

基于 Pro/E 软件的递纸机构仿真分析系统的开发研究

郑新, 官燕燕, 蒲涛

(中山火炬职业技术学院, 中山 528436)

摘要: 介绍了在 Pro/E 环境下偏心摆动式递纸机构模型的建立, 及该机构的参数化设计与运动分析, 运用 Matlab 编写参数化界面, 建立了便捷窗口, 通过改变杆长与印刷速度, 得到了叼纸牙轴心的速度、加速度分析曲线, 为该机构的研究开发提供了一种便捷工具。运用 Pro/MECHANICA 模块对满足设计要求的递纸机构的各杆件建立了动力学分析系统, 进行了杆件结构的分析与优化, 完善了递纸机构的设计。

关键词: 递纸机构; 参数化; 运动分析; 动力分析

中图分类号: TS803.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)23-0084-04

Development and Research of Simulation System of Paper-feeding Mechanism Based on Pro/E Software

ZHENG Xin, GUAN Yan-yan, PU Tao

(Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528436, China)

Abstract: Eccentric swing gripper mechanism model was established in Pro/E environment. Parametric design and motion analysis of the mechanism was carried out. Matlab was used to write parameterized interface. a convenient window was established to get the analysis curves of velocity and acceleration by changing the rod length and printing speed. Pro/MECHANICA module was used to establish kinetic analysis system on each rod of the gripper mechanism which meets the design requirements. Analysis and optimization of the rod structure was carried out to improve gripper mechanism design.

Key words: paper-feeding mechanism; parametric; motion analysis; dynamic analysis

递纸机构是印刷机的关键装置, 其性能直接影响印刷机的速度及套印精度, 因此, 引起国内外印刷专家、学者的研究兴趣。李艳^[1]在 Pro/E 环境下对特定尺寸的递纸机构进行了仿真及运动分析, 但是仅局限在这一种尺寸的机构, 并未实现参数化; 蔡芳等^[2]对递纸机构进行了动力学分析, 但对杆件结构对机构整体的影响并无研究。侯和平等^[3]提出了一种基于 Matlab 软件的递纸机构运动特性的分析方法, 并开发了软件, 该方法只是把递纸机构作为完全刚性体进行了分析, 并未考虑构件的弹性问题。

本文提出了一种基于 Pro/E 和 Matlab 软件的偏心摆动式递纸机构仿真的方法, 运用 Matlab 软件强大的计算和仿真功能对递纸机构的运动特性进行了分析, 又结合 Pro/E 软件动力学和弹性分析功能对递纸

机构的零件动力学性能进行了分析, 并开发了仿真系统。该系统界面友好、操作方便、计算精准, 对于研究开发新型递纸机构提供了十分方便的平台, 避免了传统设计中非常繁杂的运算和反复试制, 降低了研发的成本。

1 递纸机构的运动分析及仿真

1.1 递纸机构数学模型的建立^[3]

该递纸机构由凸轮机构与双输入的五连杆机构组成, 见图 1。叼纸牙的摆轴 4 活装在偏心套 3 中, 偏心套的转动由齿轮 2 (与压印滚筒齿轮 1 相啮合、分度圆直径相等) 所带动; 同时, 压印滚筒齿轮 1 带动凸轮 6 转动, 通过滚子 7、摆杆 8、连杆 9、摆臂 10 将运动

收稿日期: 2012-09-04

基金项目: 中山市科技计划项目(2011A240)

作者简介: 郑新(1976-), 男, 陕西人, 中山火炬职业技术学院讲师、工程师, 主要研究方向为印刷设备及数字印刷技术。

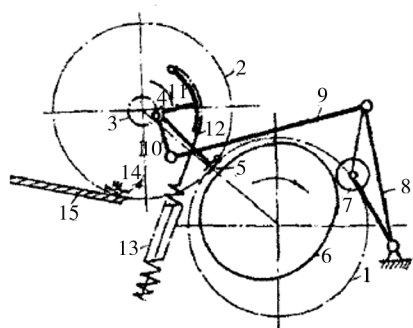
图1 偏心摆动式递纸机构简图^[4]

