

# 车用全自动激光拼焊 生产线发展现状与对策

Development Status and Coping Strategies of Vehicle Automatic Laser Welding Production Line

郭丽丽<sup>1,2</sup>, 房灵申<sup>1</sup>, 赵明扬<sup>1</sup>

1, 中国科学院沈阳自动化所; 2, 中国科学院研究生院

**[摘要]** 全自动激光拼焊生产线作为成套关键装备与战略技术, 对国家的综合国力及可持续发展战略有着巨大且深远的影响。本文分析了激光拼焊技术国内外应用情况及科研情况, 指出了激光拼焊的关键技术, 并由此提出了发展对策。

**[关键词]** 激光拼焊; 国内外现状; 发展对策

## 1 引言

激光拼焊是汽车工业致力于汽车轻量化以来使用最成功的一项新技术。当前我国汽车工业快速发展, 对国产汽车制造装备的发展创造了良好的机遇, 也带来了巨大的挑战。我国汽车行业的快速发展主要是通过合资生产和设备引进推动起来的, 在以市场换技术的初衷下, 国外汽车品牌在中国实现了迅猛发展, 如通用、福特、大众、雪铁龙-标致、雷诺-日产、丰田、本田、铃木、现代、起亚等世界汽车知名企业都在中国建有合资或独资工厂。这种发展模式存在较为明显的隐患: 随着大量设备的引进, 使得我国汽车行业制造装备并没有得到相应的发展。针对这一状况我国明确提出了要通过自主创新来推动我国汽车工业的发展; 否则, 中国民族汽车产业将面临要么花费巨资引进国外先进装备, 要么用低端装备生产的局面。这都会降低民族汽车产业的国际竞争力, 严重制约民族汽车产业的发展。

作者简介: 郭丽丽(1986-), 女, 硕士, 现就读于中国科学院研究生院。主要研究方向: 工业自动化控制。

全自动激光拼焊生产线作为成套关键装备与战略技术, 不仅影响着汽车行业的发展, 而且将对国家的综合国力, 对国家的可持续发展有着巨大而深远的影响。全自动激光拼焊生产线的研制、开发成功, 必将推动作为基础制造业领域之一的汽车制造行业的整体制造能力提高, 提高我们企业的核心制造能力, 提高企业产品的竞争力, 尤其是为提高沈阳汽车制造行业的整体竞争能力具有重要意义, 为我国整个制造业的发展提供动力。同时应该看到, 作为世界制造加工大国, 我国自主研发的激光加工中心还明显偏少, 因此, 有必要加大力度进行推广, 以发展激光产业带动传统产业的升级改造。

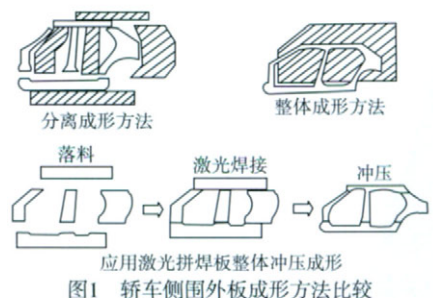
## 2 国内外发展现状

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。激光加工技术的出现是对传统的焊接工艺和焊接方法具有重大影响的技术变革, 具有的优越性使其在机械、电子、冶金、汽车、石油和国防等领域得到了广泛应用, 并产生了巨大的经济效益和社会效益, 应用前景十分广阔。拼焊板工艺的出现解决了由传统单一厚度材料所不能满足的超宽板及零件不同部位具有不同工艺性能要求的工艺问题。图1为分别成形、整体成形和激光拼焊成形生产轿车侧围外板的示意图。

