

基于有限元分析汽车转向内拉杆摆角及装配限位块计算

■ 绍兴金江机械有限公司（浙江 312000） 谢卫亮 钟月标

摘要：本文应用有限元分析软件，对汽车转向内拉杆的摆角及装配限位块进行计算分析，并为汽车转向内拉杆壳体、球座及球销的设计、改进提供有利的参考和依据，从而保证汽车转向内拉杆的正常使用。

汽车转向内拉杆是汽车转向系统中的重要组成部分，在转向时起着传递转向驱动力的作用。它关系到汽车转向能否顺畅，一旦出现问题，则有可能引起诸如转向手感差、转向失灵及内拉杆断裂等严重问题。为防止此类问题的发生，在设计汽车转向内拉杆时必须保证其摆角及力矩满足客户要求。对这种问题，现在很多厂家都是通过多次试验来完成的，其初期投入相对较大，且费时、费资源；而我公司采用有限元分析软件，对汽车转向内拉杆的摆角及装配限位块进行计算分析，这样既能保证产品快速投入

市场，又能保证产品质量满足客户要求。现以某客车转向内拉杆为例，利用有限元分析软件分析出该转向内拉杆的摆角及装配时的装配限位块尺寸。

1. 有限元模型建立

该转向内拉杆由壳体、挡圈、球座及球销组成，其中，壳体和球销材料均为40Cr，球座材料为POM，挡圈材料为橡胶；另外，球销圆周摆角最小为 29° ，最大为 32° ，摆动力矩为 $1.5\sim 5\text{N}\cdot\text{m}$ ，其余参数如图1所示。

该转向内拉杆的装配是通过模具将球销包裹在球座及壳体的变形体内，基壳体和球座的原始

模型如图2、图3所示，装配后如图4所示。

在建模前先对该产品作如下规定：由于该产品各零件为轴对称零件，故在画模型时将其设置为轴对称的二维模型；在整个分析过程中主要考虑壳体、球座及球销，故在分析时省去挡圈模型；球销及压模在分析的过程中相对于球座及壳体来说基本不变形，故将球销和压模设为刚体，球座和壳体设为变形体。

2. 建立压模模型

根据上述规定，建立轴对称的压模模型，由于压模为刚体，在分析的过程中无法添加约束，

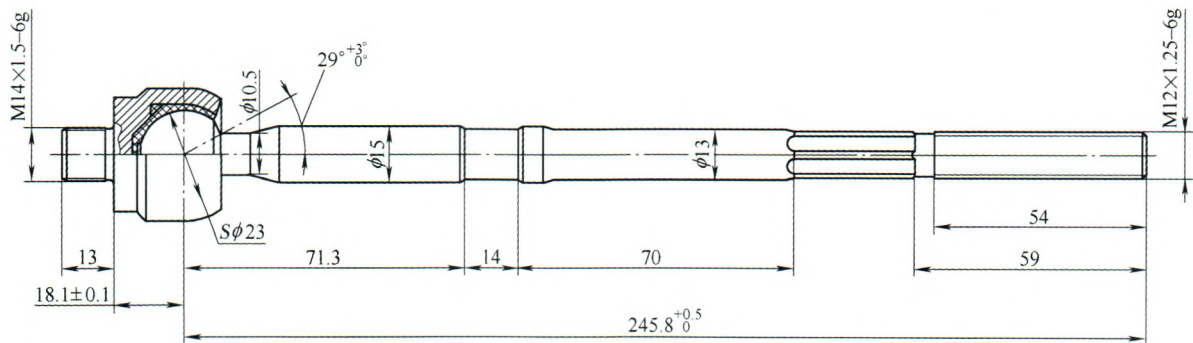


图1 转向内拉杆装配图

固需要为压模设定参考点，便于后需添加约束，如图5所示。

同压模的建立方法一样，建

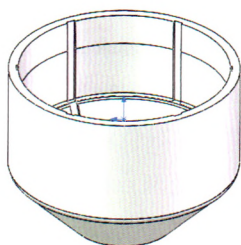


图2 球座模型

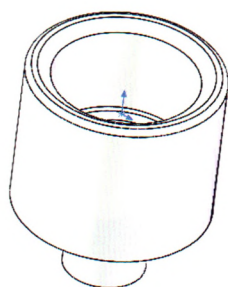


图3 壳体模型

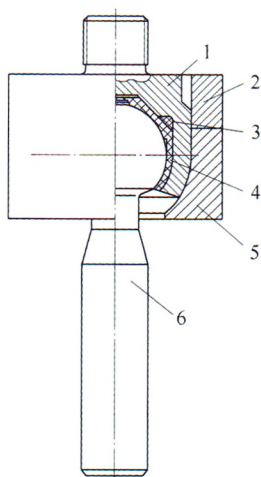


图4 转向内拉杆装配示意图

1. 壳体 2. 限位块 3. 挡圈 4. 球座
5. 压模 6. 球销

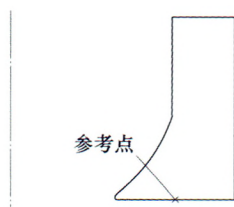


图5 压模模型

立球销模型并设定参考点（注此处参考点设在球销的球中心，方便后面为球销添加旋转约束），为便于计算，简化球销模型（见图6）。

根据上述规定，建立轴对称的球座模型（见图7），建立轴对称的壳体模型，并对需要网格细化的部位进行拆分（见图8）。

壳体材料为40Cr，其屈服强度785MPa，计算时取弹性模量 $E=211\text{GPa}$ ，泊松比 $\mu=0.277$ ，材料密度为 $7.87 \times 10^{-6}\text{kg/mm}^3$ 。球座材料为POM，其屈服强度60.6MPa，计算时取弹性模量



