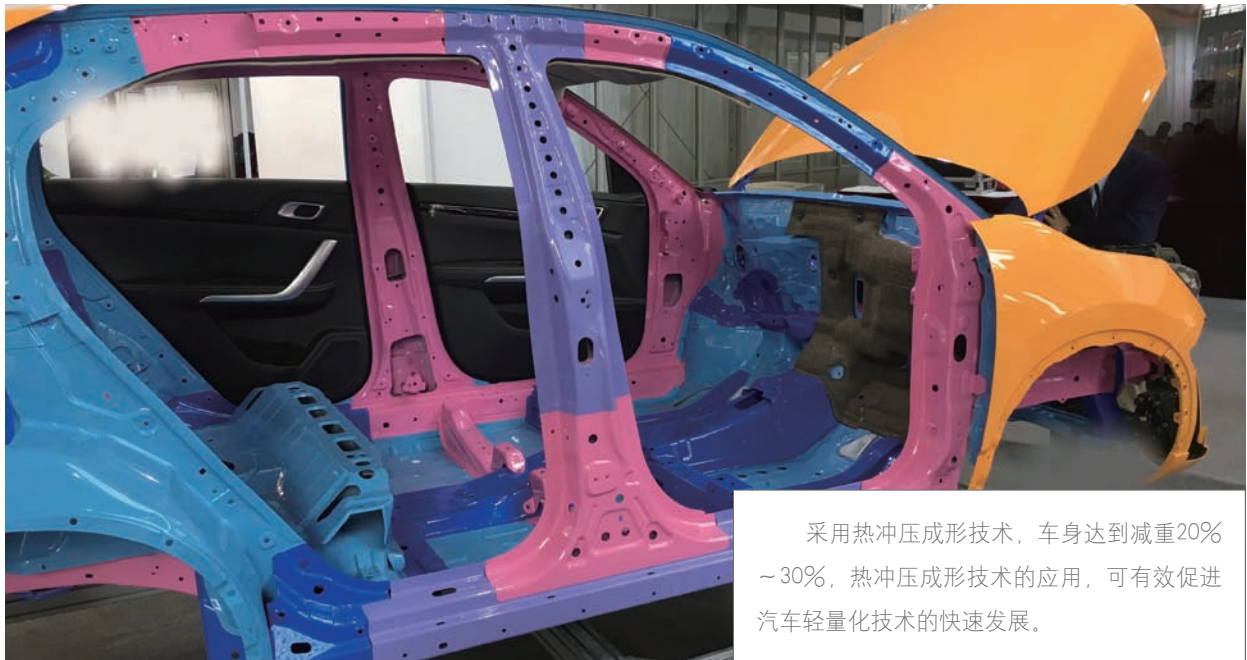




## 高强度板热冲压成形技术

□ 安徽江淮汽车集团股份有限公司 / 朱梅云

基于低碳、绿色、节能、安全等理念，汽车轻量化成为现代汽车设计制造的一大主流，汽车轻量化技术可提高燃油经济性，实现节能减排的目的。汽车车重减少100kg，每升油可多行驶1km。车重减少10%，可降低6%~8%的油耗，降低5%~6%的排放。如图1所示。

按照美国加州环保机构测定，我国的标准乘用车CO<sub>2</sub>排放目前约为每公里180g左右，这比美国的230g要低，但与欧洲和日本相比差距较大，如图2和图3所示。所以，汽车轻量化是节能与减排的最有效手段。

