



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111411898 B

(45) 授权公告日 2023.06.09

(21) 申请号 202010464296.8

(22) 申请日 2020.05.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111411898 A

(43) 申请公布日 2020.07.14

(73) 专利权人 西南石油大学
地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

专利权人 成都为一石油科技有限公司

(72) 发明人 张春亮 杨迎新 包泽军 唐嘉诚
王不正 倪平虎

(51) Int. Cl.

E21B 10/36 (2006.01)

E21B 10/08 (2006.01)

E21B 10/46 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102678050 A, 2012.09.19

CN 203891771 U, 2014.10.22

US 4508180 A, 1985.04.02

审查员 廖毅

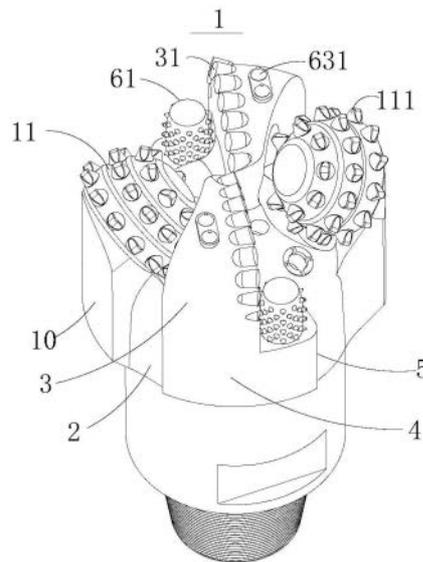
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种复合钻头

(57) 摘要

一种复合钻头,包括钻头本体、刀翼、牙掌、牙轮,刀翼与钻头本体固定相连或一体成型,刀翼上设置有切削齿,牙轮与牙掌通过轴形成转动连接,牙轮上设置有牙齿,其特征在于,在复合钻头上设置有冲击单元,冲击单元由滚动体、传动装置和冲击装置构成;滚动体能绕自身轴线转动;冲击装置由冲击杆和至少一个冲击齿组成。本发明在提高破岩效率的同时,节约钻井成本,还能减少复合钻头周向振动。



1. 一种复合钻头,包括钻头本体、刀翼、牙掌和牙轮,所述刀翼与所述钻头本体固定相连或一体成型,所述刀翼上设置有切削齿,所述牙轮与所述牙掌通过轴形成转动连接,其特征在于,所述复合钻头上设置有冲击单元,所述冲击单元由滚动体、传动装置和冲击装置构成;所述滚动体能绕自身轴线转动;所述冲击装置由冲击杆和至少一个冲击齿组成;所述滚动体的转动能够通过传动装置实现冲击装置的冲击;所述冲击单元设置在所述刀翼上。

2. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述钻头本体上设置有支承体,所述冲击单元设置在所述支承体上。

3. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述的传动装置为凸轮机构。

4. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述的传动装置为齿轮机构。

5. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述滚动体包括牙轮、滚轮或滚柱。

6. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述冲击杆上设置有弹性元件;所述弹性元件包括弹簧、碟簧或橡胶;所述弹性元件用于实现所述冲击装置完成冲击后的回弹。

7. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述冲击齿设置在所述切削齿的前方或后方。

8. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述钻头上具有至少一个围绕钻头中心的布齿空白区;所述冲击齿的冲击朝向为钻头的径向方向。

9. 根据权利要求1所述的一种复合钻头,其特征在于,所述冲击齿包括锥型齿、楔型齿、勺型齿或球型齿;所述冲击齿的材料包括人造聚晶金刚石、天然金刚石、硬质合金、陶瓷或立方氮化硼。

一种复合钻头

技术领域

[0001] 本发明涉及石油天然气钻探工程、矿山工程、地质钻探、隧道工程等技术领域,具体而言,涉及一种复合钻头。

背景技术

[0002] 钻头是钻井过程中直接与岩石接触并通过切削、冲击等作用破碎岩石的工具。PDC (Polycrystalline Diamond Compact 聚晶金刚石复合片) 钻头作为现有钻头技术中的一个重要种类,在石油钻井、地质乃至建筑工程中的应用越来越广泛。PDC 钻头通过设置在钻头上的切削齿以切削为主要的方式进行岩石破岩,在软至中硬地层中,能够获得理想的钻速,在油气钻井中到了广泛的应用。

