



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111594134 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 02

(21) 申请号 202010525525.2

E21B 10/42 (2006.01)

(22) 申请日 2020.06.10

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 108505943 A, 2018.09.07

申请公布号 CN 111594134 A

CN 110500039 A, 2019.11.26

(43) 申请公布日 2020.08.28

US 2008314647 A1, 2008.12.25

(73) 专利权人 西南石油大学

US 2012152617 A1, 2012.06.21

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

US 2010300765 A1, 2010.12.02

WO 2013070200 A1, 2013.05.16

(72) 发明人 蔡灿 曹煜磊 杨迎新 谢冲
李邦润

王佳亮等. 铁路混凝土轨枕硫磺锚固螺栓拔出用金刚石取芯钻头.《超硬材料工程》.2009, (第03期),

(74) 专利代理机构 成都天汇致远知识产权代理
事务所(普通合伙) 51264

杨雄等. 水平射流钻头真空扩散焊接试验研究.《热加工工艺》.2007, (第15期),

专利代理师 韩晓银

审查员 龙川

(51) Int. Cl.

E21B 44/00 (2006.01)

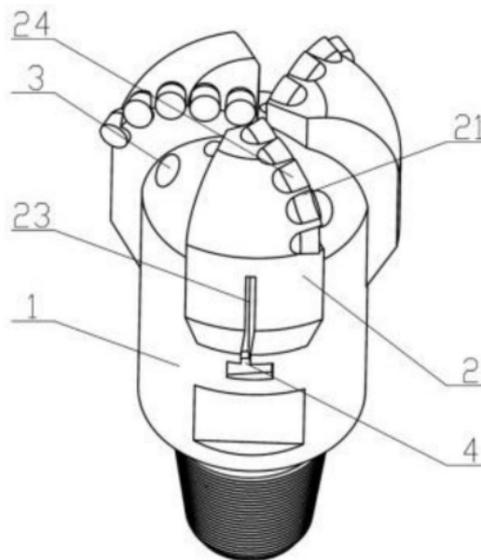
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种钻井切削力实时监测的智能钻头及其工作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种钻井切削力实时监测的智能钻头及其工作方法,包括PDC钻头本体,在钻头本体上设有多个均布的PDC钻头刀翼,在PDC钻头刀翼的切削面上带有安装孔,并在安装孔内设有多个PDC钻头切削齿,在每一排PDC钻头切削齿中,有至少一个测压切削齿;所述测压切削齿带有监测装置,在PDC钻头刀翼中部设有贯穿的连通孔,作为布线槽,布线槽下部连接到喷头内部的中空腔体,上部连接到测压切削齿的监测装置;在布线槽内设有导线和信号转换模块,导线从监测装置连接到信号转换模块,信号转换模块带有无线信号发射装置。本发明通过增设随钻监测装置,能够显著提高PDC钻头对地层岩石特性的感知,为定向钻井技术和甜点识别提供有力技术支持。



1. 一种钻井切削力实时监测的智能钻头,包括 PDC 钻头本体(1),在钻头本体上设有多个均布的 PDC 钻头刀翼(2),在 PDC 钻头刀翼的切削面上设有多个 PDC 钻头切削齿(21),其特征在于,在每一排 PDC 钻头切削齿中,包括有至少一个测压切削齿(24);所述测压切削齿(24)带有压力监测装置,在 PDC 钻头刀翼中部设有刀翼内部布线槽(22),在 PDC 钻头保径面内设有保径面布线槽(23),保径面布线槽(23)下部连接到喷头内部的中空腔体,上部连接到测压切削齿(24)的压力监测装置;在刀翼内部布线槽(22)内设有导线(2413),在保径面布线槽(23)内设有信号转换模块(4),导线(2413)从压力监测装置连接到信号转换模块(4),信号转换模块(4)带有无线信号发射装置(5);

所述压力监测装置为压电式传感器(241),压电式传感器(241)嵌套在加工为中空结构的 PDC 钻头切削齿(21)中部,构成测压切削齿(24),压电式传感器(241)所接导线

表面涂有耐高温的绝缘涂料;

所述压电式传感器(241)的包括基座(2418),所述基座(2418)为中空筒体结构,其一端设有中部开口的圆孔,孔径小于筒体内径,另一端外壁设有一段凸缘,在凸缘内设有多个螺纹孔,在基座(2418)带有螺纹孔一侧的端部传感器顶盖(2414),传感器顶盖(2414)上设有多个与基座(2418)对应的螺纹孔,并通过配套设置的螺柱(2412)连接,所述传感器顶盖(2414)内部依次设有压板(2415)、第一压电晶体、导电片(2417)、第二压电晶体,并通过传感器顶盖(2414)将它们压紧在基座(2418)内,让最末端的第二压电晶体外边缘堵住基座(2418)的圆孔;

在传感器顶盖(2414)上方还设有一段电线插座(2411),电线插座(2411)也设有螺纹孔,并通过螺柱(2412)固定在传感器顶盖(2414)和基座(2418)上;

在导电片(2417)侧面连接有导线(2413),在传感器顶盖(2414)上设有孔,导线(2413)从基座(2418)内部穿过传感器顶盖(2414)上的孔延伸到外并最终连接到信号转换模块(4);

