



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202194574 U

(45) 授权公告日 2012. 04. 18

(21) 申请号 201120250799. 1

(22) 申请日 2011. 07. 15

(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

(72) 发明人 杨迎新 陈炼 林敏 裴竹  
任海涛

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理  
有限公司 51214

代理人 刘凯

(51) Int. Cl.

E21B 10/12(2006. 01)

E21B 10/16(2006. 01)

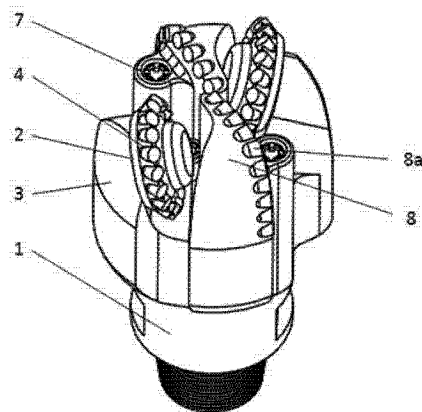
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 6 页

### (54) 实用新型名称

一种复合式钻头

### (57) 摘要

本实用新型公开了一种复合式钻头,包括钻头本体(1)、轮刀(2),所述钻头本体(1)上具有轮掌(3),所述轮刀(2)安装在所述轮掌(3)的轴颈(6)上,与轮掌(3)形成转动连接,在所述轮刀(2)上布置有外排切削齿圈(4),所述轮刀(2)的偏移角  $\alpha$  的范围是  $20^{\circ} \leq |\alpha| \leq 90^{\circ}$ ,在所述钻头本体(1)上设置有包含固定切削齿(8a)的固定切削结构(8)。本实用新型中轮刀上的切削齿以交替刮切的形式破岩,并配合固定切削结构上的切削齿,在井底岩石上形成交叉切削区域,破岩效率高,磨损均匀,冷却效果好,齿的寿命长,轴承工作寿命高,钻头使用寿命长。



1. 一种复合式钻头,包括钻头本体(1)以及至少一组设置在所述钻头本体(1)上的轮刀切削单元,所述轮刀切削单元包括轮刀(2)和轮掌(3),所述轮掌(3)设置在钻头本体(1)上,所述轮刀(2)设置在轮掌(3)的轴颈(6)上与轮掌(3)形成转动连接,在所述轮刀(2)上布置有外排切削齿圈(4),其特征在于:所述轮刀(2)的偏移角  $\alpha$  的范围是  $20^{\circ} \leq |\alpha| \leq 90^{\circ}$ ,在所述钻头本体(1)上设置有至少一组包含固定切削齿(8a)的固定切削结构(8)。

2. 根据权利要求1所述的一种复合式钻头,其特征在于:所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀(2)的偏移角与其它组轮刀切削单元的轮刀(2)的偏移角不相等。

3. 根据权利要求1或2所述的一种复合式钻头,其特征在于:所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀(2)的外径大小与其它组轮刀切削单元的轮刀(2)的外径大小不相等。

4. 根据权利要求1或2所述的一种复合式钻头,其特征在于:所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀(2)的轴倾角与其它组轮刀切削单元的轮刀(2)的轴倾角不相等。

5. 根据权利要求1或2所述的一种复合式钻头,其特征在于:所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元轮刀上的切削齿的布齿间距与其它组轮刀切削单元轮刀上的布齿间距不相同。

6. 根据权利要求1或2所述的一种复合式钻头,其特征在于:所述同一轮刀(2)上的切削齿不等间距布置。

## 一种复合式钻头

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于石油天然气、矿山工程、建筑基础工程施工、地质、水文等钻探设备技术领域，具体的讲涉及一种复合式钻头。

### 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。现今钻井工程中所使用的钻头主要有牙轮钻头(包括三牙轮钻头和单牙轮钻头)和 PDC(聚晶金刚石复合片)钻头。

[0003] 三牙轮钻头主要以冲击压碎的形式破岩。三牙轮钻头的轮体速比(钻头旋转钻进时牙轮转速与钻头转速之比)均大于 1, 钻头旋转钻进时牙轮转速快, 牙轮上的牙齿对井底岩石形成冲击压碎作用破岩, 能量利用率不高, 破岩效率相对较低。三牙轮钻头的冲击压碎破岩方式, 使轴承受到的冲击载荷大, 载荷幅值高, 加之轴承转速相对较快, 因此三牙轮钻头的轴承寿命较短。现有牙轮钻头的牙轮偏移角大多不超过  $5^{\circ}$ , 钻头在井底旋转钻进时, 轮体速比高, 牙轮绕牙掌轴颈的转动速度快, 牙轮上的牙齿与井底岩石相接触的时间很短, 牙齿在井底滑移的距离也很短, 牙齿在井底岩石上冲压出一个个凹坑。

[0004] 单牙轮钻头牙轮转速低, 主要以刮切的形式破岩。钻头轴承尺寸较大, 寿命优于三牙轮钻头。但单牙轮钻头也有一个无法避免的弱点, 那就是牙齿耐磨性严重不足, 齿一旦磨损, 钻速就会急剧降低。

[0005] 现今, 无运动部件、耐磨且寿命长的 PDC(聚晶金刚石复合片)钻头在钻井工程中使用得越来越多, 比例越来越大。现有的 PDC 钻头均属固定切削齿钻头。在理想工作条件(即钻头中心线与井眼中心线重合的条件)下, 钻头钻进时各切削齿所负责破碎的区域为相对固定的同心圆环带。这种固定齿 PDC 钻头主要有三方面的缺点: 第一, PDC 齿连续不断地切削岩石, 由于剧烈摩擦产生的热量会使齿达到相当高的温度, 当温度超过一定界限时, PDC 齿的磨损速度明显上升, 从而导致热磨损现象(当 PDC 齿工作温度高于某一特定温度时, 其耐磨性明显下降的现象称为 PDC 齿的热磨损现象)的发生。第二, 钻头上个别齿的失效(齿的脱落、断裂或过度磨损等)会显著增加失效齿井底环带附近的 PDC 齿的工作负荷, 加快其磨损速度, 进而导致钻头提前失效。第三, 钻头不同径向区域上的 PDC 齿的磨损速度差异明显, 一般钻头外部区域(特别是钻头半径的外  $1/3$  区域)的切削齿磨损速度明显快于心部区域的齿。

