

热成形件激光切割毛刺问题探究

张南¹ 吕云飞²

1. 江苏丰尚钢板仓工程有限公司 江苏 扬州 225000

2. 安徽省天翔智能装备科技有限公司 江苏 扬州 225000

[摘要]激光切割技术是一种以激光为能源的无接触加工技术,以其自身优势广泛应用于金属切割、汽车制造、航空航天等领域。激光切割头是激光切割机的关键部件。在激光切割过程中,针对复杂曲面的切割,不可避免地会出现切割毛刺问题,零件的切割毛刺对于产品质量有较大的影响。因此,研究热成形件激光切割毛刺问题具有重要意义。

[关键词]热成形件;激光切割;毛刺问题

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.1918

激光切割机是将激光器发射出的激光,经光路系统聚焦成高功率密度的激光束。激光束照射到零部件表面,使被切割部位金属达到熔点或沸点,同时与光束同轴的高压气体将熔融物质吹除,从而实现了对零部件的切割。激光束与零部件相对移动,零部件形成切缝,达到切割零部件边缘的目的。切割时的工艺参数(切割速度、激光器功率、气体压力等)及运动轨迹均由数控系统控制,激光切割属于热切割技术。

1 激光切割技术的应用概述

我国的工业化道路起步较早,激光切割技术引入时间也很长,然而相较于欧美国家对于激光切割技术研究的全面性,我国略有不足。以前,我国对于激光切割技术的研究重心主要在工业上,近年随着工业化的不断深入推进,我国激光切割技术的研究正不断辐射到各个行业。此外,我国对于激光焊接本身的技术革新和原理十分重视,比如激光焊接的等离子体形成机理、特性分析、检测等。我国更加致力于改进技术,只有不断强化自身,辐射到周围的各个行业,才能推动整个国家的工业化进程。

1.1 制造业领域

激光切割技术开始引入时,就在制造业中发挥了极其重要的作用。当时的制造业使用激光切割技术主要是汽车工业,现在被人们熟知的各大汽车品牌,比如奥迪、奔驰、沃尔沃等,早在20世纪80年代就大力引进激光切割技术,主要用于车顶、车身和侧框的金属切割。相较于传统的切割工艺,激光切割更高效、质量更高。时至今日,激光切割在汽车工业中发挥着更大作用,它广泛应用在变速箱、半轴和传动轴等汽车零部件,这为汽车行业带来了巨大变革。

1.2 粉末冶金领域

粉末冶金材料本身在制造业具有巨大的优越性,在传统工业、汽车、飞机和工具的制造上有独特作用,目前的粉末冶金材料正逐渐取代传统的冶铸材料。以前,粉末冶金材料的限制主要在于与其他零件的连接问题,这是因为它本身属于合金复合而成,传统工艺无法有效实现切割。而激光切割技术改变了这一现状,激光切割技术可以实现更高质量的切割,它属于切割一种,以激光束为能源,完美解决了传统的切割受限于环境的问题。

1.3 电子工业

激光切割技术的出现使电子工业迎来蓬勃发展。在电子工业中,半导体、集成电路等精密复杂的仪器本身在切割上就具有一定困难,稍有不慎就会造成材料的损坏,人工切割和传统切割都有可能给它带来极大的损耗。激光切割技术更加强调整精密性,可以有效代替人工和传统工艺,误差更小。对于一些真空器件的研制,激光切割有更好的表现,比如不锈钢支持环、快热阴极灯丝组件等。

1.4 生物医学

激光切割在生物医学领域的应用在以前并不常见,但它的确有着不可替代的作用。20世纪70年代,国外研究组织就使用激光切割技术成功切割了人类的输卵管和血管,并取得巨大成功,从此,人类开始了对于其他人体组织的激光切割,这为现代生物医学做出了巨大贡献。目前,人们开始了对人体神经组织的研究,这方面的技术正逐渐趋于成熟。在牙科领域,激光切割已经有了较为成熟的应用,它可以用来切割牙科合金,比如钛合金、烤瓷冠桥等,这些在口腔修复领域都有极其重要的作用。

