

# 激光加工 在汽车行业的应用

激光加工技术由于精度高、损耗少、应力小等优点，已被广泛和迅速地应用于汽车制造业。激光加工具有传统加工方式无法替代的众多优势，采用激光加工技术可以降低车身重量，提高车身的装配精度，增加车身的刚度，减少车身零件的数目，降低整车制造成本以及提高车辆安全性、乘坐舒适度及美观度等。但目前中国本土的汽车厂商，尤其是大量的零部件生产厂家对激光焊接技术并没有深入应用，国内的相关设备制造商还处于发展阶段。目前我国汽车工业与世界先进水平还有较大差距，本文综述了激光加工在汽车制造业的前沿应用技术。

## 激光焊接

### 1. 远程激光飞行焊接技术

目前普遍使用的激光加工头通常与工业机器人或机床连接，激光的行走路线则由机器人或机床来实现，而远程激光加工头是近年来兴起的一种高效的大功率激光加工头，通常与工业机器人相配合实现高效率的激光焊接。近年来，这种激光焊接方式被业内人士称为激光飞行焊接，其加工效率从其名字中可见一斑。远程激光飞行加工的超高速及高灵活性源于激光是通过加工头内反射镜的翻转来实现激光束路径的扫描，激光镜片的质量较小，因此其反应速度和重复定位精度等均比普通激光焊接要好得多。

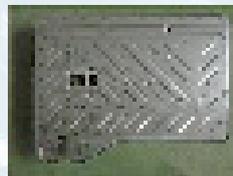
我公司在远程激光焊接装备技术方面具有大量的应用案例，设备的典型配置包括激光器、激光加工头、焊接机器人、转台、工装夹具、控制系统以及焊接防护房等部分，如图1所示。远程激光焊接柔性加工自动化成



(a) 远程激光焊接装备



(b) 设备局部图



(c) 汽车座椅靠背远程激光焊接效果图

图 1

套装备可实现高速激光焊接，代替传统电阻点焊工艺，改变了传统钣金的结构设计，有效减轻了汽车内部钣金的重量，并大幅提高了焊接效率和焊接质量。该设备最大的特点在于通过采用振镜焊接头实现“飞行焊接”，即非接触式的激光同高速扫描镜片结合，通过软件对

焊接路径编程，调用控制系统实现激光通过一次折返单元、准直单元、可移动聚焦单元、单振镜扫描单元，完成激光焦点在三维空间上的扫描，同时采用机器人做执行机构，带着激光加工头在运动过程中完成整个样件的焊接。机器人行走一个轨迹路线而加工头完成焊接轨迹，期间没有停顿，焊接时间大大缩短。以汽车座椅的焊接为例，样品共计340条焊缝，单条焊缝长度20~30mm，焊接节拍为95s/件。目前新松公司已将远程激光焊接装备成功应用到汽车座椅、调角器、仪表盘支架、车身和车架制造等制造工艺中。

## 2. 激光拼焊技术

激光拼焊是将几块不同材质、不同厚度、不同涂层的材料焊接成一块整体板，以满足零部件对材料性能的要求。同时具有其他熔焊工艺无法比拟的优越性，尤其是焊接在汽车与航空工业中比较难焊的薄板合金材料，如铝合金等，具有结构件不变形、接头质量高、重现性好等优点。激光拼焊技术具有非常广泛的应用领域，在汽车工业中已成为标准工艺，目前主要用于轿车生产用板的焊接，可减少零部件的数量。激光拼焊板成套生产线在国外已有10年的发展历史，国内才刚刚开始采用国外的设备，并且国内的市场均被国外公司垄断。国外全套激光拼焊生产线价格相当昂贵，目前在中国已有多家激光拼焊线建成和正在规划之中。

我公司目前也在积极进行激光拼焊线的开发设计，该系统经过对定位及夹紧机构、激光光路系统及激光头运动支撑系统、焊缝跟踪及质量检测技术、控制系统集成及二次开发、板料翻转及下料码垛技术、拼焊工艺、板材焊缝制备与矫正等多项关键技术的研究，开发出全自动激光拼焊生产线装备系统（见图2）。可完成拆垛、上料、焊接准备（定位对中、夹紧等）、激光拼焊、焊缝跟踪、质量检测、板料输送、板料翻转和下料码垛等一系列自动化生产过程。该装备机身牢固紧凑，

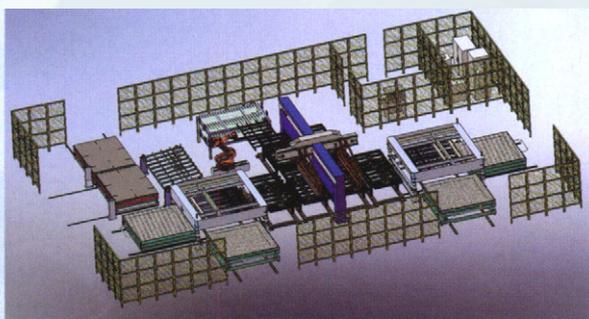


图2 全自动激光拼焊生产线装备系统

精度高，运行平稳，自动化程度高，拥有焊前跟踪及在线实时质量监测系统。适用于普通钢板、高强度钢板、镀锌板及酸洗板等多种不等厚板材拼焊，可保证焊缝质量的一致性。另外，该系统能实现连续焊接，对料长无限制，根据板厚不同焊接速度可达4~10m/min，废品率低于2%。

