

自动包装热合机袋长调整与动平衡设计

万苏文¹, 汤久松², 姜亚南¹

(1. 淮安信息职业技术学院, 淮安 223001; 2. 淮阴医疗器械有限公司, 淮安 223001)

摘要: 采用了一种新型的可调式转动导杆机构, 来调整自动包装热合机横封室的瞬时线速度, 使其与塑料袋膜的进给速度相一致。通过 SolidEdge 对曲柄组件进行了三维建模, 并对该模型进行了精确质量与质心位置的分析, 通过配重法改变了构件的结构, 从而解决了机构动平衡问题。

关键词: 热合机; 可调式导杆机构; 动平衡; 数值建模; SolidEdge

中图分类号: TB486.1; TP391 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2012)07-0095-04

Regulation of the Membrane Length and Design of Mechanism Dynamic Balance in Automatic Hot-seal Packing Machine

WAN Su-wen¹, TANG Jiu-song², JIANG Ya-nan¹

(1. Huaian College of Information Technology, Huaian 223001, China; 2. Huaiyin Medical Instruments Co., Ltd., Huaian 223001, China)

Abstract: The adjustment of instantaneous linear rate of the cross envelop room of automatic hot-seal packaging machine was carried out using a new adjustable rotating guide-bar mechanism to make it compliance with the feed rate of membrane. Three dimensional model of crank component was established, and quality and centroid of the model was analyzed by using SolidEdge. The structure of component was transformed by counter-weights method to solve dynamic balance problem of the mechanism.

Key words: hot-seal packing machine; adjustable guide-bar mechanism; dynamic balance; numerical modeling; SolidEdge

在枕式热合包装机中, 热封是一个重要因素, 在热合过程中必须有充分的热量传递, 热合机才能充分热合塑料袋膜, 因此在横封切断处速度不能太快; 而在热合切断后, 为了提高包装速度, 包装件必须快速离开切断位置, 因此机构的速度也不能太慢^[1-2]。只有横封、切断处的瞬时速度大小与塑料袋的牵引速度基本一致, 才不会起皱或者拉断。为了保证效率, 一般转速较高, 但动载震动和动平衡问题又难以解决。采用可调式导杆机构作为热合机主传动系统, 同时运用 Solidedge 软件对曲柄组件进行零件三维实体造型, 组装后利用软件的辅助分析功能进行平衡分析, 既能大大简化平衡计算的工作量, 又能较好地解决这一类技术问题, 在目前高速包装热合设备中能科学调

整塑料袋膜的瞬时线速度, 并提高组件动平衡的分析效率, 有广泛的实用价值。

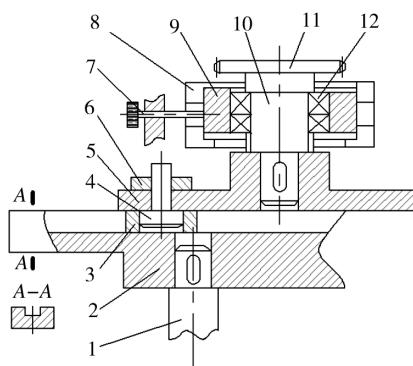
1 系统数学模型建立

在图 1 中, 输入轴 1、摆槽体 2、滑块 3、连接螺栓 4、圆转盘 5、螺母 6 等零件一起构成转动导杆机构。设输入轴 1 与输出轴 10 轴线之间的距离为 e , 可根据包装袋长度 L 的具体要求, 通过旋转调节螺杆 7, 使得轴承座 9 在滑座 8 上左右移动来改变 e 的大小, 实现加工过程中的同步要求。再设连接螺栓 4 轴线到圆转盘 5 回转轴线之间的距离为曲柄长度 r (要求 $r > e$); 滑块 3 在摆槽体 2 的长槽中滑动构成移动副,

收稿日期: 2011-10-31

基金项目: 江苏淮安市工业科学资助项目(HAG2010038)

