



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106194127 B

(45)授权公告日 2018.11.06

(21)申请号 201610858598.7

(22)申请日 2016.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106194127 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(73)专利权人 吉林市旭峰激光科技有限责任公司

地址 132000 吉林省吉林市高新区大庆路
700号办公楼

(72)发明人 尚晓峰 刘楷书 尚进 贲超

(74)专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务
所(普通合伙) 22210

代理人 南小平

(51)Int.Cl.

E21B 43/11(2006.01)

E21B 43/119(2006.01)

(56)对比文件

CN 206091945 U, 2017.04.12, 权利要求1-
6.

CN 102155194 A, 2011.08.17, 全文.

CN 102155196 A, 2011.08.17, 全文.

CN 102155197 A, 2011.08.17, 全文.

CN 103182605 A, 2013.07.03, 全文.

CN 201002157 Y, 2008.01.09, 全文.

CN 202934246 U, 2013.05.15, 全文.

CN 2711690 Y, 2005.07.20, 全文.

RU 2422624 C1, 2011.06.27, 全文.

US 2006/0102343 A1, 2006.05.18, 全文.

US 4227582 A, 1980.10.14, 全文.

US 7487834 B2, 2009.02.10, 全文.

彭汉修等. 岩石的激光射孔工艺研究. 《应
用激光》. 2013, 第33卷(第5期),

刘涛等. 激光射孔技术及其应用前景分析.
《石油化工应用》. 2015, 第34卷(第12期),

审查员 李波

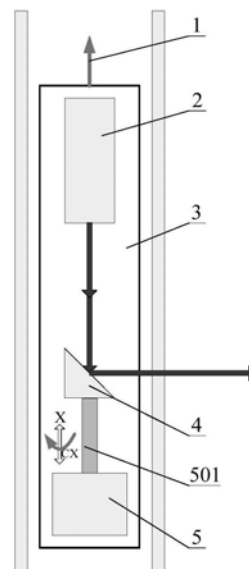
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种激光射孔装置及其方法

(57)摘要

一种激光射孔装置及其方法属于油气井下
开采技术领域, 目的在于解决现有技术存在的射
孔分布固定、不能灵活调整, 且只能形成圆形孔
洞, 工作过程机械冲击较大, 对管串及固井伤害
大, 射孔枪本体重复使用率低的问题。本发明包
括地面控制系统、电源以及由积分反射镜、运动
调整机构、位移传感器、编码器和微型高功率激
光器组成的射孔器; 反射镜固定在运动调整机构
的上端, 通过运动调整机构带动反射镜周向旋转
运动以及竖直方向运动, 并通过位移传感器和编
码器采集数据, 微型高功率激光器出射的激光经
平行聚焦光路进行聚焦, 再经反射镜反射进行射
孔作业; 电源为井下设备供电, 地面控制系统实
现整体的控制, 地面控制系统通过数据传输线与
位移传感器和编码器连接。



1. 一种激光射孔装置,其特征在于,包括地面控制系统、电源以及由积分反射镜(4)、运动调整机构(5)、位移传感器(9)和编码器(8)和微型高功率激光器(2)组成的射孔器(3);

所述微型高功率激光器(2)位于射孔器(3)内部顶端;

所述积分反射镜(4)固定在所述运动调整机构(5)的上端,通过运动调整机构(5)带动积分反射镜(4)周向旋转运动以及竖直方向运动,整体设置在井下,并通过位移传感器(9)和编码器(8)采集数据,所述微型高功率激光器(2)出射的激光经平行聚焦光路进行聚焦,再经积分反射镜(4)反射进行射孔作业;

所述电源通过电缆(1)与所微型高功率激光器(2)、运动调整机构(5)和丢手引爆系统连接供电,所述地面控制系统通过电缆(1)与所述微型高功率激光器(2)、运动调整机构(5)和丢手引爆系统连接传输信号,所述地面控制系统通过数据传输线与位移传感器(9)和编码器(8)连接;

