(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114425710 A
(43)申请公布日 2022.05.03

(21)申请号 202210263218.0

(22)申请日 2022.03.17

(71)申请人 山东大学
地址 250061 山东省济南市历下区经十路17923号

(72)发明人 史振宇 邵国栋 王兆辉 袭建人 杨晓涛

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 陈晓敏

(51)Int.Cl.
B23Q 3/06(2006.01)
B23B 39/16(2006.01)
B23B 39/24(2006.01)
B23Q 3/18(2006.01)
B23Q 11/00(2006.01)

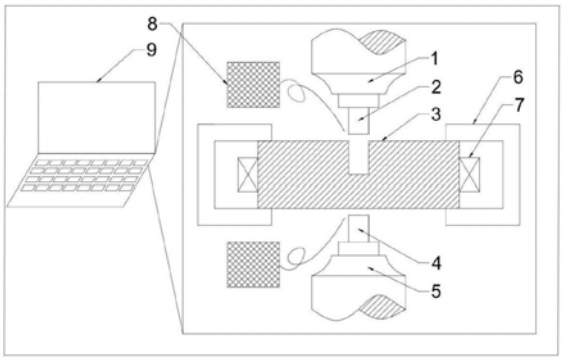
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种高质量钻削复合材料通孔的系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种高质量钻削复合材料通孔的系统及方法，属于难加工材料的机械加工技术领域，包括：夹具装置，其包括水平相对设置的第一夹具体和第二夹具体，第一夹具体和第二夹具体由两侧对工件进行装夹；钻削装置，其包括上下相对设置的第一钻削刀具和第二钻削刀具，第一钻削刀具向下进给对工件进行钻削以加工通孔的上半部分，第二钻削刀具向上进给对工件进行钻削以加工通孔的下半部分。



CN 114425710 A

1.一种高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,包括:

夹具装置,其包括水平相对设置的第一夹具体和第二夹具体,第一夹具体和第二夹具体由两侧对工件进行装夹;

钻削装置,其包括上下相对设置的第一钻削刀具和第二钻削刀具,第一钻削刀具向下进给对工件进行钻削以加工通孔的上半部分,第二钻削刀具向上进给对工件进行钻削以加工通孔的下半部分。

2.如权利要求1所述的高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,所述第一夹具体和第二夹具体处于同一水平面设置,二者相对且间隔设置。

3.如权利要求1或2所述的高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,所述第一夹具体和第二夹具体均可移动。

4.如权利要求1所述的高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,所述第一夹具体和第二夹具体均为C字形结构。

5.如权利要求4所述的高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,所述第一夹具体和第二夹具体的C字形开口相对设置,二者由工件两侧对工件进行卡合装夹。

6.如权利要求1所述的高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,所述第一钻削刀具和第二钻削刀具均竖向设置,第一钻削刀具和第一主轴连接,第二钻削刀具和第二主轴连接。

7.如权利要求1所述的高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,还包括定位装置,定位装置包括定位工具,定位工具固定于工件侧部以确定工件的坐标。

8.如权利要求1所述的高质量钻削复合材料通孔的系统,其特征是,还包括数控装置和切屑清洁装置,数控装置和钻削装置连接,切屑清洁装置包括负压吸收装置,负压吸收装置设置管路延伸至工件加工位置。

9.利用如权利要求1-8任一项所述的高质量钻削复合材料通孔的系统加工通孔的方法,其特征是,包括以下步骤:

将待加工的复合材料工件固定在夹具装置,夹具装置水平移动以对工件进行装夹;

利用定位装置对待加工的复合材料工件进行坐标定位;

钻削过程中,钻削装置的第一钻削刀具从复合材料工件上表面向下钻孔,钻削设定孔深,以加工通孔的上半部分;而后钻削装置的第二钻削刀具从复合材料工件的下表面向上钻孔,钻削剩余孔深,以加工通孔的下半部分。

10.如权利要求9所述的方法,其特征是,钻削过程中,利用数控装置确定复合材料工件待加工孔的坐标,设定钻削参数,控制钻削过程;利用切屑清洁装置清洁钻削过程产生的切屑。