Fig.1 Sketch map of eccentric swing gripper mechanism

传递给固定安装在摆轴上的叼纸牙5,从而使叼纸牙能往复摆动,进行递纸。

见图2,根据分析的需要,通过递纸机构的机构

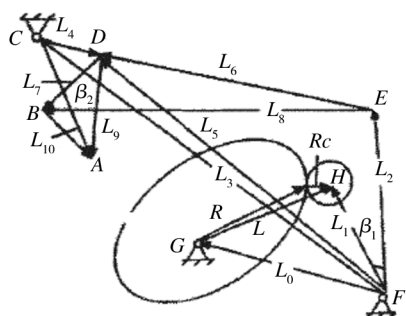
图2 递纸机构的矢量图解^[5]

Fig.2 Vector solution of the gripper mechanism

简图确立了其矢量图。利用复数极坐标矢量法分析四杆机构的各杆件的运动规律,计算出叼纸牙的角位移和角速度。

首先应建立极坐标并将机构各构件设成矢量。先利用凸轮运动分析求得 L_1 杆的角位移 α_1 及角速度 ω_1 。然后连续求解以下矢量方程:

$$L_5 = L_3 + L_4 \quad (1)$$

$$L_6 = L_5 - L_2 \quad (2)$$

(L_2 的方向为 L_1 的方向顺时针旋转 β_1)

$$L_8 = L_6 + L_7 \quad (3)$$

$$L_{10} = L_4 + L_9 \quad (4)$$

(L_9 的方向为 L_7 的方向逆时针转过 β_2)

A 点轨迹坐标 (X, Y) 由矢量 L_{10} 可求出。

对式(1)-(4)分别进行求导, $\dot{L}_{10}$ 即为 A 点速度。

设定各杆长的初始参数,见表1。

表1 递纸机构各杆长初始参数

Tab.1 Rod length initial parameters of the gripper mechanism

L_0	L_1	L_2	L_3	L_4	L_7	L_8	L_9
72	56	88	170	8	42	120	48

mm

1.2 机构仿真系统的建立

建立好机构数学模型后,在 Pro/E 环境下,根据零件几何参数,建立偏心摆动式递纸机构凸轮及其他各零件的三维模型,选择对应的装配约束关系,按照实际装配顺序将这些零件装配在一起,得到了偏心摆动式递纸机构的装配模型,见图3。

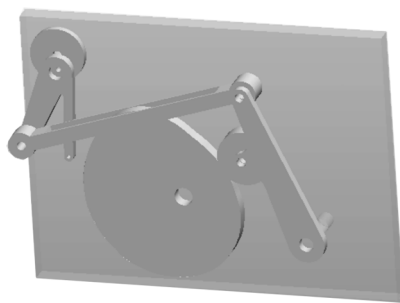


图3 Pro/E 偏心摆动式递纸机构的仿真

Fig.3 Eccentric swing gripper mechanism simulation in Pro/E

2 递纸机构的运动、动力学分析

2.1 机构的运动分析

利用 Pro/E 软件的机构分析模块对递纸机构进行仿真运动分析:(1)定义凸轮及从动件连接设置,调整好偏心套与凸轮的初始位置,定义凸轮与偏心套传动比为 1:1 的连接关系;(2)对装配好的模型进行干涉检查。拖动凸轮绕轴旋转,检查装配模型的连接情况,查看是否存在干涉等;(3)在凸轮安装轴心添加伺服电机,设定凸轮转动方向为顺时针,见图4;(4)建

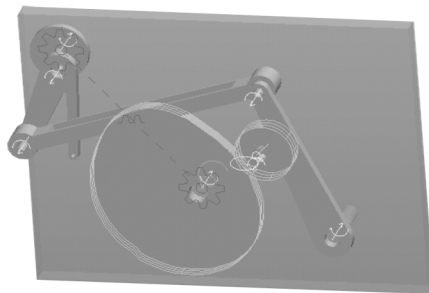


图4 Pro/E 偏心摆动式递纸机构运动分析

Fig.4 Eccentric swing gripper mechanism motion analysis

立运动学分析,设定伺服电机转动速度和持续时间等。机构根据设定好的分析要求,在屏幕上输出动态的运动过程,同时生成运动的数据文件,得到递纸机构运动学分析结果。通过运动仿真分析得到的叼纸牙轴心轨迹见图 5,可以看到叼纸牙的运动轨迹为

