

多挡快换绕丝机的设计

刘齐舟

(安徽电子信息职业技术学院, 蚌埠 233000)

摘要: **目的** 研究扁丝卷绕螺距及错位距离对丝锭质量的影响, 分析传动比与卷绕螺距及错位距离的理论联系, 解决生产中针对不同规格扁丝收卷换挡难的问题。 **方法** 通过反复实验取得经验数据, 并结合理论分析设计多挡快换机构, 对编织袋生产线上现有的绕丝机进行大幅度的结构改造。 **结果** 改造后的绕丝机从原来1台只能对应1种规格扁丝, 通过便捷的换挡操作便可应对多种规格扁丝, 生产效率和产品质量都得到显著提高。 **结论** 适宜的螺距及错位距离对丝锭卷绕质量至关重要, 可通过传动比设计有效控制卷绕螺距及错位距离, 满足不同规格扁丝的卷绕质量需要, 依此设计的多挡快换机构有效解决了生产实际难题。

关键词: 绕丝机; 多挡快换; 错位距离

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)09-0098-05

Design of A Multi-Position Rapid Conversion Winding Machine

LIU Qi-zhou

(Anhui Vocational College of Electronics & Information Technology, Bengbu 233000, China)

ABSTRACT: To study the influence of by the screw pitch and the Stagger Distance on the spindle of flattended yarn quality, and to analyze the relationship among the transmission ratio, the screw pitch and the Stagger Distance, and to solve the problem of position conversion for different specifications of flat yarn in the production. Empirical data were obtained through repeated experiments, and the mechanism of Multi-Position Rapid Conversion was designed combining theoretical analysis, and the substantial structural transformation was implemented for the winding machine on the production line of plastic woven sack. An old winding machine could only be used by flat plastic yarn of one specification, while the new machine could be used by a variety of specifications through simple position change. The production efficiency and product quality were both significantly improved. Reasonable screw pitch and Stagger Distance were important for the quality of the spindle of the flattended yarn, and they could be effectively controlled by designing the transmission ratio to meet the requirements of different specifications of flat yarn. The practical problems could be effectively solved by the designed mechanism of Multi-Position Rapid Conversion.

KEY WORDS: winding machine; multi-position rapid conversion; stagger distance

塑料编织布以其在干湿状态下均能保持良好的强度性能而被广泛应用于包装行业, 由其做成的塑料编织袋价格低廉、抗拉强度优异, 是塑料薄膜、纸质和棉质等包装材料无法比拟的。塑料编织布作为外皮, 与薄膜、纸材及其它缓冲材料复合使用更进一步拓展

了其在包装领域的使用范围^[1-2], 近年来米、面、细粮等食物包装也逐步采用编织袋。目前国内从事编织袋生产的企业粗略估算达数千家^[3], 其生产工艺和设备基本上是进口或模仿国外的, 其中以引进日本技术居多。由于模仿中对工艺技术消化吸收不够, 致使国内

收稿日期: 2015-11-19

基金项目: 安徽省高等教育振兴计划重大教学改革研究项目(2015zdjy188); 安徽省卓越人才教育培养计划(2014zjjh068)

作者简介: 刘齐舟(1969—), 男, 安徽明光人, 安徽电子信息职业技术学院教师、高级工程师, 主要研究方向为机械设计及制造。

编织布质量与日本的相比还有较大差距。其中织布的前道工序扁丝^[4]卷绕对织布工序影响最大,扁丝卷绕不良可能导致编织布不平整、漏洞、起皱,甚至抗拉强度降低。

绕丝机是扁丝卷绕工序的核心设备,每条编织袋生产线需安装绕丝机数十台甚至数百台,每台进口绕丝机价格达2~3万元人民币。扁丝宽度有多种规格,进口绕丝机只能一种机型对应一种宽度规格。为适应市场的多元化需求,编织袋生产企业要么建设多条生产线,要么对每一种丝带都配备相应的绕丝机。前一种方式虽然生产比较方便,但投资极其巨大,每一条生产线要1000万元左右。后一种方式虽然能节约不少投资,但是每更换一个品种时就要换装绕丝机,生产上极不方便。由于国内绕丝机生产企业没能有效解决一机多用问题,而且其设备绕出来的丝锭凹凸不平、起皱,卷绕直径一般不宜超过80 mm,而进口设备卷绕直径可达200 mm以上。卷径大不仅使编织布接头少,而且大大减少织布工序的换丝锭频率,提高生产效率。例如:直径80 mm的丝锭可供织布1 h,则200 mm丝锭可供织布8~10 h,其对生产效率及工人劳动强度的影响可见一斑。文中的设计采用手动快速换挡机构,可快速锁定卷绕参数,不仅解决了一机多用问题,大幅减少生产辅助时间,而且卷绕质量接近日本设备的水平,造价远低于进口设备。

