汽车白车身中激光拼焊板的冲压工艺研究

江淮汽车股份有限公司技术中心 （安徽合肥 230601） 舒 洁 赵淮北 崔礼春

激光拼焊技术可将经不同表面处理、不同钢种、不同厚度的两块或多块钢板通过激光焊接方法，自由组合使之成为一个毛坯件，汽车厂直接使用此毛坯件冲压成零部件。因其具有自由组合，类似“裁缝”的性质，故该项技术刚推出，便将此类钢板称为拼焊板(Tailor Welded Blanks)。

拼焊板已被各大汽车厂广泛应用于车身主要零部件的制造，包括前后车门内板、前后纵梁、侧围、地板、车门内侧的*A/B/C* 立柱、轮罩、尾门内板及前挡板等。目前，拼焊板的应用已经由最初的获得宽度较大的薄板，发展到了使用非均厚拼焊板和非均质拼焊板。

在生产、制造和设计方面，激光拼焊板有着巨大的优势：①汽车零部件数量的减少，以及随之而来的生产设备和制造工艺简化，车体结构精度及生产效率大幅提高，降低了整车制造及装配成本。②在汽车结构件的应用中，使用激光拼焊板，消除了使用多余加强件的需要，从而带来整体车身重量的降低。③通过在结构件的特定部位有选择性地使用高强度材料，将各种各样的钢板得到合理组合，从而使材料的利用率大幅提高。④产品精度得到提高，降低了零部件的制造及装配公差。由于产品的不同零件在成形前通过激光焊接工艺焊接在一起，具有整体成形的优势，因而提高了产品精度，这将降低汽车噪声，减少整体装配缺陷。⑤结构功能得到提高。激光拼焊板是根据汽车零部件不同性能要求而拼焊在一起，因此可以通过不同板料与厚度的有效优化组合，使零部件在结构上合理分配，整车结构强度有效提高，碰撞性能得到改善，从而保障整车安全使用性能。⑥结构耐蚀性能得到提高。由于不再需要加强板，也没有搭接缝，提高了部件的耐腐蚀性能，同时也减少了密封措施的使用。

1. 激光拼焊板应用现状

从20世纪80年代中期开始，拼焊板作为新技术，在欧洲、美国、日本得到了广泛的关注。拼焊板工艺主要为汽车行业进行配套服务，尤其在车身零部件生产、制造和设计方面，使用拼焊板体现出巨大的优势。目前，无论试验室还是汽车制造厂的实践经验，均证明了拼焊板可以成功地应用于制造汽车车身。1985年，奥迪车身上成功采用了全球第一块激光拼焊板。90年代欧洲、北美、日本各大汽车生产厂开始在制造车身时大规模使用激光拼焊板技术。近年来该项技术在全球新型钢制车身设计和制造上获得了日益广泛的应用，奔驰、宝马、通用等各大汽车生产厂相继在车身中采用了激光拼焊板技术。

在国内，如上海大众、一汽大众都应用了拼焊板的成形技术。国内生产的轿车如马自达、皇冠、帕萨特 B5、波罗、奥迪C6、宝来、别克、赛欧及雅阁等都采用了激光拼焊板技术。上海大众联合发展公司和阿赛洛集团共同投资组建的“宝钢阿赛洛激光拼焊公司”于2004年11月正式投产，引进了应用于汽车行业的激光拼焊生产线，使国内汽车激光拼焊板依赖进口的局面得到改观。

2. 我公司激光拼焊板的工艺分析与应用

和悦、和悦RS车型是我公司的战略车型，是为丰富公司乘用车产品线全力打造的两款B级新车型，也是目前公司仅有的采用激光拼焊板技术的

开展激光拼焊板的冲压成形及其成形关键技术的研究，对于提高我公司汽车制造技术水平以及未来的发展有着举足轻重的现实意义，经分析汇总，目前我公司主要研究方向如下。

一是激光拼焊板应用范围的推广。据统计，在目前的新车身结构件设计中平均每辆车有2～3件使用激光拼焊技术。在汽车白车身结构件中，越来越多的汽车零部件都使用了激光拼焊板。尤其对于那些价格比较昂贵的轿车，在其车身设计中使用了更多的拼焊板。目前，我公司仅有两款量产车型，共计10个冲压件采用了该项技术，与国内外其他厂家相比，起步较晚。冲压件类型也只有门内板和前纵梁两款。因此，大力推广激光拼焊板的应用范围是我公司的重要任务之一。考虑在后续车型中将激光拼焊板应用于*A/B/C*柱、地板、侧围等冲压件，尤其是高端车型，以达到减少成本，降低车身重量等目的。

