

基于UG和ADAMS的新型夹钳虚拟样机建模及动力学仿真

宋双柱¹, 孙大松²

(1. 哈尔滨理工大学 计算机科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 哈尔滨理工大学 计算中心, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要:传统夹钳设计都是根据工程师的设计经验进行,虽然也可以满足工作需要,但是经常会出现各种各样的问题,同时设计周期也很长.针对以上所出现的问题,根据虚拟样机设计理论,采用UG软件进行夹钳的三维建模,然后将模型导入到虚拟产品仿真软件ADAMS中进行仿真分析,这样就大大缩短了夹钳的设计周期,同时可以针对夹钳设计过程中出现的问题作出预测并提出改进措施.

关键词:夹钳; 虚拟样机; 动力学仿真

中图分类号: TH113 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2010)01-0040-04

Virtual Machine Modeling and Simulation of New Type Gripper Based on UG and ADAMS

SONG Shuang-zhu¹, SUN Da-song²

(1. School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China;

2. Computer Center, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: The traditional gripper design is based on the experience of engineers, although these designs can satisfy the need, the traditional design will lead to all kinds of problems and the design cycle is also long. To solve the above problems, according to the virtual machine design theory, this paper used UG software to model the gripper, then imported the three-dimensional model into the virtual product simulation software ADAMS and simulated it. This method can decrease the design cycle of the gripper and predict the problems appeared in the design process and provide some refining measures simultaneously.

Key words: gripper; virtual machine; dynamic simulation

0 前言

目前,我国制造业处于快速发展时期,尤其是大型装备制造业.而在装备制造业中大吨位和超大吨位舰船占有举足轻重的地位,所以船用型材的需求量大幅度增加.作为加工型材的大型切割设备的地位不言而喻,而为了提高型材切割的质

量和效率,国内外很多企业都在研制型材切割生产线,夹钳是型材切割生产线上一个非常关键的元件,其性能的好坏直接关系到生产线的切割质量和切割效率^[1-2].

夹钳的设计必须充分考虑到所要夹持的各种型材,包括角钢、工字钢、T形钢等以及所要夹持的型材的规格尺寸范围、载荷范围^[3,4].需要针对不同的型材切割生产线做出相应的结构设计,夹钳

设计的技术要求主要体现在两个方面:一是夹紧,即要求夹钳的动力供应设备应该使得夹钳具有足够的夹紧力,从而能够在型材切割线所能加工的所有型材范围内实现有效夹紧;二是定位,因为夹钳的工作首先是夹紧型材,然后将型材准确移动到相应的工位上,这是实现所要求切割精度的前提。针对以上设计要求,传统的设计方法是根据经验进行初步设计并应用于生产线上,然后在使用过程中出现夹紧力不足或者定位不准确的问题时再进行修正,设计周期长,设计质量不高,同时也会浪费大量的财力和物力。

针对以上问题,利用计算机辅助设计和仿真技术首先对夹钳进行虚拟样机设计^[6],初步设计出其基本结构,然后进行动力学仿真分析,根据仿真结果再对结构进行调整,针对影响夹钳的夹紧力和定位的敏感结构重点分析^[6-7],为进行夹钳的详细结构设计提供技术支持,从而大大减小夹钳设计的周期、资金投入等,并科学合理的提高夹钳的设计质量,可以得到更加合理的结构^[8-9]。

1 几何模型创建

动力学仿真软件 ADAMS 本身具有创建模型的能力,但是对于相对复杂的三维实体模型则比较困难,而夹钳的结构相对来说比较复杂,所以寻求另一种更加方便的三维实体造型软件创建实体模型是更加合理的选择^[10],UG 软件具有强大的三维实体造型能力,可以非常方便的实现三维实体的创建、装配等操作,而且 ADAMS 还提供了与 UG 软件的接口,这就使得二者能够更好的合作完成夹钳的虚拟样机的设计建模和动力学仿真。

