

文章编号: 1007- 2985(2009) 03- 0080- 03

重型载货车驱动桥壳有限元分析*

李万敏, 李延彬

(兰州工业高等专科学校交通工程系, 甘肃 兰州 730050)

摘 要: 采用有限元分析软件 ANSYS 对桥壳总成进行了建模、计算和分析, 通过误差估计等技术构建了计算精度较高的有限元模型, 为进一步降低桥壳故障率提供了理论参考。

关键词: 驱动桥; 有限元分析; 变形

中图分类号: TP391. 73

文献标识码: A

汽车驱动桥壳是汽车的主要传力件和承载件, 与从动桥壳共同支承车架及其上的各总成重量, 承受由车轮传来的路面反作用力和力矩^[1]。同时驱动桥壳又是主减速器、差速器及驱动车轮传动装置的外壳, 因而驱动桥壳应具有足够的强度和刚度, 以便于主减速器的拆装和调整。根据汽车设计理论, 为保证车桥工作的安全性和可靠性, 驱动桥壳设计时应满足应力和变形的要求, 局部应力集中不应导致桥壳的断裂或塑性变形。因此对驱动桥壳进行应力、应变分析, 对提高其工作可靠性具有非常重要的意义。但驱动桥壳形状复杂, 且汽车的行驶条件千变万化, 利用传统方法很难精确计算桥壳各处的应力及变形大小。^[2- 3]

笔者以某重型载货车驱动桥壳为研究对象, 针对生产中的实际情况, 考虑材料初始缺陷或裂纹的影响, 应用有限元理论对驱动桥壳的受力状态进行了分析, 建立了桥壳有限元分析模型, 对桥壳进行受力计算, 约束分析, 加载及后处理, 根据分析提出了改进措施。

1 驱动桥壳台架试验的模拟计算

1.1 垂直弯曲刚性试验模拟计算

根据 QC/T 533- 1999《汽车驱动桥台架试验方法》的规定, 在台架垂直弯曲刚性试验过程中, 要求记录满载轴荷和最大轴荷时各测点的位移量, 计算桥壳最大位移量与轮距之比, 要求满载轴荷时比值不超过 1.5 mm/m, 并画出满载轴荷和最大负荷下个测量点的位移量, 将其连成折线。

为了模拟驱动桥壳的台架试验, 根据台架试验的实际情况, 把受力点选在弹簧座上, 在板簧座上施加载荷, 根据驱动桥承受的载荷 F 计算出面载荷 P , 即

$$P = \frac{F}{2A},$$

其中: P 为弹簧座上的面载荷(单位: N/mm^2); F 为满载轴荷/最大载荷(单位: N); A 为弹簧座的面积(单位: mm^2)。

分析模型的支点选在车桥轮距的相应点, 由于在台架试验中, 支点的位置为部分面接触, 为了尽量接近实际, 通常对左端轮距的位置的若干个节点进行 x, y, z 方向自由度的约束, 右端轮距位置的若干个节点约束其 x, y, z 方向的自由度。

施加载荷和约束后, 即可进行有限元的分析计算, 根据计算结果, 将各测点的位移量画在平面坐标中,

* 收稿日期: 2009- 03- 10

作者简介: 李万敏(1984-), 男, 甘肃兰州人, 兰州工业高等专科学校交通工程系教师, 主要从事汽车底盘研究。

并连成折线,验证满载轴荷桥壳最大位移与轮距的比值是否小于 1.5 mm/m ,若满足条件说明驱动桥壳的垂直弯曲刚性满足要求,否则要修改桥壳结构参数。

1.2 垂直弯曲静强度试验模拟计算

在台架的垂直弯曲静强度试验过程中,要求加载到最大负荷后,继续加载至破坏,记录失效(断裂或严重塑性变形)载荷,验算失效后备系数,要求失效后备系数大于6。按照标准规定,驱动桥壳垂直弯曲失效后备系数定义为

$$K_n = \frac{P_n}{P}$$

其中: P_n 为驱动桥壳垂直弯曲失效载荷(单位: N); P 为满载轴荷(单位: N)。

在有限元分析计算中,驱动桥壳垂直弯曲失效载荷的确定可利用桥壳最大应力值达到材料的强度极限对应载荷代替,但要注意此处的最大应力值是指排除了支撑造成的应力集中因素之后的应力最大者。分别试用不同的载荷加载,根据有限元的计算结果,当最大应力值达到材料的强度极限时,对应的载荷即为 P_n ,然后验算失效后备系数是否大于6,若满足条件说明驱动桥壳的垂直弯曲静强度满足要求,否则要修改桥壳结构参数。

2 桥壳有限元模型的建立及其分析

有限元分析(FEA)是对物理现象(约束及载荷工况)的模拟,是真实情况的数值近似,其基本思想是“离散化”,通过划分单元,求解有限个数值来近似模拟真实环境的无限个未知量。常规有限元分析时,常将研究对象理想化,在进行桥壳有限元分析时需要做以下假设:(1)不考虑焊接处材料特性的变化;(2)桥壳结构的材料为均质材料且各向同性。