近年来汽车轻量化技术发展势头迅猛，其中，高强度板热冲压技术是汽车轻量化的主要途径之一。热冲压成形（Hot Forming）是将初

始硬度为500~600MPa的硼钢板加热至奥氏体化状态，快速转移至模具中高速冲压成形，在保证一定压力的情况下，制件在模具本体中以

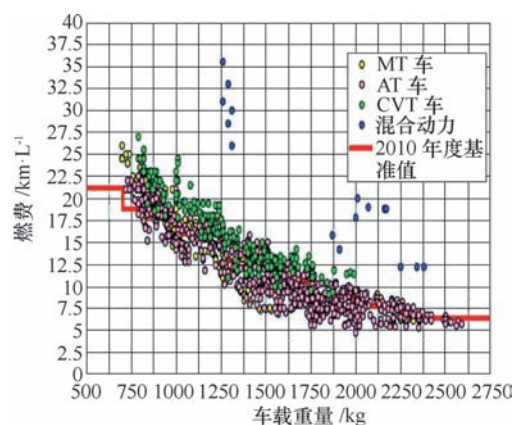


图1 汽车的燃油经济性与汽车自重的关系

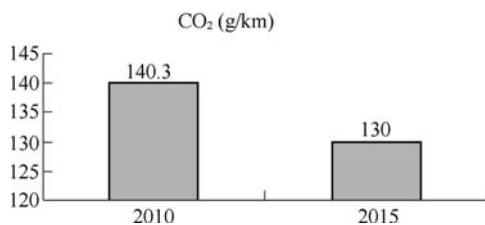


图2 欧盟汽车CO<sub>2</sub>排放规划

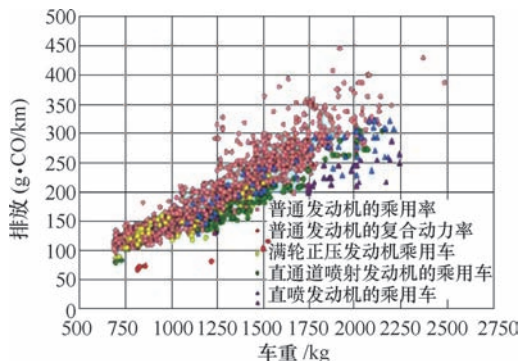


图3 车重与碳排放的关系

大于27℃/s的冷却速度进行淬火处理，保压淬火一段时间，以获得均匀马氏体组织的超高强度钢零件的成形方法。热冲压成形技术具有可以得到超高强度的车身零件，减轻车身质量，提高车身安全性、舒适性，改

善冲压成形性，提高零件尺寸精度等优点。本文主要针对冲压零件的结构特征，研究并分析热冲压成形零件的结构设计方案，以实现汽车结构件轻量化技术。图4是车身热冲压成形技术的典型应用案例。

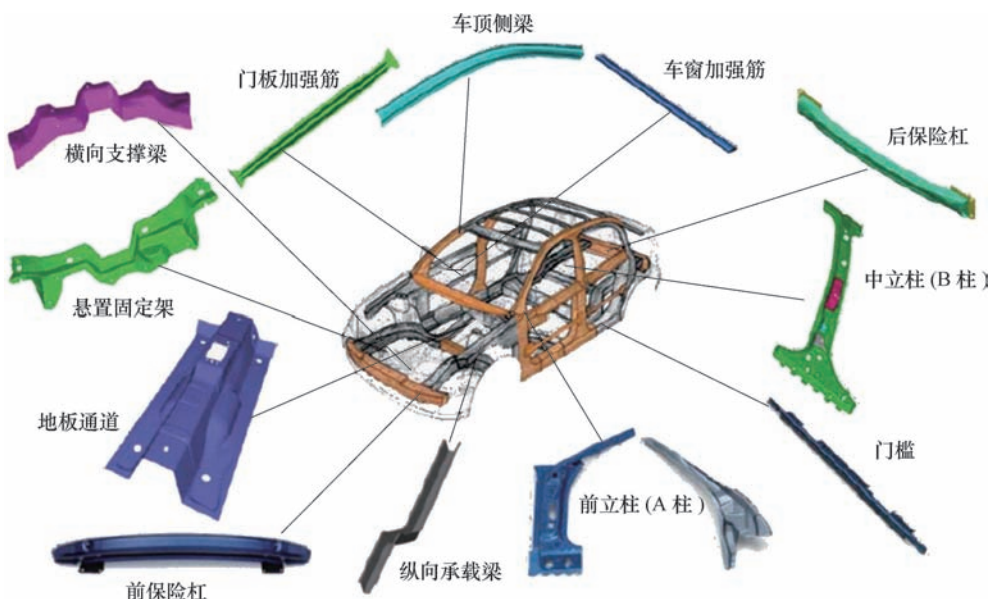


图4 车身热冲压成形技术应用

## 热冲压成形性能

### 1. 热冲压材料

金属材料在再结晶温度以下塑性变形时强度和硬度升高，称为材料的硬化。热冲压材料牌号为BR1500HS，化学成分及力学性能见表1。

### 2. 热冲压成形边界条件

热冲压成形有其成形温度边界条件，控制好温度边界条件，对冲压件的成形质量有至关重要的决定作用。热冲压成形零件的成形温度边界条件如图5所示。

### 3. 热冲压成形温度

材料的热冲压成形有其成形温度范围，材料的最佳成形温度与其材料硬化指数关系如图6试验曲线所示。

### 4. 应力应变曲线

热冲压成形零件随不同的温度

表1 热冲压材料化学成分 (质量分数) (%)

| C    | Mn   | Si   | P      | S      | AL   | Cr   | B     | Ti   | N      |
|------|------|------|--------|--------|------|------|-------|------|--------|
| 0.20 | 1.10 | 0.15 | <0.025 | <0.005 | 0.02 | 0.10 | 0.002 | 0.02 | <0.009 |
| 0.25 | 1.40 | 0.40 |        |        | 0.06 | 0.35 | 0.005 | 0.05 |        |

