

棉麻纤维液氨改性成套装备上下物料系统设计

张 凯

(东华大学, 上海 201620)

摘要: 目前棉麻纤维液氨改性系统的上下料采用人工方式进行, 存在工作效率低、工人劳动强度大的缺点, 基于发明问题解决理论(TRIZ)对液氨改性成套装备物料输送系统进行了创新设计, 采用对心曲柄齿轮齿条机构和电磁铁来实现物料箱在小空间长行程的上下料, 采用欧姆龙公司的 CP1L 型 PLC 来实现整个系统的控制, 可实现棉麻纤维液氨改性成套装备物料包装输送系统的自动化。

关键词: 液氨改性; TRIZ; 上下物料系统

中图分类号: TB486+.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)21-0093-03

Design of Material Loading and Unloading System for Liquid Ammonia Treatment Equipment of Cotton and Linen Fiber

ZHANG Kai

(Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The currently using material loading and unloading system for liquid ammonia treatment equipment of cotton and linen fiber has shortcomings of low efficiency and high labor intensity. In order to get rid of these shortcomings and based on TRIZ theory, the innovative design of complete material delivery system for liquid ammonia treatment equipment was made. The design realized material loading and unloading in small space and long distance by using heart crank gear rack mechanism and solenoids. Type CP1L PLC from Omron was used to control of the entire system, to realize automation of material delivery system for liquid ammonia treatment equipment of cotton and linen fiber.

Key words: liquid ammonia treatment; TRIZ; material loading and unloading system

天然棉麻纤维制成的服装面料具有吸湿、抗菌、防紫外线等优点, 但浸水后易起皱、易缩水, 而液氨整理能够引起纤维均匀膨化, 有效提高纱线的拉伸强度和撕破强度, 经过液氨改性后的棉麻纤维在保留其原有优点的同时, 柔软性、卷曲性、上染率和匀染性均有明显提高^[1]。

现有的液氨改性设备主要是针对棉织物采用连续非封闭生产方式进行处理, 一次性投资大且对织物性能改善有限, 难以普遍满足服装行业小批量、多品种、高性能要求, 尤其是对麻纤维织物; 而间歇封闭式液氨改性技术从纺织产业链的上游资源即纤维、纱线处理着手, 更好地提高天然棉麻纤维、纱线的性能, 扩大其适纺性及适用范围, 适应纺织服装企业高品质产品的生产需求。目前, 间歇封闭式液氨改性成套装备中的物料输送系统有曹维妙^[2]等用 AGV 小车和升降

台配合完成的设计, 其投入成本较高。考虑到液氨改性成套装备要可靠实用且成本低廉地应用于实际工业生产线中, 笔者设计了一套相应物料包装自动输送系统, 实现液氨改性成套装备生产线物料包装输送系统自动化。

1 物料输送系统设计方案

液氨改性成套装备物料输送系统设计方案见图 1。形状不规则的棉麻纤维由物料箱包装, 当改性过程完成后, 首先将处理罐的开门装置打开; 然后将位于回转架上处理好的物料箱 8 个工位之一调整到罐口处, 同时转角与推升装置逆时针转动 90°并上升至罐口, 做好承接物料箱准备; 最后对心曲柄齿轮齿条机构和电磁铁组成下料装置将处理完成的物料箱由

收稿日期: 2012-05-14

作者简介: 张凯(1987-), 男, 湖北荆州人, 东华大学硕士生, 主攻现代设计方法、机械 CAD。

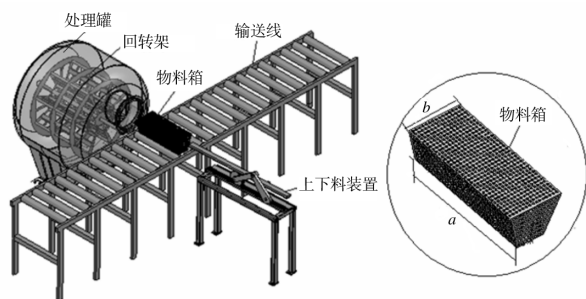


图1 液氨改性成套装备物料输送系统上下料处示意

Fig. 1 Schematic diagram of loading and unloading of liquid ammonia treatment outfit

罐体内回转架上拉出。完毕后,转角与推升装置顺时针转动 90° ,滚筒启动将物料箱送到收料辊筒输送线。输送完成后,供料辊筒输送线推送一个物料箱到转角与推升装置,转角与推升装置再逆时针旋转 90° ,转动完成后,对心曲柄齿轮齿条机构启动将物料箱推送到回转架上,动作完成后,回转架顺时针转动 45° ,进而完成一次下料和上料全过程。由此,重复上述过程,直到逐次将 8 个处理好的物料箱与 8 个待处理物料箱分别拉出与推进回转架的相应工位,完成整个下料上料工程。

