文章编号: 1004- 2539(2011) 05- 0013- 03

基于 RADIOSS 的联轴器结构仿真研究

王东海　苏小平
(南京工业大学 机械与动力工程学院,　江苏 南京　210009)

摘要　有限元方法和软件在结构分析中占据了极其重要的位置。利用 HyperMesh 为前处理建立了以六面体单元为基础的有限元模型。重点考虑弹性体的建模,模拟联轴器系统的实际工况。使用 RADIOSS 求解器对螺钉和橡胶弹性体的应力、应变进行了有限元计算,评价了零件的强度、刚度等指标。

关键词　联轴器　弹性体　RADIOSS

Simulation Study of Coupling Structure based on RADIOSS

Wang Donghai　Su Xiaoping
(College of Mechanical and Power Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract　Analytical method and software technology of finite element plays a very important role in structural analysis. By using HyperMesh software as a pre- processing, the finite element model on basis of hexahedral is established. Focus on elastomer modeling, the actual working condition of coupling system is simulated. By using RADIOSS solver, the finite element calculation of stress and strain for screw and rubber elastomer is carried out. The strength, stiffness and other indicators of the parts are evaluated.

Key words　Coupling　Elastomer　RADIOSS

0　引言

随着科学技术的发展,各种机械产品在现代化生产中的应用不断扩大,机械设备和构件的种类不断增加,对其结构性能的要求也越来越高。如何提高机械装置的有效性及可靠性,保证机械产品零部件有较好的效能,具有十分重要的意义[1]。联轴器是用来联接不同机构中的两根轴(主动轴和从动轴)使之共同旋转以传递转矩的机械零件。本文中我们研究的 ES- 2 型联轴器是具有轴向、径向和角向补偿功能,具有结构简单、装卸方便、工作精度较高等优点。

ES- 2 型系发动机联轴器如图 1 所示,它的初始设计是碳纤维管的两端均布 6 个 M8 的螺钉,其主要失效形式是在较大的转矩作用下螺钉被压溃或剪断。为了减少或避免螺钉失效,在碳纤维管的两端采用 12 个 M8 的螺钉交叉均布的结构,利用有限元方法分析结构改进后螺钉的强度特性。

橡胶弹性体的主要作用是吸收发动机启动及转速不平稳时产生的震动,从而使机构运行较为平稳。影响橡胶弹性体吸收震动能力较大的因素就是它的刚度特性,在 0~ 800N•m 连续工况下分析橡胶弹性件的刚度变化。

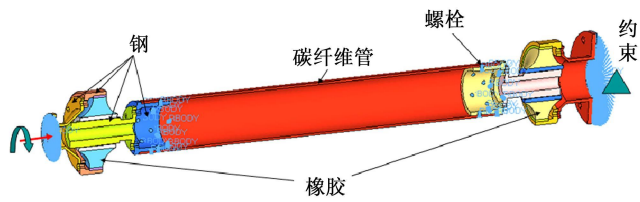

图 1　联轴器结构示意图

1　联轴器有限元模型的建立

联轴器的三维模型是运用 Pro/E 建立的,导入 HyperWorks10.0 软件的 HyperMesh 模块对 3D 模型简化后进行网格划分建立有限元模型,如图 2 所示。由于花键在工作中没有明显失效现象,所以将花键简化为圆柱面。螺纹取其中径大小以圆柱代替。

为了提高模型计算的精确性,采用了一阶六面体单元。该模型的弹性体总成外壳最小壁厚为 4mm,分为 4 层划分,因此最小网格边长 ≥1mm[2]。输入端和输出端法兰盘的刚性单元和螺钉预紧采用 RBODY 模拟[3],如图 3 所示。在发生接触的各个面都设置相应

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的接触单元。联轴器材料参数:钢结构件都选择 M1–ELAST 材料卡片,弹性模量 E= 210000MPa,泊松比 υ= 0.3,密度 ρ= 7.9×10^{-9}t/mm^3;碳纤维管弹性选择 M2–PLAS–JOHNS–ZERIL 材料卡片,弹性模量 E= 160000MPa,泊松比 υ= 0.28,密度 ρ= 1.6×10^{-9}t/mm^3,屈服应力 σ_0= 1300MPa,硬度参数 K= 1300MPa,硬度指数 n= 0.5;对橡胶弹性件,采用较为普遍的 Mooney–Rivlin 模型,选择 M42–OGDEN 材料卡片,密度 ρ= 6×10^{-9}t/mm^3,泊松比 υ= 0.495,对于不可压缩的 Mooney–Rivlin 模型的应变势能可由如下方程计算

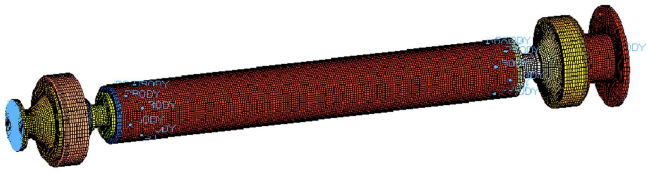

图 2 联轴器有限元模型

$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3)$$

式中,橡胶材料力学性能参数 C_{10}、C_{01};I_1 和 I_2 为应力张量的第一和第二不变量;μ_1 和 μ_2 为材料卡片参数,μ_1= 2×C_{10}= 0.586,μ_2= –2×C_{01}= –0.354,

