



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108772780 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 23

(21) 申请号 201810583737.9

(22) 申请日 2018.06.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108772780 A

(43) 申请公布日 2018.11.09

(73) 专利权人 太原理工大学
地址 030024 山西省太原市迎泽西大街79号

(72) 发明人 杨胜强 姜豪增 刘青海 李东祥
高云松 虞强 王秀枝 吴炳源
崔建国 杨建

(74) 专利代理机构 北京恒创益佳知识产权代理
事务所(普通合伙) 11556
专利代理师 付金豹

(51) Int. Cl.

B24B 41/06 (2012.01)

B24B 31/10 (2006.01)

B24B 27/033 (2006.01)

审查员 刘铮

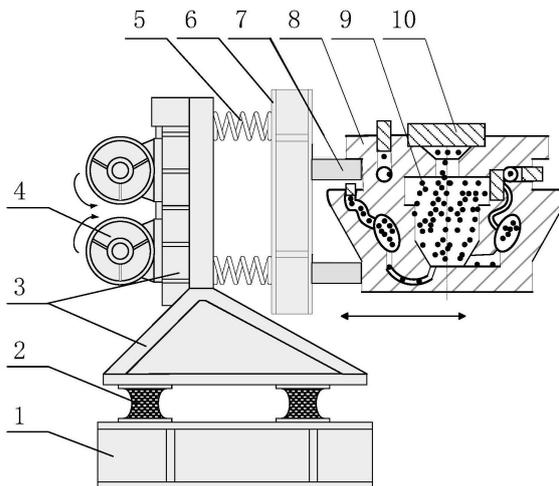
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置及方法,激振电机固定连接在支撑座上,通过隔振器与底座连接,铸件固定板通过弹簧与支撑座连接。预先将加工介质装入铸件型腔中,使用堵头封堵,铸件由夹具装夹在铸件固定板上,铸件姿态根据空间型腔结构及分布可分多步调整装夹,启动激振电机水平激振实现轻合金铸件复杂型腔的抛磨加工,加工完成后,排出加工介质并清洗烘干。该工艺加工可一次性实现轻合金铸件复杂型腔抛磨,加工效率高,且能达到环保要求。



1. 一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置,其特征在于,包括底座(1)、隔振器(2)、支撑座(3)、激振电机(4)、弹簧组(5)、铸件固定板(6)和夹具(7);两个激振电机(4)并列固定连接在支撑座(3)上,通过隔振器(2)与底座(1)连接,铸件固定板(6)通过弹簧组(5)与支撑座(3)连接;两个激振电机(4)同型号且反向回转,综合产生水平激振力,使得所述支撑座(3)水平振动;弹簧组(5)由多个左旋和右旋弹簧组成,组合后等效弹簧横向刚度足够悬挂铸件固定板(6)、夹具(7)、铸件(8)和加工介质(9),其中左旋弹簧和右旋弹簧的数量相同,上下、左右分别对称布置。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,隔振器(2)为具有水平和竖直方向刚度和阻尼的弹性元件,包括橡胶弹簧或空气弹簧。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,支撑座(3)水平振动双振幅为1~1.5mm;隔振器(2)和弹簧组(5)的共同作用可实现振幅放大功能,使所述铸件固定板(6)、夹具(7)、铸件(8)和加工介质(9)同步水平振动双振幅为3~7mm。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,夹具设计为可以实现对铸件进行不同姿态装夹的夹具形式,铸件(8)在加工过程中的姿态通过夹具(7)的调整可实现(8)个不同位置分别装夹。

5. 根据权利要求1-4任一所述装置的水平激振抛磨方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:依据铸件(8)实体及型腔三维模型,判定实际需要抛磨加工的可独立封闭的型腔数和每个可独立封闭型腔实际存在的孔口数,并做好标记;

步骤二:依据三维模型分别计算每个可独立封闭型腔的体积;

步骤三:选择适合每个独立封闭型腔使用的加工介质(9)并确定装入量体积百分数;

