



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113237742 B

(45) 授权公告日 2022.04.19

(21) 申请号 202110630507.5

G01N 3/06 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.07

G01N 3/12 (2006.01)

G01N 23/046 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113237742 A

(56) 对比文件

US 2020165887 A1, 2020.05.28

(43) 申请公布日 2021.08.10

审查员 于晓琳

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 郑思平 林緬 江文滨 姬莉莉
曹高辉 徐志朋

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 吴迪

(51) Int. Cl.

G01N 3/04 (2006.01)

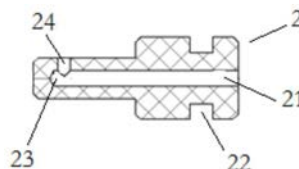
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种室内水力压裂实验用夹持器

(57) 摘要

本发明涉及岩石物理性能实验装置技术领域,提供了一种室内水力压裂实验用夹持器,包括夹持器本体,夹持器本体内设置有压裂管,压裂管连接有堵头;压裂管的中心沿压裂管轴向设置有第一通道,远离堵头侧的压裂管上设置有通孔,靠近堵头侧的压裂管上设置有凹槽;堵头的中心沿堵头轴向设置有第二通道,靠近压裂管侧的堵头端部设置有第一连接孔,远离压裂管侧的堵头端部设置有第二连接孔;采用该技术方案,压裂管和堵头可以在夹持器本体内直接进行CT扫描,并且使岩心水力压裂裂缝提取更加准确,在凹槽处添加O型圈来保证压裂管和堵头间的密封,压裂管呈不规则的圆柱管,并且无需拆卸,因此不需要切割岩心,从而不会导致岩心受到二次伤害。



1. 一种室内水力压裂实验用夹持器,包括夹持器本体,其特征在于,所述夹持器本体内设置有压裂管,所述压裂管连接有堵头;

所述压裂管的中心沿所述压裂管轴向设置有第一通道,远离所述堵头侧的所述压裂管上设置有通孔,靠近所述堵头侧的所述压裂管上设置有凹槽;

所述堵头的中心沿所述堵头轴向设置有第二通道,靠近所述压裂管侧的所述堵头端部设置有第一连接孔,远离所述压裂管侧的所述堵头端部设置有第二连接孔;

靠近所述堵头侧的所述第一通道的端部与靠近所述堵头侧的所述压裂管的端部齐平;

远离所述堵头侧的所述第一通道端部位于所述压裂管内;

远离所述堵头侧的所述第一通道的端部设置有凸起部,所述凸起部朝向远离所述堵头侧凸起;

靠近所述凸起部的所述第一通道与所述通孔垂直连接;

靠近所述通孔侧的所述压裂管的直径小于靠近所述凹槽侧的所述压裂管的直径;

所述夹持器本体包括同时与所述压裂管和所述堵头水平连接的移动部,所述移动部和所述压裂管及所述堵头共同构成中心件,所述中心件的外表面连接有加持件;

所述移动部包括同时与所述压裂管和所述堵头相连接的岩石存放处,远离所述压裂管侧的所述岩石存放处水平方向上连接有岩心塞,远离所述岩石存放处侧的所述岩心塞的端部连接有第一转接头,所述第二连接孔连接有第二转接头;

远离所述岩石存放处侧的所述堵头的端部还连接有第二调节压冒;

所述加持件包括与所述中心件相连接的胶套,远离所述中心件侧的所述胶套的表面连接有筒体;

靠近所述第一转接头侧的所述筒体的端部连接有第一调节压冒,远离所述筒体侧的所述第一调节压冒连接有第一压环,远离所述中心件侧的所述第一调节压冒和所述筒体同时连接有第一压冒;

靠近所述第二转接头侧的所述筒体的端部连接有第二压环,远离所述中心件侧的所述第二压环和所述筒体同时连接有第二压冒。

2. 根据权利要求1所述的室内水力压裂实验用夹持器,其特征在于,所述第一连接孔用于连接所述压裂管,靠近所述第二连接孔侧的所述第一连接孔的端部连接至所述第二通道,所述第二通道与所述第一通道相通。