激光拼焊板发展大致经历了三个阶段:

a. 开始阶段, 大众公司1985年超大板的需求促进了激光拼焊板的发展, 随着新车型的发展, 激光拼焊板得到了广泛应用。



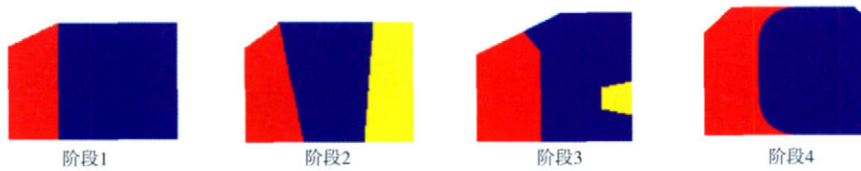


图2 激光拼焊板发展阶段

b、成长阶段，随着激光焊接设备的不断改进，激光拼焊板应用和数量在不断增加，尽管突然大量应用激光拼焊板对汽车制造商来说还难以接受，因需要而在技术上获得了激光拼焊的经验。Golf4就应用了19块激光拼焊板。

c、成型阶段，一些汽车制造商引进激光拼焊板使得其竞争对手开始评估激光拼焊板的优点和缺点，1998年开始，其他的汽车厂商开始使用或计划使用激光拼焊板。提高复杂性，应用高端的激光焊接技术可以生产更复杂更大的零件，如图2所示。

### 2.1 国外状况

从20世纪80年代中期开始，激光拼焊板作为新技术在欧洲、美国、日本得到了广泛的关注。拼焊板工艺主要是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，拼焊板的使用有着巨大的优势。目前，无论实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汽车车身的制造。

1985年德国蒂森钢铁公司与德国大众汽车公司合作，在Audi100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车身制造中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。目前，由拼焊板

生产的汽车零部件主要有前后车门内板、前后纵梁、侧围、底板、车门内侧的A、B、C立柱、轮罩、尾门内板等。

日本JFE公司建在西日本仓敷地区的水岛钢板工业公司内的激光拼焊板设备已于2004年9月份投入运行。该项目投资额为5亿日元，年产能力约为200万张。JFE是日本钢铁公司中首家拥有激光拼焊板设备的公司。此次投产的设备是从德国蒂森克虏伯公司下属的Nothelfer公司引进的，为激光点固定式，和目前日本已投产的激光拼焊设备大多数采用激光头转动型不同，不但提高了生产效率，而且激光容量大，可满足宽幅拼焊。

韩国浦项扩大Gwangyang工厂激光拼焊板（Tailor Welded Blanks）的产能，以进一步开发汽车板市场。浦项集团希望扩大的激光拼焊板产能和Gwangyang厂两条新建的镀锌生产线能帮助他们提高在国内外汽车板市场的竞争力。产能扩大后，他们的汽车板产能达到330万吨，到2007年扩大到450万吨，到2007年，汽车板产能将占浦项总产能的9%。激光拼焊板产能扩大工程于2004年4月6日开工，在10月份完工。完工后，浦项激光拼焊板的产能由170万吨/年扩大到360万吨/年。工程完工一年后，Gwangyang上马第五条热浸镀锌生产线。2004年1月份，浦项在Gwangyang钢厂新建第六条热浸镀锌生产线，将产能扩大到200万吨/年。6

号生产线在2004年11月开始建设，于2006年6月完工，产品全部用于汽车生产。

法国阿赛洛在激光拼焊领域经过十几年的研究和发展，现激光拼焊生产线已达到35条，其产品在欧洲市场占有率超过50%，成为当今世界规模最大的钢铁巨头。而且欧洲许多冶金公司也都在生产这种拼焊板。其中，意大利Sollak公司在不断扩大产能，其子公司Solblank公司已经投入了14条生产线，而且还准备在英国及美国建立4条激光拼焊线，每条的产能将达到每年2万吨。一些大型冶金联合企业也正在加快在其他国家组建合资公司的步伐。德国Tissen冶金公司就已经在印度尼西亚及美国（底特律）建立了合资公司，主要为凯迪拉克轿车新车型提供激光焊接车门及其它板件。名为“英国钢铁”的英国工业集团建成了好几个冶金产品客户服务中心，其中包括能向汽车制造商提供拼焊板的专门中心（企业），而且产能达到了12.5万t/年，并向土耳其丰田汽车公司提供拼焊板。美国及日本也都建立了类似的独立的专门公司。