[0006] 我们在专利 201010229371.9 和 201020261941.8 中, 提出了一种以切削方式破岩的复合式钻头。这种复合式钻头的轮刀(或转轮)上的切削齿在实际钻进过程中, 可能出现切削齿“同轨切削”的现象。所谓“同轨切削”就是指, 钻头在旋转钻进过程中, 切削齿与岩石作用时落入井底上一破岩过程中留下的破碎槽(或坑)中的现象。轮刀上的切削齿发生“同轨切削”时, 切削齿进入井底原有的破碎槽内, 既减少了岩石切削量, 又增加了切削齿吃入岩石的难度。所以, “同轨切削”现象将对钻头的破岩效率产生不利影响。

### 实用新型内容

[0007] 本实用新型的发明目的是提供一种复合式钻头, 钻头由大偏移角轮刀切削单元和固定切削结构复合而成, 大偏移角轮刀切削单元使轮刀上的切削齿以交替刮切方式破碎岩石, 固定切削结构上的切削齿与轮刀上的切削齿共同作用, 交叉切削井底岩石, 形成网状的井底形貌, 能够在增加钻头使用寿命的同时, 提高破岩效率。

[0008] 本实用新型的技术方案如下:

[0009] 一种复合式钻头, 包括钻头本体以及至少一组设置在所述钻头本体上的轮刀切削单元, 所述轮刀切削单元包括轮刀和轮掌, 所述轮掌设置在钻头本体上, 所述轮刀设置在轮掌的轴颈上与轮掌形成转动连接, 在所述轮刀上布置有外排切削齿圈, 其特征在于: 所述轮刀的偏移角  $\alpha$  的范围是  $20^\circ \leq |\alpha| \leq 90^\circ$ , 在所述钻头本体上设置有至少一组包含固定切削齿的固定切削结构。

[0010] 本实用新型所述的一种复合式钻头, 其所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的偏移角与其它组轮刀切削单元的轮刀的偏移角不相等。

[0011] 本实用新型所述的一种复合式钻头, 其所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的外径大小与其它组轮刀切削单元的轮刀的外径大小不相等。

[0012] 本实用新型所述的一种复合式钻头, 其所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的轴倾角与其它组轮刀切削单元的轮刀的轴倾角不相等。

[0013] 本实用新型所述的一种复合式钻头, 其所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元轮刀上的切削齿的布齿间距与其它组轮刀切削单元轮刀上的布齿间距不相同。

[0014] 本实用新型所述的一种复合式钻头, 其所述同一轮刀上的切削齿不等间距布置。

[0015] 上述结构中, 所述轮刀的偏移角  $\alpha =$

$\arctan\left(\frac{s}{c}\right)$ , 其中  $s$  为轮刀的移轴距,  $c$  为轮刀的基准距。如图 3、图 4、图 5 所示, AB 为钻头中心轴线, CD 为轮刀中心轴线, 经过轮刀轴线 CD 并平行于钻头轴线 AB 的面为轮刀极轴面  $A_1$ ,  $A_2$  是经过钻头轴线 AB 且垂直于轮刀极轴面  $A_1$  的平面,  $A_3$  是经过钻头轴线 AB 且平行于轮刀极轴面  $A_1$  的平面。轮刀上表征各切削齿位置坐标的点为各切削齿的定位点, 圆柱形 PDC 齿的定位点为齿的金刚石工作平面的中心点, 其它类型切削齿的定位点设置在齿的某个特定点上。轮刀外排齿圈上各切削齿定位点所在的平面  $A_4$  为轮刀基准平面, 轮刀基准平面  $A_4$  与轮刀轴线 CD 的交点 E 为轮刀基准点。过点 E 向钻头轴线 AB 作垂线, 垂足为 F。轮刀基准距  $c$  即为轮刀基准点 E 到平面  $A_2$  的距离; 轮刀移轴距  $s$  即为钻头轴线 AB 与轮刀极轴面  $A_1$  之间的距离, 并规定, 沿钻头轴线从轮刀向钻头接头螺纹方向看(即逆钻头钻进方向看), 使轮刀基准点 E 位于平面  $A_2$  左侧, 此时若极轴面  $A_1$  在平面  $A_3$  下方则为正移轴, 反之, 则为负移轴(图 5 所示为正移轴, 图 6 所示为负移轴); 轮刀的偏移角  $\alpha$  即为直线 EF 与平面  $A_3$  之

间的夹角, 即有偏移角  $\alpha = \arctan\left(\frac{s}{c}\right)$ , 正移轴时偏移角  $\alpha$  为正, 负移轴时偏移角  $\alpha$  为负;

轮刀的轴倾角  $\beta$  即为轮刀轴线 CD 与垂直于钻头轴线 AB 的平面之间的夹角。

[0016] 当钻头在钻压、扭矩的驱动下旋转钻进时, 轮刀在随钻头本体绕钻头轴线做旋转运动和沿轴线做轴向进给运动外, 还会相对于钻头本体发生旋转运动, 即会绕轮掌的轴颈中心线(即轮刀轴线)做转动。如果轮刀的偏移角等于零, 轮刀的轴线与钻头轴线相交, 轮刀

