

# 金刚石干切片基体的激光切割

梅宴标 陈可心 廖健宏 李冠冰 李铸和 邓纪桥 刘颂豪

(华南师范大学量电所, 广州 510631)

## Laser cutting of dry diamond saw substrates

MEI Yanbiao, CHEN Kexin, LIAO Jianhong, LI Guanbing

LI Zhuhe, DENG Jiqiao, LIU Songhao

(Institute of Quantum Electronics, South China Normal University, Guangzhou, 510631)

**Abstract** Laser cutting of dry diamond saw substrates made by cold-rolled steel sheet (1.2 mm thick) is described, the technological parameters test results and the factors affecting cutting quality are discussed.

**Key words** laser cutting, dry diamond saw, substrate

## 1 前言

金刚石干切片是一种广泛应用于石材、石雕、建筑、装修等行业的切削工具,用来切割、磨削大理石、花岗岩等石料。基于金刚石干切片基体(以下简称基体)的特殊形状,在使用时,能把切削下来的碎石屑等残渣由其上的槽口带走,而不需要象湿切片那样靠水冲走,大大方便了使用。但由于基体的形状复杂且精细,用一般冲压方法较难保证精度要求,并且要花费不少资金制造模具。激光切割则不用模具,并可精确、快捷地切出所要求的精细形状,因而很受厂家欢迎。

本试验切割的基体所用的材料为厚 1.2 mm 的进口冷轧钢板。基体的具体尺寸要求如图 1 所示。

## 2 切割试验及影响切割质量的因素

### 2.1 激光切割试验

本试验是在可四轴数控联动的激光加工机上完成的,其装置示意图见图 2。

#### 2.1.1 试验流程

根据基体的加工图纸及激光切割的工艺要求,在计算机上绘出基体的激光切割轨迹,然后编写出基体的激光切割轨迹的 CNC 程序。以异步通讯方式把 CNC 程序从计算机传送到 CNC 系统,随后,通过执行 CNC 程序来控制激光器、工作台、辅助气体等协调工作,在冷轧钢板上切出基体。

#### 2.1.2 工艺参数及结果

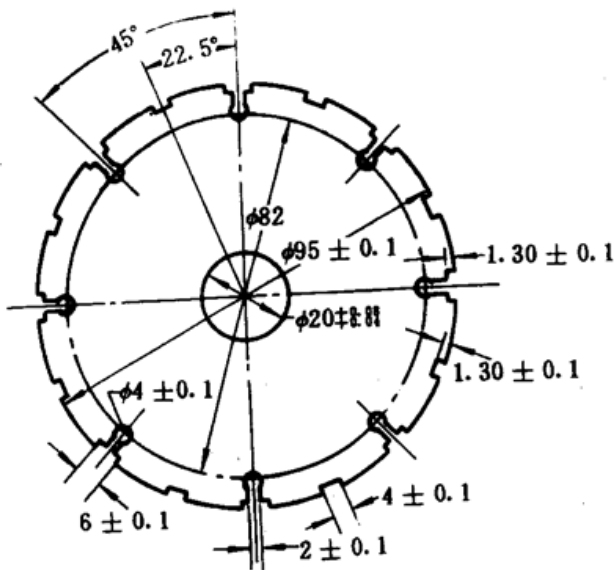


Fig. 1 Dimensions of dry diamond saw substrate (Scale : 1 : 1.5)

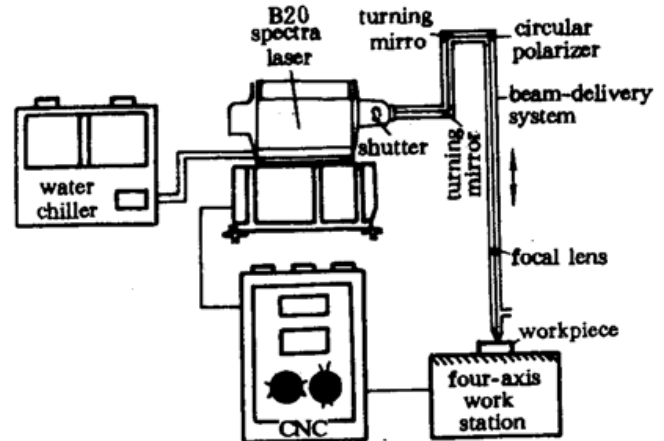


Fig. 2 Schematic diagram of laser processing system

我们经过多次试验,得到了一组最佳切割工艺参数:输出功率 600 W,切割速率 2159 mm/min,辅助氧气的喷嘴气压 3.5 kg/cm<sup>2</sup>,喷嘴直径 2 mm,喷嘴离材料表面距离 1.5 mm,聚焦透镜焦距 127 mm,离焦量 -0.5 mm。

切割完毕的基体的加工尺寸精度达到图纸要求,同心度最大误差 0.04 mm,切口表面光滑,断面垂直,下表面基本无熔渣,热影响区宽度约为 0.1 mm。

## 2.2 在最佳工艺参数下,影响切割质量的若干因素

### 2.2.1 激光斜入射聚焦透镜的影响

由几何光学可知,与透镜光轴成一定夹角的平行光线入射透镜,经折射后,产生较大的像散。入射光线与透镜的夹角越大,则像散愈严重。较大像散的存在势必降低焦斑的功率密度,而且也不能聚焦成一极小斑点,因而锐切割变成了钝切割,不能获得良好的切割质量。对于精细切割,影响更为显著。当激光斜入射时,切出的基体均有烧蚀现象,达不到质量要求。而当激光垂直入射聚焦透镜时,则获得了满意的结果。

