

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 10 月 6 日 (06.10.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/205546 A1

(51) 国际专利分类号:
E21B 10/43 (2006.01) *E21B 10/16* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/089849

(22) 国际申请日: 2021 年 4 月 26 日 (26.04.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110338814.6 2021 年 3 月 30 日 (30.03.2021) CN

(71) 申请人: 中国石油大学(华东) (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA))
[CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。

(72) 发明人: 刘永旺(LIU, Yongwang); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。 刘笑傲(LIU, Xiaobao); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。 刘嘉雄(LIU, Jiaxiong); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。 管志川(GUAN, Zhichuan); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。 邹德永(ZOU, Deyong); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。 廖华林(LIAO, Hualin); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。 魏森(WEI, Sen); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。 张喆(ZHANG, Zhe); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号, Shandong 266580 (CN)。

(54) Title: SELF-EXCITATION SHAFT PUNCHING AND INDUCED UNLOADING COUPLING ROCK BREAKING DRILL BIT AND DRILLING SPEED-UP METHOD

(54) 发明名称: 自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头及钻井提速方法

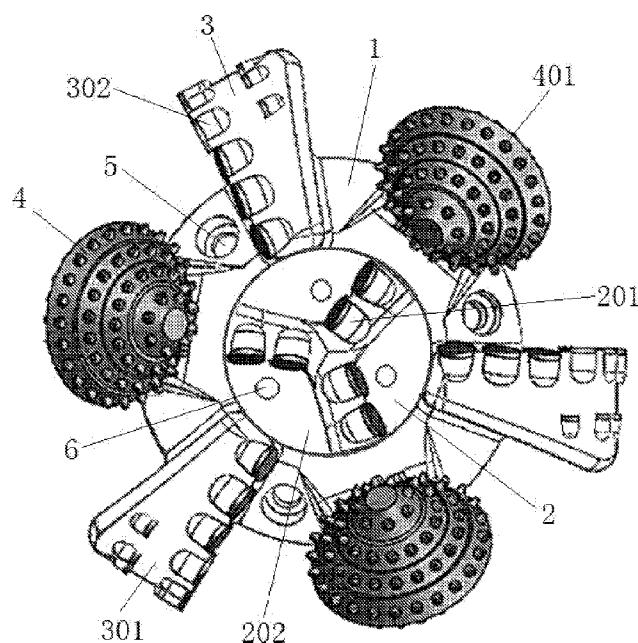


图 1

(57) Abstract: A self-excitation shaft punching and induced unloading coupling rock breaking drill bit, comprising a drill bit body; an external annular rock breaking part (1) is provided at a drilling end of the drill bit body, and the middle part of a head end of the external annular rock breaking part (1) is concaved inwards to form a central rock breaking part (2); a plurality of blades (3) and a plurality of cones (4) embedded with cone cutting teeth (401) are provided on the external annular rock breaking part (1) in the circumferential

(CN)。何鑫岩(HE, Xinyan); 中国山东省青岛市黄岛区长江西路66号, Shandong 266580 (CN)。

(74) 代理人: 青岛智地领创专利代理有限公司(QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国山东省青岛市黄岛区江山南路480号青岛研创中心4号楼602室, Shandong 266555 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

direction; a plurality of outer ring cutting teeth (302) are provided on the radial outer end surfaces (301) of the blades (3) in a generatrix direction; central cutting teeth (201) are provided on a bottom end surface of the central rock breaking part (2); and a drill bit nozzle is provided on the drill bit body.

(57) 摘要: 一种自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头, 包括钻头本体; 钻头本体的钻井端设置外部环形破岩部(1), 外部环形破岩部(1)的头端中部内凹形成中心破岩部(2); 外部环形破岩部(1)沿圆周方向设置有若干刀翼(3)和若干镶嵌有牙轮切削齿(401)的牙轮(4); 刀翼(3)的径向外端面(301)上沿母线方向设置若干外环切削齿(302); 中心破岩部(2)的底端面设置中心切削齿(201); 钻头本体上设置钻头喷嘴。

自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头及钻井提速方法

技术领域

[0001] 本发明属于钻井工程技术领域，具体涉及一种自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头及钻井提速方法。

背景技术

[0002] 提高钻井速度是钻井工程领域一直的研究热点，提高破岩效率是提高钻井速度的最主要途径之一。旋转冲击破岩、复合切削破岩及井底诱导卸荷破岩是目前提高破岩效率的三种有效方法。然而，现有旋转冲击破岩所依赖的冲击力由专用工具产生，旋转冲击工具的存在影响了轨迹控制作业、降低了钻头水力能量且带来额外的井下风险；现在的复合切削破岩实现工具为复合钻头（狮虎兽），该钻头在多夹层地层及坚硬难钻地层仍然会出现崩齿、掉牙轮及中心“掏心”等事故；现存的井底诱导卸荷破岩所利用的钻头在一定程度上提高了破岩效率，但其卸荷效果有待于进一步提升。

[]

[0003] 基于以上问题，本申请提出一种自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头及钻井提速方法，该钻头及钻井方法可以自动产生轴向冲击提高钻头整体破岩速度、可以耦合诱导卸荷效果进一步强化破岩效率、可以发挥复合切削提升卸荷效果，从而将钻井速度提升到一个更高水平。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0004] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足，提供一种自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头及钻井提速方法。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0006] 自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，包括钻头本体；