二是对拼焊板成形过程中焊缝位移规律以及焊缝处的FLD（成形极限图，Forming Limit Diagram）进行研究分析。焊缝的位移及FLD是成形过程中，激光拼焊板区别于其他板材的特有问题。因此，对其进行深入研究，掌握其变化规律，对于该项技术的推广应用具有重大意义。

经研究发现，在弱侧母材占较大比例的情况下，焊缝离板料中心越远，越接近于弱侧母材，其成形性能越好；在焊缝处于板料中心位置或强侧母材占较大比例时，变形过程中会出现局部应力分布不均而导致弱侧母材破裂失效的现象。因此，为了保证拼焊板的成形性，焊缝的方向不宜平行于主应变方向，且使较厚或强度较高一侧金属有更多的变形，从而能够避免厚度较薄、强度较弱一侧金属的局部集中变形。

目前，控制焊缝的主要方法包括以下3种：

（1）改变模具压边力法　采用台阶式、软性橡胶和组合式压边圈。组合式压边圈既可避免法兰面起皱，又可灵活调整压边力，以控制焊缝位移。

（2）布置拉延筋法　布置拉延筋以调整拼焊板冲压成形过程中的强侧和弱侧材料流动，从而抑制焊缝位移。此外，坯料形状和非线性焊缝也对焊缝移动控制起到一定的作用。

（3）夹持焊缝法　该方法是采用附加的设备直接对拼焊板焊缝施加作用力，以抑制其位移的方法。主要有垫片夹紧法和液压夹紧法两种。前者是在下模上使用垫片与对应的凸模部分实施夹紧的方法，该方法需要焊缝在冲压过程中位于最高点。而后者是采用在凸凹模上分别安装液压缸以夹紧焊缝的方法，允许焊缝处于零件曲率的任何位置，不必局限于凸模的顶点，具有更广的适用性。液压夹紧法可以有效地抑制拼焊板成形过程中开裂的产生，并且使得薄板和厚板的变形更加均匀。

掌握焊缝位移规律同时结合有限元软件对拼焊板成形过程进行模拟分析，预测成形缺陷，优化工艺参数，指导实际生产，是该项技术在我公司推广应用的主要研究方向之一。

制定完善的激光拼焊板使用要求。和悦及和悦RS项目为我公司首次引入激光拼焊板，由于缺乏经验，使用初期，出现过开裂、起皱、回弹和焊缝撕裂等工艺缺陷，除了受工艺设计、模具结构、机床参数及坯料尺寸形状等因素影响外，坯料本身材质及焊缝性能也是影响最终冲压件状态的重要因素之一。为加强对坯料状态的确认，使该项技术经验得到固化，并对我公司后续车型该项技术的使用起到规范作用，需制定并不断完善激光拼焊板使用要求。该使用要求主要包括：焊缝形状要求，质量要求，状态要求，以及坯料堆垛要求等方面，以便从源头上确保激光拼焊板在生产调试中的顺利使用。

4. 结语

（1）激光拼焊板是近年来在汽车工业出现的一项新兴技术，具有减少汽车零件数量，降低车身重量，提高材料利用率及车身安全性等优势，汽车工业对于激光拼焊板的大量应用是当今时代发展的必然趋势。

（2）在和悦及和悦RS两个项目中，通过工艺审查阶段对激光拼焊板成形过程的CAE模拟，以及现场调试阶段对模具结构和坯料尺寸的调整，从而优化了焊缝位置，提升了冲压件品质，减小了坯料尺寸，获得了状态理想的冲压件。

（3）未来我公司激光拼焊板的研究分析应从该项技术的使用范围推广，焊缝位移规律，焊缝处FLD，以及激光拼焊板使用要求的制定等三个方面着手。**MW**　　（20120724）