

RSM3/3多轴向经编机的动平衡研究

赵加洋¹, 曹清林², 赵红霞¹, 张大伟¹, 丁伟¹

(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: 为了降低RSM3/3多轴向经编机的振动, 提高设备的运行速度, 对RSM3/3多轴向经编机的成圈机构进行配重前后的动平衡分析。利用Solidworks软件搭建三维模型, 并分析现有各个成圈机构的质心运动情况, 通过添加配重块, 改变各个机构的质心运动范围, 得到机构配重块的最佳外径, 并通过试验进行验证。经试机检测表明, 在相同的运行条件下, RSM3/3多轴向经编机的曲轴配重后, 设备的振动与噪音均有所降低, 对多轴向经编机的设计具有一定的借鉴意义。

关键词: RSM3/3多轴向经编机; 动平衡; 成圈机构; 曲轴; Solidworks建模

中图分类号: TS 183.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-4033(2018)03-0025-04

Study on Dynamic Balance of RSM3/3 Multiaxial Warp Knitting Machine

Zhao Jiayang¹, Cao Qinglin², Zhao Hongxia¹, Zhang Dawei¹, Ding Wei¹

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

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

Abstract: In order to reduce the vibration of RSM3/3 multiaxial warp knitting machine and improve the running speed of the equipment, the dynamic balance of RSM3/3 multiaxial warp knitting machine knitting device before and after applying counterweight was analyzed. The three-dimensional model was built by using Solidworks software, and the movements of center of mass motion of all the existing knitting devices were analyzed. The motion range of the center of mass of each mechanism was changed by adding the counterweight block, and the optimum outer diameter of the counterweight block was obtained, which was verified by experiments. The testing results show that under the same operation conditions, the vibration and noise of the RSM3/3 multiaxial warp knitting machine are reduced after the weight is laid on the crankshaft, which has certain reference significance for the design of the multiaxial warp knitting machine.

Key words: RSM3/3 Multiaxial Warp Knitting Machine; Dynamic Balance; Knitting Device; Crankshaft; Solidworks Modeling

随着复合材料的应用越来越广泛,多轴向增强材料的使用也越来越多,用于编织碳纤维和玻璃纤维的RSM3/3多轴向经编机对复合材料生产商的作用显而易见^[1-3]。其中,RSM3/3多轴向经编机的开机速度与停机率是复合材料生产

商主要关注的指标,而对RSM3/3多轴向经编机制造商而言控制设备的振动和噪音非常关键,在实际生产过程中,主要是以降低RSM3/3多轴向经编机的振动来提高设备的综合性能^[4-6]。

在特里科设备的研发过程中,

已经有一些学者对设备进行动平衡分析,由于RSM3/3多轴向经编机的速度越来越高,所以有必要对其进行动平衡研究^[7-8]。鉴于经编设备的传动连杆中通常含有不规则杆件,因此,使用矢量方程难以进行精确求解。本文通过建立虚拟

作者简介: 赵加洋(1987—),男,工程师,硕士。主要从事经编机械的机构设计及CAE分析工作。

样机,对RSM3/3多轴向经编机的各个机构分别进行动平衡分析。

1 连杆机构振动平衡理论

对于具有能够做往复移动或平面一般运动构件的机械来说,其各构件在运动过程中,构件的质心都是变化着的,且一般都不是匀速变化,因而也必然存在加速度,从而导致构件产生一定的惯性力,惯性力最终会传递到支座体。对于支座体来说,由这些惯性作用产生的合力称为振动力,合力矩称为振动力矩。

连杆机构的动平衡主要是为了消除振动力与振动力矩,然而完全消除振动力与振动力矩又会造成输入力矩的恶化,因此通常都是进行部分动平衡设计,也就是控制机构总质心的变化范围^[9]。机构总质心位置的计算公式见式(1)。

$$f(x,y)=\frac{1}{M_{\text{总}}}\sum_{i=1}^n m_i r_i \quad (1)$$

式中: n 表示零件数量的总和; m_i 表示第*i*个零件的质量; r_i 表示第*i*个零件的质心位置; $M_{\text{总}}$ 表示所有零件的质量之和; $f(x,y)$ 表示机构总质心在*x*方向和*y*方向的位置。

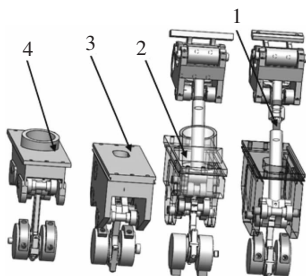
以机前到机后方向为*x*坐标,垂直油箱上平面方向为*y*坐标,建立平面坐标系,本文中的方向皆是以此坐标系为基准进行叙述。多轴向经编设备的油箱底部一般都安装有阻尼弹簧,主要目的是为了消耗部分振动的能量,由于油箱的侧面没有与其他零件固定,很难安装阻尼弹簧,因此,本文的设计思路为:在*y*方向上机构质心的变化量不大于2.00 mm的情况下,减少连杆机构质心在*x*方向上的变化量。

