

多轴向经编机性能提升方法研究

赵加洋¹, 赵红霞¹, 黄欢¹, 曹清林²

(1.江苏润源控股集团有限公司, 江苏 常州 213131;

2.江苏理工学院 机械工程学院, 江苏 常州 213001)

摘要:分析国内外多轴向经编机的发展现状和设计要点,介绍多轴向经编机的结构组成,分析制约其转速进一步提升的因素,并提出具体解决方案。进一步利用Solidworks软件分析槽针机构、针芯机构及针床摆动机构的运动学性能。经试机验证,确认提出的性能提升方案可行,为多轴向经编设备的性能提升提供了良好的解决方案。

关键词:多轴向经编机; 编织系统; 连杆机构; 性能提升; 运动加速度

中图分类号: TS 183.3

文献标志码: B

文章编号: 1000-4033(2019)10-0020-03

Performance Improvement Method for Multi-axial Warp Knitting Machine

Zhao Jiayang¹, Zhao Hongxia¹, Huang Huan¹, Cao Qinglin²

(1.Jiangsu Runyuan Holding Group Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu 213131, China;

2.College of Mechanical Engineering, Jiangsu University of Technology, Changzhou, Jiangsu 213001, China)

Abstract:The development status and design points of multi-axial warp knitting machine at home and abroad are analyzed. The structure of multi-axial warp knitting machine is introduced, the factors that restrict the further increase of its speed are analyzed, and the specific solutions are put forward. Furthermore, the kinematics performance of open-stem needle structure, needle blade mechanism and needle bar swinging mechanism are analyzed by using Solidworks software. The testing results show that the proposed performance improvement scheme is feasible, which provides a good solution for improving the performance of multi-axial warp knitting equipment.

Key words:Multi-axial Warp Knitting Machine; Knitting System; Linkage Mechanism; Performance Improvement; Motion Acceleration

多轴向经编设备是经编工业的重要生产设备,其制造质量与设计水平直接影响经编工业的发展。德国利巴(Liba)公司和卡尔·迈耶(Karl Mayer)公司(两公司现已合并)是世界上生产该类设备的技术领先企业,自1981年利巴公司开发出世界上第一台Coccentra型多轴向经编机以来,多轴向经编技术迅速发展,多轴向经编机不断推陈出新,如今常用的多轴向经编机主

要有卡尔·迈耶公司的Malimo Multiaxial系列和利巴公司的Coccentra系列^[1-3]。卡尔·迈耶公司于2015推出的多轴向经编机编织速度最高可达1 800 r/min,市场竞争力较强^[4-5],国内经编设备制造商要迎难而上,提高设备转速。

多轴向经编机的研发生产在国内起步较晚,1996年天津纺织工程学院与武进纺织机械厂合作,成功研制出国内第一台圆型多轴向

经编机,由于速度较低,未得到推广^[6-10]。江苏润源控股集团和常州八纺机分别于2008年和2009年推出多轴向经编机,江苏润源控股集团现已推出第3代多轴向经编设备,最高转速可达1 200 r/min^[11-13]。

1 多轴向经编机组成及制约因素

多轴向经编机的整体结构如图1所示,主要由纱架系统、铺纬系统、编织系统、牵拉卷取和控制系统5部分组成。

作者简介:赵加洋(1987—),男,工程师。主要从事经编机传动机构设计及优化工作。

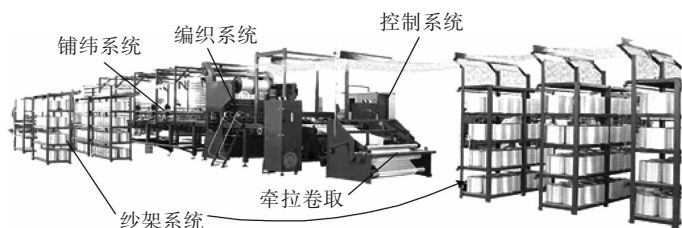


图 1 多轴向经编机的结构组成

从纱筒上退绕出来的纤维原料丝由铺纬小车牵引,铺放到指定方向和确定的层,再由输送装置送入编织系统进行缝缀。编织系统将铺好的碳纤维层由经线缝缀在一起,以固定各层纤维间相对位置。牵拉辊从编织区域牵拉出缝缀好的碳纤维织物,经卷取系统成卷。

由整机结构可以看出,多轴向经编机的性能提升可从电气和机械两部分着手。电气部分主要考虑电气元器件和控制系统,提速(高于额定转速)运行时,电动机不存在超负荷报警,而且电动机响应及时,可见电气元器件不是其制约因素。机械部分主要考虑铺纬装置和编织装置,提速运行时的主要问题是断纱,铺纬装置运行良好,经振动测试及噪音测试可知,油箱部分的振动和噪音在整机中最大,而这部分振动及噪音皆因编织装置引起,可见编织系统是制约多轴向经编设备性能的主要因素。