[0003] 随着浅层油气资源的开发殆尽,油气勘探开发的重点逐渐转向深层、深海、非常规油气(包括页岩气)。通常情况下,深部地层的岩石材料较硬、研磨性强,可钻性差。PDC 钻头,在这些地层中钻进,往往不能获得较高的机械钻速,其中,最重要的一个原因就是受限于切削齿的吃入能力。特别是随着地层深度的增加,地层的复杂程度越来越高,如硬-塑性地层、硬-脆性地层、软硬夹层、含砾地层等,切削齿不能有效吃入地层,钻进效率低,且容易造成切削齿的快速磨损。切削齿的过度磨损后,会加重邻齿的工作负荷,进而发生切削齿的连锁失效,一旦出现较大区域的切削齿失效,钻头的切削能力即基本丧失。

[0004] 为解决上述复杂地层中钻头钻速慢、寿命短的问题,研究人员早在早在十九世纪三十代初期提出了复合钻头,但受限于切削齿材料性能的不足,直到2010年才成功应用,并取得了良好的现场应用效果。随之,各国开始了一场复合钻头研究的热潮,产品在世界各地复杂难钻地层中均得到了很好的推广应用。复合钻头工作时,依靠牙轮上的牙齿侵入地层,破碎或预破碎岩石,复合片应用较小的能量即能将已经弱化的地层清除,因此复合钻头在复杂难钻地层中钻进时具有能耗低,破岩效率高的优点。

[0005] 为了进一步改善难钻地层中复合钻头侵入能力、破岩效率低、寿命短等问题,不少科研单位或钻头生产企业的工作人员,尝试着将冲击器工具(如轴向冲击器、扭转冲击器)配合钻头使用。这种办法,使钻头在钻进的过程中产生小幅冲击,以达到使切削齿在与岩石作用过程中的突然加力,井底岩石应力得到较大释放,切削齿吃入能力得到提高。但,冲击器产生的冲击直接作用在了整个钻头上。通常情况下,钻头上安装的切削齿为聚晶金刚石复合片,这些切削齿的抗冲击能力相对较弱,当冲击器的冲击载荷作用到钻头上后,钻头上的切削齿与岩石产生冲击很容易造成部分切削齿的崩脱失效。此外,现有的冲击破岩技术通常为冲击器加钻头的工具串组合,需要单独增加冲击设备,钻井成本较高。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供了一种复合钻头,复合钻头上设置有冲击单元,在实现冲击破岩或预损伤地层的同时,无需单独配备冲击器工具,增加复合钻头周向支撑点的同时,进一步降低钻头工作扭矩,提高破岩效率,节约钻井成本。

[0007] 本发明是这样实现的：

[0008] 一种复合钻头，包括钻头本体、刀翼、牙掌、牙轮，刀翼与钻头本体固定相连或一体成型，刀翼上设置有切削齿，牙轮与牙掌通过轴形成转动连接，复合钻头上设置有冲击单元，冲击单元由滚动体、传动装置和冲击装置构成；滚动体能绕自身轴线转动；冲击装置由冲击杆和至少一个冲击齿组成；滚动体的转动能够通过传动装置实现冲击装置的冲击。

[0009] 上述结构中，冲击单元的滚动体在破岩过程中与岩石接触产生转动矩而自转。滚动体通常为牙轮结构、滚轮结构、滚柱。滚动体的自转通过传动装置实现冲击装置沿着预设的冲击方向冲击破碎或预损伤岩石，刀翼上的切削齿在破碎这些弱化的地层时，能耗低、效率高。一方面，冲击单元能够很好的辅助钻头上的切削齿破碎岩石，延长切削齿的工作寿命，进而延长钻头的可持续高效钻进能力。另一方面，冲击单元所形成的冲击工作只需依靠钻头的公转，而不需要单独配备冲击器等工具，节约钻井成本。最后，滚动体还能显著降低钻头钻进过程中的工作扭矩。

