

浅谈激光拼焊板在车架纵梁上的应用

■ 徐浩, 陈媛媛, 崔礼春

摘要: 本文介绍了激光拼焊技术在汽车生产制造中的诸多优点, 并结合激光拼焊板在我公司某车型纵梁上的实际应用, 对激光拼焊的工艺方案进行进一步的阐述。采用激光拼焊板技术, 可以优化模具结构和毛坯尺寸, 提高材料利用率。通过本文对激光拼焊板的实际应用介绍, 可为后续车型提供借鉴意义。

关键词: 激光拼焊, 应用, 工艺方案

1. 概述

激光拼焊板技术是基于成熟的激光焊接技术发展起来的现代加工工艺技术, 是通过高能量的激光将几块不同材质、不同厚度、不同涂层的钢材焊接成一块整体板再冲压生产, 以满足零部件不同部位对材料不同性能的要求。目前, 激光拼焊板已广泛应用于汽车车身的各个部位上, 如侧围内板、门内板、前地板、前纵梁及保险杠等。热轧钢在线激光拼焊生产如图1所示。

激光拼焊板工艺的出现解决了传统单一厚度材料所不能满足的超宽板, 以及零件不同部位

具有不同工艺性能要求的工艺问题。本文主要针对我公司某车型纵梁使用激光拼焊板的应用效果进行分析, 通过模具结构优化, 达到稳定成形、节省调试时间、控制成本的目的。

2. 激光拼焊板技术特点

将剪裁后的等厚或不等厚、相同或不同涂层及强度的钢板, 依据轿车车身结构的强度、重量等性能的优化设计原则, 用激光拼焊成整张坯板后再整体冲压成形, 替代零件组合焊接成形。因此, 采用激光拼焊板有着巨大的优势, 可以给汽车制造业带来显著的经济效益, 主要体现在以下

几个方面。

(1) 提高材料利用率 采用激光拼焊技术, 可避免使用大尺寸板材。如侧围外板, 可分成几块成形后, 所需板料可分成相应的小尺寸板材。通过采用小尺寸板料拼焊, 可大大提高材料利用率, 从而使生产设备和制造工艺简化, 减少成形工具、冲压机的工装投资以及运输、储存金属材料费用, 提高了生产效率, 降低整车制造及装配成本。

(2) 降低车身的重量 受车身刚度强度和材料的限制, 传统车身同一板件的料厚相同, 虽然这样可满足整体强度需要, 但是对强度要求较低的部位也采用同一厚度板材, 会增加车身重量。采用激光拼焊技术可避免此种情况的出现, 使料厚按强度的需求合理分布。

(3) 节约成本 以车门内板为例: 为保证功能需要, 车门内

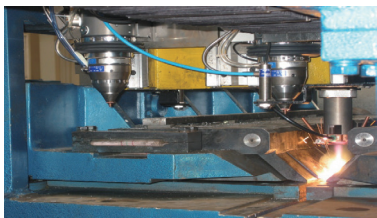
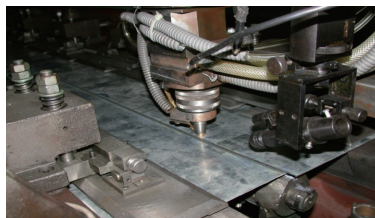


图1 热轧钢在线激光拼焊生产示意



板的主体必须具有一定的柔性，而面板的前后部需要有一定的强度。如果采用传统的冲压成形方法需要另外设计加强板，而采用拼焊板技术，可将三块不同厚度的钢板拼焊成一个整板后再冲压成形。不等板厚拼焊成的前门内板如图2所示。

若四门内板使用激光拼焊，年产量达到30万辆时，每辆车可降低成本50元，批量生产时节约成本更高。若左右前纵梁使用激光拼焊，年产量达到22万辆时，每辆车可降低成本25元，因此激光拼焊工艺适用于产量较大的车型。