会以纯滚动或接近于纯滚动的方式在井底岩石上滚动,其平均转速等于或近似等于由钻头转速和轮刀滚动轨迹圆半径所确定的纯滚动速度。此时,轮刀将以与井底岩石相作用的切削齿的作用点为瞬时转动中心发生相对转动,切削齿与岩石之间不存在相对滑移。如果轮刀的偏移角不等于零,则轮刀的轴线与钻头轴线不再相交,而是空间交错,轮刀的纯滚动条件不再满足。此时,轮刀仍会在岩石上滚动,但其滚动速度不再等于纯滚动速度,而是低于纯滚动速度。轮刀上的切削齿在滚过岩石的过程中会与岩石发生相对滑移,从而形成切削齿对岩石的刮切或切削作用。

[0017] 当偏移角不为零时,轮刀上的切削齿在井底岩石上的相对滑移(刮切)包含两个部分:第一,径向滑移。轮刀上的切削齿从开始切削岩石(切入)到脱离切削岩石(切出)的过程中,岩石上的切入点与切出点的径向(钻头径向)位置不同,表明切削齿在与岩石接触的过程中发生了径向滑移,切入点与切出点之间的径向距离,代表了切削齿的径向滑移量。偏移角越大,切削齿切入、切出点之间的径向距离越大,径向滑移量也就越大。第二,周向滑移。当钻头转速确定时,轮体速比决定了切削齿的切削工作时间(即从切入岩石到切出岩石的一次切削过程所经历的时间)。由于偏移角不为零时的轮体速比低于纯滚动条件下的轮体速比,轮刀的转速变慢,所以切削齿的切削工作时间变长,因而使切削齿产生沿周向(钻头圆周方向)的滑移量。轮体速比越小,切削齿的切削工作时间越长,周向滑移量也就越大。切削齿在井底岩石上的总的滑移速度是径向滑移速度与周向滑移速度的矢量合成。根据钻头体与轮刀的运动特征,切削齿在井底岩石上的滑移(刮切)轨迹是沿着钻头旋转方向的从外到内(偏移角为正时)或从内到外(偏移角为负时)的类似螺旋线形状。

[0018] 轮刀的移轴距  $s$  增大或基准距  $c$  减小,均导致轮刀偏移角  $\alpha$  增大,故都会增大切削齿在井底的径向滑移和周向滑移,即增大切削齿在井底的总的滑移量。

[0019] 上述轮刀的偏移角  $\alpha = \arctan\left(\frac{s}{c}\right)$ , 使  $20^\circ \leq |\alpha| \leq 90^\circ$  从而更好地实现切削齿

以刮切的方式破岩。具体的讲,当钻头外径一定,轮刀直径保持不变时,增大轮刀的移轴距  $s$ ,轮刀的基准距  $c$  就会相应地减小。

[0020] 在本实用新型中,采用了固定切削结构与轮刀相结合的破岩方式:轮刀和固定切削结构均为以切削方式破碎井底岩石的切削结构,固定切削结构上的切削齿在井底岩石上刮切出同心圆状的切削轨迹,而轮刀上的切削齿在井底岩石上刮切出从外向内或由内向外的螺旋形切削轨迹。两套切削轨迹相互交叉,其效果是形成网状井底形貌,有利于切削齿对岩石的有效吃入,有利于岩石的破碎,所以能有效提高钻头的破岩效率。

[0021] 对固定切削齿钻头而言,切削齿持续不断地切削井底岩石,钻头不同径向区域上的 PDC 齿的磨损速度差异十分明显,一般钻头外部区域(特别是钻头半径的外 1/3 区域)切削齿的磨损速度明显快于心部区域的齿。本实用新型中的轮刀上的切削齿能对固定切削齿钻头的切削齿易磨损和失效区域起到特殊的加强作用。轮刀上的切削齿以缓慢交替的形式轮流刮切破岩,每个切削齿的实际参与切削工作的总时间明显少于钻头的运转时间,因此切削齿的磨损速度显著降低。轮刀上切削齿磨损速度的降低会对固定切削结构上的切削齿造成直接影响,减缓其磨损速度。井底的交叉切削区域或网状切削区域与钻头上切削齿最易磨损的部位相对应,有利于降低该部位切削齿的工作载荷,降低磨损速度。所以,本实用新型的复合式钻头一方面更易于实现切削齿的均衡磨损,另一方面能显著提高钻头的工作

寿命。

[0022] 轮刀上的切削齿的交替切削工作方式有利于切削齿(特别是 PDC 齿)的冷却,避免或减少了由于温度过高而导致磨损加剧的热磨损现象的发生。

[0023] 对常规固定齿钻头而言,增加布齿密度可以减缓切削齿的磨损速度,增加钻头的工作寿命,但同时也会降低钻头的钻进速度。在本实用新型中,轮刀上能布置更多的切削齿,增加了切削齿数量,且轮刀上的切削齿能轮流工作。由于轮刀上同时参与切削岩石的只有部分切削齿,所以,钻头的有效工作齿数明显小于钻头的总切削齿数。换言之,轮刀切削结构可以在增加总切削齿数(增加布齿密度)的同时,保持同时工作的齿数不变或基本不变。其效果是在保持钻头钻进速度的同时使钻头的工作寿命得以延长。这样,在钻头设计中延长钻头寿命与提高钻速之间的矛盾可得到明显的缓解。

[0024] 由于轮刀上的切削齿以切削方式(剪切方式)破碎岩石,轮刀所需的轴向钻压相对较小,钻压波动幅度也较小,且复合型钻头的轮体速比低于三牙轮钻头,因而复合型钻头可以达到比三牙轮钻头更高的轴承寿命。