作者简介: 万苏文(1967—), 男, 江苏淮安人, 硕士, 江苏淮安信息职业技术学院副教授/高级工程师, 主要研究方向为工业产品设计、机械设计及计算机仿真。



1—输入轴 2—摆槽体 3—滑块 4—连接螺栓 5—圆转盘 6—螺母
7—调节螺杆 8—滑座 9—轴承座 10—输出轴 11—链轮 12—轴承

图 1 热合机转动导杆装配图

Fig. 1 The assembly drawing for the rotating guide bar in heat sealing machine

其中摆槽体为导杆, 导杆长度为变量 s 。建立如图 2 所示导杆机构的数学模型, 下面对该导杆机构进行运动仿真分析^[3]。

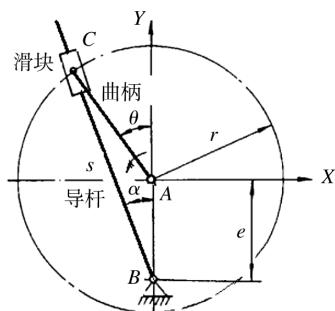


图 2 转动导杆机构运动简图

Fig. 2 The mechanism diagram for rotating guide bar

在图 2 上三角形 ABC 中, 由正弦定理可得:

$$\frac{s}{\sin(\pi-\theta)} = \frac{e}{\sin(\theta-\alpha)} \quad (1)$$

整理(1)式可得:

$$\sin \alpha = \sin \theta \sqrt{1 - \frac{e^2}{s^2} \sin^2 \theta} - \frac{e}{2s} \sin^2 \theta \quad (2)$$

当主动件 AC 以等角速度 $\omega_0 = d\theta/dt$ 旋转时, 则从动件 BC 角速度 ω_1 为:

$$\omega_1 = \frac{d\alpha}{dt} = \left[1 - \frac{\frac{e}{s} \cos \theta}{\sqrt{1 - \frac{e^2}{s^2} \sin^2 \theta}} \right] \omega_0 \quad (3)$$

当 $\theta=2k\pi$ 时, 由式(3)可得 ω_1 最小为:

$$\omega_{1\min} = \left(1 - \frac{e}{s} \right) \omega_0 \quad (4)$$

当 $\theta=2(k+1)\pi$ 时, 由式(3)可得 ω_1 最大为:

$$\omega_{1\max} = \left(1 + \frac{e}{s} \right) \omega_0 \quad (5)$$

则当输入轴 1 与输出轴 10 轴线之间的距离 e 在 $[-s, s]$ 之间变化时, 可得到不同的速度变化 $K = \frac{\omega_{1\max}}{\omega_{1\min}} = \frac{s+e}{s-e}$, 速比 $i_{\min} = \frac{\omega_{\min}}{\omega_0} = \frac{s-e}{s}$, 得到从 0 到 2 变化不同的最低点速度, 以满足所牵引的各种长度包装袋速度变化的要求, 从而使热封、切断点的速度变化与热合切割机的牵引速度变化相匹配^[4-5]。

2 工作位置安装与偏心距调整

由式(4)可知, 当 $\theta=2k\pi$ 时, 从动件 BC 角速度 ω_1 最低, 安装时应将两横封轴的热封、切断调至 $\theta=2k\pi$, 即摆槽体导槽最上方位置, 然后用螺钉固定好。为了保证牵引速度与热封、切断速度一致, 根据式(4)可求出 $e_1 = \frac{s(\omega_{1\min} - \omega_0)}{\omega_0}$, 再通过旋转调节螺杆 7, 使得轴承座 9 在滑座 8 上左右移动来改变偏心距 e 的大小, 以保证包装质量要求^[6-7]。

3 塑料袋长的确定

在图 3 所示的热合机主传动系统中, 电机驱动曲

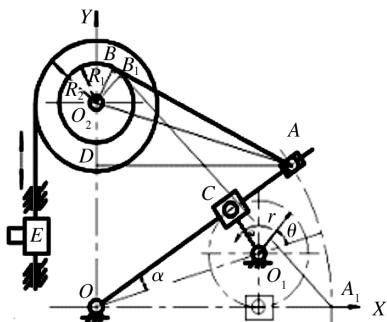


图 3 热合机主传动机构简图

Fig. 3 Diagram of the main transmission mechanism for heat sealing machine

柄 O_1C 匀速旋转, 通过滑块 C 带动导杆 OA 上下摆动; 在导杆 A 点处安装了丝杠螺母机构, 异形螺母与链条 AB 的端点 A 铰接, 通过链条带动小链盘、大链盘同时转动, 大链盘来回转动通过链条带动横封室上下运动, 实现预定热封、切断功能^[7]。由于 2 个链盘

