

卷簧式紧膜包装机械设计

陈宁, 张功学, 巩桂芬
(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: **目的** 设计一种利用卷簧对包装薄膜实现紧膜的裹包类机械。**方法** 利用卷簧回旋力来实现裹卷运动而实现变力的输出, 然后利用轴与齿轮之间的相互传动来实现力的赋予。卷簧的运动相当于给予薄膜一定的张力, 而这种可实现张力也成为卷簧裹包的施力部分, 通过该机械各根轴间与相对应齿轮的相互配合实现该紧膜机械的传动。**结果** 针对薄膜张力的不同施加相对张力的要求, 得出同一种膜在不同横向张力下的紧膜张力不同。**结论** 卷簧式紧膜包装机械设计对于薄膜包装材料在不同的张力下对于物品的包裹及膜材包装件缓冲特性实践有重要意义。

关键词: 卷簧; 薄膜; 机械设计

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)07-0151-04

Design of Coiled Spring Film-tightening Packaging Machine

CHEN Ning, ZHANG Gong-xue, GONG Gui-fen
(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: The work aims to design wrapping machinery used to tighten package films with coiled spring. Wrapping movement was achieved with coiled spring rotation force, so that the output of variable force was realized. Then the force was applied through the mutual transmission between the shaft and the gear. When the coiled spring was moving, certain tension was given to the film; however, such achievable tension could also become the part to apply force on the wrapping of coiled spring. The transmission of the film tightening machinery was achieved through the interaction between each shaft and the corresponding gear of the machinery. With respect to the requirements of corresponding tensions applied based on different film tensions, the film tightening tensions of the same film were different under various transverse tensions. The design of coiled spring film-tightening packaging machine has significant importance for the practices regarding the packaging of goods and buffering properties of the film packaging pieces when the film packaging materials are under different tensions.

KEY WORDS: coil spring; thin film; mechanical design

目前, 在包装机械对包装膜预紧领域内^[1-8], 其主要的预紧法有多辊式、手动式和链条式等, 但渐增张力的方法及装置相对较少。随着社会的发展, 电气化、自动化和电子化在各行业的越来越广泛。包装印刷膜的预紧方法效率是长期限制包装印刷工业进一步发展的瓶颈之一。在已有的预紧渐增张力的方法中存在预紧力小、噪声大和机械化效率低等缺点。寻求一种新的取标方法一直以来都是包装印刷工艺中包

装膜预紧领域中亟待解决的技术问题。解决如何给予薄膜材料横向张力是对于膜的抗冲击能量研究的关键, 也成为该机械装置的关键所在。

1 工作原理

在现有的薄膜材料张紧的背景下具体有以下几种方法。多辊式张紧见图 1, 这种方法以 BASTIA 薄

收稿日期: 2016-07-05

基金项目: 陕西省科学技术厅工业科技攻关项目 (2014K07-19)

作者简介: 陈宁 (1995—), 男, 陕西科技大学硕士生, 主攻机械动力学。

通讯作者: 张功学 (1964—), 男, 博士, 陕西科技大学教授, 主要研究方向为机械系统动力学、机械可靠性等。

膜收卷机为代表实现在包装工业及各种企业裹包中最常见的方法。该方法张紧的原理是利用不同棍子之间的高度和角度的差别而实现对膜进行张紧,对于这种单纯地利用棍子间高度和角度进行张紧的方法其主要的缺陷是张紧力均匀,对薄膜的张紧力为一定值,无法实现对于同一厚度的膜在不同张力下其的抗冲击能量不同的性质而进行包装膜的预紧。