图1为采用UG/NX软件创建的夹钳的三维实体装配模型,其主要包括以下几个部分:底座、挡块、连接板、弹簧座、上钳、下钳、滚轮、探位板、角钢、工作台。

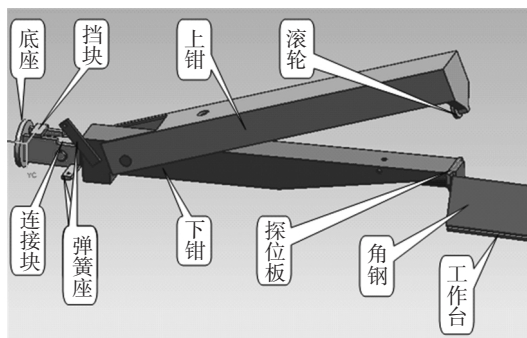


图1 夹钳三维实体模型

夹钳的主体部分。但为了对夹钳的动力学性能进行分析,还创建了角钢和工作台模型。这就构成了完整的虚拟样机几何系统。

2 仿真过程

2.1 动力学仿真边界条件

在UG软件中创建完成了以上的夹钳的装配模型后,就可以通过ADAMS和UG的接口程序将这个模型导入到ADAMS软件中进行接下来的动力学仿真分析。ADAMS进行动力学仿真之前首先要进行边界条件的加载,包括各种运动副、弹性约束、各组件刚性及摩擦等。

1) 刚性联结。刚性联结主要是指夹钳装配结构中有一些部件需要固定,包括底座、工

作台以及挡块和联结板之间的固定联结,所以将前两个部件定义为和地面刚性联结,而后者则定义为和挡板之间刚性联结,刚性联结的结果如图2所示。

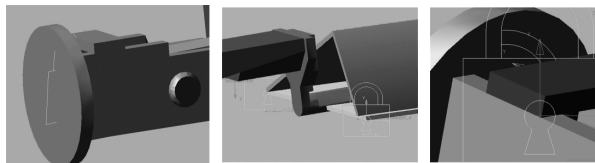


图2 刚性联约束

2) 创建运动副。夹钳系统中所涉及的运动副主要包括转动副和移动副,其中转动副主要建立在连接块与底座之间、下夹钳与连接块之间、上夹钳与下夹钳之间、上夹钳与滚轮之间。需要定义的运动副包括探测板和下夹钳之间。图3所示为夹钳系统中定义的各运动副。

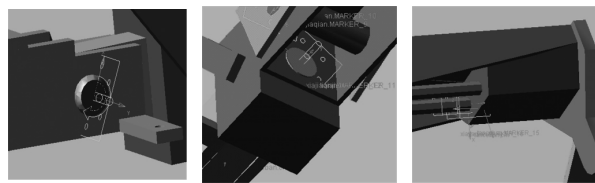
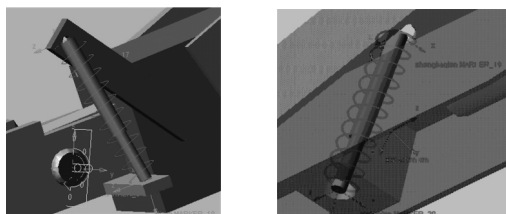


图3 运动副创建

3) 创建弹簧连接。首先是底座与下夹钳之间的弹簧连接,如图4-(a)所示,其中弹簧刚度为5 000 N/m,阻尼系数为110。同样的方法创建上下夹钳之间的压紧弹簧,如图4-(b)所示,其相关系数设置同上。



(a) 底座下与钳弹簧连接 (b) 上下夹钳之间的压紧弹簧

图4 创建弹簧连接

4) 设置“接触”连接. 主要包括下夹钳与挡板之间、轮子与角钢之间、角钢与工作台之间、下夹钳与角钢之间、上下夹钳之间, 接触连接主要是定义两个零件之间的碰撞方式, 比如刚性碰撞或者是带有摩擦的刚性约束等. “接触”联结的定义如图5所示.

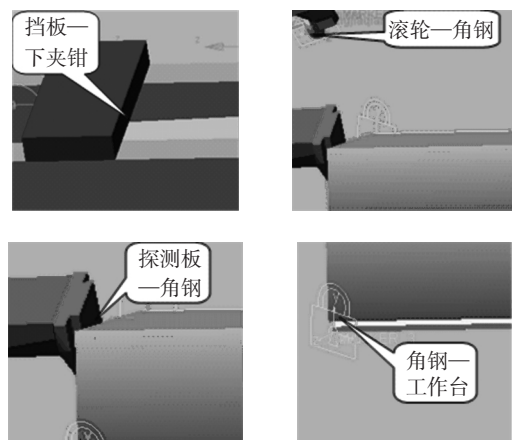


图5 “接触”联结

5) 加载. 加载主要包括夹紧力和重力. 夹紧力是夹钳运动的动力, 而重力则是在正常使用夹钳时其所承受的恒定的力, 这是充分考虑到夹钳使用的真实情况, 从而增加动力学仿真的准确性. 图6所示为夹紧力载荷和重力载荷.

