

基于ANSYS Workbench的汽车前纵梁轻量化研究

□ 知豆电动汽车有限公司 / 房领生

通过对6111系列铝合金的特性进行分析,同时利用ANSYS Workbench对材质分别为钢和铝合金的汽车前纵梁进行有限元分析,得出铝合金在车身制造方面的优越性,同时也指出了铝合金存在不足之处,为车身轻量化研究提供了可靠的依据。

对于传统汽车来说,整備质量每减少10%,油耗可以降低6%~8%。对于纯电动汽车来说,节省的将是动力电池的电量,所以汽车轻量化已经成为节省能源的有效途径之一。目前,能够有效地实现汽车轻量化的方法有两种:一是合理地设计车身及其零部件结构;二是采用密度较小的新型材料替代传统的钢材(比如:铝合金、镁合金及复合材料等)。其中,铝合金材料已经成为汽车轻量化设计应用最为广泛的新型材料。

铝合金材料不仅具有较高的比强度(强度/密度)和回收利用率,而且吸收外界冲击的能力是钢材的2倍。同时铝合金在初始状态和退火状态是易塑的,且能够在自然时效中获得很高的硬度,尤其是6111系列铝合金在欧美和美国被广泛地应用于制造车身衬板。

ANSYS Workbench是一款适

用于各行各业的有限元分析软件。在汽车制造领域,它能够实现对汽车各个零部件的模拟分析且操作方便、求解速度快,能够减少由于模型导入失效或丢失而带来的错误。本文对6111系列铝合金的特点及力学性能进行分析,同时利用ANSYS Workbench对材料分别为钢材和铝合金的汽车前纵梁进行仿真模拟,得到两种材料的汽车前纵梁的位移云图,通过对位移云图的分析,说明了铝合金在汽车轻量化设计中的优越性。

6111系列铝合金特性分析

6111系列铝合金在汽车领域的应用较为广泛,这里选择6111-T4PD型铝合金作为研究对象,其有效应力应变曲线如图1所示。6111-T4PD型铝合金屈强比相对较低,但是其均匀延伸率和断裂延伸率较高,即6111-T4PD型铝合金具

有很好的成形性。其屈服强度接近150MPa,达到普通碳钢的强度水平。

汽车前纵梁有限元分析

ANSYS Workbench本身虽具有实体建模的功能,但相对于其他专业三维建模软件,步骤比较繁琐,尤其是模型比较复杂时,耗时较长。所以这里先在第三方建模软件中建立好实体模型,然后导入到ANSYS Workbench中进行模拟分析。

纵梁模型导入后如图2所示。当防撞梁受到外力作用时通过防撞梁传递到左右前纵梁,因为是从前往后传递的,所以这里假设左右纵梁后端固定。防撞梁的曲面面积约为 0.094m^2 ,这里假设施加在防撞梁上的力为1500N,即0.16MPa的均布载荷。为了求解的方便,这里假设各零部件之间的焊接或螺栓形

式、各接触面之间的接触形式均为 Bonded。约束和载荷设置完毕后对模型进行分析，分析得到的模型位移云图如图3和图4所示。

因外力直接施加在防撞梁且防撞梁中间无支撑结构，所以防撞梁中部的形变量最大。其中材料为钢材的防撞梁中间位置形变量达到2.92mm，材料为铝合金的防撞梁中间位置形变量达到4.03mm。

分析左右前纵梁可知：

(1) 材质为钢的左右前纵梁最大形变量为0.83mm，变形主要集中在左右前纵梁的前部，变形位置比较集中。

(2) 材质为6111-T4PD型铝合金的左右前纵梁最大形变量为1.03mm，变形主要集中在左右前纵梁的中前部，变形分散且相对比较均匀。

变形是由外力作用引起的，物体在变形的过程中将受到的外力进行吸收化解。对于两种金属材料制造的结构相同的零部件来说，在受力相同情况下，形变量越大，对外力的吸收能力越好。所以上述分析结果说明了采用铝合金作为防撞梁及左右前纵梁的材料，不仅可以减轻车身的质量，而且缓冲外界作用力的效果也明显优于钢材。