所述运动调整机构(5)包括伸缩杆(501)、运动套管(502)、轴向伺服电机(503)和周向伺服电机(504);所述伸缩杆(501)同轴设置在所述运动套管(502)内部,并通过轴承连接,所述伸缩杆(501)上端部和所述积分反射镜(4)固定连接,所述伸缩杆(501)下端通过齿轮传动机构和所述周向伺服电机(504)连接,所述运动套管(502)外壁设置有竖直方向的齿条,所述运动套管(502)通过齿轮齿条传动机构和所述轴向伺服电机(503)连接;所述编码器(8)连接在伸缩杆(501)下端固定的齿轮上,所述位移传感器(9)连接在运动套管(502)上。

2. 根据权利要求1所述的一种激光射孔装置,其特征在于,所述射孔器(3)还包括冷却回路;所述冷却回路为设置在微型高功率激光器(2)两侧的散热片以及小型冷却液循环系统构成的水冷循环回路。

3. 根据权利要求1或2所述的一种激光射孔装置,其特征在于,所述射孔器(3)还包括密封清洁系统;所述密封清洁系统包括密封胶圈和小型风扇。

4. 根据权利要求1所述的一种激光射孔装置,其特征在于,所述运动调整机构(5)在竖直方向运动的距离范围为0-15cm,周向旋转的角度为360°。

5. 根据权利要求1所述的一种激光射孔装置,其特征在于,所述微型高功率激光器(2)出射的激光经平行聚焦光路进行聚焦与传输具体为:平行聚焦光路包括聚焦镜(6)和平行光管(7),微型高功率激光器(2)发射出激光束,经过聚焦镜(6)聚焦,聚焦后的激光光束再经平行光管(7)传输至积分反射镜(4)表面。

6. 根据权利要求1所述的一种激光射孔装置的射孔方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:准备射孔装置,通过电缆(1)将射孔器(3)、积分反射镜(4)、运动调整机构(5)、数据采集模块和桥塞坐封系统承入井下施工位置;

步骤二:启动电源,将位置传感器(9)和编码器(8)清零,通过位移传感器(9)和编码器(8)采集井下射孔装置运动位置、角度、方向和设备动作信号数据,并将采集的数据通过数据传输线传输至地面控制系统;

步骤三:通过地面控制系统中的主控系统PLC模块对步骤二中采集的数据进行分析,通过模拟量数据采集模块采集位移传感器(9)变量,进而转换并读取轴向运动位置,通过采集编码器(8)变量,进而转换并读取周向角度位置,进而判断此时方向位置,进而依施工要求调整获得射孔工作位置信息;

步骤四:地面控制系统根据步骤三中获得射孔工作位置信息,控制运动调整机构(5)的轴向伺服电机(503)和周向伺服电机(504)运转,调整积分反射镜(4)的位置,使微型高功率激光器(2)发射的激光经积分反射镜(4)反射至射孔初始位置;

步骤五:启动微型高功率激光器(2),所述微型高功率激光器(2)出射的激光光束经过聚焦镜(6)进行激光聚焦,再经平行光管(7)传输,经射孔器(3)下端的出射孔出射,再经积分反射镜(4)反射,进行射孔作业;

步骤六:完成初次射孔,关闭微型高功率激光器(2);

步骤七:通过地面控制系统控制运动调整机构(5)的轴向伺服电机(503)和周向伺服电机(504)运转,调整积分反射镜(4)的位置,使微型高功率激光器(2)经积分反射镜(4)反射的光照射至射孔下一作业位置;

步骤八:地面控制系统中主控系统PLC模块根据模拟量数据采集模块采集的积分反射镜(4)的位置、角度和方向信息,判断微型高功率激光器(2)经积分反射镜(4)反射的光的位置是否满足要求,如果是,执行步骤九,如果否,执行步骤七;

步骤九:启动激光器,再次进行射孔作业;

步骤十:重复步骤七至步骤九,直到所有位置射孔作业完成。

7.根据权利要求6所述的一种激光射孔装置,其特征在于,所述微型高功率激光器(2)两侧为冷却回路,运用小型冷却液循环系统进行换热冷却,在微型高功率激光器(2)工作时进行冷却。