目前，西欧生产的拼焊板占世界总产量的70%，美国生产的占20%，日本生产的占10%，其中每年由装配-焊接流水线生产的大约有2.9亿件，由单个机床及成套设备生产的有1亿件。

开发激光拼焊板成套设备的国外公司主要有：瑞士的Soudronic公司，法国的Nothelfer公司，美国的VIL公司，加拿大的AWS公司和日本的IHI公司。这些公司完成的主要工作是系统的集成和局部关键技术的研发。

作为激光拼焊的成套设备的标准



部件激光器,多采用固体YAG激光器,主要生产厂家有日本IHI公司,德国TR-UMPF公司,功率一般在4kW以上,采用CO<sub>2</sub>气体激光器的功率一般在8kW以上。

## 2.2 国内状况

### 2.2.1 应用情况

我国的激光拼焊板技术应用刚刚起步,2002年10月25日,中国第一条激光拼焊板专业化商业生产线正式投入运行,作为全球最大拼焊板制造供应商的德国蒂森克虏伯集团拼焊板有限公司在海外的第八家公司(在亚洲的第一家),武汉蒂森克虏伯中人激光拼焊有限公司引进蒂森克虏伯公司生产的8kWCO<sub>2</sub>直线连续激光焊接生产线(Linear laser welding lines),采用蒂森克虏伯拼焊板公司的全套专有技术和质量控制体系进行生产和工艺开发,该线最小工件间距为50mm,焊接速度可达10m/min,年生产能力可达20,000吨。公司目前已为国内各大汽车生产企业提供配套服务。

上海宝钢阿赛洛激光拼焊工程的一期工程已于2004年11月投产,生产国内最高品质的汽车激光拼焊板。工程总投资1亿美元,引进我国第一条应用于汽车行业的激光拼焊板自动生产线,由宝钢股份、宝钢国际、上海大众联合发展公司和阿赛洛集团ARBED公司联合投资组建。阿赛洛集团是世界最大的钢铁企业,年产量超过4000万吨,在欧洲的汽车板市场占有统治地位,而激光拼焊则是汽车板生产的关键技术。当前,国内激光拼焊板需求量迅速上升,帕萨特、POLO、别克、奥迪和Mazda等高品质车型都已采用激光拼焊板。

一汽宝友股份有限公司于2004年7月引进一条由瑞士Soudonic公司生产的全自动激光曲线拼焊线,目前已实现批量生产。

### 2.2.2 科研情况

目前国内的一些大学和研究单位纷纷研究激光拼焊线的关键技术,跟踪国际领先技术,在相关领域如焊缝质量检测、焊接工艺等方面发表过一些文章,但成套大型的激光拼焊板自动焊接生产线还没有单位投入研制,主要原因是初期投入的成本太高。

其中以华中科技大学激光技术国家重点实验室为代表。华中科技大学激光技术国家重点实验室是1986年国家批准建立的对国内外开放的国家级实验室,主要研究方向是高功率激光器及激光与物质相互作用。主要探索和研究新的激光物理现象和新型高功率激光器;解决高功率激光器光束质量中的关键单元技术和检测技术,对高功率激光中光学、电学、热学和气体动力学等基础问题进行研究,以期获得高功率、高光束质量、高稳定性、长寿命(三高一长)的高功率激光器;研究激光与材料相互作用中激光等离子体热力学及微粒子运动的规律以及激光与生物组织相互作用的机理等,为新型激光器探索和激光科学应用开拓新的领域。

15年来,该实验室共承担科研课题156项,其中国家“七·五”、“八·五”、“九·五”科技攻关项目16项,“863”课题7项,攀登计划1项,国家自然科学基金项目30项,国防科工委及教育部课题32项,国际合作项目5项。主要获奖成果有:“气动窗口”获保加利亚世界青年发明成果展览会

