经编机成圈机构的运动学分析

刘鑫 ,胡旭东,陈洪立

(浙江理工大学 机械与自动控制学院,浙江 杭州 310018)

摘要:采用UG软件建立高速经编机传动及成圈机构的CAD模型,通过UG/Motion模块对其进行运动学仿真,并分别分析了槽针、针芯、梳栉这3个主要成圈部件的相对运动关系,得出了能够正确实现成圈运动的配合关系曲线。在此基础上,指出了梳栉最佳横移时间以及成圈机构的运动特性对经编机运行的影响。

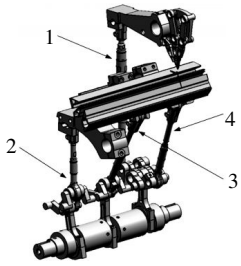
关键词:高速经编机;UG软件;计算机仿真;成圈运动;CAD模型

中图分类号:TS 183.3　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1000-4033(2012)02-0003-03

梳栉、槽针、针芯和沉降片组成了高速经编机的成圈机构,它们都由各自的机构传动,它们的运动构成成圈的工艺过程,所以它们的运动配合至关重要。传统的设计方法以二维平面设计为主,其设计过程不直观,效率较低,且缺乏三维空间的协调能力。美国 EDS(电子数据系统 Electronic Data Systems)公司开发的交互式 CAD/CAM (计算机辅助设计与计算机辅助制造)系统 UG 软件,提供了一个基于三维的产品设计过程控制环境,产品的数据模型能够与产品开发全过程的各个环节保持相关,从而有效地实现了并行工程[1]。本文采用 UG 软件建立经编机的 CAD 模型,通过 UG/Motion 模块对其进行运动仿真,以此为基础对经编机传动及成圈机构的运动学进行分析,得出了槽针、针芯、梳栉三者之间的成圈运动配合关系曲线。在此基础上,提出了梳栉最佳横移时间,分析了成圈机构的运动特性对经编机运行的影响。

1　建模及成圈过程分析

为了提高设计效率和运行速度,对经编机传动机构的 CAD 模型做了适当精简,以研究能够实现成圈运动的最小系统为原则,建立相应零件模型,并进行装配。装配时要做到约束关系完整、准确,配对情况符合机械定位要求。最终的模型如图 1 所示。



1.梳栉(导纱针)传动机构;2.沉降片传动机构;3.针芯传动机构;4.槽针传动机构。

图 1　经编机成圈机构的 CAD 模型

对该 CAD 模型作运动仿真时,以槽针在最低位置时对应的主轴转角 θ 为 0°开始,对转动一个周期内的各成圈机构的位移 S 的数据进行整理,得出各机构运动位移曲线如图 2 所示。

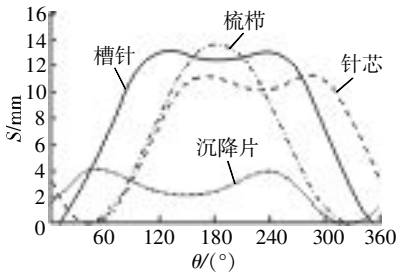


图 2　各成圈机构运动位移曲线

经编机的成圈运动分为退圈、垫纱、带纱、套圈、脱圈、成圈、牵拉等几个阶段[2]。结合图 2,可以得到关于曲轴转角的成圈时间分配图,如图 3 所示。

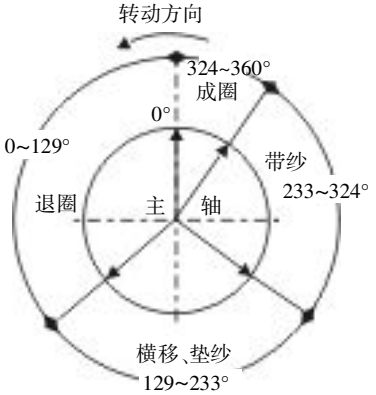


图 3　成圈时间分配图

其中成圈机构在退圈及横移

基金项目:浙江省自然科学基金重点项目(D1080780)。

作者简介:刘鑫(1984—),男,硕士研究生。主要从事纺织装备及机电一体化研究。

垫纱阶段的配合最为重要。退圈阶段(0~129°),槽针和针芯处于最低位置。此后,针身先于针芯开始上升,由于针身的上升速度快于针芯,两者逐渐分开而使针口打开。当针芯头端没入针槽内时,针口完全开启。此后两者继续同步上升到最高位置,旧线圈退到针杆上。此时,导纱针已开始向机后摆动,准备进行针前垫纱。垫纱阶段(129~233°),针在到达最高位置后将静止一段时间,导纱针摆到针的最前位置,作针前横移,准备垫纱。接着导纱针又摆回到针后位置,将经纱垫在开启的针口内,垫纱完毕。

经编机的各成圈机件需要有精确和良好的配合才能保证成圈过程的顺利进行,其中最为重要的两个配合是槽针与针芯的配合、槽针与梳栉的配合。它们不仅直接影响了成圈及织物的质量,而且还影响到经编机各成圈机件的使用寿命。