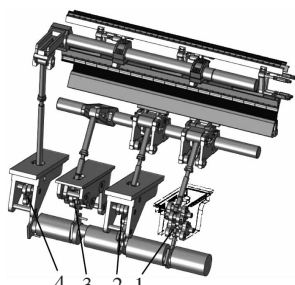
2 多轴向经编机性能提升方案

2.1 移动复合针编织系统

复合针在缝缀纤维层过程中需要先穿透纤维层,钩取导纱针上的缝缀线后再成圈,以固定各层纤维之间的相对位置。纤维层在牵拉作用下连续向前运动,复合针应随纤维层一起向前运动,而且复合针向前运动的线速度应与纤维层牵拉的线速度相等,以避免复合针与纤维层之间发生干涉。当两者的线速度不相等时,会在纤维层表面形成孔洞,增大复合针与纤维层之间

的摩擦,降低生产效率,缩短复合针的寿命。

复合针上下穿刺纤维层钩取导纱针纱线成圈的运动称为上下运动,避免复合针与纤维层之间干涉的运动称为前后运动,所以复合针的运动是这两个运动的复合运动。多轴向经编机成圈装置的具体结构如图 2 所示,4 种运动装置的主动件构成一个曲轴整体,并由一个主电动机驱动。



1.槽针上下运动装置;2.针芯上下运动装置;
3.复合针前后运动装置;4.梳栉运动装置。

图 2 可前后移动的复合针运动装置

2.2 性能提升方案

连杆机构的性能提升一般从 4 个方面入手:简化机构,减少连杆数量;改善力的传递效率,增大连杆与输入杆之间的夹角;提高运动学性能,减少杆末端的加速度峰值;对连杆进行配重,减少整体机构质心的变化量,减少振动及噪音。

改进前机构如图 3 所示,以针床摆动机构为例,摆动机构为 16 连杆机构,油箱内的支点多达 5 个,三角形的连杆多达 3 个,如此复杂的连杆机构将带来以下问题:

a. 油箱内支点间距离较大,容易相碰,导致连杆架体积较大;

b. 连杆的传递效率降低,相同负载下,连杆受力较大;

c. 由于连杆加工误差不可避免,导致各档连杆间输出的不一致性较大,即各档连杆的内力增加;

d. 连杆长度较长,质量较大,相同运动状况下,所需驱动力增加;

e. 连杆运动过程中传动角变化较大,而且存在某些时刻传动角较小的现象。

改进后机构如图 4 所示,梳栉摆动机构较简单,未更改。针床摆动机构更改较大,将其简化为 12 连杆机构,不使用三角形连杆,将各支点间距离缩小。针芯机构油箱内的支点位置更改较大,从而改善连杆机构的传动角,特别是与曲轴相连的主连杆,改善明显。槽针机构的支点也稍做调整,缩小连杆机构运动过程中的质心变化量。

2.3 运动学分析

机构运动分析方法分为图解法和解析法。图解法效率低、精度低,已不适合高科技的发展需要,随着计算机技术的发展和数学方法的不断完善,解析法发展很快,解析法与计算机图形技术的结合使图解法形象直观的特点失去光环。因此,图解法逐渐被解析法所取代,现在的计算机软件非常强大,许多软件已集成运动学分析模块,如 Solidworks 软件中的 Motion 模块可以直接进行运动学分析并提取相关数据。本文中的运动学分析结果均在 Solidworks 软件中提取,首先建好各个机构的三维模型,设置好彼此之间的约束,然后进行 Motion 分析,并提取分析结果,最后导出分析结果。