- [0007] 所述钻头本体的钻井端设置外部环形破岩部，所述外部环形破岩部的头端中部沿钻头轴向内凹形成呈圆形凹槽的中心破岩部；
- [0008] 所述外部环形破岩部沿圆周方向设置有若干刀翼和若干镶嵌有牙轮切削齿的牙轮；
- [0009] 所述刀翼由中心破岩部的边缘延伸至钻头本体的侧壁；
- [0010] 所述牙轮与外部环形破岩部上的相应轴颈进行转动连接；
- [0011] 所述刀翼的径向外端面上沿母线方向设置若干外环切削齿；
- [0012] 所述中心破岩部的底端面设置中心切削齿；
- [0013] 所述钻头本体上设置钻头喷嘴，所述钻头喷嘴通过喷嘴流道与钻头本体内部的钻头内腔相连通。
- [0014] 优选的，所述刀翼面向中心破岩部的竖直连接面呈柱面结构；
- [0015] 所有刀翼的竖直连接面位于同一个轴向圆柱面上，所述轴向圆柱面的中心轴线、中心破岩部的中心轴线均与钻头本体的中心轴线共线；
- [0016] 所述轴向圆柱面的直径与中心破岩部圆形凹槽的直径一致。
- [0017] 优选的，所述竖直连接面在钻头轴向方向的高度与中心破岩部圆形凹槽侧壁在钻头轴向方向的高度之和 h 为 $0.2D \sim 2D$ ；
- [0018] 所述中心破岩部圆形凹槽的直径 d 为 $0.2D \sim 0.8D$ ， D 为钻头直径。
- [0019] 优选的，所述牙轮上牙轮切削齿所形成的最外切削轮廓包络线 l_1 高于刀翼上外环切削齿所形成的最外切削轮廓包络线 l_2 。
- [0020] 优选的，所述钻头喷嘴包括设置在刀翼一侧外部环形破岩部上的外环喷嘴、设置在中心破岩部底端面上的中心喷嘴；
- [0021] 所述外部环形破岩部内设置的排屑通道与中心破岩部设置的排屑通道相贯通。
- [0022] 优选的，所述外环切削齿、中心切削齿均为PDC齿。
- [0023] 优选的，所述PDC齿为多刃PDC切削齿，所述多刃PDC切削齿的齿身端部呈圆柱体，所述多刃PDC切削齿的破岩端包括若干层由中心沿径向向外设置的呈阶梯状分布的切削齿面，各层切削齿面相平行。
- [0024] 优选的，所述PDC齿为古币形PDC切削齿，所述古币形PDC切削齿的齿身端部呈圆柱体，所述古币形PDC切削齿的破岩端呈弧面结构，所述弧面结构的径向外端

设置若干切削面，所述切削面与弧形结构之间形成向PDC齿中心方向弯曲的弧形切削刃。

[0025] 本发明还提供一种自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻井提速方法。

[0026] 自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻井提速方法，基于自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头进行钻井，所述钻井提速方法包括以下步骤：

[0027] 1) 外部环形破岩部首先接触井底，在钻压扭矩的作用下钻头整体旋转，牙轮随钻头转动的过程中进行自转；牙轮的自转导致牙轮切削齿单齿、双齿着地交替出现，单、双齿交替着地过程中引起钻头沿轴向的往复运动，进而实现钻头对井底的高频轴向冲击，在该高频轴向冲击下牙轮与外环切削齿共同作用加快对钻头外环部位岩石的破碎；

[0028] 2) 随着外环切削齿、牙轮破岩的进行，在中心破岩部区域内形成岩石柱，有效释放了井底压力；

[0029] 3) 随着破岩的进行，中心切削齿接触岩石柱，在钻压扭矩的作用下中心切削齿对岩石柱进行破碎；

[0030] 4) 在钻头破岩钻进过程中，喷嘴流道通过钻头喷嘴喷射钻井液清洗钻头，并将岩屑通过相应的排屑通道携带至地面。

[0031] 优选的，在高频轴向冲击下牙轮与外环切削齿共同作用的过程为：

[0032] 牙轮上牙轮切削齿因自转由双齿着地变为单齿着地时，钻头整体上提，刀翼上的外环切削齿离开井底，牙轮上着地的牙轮切削齿破岩；

[0033] 牙轮上牙轮切削齿因自转由单齿着地变为双齿着地时，钻头整体向下冲击，刀翼上的外环切削齿着地，冲击剪切破碎牙轮应力释放后的井底。

发明的有益效果

有益效果

[0034] 本发明的有益效果是：

[0035] (1) 本发明利用中心破岩部的内凹以及刀翼上竖直连接面的设置在钻头中心形成内凹的圆柱区，该区域的形成在钻井过程中能够释放井底中心部位的岩石应力，从而实现了诱导卸荷。

[0036] (2) 本发明利用牙轮自转产生的单、双齿交替着地形成钻头沿轴向的振动，

进而形成高频轴向冲击，提高整体破岩速度；同时，利用牙轮形成的凹凸不平井底能够释放外环难钻部位应力。

[0037] （3）本发明通过刀翼上外环切削齿、牙轮上牙轮切削齿、中心切削齿的组合实现了复合切削，进一步提高钻井速度。

[0038] （4）本发明中外环切削齿、中心切削齿破岩端多层切削齿面的设置，较现有的只具有单层切削齿面的切削齿相比，本申请多刃PDC切削齿的设置，提升了齿的使用寿命。

[0039] （5）本发明中外环切削齿、中心切削齿破岩端古币形PDC切削齿的设置，较现有切削齿相比，本申请古币形PDC切削齿的设置，可以承受高强冲击，耐研磨及通过犁切来降低破岩能耗及难度。

对附图的简要说明

附图说明

[0040] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。

[0041] 图1是本发明自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头的结构示意俯视图；

[0042] 图2是本发明自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头的结构示意主视图；

[0043] 图3是本发明中外部环形破岩部、中心破岩部、刀翼、牙轮之间的关系简图；

[0044] 图4是本发明中牙轮单齿着地时破岩示意图；

[0045] 图5是本发明中牙轮双齿着地时破岩示意图；

[0046] 图6是本发明中切削齿面为平面的多刃PDC切削齿的结构示意图；

[0047] 图7是本发明中切削齿面为锥面时的多刃PDC切削齿的结构示意图；

[0048] 图8是本发明中切削齿面为棱锥面时的多刃PDC切削齿的结构示意图；

[0049] 图9是本发明实施例3中古币形PDC切削齿的结构示意立体图；

[0050] 图10是本发明实施例3中古币形PDC切削齿的结构示意俯视图；

[0051] 图11是本发明实施例3中古币形PDC切削齿的结构示意主视图；

[0052] 其中：

[0053] 1-外部环形破岩部，

[0054] 2-中心破岩部，201-中心切削齿，202-底端面；

- [0055] 3-刀翼, 301-径向外端面, 302-外环切削齿, 303-竖直连接面;
- [0056] 4-牙轮, 401-牙轮切削齿;
- [0057] 5-外环喷嘴,
- [0058] 6-中心喷嘴;
- [0059] 701-圆形平面, 702-环形平面;
- [0060] 801-锥面, 802-环形锥面;
- [0061] 901-棱锥面, 902-环形棱锥面;
- [0062] 1001-弧面结构, 1002-切削面, 1003-弧形切削刃。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0063] 应该指出, 以下详细说明都是例示性的, 旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明, 本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。
- [0064] 需要注意的是, 这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式, 而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的, 除非上下文另外明确指出, 否则单数形式也意图包括复数形式, 此外, 还应当理解的是, 当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时, 其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。
- [0065] 本发明中, 术语如“相连”、“连接”等应做广义理解, 表示可以是固定连接, 也可以是一体地连接或可拆卸连接; 可以是直接相连, 也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的相关科研或技术人员, 可以根据具体情况确定上述术语在本发明中的具体含义, 不能理解为对本发明的限制。
- [0066] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。
- [0067] 实施例1:
- [0068] 如图1-2所示, 自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头, 包括钻头本体;
- [0069] 所述钻头本体的钻井端设置外部环形破岩部1, 所述外部环形破岩部1的头端中部沿钻头轴向内凹形成呈圆形凹槽的中心破岩部2; 其中, 中心破岩部2的底端面202为平面或者顶点位于远离井底方向一侧的内凹锥面或者顶点位于靠近井底

