

PET 基复合材料薄膜激光切割工艺试验研究

王雪芬

浙江强盟实业股份有限公司 浙江省温州市龙港市 325802

摘要: 激光对 PET 的加工过程影响较大,且激光能量密度较高,导致激光功率密度较低,而切割过程中的材料损耗较大。本实验采用激光束聚焦法对在不同激光照射下 PET 薄膜的光束进行激光光热切割。在激光扫描仪的作用下,将样品放入激光腔内,并借助光学显微镜对样品表面进行观察,发现样品的表面形貌与激光光源一致。通过扫描次数对切割结果进行比较,确定激光激光法切割 PET 材料的最佳条件。

关键词: PET 基复合材料; 薄膜; 激光切割; 试验

Wang Xuefen

Zhejiang Qiangmeng Industrial Co., Ltd. Longgang City, Wenzhou City, Zhejiang Province 325802

Abstract: Pick the laser has a great influence on the PET processing process, and the laser energy density is high, which leads to a lower laser power density, and the material loss in the cutting process is large. In this experiment, the laser photothermal cutting of PET film under different laser irradiation was carried out by laser focusing method. Under the action of laser scanner, the sample was put into the laser cavity, and the surface of the sample was observed by means of optical microscope. It was found that the surface morphology of the sample was consistent with the laser light source. The cutting results were compared by scanning times, and the optimum conditions for laser cutting PET materials were determined.

Keywords: PET-based composite; film; laser cutting; test

引言

在对 PET 基复合材料进行激光切割时,需要对其进行加工实验,目的是实现 PET 薄膜激光加工的成形要求,而 PET 的加工需要在加工过程中达到加工精度要求。由于激光在激光作用下会产生热量,在不同的激光照射下会产生不同的脉冲宽度。激光能够产生不同的光波,从而导致激光信号的传播速度不同。此外,激光脉冲强度越大,对激光辐射的吸收率越低。为了使激光能更好的切割 PET 材料,我们还需要对加工工艺进行优化。

一、PET 基复合材料薄膜激光切割工艺试验概述

1. PET 基复合材料薄膜

PET 基复合材料薄膜具有高比表面积、高热稳定性、高强度、低表面能等优点,具有较好的机械性能、光学性能和化学稳定性,是制备高质量、高性能的复合材料的关键材料之一。目前, PET 复合材料的加工方法主要包括熔融法、熔体法和金属熔化法。熔盐法加工 PET 薄膜时,由于其具有热导率较高、可塑性强、耐冲击性能好等特点,因而广泛应用于制备高性能 PET 材料。金属溶胶凝胶法制备的 PET 具有质量轻、成本低廉、性能稳定等优点。然而,金属凝胶的结晶度较低,且其熔池中的颗粒尺寸较大,在高温下容易发生分解,导致 PET 表面发生热老化、化学腐蚀、光化学活性降低等缺陷,影响 PET 的性能。此外,熔体的熔覆和烧

结过程也会导致薄膜表面出现气泡,使薄膜内部产生裂纹,这对 PET 膜的力学性能有较大影响。因此,将金属溶液中和熔化的 PET 熔液混合,通过热压烧结法获得具有良好热膨胀系数的金属薄膜,可以有效地改善 PET 材料的力学、热学性能,从而提高 PET 在激光切割中的应用。

2. 激光切割工艺

激光切割技术是利用激光将材料从基体中分离出来,使材料可以被切割成不同的形状,实现对材料的加工。激光加工技术主要是利用半导体激光产生脉冲激光,然后对材料进行加工,激光是激光材料中的重要成分,其光强比一般的半导体材料要高,因此,在激光的作用下,材料表面发生晶格畸变,使得材料内部产生应力集中。当激光激光频率为 20kHz 时,材料的激光能量会转化为光能,从而实现材料切割。在 PET 基复合材料激光雕刻过程中,为了提高激光效率,需要增加激光电流,将激光功率放大,增加材料的应力,进而实现切割加工过程,其中激光电压是影响激光输出的最重要因素。由于激光的能量密度比陶瓷大,故激光在加工过程中会产生电流。在陶瓷基体的内部,由于陶瓷的孔隙率很高,当陶瓷材料被激光照射到基材表面时会产生能量,导致激光发生偏振。因此激光控制激光信号的频率,可以提高加工效率。

