



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114740462 A

(43) 申请公布日 2022.07.12

(21) 申请号 202210326392.5

G01C 21/16 (2006.01)

(22) 申请日 2022.03.30

(71) 申请人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌区水果湖街小洪山2号

(72) 发明人 汤华 秦雨樵 葛修润 吴振君
梁栋才 张勇慧 袁从华 邓琴
尹小涛

(74) 专利代理机构 武汉知伯乐知识产权代理有限公司 42282
专利代理师 赵伟红

(51) Int. Cl.
G01S 13/10 (2006.01)
G01S 7/41 (2006.01)
G01S 13/72 (2006.01)

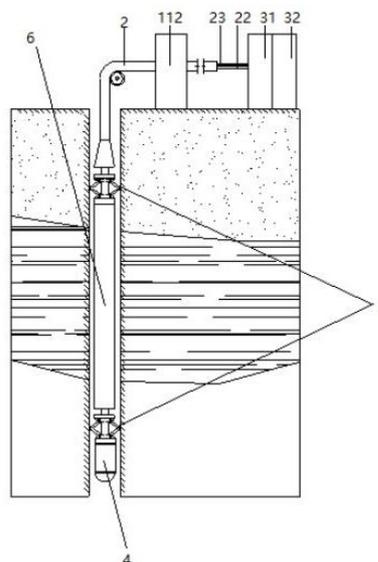
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统及方法,该系统包括井下测量系统、通信供电系统、地面电路检测系统、液压平衡系统以及推靠定位单元;所述井下测量系统设于壁面应力解除钻机内,并与所述通信供电系统通信连接;所述通信供电系统与所述地面电路检测系统通信连接;通过所述通信供电系统给各用电器供电、发送指令并将所述井下测量系统的各传感器采集的参数传输回所述地面电路检测系统;通过所述地面电路检测系统对线路的功率和信号性质进行全程监控;本发明通过井下测量系统、通信供电系统以及电路检测系统实时采集井下环境参数和钻机运行参数,实现试验环境的实时监控,进而确保钻井安全。



1. 一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,其特征在于:包括井下测量系统(1)、通信供电系统(2)、地面电路检测系统(3)、液压平衡系统(4)以及推靠定位单元(5);其中,

所述井下测量系统(1)包括由上而下依次设于壁面应力解除钻机(6)内的钻机轨迹记录模块(11)、环境参数测量模块(12)、钻进过程监测模块(13)和拓展模块(14);所述通信供电系统(2)包括设于绞车外围的钢缆线(21)、光缆线(22)以及电缆线(23);所述地面电路检测系统(3)包括与所述通信供电系统(2)相连的功率仪(31)和与所述功率仪(31)相连的示波器(32);

所述井下测量系统(1)设于壁面应力解除钻机(6)内,并与所述通信供电系统(2)通信连接;所述通信供电系统(2)与所述地面电路检测系统(3)通信连接;通过所述通信供电系统(2)给各用电器供电、发送指令并将所述井下测量系统(1)的各传感器采集的参数传输回所述地面电路检测系统(3);通过所述地面电路检测系统(3)对线路的功率和信号性质进行全程监控;通过井下测量系统(1)、通信供电系统(2)以及地面电路检测系统(3)实时采集井下环境参数和钻机运行参数,实现试验环境的实时监控,进而确保钻井安全;通过所述推靠定位单元(5)对整体壁面应力解除钻机数据实时采集系统的对中定位,并将所述壁面应力解除钻机(6)固定于壁面;所述液压平衡系统(4)设于所述井下测量系统(1)底部,用于对整个采集系统的液压油压力进行补偿,进而提升系统在深钻复杂环境中应用的适应性。

2. 根据权利要求1所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,其特征在于:所述钻机轨迹记录模块(11)包括固定于所述壁面应力解除钻机(6)内部横隔板(61)上的陀螺仪(111)和设于地面的缆线长度测量仪(112);所述陀螺仪(111)用于获得钻机的方位和姿态;所述陀螺仪(111)的传感器中心与壁面应力解除钻机(6)截面的中心重合;

