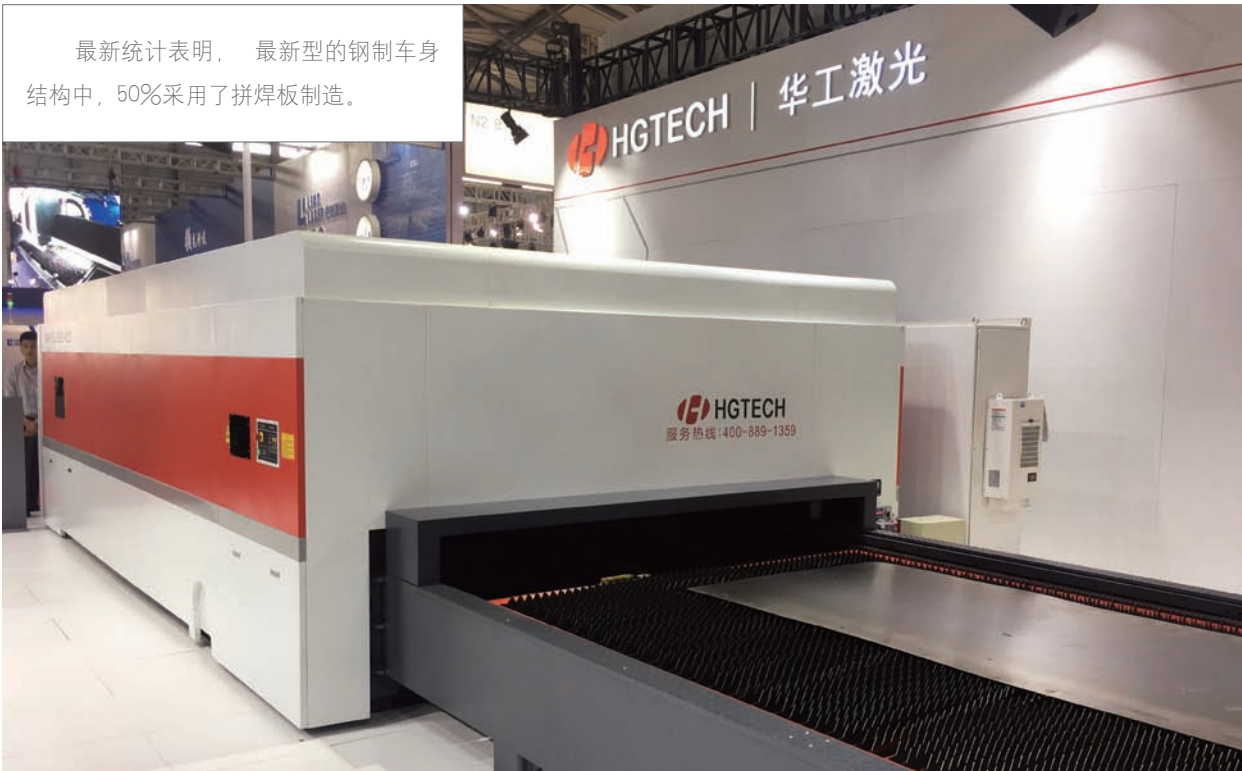


最新统计表明，最新型的钢制车身结构中，50%采用了拼焊板制造。



激光拼焊技术在车身制造中的应用

□ 华工法利莱切焊系统工程有限公司 / 吴文迪

目前，几乎所有的著名汽车制造商都采用了激光拼焊技术。采用拼焊板制造的结构件有车身侧框架、车门内板、风窗玻璃框架、前风窗框、轮罩板、地板、中间支柱（B柱）等（见图1）。最新统计表明，最新型的钢制车身结构中，50%采用了拼焊板制造。激光拼焊技术在20世纪90年代末引入中国，一汽、上汽、长城、奇瑞、吉利等汽车公司在前纵梁、门内板和B柱加强板等都有应用。宝钢已有23条激光拼焊生产线，年产2200多万片板坯，占我国市场份额的70%以

