



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208106331 U

(45)授权公告日 2018.11.16

(21)申请号 201820239187.4

(22)申请日 2018.02.10

(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 杨迎新 张春亮 牛世伟 任海涛

(51)Int.Cl.

E21B 12/00(2006.01)

E21B 10/43(2006.01)

E21B 10/54(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

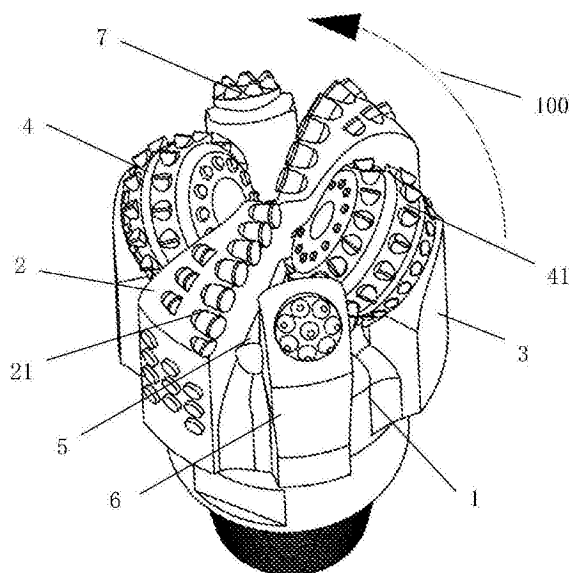
权利要求书1页 说明书12页 附图18页

(54)实用新型名称

具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头

(57)摘要

本实用新型公开了一种适于在硬地层定向钻进复合式金刚石钻头,属于钻探领域。钻头主要包括钻头体、延伸自钻头体或固定在钻头体上的若干个刀翼和至少两个牙掌、至少两个由牙轮体与牙齿组成的牙轮、水眼或喷嘴,所述牙轮与牙掌转动连接,所述刀翼上设置有刮切齿。对于任意两个相邻牙轮,在钻头的旋转方向上,周向位置靠前的为前牙轮,位置靠后的为后牙轮,在后牙轮之前、前牙轮之后的区域设置有至少一个刀翼,且在至少一个刀翼与前牙轮之间,设置有延伸自钻头体或固定在钻头体上的缓冲座,缓冲座上设置有旋转缓冲元件。本实用新型钻头能够显著减轻钻头在导向钻井过程中的冲击振动,减少刮切齿的冲击失效,提高钻头的可持续钻进能力。



CN 208106331 U

1. 具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,包括钻头体、延伸自钻头体或固定在钻头体上的若干个刀翼和至少两个牙掌、至少两个由牙轮体与牙齿组成的牙轮、水眼或喷嘴,所述牙轮与牙掌转动连接,所述刀翼上设置有刮切齿,其特征在于:对于任意两个相邻牙轮,在钻头的旋转方向上,周向位置靠前的为前牙轮,位置靠后的为后牙轮,在后牙轮之前、前牙轮之后的区域设置有至少一个刀翼,且在至少一个刀翼与前牙轮之间,设置有延伸自钻头体或固定在钻头体上的缓冲座;缓冲座上设置有由旋转体及缓冲元件组成的旋转缓冲单元,所述旋转缓冲单元通过所述缓冲座上的空槽,与缓冲座转动连接。

2. 根据权利要求1所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述旋转缓冲单元周向偏移角的范围为 $0^{\circ} \leq |\theta| \leq 60^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述旋转缓冲单元法向偏移角的范围为 $0^{\circ} \leq |\gamma| \leq 60^{\circ}$ 。

4. 根据权利要求1所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述缓冲元件通过过盈配合、焊接、螺纹连接方式与旋转体固定连接,或与旋转体为一体式结构。

5. 根据权利要求1所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:旋转缓冲单元置于基体中,形成旋转缓冲模块,所述旋转缓冲单元的旋转体通过基体上的容置槽与基体转动连接;基体通过缓冲座上的空槽与缓冲座固定连接。

6. 根据权利要求5所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述旋转体在所述基体的容置槽中能沿自身轴线方向滑动。

7. 根据权利要求5所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述旋转体为滚珠。

8. 根据权利要求5所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述旋转缓冲模块内设置有弹簧、缓冲垫、液压缓冲系统,或由上述组合而成的缓冲系统。

9. 根据权利要求1所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述旋转缓冲单元为滚体结构,所述滚体通过缓冲座上的空槽与缓冲座形成具有双侧支撑的转动连接。

10. 根据权利要求1所述的具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头,其特征在于:所述缓冲座的外侧面与刀翼的保径面为相同回转面,共同参与钻头保径。

具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头

技术领域

[0001] 本发明属于石油天然气钻探工程、矿山工程、建筑基础工程钻孔施工、地质钻探、地热钻探、水文钻探、隧道工程、盾构及非开挖等技术设备领域，特别是涉及一种钻进钻头。

背景技术

[0002] 钻头是钻井工程中用以破碎岩石、形成井筒的破岩工具，常用的有聚晶金刚石复合片钻头(PDC钻头)、牙轮钻头以及孕镶金刚石钻头。PDC钻头依靠高硬度、高耐磨性、具有自锐能力的聚晶金刚石复合片来剪切岩石，PDC钻头凭借在软到中硬地层中机械钻速高、寿命长，钻进成本低等优点，在油气勘探、地热钻井作业等工程中得到了广泛使用。以PDC钻头为代表的固定刮切齿钻头通常都具有若干个刀翼，刀翼上沿着钻头径向设置有多个切削元件(对PDC钻头，切削元件主要是聚晶金刚石复合片，简称复合片或PDC齿)。牙轮钻头以冲击压碎的方式破岩，在井底形成一个个离散的破碎齿坑。在难钻地层中，两种钻头的表现均不能令人满意。

[0003] 难钻地层主要是指地层的可钻性差，具体表现为岩石的硬度高、不均质程度高、研磨性强、温度高等。这些岩石性质条件可能存在各种复杂的组合、变化，且一般都具有较大的不可预知性，特别是在深井、超深井的深部地层表现尤其突出。钻头在难钻地层中钻进的寿命短、钻速慢，是制约钻井工程降本增效的最大技术瓶颈之一。

[0004] 孕镶金刚石钻头也是一种重要的钻头种类，它以孕含在刀翼体或刮切齿中的大量金刚石微小颗粒(即金刚石微切削刃)形成的基本切削刃作为切削元件，钻头的破岩原理与砂轮的磨削原理相仿，即暴露在钻头表面的金刚石微粒以磨削或微切削的方式切削井底岩石，并伴随着金刚石微粒的逐渐“磨钝”、脱落以及其粘结材料的不断磨蚀，新的金刚石磨粒不断出刃继续工作。孕镶金刚石钻头的这种“磨削”原理，决定了它的应用对象主要为高硬度、强研磨性等不适宜用PDC钻头的难钻甚至极难钻地层，且一般在高转速下才能达到相对较好的破岩效果。将金刚石微粒孕含在胎体式刀翼体中所形成的切削元件称为刀翼孕镶体或刀翼孕镶块(简称孕镶体或孕镶块)，孕含在刮切齿中所形成的切削元件则称为孕镶刮切齿(简称孕镶齿)。孕镶体自身构成了孕镶金刚石钻头刀翼体的一部分，属于孕镶钻头基本的切削结构，而孕镶齿则通常为固结在刀翼孕镶体上的附加切削结构。在刀翼孕镶体上增设孕镶齿，既有助于改善孕镶钻头在钻遇软地层时的适应性，更能显著增加孕镶金刚石钻头切削结构的工作寿命。孕镶体、孕镶齿以及孕镶体与孕镶齿的各种组合，均可形成钻头的孕镶切削元件，钻头上所有的孕镶切削元件构成了钻头的孕镶切削结构。尽管孕镶钻头在难钻地层拥有较长的工作寿命，但机械钻速仍不尽如意。

[0005] 自2009年美国贝壳休斯公司推出牙轮—PDC复合钻头(简称复合钻头)产品以来，这种新钻头已在油气开发领域得到了成功应用。在难钻地层中，相对于常规PDC钻头，PDC-牙轮复合钻头的工作性能在一定程度上得到了提高。PDC-牙轮复合钻头一般由若干个PDC刀翼和两个或两个以上牙轮复合而成，PDC刀翼为钻头的主切削结构，而牙轮则为辅助切削结构。通常，相邻两个牙轮之间具有至少一个PDC刀翼。

[0006] 在复合钻头上,牙轮设置在钻头上PDC齿磨损速度更快的径向外围区域(通常在钻头半径二分之一以外的区域),在该区域,牙轮牙齿和刀翼上的PDC齿共同作用于井底岩石,牙轮牙齿不仅能起到对井底岩石的预破碎、预损伤作用,而且由于其承压能力强,故能产生一定的缓冲效果从而实现对刀翼PDC齿的保护。复合钻头的工作扭矩相对较低,有利于维持工具面的稳定,所以也适于在定向钻井条件下工作。在未设置牙轮的心部区域,刀翼布齿仍沿用了常规PDC钻头的设计方法,密度相对较稀。在定向钻进过程中,特别是在其中的复合钻进条件下,钻头心部区域的切削条件复杂,PDC齿易承受反向载荷和冲击载荷,故容易出现心部区域PDC齿快速失效的现象。当某颗齿失效后,加重井底环带相邻齿的工作负荷,发生相邻齿的连锁失效,从而造成钻头心部区域性的PDC齿早期失效(此即所谓“掏心”现象),直接导致钻头寿命终止。在定向钻井中,在井下动力钻具(通常是有弯角的螺杆钻具,简称弯螺杆)以及钻杆(转盘或顶驱)双重驱动下,PDC钻头在井底既有公转又有自转,故钻头与井底岩石的相互作用规律比钻直井复杂得多,在钻直井时,钻头的各刀翼同时工作,且切削状态相对比较稳定;但在定向钻井中,钻头的切削过程已明显与稳定的“钻削”不同,而是更接近于“铣削”——各刀翼的工作存在一定程度的交替性(各刀翼的切削负荷前后相续地周期性变化),使PDC齿的切削力具有一定程度的周期变化特性。复合钻头同样具有类似的特性,牙轮和刀翼一样,其工作状态会在重负荷与轻负荷状态之间循环变化——牙轮运动到井底最低位置附近时为重负荷状态,随着钻头的旋转,牙轮在井底的位置开始升高,负荷开始减轻,其后的刀翼开始逐渐接近最低位置,从较轻的负荷状态进入重负荷状态。复合钻头在复合钻进条件下的破岩过程就是这种牙轮、刀翼负荷状态前后相续交替变化过程的不断延续。由于复合钻头结构的特殊性,牙轮占据了较大的钻头空间,为保障在有效清洗和冷却PDC刀翼的同时,尽可能减少钻井液对牙轮的冲蚀,通常设计时在牙轮与其后的刀翼之间设置的空间较大,从而在牙轮与其后刀翼之间形成较大的周向跨度。这样,一方面容易因钻头与井壁间的多边形效应而引起钻头强烈的横向振动,另一方面,当重负荷状态的牙轮向其后的刀翼过渡时,较大的周向跨度会导致刀翼PDC齿(特别是外部PDC齿——径向外1/3区域的PDC齿)的负荷状态发生急剧变化,从小负荷甚至零负荷下急剧升高,当地层岩石较硬时,这种冲击很容易导致刀翼外部PDC齿的冲击崩损甚至脆断。