8.根据权利要求6所述的一种激光射孔装置,其特征在于,所述射孔器(3)内部的密封清洁系统通过密封胶圈进行密封,通过小型风扇进行除尘清洁。

一种激光射孔装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于油气井下开采技术领域,具体涉及一种激光射孔装置及其方法。

背景技术

[0002] 射孔工艺作为完井技术的主要环节,与油气井产能有着直接关系。目前射孔技术输送方式主要分为:电缆输送射孔(WCP)、管柱传输射孔(TCP)、挠性管输送。而射孔器分类为:常规射孔器、超穿深射孔器、大孔径射孔器($\Phi 14\text{mm}$)、高孔密射孔器(20孔/米)、防砂射孔、复合射孔器等多种形式。射孔的最终目的是为产层与井筒之间建立可靠、有效的通道,从而获得最大的产出效果。射孔是利用机械、化学或者其他能量打开套管、水泥环和底层,沟通油、气流通道的井下作业成为射孔。最早的完井方式是裸眼或者筛管完井,随着固井工艺的产生,发展了射孔采油工艺。1920年-固井,1926年-子弹射孔研究,1932年应用子弹式射孔,1946年研究聚能射孔弹。1952年应用聚能射孔至今。1960年水利喷砂射孔(割缝)常规聚能射孔是利用射孔弹爆破形成的金属高速金属粒子流,形成一个很高温度和压力的脉冲载荷(冲击波),撞击靶板(套管、水泥环、岩石),将其运动轨迹中的所有物质都挤开,在岩石靶中形成一个孔洞或孔道。岩石颗粒受到破坏而不能回复到初始状态,产生物理变形或次生裂缝,从而产生典型的射孔损害区岩石组织结构,——孔道周围有一个射孔压实区域,该区域内颗粒破碎,大颗粒数量减少,小颗粒数量增多,粒间小碎屑大量增加,颗粒接触较为致密。

[0003] 现有技术中,射孔枪孔弹技术,爆炸物品管理要求苛刻,射孔弹工作可靠性低,施工过程经常发生未爆现象,射孔分布固定、不能灵活调整,且只能形成圆形孔洞,工作过程机械冲击较大,对管串及固井有很大伤害,射孔枪本体重复使用率低等一系列问题,并且能有效解决目前射孔参数问题,例如穿深、孔径,孔径和穿深互不干扰。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提出一种激光射孔装置及其方法,解决现有技术存在的射孔分布固定、不能灵活调整,且只能形成圆形孔洞,工作过程机械冲击较大,对管串及固井伤害大,射孔枪本体重复使用率低的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明的一种激光射孔装置包括地面控制系统、电源以及由积分反射镜、运动调整机构、位移传感器、编码器和微型高功率激光器组成的射孔器;

[0006] 所述微型高功率激光器位于射孔器内部顶端;

[0007] 所述积分反射镜固定在所述运动调整机构的上端,通过运动调整机构带动积分反射镜周向旋转运动以及竖直方向运动,整体设置在井下,并通过位移传感器和编码器采集数据,所述微型高功率激光器出射的激光经平行聚焦光路进行聚焦,再经积分反射镜反射进行射孔作业;

[0008] 所述电源通过电缆与所微型高功率激光器、运动调整机构和丢手引爆系统连接供电,所述地面控制系统通过电缆与所述微型高功率激光器、运动调整机构和丢手引爆系统

连接传输信号,所述地面控制系统通过数据传输线与位移传感器和编码器连接。

[0009] 所述射孔器还包括冷却回路;所述冷却回路为设置在激光器两侧的散热片以及小型冷却液循环系统构成的水冷循环回路。

[0010] 所述射孔器还包括密封清洁系统;所述密封清洁系统包括密封胶圈和小型风扇。

[0011] 所述运动调整机构包括伸缩杆、运动套管、轴向伺服电机和周向伺服电机;所述伸缩杆同轴设置在所述运动套管内部,并通过轴承连接,所述伸缩杆上端部和所述积分反射镜固定连接,所述伸缩杆下端通过齿轮传动机构和所述周向伺服电机连接,所述运动套管外壁设置有竖直方向的齿条,所述运动套管通过齿轮齿条传动机构和所述轴向伺服电机连接;所述编码器连接在伸缩杆下端固定的齿轮上,所述位移传感器连接在运动套管上。