3. PET 基复合材料薄膜激光切割工艺试验重要性

激光切割在工业生产中具有重大的意义,由于 PET 薄

膜具有多孔性和高反射率,激光加工技术在塑料加工中应用广泛,其加工效率高,成本低廉,而且其切割过程与原辅料相比,具有更加严格的质量要求,因此,对于 PET 基复合材料薄膜激光技术的研究具有重要的现实意义^[1]。PET 材料在激光照射下,会产生大量的光生电子和空穴,这些电子与空穴相分离,再通过激光熔融形成复合膜,并进入到基体中,最终被激光激光所切割。PET 材料的激光性能与材料的力学性能有很大关系,PET 在高温高压下的热变形效应和热导率对激光的波长、能量、频率等影响较大,在加工过程中,通过提高激光速度、激光能量和激光功率,可以实现对 PET 陶瓷薄膜的加工,但该工艺对玻璃基体的强度和硬度没有严格的要求。激光成形技术需要大量的激光脉冲,并且激光场的强度在一定范围内变化,如果激光束的宽度和时间改变,那么就会造成激光信号的改变。因此激光检测技术的发展对陶瓷基材料激光热处理工艺的研究具有重要意义。

二、PET 基复合材料薄膜激光切割工艺试验

1. 试验方式

脉冲激光熔覆法是利用激光束从熔池中穿过熔融金属熔化层或熔炼成粉末状的一种熔铸工艺。这种方法操作简单,操作方便,但是激光功率小,在激光的作用下,熔体在熔化的熔模中会熔成熔渣,导致熔体的熔点升高,难以熔透,造成熔液流失。并且,激光热熔熔的熔料颗粒间会产生氢气,会与熔质发生反应,使熔材表面产生一层氧化膜,这样就会导致熔粒的形成。为了获得理想的熔衬层,通常会采用脉冲光束激光切割法来制备熔芯^[2]。脉冲光源是激光能量密度最大的光源,其功率密度为 2~3w,因此脉冲能量比激光的能量密度要高,且光的照射强度较高。激光脉冲的频率一般在 500~1000MHz,脉冲波长为 20~300nm,可以满足激光激光的要求,但脉冲频率太低,对激光器的要求很高,并且由于激光波长较窄,所以激光与激光之间的距离较远,无法满足实际的激光加工需求,需要进行脉冲熔合,故脉冲脉冲对熔焊成形效果不好。

2. 试验过程

实验前对试样进行预处理,进行表面处理和熔覆处理。采用脉冲激光熔焊工艺,将预制件置于激光束的照射下,采用激光扫描仪对预涂膜进行扫描,扫描时间设置为 25min,然后在激光枪的作用下,从喷涂到熔体表面,在熔化后的样品中进行熔融,对样品进行研磨,熔化的粉末在喷嘴内均匀喷涂,使激光能进入熔熔体的表面进行激光切割,同时通过调节激光功率来控制熔头的转速。激光器的功率是激光光束

产生能量的多少,激光在脉冲下产生的能量的高低和频率的改变,可以通过改变激光脉冲的频率和宽度,可以得到不同激光波长的激光,而激光的波长与激光的能量成正比,通过改变扫描速度,就可以得到不同的激光频率,进而得到激光量。激光宽度是影响激光输出功率的重要因素之一,如果激光激光带宽过窄,则激光只能通过光路传递到工件表面。

本试验采用脉冲激光熔覆法进行激光切割,在实验过程中,通过激光束对 PET 基复合材料薄膜进行照射,使 PET 薄膜受到冲击,从而产生熔融态,熔化后得到 PET 陶瓷基体。激光照射到熔池表面后,被熔化的 PET 树脂熔体通过脉冲光束被喷入熔渣中,激光在熔熔过程中熔蚀和熔溅,使得熔液中的熔盐和粉末颗粒分散在树脂基体的表面,粉末粒子的聚集和聚集进一步使树脂层间产生间隙,导致树脂的熔解^[3]。通过实验发现,样品在激光作用下熔入树脂时,树脂颗粒之间会发生聚集,当激光强度达到一定值时熔浆中的树脂会形成熔膜,形成薄膜。激光处理后样品会从熔室底部向熔体的中心方向移动,此时,玻璃纤维基板被激光轰击,陶瓷纤维被溅射,产生大量熔滴,经过切割后获得的 PET 材料,薄膜的基材和基质表面都产生了熔层。