一种高质量钻削复合材料通孔的系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于难加工材料的机械加工技术领域，具体涉及一种高质量钻削复合材料通孔的系统及方法。

背景技术

[0002] 这里的陈述仅提供与本发明相关的背景技术，而不必然地构成现有技术。

[0003] 目前，复合材料广泛的应用于航空航天等国防工业，其包括碳纤维复合材料、芳纶纤维复合材料、玻璃纤维复合材料等。由于航空航天工业普遍采用铆接装配零部件，大量的通孔特征需要加工。

[0004] 发明人发现，对通孔进行加工一般采用钻削形式，但复合材料一般是非均质材料，硬度高，难切削，在钻削加工复合材料通孔过程中，对钻削的刀具磨损较严重，孔出口容易产生严重的加工缺陷，比如毛刺、纤维撕裂、分层、基体剥落等。这些加工缺陷严重影响了工件的加工质量，甚至导致工件的报废，带来了极大的经济损失。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的不足，本发明的目的是提供一种高质量钻削复合材料通孔的系统及方法，该装置可以解决钻削复合材料孔出口出现严重损伤的问题，可以减少孔出口损伤程度，以改善复合材料通孔的钻削加工质量。

[0006] 为了实现上述目的，本发明是通过如下的技术方案来实现：

[0007] 第一方面，本发明提供了一种高质量钻削复合材料通孔的系统，包括：

[0008] 夹具装置，其包括水平相对设置的第一夹具体和第二夹具体，第一夹具体和第二夹具体由两侧对工件进行装夹；

[0009] 钻削装置，其包括上下相对设置的第一钻削刀具和第二钻削刀具，第一钻削刀具向下进给对工件进行钻削以加工通孔的上半部分，第二钻削刀具向上进给对工件进行钻削以加工通孔的下半部分。

[0010] 作为进一步的技术方案，所述第一夹具体和第二夹具体处于同一水平面设置，二者相对且间隔设置。

[0011] 作为进一步的技术方案，所述第一夹具体和第二夹具体均可移动。

[0012] 作为进一步的技术方案，所述第一夹具体和第二夹具体均为C字形结构。

[0013] 作为进一步的技术方案，所述第一夹具体和第二夹具体的C字形开口相对设置，二者由工件两侧对工件进行卡合装夹。

[0014] 作为进一步的技术方案，所述第一钻削刀具和第二钻削刀具均竖向设置，第一钻削刀具和第一主轴连接，第二钻削刀具和第二主轴连接。

[0015] 作为进一步的技术方案，还包括定位装置，定位装置包括定位工具，定位工具固定于工件侧部以确定工件的坐标。

[0016] 作为进一步的技术方案，还包括数控装置和切屑清洁装置，数控装置和钻削装置

连接，切屑清洁装置包括负压吸收装置，负压吸收装置设置管路延伸至工件加工位置。

[0017] 第二方面，本发明还提供了一种利用如上所述的高质量钻削复合材料通孔的系统加工通孔的方法，包括以下步骤：

[0018] 将待加工的复合材料工件固定在夹具装置，夹具装置水平移动以对工件进行装夹；

[0019] 利用定位装置对待加工的复合材料工件进行坐标定位；

[0020] 钻削过程中，钻削装置的第一钻削刀具从复合材料工件上表面向下钻孔，钻削设定孔深，以加工通孔的上半部分；而后钻削装置的第二钻削刀具从复合材料工件的下表面向上钻孔，钻削剩余孔深，以加工通孔的下半部分。

[0021] 作为进一步的技术方案，钻削过程中，利用数控装置确定复合材料工件待加工孔的坐标，设定钻削参数，控制钻削过程；利用切屑清洁装置清洁钻削过程产生的切屑。

[0022] 上述本发明的有益效果如下：

[0023] 本发明的系统，其钻削装置设置上下相对的两钻削刀具，且其中一钻削刀具向下进给钻削通孔的上半部分，另一钻削刀具向上进给钻削通孔的下半部分，不再对通孔进行一次成型，通过上下两方向的依次钻削，能够获得更好的孔出口加工形貌，有效避免孔出口出现纤维撕裂、分层、剥离、崩边等缺陷。