所述缆线长度测量仪(112)与所述通信供电系统(2)连接,用于测量壁面应力解除钻机(6)潜入井内的距离。

3. 根据权利要求2所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,其特征在于:所述环境参数测量模块(12)包括超声波成像仪(121)、液压传感器(122)、密度计(123)以及温度计(124);

所述超声波成像仪(121)用于实现井下状态可视化,其不受钻井液的干扰,对称布置在钻机外壁两侧的凹陷处,工作时通过对外界不断发射超声波,通过接收反射的声波信号,对孔壁形状进行精确描绘;

所述液压传感器(122)、密度计(123)和温度计(124)分别用于采集钻井液的压力、密度和温度;

所述液压传感器(122)、密度计(123)和温度计(124)的探头固定在所述壁面应力解除钻机(6)内部的横隔板上;所述液压传感器(122)、密度计(123)和温度计(124)的探头均朝下用以避免岩屑堆积影响测量精度;

所述液压传感器(122)、密度计(123)和温度计(124)的传感器探头方向的两侧所述壁面应力解除钻机(6)外壁上分别设有一个开孔(125),钻井液可以不受阻碍的通过所述开孔(125)进入壁面应力解除钻机(6)内部。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,其特征在于:所述钻进过程监测模块(13)包括扭矩转速传感器(131)、应力滑环(132)、导轨

(133)、拨片(134)以及位移传感器(135)；

所述扭矩转速传感器(131)和所述应力滑环(132)均设于所述导轨(133)上,所述导轨(133)的两端设于钻机相对的两侧内壁之间；

所述扭矩转速传感器(131)和所述应力滑环(132)均包括同心同轴线的定子外壳和转子内芯,所述壁面应力解除钻机(6)的钻杆穿过并固定在转子内芯上,所述钻杆上设有钻头(62)；所述钻头(62)相对的钻机外壁设有钻机孔(63)；

所述扭矩转速传感器(131)和所述应力滑环(132)两个传感器的定子外壳均固定在导轨(133)上,并能沿导轨(133)无摩擦的滑动；

所述应力滑环(132)设于所述扭矩转速传感器(131)靠近钻头的一侧,用于采集钻杆上应力并将该应力转换成钻压；

所述拨片(134)固定于所述应力滑环(132)的定子外壳前端,所述拨片(134)能够沿所述导轨(133)滑动,并与所述应力滑环(132)的定子外壳保持同步进退；

所述位移传感器(135)的一端固定在所述壁面应力解除钻机(6)的内壁,另一端与所述拨片(134)连接；所述扭矩转速传感器(131)和所述应力滑环(132)以及所述位移传感器(135)随钻头前进时,所述拨片304也随之前进,通过所述位移传感器(135)测得钻头(62)前进的距离；

所述扭矩转速传感器(131)用于检测取芯过程中钻头的转速和钻杆上的扭矩。

5. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,其特征在于:所述钢缆线(21)、所述光缆线(22)以及所述电缆线(23)的一端均与所述井下测量系统(1)相连,另一端均与所述地面电路检测系统(3)相连,所述钢缆线(21)用于承受张力,所述光缆线(22)用于传输高频数字信号；所述电缆线(23)用于传输电能。

6. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,其特征在于:所述功率仪(31)用于检查壁面应力解除钻机(6)工作时电源电压数值是否合理；所述示波器(32)用于观测所述壁面应力解除钻机(6)工作时的电压、电流信号的波形、幅度、频率是否达到设计要求。

7. 根据权利要求1-3中任一项所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,其特征在于:所述推靠定位单元(5)包括设于所述壁面应力解除钻机(6)顶部和所述通信供电系统(2)底部之间的第一推靠定位件(51)和设于所述壁面应力解除钻机(6)底部和所述液压平衡系统(4)之间的第二推靠定位件(52)；