3. 根据权利要求1所述的室内水力压裂实验用夹持器,其特征在于,所述第二连接孔包括第一连接部,靠近所述第一连接孔侧的所述第一连接部连接有第二连接部。

4. 根据权利要求3所述的室内水力压裂实验用夹持器,其特征在于,所述第二连接孔侧的所述堵头的端部设置有凹陷部。

一种室内水力压裂实验用夹持器

技术领域

[0001] 本发明涉及岩石物理性能实验装置技术领域,具体涉及。

背景技术

[0002] 水力压裂是对非常规储层进行油气增产的关键技术之一,由于水力压裂对储层的作用深度常常在几千米深度以下,因此想要在油气开采中直接观测水力压裂裂缝的扩展是非常困难的。于是众多学者采用室内实验的方式来模拟地下的水力压裂过程。室内水力压裂具有岩心尺寸小、可模拟复杂环境和观测方便的特点。

[0003] 常见的室内压裂系统和设备如图1所示,通常包含回收系统,压裂系统和动力系统。利用实验中岩心裂缝扩展和注入端压力变化来评价岩心的可压裂程度,同时在室内实验中还可以考虑对水力压裂工艺进行改进。水力压裂主要目的是为了打开致密储层中油气孔隙间的通道,所以在压裂过程中岩心次生微裂缝的扩展是研究人员关注的重点。

[0004] 现有技术中的水力压裂室内实验已经逐步实现了利用CT扫描压裂岩心来观测裂缝扩展的变化。但是由于夹持器内注入压裂流体的压力比较高,所以压裂管线往往使用金属类型材料。这样在CT扫描岩心前,需要将金属管线从岩心中取出或者切割岩心。而上述操作会带来如下问题:

[0005] (1) 需卸掉压裂流体压力,打开夹持器将金属管线拆卸,而流体压力消失会导致岩心压裂过程形成的部分次生微裂缝发生闭合,影响后期CT设备上的观测。

[0006] (2) 金属压裂管线通常以长管为主,并和岩心形成密封,因此在金属管线拆除过程中必须要切割岩心,而切割岩心会导致岩心受到二次伤害,岩心次生微裂缝受到非压裂作用力的影响。

[0007] 如何有效地解决上述技术问题,是目前本领域技术人员需解决的问题。

发明内容

[0008] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题,本发明提供了一种室内水力压裂实验用夹持器。

[0009] 室内水力压裂实验用夹持器包括夹持器本体,所述夹持器本体内设置有压裂管,所述压裂管连接有堵头;

[0010] 所述压裂管的中心沿所述压裂管轴向设置有第一通道,远离所述堵头侧的所述压裂管上设置有通孔,靠近所述堵头侧的所述压裂管上设置有凹槽;

[0011] 所述堵头的中心沿所述堵头轴向设置有第二通道,靠近所述压裂管侧的所述堵头端部设置有第一连接孔,远离所述压裂管侧的所述堵头端部设置有第二连接孔。

[0012] 可选的,靠近所述堵头侧的所述第一通道的端部与靠近所述堵头侧的所述压裂管的端部齐平;

[0013] 远离所述堵头侧的所述第一通道端部位于所述压裂管内。

[0014] 可选的,远离所述堵头侧的所述第一通道的端部设置有凸起部,所述凸起部朝向

远离所述堵头侧凸起；

[0015] 靠近所述凸起部的所述第一通道与所述通孔垂直连接。

[0016] 可选的，靠近所述通孔侧的所述压裂管的直径小于靠近所述凹槽侧的所述压裂管的直径。

[0017] 可选的，所述第一连接孔用于连接所述压裂管，靠近所述第二连接孔侧的所述第一连接孔的端部连接至所述第二通道，所述第二通道与所述第一通道相连通。

[0018] 可选的，所述第二连接孔包括第一连接部，靠近所述第一连接孔侧的所述第一连接部连接有第二连接部。

[0019] 可选的，所述第二连接孔侧的所述堵头的端部设置有凹陷部。

[0020] 可选的，所述夹持器本体包括同时与所述压裂管和所述堵头水平连接的移动部，所述移动部和所述压裂管及所述堵头共同构成中心件，所述中心件的外表面连接有加持件。