[0024] 本发明的系统，其夹具装置设置水平方向相对的两夹具体，两夹具体在工件两侧对工件进行装夹，可以避免与钻削装置的运动形成干涉。

[0025] 本发明的方法，通过先竖直向下钻削一定孔深加工通孔的一部分，而后再竖直向上钻削剩余孔深加工通孔的另一部分，这样的钻削方式改变了一次钻孔对复合材料工件造成的损伤，保证孔出口加工形貌良好，减少孔出口损伤程度，改善复合材料通孔的钻削加工质量。

附图说明

[0026] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。

[0027] 图1是本发明根据一个或多个实施方式的高质量钻削复合材料通孔的系统的示意图；

[0028] 图2(a)是夹具装置两夹具体在脱离工件时的示意图；

[0029] 图2(b)是夹具装置两夹具体在装夹工件时的示意图；

[0030] 图3(a)是第一钻削刀具加工工件时数控定位示意图；

[0031] 图3(b)是第二钻削刀具加工工件时数控定位示意图；

[0032] 图4(a)是第一钻削刀具加工工件通孔上半部分的示意图；

[0033] 图4(b)是第二钻削刀具加工工件通孔下半部分未通孔时的示意图；

[0034] 图4(c)是第二钻削刀具加工工件通孔下半部分完成通孔加工时的示意图；

[0035] 图5(a)是例一的工件上表面孔的形貌；

[0036] 图5(b)是例一的工件下表面孔的形貌；

[0037] 图6(a)是例二的工件上表面孔的形貌；

[0038] 图6(b)是例二的工件下表面孔的形貌；

[0039] 图中:为显示各部位位置而夸大了互相间间距或尺寸,示意图仅作示意使用;

[0040] 其中,1-第一主轴;2-第一钻削刀具;3-复合材料工件;4-第二钻削刀具;5-第二主轴;6-夹具装置;61-第一夹具体;62-第二夹具体;7-定位装置;8-切屑清洁装置;9-数控装置。

具体实施方式

[0041] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本发明使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0042] 本发明的一种典型的实施方式中,如图1所示,提出一种高质量钻削复合材料通孔的系统,该系统包括夹具装置6、定位装置7、数控装置9、钻削装置、切屑清洁装置8。

[0043] 其中,夹具装置6的作用是固定工件,夹具装置由工件左右两侧对工件进行装夹固定;定位装置7设置于工件两侧,其对工件进行坐标定位。

[0044] 夹具装置6的功能是装夹待加工工件,固定工件的位置。夹具装置6包括第一夹具体61和第二夹具体62,第一夹具体61和第二夹具体62处于同一水平面设置,且二者相对且间隔设置;第一夹具体61和第二夹具体62由两侧对工件进行装夹,保证装夹可靠的同时,还不会对钻削工具上下的移动造成阻碍。

[0045] 在本实施例中,第一夹具体和第二夹具体均为C字形结构,第一夹具体和第二夹具体的C字形开口相对设置,二者由工件两侧对工件进行卡合装夹;第一夹具体和第二夹具体对工件进行装夹的原理与压板装夹、平口钳装夹类似。

[0046] 在优选的实施方案中,第一夹具体61和第二夹具体62均可移动,其移动可通过直线往复移动机构带动,如液压缸、丝杠滑块机构、齿轮齿条机构等,只要实现带动第一夹具体和第二夹具体平移即可。

[0047] 该系统中,将夹具装置设置为左右分开的两部分,不再将夹具设置为一体,这是因为钻削过程需要在上下两个方向对工件进行加工,夹具装置不能与钻削装置的运动形成干涉;而将夹具装置6的两部分根据工件的大小和形状水平移动到合理位置,并固定在特定位置,可对不同工件进行装夹,并且不会对上下加工的钻削装置造成干涉。