方向一侧的外凸锥面，也可以其他形状；

[0070] 所述外部环形破岩部1沿圆周方向设置有若干刀翼3和若干镶嵌有牙轮切削齿401的牙轮4；其中，刀翼3和牙轮4可以如图1中所示的交替布置，也可按其他所需要的形式布置，本申请不限制刀翼3、牙轮4之间的布置方式；

[0071] 所述刀翼3由中心破岩部2的边缘延伸至钻头本体的侧壁；

[0072] 所述牙轮4与外部环形破岩部1上的相应轴颈进行转动连接；具体地，相邻刀翼3之间中部的的外部环形破岩部1上固定设置牙掌，牙掌一端与钻头本体焊为一体，牙掌的另一端设置轴颈；牙轮4套设在轴颈上实现与轴颈的转动连接，且牙轮4轴向锁定在轴颈上，从而实现牙轮4自身能够绕相应的轴颈旋转；

[0073] 所述刀翼3的径向外端面301上沿母线方向设置若干外环切削齿302；

[0074] 所述中心破岩部2的底端面设置中心切削齿201；具体地，中心破岩部2的底端面202上沿圆周方向设置若干中心刀翼，中心刀翼的端面上沿母线方向设置若干中心切削齿201；

[0075] 所述钻头本体上设置钻头喷嘴，所述钻头喷嘴通过喷嘴流道与钻头本体内部的钻头内腔相连通，其中钻头内腔与钻井液流道连通相连通。

[0076] 优选的，所述刀翼3面向中心破岩部2的竖直连接面303呈柱面结构；

[0077] 所有刀翼3的竖直连接面303位于同一个轴向圆柱面上，所述轴向圆柱面的中心轴线、中心破岩部2的中心轴线均与钻头本体的中心轴线共线；

[0078] 所述轴向圆柱面的直径与中心破岩部2圆形凹槽的直径一致。

[0079] 具体地，所述竖直连接面303的一端沿钻头轴向延伸至相应刀翼3上径向外端面301的头端，所述竖直连接面303的另一端沿钻头轴向延伸至中心破岩部2圆形凹槽的头端。

[0080] 本发明自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，当钻遇地应力较高的地层时，刀翼3上的外环切削齿302、牙轮4上的牙轮切削齿401首先对钻头外环部位的岩石进行破碎，破碎的岩屑随着外排喷嘴5喷射出的钻井液通过相应的排屑通道排入井眼环空。

[0081] 中心破岩部2的底端面202内凹、刀翼3的竖直连接面303连接至内凹的圆形凹槽，因此，在所有刀翼3竖直连接面303围成的区域、中心破岩部2内凹区域形成内

凹圆柱区，即形成内凹外凸的阶梯结构；在钻遇地层过程中，该内凹圆柱区内会形成“岩石柱”。当钻遇地应力较高区域，岩石可钻性差，此种阶梯结构在钻进过程中所形成的“岩石柱”有效的降低甚至消除了地应力对岩石可钻性的影响，大大提高了岩石可钻性，“岩石柱”部位形成了应力卸载区域，能有效防止“掏心”情况的发生。中心切削齿201对中间“岩石柱”进行破碎，形成的岩屑被中心喷嘴6喷射而出的钻井液携带、冲洗，随后经相应排屑通道排入井眼环空。

[0082] 优选的，如图3所示，所述竖直连接面303在钻头轴向方向的高度与中心破岩部2圆形凹槽侧壁在钻头轴向方向的高度之和 h 为 $0.2D \sim 2D$ ；

[0083] 所述中心破岩部2圆形凹槽的直径 d 为 $0.2D \sim 0.8D$ ， D 为钻头直径。

[0084] 在该尺寸范围时，钻头破岩比功较低，破碎单位体积的岩石所消耗的机械能较少，有利于钻头寿命的延长。

[0085] 优选的，所述牙轮4上牙轮切削齿401所形成的最外切削轮廓包络线 l_1 高于刀翼3上外环切削齿302所形成的最外切削轮廓包络线 l_2 ，如图3所示，从而使牙轮4上牙轮切削齿401首先接触井底；图3中， l_1' 是 l_1 映射到刀翼3一侧的包络线， l_1' 高于 l_2 ，因此 l_1 高于 l_2 。

[0086] 钻井过程中，外部环形破岩部1首先接触井底，在钻压扭矩的作用下钻头整体旋转，而牙轮4随钻头转动的过程中进行自转；自转过程中，牙轮4上牙轮切削齿401单、双齿交替着地；

[0087] 牙轮4上牙轮切削齿401因自转由双齿着地变为单齿着地时，钻头整体上提，刀翼3上的外环切削齿302离开井底，牙轮4上着地的牙轮切削齿401破岩，如图4所示；

[0088] 牙轮4上牙轮切削齿401因自转由单齿着地变为双齿着地时，钻头整体向下冲击，刀翼3上的外环切削齿302着地，冲击剪切破碎牙轮4应力释放后的井底，如图5所示；

[0089] 从而通过牙轮切削齿401单、双齿交替着地实现钻头在轴向上的往复运动，进而实现钻头对井底的高频轴向冲击，加快对钻头外环部位岩石的破碎。

[0090] 优选的，所述钻头喷嘴包括设置在刀翼3一侧外部环形破岩部1上的外环喷嘴5

、设置在中心破岩部2底端面上的中心喷嘴6；其中外环喷嘴5正对外环切削齿302以及牙轮4，中心喷嘴6正对中心切削齿201，外环喷嘴5、中心喷嘴6共同作用，此种结构保证了从喷嘴喷射而出的钻井液能够有效地清洗、降温破岩主要部位的切削齿，避免了岩屑堆积而导致的重复破碎现象发生；

[0091] 所述外部环形破岩部1内设置的排屑通道与中心破岩部2设置的排屑通道相贯通。

[0092] 喷嘴流道、外环喷嘴5、中心喷嘴6提供钻井液；外部环形破岩部1内设置的排屑通道用来将外环切削齿302、牙轮切削齿401钻井产生的岩屑排入井眼环空；中心破岩部2设置的排屑通道用来将中心切削齿201钻井产生的岩屑排入井眼环空。

