

基于 Creo Parametric 的包装机曲柄滑块机构的优化设计

韩炬, 冯华, 黄家文

(河北联合大学, 唐山 063009)

摘要: 在 Creo Parametric 中, 通过骨架模型, 创建了偏置曲柄滑块机构模型, 并对曲柄滑块机构进行了运动分析, 应用 Creo Parametric 的行为建模功能, 将滑块行程、最小压力角作为约束, 对曲柄与连杆的长度进行了优化设计。该方法简单、实用性强, 具有很大的推广价值, 为曲柄滑块机构的设计提供了新的思路。

关键词: Creo Parametric; 曲柄滑块机构; 行为建模; 优化设计

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0065-04

Optimal Design of Slider-crank Mechanism Based on Creo Parametric

HAN Ju, FENG Hua, HUANG Jia-wen

(Hebei Union University, Tangshan 063009, China)

Abstract: In Creo Parametric, the skeleton model of offset slider-crank mechanism was created and the motion was analyzed. The length of the crank and connecting rod were optimal designed based on the function of Creo Parametric behavior modeling with length of crank and minimum pressure angle as a constrain. The method is simple, practical and has great promotion value. The purpose was to provide a new train of thought for design of slider-crank mechanism.

Key words: Creo Parametric, slider-crank mechanism, behavioral modeling, optimum design

曲柄滑块机构经常被用于裹包机中驱动裹包执行机构无停留的往复移动, 该机构是连杆机构的特殊形式, 结构简单, 运动形式比较多样。曲柄滑块的设计一般采用图解法^[1]与解析法^[2], 文献[1]中对图解法进行了介绍, 该方法比较繁琐且精确度差, 文献[2]提出的解析法比较精确但要求有较深厚的理论基础, 推广难度较大。笔者应用 Creo Parametric 提供的行为建模功能结合曲柄滑块机构的运动分析结果, 提出了进行曲柄滑块机构的优化设计方法。行为建模功能^[3-5]在包装设计中的应用非常广泛, 其主要思路是设定约束目标, 然后设定模型参数的范围, 通过迭代计算得到产品的优化设计方案。

1 曲柄滑块机构的问题描述

以偏置曲柄滑块机构为例, 其位移工况见图 1。

滑块在 C_0 点时处于最近位置, 在 C_1 点时为最远位置, 曲柄轴的偏距为 e , 曲柄的长度为 L_1 , 连杆的长

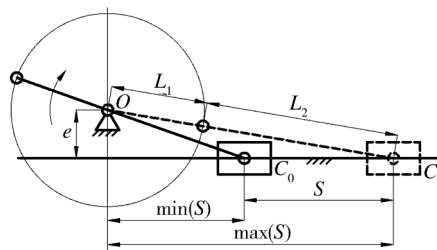


图 1 偏置曲柄滑块机构位移简图

Fig. 1 Displacement diagram of offset slider-crank mechanism

度为 L_2 , 滑块的行程为 S , 现在已知偏距 e 和行程 S , 确定 L_1 和 L_2 , 并使得最小传动角最大, 图 1 所示的偏置曲柄滑块机构的最小传动角为:

$$\gamma_{\min} = \arccos[(L_1 + e)/L_2]$$

假设 $e = 200 \text{ mm}$, $S = 800 \text{ mm}$, 现要求确定曲柄滑块机构的曲柄与连杆的长度, 要求机构的最小传动角最大, 并且滑块与曲柄轴心的最大距离不超过 1200 mm 。

收稿日期: 2012-10-01

基金项目: 唐山市科学技术研究与发展指令计划(12140202A-5)

