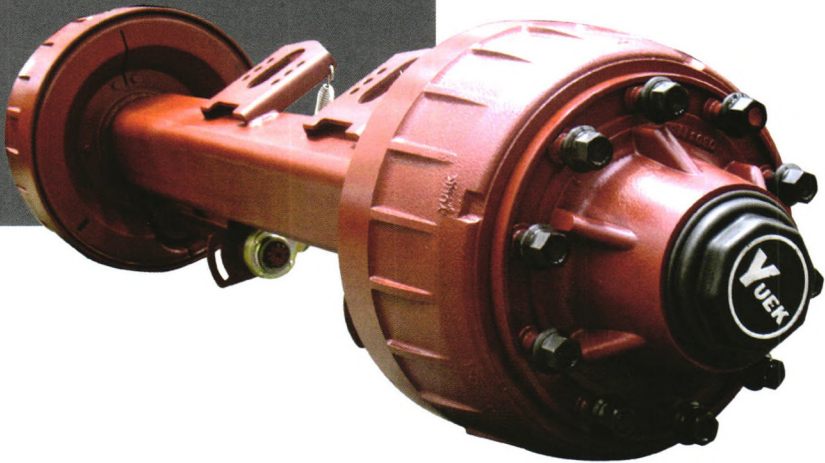


重型车桥总成传动柔性分析

□ 陕西汉德车桥有限公司/郑小艳

以某重型车桥总成为研究对象，针对减速器壳导向轴承座孔断裂问题，使用子结构法从MSC.Nastran中提取减速器壳的刚度矩阵和节点位置信息，在传动CAE分析软件中建立整桥仿真分析模型并进行柔性分析，即可以得到考虑减速器壳实际刚度的锥齿轮安全系数。将分析得到的数据作为边界条件导入减速器壳有限元模型中，为减速器壳的仿真分析提供了新的思路。



利用传动CAE分析软件中的结构柔性模块，工程设计人员可以在各种工况下精确地计算齿轮和轴承的错位量、受力和安全系数等参数，还可以借助有限元软件查看壳体的最大应力和变形量等信息。这种方法不仅解决了以往壳体有限元分析时，由于无法得到精确的轴承受力情况，导致边界条件不易确定的问题，而且可以得到考虑壳体实际刚度的齿轮安全系数，提高了分析结果的准确性，为壳体的仿真分析提供了新的思路。

为分析某重型车桥减速器壳导向轴承座孔处出现断裂现象（见图1）的原因，本文利用专业传动CAE分析软件与有限元软件MSC.Nastran，对整桥进行传动柔性分析并对减速器壳进行有限元分析。



图1 减速器壳导向轴承座孔断裂图

传动分析模型

传动CAE分析软件具有强大的参数化建模和智能设计功能，只需要输入参数或对相关参数进行修改便可完成建模，对模型施加正确的载荷，就能进行系统总体变形下的强度校核计算。

但是，传动CAE分析软件对于复杂的轴和壳体等模型的建立有一定的局限性，只能通过建立中心对称轴的方式代替复杂的几何模型，这样必然影响复杂几何模型的刚度和强度，进而影响最终结果的准确性。

运用传动CAE分析软件建立的车桥总成三维模型如图2所示。

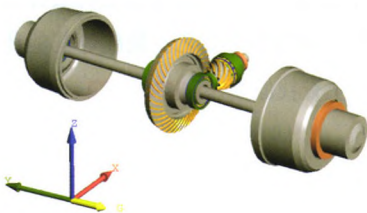


图2 传动分析三维模型

刚度矩阵的求解

1.有限元模型

由于减速器壳结构比较复杂，因而采用Pro/E软件创建减速器壳的三维实体模型。考虑到计算分析的需要，对实体作了必要的几何清理，例如去除小倒角、小圆角以及不影响结构的台阶和小圆孔等。

将经过几何清理后的减速器壳相关零件模型导入MSC.Nastran，建立轴承内圈模型，如图3所示。

采用四面体实体单元对减速器壳、轴承座、瓦盖和轴承外圈进行网格化分，螺栓连接处采用rbe2连接的方式处理，过盈配合处采用共

用节点的方式处理，减速器壳有限元模型如图4所示。

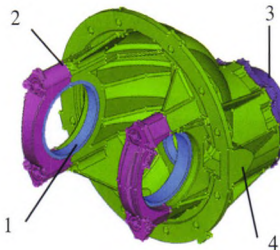


图3 减速器壳相关零件几何模型
1.轴衬外圈 2.瓦盖 3.轴承座 4.减速器壳



图4 减速器壳有限元模型
减速器壳材料QT450，屈服强度为310MPa，弹性模量为147 GPa，泊松比0.25，密度7 300 kg/m³。

2.提取刚度矩阵

本文运用子结构分析法求解减速器壳的刚度矩阵。所谓子结构技术就是将一组单元用矩阵凝聚为一个单元过程的技术，这个单元称为超单元。用一个节点的运动控制整个目标面的运动，称该节点为凝聚节点。

根据减速器壳传动分析模型，设定5个凝聚节点：主锥前、中、后轴承中点3个、瓦盖轴承中点2个。定义并固定这5个凝聚节点，运用子结构分析法提取减速器壳刚度矩阵和节点位置信息。

