三维视觉系统提升机器人激光焊接效率

安徽江淮汽车股份有限公司　张丽芳　陈素平　李坊平

随着汽车工业的快速发展，为满足安全、环保、节能等指标要求，激光焊接技术在白车身制造领域的应用日趋普及。而在白车身激光焊接过程中，白车身精度、匹配关系及设备精度误差等因素造成了其焊接环境较为复杂，焊接路径与原设定程序容易出现偏差，为解决此问题，目前三维视觉跟踪系统被广泛应用到了激光焊接系统中，以便在焊接过程中起到随时检测及纠偏的功能。

1. 激光焊接技术在江淮汽车某轻型客车上的应用背景

2011年，江淮汽车拟在原有长轴新锐车型基础上，开发一款盲窗造型（即侧围窗框部分全部封闭）的短轴车型。根据以上变动，对焊接工艺进行了可行性分析，如采用传统点焊工艺，则机器人焊枪必须从车身前风窗及后门框处伸入车身内部（见图1），同时机器人焊枪喉深必须达到2.5m，而以目前的焊枪制造水平，无法达到此要求，因此，利用传统点焊工艺对车身顶盖及侧围进行连接不可行；在此情况下，考虑改变车身顶盖搭接形式，采用对接形式（见图2），但此种结构需另加外饰条对焊点进行遮蔽，车身整体造型不美观，同时，也将产生公司系列车型造型无法延续的问题。基于此，通过对激光焊接技术的调研，最终确认了采用机器人激光焊接技术来解决此问题。

2. 短轴轻型客车激光焊接系统组成及设备简介

针对我公司本款车型特点，最终制定了整套激光焊接系统方案，其中包括了焊接系统、除尘系统、跟踪系统及安全防护系统等，并通过PLC系统编程使各系统建立了联系，如图3所示。