所述压电式传感器(241)的直径为 8mm,小于 PDC 钻头切削齿(21)的直径。

2. 根据权利要求 1 所述的一种钻井切削力实时监测的智能钻头,其特征在于,用于放置压电式传感器(241)的 PDC 钻头切削齿(21),其被加工为一端封闭的筒体结构,封闭端内侧设有圆形凸台,且圆形凸台的直径和深度与设置于基座(2418)一端的圆孔尺寸完全一致,圆形凸台能刚好接触到靠端部的第二压电晶体,在 PDC 钻头切削齿(21)筒体结构的另一端设有多个螺纹孔,并在螺纹孔端设有压紧板,在压紧板上设有对应 PDC 钻头切削齿(21)筒体结构的螺纹孔,通过螺柱(2412)将压紧板和 PDC 钻头切削齿(21)固定,并进一步的将压电式传感器(241)压紧在 PDC 钻头切削齿(21)内部。

3. 根据权利要求 2 所述的一种钻井切削力实时监测的智能钻头,其特征在于,布线槽(23)下部连接在 PDC 钻头本体内部的中空腔体侧面,并从中空腔体连接到 PDC 钻头本体(1)外侧,在连接处的外侧设有沉孔,在沉孔内放置信号转换模块(4),并在信号转换模块(4)到 PDC 钻头本体(1)内部的中空腔体之间的布线槽(23)内设置无线信号发射装置(5)。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的一种钻井切削力实时监测的智能钻头,其特征在于,刀翼内部布线槽(22)和保径面布线槽(23)呈现 L 型结构,其顶部从压电式传感器(241)下方垂直延伸到 PDC 钻头本体(1)内部的中空腔体上方,然后水平延伸至 PDC 钻头刀翼(2)侧面,作为刀翼内部布线槽(22),然后从 PDC 钻头刀翼(2)向下设有一整块空槽,

作为保径面布线槽(23),保径面布线槽(23)连接到沉孔,与沉孔构成倒 T 型结构。

5.根据权利要求 4 所述的一种钻井切削力实时监测的智能钻头,其特征在于,所述保径面布线槽(23)和沉孔外部,设有 T 型的密封块,所述密封块为硬质橡胶,并压紧在保径面布线槽(23)与沉孔构成的倒 T 型结构中,保持内外密封。

6.根据权利要求 1 所述的一种钻井切削力实时监测的智能钻头,其特征在于,所述测压切削齿(24)由设置于PDC钻头刀翼(2)中部的那颗 PDC 钻头切削齿(21)改装而来,若该 PDC钻头刀翼(2)上 PDC 钻头切削齿(21)为偶数个,则选择其中部的 2 个 PDC 钻头切削齿(21)中的靠近PDC 钻头本体(1)轴心的 PDC 钻头切削齿(21)来进行改装。

7.根据权利要求 1 所述的一种钻井切削力实时监测的智能钻头,其特征在于,在井场设有配套的无线信号接收器、数据采集卡、计算机。

8.一种如权利要求 1-7 中任一项所述的钻井切削力实时监测的智能钻头的工作方法,其特征在于,步骤如下:

当钻头工作时,PDC 钻头刀翼上的 PDC 钻头切削齿(21)对地层进行切削,此时切削力通过测压切削齿(24)上的压电式传感器(241)测定,并通过电信号经过导线(2413)传输到信号转换模块(4),将该电信号在信号转换模块(4)进行电荷放大、电压放大,放大器输出的符合要求的电压,再经过低通滤波器滤波后变成低频电压信号,低频电压信号经过采样保持电路单元中采样保持电路的采样保持后变成离散信号,离散信号经 A/D 转换后变成数字信号,处理后的数字信号送入无线信号发射装置(5),然后发送至地面,通过无线信号接收装置接收该信号并经由数据采集卡传输至计算机,由计算机记录并保存采集到的电信号;和/或在处理后的数字信号送入无线信号发射装置(5)后,储存在无线信号发射装置(5)中,待取出后分析其内部的数据情况。

一种钻井切削力实时监测的智能钻头及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钻井工具技术领域,特别涉及一种智能钻头,具体是一种钻井切削力实时监测的智能钻头及其工作方法。

背景技术

[0002] 钻头是钻井工程中必备的工具,用于地质勘探、油气开采、水井钻孔等,对于不同的地层,需要选择不同结构和功能的钻头。在石油行业中,随着对非常规油气资源需求的提升,相应的钻井技术设备也在逐步发展,其中钻头主要作用是破碎岩石、形成井眼。目前钻头可以分为金刚石钻头、牙轮钻头与刮刀钻头三种,此外还有在这三种钻头基础上拓展出的一些新型钻头。

[0003] PDC钻头是用人造聚晶金刚石切削块嵌于钻头胎体而成的一种新型切削型钻头。近年来,随着混合工艺与制造工艺的变化,PDC钻头的抗冲蚀以及抗冲击能力大为提高。同时,PDC钻头在齿的设计技术和布齿方面也实现了重大的突破。因此PDC钻头的应用也越来越广泛。

[0004] 切削力是PDC钻头在破碎岩石过程中的一个重要的物理量,但现有技术无法对切削力进行测量。同时现有随钻测试工具无法提供PDC钻头在岩石破碎时最前端的信息,对于储层岩性识别存在一定的滞后。