所述推靠定位单元(5)通过液压活塞驱动的方式驱动连杆结构动作,使得连接结构在推力作用下沿折叠并沿钻井径向展开,以使得连杆铰接点与井壁形成多个支点,从而保证推靠定位机构定位确定的直线与钻井的轴线重合,完成整体壁面应力解除钻机数据实时采集系统的对中定位,并将所述壁面应力解除钻机(6)固定于壁面。

8. 一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集方法,应用如权利要求1-7中任一项所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统实现,包括如下步骤:

S1:通过地面电路检测系统检查钻机性能,并通过通信供电系统将钻机下放；

S2:通过井下测量系统(1)确定钻机下放轨迹,实时测量井下环境参数并获取符合要求的测试区；

S3:通过推靠定位单元(5)将钻机固定在井壁上,并将钻头对准待钻孔井壁；

S4:启动钻机开始应力解除作业,通过钻进过程监测模块(13)获得钻机作业参数;

S5:通过通信供电系统(2)的光缆线将步骤S4中钻进过程监测模块(13)采集的钻机作业参数实时传递到地面电路检测系统(3),地面电路检测系统(3)发出的操作指令也通过光缆线实时传递到各个系统,如此实现实时监测钻机下井、取芯、回收全流程。

9.根据权利要求8所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集方法,其特征在于:步骤S2还包括如下步骤:

S21:在下放过程中,通过钻机轨迹记录模块(11)的陀螺仪(111)实时记录钻机的方位、姿态,通过缆线长度测量仪(112)记录下放距离,从而确定钻机轨迹;

S22:通过环境参数测量模块(12)的液压传感器(122)、密度计(123)、温度计(123)分别实时测量井下环境液压、液体密度、温度参数;通过环境参数测量模块(12)的超声波成像仪(121)对井壁形态进行扫描,直到选取到符合要求的完整地层作为测试区。

10.根据权利要求8或9所述的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集方法,其特征在于:步骤S1还包括启动地面电路检测系统(3),打开功率仪(31)和示波器(32)后对壁面应力解除钻机(6)进行电路检查,检查无异常后,通过通信供电系统(2)将壁面应力解除钻机(6)吊起并沿钻井下放;

步骤S4还包括通过钻进过程监测模块(13)的扭矩转速传感器(131)记录钻头的扭矩和转速,通过应力滑环(132)记录钻杆上的应力,通过位移传感器(135)记录钻头前进的距离。

一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩土力学测量技术领域,更具体地,涉及一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统及方法。

背景技术

[0002] 局部壁面应力解除法是一种对井壁上几个局部位置实施环形取芯,并借助应变片记录应力解除前后这几个位置上的微应变变化量,从而测定局部壁面上6个以上独立正应变,最终综合测得的应变计算相应的远场地应力张量的方法。壁面应力解除钻机通过在井壁上打孔将测量点处的岩石与周围岩体分离,从而解除应力环境。

[0003] 目前,壁面应力解除钻机在能源开发、深地工程等领域的钻进作业中获得了越来越广泛的应用。实践证明,测量效果受应力解除深度影响。解除深度要达到1.2倍的岩芯直径局部壁面的应力才能全部解除。制约局部壁面应力解除法向深部岩层发展的关键因素是在软岩和节理较为发育的岩层中应力解除的成功率很低,经常会发生断芯、卡钻,导致无法对测试点进行完全应力解除,从而使地应力计算出现较大误差。

