

基于 VB 的印刷机下摆式前规参数化设计及系统开发

刘国栋¹, 王月², 冷彩凤¹, 梁巧萍¹

(1. 陕西科技大学, 西安 710021; 2. 陕西青年职业学院, 西安 710068)

摘要: 以印刷机下摆式前规机构为设计对象, 对前规机构的运动性能进行了理论分析, 并对其结构进行了参数化设计。在此基础上, 基于 VB 平台, 对前规机构的运动分析及结构设计方法进行了集成, 开发了参数化机构设计系统, 为前规机构的设计开发提供设计平台。

关键词: 前规; 参数化设计; 印刷机; Visual basic

中图分类号: TS803 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)07-0026-03

Parametric Design of Press Swinging Front Lay and Development of Parametric Design System Based on Visual Basic

LIU Guo-dong¹, WANG Yue², LENG Cai-feng¹, LIANG Qiao-ping¹

(1. Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China; 2. Shaanxi Youth Vocational College, Xi'an 710068, China)

Abstract: The motion performance of press swinging front lay was analyzed theoretically and its parametric structure design was carried out. On the basis of the visual basic platform, the motion analysis method and structure design was integrated. The parametric design system was developed, which can supply a design platform for swinging front lay under paper-transferring plate.

Key words: front lay; parametric design; printing machine; visual basic

前规机构作为印刷机的关键部件之一, 其主要作用是使印刷的纸张前缘得到良好的定位, 其定位性能的优劣直接影响着印刷品套印精度及印品质量^[1-2]。一般而言, 前规机构分为上摆式前规和下摆式前规 2 种。由于下摆式前规具有在印刷机高速运转的情况下有较长的定位时间, 同时使得纸张在传递过程中不与压纸舌发生干涉的特点, 而倍受印刷机制造商的欢迎。但是长期以来, 下摆式前规机构定位精度及运动特性成为了胶印机研发的严重瓶颈, 制约着我国印刷机向高速化发展的步伐。笔者基于 VB 平台, 将复杂、繁琐的下摆式前规设计计算过程进行集成, 并开发专用的设计平台, 使得下摆式前规机构的设计参数化、精确化、简单化和程序化, 为印刷机制造企业提供技术支持和软件平台。

1 下摆式前规机构运动分析

下摆式前规机构结构简图见图 1, 可以看出下摆

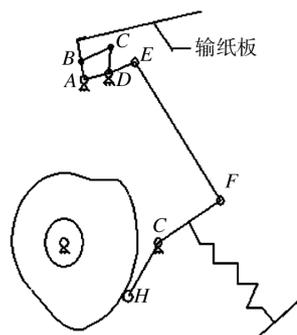


图 1 下摆式前规结构

Fig. 1 Structure diagram of swinging front lay

收稿日期: 2011-01-07

基金项目: 陕西科技大学自然科学基金(ZX10-01)

作者简介: 刘国栋(1981—), 男, 陕西乾县人, 在读博士, 陕西科技大学讲师, 主要研究方向为印刷包装信息化系统开发、数字印刷系统的关键技术、纸张表面结构及形态学。