[0025] 本实用新型的思路是:通过增大轮刀的移轴距  $s$ 、减小轮刀的基准距  $c$  的方式增大轮刀偏移角  $\alpha$ ,并使其在  $20^{\circ} \leq |\alpha| \leq 90^{\circ}$  范围内,达到增大轮刀上的切削齿在井底的径向滑移量,并同时降低轮体速比,增大切削齿在井底的刮切时间和周向滑移量,从而增加切削齿在井底岩石上总的滑移量(刮切量)。这样,当钻头在井底工作时,轮刀上的切削齿以缓慢的速度切入岩石,并在钻头体的带动下相对井底岩石刮切一段较长距离后再缓慢切出,从而实现轮刀上的切削齿以缓慢交替的形式在井底轮流刮切或切削破岩的目的。同时配以具有固定切削齿的固定切削结构,两套切削轨迹的共同作用效果是在井底形成交叉切削区域,有利于切削齿对岩石的有效吃入,有利于岩石的破碎,所以能有效提高钻头的破岩效率。

[0026] 本实用新型与现有技术相比,其有益效果是:

[0027] (1) 本发明将轮刀与固定切削单元相结合,在井底岩石上形成了两套切削轨迹,其效果是在井底形成交叉切削区域和网状的井底形貌,切削齿在该条件下的切削力和切削功率均降低,有利于减缓切削齿的磨损速度,也有利于切削齿对岩石的有效吃入,有利于岩石的破碎,能显著提高钻头的破岩效率。特别是当井底的交叉切削区域或网状区域与钻头上切削齿最易磨损的外部区域相对应时,能降低该区域切削齿的切削力和切削功率,减缓其磨损速度,这对于提高钻头在难钻地层钻进时的破岩效率和工作寿命十分有益。

[0028] (2) 轮刀上的切削齿交替工作,减少或避免了固定切削齿钻头因少数切削齿失效带来的钻头早期失效,延长了钻头使用寿命。

[0029] (3) 轮刀上的切削齿交替工作,切削齿磨损均匀,各切削齿的工作能力可得到充分利用。

[0030] (4) 轮刀上的切削齿交替工作,冷却效果好,不易发生热磨损。

[0031] (5) 复合式钻头可以利用 PDC 复合片等金刚石复合元件作为切削齿,齿的工作寿命和切削效率均优于单牙轮钻头。

[0032] (6) 复合式钻头钻进时所需的钻压小,轴承所受载荷小,且载荷波动幅度低;钻头的轮体速比低,故轴承相对转动缓慢、发热少。所以,复合式钻头的轴承工作寿命长于同等规格的三牙轮钻头。

[0033] 为减少和避免轮刀上切削齿“同轨切削”现象的发生,本实用新型可采取以下进一步的改进方案来实现:

[0034] 所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的偏移角与其它组轮刀切削单元的轮刀的偏移角不相等。

[0035] 所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的外径大小与其它组轮刀切削单元的轮刀的外径大小不相等。

[0036] 所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的轴倾角与其它组轮刀切削单元的轮刀的轴倾角不相等。

[0037] 所述轮刀切削单元至少有两组,其中至少有一组轮刀切削单元轮刀上的切削齿的布齿间距与其它组轮刀切削单元轮刀上的布齿间距不相同。

[0038] 所述同一轮刀上的切削齿不等间距布置。

[0039] 所述同一轮刀上外排切削齿圈与内侧切削齿圈的布齿间距不相同。

[0040] 上述方案的有益效果是:

[0041] (7) 轮刀的偏移角不相等、轮刀的外径大小不相等、轮刀的轴倾角不相等、轮刀上的切削齿不等间距布置、轮刀上各排切削齿的布齿间距不相同、或(和)轮刀上的切削齿的布齿间距与其它轮刀上的布齿间距不相同,能减少和避免钻进过程中轮刀上切削齿“同轨切削”现象的发生,使轮刀上的切削齿沿着井底岩石的“岩脊”(两破碎槽之间凸起的岩石带)刮切破岩,有利于切削齿对岩石的有效吃入和岩石的破碎,所以能有效提高钻头的破岩效率。

[0042] (8) 采用上述方案,能减少和避免钻进过程中轮刀上切削齿“同轨切削”现象的发生,使轮刀上的切削齿沿着井底岩石的“岩脊”刮切破岩,能减少和避免凸起的“岩脊”对轮刀本体的磨损伤害。

[0043] 综上,本发明中轮刀上的切削齿以交替刮切的形式破岩,并配合固定切削结构上的切削齿,在井底岩石上形成交叉切削区域,破岩效率高,磨损均匀,冷却效果好,齿的寿命长,轴承工作寿命高,钻头使用寿命长。

## 附图说明

[0044] 本实用新型将通过例子并参照附图的方式说明,其中:

[0045] 图1为本实用新型的结构示意图,其轮刀切削单元与固定切削结构为2组,两者相间布置。图中:1、钻头本体,2、轮刀,3、轮掌,4、外排切削齿圈,7、喷嘴,8、固定切削结构,8a、固定切削齿;

[0046] 图2为本实用新型沿钻头轴线俯视(逆钻头钻进方向看)时的视图;

[0047] 图3为本实用新型的轮刀几何位置参数移轴距 $s$ 、基准距 $c$ 、偏移角 $\alpha$ 和轴倾角 $\beta$ 的示意图;

[0048] 图4为本实用新型的一组切削单元的轮刀沿轮刀极轴面的剖视图。图中:6、轴颈;

[0049] 图5为本实用新型沿钻头轴线俯视时轮刀在钻头上的相对几何位置及参数 $s$ 、 $c$ 、 $\alpha$ 的示意图,图示偏移角为正值;

[0050] 图6为本实用新型的轮刀偏移角不相等时的示意图;图中, $\alpha_1 \neq \alpha_2$ ;

[0051] 图7为本实用新型的轮刀外径大小不相等时的示意图;图中, $r_1 \neq r_2$ ;

- [0052] 图 8 为本实用新型的轮刀轴倾角不相等时的示意图 ; 图中,  $\beta_1 \neq \beta_2$  ;
- [0053] 图 9 为本实用新型的轮刀上的切削齿布齿间距不等时的示意图 ;
- [0054] 图 10 为本实用新型钻头在轮刀切削单元和固定切削结构共同作用下, 在井底交叉刮切出的网状刮痕示意图。