[0048] 定位装置7的作用是对工件进行坐标定位。定位装置7测定工件的位置,测定工件基准点,确定工件的坐标;定位装置包括定位工具,定位工具固定于工件侧部,定位工具可采用寻边器等设备;其工作原理是利用寻边器测量工件的坐标,具体为:通过寻边器测量工件的X方向坐标x0(绝对坐标系),再通过寻边器测量Y方向坐标y0(绝对坐标系),将(x0,y0)视为工件的基准点;这个基准点(x0,y0)即为工件坐标系(相对坐标系)原点(0,0),后续将根据基准点(0,0)利用数控装置编写数控程序,以控制钻削装置动作,钻削装置上下两部分的位置移动均以基准点为基础。

[0049] 钻削装置的作用是钻削复合材料。钻削装置包括上下相对设置的第一钻削刀具2、第二钻削刀具4,第一钻削刀具位于工件上方,且向下进给可对工件进行钻削,加工通孔的上半部分;第二钻削刀具位于工件下方,且向上进给可对工件进行钻削,加工通孔的下半部分,两钻削刀具对工件进行钻削后即可实现工件通孔的加工。

[0050] 第一钻削刀具、第二钻削刀具均竖向设置,第一钻削刀具和第一主轴1连接,第二

钻削刀具和第二主轴5连接，第一主轴、第二主轴均具有XYZ方向三自由度，其可带动钻削刀具上下移动和转动。

[0051] 钻削装置的工作原理如下：如图4(a)，第一主轴移动到待加工孔的上方，第一主轴带动第一钻削刀具从复合材料工件的上表面开始加工，第一钻削刀具的进给方向为竖直向下，钻削到一定的孔深即停止进给(比如通孔深度的1/2)，然后第一钻削刀具回程到原位；

[0052] 如图4(b)、图4(c)，第二主轴移动到待加工孔的下方，第二主轴带动第二钻削刀具从复合材料工件的下表面开始加工，第二钻削刀具的进给方向为竖直向上，钻削剩余的孔深，然后第二钻削刀具回程到原位。

[0053] 图3(a)-图3(b)中，展示了高质量钻削复合材料通孔的数控定位，具体解释如下：

[0054] 如图3(a)，第一主轴和第一钻削刀具在初始位置，坐标为(0,0)；数控装置中的数控程序控制第一主轴和第一钻削刀具移动到待加工孔的上方，坐标为(x1,y1)；根据设定的主轴转速、进给速度和进给距离，第一主轴和第一钻削刀具从复合材料工件的上表面开始钻削，方向竖直向下；完成设定的钻削任务后，第一主轴和第一钻削刀具回到(x1,y1)位置；循环往复，直至钻削所有的通孔；

[0055] 如图3(b)，第二主轴和第二钻削刀具在初始位置，坐标为(0,0)；数控装置中的数控程序控制第二主轴和第二钻削刀具移动到待加工孔的下方，坐标为(x1,y1)；根据设定的主轴转速、进给速度和进给距离，第二主轴和第二钻削刀具从从复合材料工件的下表面开始钻削，方向竖直向上；完成设定的钻削任务后，第二主轴和第二钻削刀具回到(x1,y1)位置；循环往复，直至钻削所有的通孔。

[0056] 数控装置9的作用是控制钻削过程。数控装置9设定钻削参数和钻削路径，控制钻削过程；其工作原理为根据加工要求，由相应数控程序控制钻削刀具的进给动作以控制钻削过程。

[0057] 切屑清洁装置8设置于工件的上方或下方，其在加工过程中清洁钻削过程产生的切屑，减少切屑带来的负面影响。切屑清洁装置包括负压吸收装置，负压吸收装置设置管路延伸至工件加工位置，利用电机高速旋转使空气产生负压，根据大气压强原理，空气负压将钻削产生的切屑吸走，这些被吸走的切屑最终会储存在储屑箱。