[0004] 此外,壁面应力解除钻机在工作时,会对井壁进行一定的扰动,同时,井下充满钻井液,无法通过视频等常规手段及时获取作业区情况。为了避免塌孔事故的发生,井下的测量的活动受到极大的限制。如果塌孔事故发生,则很容易造成钻机被掩埋,深孔的打捞工作繁琐且成功率极低,最终会导致废孔。另外,壁面应力解除钻机要进行井下试验,需要先移除孔内全部钻杆,通过线缆把钻机下放到作业区。鉴于钻机下井工序复杂,应尽可能多的采集钻机所处的原位环境的相关参数。在井下高围压环境下极易出现岩芯饼化、断芯等现象,与此同时无论是单纯的取样还是进行应力解除,均对岩芯完整度有一定的要求;

因此,急需一种能够实现实现深孔(深度范围超过1000米)壁面应力解除钻机数据实时采集且能够耐受高温、高压等复杂环境的地应力系统来解决现有技术的上述缺陷。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统及方法,通过在壁面应力解除钻机内设井下测量系统、在井下测量系统的上端和下端分别通过推靠定位单元连接井外通信供电系统和液压平衡系统、在井外通信供电系统上通信连接地面电路检测系统;井下测量系统又包括由上而下依次设置的钻机轨迹记录模块、环境参数测量模块、钻进过程监测模块,为了提高地应力测试进度,保证基本的施工安全,本发明通过钻进过程检测模块采集钻头扭矩、转速、钻压和位移参数;通过钻机轨迹记录模块记录钻机姿态和轨迹数据;通过环境参数测量模块测量钻机所处井下环境参数;通过地面电路检测系统监测钻机电路工作情况,通过上述方法实现实时监测监控钻机下井、取芯、回收全流程;本发明通过实时采集井下环境参数和钻机运行参数,能够实时监控试验环境,避免塌孔事故,保证钻井安全,钻机下井一次即可完成多项任务,兼顾安全和效率;通过对钻机参数的实时采集可以保证试验效果,有助于井下环境的准确评估;能够解

决现有技术存在的壁面应力解除在井下高围压环境下极易出现岩芯饼化、断芯、卡钻；壁面应力解除钻机在工作时，会对井壁进行一定的扰动，无法及时获取作业区情况的问题。

[0006] 为了实现上述目的，本发明的一个方面提供一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统，包括井下测量系统、通信供电系统、地面电路检测系统、液压平衡系统以及推靠定位单元；其中，

所述井下测量系统包括由上而下依次设于壁面应力解除钻机内的钻机轨迹记录模块、环境参数测量模块、钻进过程监测模块和拓展模块；所述通信供电系统包括设于绞车外围的钢缆线、光缆线以及电缆线；所述地面电路检测系统包括与所述通信供电系统相连的功率仪和与所述功率仪相连的示波器；

所述井下测量系统设于壁面应力解除钻机内，并与所述通信供电系统通信连接；所述通信供电系统与所述地面电路检测系统通信连接；通过所述通信供电系统给各用电器供电、发送指令并将所述井下测量系统的各传感器采集的参数传输回所述地面电路检测系统；通过所述地面电路检测系统对线路的功率和信号性质进行全程监控；通过井下测量系统、通信供电系统以及地面电路检测系统实时采集井下环境参数和钻机运行参数，实现试验环境的实时监控，进而确保钻井安全；通过所述推靠定位单元对整体壁面应力解除钻机数据实时采集系统的对中定位，并将所述壁面应力解除钻机固定于壁面；所述液压平衡系统设于所述井下测量系统底部，用于对整个采集系统的液压油压力进行补偿，进而提升系统在深钻复杂环境中应用的适应性。

[0007] 进一步地，所述钻机轨迹记录模块包括固定于所述壁面应力解除钻机内部横隔板上的陀螺仪和设于地面的缆线长度测量仪；所述陀螺仪用于获得钻机的方位和姿态；所述陀螺仪的传感器中心与壁面应力解除钻机截面的中心重合；

所述缆线长度测量仪与所述通信供电系统连接，用于测量壁面应力解除钻机潜入井内的距离。

[0008] 进一步地，所述环境参数测量模块包括超声波成像仪、液压传感器、密度计以及温度计；

所述超声波成像仪用于实现井下状态可视化，其不受钻井液的干扰，对称布置在钻机外壁两侧的凹陷处，工作时通过对外界不断发射超声波，通过接收反射的声波信号，对孔壁形状进行精确描绘；

