

插齿机维修改造升级

■ 宜昌长机科技有限责任公司 (湖北 443000) 罗成 卢宇 姜雨
张全林 陈晓莉



扫码了解更多

摘要：本文通过对机床进行模态分析，更改主电动机，采用更高的速度避开机床的共振区，同时通过分析插齿机基本原理，采用局部平衡的主运动机构，优化让刀凸轮曲线以及优化切削工艺，进一步减轻插齿机的振动源，从而达到机床高效、高精及高稳定运行的目的，满足用户机床改造升级要求。

我公司经常接到用户要求，希望对以前出厂的插齿机进行维修并升级，恢复机床精度的同时提高机床的加工效率以及稳定性。特别是目前国内存在大量的我公司生产的小型数控插齿机，且使用了一定的年限，机床的各项精度有所下降，可对机床进行返厂维修改造升级，大大减轻厂家对新机床的投入，提升厂家的生产效率，降低物质资源的浪费。

1. 改造存在的技术问题

如图1所示，插齿机主运动

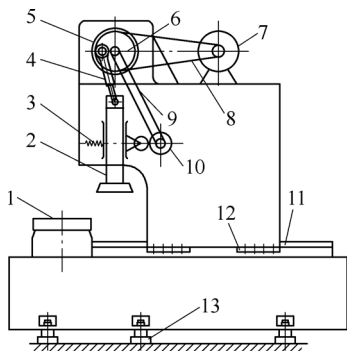


图1 插齿机结构

- 1.工作台 2.刀轴 3.碟簧 4.连杆
5.偏心轴 6.配重块 7.主电动机
8.主运动皮带 9.让刀运动皮带
10.让刀凸轮 11.导轨
12.导轨压板 13.机床垫铁

利用曲柄连杆滑块机构原理，将主电动机的旋转运动转化为刀轴的往复切削运动。主电动机通过主运动皮带带动曲柄轴旋转，曲柄通过连杆带动刀轴作上下往复切削运动，完成对齿轮毛坯的切削。其中让刀同步带带动让刀凸轮同步旋转，特殊的让刀凸轮与碟簧共同作用，使刀具回程时远离工件，达到让刀的目的。以往我公司生产的小型数控插齿机刀轴，最大往复切削速度为1 250次/min，用户现场实际使用最大速度在800次/min左右。改造过程中很快将机床的各项精度进行恢复，在低速时齿轮加工精度达到GB/T 10095—2008中6级要求。但在现场将速度提升超过800次/min以后，机床的振动加剧，齿轮齿向精度超差，出现振纹，满足不了用户的要求。

2. 机床高速振纹产生的问题分析

(1) 主运动机构：插齿机主运动原理决定了它存在着强迫与冲击振动两个振源，曲柄速度加

快后机床就会出现明显的振动，影响齿轮切削精度。

(2) 让刀机构：插齿机让刀运动过程伴随每个切削过程，直接决定了刀具的切削轨迹，在高速切削时表现为一个强大的振源，影响齿轮切削精度。

(3) 刀具断续切削：刀具切削时产生冲击力，刀具回程时不受力，高速切削产生一个对应的冲击频率，特别是传统的切削方式，在齿轮循环切削过程中，切削力大小不断变化，使振动冲击变得更加复杂，影响齿轮的切削精度。

3. 改造方法

(1) 对整机进行模态测试。如图2所示，插齿机刀具切削速度在900~1 200次/min范围内有两次出现共振的情况，影响齿轮的加工精度。由于机床的整体结构已经定型，不能做大的改动，所以解决办法首先考虑切削速度避开共振区，用1 400~1 600次/min的速度切削。原始的设计主电动机最高速度达不到要求，改造时

更换主电动机,提高主电动机的旋转速度,最高速度达到2 000次/min。

(2) 对曲柄机构进行优化。如图3、图4所示,插齿机的主运动引起的振动最明显,进一步高速切削表明,X轴方向即连杆摆动方向的振动对齿轮的精度影响最大,而Z方向即刀轴上下往复运动方向的振动对齿轮的精度影响相对小一些。改造时针对用户固

定零件在曲柄上连杆的反方向进行配重,设计安装配重块,用于平衡连杆方向的摆动,消除X方向的振动。Z方向的振动因为刀轴的质量大,高速时整机上下振动幅度大,对地基的损害比较大,同时要求机床的刚性好,所以一方面我们将机床的垫铁改为减振垫铁,减轻Z方向的振动,另一方面我们对机床各接触面特别是滑动面进行精细刮研处理,如增