金奖,“针板式万瓦横流CO<sub>2</sub>激光器”和“高功率CO<sub>2</sub>激光技术”分别获国家科技进步三等奖,“约束放电激励千瓦级CO<sub>2</sub>激光器”国家发明四等奖,“高功率CO<sub>2</sub>激光器及加工机”、“12V-重180柴油机缸套外壁的激光热处理”、“多联齿轮激光焊接”、“大型轧辊激光刻花装备”分别获教育部科技进步一等奖,“高功率CO<sub>2</sub>激光圆偏振镜及高反射镜”和“1500W纵流CO<sub>2</sub>激光器”获教育部科技进步二等奖,“硬质合金与碳素钢的激光焊接”获湖北省科技进步二等奖,“1千瓦无氨CO<sub>2</sub>激光器”和“实用针板式2kW CO<sub>2</sub>激光器”获国家教育部科技进步三等奖。共获专利11个,发表论文800余篇,出版专著和教材8本,取得了可喜成果。

另外在HOWO重卡研发生产中,中国重汽卡车公司与蒂森克虏伯公司联合开发了应用于重卡车超宽板材,成功地解决了大尺寸驾驶室开发生产用料难题,首创国内重型车车身板材激光拼焊技术。

由攀钢钢研院与华中科技大学激光加工国家工程研究中心合作开展的“攀钢冷轧钢板激光拼焊及其应用技术研究”项目,最近在东风汽车公司进行了国内首次冷轧激光拼焊板冲压汽车零部件的试验,取得了满意的效果。

上海光机所等多家单位在激光技术方面作了大量工作,获得了丰富的研究成果。如以“神光”为代表的系列激光薄膜、全固态激光器薄膜、软X射线膜、紫外膜、滤光片、红外膜、He-Ne激光薄膜、强光防护片以及透明导电膜等。并且对于薄膜的设计方法、制备工艺与光学薄膜的微观结构、损伤机理和光学特性的关系等基础问



题进行了大量的实验探索和深入的理论分析。

中科院沈阳自动化研究所于2005年7月从日本IHI公司引进激光拼焊技术,根据中国的的市场需求情况对其进行了技术调整。2006年9月份,全自动拼焊线成功焊接剪彩,国内用户包括宝钢、武钢还有其他钢铁公司均表现出极大的兴趣。宝钢是国内最早应用激光拼焊设备的公司,其主要设备为瑞士Soudronic公司提供,通过与宝钢的技术交流,根据宝钢的设备需求,团队做了15项技术改进,增加了多组焊接功能、异形料片焊接适应性等。图3为设备在南京宝钢住商钢铁制品有限公司的现场照片。

目前,该设备投入实际生产两年多,已经为奇瑞、江淮、华晨、长城等企业提供300多万张激光拼焊板。

总之,我国的激光器和激光技术产业规模已经形成且激光焊接市场前景广阔,预计平均以每年20%~30%速率递增,但在激光焊接系统的可靠性、稳定性以及整体化、智能化、自动化水平与国外差距较大,尤其是全自动化生产线更是相距甚远。但迄今为止,我国尚无一家公司能够独立开发全自动激光焊接生产线,这是制约我国激光焊接技术进一步发展的关键所在,应该看到,作为世界制造焊接

大国,我国的激光焊接中心还明显偏少,因此,有必要加大力度进行推广,以发展激光产业带动传统产业的改造和发展。

### 3 我国自主研发全自动激光拼焊生产线的必要性

随着汽车保有量的逐年增加、社会节能减排的环境要求日益严峻,汽车轻量化的需求越来越迫切,激光拼焊板就成为汽车板的必然选择。车用板材是由激光拼焊而成然后一次冲压成型。采用激光拼焊板材工艺不仅能够降低整车的制造成本、物流成本、整车重量、装配公差、油耗和废品率,而且可以减少外围加强件数量,简化装配步骤,同时使车辆的碰撞能力、冲压成型率和抗腐能力提高。此外,由于避免使用密封胶,也使其更具有环保性。

激光拼焊板在国民经济发展中处于举足轻重的地位,它既是钢铁工业的产品,又是汽车工业的原料,激光拼焊板技术已成为轻型车生产制造的三大关键技术之一。激光拼焊是采用激光能源,将若干不同材质、不同厚度、不同涂层的钢材或铝材进行自动拼焊而形成一块整体板材,以满足零部件对材料性能的不同要求。激光拼焊技术有着非常广泛的应用领域,不仅在汽车工业中应用于焊接难度较大的薄板合金等多种类型材料的连接,在家电板材焊接生产、轧钢线钢板焊接(连续轧制中的钢板连接)等领域都大量使用激光拼焊,激光拼焊技术使钢铁产品得以延伸和拓展。