表2 热冲压材料力学性能 (单位: MPa)

| YS       | TS       | EL         | 备注      |
|----------|----------|------------|---------|
| 320~630  | 480~800  | >13 (80mm) | 热轧、热轧酸洗 |
| 280~450  | >450     | >20 (80mm) | 冷轧      |
| 950~1250 | 300~1800 | >6 (50mm)  | 热冲压后    |

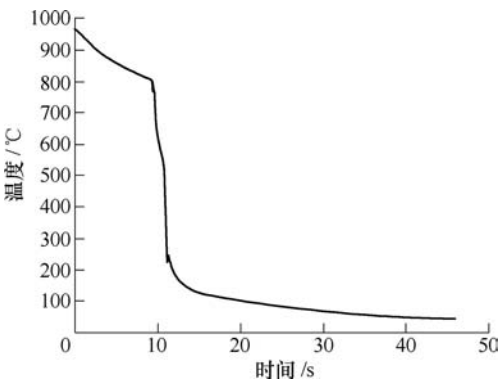


图5 热成形边界条件

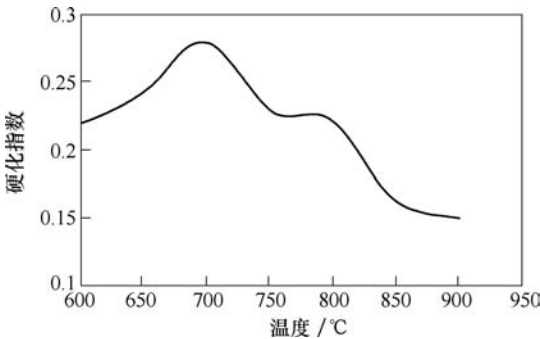


图6 最佳成形温度与材料硬化指数关系

变化,其成形应力应变曲线会发生相应的变化,如图7所示,为温度相关的应力应变曲线关系。

热冲压成形技术

1. 热冲压成形工艺技术

热冲压技术与冷冲压技术最大的不同在于成形高温钢板,通过工

艺技术得到高强度冲压成形件,如图8所示。车身系统采用热冲压件,其厚度至少可以减薄20%,按车身热冲压件100kg计算,车身质量甚至比高强钢车身至少可以减轻20kg,热冲压方案与传统方案相比,减重20%~30%。

热冲压与传统冷冲压相比,具有如下优点:

- (1) 得到超高强度的车身零件(功能提升)。
- (2) 车身质量减轻(零件减薄和加强板数量减少)。
- (3) 提高车身安全性、舒适性。
- (4) 控制回弹,提高零件尺寸精度。
- (5) 改善冲压成形性。
- (6) 零件外形设计简单。
- (7) 降低压机吨位要求。

2. 补丁板热冲压技术

超高强钢补丁板热冲压成形工艺技术是一种将两种不同形状尺寸的热冲压钢板(USIBOR1500P等)进行焊接,整体加热至930~950℃并保温,之后在模具内完成冲压成形及淬火工序的复杂热冲压成形技术。该技术可增强焊接钢板零件局部强度,降低制造成本,成为超高强钢热冲压技术发展的新趋势。如图9所示。

3. 拼焊板热冲压技术

激光拼焊技术一般采用专用的拼焊钢板,主要有普通拼焊板(TB)、工程拼焊板(TEB)和补片型拼焊板3种。激光拼焊板技术是汽车车身设计制造中出现的一个崭新的概念。激光拼焊板对于汽车的轻量化、减少模具种类和数量等成效显著。因此,现在几乎所有的著名汽车制造商都已在汽车生产中大量使用激光拼焊板,并且已经出现了为汽车制造商提供激光拼焊板的供应商。如图10所示。

激光拼焊技术具有如下优点:

- (1) 减少零件数量。由于拼焊板可以一体成形,提高了车身覆

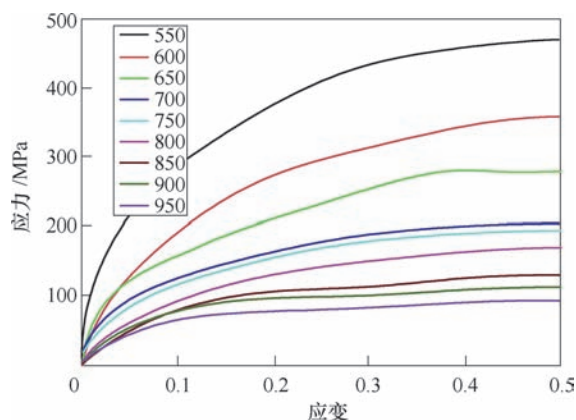


图7 温度相关的应力应变曲线

盖件的精度，减少了大量冲压加工的设备和工序。一辆汽车的车身大约由300多种零件组成，采用激光拼焊板技术可使零件数量减少66%，因此大大减少了模具数量，提高了材料的利用率。