所述液压传感器、密度计和温度计分别用于采集钻井液的压力、密度和温度；

所述液压传感器、密度计和温度计的探头固定在所述壁面应力解除钻机内部的横隔板上；所述液压传感器、密度计和温度计的探头均朝下用以避免岩屑堆积影响测量精度；

所述液压传感器、密度计和温度计的传感器探头方向的两侧所述壁面应力解除钻机外壁上分别设有一个开孔，钻井液可以不受阻碍的通过所述开孔进入壁面应力解除钻机内部。

[0009] 进一步地，所述钻进过程监测模块包括扭矩转速传感器、应力滑环、导轨、拨片以及位移传感器；

所述扭矩转速传感器和所述应力滑环均设于所述导轨上，所述导轨的两端设于钻机相对的两侧内壁之间；

所述扭矩转速传感器和所述应力滑环均包括同心同轴线的定子外壳和转子内芯，

所述壁面应力解除钻机的钻杆穿过并固定在转子内芯上,所述钻杆上设有钻头;所述钻头相对的钻机外壁设有钻机孔;

所述扭矩转速传感器和所述应力滑环两个传感器的定子外壳均固定在导轨上,并能沿导轨无摩擦的滑动;

所述应力滑环设于所述扭矩转速传感器靠近钻头的一侧,用于采集钻杆上应力并将该应力转换成钻压;

所述拨片固定于所述应力滑环的定子外壳前端,所述拨片能够沿所述导轨滑动,并与所述应力滑环的定子外壳保持同步进退;

所述位移传感器的一端固定在所述壁面应力解除钻机的内壁,另一端与所述拨片连接;所述扭矩转速传感器和所述应力滑环以及所述位移传感器随钻头前进时,所述拨片也随之前进,通过所述位移传感器测得钻头前进的距离;

所述扭矩转速传感器用于检测取芯过程中钻头的转速和钻杆上的扭矩。

[0010] 进一步地,所述钢缆线、所述光缆线以及所述电缆线的一端均与所述井下测量系统相连,另一端均与所述地面电路检测系统相连,所述钢缆线用于承受张力,所述光缆线用于传输高频数字信号;所述电缆线用于传输电能。

[0011] 进一步地,所述功率仪用于检查壁面应力解除钻机工作时电源电压数值是否合理;所述示波器用于观测所述壁面应力解除钻机工作时的电压、电流信号的波形、幅度、频率是否达到设计要求。

[0012] 进一步地,所述推靠定位单元包括设于所述壁面应力解除钻机顶部和所述通信供电系统底部之间的第一推靠定位件和设于所述壁面应力解除钻机底部和所述液压平衡系统之间的第二推靠定位件;

所述推靠定位单元通过液压活塞驱动的方式驱动连杆结构动作,使得连接结构在推力作用下沿折叠并沿钻井径向展开,以使得连杆铰接点与井壁形成多个支点,从而保证推靠定位机构定位确定的直线与钻井的轴线重合,完成整体壁面应力解除钻机数据实时采集系统的对中定位,并将所述壁面应力解除钻机固定于壁面。

[0013] 本发明的另一个方面提供一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集方法,包括如下步骤:

S1:通过地面电路检测系统检查钻机性能,并通过通信供电系统将钻机下放;

S2:通过井下测量系统确定钻机下放轨迹,实时测量井下环境参数并获取符合要求的测试区;

S3:通过推靠定位单元将钻机固定在井壁上,并将钻头对准待钻孔井壁;

S4:启动钻机开始应力解除作业,通过钻进过程监测模块获得钻机作业参数;