[0010] 井底覆盖布齿图，是指过钻头中心线的任意轴面内，切削齿的切削轮廓绕钻头中心线旋转，并与该轴面形成交线，该交线即为切削轮廓线，将所有切削齿的切削轮廓线汇集在一起，就形成了井底覆盖布齿图，如图6或图12所示为复合钻头的井底覆盖图。井底覆盖布齿图直接反映了切削齿的定位半径、定位高度等重要参数。

[0011] 冲击齿可以为锥型齿、楔型齿、勺型齿、球型齿等，冲击齿的材料包括人造聚晶金刚石、天然金刚石、硬质合金、陶瓷、立方氮化硼等。冲击齿与冲击杆的连接方式可以为螺纹连接、过盈配合、焊接、或一体成型等方式。

[0012] 作为本发明的优选方案，钻头本体上设置有支承体，冲击单元设置在支承体上。钻头上设置支承体能够为冲击单元的设置提供更多的空间与设计自由度。当支承体设置刀翼保径处时（请参阅图1和图2），冲击单元与井壁接触，能够增加复合钻头在周向的支撑点，减少钻头运动过程中产生的周向振动，同时进一步降低复合钻头的工作扭矩。

[0013] 作为本发明的优选方案，冲击单元设置在所述刀翼上。冲击单元设置在到刀翼上，能够节约复合钻头宝贵的空间，滚动体的设置方式更加灵活。当滚动体为牙轮时，还具有破岩能力，进一步提高破岩效率。

[0014] 作为本发明的优选方案，传动装置为凸轮机构。结合附图3来说明凸轮机构的实现与传动原理，凸轮机构中包含传动轴、轴端的凸轮体以及凸轮体上的凸体。滚动体与传动轴固定连接或一体成型，传动轴转动过程中轴端凸轮体上的凸体与冲击装置中的冲击杆形成凸轮副，这样滚动体的转动就可以通过凸轮机构实现冲击装置沿着预设方向冲击。凸轮结构简单、安全可靠，易于实施。

[0015] 作为本发明的优选方案，传动装置为齿轮机构。结合附图9来说明齿轮机构的实现与传动原理，齿轮机构中包含传动轴、传动齿轮、从动齿轮以及从动齿轮上的凸体，传动轴与滚动体固定连接或一体成型，传动齿轮与传动轴固定相连或一体成型。工作时，滚动体带动传动轴及传动轴底端的传动齿轮转动，从动齿轮与传动齿轮啮合并产生转动，从动齿轮上的凸体与冲击装置中的冲击杆形成凸轮副，实现冲击齿朝向冲击方向冲击。齿轮传动稳定，且容易实现。

[0016] 作为本发明的优选方案，所述滚动体包括牙轮、滚轮、滚柱。

[0017] 作为本发明的优选方案，冲击杆上设置有弹性元件，弹性元件可以为弹簧、碟簧、

橡胶等,弹性元件用于实现所述冲击杆完成冲击后的回弹。对于冲击单元而言,冲击齿完成一次冲击后,需要及时返程,否则无法顺利完成下一次冲击。冲击杆上设置弹性容易实现,且结构简单可靠。

[0018] 作为本发明的优选方案,冲击齿设置在切削齿的前方或后方。显然,本领域研究人员很容易想到的是,冲击齿与切削齿同轨道设计。

[0019] 作为本发明的优选方案,复合钻头上具有至少一个围绕钻头中心的布齿空白区,冲击齿的冲击朝向为钻头的径向方向。

[0020] 本发明至少包括以下有益效果:

[0021] 1、冲击单元在依靠钻头自转的情况下实现冲击,而不需要配备冲击器工具,节约成本。同时,冲击单元中的滚动体与井底岩石接触,能够进一步降低钻头钻进过程中的工作扭矩;

[0022] 2、冲击单元的冲击作用进一步形成了对岩石的冲击破碎或预损伤,切削齿在破碎这些已经被弱化了的地层时能耗更小,在提高破岩效率的同时,降低了切削齿崩齿失效的几率;

[0023] 3、本发明冲击单元中的传动装置采用凸轮机构或齿轮传动机构时,结构简单、安全可靠、易于实施。

[0024] 4、在滚动体设置在刀翼保径处的方案中,能够增加复合钻头的周向支持点,减少钻进过程中的周向振动,进一步提高钻头的可持续钻进能力。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施方式的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0026] 图1是本发明第一实施例提供的复合钻头的结构示意图。

