

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.04.002

# 单张纸胶印机递纸摆动机构设计

江祖勇

(西安理工大学印刷包装工程学院, 陕西 西安 710048)

**摘要:**递纸摆动机构作为单张纸胶印机关键部件之一,设计难度较大,计算繁杂,机构的运动性能影响到整机印刷速度,实现对摆臂运动的精确控制是核心。本文分析了摆动机构的运动过程,应用矢量法求解各个构件的运动,实现了对该机构设计软件化,方便设计计算。图5参10

**关键词:**印刷机械;胶印机;凸轮;摆动机构;矢量法

中图分类号:TS803.6 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2012)04-0005-03

## Design of Swing-Gripper of Single-Sheet-Fed Press

JIANG Zu-yong

(Faculty of Printing and Packaging Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

**Abstract:**As one of the key components of press, the swing-gripper, its design and the compute are complicated. Performance of the swing-gripper would affect printing speed. To achieve precise control of gripper movement is the core. The paper analyzed motion of the swing-gripper, and resolved the motion of each structure with vector-method. Thus implements the structures design softwarization to facilitate the design. [Ch,5 fig. 10 ref.]

**Key words:**printing machinery; offset printing machine; cam; swing-gripper; vector-method

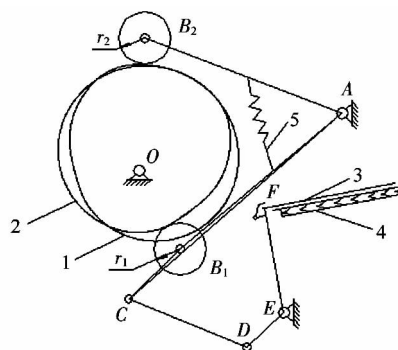
### 0 引言

在单张纸印刷中,纸张从输纸台到收纸台,需经过各个传输部件的传递。递纸摆动机构所起到的作用是对已经定好位的纸张,传递到匀速运动的递纸滚筒上,并实现把纸张转交给与递纸滚筒<sup>[1-3]</sup>。递纸摆动机构为满足纸张由静止状态到匀速运动的工艺特性,机构的运动特性复杂、机构设计的计算繁杂。为此,国内外进行了不少的研究。侯和平<sup>[4]</sup>等对偏心上摆式递纸机构进行了运动特性分析;张晓玲<sup>[5]</sup>等就某型胶印机中凸轮反求问题进行了研究。

### 1 运动过程分析

递纸摆动机构简图如图1所示,由主凸轮2驱动AC摆杆,通过四杆机构ACDE带动EF杆,实现递纸叼牙的往复摆动。由于拉簧5挂在AC摆杆与AB<sub>2</sub>摆杆上,来形成力封闭系统,确保AC摆杆紧贴凸轮,以保证EF杆的运动符合递纸运动要求。

图2是以压印滚筒转角 $\theta$ 为类时间即坐标横轴时,递纸摆臂的摆角 $\beta$ 曲线。零起始点是图1中EF杆末端的叼牙咬住,刚定位好的纸张前边缘,并开始摆动的时刻。根据运动过程可将曲线分为6个阶段:



1—副凸轮;2—主凸轮;3—纸张;4—输纸台;5—拉簧

图1 定心下摆式递纸机构简图

Figure 1 Diagram of swing-gripper

收稿日期:2012-02-20;修回日期:2012-04-05

基金项目:西安理工大学校科学研究计划资助项目(104-210704)

作者简介:江祖勇(1975),男,福建清流人,硕士,西安理工大学印包学院讲师,,主要从事印刷设备自动化研究。E-mail: jzydhy@126.com

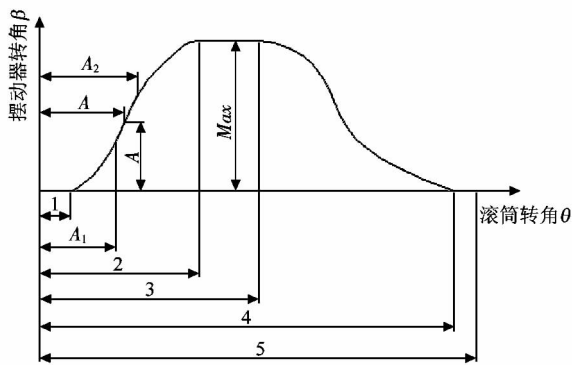


图2 递纸牙运动规律参图

Figure 2 Time allocation chart of swing-gripper

1) 加速段( $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_{A1}$ )。在工作行程中, 叼牙叼住纸张,  $EF$  杆加速摆动。

