

基于 MATLAB 的洗瓶机进瓶导轨曲线分析

韩少雄¹, 赵美宁²

(西安工业大学, 西安 710032)

摘要: 分析了啤酒洗瓶机进瓶机构上拨瓶指的运动情况, 运用 MATLAB 得出了拨瓶指在一个运动周期中各时刻的位置坐标, 又对机构进行了三维建模, 利用 ADAMS 运动仿真对计算结果做了验证。最后根据机构进瓶的速度要求确定了能精确配合拨瓶指动作的进瓶导轨的形状曲线, 对进瓶导轨的设计具有一定的参考作用。

关键词: 洗瓶机; 齿轮连杆机构; MATLAB; ADAMS

中图分类号: TB486+.02 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)23-0093-04

Analysis of Infeeding Guide-rail Curve of Bottle Washer Based on MATLAB

HAN Shao-xiong¹, ZHAO Mei-ning²

(Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: The motion of up-dialing finger of beer bottle washer infeed mechanism was analyzed. The position coordinates of the finger in a motion cycle were obtained by using MATLAB. A three-dimensional model was set up for the mechanism and the calculation results were verified using ADAMS kinematic simulation. A precisely fit curve of guide-rail for motion of up-dialing finger was determined according to the requirements of velocity limits on the mechanism. The purpose was to provide reference for bottle infeed guide-rail design.

Key words: bottle washing machine; geared linkage mechanism; MATLAB; ADAMS

进瓶导轨是洗瓶机进瓶装置的重要组成部分, 用于辅助拨瓶指将待洗瓶平稳准确地送入瓶盒中, 因此要求进瓶导轨的形状需与拨瓶指的运动轨迹相匹配。过去对于进瓶导轨的设计大都是用作图法描点, 然后连成曲线, 这样设计出来的导轨曲线精度较低。笔者研究的洗瓶机进瓶机构为齿轮连杆机构, 拨瓶指的运动轨迹较复杂, 所以与其匹配的导轨的形状较难确定。形状不精确的导轨会导致进瓶机构无法将待洗瓶顺利送至正确的工位, 甚至造成卡瓶等问题。笔者借助计算机得出拨瓶指的运动轨迹, 并根据进瓶的速度和加速度要求截取出适当的曲线段作为准确的导轨曲线, 从而使设计的导轨能保证洗瓶机进瓶机构工作的可靠性。

1 进瓶装置简介

洗瓶机进瓶装置主要由进瓶台、拨瓶指和进瓶导

轨这几大部分组成, 见图 1。

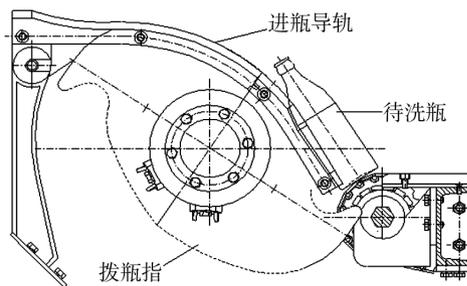


图 1 进瓶装置

Fig. 1 The loading device

2 进瓶机构工作原理

为了得出精确的导轨曲线, 需要对拨瓶指的运动轨迹作详细的解析。进瓶机构(见图 2)由齿轮连杆机构驱动, 洗瓶机进瓶机构运动简图见图 3。当机构工

收稿日期: 2012-07-22

作者简介: 韩少雄(1987-), 男, 陕西人, 西安工业大学硕士生, 主攻高速洗瓶机设计。

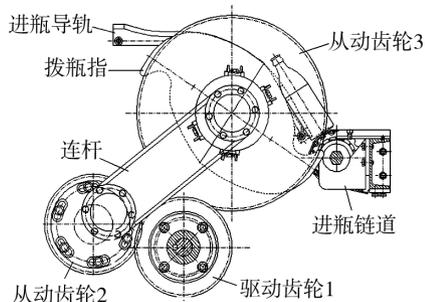


图2 进瓶机构

Fig. 2 Infeeding mechanism

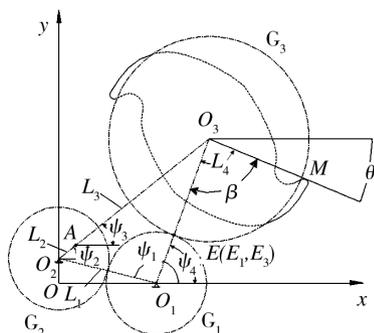


图3 进瓶机构运动简图

Fig. 3 Schematic illustration of infeeding mechanism

作时,动力由齿轮 G_1 输入,带动齿轮 G_2 及与其固联的偏心轴盘转动,通过连杆 L_3 带动摇杆 L_4 摆动,而 L_4 使活动齿轮 G_3 与固定齿轮 G_1 始终啮合转动,且 G_3 通过轴心 O_3 与拨瓶指固连。这样拨瓶指在进瓶导轨的辅助下,按预定的轨迹将待洗瓶送入洗瓶机的瓶盒中。

