

方瓶三面贴标过程运动轨迹的仿真研究

杨绮云, 孟 爽, 卜迟武, 李为涛

(哈尔滨商业大学, 哈尔滨 150028)

摘要: 分析了方瓶贴标机的贴标原理, 根据方瓶三面贴标原理, 运用 Matlab 7.0 拟合出了方瓶贴标过程中的理论运动轨迹。利用 ADAMS 仿真软件建立了方瓶的贴标模型, 并进行了仿真研究, 得到了方瓶的仿真运动轨迹。通过理论轨迹与仿真轨迹的对比, 分析了方瓶运动轨迹的正确性及特点, 为方瓶三面贴标机构的设计提供了参考。

关键词: 方瓶; 三面贴标; 运动轨迹; 仿真研究

中图分类号: TB486; TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)09-0007-03

Study on Movement Tracks Simulation of Three Sides Labeling Mechanism for Rectangular Bottle

YANG Qi-yun, MENG Shuang, BU Chi-wu, LI Wei-tao

(Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China)

Abstract: The label principle of labeling machine for rectangular bottle was analyzed. The movement track of rectangular bottle in labeling process was fitted with Matlab 7.0 according to the label principle of rectangular bottle. The labeling model of rectangular bottle was established with ADAMS software and the simulation trajectory of rectangular bottle was obtained through simulation. Through the contrast of theoretical track and simulation track, characteristics and validity of movement track of rectangular bottle was analyzed. The purpose was to provide reference for design of three sides labeling mechanism of rectangular bottle.

Key words: rectangular bottle; three sides labeling; movement track; research simulation

随着社会的发展, 几乎每种商品都需要注明身份和生产日期。标签是信息的载体, 为商品贴标是实现这一要求的主要途径, 贴标机是完成商品贴标的机械装备。目前, 国内外虽然有大量用于圆型瓶和扁型瓶的不干胶自动贴标机, 但对于三面贴的方瓶不干胶自动贴标机的应用和报道很少^[1]。特别在医药包装生产中, 方形药瓶应用很多, 药瓶标签上所载的信息越来越多, 标签所需的长度就越长, 因此常需要对方瓶进行三面贴标。国内已生产的方瓶贴标机大多只能进行方瓶一侧面、两侧面(两套贴标机构)和顶面贴标, 一些厂家经过对圆瓶贴标机改造之后能对方瓶进行贴标, 由于圆瓶表面绕其中心的速度相等, 而方瓶表面到其中心的距离不等, 因此绕其中心旋转后的边界速度也不相等, 所以方瓶采用同圆瓶一样用滚贴带

搓动圆瓶, 以滚压法进行贴标, 经常出现标签歪斜或者皱褶, 贴标的精度和贴标效率不高。目前对方瓶三面贴标大多数采用人工贴标, 不仅增加了人工劳动强度, 生产效率低, 而且容易导致标签的浪费和贴标不准等问题^[2]。

企业急需解决方瓶三面贴标的难题。如何对方瓶进行三面贴标以及设计方瓶三面贴标机构是研究方瓶贴标机问题的关键。因此, 对方瓶不干胶贴标机的贴标原理和三面贴标过程中方瓶的运动轨迹进行分析和仿真研究, 为方瓶三面贴标机构的设计提供了参考。

1 方瓶三面贴标原理

通过对常用圆瓶贴标机的贴标原理、贴标过程及

收稿日期: 2011-12-11

基金项目: 黑龙江省科技攻关项目(GC04A604)

作者简介: 杨绮云(1959—), 女, 黑龙江哈尔滨人, 哈尔滨商业大学教授、硕士生导师, 主要研究方向为包装与食品机械。

方瓶的贴标原理见图 1, 方瓶在输送带上向前输

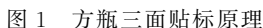


Fig. 1 Schematic diagram of three sides labeling mechanism of rectangular bottle

送时,经过分瓶机构分隔成适当的间距,当方瓶的一边与标签平齐时,标签与方瓶同步运行进入贴标机构,方瓶开始旋转,由于方瓶的表面各点的运动轨迹不是一条直线,所以不能用滚贴带对方瓶瓶身直接进行搓瓶。假设搓动方瓶的瓶盖使方瓶旋转,为使标签能与方瓶紧密粘合,需要有一压标机构跟随方瓶做行进运动,同时保证其始终与方瓶表面接触且有一定的压紧力。因此,压标机构的运动轨迹应与方瓶表面行进时的运动轨迹相同,才能使标签与方瓶贴合准确。