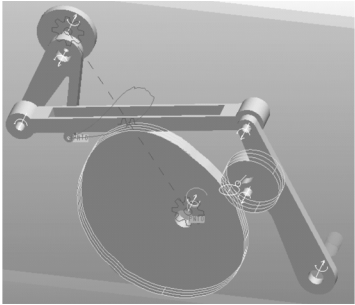


图 5 叼纸牙运动轨迹
Fig. 5 Gripper trajectory

水滴形轨迹。通过机构运动分析的数据,得出一个运动周期内叼纸牙的速度曲线和加速度曲线,也可将运动分析数据导出到 EXCLE 表格中,进行后续分析研究。

对递纸机构初始杆长参数分析,得到一组叼纸牙轴运动轨迹平滑,速度、加速度冲击较小的杆件参数,见表 2。

表 2 递纸机构各杆长最终确定参数

Tab. 2 Determined final rod length parameters of the gripper mechanism								mm
L_0	L_1	L_2	L_3	L_4	L_7	L_8	L_9	
80	64	100	192	8	32	148	44	

表 2 杆长参数下,印刷速度为 7200 r/h 时叼纸牙轴轴心的速度、加速度曲线见图 6 和 7。速度曲线中,可清晰的看到叼纸牙取纸点的速度为零,在与递纸滚

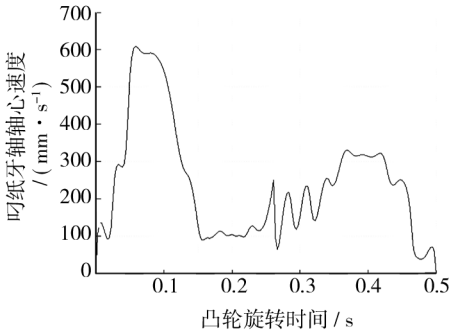


图 6 叼纸牙轴轴心速度曲线
Fig. 6 Gripper axis velocity curve

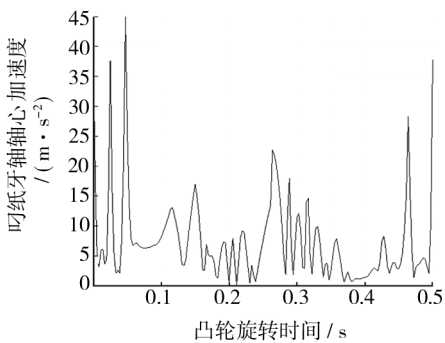


图 7 叼纸牙轴轴心加速度曲线
Fig. 7 Gripper axis acceleration curve

筒咬牙交接时有稳定的恒速。

2.2 参数化界面

在 Pre/E 环境下改变各杆件长度参数,可以分析不同杆长条件下机构的运动学特性,根据运动分析结果选择合适范围的杆长参数,便可得到参数化的递纸机构设计。利用 Matlab 软件将 Pro/E 环境下的运动分析结果编制成可操作界面,使用者通过界面窗口改变杆件长度、印刷速度等,可快速显示出叼纸牙的速度、加速度曲线,通过对这些曲线作出评估便能得到系统的运动学性能指标,大大减少了使用者的工作量,界面窗口见图 8。

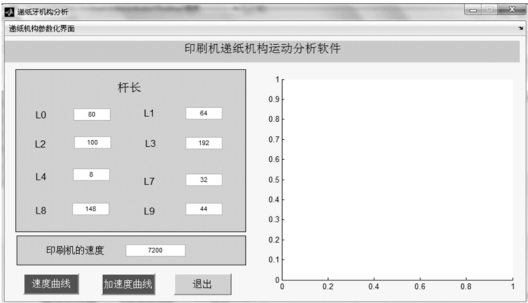


图 8 可操作界面窗口
Fig. 8 Operable interface window

2.3 动力学分析系统的开发

对杆长确定的递纸机构的各零件进行动力学分析,可将满足运动特性的机构优化,提高机构整体性能。

取 Pro/E 仿真的偏心摆动式递纸机构模型的连杆,在 Pro/MECHANICA 模块环境下,设置其材料、所受载荷以及边界条件,进行静态有限元分析,从应力变形分布云图可以看出最大变形量和最大应力。在静态分析中,找到最大应力点,取连杆厚度尺寸作为设计变量,并对设计变量给定变化范围,建立局部灵

