

[环保·安全]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2015.04.025

基于 ANSYS 的双刀立式车床横梁的静动态研究

王海龙, 刘红良, 李 陈, 刘 娟

(特种装备制造与先进加工技术教育部/浙江省重点实验室(浙江工业大学), 浙江 杭州 310014)

摘 要:为了研究双刀立式数控法兰车床的薄弱部位,并对薄弱部位进行静动态分析,为优化设计提供依据。通过 SolidWorks 三维软件建立整机三维模型,在 ANSYS Workbench 中,对整机简化模型进行模态分析,发现横梁是整机中的主要薄弱零件。取双刀架处于横梁中部位置时为极限工作位置,对横梁进行静态及模态分析,获得横梁的应力应变分布、固有频率和振型,分析表明:横梁中间位置变形最大,局部刚度分配不均匀,会影响机床的加工精度。通过静动态分析找出了零件的薄弱部位,为横梁的优化设计提供一定依据。

关 键 词:双刀立式车床;横梁优化;静态分析;模态分析

中图分类号: TG515 文献标志码: A 文章编号: 1005-2895(2015)04-0097-04

Static and Dynamic Research of the Beam of Double-Tool Vertical Lathe Based on ANSYS

WANG Hailong, LIU Hongliang, LI Chen, LIU Juan

(Key Laboratory of E & M (Zhejiang University of Technology), Ministry of Education & Zhejiang Province, Hangzhou 310014, China)

Abstract: In order to study the weak part of the double-tool vertical NC Lathe, take static and dynamic analysis on the weak part to provide certain basis for optimization design. 3D model of the lathe was built through solidworks. Modal analysis of the simplified entire machine model was carried out. Through ANSYS Workbench, the beam was found as the major weak part of the entire machine. Taking the position that two tool rests in the middle of the beam as the extreme position. static and modal analysis of the beam was carried out. The stress and strain distribution, inherent frequency and mode of vibration were obtained. The biggest deformation was found in the middle of the beam, the uneven distribution of the local stiffness will affect the machining precision of the lathe. The results show that through static and dynamic analysis, the weak position of the part was obtained. The research can provide certain basis for optimization design of the beam.

Key words: double-tool vertical lathe; optimization design of beam; static analysis; modal analysis

法兰盘安装于管子两端,主要用于管子连接,广泛应用于工业中。未来法兰盘行业市场前景将是非常广阔,因此如何高效、快速地加工法兰盘就显得非常重要^[1]。双刀立式法兰车床是用于加工法兰的专用机床,其零部件性能影响着法兰的加工精度,因此很有必要对车床的零部件进行静动态分析。作为机床中的支承件-横梁,其静态性能的好坏对被加工零件的加工精度有很大的影响,因此对横梁进行静态特性分析是十分有必要的。李清国等利用 ANSYS 对拱架式贴片剂 PS1000 的整机进行了动力学建模与模态分析,

发现低阶固有频率与整机工作频率较为接近,适当提高贴片剂的工作频率或提高机架和横梁的刚性,可以避免共振^[2]。

1 双刀立式车床的结构特点

立式车床的零部件主要有:箱体、横梁、刀架、主轴等。为了保证分析结果的准确性和提高效率,对整机进行简化,去掉所有的台阶、凹槽、倒角、圆角及小尺寸的螺栓孔、螺栓、螺母、联轴器等用等质量的质量块替代,图 1 所示为该车床的三维简化模型。

机床的工作原理:刀架组通过丝杠和滑座的配合,

收稿日期:2014-11-12;修回日期:2015-02-15

作者简介:王海龙(1988),男,浙江绍兴人,硕士,主要研究方向为机械设备静态特性分析。E-mail:whailong2010@126.com

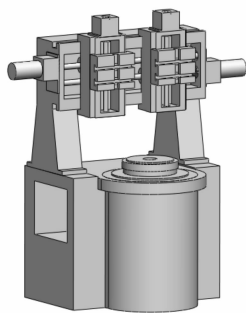


图 1 车床三维简化图

Figure 1 Simplified lathe 3D model

在横向伺服电动机的带动下,丝杠旋转带动安装在滑座上的刀架组左右横向移动。刀通过压块,安装在刀架上,刀架通过丝杠螺母与垂直丝杠相配合,在垂直伺服电动机的带动下将丝杠的旋转运动转化为刀的垂直方向上下的运动。

2 有限元模型的建立及整机模态分析

双刀立式数控法兰车床的外形尺寸为 1 892 mm × 1 148 mm × 2 243 mm,主要部件箱体、横梁和刀架拖板为 HT200,主轴采用 40Cr,蜗轮蜗杆采用 Q235,具体参数见表 1。把车床的三维模型导入 ANSYS Workbench 中。采用单位类型为 solid 92 对其进行网格划分,零件之间的接触类型为 bonded。车床的有限元模型如图 2 所示。