[0007] 冠部轮廓(亦称切削轮廓)是钻头重要的结构特征之一,它反映钻头上各个切削元件在井底破碎岩石的工作位置和状态,是一个对钻头的地层适应性、钻进性能有重要影响的结构特征。目前金刚石钻头切削轮廓形状呈抛物线状,一般包括内锥、鼻部(冠顶区域)、外锥、肩部和保径五部分。假设钻头上有一个通过钻头轴线和钻头上某一点的剖切平面(称之为过该点的轴线平面或轴面)。当钻头在钻进速度为零的条件下绕自身轴线旋转时,刮切齿的齿刀轮廓线与剖切平面或轴面相交形成交线,该交线为刮切齿的轴面轮廓线。将所有刮切齿的轴面轮廓线汇集在一起形成钻头的井底覆盖图。钻头切削轮廓指在井底覆盖图中,所有齿的轴面轮廓线相切的包络曲线。同样,复合钻头的切削轮廓定义也适用上述方法。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于:提出一种适于在硬地层定向钻进的复合钻头,能够显著减轻钻头在导向钻井过程中的冲击振动,减少刮切齿的冲击失效,提高钻头的可持续钻进能力。

[0009] 本发明目的通过下述技术方案来实现：

[0010] 具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头，包括钻头体、延伸自钻头体或固定在钻头体上的若干个刀翼和至少两个牙掌、至少两个由牙轮体与牙齿组成的牙轮、水眼或喷嘴，牙轮安装在牙掌上，与牙掌转动连接，刀翼上设置有PDC复合片和/或TSP等刮切齿，对于任意两个相邻牙轮，在钻头的旋转方向上周向位置靠前的为前牙轮，位置靠后的为后牙轮，在后牙轮之前、前牙轮之后的周向区域设置有至少一个刀翼，且在至少一个刀翼与前牙轮之间，设置有延伸自钻头体或固定在钻头体上的缓冲座；缓冲座上设置有由旋转体及缓冲元件组成的旋转缓冲单元，旋转缓冲单元通过所述缓冲座上的空槽，与缓冲座转动连接。

[0011] 对于本发明所涉及的钻头本体、牙掌、牙轮、牙齿、刀翼、水眼、喷嘴为本领域公知的概念，在此不做赘述，可以参阅图1、2、28，为本发明钻头的结构示意图，其中，1为钻头本体、3为牙掌、4为牙轮体、41为牙齿、2为刀翼、21为刮切齿、5为水眼或喷嘴。

[0012] 上述方案中，当钻头上只有两个牙轮时，则每个牙轮既可为前牙轮，也可为后牙轮，当指定一个牙轮为前牙轮时，另一个牙轮就为后牙轮，反之亦然。请参阅图1，假如在钻进方向上（标号100），指定标号为3的牙掌上的牙轮为前牙轮，旋转跟随的另一牙轮即为后牙轮，反之，亦可。实际上，上述方案中所述的缓冲座是独立的设置在钻头体上，不与刀翼和牙掌相连接。

[0013] 凡是以刮切原理（刮削、剪切原理）破碎岩石的切削元件，称为刮切齿。如，PDC聚晶金刚石复合片、TSP热稳定聚晶金刚石齿是典型的刮切齿，牙轮上用以破岩的较“尖”的牙齿也可称为刮切齿。

[0014] 凡是通过纵向承载、分压，增加与岩石的纵向接触面积，以限制刮切齿吃入深度，并通过缓冲效果减少刮切齿冲击失效的辅助切削元件，称为缓冲元件或缓冲齿。缓冲元件的工作端要求具有较高的耐压、抗冲击强度，比如用在牙轮钻头上较“钝”的锥球牙齿、楔形牙齿。除此之外，其他具有耐压、抗冲的元器件也可作为缓冲元件，如孕镶块、孕镶齿。缓冲元件的工作端的曲面可以为平的、外凸的、凹的、以及它们之间的组合。缓冲元件的材料可以为人造金刚石、天然金刚石、孕镶金刚石、硬质合金、立方氮化硼、陶瓷等。

[0015] 需要特殊说明的是：刮切齿也可以起到缓冲作用，如PDC齿、TSP齿平镶在旋转体上，此时刮切齿并非以刮切原理工作，而主要是起到分担钻压，限制钻头上其他刮切齿吃深的作用。

[0016] 缓冲元件或缓冲齿的形体结构可以为回转体，亦可为非回转体，亦或两则的组合。对于回转体而言，加工方便，而非回转体，设计更加灵活。截面形状可为圆形、椭圆形、腰鼓形、菱形、环形、多边形、以及它们之间的组合。

[0017] 本发明钻头缓冲座的减震缓冲原理如下：

[0018] 常规钻进中，钻头在绕钻头轴线旋转时，因钻头并非完整圆柱体而产生多边形效应，同时会在旋转方向上产生振动（或称为扭振），本发明中用玄高来评价。请参阅图4，钻头上相邻两切削结构在钻头圆周方向上相距最远，且距井壁最近的两点（或两个小的区域）之间的玄高值越大，钻头的多边形效应或周向振动就越严重，反之越小。本发明实施例中，在径向方向上，缓冲结构至少部分在由原玄线和所截小圆弧组成的面域内，这样将原来的玄高 L_0 变为了现有的玄高 L_1 ，玄高的降低，多变形效应得到了缓解，振动冲击减弱。

[0019] 特别地，在导向钻井中（请参阅图5），因螺杆自带弯角，钻头旋转轴线和钻柱轴线

存在一定夹角,钻头12的自转(螺杆马达提供)和公转(转盘提供)回转中心不再重合(图6中 O_g 和 O_z 分别为公转和自转的中心),两则运动速度的矢量和,不再是直接叠加,钻头的运动情况更为复杂。导向钻井的复合钻进过程中,因钻头自转轴线和钻柱(或井壁)轴线出现偏差,使得实际井筒直径大于钻头直径。在此情况下,在径向范围内,钻头只有部分的切削结构在实际与未破除岩石接触。实际上,在动态的破岩过程中,在公转的作用下,切削结构依次轮流与岩石接触。显然,两种切削结构在切换过程中,存在着对井壁的冲击或撞击。现有牙轮-PDC复合钻头两种切削结构之间的跨度或玄高(图6中的 S_y)比较大,当某一切削结构向另一切削结构切换时,钻头对井底岩石的已经不再是小幅值冲击,而变为大幅值撞击,加之,钻头外部刮切齿,工作速度更大,容易产生脆断。复合钻进过程中,减小切削结构之间的跨度(S_h)或玄高,能够减缓撞击,是增强钻头钻进能力的有效手段。本发明钻头技术中,在牙轮和PDC两种切削结构中间设置缓冲结构,能够大幅降低牙轮和PDC两种切削结构之间的玄高或跨度,在两种切削结构切换过程中,起到过渡的作用,减小撞击对刮切齿的损害程度。此外,缓冲结构的设置,钻头的圆度变的更好,多边形效应也得到显著缓解。

[0020] 在轴向方向上,无论是常规钻井,还是导向钻井,在某种特殊情况下(例如钻头在一定钻压下,由硬地层突然进入软地层),加在钻头上的钻压突然释放,将会使钻头产生冲击,刮切齿上的比压大幅增加,容易造成刮切齿的损坏。本发明技术的缓冲结构,在这种情况下,能够限制刮切齿的吃入过深,提供更多的支撑点或区域,分担部分钻压,减小振幅,对刮切齿形成一个很好的保护。

[0021] 更重要的是:

[0022] 钻进过程中,旋转缓冲单元能够相对钻头体具有一个旋转自由度。在受到不平衡力的作用下,旋转体能够绕自身轴线旋转,旋转体上缓冲元件的轮换工作,能够实现缓冲元件的均匀磨损,避免因偏磨而造成缓冲结构的快速失效,进一步的增强钻头的工作寿命。

[0023] 进一步,缓冲元件为金刚石复合片,其工作端是平面,亦可为具有外凸曲面,或外凸曲面与内凹曲面的组合。

[0024] 进一步,缓冲座上设置有至少一个旋转缓冲单元。

[0025] 作为优选,缓冲元件通过过盈配合、焊接、螺纹连接等方式与旋转体固定连接,或与旋转体为一体式结构。

[0026] 作为优选,旋转缓冲单元的工作轮廓线与钻头的切削轮廓线法向距离的范围为-5~20mm。

[0027] 上述方案中,旋转缓冲单元的工作轮廓线同钻头的切削轮廓线的定义方法相同,在此不在赘述。在井底覆盖图中,旋转缓冲单元的工作面轮廓线与钻头的切削轮廓线的高差在-5~20mm内。请参阅图8,高差的定义为,在钻进方向上,旋转缓冲单元的工作面轮廓线低于钻头切削轮廓线为负,高于钻头轮廓线为正值。容易想到的是,旋转缓冲单元的轮廓线的设计与钻头工作轮廓线可以不等距,甚至可以相互交叉。

[0028] 一般而言,钻头的切削轮廓线大致分为心部(标号41)、内锥(标号42)、鼻部(标号43)、肩部(标号44)和保径段(标号45),请参阅图7。钻头工作过程中,钻头外三分之一区域内刮切齿,线速度较大,受到的冲击较内部齿通常要大。本发明缓冲结构主要设置在外部区域,即鼻部、外肩部、甚至保径部,以达到对防止外部齿受冲击破坏,延长钻头整体工作寿命的目的。

[0029] 作为优选,旋转缓冲单元周向偏移角的范围为 $0^{\circ} \leq |\theta| \leq 60^{\circ}$ 。

[0030] 上述方案中,周向偏移角范围的设定,能够实现旋转缓冲单元旋转速度的可控。为方便理解周向偏移角,首先约定旋转缓冲单元的基准点。一般对于回转体而言,规定旋转模块工作端面的中心点,而对于非回转体,设定其工作端的重心为基准点。这里,以回转体形式的旋转缓冲单元为例,对周向偏移角描述。请参阅图9,在经过缓冲元件基准点O且垂直于钻头轴线的平面内,连接基准点O和钻头中心点T,则直线OT(实际上是过基准点O且通过钻头中心线的平面,在上述平面内的投影)与旋转缓冲单元的回转轴OH在该平面内投影直线的夹角 δ 即为周向偏移角,其正负的约定为:以O点为着眼点,若线OT在平行于钻头柱面的旋转模块柱面的左方,则为正,反之为负。

[0031] 作为优选,旋转缓冲单元法向偏移角的范围为 $0^{\circ} \leq |\gamma| \leq 60^{\circ}$ 。

[0032] 在井底覆盖图中,当旋转缓冲单元的工作轮廓线与钻头的切削轮廓向重合或平行时,其回转轴OH与钻头轴线自然形成的夹角称之为法向基准角,此时的回转轴OH称之为基准法线,请参阅图10。当旋转缓冲单元的回转轴OH与基准法线不重合时(即绕基准点O发生了转动),即形成法向偏移角,请参阅图11。其正负约定为:当回转轴在基准线的上方时,为正,反之为负。

[0033] 作为优选,旋转缓冲单元能沿自身轴线方向滑动。

[0034] 本方案中,有几种较佳的实施方案;在旋转缓冲单元与缓冲座轴向配合面之间设置有软质材料,比如橡胶,请参阅图13、15;图13显示了配合面之间设置有弹簧系统;或配合面之间设置有液压缓冲系统;或者配合面之间亦可设置橡胶、弹簧、液压等或它们之间的组合。缓冲系统的设置,能有有效的缓解旋转缓冲单元承受的沿自身轴线方向的轴向冲击,能有有效的防止缓冲元件因冲击过载造成的功能失效,有效的缓解了旋转缓冲模块的工作压力,从而提高旋转缓冲模块的使用寿命。