步骤四:给每个独立封闭型腔分别装入加工介质(9),并采用堵头(10)封口;

步骤五:采用夹具(7),将铸件(8)按起始工序姿态要求装夹在铸件固定板(6)上;

步骤六:启动激振电机(4),按一定加工时间实施激振抛磨;

步骤七:抛磨加工结束后,打开各型腔堵头(10),变化铸件(8)姿态在振动状态下排出加工介质(9)并收集;

步骤八:高压水清洗、高压气体吹干铸件(8),并整体高温烘干,送检。

6. 根据权利要求5所述的水平激振抛磨方法,其特征在于,步骤六之后还包括以下步骤:采用夹具(7),将铸件(8)按不同的姿态调整装夹在铸件固定板(6)上;按铸件轴线竖直大端面朝下、上下法兰盘止口定位任意位置为起始位置加工10分钟,之后依次绕铸件轴线顺时针旋转 30° ,连续调整三个位置各加工10分钟,然后,大端面朝上、上下法兰盘止口定位任意位置为起始位置加工10分钟,再依次绕铸件轴线顺时针旋转 30° 连续调整三个位置各加工10分钟,共加工80分钟,这样能够使得铸件内部不同位置的表面都得到良好的激振抛磨。

7. 根据权利要求5所述的水平激振抛磨方法,其特征在于,步骤三中加工介质(9)包括颗粒介质、液体介质,液体介质包括化学剂和水;其中颗粒介质为直径1.5mm的不锈钢钢球,液体介质中化学剂为HYA磨液,按1:10与水混合。

8. 根据权利要求5所述的水平激振抛磨方法,其特征在于,步骤四中装入加工介质(9)的方法为用量杯或量筒测好待装料,采取多孔分别装料方式,把待装颗粒介质全部装入,随后封堵除加液孔外的多个孔口,加入液体介质后,封堵最后一个孔。

9. 根据权利要求5所述的水平激振抛磨方法,其特征在于,步骤七中排料的方法为打开全部型腔堵头(10),调控铸件(8)多个方位,低频激振排出加工介质(9)。

10. 根据权利要求5所述的水平激振抛磨方法,其特征在于,步骤八中的整体烘干的温度在60-80摄氏度,烘干时间在10-15分钟。

一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及零件表面光整加工技术领域,具体是一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置及方法。

背景技术

[0002] 新型发动机制造中,结构功能件采用轻合金砂型整体浇铸成型,可以实现轻量化、整体化和一体化。这类铸件的内外形结构都很复杂,外形结构一般有各种安装孔、定位销孔、螺纹孔、凸台平面、接合面、基准面、加强筋等,内形结构多有空间不规则分布的小孔径润滑油路、进排气道、冷却水道、异形腔体结构的油箱、空心叶片内外环连接腔等。由于其内流道孔径小、弯道多、形状复杂,高温浇注极易造成铸件正常除芯后成品件内腔粘砂或产生氧化皮等缺陷,表面完整性指标难以满足设计要求。

[0003] 广泛应用于铸件外表面清砂的设备主要有磨光机、水爆池、抛丸机等,但是对于内部复杂型腔的清砂无能为力;高压水射流可以去除直孔和小直径孔的残砂,由于水流遇到管路壁面会造成压力显著损失,不适合清理弯曲孔、环形孔和外小内大的联通型腔;磨粒流工艺也难以清理大变径多通道型腔;化学溶解方法可以清除特定成分的残砂,不但操作环境有严重污染,而且会对铸件零件表面有腐蚀伤害;聚能超声空化清理的可达性受到空间复杂型腔的形状和位置限制;普通的振动清砂平台可以清除主体砂芯,受振动原理和激振方式的制约,不能有效清除残砂更不能提高型腔完整性综合指标;前述各种方法的组合也很难有效解决复杂型腔全方位清除残砂并提高表面完整性。现阶段实际生产中常用两种操作办法,一是采用手工穿细钢丝双向拉动的方式,但无法清除到孔、槽、腔的死角部位;二是采用软轴小铣刀的方式,只能实现部分小孔清砂,不能实现全部型腔的处理。