上，是世界第三、亚洲第一的激光拼焊板生产公司。鞍钢也在与蒂森

克虏伯合作，在长春等地建立激光焊接加工生产线。

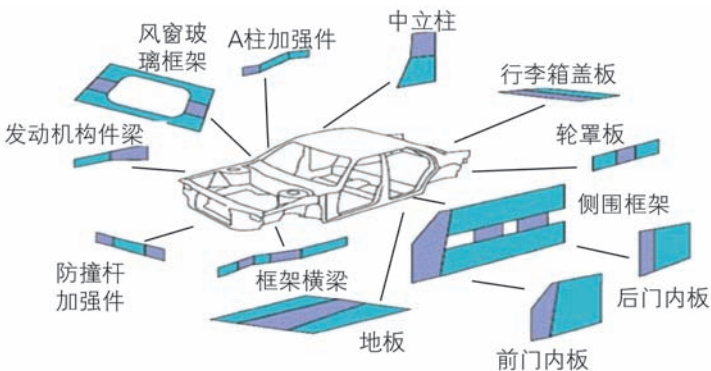


图1 采用拼焊板制造的结构件

激光拼焊的优势

1. 减轻车身质量

在汽车结构件上采用激光拼焊板，使不同材料和厚度组合，可以简化车身结构，减少加强件，在保证相同强度的情况下，降低整备质量，从而减少汽车油耗（见图2）。

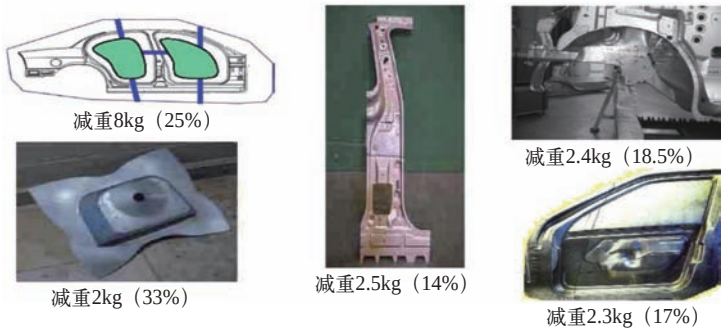


图2 整备质量降低

2. 原材料利用率提高

通过在车身特定部位使用高强度厚板材，并通过落料排料技术，将不同材料合理组合，使材料利用率大大提高，减少废料，达到环保目的（见图3）。

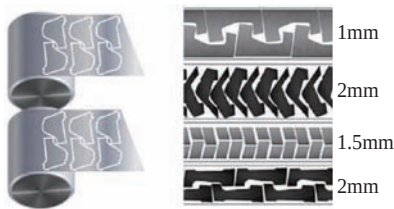


图3 原材料利用率提高

3. 减少汽车零部件数量

提高轿车车体结构精度，可以缩减许多冲压设备和加工工序。通过使用激光拼焊技术，将材料的强度、厚度进行合理组合，可大大改善结构刚度（见图4）。

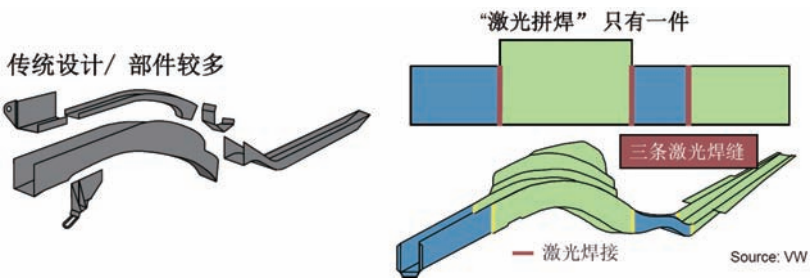


图4 前纵梁结构变化

4. 增加安全性

通过使用激光拼焊技术，将材料强度、厚度得到合理组合，使结构刚度得到提升，结构的抗腐蚀性能也得到提高。同时，对于有碰撞要求的部位，通过使用高强钢或厚板；而在要求低的部位，使用低强钢或薄板，从而大大提高了汽车零部件抗碰撞的能力。与传统点焊工艺相比，使用激光拼焊板的冲压件，大大提高尺寸和形状精度，使车身的装配精度得到改善，这将降低汽车噪声和整体装配缺陷（见图5）。

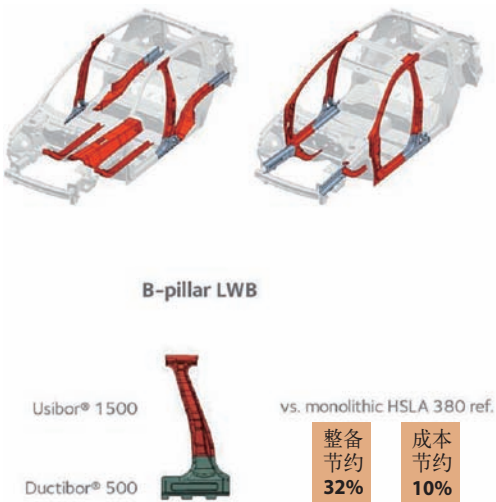


图5 增加安全性

5. 为生产宽体车提供可能

由于受钢厂轧机宽度的限制，

钢厂提供的板宽有限。随着汽车工业的发展，汽车对宽板的需求却日趋紧迫，采用激光拼焊不失为一种有效而经济的工艺方法。ULSAB项目于1998年生产出样车，在这一超轻型车上运用的拼焊板零部件数量达到16件，约占车身质量的45%。由于通过采用拼焊板技术，使车身零件数量约减少25%、抗扭刚度提高了65%、振动特性改善35%，并且增强了弯曲刚度。