S5:通过通信供电系统的光缆线将步骤S4中钻进过程监测模块采集的钻机作业参数实时传递到地面电路检测系统,地面电路检测系统发出的操作指令也通过光缆线实时传递到各个系统,如此实现实时监测钻机下井、取芯、回收全流程。

[0014] 进一步地,步骤S2 还包括如下步骤:

S21:在下放过程中,通过钻机轨迹记录模块的陀螺仪实时记录钻机的方位、姿态,通过缆线长度测量仪记录下放距离,从而确定钻机轨迹;

S22:通过环境参数测量模块的液压传感器、密度计、温度计分别实时测量井下环

境液压、液体密度、温度参数；通过环境参数测量模块的超声波成像仪对井壁形态进行扫描，直到选取到符合要求的完整地层作为测试区。

[0015] 进一步地，步骤S1还包括启动地面电路检测系统，打开功率仪和示波器后对壁面应力解除钻机进行电路检查，检查无异常后，通过通信供电系统将壁面应力解除钻机吊起并沿钻井下放；

步骤S4还包括通过钻进过程监测模块的扭矩转速传感器记录钻头的扭矩和转速，通过应力滑环记录钻杆上的应力，通过位移传感器记录钻头前进的距离。

[0016] 总体而言，通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比，能够取得下列有益效果：

(1) 本发明的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统，通过在壁面应力解除钻机内设井下测量系统、在井下测量系统的上端和下端分别通过推靠定位单元连接井外通信供电系统和液压平衡系统、在井外通信供电系统上通信连接地面电路检测系统；井下测量系统又包括由上而下依次设置的钻机轨迹记录模块、环境参数测量模块、钻进过程监测模块，为了提高地应力测试进度，保证基本的施工安全，本发明通过钻进过程检测模块的扭矩转速传感器、应力滑环、位移传感器采集钻头扭矩、转速、钻压和位移参数；通过钻机轨迹记录模块的陀螺仪和缆线长度测量仪记录钻机姿态和轨迹数据；通过环境参数测量模块的超声波成像仪、液压传感器、密度计、温度计测量钻机所处井下环境参数；通过地面电路检测系统的功率仪和示波器监测钻机电路工作情况，通过上述方法实现实时监测监控钻机下井、取芯、回收全流程；本发明通过实时采集井下环境参数和钻机运行参数，能够实时监控试验环境，避免塌孔事故，保证钻井安全，钻机下井一次即可完成多项任务，兼顾安全和效率；通过对钻机参数的实时采集可以保证试验效果，有助于井下环境的准确评估；能够解决现有技术存在的壁面应力解除在井下高围压环境下极易出现岩芯饼化、断芯、卡钻；壁面应力解除钻机在工作时，会对井壁进行一定的扰动，无法及时获取作业区情况的问题。

[0017] (2) 本发明的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统，通过通过井下测量系统1、井外通信供电系统2以及地面电路检测系统3实时采集井下环境参数和钻钻机运行参数，能够实时监控试验环境，保证钻井安全，避免塌孔事故；深孔施工成本极高，在进行各类监测活动时，首先要保证不破坏钻井的稳定性。通过采集到的井下参数，可以监控侧壁取芯过程中钻机的运行状态和取芯区环境的稳定性。一旦参数异常，可以立刻停钻或采取相关措施，避免事故发生。采集到的环境参数同时也是珍贵的原位测试资料。钻机下井一次即可完成多项任务，兼顾安全和效率。

[0018] (3) 本发明的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统，通过对钻机参数的实时采集可以保证试验效果。无论是侧壁取芯的目的是取样还是测量应力，均对岩芯完整度有要求。取芯长度太短，都会大大影响试验精度。同时，采集到的钻进数据能够对侧壁取芯技术的改良提供帮助。

[0019] (4) 本发明的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统，通过全面采集参数有助于井下环境的准确评估。综合同一点位获取的多种参数，可提高评估的准确性。如，记录钻机倾斜度，则可以准确获取应力解除的准确方向，对预测的主应力方向也有帮助。借助记录的井下温度参数可以对应变片采集到的数值进行修正。钻机数据采集系统电子元器件较多，钻机内部空间有限，因此对制造的集成能力有一定的要求。