[0021] 可选的，所述移动部包括同时与所述压裂管和所述堵头相连接的岩石存放处，远离所述压裂管侧的所述岩石存放处水平方向上连接有岩心塞，远离所述岩石存放处侧的所述岩心塞的端部连接有第一转接头，所述第二连接孔连接有第二转接头；

[0022] 远离所述岩石存放处侧的所述堵头的端部还连接有第二调节压冒。

[0023] 可选的，所述加持件包括与所述中心件相连接的胶套，远离所述中心件侧的所述胶套的表面连接有筒体；

[0024] 靠近所述第一转接头侧的所述筒体的端部连接有第一调节压冒，远离所述筒体侧的所述第一调节压冒连接有第一压环，远离所述中心件侧的所述第一调节压冒和所述筒体同时连接有第一压冒；

[0025] 靠近所述第二转接头侧的所述筒体的端部连接有第二压环，远离所述中心件侧的所述第二压环和所述筒体同时连接有第二压冒。

[0026] 在本发明中，同时带有第一通道、通孔、凹槽的压裂管，结合同时带有第二通道、第一连接孔和第二连接孔的堵头，不需要打开夹持器，从而不会影响后期CT设备上的观测。也就是说，压裂管和堵头可以在夹持器本体内直接进行CT扫描。并且使岩心水力压裂裂缝提取更加准确。

[0027] 在凹槽处添加O型圈来保证压裂管和堵头间的密封，同时简化堵头和压裂管的组装与更换。

[0028] 本发明中的压裂管呈不规则的圆柱管，并且无需拆卸，因此不需要切割岩心，从而不会导致岩心受到二次伤害。

附图说明

[0029] 图1是本发明提供的夹持器本体的结构示意图；

[0030] 图2是本发明提供的压裂管的结构示意图；

[0031] 图3是本发明提供的堵头的结构示意图；

[0032] 图4是本发明提供的CT扫描图像压裂前的扫描图像；

[0033] 图5是本发明提供的CT扫描图像压裂后的扫描图像；

[0034] 图6是本发明提供的CT图像提取的岩心水力压裂裂缝图像；

- [0035] 附图标记：
- [0036] 1、夹持器本体；
- [0037] 2、压裂管；21、第一通道；22、凹槽；23、凸起部；24、通孔；
- [0038] 3、堵头；31、第二连接孔；311、第一连接部；312、第二连接部；32、凹陷部；33、第二通道；34、第一连接孔；
- [0039] 4、第一转接头；
- [0040] 5、第一压环；
- [0041] 6、第一调节压冒；
- [0042] 7、岩心塞；
- [0043] 8、第一压冒；
- [0044] 9、胶套；
- [0045] 10、筒体；
- [0046] 11、岩石存放处；
- [0047] 12、第二压冒；
- [0048] 13、第二转接头；
- [0049] 14、第二压环；
- [0050] 15、第二调节压冒。

具体实施方式

[0051] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。以下实施例仅用于解释本发明，而非对本发明的限定。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范畴。若未特别指明，实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0052] 需要说明的是，在本文中，诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“连接”、“相连”等术语应作广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接连接，也可以是通过中间媒介间接相连。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0053] 本发明提供的一实施例，结合图1和图2和图3，一种室内水力压裂实验用夹持器，包括夹持器本体1，夹持器本体1内设置有压裂管2，压裂管2连接有堵头3；

[0054] 压裂管2的中心沿压裂管2轴向设置有第一通道21，远离堵头3侧的压裂管2上设置有通孔24，靠近堵头3侧的压裂管2上设置有凹槽22；

[0055] 堵头3的中心沿堵头3轴向设置有第二通道33，靠近压裂管2侧的堵头3端部设置有第一连接孔34，远离压裂管2侧的堵头3端部设置有第二连接孔31。

[0056] 在本实施例中,压裂管2和堵头3相连接。第一通道21将压裂液从堵头3导向岩心内部。通孔24使压裂液可以定向和岩心接触,也就是说,压裂液沿岩心恒定方向形成冲击,从而控制压裂液对岩心的冲击方向。在凹槽22内通过添加O型圈与堵头3相配合,实现密封。