6. 增加产品设计灵活性

一个零件，如果某一部分需要提高强度，则这部分的厚度也相应增加。对产品的设计者而言，在设计时只需提高某个部分的强度和厚度即可，而不需要增加整个零件的强度和厚度。

激光拼焊的特殊要求

在工业应用中，激光焊接的工艺控制非常关键。主要在于：待焊工件的精度、工件焊接组合的重复定位与夹紧精度有一定限度，焊接前的间隙必须控制在一定精度内。对于有些焊接形面，激光聚焦点跟踪整个焊接缝隙轨迹（长度可达2m以上）的精度要求不超出激光光束直径的10%；有时待焊工件表面会有金属涂层（如镀锌板），而金属涂层常常会造成焊接气孔。汽车工业中的大批量生产应用中，激光焊接多采用“深入焊”或“透焊”工艺。前者一般通过对一段焊缝进行观察即可发现，而后者作为局部缺陷则常出现在不可预知的位置。

通常激光拼焊采用如图6工序：

(1) 激光拼焊板在生产中容

易产生孔洞问题，这些主要由于钢板切面状态不佳或由于存在毛刺等使坡口间隙过大。落料线或者激光下料保证待焊工件的尺寸精度，钢板表面必须干燥，无锈迹，无附着污染物和金属碎屑，钢板表面允许不大于 $2\text{g}/\text{m}^2$ 的少量涂油，标识不得直接粘贴在钢板上。焊接边不得有凹陷、缺口和开裂等缺陷，焊接边变形经校直后不得使用。

(2) 在焊接过程中，焊缝容易出现未融透、凹陷、烧穿、错边

缺陷。这些问题主要由激光功率、焊接速度等决定，因此，激光拼焊机通常采用伺服控制，可以准确地控制各参数的精度（见图7）。

(3) 为满足不同类型的需求，激光器的选择也有许多，如 CO_2 激光器、YAG激光器、光纤激光器及半导体激光器（见附表）。

(4) 保证焊缝质量。因为激光光束面积小，能量密度高，通常配有焊缝跟踪系统，通过视觉成像分析，得到焊缝准确的位置。激

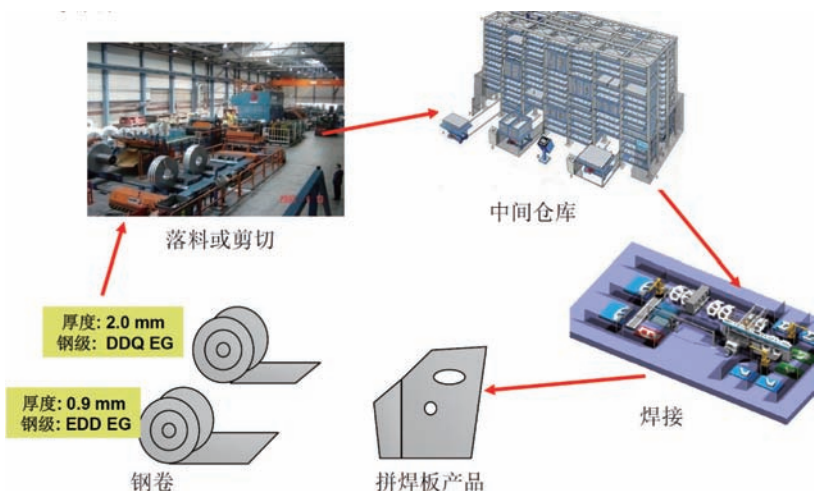


图6 激光拼焊工序

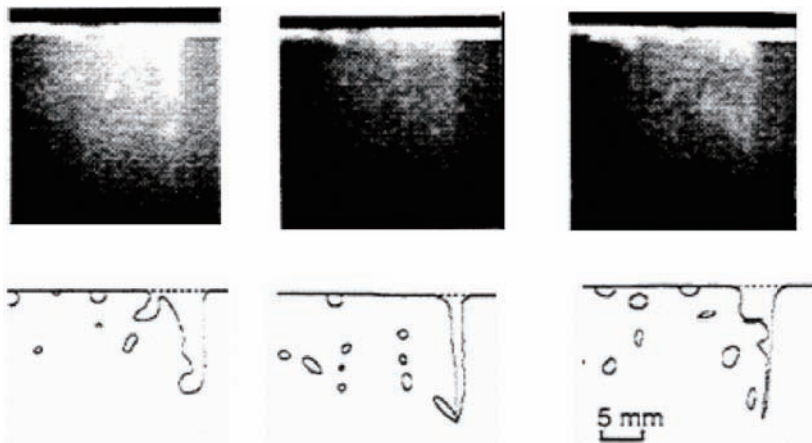


图 7

不同激光器

	光纤激光器	Nd：YAG激光器	CO ₂ 激光器	Disc激光器
电光转换率/（%）	30	3	10	15
BPP（4/5 kW）	<2.5	25	6	8
半导体泵浦寿命/h	>200 000	1 000	NA.	10 000
占地面积/m ²	<1	6	3	>4
维护	13	228	130	52
稳定性	不需要	经常	需要	经常
吸收率（钢）（%）	35	35	12	35

