

DOI: 10.12361/2705-0866-05-09-140590

一种曲柄滑块结构的静力学仿真设计

李汶峰 吴宏宇 董晓俊

运城职业技术大学, 中国·山西 运城 044000

【摘要】曲柄滑块机构是内燃机等机械系统中的最为关键的部件之一。在该项研究中, 该机构的三维模型已经建立完成, 分析采用了有限元分析以及运动学仿真。有限元分析的结果向我们表明, 在不同的加载条件下, 连杆-曲柄界面的 Von Mises 应力最大, 并且连杆左部的位移最大。将有限元法与运动学仿真相结合, 使我们能对曲柄滑块机构的行为有一个全面的了解, 并可作为其设计和优化的有用工具。

【关键词】滑块; 装配; 运动仿真; 有限元仿真

Static Simulation Dof a Crank Slider Structure

Wenfeng Li, Hongyu Wu, Xiaojun Dong

Yuncheng Vocational and Technical University, Yuncheng, Shanxi, 044000

[Abstract] The crank slider mechanism is one of the most critical components in mechanical systems such as internal combustion engines. In this study, the three-dimensional model of the mechanism has been established, and finite element analysis and kinematic simulation were used for analysis. The results of finite element analysis show us that under different loading conditions, the Von Mises stress at the connecting rod crank interface is the highest, and the displacement at the left end of the connecting rod is the highest. By combining finite element method with kinematic simulation, we can have a comprehensive understanding of the behavior of the crank slider mechanism and can serve as a useful tool for its design and optimization.

[Keywords] Slider; Assembly; Motion simulation; Finite element simulation

引言

通过UG运动仿真功能, 在三维实体模型中添加虚拟装配节点, 模拟实际的发动机缸体、活塞以及曲轴进行虚拟装配。在建模过程中, 根据发动机三维模型进行装配设置, 生成虚拟装配体。在虚拟装配完成后对其运动轨迹、位置进行分析, 得出曲柄滑块机构各零件的受力分析情况。通过将仿真得到的各零件所受力与实物情况进行对比, 从而得出其受力状态及相关设计参数。同时也对曲柄滑块机构的整体布局有了更加深入的了解, 为后续的产品优化设计打下坚实基础。

UG运动仿真分析:

在对仿真结果进行分析时发现连杆曲轴与滑块机构存在干涉情况, 而根据所述干涉问题, 可通过优化两个零件来改善。

1. 优化气缸盖与活塞之间的接触面积, 使得缸内气体压力减小。

2. 利用优化后气缸盖与活塞之间的间隙来减少缸盖与活塞的干涉。

3. 对两个零件增加厚度使其材料特性发生变化。

1 结构的数据及建立三维实体模型

1.1 了解结构

曲柄滑块机构是由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三大部分组成的, 其工作原理是将燃料燃烧后产生的气体的压力转化为旋转的转矩, 并通过活塞连杆传递到曲柄上, 在曲柄连接处产生力, 从而推动整个机构的运动。这个过程中, 曲柄与活塞连杆的连接处就是受力点, 也是曲柄滑块机构的关键部位。这个部位的强度和稳定性对整个机构的工作性能有很大影响, 因此在设计和制造过程中要特别注意。曲柄滑块机构是发动机的主要部件, 其工作可靠性与稳定性决定了发动机工作的可靠性与稳定性。

1.2 零件建模

使用UG软件中的草图设计对所需要的零件进行草图的设计。

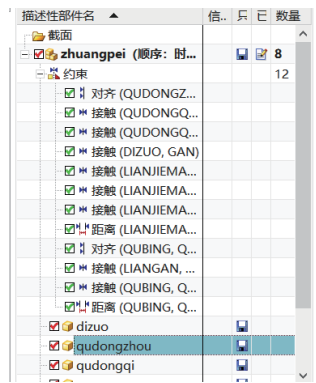


图1 装配图与装配约束关系图

计与规划, 并以此生成三维模型零件, 然后再应用所设计出的三维模型零件进行组装并且进行此基础上的对于工程图的设计与规划。并且参数化零件设计也需要在草图设计中选择相关尺寸作为基础。基于我们所设计以及规划的草图, 以此使用UG软件中内置的特征建模将已经获得的零件的草图二维模型设计以及转换为三维建模, 并在此基础之上对零件材质进行相应的赋值, 通过这些手段以及方式为后续的模拟分析做充足的准备以及铺垫, 由于尚未具体确定零件的各部件的性能以及工作条件, 因此零件在建模中所采用的是默认的结构钢。

1.3 创建虚拟装配

机构结构整体的各个零件进行组合与定位的过程称为装配, 通过配对关系建立各零部件间装配约束位置。UG软件装配中, 以主模型为基础, 并保持装配零部件的相关联性, 如某个零部件发生更改, 则在装配体中该零部件也将自动同步更新。本机构采用混合装配, 装配图与装配约束关系图如图1所示。