图6 球销模型

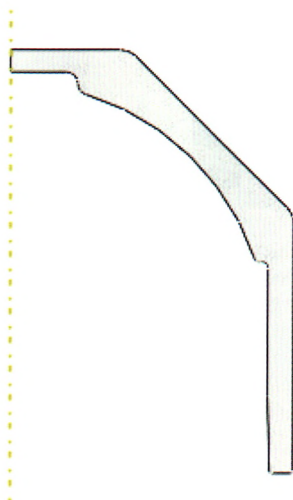


图7 球座模型

$E=2.6\text{GPa}$ ，泊松比 $\mu=0.386$ ，材料密度为 $1.39 \times 10^{-6}\text{kg/mm}^3$ 。根据上述内容在软件中定义材料，并分别指定给壳体和球座相应的材料属性。

根据实际装配情况将各零件的位置关系调整好，从上至下依次为，壳体、球座、球销及压模（见图9）。

根据实际装配情况建立三个分析步，第一个分析步是为了让模型之间的接触关系平稳的建立起来；第二个分析步是使壳体下压到指定位置；第三个分析步是为了验证球销的摆动角度是否合

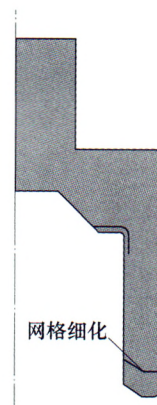


图8 壳体模型

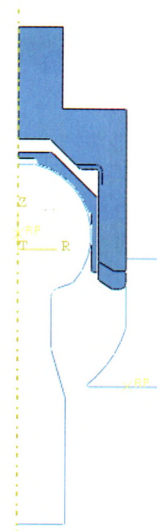


图9 装配总成模型

适(见图10)。

根据实际装配情况设置各零件之间的接触关系,依次为:壳体与球座之间的接触;球座与球销之间的接触;壳体与压模之间的接触。首先设置的边界条件为压模添加边界条件,使其完全约束,接着在第一个分析步中为壳体上端添加一个向下的位移0.5mm(使该模型中各零件的接触关系平稳的建立起来);然后在第二个分析步中为壳体上端添加一个向下的位移12.6mm;最后给球销的参考点设置一个旋转的约束,

使球销绕参考点旋转 29° 。

最后进行网格划分,线划分壳体,网格控制属性以四边形为主,采用中性轴算法,单元类型选用CAX4R。然后对球座进行网格划分,网格控制属性采用四边形,算法及单元类型相同(见图11、图12)。

3. 计算结果分析

所有参数设置完毕后提交作业分析,分析完成后进行可视化模块,其结果如图13、图14所示。可见,按目前给定的

位移下压,其球座、壳体在压模的作用下变形效果好,内部球座未挤出;按目前给定的旋转角度 29° ,其球销与壳体刚好接触,满足客户要求。从分析结果中还可以测量出球座与壳体变形后所需要的限位块的厚度(见图15),测量两点距离为31mm,而压模的厚度为20mm,所以装配时的限位块为11mm。经实际验证后,用该11mm厚的装配限位块压装出来的转向内拉杆摆角为 29° ,并且其力矩为 $4\text{N}\cdot\text{m}$ 。



图10 分析步

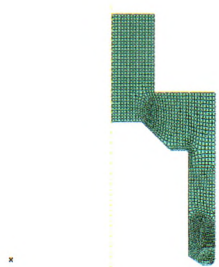


图11 壳体网格划分



图12 球座网格划分

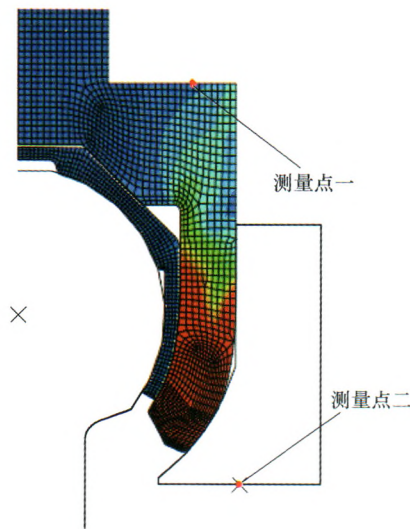


图15 分析结果



图13 分析结果

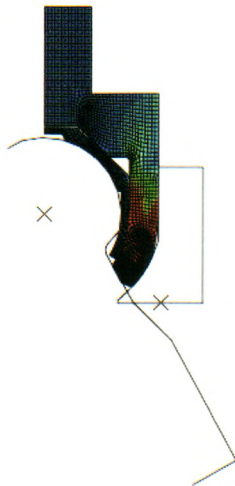


图14 分析结果

参考文献:

- [1] 石亦平, 周玉蓉. ABAQUS有限元分析实例详解 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 庄茁. ABAQUS非线性有限元分析与实例 [M]. 北京: 科学出版社, 1900.
- [3] 石德珂, 金志浩. 材料力学性能 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1998.

MW (收稿日期: 20170129)