[0058] 实施例2

[0059] 本实施例中提出如上所述系统加工通孔的方法，该方法的具体操作步骤如下：

[0060] 步骤一：将待加工的复合材料工件3固定在夹具装置6，夹具装置6水平移动以对工件进行装夹；

[0061] 步骤二：利用定位装置7对待加工的复合材料工件3进行坐标定位；

[0062] 步骤三：利用数控装置9确定复合材料工件3待加工孔的坐标，设定具体的钻削参数，控制钻削过程；

[0063] 步骤四：利用钻削装置的第一钻削刀具2从复合材料工件3上表面向下钻孔，此步骤仅钻削孔深的一部分(比如钻削1/2孔深)；

[0064] 步骤五：利用钻削装置的第二钻削刀具4从复合材料工件3的下表面向上钻孔，此步骤钻削剩余孔深；

[0065] 步骤六：利用切屑清洁装置8清洁钻削过程产生的切屑，此步骤与步骤四、五同步进行。

[0066] 该系统及方法可以应用到各类复合材料的钻削加工，包括芳纶纤维复合材料、碳纤维复合材料、玻璃纤维复合材料、碳化硅纤维复合材料等等。

[0067] 以下结合具体的实例说明该系统的效果，其中，例一是对比组，利用现有技术钻削复合材料通孔；例二是实验组，利用本方案的系统和方法钻削复合材料通孔。

[0068] 例一：利用现有技术钻削复合材料通孔；

[0069] 现有技术钻削复合材料通孔是指利用数控机床工具，设定切削参数(包括主轴转速、进给速度、进给距离)，采用某种型号的钻削刀具，从复合材料的上表面开始加工，直至钻削刀具从复合材料的下表面穿透工件的加工方式。

[0070] 例一中，复合材料工件的材质C-SIC陶瓷基复合材料，尺寸为100mm*100mm*10mm，采用的数控机床工具是Daewoo ACE V500数控机床，钻削刀具的型号是BOSCH-Φ6-024，设定的切削参数是：主轴转速3000R/MIN，进给速度20MM/MIN，进给距离为15mm(>10mm，保证钻透工件)。钻削结果如图5(a)、图5(b)所示。

[0071] 例二：利用本实施例的系统和方法钻削复合材料通孔；

[0072] 本实施例系统钻削复合材料通孔是指利用数控机床工具，设定切削参数(包括主轴转速、进给速度、进给距离)，采用某种型号的钻削刀具从工件上表面向下钻孔，钻削孔深的一部分(比如钻削1/2孔深)；采用同种型号的另一钻削刀具从工件下表面向上钻孔，钻削剩余孔深，完成通孔的加工。

[0073] 例二中，复合材料工件的材质C-SIC陶瓷基复合材料，尺寸为100mm*100mm*10mm，采用的数控机床工具是Daewoo ACE V500数控机床，钻削刀具的型号是BOSCH-Φ6-024，设定的切削参数是：主轴转速3000R/MIN，进给速度20MM/MIN，钻削刀具(上)的进给距离为5mm(<10mm，保证未钻透工件)，钻削刀具(下)的进给距离为6mm(>5mm，保证钻透工件)。钻削结果如图6(a)、图6(b)所示。

[0074] 比较例一(对比例)和例二(实验例)的实验结果可以得知，相比于现有技术钻削复合材料通孔，采用本实施例高质量钻削复合材料通孔的系统所加工的通孔能够获得更好的孔出口加工形貌，有效避免孔出口出现纤维撕裂、分层、剥离、崩边等缺陷。