3.1 满足激光制造装备的发展对核心技术的需求

制造业是国家经济发展的支柱产业,而装备制造业则是制造业的重要基石,也是增强国家竞争力的基础,装备制造业的稳定增长支撑和带动着整个经济发展:第一,装备制造业产业关联度高,需求弹性大,对经济增长带动促进作用强,对国家积累和社会就业贡献大;第二,装备制造业是科学技术物化的基础,是高新技术产业化的载体,任何高新技术,诸如信息技术、生物工程等的发展必须依托于一个载体,必须要由先进的制造手段来实现;第三,装备制造业是国家经济实力、国防实力的体现,西方工业发达国家无不具有强大的装备制造业,在美国制造业产值中,国防部采购产值占20%以上,占高技术制造业产值的三分之一以上;第四,装备制造业是所有工业化国家外贸的主体,在西方七国的进出口总额中,机电产品占40%~80%,日本达到80%以上,装备制造业是一个国家国际竞争能力的突出体现。建设激光焊接是制造业的重要加工工艺方法之一,先进的激光焊接工艺方法以及激光加工装备的设计开发已成为研究的热点,以大型激光拼焊等为核心的现代激光制造已逐步发展成为21世纪装备制造领域不可缺少和替代的先进加工手段和技术发展方向。激光制造成套装备无疑可视为“强力推进器”中的“核心发动机”。激光制造成套装备是数字化、自动化程度很高的现代新型制造装备,对装备制造业的发展起着至关重要的支撑作用。

因此,本项目的实施,对加快发展激光制造成套装备以促进装备制造业的发展,将作出重要贡献。



图3 全自动激光拼焊生产线南京现场



### 3.2 满足钢铁、汽车等行业技术进步对核心技术的需求

激光拼焊是采用激光能源,将若干不同材质、不同厚度、不同涂层的钢材或铝材进行自动拼焊而形成一块整体板材。与等厚板相比,拼焊板具有独特的机械特性,从而满足零部件对材料性能的不同要求。激光拼焊板在国民经济发展中有着举足轻重的地位,它既是钢铁工业的延伸产品,又是汽车工业的重要原料之一,拼焊板技术已成为轻型车生产制造的三大关键技术之一。激光拼焊技术已成为汽车工业的发展方向。激光拼焊技术有着非常广泛的应用领域,不仅在汽车工业中应用于焊接难度较大的薄板合金等多种类型材料的连接,在家电板材焊接生产、轧钢线钢板焊接(连续轧制中的钢板连接)等领域都大量使用激光拼焊,激光拼焊技术使钢铁产品得以延伸和拓展。因此,研究和解决激光拼焊成套装备设计开发的关键技术,将推动板材深加工技术的发展和汽车制造水平的提高,促进汽车、钢铁等行业的技术进步与快速发展。

## 4 关键技术

激光焊接能够实现很多类型材料的连接,而且激光焊接通常具有许多其他熔焊工艺所无法比拟的优越性,尤其是激光焊接能够连接航空与汽车工业中比较难焊的薄板合金材料,如铝合金等,并且结构件不变形,接头质量高,重现性好。激光拼焊在汽车工业中已成为标准工艺,激光用于车身面板的焊接可将不同厚度和具有不同表面涂镀层的金属板焊在一起,然后再进行冲压。这样制成的面板结构

能达到最合理的金属组合。激光焊接的速度约为4.5m/min,而且很少变形,省去了二次加工。激光焊接加快了用冲压零件代替锻造零件的过程。采用激光焊接,可以减少焊接宽度和一些加强部件,还可以压缩车身结构件本身的体积。