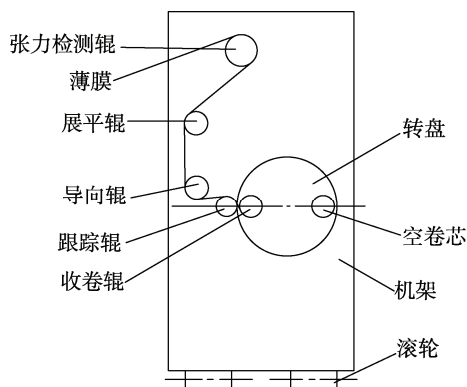


图1 BASTIA 薄膜收卷机结构

Fig.1 Structure of BASTIA thin film coiling machine

手动式的最大缺陷是无法精准地测量张紧膜的张力,由于手动张膜的不连续性不满足 Hooke's law 的规则,所以无法在线弹性 ($F=kx$) 的模型内分析膜的张力大小而满足膜对于张力的要求。同时对于手动张力的测定较为困难也是这种方法实现的一大瓶颈^[9-16],后续利用微积分只是分析也较为繁琐且数学模型,难以建立和跟踪。

链条式张紧在链条输送装置运行过程中,牵引链条受到磨损,节距逐渐增大,链条伸长,易出现松垂现象。为使链条与链轮轮齿正确啮合,确保输送链正常运行,须设置链条张紧装置。无论用张紧轮还是依靠移动从动链轮支承座进行张紧,都需采用重锤或螺旋机构。张紧条件和要求相对较高,具体流程方法见图2。

该机械装置的原理是同一种膜在不同张力下实现其抗冲击能量不同,其主要功能是实现满足所需要

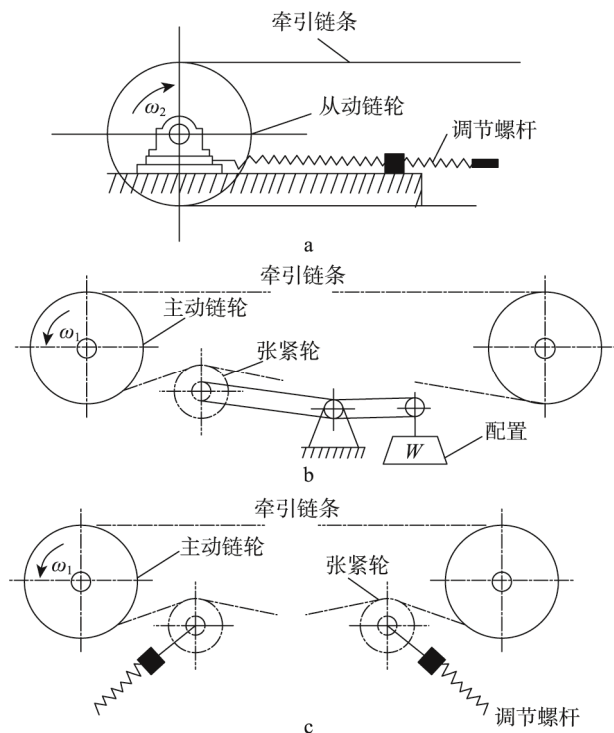


图2 链条的张紧装置

Fig.2 Tensioning device of chain

膜张力大小的赋予,通过机械传动能量输出和膜张紧能量的输入的机械。在实现可变化可测量“力”的输入过程中所使用的方法为利用卷簧的卷力实现裹卷运动而达到变力的输出,后利用轴与齿轮之间的相互传动而实现力的赋予。卷簧的运动给予薄膜所需张力,这种可实现张力成为卷簧裹包的施力部分以达到针对对于不同薄膜张力的不同要求而施加相对的张力。该机械装置中可以用棘轮作为单向控制力的控制件,作用在一定的范围内用它来实现自动复位,利用这种自动复位的功能实现各个轴之间的回位为下一次作用而做准备。2个棘轮分别控制2根轴,继而实现控制轴IV与传动轴I的分别控制,更加有利于对于机械的整体控制,实现张力的准确赋予。卷簧式紧膜包装机械的二视图见图3。