同轴,设大小链盘半径分别为 R_2 和 R_1 ,最大袋长 H_{\max} ,则 $2R_2\pi > H_{\max}$,即制袋袋长为 H 时,大链盘需转过的圆心角 $\phi = H/R_2$,相应的小链盘需转过的弧长 $S = H \cdot R_1/R_2$ 。在图 3 所示的导杆机构中,导杆的两个极限位置 OA_1 和 OA 分别对应横封室的上、下两个位置,则 $S = A_1B_1 - AB$ 。为简化起见,再设 $OO_2 = L$, $OA = x$,则通过推导整理得到:

$$H = \frac{R_2}{R_1} [\sqrt{x^2 + L^2 - R_1^2} - \sqrt{x^2 + L^2 - R_1^2 - 2Lx \sin(2\alpha)}] \quad (6)$$

从(6)式可知,当 L, R_1, R_2, α 等结构参数确定后,袋长 H 就是导杆长度自变量 x 的函数,也就是说,通过调节 A 点在导杆上的位置可以改变制袋长度。

4 建立导杆机构的三维模型和平衡分析

在塑料热合机中,由于采用转动导杆不等速运动机构来带动,随着包装速度的提高,惯性力对机构的影响不容忽略,必须进行平衡设计。这里运用 Solid-edge 软件对曲柄组件进行零件三维实体造型,组装后利用软件的辅助分析功能进行动平衡分析,利用工具上[检查]/[物理属性],显现如图 4 所示的质量、质心

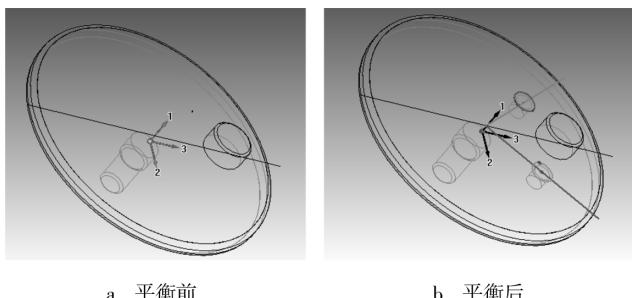


图 4 平衡前后的曲柄组件

Fig. 4 The crank module for balanced and not balanced mechanism

和形心等特征,利用去平衡重法或增加适当配重,再修改有关尺寸,使组件质心位置尽量回到回转中心。为了平衡,在曲柄组件圆转盘靠近滑块两侧 30° 的位置对称挖出 2 个直径为 12 mm 的孔,并在[文件]/[文件属性]/[单位]/[材料表]中设定钢的密度为 $7.833 \text{ kg}/\text{dm}^3$,则如图 5 所示平衡前后曲柄组件的物理属性对话框中质量、质心和形心值发生相应改变,通过 Solid-edge 软件中辅助工程分析组件进行动态仿



a 平衡前



b 平衡后

图 5 平衡前后曲柄组件的物理属性

Fig. 5 The crank component physical properties for balanced and not balanced mechanism

真,从属性对话框中发现小于 0.05 mm ,达到许用范围以内才算符合设计要求。这样就可以通过调整组件中相关零件的结构和尺寸,最终使组件的质心落在其回转中心或允许的误差内,解决高速旋转下的动平衡问题。

5 结语

对枕式热合包装机中的主传动装置进行设计与分析,建立了转动导杆机构运动系统数学模型,给出了偏心距调整和袋长的确定方法,最后运用 Solid-edge 软件对曲柄组件进行零件三维实体造型,利用软件的辅助分析功能进行平衡分析,通过调整组件中相关零件结构和尺寸使组件质心位置尽量回到回转中心,较好地解决了高速旋转下的动平衡问题^[6,8]。

参考文献:

- [1] 贺兵. 基于虚拟样机技术的包装机械系统仿真研究[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 47—49.
- HE Bing. Simulation Study of Packaging Machine Based on Virtual Prototyping[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 47—49.