[0035] 作为优选,旋转缓冲单元置于基体中,形成旋转缓冲模块,旋转缓冲单元的旋转体通过基体上的容置槽与其转动连接,基体通过缓冲座上的空槽与缓冲座固定连接。

[0036] 上述结构中的旋转缓冲模块包括基体、旋转体和缓冲元件或缓冲齿,缓冲元件或缓冲齿通过过盈配合、焊接、烧结、或机加工等方法与旋转体固结,旋转体设置在基体的容置槽(请参阅图16中标号74)内,与基体形成转动连接。基体用于和缓冲座上的空槽固定连接,实际上仍然形成了旋转体相对缓冲座能够转动。基体、旋转体的材料包括钢材、硬质合金、粉末冶金材料以及金属复合材料,缓冲元件或缓冲齿材料包括硬质合金、天然金刚石、聚晶金刚石复合片、热稳定聚晶金刚石、天然金刚石孕镶块、人造金刚石孕镶块、立方氮化硼、陶瓷以及包括硬质合金、金刚石、立方氮化硼或陶瓷的复合材料。

[0037] 基体的形体结构可以为回转体,亦可为非回转体,亦或两则的组合。对于回转体而言,加工方便,而非回转体,设计更加灵活。截面形状可为圆形、椭圆形、腰鼓形、菱形、环形、多边形、以及它们之间的组合。为与基体适配,缓冲座上空槽的界面形状亦可为圆形、椭圆形、腰鼓形、菱形、环形、多边形、以及它们之间的组合。

[0038] 进一步,旋转缓冲模块的基体的横截面为圆形,直径范围为5~40mm。

[0039] 进一步,旋转缓冲模块的基体在靠近缓冲元件一段的横截面大于远离缓冲元件的一端。

[0040] 该方案中,在基体与旋转体配合面(第一抵接面与第二抵接面的配合,请参阅图

17)处增加接触面积,可以在此设计密封结构,避免因钻井液或微小颗粒进入基体的回转腔内,造成转动副的失效。

[0041] 进一步,旋转缓冲模块中的缓冲元件与旋转体成为一体。

[0042] 本方案中,旋转体和缓冲元件成为了一体。应当理解的,缓冲元件和旋转体不是通过焊接或轴孔配合设置在一起的,而是直接由同一材料毛坯,加工出不同形状的工作端,请参阅图20。特别地,当旋转体加工成为滚珠时,实际上就具备了万向球的功能,旋转方向不再受限。在缓冲的同时,还能起到降低扭矩的作用。

[0043] 进一步,旋转体上具有至少一个缓冲元件。

[0044] 进一步,基体通过缓冲座的空槽与缓冲座转动连接。

[0045] 作为优选,旋转体在基体的容置槽内,能沿自身轴线方向滑动。

[0046] 本方案中,较佳的方案是在旋转体与基体容置槽的底面配合面之间设置缓冲系统。缓冲系统的设置能有效的缓解旋转缓冲模块承受的自身轴线方向的轴向冲击,能有效的防止缓冲元件因冲击过载造成的功能失效,有效的缓解了旋转缓冲模块的工作压力,从而提高旋转缓冲模块的使用寿命。缓冲系统中缓冲结构可以包括橡胶、弹簧、液压,以及它们之间的组合。

[0047] 进一步的,缓冲座与基体之间设置有弹簧、缓冲垫、液压缓冲系统,或由上述组合而成的缓冲系统。

[0048] 进一步的,缓冲座与基体之间、旋转体与基体之间同时设置有弹簧、缓冲垫、液压缓冲系统,或由上述组合而成的缓冲系统。

[0049] 作为优选,缓冲座上的旋转缓冲单元为滚体结构,滚体通过缓冲座上的空槽与缓冲座形成具有双侧支撑的滚动连接。

[0050] 本结构中,滚体在缓冲座上的安装方式和工作方式明显不同于上述方案,请参阅图28。旋转缓冲模块和其他旋转缓冲单元的工作端在沿着其回转轴线的方向,而滚体的工作区域或部分在其回转轴线法向上或径向上。在安装方向方式上,滚体与缓冲座形成双侧支撑,可以形成更多的转动副,这一点与缓冲模块具有明显区别。显然,滚体的结构形式可以有多种,较优的方案包括:滚体为包括镶齿牙轮结构(图29)和洗齿牙轮结构(图30);滚体为滚轮结构(图32);以及以上结构的组合。

[0051] 当滚轮的轴线指向钻头中心线相交时,滚轮工作的时候纯滚动,在缓冲的同时,还能够变滑动摩擦为滚动摩擦,能够降低工作扭矩。

[0052] 作为优选,缓冲座上还可设置刮切齿或缓冲元件。

[0053] 作为优选,缓冲座的外侧面与刀翼的保径面为相同回转面,共同参与保径。

[0054] 本发明的有益效果:

[0055] 1、本发明方案中缓冲结构的设置,能够在钻进方向和径向方向上提供更多的支撑点或区域,减弱钻头钻进过程中的轴向振动以及扭转振动现象。

[0056] 2、导向钻井中,本发明结构能够减小切削结构之间的跨度或玄高,减缓撞击,大幅度降低外部刮切齿的冲击载荷,是增强钻头工作寿命的有效手段。钻头钻进过程中的稳定,使心部刮切齿所受冲击较小,避免了心部齿的早期失效,有效减小了掏心现象的发生。

[0057] 3、旋转缓冲单元为可旋转的方案,模块上的缓冲元件与地层交替接触,磨损均匀,发热少且利于散热,不易产生热磨损,利于延长缓冲结构寿命。

[0058] 4、当本发明技术在起到缓冲作用的同时,还能降低钻头的工作扭矩。特别是导向钻井中,效果更佳明显。

[0059] 附图说明:

[0060] 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。

[0061] 图1是本发明实施方式提供的第一种钻头在第一视角下的结构示意图。

[0062] 图2是本发明实施方式提供的第一种钻头在第二视角下的结构示意图。

[0063] 图3是本发明缓冲座上空槽的结构示意图。

[0064] 图4是玄高的定义示意图。

[0065] 图5、6是钻头导向钻井的工作原理示意图。

[0066] 图7为复合钻头切削轮廓的不同区域。

[0067] 图8为本发明实施方式中缓冲结构工作轮廓线与钻头切削轮廓线距离范围关系示意图。

[0068] 图9是表示缓冲模块周向偏移角的结构示意图。

[0069] 图10是表示缓冲模块法向线的结构示意图。

[0070] 图11是表示缓冲模块法向偏移角的结构示意图。

[0071] 图12是本发明实施方式提供的第一种旋转缓冲单元的结构示意图。

[0072] 图13是本发明实施方式提供的第二种旋转缓冲单元的结构示意图。

[0073] 图14是本发明实施方式提供的第三种旋转缓冲单元的结构示意图。

[0074] 图15是本发明实施方式提供的第四种旋转缓冲单元的结构示意图。

[0075] 图16是本发明实施方式提供的旋转缓冲模块在第一视角下的结构示意图。

[0076] 图17是缓冲模块第一抵接面和第二抵接面的定义示意图。

[0077] 图18是本发明实施方式提供的第二种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0078] 图19是本发明实施方式提供的第三种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0079] 图20是本发明实施方式提供的第四种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0080] 图21是本发明实施方式提供的第五种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0081] 图22、23是本发明实施方式提供的不同类型的金刚石复合齿示意图。

[0082] 图24是本发明实施方式提供的第六种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0083] 图25是本发明实施方式提供的第七种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0084] 图26是本发明实施方式提供的第八种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0085] 图27是本发明实施方式提供的第九种旋转缓冲模块的局部剖视图。

[0086] 图28是本发明实施方式提供的第二种钻头在第二视角下的结构示意图。

[0087] 图29是本发明实施方式提供的滚体安装在缓冲座上的剖视图。

[0088] 图30是本发明实施方式提供的第一种滚体的剖视图。

[0089] 图31是本发明实施方式提供的第二种滚体的剖视图。

[0090] 图32是本发明实施方式提供的第三种滚体的剖视图。

具体实施方式

[0091] 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。

[0092] 实施例1

[0093] 本发明实施例提供了一种具有旋转缓冲结构的复合式金刚石钻头。请参阅图1与图2,该钻头包括钻头体1、刀翼2、由2个牙轮体4和牙齿41组成的牙轮、牙掌3、水眼或喷嘴5、以及缓冲座6。刀翼2延伸自钻头体1或固定在钻头体1上,刀翼2上设置有刮切齿21。在前牙轮和后牙轮之间设置有刀翼2,缓冲座6独立的设置在前牙轮和旋转跟随的刀翼2之间。旋转缓冲单元7通过缓冲座6上的空槽61相对缓冲座转动连接。旋转缓冲单元7由旋转体71和缓冲元件或缓冲齿72组成。

[0094] 请参阅图1,该实施方案钻头上只有两个牙轮时,则每个牙轮既可为前牙轮,也可为后牙轮,当一个牙轮为前牙轮时,另一个牙轮就为后牙轮,反之亦然。更具体的是,假如在钻进方向上(件号100),指定标号为3的牙掌上的牙轮为前牙轮,旋转跟随的另一牙轮即为后牙轮,反之也可指定另一个牙轮为前牙轮,标号3牙掌上的牙轮则为后牙轮。这样,两个相邻牙轮之间的均设置有缓冲座6。

[0095] 钻头还包括钻头轴线,在破岩过程中,钻头可绕钻头轴线转动,使刀翼2上的刮切齿21与岩石之间发生相对运动,从而切削岩石。

[0096] 牙轮通过轴颈与牙掌3转动连接,当钻头绕钻头轴线发生公转时,牙轮绕自身轴线发生自转,其上牙齿41通过挤压冲击破碎岩石。

[0097] 本发明钻头的工作原理:

[0098] 常规钻进中,钻头在绕钻头轴线旋转时,因钻头并非完整圆柱体而产生多边形效应,同时会在旋转方向上产生振动(称为周向振动),本发明中用玄高来评价。请参阅图4,钻头上相邻两结构在钻头圆周方向上相距最远,且距井壁最近的两点(或两个小的区域)之间的玄高值越大,钻头的多边形效应或周向振动就越严重,反之越小。本发明实施例中,在径向方向上,缓冲结构至少部分在由原玄线和所截小圆弧组成的面域内,这样将原来的玄高 L_0 变为了现有的玄高 L_1 ,玄高的降低,多边形效应得到了缓解,振动冲击减弱。

[0099] 特别地,在导向钻井中(请参阅图5),因螺11杆自带弯角,钻头12旋转轴线和钻柱轴线存在一定夹角,钻头12的自转(螺杆马达提供)和公转(转盘提供)回转中心不再重合(图6中 O_g 和 O_z 分别为工作和自转的中心),两则运动速度的矢量和,不再是直接叠加,钻头12的运动情况更为复杂。导向钻井的复合钻进过程中,因钻头12自转轴线和钻柱(或井壁)轴线出现偏差,使得实际井筒13直径大于钻头12直径。在此情况下,在径向范围内,钻头12只有部分的切削结构在实际与未破除岩石接触。实际上,在动态的破岩过程中,在公转的作用下,切削结构依次轮流与岩石接触。显然,两种切削结构在切换过程中,存在着对井壁的冲击或撞击。现有牙轮-PDC复合钻头两种切削结构之间的跨度(图6中的 S_y)或玄高比较大,

当某一切削结构向另一切削结构切换时,钻头对井底岩石的已经不再是小幅值冲击,而变为大幅值撞击,加之,钻头外部刮切齿,工作速度更大,容易产生脆断。复合钻进过程中,减小切削结构之间的跨度(Sh)或玄高,能够减缓撞击,是增强钻头钻进能力的有效手段。本发明钻头技术中,在牙轮和PDC两种切削结构中间设置缓冲结构,能够大幅降低牙轮和PDC两种切削结构之间的玄高或跨度,在两种切削结构切换过程中,起到过渡的作用,减小撞击对刮切齿的损害程度。此外,缓冲结构的设置,钻头12的圆度变的更好,多边形效应也得到显著缓解。