2 动平衡分析

2.1 RSM3/3多轴向经编机成圈机构

如图1所示为RSM3/3多轴向

经编机成圈装置的具体结构。其中4种运动装置的主动件共同构成一个曲轴整体,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1 RSM3/3多轴向经编机的运动装置

2.2 提升方案

为了便于制造,RSM3/3多轴向经编机使用的曲轴毛坯半径一般为45.0 mm,因此,配重块的内径应为45.0 mm,通过改变配重块的外径来进行动平衡,如图2所示。由于受到空间结构的限制,配重块外径的最大值为67.0 mm。本文使用二分法寻找配重块的最佳外径,首先计算曲轴无配重块的质心轨迹,然后分别计算附加外径为67.0 mm和56.0 mm配重块后的质心轨迹,根据求得的轨迹确定配重块外

径的最佳值在45.0~56.0 mm还是在56.0~67.0 mm,再以确定区间的中间值进行求解,以此类推,直至求得最佳值。

经过动平衡分析,各个机构所需的配重块情况见表1。

首先在Solidworks软件中建立三维模型,然后在运动算列模块中进行运动学运算,分别求解各个机构总质心的运动轨迹,结果如图3所示。其中图3a、图3b、图3c、图3d分别为添加不同质量的配重块之后各个机构质心的运动轨迹,图3e、图3f、图3g、图3h分别为各个机构添加最佳配重块之后质心的运动轨迹。

不加配重块与添加分析所得的配重块时,各个连杆机构的整体质心变化最大值见表2。

由表2中的数据可知,各个机构质心变化的最大值均有所减少,且*y*方向的变化最大值不大于2.00 mm。以槽针机构为例,其质心*x*方向上的变化值减少85.9%,*y*方向上减少42.9%。

2.3 设备振动与噪音状况

为了验证动平衡分析方法的可行性,共设计3组试验检测设备

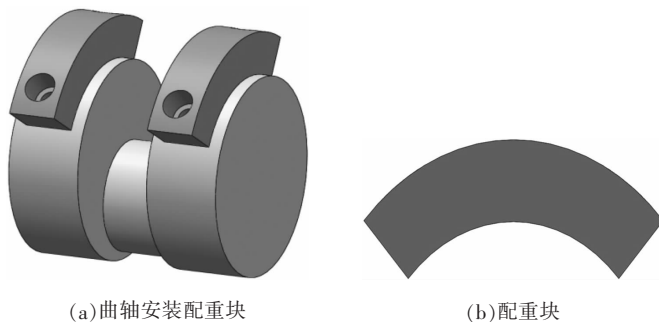


图2 多轴向经编设备的配重块示意图

表1 配重块数据汇总表

机构名称	内径/mm	外径/mm	厚度/mm
槽针	45.0	64.0	25.0
针芯	45.0	61.0	25.0
摆动	45.0	58.0	25.0
导纱	45.0	61.0	25.0