[0005] 针对上述问题,现在有部分相关的探索方案,如申请号为201621181006.4的中国专利,其提供了一种实时监测切削扭矩的方式,但其是通过扭矩传感器检测的推力信号,其干扰因素大,检测精度有限,申请号为201810360236.4的中国专利,公开了一种可以采集井下力学参数的装置,但并没公开如何采集,也未公开是否可以采集切削力。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明提供了一种钻井切削力实时监测的智能钻头,通过增设随钻监测装置,能够显著提高PDC钻头对地层岩石特性的感知,为定向钻井技术和甜点识别提供有力技术支撑。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种钻井切削力实时监测的智能钻头,包括PDC钻头本体,在钻头本体上设有多个均布的PDC钻头刀翼,在PDC钻头刀翼的切削面上设有多个PDC钻头切削齿,其特征在于,在每一排PDC钻头切削齿中,包括有至少一个测压切削齿;所述测压切削齿带有压力监测装置,在PDC钻头刀翼中部设有刀翼内部布线槽,在PDC钻头保径面内设有保径面布线槽,保径面布线槽下部连接到喷头内部的中空腔体,上部连接到测压切削齿的压力监测装置;在刀翼内部布线槽内设有导线,在保径面布线槽内设有信号转换模块,导线从压力监测装置连接到信号转换模块,信号转换模块带有无线信号发射装置。

[0009] 进一步的,所述压力监测装置为压电式传感器,压电式传感器嵌套在加工为中空结构的PDC钻头切削齿中部,构成测压切削齿,压电式传感器所接导线表面涂有耐高温的绝

缘涂料。

[0010] 进一步的,所述压电式传感器的包括基座,所述基座为中空筒体结构,其一端设有中部开口的圆孔,孔径小于筒体内径,另一端外壁设有一段凸缘,在凸缘内设有多个螺纹孔,在基座带有螺纹孔一侧的端部传感器顶盖,传感器顶盖上设有多个与基座对应的螺纹孔,并通过配套设置的螺柱连接,所述传感器顶盖内部依次设有压板、第一压电晶体、导电片、第二压电晶体,并通过传感器顶盖将它们压紧在基座内,让最末端的第二压电晶体外边缘堵住基座的圆孔;

[0011] 在传感器顶盖上方还设有一段电线插座,电线插座也设有螺纹孔,并通过螺柱固定在传感器顶盖和基座上。

[0012] 在导电片侧面连接有导线,在传感器顶盖上设有孔,导线从基座内部穿过传感器顶盖上的孔延伸到外并最终连接到信号转换模块;

[0013] 所述压电式传感器的直径为8mm,小于PDC钻头切削齿的直径。

[0014] 进一步的,用于放置压电式传感器的PDC钻头切削齿,其被加工为一端封闭的筒体结构,封闭端内侧设有圆形凸台,且圆形凸台的直径和深度与设置于基座一端的圆孔尺寸完全一致,圆形凸台能刚好接触到靠端部的第二压电晶体,在PDC钻头切削齿筒体结构的另一端设有多个螺纹孔,并在螺纹孔端设有压紧板,在压紧板上设有对应PDC钻头切削齿筒体结构的螺纹孔,通过螺栓将压紧板和PDC钻头切削齿固定,并进一步的将压电式传感器PDC钻头切削齿内部。

[0015] 进一步的,布线槽下部连接在PDC钻头本体内部的中空腔体侧面,并从中空腔体连接到PDC钻头本体外侧,在连接处的外侧设有沉孔,在沉孔内放置信号转换模块,并在信号转换模块到PDC钻头本体内部的中空腔体之间的布线槽内设置无线信号发射装置。

[0016] 进一步的,刀翼内部布线槽和保径面布线槽呈现L型结构,其顶部从压电式传感器下方垂直延伸到PDC钻头本体内部的中空腔体上方,然后水平延伸至PDC钻头刀翼侧面,作为刀翼内部布线槽,然后从PDC钻头刀翼向下设有一整块空槽,作为保径面布线槽,保径面布线槽连接到沉孔,与沉孔构成倒T型结构。

[0017] 进一步的,所述保径面布线槽和沉孔外部,设有T型的密封块,所述密封块为硬质橡胶,并压紧在保径面布线槽与沉孔构成的倒T型结构中,保持内外密封。

[0018] 进一步的,所述测压切削齿由设置于刀翼中部的那颗PDC钻头切削齿改装而来,若该刀翼上PDC钻头切削齿为偶数个,则选择其中部的2个PDC钻头切削齿中的靠近PDC钻头本体轴心的PDC钻头切削齿来进行改装。

[0019] 进一步的,在井场设有配套的无线信号接收器、数据采集卡、计算机。

[0020] 一种钻井切削力实时监测的智能钻头的工作方法,步骤如下:

[0021] 当钻头工作时,PDC钻头刀翼上的PDC钻头切削齿对地层进行切削,此时切削力通过测压切削齿上的压电式传感器测定,并通过电信号经过导线传输到信号转换模块,将该电信号在信号转换模块进行电荷放大、电压放大,放大器输出的符合要求的电压,再经过低通滤波器滤波后变成低频电压信号,低频电压信号经过采样保持电路单元中采样保持电路的采样保持后变成离散信号,离散信号经A/D转换后变成数字信号,处理后的数字信号通过无线信号发射装置发送至地面,通过无线信号接收装置接收该信号并经由数据采集卡传输至计算机,由计算机记录并保存采集到的电信号;和/或在处理后的数字信号送入无线信号

发射装置后,储存在无线信号发射装置中,待取出后分析其内部的数据情况。

[0022] 本发明的有益之处在于:

[0023] 本发明与现有技术相比,具有如下有益效果:

[0024] 通过结构改进,并安装监测装置,本发明能够精确采集到PDC钻头破碎岩石时所产生的切削力,并且采集的数据能实时反馈到井上,便于施工人员根据实时数据进行调整和控制钻头工作状态,一定程度上解决了现有随钻测量工具获取PDC钻头前端储层岩性数据存在滞后的问题。同时,其结构对钻头本身的性能以及抗冲蚀、抗冲击能力并无影响;

[0025] 在结构上,本发明涉及了将压电式传感器分层组合的方式,并配套改进了PDC钻头切削齿,使其具备更好的密封和接触性能,确保监测结果精准,同时结构本身皮实耐用,在井下能满足不少于1000小时的使用,有效地提高了切削压力监测能力,为井上的转速等施工参数提供指导,也为同类型钻井工作的安排提供了数据采集的方案。

附图说明

[0026] 图1为本发明一种油气钻井切削力实时监测的智能钻头的结构示意图;

[0027] 图2a为压电式传感器在钻头本体上安装的装配图的轴向图;

[0028] 图2b为图2a的右视图;

[0029] 图2c为图2a的A-A截面图;

[0030] 图3a为压电式传感器的设计结构图;

[0031] 图3b为图3a的右视图;

[0032] 图3c为图3a的B-B截面图;

[0033] 图4a为压电式传感器安装于PDC复合片的装配图;

[0034] 图4b为图4a的右视图;

[0035] 图4c为图4a的C-C截面图;

[0036] 图5为压电式传感器的整体装配流程图。

[0037] 图中各标号的含义为:

[0038] 1-PDC钻头本体;

[0039] 2-PDC钻头刀翼,21-PDC钻头切削齿,22-刀翼内部布线槽,23-保径面布线槽,24-测压切削齿,241-压电式传感器,2411-电线插座,2412-螺柱,2413-导线,2414-传感器顶盖,2415-压板,2416-压电晶体,2417-导电片,2418-基座,242-测压切削齿端盖;

[0040] 3-水眼;

[0041] 4-信号转换模块;

[0042] 5-无线信号发射装置;

[0043] 6-钻头接头。

具体实施方式

[0044] 下面结合实施例对本发明进一步说明,需要说明的是,在本文中,诸如“上”、“下”等词语,仅仅用于方便对附图进行描述,并非限制实际使用中的方向,且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。而且,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。

[0045] 如图2,一种钻井切削力实时监测的智能钻头,包括PDC钻头本体1,在钻头本体上设有多个均布的刀翼2,在每个刀翼2上设有多个PDC钻头切削齿21,以及至少一个测压切削齿24;所述测压切削齿24带有压电式传感器,在刀翼2中部设有贯穿的连通孔,作为布线槽,布线槽下部连接到喷头内部的中空腔体,上部连接到测压切削齿24的监测装置;在布线槽内设有导线和信号转换模块4,导线从监测装置连接到信号转换模块4,信号转换模块4带有无线信号发射装置5,无线信号发射装置5内置储存器,可储存数据,储存空间根据需要选择,不小于1G。所述监测装置为压电式传感器241,所述的压电式传感器241为特殊定制的微型压电式传感器晶体,尺寸较小以便嵌入PDC钻头的切削齿中,同时该压电式传感器241晶体的居里点要尽可能高,防止在加工过程中退极化。压电式传感器241嵌套在普通的PDC钻头切削齿21中部构成测压切削齿24。所述压电式传感器241的直径为8mm,小于PDC钻头切削齿21的直径。布线槽下部连接在PDC钻头本体1内部的中空腔体侧面,并从中空腔体连接到PDC钻头本体1外侧,在连接处的外侧设有沉孔,在沉孔内放置信号转换模块4,并在信号转换模块4到PDC钻头本体1内部的中空腔体之间的布线槽内设置无线信号发射装置,在井场的井上区域设有配套的无线信号接收器、数据采集卡、计算机。布线槽总体为L结构,其顶部从压电式传感器241下方垂直延伸到PDC钻头本体1内部的中空腔体上方,然后水平延伸至PDC钻头刀翼2侧面,作为刀翼内部布线槽22,然后从PDC钻头刀翼2向下设有一整块空槽,作为保径面布线槽23,保径面布线槽23连接到沉孔,与沉孔构成倒T型结构。所述保径面布线槽23和沉孔外部,设有T型的密封块,所述密封块为硬质橡胶,如ZP-375工业用橡胶,并压紧在保径面布线槽23与沉孔构成的倒T型结构中,保持内外密封,保护其内部的电器元件。刀翼内部布线槽22、保径面布线槽23刷一层zs-411的耐高温涂料。转换模块4用橡胶密封。

[0046] 进一步的,所述测压切削齿24由设置于刀翼2中部的那颗PDC钻头切削齿21改装而来,若该刀翼2上PDC钻头切削齿21为偶数个,则选择其中部的2个PDC钻头切削齿21中的靠近PDC钻头本体1轴心的PDC钻头切削齿21来进行改装;当然,设置于其上的其他PDC钻头切削齿21也可以实现检测效果,但靠近中部为最优选,其使用寿命更长。

[0047] 进一步的,所述PDC钻头切削齿21改装成测压切削齿24的方式是:将PDC钻头切削齿21切开一个小口,在低温环境下PDC钻头切削齿21遇冷收缩、切口张大,将压电式传感器241嵌入切口中,在常温或井下温度下PDC钻头切削齿21遇热膨胀、切口缩小,PDC钻头切削齿21与压电式传感器241自动实现过盈配合,并将此时的初始压紧力作为补偿参数在数据中清零,使压电式传感器241在切削的时候所受压力即为PDC钻头切削齿21所产生切削力。