附图说明

[0020] 图1为本发明实施例一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统的工作状态示意图。

[0021] 图2为本发明实施例一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统的结构示意图；

图3为本发明实施例一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统的井下测量系统钻机轨迹记录模块示意图；

图4为本发明实施例一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统的井下测量系统环境参数测量模块示意图；

图5为本发明实施例一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统的井下测量系统钻进过程监测模块示意图；

图6为本发明实施例一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集方法的流程示意图。

[0022] 在所有附图中,同样的附图标记表示相同的技术特征,具体为:1-井下测量系统、11-钻机轨迹记录模块、111-陀螺仪、112-缆线长度测量仪、12-环境参数测量模块、121-超声波成像仪、122-液压传感器、123-密度计、124-温度计、125-开孔、13-钻进过程监测模块、131-传感器、132-应力滑环、133-导轨、134-拨片、135-位移传感器、14-拓展模块、2-井外通信供电系统、21-钢缆线、22-光缆线、23-电缆线、3-地面电路检测系统、31-功率仪、32-示波器、4-液压平衡系统、5-推靠定位单元、51-第一推靠定位件、52-第二推靠定位件、6-壁面应力解除钻机、61-横隔板、62-钻头、63-钻机孔。

具体实施方式

[0023] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明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用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0024] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,当元件被称为“固定于”、“设置于”或“设于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上;术语“安装”、“相连”、“连接”、“设有”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0025] 此外,术语“第一”、“第二”……仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性 或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”……的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0026] 如图1-图5所示,本发明提供一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统,包括

井下测量系统1、井外通信供电系统2、地面电路检测系统3、液压平衡系统4以及推靠定位单元5；所述井下测量系统1设于壁面应力解除钻机6内，与所述井外通信供电系统2通信连接，所述井下测量系统1是整个壁面应力解除钻机数据实时采集系统的主要测量采集模块，其通过多种传感器集成对井下环境进行实时监控；所述井外通信供电系统2与所述地面电路检测系统3通信连接；所述通信供电系统2负责给各用电器供电、发送指令并将所述井下测量系统1的各传感器采集的参数传输回所述地面电路检测系统3；所述电路检测系统3用于对线路的功率和信号的性质进行全程监控，如果出现异常情况，则采取相应的手段处理，排除故障后重新上电；所述推靠定位单元5包括设于所述壁面应力解除钻机6顶部和所述井外通信供电系统2底部之间的第一推靠定位件51和设于所述壁面应力解除钻机6底部和所述液压平衡系统4之间的第二推靠定位件52，采用两点确定一条直线的方式，使得推靠定位机构定位确定的直线唯一；所述推靠定位单元5通过液压活塞驱动的方式驱动连杆结构动作，使得连接结构在推力作用下沿折叠并沿钻井径向展开，以使得连杆铰接点与井壁形成多个支点，从而保证推靠定位机构定位确定的直线与钻井的轴线重合，完成整体壁面应力解除钻机数据实时采集系统的对中定位，并将所述壁面应力解除钻机6固定于壁面；所述液压平衡系统4设于所述井下测量系统1底部，用于对填充于所述推靠定位单元5以及所述井下测量系统1内的液压油压力进行补偿，以平衡钻井内压强，从而适应深钻孔的高压环境，防止系统受压破坏，进一步提升了系统在深钻复杂环境中应用的适应性；本发明通过井下测量系统1、井外通信供电系统2以及地面电路检测系统3实时采集井下环境参数和钻机运行参数，能够监控试验环境，保证钻井安全，避免塌孔事故，有助于井下环境的准确评估，同时保证试验效果。