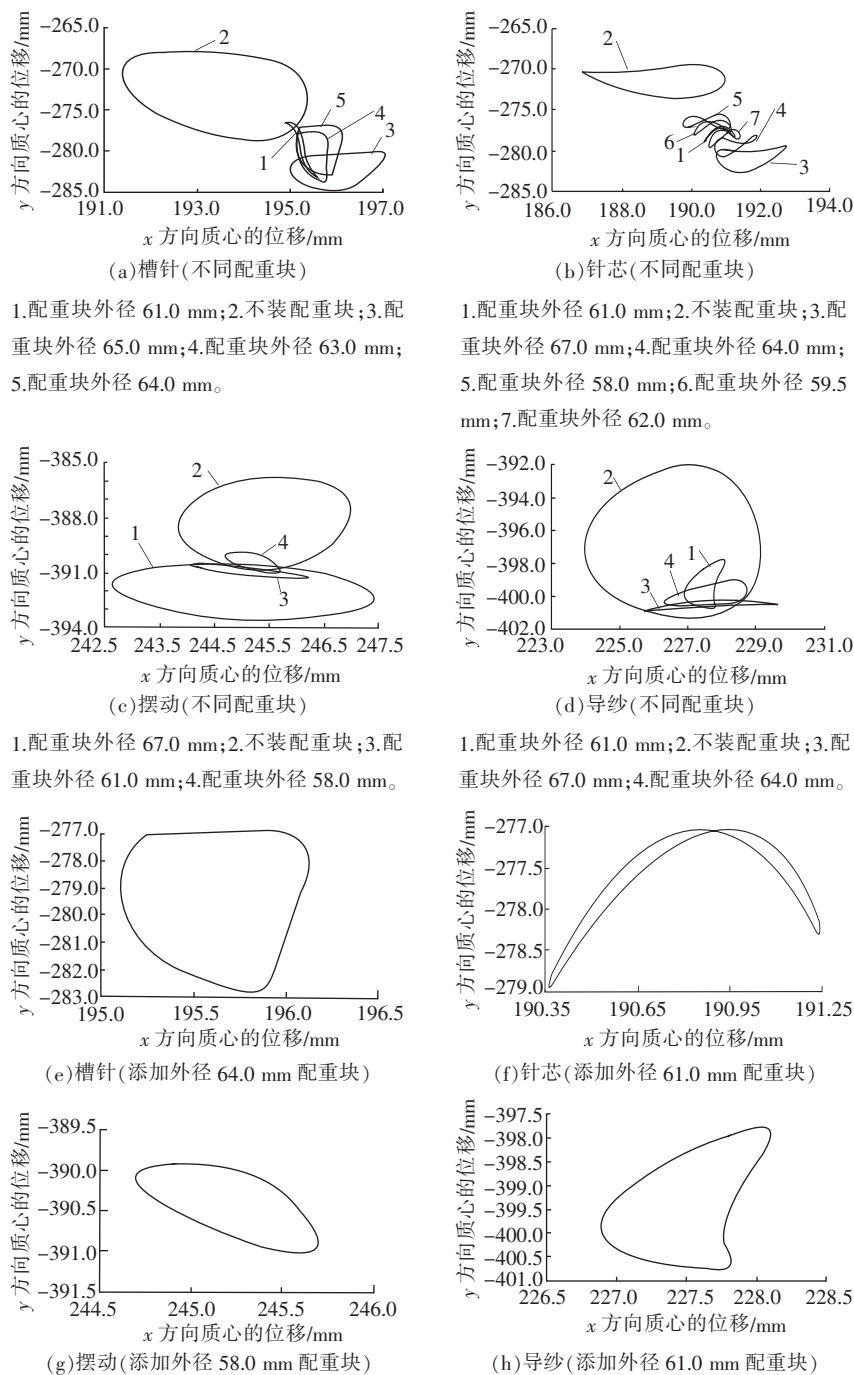


图3 配重过程中各机构质心的运动轨迹

表2 各机构有无配重块时质心变化的最大值

机构名称	配重前 $x/$ mm	配重后 $x/$ mm	x 方向减少 百分比/%	配重前 $y/$ mm	配重后 $y/$ mm	y 方向减少 百分比/%
槽针	7.10	1.00	85.9	10.50	6.00	42.9
针芯	4.20	0.90	78.6	4.00	2.00	50.0
摆动	3.25	1.00	69.2	5.00	1.20	76.0
导纱	5.30	1.25	76.4	9.50	3.00	68.4

的振动与噪音状况,检测的位置如图4所示。首先使用便携式振动仪

分别检测6个位置点的振动位移以及振动加速度,使用的设备型号

是 Rion 公司的 VM-82A;然后使用便携式噪音检测仪检测6个位置的噪音,记录最大值,使用的设备型号是 Rion 公司的 NL-42。3组试验状况如下:第1组安装配重块,开机速度为1 100 r/min;第2组安装配重块,开机速度为1 500 r/min;第3组不安装配重块,开机速度为1 100 r/min。

根据上述检测所得的振动数据绘制各个检测点 x 、 y 方向的振动位移和振动加速度趋势图,如图5所示。

从图5a和图5c可以看出,在安装配重块的情况下,速度越高,振动的位移量和振动加速度值越大;在开机速度相同的情况下,安装配重块时振动位移量和振动加速度值要小。从图5b和图5d可以看出,除了2#、5#检测点之外,在安装配重块的情况下,速度越高,振动的位移量和振动加速度值越大;在开机速度相同的情况下,安装配重块时振动位移量和振动加速度值要小。考虑到2#、5#检测点处于油箱的中间位置,该处油箱的刚度偏小,阻尼弹簧对其能量的吸收作用更加明显,使其与机器的速度不呈线性关系。

在第1组试验状况下,检测的最大噪音是78 dB;在第2组试验状况下,检测的最大噪音是80 dB;在第3组试验状况下,检测的最大噪音是84 dB。与前文的理论分析结果吻合,在保证 y 方向上质心的变化量不大于2.00 mm的前提下,减少水平方向的质心变化量可以降低设备的振动与噪音,还可以提高RSM3/3多轴向经编机的运行速度。经试机确认,在铺设3层($\pm 30^\circ$ 以及 90°)玻璃纤维纬纱的情况下,设备最高转速可达1 200 r/min,运行状况良好。