(4) 车身性能要求 激光拼焊板可以提高装配件的抗腐蚀性能。采用激光拼焊板可以改良车身结构，在撞击过程中吸收更多的能量，从而改良车身部件的抗击冲撞能力，提高车身的被动安全性、车身质量稳定性和结构可靠性。因此采用激光拼焊技术的汽车能使车身在静态负荷、冲击负荷及变荷下保持强度均衡。

3. 激光拼焊板在我公司某车型纵梁上的应用

(1) 项目简介 我公司某项目的地板左/右前纵梁是整个驾驶室的承重结构件，材料选用宝钢B340LA，料厚为前段

2.0mm，后段1.6mm，外形尺寸为1205mm×275mm×190mm（见图3）。

产品特点及要求如下：
① 产品拉延深度大，立面高度110mm，拔模角3°~4°，且材质为B340LA，成形比较困难。
② 产品形状扭曲且立面特征较少，采用高强板，回弹很大且不容易控制。
③ 采用激光拼焊板，需要控制焊缝偏移，同时防止焊缝处撕裂。
④ 产品孔位较多且相互间夹角大，有限工序数内工艺设计存在困难。
⑤ 该件拉延过程中立面容易产生翘曲、回弹；拉延深度大的地方容易产生开裂、暗伤；前后段容易产生扭曲；拼焊焊缝容易偏移且不容易控制。

(2) 项目工艺方案 常规工艺方案：为保证拉延时料片流动均匀，消除产品开裂问题，提高材料利用率，采用端头开口拉延和大致随形的毛坯形状，落

料后的料片形状和尺寸如图4所示。

工艺设计如下：OP05-落料；OP10-拉延；OP20-修边；OP30-上翻边、侧整形；OP40-侧修边、侧冲孔；OP50-侧翻边、侧冲孔、冲孔；OP60-冲孔、侧冲孔。

根据现有工艺规划，其坯料为998mm×885mm×2mm和998mm×457mm×1.6mm，单台车地板左（右）前纵梁板料重量19.8kg，单台车平均焊缝长度为473.75mm×2=947.5mm；板料采购成本为每吨10000元，即板料成本为198元，材料利用率为49.4%。CAE分析结果如图5所示，分析结果显示该方案可行。图6为产品实物OP10序和OP60序照片，实物与CAE分析一致，满足使用要求。

