



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109465542 B

(45)授权公告日 2020.01.07

(21)申请号 201910010571.6

B23K 26/70(2014.01)

(22)申请日 2019.01.07

B08B 7/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 李远远

申请公布号 CN 109465542 A

(43)申请公布日 2019.03.15

(73)专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150000 黑龙江省哈尔滨市南岗区西  
大直街92号

(72)发明人 郭斌 郭鑫民 徐杰 张建隆

张东赫 卢开昌 单德彬

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 张德才

(51)Int.Cl.

B23K 26/064(2014.01)

B23K 26/142(2014.01)

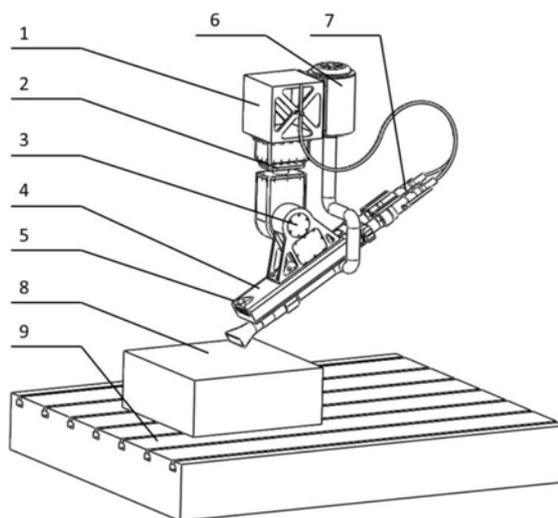
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种超长线光斑激光高效清洗装置

(57)摘要

本发明公开了一种超长线光斑激光高效清洗装置,包括转接架、光学系统和光纤激光器,转接架的一端用于连接工作手臂,转接架的另一端与光学系统连接,光学系统后端设置有光纤激光器,光学系统包括第一柱面反射镜、第二柱面反射镜和透镜组,第一柱面反射镜和第二柱面反射镜均为月牙三棱柱型,第一柱面反射镜与第二柱面反射镜能够将光束进行清洗进给方向上的压缩和垂直进给方向上的扩束,透镜组设置在光纤激光器与第一柱面反射镜之间,透镜组能够将激光光束中心能量高的部分整形,保证中心和边缘的能量一致性高,使本发明适用于大型复杂构件,且其清洗效率高、清洗质量好,解决了目前大型复杂构件激光清洗效率较低和清洗质量均匀性差的问题。



1. 一种超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:包括转接架、光学系统和光纤激光器,所述转接架的一端用于连接工作手臂,所述转接架的另一端与所述光学系统连接,所述光学系统后端设置有所述光纤激光器,所述光学系统包括第一柱面反射镜、第二柱面反射镜和透镜组,所述第一柱面反射镜和所述第二柱面反射镜均为月牙三棱柱型,所述第一柱面反射镜接收所述光纤激光器发出的激光光束,所述第二柱面反射镜接收所述第一柱面反射镜反射的光束,所述第一柱面反射镜与所述第二柱面反射镜能够将所述光束进行清洗进给方向上的压缩和垂直进给方向上的扩束,所述透镜组设置在所述光纤激光器与所述第一柱面反射镜之间,所述透镜组能够将激光光束中心能量高的部分整形,保证中心和边缘的能量一致性高。

2. 根据权利要求1所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:所述转接架和所述光学系统之间设有航向关节,所述航向关节包括航向电机和航向齿轮机构,所述航向齿轮机构的主动轮与所述航向电机固定连接,所述航向齿轮机构的从动轮与所述光学系统固定连接,所述航向关节能够带动所述光学系统进行水平平面内的转动。

3. 根据权利要求2所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:所述航向关节与光学系统之间设有俯仰关节,所述航向齿轮机构的从动轮与所述俯仰关节连接,所述俯仰关节包括俯仰电机和俯仰齿轮机构,所述俯仰齿轮机构的主动轮与所述俯仰电机连接,所述俯仰齿轮机构的从动轮与所述光学系统连接,所述俯仰关节能够带动所述光学系统进行竖直平面内的转动。

4. 根据权利要求1所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:所述光束的尺寸:焦距 $\geq 200\text{mm}$ 、焦深 $\geq 60\text{mm}$ 、长度 $\geq 200\text{mm}$ 、长宽比 $\geq 600$ 。

5. 根据权利要求1所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:所述光纤激光器为纳秒脉冲光纤激光器,所述光纤激光器输出光斑为高斯光斑。