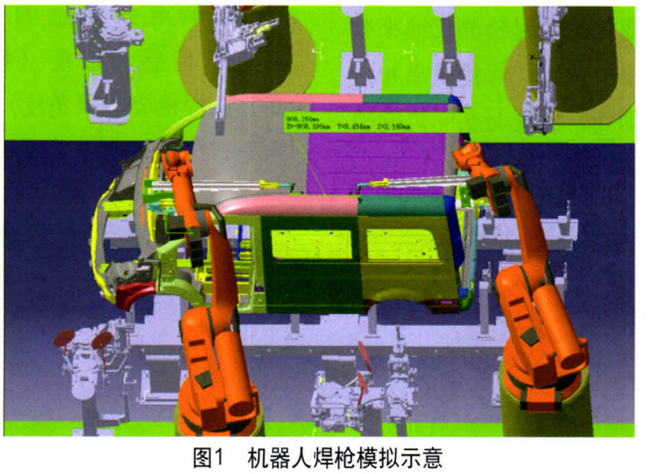


图1　机器人焊枪模拟示意

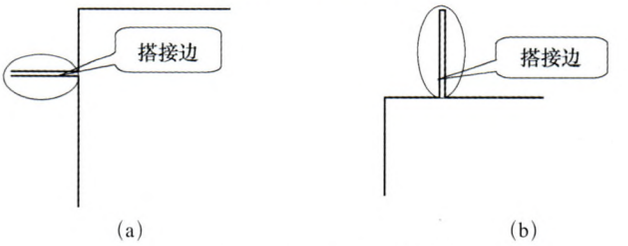


图2　顶盖与侧围对接示意

作者简介：张丽芳，技术中心工艺工程院焊装工艺部焊接工艺主管，负责公司首套激光焊系统引进，并参与江淮汽车多款车身研发工作。

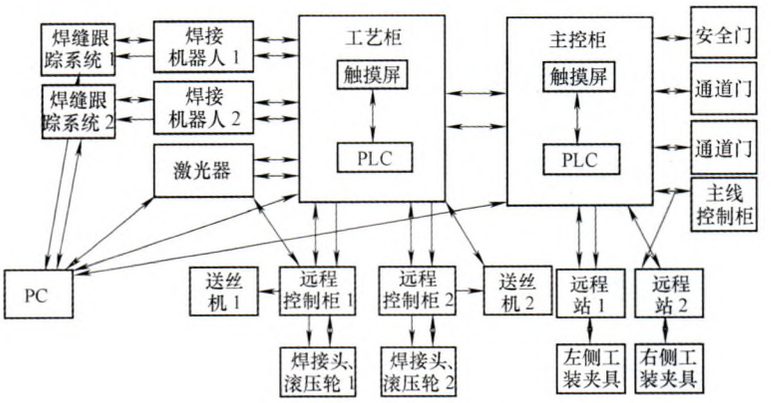


图3 激光焊系统设备集成示意

基于激光焊接工艺的特性，在系统设备选择及选型方面进行了研究，最终在各系统中选择了合适的设备，激光焊系统基本设备清单如附表所示。

激光焊系统基本设备清单

序号	分类	设备
1	激光发生装置	激光发生器
2		传输光纤
3		冷水机
4	激光焊接装置	激光焊接头
5		送丝机
6		送气装置
7		焊接机器人
8	激光跟踪系统	焊缝跟踪系统
9		焊接起始点检测系统

基于前期的方案论证与整体方案设计，系统设备选型基本如下：IPG 4 000W光纤单激光器双光路分时输出系统，焊接头选用scansonic专门用于激光填丝熔焊的焊接头，福尼斯前推后拉式送丝机，6轴机器人经过负载计算与离线模拟，选型承载能力为210kg、工作距离2 700m的KUKA KR210焊接机器人，使用profibus总线控制。

各设备主要功能及性能简要介绍如下：

（1）激光发生器 本系统采用IPG YLS—4000高功率光纤激光器，产生波长1 070nm的激光。激光模块产生的激光由进给光纤（feeding fibre）传输到光束耦合器内，通过光束耦合器将进给光纤输出的光束耦合到加工光纤（process fibre）中，加工光纤长30m，可满足远距离焊接，光纤输出光斑直径为0.6mm。激光器使用内置水冷却系统，包含两路冷却水：自来水冷却激光模块，温度控制在20~22℃之间，去离子水冷却内部光纤耦合模块和外部光路，温度控制在28~30℃之间。光纤激光器的电光转换效率高达28%，而灯泵浦YAG激光只有1.5%～2%，不用更换灯管，因而更加省钱。光纤激光器中使用了寿命长达10万h的电信级单芯结半导体激光管，所有功率级的光斑大小和形状都是固定的，免维护或低维护，备件极少，使用光纤进行传输，适应于柔性加工，适合更长的工作距离。

激光器含有双光路，通过分时来切换光路，激光器的功率为4 000W，可用于切割和焊接、高速控制。正常高功率工作耗能约14kW/h。激光器的冷却系统对环境温度要求较高，需空调房的环境温度，防止冷却水结冰。光纤对使用也有较高要求，动态时弯折半径≥150mm。

（2）激光焊接头 本系统采用SCANSONIC AL02激光填丝熔焊焊接头（见图4），光纤从焊接头顶部的光纤接口耦合进入，激光束通过工作光纤从激光发生器到达激光焊接头后，经过准直镜片组进行准直，然后通过两个反射镜片后，到达聚焦镜片进行聚焦，变成焊接用的激光光斑。

该焊接头带有摄像头模块，用于观察与监测焊丝与聚焦光斑的相对位置。有可替换的保护镜片，用于防止焊接中飞溅或尘埃进入光路系统。两层安全玻璃内充有一定压力的检测气体，当镜片有破损时气压不够，会提示报警。伸缩臂也有供气，若压力不够，焊接头控制器不能就绪。焊接头带有侧吹气及流量监控，用于监控侧吹气体的流量，以保证稳定的焊接质量。

焊接头带有自适应滚压轮单元，滚压轮型号ADR—400，滚压轮压力可调，能满足不同焊段不同刚性下对于焊缝间隙的控制。

焊接头具有焊丝导向的焊缝跟踪系统，有三种工作模式：准备、跟踪、保持，设备上电，焊接头自动回零，焊接头处于准备模式。回零动作时，摆臂摆动范围内不能有干涉。焊丝自动跟踪到位后，即以一定的力保持跟踪。