方案优化分析：开发落料模的原因是条形料成形时容易开

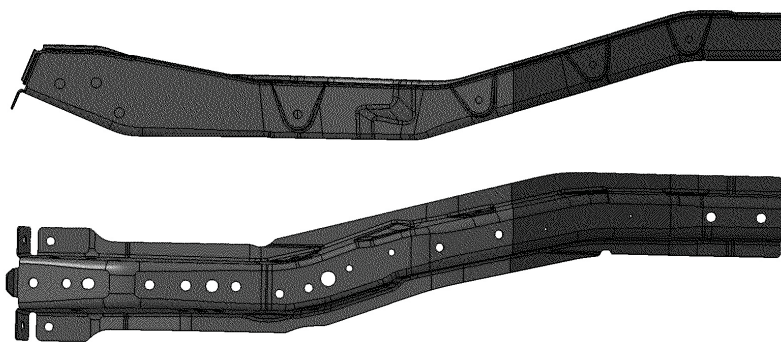


图3 左前纵梁产品（下视图和侧视图）



图2 不等板厚拼焊成的前门内板

裂。开裂的原因是焊缝附近为产品折弯处，该处料片实际宽度大于其他处。落料工序作用是让料片与产品随形，减小该处料片尺寸，因此可以从减小该处料片的宽度着手。

如果在焊缝处将料片按照需

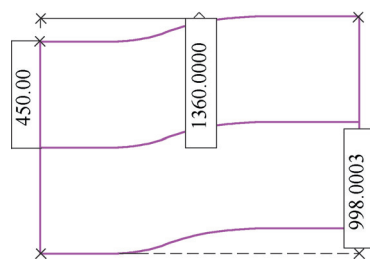


图4 常规工艺布局落料排样

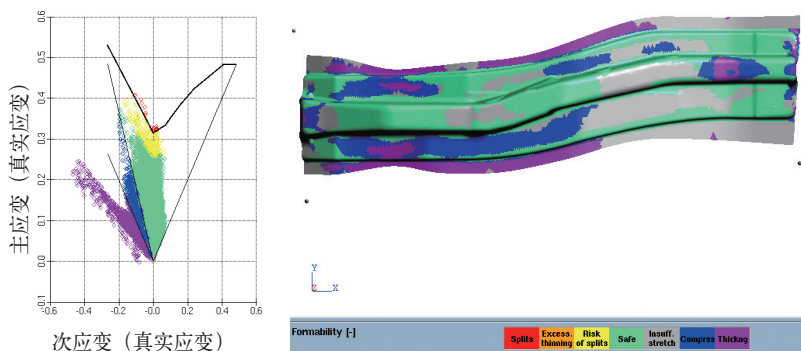
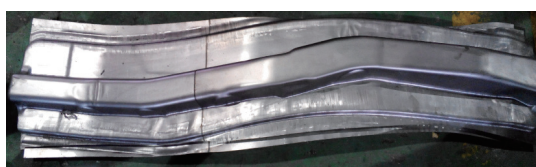


图5 常规工艺布局CAE分析结果



(a) OP10序



(b) OP60序

图6 常规工艺OP10序和OP60序冲压件实物

要错开，该处料片宽度可明显减小，但成形性未知。根据以上分析，我们使用autoform软件对该思路及方案做了验证，优化后的料片尺寸如图7所示。

错位拼焊工艺方案：左/右前纵梁的形状复杂，拉延深度深及拉延深度变化大，成形过程中材料的流动难以确定，冲压方向不容易确定，变形条件不容易掌握。采用激光拼焊工艺，可通过对材料尺寸优化，利于拉深成形过程中的金属流动。

错位拼焊工艺方案的工艺排布是在常规方案基础上取消了OP05落料工序，且对OP10拉延筋进行局部优化。根据其规划单台车板料重量为

$8.75\text{kg} \times 2 = 17.5\text{kg}$ ，单台车焊缝长度缩减740mm，板料采购成本为每吨8500元，即板料成本为148.75元，材料利用率为55.8%。错位拼焊分析结果如图8所示，分析结果显示无成形性问题。图9为产品实物OP10序和OP60序照片，左前纵梁激光拼焊板实物与CAE分析结果一致，板件成形性优良，满足使用要求。

(3) 项目工艺方案实施效果 主要包括以下几点：①可确保整车满足公司的工序数和材料利用率指标。冲压件的品质和精度均满足要求，工序数减小一序，材料利用率提升11%。②产生了良好的经济效益。每年节省白车身生产费用为106.94万元。