加导轨本身平衡精度,要求其在0.005mm以内,配刮导轨压板要求与导轨无间隙,增加机床的接触刚性。

(3) 对让刀机构进行优化。如图5、图6所示,让刀机构直接控制刀具切削轨迹,对齿轮的精度影响非常大。插齿机让刀机构采用碟簧复位,碟簧的数量比较少,弹簧的刚性大,凸轮受到的冲击明显。改造机床时,重新设计更换适合高速运动的凸轮,通过优化凸轮曲线,使在高速时让刀的摆动没有冲击,同时增加碟簧的数量,让碟簧在让刀行程内力量变化平稳,使让刀运动更加准确。

(4) 优化切削方式。如图7所示,插齿机采用等切削力切削减少刀具的冲击和磨损,提升了刀具切削时的稳定性,提高了齿轮加工精度。

4. 结语

普通插齿机的维修改造需要对机床的结构参数、性能原理非常的熟悉,每台机床由于整体使用情况以及加工工况不一样,需要相关的检测设备进行整体的分析,然后进行改造,优化设计,达到提升效率的目的,满足用户改造要求。

参考文献:

- [1] 孙恒.机械原理[M].北京:高等教育出版社,1996.
- [2] 陈立周.机械优化设计[M].上海:上海科学技术出版社,1982.
- [3] 贺贤贵.机构最优化设计[M].北京:高等教育出版社,1984.
- [4] S.A托贝斯.机床振动学[M].北京:机械工业出版社,1977.