2) 匀速段( $\theta_{A1} \leq \theta \leq \theta_{A2}$ )。在这个阶段中, 摆臂  $EF$  作等角速度运动, 当  $\theta = \theta_A$  时刻, 摆臂上的叼牙松开, 将纸张转交给递纸滚筒。

3) 减速段( $\theta_{A2} \leq \theta \leq \theta_2$ )。这个阶段中, 摆臂  $EF$  开始减速, 直到停止不动。

4) 远休止段( $\theta_2 \leq \theta \leq \theta_3$ )。摆臂  $EF$  在远休止角处停住不动。

5) 返程段( $\theta_3 \leq \theta \leq \theta_4$ )。摆臂  $EF$  从远休止角处返回至叼牙咬纸处。

6) 近休止段( $\theta_4 \leq \theta \leq \theta_5$  和  $0 \leq \theta \leq \theta_1$ )。摆臂  $EF$  在咬纸处停止不动, 并靠在靠山上消除振动, 准备咬住下一张纸。

在返程段中, 仅需要递纸摆臂返回到咬纸处时冲击较小, 同时能在停顿片刻后快速消除振动。在匀速段, 递纸摆臂运动有特殊要求, 确保纸张准确传递。摆臂的运动具体要求是:

1) 摆臂上端的咬纸牙在静态停顿中咬住纸张, 以确保纸张的定位位置不被破坏。

2) 摆臂上端的咬纸牙将纸张交与递纸滚筒时, 纸张的线速度与递纸滚筒从动齿轮节圆圆周速度相等。

其中, 加速段、匀速段和近休止段, 要尽可能分配较长时间, 减少冲击, 以保证摆臂平稳, 减少震动, 静态中取纸。为减小加速段的凸轮压力角, 原则上, 加速段运动角尽可能取最大值, 而返程段的运动角可选则略小些的角度, 因为返程段的运动精度要求较低, 压力角可略大些。

## 2 摆动机构运动分析

摆臂运动一个周期的运动规律是由各运动段的运动规律进行组合, 对于加速段、减速段及返程段的运动

规律可以自由选择。直接组合获得的摆臂运动规律并不能直接用于求取凸轮的轮廓, 需要根据摆臂与凸轮滚子从动件所构成的四连杆机构, 来求取凸轮滚子从动件的运动规律, 然后再求取凸轮轮廓。常用的求解方法有图解法和解析法。文中采用解析法中的一种方法进行求解, 即矢量法, 该方法是逐点对连续的位移曲线进行计算, 方便计算机程序实现计算<sup>[6-9]</sup>。

递纸摆臂的驱动机构为平面机构, 对其进行运动分析, 可将机构简化为机构简图, 应用矢量法建立起多个矢量多边形, 逐个合成就可以完成计算, 递纸摆动机构矢量图为图3。

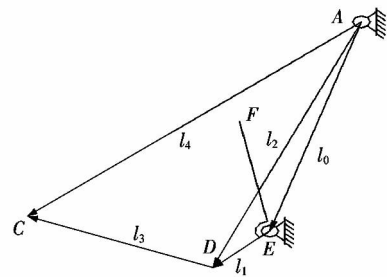


图3 摆动机构运动分析矢量图

Figure 3 Vector of swing-gripper

根据图3所示矢量图, 将构成的矢量多边形进行合并, 得到闭环矢量方程, 即

$$l_1 e^{i\theta_1} + l_3 e^{i\theta_3} = l_0 e^{i\theta_0} + l_4 e^{i\theta_4} \quad (1)$$