1 编织布生产流程^[3]及绕丝原理

吹塑后的塑料薄膜按规定宽度分切,分切后的每一根丝被牵引卷绕在一台绕丝机的卷筒上,卷筒转速在800 r/min左右,张力控制机构根据吹塑机出膜速度自动控制卷筒转速,见图1—2。



图1 编织布生产流程

Fig.1 The production flow chart of piastic woven cloth

分切后的编织丝宽度一般为2.1~5.0 mm^[6],生产企业根据市场需要一般分3种:宽度2~3 mm称为窄丝,3~4 mm称为中丝,4~6 mm称为宽丝,厚度一般

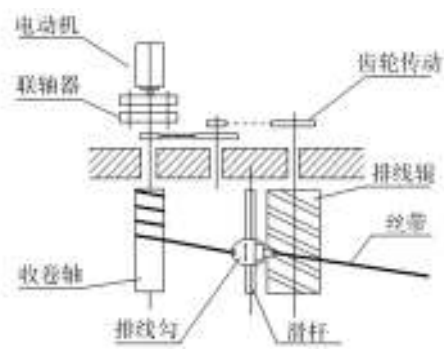


图2 扁丝绕丝机

Fig.2 The principle schematic diagram of the Winding Machine

为0.02~0.05 mm^[6-7]。厚度由生产企业按面密度等标准要求通过吹塑工序自行掌控。

2 卷绕要求

扁丝在卷筒上卷绕情况见图3。扁丝在卷筒上呈螺旋状卷绕。螺距较大时,扁丝绕多层后不易坍塌,利于织布机放卷^[8],但螺距过大会导致丝带拧劲起皱。实践表明,上述规格的窄丝螺距在25 mm左右、中丝螺距在20 mm左右、宽丝螺距在15 mm左右时,卷绕较为理想,放卷也较为顺利。同时,为了使卷绕面平整,还必须让扁丝均匀地沿卷筒轴向排列,螺距间的空挡也要均匀排满,并且使后一层与前一层错位叠压,错位叠压卷绕使卷材牢固紧密。扁丝在卷筒上的错位叠压情况见图4。

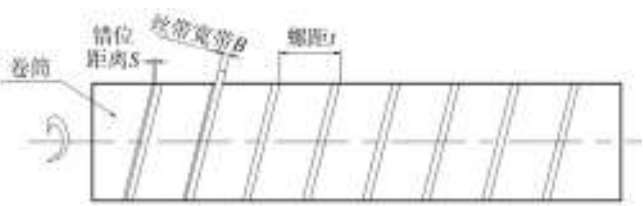


图3 扁丝卷绕示意

Fig.3 Spindling of flat yarn

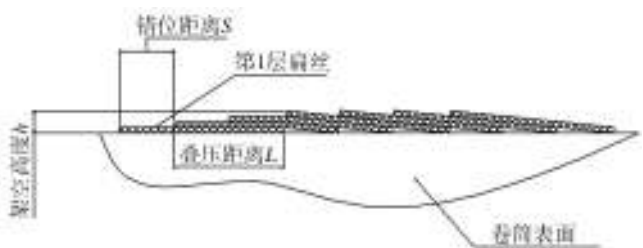


图4 扁丝叠压示意

Fig.4 Staggering of flat yarn

方,则错位距离 S 在左边,见图7。当 A 点在 B 点上方,则错位距离 S 在右边。当 β 角达 180° 时, S 达到螺距 t 的 $1/2$,因此应有下列比例关系: $S:t=\beta:360$ 。

由排线辊结构和排线勾的运动规律可知,第2层丝开始卷绕是在排线勾第1层丝全程198 mm走完又全程返回后才能开始。由图6可知,此时排线辊已旋转6圈,按上述初定的传动比,收卷轴已旋转 $6i$ 圈。如果 $6i$ 是整数,则不会出现错位尺寸 S 。如果 $6i$ 后的小数点是10以内的等分数,则丝带卷绕会在有限的往复循环后即出现完全重合。例如 $6i$ 等于4.25圈,则同向第4层与第1层完全重合,此时螺距内尚未充满,累高后必然坍塌。再如 $6i$ 等于6.125圈,此时螺距内也未充满,且同向的第8层与第1层完全重合。虽然对于宽丝带卷绕时,由于螺距较小,螺距内能勉强充满,但是因循环层数太少,仅仅8层(含反向卷绕层8层共16层)就出现完全重合。完全重合层即形成卷绕面上的高点。由于两重合高点间相隔层数太少(厚度距离仅为0.3 mm左右),前一个高点对后层卷绕平整度的影响尚未淡化,新的高点又再次出现,就会造成卷绕面出现明显凹凸不平。研究试验表明,对于窄丝, $6i$ 的小数点的十分位是0或9,百分位和千分位保证 β 角的基本符合要求。万分位不是0,卷绕质量均能满足要求,当然万分位后再有无限小数就更好^[16]。另外,对于中丝和宽丝,因 β 角比较大,则 $6i$ 的小数点的十分位和百分位保证 β 角基本符合要求,千分位不是0,最好也不是5,这样就不会在很少循环后就出现完全重合。基于上述分析,绕丝机的三组传动比设计见表1。

