

激光技术在现代制造中的应用探讨

张晓翱¹ 王旭²

(1 济南邦德激光股份有限公司 山东 济南 250000; 2 山东科瑞环境工程有限公司 山东 东营 257081)

摘要: 文章主要对激光、激光加工技术定义、原理及其特点进行简单阐释,从激光切割、焊接、打孔、热处理及快速成型等方面入手,分析该技术在现代制造中的具体应用,希望根据现代制造实际需求,合理使用激光加工技术,解决传统制造行业高能耗、高污染、低效率等问题,促使现代制造水平提高,为制造业的改革发展提供参考依据。

关键词: 激光技术; 现代制造; 应用

0 引言

与传统技术相比较,激光技术优势更加突出,其中在激光加工中,无需与材料接触,意味着加工对象不会受到直接冲击、作用力的影响,被加工的物件不会出现变形问题。同时,激光加工中不会产生切削、刀具等作用力,并且激光束所具有的能量、密集度高,能够提高加工速度,并且激光具有很强的导向性,易于聚焦,在数控系统的指令下,便于对物件不同部位进行加工,一定程度可降低复杂物件加工难度。

1 激光技术相关概述

激光指的是因刺激产生辐射而强化的一种光。其作为一种单色光波,虽然其频率范围窄,但产生的高能量比较集中,可借助聚焦后形成的激光束对各类材料进行打孔,所以,激光凭借功率密度高这一特性被广泛应用。激光加工技术作为将机、电及光技术相结合的一种先进制造技术,逐渐渗透于传统制造工艺中。该技术在操作便捷、清洁、效率高、无需接触等方面优势突出,目前已应用至机械、化工、冶金、航空航天、仪器仪表、工业用品制造及微电子工业等多领域,其中在现代制造业中应用该技术,不仅能够对物件进行切割、打孔、焊接、刻蚀等,而且可以强化和修复大型零件,快速地制造模型、零件。

激光加工的原理为:在工件表面进行激光束的照射,利用其高能量进行材料的熔化、切除,或对物体表面性能进行改变。其工作原理如图 1 所示。激光技术的特点主要为以下几点:(1) 应用范围广。聚焦后激光技术的加工功率密度可以达到 $10^8\sim10^{10}\text{W}/\text{cm}^2$,能够将光能转化为热能,几乎可气化、熔化任何材料,在精密微细加工应用该技术,激光光斑大小能够聚焦至微米级。(2) 无损耗。在现代制造中应用激光加工技术,将激光束作为工具,以非接触的方式进行加工,不会产生工具损耗问题,且加工速度比较快,热量集中,与加工过程自动化要求相适应。此外,还可以通过透明体进行加工,比如对真空管进行焊接加工。(3) 影响因素多,工艺操作难度大。激光加工属于一种局部、瞬时热加工,加工效果受多种因素影响,意味着工艺操作

难度大,尤其是对精微工件进行加工时,无法保证其表面的粗糙度、精度,在加工透明或表面光泽的材料时,需提前进行打毛、色化处理。此外,在运用该技术加工的过程中容易出现火星、气体等飞溅物,所以,在实际操作中操作人员应做好防护措施。

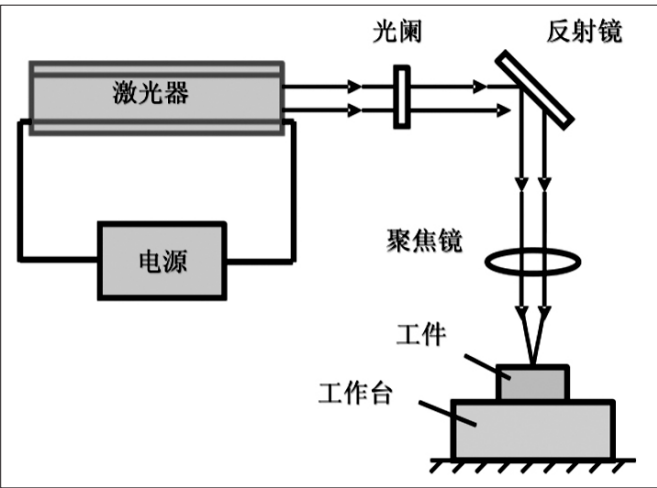


图 1 激光加工原理图

2 激光技术在现代制造中的具体应用

2.1 在切割方面应用

激光切割的实质是向工件照射激光束聚焦形成的高功率密度的光斑,材料在吸收光能的过程中温度会快速提升,且快速融化、气化,然后使用喷射气体进行吹化,达到材料分割的效果。其中在激光照射工件表面的过程中,部分光会被工件吸收,部分光会被其反射,所吸收的光会转化为热能,此时工件表面的温度会快速升高,材料被气化或熔化,并且该过程会产生黑洞效益,材料会吸收更多的光,使材料气化、熔化的速度加快,然后使用高压气体将切缝中的融化或气化物吹走,达到材料切割的目的。同时,激光技术在切割方面的应用,在切割面光滑、切割速度快、节约模具费用及切割质量好等方面优势明显。

2.2 在焊接方面应用

在焊接中应用激光技术,即在工件上照射激光聚焦成

的高能量密度光束，使工件在熔化、冷却后，达到焊接的目的。该技术在焊接中应用，焊接速度比较快，焊接熔深大，且激光焊烧的区域比较窄，对工件其他部位影响比较小，能够起到防止工件变形的作用。同时，激光焊接所产生的焊缝较小，并且焊接结构比较均匀，气孔、品粒比较小，满足精密焊接要求，其应用优势具体体现为焊接条件要求低、应用范围广、受外部因素影响小等方面，如下表所示。