[0093] 优选的，所述外环切削齿302、中心切削齿201均为PDC齿。

[0094] 实施例2：

[0095] 在实施例1的基础上，所述PDC齿为多刃PDC切削齿，所述多刃PDC切削齿的齿身端部呈圆柱体，所述多刃PDC切削齿的破岩端包括若干层由中心沿径向向外设置的呈阶梯状分布的切削齿面，各层切削齿面相平行。

[0096] 使用时，位于中心的最头端的切削齿面先接触岩石起到切削作用；当岩石过硬或者使用一段时间后，中心部位的切削齿面损坏失去切削作用，此时下一层切削齿面将会发挥切削作用。较现有的只具有单层切削齿面的切削齿相比，本申请多刃PDC切削齿的设置，提升了齿的使用寿命。

[0097] 其中，所述切削齿面为平面、锥面或棱锥面，也可以是其他形状。

[0098] 具体地，如图6所示，切削齿面为平面，位于中心的最头端的切削齿面为圆形平面701，其余阶梯状分布的切削齿面为环形平面702。

[0099] 具体地，如图7所示，切削齿面为锥面，位于中心的最头端的切削齿面包括相交的两个锥面801，其余阶梯状分布的切削齿面为环形锥面802，

[0100] 具体地，如图8所示，切削齿面为棱锥面，位于中心的最头端的切削齿面包括若干相交于一点的棱锥面901，其余阶梯状分布的切削齿面为环形棱锥面902，同一层环形棱锥面902的延长面也相交于一点，棱锥面901相交的点、环形棱锥面902相交的点均位于PDC齿的中心轴线上。其中，位于中心的最头端的切削齿

面包括3个棱锥面901时的结构如图8所示，也可以包括其它数量的棱锥面，在此不一一列举。

[0101] 实施例3：

[0102] 在实施例1的基础上，如图9-11所示，所述PDC齿为古币形PDC切削齿，所述古币形PDC切削齿的齿身端部呈圆柱体，所述古币形PDC切削齿的破岩端呈弧面结构1001，所述弧面结构1001的径向外端设置若干切削面1002，所述切削面1002与弧形结构1001之间形成向PDC齿中心方向弯曲的弧形切削刃1003。

[0103] 本发明中外环切削齿、中心切削齿破岩端古币形PDC切削齿的设置，较现有切削齿相比，本申请古币形PDC切削齿的设置，可以承受高强冲击，耐研磨及通过犁切来降低破岩能耗及难度。

[0104] 实施例4：

[0105] 自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻井提速方法，基于实施例1中的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头进行钻井，所述钻井提速方法包括以下步骤：

[0106] 1) 外部环形破岩部1首先接触井底，在钻压扭矩的作用下钻头整体旋转，牙轮4随钻头转动的过程中进行自转；牙轮4的自转导致牙轮切削齿401单齿、双齿着地交替出现，单、双齿交替着地过程中引起钻头沿轴向的往复运动，进而实现钻头对井底的高频轴向冲击，在该高频轴向冲击下牙轮4与外环切削齿302共同作用加快对钻头外环部位岩石的破碎；同时，利用牙轮形成的凹凸不平井底能够释放外环难钻部位应力；

[0107] 具体地，在高频轴向冲击下牙轮4与外环切削齿302共同作用的过程为：

[0108] 牙轮4上牙轮切削齿401因自转由双齿着地变为单齿着地时，钻头整体上提，刀翼3上的外环切削齿302离开井底，牙轮4上着地的牙轮切削齿401破岩，如图4所示；

[0109] 牙轮4上牙轮切削齿401因自转由单齿着地变为双齿着地时，钻头整体向下冲击，刀翼3上的外环切削齿302着地，冲击剪切破碎牙轮4应力释放后的井底，如图5所示。

[0110] 2) 随着外环切削齿302、牙轮4破岩的进行，在中心破岩部2区域内形成岩石柱，有效释放了井底压力；

- [0111] 3) 随着破岩的进行, 中心切削齿201接触岩石柱, 在钻压扭矩的作用下中心切削齿201对岩石柱进行破碎;
- [0112] 4) 在钻头破岩钻进过程中, 喷嘴流道通过钻头喷嘴喷射钻井液清洗钻头, 并将岩屑通过相应的排屑通道携带至地面。
- [0113] 本发明利用中心破岩部2的内凹以及刀翼3上竖直连接面303的设置, 在钻头中心形成内凹的圆柱区, 该区域的形成在钻井过程中能够释放井底中心部位的岩石应力, 从而实现了诱导卸荷; 利用牙轮4自转产生的单、双齿交替着地形成钻头沿轴向的振动, 进而形成高频轴向冲击, 提高整体破岩速度; 利用刀翼3上外环切削齿302、牙轮4上牙轮切削齿401、中心切削齿201的组合实现了复合切削, 进一步提高钻井速度。
- [0114] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述, 但并非对本发明的限制, 所属领域技术人员应该明白, 在本发明的技术方案的基础上, 本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

权利要求书

- [权利要求 1] 自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，包括钻头本体；
所述钻头本体的钻井端设置外部环形破岩部，所述外部环形破岩部的头端中部沿钻头轴向向内凹形成呈圆形凹槽的中心破岩部；
所述外部环形破岩部沿圆周方向设置有若干刀翼和若干镶嵌有牙轮切削齿的牙轮；
所述刀翼由中心破岩部的边缘延伸至钻头本体的侧壁；
所述牙轮与外部环形破岩部上的相应轴颈进行转动连接；
所述刀翼的径向外端面上沿母线方向设置若干外环切削齿；
所述中心破岩部的底端面设置中心切削齿；
所述钻头本体上设置钻头喷嘴，所述钻头喷嘴通过喷嘴流道与钻头本体内部的钻头内腔相连通。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，
所述刀翼面向中心破岩部的竖直连接面呈柱面结构；
所有刀翼的竖直连接面位于同一个轴向圆柱面上，所述轴向圆柱面的中心轴线、中心破岩部的中心轴线均与钻头本体的中心轴线共线；
所述轴向圆柱面的直径与中心破岩部圆形凹槽的直径一致。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，
所述竖直连接面在钻头轴向方向的高度与中心破岩部圆形凹槽侧壁在钻头轴向方向的高度之和 h 为 $0.2D \sim 2D$ ；
所述中心破岩部圆形凹槽的直径 d 为 $0.2D \sim 0.8D$ ， D 为钻头直径。
- [权利要求 4] 如权利要求1所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，
所述牙轮上牙轮切削齿所形成的最外切削轮廓包络线 1_1 高于刀翼上外环切削齿所形成的最外切削轮廓包络线 1_2 。
- [权利要求 5] 如权利要求1所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，
所述钻头喷嘴包括设置在刀翼一侧外部环形破岩部上的外环喷嘴、设置在中心破岩部底端面上的中心喷嘴；
所述外部环形破岩部内设置的排屑通道与中心破岩部设置的排屑通道

