

激光切割 CR-39 径迹片

徐志学 戴杰 吕光耀

(防化研究院, 北京, 102205)

文章介绍激光切割 CR-39 径迹片的方法和结果。讨论激光切割加工参数对切割质量的影响。激光器输出功率为 60 W、透镜焦距为 81 mm、切速为 $50 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 时, 以氮气为辅助气体可获得满意的切割效果。

关键词 CR-39 径迹片 激光切割 氮气

核径迹探测器 CR-39 是一种可用于测氡(测 α 粒子), 以及在卫星舱内作为辐射通量测量的探测器。该器件是一种薄的易碎裂材料。若采用机械切割方法, 裁剪出来的产品边缘不齐, 易产生向内的裂纹。不仅劳动强度大, 生产效率低, 且质量难以保证。为此, 采用激光切割方法对防化研究院二所提供的 CR-39 材料进行各种切割参数下的激光切割试验研究。

众所周知, 激光为加工业提供了一种全新的加工方法和工具。对一些特殊材料, 坚硬或易碎的异形材, 激光加工大有用武之地。有关采用激光方法切割金属或非金属材料方面的报道很多, 所采用的仪器参数各有不同。而用激光切割 CR-39 材料尚未见国内报道。本文介绍以激光切割 CR-39 材料生产固体径迹探测器的研究结果。

1 切割实验装置参数

激光切割是将高能量密度聚焦激光束作用于材料, 使之熔化或气化, 随后由辅助气体将熔融物吹走, 使材料成形的一种加工方法。激光功率、辅助气体等加工参数的选择需视加工材料而定。对金属材料, 需采用高功率器件并用氧气作为辅助气体, 对非金属材料, 多采用低功率器件, 用压缩空气或氮气作为辅助气体。欲切割的 CR-39 材料为很薄的非金属材料, 实验选用 2 种低功率 CO_2 激光器分别以氧气、氮气和压缩空气作为辅助气体。实验装置示于图 1。

1.1 实验装置参数

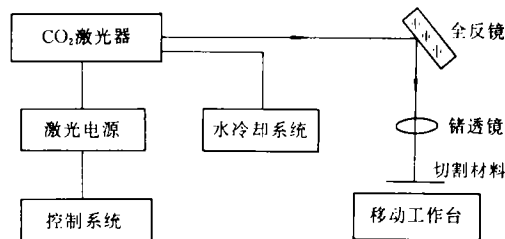


图 1 实验装置框图

Fig. 1 Schematic diagram of experimental device

实验装置参数如下:

1) 封离型 CO₂ 激光器(2台)——波长 10.6 μm,最大输出功率分别为 30 与 60 W,激光电源工作电压 18 kV,电流 25 mA;2) 光束直径 8 mm;3) 模式——准基模;4) 光束发散角——1.5 mrad(全角);5) 透镜焦距 f ——150、100、81 mm;6) 聚焦光斑直径——0.126—0.23 mm;7) 切割速度 30—100 mm·s⁻¹;8) 辅助气体——氧气、压缩空气、氮气;9) 切割材料 CR-39 厚度——0.4 mm。

1.2 加工方法

激光器和光传输系统静止不动,被加工材料在移动工作平台带动下,相对于聚焦光点做圆周运动或直线运动,辅助气体通过气路与聚焦光束同轴喷出,精细调整焦距、激光输出功率、切割速度、辅助气体流量等可切割出圆形或矩形片样。

2 实验结果与讨论

利用上述实验加工装置,实验选定最佳加工参数为:选用激光器最大输出功率为 60 W 的器件;采用双面增透锗透镜,焦距为 81 mm,计算焦斑直径约 0.126 mm;以氮气为辅助气体,压力约为 0.13 MPa;切割速度为 50 mm·s⁻¹。

2.1 激光功率的影响

实验选用 2 种封离型 CO₂ 激光器。最高输出功率为 30 W 的激光器,相应调整其他参数,虽能将 CR-39 材料切断,但切割边缘不齐,切割速度太慢,切割效果不理想。表明该激光功率偏低。最大输出功率为 60 W 的激光器,加工出的 CR-39 径迹片边缘齐整,切割速度快,切割效果显著变好。这说明激光功率为 60 W 时,切割效果较佳。

2.2 激光模式和焦距的影响

激光输出模式有高阶模、低阶模和基模之分。对切割加工来讲,最好的模式应是 TEM₀₀ 基模。采用这种模式,再经透镜聚焦后,光点最小,能量最集中,切割缝最细。制作这种激光器所需采取的措施将导致激光器输出功率降低。自制 2 台激光器,其输出基本上为准基模,即输出模式有时不是很圆。经粗测证实,多于 85% 的输出能量集中在中心。这虽非严格的基模,但切割效果还是不错的。就焦距的长短而言,长焦距有较大焦深、易调整,有利于切割较厚的材料,但会聚的能量不如短焦距集中。就切割约 0.4 mm 厚的 CR-39 薄片而言,只要精确对准焦点的位置,选择短焦距的透镜更有利于切割。为此,选用 81 mm 的双面增透锗透镜。激光束经聚焦后光斑直径 d 由下式确定

$$d = f \cdot \theta + 0.03 D^3 / f^2$$

式中: f 为焦距; θ 为发散角; D 为聚焦前光斑直径。

2.3 切割速度的影响

切割速度是影响切割质量的另一重要因素。速度太快,材料切不断;太慢,则切缝宽、热影响大、工效不高。切割速度试验结果表明,在激光功率略有余量的情况下,可以试验选择出合适的切割速度。

2.4 辅助气体及其压力的影响

分别采用氧气、氮气和压缩空气作为辅助气体的实验结果表明,压缩空气易使切割材料受到油雾和灰尘的污染,不宜采用。氧气不污染材料,切割质量也好,但对其压力调整要求较为严格,若调整不当,易使切割材料着火,加工时不安全。氮气既不污染材料又可防止着火,是一

种切割 CR-39 材料的理想辅助气体。在喷嘴形状和大小业已选定条件下,压力的选择并不严格,0.13 MPa 即能满足加工要求。

2.5 对加工环境的要求

切割过程中将产生烟尘,并伴有难闻的气味。切割整机应配有排烟尘设备,或将切割机安置在通风柜中进行切割,以改善加工环境,于提高加工质量有利。

3 结论

激光切割核径迹探测器 CR-39 研究表明,采用这种方法将大大提高切割效率和切割质量。利用本文所述样机,1 d 内可切割出 2000 片 CR-39。如此高的工效和质量是手工裁剪无法达到的。

本工作得到防化研究院二所副研究员李伯阳大力帮助,在此致以谢忱。

参 考 文 献

- 1 杨满蓉,陶永义,吴钟廖.激光切割表面质量的研究.见:中国光学学会激光加工专业委员会编.第二届全国激光加工学术交流会议论文集.北京:[s.n.],1991.

LASER CUTTING OF CR-39 DETECTOR

XU ZHIXUE DAI JE LU GUANGYAO

(*Research Institute of chemical defence, Beijing, 102205*)

ABSTRACT

The method of laser cutting CR-39 detector is described. The effects of technological parameters in laser processing on cutting quality of CR-39 are discussed. The optimum processing parameters of CR-39 are as following: 1) laser output power—60W, 2) focal of lens—81 mm, 3) cutting speed—50 mm·s⁻¹, and N₂ as a supplementary gas.

Key words CR-39 detector Laser cutting N₂-gas