(2) 减少结构件质量。由于采用不同钢板拼接，对于易腐蚀的部位可采用镀层钢板，以延长其使用寿命；又根据不同部位强度的

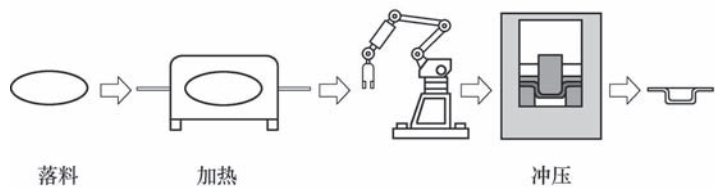


图8 热冲压工艺技术路线

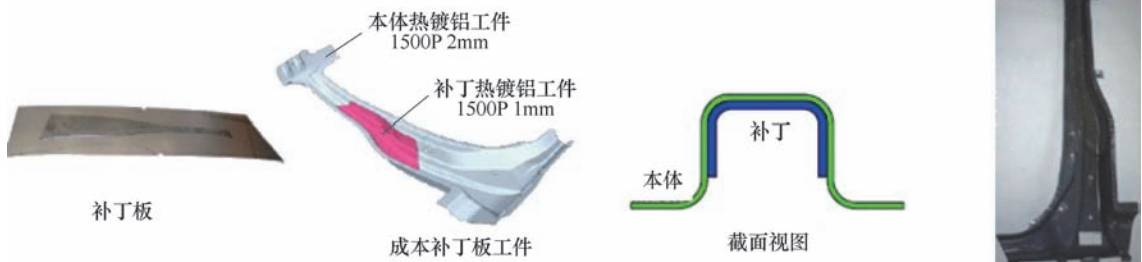


图9 补丁板热冲压工艺

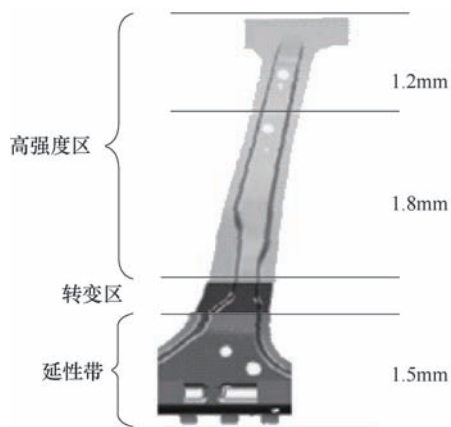


图10 拼焊板热冲压技术

要求，采用不同厚度的板料焊在一起，然后一次冲压成形，而不再需要焊接加强筋，从而降低钢材消耗和生产成本，减轻车身质量。

(3) 提高结构件质量和可靠性。

## 热冲压成形生产设备

### 1. 热冲压成形生产线

热冲压成形主要生产设备是热

冲压生产线，热冲压生产线主要由上料打标站、大功率加热炉、自动化上料设备、高速800t液压机、自动化下料设备、堆垛系统、外部冷却系统、集成控制系统组成。如图11所示。

## 2. 热冲压成形试验

热冲压成形试验主要包括拉伸试验、高速拉伸试验、以及硬度检测试验等，热冲压成形试验设备主要包括拉伸试验机、高速拉伸试验机、硬度测量计及三坐标精密检测测量仪等，如图12所示。这些成形试验保证了热冲压成形质量及热冲压成形尺寸精度。

## 结语

本文介绍了热冲压成形零件的成形性能，热冲压成形补丁板、拼焊板等先进成形技术，并对热冲压生产线及成形试验技术进行说明，结果表明：采用热冲压成形技术，车身达到减重20%~30%，热冲压试验有效地保证了热冲压件的质量。热冲压成形技术的应用，有效地推进汽车轻量化技术的快速发展。



图11 热冲压生产线



(a) 高速拉伸试验机



(b) 精密三坐标测量仪及硬度计

图 12

AUTO1950

## 第九年全球汽车论坛（GAF2018）开幕



2018（第九届）全球汽车论坛于6月5-6日在重庆悦来国际会议中心隆重召开。本届论坛在重庆市人民政府、中国国际贸易促进委员会和中国机械工业联合会

的大力支持下，由中国国际贸易促进委员会汽车行业委员会、中国国际商会汽车行业商会和重庆车展组委会主办。

全球汽车论坛已连续四年在重庆举办，全球的行业精英汇聚一堂，再次共同商讨应对当下的热点问题。论坛由中国国际贸易促进委员会汽车行业委员会打造，历经8年，目的是讨论世界范围内汽车行业结构性的变化和挑战，为与会者提供对行业有影响的技术、经济、社会等方面的最新的进展，组织全球范围内的企业、政府、学者和媒体展开对话，以期形成建设性的共识。