通过(1)式, 可以得到矢量方程的2个分量表达式

$$l_1 \cos \theta_1 + l_3 \cos \theta_3 = l_0 \cos \theta_0 + l_4 \cos \theta_4 \quad (2)$$

$$l_1 \sin \theta_1 + l_3 \sin \theta_3 = l_0 \sin \theta_0 + l_4 \sin \theta_4 \quad (3)$$

对(2)式和(3)式进行求导得

$$-\omega_1 l_1 \sin \theta_1 - \omega_3 l_3 \sin \theta_3 = -\omega_4 l_4 \sin \theta_4 \quad (4)$$

$$\omega_1 l_1 \cos \theta_1 - \omega_3 l_3 \cos \theta_3 = \omega_4 l_4 \cos \theta_4 \quad (5)$$

$l_1$  作为已知矢量, 可以把公式(4)和(5)整理成

$$\begin{bmatrix} -l_3 \sin \theta_3 & l_4 \sin \theta_4 \\ -l_3 \cos \theta_3 & -l_4 \cos \theta_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1 l_1 \sin \theta_1 \\ -\omega_1 l_1 \cos \theta_1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

对(4)式和(5)式进行求导并整理可得

$$\begin{bmatrix} -l_3 \sin \theta_3 & l_4 \sin \theta_4 \\ -l_3 \cos \theta_3 & -l_4 \cos \theta_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_3 \\ \alpha_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 l_1 \sin \theta_1 + \omega_1^2 l_1 \cos \theta_1 + \omega_3^2 l_3 \cos \theta_3 - \omega_4^2 l_4 \cos \theta_4 \\ -\alpha_1 l_1 \cos \theta_1 + \omega_1^2 l_1 \sin \theta_1 + \omega_3^2 l_3 \sin \theta_3 - \omega_4^2 l_4 \sin \theta_4 \end{bmatrix} \quad (7)$$

对(2)式和(3)式组成的方程组运用牛顿-辛普森求解得到  $\theta_3$  和  $\theta_4$ , 确定各杆件运动时每个时刻所处得位置。根据方程组(6)和(7)分别求解各杆件每个时刻上得速度和加速度。通过以上方程得求可以确定杆件

4 的运动规律,那么根据摆动碾子凸轮的设计方法就计算得到了凸轮相关参数<sup>[10]</sup>。

### 3 递纸摆动机构软件设计

根据摆动机构的运动分析,以 VB 为编程环境,开发递纸摆动机构设计软件。在软件交互界面中输入递纸摆动机构的相关参数;并在可选参数确定后,由程序计算获得凸轮的实际轮廓、压力角、曲率半径、速度、加速等数据。图 4 为程序的主流程图。

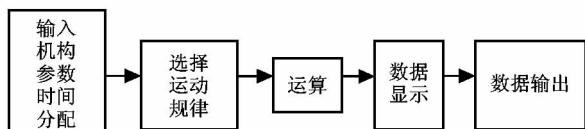


图 4 主流程图

Figure 4 Main flow chart

图 5 为数据输出界面,通过这个界面将计算的数据以图形的形式输出,具体完成以下数据显示:递纸摆动机构的运动相关数据、主副凸轮相关参数、以及摆动机构的数据保存输出。

### 4 小结

1) 分析了递纸摆动的运动规律,其中为了确保机构稳定的做好纸张的交接过程,必须确保摆动机构在接纸和传纸过程中,具有平稳的运动规律。

2) 针对该类型机构运用矢量法求解,该求解方法便于将计算步骤转化为计算机程序。

3) 利用计算机编制了参数化设计软件,方便设计时修改参数,同时可将设计结果直接输出查看,提高了递纸摆动机构设计效率和设计精度。

(上接第 4 页)

前原料结构的变化与生产大型化的需要,使中浓打浆技术能在造纸厂成功实现,有利于打浆工段降低能耗,改善纤维形态,最终提高产品质量和生产效率,对促进我国造纸业发展具有重要意义。