[0057] 第二通道33将压裂液从中间容器导向压裂管2。第一连接孔34与插入岩心的压裂管2相连接。第二连接孔31连接有第二转接头13,保证压裂液在注入的过程中实现密封。

[0058] 压裂管2和堵头3均使用聚醚醚酮材料,聚醚醚酮材料能够实现酸化压裂实验,并且较低PH值的压裂液对聚醚醚酮材料的压裂管不存在腐蚀作用,因此降低了成本。

[0059] 同时带有第一通道21、通孔24、凹槽22的压裂管2,结合同时带有第二通道33、第一连接孔34和第二连接孔31的堵头,不需要打开夹持器,从而不会影响后期CT设备上的观测。也就是说,压裂管2和堵头3可以在夹持器本体1内直接进行CT扫描。并且使岩心水力压裂裂缝提取更加准确。

[0060] 在凹槽22处添加O型圈来保证压裂管2和堵头3间的密封,同时简化堵头3和压裂管2的组装与更换。

[0061] 本发明中的压裂管2呈不规则的圆柱管,并且无需拆卸,因此不需要切割岩心,从而不会导致岩心受到二次伤害。

[0062] 本发明提供的又一实施例,如图2所示,靠近堵头3侧的第一通道21的端部与靠近堵头3侧的压裂管2的端部齐平;

[0063] 远离堵头3侧的第一通道21端部位于压裂管2内。

[0064] 在本实施例中,第一通道21的一端位于压裂管2内,第一通道21的另一端与靠近堵头3侧的压裂管2的端部齐平并且与第二通道33相连通,该结构进一步地实现了将压裂液从堵头3导向岩心内部。

[0065] 本发明提供的又一实施例,如图2所示,远离堵头3侧的第一通道21的端部设置有凸起部23,凸起部23朝向远离堵头3侧凸起;

[0066] 靠近凸起部23的第一通道21与通孔24垂直连接。

[0067] 在本实施例中,当压裂液流入通孔24时,对压裂液的流入方向进行了分流,减少压裂液的飞溅。

[0068] 本发明提供的又一实施例,如图2所示,靠近通孔24侧的压裂管2的直径小于靠近凹槽22侧的压裂管2的直径。

[0069] 在本实施例中,压裂管2的外表面呈不规则形状,无需拆卸,因此不需要切割岩心,从而不会导致岩心受到二次伤害。

[0070] 本发明提供的又一实施例,结合图1、图2、图3,第一连接孔34用于连接压裂管2,靠近第二连接孔31侧的第一连接孔31的端部连接至第二通道33,第二通道33与第一通道21相连通。

[0071] 在本实施例中,压裂管2插入第一连接孔34内,实现压裂管2与堵头3的连接,同时也实现了第一通道21和第二通道33的连通。

[0072] 本发明提供的又一实施例,如图3所示,第二连接孔31包括第一连接部311,靠近第一连接孔34侧的第一连接部311连接有第二连接部312。

[0073] 在本实施例中,一方面第一连接部311和第二连接部312进一步的增加了第二连接孔31的表面积,从而进一步地提升了压裂液在注入过程中的密封性。另一方面第一连接部

311和第二连接部312共同实现了第二连接孔31与第二转接头13的稳固连接。

[0074] 为了进一步地提升堵头3与第二调节压冒15的稳固连接,本发明提供的又一实施例,如图1所示,第二连接孔31侧的堵头3的端部设置有凹陷部32。

[0075] 本发明提供的又一实施例,夹持器本体1包括同时与压裂管2和堵头3水平连接的移动部,移动部和压裂管2及堵头3共同构成中心件,中心件的外表面连接有加持件。

[0076] 本发明提供的又一实施例,如图1所示,移动部包括同时与压裂管2和堵头3相连接的岩石存放处11,远离压裂管2侧的岩石存放处11水平方向上连接有岩心塞7,远离岩石存放处11侧的岩心塞7的端部连接有第一转接头4,第二连接孔31连接有第二转接头13;