敏度分析任务,计算参数变化对模型最大应力的影响。最后对于连杆厚度尺寸进行优化,使其在满足许用应力范围内连杆的质量最小。各分析结果见图 9 和图 10。

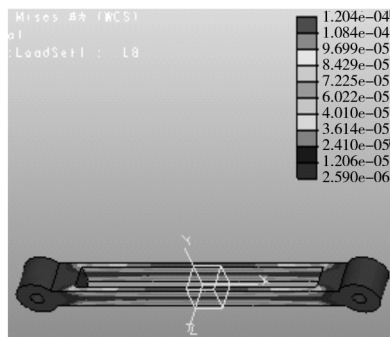


图 9 连杆模型静态分析云图

Fig. 9 Static analysis of cloud images of the rod model

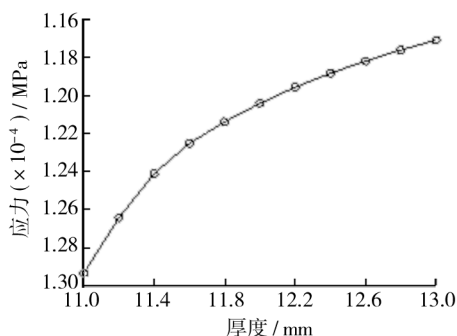


图 10 连杆厚度对模型最大应力的影响

Fig. 10 Impact of rod thickness on maximum stress of model

3 结论

提出了一种基于 Pro/E 和 Matlab 软件的偏心摆动式递纸机构仿真的方法,运用 Matlab 软件强大的计算和仿真功能对递纸机构的运动特性进行了分析,又结合 Pro/E 软件动力学和弹性分析功能对递纸机构的动力学性能进行了分析,并开发了仿真系统。该系统为研究开发印刷机递纸机构提供了很好的平台,设计者能够很方便地输入递纸机构的尺寸参数,点击各功能分析按钮,很快就可以得到系统的速度曲线和加速度曲线,设计者还能够利用该系统对递纸机构中的关键构件进行动力学分析,找出机构中的薄弱环节,从而改进设计,提升递纸机构整体的性能。

参考文献:

[1] 李艳. 胶印机偏心摆动式递纸机构的特性分析与参数化

设计[D]. 西安:先理工大学,2007.

LI Yan. Performance Analysis and Parameterization Design of Eccentric Swinging Sheet Ransfer Mechanism for Offset Press[D]. Xi'an:Xi'an University of Technology,2007.

[2] 蔡芳,成刚虎. 运动副间隙对偏心摆动式递纸机构动力过程的影响[J]. 西安理工大学学报,2009(4):

CAI Fang, CHENG Gang-hu. Effects of Bearing Clearances on Dynamic Process of Eccentric Swinging Sheet Transfer Mechanism[J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2009(4):

[3] 侯和平,李莎,刘鹏,等. 基于 Matlab 软件的递纸机构运动特性分析软件的设计[J]. 包装工程,2008,29(2):105-106.

HOU He-ping, LI Sha, LIU Peng, et al. Design of Motion Properties Analysis Software for Paper Gripper Mechanism Based on Matlab[J]. Packaging Engineering,2008,29(2): 105-106.

[4] 冯昌伦. 胶印机的使用与调节[M]. 北京:印刷工业出版社,1994.

FENG Chang-lun. The Use and Regulation of Offset Printing Machine[M] Beijing:Printing Industry Press,1994.

[5] 张海燕. 印刷机设计[M]. 北京:印刷工业出版社,2006. ZHANG Hai-yan. Printing Machine Design [M]. Beijing: Printing Industry Press,2006.

[6] 黄颖为,张景霞. 印刷机械计算机辅助设计[M]. 西安:西安理工大学,1995.

HUANG Ying-wei, ZHANG Jing-xia. Printing Machinery and Computer Aided Design[M]. Xi'an:Xi'an University of Technology,1995.

[7] 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,2005.

ZHANG Ji-chun, YANG Jiang-guo. Assembly Design and Motion Simulation and Pro/E Implementation[M]. Beijing: National Defense Industry Press,2005

[8] 王沫然. MATLAB 与科学计算[M]. 北京:电子工业出版社,2004.

WANG Mo-ran. MATLAB and Scientific Computing[M]. Beijing:Electronic Industry Press,2004.

[9] 张继春,徐斌,林波. Pro/MECHANICA 结构分析[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

ZHANG Ji-chun, XU Bin, LIN Bo. Structure Analysis of Pro/MECHANICA[M]. Beijing:Mechanics Industry Press, 2004.

[10] 黄颖为. 递纸机构运动规律的选择原则[J]. 包装工程, 2002,23(6):12-14.

HUANG Ying-wei. Selecting Principle of Swing Transfer Mechanism Follower Law[J]. Packaging Engineering,2002, 23(6):12-14.