

利用有限元技术优化支架设计并应用

关炳奇

诸城市义和车桥有限公司 山东诸城 262200

摘要：利用有限元技术对支架进行受力分析，找到问题的根源，通过优化支架设计并制定相应的工艺方案，解决了生产中遇到的问题。

关键词：有限元；后桥总成；支架；变形

1 序言

某汽车厂研发的一款纯电动微型轿车，后桥为拖曳臂式半独立悬架，在样车路试阶段，汽车制动时后轮存在异响、抖动等问题，急需解决。

2 原因分析

汽车厂开发的后桥总成如图1所示。经认真检查分析，在排除了轮毂、制动盘及钳体总成的原因后，我们认为制动时产生异响、抖动，可能有两个原因：一是钳体总成安装支架（见图2，以下简称支架）的刚度不够，制动时支架变形；二是支架的两耳面不在同一平面上，平行度超差。这些原因造成钳体总成安装后，制动块与制动盘不平行，从而导致制动时出现抖动、异响。支架的平行度经过测量为0.25mm，确实超差比较严重。针对支架的刚度变形量，我们采用有限元技术分析刚性变形量的大小。

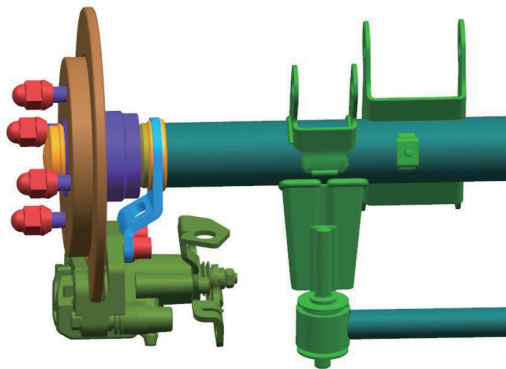


图1 后桥总成



图2 安装支架

3 有限元CAE分析

支架由6.5mm厚的Q235钢板弯曲而成，属于悬臂梁结构。首先利用有限元CAE技术对支架进行受力分析，支架用材料属性见表1。

表1 支架用材料属性

密度/ (kg/m ³)	泊松比	杨氏模量/ Pa	抗拉强度/ MPa	屈服强度/ MPa
7.8×10^3	0.28	2.01×10^{11}	400	235

有限元CAE分析的主要步骤为：①对支架数模指派材料为Q235。②划分网格，本零件划分网格类型为CTETRA(10)，单元大小为2.5mm，如图3所示。③添加边界条件，约束及载荷。④利用Nastran求解器进行计算，查看位移大小，最大变形位移量为0.1069mm，支架的弹性变形量严重超差，如图4所示。

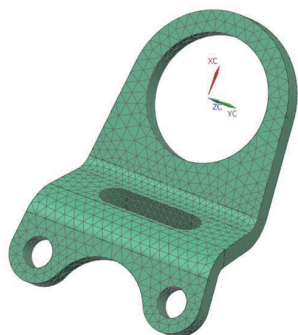


图3 划分网格

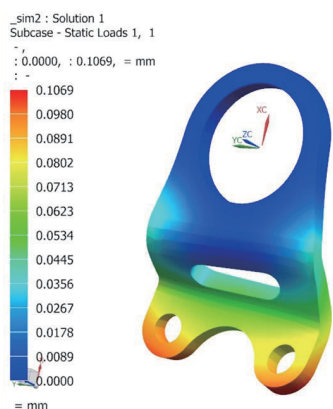


图4 位移量计算结果

4 产品优化设计

为了解决支架弹性变形较大的问题，必须增加支架的刚度，刚开始提出的方法是在支架两边各焊接一个加强板，如图5所示。经有限元受力分析，刚度变形最大位移量为0.0856mm，效果并不明显，问题没有得到有效解决，此方法行不通。

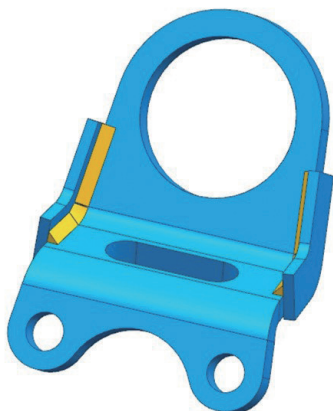


图5 焊接加强板示意

根据以上探索及分析，要想解决根本问题，必须重新设计支架来满足要求。第一，重新设计支架

外形，结合后桥总成的空间要求，给支架的外轮廓加上翻边，增加其整体刚度。第二，增加材料的厚度，但厚度不能无限制增加，要考虑到产品要求、工艺要求以及成本等因素。经过综合考虑，将支架的材料厚度增加到8mm。通过增加厚度及在安装钳体总成的两耳面以外增加翻边，完成对支架的优化设计。优化后的支架如图6所示，根据相应边界条件进行有限元分析，新支架刚度变形最大位移量为0.0179mm，支架的刚度有了很大提高，完全满足系统设计要求，位移量计算结果如图7所示。



