

# 解决激光切割穿刺点影响零件表面质量的工艺技巧

■ 隗仁轩

**摘要：**本文主要是根据生产加工过程中出现的激光切割穿刺点凸出、零件切割表面烧蚀等质量问题，结合我公司现有的设备加工能力和使用特点，针对零件切割过程中出现的问题，进行分析和研究。本次研究选取4mm厚的Q345A的材料进行切割试验，分别从零件外形预留切割工艺凸台和切割时穿刺点位置选择等方面进行分析研究，最后将优化前后切割的产品质量进行比较，获得较好的解决方案。同时为以后此类似零件的切割提供可借鉴的解决方案。

**关键词：**激光切割；穿刺点；表面质量

随着我国工业发展水平的不断进步，加之我国装备制造业的迅速发展，目前很多制造企业都拥有了激光设备，大量产品的零件采用激光设备加工。该设备主要包括激光切割和激光焊接两个方面，本文主要讨论激光切割设备的特点、编程技巧和工艺优化等方面的内容。

激光切割是一种高能量密度、可控性好的无接触加工，它将激光束聚焦成 $<0.1\text{mm}$ 的光斑，焦点的功率密度可达 $107\sim 108\text{W}/\text{cm}^2$ ，被照射的材料快速加热至汽化温度，蒸发形成小孔洞，在使光速与材料相对移动的过程中，从而获得窄的连续的切缝。切割时还需要添加与被切割材料相适应的辅助性气体，以加速材料的熔化，起到吹走熔渣或保护切缝不被氧化的作用。

## 1. 试验所用设备

目前，我公司使用的激光切割设备为德国TLC1005机型，使用编程软件TOP100。作为公司技术人员不仅需要考虑加工技术、生产要求、程序编制，更重要的是关注激光切割的参数、编程是否最优以及编程排版是否合理等影响零件切割质量的各个因素。

激光切割加工金属是激光切割应用最主要的方面。它的优点是：切割质量好、切缝窄；切割速度快、效率高；热影响区域小、几乎无变形；无论是简单还是复杂零件，都可以用激光一次精密快速切割成形；清洁、安全、劳动强度低；生产成本低，经济效益好。通过与数控机床、计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）软件相结合，使激光切割具有无限的仿形切割能力，并

且切割轨迹修改方便。

## 2. 原激光切割过程及零件质量

激光切割零件时，首先要在钢板上穿个小孔，然后激光束以此点为加工起始点（即通常所说的穿刺点，如图1所示），激光切割头的喷嘴沿着零件轮廓垂线方向移动，当进入到零件轮廓线时便迅速改变方向，由垂直于零件轮廓线切线方向变为与零件轮廓线的切线重合，即与零件轮廓

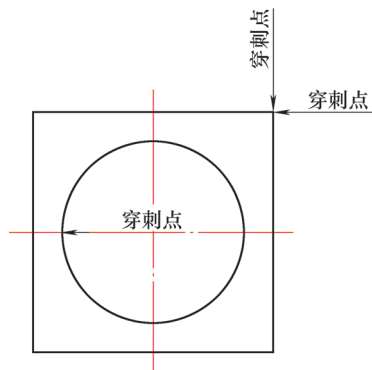


图1 穿刺点示意

线的夹角为 $0^{\circ}$ ，然后进行切割零件。该穿刺点的选择和位置处理在一定程度上影响着零件的切割质量，这也是本文着重讨论的问题所在。

本文以我公司某零件切割为例（见图2）进行讨论说明，激光切割时需要调取待切割零件的.dwg格式的图形，首先将其另存为.dxf格式的图形，然后把该图形调入TOP100编程软件中，生成.GEO文件。使用激光切割编程软件对待切割零件进行排版，将排版后的图形文件存为.TAF格式，然后进行编程同时生产为.TMT文件，最后将需要切割的路径保存为.lst格式的文件，输出程序单。通常激光切割编程时的排料如图3所示。