表1 3组传动参数
Tab.1 Parameter of three sets of transmission

	I组	II组	III组	齿轮模数
齿轮1齿数	119			0.75
齿轮2齿数	121			0.75
齿轮3齿数		95		0.75
齿轮4齿数		145		0.75
齿轮5齿数			149	0.4
齿轮6齿数			301	0.4
同步带传动比	2.3	2.3	2.3	
$6i$ 值	14.031 93	21.063 16	27.877 85	
卷绕螺距 t /mm	28.2	18.8	14.2	
错位距离 S /mm	-0.9	-1.2	1.7	
适用丝带	窄丝	中丝	宽丝	

注: S 值为“-”表示错位距离在右边。

表1中的参数还可以根据用户指定的扁丝尺寸进

行特定的最优化设计,但因齿轮齿数只能是整数,且受中心距限制,所以传动比只能接近理论值。若采用伺服驱动的电子齿轮^[17],可使传动比精确定,但造价要增加2倍以上,且按上述参数设计的绕丝机经企业使用证明完全满足实际需要,因此没必要采用电子齿轮传动。

6 结语

绕丝机绕丝质量受到传动比、卷绕螺距、错位距离等因素的影响,合理地设计这些参数和相应的机械传动及部件是至关重要的。在总结了国内外绕丝机优缺点的基础上,按上述参数设计了多挡快换绕丝机,并制作了2台样机。经过半年多的实践证明,实用效果符合设计预期,受到用户高度评价。该设计优越性主要表现在以下几个方面。

- 1) 卷绕面平整,排列整齐,不起皱,卷绕直径可达200 mm以上,其质量参数接近进口设备水平。
 - 2) 功能强。通过快速换挡可适应多种规格丝带卷绕,随手扳动手柄完成更换,这一点进口设备和其他国内产品都不具备。
 - 3) 造价低。经测算如批量生产,每台售价可在2500元以内,比进口设备便宜90%以上。
- 该设计虽在机械上包括张力机构都作了尽可能的完善工作,但收卷轴转速的改变是通过磁传动副对中度的变化来实现的,因电机与动磁盘质量较大,影响了动磁盘随张力变化而偏转的灵敏度,对于张力较小的窄丝收卷质量有一定影响,需进一步改进设计。

参考文献:

[1] 罗远德. 内复膜塑料编织袋的生产技术[J]. 包装工程, 2005,26(4):225.
LUO Yuan-de. The Production Technology of Plastic Woven Sack with Compound Membrane in It[J]. Packaging Engineering, 2005,26(4):225.

[2] GB/T 8947—1998, 中华人民共和国复合塑料编织袋[S].
GB/T 8947—1998, Composite Plastic Woven Sack of the People's Republic of China[S].

[3] 王永仁. 2009年塑编产业概述与当前发展形势[J]. 塑料包装, 2010,20(3):21—24.
WANG Yong-ren. 2009 Plastic Woven Industry Overview and the Current Development Situation[J]. Plastics Packaging, 2010,20(3):21—24.

[4] 王金强. 编织袋新标准增加“术语和定义”解析(上)[J]. 塑料包装, 2015,25(1):43—46.
WANG Jin-qiang. The Parse of "Terms and Definitions"