[0004] 对于轻合金铸件,如果残砂清理不彻底,流道内存在烧结、粘附、残留的砂粒等异物,或者其表面完整性不足,将严重增大液体流动阻力,导致压力损失,异物还可能导致系统中相关零部件损坏,甚至造成事故。

发明内容

[0005] 本发明提供一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置及方法。

[0006] 一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置,包括底座(1)、隔振器(2)、支撑座(3)、激振电机(4)、弹簧组(5)、铸件固定板(6)和夹具(7);两个激振电机(4)并列固定连接在支撑座(3)上,通过隔振器(2)与底座(1)连接,铸件固定板(6)通过弹簧组(5)与支撑座(3)连接;两个激振电机(4)同型号且反向回转,综合产生水平激振力,使得所述支撑座(3)水平振动;弹簧组(5)由多个左旋和右旋弹簧组成,组合后等效弹簧横向刚度足够悬挂铸件固定板(6)、夹具(7)、铸件(8)和加工介质(9),其中左旋弹簧和右旋弹簧的数量相同,上下、左右分别对称布置。

[0007] 所述的装置,隔振器(2)为具有水平和竖直方向刚度和阻尼的弹性元件,包括橡胶弹簧或空气弹簧。

[0008] 所述的装置,支撑座(3)水平振动双振幅为1~1.5mm;隔振器(2)和弹簧组(5)的共同作用可实现振幅放大功能,使所述铸件固定板(6)、夹具(7)、铸件(8)和加工介质(9)同步水平振动双振幅为3~7mm。

[0009] 所述的装置,夹具设计为可以实现对铸件进行不同姿态装夹的夹具形式,铸件8在加工过程中的姿态通过夹具7的调整可实现8个不同位置分别装夹。

[0010] 根据任一所述装置的水平激振抛磨方法,包括以下步骤:

[0011] 步骤一:依据铸件(8)实体及型腔三维模型,判定实际需要抛磨加工的可独立封闭的型腔数和每个可独立封闭型腔实际存在的孔口数,并做好标记;

[0012] 步骤二:依据三维模型分别计算每个可独立封闭型腔的体积;

[0013] 步骤三:选择适合每个独立封闭型腔使用的加工介质(9)并确定装入量体积百分数;

[0014] 步骤四:给每个独立封闭型腔分别装入加工介质(9),并采用堵头(10)封口;

[0015] 步骤五:采用夹具(7),将铸件(8)按起始工序姿态要求装夹在铸件固定板(6)上;

[0016] 步骤六:启动激振电机(4),按一定加工时间实施激振抛磨;

[0017] 步骤七:抛磨加工结束后,打开各型腔堵头(10),变化铸件(8)姿态在振动状态下排出加工介质(9)并收集。

[0018] 步骤八:高压水清洗、高压气体吹干铸件(8),并整体高温烘干,送检。

[0019] 所述的水平激振抛磨方法,步骤六之后还包括以下步骤:采用夹具(7),将铸件(8)按不同的姿态调整(多次)装夹在铸件固定板(6)上;按铸件轴线竖直大端面朝下、上下法兰盘止口定位任意位置为起始位置加工10分钟,之后依次绕铸件轴线顺时针旋转30°,连续调整三个位置各加工10分钟,然后,大端面朝上、上下法兰盘止口定位任意位置为起始位置加工10分钟,再依次绕铸件轴线顺时针旋转30°连续调整三个位置各加工10分钟,共加工80分钟,这样能够使得铸件内部不同位置的表面都得到良好的激振抛磨。

[0020] 所述的水平激振抛磨方法,步骤三中加工介质(9)包括颗粒介质、液体介质,液体介质包括化学剂和水;其中颗粒介质为直径1.5mm的不锈钢钢球,液体介质中化学剂为HYA磨液,按1:10与水混合。

[0021] 所述的水平激振抛磨方法,步骤四中装入加工介质(9)的方法为用量杯或量筒测好待装料,采取多孔分别装料方式,把待装颗粒介质全部装入,随后封堵除加液孔外的多个孔口,加入液体介质后,封堵最后一个孔。