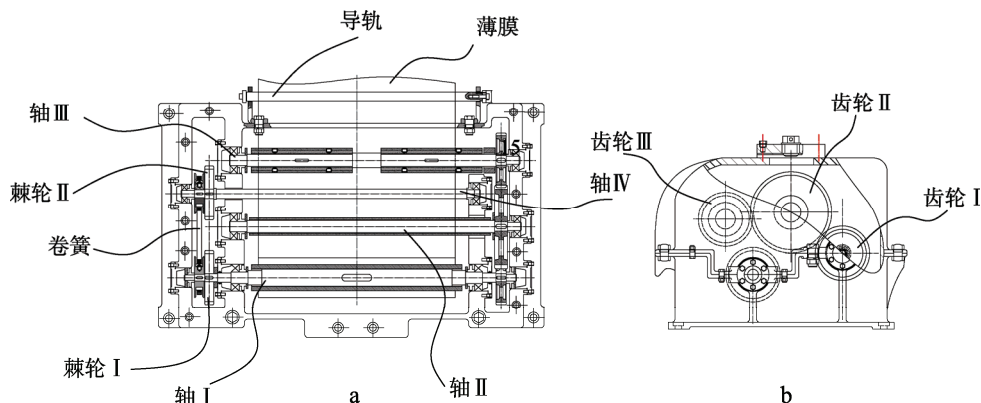


图3 卷簧式紧膜包装机械的设计

Fig.3 Design of the coil spring type tight film packing machining

2 整机运行及传动

膜材与轴间的摩擦力是该机械动力输入的主要部分,正是由于膜材与轴间的相互作用运动才可给予该机械传动的动力,通过膜材与轴间的相互摩擦导致轴发生转动,导致轴通过键的轴毂连接而使相对应的轴端的齿轮发生相互的啮合,而产生一定的相互力而反作用于膜材形成稳定的作用力。同时由于轴的运动使轴定向转动,通过轴毂连接最终带动轴 I 的定向运动

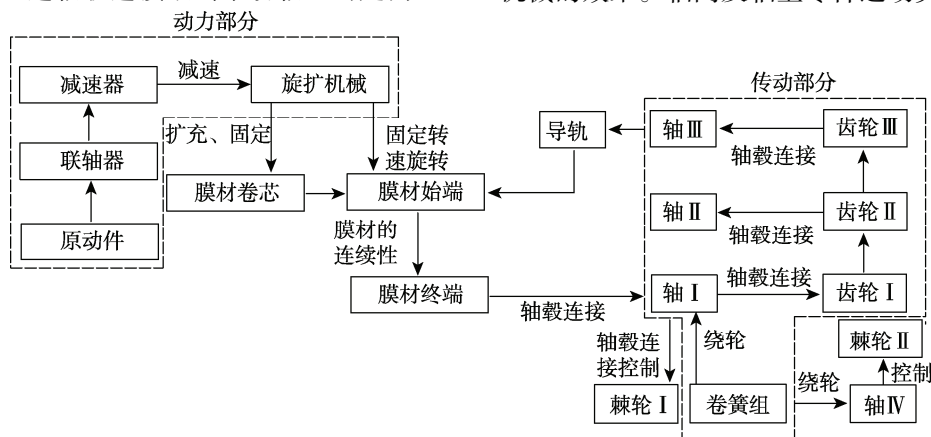


图 4 轴及轴上零件运动关系

Fig.4 Sketch of kinematic relation between the shaft and the parts on the shaft

在图 4 中轴的运动分为 2 大部分,分别为控制轴部分和传动轴部分。控制轴部分为轴 IV,传动轴部分为轴 I、轴 II 和轴 III。传动轴部分的运动状态为:膜材卷动→轴 I→轴 II→轴 III,后辅助以齿轮传动。由图 4 中的 3 个部分存在反馈机制,其分别为膜材与轴的运动互反馈轴的运动、轴的运动互反馈轴与棘轮的配合和轴的运动互反馈轴与齿轮的配合。膜材与轴的运动互反馈轴的运动的机制为膜材和轴的摩擦所引起的运用为动力的输入带动轴的运动,而轴的运动有反制于膜材和轴的摩擦;轴的运动互反馈轴与棘轮的配合的机制为轴的运动带动棘轮的运动,而在棘轮的单向运动时会反制于轴的运动,由于轴是整个机械装置的核心部件从而防止轴的反转就可以达到整个机械装置的正常运转;轴的运动互反馈轴与齿轮的配合的机制为轴的运动带动齿轮的运动,而在没有齿轮的情况下或者齿轮齿数模数不同的情况下会对轴的运动均匀性产生影响,这就是对于两者反馈的影响。

