



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117066709 B

(45) 授权公告日 2024.05.28

(21) 申请号 202310758905.4

CN 115673569 A, 2023.02.03

(22) 申请日 2023.06.26

US 4870244 A, 1989.09.26

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 103212856 A, 2013.07.24

申请公布号 CN 117066709 A

WO 2021043970 A1, 2021.03.11

(43) 申请公布日 2023.11.17

CN 101980817 A, 2011.02.23

(73) 专利权人 西南石油大学

CN 113523579 A, 2021.10.22

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

JP 2005511313 A, 2005.04.28

US 2009242525 A1, 2009.10.01

US 2022395930 A1, 2022.12.15

(72) 发明人 陈怡男 王国荣 钟林 廖洋

廖文玲 何霞 王杰 陈俊名

刘杨. 工程训练创新设计 中国大学生工程实践与创新能力大赛参考用书. 华中科技大学出版社, 2022, (第1版), 348-349.

(74) 专利代理机构 成都云纵知识产权代理事务所(普通合伙) 51316

闫大鹏. 工业光纤激光器. 华中科技大学出版社, 2022, (第1版), 198-199.

专利代理师 伍星

许天宇; 刘怀亮; 马修泉; 刘庆. 光纤激光切割碳钢工艺研究. 机电工程技术. 2020, (第03期), 182-184.

(51) Int. Cl.

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/14 (2014.01)

B23K 26/70 (2014.01)

B23K 103/04 (2006.01)

佟明; 王维; 杨光; 王兴良. 板材激光切割表面质量影响因素的实验研究. 机械设计与制造. 2010, (第10期), 121-123.

审查员 张彤

(56) 对比文件

CN 105562925 A, 2016.05.11

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

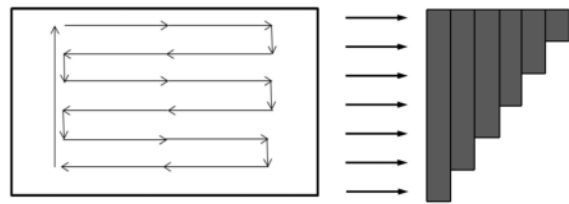
(54) 发明名称

一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法

吹气条件下远距离切割中厚及以上钢材的目的, 具有很高的实用价值和推广价值。

(57) 摘要

本发明公开了一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法, 主要解决现有技术中存在的远距离切割条件下无法使用气体辅助切割所导致的难以切割和切割效率低等问题。该无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法为切割头喷嘴远离钢材表面, 并在切割过程中按自上而下的弓字形扫描路径进行循环切割, 首先预留一定宽度的切缝, 每次逐渐减小下端的切缝宽度, 使切割的横截面呈阶梯型。通过上述方案, 本发明解决了远距离无辅助吹气条件下切割中厚及以上钢材时熔渣无法排出堵塞切缝, 因此难以被切穿和切割效率低的问题, 从而实现无辅助



1.一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法,其特征在于,使激光垂直于试样表面在切缝宽度内走自上而下弓字形扫描路径,在试样厚度方向切割出阶梯型横截面;激光在切缝内的弓字形扫描路径由切缝长度和宽度上的驱动平台相互协作完成,所述驱动平台控制激光在切缝长度方向上的速度范围为5-35mm/s,所述驱动平台控制激光在切缝宽度方向上的速度范围为1-5mm/s,且激光在切缝宽度方向相邻移动路径宽度为激光光斑直径;试样在厚度方向上的阶梯型截面切缝由每完成1-5个弓字形扫描路径后,逐渐缩短切缝宽度再循环1-5个弓字形扫描路径完成;试样距离切割头喷嘴不少于120mm。

## 一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于激光切割技术领域,具体地讲,是涉及一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法。

### 背景技术

[0002] 激光切割技术因其切割效率高、加工质量好、加工精度高、加工成本低等优点广泛应用于金属板材切割领域。激光切割的原理主要是利用高功率密度的激光束聚焦到材料表面,提供足够大的能量使之迅速升温让材料熔化或者汽化,随着激光束相对加工材料表面的线性移动从而形成切缝。对于金属材料的切割,目前市场上一般以激光氧化切割和熔化切割为主,但在激光切割过程中都需要借助辅助气体。辅助气体的作用主要包括保护切口面免受氧化和污染、清除切割区域的熔渣和烟雾以及提供一定的压力和温度,保持切缝的稳定性和增加切割能力。

