基于ABAQUS的轿车内球头拉杆铆合有限元分析

万向钱潮（桂林）汽车底盘部件有限公司　（广西　541004）　滕明权

轿车内球头拉杆是转向系统的关键安全件，传递转向动作，承受车轮转向冲击力，并随车轮摆动，球头拉杆的摆动角和拉脱力，关系到轿车的安全性。轿车内球头拉杆的摆动角和拉脱力要符合主机厂的设计要求，如何预知摆动角和拉脱力，成为产品开发过程中的迫切要求，因此，在内球头拉杆开发中引进了有限元分析软件ABAQUS，快速确认内球头拉杆的摆动角和拉脱力，缩短了开发时间。

1. 结构简图及铆合方法

轿车内球头拉杆结构如图1所示，由球头拉杆、球座、壳体组成，球头拉杆可绕球心转动及摆动，并承受轴向拉、压力，本文所分析的内球头拉杆拉脱力为≥50kN，摆动角为33°±2°。壳体内孔在铆合前是圆柱形，将球座、球头拉杆装入壳体内孔，然后用内腔为球面的铆合凹模进行铆合，将壳体口部缩小为半球形包住球座和球头拉杆的球头，使球头拉杆获得需要的摆动角、拉脱力等。其中球座材料为聚甲醛，起减磨和缓冲作用，对摆动角、拉脱力影响非常小，为简化分析模型，本文不对其进行分析。

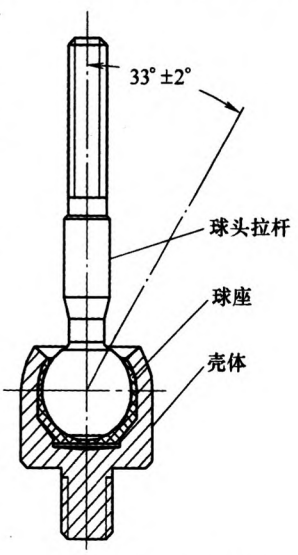


图1　内球头拉杆结构

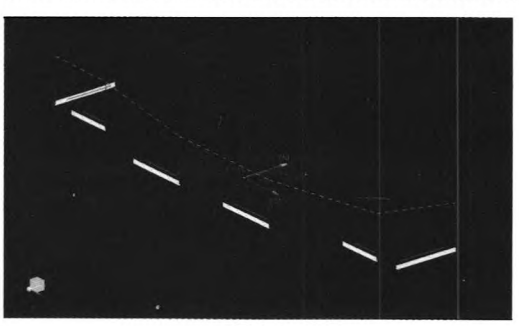
2. 建立分析模型

（1）建立部件　轿车内球头拉杆的结构、载荷是对称的，另外，球头拉杆经过调质处理，在做拉脱力试验时，其变形量很小，对拉脱力影响非常小，为提高计算效率，在ABAQUS中建立轴对称部件，球头拉杆只取一部分进行分析，铆合凹模和球头拉杆设为刚体，如图2所示。

（2）划分网格　对壳体截面进行分区后，采用种子为0.5的四边形结构网格，单元类型为STANDARD轴对称应力线性减缩积分CAX4R，网格模型如图3所示。

指定毛坯边界其设置区别是材料侧为右，其他设置与部件边界设置一样。刀轨设置栏中的切削参数对话框，策略选项卡下的切削，切削方向为混合，多刀路选项卡中的多重深度打上对勾，在深度余量偏置栏中输入加工的总深度，增量栏中输入每一刀的吃刀量。