### 具体实施方式

[0055] 下面结合附图, 对本实用新型作详细的说明。

[0056] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白, 以下结合附图及实施例, 对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解, 此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型, 并不用于限定本实用新型。

[0057] 如图 1、2、3、4、5 所示 : 一种复合式钻头, 包括钻头本体 1、轮刀 2, 所述钻头本体 1 上具有轮掌 3, 所述轮刀 2 安装在所述轮掌 3 的轴颈 6 上, 与轮掌 3 形成转动连接, 在所述轮刀 2 上布置有外排切削齿圈 4, 其特征在于 : 所述轮刀 2 的偏移角  $\alpha$  的范围是  $20^\circ \leq |\alpha| \leq 90^\circ$ , 在钻头本体 1 上设置有固定切削结构 8, 固定切削结构 8 上固结有固定切削齿 8a。

[0058] 轮刀 2 的偏移角  $\alpha$  的范围在  $20^\circ \leq |\alpha| \leq 90^\circ$  时, 能实现钻头钻进时轮刀 2 上的切削齿以缓慢交替的形式轮流刮切破岩。在轮刀切削单元和固定切削结构的共同作用下, 两套切削轨迹相互交叉, 钻头在井底刮切出网状的破碎形貌。

[0059] 如图 10 所示, 轮刀切削单元上的切削齿刮切出类似螺旋线形的刮痕 10, 固定切削结构上的固定切削齿刮切出同心圆形刮痕 9, 轮刀切削单元和固定切削结构配合能实现交错复杂的网状井底形貌。

[0060] 为减少和避免轮刀上的切削齿“同轨切削”现象的发生, 本实用新型可采用以下实施方案 :

[0061] 所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的偏移角与其它组轮刀切削单元的轮刀的偏移角不相等。如图 6 所示, 两轮刀的偏移角不相等,  $\alpha_1 \neq \alpha_2$ ; 若轮刀切削单元为三组, 则一组轮刀切削单元中的轮刀的偏移角为  $\alpha_1$ , 另外两组都是  $\alpha_2$ ,  $\alpha_1 \neq \alpha_2$ , 或者另外两组中一个是  $\alpha_2$ , 另一个是  $\alpha_3$ ,  $\alpha_2 \neq \alpha_3$ 。

[0062] 所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的外径大小与其它组轮刀切削单元的轮刀的外径大小不相等。如图 7 所示, 两轮刀的外径不相等,  $r_1 \neq r_2$ ; 若轮刀切削单元为三组, 则一组轮刀切削单元中的轮刀的外径为  $r_1$ , 另外两组都是  $r_1$ ,  $r_1 \neq r_2$ , 或者另外两组中一个是  $r_2$ , 另一个是  $r_3$ ,  $r_2 \neq r_3$ 。

[0063] 所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元的轮刀的轴倾角与其它组轮刀切削单元的轮刀的轴倾角不相等。如图 8 所示, 两轮刀的轴倾角不相等,  $\beta_1 \neq \beta_2$ ; 若轮刀切削单元为三组, 则一组轮刀切削单元中的轮刀的轴倾角为  $\beta_1$ , 另外两组都是  $\beta_2$ ,  $\beta_1 \neq \beta_2$ , 或者另外两组中一个是  $\beta_2$ , 另一个是  $\beta_3$ ,  $\beta_2 \neq \beta_3$ 。