- Updated into New Standards on Plastic Woven Bag(part one)
[J]. *Plastics Packaging*, 2015, 25(1):43—46.
- [5] 段青山, 刘红清, 李兵成. 塑料编织袋生产工艺现状[J]. *轻工科技*, 2013(3):26—27.
- DUAN Qing-shan, LIU Hong-qing, LI Bing-cheng. The Status Quo of the Production Process of Plastic Woven Sack[J]. *Light Industry Science and Technology*, 2013(3):26—27.
- [6] GB/T 8946—2013, 中华人民共和国塑料编织袋通用技术要求[S].
- GB/T 8946—2013, General Technical Requirements of Plastic Woven Sack of the People's Republic of China[S].
- [7] 芦长椿. 高性能扁丝技术及市场的最新进展[J]. *纺织导报*, 2015(4):53—56.
- LU Chang-chun. Latest Developments in the Technology and Market of High-performance Tape Yarn[J]. *China Textile Leader*, 2015(4):53—56.
- [8] 周先祥. 扁丝及其编织品的几个工艺及设计问题探讨[J]. *塑料科技*, 1998, 12(6):8—16.
- ZHOU Xian-xiang. Study on a Few of Issues of Technology and Design of Flat Yarn and Woven Products[J]. *Plastics Science and Technology*, 1998, 12(6):8—16.
- [9] 葛长虹, 刘齐舟, 刘凯, 等. 丝带收卷机换挡机构: 中国, 201010182110.6[P]. 2012-06-20.
- GE Chang-hong, LIU Qi-zhou, LIU Kai, et al. The Shifting Mechanism of the Winding Machine of the Flattended Yarn: China, 201010182110.6[P]. 2012-06-20.
- [10] 刘全军, 何建文, 郭钟宁. 微细扁线材恒张力绕卷系统[J]. *机电工程技术*, 2013, 42(9):98—102.
- LIU Quan-jun, HE Jian-wen, GUO Zhong-ning. Constant Tension Coiling System for Flat Micro-Wire[J]. *Mechanical & Electrical Engineering Technology*, 2013, 42(9):98—102.
- [11] 刘齐舟, 葛长虹, 刘凯, 等. 挂挡块: 中国, 201020202427.7 [P]. 2010-12-15.
- LIU Qi-zhou, GE Chang-hong, LIU Kai, et al. The Sliding Block for Shifting Mechanism: China, 201020202427.7[P]. 2010-12-15.
- [12] 冯立. 桑塔纳轿车变速器换挡机构分析改进[J]. *汽车技术*, 2008(6):27—30.
- FENG Li. Analysis and Improvement of Transmission Shifting Mechanism for Passenger Car Santana[J]. *Automobile Technology*, 2008(6):27—30.
- [13] 张栋杰, 毛世伟, 朱波. 手动挡汽车换挡困难原因及改进方法[J]. *汽车工程师*, 2011(2):40—44.
- ZHANG Dong-jie, MAO Shi-wei, ZHU Bo. Improvement Method of Gear Shift Difficulty on Manual Shift Vehicle[J]. *Auto Engineer*, 2011(2):40—44.
- [14] 滕红华, 侯传亮. 一类变参数螺杆的几何构造及其加工[J]. *包装工程*, 2002, 23(6):39—43.
- TENG Hong-hua, HOU Chuan-liang. Configuration and Machining of a Kind of Variable Pitch Serew[J]. *Packaging Engineering*, 2002, 23(6):39—43.
- [15] 孙杰, 尹俊兵, 陈兵. 开式螺旋输送原理分析与参数设计[J]. *起重运输机械*, 2010(5):11—15.
- SUN Jie, YIN Jun-bing, CHEN Bing. The Analysis of the Conveying Mechanism and Parameter Design of Open Screw [J]. *Hoisting and Conveying Machinery*, 2010(5):11—15.
- [16] 陈天河. 编织袋扁丝纱锭绕制机往复螺杆的设计与改进[J]. *纺织器材*, 2007, 34(S1):11—13.
- CHEN Tian-he. Design and Modification of the Reciprocate Screw on the Winding Machine for the Spindle of the Flattended Yarn for Bag Weaving Use[J]. *Textile Accessories*, 2007, 34(S1):11—13.
- [17] 申建广, 陶涛, 梅雪松. 一种任意比率电子齿轮分频器的实现方法[J]. *西安交通大学学报*, 2014, 48(1):96—100.
- SHEN Jian-guang, TAO Tao, MEI Xue-song. Realization of Arbitrary Ratio Frequency Division Electronic Gear[J]. *Journal of Xi'an Jiaotong University*, 2014, 48(1):96—100.

(上接第97页)

- [11] MARGARIDA Machado, PEDRO Moreira, PAULO Flores. Compliant Contact Force Models in Multibody Dynamics: Evolution of the Hertz Contact Theory[J]. *Mechanism and Machine Theory*, 2012:99—121.
- [12] 陈锋华. ADAMS 虚拟样机技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- CHEN Feng-hua. ADAMS Virtual Prototype Technology[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2013.
- [13] 王建军. 基于 ADAMS 的搬运机械手运动学及动力学仿真分析[J]. (缺刊名), 2010(5):59—61.
- WANG Jian-hua. The Kinematics and Dynamics Simulation Analysis of the Transition Manipulator Based on the ADAMS [J]. 2010(5):59—61.
- [14] SHIGEHICO Hayashi, KATSUNOBU Ganno, YUKITSUGU Ishii, et al. Robotic Harvesting System for Egg Plants[J]. *JARQ*, 2002, 36(3):163—168.
- [15] 万海波. 五自由度机械手运动性能及动力学分析与仿真[D]. 天津: 河北工业大学, 2007.
- WAN Hai-bo. Kinematics Performance Analysis and Dynamics Simulation For Manipulator with Five Degree of Freedom [D]. Tianjing: Hebei University of Technology, 2007.