4.1 激光焊接技术。根据激光加工类型,研究YAG固体激光器、支流和射频激励的轴快流CO<sub>2</sub>激光器和横流CO<sub>2</sub>激光器各自的特点,选择合理的激光器;研究辐射参数传感器(主要用于检测激光器的输出功率,并通过控制系统进行实时控制)和工艺参数传感器(主要用于检测焊接区域的温度、工件的饱满状况以及等离子体的亮度参数,通过控制系统进行必要的调整),选择适合本系统的传感器,进行传感器信息技术融合处理。

4.2 料片定位、夹紧技术。研究目前世界上已有的激光焊接机本体结构,开发设计多功能、多自由度(五自由度)的本体结构;同时,学习、借鉴国外先进公司现成的定位夹紧机构,研发具有自主知识产权的定位、夹紧机构。

4.3 激光拼焊焊接工艺。激光焊接工艺及参数的选择对激光焊接质量的影响较大,根据不同的技术要求,选择不同的焊接工艺和参数,建立焊接工艺参数数据库。

4.4 质量检测技术。研究焊接过程中焊缝质量的实时检测系统,以保证焊接质量,实现激光焊接的全自动化。激光焊接过程是一个多参数的时变过程,决定激光焊接过程的主要因素是到达工件表面并被工件吸收的能量密度。但是至今还没有一种能直接显示

到达工件表面能量密度的在线检测方法。由于种种原因,即使在同样的工艺参数(如聚焦前的激光功率、焊接速度、透镜焦距与离焦量、侧吹气流量等)条件下,也可能得到并非一致的结果。也就是说,对常用的工艺参数的监测,不能反映激光深熔焊过程的稳定与否。因此,为了提高激光焊接的稳定性和可靠性,保证加工质量,对激光焊接过程和质量进行实时监测和诊断,具有特殊意义。目前,该项技术在我国还是空白。

4.5 激光焊接控制技术。激光焊接过程尽管十分复杂,但还是存在有大量的加工过程性知识、理论分析等一般性知识,以及操作人员的经验性知识、大量的实验数据和相关分析等;基于知识的控制系统可以充分地利用这方面的知识。将实时采样的信息经处理后与知识库的焊接缺陷特征信息进行比较,从而可以实时发现并识别焊接缺陷种类、由于在控制系统中加入专家的知识 and 经验,使得基于知识的控制系统的模型符合于实际。建立基于知识的专家系统,提出一种基于知识的焊接控制技术,直接对检测信号实施某种运算后作为反馈量控制系统的运行,实现对焊接过程的实时控制及焊接质量分析。

## 5 发展对策

基于以上分析可以看出,尽管我国在激光拼焊领域与国外发达国家存在着巨大差距,但我国汽车工业在10~20年内将有迅猛发展,2010年汽车工业已成为我国国民经济的支柱产业,这对我国来说无疑是一个良好的机遇和挑战。提供合格的激光拼焊自动化



装备是我们科技工作者责无旁贷的责任。

为了完成上述目标,拟采用以下对策:

### 5.1 联合开发

众所周知,激光拼焊是集光学、机械学、电子学、计算机学等为一体的高技术,单单依靠单个机构的实力难以出色的完成,必须联合多家有实力的科研机构,联合攻关。

### 5.2 国际合作

虽然目前国内的一些大学和研究单位纷纷研究激光拼焊线的关键技术,跟踪国际领先技术,在相关领域如焊缝质量检测、焊接工艺等方面发表过一些文章,但在激光焊接系统的可靠性、稳定性以及整体化、智能化、自动化水平与国外差距较大,尤其是全自动化生产线更是相距甚远。因此就很有必要充分借鉴国外的先进经验,展开广泛的国际合作。

正是基于上述思想我们与日本IHI公司建立了良好的合作关系。

### 5.3 市场需求

在联合攻关的同时一定要以市场发展为导向,研发出适应市场需求的适销对路的技术产品,同时也要注意将技术适时地转化为企业的发展动力。在这方面激光技术国家重点实验室已经远远地走在了我们的前面。

