

# 用于车身轻量化 高强度钢板的工艺开发

随着我国汽车工业近年来不断发展壮大，机动车产量、销售量和保有量都在快速增长。政府对汽车排放、能源消耗、安全性等提出越来越严格的要求，消费者对乘坐舒适性、噪声、防腐及美观等要求也越来越高，各汽车公司都在努力提高汽车的性能和功能。通过降低汽车重量，可以有效减少CO<sub>2</sub>等的排放，减少燃料消耗，减少原材料消耗，可以降低悬挂装置的负荷，降低振动强度，提高乘坐舒适性。因此，轻量化成为汽车工业发展的必然趋势。在一部整车中，白车身的质量约占整车总质量的25%，如何降低车身质量显得尤为重要。

高强度钢板的使用，可以在保证整车强度及整车安全性的同时，有效降低白车身质量。近几年来，随着市场对整车安全性、降耗减排等要求的不断提高，整车钢板中高强度钢板使用比例不断增加，如何合理使用高强度钢板，做好高强度钢板制件的开发工作，对加快汽车产品的更新换代和缩短项目开发周期具有重要作用。

本文以中通道前伸长件为例，介绍高强度钢板在汽车车身上的应用以及工装开发工艺过程。通过对产品的力学性能和CAE成形分析，确定其冲压工艺方案，经过验证，最终产品满足品质要求。

## 产品介绍

高强度钢板的牌号很多，各种牌号高强度钢板的力学性能差异很大，在产品设计时，选择正确的高强度钢板牌号非常重要。

图1所示为我公司新近开发中通道前伸长件的产品数据模型，其初期设计材料为B340/590DP，料厚1.2mm。整体来看，该产品具有外形尺寸较大、形面极不规则、材料伸长率低和成形困难等特点。

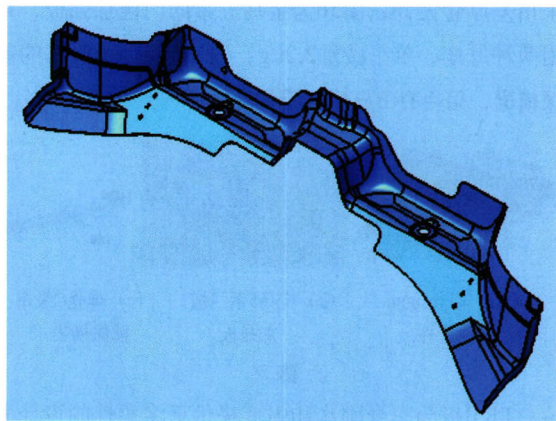


图 1

该产品材料选用的B340/590DP为高强度钢板，其力学性能为：屈服强度340~500MPa，抗拉强度≥590MPa，断后伸长率18%。从该材料的力学性能来



看，与普通低碳钢板相比，高强度钢板的屈服强度提高，因此其成形性比普通低碳钢板差，成形极限比普通低碳钢板小。由于高强度钢板成形性下降，所以冲压时容易出现破裂、起皱、凹凸等缺陷。受冲压过程中产生的较大残余应力以及回弹的影响，高强度钢板的定形性较差，零件的几何尺寸、形状等不确定性趋势增强。

正是由于高强度钢板的这些特性，因此不能将适用于普通低碳钢板的一些经验套用到高强度钢板上。高强度钢板的使用对冲压件产品设计、冲压工艺制定、模具结构设计和模具调试等各个环节都产生很大影响。

### CAE成形分析

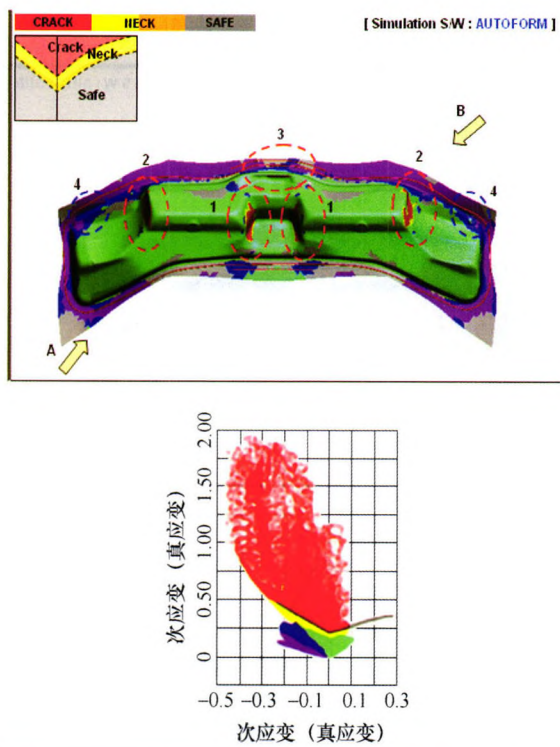
在该产品设计的初期阶段，通过对该产品的数据模型进行CAE成形分析（见图2），得出结论，制件开裂严重，无法成形。从图2可以看出，其平面应变点很多处在临界区以上，板材多处发生破裂。

钢板在拉伸成形时，材料被压边圈和凹模夹住，所有的塑性变形在凸模的相对运动时完成，材料由于经受二维应变导致厚度变薄，如果局部应变过大，就会导致成形失效。材料的拉伸成形性能主要取决于材料对应变的再分配能力，与加工硬化性能紧密相关，即加工硬化能力越强，应变分布就越好，则材料的拉伸成形性越好，反之，材料的拉伸成形性越差。