2 基于 TRIZ 理论输送系统的创新设计

根据液氨改性成套装备的相关装置,为了满足回转架的结构要求,装有棉麻纤维的物料箱纵向尺寸远大于横向截面尺寸,见图 1, $a = 1040 \text{ mm}$, $b = 460 \text{ mm}$ 。

显然,若为了便于物料箱上下料,物料箱最好是沿着其横向截面方向进行输送,并且输送线尽可能地接近处理罐口位置,见图 1。这样一来,辊筒输送线就要求比较宽,并且输送线尽可能地接近处理罐口位置,就有可能与开门装置开闭运动发生干涉。显然这是一对矛盾问题,而解决这类矛盾问题,系统化设计方法中的 TRIZ 理论有相应很好的处理方法。因此,文中运用 TRIZ 理论来进行该物料输送上下料系统创新设计。

TRIZ 理论的核心是技术进化理论,通过矛盾矩阵、冲突解决原理、发明原理、物场分析、标准解、效应等工具分析解决问题^[3-8]。根据 TRIZ 理论,发现上述矛盾是一对物理矛盾,物理矛盾是指对系统的同一个参数有不同的要求。解决物理矛盾的方法多采用

分离方法。对于棉麻纤维改性上下料系统中的物理矛盾,采用空间分离的方法来解决。

空间分离是将物理矛盾的两个要求在不同的空间上进行分离实现。因为物料箱的纵向尺寸远大于横向截面尺寸,在对物料箱进行输送时,可以将其按纵向尺寸的方向输送;同时,将辊筒输线尽量靠近罐口位置且相对罐口齐平高度位置适当下降,避开罐口封闭门开闭运动空间。这样,待物料输送到处理罐口时,利用转角与推升装置使物料箱旋转 90° 并上升至罐口而便于上下料。可见,此设计方案不仅可减小辊筒的长度,降低制造成本,而且还能使处理罐的开门装置与输送线不发生干涉,节省空间。经过创新设计后的物料输送系统输送位置和上下料位置见图 2。

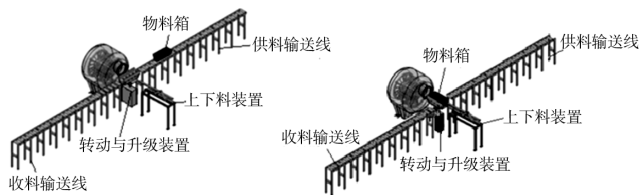
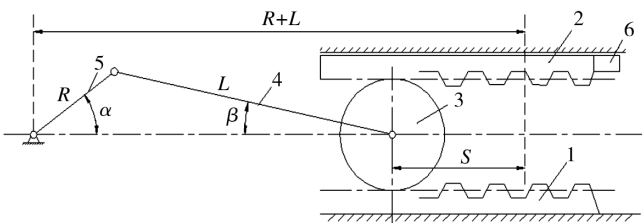


图2 物料输送系统输送位置、上下料位置

Fig. 2 Locations of transport, loading and unloading of material handling system

3 物料输送系统上下料机构的设计

物料输送系统的上下料装置由对心曲柄齿轮齿条机构附加电磁铁组成,见图 3。在上料的过程中,



1. 固定齿条;2. 从动齿条;3. 滚动齿轮;4. 连杆;5. 曲柄;6. 电磁铁

图3 物料输送系统的上下料装置

Fig. 3 Loading and unloading devices of the material handling system

电磁铁处于断电状态,对心曲柄齿轮齿条机构启动,将物料箱推送到指定工位;在下料过程中,电磁铁得电,通过和对心齿轮齿条机构的配合,将处理完成的物料箱拉出。由于对心曲柄齿轮齿条机构能够双倍增大其从动件的行程,可解决在所给定的有限空间内

双向推、拉同载质量物料箱,为均衡上下料动力提供方便。

图3中, R, L 分别为曲柄、连杆长度(m); α, β, γ 分别为曲柄、连杆的转角、连杆的传动角; ω 是曲柄角速度(rad/s), n 是曲柄转速(r/min); S 为滚动齿轮中心的平动位移(m)。令 $\frac{R}{L} = \lambda$,则:

$$\begin{cases} S = R + L - R \cos \alpha - L \cos \beta \\ L \sin \beta = R \sin \alpha \\ \frac{R}{L} = \lambda \\ \omega = \frac{\pi n}{30} \\ \alpha = \omega t \end{cases} \quad (1)$$