[0003] 相较于传统的切割工艺,如水刀切割和火焰切割,激光切割技术呈现出更高的效率和精度。根据国家标准GB/T 15574—2016规定厚度为3mm-20mm的钢板为中板,20mm-60mm的为厚板,超过60mm的为特厚板。目前在吹气辅助下,激光切割技术已经能实现中厚及以上钢材的切割。然而,当将激光切割技术应用于远距离切割时,尤其是切割中厚及以上钢材,面临一系列困难。首先是因为激光束的发散性和衰减性,导致远距离切割时激光功率密度的降低,进而影响切割效率和切缝质量。其次,中厚及以上钢材的切割需要具备足够功率密度,远距离激光切割有可能出现离焦切割从而导致功率密度降低。此外,在远距离切割中,中厚及以上钢材采用熔化切割的方式,而激光切割头无法接近加工金属,因此缺乏辅助气体到达试样表面起到辅助切割的作用,导致金属在熔融后会堵塞切缝。这种情况使得激光在金属熔融物上进行反复加热,但却无法将金属板材完全切穿。因此亟需一种新的激光切割工艺方法,能够克服远距离切割中的困难并提高切割效率,能够实现在无辅助吹气条件下排出切缝中的熔渣,实现远距离切割中厚及以上钢材。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法,主要解决现有技术中存在的特殊工况下无法对中厚及以上板材进行辅助吹气激光切割的问题。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0006] 为实现中厚及以上钢材无辅助气体激光切割,使激光垂直于试样表面在切缝宽度内走自上而下弓字形扫描路径,在试样厚度方向切割出阶梯型横截面。

[0007] 进一步地,所述激光在切缝内的弓字形扫描路径由切缝长度和宽度上的驱动平台相互协作完成,驱动平台控制激光在切缝长度方向上的速度范围为5-35mm/s,驱动平台控制激光在切缝宽度方向上的速度范围为1-5mm/s,且激光在切缝长度方向每走完一次路径向切缝宽度方向移动的距离为激光光斑直径。

[0008] 进一步地,所述试样在厚度方向上的阶梯型截面切缝由每完成1-5个弓字形扫描路径后,逐渐缩短切缝宽度再循环1-5个弓字形扫描路径完成。

[0009] 具体地,为减少熔渣飞溅影响切割头喷嘴,试样距离切割头喷嘴不少于120mm。

[0010] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0011] (1)通过在切割过程中控制切割头自上而下循环走弓字形路径进行切割,激光束在金属表面反复加热,从而使金属达到熔点。这种循环加热的方式能够有效缩短金属熔化所需的时间,并显著提高切割效率。

[0012] (2)这种工艺方法解决了在无辅助气体条件下切割中的难题。通过预先设计的切缝宽度,可以使金属在切割过程中产生的熔融物从预留的切缝中流出。克服了中厚及以上钢材在金属熔化切割过程中熔渣难以排除从而堵塞切缝的问题,可以实现远距离无辅助气体条件下的激光切割。

[0013] (3)可以实现离焦切割的情况下切穿中厚及以上金属。离焦切割时虽然光斑直径变大导致功率密度降低,然而通过设定的弓字形扫描路径,自上而下反复循环的切割方式,能够在扩大激光对金属热影响区域,并增加金属受热的的时间,使金属吸收足够的能量达到熔点,从而实现对中厚及以上钢材在无辅助气体的条件下进行切割,有利于解决在特殊工况下无法使用吹气进行激光切割的问题。

## 附图说明

[0014] 图1为本发明的一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法的弓字形扫描路径示意图。

[0015] 图2为本发明的一种无辅助吹气激光切割中厚及以上钢材的工艺方法的切割流程图。

[0016] 图3为使用本发明切割工艺方法实施例的切割深度与切割时间的关系变化曲线。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明,本发明的实施方式包括但不限于下列实施例。

[0018] 实施例

[0019] 本实施钢材厚度为170mm,材料为20CrNiMo,长度为272mm,宽度为200mm。切割步骤如下:

[0020] (S1)将钢材固定在试验平台上;

[0021] (S2)将切割头固定于移动平台上,并调整切割头激光焦点,将聚焦后的激光焦点调整到切割头喷嘴的附近。在此过程中,调整切割头喷嘴与钢材表面之间的距离,确保其至少为120mm;

[0022] (S3)设定弓字形扫描路径程序,该程序具体设置如下:预留切缝长度为180mm,即每个弓字形扫描路径横向移动总长度为180mm。切缝宽度为120mm,即每个弓字形扫描路径中,激光沿切缝宽度方向移动的总距离为120mm。在每个弓字形扫描路径中,激光切割系统在走完一个切缝长度路径后,沿着切缝宽度方向向下移动0.4mm。这个过程在每个弓字形扫描路径循环中重复执行,每一个切缝宽度不变的扫描路径循环2次。