相贯通。

- [权利要求 6] 如权利要求1所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，所述外环切削齿、中心切削齿均为PDC齿。
- [权利要求 7] 如权利要求6所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，所述PDC齿为多刃PDC切削齿，所述多刃PDC切削齿的齿身端部呈圆柱体，所述多刃PDC切削齿的破岩端包括若干层由中心沿径向向外设置的呈阶梯状分布的切削齿面，各层切削齿面相平行。
- [权利要求 8] 如权利要求6所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头，其特征是，所述PDC齿为古币形PDC切削齿，所述古币形PDC切削齿的齿身端部呈圆柱体，所述古币形PDC切削齿的破岩端呈弧面结构，所述弧面结构的径向外端设置若干切削面，所述切削面与弧形结构之间形成向PDC齿中心方向弯曲的弧形切削刃。
- [权利要求 9] 自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻井提速方法，其特征是，基于如权利要求1~8任一所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻头进行钻井，所述钻井提速方法包括以下步骤：
- 1) 外部环形破岩部首先接触井底，在钻压扭矩的作用下钻头整体旋转，牙轮随钻头转动的过程中进行自转；牙轮的自转导致牙轮切削齿单齿、双齿着地交替出现，单、双齿交替着地过程中引起钻头沿轴向的往复运动，进而实现钻头对井底的高频轴向冲击，在该高频轴向冲击下牙轮与外环切削齿共同作用加快对钻头外环部位岩石的破碎；
 - 2) 随着外环切削齿、牙轮破岩的进行，在中心破岩部区域内形成岩石柱，有效释放了井底压力；
 - 3) 随着破岩的进行，中心切削齿接触岩石柱，在钻压扭矩的作用下中心切削齿对岩石柱进行破碎；
 - 4) 在钻头破岩钻进过程中，喷嘴流道通过钻头喷嘴喷射钻井液清洗钻头，并将岩屑通过相应的排屑通道携带至地面。
- [权利要求 10] 如权利要求9所述的自激轴冲与诱导卸荷耦合破岩钻井提速方法，其特征是，在高频轴向冲击下牙轮与外环切削齿共同作用的过程为：

牙轮上牙轮切削齿因自转由双齿着地变为单齿着地时，钻头整体上提，刀翼上的外环切削齿离开井底，牙轮上着地的牙轮切削齿破岩；牙轮上牙轮切削齿因自转由单齿着地变为双齿着地时，钻头整体向下冲击，刀翼上的外环切削齿着地，冲击剪切破碎牙轮应力释放后的井底。

