. Pro/E Wildfire 4.0机构运动仿真与动力分析[M]. 北京:人民邮电出版社, 2009.
TONG He-ting, LI Chao. Mechanism Motion Simulation and Dynamic Analysis of Pro/E Wildfire 4.0[M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2009.
- [4] 李玉佳,陆佳平. 双腔室真空室开合机构的设计与优化[J]. 包装工程, 2013, 34(3): 80—82.
LI Yu-jia, LU Jia-ping. Design and Optimization of Open-closing Mechanism of Couple Vacuum Chamber[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(3): 80—82.
- [5] TIAN Hong-yu, ZHANG Zi-yi. Design and Simulation Based on Pro/E for a Hydraulic Lift Platform in Scissors Type[J]. Sciverse Science Direct, Procedia Engineering, 2011 (16): 772—781.
- [6] 潘松年. 包装工艺学[M]. 北京:印刷工业出版社, 2007.
PAN Song-nian. Packaging Technology[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2007.
- [7] 黄颖为. 包装机械结构与设计[M]. 北京:化工工业出版社, 2007.
HUANG Yin-wei. Packaging Machinery Structure and Design [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.
- [8] 张洪军,陆佳平,李国华,等. 软包装容器底部折叠成型理论分析与参数设计[J]. 包装工程, 2012, 33(3): 10—13.
ZHANG Hong-jun, LU Jia-ping, LI Guo-hua, et al. Theory Analysis and Parameters Design of the Flexible Packaging Container Bottom Forming[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3): 10—13.
- [9] 姜媛媛,李经纬,李恨. 基于Pro/E的并联机床动态仿真[J]. 机械设计, 2010(5): 19—20.
JIANG Yuan-yuan, LI Jing-wei, LI Hen. Pro/E Based Dynamic Simulation of Parallelmachine Tools[J]. Journal of Machine Desing, 2010(5): 19—20.
- [10] LIU Xiang-yan, ZHANG Tian-xu, DAI Xiao-bing, et al. Pro/E Based Design of Infrared Window of Image-spectrum Integrated Instrument[J]. Optic, 2014, 125: 2731—2733.
- [11] LIU Gang. Parameterized Mockup Design of PDC Bits Based on Pro/E[J]. Procedia Earth and Planetary Science, 2011 (3): 435—439.
- [12] 白晶,陶春生,马松柏. 基于Pro/E的食品包装机械四杆机构优化设计[J]. 北京工商大学学报(自然科学版), 2011, 29(4): 59—63.
BAI Xiao, TAO Chun-sheng, MA Song-bai. Optimal Design of Linkage Mechanism in Food Packaging Machinery Based on Pro/E[J]. Journal of Beijing Technology and Business University(Natural Science Edition), 2011, 29(4): 59—63.
- [13] 贾颖莲,何世松. Pro/E Wildfire 3.0在凸轮机构优化设计与运动仿真中的应用[J]. 煤矿机械, 2009, 30(12): 212—215.
JIA Yin-lian, HE Shi-song. Optimum Design and Motion Simulation of Cam Mechanism Using Pro/E Wildfire 3.0[J]. Coal Mine Machinery, 2009, 30(12): 212—215.
- [14] 张洪军. 新型膜容器成型及真空包装技术研究[D]. 无锡:江南大学, 2012.
ZHANG Hong-jun. The Research of New Film Container Forming and Vacuum Packaging Technology[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2012.
- [15] XIAO Yan-jun, ZHANG Jin-ling, YAO Bao-shuang, et al. Assembly and Simulation Analysis of Shear-sheet Machine Based on Pro/E[J]. Sciverse Science Direct, Procedia Engineering, 2011(16): 535—539.
- [16] 葛正浩,贾娟娟,杨芙莲. Pro/E Wildfire 5.0工程结构有限元分析[M]. 北京:化学工业出版社, 2010.
GE Zheng-hao, JIA Juan-juan, YANG Fu-lian. Finite Element Analysis of Engineering Structures Based on Pro/E Wildfire 5[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010.

欢迎订阅

欢迎投稿