[0100] 在轴向方向上,无论是常规钻井,还是导向钻井,在某种特殊情况下(例如钻头在一定钻压下,由硬地层突然进入软地层),加在钻头12上的钻压突然释放,将会使钻头12产生冲击,刮切齿21上的比压大幅增加,容易造成刮切齿21的损坏。本发明技术的缓冲结构,在这种情况下,能够限制刮切齿21的吃入过深,提供更多的支撑点或区域,分担部分钻压,减小振幅,对刮切齿21形成一个很好的保护。

[0101] 更重要的是:

[0102] 钻进过程中,旋转体72能够相对钻头体1具有一个旋转自由度。在受到不平衡力的作用下,旋转体72能够绕自身轴线旋转,旋转体72上缓冲元件73的轮换工作,能够实现缓冲元件73的均匀磨损,避免因偏磨而造成缓冲结构的快速失效,进一步的增强钻头的工作寿命。

[0103] 特别地,本发明技术,还有另一种优势。众所周知,对于常规复合钻头而言,钻头产生的振动或撞击,使刀翼2上的刮切齿21,受到较大的冲击。在外部区域因牙轮与刀翼2上的刮切齿21共同承担,刀翼2上的刮切齿21受到的冲击载荷能够得到一定的缓解。但,复合钻头心部的刮切齿21,受到的冲击只能自己承担,工况十分恶劣,一旦某颗齿失效,井底环带相邻齿的工作复合加重,进而快速失效,导致钻头的异常失效“掏心”。而本发明,缓冲结构的设置,能够显著减低幅值(包括轴向和周向),即起到对钻头的缓冲减震效果,钻头的异常失效得到抑制。特别是导向钻井中,本发明的优势更加明显。

[0104] 旋转缓冲单元7在缓冲座6的空槽61内的轴向定位可以依靠锁紧滚珠,请参阅图12,还可以用螺钉、卡簧,请参阅图13、14图15。

[0105] 当旋转缓冲单元7远离缓冲元件72的一端轴面与空槽底面两个配合面之间留有间隙时,旋转缓冲单元7便有了沿轴向移动的自由度,旋转缓冲单元7的轴向移动距离范围为0~10mm为最佳。特别地,在两配合面之间设置减振元件时,能够有效的减小缓冲元件因瞬时过载造成的功能性失效。请参阅图13和15,两者配合面之间分别设置了橡胶91和弹簧95两种减振元件,容易想到的是,还可以设置液压甚至气压减震元件,或是它们之间的组合。由此,还可以想到,旋转体72侧面和空槽61的侧面之间,和旋转体72与空槽61轴端配合面之间分别设置轴套92和垫片91,能够提高旋转次数,有效延长旋转缓冲单元的寿命,请参阅图14和15。

[0106] 进一步的,旋转缓冲单元7还可以多阶梯状,即旋转体72与空槽61具有多个轴向配合面,请参阅图13。当旋转缓冲单元具有多个轴向配合面时,减震元件可以设置在任一配合面,图13中,橡胶91减震元件即设置在了第一配合面之间,即靠近缓冲元件73一端。

[0107] 需要说明的是:

[0108] 缓冲元件73是缓冲结构的工作部,通过焊接、过盈配合、或通过机加工方式与旋转

体加工为一体的办法固定在旋转体72上的元器件,相对于旋转体72的自由度数量为零。缓冲元件73的工作端要求具有较高的耐压、抗冲击强度,比如用在牙轮钻头上较“钝”的锥球牙齿(参阅图1、2、12、13)、楔形牙齿。除此之外,其他具有耐压、抗冲的元器件也可作为缓冲元件,如孕镶块、孕镶齿。刮切齿也可以起到缓冲作用,如PDC齿、TSP齿平镶在缓冲座上,此时刮切齿并非以刮切原理工作,而主要是起到分担钻压,限制钻头上其他刮切齿吃深的作用。

[0109] 借助上文所描述的孕镶体这一概念,特别地说明,当金刚石颗粒孕含在旋转体内时,缓冲元件73和旋转体72融为一体。缓冲元件73工作端的曲面可以为平的、外凸的、凹的、以及它们之间的组合。缓冲元件的材料可以为人造金刚石、天然金刚石、孕镶金刚石、硬质合金、立方氮化硼、陶瓷等。

[0110] 缓冲元件73的形体结构可以为回转体,亦可为非回转体,亦或两则的组合。对于回转体而言,加工方便,而非回转体,设计更加灵活。截面形状可为圆形、椭圆形、腰鼓形、菱形、环形、多边形、以及它们之间的组合。

[0111] 实施例2

[0112] 本发明实施例提供了一种适于在硬地层定向钻进复合钻头。请参阅图1、16与图17,该钻头包括钻头体1、刀翼2、由两个牙轮体4和牙齿41组成的牙轮、牙掌3、水眼或喷嘴5、以及缓冲座6。刀翼2延伸自钻头体1或固定在钻头体1上,刀翼2上设置有刮切齿21。在前牙轮和后牙轮之间设置有刀翼2,缓冲座6设置在前牙轮和旋转跟随的刀翼2之间,缓冲座6上设置有旋转缓冲模块。

[0113] 钻头还包括钻头轴线,在破岩过程中,钻头可绕钻头轴线转动,使刀翼2上的刮切齿21与岩石之间发生相对运动,从而切削岩石。

[0114] 牙轮通过轴颈与牙掌3转动连接,当钻头绕钻头轴线发生公转时,牙轮绕自身轴线发生自转,其上牙齿41通过挤压冲击破碎岩石。

[0115] 旋转缓冲模块偏离钻头轴线设置,钻头旋转时,旋转缓冲模块8绕钻头轴线产生公转。

[0116] 请参阅图16,旋转缓冲模块包括基体71、旋转体72、以及缓冲元件73,缓冲元件73与旋转体72固定相连,旋转体72与基体71转动相连。基体71置于缓冲座6的空槽61内。进一步,基体71的形体可以为非回转体。

[0117] 基体71上设置有容置槽74。容置槽74为回转体结构,请参阅图16。

[0118] 基体71设置有第一抵接面701,在旋转体上设置有与第一抵接面相适配的第二抵接面702,请参阅图17。

[0119] 旋转体72的工作端固定设置有多缓冲元件73,请参阅图16、17、18、19、20、21。

[0120] 本发明实施例提供的钻头的工作原理在于:

[0121] 在钻头切削岩石的过程中,钻头刀翼2上的刮切齿21相对于钻头的轴线做圆周运动,刮切齿21与岩石之间产生相对速度,从而切削岩石。牙轮在钻头公转的同时自转,牙齿41以挤压的方式破岩。

[0122] 对于常规复合钻头而言,支撑点相对较少,破岩过程中所产生的振动,不能得到有效缓解,会造成钻头因冲击而发生异常失效,直至钻头失效。

[0123] 本发明实施例提供的钻头上设置了可旋转的缓冲模块,旋转缓冲模块上的旋转体

72可相对于旋转缓冲模块的基体71转动。在破岩过程中,在达到减震缓冲效果的同时,因模块能够选择使其磨损均匀,避免因偏磨而造成缓冲结构的快速失效。旋转缓冲模块的旋转,可通过两种方式实现:第一,对旋转体72设置周向偏移角,请参阅图9;第二,对旋转缓冲模块设置法向偏移角,请参阅图10、11。进一步的,旋转缓冲模块的基体71上,在靠近缓冲元件73的一端的截面大于远离缓冲元件的另一端,当旋转体与之适配时,可以拥有更大的接触面积,请参阅图18、19。

[0124] 特别地,实现缓冲模块的旋转的方式有很多,不仅限于本实施例中所述的两种方式,凡在本发明的基础上衍生的方式,也在本发明的保护范围内。

[0125] 需要说明的是:

[0126] 缓冲元件73与旋转体72可以成为一体,缓冲元件73和旋转体72不再是通过焊接或轴孔配合设置在一起,而是直接由同一材料毛坯,加工出不同形状的工作端,请参阅图20。

[0127] 旋转缓冲模块固定于缓冲座6的方式包括但不限于焊接、铆接、镶嵌、粘结、机夹、螺栓以及螺纹连接。

[0128] 第一抵接面701与第二抵接面702之间还可以设置密封结构,请参阅图19。

[0129] 第一抵接面701与第二抵接面702之间还可以设置橡胶圈91,允许旋转体82沿其轴线小距离的移动,进一步增强缓冲效果,请参阅图21。

[0130] 旋转体72上的缓冲元件73的工作端在轴平面内位于同一圆周上,请参阅图19。

[0131] 旋转缓冲模块的基体71与缓冲座6成为一体,更容易理解的说明是,旋转缓冲模块的旋转体72直接置于缓冲座6的空槽61内,旋转体72的回转面与空槽61的回转面之间,以及旋转体72与空槽61底轴端配合面之间,可以分别设置有衬套92和垫片93。垫片93可以为刚性,亦可为柔性,当为柔性时(例如橡胶91),可使旋转体72沿轴向方向有一定的移动余量,使缓冲效果更佳。同样的,旋转体72上的缓冲元件73可以为平面金刚石复合片(图21)、非平面的具有外凸的金刚石复合片、具有平面和外凸相组合的金刚石复合片(图22),以及具有表面作金刚石加强的牙齿或刮切齿(图23)。

[0132] 在旋转缓冲模块的基体71与缓冲座6的连接结构方案中,亦有一种较优的方案,请参阅图24,基体71与缓冲座6之间的减震为液压驱动装置。当钻头受到冲击时,型腔中的液压油由泄压阀32流出,当冲击结束后液压油又由增压阀31往型腔注油。

[0133] 进一步的,由以上方案容易想到,旋转体72为滚珠79的结构形式,请参阅图25、26。滚珠与基体71结构之间设置有滚子78,增强滚动能力,请参阅图26。同一基体71上可以设置多个滚珠79,请参阅图27。

[0134] 实施例3

[0135] 本发明实施例提供了一种适于在硬地层定向钻进复合钻头。请参阅图28,该钻头包括钻头体1、刀翼2、由两个牙轮体4和牙齿41组成的牙轮、牙掌3、水眼或喷嘴5、以及缓冲座6。刀翼2延伸自钻头体1或固定在钻头体1上,刀翼2上设置有刮切齿21。在前牙轮和后牙轮之间设置有刀翼2,缓冲座6设置在前牙轮和旋转跟随的刀翼2之间,缓冲座6上设置有滚体。滚体通过缓冲座上的空槽61与缓冲座6形成具有双侧支撑的滚动连接。

[0136] 钻头还包括钻头轴线,在破岩过程中,钻头可绕钻头轴线转动,使刀翼2上的刮切齿21与岩石之间发生相对运动,从而切削岩石。

[0137] 牙轮通过轴颈与牙掌3转动连接,当钻头绕钻头轴线发生公转时,牙轮绕自身轴线

发生自转,其上牙齿41通过挤压冲击破碎岩石。

[0138] 滚体401偏离钻头轴线设置,钻头旋转时,滚体4绕钻头轴线产生公转,并能绕自身轴线产生自转。

[0139] 当滚轮401的轴线指向钻头中心线相交时,滚轮工作的时候纯滚动,在缓冲的同时,还能够变滑动摩擦为滚动摩擦,能够降低工作扭矩,请参阅图29。

[0140] 显然,滚体的结构形式可以有多种,较优的方案包括:滚体为包括镶齿牙轮结构(图29、31)和洗齿牙轮结构(图30);滚体为滚轮结构(图32);以及以上结构的组合或在此基础上的变形形式也包含在内。

