

基于 Pro/E 及 Adams 圆柱齿轮减速器的 参数化建模及运动仿真*

陈志刚, 吴雪飞

(石河子大学 机电学院, 新疆 石河子 832003)

摘要: 介绍在 Pro/E 环境中利用 relations 关系式建立圆柱齿轮参数化实体模型的方法和步骤以及齿轮装配的方法, 并给出在 Adams 软件中进行运动仿真的操作过程和步骤, 以实现机构运动仿真。

关键词: Pro/E Adams 齿轮; 参数化建模; relation 运动仿真

中图分类号: TP391.9

文献标识码: B

文章编号: 1007-4414(2005)02-0105-02

运用 Pro/E 软件, 设计人员可以在真实齿轮传动装置建造前精确建立复杂减速器系统各零部件的三维实体图和机构装配图, 而后转化到专业的动力学仿真软件下, 添加复杂的力和约束, 最终形成系统的虚拟样机, 它把建立物理原型的需求降到了最小, 提高了创造性, 并有助于在更短的时间内提供更好的产品。

由于当前没有一款软件同时具有专业 CAD 建模和专业动力学仿真的功能, 而采用 Adams 软件能很好解决这类问题。Adams 软件是美国 MDI 公司开发的机械系统动力学仿真分析软件。目前国内这方面研究的 1 种常见组合是美国 PTC 公司的 Pro/E 和美国 MDI 公司的 Adams 对于 Pro/E 和 Adams 的传递, 用 MDI 公司提供的专用接口模块 Mechanism Pro 比较方便, 二者采用无缝连接的方式, 不需要退出 Pro/E 应用环境, 就可以将装配的总成根据其运动关系定义为机构系统, 进行系统的运动学仿真, 并进行干涉检查、确定运动锁止的位置, 计算运动副的作用力等等。

1 虚拟样机的建立

1.1 圆柱齿轮的参数化建模

参数化设计是指用参数来表示零件大小的尺寸和属性, 工程技术人员可以通过修改零件大小、形状和属性, 然后可得到各种不同规格的零件。通过参数化建模, 用户能单纯的输入齿轮设计的已知条件, 如齿数、压力角及模数和齿宽等, Pro/E 系统即可自动创建出齿轮的三维几何模型。这样会大大减少建模所需时间, 而且零件间可替换性极高。齿轮主要参数如表 1。

表 1 齿轮主要参数

齿轮名称	齿数	模数	压力角	齿顶高系数	顶隙系数	齿宽
largegear	50	2	20	1	0.25	25
highspeedgear	55	2	20	1	0.25	36

通过 Program > Edit Design 打开编辑器, 在 “Relation” 和 “End Relation” 之间添加如下关系式:

$$RAD_PITCH = 0.5 * TOOTH_NUMBER * MODULE$$

$$RAD_BASE = RAD_PITCH * COS(PRESSURE_ANGLE)$$

* 收稿日期: 2004-11-19

作者简介: 陈志刚 (1979-), 男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 研究方向为机构传动与计算机仿真。

$$CIRCULAR_PITCH = PI * MODULE$$

$$TOOTH_THICK_ON_PITCH = CIRCULAR_PITCH / 2$$

$$RAD_ADDENDUM = RAD_PITCH + 1 * MODULE$$

$$RAD_DEDENDUM = RAD_PITCH - 1.157 * MODULE$$

$$INV_PHI = TAN(PRESSURE_ANGLE) - PRESSURE_ANGLE * 2 * PI / 360$$

$$TOOTH_THICK_ON_BASE = 2 * RAD_BASE * (TOOTH_THICK_ON_PITCH / (2 * RAD_PITCH) + INV_PHI)$$

$$ANG_TOOTH_THICK = TOOTH_THICK_ON_BASE / RAD_BASE * 360 / (2 * PI)$$

$$ANG_TOOTH_SPACE = 360 / TOOTH_NUMBER - ANG_TOOTH_THICK$$

* * 渐开线齿形的参数方程:

$$TODEG = 180 / PI \quad ROLL_ANGLE = 0$$

$$SOLVE$$

$$ROLL_ANGLE * TODEG - ATAN(ROLL_ANGLE) =$$

$$TRAJPAR * ANG_TOOTH_THICK$$

$$FOR ROLL_ANGLE$$

$$SD\# = RAD_BASE * (1 + ROLL_ANGLE^2)^{0.5}$$

然后利用特征选项里的拉伸、旋转、混合扫描及阵列等操作命令, 最后生成的齿轮实体如下面齿轮装配图的 2 个齿轮。

1.2 减速器零部件的建立及装配

1.2.1 齿轮的装配

(1) 在 Largegear 齿轮的过齿宽中点平行端面的绘图平面上绘分度圆, 求分度圆与齿轮任一齿面的交点, 过交点作垂直齿面的轴 A5 作穿过轴 A5 同时穿过 Largegear 齿轮轴中心线 A1 的辅助面 DTM1 并命名为 H1 作穿过轴 A5 同时垂直基准面 H 的辅助面 DTM2 并命名为 V1 同理在 Highspeedgear 齿轮上作辅助面 H2 辅助面 V2

(2) 让 H1 与 H2 V1 与 V2 分别进行匹配性约束, 齿轮两端面进行对齐性约束把 2 齿轮装配起来。

(3) 齿轮的装配图如图 1 所示。

1.2.2 减速器总装图如图 2

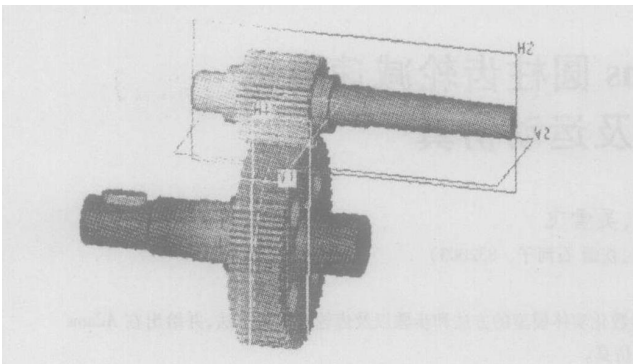


图 1 齿轮的装配图

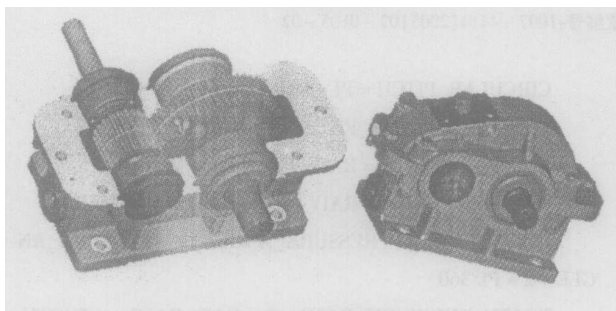


图 2 减速器总装图

2 减速器的运动仿真分析

2.1 传递模型及仿真

(1) Pro/E 中定义刚体和施加约束

选 Mech/pro → Set up mechanism → Rigid bodies → Create → Automatic 创建刚体。创建 Mark 点, Markers → Create → Name 点击 Name 输入 mark 点击 Parent RB 选低速齿轮, 点 Accept 点击 Location → Datum Points → 点选在 Largegear 和 Highspeedgear 的分度圆交点, 使 Axis 1 Orientation 的方向垂直 Highspeedgear 的 h2 面向上, 作为 Mark 点 Z 轴的方向。

(2) 机械系统模型从 Pro/E 传到 Adams 中

点选 Interface → Adams/view → Geometry quality → 输入 10 → Done/Return 系统自动启动 Adams/view 并把机械系统模型传入 Adams/view 中, 为了能使视图看清楚, 卸掉上盖, 如图 3