结语

由铝合金本身的性能和有限元分析结果可以得到如下结论：

- (1) 铝合金的延伸性好、易成形、强度接近普通碳钢，能够替代钢应用到车身上。
- (2) 铝合金性能优良，正逐步地成为汽车轻量化设计选用的材料。

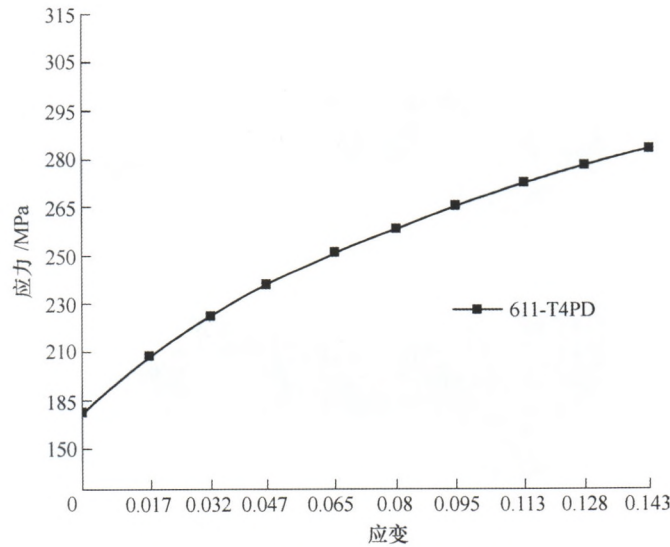


图1 6111-T4PD型铝合金的有效应力应变曲线

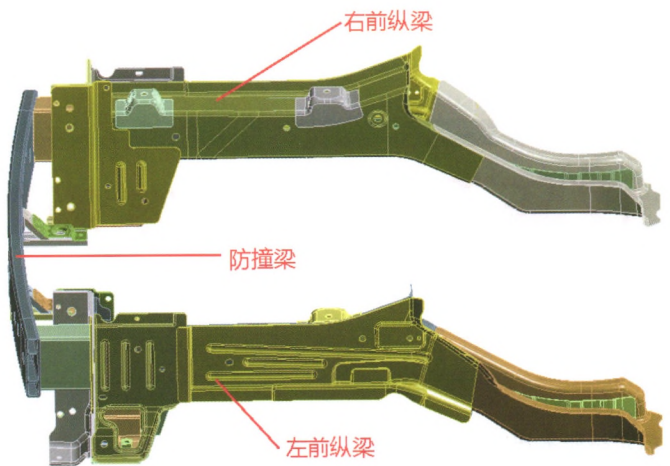


图2 左右前纵梁及防撞梁模型

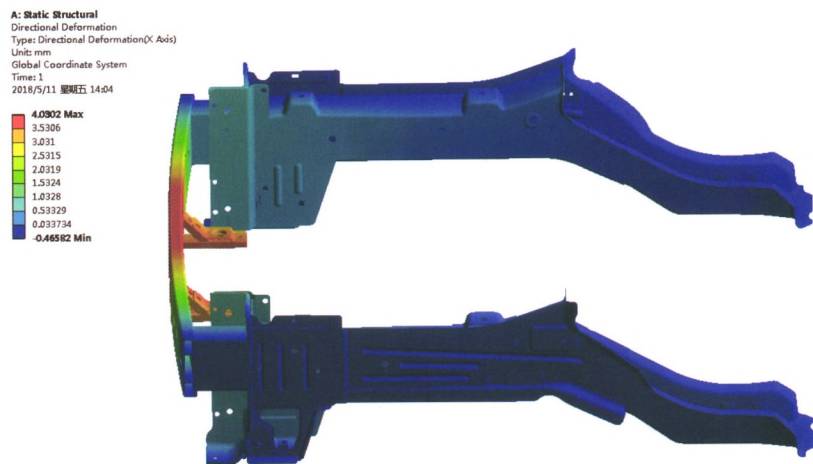


图3 铁质汽车前纵梁位移云图

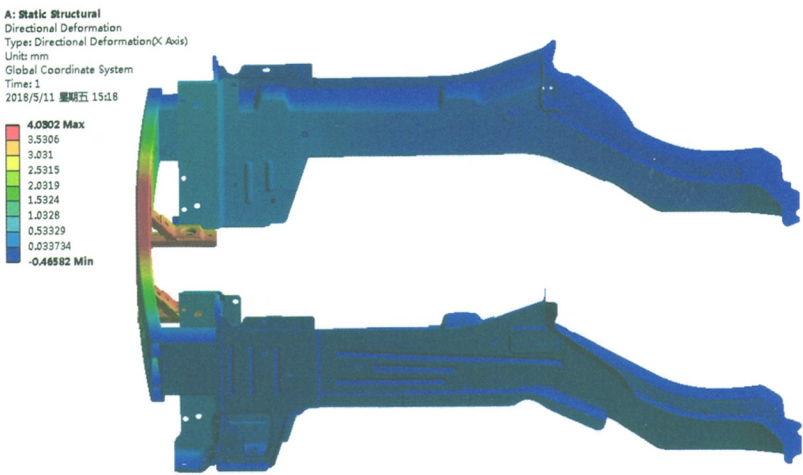


图4 铝质汽车前纵梁位移云图

（3）采用铝合金作为防撞梁及左右前纵梁的材料，不仅可以减轻汽车的整备质量，而且在缓冲外界作用力方面，效果明显优于钢

材。虽然铝合金有很多优点，但是铝合金的价格较高，且焊接性能无法与钢材相比，所以用铝合金完全替代钢材应用于汽车上在短时间内还无法实现，还有很多的技术问题需要解决。

对于ANSYS Workbench有效元分析软件来说，虽然应用范围很广，有限元求解的过程也方便，但其建模功能比较繁琐，尤其是建立复杂的模型，耗时较长。在进行模拟分析时，只能得到形变量的大概值，无法得到具体的数据。

AUTO1950

汽车工艺师 2018年 第7期 广告目次 Advertisement Catalogue

单位名称	查询编号	位置
柯尔柏斯来福临机械（上海）有限公司	封面	8052
易格斯拖链轴承仓储贸易（上海）有限公司	封二	1298
世媒公关咨询（北京）有限公司	封三	7099
诺德（中国）传动设备有限公司	封底	8120
浙江三维大通精锻科技有限公司	1	1739
2018年亚洲国际动力传动与控制技术展览会（PTC ASIA 2018）	2	8146
青岛金诺国际会展有限公司	3	6004
北京工研精机股份有限公司	4	8791