提取减速器壳刚度矩阵和节点位置信息的步骤如图5所示。

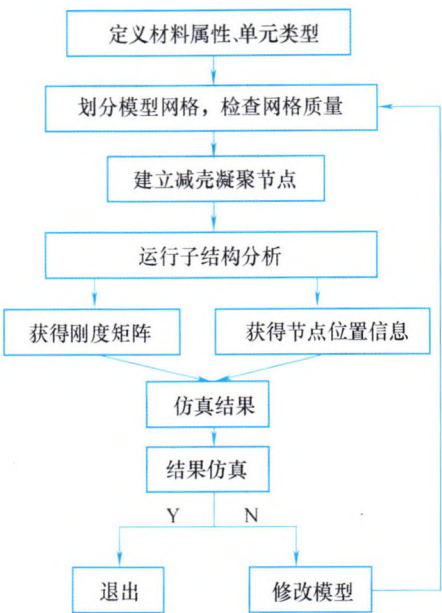


图5 提取减速器壳刚度矩阵和节点位置信息步骤

柔性模块传动分析

1.柔性模块传动分析模型

将减速器壳三维模型以及在MSC.Nastran中提取的刚度矩阵、节点位置信息导入传动分析模型中，并且建立相应的联结，得到的柔性模块传动分析三维模型如图6所示。

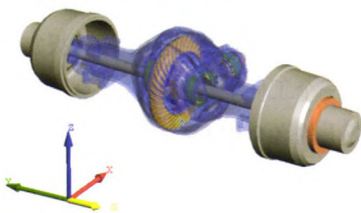


图6 柔性模块传动分析三维模型

2.传动CAE分析软件结果分析

额定输出扭矩工况下，在传动CAE分析软件中运行系统变形分析，分别得到不考虑和考虑减速器壳实际刚度两种情况下，主减速器锥齿轮的安全系数报告，见附表。

显然，从表中结果可以直观地看出：减速器壳实际刚度对计算结

主减速器锥齿轮安全系数				
	弯曲疲劳安全系数		接触疲劳安全系数	
	不考虑减速器壳	考虑减速器壳	不考虑减速器壳	考虑减速器壳
主动锥齿轮	1.42	1.15	1.38	1.02
被动锥齿轮	1.55	1.25	1.45	1.16

果的真实性有着直接的影响，考虑减速器壳的实际刚度之后，主减速器锥齿轮的安全系数降低。因此，运用传动分析柔性模块在实际分析过程中有着非常重要的作用。

减速器壳有限元分析

进入传动CAE分析软件的系统变形分析模块，采用最大输入转矩工况，得到车桥总成的系统变形分析结果，通过传动CAE分析软件计算出施加在减速器壳各凝聚节点上

受力情况，将其作为减速器壳的边界条件，导入MSC.Nastran中进行静力分析，就可以得到减速器壳导向轴承座孔处的应力分布云图，如图7所示。

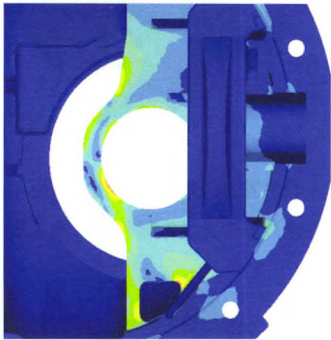


图7 减速器壳导向轴承座孔处米塞斯应力云图

将应力分析结果与失效图片对比可知：1、2断裂处、导向轴承座孔上最大应力3处的应力都小于屈服强度，应力水平处于安全范围内。

结语

本文通过传动CAE分析软件与MSC.Nastran的无缝联结，阐述了某重型车桥总成的传动柔性分析流程，既完成了对主减速器锥齿轮的强度校核，又实现了减速器壳的有限元分析，其意义主要体现在以下三个方面：

- (1) 清晰地看出减速器壳刚度对主减速器锥齿轮安全系数的影响程度。
- (2) 为减速器壳的有限元分析提供了准确的边界条件。
- (3) 针对减速器壳导向轴承座孔断裂问题，通过对减速器壳的有限元分析，可以排除结构设计因素，应从加工工艺、装配等其他环节上查找原因。 **AUTO1950**

(上接第49页)

并分别经过标定。新的冲压板来时，通过机器人示教出合适的抓取姿态，定义并存储该冲压板的零位置。同时视觉系统为该冲压板定义了一个工件坐标系，并计算出冲压板上的各个固有标记点在该坐标系下的坐标，即可计算出其相对于示教位置的偏差矢量，测量系统将数据发给PLC，PLC收到数据报后，分析数据报标志位。如果是错误结果，进行出错处理，如重新触发测量等；如果是正确结果，给机器人送出矫正矢量，机器人启动抓取动作。

实施效果

通过本次改造，有效地消除了

设备间的等待时间，使设备之间无缝配合（见图6、图7）。并减少了机器



图6 改造前实物



图7 改造后实物

人掉件、上件不到位情况的发生，大幅度降低了线体故障率，使A1线整线平均节拍由原来的4件/min，提升到现有的6件/min，经计算，该生产线2015年节约开支约176万元，后期产销量越大，其效果越显著。目前线体稳定运行，完全达到预期目标。

综上，该生产线平均一年节约开支约176.1万元。产销量越大，其效果越显著。

KUKA碳纤维延长臂是一个基于高性能组件的完整系统，质量轻、强度高。可快速、稳定的实现线性移动工件，具有投资少，改造周期短的特点，是一个很好的6轴机器人冲压线节拍提升方案。

AUTO1950