[0075] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

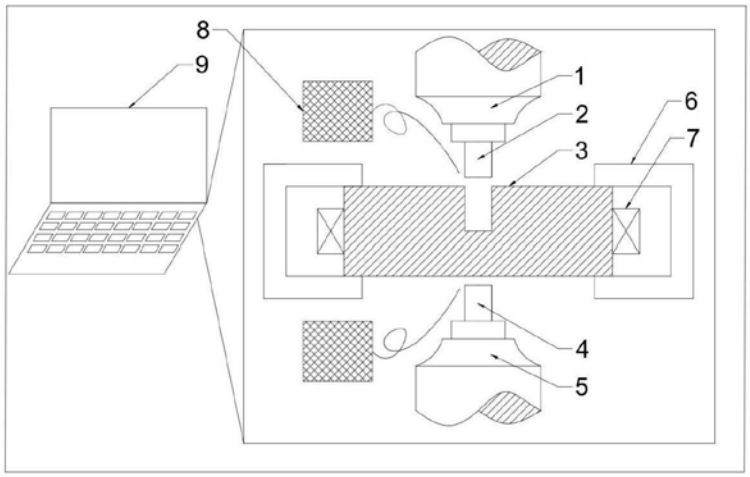


图1

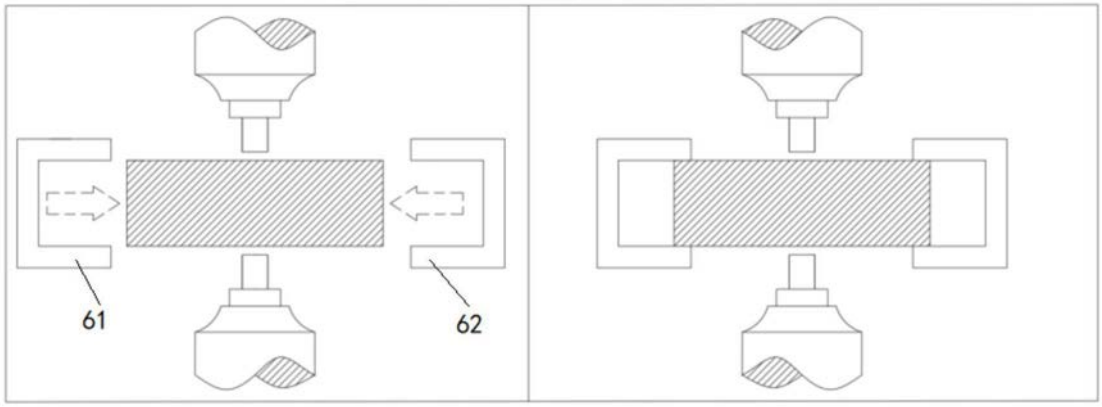


图 2（a） 图 2（b）

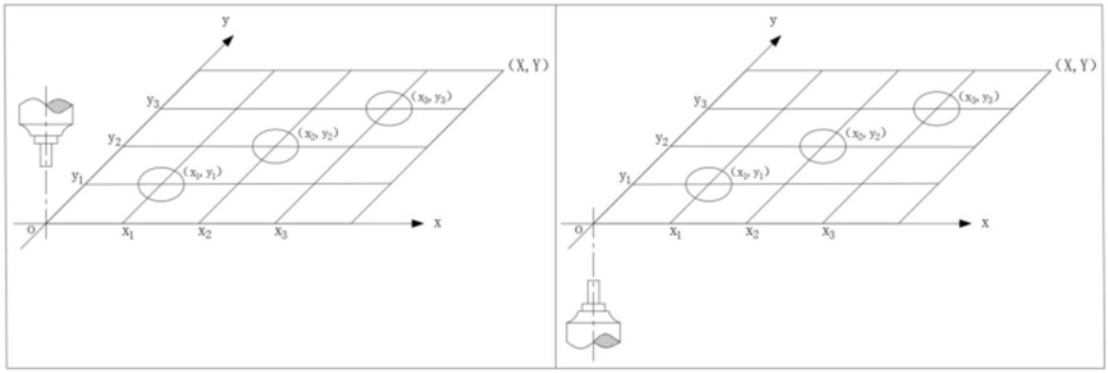


图 3（a） 图 3（b）