3 拨瓶指的运动轨迹分析

由图3可知此机构为一个 II 级齿轮连杆机构,由于拨瓶指是由大齿轮 G_3 带动的,因此应先分析 G_3 的运动情况,再求拨瓶指的运动轨迹。设机构中的机架 O_1O_2 为 L_1 ,偏心距 O_2A 为 L_2 ,连杆 AO_3 为 L_3 ,摇杆 O_1O_3 为 L_4 。

该机构可分为两个 II 级齿轮连杆基本杆组和一个 RRR 双杆组,采用杆组法做各基本杆组的运动分析,并利用 MATLAB 编制相应的程序求解。

$$\varphi_2 = \varphi_2^R + \omega_2 t$$

$$\varphi_3 = \arctan \frac{L_3^2 + L_{AO_1}^2 - L_4^2}{2L_3 L_{AO_1}} - \arctan \frac{y_{O_1} - y_A}{x_{O_1} - x_A}$$

$$\varphi_4 = \arctan \left(\frac{OA + L_2 \sin \varphi_2 + L_3 \sin \varphi_3}{L_2 \cos \varphi_2 + L_3 \cos \varphi_3 - OO_3} \right)$$

由上式可得:

$$J_3' = J_3^0 - \frac{Z_1}{Z_3} (J_1' - J_1^0) + \frac{Z_1 + Z_3}{Z_1} (J_3' - J_3^0)$$

式中: J_1^0 为 G_1 的初始位置角; J_1' 为 G_1 在 t 时刻的位置角; J_3^0 为 G_3 的初始位置角; J_3' 为 G_3 在 t 时刻的位置角; J_4^0 为 G_4 的初始位置角; J_4' 为 G_4 在 t 时刻的位置角。

则拨瓶指上 M 点位置角为:

$$J_M = J_3' + \beta + \theta$$

$$M \text{ 点坐标为: } \begin{aligned} x_M &= x_{O_3} + O_3 M \cos J_M \\ y_M &= y_{O_3} + O_3 M \sin J_M \end{aligned}$$

式中: x_{O_3} 为齿轮 G_3 中心的水平方向坐标值; y_{O_3} 为齿轮 G_3 中心的竖直方向坐标值。

4 MATLAB 求解

利用 MATLAB 工具可以很方便地将 RRR 双杆组 L_3-L_4 和齿轮杆组 $G_1-L_1-G_2$ 的各重要运动参数求出,其程序较简单,这里不再赘述。需要注意的是在求解 J_3' 时,由于摇杆 L_4 位置角 φ_4 的值需由反正切三角函数求出,而 MATLAB 本身不能识别角度值,运算得出的同一弧度值可以表示 2 个不同的角度值。当摇杆 L_4 在左右 2 个极限位置之间摆动时,每经过一次竖直位置,其位置角 φ_4 的弧度值的符号都会改变,见图 4。

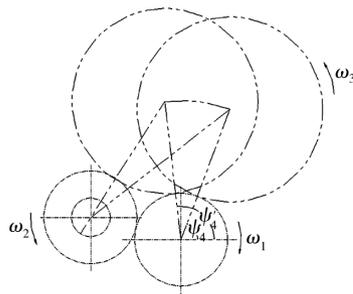


图4 摇杆位置角变化示意

Fig. 4 Schematic illustration of rocker locational angle varying

因此在编写计算 J_3' 的程序时要考虑正切函数的周期变化,分段计算。已知该进瓶机构进瓶一次时间为 3.6 s,即摇杆由右极限位置转动到左极限位置的时间为 3.6 s,记为 $\Delta t = 3.6$,根据求得的 φ_4 的弧度临界值将其分为 2 段。再用 MATLAB 绘制出拨瓶指端