[0027] 图2是图1的俯视图。

[0028] 图3是本发明第一实施例提供的复合钻头上的冲击单元的结构示意图。

[0029] 图4是图2的局部剖视图。

[0030] 图5是本发明第一实施例提供的冲击单元中滚动体为滚轮的结构示意图。

[0031] 图6是本发明第一实施例提供的冲击单元中滚动体与刀翼保径线的距离L含义的示意图。

[0032] 图7是本发明第一实施例提供的冲击单元中冲击齿为楔形齿的结构示意图。

[0033] 图8是本发明第二实施例提供的冲击单元的结构示意图,其中传动结构为齿轮结构。

[0034] 图9是同轨道设计的冲击齿与切削齿破碎岩石的原理示意图。

[0035] 图10是本发明第三实施例提供的复合钻头的结构示意图。

[0036] 图11是图10的俯视图。

[0037] 图12是图10的井底覆盖示意图。

[0038] 图标:1-复合钻头;2-钻头本体;3-刀翼;30-滚动槽;31-切削齿;32-冲击孔;4-刀

翼保径;40-刀翼保径线;5-支承体;51-支承体基体;52-支承体配合体;53-传动孔;6-冲击单元;61-滚动体;62-传动装置;63-冲击装置;610-滚动体外轮廓;621-传动轴;622-凸体;623-凸轮体;631-冲击齿;632-冲击杆;7-布齿空白区;71-岩脊;8-弹性元件;81-弹簧;82-碟簧;91-传动齿轮;92-从动齿轮;10-牙掌;11-牙轮;111-牙齿。

具体实施方式

[0039] 为使本发明实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施方式中的附图,对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。

[0040] 第一实施例:

[0041] 请参阅图1-图8,本发明实施例提供了一种复合钻头1。

[0042] 一种复合钻头1,包括钻头本体2、刀翼3、牙掌10、牙轮11,刀翼3与钻头本体2固定相连或一体成型,刀翼3上设置有切削齿31,牙轮11与牙掌10通过轴形成转动连接,牙轮11上设置有牙齿111,复合钻头1上通过支承体5设置有冲击单元6。

[0043] 请参阅图3-图6,冲击单元6由滚动体61、传动装置62和冲击装置63构成;滚动体61能绕自身轴线转动,且在井底覆盖图中(请参阅图6)滚动体61的滚动体外轮廓610在径向上与刀翼保径线40的距离为L,其范围为 $-d/4 \leq L \leq d/4$,d为切削齿直径;冲击装置63由冲击杆632和至少一个冲击齿631组成;滚动体61的转动能够通过传动装置62实现冲击装置63沿着冲击方向冲击。为了便于冲击单元6的安装,将支承体5设置成分体式(一部分为支承体基体51,一部分为支承体配合体52),请参阅图4。

[0044] 本发明实施例中,冲击单元6的滚动体61为牙轮结构,在破岩过程中牙轮与岩石接触产生转动矩而自转。滚动体61还可以为滚轮(请参阅图5)或滚柱。

[0045] 请参阅图3和图4,传动装置62为凸轮机构,凸轮机构中包含传动轴621、轴端的凸轮体623以及凸轮体623上的凸体622。滚动体61与传动轴621固定连接或一体成型,传动轴621设置在支承体5的传动孔内53,转动过程中轴端凸轮体623上的凸体622与冲击装置63中的冲击杆632形成凸轮副,而冲击杆632设置在刀翼的冲击孔32内,这样滚动体61的转动就可以通过凸轮机构实现冲击装置63沿着预设方向冲击。凸轮体623与传动轴621之间的连接方式包括过硬配合、螺纹连接、焊接、一体成型等。凸轮结构简单、安全可靠,易于实施。对于冲击单元而言,冲击齿631完成一次冲击后,需要返程,否则无法完成下一次冲击(冲程),为达到这一目的,本发明实施例中冲击杆632上设置有弹性元件8,弹性元件8可以为弹簧81(参阅图3)、碟簧82(请参阅图8)、橡胶等,弹性元件8用于实现冲击装置63完成冲击后的回弹。本实施例中冲击杆632上设置的弹性元件8容易实现,且结构简单可靠。