[0012] 所述运动调整机构在竖直方向运动的距离范围为0-15cm,周向旋转的角度为360°。

[0013] 所述微型高功率激光器出射的激光经平行聚焦光路进行聚焦与传输具体为:平行聚焦光路包括聚焦镜和平行光管,微型高功率激光器发射出激光束,经过聚焦镜聚焦,聚焦后的激光光束再经平行光管传输至积分反射镜表面。

[0014] 基于一种激光射孔装置的射孔方法包括以下步骤:

[0015] 步骤一:准备射孔装置,通过电缆将射孔器、积分反射镜、运动调整机构、数据采集模块和桥塞坐封系统承入井下施工位置;

[0016] 步骤二:启动电源,将位置传感器和编码器清零,通过位移传感器和编码器采集井下射孔装置运动位置、角度、方向和设备动作信号数据,并将采集的数据通过数据传输线传输至地面控制系统;

[0017] 步骤三:通过地面控制系统中的主控系统PLC模块对步骤二中采集的数据进行分析,通过模拟量数据采集模块采集位移传感器变量,进而转换并读取轴向运动位置,通过采集编码器变量,进而转换并读取周向角度位置,进而判断此时方向位置,进而依施工要求调整获得射孔工作位置信息;

[0018] 步骤四:地面控制系统根据步骤三中获得射孔工作位置信息,控制运动调整机构的轴向伺服电机和周向伺服电机运转,调整积分反射镜的位置,使微型高功率激光器发射的激光经积分反射镜反射至射孔初始位置;

[0019] 步骤五:启动微型高功率激光器,所述微型高功率激光器出射的激光光束经过聚焦镜进行激光聚焦,再经平行光管传输,经射孔器下端的出射孔出射,再经积分反射镜反射,进行射孔作业;

[0020] 步骤六:完成初次射孔,关闭微型高功率激光器;

[0021] 步骤七:通过地面控制系统控制运动调整机构的轴向伺服电机和周向伺服电机运转,调整积分反射镜的位置,使微型高功率激光器经积分反射镜反射的光照射至射孔下一作业位置;

[0022] 步骤八:地面控制系统中主控系统PLC模块根据模拟量数据采集模块采集的积分反射镜的位置、角度和方向信息,判断微型高功率激光器经积分反射镜反射的光的位置是否满足要求,如果是,执行步骤九,如果否,执行步骤七;

[0023] 步骤九:启动微型高功率激光器,再次进行射孔作业;

[0024] 步骤十:重复步骤七至步骤九,直到所有位置射孔作业完成。

[0025] 所述微型高功率激光器两侧为冷却回路,运用小型冷却液循环系统进行换热冷却,在微型高功率激光器工作时进行冷却。

[0026] 所述射孔器内部的密封清洁系统通过密封胶圈进行密封,通过小型风扇进行除尘清洁。

[0027] 本发明的有益效果为:本发明的一种激光射孔装置及其方法通过控制运动调整机构的不同动作,来控制积分反射镜的位置变化,从而达到射孔参数的可调,可根据现场需要,通过调节微型高功率激光器的功率,控制穿深指标值,竖直方向0-1.5m范围内连续可调整,进而圆孔直径0-25mm连续可调,割缝的缝宽和缝长可调整等等,有效进行射孔控制。当射孔完成后,地面依据施工要求,控制引爆工具串尾部丢手爆破系统,进而使桥塞脱离机构用于井下坐封。

[0028] 目前最常用的为16孔/米,而激光射孔可根据现场需要,通过机械运动实现孔密、相位、方位的连续调整。激光射孔器采用高性能激光技术、安全性高,激光射孔可靠性高,施工过程易于实现反馈监控,射孔分布可依据施工现场需求、动态调整,可根据科研及生产需要,设计孔洞形状,并可加工长缝通道,无机械冲击,工作过程平稳,射孔器本体可长期重复使用的问题。