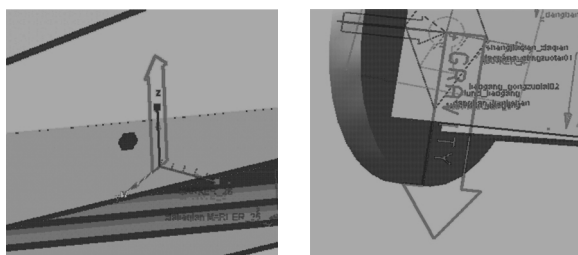


图6 夹紧力载荷和重力载荷

2.2 ADAMS 中仿真参数的选取

在进行夹钳的动力学仿真过程中需要重点考虑的仿真参数是接触参数和弹簧的弹性刚度和阻尼系数.

1) 接触参数设置. 在以上所设计的边界条件中, 有好几处均是具有摩擦的接触约束, 比如型材与

工作台之间. 定义合适的接触参数, 有助于对接触力的求解, 从而提高仿真结果的准确性. MSC. ADAMS 软件中, 碰撞力的定义为

$$F_{\text{impact}} = \begin{cases} 0 & q \geq 0 \\ k(q_0 - q)^2 - C(dq/dt) & q < q_0 \\ \text{STEP}(q, q_0 - d, 1, q_0, 0) & q < q_0 \end{cases}$$

式中, STEP 为阶跃函数; q_0 为两物体间的初始距离; q 为物体碰撞过程中的实际距离. $q_0 - q$ 即是碰撞过程中的变形量, 上式表示, 当 $q \geq q_0$ 时, 两物体不发生碰撞, 其碰撞力值为零; 当 $q < q_0$ 时, 表示两物体发生碰撞, 其碰撞力大小与刚度系数 K 、碰撞指数 e 、阻尼系数 C 和最大阻尼时的侵入深度 d 有关. 刚度系数 K 取决于撞击物体的材料和形状, $K = EA/L$. 计算得 $K = 1.035 \times 10^5 \text{ N/mm}$; 碰撞指数 e 取 1.5; 系数阻尼 C 等于刚度的 0.1% ~ 1%, 取 $20 \text{ N} \cdot \text{s/mm}$; 侵入深度 d 取 0.05 mm, 静摩擦系数为 0.075.

2) 弹性刚度和阻尼系数选择. 根据夹钳本身所能承受的载荷, 通过查找各种弹簧的应用范围以及性能参数, 初步选择两弹簧的弹性刚度为 5000 N/m , 阻尼系数为 110.

3 仿真结果分析

动力学仿真的结果主要包括弹簧的受力变化曲线以及各个接触部位的接触力变化曲线, 通过对这些曲线的分析可以得到夹钳在夹紧以及定位过程中受力的变化情况, 如图7所示为两弹簧的受力变化图.

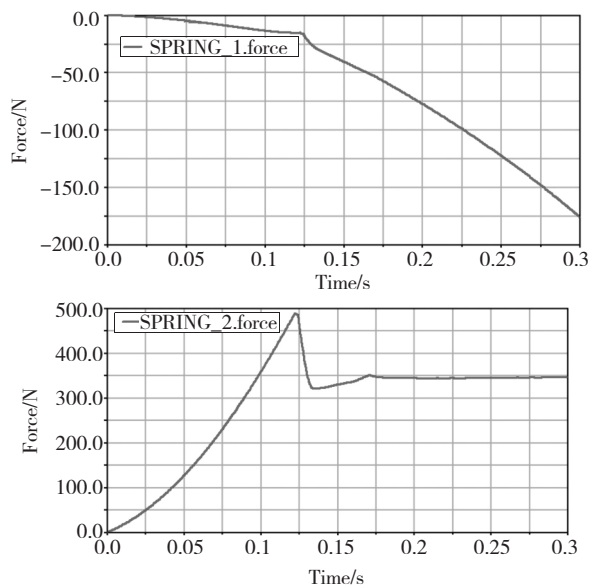


图7 弹簧的受力变化图

从弹簧的受力情况来看,上下钳之间的弹簧收到压力作用,最大压力可以达到200 N,而侧面弹簧主要控制夹钳的微小旋转,主要起到拉应力作用,其拉力最大达到500 N,而且在达到最大拉力后,夹钳夹紧角钢后出现一个摆正的过程,故拉力也突然减小到320 N,并趋于稳定.该受力变化图表明,控制上下夹钳整体侧向转动并摆正的弹簧设计的不合适,应该进行适当的调整.