[0077] 远离岩石存放处11侧的堵头3的端部还连接有第二调节压冒15。

[0078] 在本发明中,岩心放置于岩石存放处11。利用第二调节压冒15与夹持器本体1的端部固定,同时防止岩心破裂后压裂液从压裂液进口端的端部渗出。

[0079] 岩心塞7实现了对岩心轴压的加载。

[0080] 岩心塞7可进行移动,并通过第一转接头4的调节实现位移。

[0081] 当岩心破裂后,压裂液的压力和围压平衡后沿第一转接头4内的通道排出。

[0082] 本发明提供的又一实施例,如图1所示,加持件包括与中心件相连接的胶套9,远离中心件侧的胶套9的表面连接有筒体10;

[0083] 靠近第一转接头4侧的筒体10的端部连接有第一调节压冒6,远离筒体10侧的第一调节压冒6连接有第一压环5,远离中心件侧的第一调节压冒6和筒体10同时连接有第一压冒8;

[0084] 靠近第二转接头13侧的筒体10的端部连接有第二压环14,远离中心件侧的第二压环14和筒体10同时连接有第二压冒12。

[0085] 在本实施例中,压裂液通过第二转接头13、堵头3和压裂管2将压裂液从中间容器传递到岩心中间的圆孔中。

[0086] 加持件的中间由胶套9和筒体10组成,通过在胶套9和筒体10间施加高压流体来保证胶套9包裹放置于岩石存放处11的岩心,实现对岩心围压的加载。其中,胶套9和筒体10由非金属材料组成,有利于岩心装在夹持器本体1内部直接进行CT扫描。

[0087] 本发明的压裂管2和堵头3方便拆卸和安装。

[0088] 水力压裂实验的过程为:

[0089] 首先,进行轴压和围压的加载,轴压和围压稳定后进行CT扫描,保存岩心原始的CT图像。

[0090] 然后,打开注入阀门,以恒定的流速或恒定压力向岩心注入压裂液,同时记录注入压力-和时间曲线。当注入端压力瞬间降低表明岩心出现裂缝,需要及时关闭注入阀门避免压裂液浪费。

[0091] 再次,夹持器本体内压裂液的压力会逐步和围压平衡,此时打开CT进行扫描并保存岩心的压裂裂缝图像。

[0092] 由于无需拆卸夹持器本体就能进行CT扫描,因此可以针对岩心同一截面观测裂缝与矿物间的关系。

[0093] 如图5所示,在岩心水力压裂裂缝中,主体由中心对称的两条主裂缝组成,在岩石上的岩心注入孔和主裂缝周围形成密集的次生微裂缝网。这是因为岩心裂缝形成后注入压

力和围压相互平衡使夹持器不能紧抱岩心,次生微裂缝不会发生闭合,更有利于观测岩心次生微裂缝扩展的情况。同时CT扫描岩心的过程中没有对岩心进行其他方式加载,所以岩心的次生微裂缝生长过程满足真实的压裂情况。

[0094] 以上所述并非是对本发明的限制,最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制。尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明。本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,在不偏离本发明精神的基础上所做的修改或替换,均属于本发明要求保护的范围。