从动齿条的运行位移、水平速度、加速度为:

$$\begin{cases} S_1 = 2S = 2R \left[\left(1 - \cos \frac{\pi n t}{30} \right) + \frac{1}{4} \lambda \left(1 - \cos \frac{\pi n t}{15} \right) \right] \\ V_1 = 2V = \frac{\pi n R}{15} \left(\sin \frac{\pi n t}{30} + \frac{1}{2} \frac{R}{L} \sin \frac{\pi n t}{15} \right) \\ a_1 = 2a = 2 \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 R \left(\cos \frac{\pi n t}{30} + \frac{R}{L} \cos \frac{\pi n t}{15} \right) \end{cases} \quad (2)$$

按照设计的要求,为了使物料箱能准确到达罐体内回转架工位,行程 S_1 需2 m。由此,可取曲柄长度 R 为0.5 m,在机构运动过程中,连杆传动角 γ 的大小是变化的,为了保证机构传力性能良好,应使 $\gamma_{\min} \geq 40^\circ \sim 50^\circ$;所以连杆长度 $L \leq 0.65$ m,取连杆长度 L 为0.65 m。为了使从动齿条在2 s内完成上下料动作,曲柄以30 r/min 匀速旋转,利用matlab 绘制从动齿条的位移、速度、加速度曲线见图4。

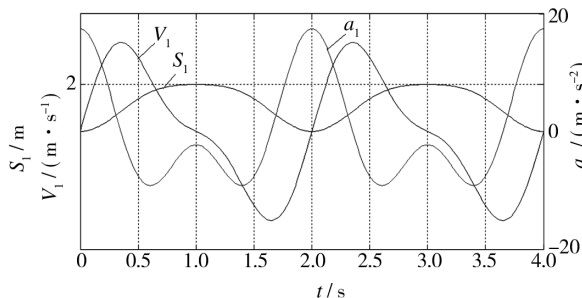


图4 从动齿条的位移、速度、加速度曲线

Fig. 4 Displacement, velocity, and acceleration curves of slave rack

根据图4可知,从动齿条的行程 S_1 为2 m,能够满足物料箱的行程需要,并且其速度和加速度曲线相

对平稳,满足了小空间长行程的上下料的要求。

4 物料输送系统的自动控制设计

该物料输送系统要求输送过程按流程依序完成,运行安全可靠,整个输送过程基本上实现无人操作。由于工艺流程以顺序循环为主,因此可选用PLC作为控制系统核心部件。

综合考虑控制功能和输入输出点数以及系统成本,选用CPM2AH-20CDR型PLC,此型号的PLC输入端子有10个点,为24 VDC输入,输出端子有10个点,为继电器输出型,可以输入24 VDC/250 VAC电源的负载。

物料输送系统的控制流程按文中前述“物料输送系统设计方案”工艺运动要求确定,见图5。

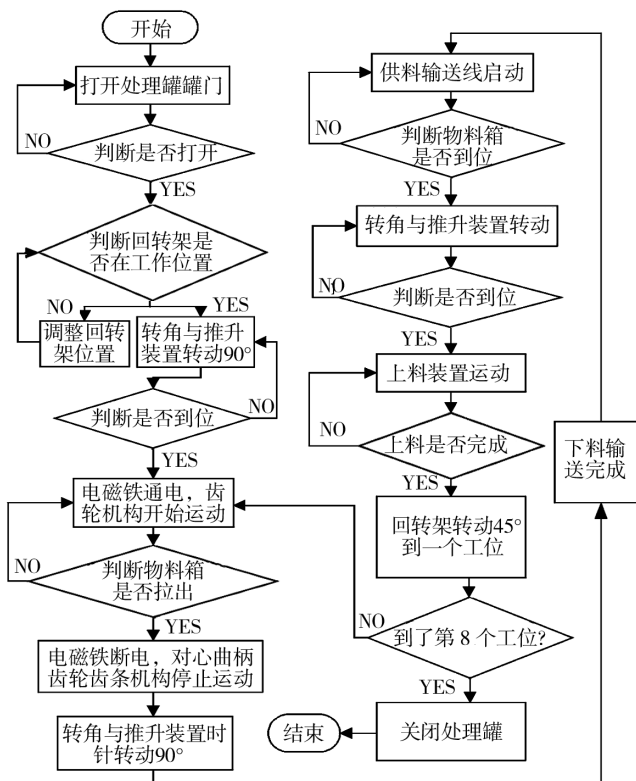


图5 物料输送系统控制流程

Fig. 5 Control flow chart of the material handling system

5 结论

1) 基于TRIZ对液氨改性成套装备物料输送系统进行了创新设计,解决了目前棉麻纤维改性过程中

(下转第119页)