2 激光切割原理

激光切割机是将激光器发射出的激光,经光路系统聚焦成高功率密度的激光束。激光束照射到零部件表面,使被切割部位金属达到熔点或沸点,同时与光束同轴的高压气体将熔融物质吹除,从而实现了对零部件的切割。激光束与零部件相对移动,零部件形成切缝,达到切割零部件边缘的目的。切割时的工艺参数(切割速度、激光器功率、气体压力等)及运动轨迹均由数控系统控制,激光切割属于热切割技术。

3 激光切割应用

在准备激光切割钣金件之前,应根据产品数据对需要切割的孔和切边轮廓进行编程,做好切割前准备。软模件激光切割流程如图1所示。1)激光切割治具做好激光切割定位治具,治具定位要求稳定可靠,切割过程中不因激光切割而有窜动,考虑到成本,治具材料通常有金属和石膏材料2种。目前,考虑到薄板金属材料在治具应用上能够重复利用,因此在治具制作时使用较多。如图2所示,将成形好待切割的钣金件放在治具上,并检查放置软模件时,软模件在治具上的稳定性,要求软模件不能有晃动,避免因放

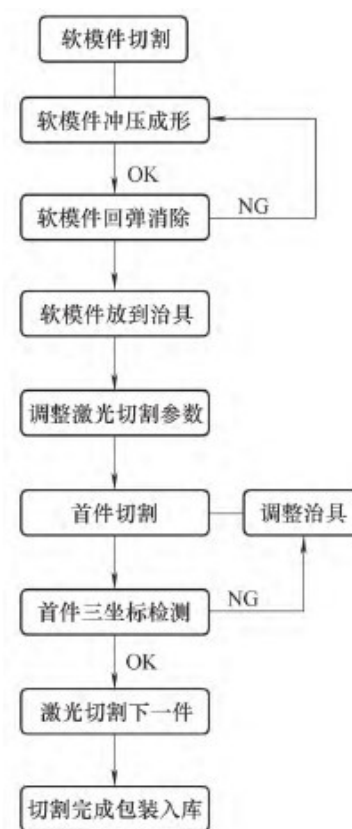


图1 软模件激光切割流程

置因素影响切割精度。



a) 激光切割; b) 钣金件

图2 激光切割刀具

在激光切割之前, 需要脉冲穿孔, 然后从小孔处开始进行激光切割。穿孔的位置一般不设置在产品型面上, 可以放在切割孔中心或产品轮廓外工艺补充型面上。脉冲穿孔一般采用高峰值功率的脉冲激光使少量材料熔化或汽化, 可以用氮气作为辅助气体, 以降低因放热氧化使孔扩展的程度, 气体压力较切割时小。每个脉冲激光只产生小的微粒喷射, 逐步深入, 一直到穿孔完成。

在薄板上穿孔时, 可以用正常的辅助气体压力, 激光束照射0.2~1s就能贯穿工件, 然后即可转入切割; 当零部件较厚(如板厚>2mm)时, 采用气体压力穿孔, 在零部件表面上会形成比较大的熔坑缺陷。熔坑不但影响切割质量, 而且熔融溅出物可能损坏透镜或喷嘴。因此, 应适当增大辅助气体的压力, 同时增大喷嘴的孔径以及与零部件的距离。这种方法使气体流量增加, 切割速度降低。用连续激光切割带有锐角的零件时, 如切割参数匹配或操作不当, 在锐角的转折处很容易发生自烧熔, 不能形成转角处的尖角。烧熔会使该部位的质量变差, 而且还会影响随后的切割质量, 因此可采用调整合适的切割参数, 消除烧熔缺陷。在脉冲激光切割时不存在锐角转折处的烧熔问题。

4 激光切割实例

某车型软模件切割设备参数应用实例见表1。

表1 薄板软模件激光切割应用设备参数应用实例

板件料厚 /mm	功率 /W	气压 /MPa	频率 / Hz	占空比 (%)	切割速度 / (mm/s)
1	500	2	500	99	120
1.2	500	2	500	99	100
1.4	500	2	500	99	70
1.6	500	1.5	500	70	60