[0046] 冲击齿631可以为锥型齿(请参阅图1-图4、图8、图10和图11)、楔型齿(请参阅图7)、勺型齿、球型齿等,冲击齿631的材料包括人造聚晶金刚石、天然金刚石、硬质合金、陶

瓷、立方氮化硼等。冲击齿631与冲击杆632的连接方式可以为螺纹连接、过盈配合、焊接、或一体成型等方式，本例中为一体成型方式。

[0047] 本领域研究人员很容易想到的是，冲击齿631可以设置在切削齿31的前方，或者后方，或者在切削齿31前后方同时设置。在冲击齿631设置在切削齿31前方的方案中，有一种更优的方案，即冲击齿631与切削齿31同轨道设计。请参阅图8，当冲击齿631与切削齿31同轨道设计时，在井底覆盖图中两则具有大致相同的定位半径，冲击齿631率先对岩石完成冲击，岩石形成预损伤，内部产生微裂纹，而同轨道旋转跟随的切削齿31破碎已经损伤的地层耗能更小。

[0048] 本发明实施例提供的PDC钻头的有益效果在于：

[0049] 1、冲击单元6在依靠钻头自转的情况下实现冲击，而不需要配备冲击器工具，节约成本。同时，冲击单元6设置在刀翼保径4处，其上的滚动体61与井壁接触，增加复合钻头周向支撑点的同时，进一步降低钻头钻进过程中的工作扭矩；

[0050] 2、冲击单元6的冲击作用能形成对岩石的冲击破碎或预损伤，钻头的切削齿31在破碎这些已经被弱化了的地层时能耗小，在提高破岩效率的同时，降低了切削齿31崩齿失效的几率；

[0051] 3、本发明冲击单元6中的传动装置62为凸轮机构，结构简单易、安全可靠、易于实施。

[0052] 第二实施例：

[0053] 本发明实施例提供一种复合钻头，这种复合钻头1与第一实施例中的复合钻头1的结构基本相同，其区别在于：请参阅图9，在本实施例中，传动装置62为齿轮机构，包含传动轴621、传动齿轮91、从动齿轮92以及从动齿轮92上的凸体622，传动轴621与滚动体61固定连接或一体成型，传动齿轮91与传动轴621固定相连或一体成型。工作时，滚动体61带动传动轴621及传动轴621底端的传动齿轮91转动，从动齿轮92与传动齿轮91啮合并产生转动，从动齿轮92上的凸体622与冲击装置63中的冲击杆632形成凸轮副，实现冲击齿631朝向冲击方向冲击。齿轮传动稳定，且容易实现。

[0054] 第三实施例：

[0055] 请参阅图10-图12，一种复合钻头1，包括钻头本体2、刀翼3、牙掌10、牙轮11，刀翼3与钻头本体2固定相连或一体成型，刀翼3上设置有切削齿31，牙轮11与牙掌通过轴形成转动连接，牙轮11上设置有牙齿111，复合钻头1上具有至少一个围绕钻头中心的布齿空白区7，在刀翼3上设置有冲击单元6。

[0056] 冲击单元6由滚动体61、传动装置62和冲击装置63构成；滚动体61能绕自身轴线转动并设置在刀翼3的滚动槽30内；冲击装置63由冲击杆632和至少一个冲击齿631组成；滚动体61的转动能够通过传动装置62实现冲击装置63朝向复合钻头1的径向方向冲击。

[0057] 上述方案中，布齿空白区7在钻头中心处，在井底工作中将在井底形成对应的凸起的岩脊71，岩脊71周围原本受到的岩石的约束得以解除，因此岩脊71自身的强度显著下降，相当于孤立的“墙体”或“柱体”。事实上这些凸起的岩脊71的走向与钻进或钻头轴线方向一致，当冲击齿631的冲击方向朝向钻头径向方向时，冲击齿631便以一定的角度冲击这些孤立的岩脊71，破碎能耗将大幅度降低，而且其破碎方式更趋向于体积性的破碎，破岩效率进一步的提高。