[0023] (S4) 设定切缝长度方向上的切割移动速度为20mm/s,切缝宽度上的切割移动速度为5mm/s。根据切割深度变化减小切缝长度方向上的切割移动速度。

[0024] (S5) 根据钢材切缝位置和切缝宽度设置金属试样表面上的切割原点,然后控制驱动平台将切割头移动到原点处。

[0025] (S6) 打开冷却气体装置对切割头喷嘴进行冷却。

[0026] (S7) 同时打开激光器和驱动平台,控制切割头对钢材按照设定扫描路径程序进行自上而下弓字形循环切割,反复循环直至将钢材切穿。

[0027] 在实际切割过程中,第1次循环预留切缝长度180mm,切缝宽度120mm,初始切割移动速度为20mm/s,最大切割深度为9mm,循环2次后切缝宽度缩小至110mm,保持其他参数不变,最大切割深度为达到25mm。保持每两次循环减少10mm切缝宽度,此时由于切缝宽度足够大,每一次循环都有大量金属熔融,随着切缝宽度的减少,熔融的金属逐渐堆积在前一次循环形成的切缝底部。当最大切割深度达到72mm时,切割深度变化缓慢,于是将切割移动速度减小至15mm/s,此时切缝宽度60mm,试样内部熔融的金属可以正常排出,并无堵塞切缝的现象,于是保持切缝宽度60mm循环6次后,最大切割深度达到100mm。当切缝宽度缩减至50mm时,循环6次后最大切割深度为115mm。试样切割深度开始变化缓慢,金属熔融达到临界状态,于是将切割移动速度减小至10mm/s,以增大切割过程中金属的热累积,最终切缝宽度由40mm减小至20mm,最大切割深度达到150mm。此时离焦量增加,激光光斑直径增大,用于金属熔融的功率密度已经很低,因此继续降低切割移动速度,保证激光光斑区域的金属能够达到熔融状态。于是保持其他参数不变,将切割移动速度减小至5mm/s,试样切穿,总用时约为23.7小时。使用本发明自上而下弓字形扫描循环路径,能够有效在切缝中积累激光能量,进一步加深切缝宽度。同时横截面呈阶梯型的切割工艺能够使形成的切缝呈一定倾角的斜坡,熔渣从切缝中顺利流出并无堵塞情况发生。切割深度与切割时长的关系如图3所示。

[0028] 多模连续激光器的参数如下:激光输出功率为10000瓦,冷却气体为高纯度氮气,压力为0.1MPa。

[0029] 上述实施例仅为本发明的优选实施例,并非对本发明保护范围的限制,但凡采用本发明的设计原理,以及在此基础上进行非创造性劳动而做出的变化,均应属于本发明的保护范围之内。