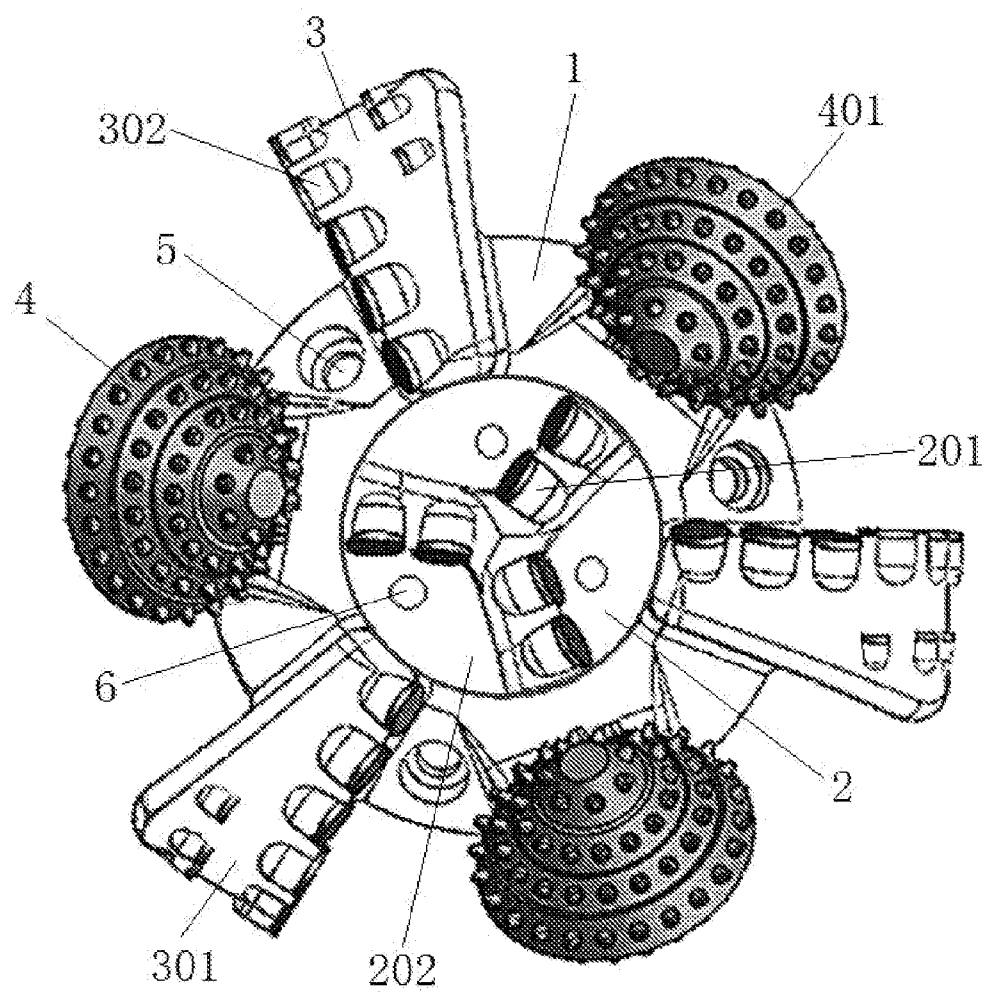


图 1

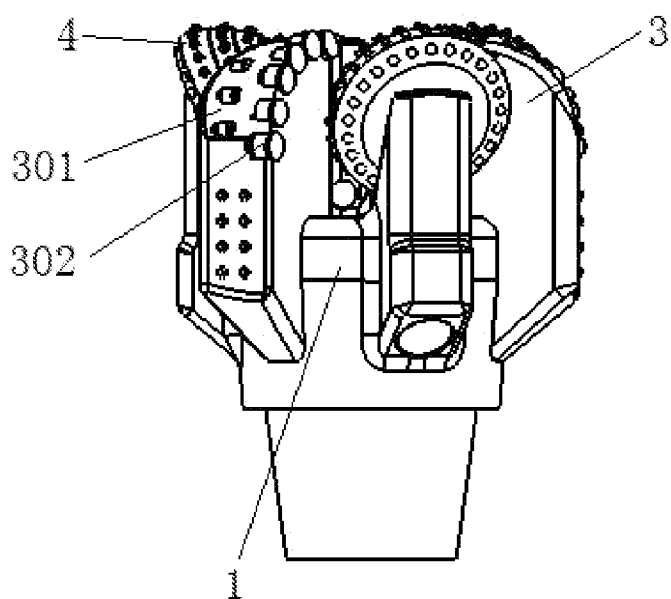


图 2

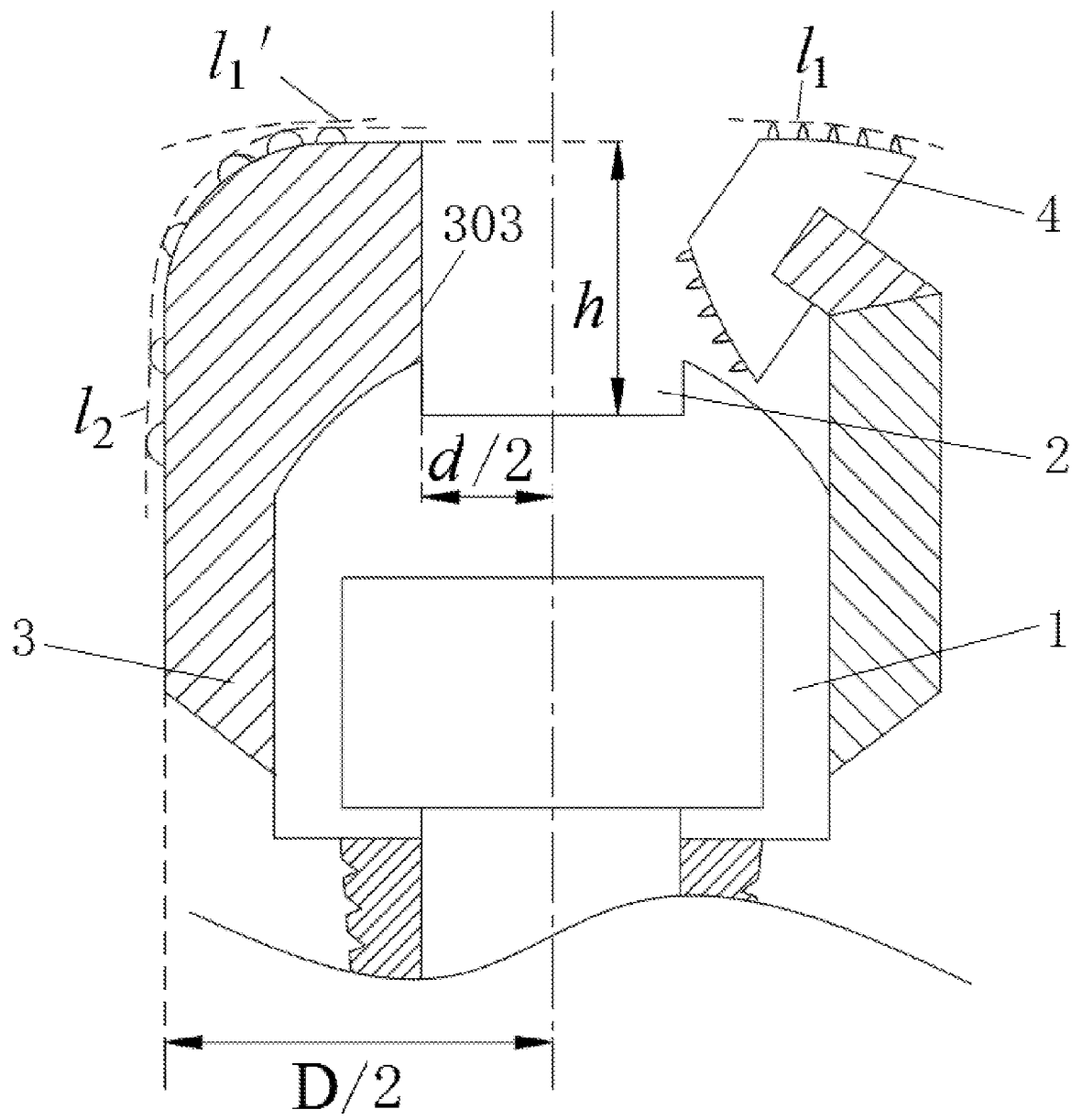


图 3

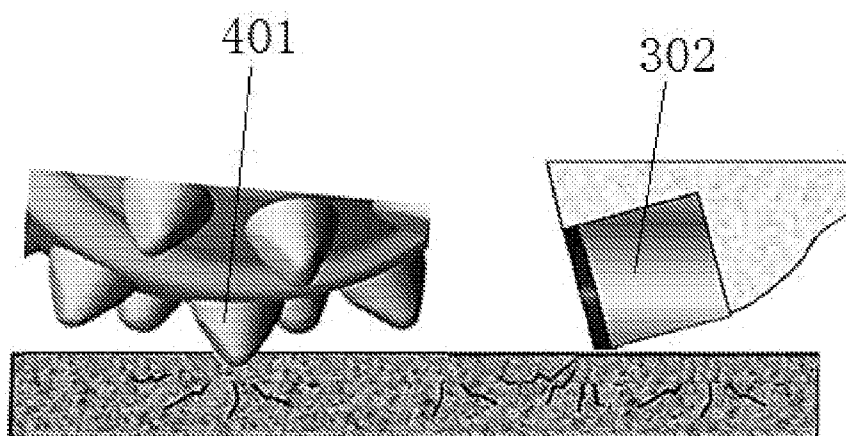


图 4

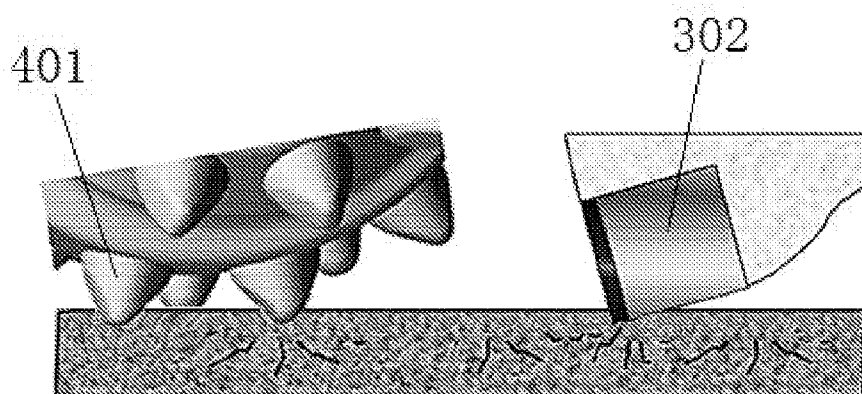


图 5

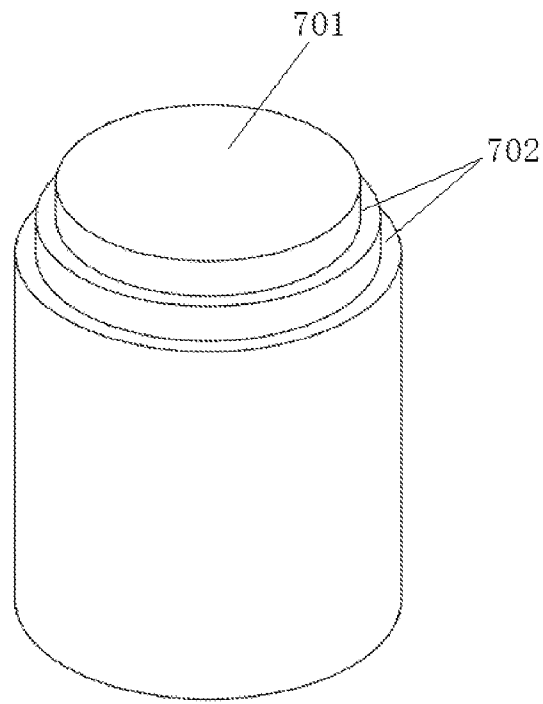


图 6

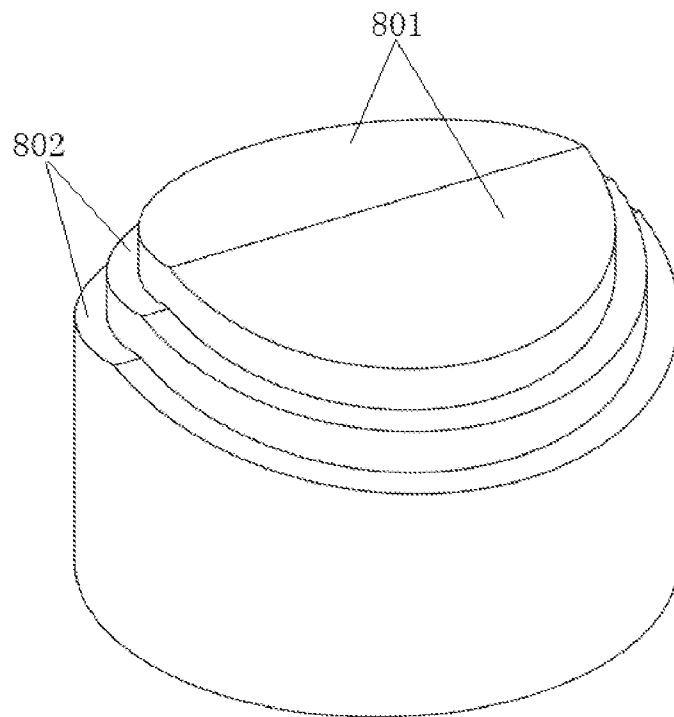


图 7

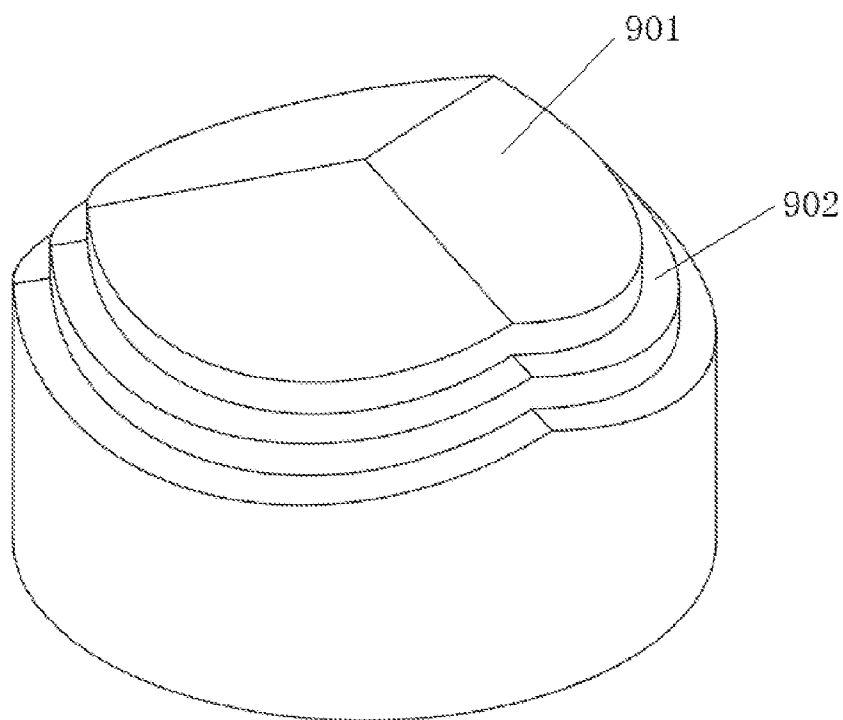


图 8

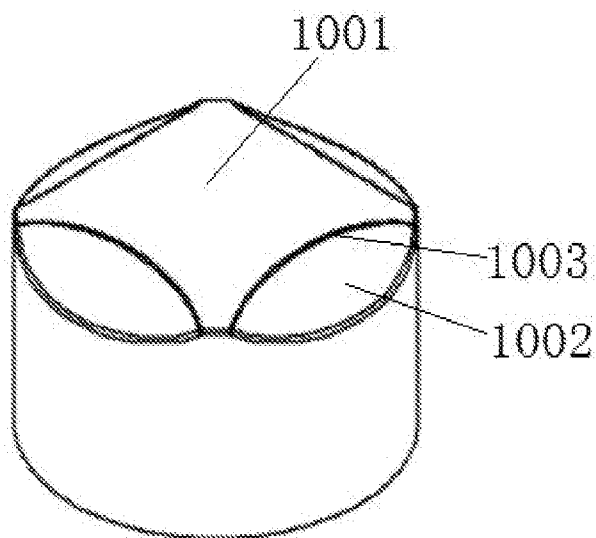


图 9

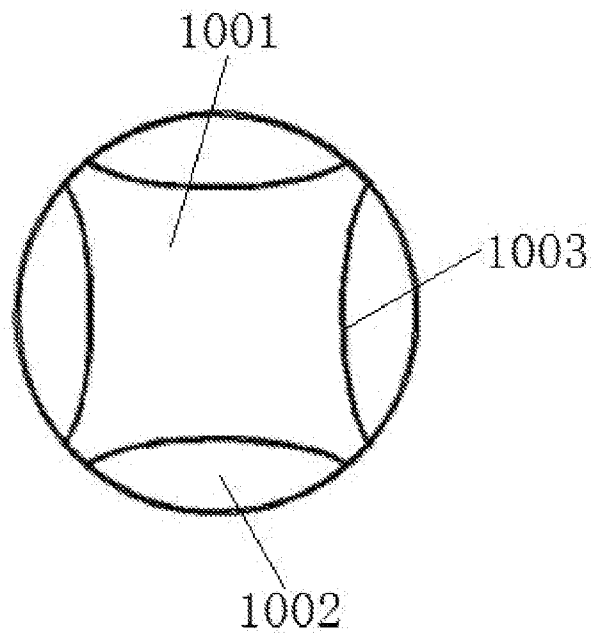


图 10

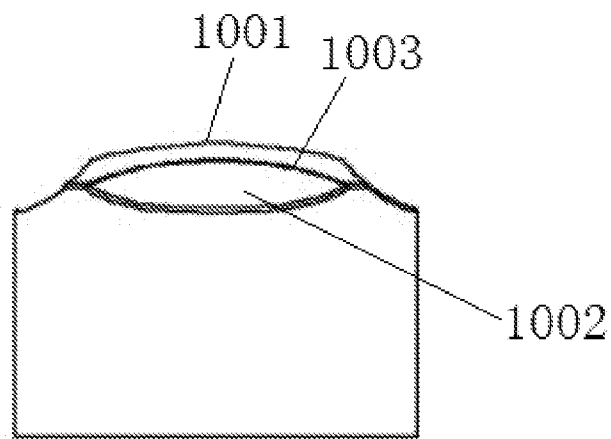


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/089849

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B 10/43(2006.01)i; E21B 10/16(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT: 自激, 诱导, 钻头, 凹槽, 中心, 刀翼, 牙轮钻头, 切削齿, 喷嘴, 轴线, 公转, 自转, bit, drill+, nozzle, rock, break+, groove, blade, annual, axial, cylindrical

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 211448522 U (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY et al.) 08 September 2020 (2020-09-08) description, paragraphs [0043]-[0053], and figures 1-12	1-8
Y	CN 211448522 U (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY et al.) 08 September 2020 (2020-09-08) description, paragraphs [0043]-[0053], and figures 1-12	9-10
Y	CN 110359847 A (HEBEI RUIISHI BITS MANUFACTURING CO., LTD.) 22 October 2019 (2019-10-22) description, paragraph [0031]	9-10