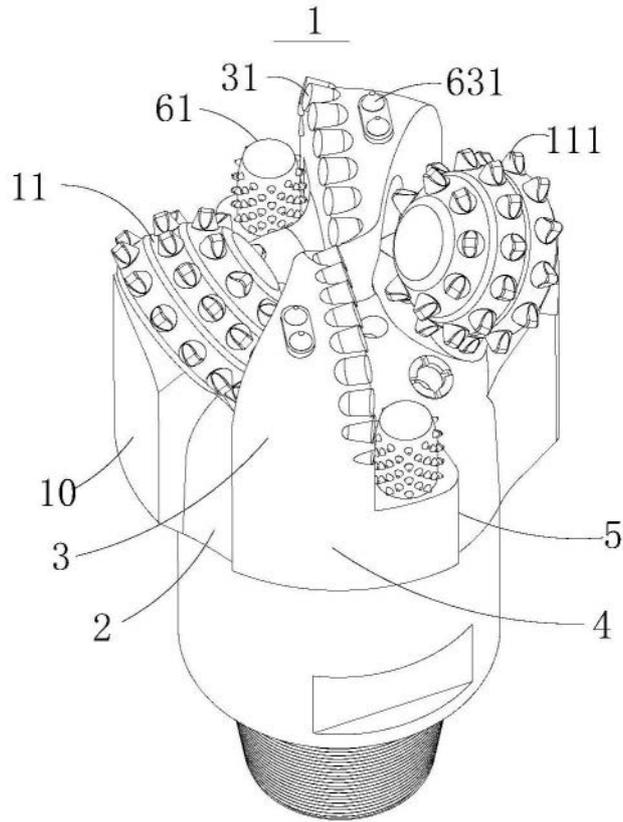


图1

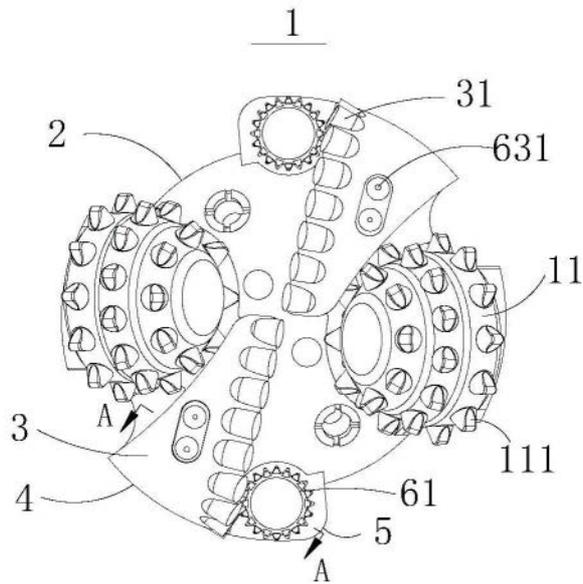


图2

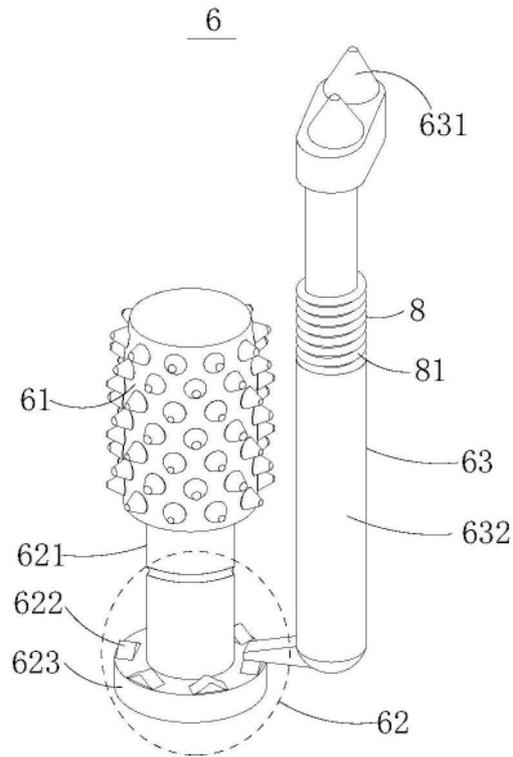


图3

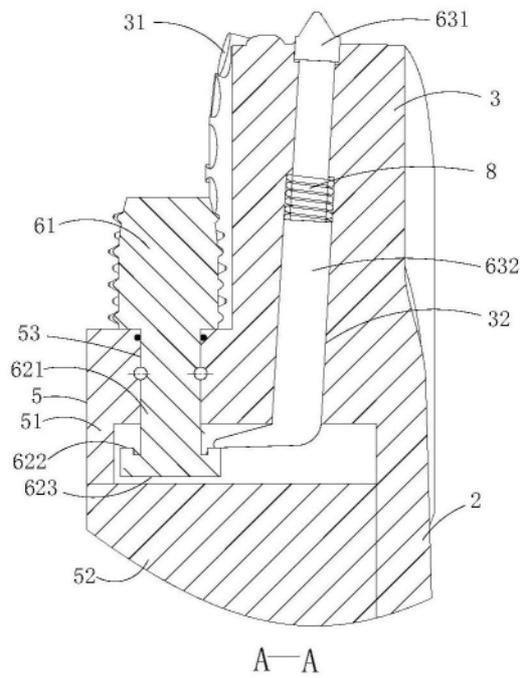