- (1):108-112.
- [4] 李孟涛,孙刘杰.一种新的 DWT 域彩色图像数字水印算法及其实现[J].包装工程,2011,32(19):105-107.
LI Meng-tao,SUN Liu-jie. A New Color Image Watermarking Algorithm and Its Implementation in DWT Domain[J]. Packaging Engineering,2011,32(19):105-107.
- [5] 艾丽华,陈青.一种新的基于奇异值分解的小波域盲水印[J].计算机应用研究,2011,28(3):1155.
AI Li-hua,CHEN Qing. Novel Blind Watermarking Based on Singular Value Decomposition and Wavelet Transform[J]. Application Research of Computers,2011,28(3):1155.
- [6] 王选宏,肖云.基于奇异值分解的小波域水印算法[J].现代电子技术,2010(5):86-88.
WANG Xuan-hong,XIAO Yun. Watermarking Algorithm of Wavelet Domain Based on Singular Value Decomposition [J]. Modern Electronics Technique,2010(5):86-88.
- [7] 徐国荣,王礼平.基于奇异值与提升小波的彩色图像水印算法[J].计算机应用研究,2011,28(5):1981.
XU Guo-rong,WANG Li-ping. Color Image Watermark Algorithm Based on SVD and Lifting Wavelet Transformation [J]. Application Research of Computers,2011,28(5):1981.
- [8] SONG Jian-hua,SONG Jian-wei,BAO Yu-hua. A Blind Digital Watermark Method Based on SVD and Chaos [J]. Procedia Engineering,2012,29:285-289.
- [9] LI Xiu-guang,YANG Xiao-yuan. A Blind Watermarking Algorithm Resisting to Geometric Transforms Based on SVD [J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences,2011,16(6):487-492
- [10] LAI Chih-chin. An improved SVD-based Watermarking Scheme Using Human Visual Characteristics [J]. Optics Communications,2011,284(4):938-944
- [11] RUN Ray-Shine,HORNG Shi-jinn,LAI Jui-lin,et al. An Improved SVD-based Watermarking Technique for Copyright Protection [J]. Expert Systems with Applications,2012,39:673-689.
- [12] 蒋华,张敏.基于提升小波和奇异值分解的灰度水印算法[J].计算机应用研究,2009(8):3028-3030.
JIANG Hua,ZHANG Min. Gray Image Watermarking Algorithm Base on LWT and SVD[J]. Application Research of Computers,2009(8):3028-3030.

(上接第 95 页)

的上下料采用人工方式进行,存在工作效率低、工人劳动强度大的缺点。

2) 采用对心曲柄齿轮齿条机构和电磁铁解决了物料箱在给定有限空间较长行程上下料难题。

3) 采用 PLC 控制系统,实现了物料上下料系统自动化。

参考文献:

- [1] 高嵩.纯棉液氨抗皱免烫整理[J].纺织导报,1999(6):32-38.
GAO Song. Liquid Ammonin-Based Anti-crease & Easy-care Finish of 100% Cotton Fabric[J]. China Textile Leader, 1999(6):32-38.
- [2] 曹维妙.棉麻纤维液氨改性成套装备自动送料系统设计[D].上海:东华大学,2009.
CAO Wei-miao. The Automatic Material Transportation System Design for Liquid Ammonia Treatment Equipment for Cotton and Baster Fiber[D]. Shanghai: Donghua University,2009.
- [3] 韩立芳,张明勤,李海青,等.基于 TRIZ 的新型立体车库创新设计[J].工程设计学报,2008,15(2):86-89.
HAN Li-fang,ZHANG Ming-qin,LI Hai-qing,et al. Innovative Design of New-style Stereo Garage Based on TRIZ[J]. Journal of Engineering Design,2008,15(2):86-89.
- [4] 张付英,张林静,王平.基于 TRIZ 进化理论的产品创新设计[J].农业机械学报,2008,39(2):116-119.
ZHANG Fu-ying,ZHANG Lin-jing,WANG Ping. Study on Product Innovative Design Based on TRIZ Evolution Theory [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2008,39(2):116-119
- [5] 尚欣,刘晶.基于 TRIZ 的卷筒纸包装机折边机构设计[J].包装工程,2011,32(4):76-79.
SHANG Xin,LIU Jing. Flanging Mechanism Design of Web Packaging Machine Based on TRIZ [J]. Packaging Engineering,2011,32(4):76-79.
- [6] 檀润华.创新设计——TRIZ:发明问题解决理论[M].北京:机械工业出版社,2002.
TAN Run-hua. Innovative Design: TRIZ: Theory of Solving Problem[M]. Beijing: China Machine Press,2002.
- [7] 王向阳,曹学舰,李燕.基于 TRIZ 理论的传统剪刀创新设计[J].包装工程,2007,28(11):41-51.
WANG Xiang-yang,CAO Xue-jian,LI Yan. Innovative Design of Traditional Scissors by TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering,2007,28(11):41-51.
- [8] KIMYS,COCHRANDS. Reviewing TRIZ from the Perspective of Axiomatic Design [J]. Journal of Engineering Design,2000,11(1):79-94.