[0029] 本发明的激光射孔可根据现场需要,通过运动调整机构实现孔密、相位、方位的连续调整。激光射孔器采用高性能激光技术、安全性高,激光射孔可靠性高,施工过程易于实现反馈监控,射孔分布可依据施工现场需求、动态调整,可根据科研及生产需要,设计孔洞形状,并可加工长缝通道,无机械冲击,工作过程平稳,射孔器本体可长期重复使用。激光射孔节省时间,节省成本,便于控制,易于操作,提高工作效率,保证射孔质量,更精确,更可靠。

附图说明

[0030] 图1为本发明的一种激光射孔装置结构示意图;

[0031] 图2为本发明的一种激光射孔装置中的平行聚焦光路结构图;

[0032] 图3为本发明的一种激光射孔装置中的运动调整机构结构示意图;

[0033] 其中:1、电缆,2、微型高功率激光器,3、射孔器,4、积分反射镜,5、运动调整机构,501、伸缩杆,502、运动套管,503、轴向伺服电机,504、周向伺服电机,6、聚焦镜,7、平行光管,8、编码器,9、位移传感器。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明的实施方式作进一步说明。

[0035] 参见附图1、附图2和附图3,本发明的一种激光射孔装置包括地面控制系统、电源以及由积分反射镜4、运动调整机构5、位移传感器9、编码器8和微型高功率激光器2组成的射孔器3;

[0036] 所述微型高功率激光器2位于射孔器3内部顶端;

[0037] 所述积分反射镜4固定在所述运动调整机构5的上端,通过运动调整机构5带动积分反射镜4周向旋转运动以及竖直方向运动,整体设置在井下,并通过位移传感器9和编码器8采集数据,所述微型高功率激光器2出射的激光经平行聚焦光路进行聚焦,再经积分反

射镜4反射进行射孔作业；

[0038] 所述电源通过电缆1与所微型高功率激光器2、运动调整机构5和丢手引爆系统连接供电,所述地面控制系统通过电缆1与所述微型高功率激光器2、运动调整机构5和丢手引爆系统连接传输信号,所述地面控制系统通过数据传输线与位移传感器9和编码器8连接。

[0039] 所述射孔器3还包括冷却回路;所述冷却回路为设置在激光器两侧的散热片以及小型冷却液循环系统构成的水冷循环回路。

[0040] 所述射孔器3还包括密封清洁系统;所述密封清洁系统包括密封胶圈和小型风扇。

[0041] 所述运动调整机构5包括伸缩杆501、运动套管502、轴向伺服电机503和周向伺服电机504;所述伸缩杆501同轴设置在所述运动套管502内部,并通过轴承连接,所述伸缩杆501上端部和所述积分反射镜4固定连接,所述伸缩杆501下端通过齿轮传动机构和所述周向伺服电机504连接,所述运动套管502外壁设置有竖直方向的齿条,所述运动套管502通过齿轮齿条传动机构和所述轴向伺服电机503连接;所述编码器8连接在伸缩杆501下端固定的齿轮上,所述位移传感器9连接在运动套管502上。

[0042] 轴向伺服电机503固定在射孔装置侧壁,周向伺服电机504固定在射孔装置底部,通过轴向伺服电机503正反转控制运动套管502轴向往复运动,位移传感器9固定在射孔装置底部,并通过位移线连接运动套管502,运动套管502动作,位移线动作,通过位移传感器9,读取运动距离,周向伺服电机504控制伸缩杆501周向运动,编码器8固定于射孔器3底部,通过输出轴与齿轮连接,齿轮与伸缩杆501旋转齿轮啮合,旋转齿轮旋转带动运动杆动作,同时带动编码器8齿轮动作,通过位置编码器8读取周向旋转角度。