2 方瓶三面贴标运动轨迹的仿真研究

通过分析方瓶三面贴标过程可知,在方瓶前进和旋转贴标过程中,需有一压标机构按方瓶表面运动轨迹同步运行,并保持一定的压力与方瓶表面始终接触,将标签压紧在方瓶表面^[3]。

2.1 方瓶三面贴标过程的理论运动轨迹

方瓶在连续贴标过程中的速度及运动分析见图2,方瓶在滚贴带搓动瓶盖的作用下,其中心点的移动速度 v 与输送带的速度相等,其边界绕中心点做旋转运动。方瓶的中心为 O 点,压辊所在的位置为 A 点,在经过任意时间 t 之后,方瓶旋转的角度为 θ ,其中心向前移动的距离为 $L=vt$,此时方瓶上的任意点 A' 旋转到了压辊的位置。此时 A' 点距离中心点 O 的距离

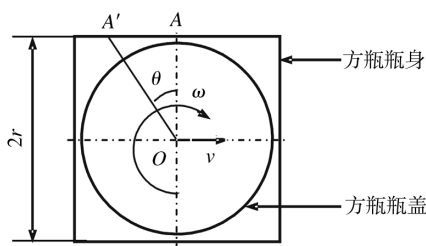


图 2 方瓶贴标运动过程分析

Fig. 2 Motion analysis of rectangular bottle labeling process

为 S , 则 S 可表示为:

$$S = \begin{cases} \frac{r}{\cos \theta} & (0 \leq \theta < \frac{\pi}{4}) \\ \frac{r}{\cos(\pi/2 - \theta)} & (\frac{\pi}{4} \leq \theta < \frac{\pi}{2}) \\ \frac{r}{\cos(\theta - \pi/2)} & (\frac{\pi}{2} \leq \theta < \frac{3\pi}{4}) \\ \frac{r}{\cos(\pi - \theta)} & (\frac{3\pi}{4} \leq \theta < \pi) \\ \frac{r}{\cos(\theta - \pi)} & (\pi \leq \theta < \frac{5\pi}{4}) \\ \frac{r}{\cos(3\pi/2 - \theta)} & (\frac{5\pi}{4} \leq \theta < \frac{3\pi}{2}) \\ \frac{r}{\cos(\theta - 3\pi/2)} & (\frac{3\pi}{2} \leq \theta < \frac{7\pi}{4}) \\ \frac{r}{\cos(\theta - 2\pi)} & (\frac{7\pi}{4} \leq \theta < 2\pi) \end{cases} \quad (1)$$

式中: r 为方瓶边长的 $1/2$ 。

由方瓶关于其中心对称可得到另一边界轨迹 S' :

$$S' = -S \quad (2)$$

利用 Matlab 7.0, 依据建立的方瓶表面任意点的数学模型, 做出方瓶在滚贴带的搓动下旋转时的运动轨迹, 为方瓶三面连续贴标机构的设计与研究奠定了理论基础。

这里选择一种最常用的医药方瓶的参数,运用数学软件 Matlab 7.0 编制 m 文件^[4],拟合出方瓶贴标运动过程的理论轨迹,见图 3。

2.2 方瓶三面贴标过程的仿真运动轨迹

利用机械动力学仿真软件 ADAMS 建立方瓶三面贴标原理的简易动力学模型,对方瓶在滚贴带搓动瓶盖下旋转时的运动轨迹进行虚拟样机的仿真模拟,得到其旋转运动时的运动轨迹,通过与理论轨迹比较,为方瓶三面贴标机构的设计与研究提供参考。

现采用 ADAMS/View 的交互式建模方式,依次

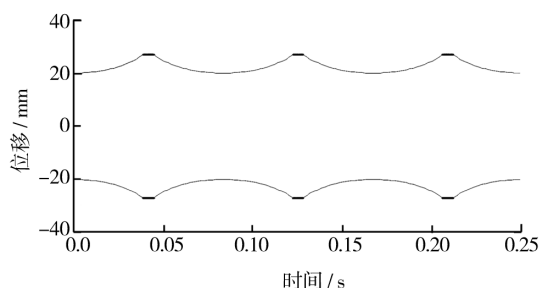


图3 方瓶贴标运动过程的理论轨迹

Fig. 3 Theoretical motion trajectory during rectangular bottle labeling

进行几何建模,添加约束和施加受力^[4-8]。然后,对方瓶贴标过程进行仿真研究,得到方瓶在三面贴标过程中贴标点的运动轨迹。由于主要研究的问题是方瓶三面贴标过程的运动轨迹,因此主要选取方瓶、压辊及一段输送带^[8]。对建立的模型进行方瓶三面贴标原理的计算机虚拟仿真,观察方瓶的边界及压辊的运动轨迹,见图4。