[0048] 如图3a-3c所示,在所述压电式传感器241装配时需要在压电式传感器241壳体刷一层约为0.4毫米厚度的zs-411耐高温涂料。第一压电晶体与基座2418、导电片2417与第二压电晶体、压板2415与第一压电晶体的连接采用导电胶粘接,导电片2417与导线2413的连接采用热压焊。基座2418与顶盖2414在装配前需去油污并清洗。整个壳体腔部及导线3进出口用橡胶密封。如图4a-4c所示,所述传感器基座2418与传感器顶盖2414在装配前也去去油污并清洗。切削齿内表面涂刷zs-411耐高温涂料。测压切削齿端盖242上导线进出口用橡胶密封,切削齿内部空余部分用橡胶填充。具体的来说,所述压电式传感器241的包括基座2418,所述基座2418为中空筒体结构,其一端设有中部开口的圆孔,孔径小于筒体内径,

另一端外壁设有一段凸缘,在凸缘内设有多个螺纹孔,在基座2418带有螺纹孔一侧的端部传感器顶盖2414,传感器顶盖2414上设有多个与基座2418对应的螺纹孔,并通过配套设置的螺柱2412连接,所述传感器顶盖2414内部依次设有压板2415、第一压电晶体、导电片2417、第二压电晶体,并通过传感器顶盖2414将它们压紧在基座2418内,让最末端的第二压电晶体外边缘堵住基座2418的圆孔,传感器顶盖2414内侧设有一个圆形沉孔,在压板2415顶部设有一个圆形柱,圆形柱刚好卡入圆形沉孔中固定;在传感器顶盖2414上方还设有一段电线插座2411,电线插座2411也设有螺纹孔,并通过螺柱2412固定在传感器顶盖2414和基座2418上,特别的,如图3a所示,电线插座2411呈条状结构,其长度只有传感器顶盖2414的一半,一端通过螺栓2412固定,另一端延伸到传感器顶盖2414轴心的位置,以便插线。在导电片2417侧面连接有导线2413,在传感器顶盖2414上设有孔,导线2413从基座2418内部穿过传感器顶盖2414上的孔延伸到外并最终连接到信号转换模块4;所述压电式传感器241的直径为8mm,小于PDC钻头切削齿21的直径。用于放置压电式传感器241的PDC钻头切削齿21,其被加工为一端封闭的筒体结构,封闭端内侧设有圆形凸台,且圆形凸台的直径和深度与设置于基座2418一端的圆孔尺寸完全一致,圆形凸台能刚好接触到靠端部的第二压电晶体,在PDC钻头切削齿21筒体结构的另一端设有多个螺纹孔,并在螺纹孔端设有压紧板,在压紧板上设有对应PDC钻头切削齿21筒体结构的螺纹孔,通过螺栓2412将压紧板和PDC钻头切削齿21固定,并进一步的将压电式传感器241压紧在PDC钻头切削齿21内部。

[0049] 采用上述结构的一种钻井切削力实时监测的智能钻头,其使用方法如下:

[0050] 当钻头工作时,PDC钻头刀翼2上的PDC钻头切削齿21对地层进行切削,此时切削力通过测压切削齿24上的压电式传感器241测定,并通过电信号经过导线2413传输到信号转换模块4,将该电信号在信号转换模块4进行电荷放大、电压放大,放大器输出的符合要求的电压,再经过低通滤波器滤波后变成低频电压信号,低频电压信号经过采样保持电路单元中采样保持电路的采样保持后变成离散信号,离散信号经A/D转换后变成数字信号,处理后的数字信号通过无线信号发射装置5发送至地面,通过无线信号接收装置接收该信号并经由数据采集卡传输至计算机,由计算机记录并保存采集到的电信号,并且所采集到的多个不同的测压切削齿24的数据,需要求平均值。利用无线信号接收装置接收该信号并通过数据采集卡将收到的数字信号实时记录并保存在计算机中,通过计算机可以对PDC钻头切削齿21的切削力特性进行频域转换、拉普拉斯变换等方式处理。