表 激光焊接技术应用的优势

速度快	速度快，变形小，并且深度大
焊接条件要求低	焊接设备装置比较简单，并且可以在室温、特殊条件下进行焊接
应用范围广	既可以对石英、钛等难熔材料进行焊接，也可以焊接异性材料，焊接效果较好
复杂焊接	可以对人工难以靠近的位置进行焊接，即采取非接触式的远距离焊接方式
受外部影响小	激光焊接不受磁场因素干扰，能够进行精准焊接，并且无需真空或 X 射线进行防护

与常规焊接方法相比较，该焊接方法在机械性能、电磁学性能及抗蚀性能方面优势突出。目前，在粉末冶金材料加工领域中多应用激光深熔焊接技术，充分发挥激光焊接高能量密度这一优势，对金属进行焊接，并且在汽车行业应用激光技术对不同材质的薄钢板进行拼接焊，使其成型，以弥补传统焊接方式的缺陷。

2.3 在打孔方面应用

激光技术在打孔中应用，打孔成形的其实质是：在激光热源照射下材料所产生的热物理现象的结果，打孔的效果受激光束特性、材料热物理性质因素的影响，通常光学系统可以将光斑尺寸聚集至微米，由于光斑聚焦很细，能够对极微细、很深的孔进行加工，就深径比而言，运用激光所打的孔深度与孔径的比值达到 50 以上。同时，输出功率、照射时间、焦点位置及焦距与发散角等因素会影响激光打孔的效果，其中激光照射时间通常为几毫秒，在激光能量一定的情况下，若照射时间过长，容易将热量分散至非加工区；反之，若照射时间过短，因功率密度过高喷出高温气体，导致部分能量浪费；另外，若激光束的发散角过小，所打出的孔相对较深，且锥度较小；若激光束焦点不同，所打出的孔形状也存在差异，并且激光打孔的深度也受工件表面粗糙度这一因素的影响，若工件表面粗糙度值较小时，孔深为 0，随着表面粗糙度值的不断增加，孔深也处于逐渐增加的趋势，当工件表面粗糙度达到一定程度时，孔深受表面粗糙度值变化影响较小。此外，目前加工打孔主要应用于汽车制造、化工、航空航天及电子仪表等领域，其中人造金刚石、天然金刚石拉丝模的生产、仪表宝石轴承等行业所应用的激光打孔技术比较成熟。

2.4 在热处理方面应用

在热处理方面应用激光技术，即利用高功率密度的激光束对金属表面进行处理，若将金属表面加热至熔点临界温度时，其表面会快速奥氏体化，然后迅速自冷淬火，金属的表面被强化，即激光淬火。常用的激光表面热处理技术涉及激光合金化技术、激光相变硬化技术、激光冲击强化技术等，这些技术能够对材料的耐热性、耐腐蚀性及机械性能进行改变，比如通过激光处理后的铸铁、碳钢等金属表面的硬度分别达到 HRC60 度、HRC70 度，使材料的耐腐蚀、抗磨性、抗氧化等性能提高，间接性延长其使用年限。与传统高频淬火、渗碳、渗氮等热处理工艺相比较，激光热处理技术的优势主要包括适用面广、无需使用外加材料及工件变形小等层面。此外，目前该技术主要应用于曲轴、换向器、齿轮及缸套等零部件的热处理，并且在机床加工、航空航天领域也应用到该技术。

2.5 在快速成型方面应用

传统的车削、钻削、磨削等工业成型技术均遵循“去除法”，部分冲压、铸造是利用模具进行成型。而激光成型技术作为将计算机数控技术、柔性制造技术及激光加工技术融合所形成的新技术，即利用计算机对零件 CAD 模型立体图形进行设计，制造出模型，该技术多应用于模具制造中，使用快速成型件直接对模具进行制作，能够弥补传统复杂机械切削加工技术的不足，所制作的模具具有较高精度，并且制模的时间、费用相对较少。此外，目前该技术还应用至电子、家电、汽车、航空航天等领域，与金属模具相比较，该技术下所制作的模具使用寿命相对较短，所以，快速成型模具不适用于大批量模具生产。

3 结语

激光加工技术涉及焊接、切割、快速成型及抛光等多种类型。激光加工技术应用至设备制造、航空航天、军事等其他领域，以满足行业发展中对技术的需求，间接性反映出激光技术种类多，应用范围广，与各行业需求相适应。同时，激光加工技术的出现和应用，可促使“电加工”向“光加工”转变，可以反映出当前材料加工业发展的趋势。因此，各企业都重视激光加工技术，利用该技术提高产品质量、生产效率，增强自身的行业竞争力。

参考文献：

[1] 高翔,杨亚伟,宋昊,等.激光技术在白车身柔性制造中的应用分析[J].汽车工艺师,2021(06):16-18+22.
[2] 张浩浩.激光在现代制造技术中的应用分析[J].光源与照明,2021(05):64-65.
[3] 何广川.浅谈激光加工技术的现状及发展[J].现代制造技术与装备,2020,56(10):160-161.

作者简介:张晓翱(1991.07-),男,汉族,山东泰安人,大学本科,研究方向:激光技术。