2 槽针运动分析

在成圈机构中,槽针直接负责牵拉、成圈运动,而其他机构必须以能够正确配合槽针完成纱线成圈为前提,实现各自的运动。所以有必要先对槽针的运动特性进行分析,并以此为标准,评判其他机构与其配合的好坏。

通过运动仿真导出的槽针轴角速度及角加速度曲线如图4和图5所示。从两图中可得槽针的速度极值点 K_1、K_2 分别对应于主轴转角 54°、309°。加速度极值点 M_1、M_2、M_3 分别对应于 100°、267°、360°。其中 K_2 及 M_2 两点处于带纱阶段,即在 267~309°附近槽针运动速度快,变化大,正是槽针带纱加速向下的阶段,对纱线的拉应力达到最大,并且由于波动剧烈,送经机构的工作量增加,极易造成经纱拉力的快速变化,增大纱线疲劳损伤的可能性,以及拉应力过大而断裂的风险。M_3 处于成圈及退圈的结合处,过大的加速度容易造成机构动载荷过大而产生震颤,影响机件的运动精度[3]。

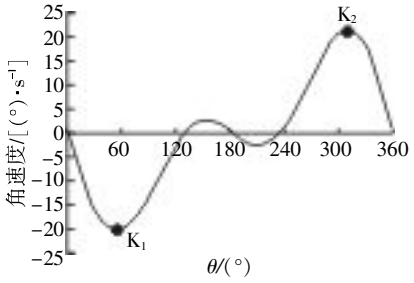


图4 槽针轴角速度曲线

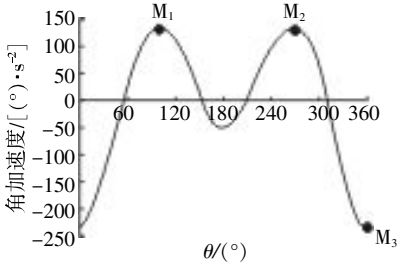


图5 槽针轴角加速度曲线

3 针芯运动分析

针芯的作用是配合槽针的成圈及退圈运动,及时准确地配合开口和闭口动作。首先建立槽针与针芯之间的相对运动关系曲线,由于槽针与针芯的运动轨迹几乎重合,且近似直线运动,故令针芯针尖运动至其最低点的位移为 X_0=0,槽针针尖运动至其最低点的位移为 Y_0=0。在 UG 软件仿真中实际测得,槽针最低点高于针芯最低点 3.908 mm。根据针芯的成圈要求,令槽针开口尺寸 Z=3.908+Y_0−X_0,建立关于主轴转角的函数关系式,并得到如图6所示的开口运动关系曲线图。

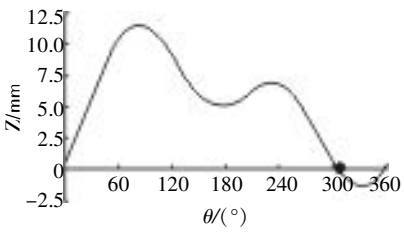


图6 槽针开口运动关系曲线图

从图6中可知,垫纱阶段(θ=129~233°),槽针开口尺寸保持在5.0~7.5 mm,故能够保证垫纱动作的正常进行;当 θ=305°时,形成完全闭口(Z<0 mm),这样就保证了针芯在低于沉降片片喉平面之前,针口就已经闭合。

通过运动仿真导出的针芯轴角加速度曲线如图7所示。从图7中可知针芯的加速度极值点 M_4、M_5、M_6、M_7 分别对应于主轴转角 44°、145°、228°及 300°。其中 M_4 的绝对值最大,针芯位于最低位置,针芯床的动载荷最大,容易引起机床的震动,同时也会引起针芯的震颤,影响针芯在槽针内部的运动,增加了发生摩擦、碰撞的几率,从而导致槽针运动轨迹的改变,以及机件的过快损耗。另外由于针芯动程设计的过大而导致运动过程动载荷过大,会与槽针的动载荷叠加在一起,对机器的稳定造成直接影响。

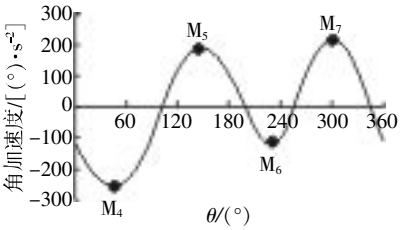


图7 针芯轴角加速度曲线

4 梳栉运动分析

经编机的梳栉摆动运动是为了配合横移系统及槽针机构进行垫纱,以完成成圈的准备工作。所以对梳栉的分析原则是应保证垫纱过程的顺利进行。首先建立槽针与梳栉(导纱针)之间的运动关系曲线:令导纱针针尖在其运动方向上的位移为 X_1,槽针针尖运动位移为 Y_1,且槽针与导纱针的运动轨迹交点为坐标原点,建立相对运动坐标系,如图8所示。最终得到梳栉与槽针相对运动位移关系曲线如