2 螺钉强度分析工况和约束条件

在静力分析中,如果不关心集中载荷作用节点处的应力,根据圣维南原理,可以用等效集中载荷代替静力分布载荷添加在模型上,虽然这样对载荷附近的局部特性有影响,但是对整个结构的性能影响不大。

对建立的有限元模型施加边界约束和载荷信息,建立分析模型并进行有限元分析计算。发动机的功率输出端联接在联轴器输入端的法兰盘上,转矩经过橡胶弹性体、花键和碳纤维管支撑套后,作用在螺钉上,产生了螺钉载荷。该联轴器的主要失效形式是螺钉被压溃或剪断,碳纤维管的 24 个螺钉连接所受的剪切应力为重点考虑对象。为了简化计算可将碳纤维管的输入端,碳纤维管支撑套及 12 个螺钉分离出来单独建模,如图 3 所示。将碳纤维管端面的外圆节点和花键法兰盘的内圆面节点用刚性单元连接到各自的中心节点上,固定约束碳纤维管端的中心节点,在法兰盘上施加 0~800N·m 的转矩,以此将联轴器的动态问题转化为静力分析。建立完成有限元分析模型,提交 RADIOSS 进行强度分析[4]。

3 橡胶弹性体刚度分析

橡胶弹性体的刚度是影响联轴器吸振能力的主要因素。在不影响结果的情况下将联轴器输入端的橡胶弹性体总成及与发动机相连的法兰盘等分离出来,如图 4 所示。发动机接盘的外圆节点及螺孔节点和花键的内圆面节点连接到各自的中心节点上。将模型的连接盘中心节点约束固定,在花键的中心节点上施加 0~800N·m的转矩,提交 RADIOSS 进行计算。

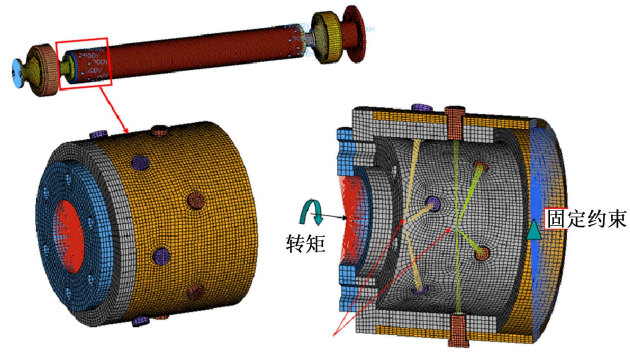

图 3 碳纤维管输入端的有限元模型

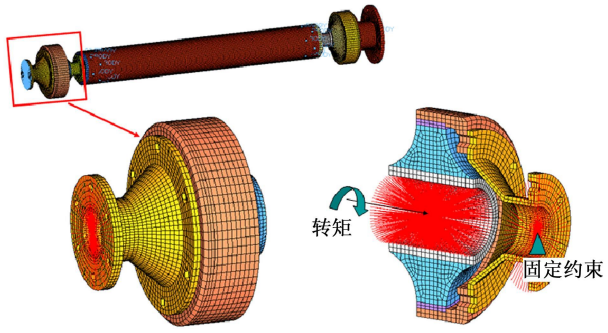

图 4 橡胶弹性体的有限元模型

4 结果分析

根据上面所建立的碳纤维管输入端的有限元模型,计算螺钉承受的 0~800N·m 载荷条件下的应力。模型求解完毕以后,查看螺钉的应力大小以及整个结构的变形和应力分布情况等。通过实际给定工况下的有限元分析,在考虑螺钉受力均匀分布情况下,强度评定如表 1 所示,第一主应力都小于许应剪切应力,评定通过。

表 1 强度评定(螺钉建模考虑受力均匀分布)

转矩/N·m	第一主应力/MPa	屈服强度/MPa	评定结果
T= 250	135.9	240	通过
T= 300	138.3	240	通过
T= 350	141.3	240	通过
T= 400	145	240	通过
T= 450	151.5	240	通过
T= 500	158.2	240	通过
T= 550	167.6	240	通过

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续　表

转矩/N·m	第一主应力/MPa	屈服强度/MPa	评定结果
$T=600$	177.8	240	通过
$T=650$	186.5	240	通过
$T=700$	194.1	240	通过
$T=750$	203.1	240	通过
$T=800$	213.7	240	通过

注: GB/T 2673—1986, 性能等级 4.6 的内六角花形沉头螺钉。

轮毂在 800N·m 的载荷作用下的单元应力分布如图 5 所示, 从螺钉应力云图中可以看出, 螺栓出现的最大主应力值为 213.7MPa, 小于螺栓材料的屈服极限 240MPa。