[0051] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的改进。

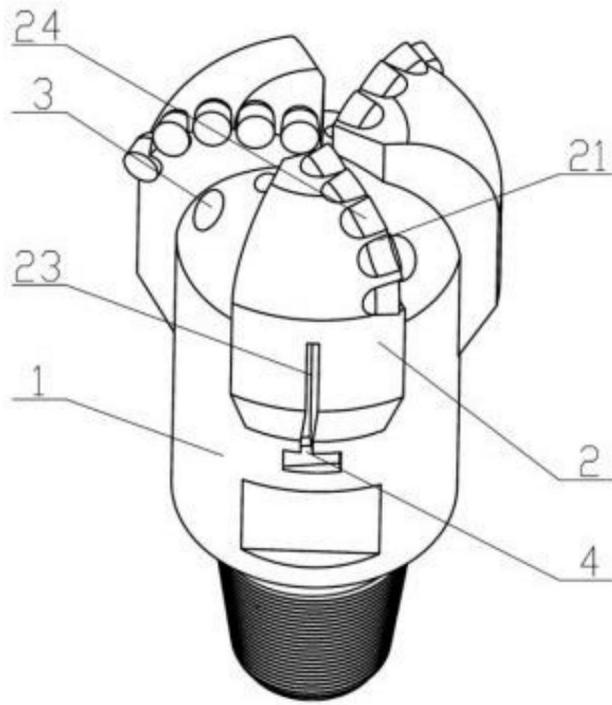


图1

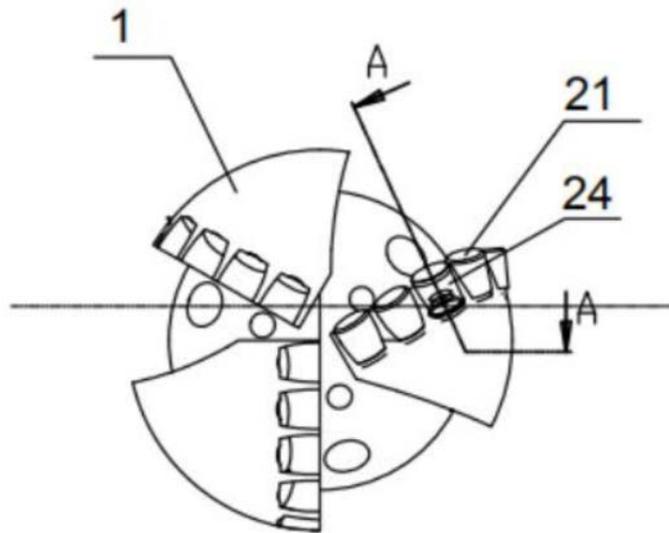


图2a

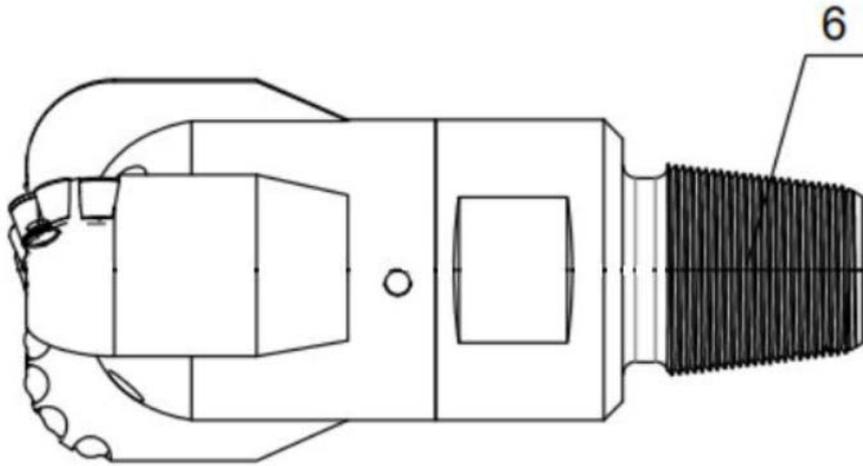