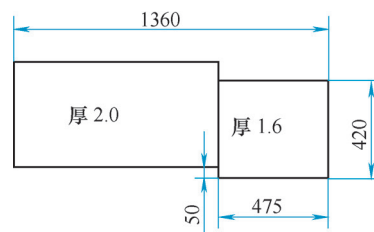


图7 错位拼焊板图样

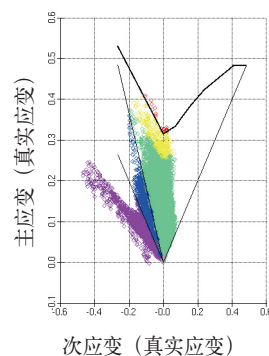
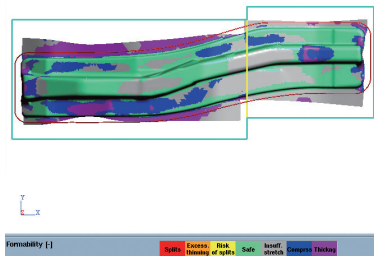
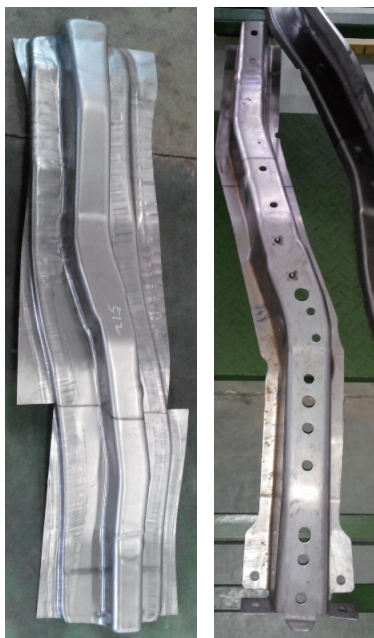


图8 错位拼焊工艺CAE分析结果



(a) OP10序

(b) OP60序

图9 错位拼焊OP10序和OP60序冲压件实物

激光焊接技术在航空制造及修理中的应用

■ 赵伟, 曲伸, 杨烁, 邵天巍

摘要: 主要介绍了激光焊接在飞机、发动机制造及修理中的应用, 分析了国内外激光焊接技术应用的差距, 并针对激光焊接技术的未来发展, 提出了针对性的意见, 旨在促进我国激光焊接技术的快速发展。

关键词: 激光焊接; 飞机; 发动机; 制造与修理

随着长寿命、高可靠性、低成本、高性能的设计及制造要求, 越来越多的新型高性能材料、复杂结构在飞机及航空发动机设计中被广泛应用, 如整体壁板、整体叶盘/叶环、空心叶片、单晶/定向凝固叶片、粉末合金及复合材料构件等。新型高性能材料、复杂结构的扩大使

用, 在提高装备性能的同时, 也对包括焊接技术在内的航空制造及修理技术提出了更高的要求。

激光焊接具有能量密度高、热输入量低、结构变形小、无需真空环境、高质量、高精度、高效率等技术优势, 在各类金属材料熔化焊接方法中独占鳌头; 结合工业机器人、视觉传感跟踪系

统、自动送丝(送粉)系统(见图1), 易于实现集成化、自动化、柔性化、批量化制造, 在全球制造产业中占据越来越高的地位。近年来, 随着高功率激光器的不断发展, 激光束流品质的不断提高, 激光焊接技术实现了由传导焊向深熔焊的根本性转变, 应用范围进一步扩大, 在航空制

③不等料厚激光拼焊板的应用, 使白车身在保证强度的同时减轻重量, 有效实现节能减排, 仅纵梁使用激光拼焊板后白车身减重0.66kg。④采用错位拼焊后, 提高了材料利用率, 每台车纵梁使用板材由19.8kg降低到17.5kg, 有效减少钢材消耗2.3kg。⑤单台车激光拼焊板焊缝长度由947.5mm减少到740mm, 减少激光拼焊成本, 实现了节能减排。

4. 结语

激光拼焊板作为一种新的工

艺手段, 给车身制造带来新的产品解决方案, 并给质量提升和成本降低带来了新的机遇。同时由于其工艺实施的特殊性, 需要产品设计、冲压工艺和模具制造等相关人员更为密切的配合, 才能最终制造出既满足结构和性能要求, 又使工艺合理稳定、成本最低的合格产品。

通过本文介绍的工艺方案, 成功实现了激光拼焊板在我公司车架纵梁上的应用, 为激光拼焊技术在公司后续车型更广泛应用

提供了借鉴。

参考文献:

- [1]王家淳. 激光焊接技术的发展与展望[J]. 激光技术, 2000, 25(1): 48-53.
- [2]张士宏, 许沂, 王忠堂, 等. 拼焊板材冲压成形技术(II)[J]. 金属成形工艺, 2001(05).

作者简介: 徐浩等, 江淮汽车集团股份有限公司。

MW 20181216