

# 激光视觉技术在焊接制造中的应用

汽车焊接制造中所用到的电弧焊和激光焊接对焊缝的定位对中有较高的要求，所以焊缝寻位和跟踪是保证自动化焊接质量和稳定一致的必要手段。本文介绍了先进激光视觉技术在激光拼焊、车顶激光焊接、激光钎焊和车身电弧焊中的寻位、跟踪和质量检测等应用。

□ 加拿大赛融公司北京代表处 陈志翔

激光视觉是一种基于光学三角测量原理的视觉传感技术，当激光束经过光学器件变换以光面的形式投射到目标物体的表面时，在物体表面形成其截面几何形状的条纹。经过透镜成像，在面阵的光敏探测器上就可以得到表征目标截面的激光条纹图像。而当激光传感器沿着物体表面扫描前进时，就能得到所扫描表面形状的轮廓信息。根据所获得的轮廓信息，计算出坡口位置、截面形状、截面积或表征焊缝成形的几何特征量。因此，经过适当设计的激光视觉传感器可用于焊前焊缝搜索定位、焊接过程中的焊缝跟踪和自适应焊接参数控制以及焊后的焊缝成形及缺陷检测等。经过30年的发展，SERVO-ROBOT为各种焊接应用而开发的一系列数字激光视觉传感系统已经在电弧焊接、激光焊接和物料搬运等领域拥有大量的成功案例。

## DIGI-LAS 系统

DIGI-LAS/MDL 系统是一个模块化系统，包含焊缝跟踪、焊后质量检测、激光焊接头、激光过程控制和机器人轨迹精度补偿等功能模块，用户可以根据需要选配各个功能模块。下面我们通过实例说明，介绍不同配置的 DIGI-LAS/MDL 系统在激光拼焊、车顶激光焊接、激光钎焊和

车身电弧焊中的寻位、跟踪和质量检测等应用。

### 1. TWB 激光拼焊中的应用

激光拼焊板已广泛应用于汽车车身部件，采用激光拼焊板工艺不仅能够降低整车的重量、装配公差、废品率、制造成本和油耗，而且可以减少外围加强件数量，简化装配步骤，同时提高车辆的碰撞能力、冲压成形率和抗腐能力。TWB 剪裁拼焊板一般需要专用多轴数控系统或机器人带动激光焊接头来实现焊接过程。激光拼焊所用的激光斑点尺寸为 0.5 ~ 0.6 mm，光斑对准对接缝如有 0.1 mm 的偏差，就可能影响到焊接的质量。

为了实现加工中的跟踪和检测，DIGI-LAS/MDL 系统采用了 2 个专为激光焊接应用设计的 Quanta 激光传感器，分别用于焊缝跟踪和焊后焊缝检测。2 个传感器完全一样，便于互换，而且跟踪和检测的功能可以通过通信指令切换，从而可以很方便地执行前进或后退两个方向的焊接任务。Quanta 激光传感器具有非常坚固的铝合金外壳，并带有可靠的焊接烟尘和飞溅防护措施；距工件的安装距离为 100 mm，这使得 DIGI-LAS 焊接头的可达性非常好；Quanta 激光传感器的平均横向分辨率为 9  $\mu\text{m}$ ，深度分辨率为 8  $\mu\text{m}$ ，最大的图像采样

帧率可达 2 000 帧/s，非常适合高速高精度的焊缝跟踪与检测；内置了 2D 图像传感器，可用于观测工件上的情况。

由于激光焊接头通过光纤最大可连接 20 kW 的连续激光，在焊接头上可配置 LPCS 激光过程控制系统和同轴监控摄像头。LPCS 系统是一种激光焊接过程的实时质量控制模块，系统通过安装在激光焊接头上特殊的同轴高温测量装置测量焊接熔池的温度，同时也检测背向反射，根据对熔池温度和背向反射的分析可以检测出焊接过程中可能产生的微小缺陷。配置完整的 DIGI-LAS/MDL 系统能够实时分析熔池温度和熔池数据以及激光传感器测得的接头和焊缝的 3D 数据，诊断激光拼焊不允许的缺陷，如间隙、错边、气孔和不合格的轮廓。熔池数据、接头和焊缝的 3D 尺寸数据等过程信息可以关联起来，进一步提高在线焊缝质量检测的可靠性。

此外，该系统还可以根据自适应填丝和熔透焊接（搭接熔透）工艺的需要，分别选配送丝机构和侧面的滚轮压紧装置等。

### 2. 车顶激光焊接的焊缝跟踪应用

车顶与侧围外板、车顶横梁和加强板等零件存在着连接关系，其中车顶与侧围外板之

间的连接没有其他零件的遮挡，所以连接的外形美观、接缝的密封性和刚度等是需要关注的重要因素。采用搭接接头的激光焊接不需要填丝，可以节省焊丝材料的费用，但对焊缝跟踪的要求较高。如图1所示，为用于车顶激光焊接的DIGI-LAS/MDL系统，除了配置2个Quanta激光传感器外，还配备了一个碾压轮，用来压合搭接的间隙，保证焊接质量。Quanta激光传感器甚至可以检测焊缝上小至0.2 mm的微小孔洞。

