

6 kW 大功率光纤激光器切割 6 mm 不锈钢工艺

王威, 上媛媛, 王旭友, 雷振, 林尚扬
(哈尔滨焊接研究所, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要: 采用 6 kW 光纤激光器切割 6 mm 不锈钢, 分析了不同的激光切割工艺参数, 如激光功率、切割速度、切割气体种类及压力、焦点位置以及激光倾斜角度对切割质量的影响。以切缝背部的挂渣情况作为评判切缝质量的标准, 结果表明: 增大切割气体压力可以降低底部挂渣以及粗糙度, 但是压力达到一定程度后, 挂渣和粗糙度没有明显变化; 在切割厚板时, 焦点位置位于工件的下部并且越靠近底表面, 效果越好; 光束入射倾角超过 25° , 切割质量变差, 甚至切不透。通过大量的切割工艺试验得到在切割气体为 N_2 , 激光功率为 3.3 kW, 切割速度为 2.0 m/min, 离焦量为 -4 mm, 气体压力为 1.7 MPa, 喷嘴到工件表面距离为 1.0 mm 时, 切割质量最佳。

关键词: 光纤激光; 激光切割; 不锈钢
中图分类号: G 485

Cutting process of 6 mm stainless steel plate with a 6 kW fiber laser

Wang Wei, Shang Yuanyuan, Wang Xuyou, Lei Zhen, Lin Shangyang
(Harbin Welding Institute, Harbin 150080, China)

Abstract: Gas assisted laser cutting of 6 mm stainless steel plate was performed with a 6 kW fiber laser. The effects of laser power, cutting speed, assist gas and pressure, focal point position and angle on the cutting performance and quality were investigated. The dross of cut surface was investigated to evaluate cutting quality. The result showed that the increment of gas pressure could reduce the dross at the bottom of the plate, but when the gas pressure be reached a certain degree, the dross and roughness didn't reduce significantly. The focus position was located in the subsurface the plate when the thick plate was cut, and the better quality can be obtained. If the laser incident angle was more than 25° , cutting quality deteriorated and even can't be completely cut through the plate. A large number of tests indicated that the best cutting quality was achieved when assisted gas was N_2 , laser power was 3.3 kW, cutting speed was 2.0 m/min, defocus amount was -4 mm, assisted gas pressure was 1.7 MPa, and distance between cutting head and plate was 1.0 mm.

Key words: fiber laser; laser cutting; stainless steel

0 前言

近年来, 激光切割技术飞速发展, 且随着数控技术与激光技术的结合, 其应用也越来越广泛, 在许多加工领域有着传统加工方法所不可比拟的优越性。激光切割技术可对几乎任何固体材料进行加工, 加工效率高, 因此, 激光切割技术已开始应用于航空航天、电子、食品、医药、纺织、汽车工业等方面, 其市场潜力十分巨大^[1-4]。

大功率光纤激光器是近些年才新兴起来的, 国内有关大功率光纤激光器切割规律方面的研究相对较少, 为了给以后的生产加工提供参数依据, 试验采用新引进 IPG YLR-6000 的光纤激光器, 针对 6 mm 的 TCS345 不锈钢板做了初步的工艺试验研究。

1 试验材料与试验设备

试验采用 TCS345 不锈钢板, 尺寸为 35 mm × 15 mm × 6 mm, 其化学成分见表 1。

表1 TCS345 不锈钢板化学成分(质量分数,%)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	Fe
0.018	0.47	1.18	12.73	0.74	0.023	余量

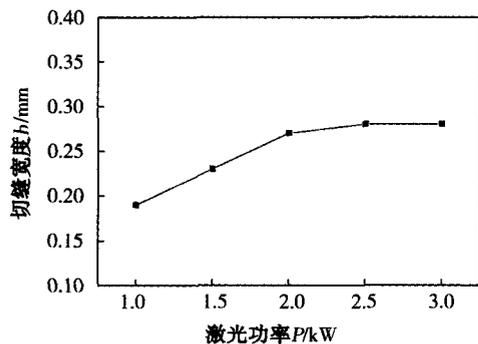
采用 IPG YLR-6000 光纤激光器,功率范围为 60 ~ 6000 W,光纤直径为 200 μm 。YK52 激光切割枪切割透镜焦距为 120 mm。采用 MOTOMAN-UP50N 机器人。

2 试验结果与分析

2.1 激光功率对切割质量的影响

激光功率是切割得以进行的基本条件,当激光功率增加时,工件表面得到的激光能量密度随之增加,如果激光功率过小,则难以切透材料,在切割试验开始时最好使用较大的功率。

由于 O_2 引起材料燃烧放出热量,参与到切割过程,而 N_2 切割完全依靠激光能量,所需功率较大。当辅助气体为 N_2 时,切缝宽度变化随着功率的变化不大,采用 O_2 切割时,在其他参数不变的情况下,激光功率增加,传到工件表面的热量增加,导致切口处更多金属被熔化,形成切缝宽度增大(图1)。