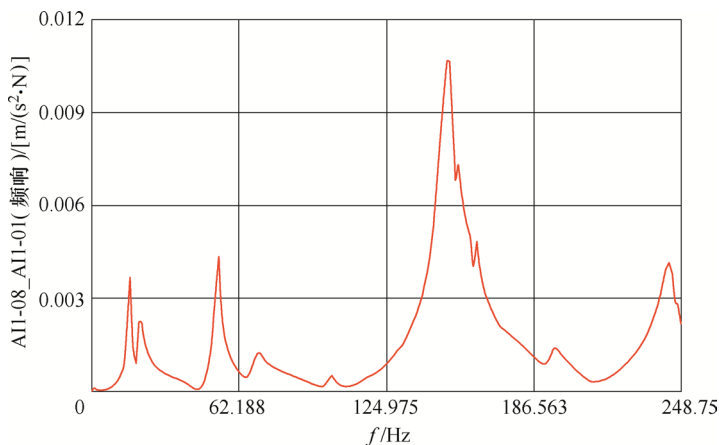


图2 插齿机频响

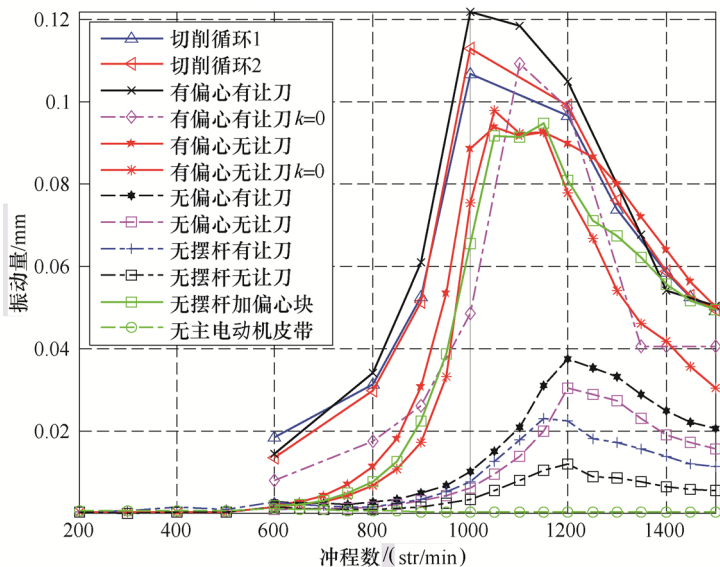


图3 连杆方向各工况振动量统计

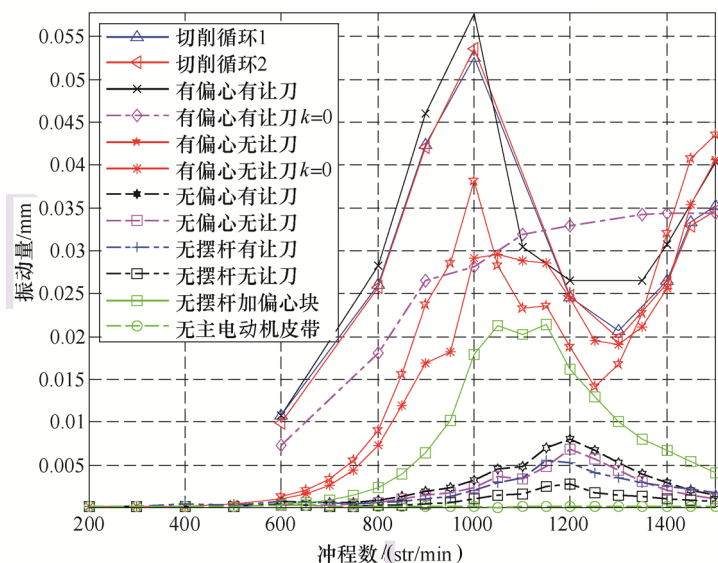


图4 刀具方向各工况的振动量统计

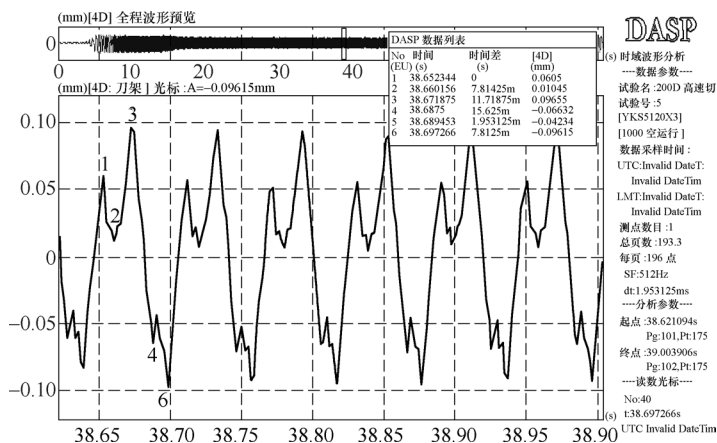


图5 高速时刀具让刀轨迹

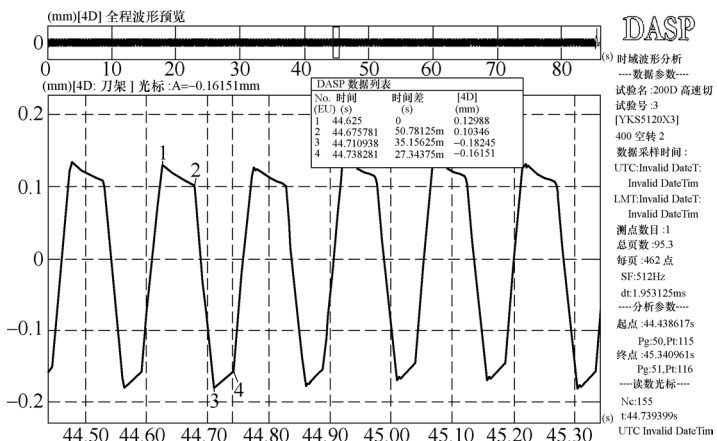


图6 低速时刀具让刀轨迹

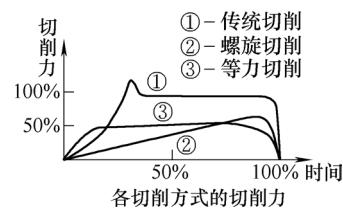


图7 切削力

MW (收稿日期: 20180421)

(上接第72页)



图 6



图 7

以实现零件分开加工,也可实现把合后整体加工,使机床功能得以发挥,不仅能保证工件品质,而且能大幅提高生产效率。

参考文献:

- [1] 张泰华. SINUMERIK 840Dsl 数控系统调试与应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [2] 王丹娜, 李剑雄. 西门子840DSL 在数控机床改造中的应用 [J]. 科技与生活, 2012 (9): 95.

MW (收稿日期: 20180519)