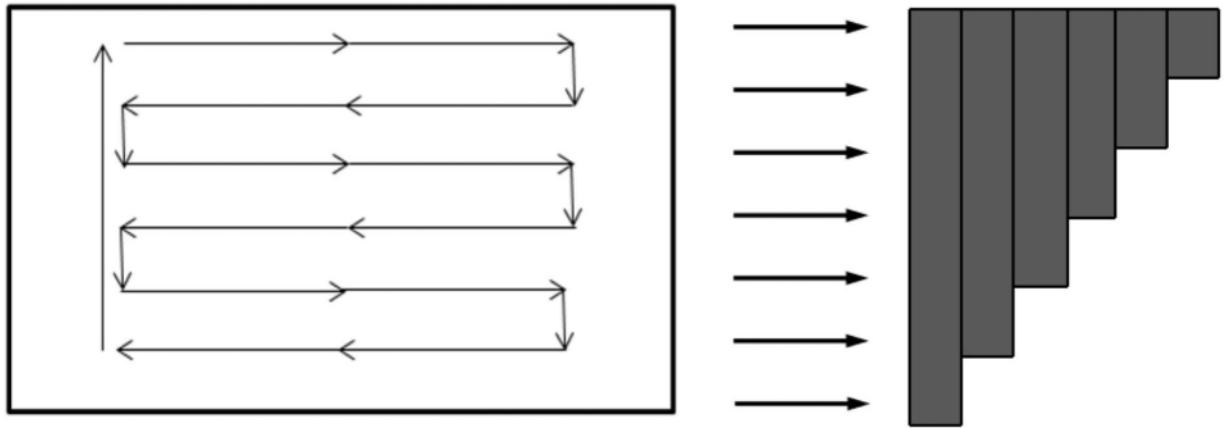


图1

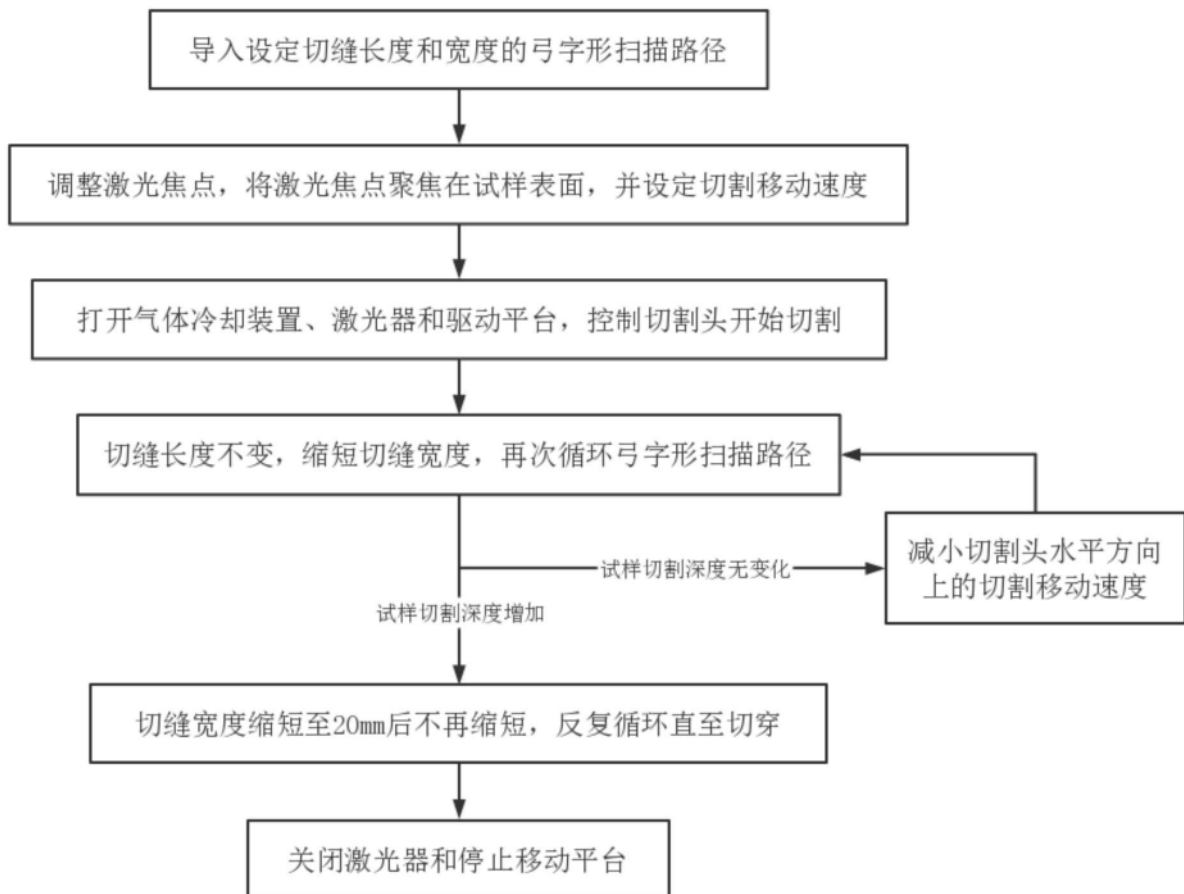


图2

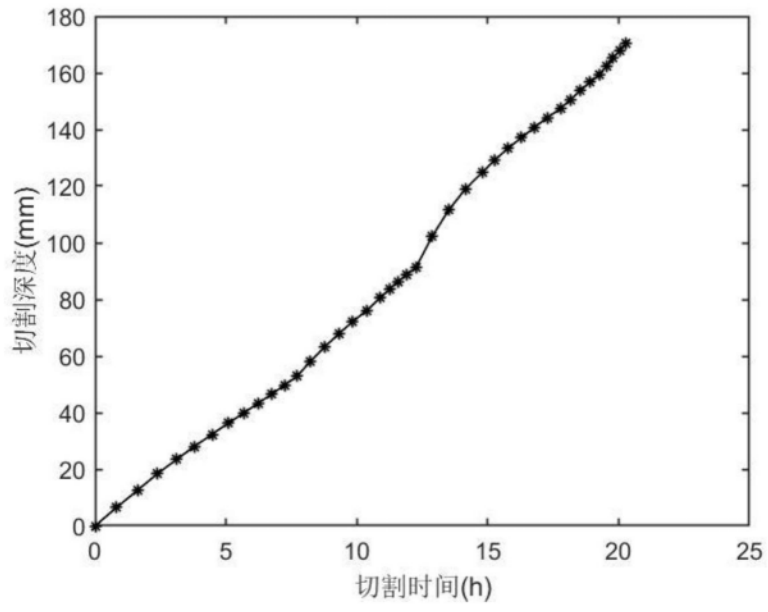


图3