实验采用激光切割工艺参数:激光功率为 40w,激光频率为 10kHz,切割时间 30s,扫描速率为 30ms。通过对比三种激光对 PET 基复合材料薄膜激光加工性能的影响,选取激光波长为 259nm,分辨率为 15cm,光源为激光光源,光束功率 200W,工作时间 18min,重复实验三次。(1)激光能量为 3w。激光束能量:当激光光强为 2w 时,通过激光器的功率达到激光激光熔化温度,使熔体熔融,熔池温度为 25°C。同时,将熔体的熔渣通过离心机和粉碎机粉碎,并研磨成粉末状,最终形成激光粉末。

3. 试验结果

本试验在不同激光功率下对 PET 基复合材料薄膜激光切割成形工艺进行实验,结果表明:激光器功率越大,激光脉冲宽度越大。激光光束的入射角越小,切割精度越高。随着激光的功率的增加,薄膜的厚度和厚度逐渐变薄,在激光能量的作用下,其厚度会不断变厚,而激光频率越大时,厚度越薄。当激光激光源的激光束功率达到一定值时激光强度增大,光斑宽度变大,并随着时间的推移,样品表面的形貌也会发生改变。

三、PET 基复合材料薄膜激光切割工艺优化工艺

1. 聚焦方向

对激光束的聚焦方向进行调整,可以有效的提高激光的

定向性。通过在不同光束照射下,进行激光扫描,扫描范围为 10-20 nm。激光能量范围根据激光功率大小不同,分为 4 种,分别为:高功率激光、高能量激光和低功率的激光。高激光聚焦在对样品进行扫描时,激光方向与样品方向相同,即扫描频率为 50 kHz。低激光照射在样品上,聚焦点与目标点相同。当激光波长小于 100 nm 时就会出现高能激光,在激光峰值激光量达到峰值,此时激光产生高热,该激光对工件的切割效率为 100%,且激光在工件表面的穿透力要低于激光输出的功率^[4]。同时,由于激光具有高聚焦性,导致激光产生的高频率激光辐射与基体材料表面基体的接触面发生强烈碰撞,从而导致基材表面受到严重损伤。

2.控制速度

采用激光束诱导的方法对激光加工过程中的激光功率和激光速度进行控制,通过改变激光照射时间,激光的强度和波长,来改变其激光能量,达到激光切屑的最小尺寸。然后通过实验研究发现,随着激光频率的增加,扫描速度降低,切割速度的提高,使得激光在激光方向上切割的尺寸减小,同时激光电流和切割功率也得到降低^[5]。因此,在实际激光技术过程中,可以采用适当的激光脉冲宽度,加快激光器的速度,从而提高激光效率。激光扫描过程中产生的脉冲能量和时间的变化会影响激光输出,进而影响激光的质量。此外,由于激光辐射强度不同,不同的激光波长对切割效率的影响

也不同。在最佳激光激光时间范围内,将激光电压控制在 10-20 V,对脉冲功率的控制为 50 μ W,且切割时间在 30-60 s,此时激光光源的功率为 15 kW。通过优化激光量,可以使激光刀片的切割效果更佳,并提高切割质量。

结束语

PET 基复合材料薄膜激光切割工艺具有成本低、加工时间短、切割质量高等优点,被广泛应用于薄膜的切割加工,从而提高 PET 薄膜切割的质量,提高材料利用率,降低生产成本,是当前 PET 复合材料激光加工工艺的主要方法之一。激光对复合材料激光的聚焦可以提高激光加工的精度,减少激光损伤,提高薄膜的强度,增强材料的柔性。

参考文献

- [1]薛博徐洁洁张寰臻崔梦雅黄婷肖荣诗. 碳纤维增强树脂基复合材料飞秒激光精密切割工艺研究[J]. 电加工与模具, 2022(5):35-40.
- [2]钱俊,周继烈,秦斌,等. PET 基复合材料薄膜激光切割工艺试验研究[J]. 电加工与模具, 2021(3):4.
- [3]叶逸云,贾少辉,徐子法,等. 碳纤维复合材料激光切割制孔工艺研究[J]. 航空制造技术, 2019, 62(18):6.
- [4]欧长劲,秦才宝,姜献峰,等. 非垂直激光切割能量分布研究[J]. 激光与光电子学进展, 2017, 54(4):8.