[0022] 所述的水平激振抛磨方法,步骤七中排料的方法为打开全部型腔堵头(10),调控铸件(8)多个方位,低频激振排出加工介质(9)。

[0023] 所述的水平激振抛磨方法,步骤八中的整体烘干的温度在60-80摄氏度,烘干时间在10-15分钟。

[0024] 本发明的有益效果如下:

[0025] 激振电机固定连接在支撑座上,通过隔振器与底座连接,铸件固定板通过弹簧与支撑座连接。预先将加工介质装入铸件型腔中,使用堵头封堵,铸件由夹具装夹在铸件固定板上,铸件姿态根据空间型腔结构及分布可分多步调整装夹,启动激振电机水平激振实现轻合金铸件复杂型腔的抛磨加工,加工完成后,排出加工介质并清洗烘干。该工艺加工可一次性实现轻合金铸件复杂型腔抛磨,加工效率高,且能达到环保要求。

[0026] 本发明装置结构紧凑、合理,制作方便,采用间接激振原理,通过弹簧系统放大工作振幅,实现用较小的激振力驱动大型振动体;并且不会随着物料负荷的变化而影响振动性能的发挥。与传统的单质体直接驱动设计相比,能够更好地降低电能消耗,同时提高加工效率。

[0027] 该装置及方法可一次性实现轻合金铸件复杂型腔的残砂清理及表面成性加工,加工效率高,成本低,且能达到环保要求。

附图说明

[0028] 图1是本发明的加工原理图。

[0029] 1-底座;2-隔振器;3-支撑座;4-激振电机;5-弹簧组;6-铸件固定板;7-夹具;8-铸件;9-加工介质;10-堵头。

[0030] 图2是采用本发明方法抛磨某铸件铸造型腔,不同型腔部位抛磨前后内窥镜观察效果对比图(比例4:1)。

[0031] 图3是本发明激振原理位移传递率特征图。

具体实施方式

[0032] 以下结合具体实施例,对本发明进行详细说明。

[0033] 实施例1:

[0034] 如图1所示,本发明提供一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置,包括底座1、隔振器2、支撑座3、激振电机4、弹簧组5、铸件固定板6和夹具7;两个激振电机4并列固定连接在支撑座3上,通过隔振器2与底座1连接,铸件固定板6通过弹簧组5与支撑座3连接。

[0035] 两个激振电机4同型号且反向回转,综合产生水平激振力,使得所述支撑座3水平振动。

[0036] 弹簧组5由8个左旋和8个右旋弹簧组成,组合后等效弹簧横向刚度足以悬挂铸件固定板6、夹具7、铸件8和加工介质9,其中左旋弹簧和右旋弹簧的布置上下、左右分别对称。

[0037] 隔振器2为橡胶弹簧,水平和垂直方向的刚度和阻尼参数合理。

[0038] 支撑座3水平振动双振幅在1~1.5mm之间;隔振器2和弹簧5的共同作用实现振幅放大,铸件固定板6、夹具7、铸件8和加工介质9等同步水平振动双振幅在4~6mm之间。

[0039] 一种轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨方法,包括以下步骤:

[0040] 步骤一:依据铸件8实体及型腔三维模型,判定实际需要抛磨加工的可独立封闭的型腔数和每个可独立封闭型腔实际存在的孔口数,并做好标记。

[0041] 步骤二:依据三维模型分别计算每个可独立封闭型腔的体积。

[0042] 步骤三:选择适合每个独立封闭型腔使用的加工介质9并确定装入量体积百分数。

[0043] 步骤四:给每个独立封闭型腔分别装入加工介质9,并采用堵头10封口。

[0044] 步骤五:采用夹具7,将铸件8按起始工序姿态要求装夹在铸件固定板6上。

[0045] 步骤六:启动激振电机4,按一定加工时间实施激振抛磨。

[0046] 步骤七:采用夹具7,将铸件8按不同的姿态调整多次装夹在铸件固定板6上。每次启动激振电机4,按一定加工时间实施激振抛磨。

[0047] 步骤八:抛磨加工结束后,打开各型腔堵头10,变化铸件8姿态在振动状态下排出

加工介质9并收集。

[0048] 步骤九:高压水清洗、高压气体吹干铸件8,并整体高温烘干,送检。

[0049] 抛磨加工某铸件过程中,加工介质9包括颗粒介质、液体介质化学剂和水,其中颗粒介质为直径1.5mm的不锈钢钢球,液体介质中化学剂为HYA磨液,按1:10与水混合。装入加工介质9的方法为用量杯或量筒测好待装料,采取多孔分别装料方式,把待装颗粒介质全部装入,随后封堵除加液孔外的多个孔口,加入液体介质后,封堵最后一个孔。每个独立型腔的颗粒介质加入量控制在独立型腔体积的70%。

[0050] 夹具结构应当根据不同的铸件外形和待加工型腔特点进行设计,还可以将夹具设计为可以实现对铸件进行不同姿态装夹的夹具形式,例如,铸件8在加工过程中的姿态通过夹具7的调整可实现8个不同位置分别装夹,按铸件轴线竖直大端面朝下、上下法兰盘止口定位任意位置为起始位置加工10分钟,之后依次绕铸件轴线顺时针旋转30°,连续调整三个位置各加工10分钟,然后,大端面朝上、上下法兰盘止口定位任意位置为起始位置加工10分钟,再依次绕铸件轴线顺时针旋转30°连续调整三个位置各加工10分钟,共加工80分钟,这样能够使得铸件内部不同位置的表面都得到良好的激振抛磨。

[0051] 激振电机4频率为45Hz,调整激振力使得铸件的双振幅为6mm。排料的方法为打开全部型腔堵头10,调控铸件8多个方位,降频至10~30Hz激振排出加工介质9。

[0052] 采用本发明方法抛磨某铸件铸造型腔,使得不同大小的空间圆管孔、异形截面管孔和复杂结构型腔一次性全方位达到清理要求。图2为不同特征位置不同型腔部位抛磨前后内窥镜观察效果对比图,由图可见,抛磨前(a1-a9)各位置均存在铸造残砂,抛磨后(b1-b9)各位置均露出轻合金本色。对提高使用性能起到重要作用。

[0053] 实施例2

[0054] 本发明轻合金铸件复杂型腔的水平激振抛磨装置的数学模型表示为:

$$[0055] \quad m_1 \ddot{x}_1 + c_1 \dot{x}_1 + k_1 x_1 + c_2 (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + k_2 (x_1 - x_2) = P(t)$$

$$[0056] \quad m_2 \ddot{x}_2 + c_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + k_2 (x_2 - x_1) = 0$$

[0057] 其中, m_1 为支撑座的质量, m_2 为铸件固定板、夹具、铸件、加工介质和堵头的总质量, k_1 、 c_1 为隔振器水平方向的刚度和阻尼, k_2 、 c_2 为弹簧水平方向的刚度和阻尼, $P(t)$ 为支撑座上激振电机产生的激振力。

[0058] 假设其解的形式为 $x_j(t) = X_j e^{i\omega t}$, $j=1,2$,得支撑座在水平方向的位移 X_1 、铸件固定板、夹具、铸件、加工介质和堵头的在水平方向的位移 X_2 分别为:

$$[0059] \quad X_1 = \frac{k_2 - m_2 \omega^2 + i\omega c_2}{[(k_1 - m_1 \omega^2)(k_2 - m_2 \omega^2) - c_1 c_2 \omega^2] + i\omega [c_2 (k_2 + k_1) - \omega^2 (m_1 c_2 + m_2 c_1 + m_2 c_2)]} P(t)$$

$$[0060] \quad X_2 = \frac{k_2 + i\omega c_2}{k_2 - m_2 \omega^2 + i\omega c_2} X_1$$