[0064] 所述轮刀切削单元至少有两组, 其中至少有一组轮刀切削单元轮刀上的切削齿的布齿间距与其它组轮刀切削单元轮刀上的布齿间距不相同。

[0065] 所述同一轮刀上的切削齿不等间距布置。如图 9 所示, 轮刀上切削齿间的布齿间距不相等。

[0066] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

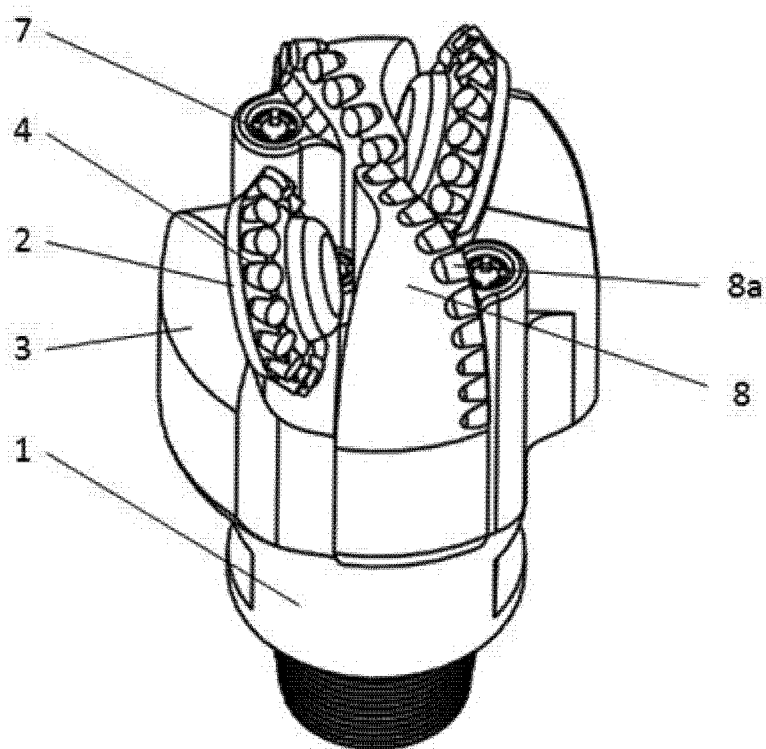


