

机器人 YAG 激光加工系统在车身开发中的应用

自上世纪六十年代初激光问世以来，1969 年就有人将其用于汽车工业，随着激光器及外围系统技术的不断进步，激光在汽车行业的运用不断增加。汽车工业作为一个国家的支柱产业，在一定意义上可以反映一个国家工业技术水平的高低。为了能在今后激烈的汽车工业竞争中处于领先地位，世界各国的汽车生产厂家纷纷在汽车车身的更新上下足了工夫，与此同时，直接影响着车身制造的质量和效益的车身覆盖件的加工和制造正日益受到重视，从而寻求一种更高加工质量和更有效的车身覆盖件的加工方式，就成了加快车身及车型更新的有力保证。由于机器人 YAG 激光加工系统在车身加工工艺上具有诸多独特优点，因此该项技术在样车开发和车身覆盖件的制造中越来越受到普遍的应用。

1 机器人 YAG 激光加工系统

机器人 YAG 激光加工系统组成如图 1 所示，主要由激光器、机器人(本体和控制柜)、水冷系统、光束传输系统和激光头和工件装夹系统组成。

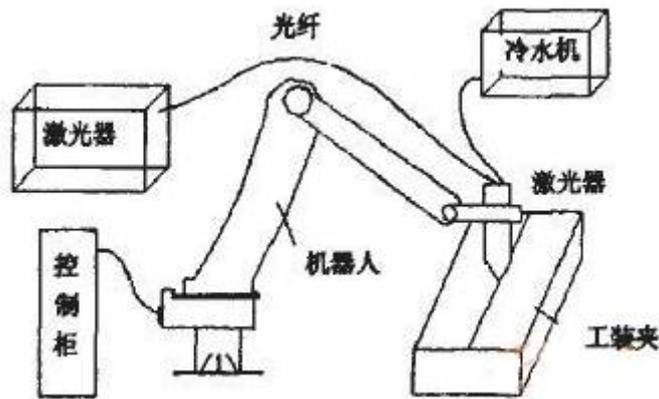


图 1 机器人 YAG 激光加工系统

该系统激光器采用 GSI 公司 JKS00SW 固体激光器，最大功率可达 500W。机器人为日本安川公司生产的 6 轴垂直多关节 HP20 型。

经试验证明，该系统与其他三维激光加工系统相比有如下显著特点：节省占地空间——机器人的腰部和手臂较细，干涉区域较小；动作范围大——最大范围：

R1717mm；轨迹精度高——采用了先进的运动控制，大幅度提高了高速动作时的轨迹精度，重复定位精度可以达到 $\pm 0.06\text{mm}$ ；动作速度快——由于缩短了空行程时间，所以可缩短循环周期；安全性能高——碰撞检测功能：使机器人一碰到周围的物体后就停下来，这样可减少碰撞产生的损坏。装有安全开关：借助于示教盒上的安全开关，示教过程中脱手或握力过大都会关掉伺服，使机器人停止，因此可安全地操作。

另外，随机附有的仿真编程系统可以实现离线编程和模拟实际生产过程，其快速捕捉功能，可以保证激光头与工件加工表面保持垂直(保证加工质量)，程序完成后，通过软盘或局域网输入到机器人的控制柜，启动程序即可加工，也可进行在线示教编程。

2 机器人 YAG 激光切割技术

激光切割是利用高能激光束照射材料表面，使被照射部分材料熔化或汽化，达到切割的目的。与传统的切割方法和冲裁工艺相比，机器人 YAG 激光切割技术具有两大优越性：

(1)激光切割是无接触加工，无“切削力”作用在工件上，没有“刀具”磨损，并且具有切缝窄、速度快、热变形小、切割部位和切口平整等优点。

(2)本系统柔性高，灵活性大，适合小批量、多品种的产品加工，能够缩短汽车车身开发的周期，提高加工效率和质量，降低成本。

机器人 YAG 激光加工系统用于新车型试制，使车型更新换代的周期越来越短。1983 年首次用五轴激光加工机切割车身钢板以来，三维激光切割以其缩短生产周期、节省原材料、提高工效、降低生产成本等优点，在汽车工业得到了日益广泛的应用。尤其是利用三维激光切割代替传统的汽车覆盖件的切边模和冲孔模，其效果尤为明显。如表 1 所示。