[0061] 通过合理选择隔振器和弹簧的参数,实现振动放大功能。其中 m_2 相对 m_1 的振幅的位移传递率 T 为:

$$[0062] \quad T = \frac{X_2}{X_1} = \frac{k_2 + i\omega c_2}{k_2 - m_2 \omega^2 + i\omega c_2} = \left[\frac{k_2^2 + (c_2 \omega)^2}{(k_2 - m_2 \omega^2)^2 + (c_2 \omega)^2} \right]^{1/2} = \left[\frac{1 + (2\zeta r)^2}{(1 - r^2)^2 + (2\zeta r)^2} \right]^{1/2}$$

[0063] 其中, 阻尼比 $\zeta = \frac{c_2}{c_c}$, 频率比 $r = \frac{\omega}{\omega_n}$ 。

[0064] 由图3可以看出, 位移传递率具有以下特点:

[0065] (1) 对于较小的r值, $T \rightarrow 0$;

[0066] (2) 对于无阻尼系统 ($\zeta=0$), 共振时 ($r=1$), $T \rightarrow \infty$;

[0067] (3) 当 $r = \sqrt{2}$ 时, 对于任意阻尼比 ζ , $T=1$;

[0068] (4) 当 $r > \sqrt{2}$ 时, 对于任意阻尼比 ζ , $T < 1$, 阻尼比越小则T越小;

[0069] (5) 当 $r < \sqrt{2}$ 时, 对于任意阻尼比 ζ , $T > 1$, 阻尼比越小则T越大;

[0070] (6) 对于 $0 < \zeta < 1$, 位移传递率取得最大值的频率比为 $r = \frac{1}{2\zeta} \left(\sqrt{1+8\zeta^2} - 1 \right)^{\frac{1}{2}}$ 。

[0071] 应当理解的是, 对本领域普通技术人员来说, 可以根据上述说明加以改进或变换, 而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

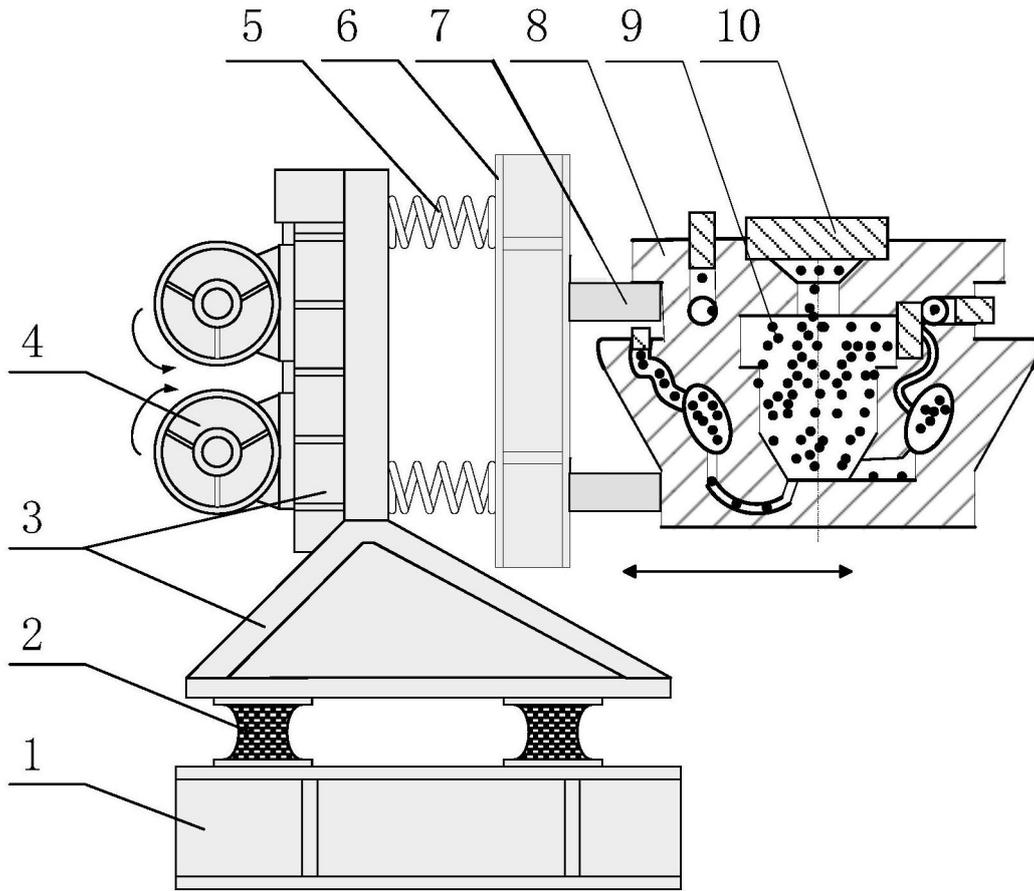
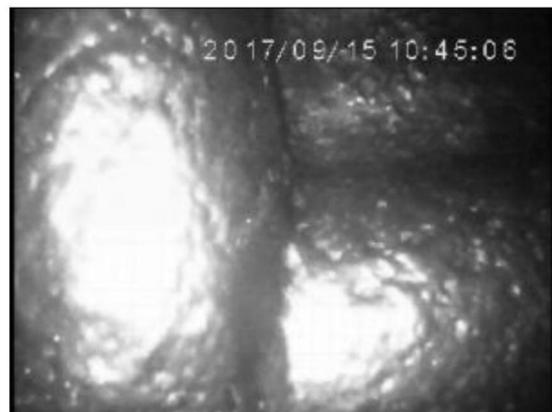