式前规由驱动凸轮和串联的 2 套四杆机构组成。机构运动过程中,凸轮推动串联的 2 套四杆机构,最终杆 AB 按照预定规律摆动来完成对输纸板上纸张的定位。

1.1 机构各杆角位移分析

矢量法是描述刚体运动的一种基本方法。这种方法极适合计算机编程操作,因此采用矢量法^[3]对机构运动进行建模和分析,见图 2。为方便起见,取以 A

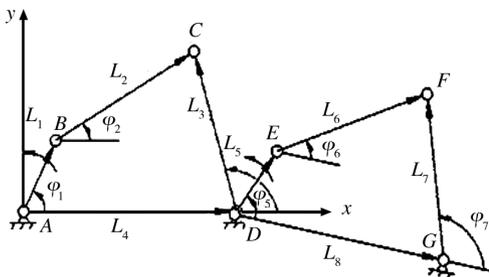


图 2 前规机构矢量图

Fig. 2 Vectrogram of front lay mechanism

为原点, x 轴与机架 AD 共线的直角坐标系。各杆矢量及角位移指向如图 2 所示,且以 x 轴正向为基准,按逆时针方向为正取各杆的角位移,则串联的 2 套四杆机构 ABCDA 和 DEF GD 构成 2 个封闭的矢量多边形,其封闭矢量方程为: $\vec{L}_1 + \vec{L}_2 = \vec{L}_3 + \vec{L}_4$ 和 $\vec{L}_5 + \vec{L}_6 = \vec{L}_7 + \vec{L}_8$ (限于篇幅,这里仅给出多边形 ABCDA 的运动分析过程)。

在矢量多边形 ABCDA 中,分别向 x 和 y 轴投影,得代数方程:

$$\begin{aligned} L_1 \cos \phi_1 + L_2 \cos \phi_2 - L_3 \cos \phi_3 - L_4 &= 0 \\ L_1 \sin \phi_1 + L_2 \sin \phi_2 - L_3 \sin \phi_3 &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{解得: } \phi_3 &= 2 \arctan \frac{A \pm \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}}{B - C}, \phi_2 = \\ & 2 \arctan \frac{D \pm \sqrt{D^2 + E^2 - F^2}}{E - F}. \end{aligned} \quad (2)$$

其中: $D = 2L_1L_2 \sin \phi_1$, $E = 2L_2(L_1 \cos \phi_1 - L_4)$, $F = L_2^2 + L_1^2 - L_3^2 + L_4^2 - 2L_1L_4 \cos \phi_1$

当 B, C, D 为顺时针排列时, ϕ_2, ϕ_3 按式(2)中的“-”计算,当 B, C, D 为逆时针排列时, ϕ_2, ϕ_3 按式(2)中“+”计算。

1.2 速度分析

根据上述数学模型,可以写出:

$$f_1 = L_1 \cos \phi_1 + L_2 \cos \phi_2 - L_3 \cos \phi_3 - L_4, f_2 =$$

$$L_2 \sin \phi_2 - L_3 \sin \phi_3 + L_1 \sin \phi_1$$

$$\vec{V} = (\phi_1), \vec{U} = (\phi_2 \phi_3)^T, \vec{F} = (f_1 f_2)^T$$

其中: $\vec{V} = [v_1, v_2, \dots, v_k]^T$, 为机构广义输入运动; $\vec{U} = [u_1, u_2, \dots, u_n]^T$, 为机构广义输出运动; $\vec{F} = [f_1, f_2, \dots, f_n]^T$, 为 n 个独立运动方程, 正好解出 n 个输出方程。则输入与输出关系由一组独立运动方程组描述:

$$\vec{F}(\vec{U}, \vec{V}, \vec{L}) = 0 \quad (3)$$

其中: $\vec{L} = [l_1, l_2, \dots, l_n]^T$, 为机构广义机构参数向量, 其元素可以是尺寸参数。

由式(3)总可以解出输入、输出运动关系:

$$\vec{U} = \vec{U}(\vec{V}, \vec{L}) \quad (4)$$

将式(3)对时间连续微分即可得到输出角速度和角加速度的一般矩阵表达式:

$$\partial \vec{U} = - \left(\frac{\partial \vec{F}}{\partial \vec{U}} \right) \frac{\partial \vec{F}}{\partial \vec{V}} \partial \vec{V} \quad (5)$$

$$\partial^2 \vec{U} = - \left(\frac{\partial \vec{F}}{\partial \vec{U}} \right)^{-1} \left[\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \vec{F}}{\partial \vec{U}} \right) \partial \vec{U} + \frac{\partial \vec{F}}{\partial \vec{V}} \partial^2 \vec{V} + \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \vec{F}}{\partial \vec{V}} \right) \partial \vec{V} \right] \quad (6)$$

