

## 包装机齿轮机构动力学分析

杜启祥, 储火, 张绍云

(浙江大学, 杭州 310027)

**摘要:** 通过对包装机齿轮机构中齿轮接触的有限元分析, 得出了齿轮接触应力的分布和最大应力, 对其中遇到的接触问题进行了探讨。实验验证了有限元模拟结果的准确性, 有助于研究齿轮的失效原因, 改进包装机齿轮的设计。

**关键词:** 齿轮; 有限元方法; ABAQUS; 接触应力

**中图分类号:** TB486+.03; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)15-0070-02

### Dynamic Analysis of Gear Mechanism in Packaging Machine

DU Qi-xiang, CHU Huo, ZHANG Shao-yun

(Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract:** Finite element analysis of gear contact in packaging machine was carried out. The contact stress distribution and maximum stress were obtained. The gears contact problems were discussed. The accuracy of finite element simulation results was verified with experiments. The purpose was to provide reference for failure analysis and improving design of the gears.

**Key words:** gear; FEA; ABAQUS; contact stress

设计机械传动机构常见的方法为作图法与解析法<sup>[1-2]</sup>, 此方法很难把握机械机构运行时的力学性能。机构的动力学性能<sup>[3-5]</sup>较为复杂, ABAQUS/Explicit 为分析机构的动态性能提供了较好的平台。

笔者以包装机中常见的齿轮机构为分析对象, 研究其动态性能, 为准确把握机构的动态性能提供方法, 并为计算包装机齿轮机构的疲劳寿命提供参考。

### 1 齿轮机构有限元建模

某包装机的齿轮机构由一对渐开线标准直齿圆柱齿轮组成, 大齿轮齿数为 56, 小齿轮齿数为 20, 模数为 4 mm, 压力角为 20°, 齿轮齿宽为 20 mm, 按标准中心距装配, 小齿轮转速为 3 rad/s 以带动大齿轮转动, 见图 1。齿轮的材料为钢, 弹性模量为 206 GPa, 泊松比为 0.3, 密度为 7 800 kg/m<sup>3</sup>。

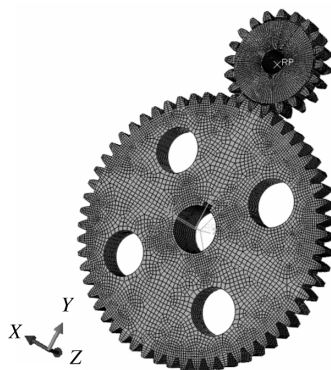


图 1 齿轮机构有限元模型

Fig. 1 Finite element model of the gear mechanism

### 2 齿轮机构动力学分析

使用显式分析模块 ABAQUS/Explicit 进行求解。传动过程中, 齿轮和齿轮轴、齿轮和齿轮之间都存在着接触关系, 其中齿轮轴和齿轮之间的接触关系

收稿日期: 2012-05-15

作者简介: 杜启祥(1989—), 男, 山东人, 浙江大学硕士生, 主攻机械力学。

用 tie 约束取代。此外,采用对重点接触区域齿根部分细化网格的方法,对齿轮进行网格划分,单元类型选择八节点六面体缩减积分单元 C3D8R,见图 2。

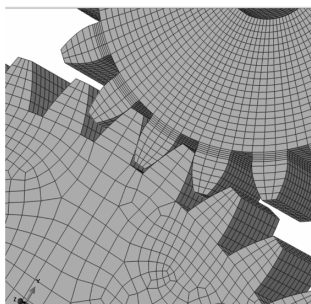


图 2 齿轮有限元模型接触区的网格细化

Fig. 2 Mesh refinement in gear finite element model of the contact area

接触力分量曲线见图 3。从图 3 可以看出,在整个

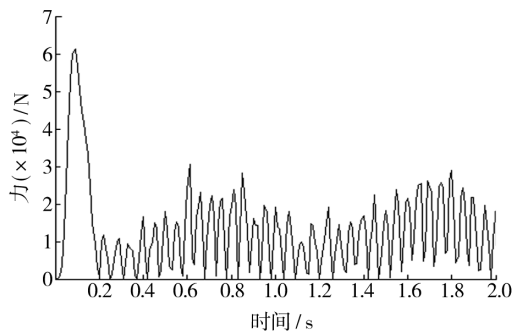


图 3 接触力分量 CFNM

Fig. 3 Contact force component CFNM

个啮合传动过程中,2 个接触表面直接的接触力在不断发生着变化,这也说明了齿轮-齿轮接触关系的复杂性。齿轮的旋转速度在 0.2 s 后保持恒定值 3 rad/s,系统的动能也基本保持恒定,这从图 4 的系统动能

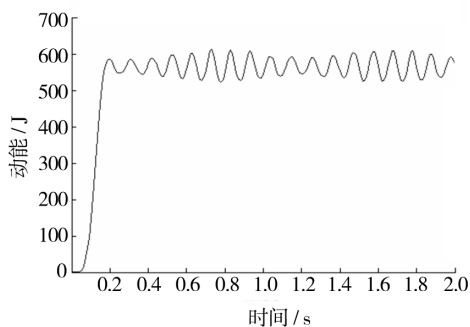


图 4 系统动能曲线

Fig. 4 Kinetic curves of the system

曲线上也得到了验证。这些都说明了该模型的正确性,模拟结果和实际情况大致相符。

### 3 结论

通过对包装机齿轮机构的接触有限元分析,验证了有限元模拟结果的准确性。为计算包装机齿轮传动机构的齿轮疲劳寿命打下了基础。

### 参考文献:

- [1] 高德,卢富德. 包装机中曲柄摇杆机构给定两对相应位移的解析法设计[J]. 包装工程, 2008, 29(10): 136—137.  
GAO De, LU Fu-de. Design of the Analytical Method for Given Two Related Angular Displacements of Crank-rocker Mechanism[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(10): 136—137.
- [2] 李军,高德,卢富德. 包装机中曲柄滑块机构给定两对相应位移的解析法设计[J]. 农机化研究, 2008, 34(7): 111—112.  
LI Jun, GAO De, LU Fu-de. The Design of the Analytical Method on Slider-crank Mechanism in Given the Two Related Displacements[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008, 34(7): 111—112.
- [3] 陈杰,梁爱锋,吴淑芳. 裹包机中的曲柄-摇杆机构优化设计[J]. 包装工程, 2012, 33(3): 75—76.  
CHEN Jie, LIANG Ai-feng, WU Shu-fang. Optimization Design of Crank-rocker Mechanism of Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3): 75—76.
- [4] 刘鹏辉,杜启祥,储火. 裹包机机构动力学分析[J]. 包装工程, 2012, 33(7): 99—100.  
LIU Peng-hui, DU Qi-xing, CHU Huo. Mechanical Analysis of Wrapping Machine[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(7): 99—100.
- [5] 曾晓慧. 考虑构件弹性的裹包机中凸轮机构动力学分析[J]. 包装工程, 2012, 33(11): 71—72.  
ZENG Xiao-hui. Dynamic Analysis on of Cam Mechanism in the Packaging Machine Considering the Elastic Effect of Component[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(11): 71—72.