激光切割程序如下：

```
N10G91
N20X3.595Y3.475
N30G03X0.004Y0.356I-
0.174J0.180
N40G03I-10.518J-10.518
N50G01X10.105Y5.785
N60X-4.292Y-2.565
N70G03X-0.087Y-
0.343I0.128J-0.215
N80G03X15.425Y-
12.748I25.645J15.325
N90G01X24.426Y-8.892
N100G02X-2.096Y-11.880I-
```

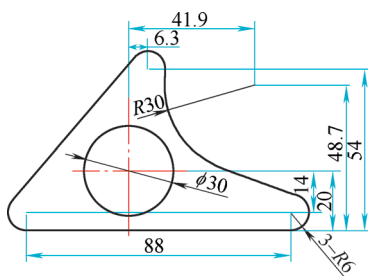


图2 待切割零件

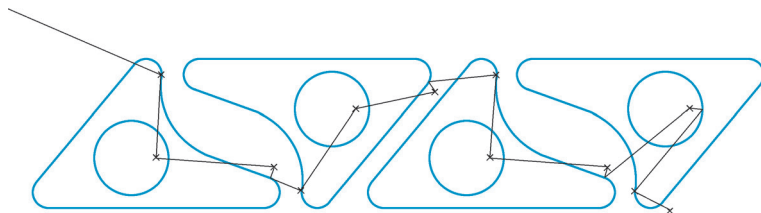


图3 激光切割零件的排料

```
2.095J-5.755
N110G01X-88.000
N120G02X-4.692Y10.062J6.125
N130G01X40.280Y48.000
N140G02X10.738Y-
4.918I4.692J-3.937
N150G03X3.919Y-
19.624I29.564J-4.299
N160G01
N170G90
N180M02
```

依据上述排版所编制的程序进行切割，其加工后的零件实物如图4所示。

### 3. 切割后零件存在的问题分析及优化

从上图可以看出，切割后零件的切割面有割瘤，这是由于切割过程中穿刺点的位置选择不当，太靠近零件的切割断面，切割时激光嘴吹出的高温、高压气体将金属熔化所致。经分析，在很短的时间内激光束的移动方向发生改变，就会在零件的切断面上留下比较粗糙的凸台，也就是说在零件切割的起始点部分切断

面比其他部分的外表面要粗糙很多。一般在零件的切割端面没有粗糙度要求时，软件自动生成穿刺点。但是，当设计对零件轮廓某些断面有精度要求时，我们就在编制激光切割程序时手动调整穿刺点，把它放在一个合理的位置，以达到提高零件表面质量的要求；或者是通过工艺优化的措施，人为地设定编程的穿刺点位置，达到消除零件切割表面穿刺缺陷的目的。针对该问题，首先在零件切割外形上想办法，为了避免切割时的穿刺点烧蚀，在零件的切割外形区域增加一段切割引出线，这样当切割到零件表面时就与切割路径形成相切关系，以此来获得较好的切割表面质量。优化后的零件外形及穿刺点的选择位置如图5所示。

用激光编程软件对该图进行排版及编程，排版如图6所示，切割程序如下。

```
N10G91
N20TC_POS_LEVEL(40.0)
N30TC_LASER_ON(9,"T2D-
```