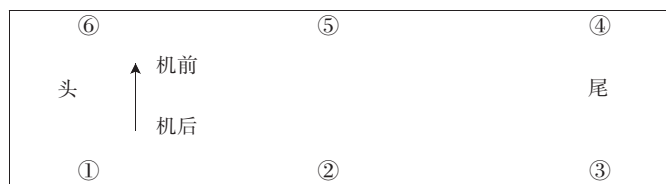


图4 振动检测点示意图

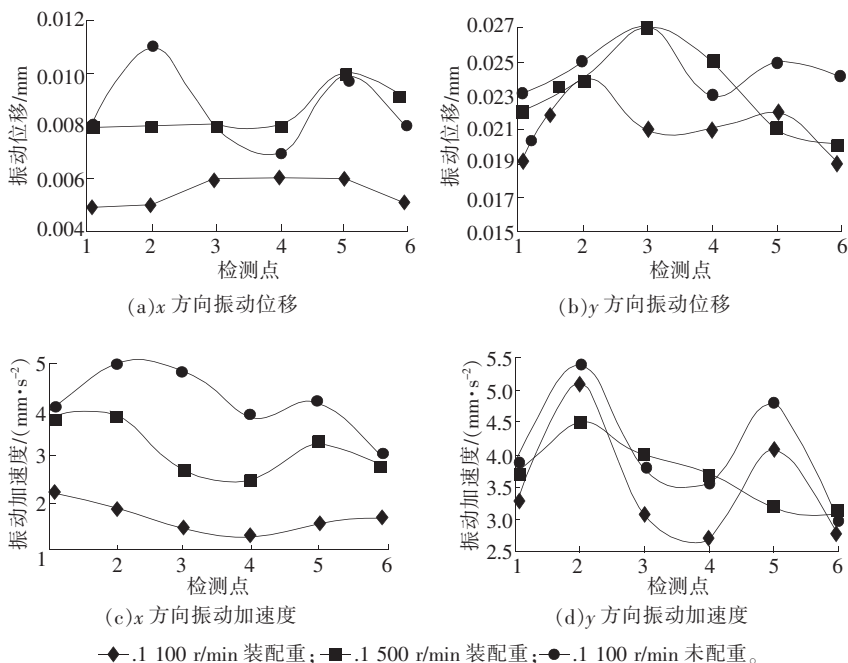


图5 各检测点 x 、 y 方向的振动位移和振动加速度

3 结束语

通过平面连杆机构动平衡理论分析与试验验证,为RSM3/3多轴向经编机的设计提供了一种新手段。RSM3/3多轴向经编机生产织物的应用范围越来越广,因此对其稳定性和速度的要求也会相应提高,为了能够在市场上占据更多的份额,RSM3/3多轴向经编机生产商必须对其进行更加深入地研究,才能提高我国RSM3/3多轴向经编机的综合性能,赶上国外先进设备的水平。

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] 宗平生.中国经编业发展史回顾[J].针织工业,2013(12):1-7.
- [3] 孙中平.多轴向经编设备及发展方

向[J].针织工业,2013(12):45-47.

[4] 李建利,张新元,张元.国内外多轴向经编设备的研发现状[J].针织工业,2012(8):11-15.

[5] 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.

[6] 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.

[7] 黄骏,张建兵,韦海龙,等.基于虚拟样机仿真的经编机机构动平衡研究[J].纺织导报,2014(12):52-55.

[8] 李晶.经编机曲轴系统的动平衡研究[J].纺织机械,2010(4):16-18.

[9] 张兵,孙志宏,张程.经编机中平面八杆机构震动力平衡的理论分析[J].东华大学学报:自然科学版,2011,37(1):101-104.

收稿日期 2017年9月3日

链接

多轴向经编织物在风力发电机上的应用

多轴向经编织物尺寸稳定、延伸率小,具有整体性能好、设计灵活、生产效率高、工艺简单、机械化程度高、原料适应面广等优点,采用玻璃纤维或碳纤维为材料可以使其具有优良的性能。多轴向经编织物因具有高强高模、质轻、制作灵活等特点,同时具有各向同性的机械性能,除了在纵横方向上能够承受很强的拉力外,在斜向也如此。而风力发电机叶片需要承受自然界风的大小和方向的不稳定性,因此多轴向经编织物适用于建造风力发电机的叶片,成为制作风力发电机叶片蒙皮的最佳载体,能够使蒙皮具有良好的刚度和强度,提高风力发电机叶片的使用寿命。

现代风力发电机的叶片大多采用多轴向经编增强复合材料,叶片是一个大型的复合材料结构,与金属叶片相比,该复合材料叶片具有下列优点:可根据风力发电机叶片的受力特点设计强度与刚度;翼型容易成形,并可以达到最大气动功率;抗振性好,自振频率可自行设计;疲劳度较高;耐腐蚀性和耐气候性好;维修简便,易于修补。