M 点在 $t \in (0, 3.6)$ s 内的运动轨迹曲线, 而整个运动周期中剩余曲线可同样按上述方法绘出, 见图 5 和 6。

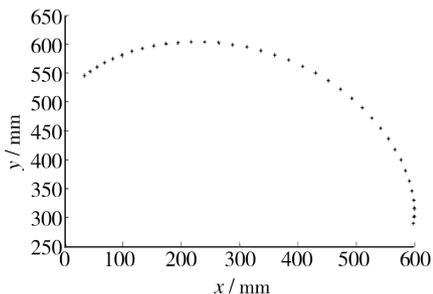


图 5 $t \in (0, 3.6)$ s 内点 M 的轨迹

Fig. 5 Moving orbit of M as $t \in (0, 3.6)$ s

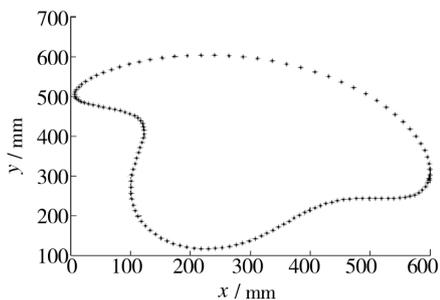


图 6 点 M 在整个运动周期的轨迹

Fig. 6 Moving orbit of M in a whole motion cycle

5 ADAMS 仿真验证

拨瓶指的运动轨迹也可通过 ADAMS 对机构模型进行运动学分析得出, 但却无法获得各种精度的点位坐标, 不过可用于验证上述数学计算的结果。

针对齿轮连杆机构由多个零件组成, 个别零件结构复杂, 直接利用 ADAMS 自身建模功能很难完成三维实体建模的问题, 采用 UG NX 建模, 建模过程遵进瓶机构自身原理结构进行从下至顶式方法, 通过建立各部件的三维实体模型, 进行装配并最终完成整机建模, 见图 7。

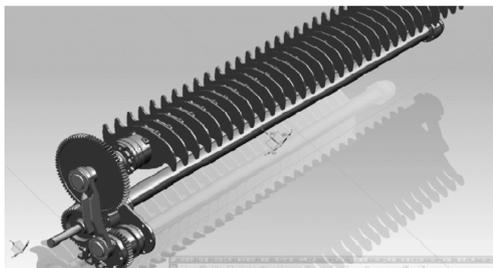


图 7 进瓶机构三维模型

Fig. 7 Three-dimensional model of the infeeding mechanism

将上述模型导入 ADAMS/View 中进行运动仿真, 得到拨瓶指上 M 点的运动轨迹。对比图 6 和图 8 可

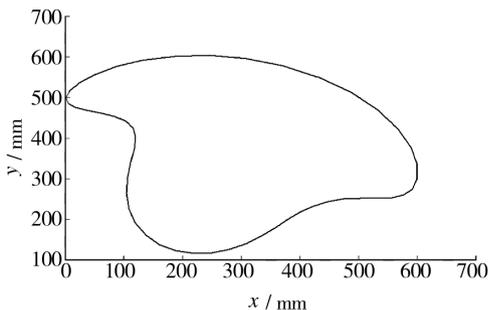
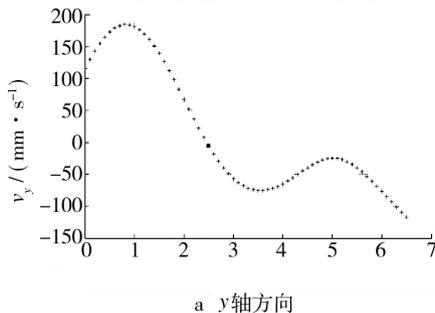


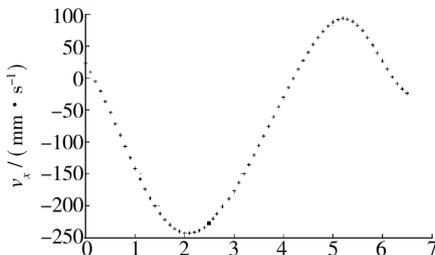
图 8 ADAMS 仿真机构运行轨迹

Fig. 8 Orbit of infeeding mechanism by ADAMS simulation

知理论计算无误。再分析进瓶轨道可用曲线段。由于进瓶机构工作要求在进瓶时瓶子的速度尽量低, 以减少对瓶盒的冲击, 又要能跟上瓶盒随链道向上的运动, 为此又计算了拨瓶指端 M 点各时刻在 x 与 y 轴方向的速度值分量和总的速度值见图 9, 10。



a y 轴方向



b x 轴方向

图 9 M 点在 y, x 轴方向速度分量

Fig. 9 Vertical velocity of M on y, x coordinate

经分析可知, 在 $t=2.5$ s 位置拨瓶指的速度值及其在 x 与 y 轴方向的速度值分量都能满足进瓶要求, 因此截取机构在 $0 \sim 2.5$ s 内的轨迹曲线作为设计进瓶轨道设计的基准曲线, 见图 11。