2 运动仿真与分析

2.1 机构特性设置

当机构运动处于加速状态时, 可以选择“加速”或“减速”。如果有时间限制, 则可以选用“加速”。当机构处于稳定状态时, 则需要“匀速”运动; 如果机构的运行速度比较快, 则需要选择“高速”运动。当机构出现问题或发生故障时, 会导致机构运行不稳定甚至停止运行, 此时就需要选择“停机”或“保护”。在UG中设置机芯副的关键在于将运动参数设置为最优状态。对于机构的运动参数来说, 除了有速度、加速度和转矩等基本特征外, 还可以有转角、偏角、方位角等特征。

在本文的运动副中主要应用的是旋转副和滑动副, 在摇杆曲柄L002和基座L001啮合处添加旋转副J001, 约束自由度值5个; 在摇杆曲柄L002和连杆L003啮合处添加旋转副J002, 约束自由度值5个; 给连杆L003和滑块L004啮合处添加旋转副J003, 约束自由度值5个; 给滑块L003添加滑动副J004, 约束自由度值5个, 此时组成机构的各零件之间的相对运动关系就会受到制约, 整个机构按照预设的方式进行运动, 具体各机构自由度为1。

表1 运动副类型及驱动

连杆名称	运动副类型	运动驱动
L001	旋转副	初速度90degrees/sec
L002	旋转副	无驱动
L003	旋转副	无驱动
L004	滑动副	无驱动

2.2 运动机构设置

对不同连杆赋值为不同的运动副（旋转副、滑动副和同轴副等），再通过赋予运动函数对不同时间、不同状态进行赋值操作, 这样可以对其质量、惯性矩、初始移动速度和初始转动速度进行定义。

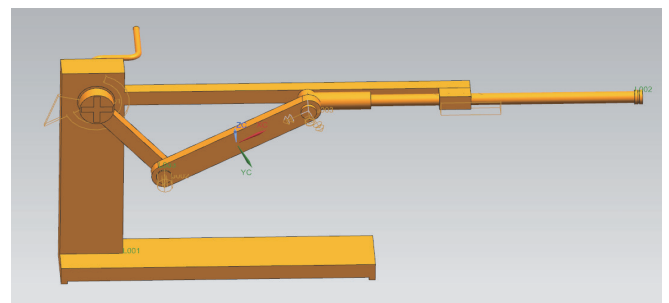
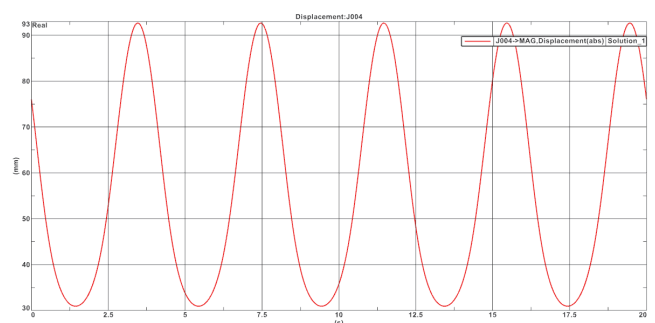


图2 运动仿真

2.3 仿真机构结果输出

在研究过程中, 用运动仿真来模拟出主模型的运动状态以及运动方式, 并且同时能够得出滑块在此运动过程中所产生的运动图表, 如图3所示, 运动滑块的所产生的总位移运动呈现出余弦规律, 且运动态势居于稳定状态。