光视觉焊缝跟踪系统一般包括视觉传感器、图像处理单元、伺服控制单元、运动执行机构以及专用电缆等。具有抗干扰能力强、跟踪精度高、实时分辨率高等特点。

激光拼焊的应用

激光拼焊板自1985年正式应用以来，全球目前已建有近300条激光拼焊生产线。其中安赛乐米塔尔公司和蒂森克虏伯拼焊板公司是当今世界最大的两家激光拼焊板生产商和配套商。

蒂森克虏伯拼焊板公司（TKTB）在世界范围内建设了14家激光拼焊板加工中心，占有全球激光拼焊产品市场份额的40%，是通用、大众、福特、标致、雷诺、本田等著名汽车厂的主要配件供应商，总计开发了500多种激光拼焊零件产品，其激光拼焊技术一直处于世界的领先地位。2011财年TKTB产量5 830万片，销售收入7.068亿欧元。2012年9月武钢斥巨资收购了TKTB。

安赛乐米塔尔公司现有位于欧美和中国的近10家子公司和35条激光拼焊生产线，其产品在欧洲市场的占有率超过50%，开发了约200种激光拼焊产品。2007年与北美最大

拼焊板生产厂Noble公司合并激光拼焊业务，生产能力进一步扩大。

其他主要的激光拼焊生产厂家有：日本钢铁工程控股公司（JFE）、韩国浦项、意大利Sollak公司和英国工业集团等。

1. 蒂森克虏伯

TB（Tailored blanks）—普通拼焊板。焊缝以线性拼焊为主，根据局部的需要充分利用材料的性能和厚度，使零部件的结构和防碰撞性能达到最佳化。这样，强化后的零部件可以明显减少零件数量和降低整备质量，用于侧板、车门、车轮拱门、侧梁、地板。

TEB—蒂森工程拼焊板。焊缝主要为非线性焊缝，焊缝的形状可以自由变化，由更厚或更强材质构成的部分可以达到最佳化。这种非线性焊缝的TEB拼焊板的优点是它能在零件重量、强度、撞击性能以及材料的利用上达到最佳化。用于车门内板、冲击塔、后挡板。

Hotform板用于新型的锰硼高强合金钢的热成型，具有减重和提高强度两种优势。首先将锰硼高强拼焊钢加热到880~950℃，可在其表面镀一层铝硅涂层防止起氧化皮，随后冲压成形并以超过30K/s

的速度进行冷却，以获得硬质组织，强度通常超过1 500MPa。该型拼焊板已用于A5双门轿跑车和新A4。用于起保护人体作用的部件，如B柱、侧梁等。

2. 安赛乐米塔尔

安赛乐米塔尔是全球惟一一家提供全系列热成形用钢产品的钢厂，汽车制造商使用热成形用钢产品，可以实现下列目标：

极高强度（2 000MPa抗拉强度）、激光拼焊板技术优化强度与延展性、复杂零件冲压后无回弹、优秀的抗腐蚀性。

由于热成形工艺能够在相对合理的成本范围内，提升碰撞表现并降低整车质量，受到汽车行业的高度重视。全球汽车厂商已大量使用热成形工艺制造车辆结构零件，例如B柱、车顶结构、保险杠、加强件、门槛以及横梁等。

新型Usibor®与Ductibor®钢种的应用。Usibor® 2000能够通过激光拼焊板技术与Ductibor® 1000结合制造一体成形零件。Usibor® 2000是一种理想的抗侵入材料。

Ductibor® 1000相比Usibor® 1500具备更高的延展性，因此可以应用于对延展性有更高要求的吸能零件，例如前后纵梁等。

随着安赛乐米塔尔新一代热成形用钢产品的面世，汽车厂商能够获得进一步减轻车身质量的材料。同样，汽车厂商能够更方便地设计创造轻量化车型解决方案。在安赛乐米塔尔最新发布的中高级轿车与SUV车型S-in motion®白车身轻量化解决方案中，可以在现有基础上实现高达26%的减重。 **AUTO1950**