[0141] 以上所述仅为本发明的优选实施方式而已,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。

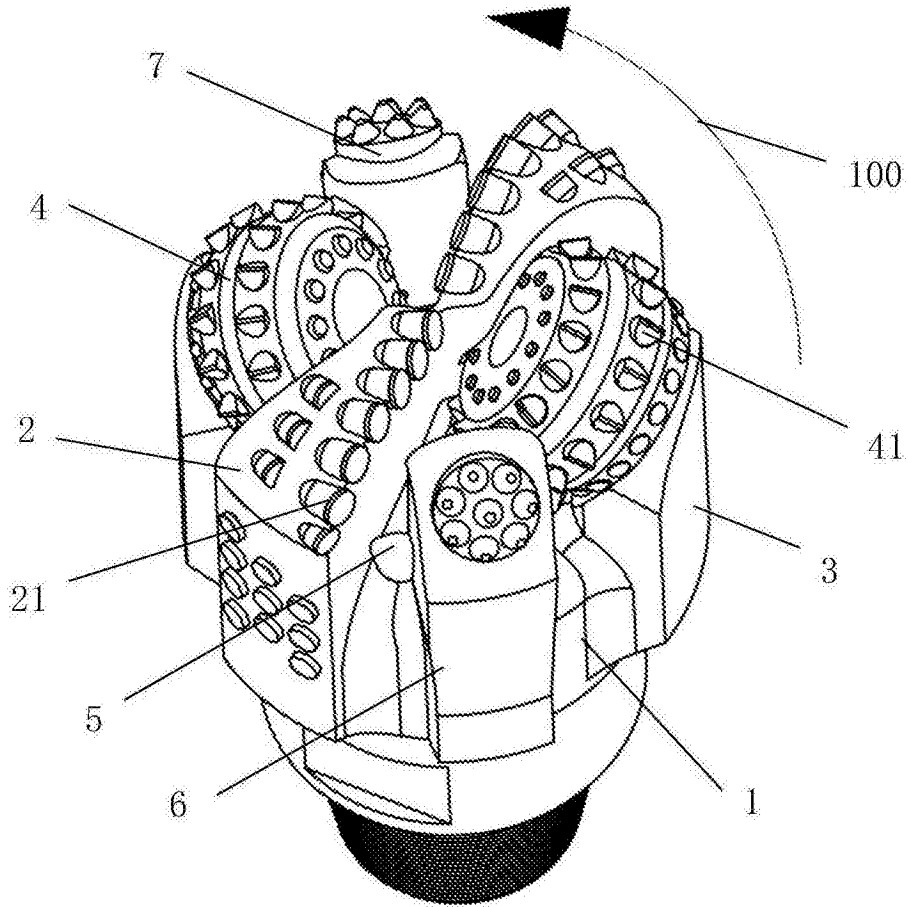


图1

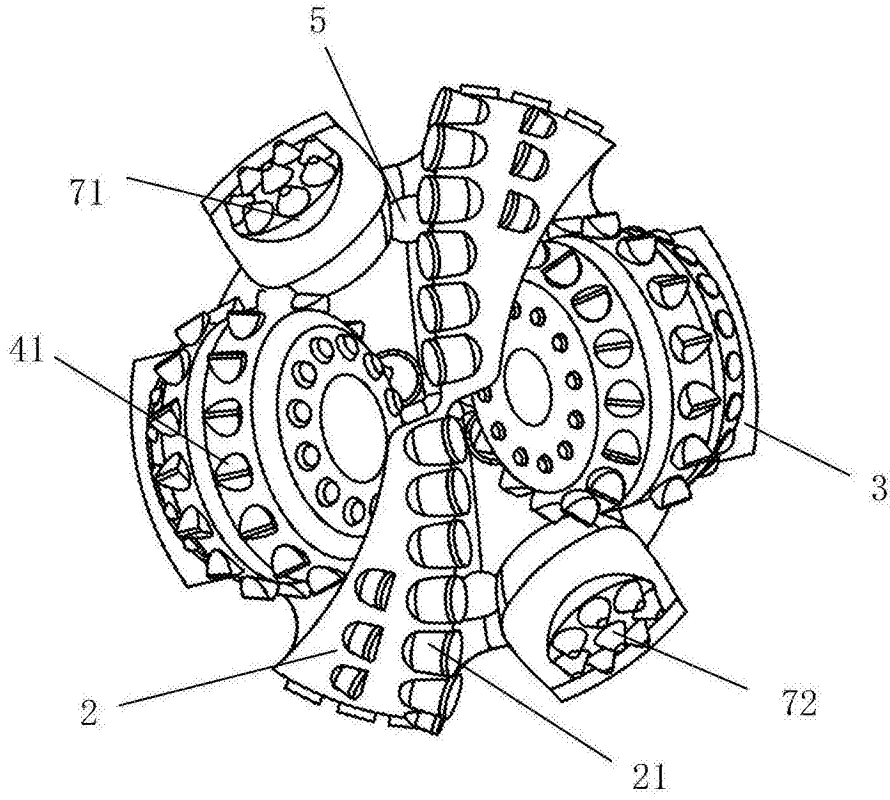


图2

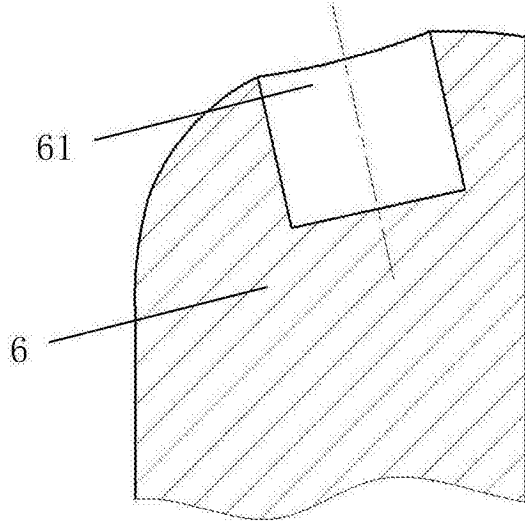


图3

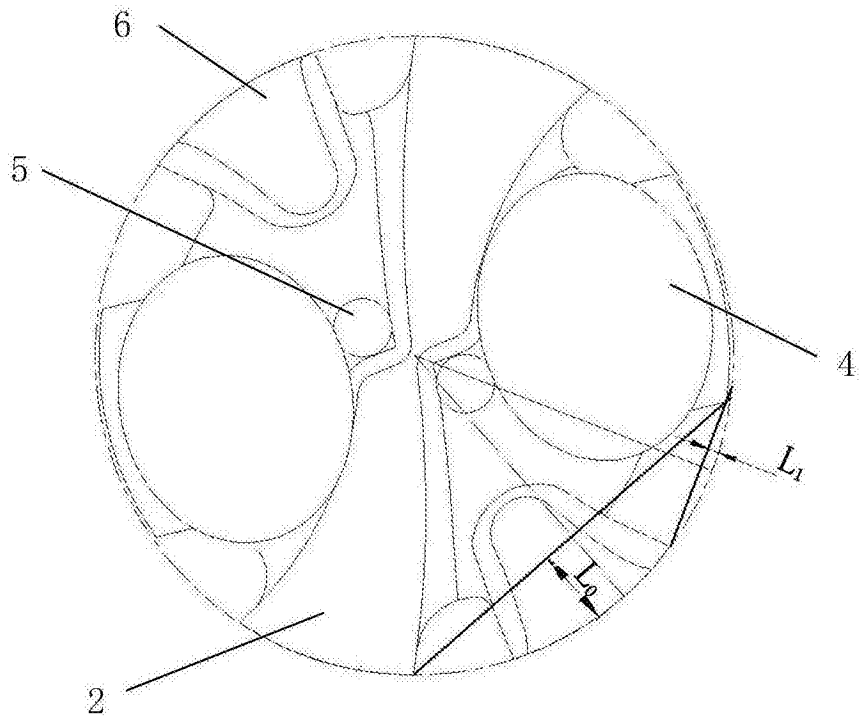


图4

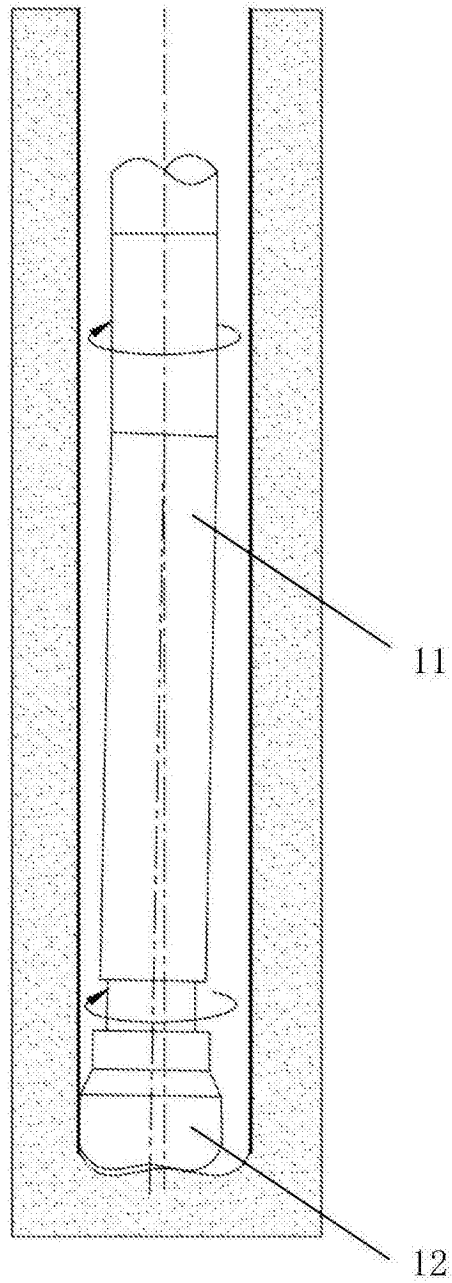


图5

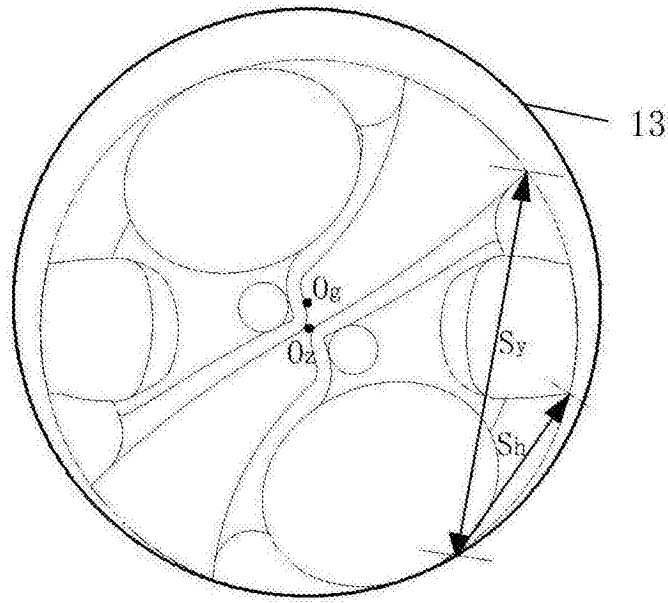


图6

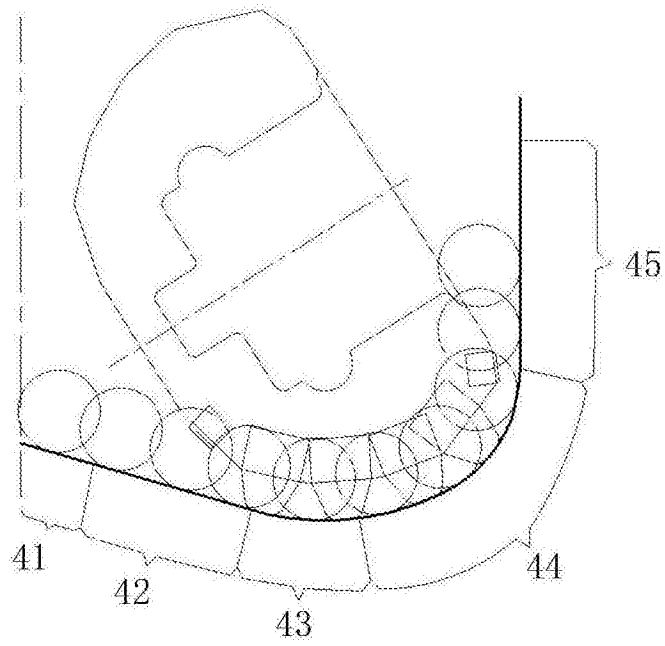