### 参考文献(References):

- [1] 刘士亮,李广胜,雷利荣,等.中浓打浆——国内打浆的发展趋势之一[J].造纸科学与技术,2003,22(2):39.
- [2] 崔明,王灿星.纸浆系数值模拟研究进展[J].轻工机械,2011,29(1):112-115.
- [3] 胡庆喜,陈中豪,刘明友,等.中浓浆泵系统装置:中国,ZL01255436.7[P].2010-08-04.
- [4] 刘士亮.利用快速摄影技术观察磨浆作用规律及形态变化[J].纸和造纸,2006,25(6):77-79.
- [5] 张辉,李忠正.盘式磨浆机技术研究进展与趋势[J].中国造纸,2007,26(10):40-45.
- [6] HÄRKÖNEN E, HUSARI E, RAVILA P. Residence time of fiber in a

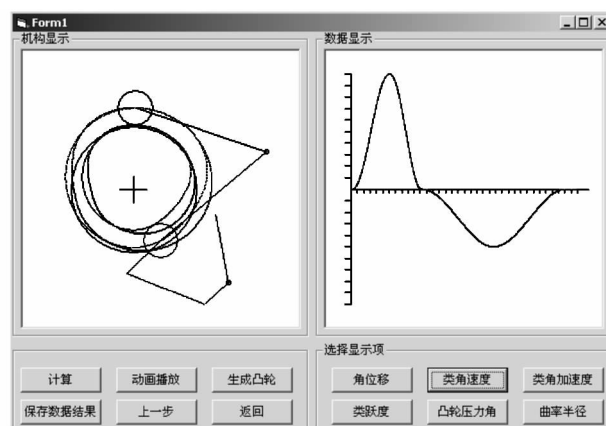


图 5 数据输出界面

Figure 5 Data interface

### 参考文献(References):

- [1] 张海燕.印刷机设计[M].北京:印刷工业出版社,2006.
- [2] 冯昌伦.胶印机的使用和调节[M].北京:印刷工业出版社,1993.
- [3] 郑新,张伟,王芳.高速胶印机定心下摆式递纸机构运动综合设计[J].轻工机械,2012,30(1):10-13.
- [4] 侯和平,李莎,刘澎,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.
- [5] 张晓玲,蔡吉飞,房瑞明,等.胶印递纸机构运动规律反求设计[J].北京工业大学学报,2007,33(11):1126-1130.
- [6] 华大年.连杆机构设计[M].上海:上海科学技术出版社,1995.
- [7] 石永刚,徐振华.凸轮机构设计[M].上海:上海科学技术出版社,1995.
- [8] 张策.弹性连杆机构的分析与设计[M].北京:机械工业出版社,1997.
- [9] GARDNER J F.机构动态仿真:使用 MATLAB 和 SIMULINK[M].周进雄,张凌,译.西安:西安交通大学出版社,2002.
- [10] 邹慧君.凸轮机构的现代设计[M].上海:上海交通大学出版社,1991.
- [11] single disc refiner [J]. Pulp and Paper Canada,2000,101(11):45.
- [12] VUORIO P, BERGQUIST P. New refiner segments technology to optimize fiber quality and energy consumption of refiner mechanical pulp[C].//Technical Association of the Pulp and Paper Industry of Southern Africa. Africa. African Pulp and Paper Week Conference. Durban, Southern Africa: International Convention Centre, 2005.
- [13] 胡庆喜.浆料输送设备与技术[J].造纸科学与技术,2009,28(6):129-135.
- [14] 郭义明.植物纤维化学[M].2版.北京:中国轻工业出版社,1991:32-74.
- [15] 李世扬.中浓打浆机理与生产实践[J].浙江造纸,2003(1):2-5.
- [16] 李世扬.高效节能中浓打浆技术及其生产应用—ZDPM 中浓液压盘磨及中浓打浆系统[J].轻工机械,2001(3):33-35.
- [17] 胡庆喜,黄运贤,陈中豪,等.MCP 型中浓浆泵的应用实践与 MCPA 型中浓浆泵系统装置的研究与设计[J].造纸科学与技术,2003,22(4):16-19.
- [18] 胡庆喜,李友明,陈中豪,等.盘磨机恒量定压打浆系统装置:中国,ZL200920050303.9[P].2009-07-08.