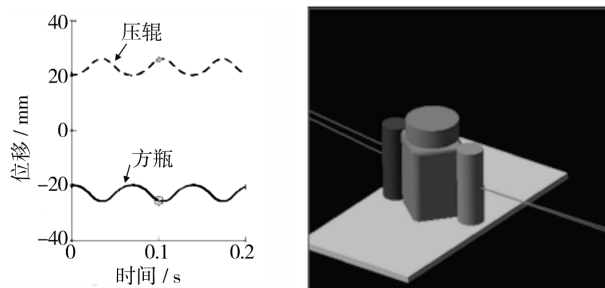


图4 方瓶贴标过程仿真分析

Fig. 4 Simulation analysis of labeling process of rectangular bottle

2.3 理论与仿真运动轨迹的对比

图5a和图5b分别是方瓶贴标运动的理论轨迹和仿真运动轨迹。二者的共同点是:2条轨迹的走势和形状大致相同;在方瓶进行旋转时,到达方瓶的直角前后,曲线的变化比较大,曲线也比较陡;在到达方瓶一边的中间位置前后时,曲线的变化趋于平缓;当经过方瓶直角时,由于该处圆角的存在,曲线的变化更趋于平缓,此时轨迹近似于直线。二者的区别是:图5b中曲线的曲率变化比图5a中曲线的曲率变化平滑,原因在于仿真模型中压辊有形状大小,而数学软件拟合时是点的轨迹,曲率变化反应的比较明显。

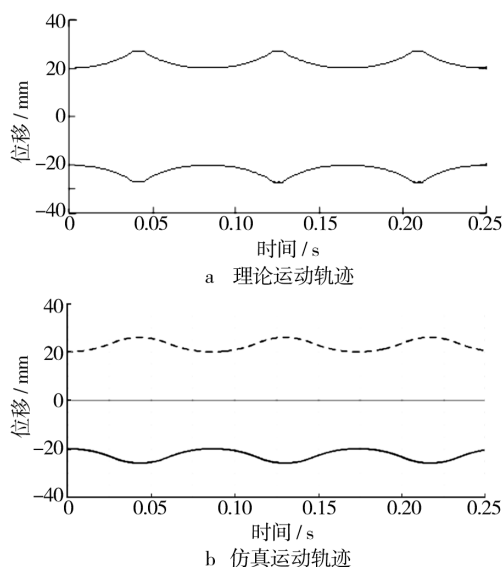


图5 方瓶贴标过程运动轨迹的比较

Fig. 5 Comparison of motion trajectory of rectangular bottle during labeling

3 结论

分析了方瓶三面贴标原理。建立了方瓶表面任意点的数学模型,利用数学软件拟合出了方瓶三面贴标过程中贴标点的运动轨迹的曲线。利用机械仿真软件建立了方瓶贴标运动过程的仿真模型,对方瓶的贴标过程运动的理论轨迹进行了验证。通过对方瓶贴标过程的理论轨迹和仿真轨迹的对比分析可知,方瓶在旋转贴标压辊经过方瓶的平面时,其边界突起小且较缓慢;在到达棱角前后时,其边界突起较大且迅速,在经过直角时,由于直角处圆角的存在,其边界近似一条直线,此时类似于圆瓶贴标表面的运动轨迹。

利用软件拟合出的方瓶贴标过程的理论运动轨迹具有合理性和实用性。可满足生产中不同类型、不同大小的方瓶进行三面贴标运动过程中轨迹的拟合,为不同规格的方瓶三面贴标机构的设计与研究提供参考。

参考文献:

- [1] 呼英俊,王开和,苗德华,等. 小型异型瓶不干胶自动贴标机研制[J]. 包装与食品机械, 2002, 23(1): 4-6.
HU Ying-jun, WANG Kai-he, MIAO De-hua, et al. Investigate the Automatic Gluing Label Machine of Small Abnormity Bottle[J]. Packaging and Food Machinery, 2003, 23(1): 4-6.