6. 根据权利要求1所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:所述光纤激光器与所述光学系统之间设置有光纤准直头。

7. 根据权利要求1所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:还包括除尘机,所述除尘机设置在所述转接架的一侧,所述除尘机通过通风管道连通有回收端口,所述回收端口延伸至所述光学系统下方。

8. 根据权利要求7所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:所述除尘机采用负压式工作方式。

9. 根据权利要求1所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:还包括观测系统,所述观测系统设置在所述光学系统激光输出口的上方,所述观测系统能够实时观察待加工工件的清洗状态并能采集激光清洗过程所述待加工工件的表面洁净度、温度。

10. 根据权利要求1所述的超长线光斑激光高效清洗装置,其特征在于:还包括工作平台,所述工作平台用于放置待加工工件。

## 一种超长线光斑激光高效清洗装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及激光清洗技术领域,特别是涉及一种超长线光斑激光高效清洗装置。

### 背景技术

[0002] 针对飞机、高铁、轮船等结构的大型复杂构件表面,传统清洗方式多为机械清洗与化学清洗。由于构件清洗面积大、表面结构复杂,清洗过程劳动量大,工作环境恶劣,危险化学品处理费用高,且容易对环境造成污染。激光清洗技术被誉为“21世纪最具潜力绿色清洗技术”,成为激光制造领域一个新的研究热点。目前激光清洗技术在国内外一些行业已得到应用,市场上也出现了一些低功率、手持式的激光清洗设备。比如,陈继民等人发明了“便携式激光清洗系统”(公开号:CN1817549A),陈春辉等人发明了“一种激光清洗设备及方法”(公开号:CN108687056A);张辰等人发明了“一种激光清洗线扫描光学系统”(公开号:CN107234103A)等等。但是,目前公布的激光清洗装置输出激光光束主要采用点状光斑或振镜扫描式线光斑,对于大型复杂构件来说,存在以下问题:(1)工作头输出激光光束能量分布不均匀而导致清洗不均匀;(2)激光清洗装置输出激光光束焦深短,不适合具有凸凹不平的复杂结构曲面件清洗。因此,对于大型复杂构件的激光清洗,清洗效率较低,清洗质量较差。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种超长线光斑激光高效清洗装置,以解决上述现有技术存在的问题,使本发明适用于大型复杂构件,且其清洗效率高、清洗质量好,解决了目前大型复杂构件激光清洗效率较低和清洗质量均匀性差的问题。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0005] 本发明提供了一种超长线光斑激光高效清洗装置,包括转接架、光学系统和光纤激光器,所述转接架的一端用于连接工作手臂,所述转接架的另一端与所述光学系统连接,所述光学系统后端设置有所述光纤激光器,所述光学系统包括第一柱面反射镜、第二柱面反射镜和透镜组,所述第一柱面反射镜和所述第二柱面反射镜均为月牙三棱柱型,所述第一柱面反射镜接收所述光纤激光器发出的激光光束,所述第二柱面反射镜接收所述第一柱面反射镜反射的光束,所述第一柱面反射镜与所述第二柱面反射镜能够将所述光束进行清洗进给方向上的压缩和垂直进给方向上的扩束,所述透镜组设置在所述光纤激光器与所述第一柱面反射镜之间,所述透镜组能够将激光光束中心能量高的部分整形,保证中心和投影至边缘的能量一致性高。

[0006] 进一步的,所述转接架和所述光学系统之间设有航向关节,所述航向关节包括航向电机和航向齿轮机构,所述航向齿轮机构的主动轮与所述航向电机固定连接,所述航向齿轮机构的从动轮与与所述光学系统固定连接,所述航向关节能够带动所述光学系统进行水平平面内的转动。

[0007] 进一步的,所述航向关节与光学系统之间设有俯仰关节,所述航向齿轮机构的从

动轮与所述俯仰关节连接,所述俯仰关节包括俯仰电机和俯仰齿轮机构,所述俯仰齿轮机构的主动轮与所俯仰述电机连接,所述俯仰齿轮机构的从动轮与所述光学系统连接,所述俯仰关节能够带动所述光学系统进行竖直平面内的转动。

[0008] 进一步的,所述光束的尺寸:焦距 $\geq 200\text{mm}$ 、焦深 $\geq 60\text{mm}$ 、长度 $\geq 200\text{mm}$ 、长宽比 $\geq 600$ 。