作者简介: 韩炬(1982-), 男, 山东淄博人, 硕士, 河北联合大学讲师, 主要从事包装工程的教学及科研。

提出了应用 Creo Parametric 中的行为建模功能进行曲柄滑块机构的优化设计方法,该方法的设计流程见图 2。

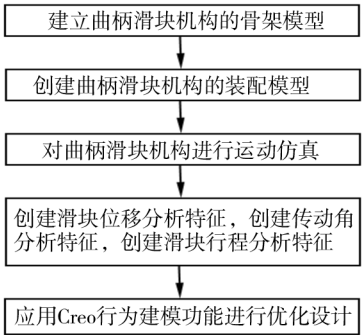


图 2 曲柄滑块机构优化设计流程

Fig. 2 Flowchart of slider-crank mechanism optimization design

2 曲柄滑块机构的建模与分析

2.1 曲柄滑块机构的骨架模型创建

基于 Creo Parametric 的 Top-Down 设计方法,首先创建曲柄滑块机构的骨架模型^[6-8],然后在骨架模型的基础上创建曲柄滑块机构。

曲柄滑块机构的骨架模型见图 3,曲柄滑块机构

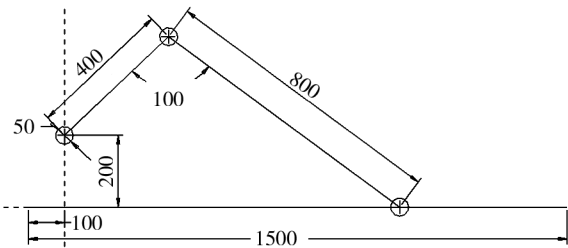


图 3 骨架模型(mm)

Fig. 3 Drawing of skeleton model

模型见图 4,通过骨架模型控制曲柄滑块机构可以为

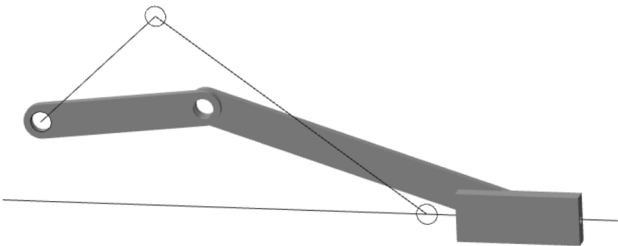


图 4 曲柄滑块机构模型

Fig. 4 Slider-crank mechanism model

后续模型优化带来极大的便利,骨架模型被优化

后,相应模型的尺寸也会随之再生。为使得后续优化数据取整,在此设置尺寸属性,使得尺寸的小数位数为 0。

2.2 创建滑块位移测量特征

为得到滑块在运动过程中的行程,需要创建一个滑块位移的测量特征 DISTANCE: ANALYSIS_DISTANCE_1,见图 5。滑块位移为平面 ASM_RIGHT 与

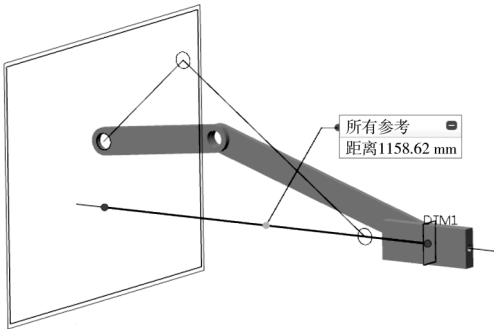


图 5 创建距离测量分析特征

Fig. 5 Create distance measurement analysis feature

DTM1 之间的距离。

2.3 对曲柄滑块机构进行机构分析

进入 Creo Parametric 的“机构”模块,在曲柄轴上添加伺服电动机,电动机的速度为 36 r/s,见图 6。对

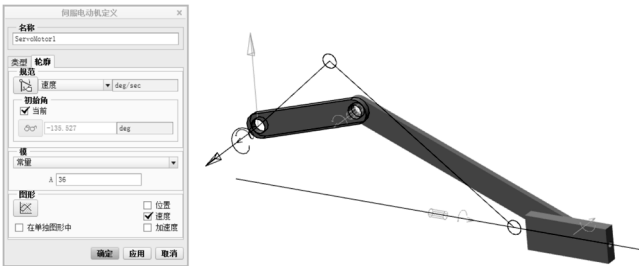


图 6 定义伺服电动机

Fig. 6 Define servo motor

模型进行分析,类型为“位置”的机构分析 Analysis-Definition1,运行时间为 20 s,并运动分析结果保存下来。

2.4 对曲柄滑块机构进行运动分析

在 Creo Parametric 的“标准”建模环境下,创建一个运动分析,见图 7,运动分析的参数选择,距离分析特征 DISTANCE: ANALYSIS_DISTANCE_1。运动分析过程中,距离分析特征在运动时间内的变化规律曲线见图 8。创建运动分析时,在结果参数中将 MAX_DISTANCE(运动中获得的最大参数值)和 MIN_DIS-