令 $C_i = L_i \cos \phi_i$, $S_i = L_i \sin \phi_i$, 由式(5)有:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \omega_2 \\ \omega_3 \end{bmatrix} &= - \frac{1}{-S_2 C_3 - C_2 S_3} \cdot \\ & \begin{bmatrix} -C_3 & -S_3 \\ -C_2 & -S_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -S_1 \\ C_3 \end{bmatrix} [\omega_1] \end{aligned} \quad (7)$$

解出得:

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{L_1 \sin(\phi_1 - \phi_3)}{L_2 \sin(\phi_3 - \phi_2)}, \omega_3 = \omega_1 \frac{L_1 \sin(\phi_1 - \phi_2)}{L_3 \sin(\phi_2 - \phi_3)}$$

1.3 加速度分析

由式(6)得:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \xi_2 \\ \xi_3 \end{bmatrix} &= - \frac{1}{-S_2 C_3 - C_2 S_3} \begin{bmatrix} -C_3 & -S_3 \\ -C_2 & -S_2 \end{bmatrix} \cdot \\ & \left\{ \begin{bmatrix} -\omega_2 C_2 & -\omega_3 C_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_2 \\ \omega_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\omega_1 C_1 \\ -\omega_1 S_1 \end{bmatrix} [\omega_1] \right\} \end{aligned}$$

解出得:

$$\xi_2 = [L_2 \phi_2^2 + L_1 \omega_1 \sin(\phi_1 - \phi_2) + I_1 \phi_1^2 \cos(\phi_1 - \phi_2) + L_3 \phi_3^2 \cos(\phi_3 - \phi_2)] / [L_3 \sin(\phi_2 - \phi_3)] \quad (8)$$

$$\xi_3 = [L_3 \phi_3^2 + L_1 \omega_1 \sin(\phi_1 - \phi_3) + L_1 \phi_1^2 \cos(\phi_1 - \phi_3) + L_2 \phi_2^2 \cos(\phi_2 - \phi_3)] / [L_2 \sin(\phi_3 - \phi_2)] \quad (9)$$

将以上方法应用在 DEF GD 矢量多边形中, 可求摆杆 6 与摆杆 7 的角位移 ϕ_6 和 ϕ_7 , 角速度 ω_6 和 ω_7 , 角加速度 ξ_6 和 ξ_7 。

2 下摆式前规驱动凸轮设计

在运动规律分析的基础上,将 ϕ_7, ω_7, ξ_7 代入常规的摆杆滚子凸轮机构理论轮廓线和实际轮廓线坐标中(具体的计算公式可参考文献[4]),便可得到前规凸轮的轮廓线。

3 基于 VB 前规机构参数化设计软件开发

利用 VB 平台将上述分析计算过程集成,开发出参数化机构^[5-6]设计软件,给企业生产提供设计工具,从而提高设计效率。

3.1 参数化设计软件结构

参数化设计软件结构见图 3。

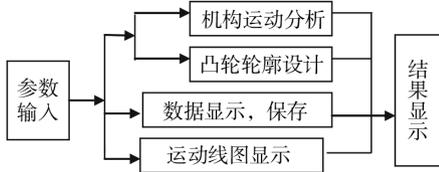


图 3 参数化系统结构

Fig. 3 Structure diagram of parametric system

3.2 参数化设计软件的实现

1) 输入数据。利用 text 控件,利用变量 $X = val(text1.text)$ 语句将各种参数数据读入到程序中的变量 X 中。

2) 挡纸板运动规律的输入。采用 combo 控件,利用 combo.additem 语句将常规的运动规律如“摆线,五次项,间谐”读入到运动分析程序中。

3) 显示平台应包括结构尺寸模型、运动规律、运动分析数据及凸轮数据 3 个模块,利用控件 SSTab 来显示,并且 3 个模块可以随意切换,其中数据显示是利用 listview 将数据按照清单的形式表现出来^[7]。

4) 由于凸轮加工企业要求提供凸轮的数据文件,因此凸轮的数据以 txt 文本的形式来保存,通过以下语句实现^[8]: `CommonDialog1.FileName = ""`, `CommonDialog1.Filter = "文本文件(*.txt)|*.txt"`, `CommonDialog1.ShowSaveTxtStore = CommonDialog1.FileName`

