■ 沈阳新松机器人自动化股份有限公司/曹景兴 张健夫

基于动态仿真分析的激光焊接机器人应用

在现代汽车制造中，机器人焊接是汽车生产线上一道重要的装焊工序。随着激光焊接技术快速发展，国内外许多汽车制造企业开始在生产线上用机器人激光焊接代替传统的机器人电阻点焊技术。与传统焊接方法相比，激光焊接具有很多独特优势：焊接速度快，达20m/min；焊接变形很小，装焊精度高；焊点冶金质量高，提高了车身的抗疲劳性、抗冲击性、抗腐蚀性能，车身刚度提高了30%；提高了车身的密封性，降低噪声30%；单面焊接，焊点尺寸小，预留的焊接边缘小。

激光焊接机器人工作站的组成

通过计算机仿真软件对实际某国外车型座椅靠背焊接机器人系统进行模拟，避免破坏减小风险，软件的标准自动碰撞侦测功能允许用户生成多个碰撞和接近队列以避免碰撞。软件也包含一个自动路径规划器，可生成避撞机器人运动轨迹。

焊接机器人工作站分为以下九部分：

（1）焊接机器人系统一套 ABB：IRB 2400－16。

（2）激光焊接设备 TRUMPF：激光发生器、冷却系统和激光头。

（3）变位系统一套 MTC 750主动端+支架。

（4）焊接房监控系统 摄像头、显示器、控制系统，带云台。

（5）触摸屏操作台 操作台由触摸屏、悬托臂、操作盒、工控机显示器安装架和监控显示器安装架组成。

（6）焊接夹具 靠背、左侧板、右侧板夹具支架（用于安放三套夹具Jig Base，见图1）。

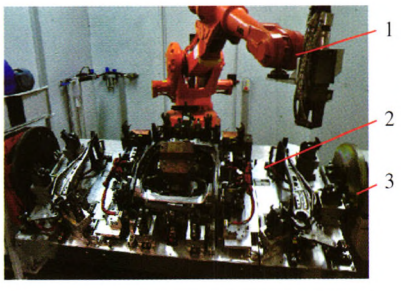

图1 焊接机器人工作站

1.焊接机器人 2.座椅靠背夹具总成 3.变位机

（7）电控系统 PLC控制系统+总线光幕+三色灯+电缆+低压电器+传感器+夹具连接器+工位照明+保护件+以太网模块+双手启动操作台。

（8）焊接工作房 激光器房、安全光幕、安全门、TEKA 排尘系统和压缩空气处理系统。

（9）打标设备 如图2所示。

图2 打标设备

总体布局如图3所示。

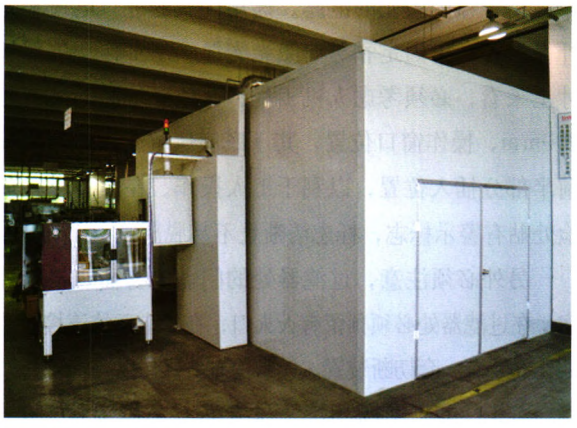

图 3

激光焊接机器人工作站的设计

设计依据：靠背侧板和靠背产品图及数模（见图4），整车厂工艺标准和标书要求。

焊缝11条 长330.8mm　焊缝18条 长511.4mm　焊缝11条 长330.8mm

图4　某车型座椅靠背总成

焊接工件的基本要求：零件焊缝处的一致性误差为±0.5mm；零件上不应该有影响定位及焊接的毛刺；零部件或零部件分总成应符合所提供的图样尺寸。

机器人仿真验证

利用仿真软件对各条焊缝的激光焊接可达性以及焊接姿态做仿真验证，通过仿真可以初步确立夹具和机器人的相对位置以及工件的摆放方式等。在没有变位装置的情况下，激光基本可达。但有一些焊接的角度超出了正常的角度偏差范围，具体焊接质量还要有焊接试验才能确定，如果加入变位装置预期有两条焊缝的焊接姿态会有明显改善（见图5）。