A	CN 105113995 A (BAOJI OILFIELD MACHINERY CO., LTD.) 02 December 2015 (2015-12-02) entire document	1-10
A	CN 210460505 U (SHI QINGTIAN) 05 May 2020 (2020-05-05) entire document	1-10
A	CN 110748300 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)) 04 February 2020 (2020-02-04) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 October 2021

Date of mailing of the international search report

25 October 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/089849

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014202771 A1 (ZAHRADNIK, A. F. et al.) 24 July 2014 (2014-07-24) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/089849

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	211448522	U	08 September 2020	None			
CN	110359847	A	22 October 2019	None			
CN	105113995	A	02 December 2015	None			
CN	210460505	U	05 May 2020	None			
CN	110748300	A	04 February 2020	CN	110748300	B	25 September 2020
				WO	2021097972	A1	27 May 2021
US	2014202771	A1	24 July 2014	US	10316589	B2	11 June 2019
				US	10871036	B2	22 December 2020
				US	8678111	B2	25 March 2014
				US	2009126998	A1	21 May 2009
				US	2019352971	A1	21 November 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/089849

A. 主题的分类

E21B 10/43 (2006.01) i; E21B 10/16 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

E21B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; 自激, 诱导, 钻头, 凹槽, 中心, 刀翼, 牙轮钻头, 切削齿, 喷嘴, 轴线, 公转, 自转, bit, drill+, nozzle, rock, break+, groove, blade, annular, axial, cylindrical

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 211448522 U (西南石油大学 等) 2020年 9月 8日 (2020 - 09 - 08) 说明书第[0043]-[0053]段和附图1-12	1-8
Y	CN 211448522 U (西南石油大学 等) 2020年 9月 8日 (2020 - 09 - 08) 说明书第[0043]-[0053]段和附图1-12	9-10
Y	CN 110359847 A (河北锐石钻头制造有限公司) 2019年 10月 22日 (2019 - 10 - 22) 说明书第[0031]段	9-10
A	CN 105113995 A (宝鸡石油机械有限责任公司) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-10
A	CN 210460505 U (石擎天) 2020年 5月 5日 (2020 - 05 - 05) 全文	1-10
A	CN 110748300 A (中国石油大学华东) 2020年 2月 4日 (2020 - 02 - 04) 全文	1-10
A	US 2014202771 A1 (ZAHRADNIK ANTON F等) 2014年 7月 24日 (2014 - 07 - 24) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 10月 5日

国际检索报告邮寄日期

2021年 10月 25日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

魏敏

电话号码 (86-512)88996170

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/089849

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	211448522	U	2020年 9月 8日	无	
CN	110359847	A	2019年 10月 22日	无	
CN	105113995	A	2015年 12月 2日	无	
CN	210460505	U	2020年 5月 5日	无	
CN	110748300	A	2020年 2月 4日	CN 110748300 B	2020年 9月 25日
				WO 2021097972 A1	2021年 5月 27日
US	2014202771	A1	2014年 7月 24日	US 10316589 B2	2019年 6月 11日
				US 10871036 B2	2020年 12月 22日
				US 8678111 B2	2014年 3月 25日
				US 2009126998 A1	2009年 5月 21日
				US 2019352971 A1	2019年 11月 21日