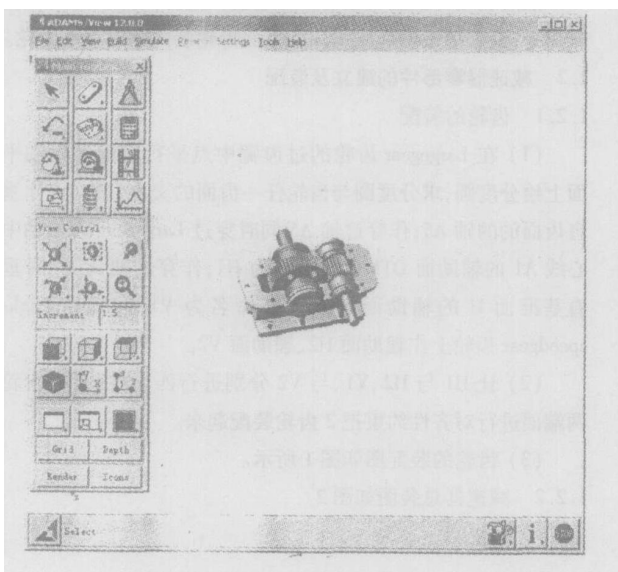


图 3 机械系统模型

① 创建约束副

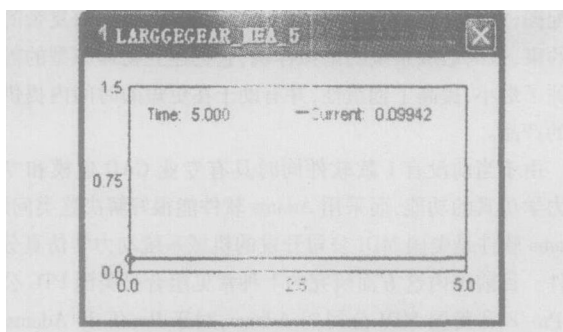
下箱体可以看作是大地, 创建固定副, 然后给高速轴和低速轴添加 Revolute Joint(旋转副), 并命名为 Joint1 和创建齿轮副, 在 Joint name 栏内点鼠标右键, 选 Pick 选取 Joint1, Joint2 在 Common Velocity mark 栏内选取 mark 点, 注意 mark 点的 Z 轴方向要与齿轮副啮合点的运动方向一致。

② 施加力矩和原动件

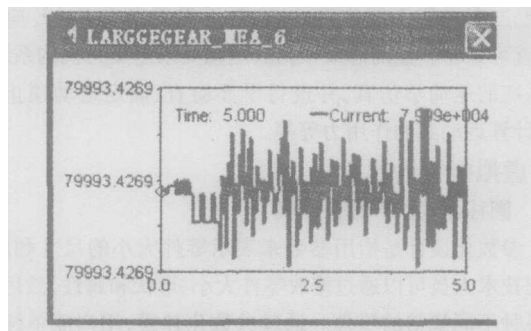
用鼠标左键选择力库中的力矩 (torque), 在 “Run - time Direction” 栏中选 Body Fixed 在 “Construction” 点选 “pick feature”, 然后勾选 torque 选项, 输入值。点选 Rotational Joint Motion 图标, 给 Highspeedgear 定义为原动件。

③ 运动仿真结果分析

点选 simulate → interactive control → start simulation 进行运动仿真。把鼠标放在 fan 点击右键 → part largegear → measure 出现以下曲线, 如下图 4



CM position 曲线图



Kinetic_energy 曲线图

图 4 运动仿真结果

3 结论

通过本文的实例, 我们可在 Pro/E 中建立更复杂虚拟样机, 利用 Pro/E 和 Adams 中的专用接口模块 Mechanism Pro 传递, 在 Adam 软件进行动力学仿真, 并分析其仿真结果及数据, 然后进行优化, 有助于在更短的时间内提供更好的产品。

参考文献:

- [1] 李 军. Adam 实例教程 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2002
- [2] 郑建荣. Adam 虚拟样机技术入门与提高 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [3] 林清安. Pro/E 零件设计高级篇 (上) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.