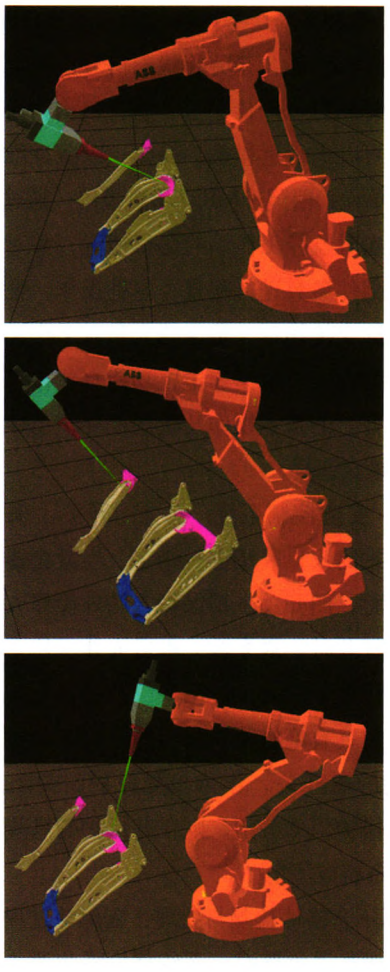

图5 仿真验证

焊接工件焊缝以及节拍计算

焊缝共50条，焊缝长度1273mm。其中两个侧板各有12条焊缝，靠背有20条焊缝。

根据图样，得出焊接时间如下：

1）即焊接时间：24.79s。

2）机器人从一条焊缝移动到另外一条焊缝的时间平均0.5s。

3）机器人移动时间：39×0.5=19.5s。

4）机器人到位和回初始点时间：5s。

5）关门和开门时间：8s。

6）节拍：24.79+19.5+5+8=57.29s。

激光焊接机器人工作站工作原理

（1）工作站工艺流程　按照指定操作步骤装入工件→按下起动按钮→工装气缸按指定步骤动作，以夹紧定位工件→关闭保护门→进行激光焊接→焊接完成后，打开保护门→取出工件，放入打标站进行打标。

（2）控制系统　主控制单元：通过DP总线收集工作站内各传感器、开关等状态信号，并通过网络将CPU的动作执行命令传递给各执行机构；通过以太网维护人员可以进行远程维护操作，以减少维护时间。人机交互单元：西门子MP277B触摸屏。通过触摸屏的界面可以实时监控工作站的运行情况，并对工作站的某些特定部件参数进行配置。它是操作、维护人员与机械设备的交流接口，是现场人员对工作站当前状态判断的辅助设备。触摸屏主要功能有：报警显示、各模块（设备）的基本操作及状态监视、工件计数、节拍显示和模式选择。

（3）安全控制系统　安全门开关：采用安全开关对工作站的入口区域进行锁定。当激光器、机器人在工作中时，门开关上锁保护，站外操作人员无法进入；当门打开时，激光器、机器人处于停止状态中，以保护操作人员的安全。保护门开关：位于操作者上料侧，选用具有绝对断开能力的行程开关或具有四级安全功能的磁开关，作为检测保护门关闭到位的设备。如果保护门未关闭，则在其保护的风险区域内的各危险设备将被停止。

NOK不合格件检测与处理：在焊接过程中如果出现停机、激光器报警时，系统将诊断此件为不合格工件。在进行完焊接过程后，保护门打开，所有工装均不打开，NOK指示灯点亮（红），NOK计数器加1；操作者按下NOK按钮进行复位，此时所有工装打开，操作者取出工件放入废料箱（必须让废料箱的检测开关检测到）；如果操作者不将NOK工件放入废料箱，工作站将无法继续运行。

（4）安全防护　激光工作房及整个集成系统单元，能绝对屏蔽和防止激光泄漏，绝对保证操作和维护员工的人身安全。工作房本身采用加厚钢板，　如果配有Laser Spy防泄漏传感器，　房子的壁板需采用两层板的结构（外层为钢板，内层为铝板），接缝处都有防漏处理。　在工作房内安装防尘的照明，便于观察和维修。在工作房开口处采用左右气动推拉式防护门或上下气动防护门。工作房工作窗口两侧安装安全光幕，启动按钮，急停按钮。所有的操作装置必须安装在固定的安全的位置，并且能够容易的维护操作。工作房采用双层板结构，钢板厚度>1.0mm，铝板反射率高，不易被激光穿透，　配备一个激光玻璃观察窗，工作房在激光工作时必须完全密闭，完全隔离和防止激光泄漏。在双层板内部安装有激光泄露传感器，用于检测激光的泄露。选用优质的进口电缆和光纤保护管，来固定和导向激光光缆。从工作房外部尺寸上来看，必须考虑人机工程，工件到地面的高度为900mm，操作窗口位置，其下底座应留有操作人员脚前半部分插入位置，以利于工人操作。在设备上各危险处贴有警示标志，标志清晰且不易脱落。

另外必须注意，过滤器处的门需要有窗口便于观察，在过滤器处必须预留有灭火口，在排尘系统连接管道处，需要有一套切断装置，该装置有特殊传感器检测。

（5）买方现场环境基本要求　环境温度：0～45℃；相对湿度：≤80%；振动：振动加速度小于0.5g；电源：三相380V；电压波动范围：±10%；频率：50Hz；电源要求：要求机器人控制柜电源和焊接用电源从电网变压器分别引出，配有独立的空气开关（详细的电源要求待详细设计后向买方提出要求）。地线：激光发生器与控制柜必须分别接地，接地电阻<100Ω；压缩空气：49N/cm^2（需滤出水、油）；车间地基：所有设备与地面联接用膨胀螺栓，要求水泥层的厚度至少为 300mm，做常规车间地基处理。车间高度、门窗等无特殊要求。

结语

1）非接触式、柔性化的机器人激光焊接技术，大大提高了汽车厂生产效率、生产质量和车身的安全性，减轻了整车质量。

2）仿真软件在机器人激光焊接工业上的广泛使用大大提高了程序精度，同时降低了人机时间和工程准备时间。不管是对单个机器人作业单元还是整个工厂生产线，仿真软件都能提供相应的解决方案以提高制造质量、精度和效益。

3）机器人是比较昂贵的设备，在进行机器人教学时，不可能用许多实际的机器人来作为教学和培训的试验设备，机器人仿真系统可为此提供一个方便和灵活的试验工具和手段。

目前机器人系统仿真所存在的主要问题是仿真造型与实际产品之间存在误差，需要进一步的研究解决。

关键词：
激光焊接　机器人　动态仿真
（收稿日期20121217）