图4 激光切割后零件的实物

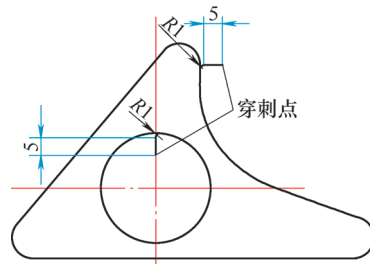


图5 优化后切割

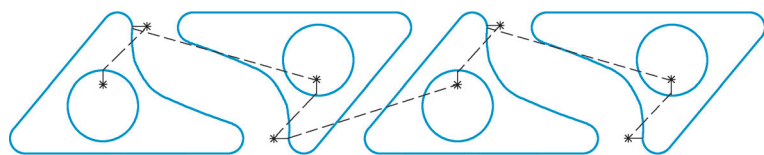


图 6

```
5864",10,100);SprintLine
N40X3.036Y2.974
N50G03X0.001Y0.214I-
0.105J0.107
N60G03I-10.536J-10.536
N70TCLASER_
OFF(3);SprintLine_ENDE
N80G01X6.076Y21.550
N90TCLASER_ON(9,"T2D-
5864",10,100);SprintLine
N100X-4.216Y0.536
N110G03X-0.167Y-0.130I-
0.019J-0.149
N120G03X19.432Y-
31.868I29.661J-3.772
N130G01X24.426Y-8.892
N140G02X-2.087Y-11.832I-
2.087J-5.732
N150G01X-88.000
N160G02X-4.673Y10.021J6.100
N170G01X40.280Y48.000
N180G02X10.694Y-
4.898I4.673J-3.921
N190G03X-0.072Y-
0.531I29.589J-4.303
N200TCLASER_
OFF(3);SprintLine_ENDE
N210G01
N220G90
N230M02
```

#### 4. 优化前后切割质量比较

原来的切割路径是在零件外形上进行穿刺，致使切割后零件表面有凸起或凹坑的缺陷（见图

7）。经过分析优化后，为了消除这种缺陷，采取在零件的内孔和外形上分别绘制激光切割编程的引出线来设置零件切割时的穿刺点位置，让切割时从激光嘴吹出的高温、高压气体远离被切割的零件表面，从而获得高质量的切割表面（见图8）。

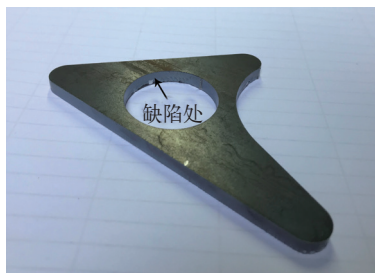


图7 存在切割缺陷的零件表面质量

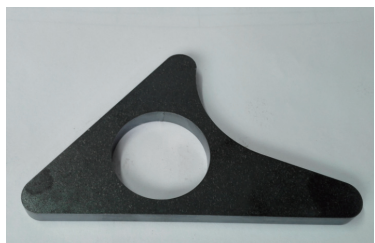


图8 无切割缺陷的零件表面质量

#### 5. 结语

通过优化切割方法并进行试验，获得了较好的切割表面，达到了预期目标。当前激光切割技术正处于飞速发展和不断改进及提升的时期，随着激光设备、各种切割技术的不断完善和发展，把新的编程技术和切割技术结合并应用于生产加工过程中，不仅可以减轻操作者的劳动强度、提高切割的效率，而且能够获得更

高的切割质量。这样才可以提高企业的产品竞争力，取得相对于同类产品的优势，进而创造更好的效益。

#### 参考文献：

- [1] 陈武柱. 激光焊接与切割质量控制[M]. 北京：机械工业出版社，2010.
- [2] 曲利永，王银武. 激光切割编程及工艺问题的探讨[J]. 金属加工（热加工），2010（16）：57-59.

作者简介：隗仁轩，郑州郑飞机电技术有限责任公司。

MW 20181208

### 国内首台同轴送丝激光金属3D打印机研制成功

日前，上海产业技术研究院研制出国内首台具有实用价值的同轴送丝激光金属3D打印机，将为各种关键零部件的制造与再制造提供效率更高、成本更低的解决方案。

据了解，这台3D打印机通过一个激光熔覆头，将一束高功率实心激光转换为同轴环形激光，并聚焦在工件上；金属丝从环形激光的正中心同轴送入熔池，进行熔化沉积。该装备的最大激光功率达3000W，丝材直径为1.0~1.6mm，使用316L不锈钢时的打印速度是5~30g/min。该设备已成功打印出一个 $\phi 60\text{mm}$ 、高250mm的圆环样件，由600多层堆积而成，表面粗糙度仅15 $\mu\text{m}$ 。

（激光谷）