图4



图5

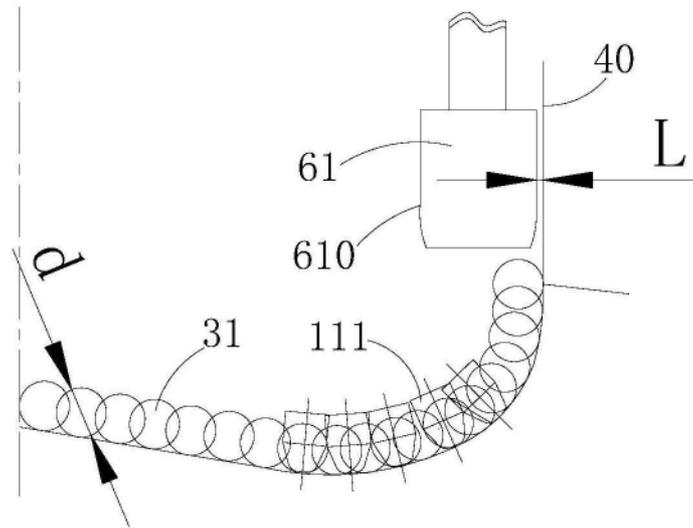


图6

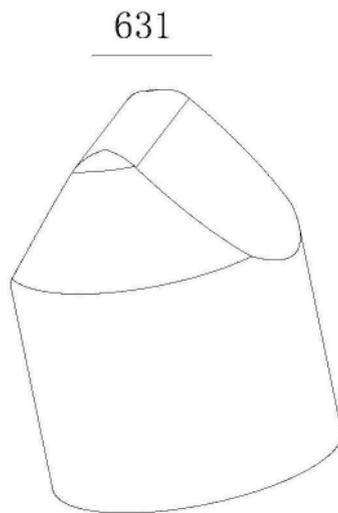


图7

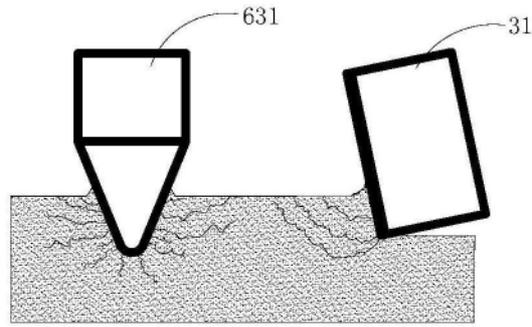
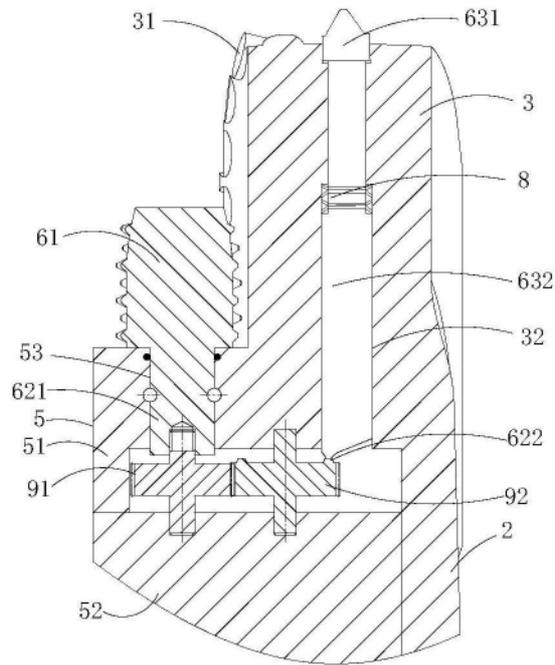