[0009] 进一步的,所述光纤激光器为纳秒脉冲光纤激光器,所述光纤激光器输出光斑为高斯光斑。

[0010] 进一步的,所述光纤激光器与所述光学系统之间设置有光纤准直头。

[0011] 进一步的,还包括除尘机,所述除尘机设置在所述转接架的一侧,所述除尘机通过通风管道连通有回收端口,所述回收端口延伸至所述光学系统下方。

[0012] 进一步的,所述除尘机采用负压、吸取式工作方式。

[0013] 进一步的,还包括观测系统,所述观测系统设置在所述光学系统激光输出口的上方,所述观测系统能够实时观察待加工工件的清洗状态并能采集激光清洗过程所述待加工工件的表面洁净度、温度。

[0014] 进一步的,还包括工作平台,所述工作平台用于放置待加工工件。

[0015] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0016] 本发明中第一柱面反射镜和第二柱面反射镜均为月牙三棱柱型,利用第一柱面反射镜与第二柱面反射镜的组合,既能在进给方向上将光束进行压缩,保证光束能量密封,提高清洗效果,又能在垂直进给方向上将光束进行扩束,以达到一定的长度,保证清洗面积,提高清洗效率,并通过第一柱面反射镜与第二柱面反射镜的作用能达到较大的焦深,以适用于大型复杂构件的清洗。进一步利用透镜组激光光束中心能量高的部分投影至边缘能量低的位置,从而使得光束均匀性大大增强,显著提高清洗质量。

## 附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1为本发明超长线光斑激光高效清洗装置的结构示意图;

[0019] 图2为本发明中光学系统的正视剖视图(光束压缩的光路图);

[0020] 图3为本发明中光学系统的俯视剖视图(光束扩束的光路图);

[0021] 图4为本发明中光学系统的内部结构示意图(光束整形的光路图);

[0022] 其中:1-转接架,2-航向关节,3-俯仰关节,4-光学系统,5-观测系统,6-除尘机,7-光纤准直头,8-待加工工件,9-工作平台,41-第一柱面反射镜,42-第二柱面反射镜,43-透镜组。

## 具体实施方式

[0023] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0024] 本发明的目的是提供一种超长线光斑激光高效清洗装置,以解决上述现有技术存在的问题,使本发明适用于大型复杂构件,且其清洗效率高、清洗质量好,解决了目前大型复杂构件激光清洗效率较低和清洗质量均匀性差的问题。

[0025] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0026] 如图1-图4所示:本实施例提供了一种超长线光斑激光高效清洗装置,包括转接架1、光学系统4和光纤激光器,转接架1的一端用于连接工作手臂,工作手臂能够带动光学系统4进行三维运动。转接架1的另一端与光学系统4连接,光学系统4后端设置有光纤激光器,光学系统4包括第一柱面反射镜41、第二柱面反射镜42和透镜组43,第一柱面反射镜41和第二柱面反射镜42均为月牙三棱柱型,具体参见图4,第一柱面反射镜41接收光纤激光器发出的激光光束,第二柱面反射镜42接收第一柱面反射镜41反射的光束,第一柱面反射镜41与第二柱面反射镜42能够将光束进行清洗进给方向上的压缩和垂直进给方向上的扩束,即通过第一柱面反射镜41与第二柱面反射镜42的作用能够将光束进行大压缩比的光束压缩,并实现进给方向上0.3mm的光斑宽度,具体参见图2中光束压缩的光路设计图。同时通过第一柱面反射镜41与第二柱面反射镜42的作用还能将光束进行大增长比的光束扩束,从而实现垂直进给方向上200mm的光斑宽度,具体参见图3中光束扩束的光路设计图,即使光束的焦距 $\geq 200\text{mm}$ 、长度 $\geq 200\text{mm}$ 、长宽比 $\geq 600$ 。在光纤激光器与第一柱面反射镜41之间还设置有透镜组43,透镜组43包括多片柱面非球面和/或球面透镜,具体参见图4,透镜组43能够将激光光束中心能量高的部分投影至边缘能量低的位置,消除高斯光束中心高边缘低的功率密度分布缺陷,最终形成的200mm光斑长度光束均匀性好,能达到85%以上,焦深大,焦深 $\geq 60\text{mm}$ ,可以实现表面凸凹不平的复杂构架清洗,具体参见图4中光束整形的光路设计图。