图 1

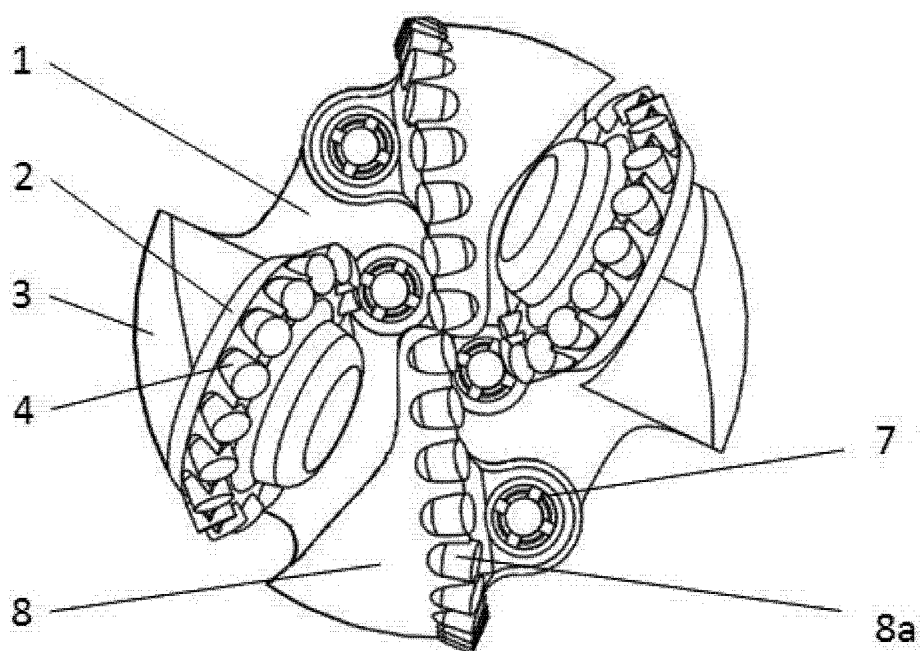


图 2

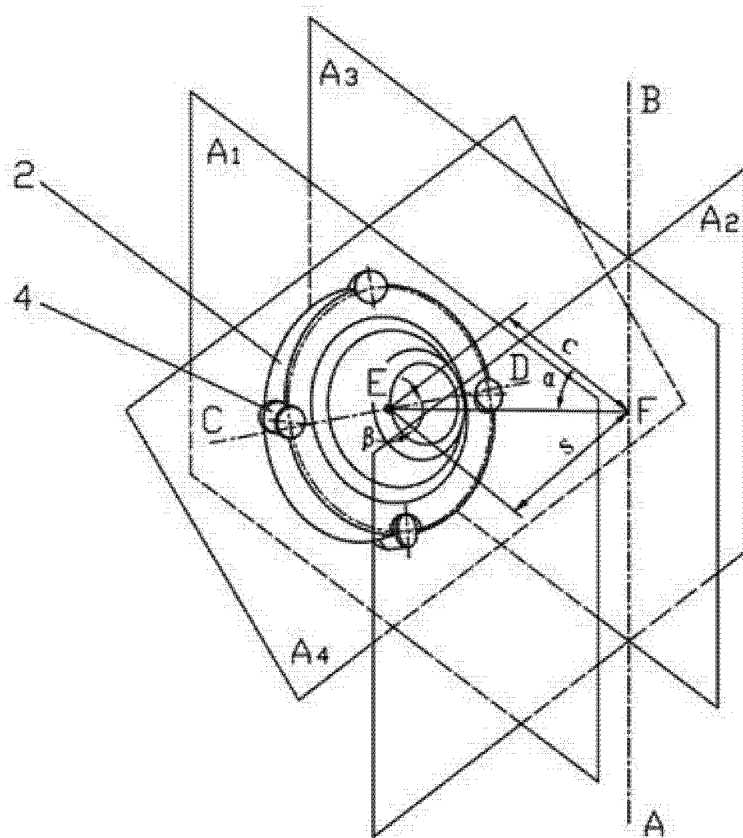


图 3

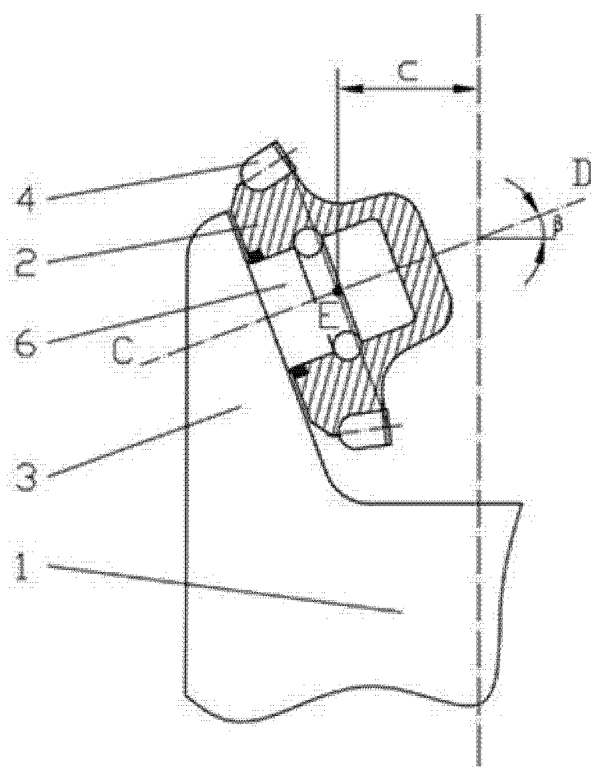


图 4

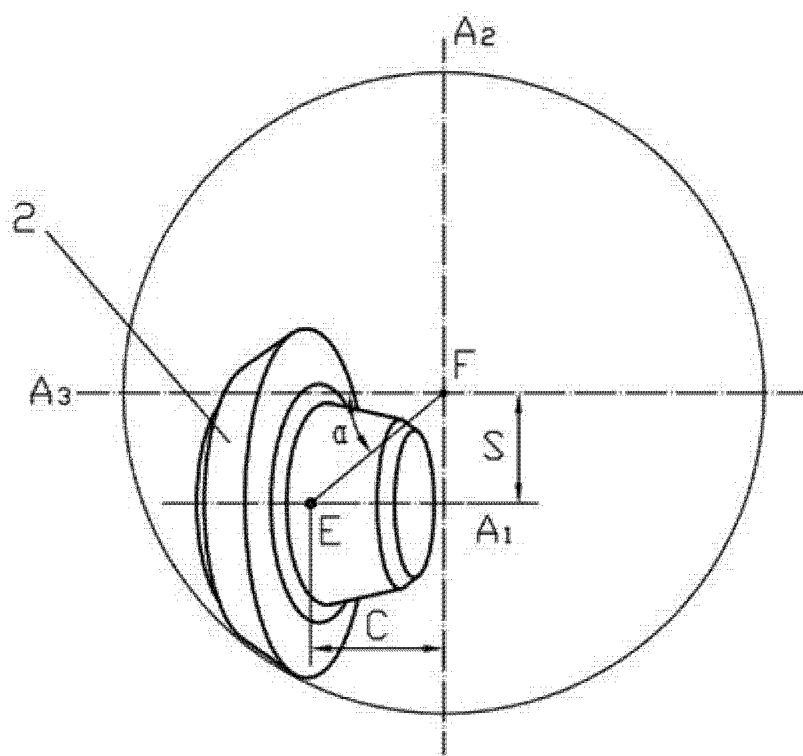


图 5