由于桥壳几何模型的复杂性,在不影响受力分析的前提下对其实体模型进行必要的简化,略去钢板弹簧紧固用U型螺栓对桥壳下半周的约束作用,除去受力小而引起截面突变的材料,用分布力代替轴承对桥壳的作用力。考虑到桥壳存在不规则曲面,先利用三维实体建模软件 Pro/E 进行实体建模,然后利用有限元分析软件 ANSYS 中数据输入接口读入实体模型。该模型计算时采用 SOLID95 单元,它是 SOLID45 (3维8节点)高阶单元形式,此单元能够容许不规则形状,并且不会降低精确性,特别适合边界为曲线的模型。同时,其偏移形状的兼容性好,SOLID95 有20个节点定义,每个节点有3个自由度,此单元在空间的方位任意,本单元具有塑性、蠕变、辐射膨胀、应力刚度、大变形以及大应变的能力,并且提供不同的输出项。因此该单元能够很好的描述桥壳的几何形状,计算位移及应力,且有很高的精度,对桥壳采用分块划分。

笔者所研究的驱动桥壳总成各部位分别为不同材质,桥壳本体和后盖材质为 16MnL,弹性模量 $E=205\ 000 \text{ MPa}$,泊松比 $\mu=0.27$;轴头材料为 40MnBH,弹性模量 $E=205\ 000 \text{ MPa}$,泊松比 $\mu=0.30$ 。

3 网格划分

网格划分主要包括3个步骤:选择单元,设定网格尺寸控制,执行网格划分命令。完成网格划分的驱动桥壳总成有限元模型如图1所示,网格尺寸控制为5,单元总数为34 4817个,节点个数为84 408个。

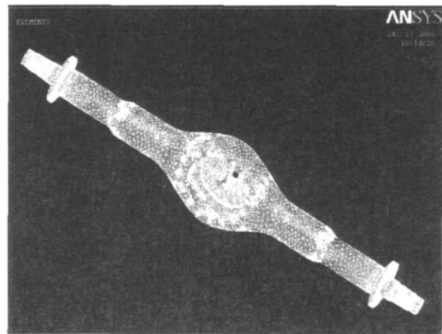


图1 桥壳总成有限元模型

4 加载与求解

该桥壳承载 13 t,轮距 2 072 mm,板簧距 1 030 mm。在轮距处施加约束,分别计算额定载荷和满载轴荷下(即2.5倍额定载荷)的结果。其静刚度计算结果如图2所示,刚度计算结果如图3所示,强度计算结果如图4所示。

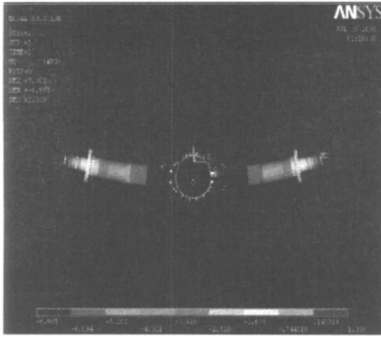


图2 额定载荷静刚度位移云图

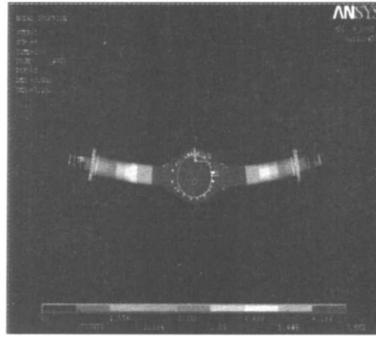


图3 冲击载荷静刚度位移云图

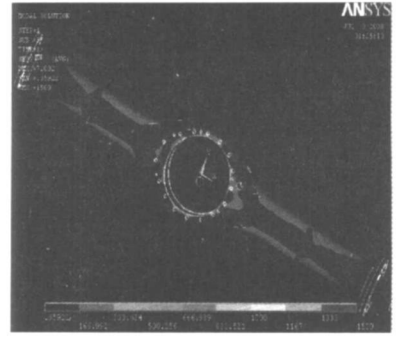


图4 冲击载荷下强度应力云图

5 结果分析

(1) 变形分析. 桥壳在动载荷作用下整体变形、轴向变形、垂向变形和纵向变形均与满载工况时相似. 动载荷最大位移为 7.002 mm, 静载荷最大位移为 2.046 mm, 符合 QC/T 534-1999《汽车驱动桥台架试验评价指标》中要求的每米轮距最大变形小于 1.5 mm.

(2) 应力分析. 在汽车侧翻的临界状况时, 轮毂轴承内侧位置存在最大应力, 其值为 500.256 MPa, 小于轮毂轴管材料的屈服强度 785 MPa. 在冲击载荷作用下桥壳最大应力发生在板簧座及方圆过度处, 其值为 333.624 MPa, 小于其材料屈服强度 345 MPa, 即桥壳强度符合要求.

6 结语

通过有限元模拟计算, 分析了汽车驱动桥壳在不同工况下对应的刚度和强度, 为其强度评价及疲劳寿命估算提供了所需数据, 也为汽车安全运行提供了必须的依据. 有限元方法的利用可降低设计开发成本, 缩短设计开发周期, 从而提高产品质量.

参考文献:

- [1] 刘惟信. 汽车车桥设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 338-374.
- [2] 陈精一, 蔡国忠. 电脑辅助工程分析——ANSYS 使用指南 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.
- [3] 杨朝会. 基于有限元方法的载货汽车驱动桥壳分析 [J]. 农业装备与车辆工程, 2006(10): 93-94.

Finite Element Analysis of Drive Axle Housing of the Heavy-Duty Truck

LI Wan-min, LI Yan-bin

(Department of Traffic Engineering, Lanzhou Polytechnical College, Lanzhou 730050, China)

Abstract: The finite element software ANSYS is used in modeling, calculation and analysis for the drive axle. By using the technical means of error estimation, a high precision finite element model is achieved, which can provide a reference to reduce troubles in the drive axle housing.

Key words: drive axle; finite element analysis; deformation

(责任编辑 陈炳权)