表 1 车床的有限元模型参数

Table 1 Parameters of the element model of lathe

材料	弹性模量/GPa	密度/(kg · m ⁻³)	泊松比
Q235	210	7 850	0.3
HT200	148	7 200	0.3
40Cr	209	7 890	0.3

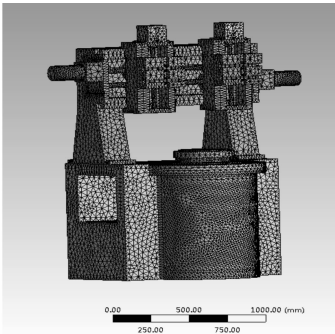


图 2 车床的有限元模型

Figure 2 Finite element model of lathe

在 ANSYS Workbench 中我们对机床进行整机模态分析,设置固定约束于箱体底部,对车床进行整机模态

分析,发现整机在外部激励源激励的情况下,横梁部件很容易发生变形,从而影响加工精度,同时 2 组立式双刀在横梁上做左右移动,横梁受到重力和切削力的作用,容易发生弯曲和扭转变形,因此进一步对机床的横梁做静动态分析。

3 横梁的静态分析

将双刀架处于横梁中部时为极限位置,对其进行静力学分析。表 2 为主要零部件的材料和质量分布情况。

表 2 刀架质量表

Table 2 List of the quality of tool rest

主要零件	材料	质量/kg
横梁拖板	HT200	13.200
丝杠	轴承钢	3.227
刀架板	HT200	35.972
联轴器罩	HT200	0.939

对刀架组中的零件进行简化处理,对刀架组上螺母、倒角、圆角进行简化去除,丝杠简化为等质量的光杆。最终的总质量 M 为 89.3 kg,单个刀架与横梁的接触面积 S 为 0.011 6 m²,其中长 L 为 290 mm,宽 W 为 40 mm,静力学分析的时候 Pressure 为 0.075 45 MPa,把横梁模型导入 ANSYS Workbench 中,在横梁受力极限位置,也就是横梁中间部位施加一个大小为 0.075 45 MPa 的面力,得到横梁的应力云图、应变云图和总变形图如图 3 所示。

分析结果可知,横梁在中部所受到的应力和应变位移最大,应力最大值为 0.707 3 MPa,而灰铸铁的屈服极限为 200 MPa,应力最大值远小于材料的抗拉强度。位移最大处值为 0.005 630 2 mm,变形小,对零件的加工精度影响不大。

4 横梁的模态分析

利用 ANSYS 分析中的 blocklanczos(兰索斯)法对横梁进行模态分析,取前 6 阶模态振型图,如图 4 所示。

表 3 横梁前 6 阶模态分析

Table 3 Analysis of former six order modal of the beam

阶数	固有频率/Hz	振型描述
1	149.84	横梁在 XY 平面内左右摆动
2	213.94	横梁在 YZ 平面内左右摆动
3	250.18	横梁在 XZ 平面绕着 Y 轴转动
4	466.57	横梁在 XY 平面内绕 Z 轴转动
5	585.61	横梁在 XY 平面上下摆动
6	719.91	横梁在 XZ 平面左右两端各自扭动

