

基于 ANSYS 的少齿数齿轮轴应力分析*

陈长秀, 党改慧

(陕西国防工业职业技术学院 汽车工程学院, 陕西 西安 710300)

摘要: 应用 Pro/E 软件建立了精确的少齿数齿轮传动的三维模型并完成了装配和运动仿真。借助 ANSYS 软件对少齿数齿轮传动小齿轮轴的应力进行了计算, 得到了最大等效应力、最大主应力、中间主应力、最小主应力、齿面抗压接触应力和齿面抗拉强度等, 研究计算结果为渐开线少齿数齿轮传动的设计计算、提高承载能力等奠定了一定的理论基础。

关键词: 少齿数齿轮; 三维建模; 小齿轮轴应力; ANSYS

中图分类号: TH123

文献标志码: A

文章编号: 1007-4414(2013)01-0021-02

Stress analysis of the fewer teeth gear shaft based on ANSYS

Chen Chang-xiu, Dang Gai-hui

(Shaanxi defense industry vocational and technical school, Xi'an Shaanxi 710300, China)

Abstract: The accurate three-dimensional model of small number of teeth of gear is established and motion simulation of the assembly is completed by Pro/E software. The strength of the pinion shaft of the gear is calculated by using ANSYS in the paper, maximum stress, the maximum principal stress, minimum principal stress, tooth surface compressive contact stress and tensile strength of the tooth surface are calculated. Results of research laid the theoretical foundation for the design and calculation of the fewer teeth gear and also improved the carrying capacity.

Key words: fewer teeth gear; 3D gear model; ANSYS; stress of gear meshing

1 引言

少齿数齿轮传动(小齿轮齿数 $z=2 \sim 10$) 作为渐开线齿轮传动的重要组成及延伸, 有着单级传动比大、结构紧凑、重量轻等优点。目前, 国外在摩托车发动机等产品中已有成熟的应用, 国内在助力车、电动自行车等领域也有应用的尝试^[1]。2009 年, 陕西理工学院的田静云, 张国海, 王保民首次提出了基于 Pro/E 的少齿数齿轮拟实造型与仿真研究^[2], 但关于少齿数齿轮啮合传动的应力计算的研究理论较少, 作者建立了少齿数齿轮传动的虚拟样机, 进行了运动仿真, 并采用 ANSYS 有限元分析方法对少齿数齿轮轴的应力进行了计算及分析。

2 建立实体模型及虚拟样机

作者采用 Pro/E 软件建立少齿数齿轮减速器的三维模型, 并转化为 ANSYS 可用的格式。即在 Pro/E 软件中先创建出齿轮模型, 然后把模型数据导入到有限元软件中, 较好的保证数据的完整性及一致性。

3 网格划分

少齿数齿轮啮合模型如图 1 所示。将三维几何模型导入 ANSYS 后, 直接对齿轮啮合实体进行网格划分。先选择单元形状, 再选择网格生成器, 设定单元边长后选择需划分的几何模型。具体操作如表 1

所列, 齿轮啮合采用扫掠划分生成的有限元模型如图 2 所示。

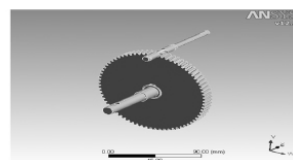


图 1 齿轮啮合计算模型

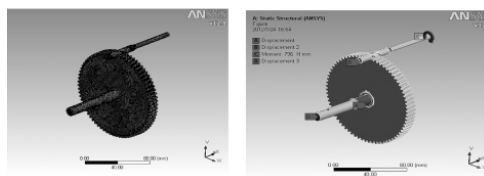


图 2 齿轮啮合网格划分结果 图 3 齿轮啮合载荷模型

4 设置边界条件及加载

边界条件是有限元分析中不可缺少的部分, 划分网格完成后, 就施加边界条件。在进行齿轮啮合整体应力分析时, 其工况主要有: 定义一个固定位移, 约束齿轮及轴的每个节点, 限制其每个节点的位移均为零。

齿轮载荷参数如表 2 所示, 载荷的位置大小及方向设置及齿轮啮合荷载如图 3 所示。

* 收稿日期: 2013-01-03

作者简介: 陈长秀(1981-), 女, 陕西镇安人, 讲师, 研究方向: 机械设计及理论。

表 1 齿轮啮合网格划分

对象名称	网格划分	形状检查	机械标准
默认值		程控	
物理定义	元素的中间节点	否	
关联	直边元素	重复次数	默认(4)
尺寸设置		尺寸减小	
使用高级尺寸功能	刚体类型	无	
关联中心	网格变形	公差	自定义
单元尺寸	默认	刷新重生	否
初始尺寸大小	主动装配	统计	
光滑度	中等	点数	1105463
过渡	快速		
跨度倒角中心	粗大		
最小变长	0. 169180 mm		
膨胀			
使用自动膨胀	否		
膨胀选项	光滑过度		
过度半径	0. 272		
最大层	5		
增长率	1. 2		
膨胀率算法	超前		
查看高级选项	无		

表 2 少齿数齿轮减速器载荷参数表

参 数	数 值
传递功率 P (W)	250
主动轮转速 n_1 (r/min)	3000
从动轮转速 n_2 (r/min)	83. 13
主动轴扭矩 T_1 (N · mm)	796
从动轴扭矩 T_2 (N · mm)	28656

材料属性直接施加到网格单元上。材料参数如表 3 所列。

表 3 齿轮材料参数表

牌号	弹性模量 E ($\sqrt{\text{N/mm}^2}$)	泊松比 (ν)	密度 ρ (kg/m^3)	屈服极限 (MPa)
20CrMnTi	2. 10E+05	0. 3	7850	325

5 定义材料属性进行分析求解

齿轮静态弯曲应力有限元计算属于线性静力结构分析,初始状态下模型的响应由线弹性模型确定,材料定义为各向同性,并通过输入弹性模量、剪切模量和泊松比三个物理特性,来完成材料属性的定义。

完成定义后,提交解算器进行运算分析,生产分析结果文件。选择求解线性结构问题的解算器,工况为静态。齿轮啮合整体应力计算结果如表 4 所列。计算结果评估: 齿轮啮合最小安全因子满足要求,最大综合位移满足要求。

表 4 小齿轮轴应力计算结果

类型	最大剪应力	等效应力	最大主应力	中间主应力	最小主应力
最小值	2. 913e-005	2. 248e-004	-1. 3795	-2. 8473	-10. 465
最大值	115. 22	9. 0985	10. 14	3. 3871	1. 4936

6 结 论

通过 Pro/E 对少齿数齿轮进行精确地参数化建模,导入 ANSYS 中进行网格划分、加载求解,得到齿轮啮合的最大等效应力、最大主应力、齿面接触应力等,对所设计的少齿数齿轮传动的强度进行了验证。齿轮啮合最小安全因子满足要求,最大综合位移满足要求,所设计的少齿数齿轮传动有一定的优化空间。根据计算结论,基于 ANSYS 的少齿数齿轮传动啮合

应力分析及强度计算对少齿数齿轮传动设计检验、优化设计有一定的理论意义。

参考文献:

[1] 王保民,张国海,李 鹏. 少齿数渐开线圆柱齿轮传动研究现状综述 [J]. 陕西理工学院学报, 2010,26(1): 1-4.
[2] 田静云,张国海,王保民. 基于 Pro/E 的少齿数齿轮拟实造型与仿真研究 [J]. 陕西理工学院学报,2009(9): 130-13.