比较项目	传统工艺	机器人激光加工
工艺步骤	设计、加工、打磨、研配试冲、返修	离线编程、微调、直接切割
制造周期	成形模设计制造半年，调试半年。 修边冲孔模约半年	视工件复杂程度最多数天
成本	模具成本昂贵，并与使用寿命要求关系极大。模具使用次数有限	设备投资费用不高于磨具投资，成本回收快，生产中主要是辅助消耗。
加工技师	剪切边易产生变形、飞刺，需要手工打磨	切割精度可达到设计精度要求
适应性	一套模具仅仅适用于特定的一个车型。车型淘汰则模具作废，不能满足市场对新车型更新换代的要求。	柔性高，灵活性大，适合小批量、多品种、变型快的车型以及样车开发

表 1 覆盖件传统加工工艺与机器人激光加工工艺的特点比较

3 机器人 YAG 激光焊接技术

激光焊接是激光加工技术中发展最迅速的领域。激光焊接是将高强度的激光束辐射至金属表面，通过激光与金属的相互作用，金属吸收激光转化为热能使金属熔化后冷却结晶形成焊接。与传统的焊接方法相比(如表 2)，机器人 YAG 激光焊接技术会带来很多优点：

对比项目	激光焊接	电子束焊接	TIG	气体保护焊	电阻焊
焊接效率	0	0	-	-	+
大深宽比	+	+	-	-	-
小热影响区	+	+	-	-	0
高焊接速度	+	+	-	+	-
焊缝断面形状	+	+	0	0	0
大气压下施焊	+	-	+	+	+
焊接高反射率材料	-	+	+	+	+
使用填充材料	0	-	+	+	-
自动加工	+	-	+	0	+
操作成本	0	0	+	+	+
可靠性	+	-	+	+	+
组装	+	-	-	-	-

表 2 激光焊接同其他焊接工艺的对比

注：“+”表优势。“-”表劣势，“0”表适中。

(1) 光束斑点小，加工精度成倍提高。热影响区极小，焊缝质量高，不易产生收缩、变形、脆化及热裂等热副作用，激光焊接熔池净化效应，能净化焊缝金属，焊缝机械性能相当于或优于母材。

(2) 可以实现激光焦点的功率和大小按加工要求动态地进行调节，同时对加工过程进行实时监控，实现各种各样的应用可能。

(3) 采用光纤输送激光，这样一来把能量源和加工设备从空间上分隔可以毫不困难地实现。激光器产生的光能可通过直径很小的光纤传输到距离很远的工位，通过机器人，实现对工件的焊接。

(4) 一台激光焊接机器人可代替 3 台至 4 台电阻焊机器人，若充分利用激光焊接技术，加工一个车身，在工装投资、焊件准备、材料消耗、车身密封等方面的费用将减少约 200 美元，钢材利用率可提高 50%。使用激光焊接可省去大量的样板和工装设备，使车间面积减半，节省投资。

在汽车工业中，作为汽车关键部件的车身，其价值约占整辆车的 20%，采用激光焊接，可以减少搭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，仅此一项车身的重量可减少 56kg。同样，对于车身转配中的大量点焊，如果把连个焊接头夹在工件边缘上进行焊接，凸缘宽度需要 16mm，而激光焊接是单边焊接，只需要 5mm，把点焊改为激光焊，每辆车就可以节省钢材 40kg。用传统点焊焊接两片 0.8mm 的钢板冲压件，平均是 20 点/min，焊炬是 25mm，即速度

为 0.5m/min，用激光焊速度可以达到 5m/min 以上。