图7

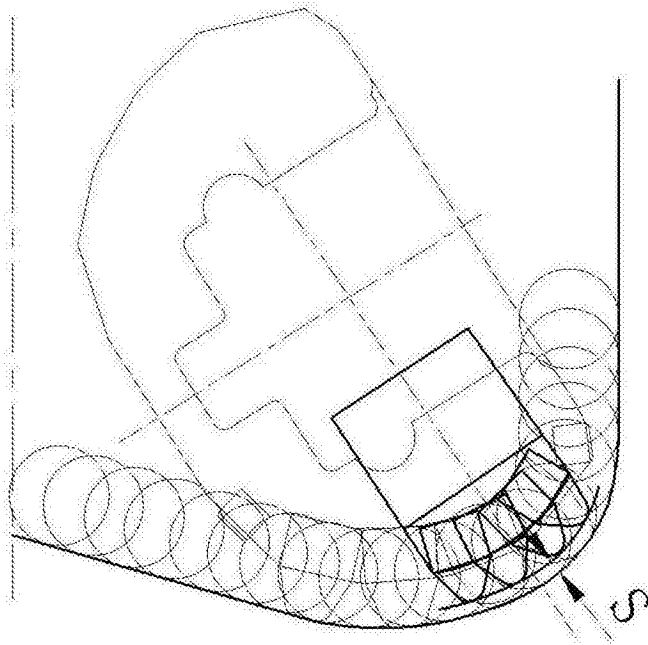


图8

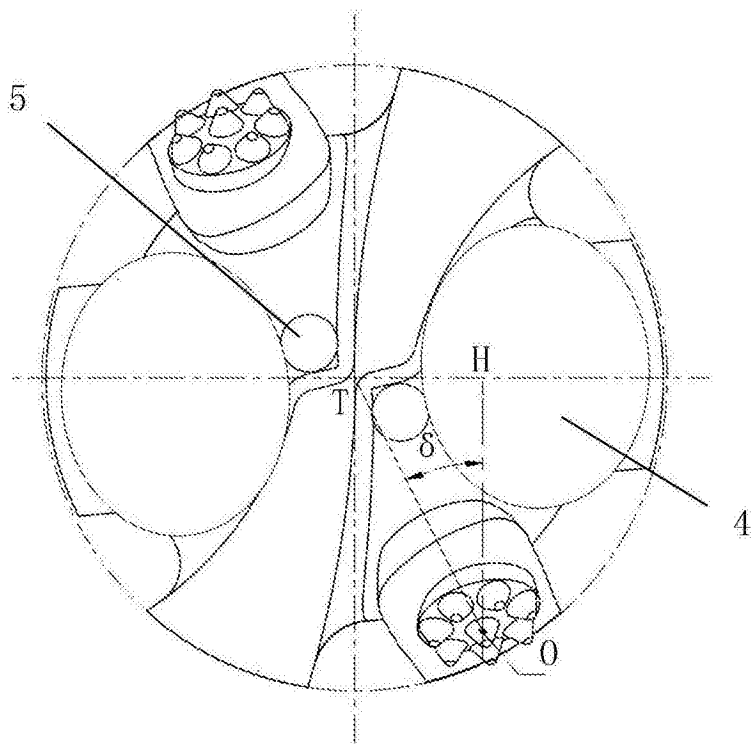


图9

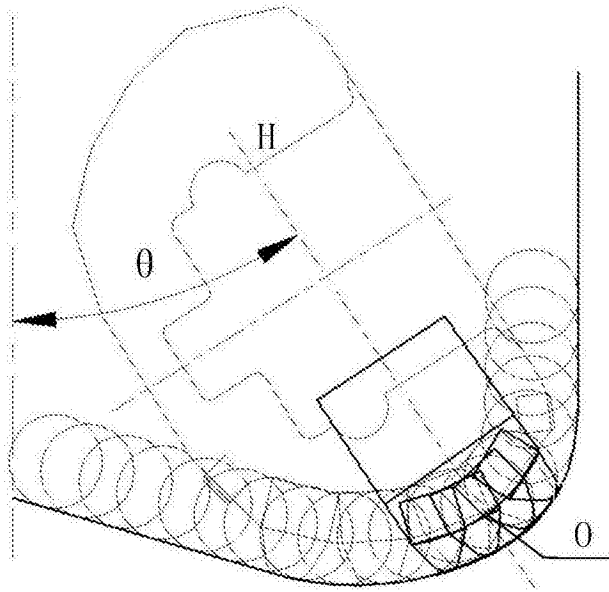


图10

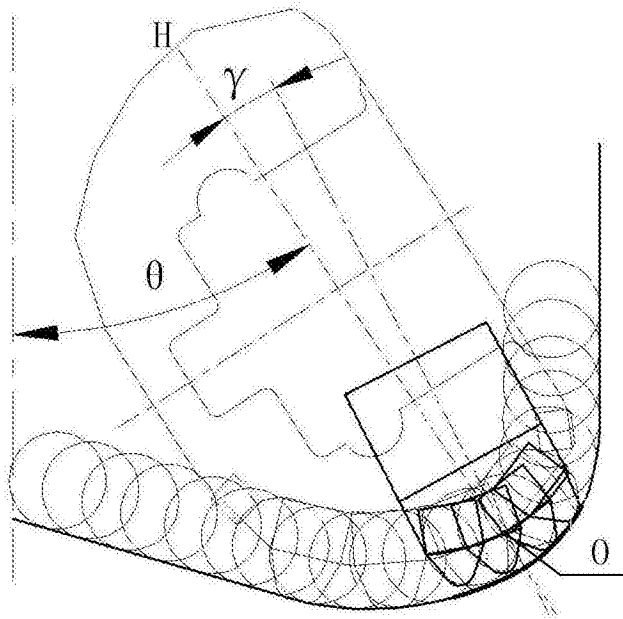


图11

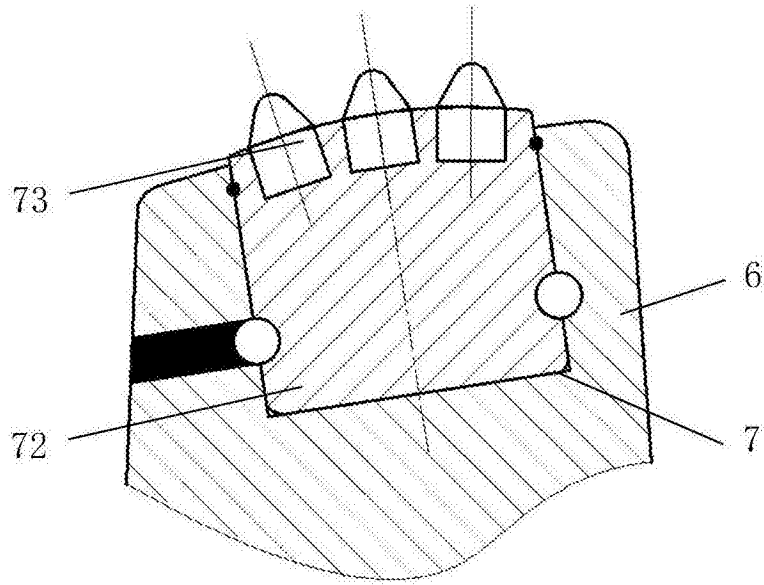


图12

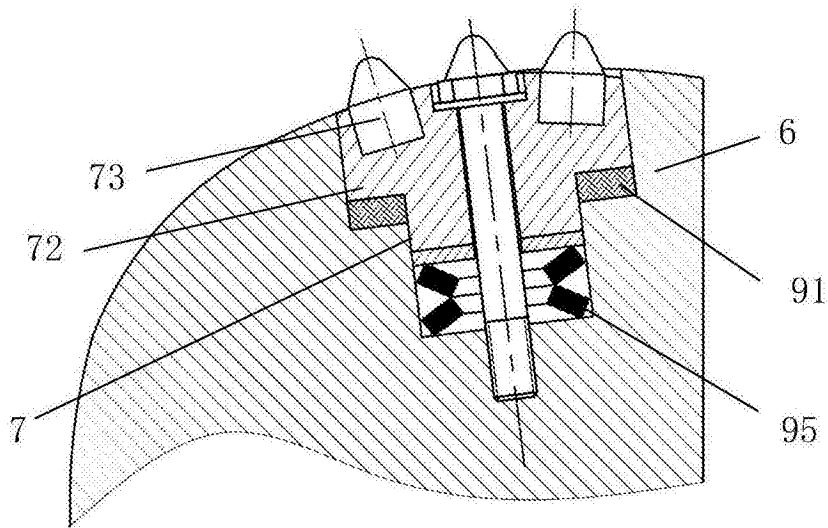


图13

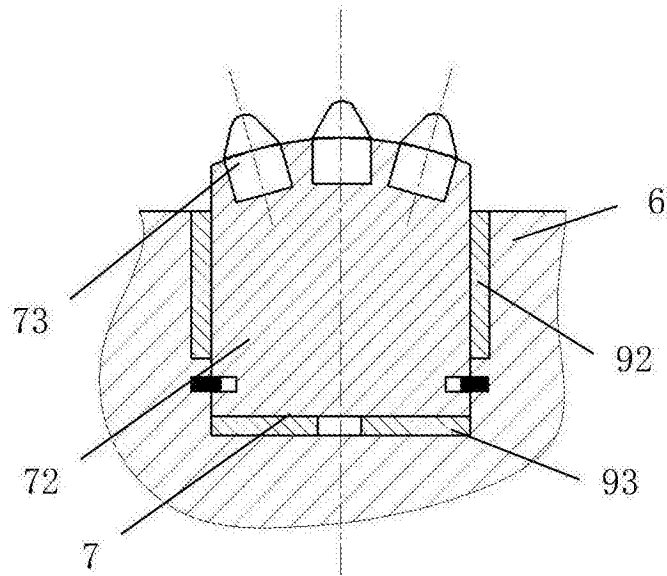


图14

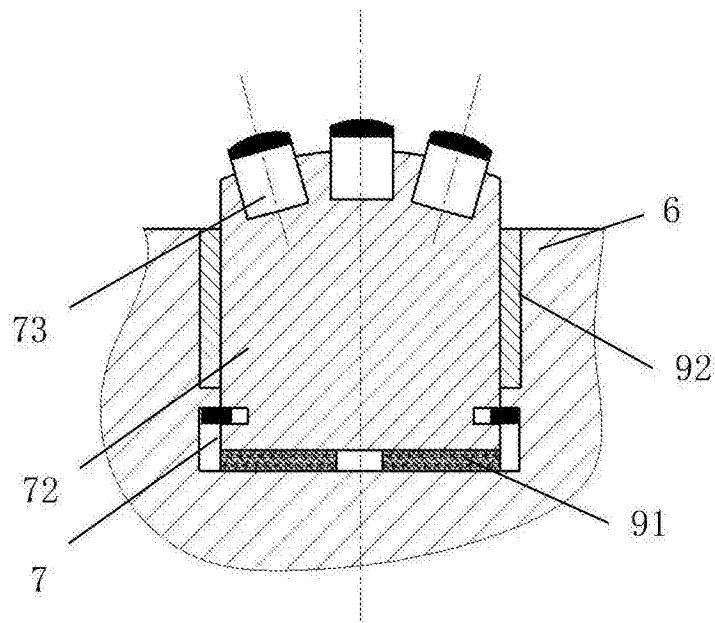


图15