(下转第45页)

- 论研究[J]. 生物数学学报, 2002, 17(3): 353—357.
- MA Yan. Research on Quantitative Analysis of Micron Wood Cells' Fiber Content after Directional Reconstructed[J]. Biomath, 2002, 17(3): 353—357.
- [2] 马岩. 纳微米科学与技术及在木材工业的应用前景展望[J]. 林业科学, 2001, 37(8): 109—113.
- MA Yan. Prospect Nanometer and Micrometer Science and Technology for Applying to the Wood Industry[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2001, 37(8): 109—113.
- [3] 马岩. 利用微米木纤维定向重组技术形成超高强度纤维板的细胞裂解理论研究[J]. 林业科学, 2003, 39(3): 111—115.
- MA Yan. Study on Cell Break Theory of Using Wood Fiber Micro-meter Aligned Reconstituted Technology Forming Super High-intensity Wood-based Panel[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2003, 39(3): 111—115.
- [4] 马岩. 微米木纤维形成异型模压包装材料的理论初探[J]. 林产工业, 2005, 32(7): 5—8.
- MA Yan. Study on Heterotype Molded Packaging Material Formed by Micron Wood Fiber[J]. China Forest Products Industry, 2005, 32(7): 5—8.
- [5] 科尔曼. 木材学与木材工艺学原理[M]. 江良游译. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- KOLLMANN. Principles of Wood Science and Technology[M]. Beijing: China Forestry Press, 1991.
- [6] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.
- CHENG Jun-qing. Wood Science [M]. Beijing: China Forestry Press, 1985.
- [7] 战丽, 杨春梅, 马岩. 微纳米和微米木纤维理论研究的现状与工业化前景[J]. 林业机械与木工设备, 2003(7): 4—6.
- ZHAN Li, YANG Chun-mei, MAYan. Study on Theory of Nano-micro-meter and Micrometer Wood Fiber and Its Industrialized Future [J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2003(7): 4—6.
- [8] 马岩. 重组木力学模型及刚度参数分析方法探讨[J]. 东北林业大学学报, 1995, 23(4): 107—111.
- MA Yan. Discuss on Mechanical Model of Scrimber and Rigidity Parameters Analysis Method [J]. Journal of Northeast Forestry University, 1995, 23(4): 107—111.
- [9] 战丽, 齐英杰, 马岩, 等. 重组木复合刨花板截面弹性模量求解方法的研究[J]. 木材加工机械, 2002(4): 8—11.
- ZHAN Li, QI Ying-jie, MA Yan. Research on Solving Process for Transverse Section Elastic Modulus of Reconstituted Composite Particle Board[J]. Wood Processing Machinery, 2002(4): 8—11.
- [10] 战丽, 马岩. 木材细胞纤维分布与定量数学描述理论研究[J]. 林业机械与木工设备, 2003, 31(8): 14—16.
- ZHAN Li, MA Yan. Study on Fibers' Distributed of Wood Cell and Quantitative Mathematical Descriptive [J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2003, 31(8): 14—16.
- ~~~~~
- (上接第 9 页)
- [2] 王雅先, 尉富恩. 贴标质量的研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2004, 21: 67—68.
- WANG Ya-xian, WEI Fu-en. Study on Quality of Labeling[J]. Inner Mongolia Sciencetech and Economy, 2004, 21: 67—68.
- [3] 杨绮云, 李为涛. 贴标机供标机构的动力学分析及控制系统设计[J]. 包装工程, 2006, 27(5): 45—47.
- YANG Qi-yun, LI Wei-tao. Dynamical Analysis and the Design of Control System of the Paper Deliver Mechanism of the Label machine[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 45—47.
- [4] 吴群波, 王知行, 张益民. 基于虚拟现实的计算机辅助组合机构设计研究[J]. 机械设计, 1998, 15(11): 17—19.
- WU Qun-bo, WANG Zhi-xing, ZHANG Yi-min. Research into the Computetr Aided Compound Mechanisms Design Based on Virtual Reality[J]. Machine Design, 1998, 15(11): 17—19.
- [5] LI S, PETZOLD L. Software and Algorithms for Sensitivity Analysis of Large-scale Differential-algebraic Systems[J]. Journal of Comp and App Math, 2000, 13: 131—145.
- [6] SYRDAL A, HIRSCHBERG J, MEGORY J, et al. Automatic TOBI Prediction and Alignment to Speed Manual Labeling of Prosody[J]. Speech Communication, 2001, 33: 135—151.
- [7] TRYON R G, DEY A. Reliability-based Computational Model for Material Development and Structural Design [J]. International Journal of Materials and Product Technology, 2001, 16(45): 333—357.
- [8] 陈立平, 张清云, 任卫群, 等. 机械系统动力学分析及 ADAMS 应用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- CHEN Li-ping, ZHANG Qing-yun, REN Wei-qun, et al. Dynamic Analysis of Mechanical System and ADAMS Teaching[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005.