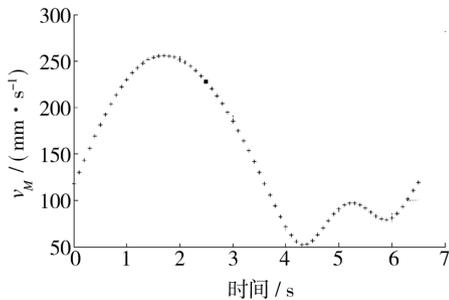
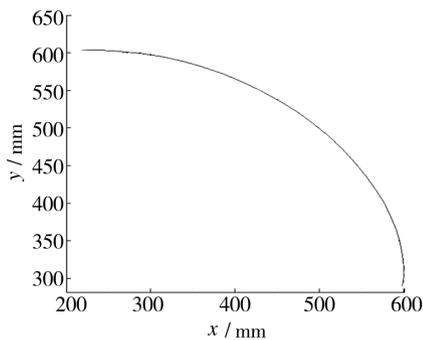
图 10 M 点速度值曲线Fig. 10 Velocity of M in a cycle

图 11 进瓶导轨设计基准曲线

Fig. 11 Benchmark curve of infeeding guide-rail design guide rail

6 结论

通过以上分析,确定出了符合拨瓶指运动轨迹的进瓶导轨的精确曲线,方便洗瓶机进瓶机构的设计及制造,通过仿真分析确定出了适于进瓶的最佳曲线段,保证了洗瓶机进瓶机构的平稳、快速进瓶。

参考文献:

- [1] 刘安静,周文玲.连续浸泡喷射式洗瓶机的设计关键[J].包装工程,2008,29(6):84-88.
LIU An-jing, ZHOU Wen-ling. Design Keys of Continuous Soaking and Rushing Bottle W-ashing Machine[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(6): 84-88.
- [2] 刘云霞,杨军良,郝向儒.单张纸输送装置变速机构的运动分析[J].包装工程,2000,21(4):30-32.
LIU Yun-xia, YANG Jun-liang, XI Xiang-ru. The Motion Analysis for Gear-linkage Used in Single Paper Transport Device[J]. Packaging Engineering, 2000, 21(4): 30-32.
- [3] 张涛,刘晔.基于 Matlab 的包装容器结构尺寸优化设计方法[J].包装工程,2008,29(3):98-102.
ZHANG Tao, LIU Ye. Optimum Design Method of Container Based on Matlab[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(3): 98-102.
- [4] 贺兵,邵军.基于 MATLAB 固定凸轮与连杆组合机构的优化设计[J].包装工程,2009,30(9):96-98.
HE Bing, SHAO Jun. Optimum Design of Fixed Cam and Connecting Bar Mechanism Based on MATLAB[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(9): 96-98.
- [5] 王文娟.基于 MATLAB 优化工具箱的平面连杆机构的设计键[J].轻工机械,2006,24(4):76-77.
WANG Wen-juan. Optimal Design of Planar Linkage Based on MATLAB Optimization Toolbox[J]. Light Industry Machinery, 2006, 24(4): 76-77.
- [6] 常洁,张海燕.基于 MATLAB 的齿轮连杆机构的优化设计[J].轻工机械,2007,25(1):66-68.
CHANG Jie, ZHANG Hai-yan. Optimal Design of Geared Linkage Mechanism Based on MATLAB[J]. Light Industry Machinery, 2007, 25(1): 66-68.
- [7] 褚金奎,严天宏,曹惟庆.齿轮连杆机构的通用运动分析算法及程序设计[J].西安理工大学学报,1999,15(3):13-17.
CHU Jin-kui, YAN Tian-hong, CAO Huai-qing. General Algorithm and Program Designing of Kinematic Analysis for Geared Linkages[J]. Journal of Xi'an University of Technology, 1999, 15(3): 13-17.
- [8] 谢征恒,毛立民.基于 LabVIEW 和 Matlab 的共轭凸轮打纬机构分析与设计[J].东华大学学报,2007,33(1):66-69.
XIE Zheng-heng, MAO Li-min. Beat-up Conjugate Cam Analysis and Design Based on LabVIEW and Matlab[J]. Journal of Donghua University, 2007, 33(1): 66-69.