`fileName=CommonDialog1.FileName`

3.3 参数化设计软件主要界面

开发的参数化设计软件主要界面见图 4-6。

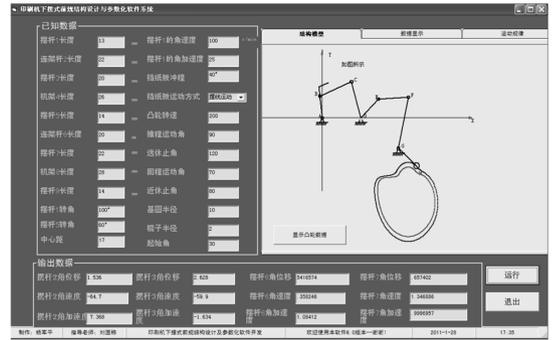


图 4 参数化设计系统主界面

Fig. 4 Main interface of the parametric design system

凸轮转角	展角	向径	凸轮转角	展角	向径
0	.3830489	10	23	.8209631	12.25191
1	.4005571	10.00454	24	.842118	12.43783
2	.4181755	10.01814	25	.8634738	12.62928
3	.4359054	10.04078	26	.8850293	12.82589
4	.4537492	10.07244	27	.9067823	13.02743
5	.4717099	10.11308	28	.9287301	13.23359
6	.4897914	10.16282	29	.9508691	13.44406
7	.5079982	10.221	30	.9731953	13.65852
8	.5263354	10.28815	31	.9957036	13.87685
9	.5448086	10.36396	32	1.018389	14.09812
10	.5634238	10.44833	33	1.041244	14.32282
11	.5821871	10.54113	34	1.064263	14.5498
12	.6011047	10.64224	35	1.087438	14.77934
13	.6201831	10.7515	36	1.110782	15.0109
14	.6394283	10.86876	37	1.134226	15.24415
15	.6588463	10.99384	38	1.157822	15.47875
16	.6784424	11.12657	39	1.181541	15.71436
17	.6982222	11.26675	40	1.205373	15.95066
18	.7181895	11.41417	41	1.229309	16.18731
19	.7383491	11.56862	42	1.253338	16.42398
20	.7587039	11.72986	43	1.277451	16.66036
21	.7792568	11.89766	44	1.301638	16.89612
22	.8000094	12.07176			

图 5 数据显示界面

Fig. 5 The data display interface

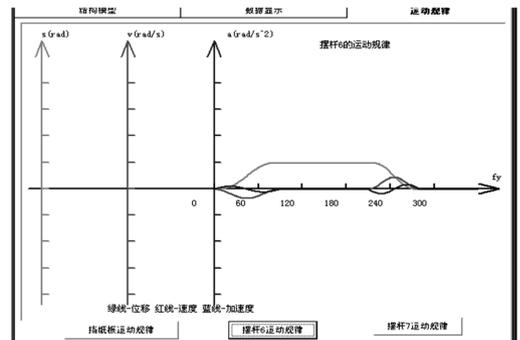


图 6 运动规律界面

Fig. 6 The motion orderliness interface

4 结语

下摆式前规机构作为印刷机的关键部件之一,其运动及结构设计性能的优劣对纸张的定位精度有很大的影响,针对印刷机下摆式前规,对前规机构的运动性能进行了理论分析,在此基础上实施了机构参数化设计。最后基于 VB 平台,开发了参数化机构的设计

(下转第 50 页)

率、杂质干扰、操作的繁杂程度等因素来看:正己烷超声提取,前处理简单,污染小,回收率高,提取效果较好。

2.4 提取时间的选择

称取剪碎混匀的 0.20 g 塑料或橡胶成形样品,加入色谱纯正己烷,分别超声 5, 10, 20, 30, 40, 50 min 的时间,选择复合膜包装袋、碳酸饮料瓶、聚氯乙烯垫片、塑料餐盒等 4 种材质的样品,以样品中 DE-HP 含量为例,比较不同超声时间的影响,结果见图 4。