激光技术国家重点实验室在定位基础和应用基础研究的同时,十分注重促进激光技术成果向生产力转化,解决传统工业生产不能解决的重大技术难题,推动传统工业的技术改造和技术革命。实验室配合激光加工国家工程研究中心在西安、北京、湛江等地建立了几十条缸套激光热处理生产

线,给企业带来了良好的经济效益。

仅西安内燃机配件厂就建立了12条年生产能力可达60万支的激光热处理生产线。不仅填补了我国在激光热处理汽缸套方面的空白,而且成为我国发动机更新换代的新产品,也使该厂成为我国唯一的批量生产激光热处理汽缸套的企业,获国务院经济研究所颁发的“中华之最”奖牌。

### 5.4 企业支持

激光拼焊自动化装备的研发需要巨大的资金支持,同时这是制约我国激光加工技术发展中的一个关键问题,因此很有必要让相关行业的著名企业参与进来,共同研发。

汽车用板激光拼焊生产线为国内汽车领域的新型行业,该项目使钢铁公司和汽车制造公司紧密地联系在一起,提高了钢铁公司的产品附加值,节省了汽车制造厂商的投资成本,减少了汽车的重量,降低了汽车成本,提高了环保系数。汽车拼焊生产线在我国才刚刚兴起,市场潜力巨大,并且汽车用板激光拼焊是汽车制造业的发展方向,国内还没相关单位成功研制激光拼焊生产线。

针对国内外市场的调研情况,以国内市场需求为导向,针对汽车板的具体需求为对象;以日本IHI公司激光拼焊线技术为基础,联合研制开发拼焊线成套设备,直接面向生产应用,开展售后服务。联合开发直焊缝不填丝的拼焊系统,积累设计和研制经验,吸收消化日本IHI公司的关键技术,以一定的高度为研制起点,不回避关键的技术问题,先进行难点问题攻关。

## 6 结束语

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,并给提高质量和降低成本带来了新的机遇。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,才能最终制造出满足结构和性能要求、工艺合理稳定、成本最低的合格产品。集光学、机械学、电子学、计算机学等为一体的激光拼焊技术,是提高我国先进制造装备水平的一项核心技术。激光拼焊成套设备的研制、开发成功,必将推动汽车行业的整体制造能力,提高我们企业的核心制造能力,提高企业产品的竞争力,尤其是为提高沈阳汽车制造行业的整体竞争能力具有重要意义,为我国整个制造业的发展提供动力。

## 参考文献

- [1] Langerak, Nico A. J., Kragt, Simon P. Light weight car body design. *Automotive Engineering International*, 1998, 106: 106-116
- [2] 李季, 黄树槐, 胡伦骥等. 高精剪—板材激光拼焊生产线上的关键设备. [J]. *锻压技术*, 1998, (2): 46-49.
- [3] 刘建华, 胡伦骥, 熊建刚等. 汽车用薄钢板的激光拼焊. [J]. *中国机械工程*, 1996, 7(4): 96-98.
- [4] 阎启. 激光拼焊板在轿车上的应用. [J]. *应用激光*, 2004, 12, 396-398
- [5] 姜银方, 杨继昌, 陈炜. 拼焊板冲压成形研究的现状和发展趋势.
- [6] 郑启光, 秦应雄等. 汽车剪裁板的激光高速拼焊试验研究. [J]. *光学技术*, 2002, 9, 422-425.
- [7] 胡伦骥, 刘建华等. 国外先进汽车制造技术发展概况—激光加工在汽车制造中的应用. [J]. 2003, 3, 37-39.
- [8] 周建忠, 张永康. 激光加工技术在汽车车身制造中的应用. [J]. *电加工与模具*, 2000, 4, 32-36.
- [9] 李立军, 吴国运, 王青峰. 激光拼焊板成形性研究. [J]. *物理测试*, 1999, 4, 19-23.
- [10] 李淑惠, 林忠欣等. 拼焊板在车身覆盖件冲压成形中的研究进展. [J]. *机械工程学报*, 2002, 38(2), 1-7.
- [11] 邓聚才. 中型载货汽车双层卧铺驾驶室的设计. [J]. *广西机械*, 2001, 4, 17-19. 