图2b

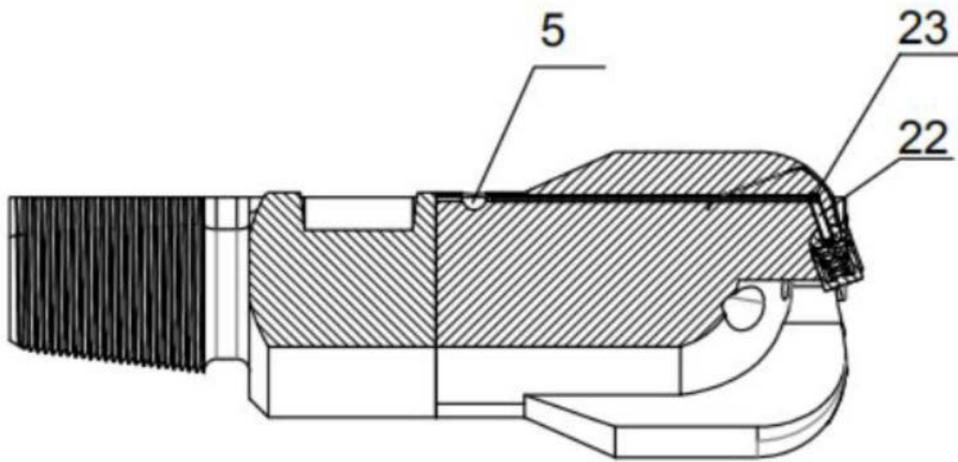


图2c

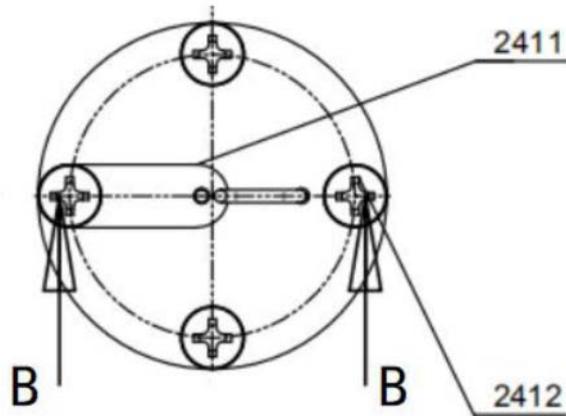


图3a

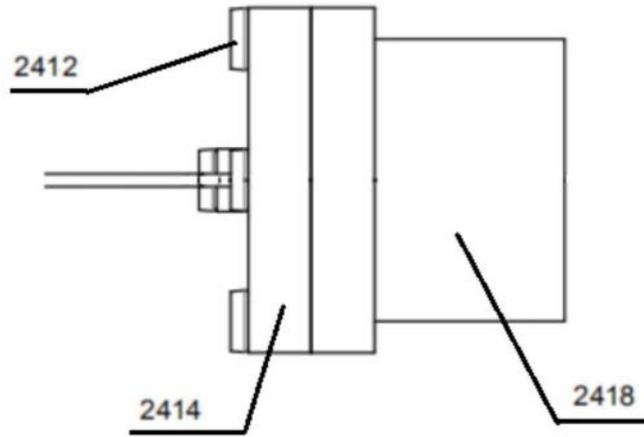


图3b

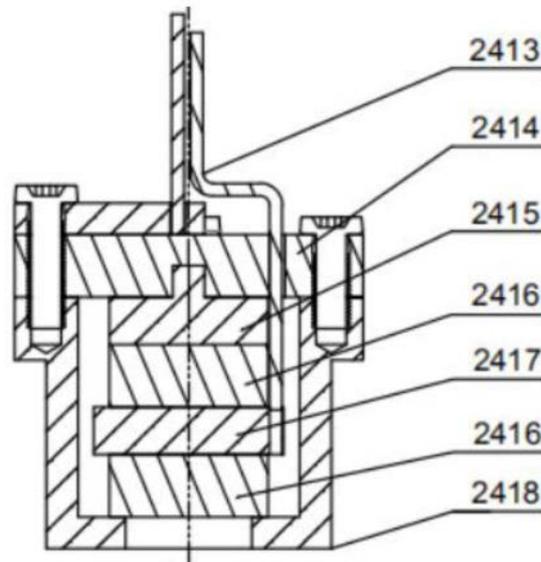