3 卷簧及控制机构

由图 5 可知,卷簧是通过 2 根轴带动 2 个绕轮相互间的转动而发生相互的抽动拉卷而发生卷簧的长度变化引起力的变化,利用该特性同相关轴的转动相关联,这是因为轴的转动难度加大在匀速地

动,结合上部分利用棘轮反作用实现机械的整体的定向,而不发生轴间运动的反向回转。下一步轴 I 的运动定向转动绕轮(绕轮为轴与卷簧的连接,为非标准件),绕轮通过螺钉实现和卷簧的固定配合,绕轮的转动实质是带动卷簧的运动。而轴 IV 在棘轮的限制下也是单向运动的,所以轴 I 上的绕轮运动会通过卷簧的卷行而带动轴 IV 上的卷轮发生相对的运动,此时可将卷簧上的变力反作用于膜材。在受力情况下,轴 IV 因为绕轮的带动而发生单向运动,起到控制整体机械的效果。轴间及轴上零件运动关系见图 4。

控制转动辊而使其膜的张紧力变大,来实现裹包的效果。在此 2 个棘轮利用键的轴毂连接同相关的轴同步运动,通过棘轮的控制可以保证相应轴呈现单向运动,而棘轮的单向性结合卷簧自身的回复性可防止因处理不当而引起的机械装置倒置的后果。如果发生机械装置的倒置将会导致机械作业过程失效,同时相关的机械零件会发生机械性的损伤,所以在控制轴 IV 与传动轴 I 上加以棘轮控制是必然的选择。添加棘轮不仅可以使运动呈现单向性,而且有利于控制卷簧的卷在轴的传动作用。轴 I、轴 II 和轴 III 的相互配合,轴 IV 不发生传动作用,而是控制作用。

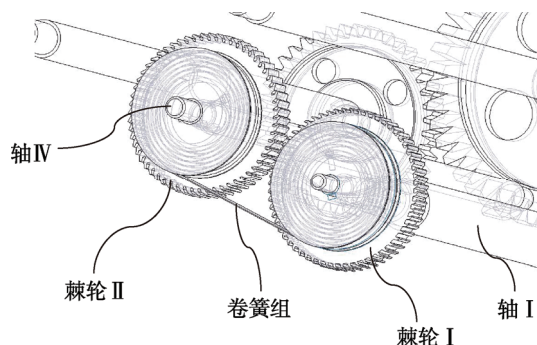


图 5 卷簧及控制机构局部 Creo 建模

Fig.5 Local Creo diagram of coil spring and control mechanism

4 结 语

将卷簧运用于紧膜机械中,利用膜不同张力下的特性,可制作不同的悬浮包装件。在将轻载零件应用的过程中,对于改进机械设置和方式有更深入的研究方向,在缓冲包装与常用的裹包类机械相结合的过程中可实现工业缠卷膜的利用,将普通的膜材裹包作业转化为缓冲包装加工,在经济方面较为实惠。同时简化缓冲包装加工工艺,通过卷簧紧膜机械的设计将膜材的缓冲性能实用率达到 90%,基本实现了物品的安全缓冲包装设计的基本要求。

参考文献:

- [1] 梁欢,左福元,袁扬,等.拉伸膜裹包青贮技术研究进展[J].草地学报,2014,22(1):16—21.
LIANG Huan, ZUO Fu-yuan, YUAN Yang, et al. Research Progress of Drawing Film Wrapped Silage Technology[J]. Journal of Grassland Science, 2014, 22(1): 16—21.
- [2] 孙智慧,肖玮,林晶,等.卷绕式磁控溅射镀膜机张力控制系统分析与优化[J].包装工程,2013,34(23):72—76.
SUN Zhi-hui, XIAO Wei, LIN Jing. Analysis and Optimization of Tension Control System of Winding Magnetron Sputtering Coating Machine[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(23): 72—76.
- [3] 郝玉龙,徐泰燕.现代包装机械设计方法[J].湖南包装,2011(3):23—25.
HAO Yu-long, XU Tai-yan. Mechanical Design Methods of Modern Packaging[J]. Hunan Packaging, 2011(3): 23—25.
- [4] 张继红.包装机械的创新设计必须面向机电一体化技术[J].包装工程,2004,25(4):112—113.
ZHANG Ji-hong. The Creative Design of Packing Machine Must Face to the Mechatronics Technology[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4): 112—113.
- [5] 巩桂芬.一种基于同轴内螺旋推进式去皮机:中国,201520248450.2[P].2015-04-23.
GONG Gui-fen. A kind of Based on Coaxial Inner Spiral Pushing Type Peeling Machine: China, 201520248450.2[P]. 2015-04-23.
- [6] 陈文.包装机械发展趋势[J].上海包装,2011(2):36—38.
CHEN Wen. Developing Trends of Packaging Machinery Packaging[J]. Shanghai Packaging, 2011(2): 36—38.
- [7] PIERREVAL H, CAUX C, PARIS J L, et al. Evolutionary Approaches to the Design and Organization of Manufacturing Systems[J]. Computers and Industrial Engineering, 2003, 44(3): 339—364.
- [8] RAMIREZJE I K. Welding Materials: Current State and Development Tendencies[J]. Welding International, 2003, 17(11): 905—917.
- [9] RAMIRO H B, FORREST W F. Optimizing Cam Profiles Using the Particle Swarm Technique[J]. Journal of Mechanical Design, 2011, 133(9): 091003.
- [10] 申志强,邹继涛,陈韬,等.张力控制数学模型应用研究[J].华中科技大学学报(自然科学版),2007,35(12):65—67.
SHEN Zhi-qiang, ZHOU Ji-tao, CHEN Tao, et al. Applied Research of the Mathematic Model for Tension Control[J]. Huazhong University of Science & Technology(Nature Science Edition), 2007, 35(12): 65—67.
- [11] 孙珺如,刘慧康,吴远航.卷取系统的张力模糊控制优化研究[J].机械设计与制造,2013(12):192—197.
SUN Jun-ru, LIU Hui-kang, WU Yuan-hang. Optimal Design for Winding Tension Control System Based on Fuzzy Control[J]. Machinery Design & Manufacture, 2013(12): 192—197.
- [12] 赵庆海,贾中华.模糊自适应PID控制在张力控制中的应用[J].包装工程,2008,29(1):87—89.
ZHAO Qing-hai, JIA Zhong-hua. Application of Self-adaptive Fuzzy-PID in the Tension Control[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(1): 87—89.
- [13] PARK D, KWAK Y, OK H, et al. Preferred Skin Color Reproduction on the Display[J]. Journal of Electronic Imaging, 2006, 15(4): 041203.
- [14] HYUNHWA O, PARK D, KIM J B, et al. Preferred Skin Color Reproduction Based on Adaptive Affine Transform[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2005, 51(1): 191—197.
- [15] 杜汉强,张广文.基于模糊自适应PID控制器的张力控制系统[J].包装工程,2008,29(1):90—92.
DU Han-qiang, ZHANG Guang-wen. Tension Control System Based on Fuzzy Self-adaptive PID[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(1): 90—92.
- [16] 刘东升,王守芳.基于PLC与变频器的恒张力卷绕控制系统[J].制造业自动化,2011,33(8):131—133.
LIU Dong-sheng, WANG Shou-fang. Control System of Constant Tension Winding Based on PLC and Transducer[J]. Manufacturing Automation, 2011, 33(8): 131—133.