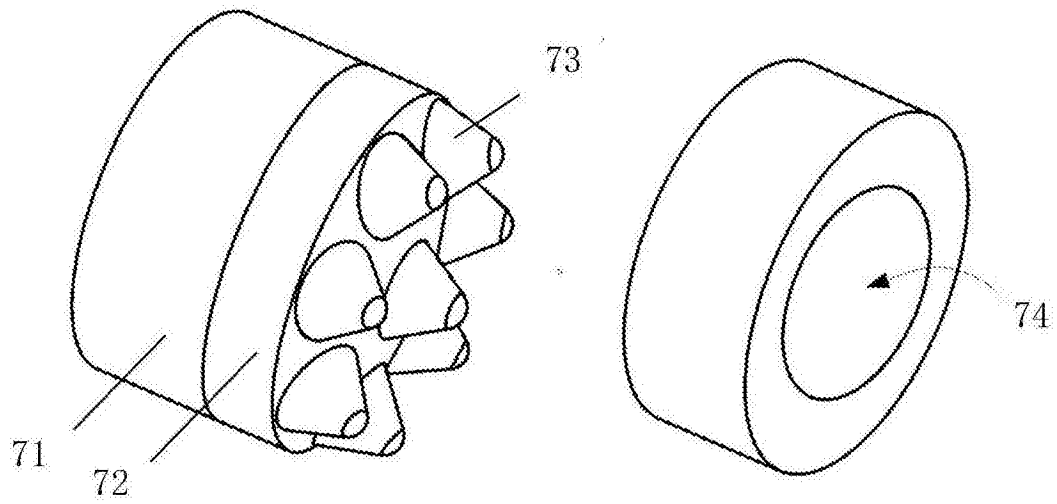


图16

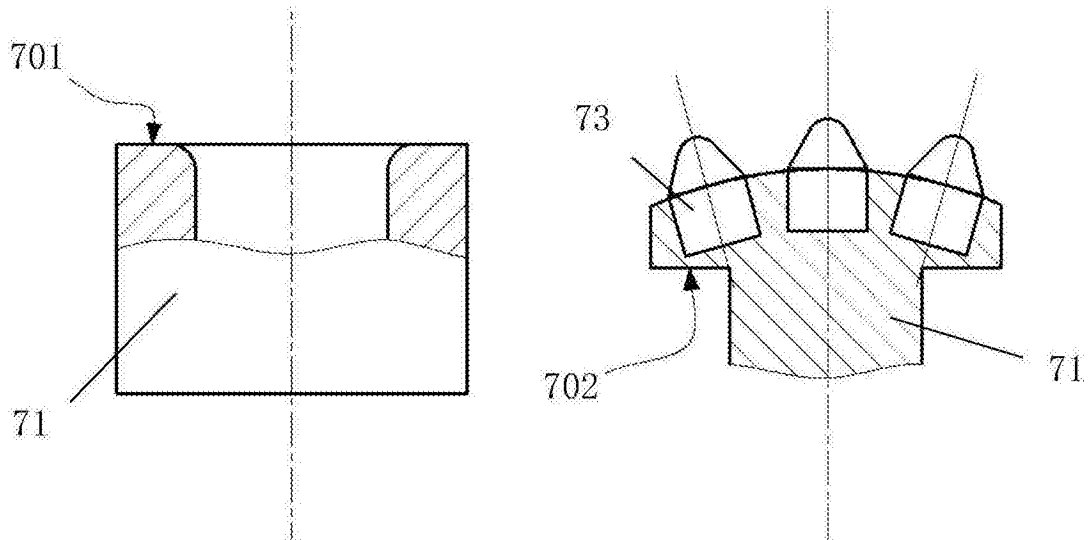


图17

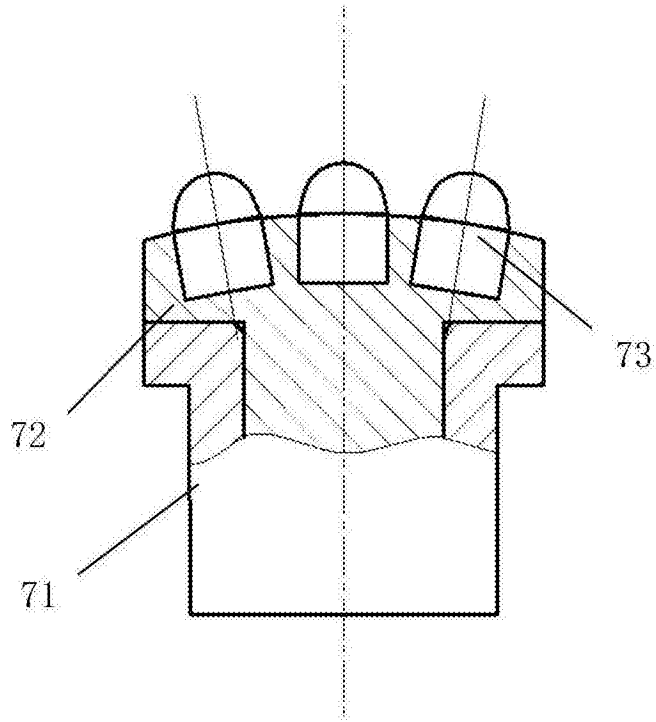


图18

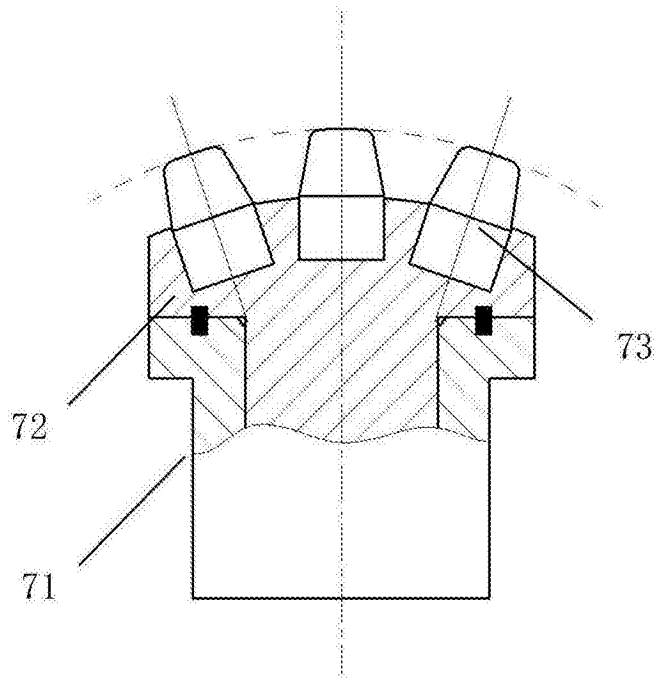


图19

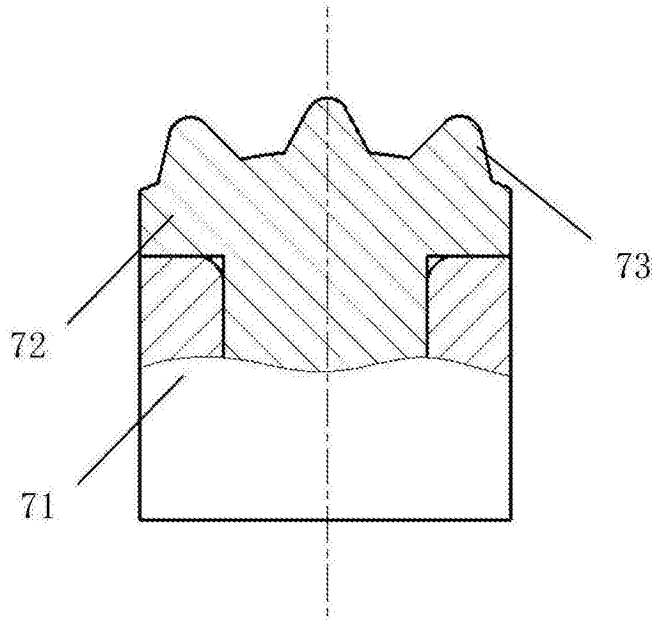


图20

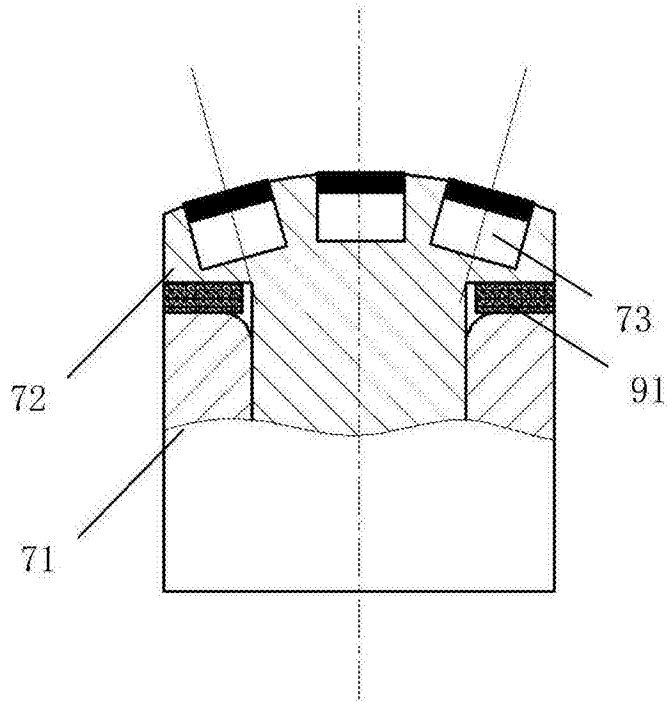


图21

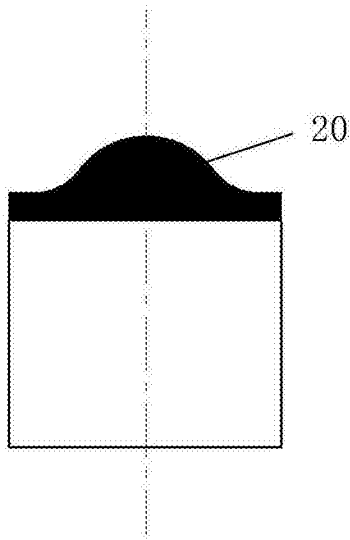


图22

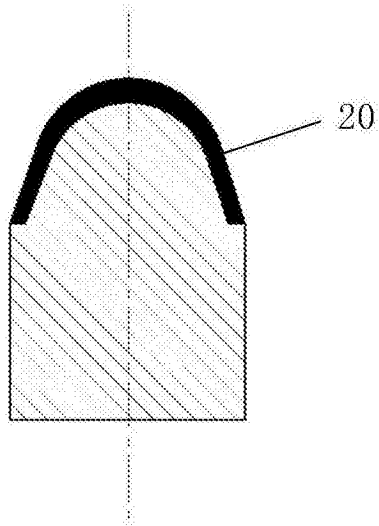


图23

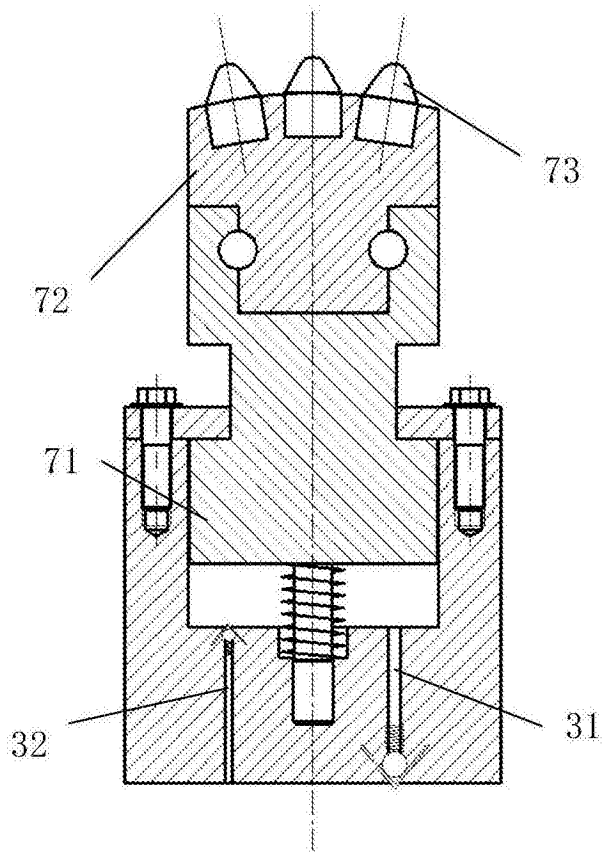