图1 O_2 切割时,激光功率对切缝宽度的影响

由图2可以看出,在采用辅助气体分别为 N_2 和 O_2 时,激光功率对切割面波纹以及底部挂渣的影响不大,随着激光功率的增加,切割面的形态没有明显变化。

2.2 切割速度对切割质量的影响

采用 O_2 切割,当激光功率和辅助气体压力等条件一定时,切口宽度随着切割速度的增加而减小(图3)。当切割速度较高时,切口宽度趋向平稳。当切割速度

较低时,切缝随切割速度增加而明显变小,此时低速氧化作用产生的热量对切缝作用明显,多余的热量传递到工件,形成较宽的切缝,当速度增大与氧化速度匹配时,切缝变窄。

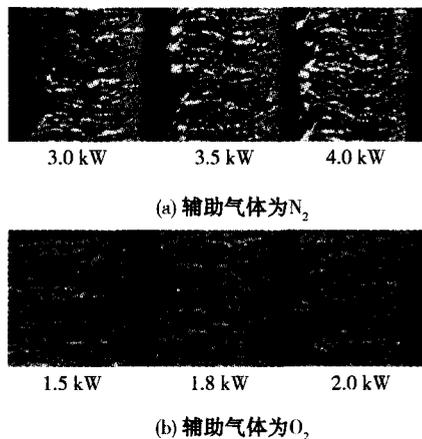


图2 激光功率对切割面的影响

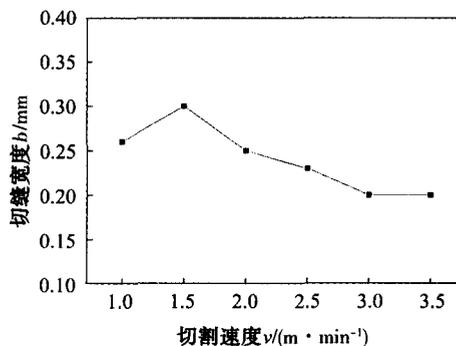


图3 切割速度对切缝宽度的影响

从图4可以看到,在使用辅助气体为 N_2 ,激光功率为 4 kW 时,切割速度对切割面波纹、底部挂渣以及底部粗糙度的影响较大,呈现一种抛物线关系。速度较低时,切割面波纹宽,存在底部挂渣,粗糙度较大,随着速度的增加明显得到改善;但是,超过某一最佳值

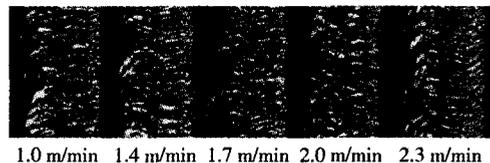


图4 切割速度对切割面的影响

(2.0 m/min)时,切割面波纹、粗糙度变化小,又出现挂渣,继续增加到某值(2.5 m/min)将切不透工件。

2.3 辅助气体及压力对切割质量的影响

在本次试验中,采用了 N_2 、 O_2 两种辅助气体,采用 N_2 需要的功率和切割气体压力相对较大,两种气体形成的切割面状态以及挂渣情况都不同。采用 N_2 切割面光亮,挂渣尖锐;而由于 O_2 助燃氧化作用,其切割面较暗。采用 N_2 切割,在各种工艺参数下对切缝宽度的影响不明显。改变 O_2 的气流量对切缝宽度的影响也不大(图5)。

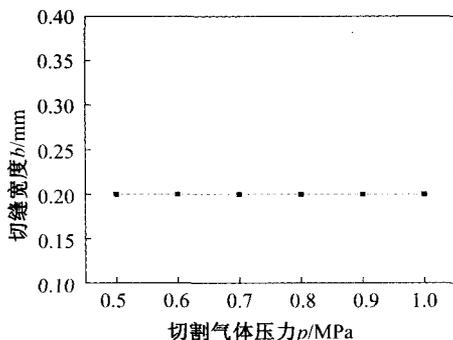


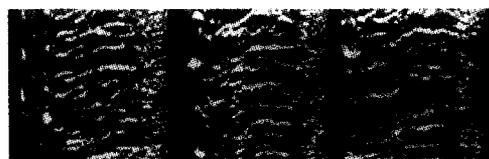
图5 切割气体压力对切缝宽度的影响

切割气体压力的改变对粗糙度、切割面波纹影响不大,但是对底部挂渣形成的作用很大。当压力较小时,激光功率和速度的变化都无法完全消除挂渣,增大压力,渣明显减小,但是到一定值后,变化就很小。从图6中可以看出,当 N_2 压力超过 1.7 MPa, O_2 压力超过 0.7 MPa 以后,切割面的质量没有明显的改善,可能是由于切缝的影响使气流在切缝里产生紊流造成的。

2.4 焦点位置对切割质量的影响

在激光切割中厚板时,焦点位置最好是靠近工件下表面,焦点位置对切缝宽度的影响较大,本文都采用焦点位置位于工件表面以下的负离焦量,当焦点位置越接近底部,切缝宽度越大(图7)。