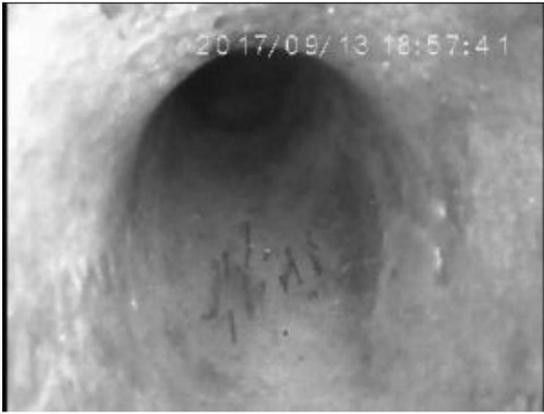
图1



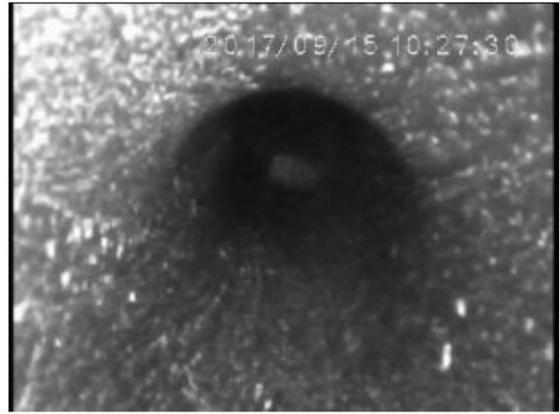
a1



b1



a2



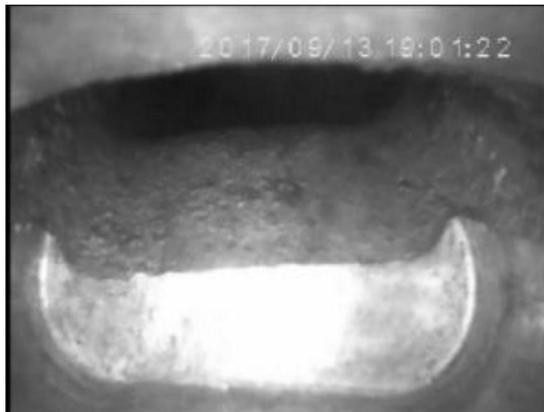
b2



a3



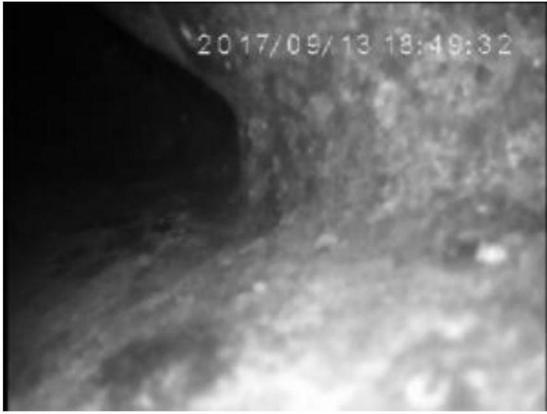
b3