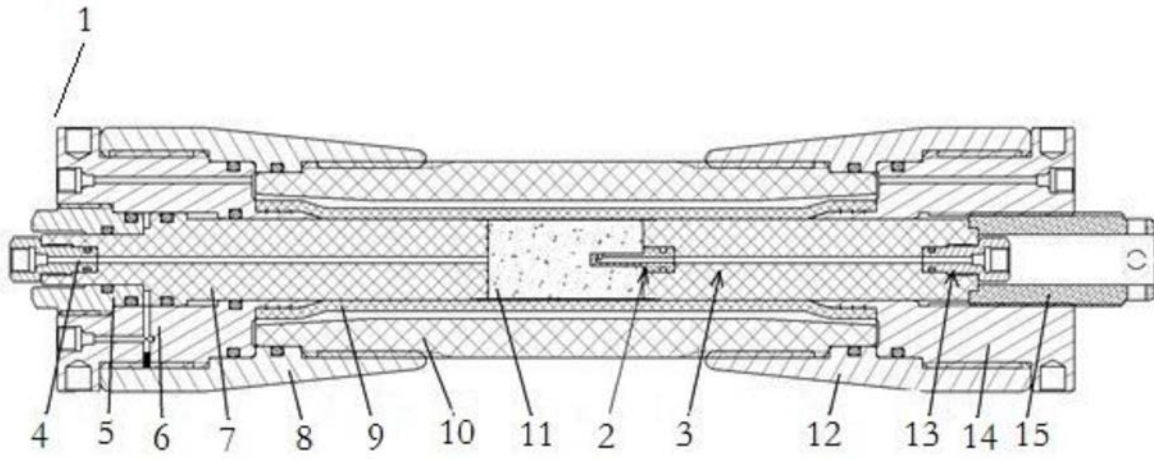


图1

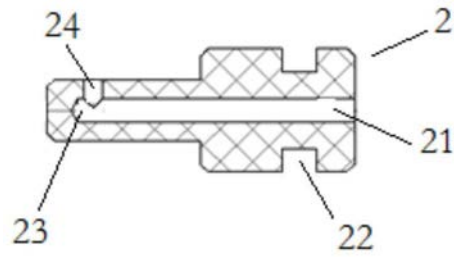


图2

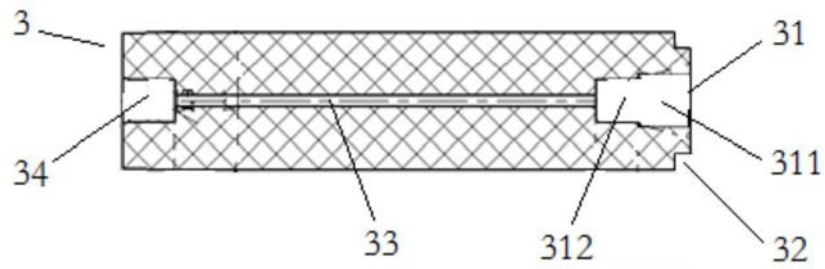


图3

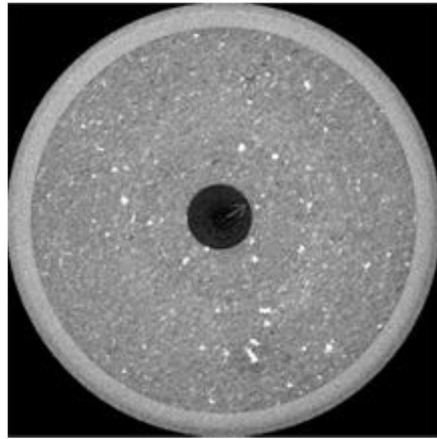


图4

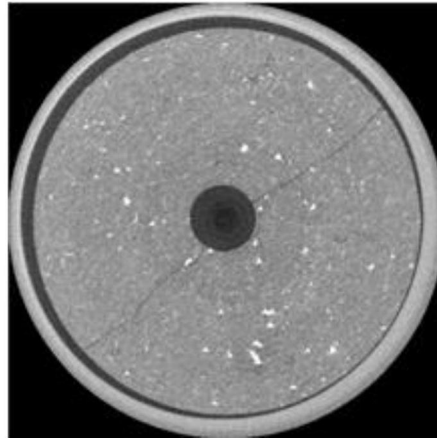


图5

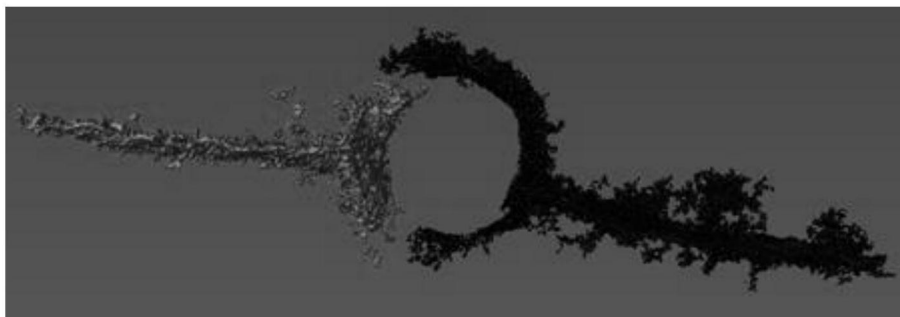


图6