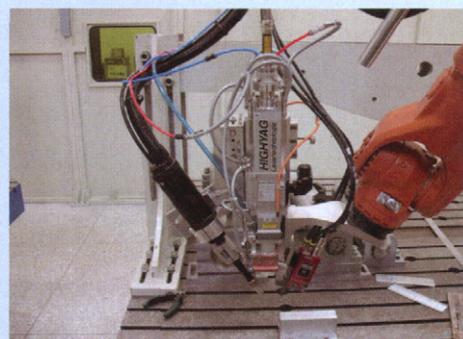
## 3. 激光复合（填丝）焊接技术

激光复合焊接是采用激光与其他热源共同作用，与纯激光焊接技术相比，利用激光复合焊接技术可大大提高钣金件缝隙的连接能力，且电弧可以解决初始熔化问题，能够改善铝合金、异种材料等的焊接性。另外，激光复合焊接工艺具有更大的焊接装配间隙、较高的焊接速度以及较好的力学性能，可以减少生产时间和降低生产成本，因而对于现代汽车工业低成本、高性能、轻量化的要求来说具有极大吸引力。目前激光复合焊接技术已广泛应用于车门、侧顶梁、支架、飞轮、立柱等汽车零部件及多种形式的接头焊接中。

针对不同零件的焊接需求我公司自主开发了激光复合（填丝）焊接技术与装备（见图3），通过对复合焊接头、焊接工艺、工装夹具、焊缝跟踪技术及整机控制技术的关键研究，开发出两套激光复合（填丝）焊接系



(a) 激光复合焊接装备



(b) 设备局部放大图

图 3

统，一种采用机器人系统，另一种为CNC多工位机床。其他典型配置包括激光器、激光加工头、转台、工装夹具、控制系统等，该装备具有高效率、高自动化及高精度等特点，可实现平板对接、环缝对接、平直T形材角接及弧形T形材角接等多种焊接方式以及铝合金、不锈钢、普通碳钢的焊接，机器人加工系统适用于形状复杂的零部件三维曲面的柔性加工，而CNC多工位机床系统适用于规则零部件的平面加工及批量生产的需求。

另外，我公司通过对激光器、机器人、加工头、转台、送丝系统及工装夹具的设计集成，开发了激光填丝焊接系统，实现了汽车挠性盘的激光填丝焊接及其他中厚板的焊接。

#### 4. 激光压焊技术

压焊技术适用于搭接的焊接形式，目前在国内应用较少，在汽车工业中，大多数车身结构采用搭接结构，如顶盖与侧围的搭接等。在焊接过程中，由于热量的输入，会产生焊接变形，导致被焊工件的位置发生变化，无法保证焊接质量和精度。传统的电阻点焊或电阻压焊对参数波动敏感、结构受较多条件限制、设备复杂以及接头尺寸受限等，限制了其在搭接焊过程中的广泛应用。而激光焊因聚焦光斑很小，可大大减小焊件的凸缘，不仅可以点焊，而且可以很容易实现快速连续焊缝的焊接，在搭接焊中具有极大优势。因此，大部分汽车厂家为提高整车的性能，将激光焊接应用到搭接焊过程中。而激光压焊技术是在此基础上进一步优化的技术，可实现焊接质量更精确的控制。

目前，我公司正致力于开发适用于汽车车身及零部件的激光滚轮压焊装备，如图4所示。本系统包括光纤激光器、双机器人系统、激光加工头、定位监测系统及控制系统，其最大的特点在于压轮（压指）+跟踪加工头以及侧向夹具的设计，加工头如图5所示。压轮（压指）本身连接着一套气动保压系统，因此压轮会始终贴合工件外形，压轮与激光头机械连接在一起，当工件外形改变时，由于压轮对工件的贴合，激光头相对于工件的位置会因此获得固定，从而确保激光加工的焦点始终与工件表面保持一定距离，进而确保了加工精度，弥补了机器人精度的不足。同时，该压力的存在使得工件被压紧，最终满足焊接工艺需求。该加工头中的跟踪系统可以对搭边的焊缝进行准确跟踪加工。它本身具有一套伺服驱动机构，跟踪用的触指经过摆动碰及到焊缝搭边

处之后，系统会自动确定焊缝的位置，在后面的运动中触指始终保持与搭边的密切贴合，因此，搭边的位置得以精确确定。另外，由于焊接过程中产生的变形，焊接位置对于汽车车身激光焊接难以精确控制，在本项目的研究中，采用侧向定位加紧工装夹具设计，该功能的实现由车身两侧的气缸完成，用于压紧车身，防止加工时车身的位置发生变化，以确保焊接位置的精确性。