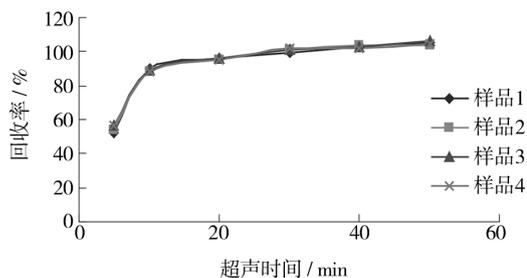


图 4 提取时间对回收率的影响

Fig. 4 The influence of different extraction time

2.5 方法回收率和检出限

实验针对多层复合包装膜、碳酸饮料瓶、垫片等不同材质的塑料包装产品进行试验,其中以 PVC 塑料垫片的结果为例进行说明。配制质量浓度为 1.0 mg/L 的邻苯二甲酸酯类化合物混合标准溶液,分别以 PVC 垫片为空白样品进行加标回收试验。准确称取空白塑料 5 份,按照确定方法的分析条件进行 5 次重复测定,并计算本方法的回收率。加标样品中各种邻苯二甲酸酯类化合物的回收率为 86.9%~118.3%,

相对标准偏差 0.78%~1.95%。16 种邻苯类化合物的检出限均小于 0.05 mg/kg。

3 结论

实验最终确定选择正己烷超声提取 30 min,采用气相色谱-质谱法 (GC-MS) 分析,选择离子扫描 (SIM) 定量,来测定塑料包装材料中邻苯类化合物。该方法简便、快速、回收率高,能准确测定塑料包装材料中 16 种邻苯二甲酸酯类化合物的含量。

参考文献:

- [1] 胡雄星,韩中豪. 邻苯二甲酸酯的毒性及其在环境中的分布[J]. 环境科学与管理,2007,32(1):37-40.
- [2] 肖乃玉,陆杏春. 塑料食品包装中邻苯二甲酸酯类增塑剂迁移研究进展[J]. 包装工程,2010,31(11):123-127.
- [3] 廖玉文,曹国荣. 瓶盖垫圈中增塑剂的安全问题[J]. 包装工程,2008,29(10):228-231.
- [4] 黄崇杏,王志伟. 纸质食品包装材料中的残留污染物[J]. 包装工程,2007,28(7):12-14.
- [5] 谈金辉,蒋永祥. 食品包装用塑料制品中六种邻苯二甲酸酯类化合物的测定方法研究[J]. 分析试验室,2007,26(增刊):133-135.
- [6] 吴刚,虞慧芳. 食品塑料包装材料中邻苯二甲酸酯类化合物的 GC/MS 分析方法[J]. 检验检疫科学,2006,16(5):33-35.
- [7] 陈惠,汪媛. 两种色谱法对塑料食品包装袋中邻苯二甲酸酯类化合物的分析[J]. 分析试验室,2006,25(4):45-49.
- [8] 俞晔,孙建刚. 食品包装用塑料内垫中五种邻苯二甲酸酯的检测[J]. 食品工业科技,2008,29(5):243-244.

(上接第 28 页)

计系统,为前规机构的设计与开发提供了设计平台,从而极大提高前规的设计效率。

参考文献:

- [1] 成刚虎. 印刷机械行业发展之我见[J]. 包装工程,2001,22(5):55-57.
- [2] 王芳,张伟. 影响我国印刷机械行业发展水平的一个关键因素[J]. 包装工程,2005,26(6):202-203.
- [3] 师忠秀,王继荣. 机械原理设计[M]. 北京:机械工业出版社,2003.

- [4] 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.
- [5] 王晓华. 印刷机前规机构三维参数化调整[J]. 包装工程,2006,27(2):110-112.
- [6] 张景霞,王润孝,于江. 参数化设计方法在印刷机设计中的应用研究[J]. 包装工程,2003,24(1):39-41.
- [7] 刘炳文,许蔓舒. Visual Basic C++ 程序设计教程[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [8] 任得记. Visual Basic 绘图程序设计[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2005.