图24

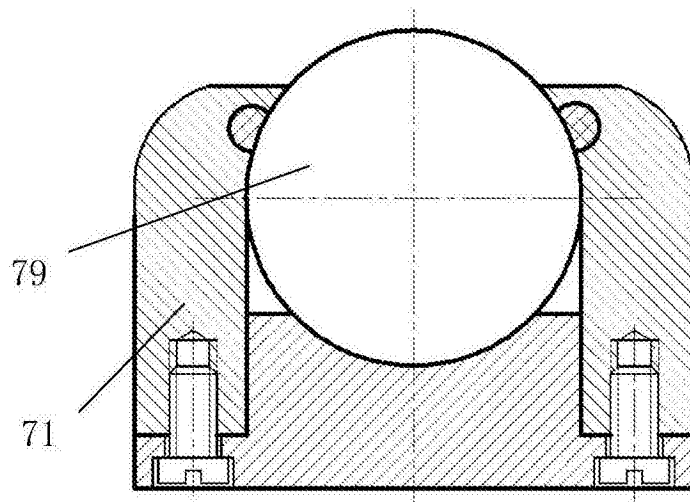


图25

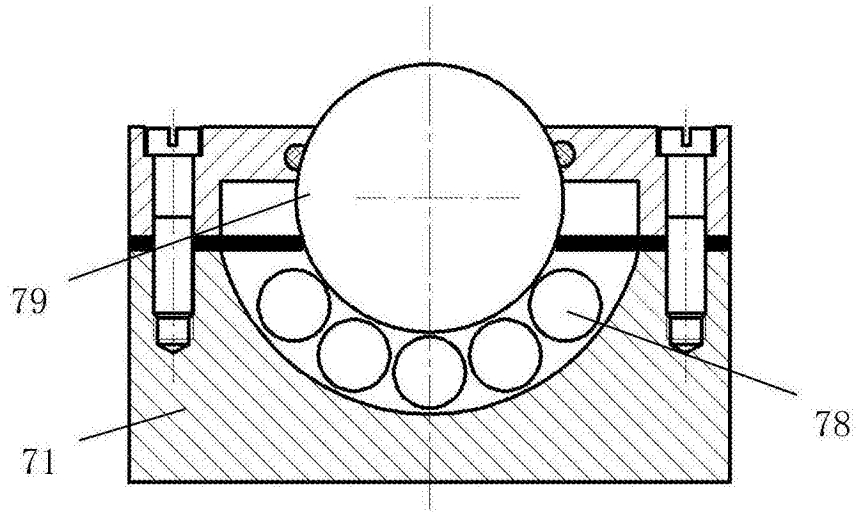


图26

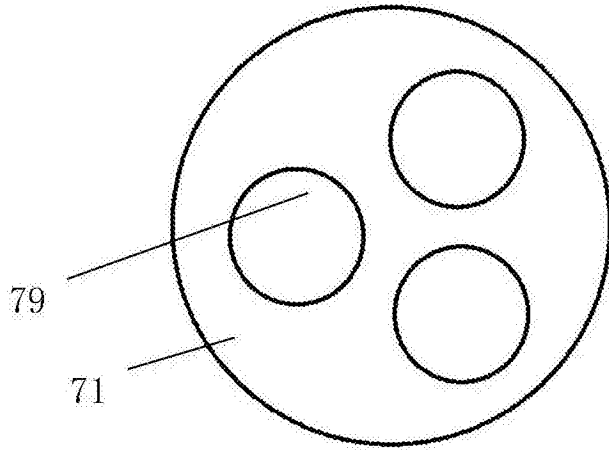


图27

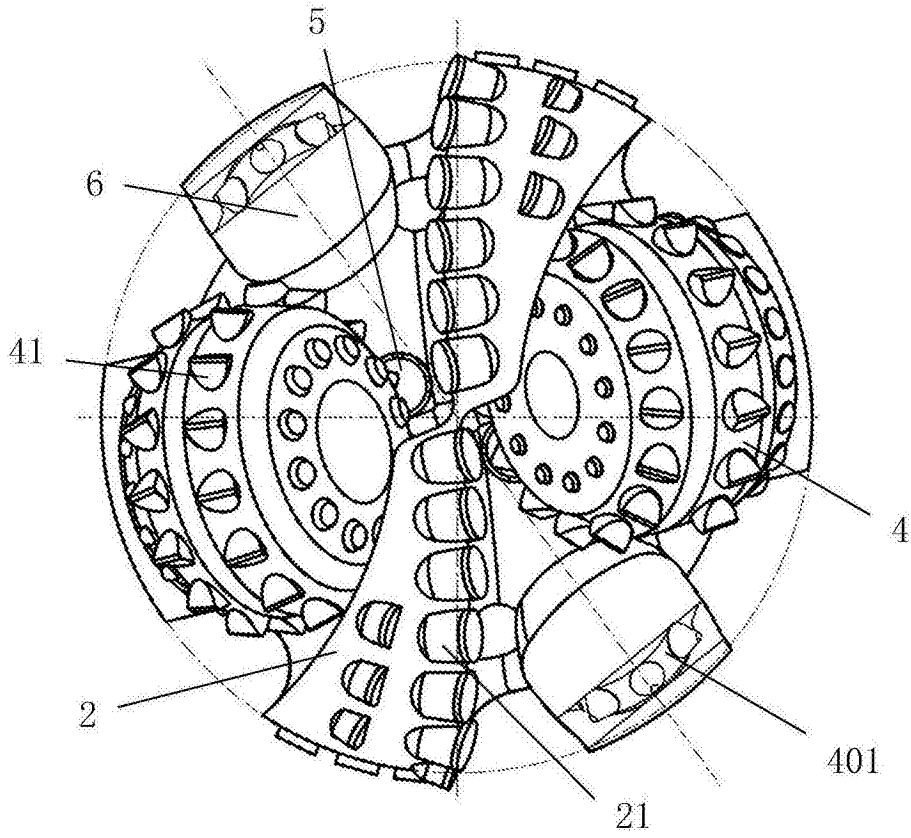


图28

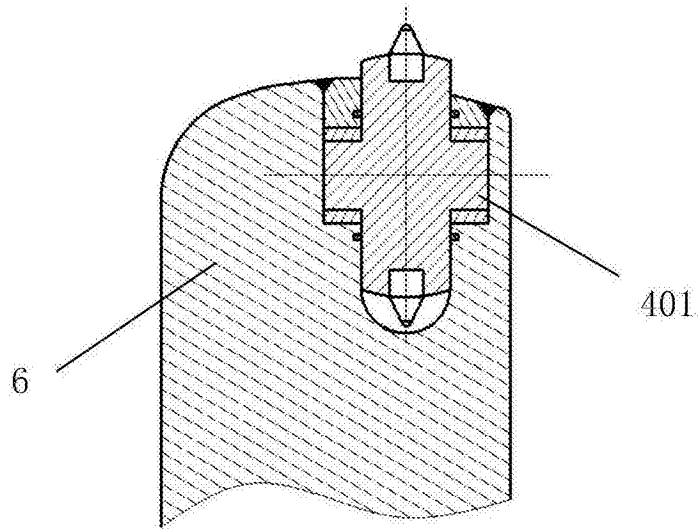


图29

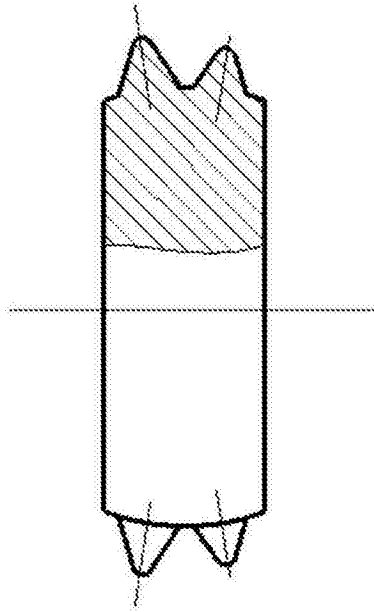


图30

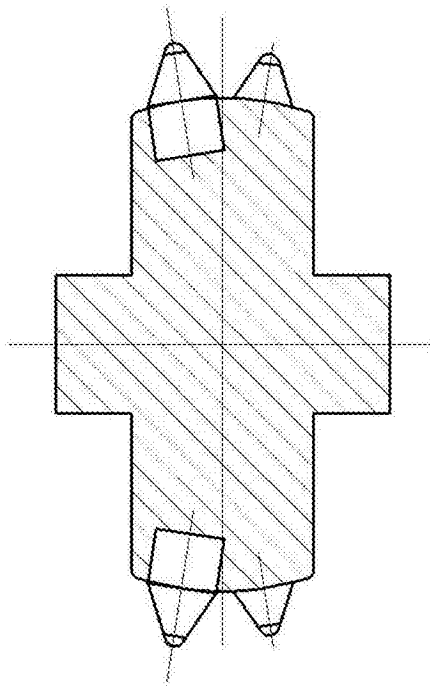


图31

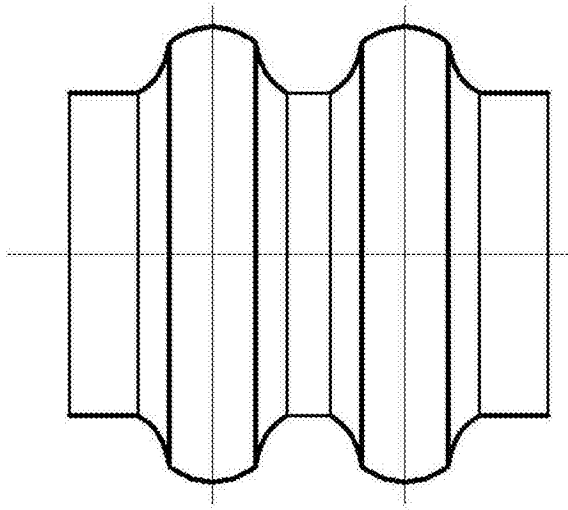


图32