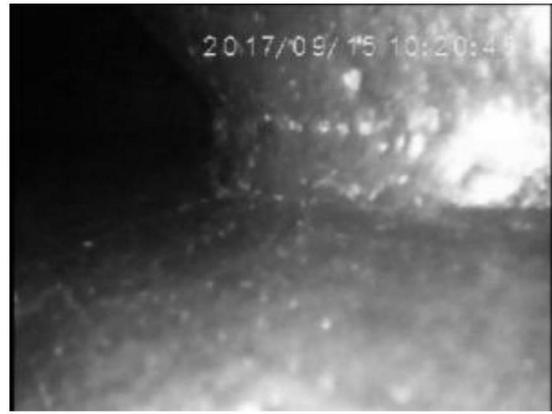
a4



b4



a5



b5



a6



b6



a7



b7



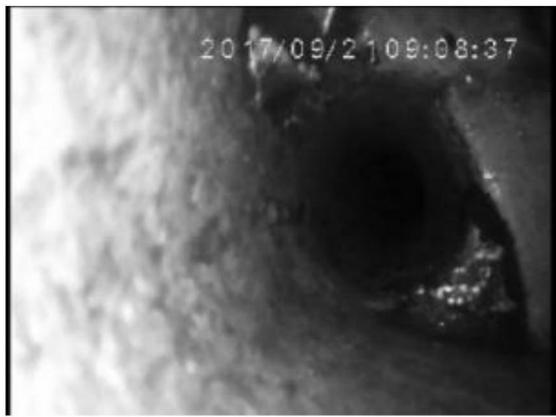
a8



b8



a9



b9

图2

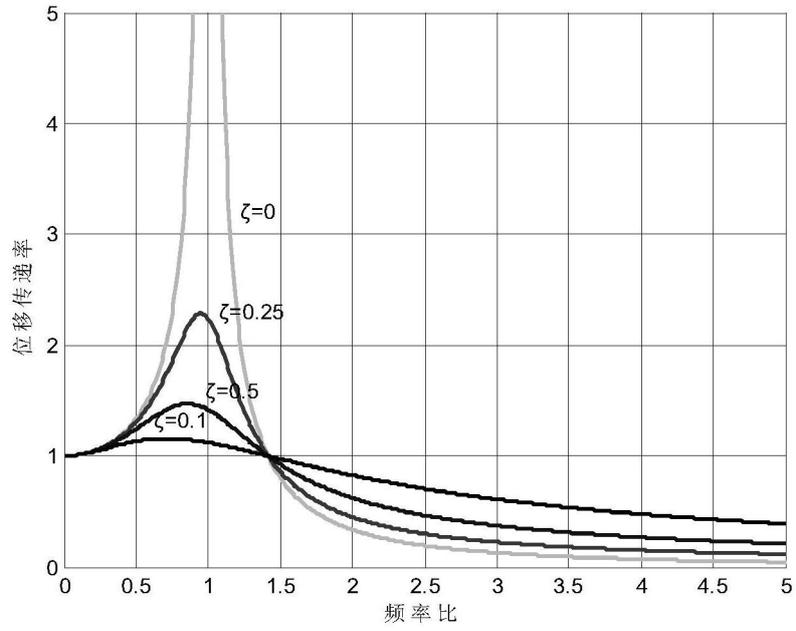


图3