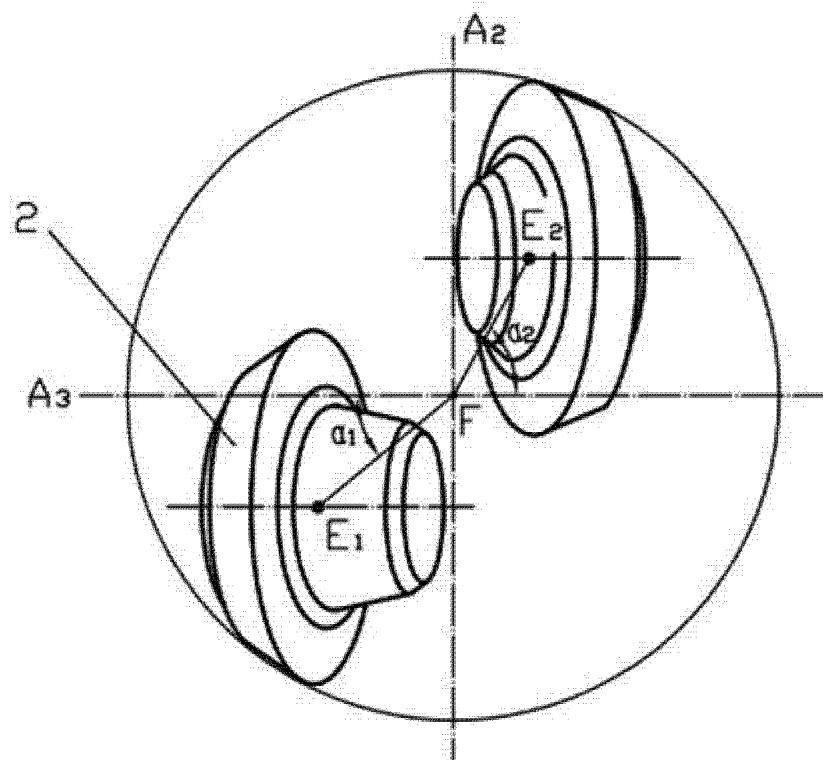


图 6

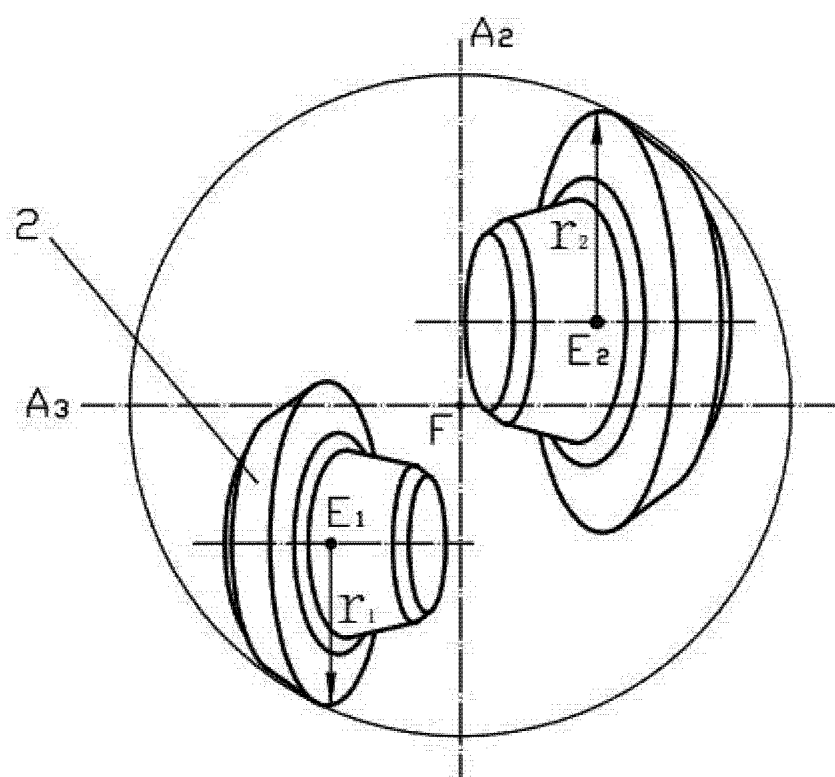


图 7

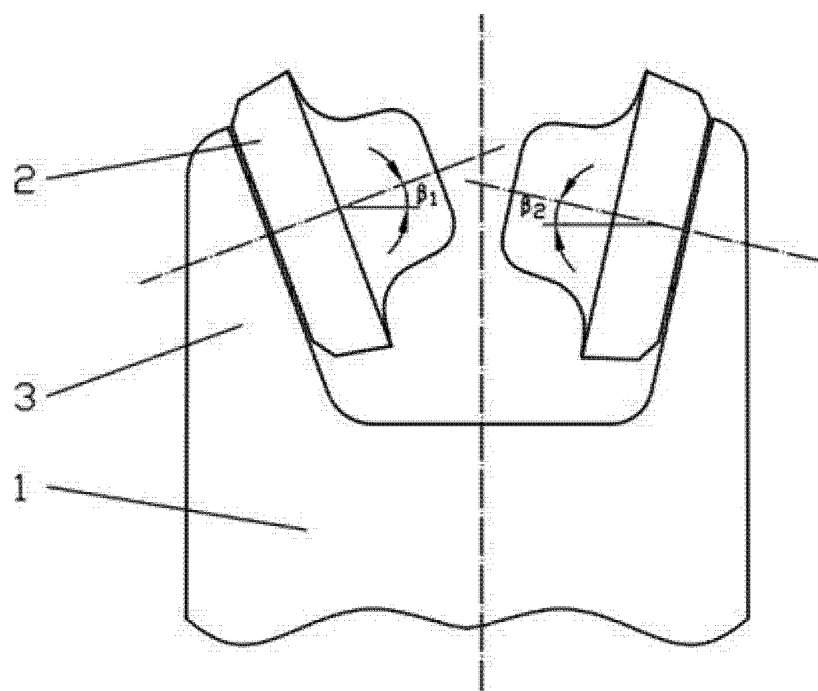


图 8

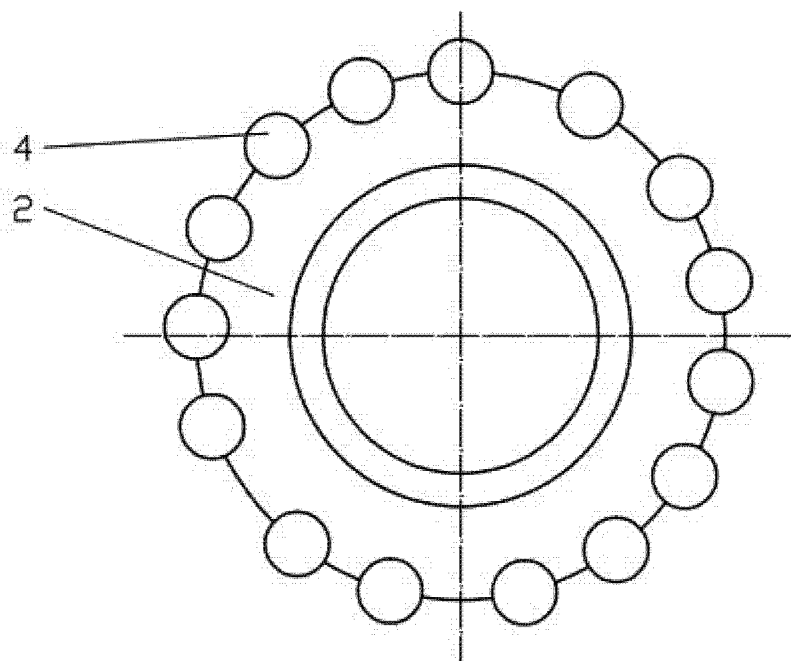


图 9

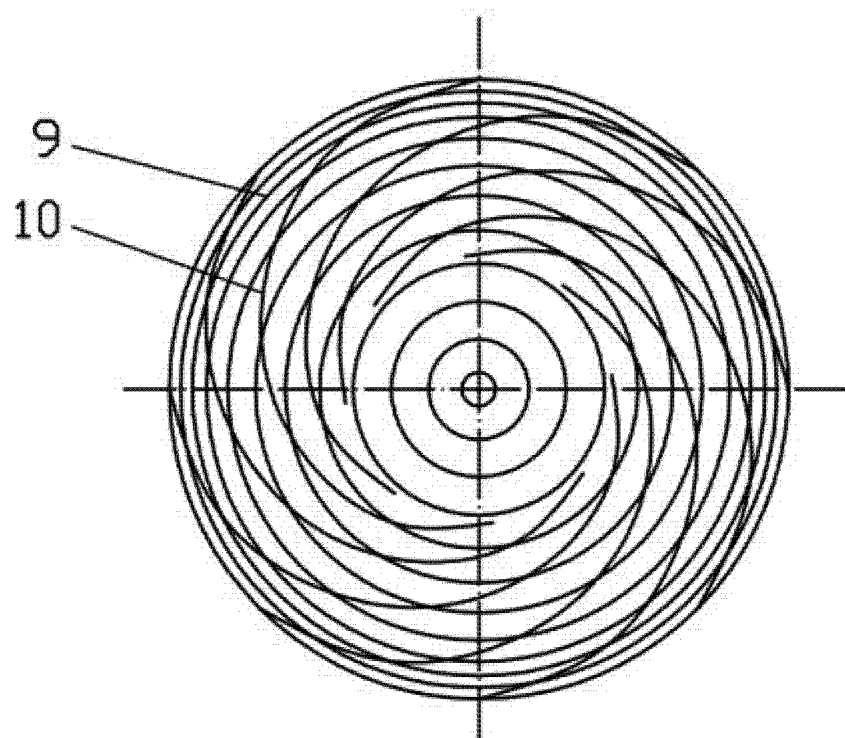


图 10