图7 定义运动分析

Fig. 7 Define motion analysis

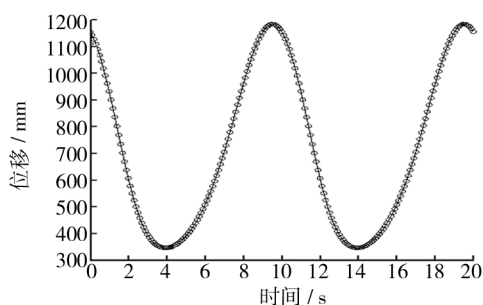


图8 滑块位移-时间变化曲线

Fig. 8 Displacement-time curve of slider

TANCE(运动中获得的最小参数值)的创建值修改为“是”,见图9。



图9 定义运动分析结果参数

Fig. 9 Define the parameter of motion analysis results

3 曲柄滑块机构的优化设计

3.1 创建优化设计目标约束

曲柄滑块机构的优化设计数学模型为:

$$\begin{cases} \max f(x) = \gamma_{\min} = \arccos[(L_1 + e)/L_2] \\ g_1(x) = S = 800 \\ g_2(x) = \max(S) < 1200 \\ x = \{L_1, L_2\} \\ 350 \leq L_1 \leq 500 \\ 600 \leq L_2 \leq 1000 \\ e = 20 \end{cases}$$

其中最小传动角 $\gamma_{\min}$, 滑块的行程 S , 需要创建单独的分析特征。

1) 创建滑块行程分析特征。同样创建一个关系分析特征, 关系式为: $D = \text{MAX_DISTANCE} : \text{FID_ANALYSIS1} - \text{MIN_DISTANCE} : \text{FID_ANALYSIS1}$, 其中 D 为滑块行程, 关系式的含义为运动分析的滑块最大位移减去最小位移。

2) 创建最小传动角分析特征。单击 创建一个关系分析特征, $A = \arccos((d2:0 + d5:0)/d3:0)$, 见图10。其中 A 为最小传动角, $d2:0$ 为曲柄长度, $d5:0$ 为偏距值, $d3:0$ 为连杆长度。

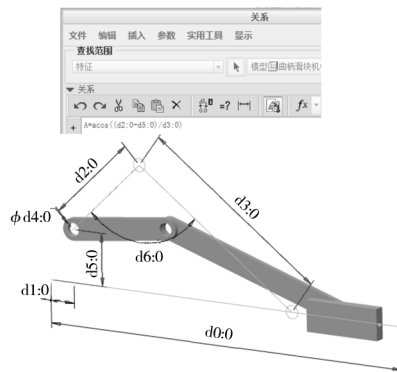


图10 创建最小传动角分析特征

Fig. 10 Create minimum transmission angle analysis feature

3.2 进行曲柄滑块机构的优化设计

在 Creo Parametric 的“标准”建模环境下, 单击 , 在图 11 所示的“优化/可行性”对话框中, 选择设计目标为最小传动角分析特征“ $A: \text{ANALYSIS3}$ ”, 目标类型为“最大化”; 设计约束设定为行程分析特征“ $D: \text{ANALYSIS2} = 800$ ”和滑块的最大位移分析特征“ $\text{MAX_DISTANCE} : \text{ANALYSIS1}$ ”; 设计变量选择骨架模型中的曲柄长度尺寸与连杆长度尺寸, 并设定曲柄长度尺寸 $d2: \text{ASM0001_SKEL}$ 的取值范围为 $[350, 500]$, 连杆长度尺寸 $d3: \text{ASM0001_SKEL}$ 的取值范围为 $[600, 1000]$ 。