图8



A—A

图9

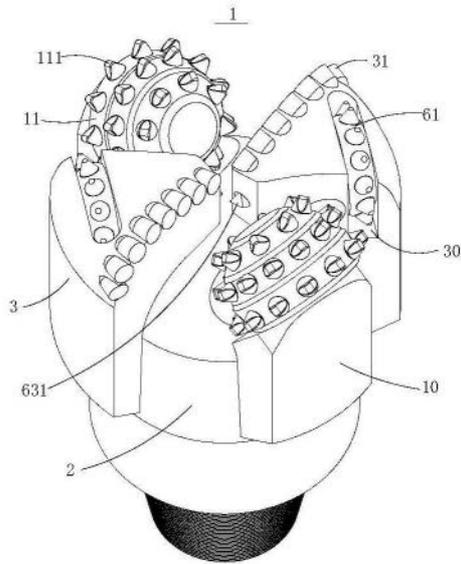


图10

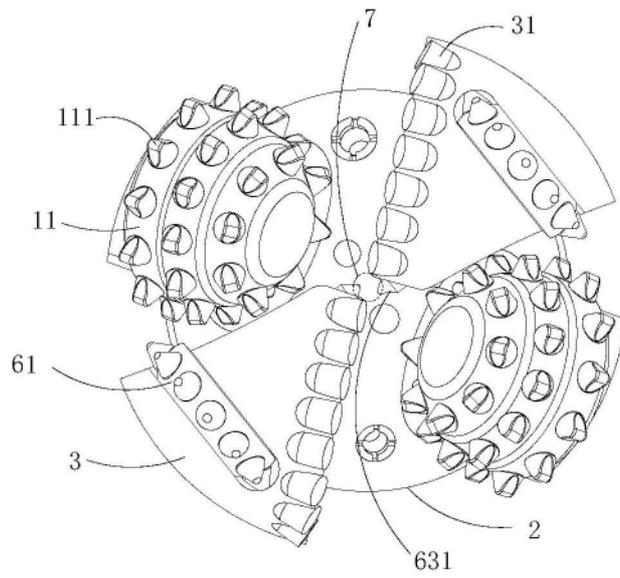


图11

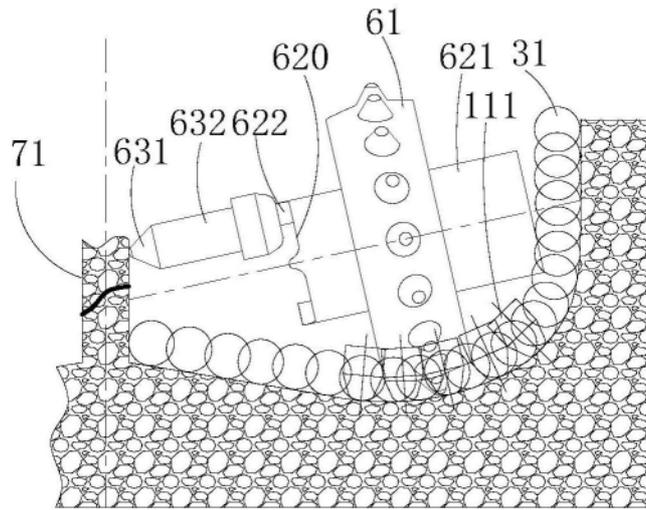


图12