（3）焊缝校正系统 为保证车身重复定位精度，需对每台车进行车身焊缝定位检测，以保证

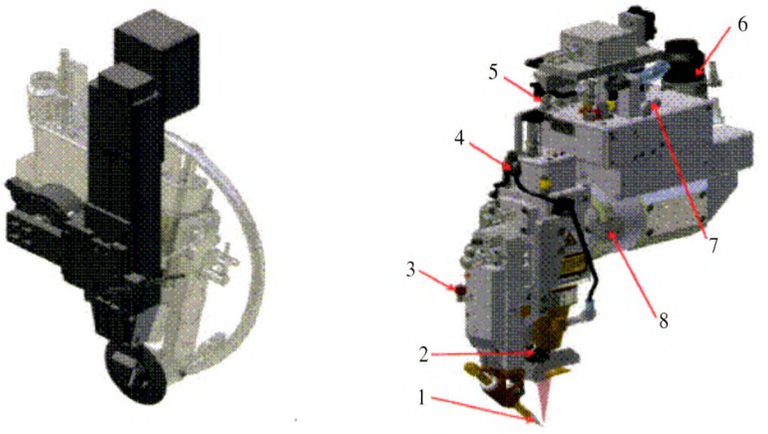


图4 激光焊接头示意

1.导丝嘴 2.侧吹气 3.伸缩臂供气 4.保护气 5.视频线缆 6.光纤接口 7.保护镜监测气 8.限位

焊缝位置一致性。在焊缝上，设计选取四个基准点，根据标准车身和基准点偏移定义当前焊缝准确位置（见图5）。

使用server—robot激光扫描跟踪仪进行焊缝校正。该系统通过扫描焊缝，取得焊缝相对于标准车身的偏差值，与机器人通讯，校正机器人轨迹，使焊接系统能更好的适应车身的误差。

具体工作过程如图6所示。第一步，开校正点，要求轨迹点在焊缝起点附近。从斜前方靠近焊缝。此时，滚压轮在上限位，焊接头处于tactile search mode，激光准备就绪；第二步，开程序号，要求焊丝离焊缝3~5mm，伸缩臂压缩至0附近，此时，滚压轮下压，焊接头处于seam tracking mode，激光准备就绪；第三步，出光焊接点。要求与第一点距离3mm以上，伸缩臂压缩至0附近，滚压轮处于下压状态，焊接头处于seam tracking mode。

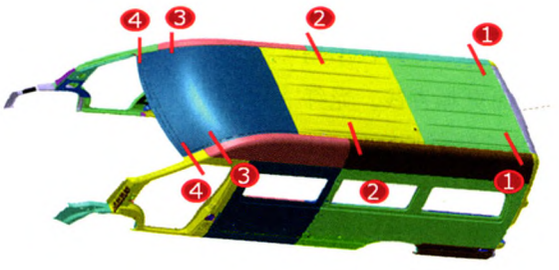
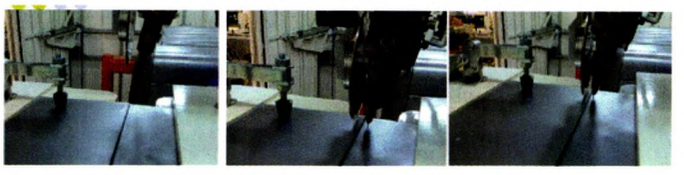


图5 焊缝校正位置选取

注：①~④为四个基准点



(a) 开校正点 (b) 开程序号 (c) 出光焊接点

图6 激光扫描跟踪仪工作过程

3. 实施效果

(1) 系统质量 本公司激光焊系统自2012年生产以来运行稳定，整体焊接质量达标，经强度、金相及密封性试验检侧，确认其各方面质量均达标。

(2) 经济效益 系统自运行以来，目前已累计生产白车身近万台，取得了良好的经济效益，同时，实现了全自动焊接，将现场员工从繁重的体力劳动中解放出来。

(3) 社会效益 ①引进自主车企首套白车身激光焊接系统并实现成功应用，开创了业界先例，推动了高新技术在省内的发展，值得同行企业借鉴。②解决了我公司多功能商用车顶盖-侧围连接困难的问题，保证了新车型的顺利开发，解决了新车型系列化的问题。③激光焊接技术以其强度高、外观质量佳、密封性好的优点，提升了我公司的产品性能。

4. 结语

通过激光焊接技术在我公司多功能车型上的应用，使我公司多功能商用车白车身的焊接质量在强度、外观及密封性方面都有了较大的提升，提升了我公司的产品形象。

激光焊接技术目前已成为主流汽车厂家应用的趋势，我公司通过此技术的应用，打破了外企及合资企业在此技术应用中的壁垒，同时通过现场的调试工作，积累了丰富的技术经验，为后期此技术的普及推广奠定了良好的基础。

MW 20140503