[0043] 所述运动调整机构5在竖直方向运动的距离范围为0-15cm,周向旋转的角度为360°。

[0044] 所述微型高功率激光器2出射的激光经平行聚焦光路进行聚焦与传输具体为:平行聚焦光路包括聚焦镜6和平行光管7,微型高功率激光器2发射出激光束,经过聚焦镜6聚焦,聚焦后的激光光束再经平行光管7传输至积分反射镜4表面。保证激光高平行度和低散发度,通过积分反射镜4进行反射,用于射孔作业,聚焦镜6位于微型高功率激光器2下方,激光聚焦距离为聚焦镜6的镜面到激光发射系统出口,即平行光管7入口处距离,依需要激光强弱,管厚,射孔距离,等施工尺寸而设计确定。

[0045] 基于一种激光射孔装置的射孔方法包括以下步骤:

[0046] 步骤一:准备射孔装置,通过电缆1将射孔器3、积分反射镜4、运动调整机构5、数据采集模块和桥塞坐封系统承入井下施工位置;

[0047] 步骤二:启动电源,将位置传感器9和编码器8清零,通过位移传感器9和编码器8采集井下射孔装置运动位置、角度、方向和设备动作信号数据,并将采集的数据通过数据传输线传输至地面控制系统;

[0048] 步骤三:通过地面控制系统中的主控系统PLC模块对步骤二中采集的数据进行分析,通过模拟量数据采集模块采集位移传感器9变量,进而转换并读取轴向运动位置,通过采集编码器8变量,进而转换并读取周向角度位置,进而判断此时方向位置,进而依施工要求调整获得射孔工作位置信息;

[0049] 步骤四:地面控制系统根据步骤三中获得射孔工作位置信息,控制运动调整机构5的轴向伺服电机503和周向伺服电机504运转,调整积分反射镜4的位置,使微型高功率

激光器2发射的激光经积分反射镜4反射至射孔初始位置;

[0050] 步骤五:启动微型高功率激光器2,所述微型高功率激光器2出射的激光光束经过聚焦镜6进行激光聚焦,再经平行光管7传输,经射孔器3下端的出射孔出射,再经积分反射镜4反射,进行射孔作业;

[0051] 步骤六:完成初次射孔,关闭微型高功率激光器2;

[0052] 步骤七:通过地面控制系统控制运动调整机构5的轴向伺服电机503和周向伺服电机504运转,调整积分反射镜4的位置,使微型高功率激光器2经积分反射镜4反射的光照射至射孔下一作业位置;

[0053] 步骤八:地面控制系统中主控系统PLC模块根据模拟量数据采集模块采集的积分反射镜4的位置、角度和方向信息,判断微型高功率激光器2经积分反射镜4反射的光的位置是否满足要求,如果是,执行步骤九,如果否,执行步骤七;

[0054] 步骤九:启动微型高功率激光器2,再次进行射孔作业;

[0055] 步骤十:重复步骤七至步骤九,直到所有位置射孔作业完成。

[0056] 所述微型高功率激光器2两侧为冷却回路,运用小型冷却液循环系统进行换热冷却,在微型高功率激光器2工作时进行冷却。

[0057] 所述射孔器3内部的密封清洁系统通过密封胶圈进行密封,通过小型风扇进行除尘清洁。

[0058] 目前将高功率激光束从地面导入井底已经成为一种新型射孔技术方案,随着高功率激光器的小型化,可以将激光器直接下入井下射孔处,即可实现激光射孔技术。美国相干公司(COHERENT)生产的1000W激光器,长76.2mm,宽19.56mm,厚6.35mm。该尺寸规格已经小到足够将其直接下入射孔处进行射孔施工操作,可直接安装到井下工具串上,可通过简单串联方式提高功率。地面控制系统通过主机负责控制井下射孔运动操作系统,通过数据分析模块对采集数据进行分析;工具串承包含桥塞与井下射孔工具串承整套施工工具,随电缆1携带,下入井下,电缆1负责井下所有运动系统的动力供电传输,以及控制型号的传输:例如微型高功率激光器2控制信号输入、机械运动控制信号输入、丢手引爆系统信号输入,另外通过数据传输线进行井下反馈信号传输,并回传至地面控制系统;当电缆1把工具串承送到井下施工位置时,通过地面控制系统进行施工操作,启动电源,动力电缆1提供输入电压,通过激光系统内部变压器进行交直流转换,为激光器提供可用高压直流电、为机械运动机构提供直流供电、为丢手引爆系统供电;启动电源后,将位置传感器9和编码器8清零,默认当前位置为起始零点,然后运动机构开始运动就开始计数,伸缩就读取位移量,旋转就读取角度值,控制运动系统,通过控制轴向伺服电机503,带动轴向运动杆,来进行轴向0-15cm范围射孔位置定位,控制周向伺服电机504,来进行周向360°旋转,进行周向射孔位置定位,积分反射镜4固定于运动杆顶端,用于激光反射;微型高功率激光器2本体位于射孔器3内部顶端固定,当到达井下施工位置后,启动电源,调整运动调整机构5选定射孔位置,启动激光器,通过激光平行光路进行激光聚焦,发射口对准积分反射镜4,激光发射后,沿激光反射光路,射到积分反射镜4面,通过积分反射镜4反射激光,进行射孔作业。冷却回路位于激光器两侧,当启动激光发射器时,冷却系统同时开始工作,通过散热片冷却,运用小型冷却液循环系统进行换热,密封清洁系统通过密封胶圈进行密封保护,小型风扇进行除尘清洁护理。