(下转第 109 页)

内行驶时,路面的随机激励使机架在 5、6测点处始终处于高峰值的应力状态下,容易产生疲劳破坏。

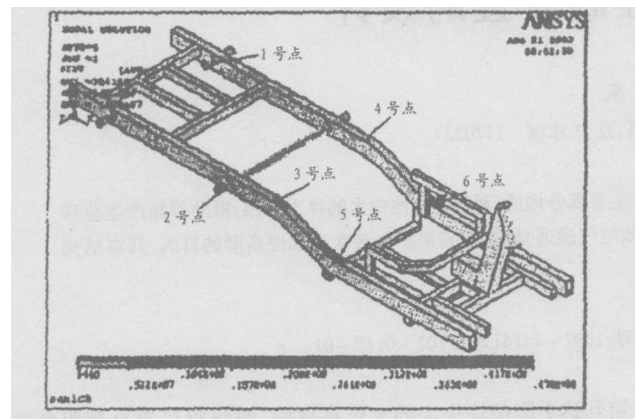


图 5 机架在路面位移功率谱密度的激励下应力响应分布图

表 3 机架各考察点随机振动应力响应

测点号	节点号	应力均方根值 (MPa)
1	6241	17.3
2	820	16.4
3	3283	19.7
4	1999	1.58
5	32	42.5
6	4387	47.0

4 结论

(1) 以板单元为基本单元的有限元模型,避免了以往用梁单元作为基本单元所带来的建模误差大,且不能反映横、纵梁接头区域应力分布的缺陷。

(2) 有限元模态分析的结果表明,该三轮农用运输车发动机激励频率在怠速激励频率(5Hz)和额定转速激励频率(18.3Hz),始终小于机架的第1阶固有频率,不会发生频率耦合,但第3阶刚性模态频率会与发动机的怠速激励频率发生耦合,容易使车身产生整体晃动。

(3) 随机振动分析表明,机架在侧梁与柴油机机架纵梁接头处产生应力集中,使此处始终处于高峰值的应力状态下,容易产生疲劳破坏,与实际出现的破坏情况相吻合。

参考文献:

- [1] 柴苍修,马力. 农用运输车机架有限元强度分析[J]. 拖拉机与农用运输车, 2002(1): 14-18.
- [2] 巢凯年. 用 ANSYS 软件计算客车骨架强度[J]. 四川工业学院学报, 2001, 23(3): 23-25
- [3] 金睿臣,宋健. 路面不平度的模拟与汽车非线性随机振动的研究[J]. 清华大学学报, 1999 39(8): 76-79.
- [4] 张景绘,王超. 工程随机振动理论[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1986.
- [5] 余志生. 汽车理论[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.
- [6] 刘涛,杨风鹏. 精通 ANSYS[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002

The analysis of random vibration for lan tuo 7Y-950 type three-wheel vehicle frame

Zhao Wuyun¹, Zhang Fengwei¹, Guo Weijun²

(1 Gansu Agriculture University; 2 Lanzhou Polytechnical College)

Abstract In this paper the FEA modal of the vehicle frame is established by taking shell unit as a basic unit. The analysis of random vibration is made by using ANSYS feas. The weak part is pointed out. The basis is also provided for three-wheel vehicle design and improvement.

Key words vehicle frame finite element analysis random vibration

(上接第 106页)

[4] 杜中华,薛德庆,赵迎红. Pro/E 和 Adams 传递过程中若干问题的讨论[J]. 机械与电子, 2003(2): 68-70

[5] 姜龙,孙海波,尚仕波. 二级齿轮减速器传动系统的参数化建模及机构仿真[J]. 中国制造业信息化, 2003(10): 98-100

Parametric design and dynamic simulation of a cylinder gear retarder based on Pro/E and Adams

Chen Zhi-gang Wu Xue-fei

(College of Mechanical and Electrical Engineering Shi He Zi University Shihezi 832003 China)

Abstract This paper introduces the method and steps of creating parametric solid model of transmission system of a cylinder gear retarder using RELATIONS in the Pro/E environment, and the method of gear assembling. It presents the operating procession and steps of dynamic simulation in the Adams environment, so as to simulate the motion of mechanism.

Key words Pro/E Adams gear parametric modeling relation dynamic simulation