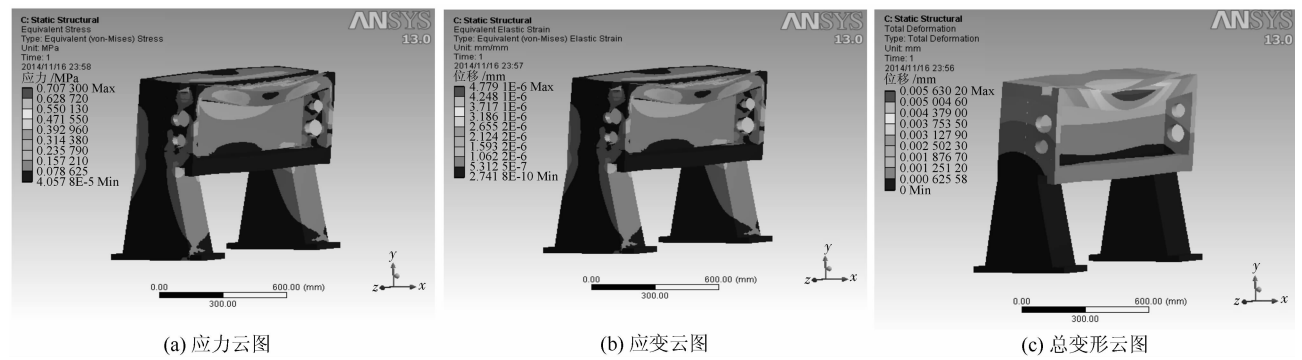


图 3 横梁的应力应变云图
Figure 3 Stress-strain diagram of the beam

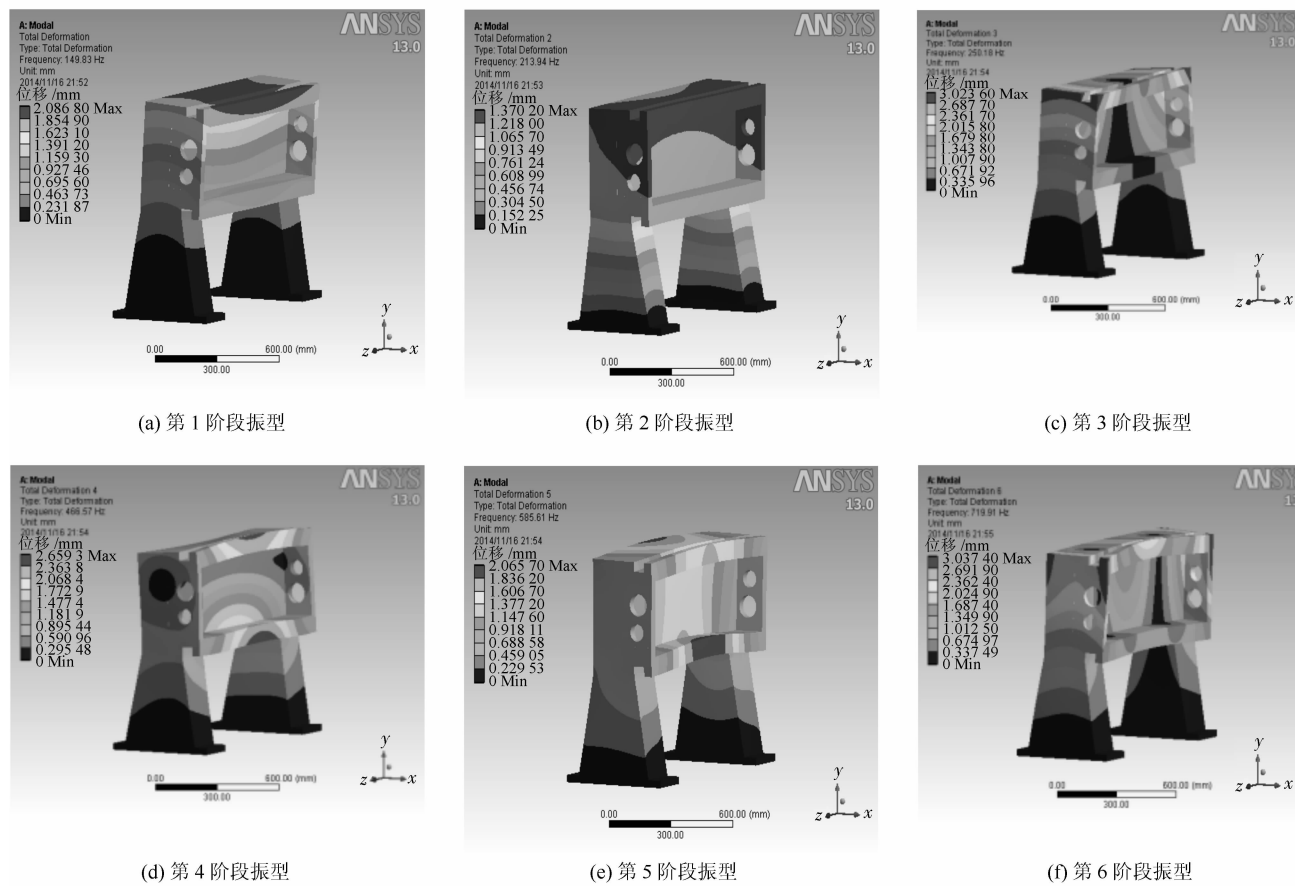


图 4 横梁前 6 阶振型图
Figure 4 Former six order mode of vibration of the beam

该横梁上所受到的外加电动机的最大转速为 $2\,340\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$, 可知横梁所受到的外加激励源产生的激励频率为 39 Hz , 从横梁的前 6 阶模态的结果分析可知, 横梁的固有频率都在 39 Hz 以上, 可以有效避开共振。第 3、4、6 阶模态显示的是横梁的局部振型, 有着明显的扭曲和弯曲, 说明横梁的局部刚度不均, 主要原因是横梁局部材料分布不合理, 造成了横梁局部出现

薄弱模态。对于横梁局部薄弱部分需要对其进行优化, 或者设计加强筋, 增强其局部刚度。

5 结语

通过 SolidWorks 建立双刀立式数控车床的三维模型, 导入到 ANSYS Workbench 中对模型进行整机模态分析, 对薄弱部位横梁进行静动态分析, 得出结论:

(下转第 105 页)