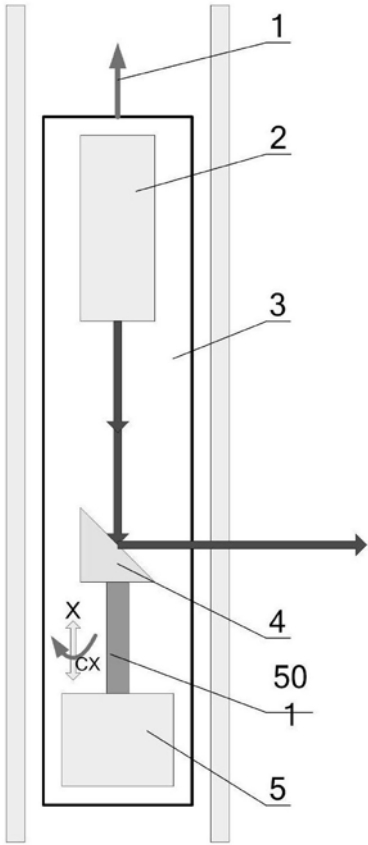


图1

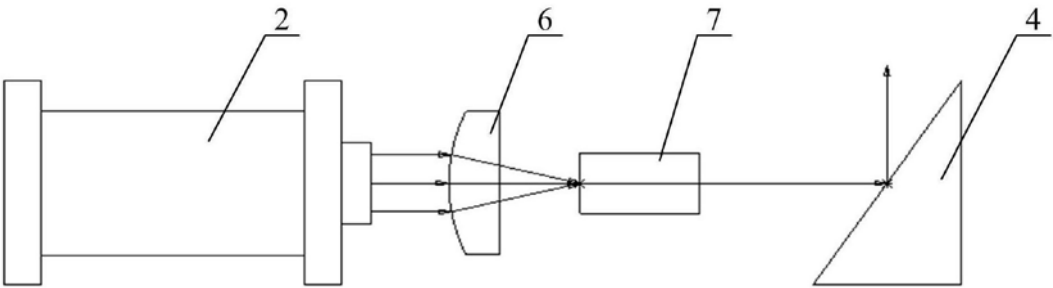


图2

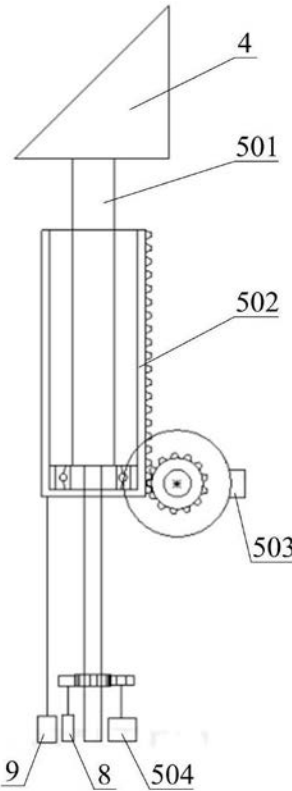


图3