图8所示为滚轮与角钢之间的接触力变化值,接触力最大可以达到400 00 N,足以满足夹紧的需要.由于定义为刚性接触,故接触力在夹紧稳定以后会出现小的波动.

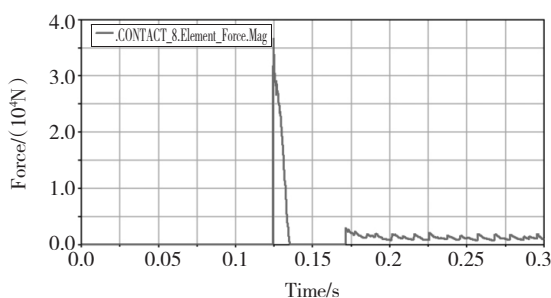


图8 滚轮与角钢之间的接触力变化图

图9所示为探测板上的伸出轴与角钢下表面的接触力变化图,其最大值为100 00 N,因为其为悬臂结构,所以应该对其强度进行校核.

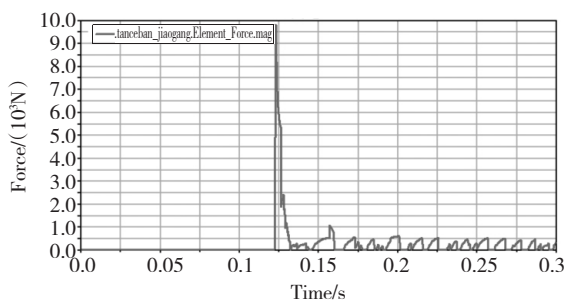


图9 伸出轴与角钢下表面的接触力变化图

并通过ADAMS提供的接口将其导入到ADAMS软件中去,实现两种软件的数据连通;

2) 按照夹钳所要求的工作状态,创建了各种边界条件,包括运动副、刚性联结、接触以及弹簧约束等,从而最终创建了虚拟样机,为进行动力学仿真做好准备;

3) 分析结果表明,侧面弹簧的选择需要调整,其最大拉力已经达到500N,超过了所允许的变形范围;伸出轴所承受的悬臂力为10000N,需要对其强度进行校核;

4) 通过对夹钳进行虚拟样机的动力学仿真,可以快速发现夹钳结构不合理的地方,并进行调整继续仿真,直到满足实际工作需要,这就大大提高了夹钳的设计开发速度并减少了开发成本.

参考文献:

- [1] 丁慧,刘剑雄,赵成华. 夹钳的结构优化[J]. 起重运输机械. 2007(1):15-17.
- [2] 郭晓松,姚晓光,冯永保,孟令辉. 夹钳机构的优化设计[J]. 机械设计与研究, 2006(1):25-29.
- [3] 毕世英,刘伟达. 自动闭合立式夹钳设计[J]. 机械与电子, 2006(11):20-23.
- [4] 田孜强,孟宪静. 立式夹钳的结构及设计[J]. 一重技术, 1996(4):53-54.
- [5] 胡清华,邓四二,滕弘飞. 虚拟样机若干关键支撑技术研究进展[J]. 系统仿真学报, 2008, 20(22):6186-6189.
- [6] 尹忠俊,项杨,韩天,等. 自动立式夹钳的动力学分析[J]. 冶金设备. 2008,170(4):53-55.
- [7] 尹忠俊,项杨,韩天,等. 基于ADAMS和ANSYS的自动立式夹钳研究[J]. 起重运输机械, 2009(5):83-86.
- [8] 范勤,何丽君. 基于ADAMS的卧卷夹钳虚拟样机建模及动力学仿真[J]. 起重运输机械, 2008(5):35-38.
- [9] 刘伟达,刘剑雄,毕世英,等. 基于ADAMS的夹钳动力学仿真分析[J]. 机械设计与制造, 2005(11):52-54.
- [10] 姚晓光,郭晓松,冯永保,等. 基于Pro/E和ADAMS联合仿真的夹钳机构设计与优化[J]. 机床与液压, 2006(6):233-235.

(编辑:王 萍)

4 结 论

1) 采用UG软件创建了夹钳的三维实体模型,