之后打开非切削移动对话框，转移/快速选项卡，区域内转移类型选择直接。操作栏中单击生成按钮，刀路如图4所示。


图　4

轮廓3D本来是用在三维轮廓线框上的铣削方法，这次巧妙应用在二维轮廓往复下刀上。由此可见，UGNX8.0加工方法蕴含之深，需要读者细细品味，做到灵活运用。MW

（收稿日期：20130214）

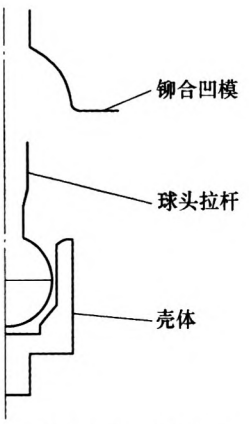


图2 内球头拉杆分析模型

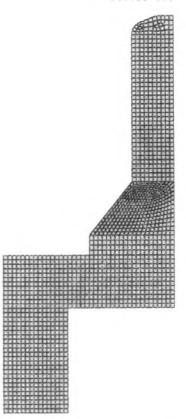


图3 壳体网格模型

（3）确定材料属性 内球头拉杆壳体铆合及拉脱力试验属于材料塑性变形，采用弹塑性材料属性，应用Mises屈服准则。壳体材料为20圆钢，通过冷挤压成形，因冷作硬化，成形后口部硬度约为200HBS，对应的抗拉强度为680MPa，杨氏模量取210 000MPa，泊松比取0.3。

（4）定义相互作用 按实际接触情况，铆合凹模、球头拉杆分别与壳体之间建立STANDARD表面与表面接触对，如图4所示。

（5）定义载荷及边界条件 按实际情况，在壳体底部施加固定约束，铆合凹模、球头拉杆分别施加对称约束，如图5所示。

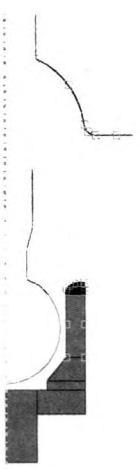


图4 相互作用



图5 载荷及边界条件

根据分析要求，本模型的分析流程如下：

第1分析步：铆合凹模下行铆合，直至铆合凹模球心超过球头拉杆球心0.5 mm，将壳体口部缩小为半球形。

第2分析步：铆合凹模上行，回到原位。

第3分析步：球头拉杆绕球心顺时针转动，直至碰到壳体，验证摆动角。

第4分析步：球头拉杆绕球心逆时针转动，回到原位。

第5分析步：球头拉杆上行，从壳体中拉出，验证拉脱力。

3. 计算结果分析

第1分析步结束时的应力云图如图6所示，壳体口部应力最大，并增厚了0.32mm。

第3分析步结束时的球头拉杆的摆动角如图7所示，最大摆动角为0.558 2rad（32°），符合要求。

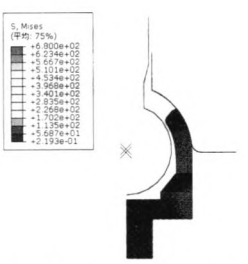


图6 第1分析步应力分布图

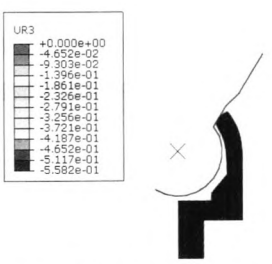


图7 第3分析步摆动角图

第5分析步结束时的球头拉杆的拉脱力曲线图见图8所示，最大拉脱力为60.9kN，符合要求。

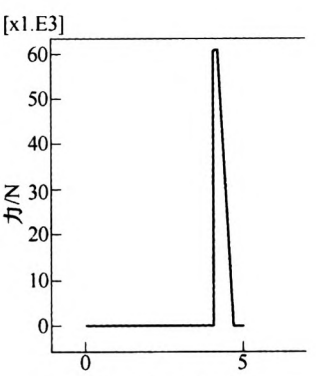


图8 第5分析步拉脱力图

本文所分析内球头拉杆，在实际生产中，摆动角为32°～34°，拉脱力为57～63kN，壳体口部局部增厚量为0.3～0.4mm，有限元分析结果与实际结果很接近。

4. 结语

通过有限元分析软件ABAQUS建立简化的分析模型，并进行分析，得出内球头拉杆的最大摆动角和拉脱力，为分析内球头拉杆铆合提供了一种新的思路。分析模型经过简化后，分析效率非常高，提高了工作效率。

本方法能在早期预知内球头拉杆的最大摆动角和拉脱力，方便快捷，缩短了开发时间，节约了开发成本。MW

（收稿日期：20130423）