图3 滑块运动位移变化曲线图



在设计和研究过程中, 借助UG软件中的高级运动仿真模块, 通过对于机构的高度的仿真还能够获得某些已知或者

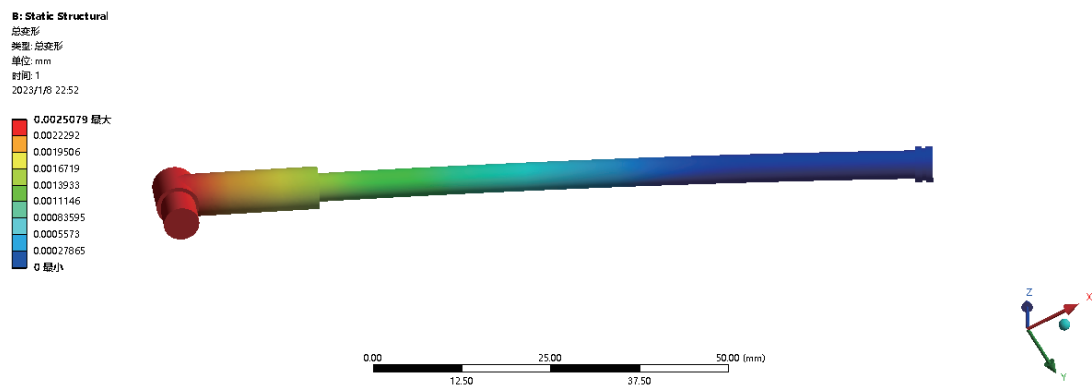


图4 滑块变形位移图

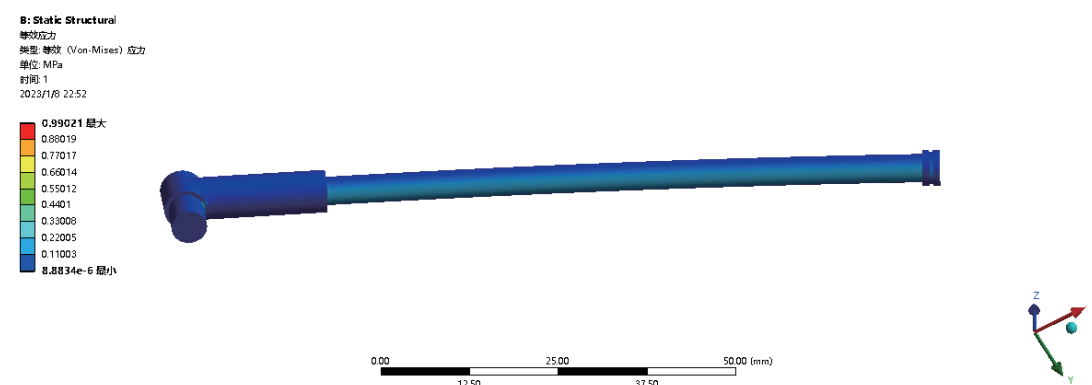


图5 滑块等效应力图

未知的机制的运动信息。通过对曲轴转速的更改以及对机构中相应零件的参数的更改,能够得出相应的修改设计后的结果,大大减少了机械设计所需要的时间。

通过对于研究机构速度的分析,便能够确定出机构中从动件的速度变化是否能够符合工作的需求以及是否能够达到所需要达到的标准,并依据这些获得需要的理论数据以及准确的曲线。

3 有限元分析

例如,利用有限元分析进行结构强度分析、结构静力学分析以及结构动力学分析;利用有限元分析进行有限元模型实验数据的拟合以及优化设计;通过有限元分析进行结构参数的敏感性评估、计算模态的频率和阻尼等,以及有限元数值仿真用于验证研究结果等。由于在科研和工程领域中得到了广泛应用,有限元在结构设计、工程建设过程中也起到了不可替代的作用。通过对不同类型工程问题(桥梁、船舶、车辆等)进行有限元模拟计算,并根据计算结果对实际结构的几何参数、材料参数进行修正,使实际建造的桥梁和船舶能够满足设计要求,从而减少设计工作量和修改设计时间。同时也能够为桥梁和船舶建造提供一定经济、合理且可行的建议和解决方案。

本文中所述的机构零件的材料属性包含质量密度、杨氏模量、屈服强度、比热容、和抗拉强度等参数。当材料赋值后,机构模型就会随之简化,再然后开始简化结构特征,那些不能够影响分析结果的结构特征,与此同时能够对零件进行对应的同步还原、网格和建模的划分。在有限元分析的最

后,则是定义结合载荷并进行有限元分析操作。通过研究解算分别求得滑块变形位移图、滑块等效应力图。如图4、5所示。(见图4、5)

4 总结

曲柄滑块机构是内燃机的重要组成部分,已广泛应用于各种机械系统中。本文利用商业软件建立了曲柄滑块机构的三维模型,并采用有限元法和运动学仿真进行了分析。对不同加载条件下机构的应力分布和变形进行了有限元分析。对该机构进行了运动学仿真分析,验证了有限元分析的准确性。有限元分析结果表明,最大von Mises应力发生在连杆-曲柄界面处,最大位移发生在连杆中部。运动仿真结果说明了机构的运动和各部件之间的相互作用。将有限元法与运动仿真相结合,可以全面了解曲柄滑块机构的运动特性,为该机构的设计和 optimization 提供有力的工具。

参考文献:

- [1] 孙慧,王峰.基于UG的发动机曲柄连杆机构三维建模及运动仿真[J].包头职业技术学院学报,2017,18(03):9-11.
- [2] 沈宁,杨灿,张弛.基于UG软件的曲轴与连杆的优化设计[J].智能制造,2016(01):55-60.
- [3] 张海伟,秦曼华,刘晓敏.基于UG的风力推料机运动仿真及连杆有限元分析[J].天津职业大学学报,2012(6):89-91.
- [4] 沈宁,杨灿,张弛.基于UG软件的曲轴与连杆的优化设计[J].智能制造,2016(01):55-60.
- [5] 张正祺.基于UG环境下高效连杆机构的设计研究[J].石河子科技,2020(04):18-19.