图3c

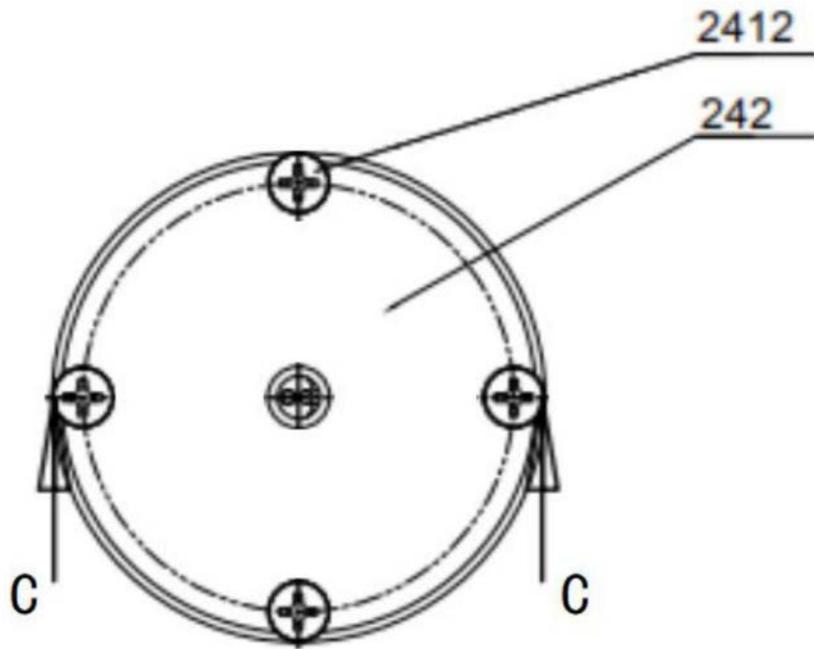


图4a

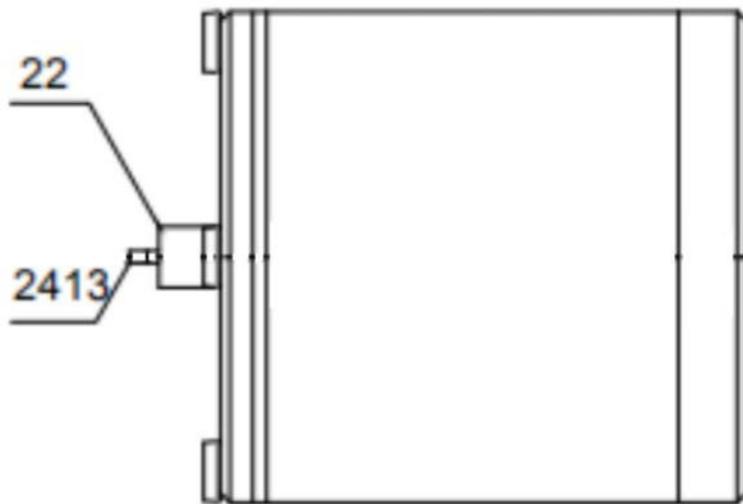


图4b

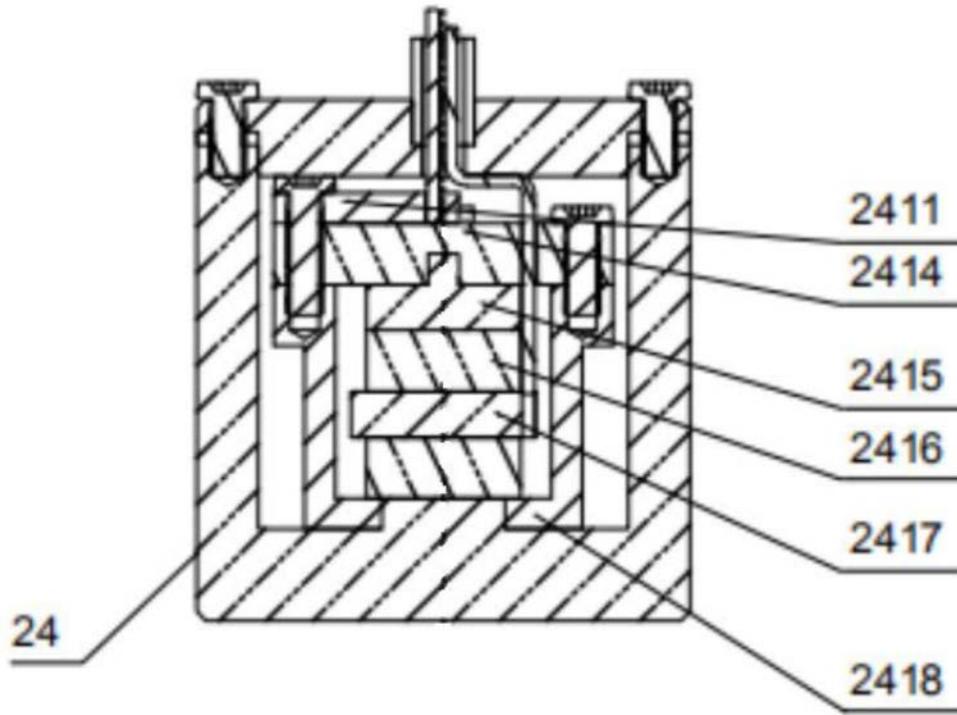


图4c

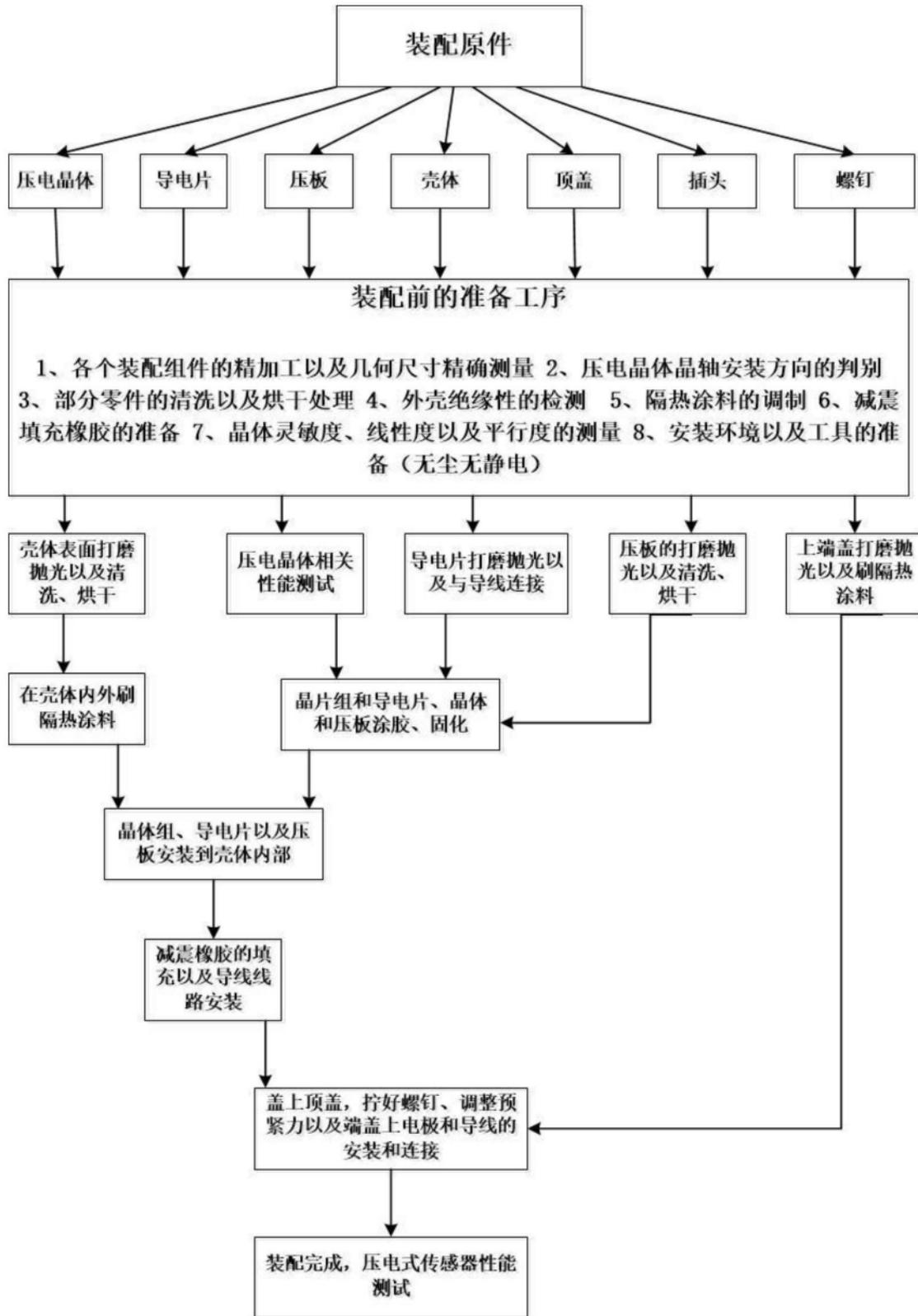


图5