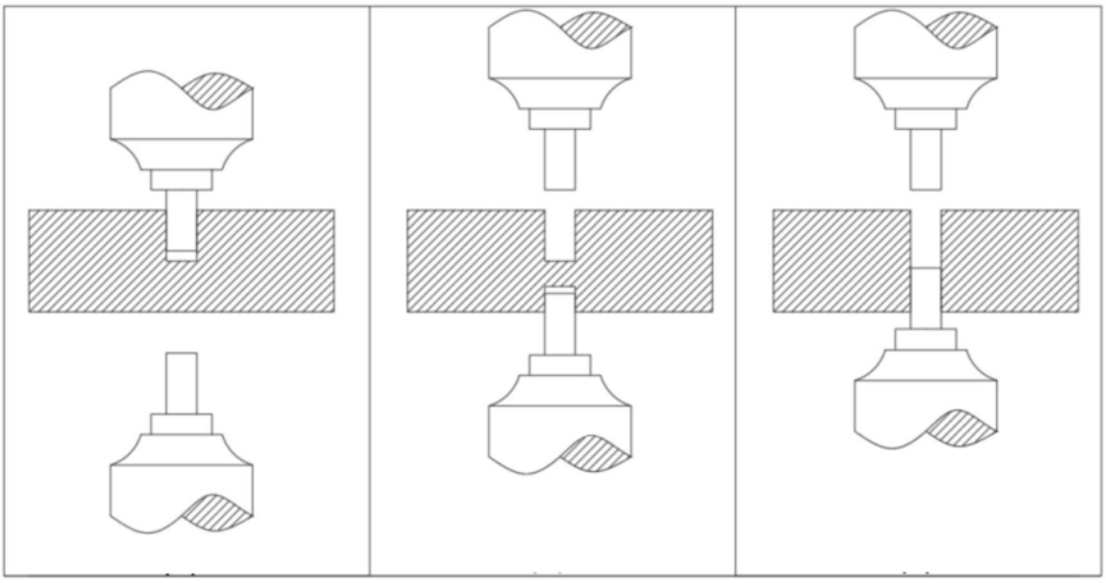


图4（a） 图4（b） 图4（c）

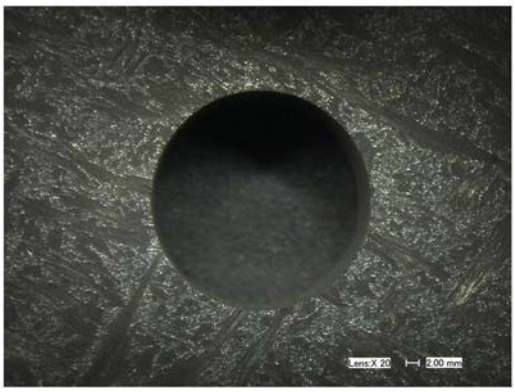


图5(a)

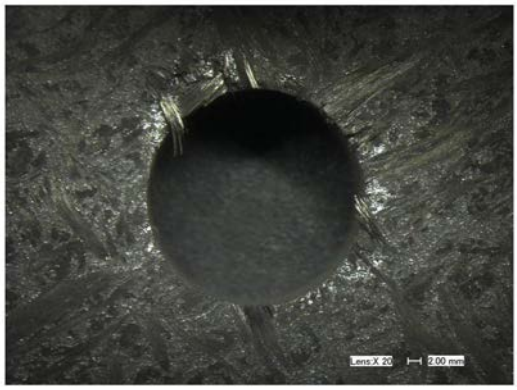


图5(b)

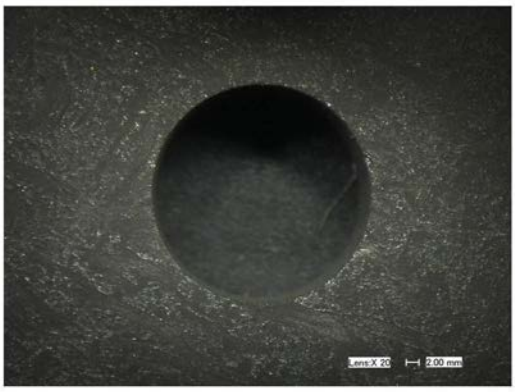


图6(a)

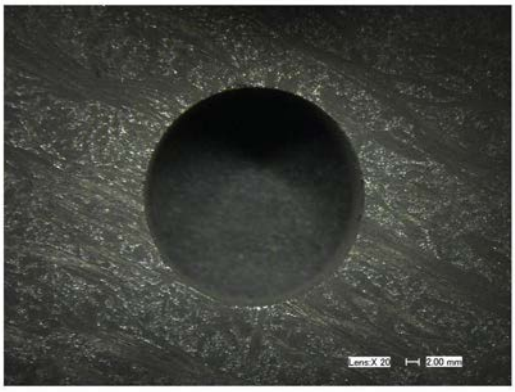


图6(b)