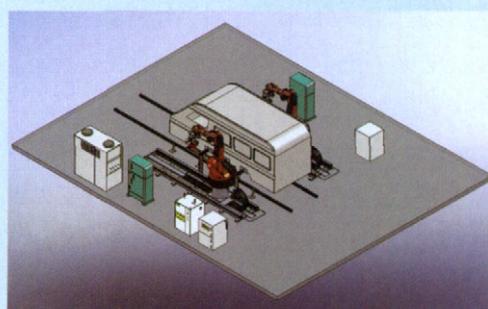


图4 激光滚轮压焊装备系统布局示意图



图5 激光加工头示意图（压指型）

#### 5. 激光塑料焊接技术

为了降低汽车车身的重量，达到减少能源消耗和减少环境污染的目的，塑料材料及铝合金材料等逐步被应用于汽车车身和汽车零部件的制造。激光焊接由于其独特的优势成为汽车塑料件焊接的主流工艺，因此，汽车产业成为激光塑料焊接最重要的应用领域。与传统的塑料焊接技术相比，激光塑料焊接技术具有以下优点：

- (1) 焊接速度快、精度高，易于控制和生产自动化。
- (2) 焊接件的热历程极短，焊接应力小，焊接时树脂降解少，几乎不产生碎屑。
- (3) 焊接过程中没有振动，便于焊接精密、敏感的零部件，如电子元件、医疗器械。

激光焊接塑料的方法主要分为两种，一种是利用远红外CO<sub>2</sub>激光焊接塑料——非接触激光焊接；另一种是利用近红外激光焊接热塑性塑料——透过激光塑料焊

接。目前这两种激光塑料焊接方法逐渐被汽车钥匙及启动部件、汽车离合器、车灯、汽车门锁、制动件、过滤器、发动机缸盖等的焊接所利用，如图6所示（塑料汽车零部件的激光焊接实例）。



图6 汽车进给连通器

与其他激光焊接装备相比，塑料焊接对焊接温度控制要求较高，塑料导热性很差，在非常短的时间里就会累积很大的热量，导致温度陡升，因此焊接过程中温度的控制至关重要。我公司的塑料焊接装备采用高性能半导体激光器作为激光光源，设备融入了闭环温控反馈技术、远程激光加工技术及光机电算一体化控制技术，构建了国产激光塑料焊接装备，可以有效地调节及监控焊接过程温度以保证高品质焊接。该焊接技术已推广用于汽车锁盒的激光焊接。

## 结语

近年来，中国汽车产业蓬勃发展，在2009年中国的汽车产销量突破1300万辆，一举成为世界汽车产销第一大国。然而在后千万辆汽车时代，加强技术改造，提高研发水平，加快产品升级换代和结构调整，或许将成为自主品牌以及整个中国汽车业发展的重中之重。但是，由于种种因素，激光焊接在我国仅仅是在外资或合资品牌车型中得到推广和应用，而大量的自主品牌很少有激光焊接技术的应用。激光焊接技术的应用有助于汽车零部件厂商节约成本、提高效率和焊接质量，促进与之配套的制造设备更完善、更先进，全面提高汽车质量，因此大量采用激光技术将成为汽车制造产业升级的必经之路。

Web Info 查询编号201205005

关键词：激光 汽车行业 应用

(收稿日期20120210)

## 《现代零部件》编辑部征稿

《现代零部件》编辑部特向业内人士征集关于汽车及零部件制造与应用方面的稿件，您可以：分析和预测国内外汽车及零部件行业相关市场、技术的发展现状和趋势；提供汽车零部件制造的技术解决方案；介绍汽车零部件制造的新技术、新工艺、新装备、新项目等；对典型汽车零部件加工进行难点解析……或者您可以自选内容进行发挥。

### 撰稿须知：

- ◆ 思路清晰、表述简练、观点正确、数据真实、公式正确，关键词三个。
- ◆ 专业术语、计量单位、插图须符合相应国家标准。
- ◆ 产业透视类文章一般不超过4500字，技术类文章不超过3500字。
- ◆ 因本刊为全彩印刷，来稿请同时提供符合本刊报道方向和文章内容的相关照片或图片（300KB以上）。
- ◆ 本刊对来稿有删改权利，请勿一稿多投。投稿后，建议来电确认录用情况。
- ◆ 随文请附加第一作者的联系方式（邮编、地址、单位、电话、E-mail、职务、职称及身份证号），出刊后我们会据此邮寄稿费及样刊。
- ◆ 稿件文字及图片如涉及版权问题，作者责任自负。

电邮投稿：mcworld\_ed@126.com

网站投稿：http://www.mc1950.com（免费注册）

本刊属于平面杂志，同时也可在网上浏览电子版杂志（http://www.mc1950.com）！

欢迎汽车业界人士积极投稿或推荐稿件！

如有疑问请拨打编辑部电话010-88379790~98转610~613进行咨询。