图 9 所示。

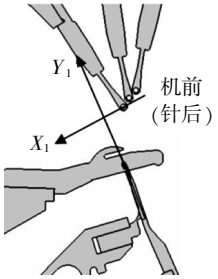


图 8 槽针、导纱针相对运动坐标系

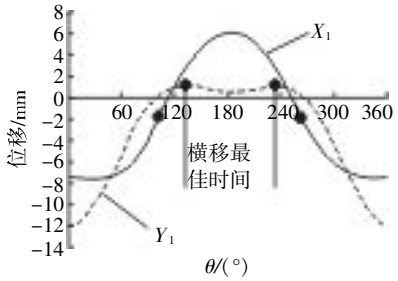


图 9 槽针、梳栉相对运动配合

当 X_1>0,即 θ=113~251°时,导纱针越过针平面,处在针前(机后)的位置,可以进行梳栉的横移运动。但只有当 Y_1 达到最大值,即 Y_1=1.156 mm 时,梳栉的横移才最为安全,不易在高速运动中与槽针擦撞,即 θ=129~233°时,为最佳梳栉横移时间,此时间段内横移垫纱能够最大限度地保证垫纱质量。而在 θ=113~129°进行横移,则容易产生漏针等现象,尤其在高速运行时产生的震动会对导纱针运行轨迹产生影响,漏针等问题将更加明显[4]。

通过运动仿真导出的梳栉轴角速度及角加速度曲线如图 10 和图 11 所示,根据梳栉的实际运动情况,其运动影响主要有两方面。

a. 对纱线的影响

梳栉的摆动量与纱线的张力有直接的关系。摆动的不同阶段都会对张力有不同程度的影响。从图 10 中能看出,K_3、K_4 分别为 108°和 257°,其中对张力影响最大的点为 K_4 点,θ>233°,位于针后,纱线已垫

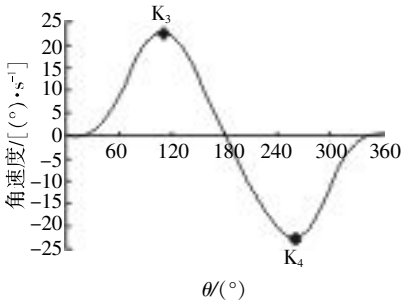


图 10 梳栉轴角速度曲线

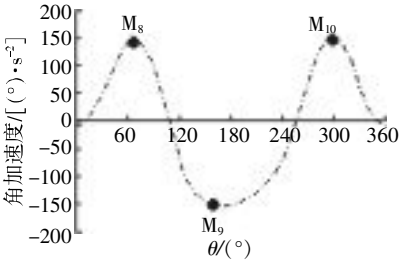


图 11 梳栉轴角加速度曲线

在槽针上,此时梳栉做高速回摆,配以槽针的带纱动作,容易引起纱线断裂。

b. 对机构的影响

梳栉在摆动过程中所产生的动载荷在 M_8、M_9、M_{10} 三处达到极值,分别为 67°、164°和 298°。其中 M_9 位于梳栉横移垫纱阶段,并且在整个横移垫纱的过程中维持在一定的角加速度水平上。由于是处在横移过程中,所以摆动平面上的动载荷会与横移时产生的运动负载叠加在一起,最终影响导纱针的实际运动轨迹,从而影响机构的运动精度,甚至发生与槽针擦撞的现象,长期运行也会对机构的可靠性产生影响。

5 结束语

本文基于 UG 软件对经编机的传动及成圈机构进行 CAD 数字建模,通过 UG/Motion 模块对其进行运动仿真,并结合得到的位移曲线,分析了成圈运动的具体过程。通过对高速经编机成圈机构的运动分析,得到了槽针与针芯、槽针与梳栉之间位移的配合关系曲线;各成圈机构的运动特性以及对经编机正常运作的影响;为进一步对经编机机构的优化设计提供了充分的依据。

参考文献

[1] Unigraphics Solutions Inc.UG 运动分析培训教程[M].北京:清华大学出版社,2003.

[2]蒋高明.现代经编产品设计与工艺[M].北京:中国纺织出版社,2002.

[3]许期颐,许卫元.新型高速经编机的结构与产品[M].北京:纺织工业出版社,1991.

[4]许期颐.经编机的安装和使用[M].北京:纺织工业出版社,1979.

收稿日期 2011 年 5 月 7 日

链接

经编机新功能设想

1 在线检验装置

很多经编机上都安装了布面扫描器和吹风断纱自停装置,因此可在此基础上拓展功能,疵点识别后不光停机,同时对比识别、存储、记录打印。增加一些输入设定,例如:坯布名称、代号、批号、下布日期,根据疵点数区分等级、长度、班组等。另外,最好是能够识别疵点类别,记录并打印,作为检验分等级的单据。

2 电器功能扩展

利用主轴编码器,在线直读主轴度数,方便机器调试,例如横移时间等。另外可安装成像软件,外接摄像头 USB 插口,放大图像,直接在线观察机器针具,观察坯布组织,分析机器运动状态等。