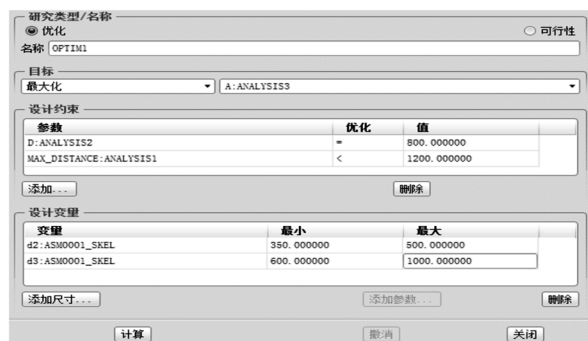


图 11 曲柄滑块优化设计对话框

Fig. 11 Optimization design of slider-crank mechanism

系统经过迭代计算后得到图 12 所示的“优化目

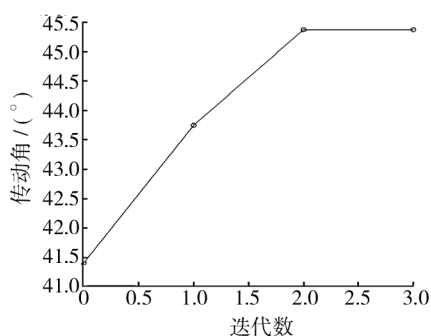


图 12 优化目标收敛

Fig. 12 Optimization convergence graph

标收敛图”,并对模型尺寸进行优化,优化后的曲柄滑块机构见图 13。经过优化后曲柄长度为 385 mm,连

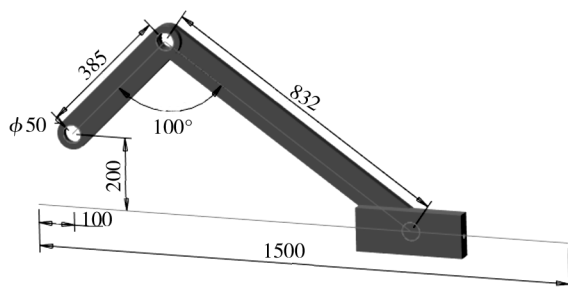


图 13 曲柄滑块机构优化设计结果(mm)

Fig. 13 Result of optimization design of slider-crank mechanism

杆长度为 832 mm,此时最小传动角为 45.37°。

4 结论

通过 Creo Parametric 的行为建模功能与机构运动分析的配合应用,非常方便地对曲柄滑块机构进行了优化,该方法在实际的产品开发中具备很高的推广价值。

参考文献:

- [1] 王洪欣,冯雪君. 机械原理[M]. 南京:东南大学出版社, 2007.
WANG Hong-xin, FENG Xue-jun. Theory Of machines and Mechanisms[M]. Nanjing:Southeast University Press, 2007.
- [2] 李军,高德,卢富德. 包装机中曲柄滑块机构给定两相对位移的解析法设计[J]. 农机化研究, 2008, 34(7): 111-115.
LI Jun, GAO De, LU Fu-de. The Design of the Analytical Method on Slider-crank Mechanism Given the Two Related Displacements[J]. Journal of Agricultural Mechanization Reaearch, 2008, 34(7): 111-115.
- [3] 王训杰. 基于 Pro/E 行为建模技术的定容积液体瓶设计[J]. 包装工程, 2010, 31(3): 89-91.
WANG Xun-jie. Fixed Volume Liquid Bottle Design Based on Pro/E Behavioral Modeling[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 89-91.
- [4] 刘斌,白晶,吴雪. Pro/E 行为建模技术在包装容器设计中的应用[J]. 包装工程, 2009, 30(4): 71-72.
LIU Bin, BAI Xiao, WU Xue. Application of Pro/E Behavioral in Packaging Containers Design[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4): 71-72.
- [5] 余群,吴志军. 基于行为建模技术的翻领式成型器三维建模研究[J]. 包装工程, 2006, 27(2): 138-140.
YU Qun, WU Zhi-jun. Development of 3D Modeling of the Lapel Shaper Based on the Behavioral Modeling Technique[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(2): 138-140.
- [6] 康爱军,陈飞,程刚. 基于骨架模型曲柄滑块机构的参数化设计与仿真[J]. 机械设计与制造, 2012(6): 86-88.
KANG Ai-jun, CHEN Fei, CHENG Gang. Parametric Design and Simulation of Slider-Crank Mechanism Based on Skeleton Model[J]. Machinery Design & Manufacture, 2012(6): 86-88.
- [7] 林水雄,余伟铭,刘峰. 基于 MATLAB 及 Pro/E 对曲柄导杆滑块组合机构的仿真[J]. 机械设计与制造, 2009(3): 86-88.
LIN Shui-xiong, YU Wei-ge, LIU Feng. A Simulation of Crank-guide-bar-slider Mechanism Based on Matlab and Pro/E[J]. Machinery Design & Manufacture, 2009(3): 86-88.
- [8] 谷涛,王蓓,王墨. 中文版 Creo Parametric 2.0 标准教程[M]. 北京:海洋出版社, 2012.
GU Tao, WANG Bei, WANG Mo. Standard Course of Creo Parametric 2 in Chinese Edition[M]. Beijing:Ocean Press, 2012.