[0027] 优选的,转接架和光学系统4之间还可以设有航向关节2,航向关节2包括航向电机和航向齿轮机构,航向齿轮机构的主动轮与航向电机固定连接,航向齿轮机构的从动轮与光学系统4固定连接,航向关节2能够带动光学系统4进行水平平面内的转动。航向电机驱动航向齿轮机构,进而带动光学系统4进行水平平面内的转动,即带动水平平面内的调节,提高其灵活性和适用范围。航向关节2与光学系统4之间还可以设有俯仰关节3,航向齿轮机构的从动轮与俯仰关节3连接,俯仰关节3包括俯仰电机和俯仰齿轮机构,俯仰齿轮机构的主动轮与所俯仰述电机连接,俯仰齿轮机构的从动轮与光学系统4连接,俯仰关节3能够带动光学系统4进行竖直平面内的转动。俯仰电机驱动俯仰齿轮机构,带动光学系统4进行竖直平面内的转动,从而使得光学系统4能够在水平平面内转动又能在竖直平面内转动,从而可根据待加工工件8与光学系统4的位置和要求进行便捷、灵活的调节,提高清洗装置的灵活性和适用性。

[0028] 具体的,光纤激光器可以选择为IPG公司提供的1000W纳秒脉冲光纤激光器,光纤激光器输出光斑为高斯光斑。光纤激光器与光学系统4之间设置有光纤准直头7,能够与光纤激光器进行快速、准确对接,并通过光学系统4将激光光束传输到指定位置。

[0029] 本实施例还可以设置除尘机6,除尘机6设置在转接架的一侧,具体见图1所示,除尘机6通过通风管道连通有回收端口,回收端口尺寸大于 $100\text{mm} \times 30\text{mm}$ ,回收端口延伸至光

学系统4下方。除尘机6采用负压、吸取式工作方式,负压差不小于0.3个大气压,能够将清洗装置清除的废屑有效及时的回收,避免废屑乱飞造成二次污染,并有助提高清洗效率和清洗效果,也可保护光学系统4的光束发射窗口不被废屑污染。

[0030] 本实施例还可以设置观测系统5,观测系统5设置在光学系统4激光输出口的上方,观测系统5能够实时观察待加工工件8的清洗状态并能采集激光清洗过程待加工工件8的表面洁净度、温度。