### 2.2.2 在切割过程中焦点位置变化的影响

在切割基体时,如果激光聚焦于冷轧钢板上表面偏下 0.5 mm 处,则可获得好的切割质量。但由于冷轧钢板有凹凸不平,使得焦点并不能很好地保持在所要求的位置。当偏离达到一定程度,切割质量明显下降,而且切缝宽,基体的尺寸精度无法保证,严重时,根本无法切出。在试验中,我们使用了精密聚焦的高度传感器,使表面不太平整的冷轧钢板在切割时得到精确聚焦,保证了切割质量。

### 2.2.3 喷气与激光不同轴的影响

确定了喷气压力、喷嘴直径及喷嘴至材料表面的距离之后,如果喷气与激光不同轴,不但会影响切割质量,甚至会根本切不开。根据氧气在激光切割中的作用,我们认为,当喷气与激光不同轴时,喷气未正对熔区,因此无法彻底吹走熔融物,使切缝下表面粘有较多的熔渣,更重要的是,这样一来,使熔区中参与氧化反应的氧气量减少,氧化反应释放的热量也就少。试验表明,在这种情况下,不能获得有效的切割。

### 2.2.4 激光切割轨迹的影响

对图 1 所示的基体的精细切割,我们采用了下面四种激光切割轨迹进行切割:(a)按基体轮廓直接切割;(b)按如图 3 所示的切割轨迹切割;(c)按如图 4 所示的切割轨迹切割;(d)

按如图 5 所示的切割轨迹切割。

结果表明,前三种切割轨迹都不能得到满意的切割质量,尤以(a)为最差,烧蚀现象严重(见图 6 照片(a))。(b)与(c)则有所改进,但在小拐角和小圆弧等处仍有烧蚀现象,并且小槽的一条切边不平直,呈锯齿状。而第(d)种切割轨迹是第(c)种切割轨迹的改进,在切割小槽时,把小槽的两条切边由原来的一条切边为进光切割,另一条切边为出光切割都改为进光切割。经过这一改进,消除了烧蚀和切边不平直的现象,获得了满意的切割效果(见图 6 照片(b))。

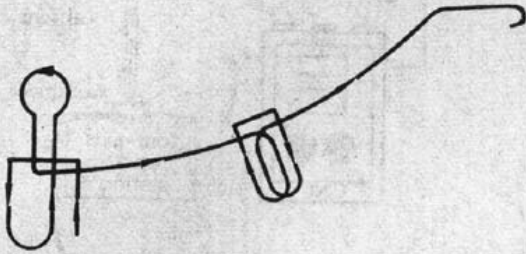


Fig. 3 The second laser cutting track

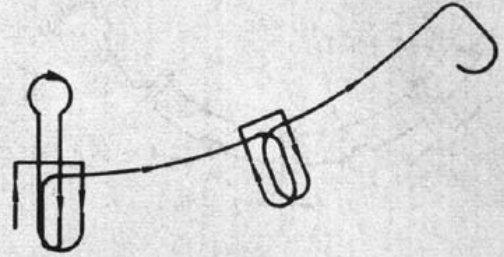


Fig. 4 The third laser cutting track

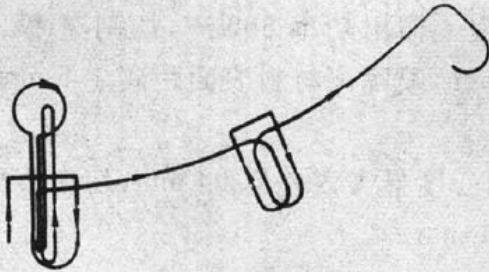


Fig. 5 The fourth laser cutting track

以上现象,通过分析我们认为(a),(b),(c)三种切割轨迹之所以不能获得良好的切割质量,其原因可能是:(1)小拐角处切割速度突变,导致烧蚀。(2)由于精细切割,加工局限在一个很小的范围内,因而单位时间输入到工件局部的热量较大,材料在局部热积累较严重之故。而第(d)种

切割轨迹则较好地解决了上述两个问题,故获得较好的结果。

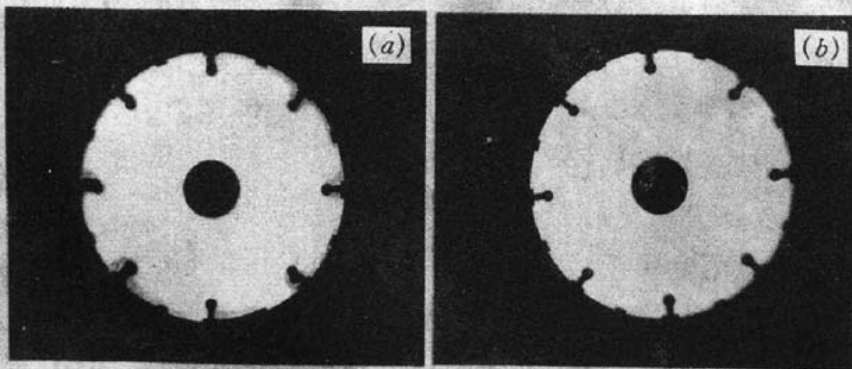


Fig. 6 Photographs of substrates

### 3 讨 论

通过以上基体的激光切割,我们体会到:

3.1. 不同材料、不同厚度、不同形状的工件切割,往往需要通过试验,才能获得最佳的切割工艺参数和良好的切割质量;

3.2. 对诸如本文所作的精细切割,即使是同一材料、同一厚度、同一形状,但不同的激光切割轨迹,则亦会获得不同的切割质量。

(收稿日期:1992年6月1日;收到修改稿日期:1992年9月7日)