4.1 激光切割偏离的影响

激光切割软模件时, 首先切割定位孔, 然后切割安装孔, 最后切割边缘和工艺孔。首件切割完成后, 检查治具定位是否产生窜动, 定位孔切割位置是否与理论位置发生偏离, 确认没有问题后, 再切割下一件。绝不可一次性将所有软模件全部切割完成, 避免因定位孔偏离(见图3), 从而引起其余孔和边缘整体偏离理论位置的问题发生。

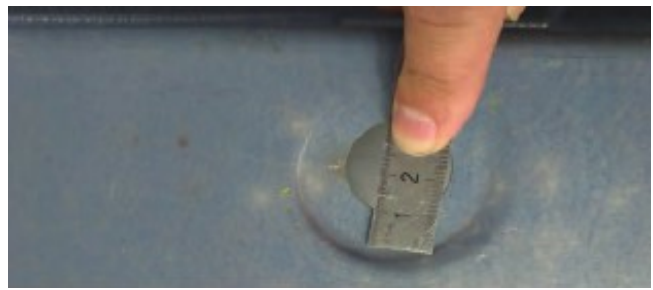


图3 定位孔位置偏离

4.2 切割功率和拐角速度影响

一般在其他条件一定的情况下, 激光切割加工中有一个获得最佳切割质量的激光功率, 进一步降低或提高功率就会产生挂渣或过烧现象而导致加工质量下降。经过测试发现, 在速度相同的情况下, 改变拐角速度, 会影响拐角毛刺大小。激光切割加工中, 切割速度对切割材料的质量有相当大的影响, 理想中的切割速度会使切割面呈现比较平稳的线条, 且材料下部不会出现熔渣。当辅助气体气压和激光功率一定时, 切割速度与切缝宽度呈现出一种非线性的反比关系, 当切割速度比较慢时, 激光能量在切缝的作用时间延长, 从而导致切缝宽度增大, 当速度过慢时, 激光束作用时间太长, 工件的上切缝和下切缝相差就会很大, 切割的质量下降, 生产效率也将大大降低。随着切割速度的升高, 激光束能量在工件上的作用时间变短, 这样便使得热扩散和热传导效应变小, 从而切缝的宽度也相应变小。当速度过快时, 被切割的工件就会由于切割热量输入的不足出现切不透的情况, 这种现象属于不完全切割, 并且熔化的材料不能及时被吹掉, 这些熔融物将会使切缝重新焊接。经过测试发现, 在功率相同的情况下, 改变速度, 会影响拐角毛刺大小。

4.3 其他方面

在切割下一批零部件前, 首先校验治具是否正确, 然后按照上述切割步骤进行操作, 切割后软模件需要进行三坐标检测(见图4), 并按照检测数据调整治具, 保证切割软模件合格。

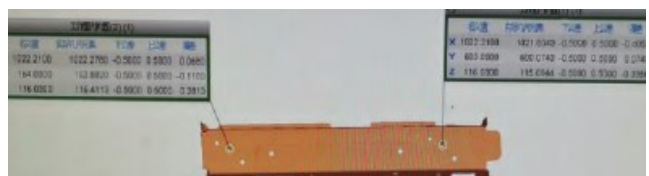


图4 软模件三坐标检测

切割好的产品应统一包装运输, 每种件之间必须用木材或塑料泡沫隔开放在器具中, 避免挤压变形。包装前切割样件如图5~图7所示。

结语

激光切割软模件时, 为解决切割毛刺问题, 应做到以下几点: 调整好设备参数; 治具安放到位, 定位可靠, 软模件放在治具上不允许窜动; 首件三坐标检查合格后, 再切割下一件。

参考文献

[1] 何岚岚, 张海光, 胡庆夕. 基于激光加工实践的进阶式课程体系建设探索[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(12): 228-231, 241.