- [2] 乔峰丽,苗鸿宾. 包装机横封机构仿真研究[J]. 包装工程,2008,29(1):75—77.
QIAO Feng-li, MIAO Hong-bin. Simulation on Traverse Seal Mechanism of Packaging Machine [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(1): 75—77.
- [3] 周进雄,张陵. 机构动态仿真——使用 MATLAB 和 SIMULINK[M]. 西安:西安交通大学出版社,2002.
ZHOU Jin-xiong, ZHANG Ling. Dynamic Simulation of Mechanism——the Use of MATLAB and SIMULINK [M]. Xian: Xian Jiao Tong University Press, 2002.
- [4] 机械设计手册(中册)[K]. 北京:化学工业出版社,1988.
Mechanical Design Handbook (Volume 2) [K]. Beijing: Chemical Industry Press, 1988.
- [5] 黄永安,李文成. MATLAB7.0/Simulink6.0 应用实例仿真与开发[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
HUANG Yong-an, LI Wen-cheng. MATLAB 7.0/Simulink6.0 Application Examples of Simulation and Development [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008.
- [6] 孙恒,陈作模. 机械原理[M]. 6 版. 北京:高等教育出版社,2001.
SUN Heng, CHEN Zuo-mo. The Mechanical Principle [M]. Sixth Edition. Beijing: Higher Education Press, 2001.
- [7] 梁燕飞,梁且宇. 包装机横封机构平衡问题的研究[J]. 包装工程,2000,21(2):28—29.
LIANG Yan-fei, LIANG Dan-yu. Investigation on Equilibrium of End Sealer of Wrapping Machine [J]. Packaging Engineering, 2000, 21(2): 28—29.
- [8] 孙凤兰,马喜川. 包装机械概论[M]. 北京:印刷工业出版社,1998.
SUN Feng-lan, MA Xi-chuan. Packaging Machinery [M]. Beijing: Printing Industry Publishing House, 1998.
- [9] 张继忠,张艳平,王晓东. 包装机供料机构方案设计与分析[J]. 现代制造工程,2008(10):97—98.
ZHANG Ji-zhong, ZHANG Yan-ping, WANG Xiao-dong. Scheme Analysis and Design of Feeding Mechanism in Packing Machine [J]. Modern Manufacturing Engineering, 2008(10): 97—98.

(上接第 73 页)

供了强大的理论分析方法。

参考文献:

- [1] 李光. 包装机械模块化设计的研究[J]. 包装工程,2002, 23(4):172—175.
LI Guang. Research on Modeled Design of Packaging Machine [J]. Packaging Engineering, 2002, 23(4): 172—175.
- [2] 浦广益. ANSYS Workbench 12 基础教程与实例详解[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010.
PU Guang-yi. ANSYS Workbench 12 Primary Tutorials and Detailed Examples [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2010.
- [3] 王利民. 全自动塑灌装封口机模块化参数化设计技术研究[J]. 机电工程技术,2010,29(7):76—78.
WANG Li-min. Research on Modular and Parametric Design Technology of Automatic Plastic Cups Filling and Sealing Machine [J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2010, 29(7): 76—78.
- [4] 周林辉. 软包装自动充填封口机的机构设计探讨[J]. 包装与食品机械,2005,23(2):23—26.
ZHOU Lin-hui. To Explore the Design and Construction of Retort Pouch Auto Filling and Sealing Machine [J]. Packaging and Food Machinery, 2005, 23(2): 23—26.
- [5] 无锡轻工业学院,天津轻工业学院. 食品工厂机械与设备[M]. 北京:轻工业出版社,1987.
Jiangnan University, Tianjin University of Science and Technology. Machine and Equipment in Food Factory [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1987.
- [6] 陆振曦,陆守道. 食品机械原理与设计[M]. 北京:中国轻工业出版社,1995.
LU Zhen-xi, LU Shou-dao. Design and Principles of Food Processing Machinery [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1995.
- [7] 王利民. 基于 SolidWorks 的全自动塑杯灌装封口机有限元分析[J]. 机械,2010,37(6):63—66.
WANG Li-min. Finite Element Analysis Based on Solidworks for Automatic Plastic Cups Filling and Sealing Machine [J]. Machinery, 2010, 37(6): 63—66.
- [8] 李兵. ANSYS Workbench 设计、仿真与优化[M]. 北京: 清华大学出版社,2008.
LI Bing. ANSYS Workbench Design, Simulation and Optimization [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008.