焦点位置的改变对于中厚板不锈钢的激光切割质量影响很大。图8中,焦点往上移动后,底部有渣,切割面下部成形很差,尤其是采用 N_2 切割不锈钢时,根据焦点位置不同,切割面有明显的分界线,见图8a。分界线以上的条纹精细,下面的条纹粗糙、不规则,分界线接近工件底部,这种现象就能消减。本次试验采用配备自动调高的切割枪,最小离焦量为 -4 mm,所以对于 6 mm 的不锈钢板来说,这一分界线无法完全消减。



1.6 MPa 1.7 MPa 1.9 MPa

(a) 辅助气体为 N_2



0.5 MPa 0.7 MPa 0.8 MPa 1.0 MPa

(b) 辅助气体为 O_2

图6 切割气体压力对切割面的影响

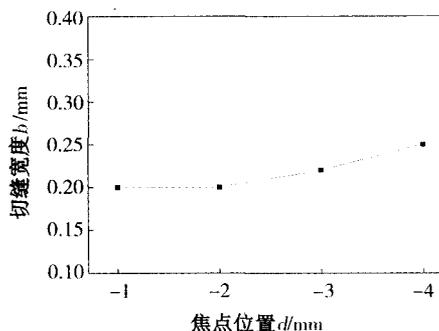


图7 焦点位置对切缝宽度的影响



-3 mm -4 mm

(a) 辅助气体为 N_2



-2 mm -3 mm -4 mm

(b) 辅助气体为 O_2

图8 焦点位置对切割面的影响

2.5 光束入射角度对切割质量的影响

通过改变相对于切割速度方向、切割枪向后倾斜的入射角度,考察光束入射角对切缝的影响。随着入射角度的增大,对切缝宽度没有很大影响,对切割面波

纹有影响,角度越大,波纹倾斜越大。光束入射角增加后会导致反射加大、输入工件材料的激光能量减少、用于切割的有效能量减少,所以增大角度就要适当增加激光功率来确保切透工件(图9)。另外,入射角增大后,同时导致焦点位置发生上移,还会影响辅助气体对切割的作用,底部挂渣增加。从图10中看出,在6 mm 不锈钢切割中,光束入射角度大于 25° 以后很难得到良好的切缝质量。

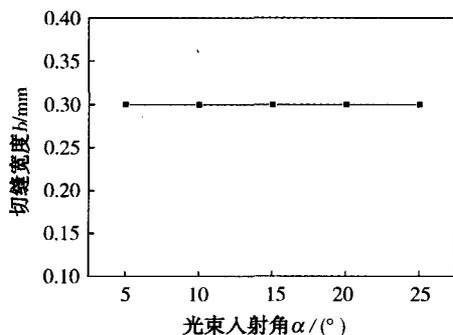


图9 光束入射角对切缝的影响

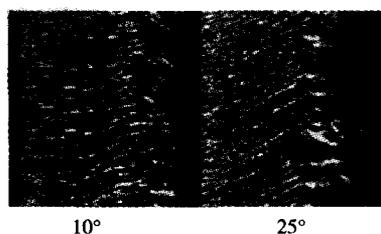


图10 光束入射角度对切割面的影响

3 结论

研究了大功率光纤激光器切割6 mm厚的不锈钢板时,激光功率、切割速度、辅助气体、焦点位置以及光束入射角度对切割质量的影响规律,得到针对6 mm TCS345 不锈钢切割的最佳工艺参数:切割气体为 N_2 ,激光功率为3.3 kW,切割速度为2.0 m/min,离焦量为-4 mm,辅助气体压力为1.7 MPa,喷嘴到工件表面距离为1.0 mm。但是根据材料的不同,板厚的不同,只有综合考虑被加工材料的性能,合理选择激光切割参数,以获得最佳切割质量。

参考文献

- [1] 李祥友. 激光精密切割不锈钢薄板的工艺研究[J]. 中国激光, 2001, 28(12): 1125-1129.
- [2] 张屹. 提高激光切割精度的试验研究[J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2001(3): 37-40.
- [3] Catherine W. Inert gas cutting of thick-section stainless steel and medium-section aluminum using a high power fiber laser [J]. Journal of Laser Applications, 2009, 21(3): 154-158.
- [4] Baumeister M. Fiber laser micro-cutting of stainless steel sheets [J]. Appl. Phys. A, 2006(85): 121-124.

收稿日期: 2011-01-18

王威简介: 1976年出生,博士研究生,高级工程师;主要从事激光焊接及激光-电弧复合焊接方面的科研和工程应用开发工作;发表论文20余篇; laserww@163.com。

2011 广州国际机床贸易展览会

与广交会同期同地举办,内销外贸并举,共享数十万采购商资源!

展出时间: 2011年10月14~18日(与110届广交会同期,展期5天)

展出地址: 广州国际采购中心(广交会琶洲馆B区旁)

【展品类型】

金属切削机床,机床功能部件,锻压机床,模具及配套件。

【参展联系】广州硕信展览有限公司

地址: 广州市天河区黄村东路8号启星商务中心C区A218-222 邮编 510560

电话: +86 20 8257 5776/3237 3488 传真: +86 20 3237 3948

联系人: 林小姐 手机: 134 3418 4909

Website: www.honestexpo.com/cimte E-mail: 773061492@qq.com