槽针机构、针芯机构及针床摆动机构更改前后的加速度对比如图 5 所示。

由图 5 可知,改进后各个机构

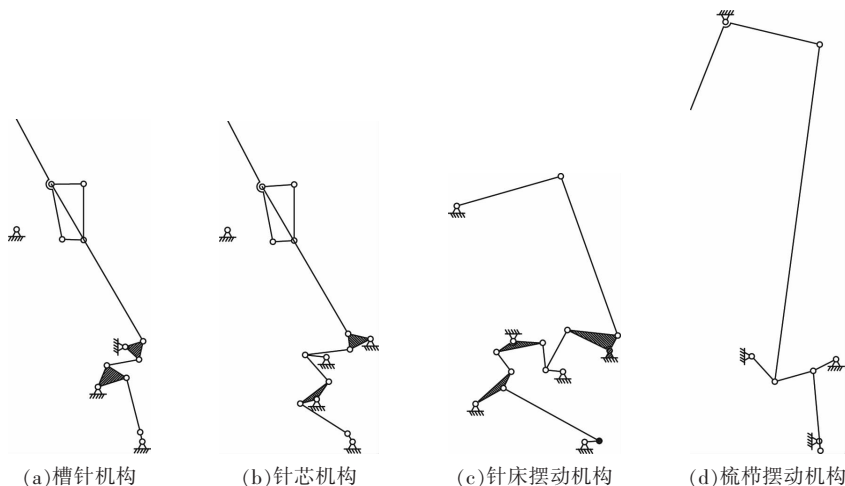


图3 改进前各机构的机构简图

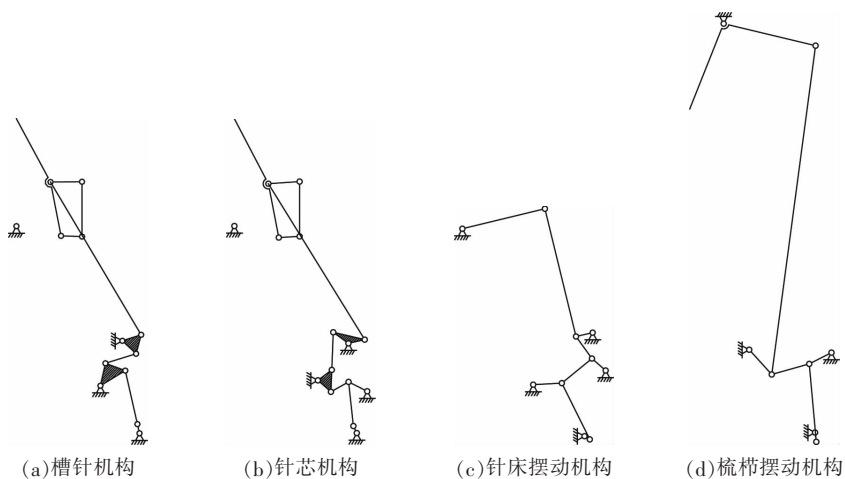


图4 改进后各机构的机构简图

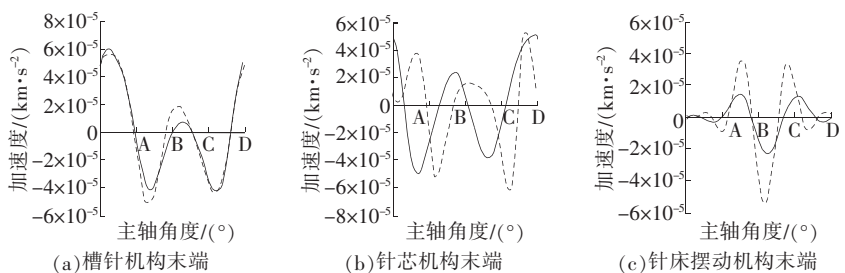


图5 各机构改进前后加速度对比

的加速度均减小,其中针床摆动机构的加速度减小最明显。由此可见,改进后的机构比改进前好,加速度峰值也均减小,可以改善之前振动较大的问题,也可减小噪音。

2.4 设备开机状况

改进后的多轴向经编设备已经挂布试机,纬纱铺设3层玻璃纤维,分别为 $+30^\circ$ 、 -30° 及 90° ,稳定

运行速度可达1 200 r/min,运行状况良好。

3 结束语

多轴向经编机集机、电、仪、气、网络技术于一体,设计、制造、调试等方面都具有较大的技术难度,国内多轴向经编设备与国外还存在一定的差距。本文提供的多轴向经编机性能提升方案成功地将

多轴向经编设备的性能提高了一个台阶,为后续多轴向经编设备的性能提升方法研究提供了参考。

参考文献

- [1]蒋高明.现代经编工艺与设备[M].北京:中国纺织出版社,2002.
- [2]孙中平.多轴向经编设备及发展方向[J].针织工业,2013(12):45-47.
- [3]宗平生.中国经编业发展史回顾[J].针织工业,2013(12):1-7.
- [4]曹清林.产业用针织机械设备发展现状[J].纺织导报,2014(7):46-50.
- [5]蒋高明,顾璐英.多轴向经编技术的现状与发展[J].纺织导报,2009(8):53-56.
- [6]李建利,张新元,张元.国内外多轴向经编设备的研发现状[J].纺织导报,2012(9):71-76.
- [7]UGUR USTUNEL. Multiaxial warp knit fabrics in composites[J].Reinforced Plastics,1990(4):6-7.
- [8]HU J, JIANG Y. Modeling formability of multiaxial warp knitted fabrics on a hemisphere[J].Composites Part A: Applied Science and Manufacturing,2002,33(5):725-734.
- [9]DEXTER H B, HASKO G H. Mechanical properties and damage tolerance of multiaxial warp-knit composites[J].Composites Science and Technology,1996,56(3):367-380.
- [10]DANIEL I M, LUO J J, SCHUBEL P M. Three-dimensional characterization of textile composites[J].Composites Part B:Engineering,2008,39(1):13-19.
- [11]王占洪,刘莉萍,黄骏,等.经编机复合针移动装置:中国,201110105979.5[P].2011-04-27.
- [12]谈亚飞,凌伯明,谢雪松.多轴向经编机短动程曲轴连杆装置:中国,200820214453.4[P].2009-10-14.
- [13]曹清林,刘莉萍,刘志刚,等.多轴向经编机复合针缝缀工艺及运动解析[J].纺织学报,2014,35(10):139-143.

收稿日期 2019年5月2日