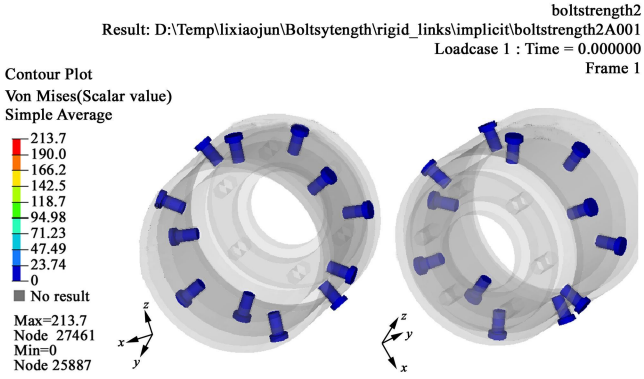

图 5　螺钉应力云图

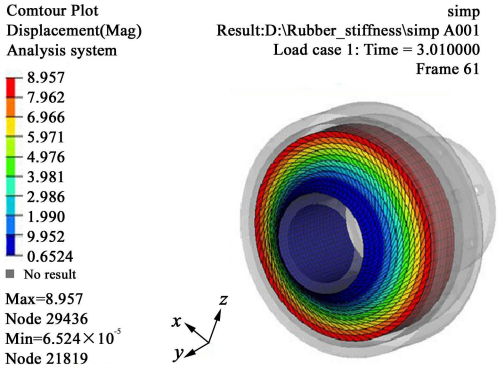

图 6　橡胶弹性体的最大变形云图

根据上面所建立的橡胶弹性体的有限元模型, 计算橡胶弹性体承受的 0~ 800N·m 载荷条件下的变形。模型求解完毕以后, 查看橡胶弹性体的最大变形和应力分布情况等。橡胶弹性体在 800N·m 的载荷作用下的变形云图如图 6 所示。

使用后处理软件 HyperGragh 生成橡胶弹性体的扭转刚度曲线, 如图 7 所示。由橡胶弹性体的扭转刚度曲线可知, 在 0~ 800N·m 载荷条件下橡胶弹性体的扭转刚度呈线性规律变化。以此表明, 橡胶弹性体在该载荷条件下不会失效。

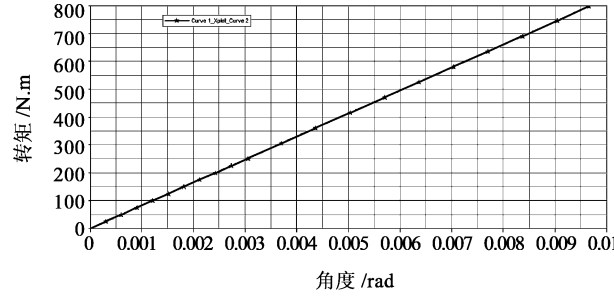

图 7　橡胶弹性体扭转刚度曲线

5　结论

基于有限元基本理论, 采用 HyperWorks 系列软件建立了联轴器的螺栓和橡胶弹性体有限元模型, 计算出联轴器螺栓的强度和橡胶弹性体的刚度等信息。结果表明: 该联轴器的螺钉需要选用 4.6 级才能满足强度要求, 橡胶弹性体的刚度特性满足刚度要求。

参　考　文　献

[1] 朱彤, 尹明德. 基于 ANSYS 的滚珠联轴器的有限元分析[J]. 机械制造与自动化, 2005(1): 31- 34.

[2] 李楚琳, 郑冬黎, 郑琪, 等. 基于 HyperWorks 的结构优化设计技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 90- 105.

[3] 张超. 施密特平行轴联轴器弹性动力学建模与分析[J]. 机械传动, 2010, 34(7): 68- 70.

[4] 陈广球, 张艳春, 田明泉. 某发电机前联轴器与轴连接结构的弹塑性应力分析[J]. 汽轮机技术, 2010(2): 95- 98.

收稿日期: 20101020
基金项目: 江苏省高技术研究重点实验室项目(BM2007201)
作者简介: 王东海(1981-), 男, 湖南永州人, 硕士研究生

(上接第 12 页)

参　考　文　献

[1] 唐粲, 贠超, 栾胜. 一种新型医疗机器人运动学及灵活性分析[J]. 北京航空航天大学学报, 2005, 31(7): 730- 734.

[2] 张立勋, 于凌涛, 赵继亮, 等. 基于微创外科手术机器人操作手的夹持灵活度研究[J]. 机器人, 2009, 31(3): 197- 203.

[3] 吴剑, 孙杏初. 机器人机构灵活度研究[J]. 北京航空航天大学学报, 1993(4): 98- 104.

[4] 刘巍, 张玉茹. 脑外科机器人灵活度分析与设计[J]. 机械设计与研究, 2006, 22(4): 39- 41.

[5] 邢宏光, 王利红, 张玉茹. 神经外科手术机器人灵活性分析[J]. 北京航空航天大学学报, 2004, 30(4): 312- 315.

收稿日期: 20110309
作者简介: 李辉(1982-), 女, 河南郑州人, 硕士研究生

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net