[0031] 本实施例还可以设置工作平台9,工作平台9用于放置和固定待加工工件8,防止出现清洗过程中待加工工件8窜动的问题。

[0032] 本说明书中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

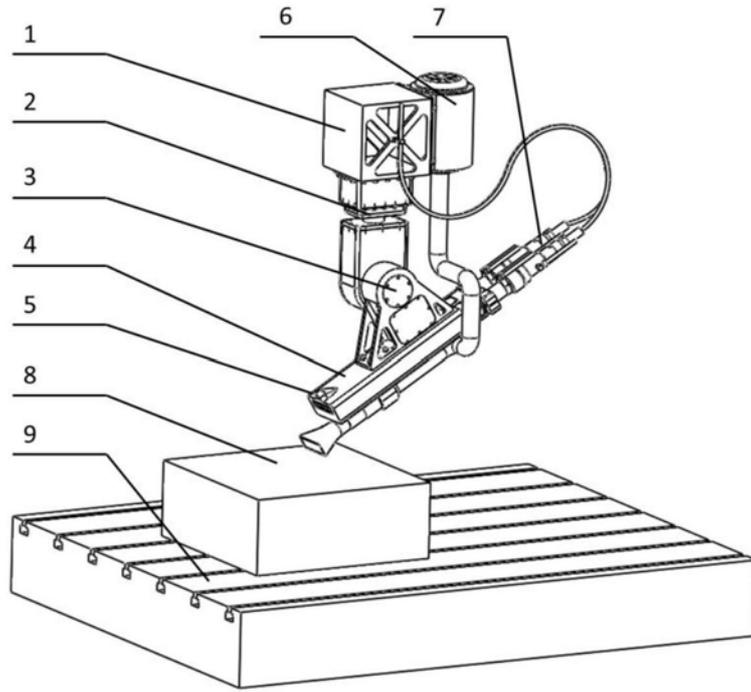


图1

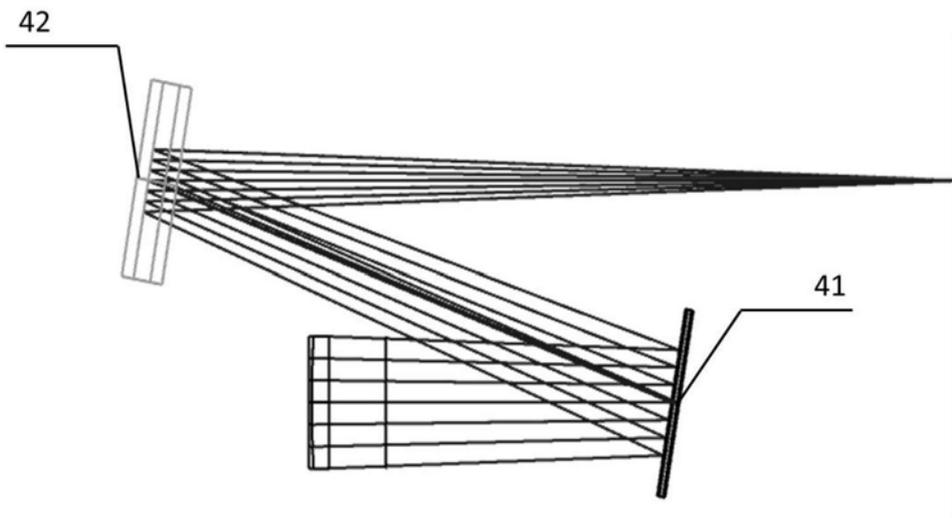


图2

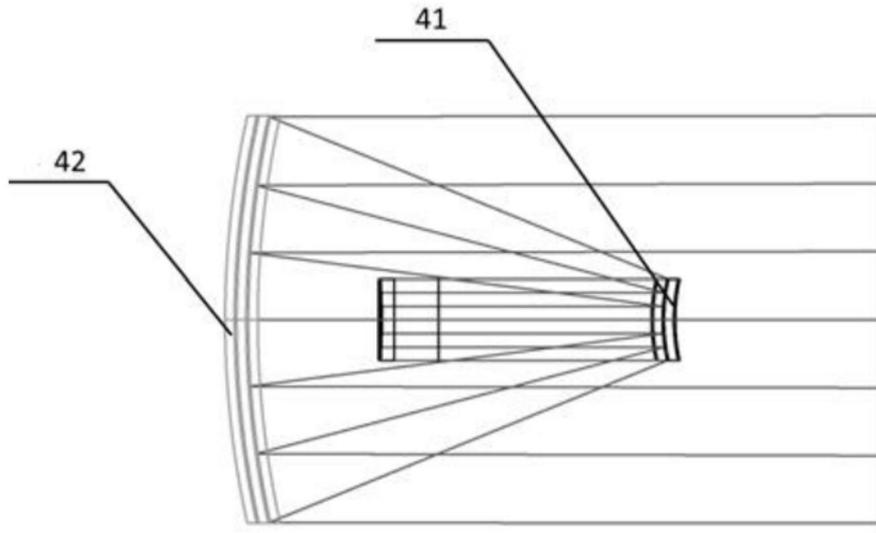


图3

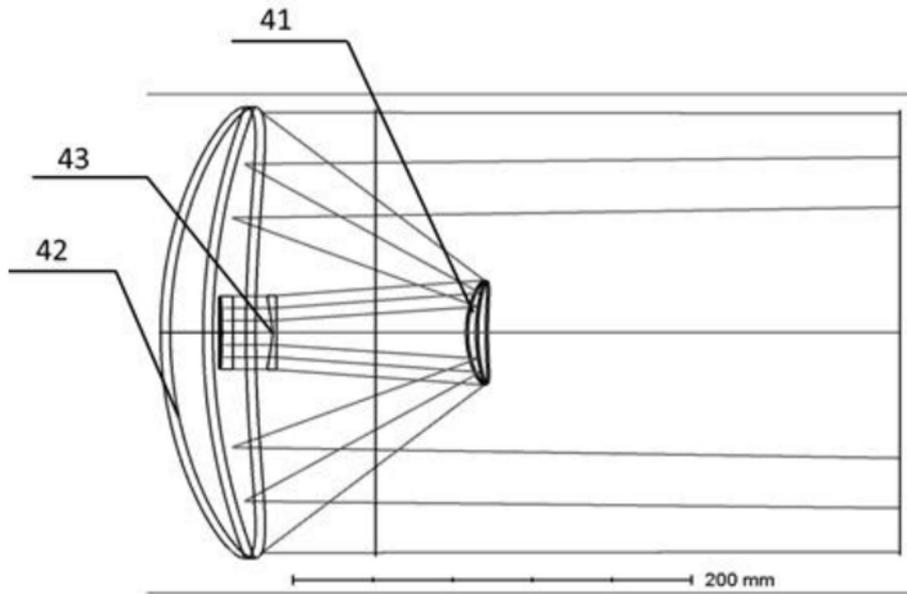


图4