图6 优化后的支架

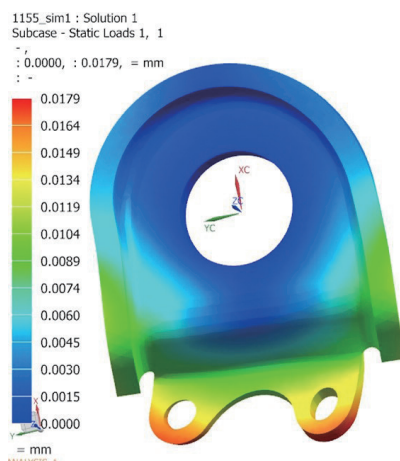


图7 新支架位移量计算结果

5 工艺分析

后桥总成实物如图8所示。优化后支架的成形工艺相较于老支架更复杂一些。新支架材料仍为Q235，材料厚度为8mm，属于中厚板成形，外形为半腰形，带翻边及台阶。工件成形时存在较大的成形侧向力作用，会造成材料跑料，且两耳面几何公差要求严格，成形有一定难度。

通过对零件进行仔细分析,为了解决上述工艺问题,采用以下措施:①两耳为钳体总成的安装面,要求在同一平面内,平行度与平面度综合公差为0.05mm,要通过模具上下模整形,使两耳处材料变薄,以保证两耳的平行度及平面度。②为了抵消零件成形时的侧向力,从根源上消除材料跑料,需要在半圆中心处冲一预孔。预孔的选择非常重要,

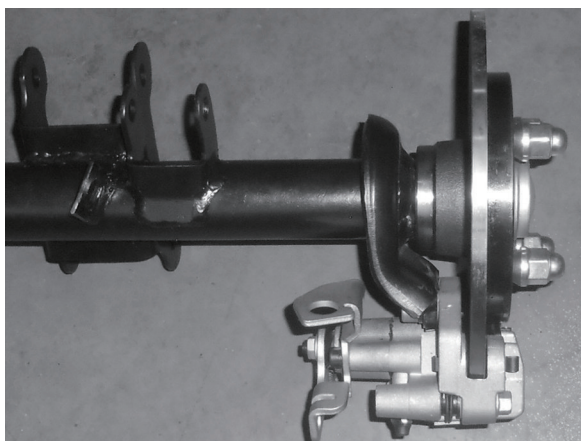


图8 后桥总成实物

预孔太大,则工件的壁厚变小,由于成形时侧向力的作用,孔将变形;预孔太小,则承受不住侧向力,会将定位销拉断。根据理论计算,选取 $\phi 20\text{mm}$ 定位销。结合本厂设备情况,最终确定支架的工艺方案为:剪条料→落料、冲预孔复合模→翻边成形→冲孔,共4道工序。

6 结束语

虽然新支架的生产成本比老支架有所增加,但产品质量明显提高,考虑用户及三包要求,实际成本降低。现在,该后桥产品已经批量供货。3年的生产实践表明,支架的改进非常合理,制动异响及抖动故障基本消除,零件质量稳定可靠,取得了良好的经济效益,为今后类似产品的设计及工艺分析提供了思路和借鉴。

参考文献:

- [1] 龚红英. 板料成形性能及CAE分析 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.

MW 20210102

(上接第83页)

变形量减小约50%,证明了改进方向是正确的。

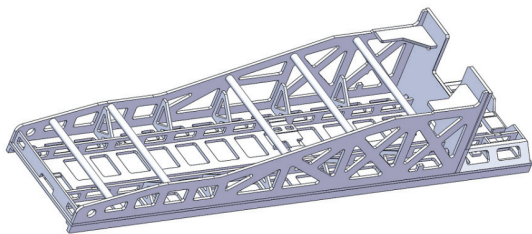


图8 优化后的模型

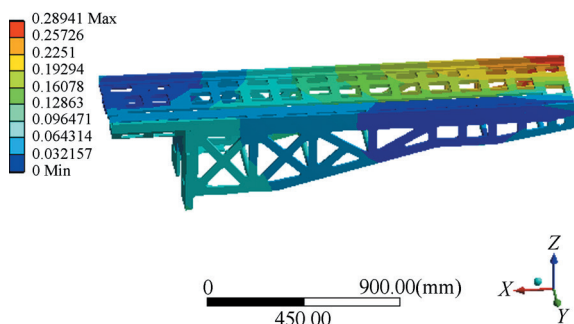


图9 增加连杆后对角起吊变形云图

5 结束语

对类似半封闭镂空结构件,其稳定承载满足使用要求,但吊装刚度不足。因此,在加工运输及装配过程中,需要严格控制起吊方式,避免结构件因承受过大扭曲载荷而产生变形。对结构进行设计改进,提高封闭性,可以提高整体刚度及吊装刚度。

项目支持:科技部十三五国家重点研发计划“多模式引导立体定向与旋转调强一体化放射治疗系统”(2016YFC0105200)

参考文献:

- [1] 王勇奎,殷帅兵,王哲,等. 基于ANSYS Workbench的预制舱最优起吊位置研究[J]. 科技展望, 2018 (19): 32-34.

MW 20210116