### 3. 车顶激光钎焊焊缝寻位和焊缝检测

DIGI-LAS系统也可以用于激光钎焊，实现左右和高度两个方向上的精确焊缝跟踪及焊后成

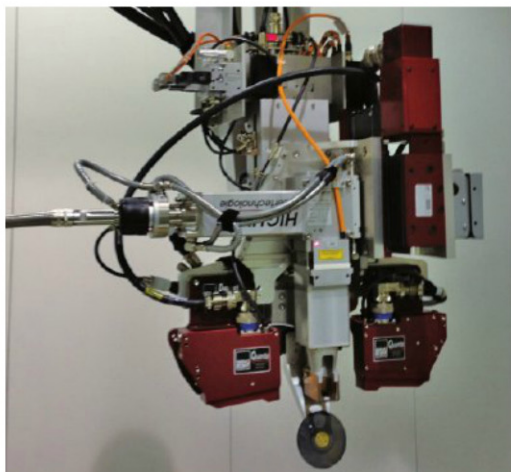


图1 用于车顶焊接的DIGI-LAS/MDL系统

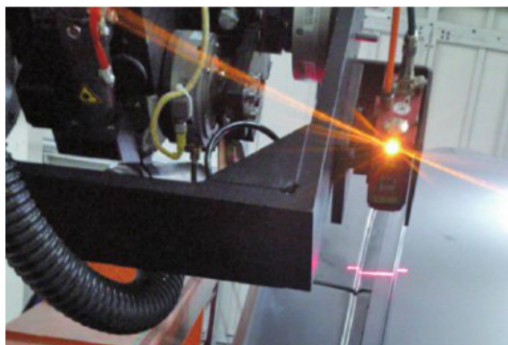


图2 SF/D-VE激光寻位系统在车顶激光钎焊中的应用



图3 车身激光钎焊缝的激光检测

形质量检测。但是部分用户为了降低整体设备的成本，采用了焊丝接触跟踪。焊丝接触跟踪是利用焊丝靠在接缝的台阶边缘，焊接头聚焦部分左右跟随微摆来实现横向的焊缝跟踪。这种焊接头结构比较复杂，而且存在初始位置定位不准时焊丝跟踪失败的风险。为此，我们也为用户提供了简便、经济的解决方案——SERVO-ROBOT的激光焊缝寻位系统。

## 激光焊缝寻位系统

SERVO-ROBOT的激光焊缝寻位系统可以快速地搜索定位钎焊的初始位置，确保在钎焊的起始位置焊丝能对准焊缝。目前，适合这种激光钎焊寻位应用的激光寻位传感器有SF/D-VE和i-CUBE，SF/D-VE激光寻位传感器在车顶激光钎焊中的应用如图2所示。

车顶和后备箱位置的激光钎焊缝通常有密封要求，钎焊缝必须是无缺陷的。Poroscan激光传感器采用了双传感器技术，可以自动调整检测过程中接缝的位置误差。高速和高分辨率的传感器能够快速检测小至0.2 mm的焊接缺陷，同时输出接缝几何尺寸数据和缺陷信息。Poroscan激光



图4 i-CUBE激光焊缝寻位传感器

传感器在车顶钎焊缝激光检测中的应用如图3所示。

在实际生产中，焊缝的定位精度往往难以达到这种弧焊所需要的定位精度，所以激光焊缝寻位技术也是保证白车身机器人弧焊质量及稳定性的必要手段。

白车身电弧焊的焊缝型式主要为薄板搭接和塞焊两种，焊缝长度较短。采用SF/D或i-CUBE的焊缝寻位是最合适的解决方案。图4所示的i-CUBE激光传感器是SERVO-ROBOT的新型焊缝寻位传感器，内部采用了最新开发的嵌入式硬件平台，系统提供了连接多个传感器和实现机器人应用所需要的实时处理传感器数据的能力，具有可以提供机器人焊接过程性的多种功能，包括简化机器人应用的辅助示教、焊缝搜索寻位、过程监控和焊缝检测的功能。

## 结语

先进的激光视觉技术可以确保激光拼焊、车顶激光焊接、车顶激光钎焊和车身电弧焊精确的自动焊缝跟踪和焊缝寻位，高速激光焊缝检测可以检测激光拼焊板、车顶激光焊缝和激光钎焊缝的外观几何尺寸并检测缺陷。 AI