经过认真分析研究制件开裂严重的原因，除了该制件形状复杂、成形困难外，主要原因是选用的材料B340/590DP的伸长率非常低，成形性相对较差，对应变的再分配能力也较差，无法完成如此复杂零件的成形，故提出设计更改。将该制件的材料改选为伸长率相对较高的、成形性相对较好的高强度钢板。

经过对材料的性能与成形性的多次优化，在满足整车碰撞安全性及整车模态要求的前提下，将该制件的材料最终确定为高强度钢板B220P2，其力学性能为：屈服强度220~320MPa，抗拉强度≥380MPa，断后伸长率28%。

可以看出，B220P2与B340/590DP相比，屈服强度与抗拉强度均不同程度上有所减弱，但断后伸长率却



| Expected Problems |                   |                           |
|-------------------|-------------------|---------------------------|
| No.               | Concerns          | The Cause of Trouble      |
| 1                 | Crack (Part)      | Sharp part wall angle     |
| 2                 | Crack (Part)      | Sharp part section radius |
| 3                 | Crack(Addendum)   | Small addendum wall angle |
| 4                 | Wrinkle(Addendum) | No problem                |

图2 CAE成形分析

有了明显提高，其成形性也就有了很大的提高，使该制件的成形成为可能。经过几轮的CAE成形分析和数据优化，最终该制件封版数据如图3所示。

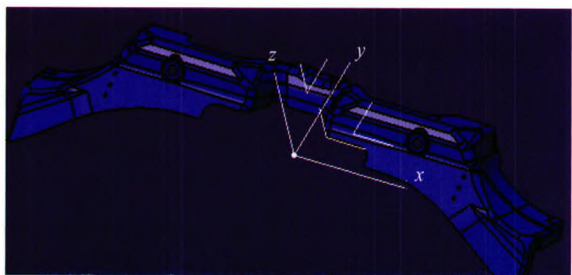


图3

该制件最终封版数据的CAE成形分析结果良好，基本满足拉伸成形的要求。由模拟结果可知，其平面应变

点多处在临界区以下，板材无破裂危险，如图4所示。

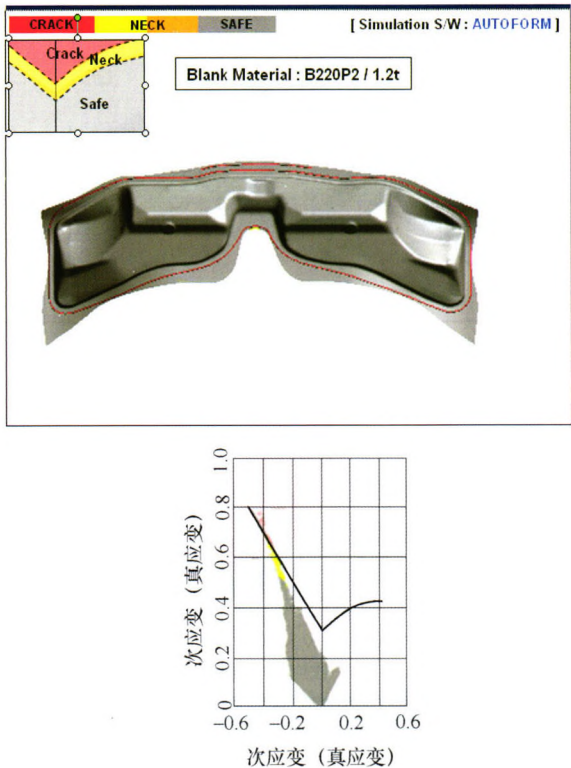


图 4

冲压工艺方案

在数据修改的同时，对该制件的冲压工艺性也进行了详细分析。图3所示的中通道前伸长件是以Y轴为对称轴的冲压件，其形状复杂且起伏较大。根据该制件的结构特点，在拉伸成形时采用单动拉伸，设计合理的工艺补充，保证不出现负角。同时，为了减小回弹，避免后续成形出现开裂或扭曲，尽可能使零件全部进入模腔一次完成成形；为减少工序，可将冲孔与修边在同一序完成。另外，为了保证拉伸成形能够顺利进行，确定该制件采用形状料进行拉伸成形。

经过论证，该制件的冲压工艺确定为1+4序完成，

即：落料→拉伸成形→修边冲孔侧修边→侧修边侧冲孔整形→翻边整形侧修边。

按照以上的冲压工艺方案开发的冲压模具，经过两次调试压件，取得显著效果，初步获得成功，拉伸件照片如图5所示，拉伸件已无开裂现象，表面无褶皱。



图5 拉伸件

最终产品件照片如图6所示，制件质量基本满足产品的品质要求，在试装车过程中，状态良好，未发现较大的质量缺陷。



图 6

结语

由于高强度钢车身对整车有很多显著的优点，在汽车轻量化的进程中发挥了重要作用，但使用高强度钢板对冲压的影响却很大，所以，在选用高强度钢板时，特别要注意材料的成形性和材料的流动性。只有确保选择的材料能够满足零件产品数模的成形性要求，才能充分发挥高强度钢板的优点。同时，还要选择正确的冲压工艺，设计合理的工艺补充，在拉伸充分的同时保证无破裂。只有这样，才能得到高质量的零件，保证产品开发时间周期。

关键词：  
轻量化 白车身 高强度钢  
(收稿日期20131022)