[0027] 进一步地，如图1-图5所示，所述壁面应力解除钻机6具有高强度金属外壳结构，能够很好保护工作部件以适应井下高温、高压、充满钻进液的环境；所述井下测量系统1包括由上而下依次设于壁面应力解除钻机6内的钻机轨迹记录模块11、环境参数测量模块12、钻进过程监测模块13和拓展模块14；所述钻机轨迹记录模块11包括固定于所述壁面应力解除钻机6内部横隔板61上的陀螺仪111和设于地面的缆线长度测量仪112；所述陀螺仪111类似于电子罗盘，用于测量倾角，获得钻机的方位和姿态；所述陀螺仪111的传感器中心与壁面应力解除钻机6截面的中心重合；所述缆线长度测量仪112与所述通信供电系统2连接，用于测量壁面应力解除钻机6潜入井内的距离；本发明通过所述陀螺仪111测得壁面应力解除钻机6的方位和姿态，结合所述缆线长度测量仪112测得的壁面应力解除钻机6潜入井内的距离，可以对壁面应力解除钻机6在井下的轨迹进行详细记录；除了可以对钻井的垂直度进行测量，还可以计算出应力接触时壁面应力解除钻机6钻进的角度，有利于对地应力方向进行分析。

[0028] 进一步地，如图1-图5所示，所述环境参数测量模块12包括超声波成像仪121、液压传感器122、密度计123以及温度计124；所述超声波成像仪201用于实现井下状态可视化，其不受钻井液的干扰，对称布置在钻机外壁两侧的凹陷处，工作时通过对外界不断发射超声波，通过接收反射的声波信号，对孔壁形状进行精确描绘；如果测区发现完整性或处于地层交界处，则可以另选他处进行测量；所述液压传感器122、密度计123和温度计124分别用于采集钻井液的压力、密度和温度；所述液压传感器122、密度计123和温度计124的探头固定在所述壁面应力解除钻机6内部的横隔板上，所述液压传感器122、密度计123和温度计124

的探头均朝下避免岩屑堆积影响测量精度；所述液压传感器122、密度计123和温度计124的传感器探头方向的两侧所述壁面应力解除钻机6外壁上分别设有一个开孔125，钻井液可以不受阻碍的通过所述开孔125进入壁面应力解除钻机6内部。

[0029] 进一步地，如图1-图5所示，所述钻进过程检测模块13包括扭矩转速传感器131、应力滑环132、导轨133、拨片134以及位移传感器135；所述扭矩转速传感器131和所述应力滑环132均设于所述导轨133上，所述导轨133的两端设于钻机相对的两侧内壁之间；所述扭矩转速传感器131和所述应力滑环132均包括同心同轴线的定子外壳和转子内芯，所述壁面应力解除钻机6的钻杆穿过并固定在转子内芯上，所述钻杆上设有钻头62；所述钻头62相对的钻机外壁设有钻机孔63，工作时，钻头62可向钻机孔伸出进行应力解除作业，作业完毕后可缩回钻进内腔中；所述扭矩转速传感器131和所述应力滑环132两个传感器的定子外壳均固定在导轨133上，并能沿导轨133无摩擦的滑动；所述应力滑环132设于所述扭矩转速传感器131靠近钻头的一侧；所述拨片134固定于所述应力滑环132的定子外壳前端（远离所述扭矩转速传感器131的一侧），所述拨片134能够沿所述导轨133滑动，并与所述应力滑环132的定子外壳保持同步进退；所述位移传感器135的一端固定在所述壁面应力解除钻机6的内壁，另一端与所述拨片134连接；所述扭矩转速传感器131和所述应力滑环132以及所述位移传感器135随钻头前进时，所述拨片304也随之前进，此时所述位移传感器135能够测得钻头62前进的距离；所述扭矩转速传感器131用于检测取芯过程中钻头的转速和钻杆上的扭矩；所述应力滑环132用于采集钻杆上应力并将该应力转换成钻压；当取芯作业进行时，将所述扭矩转速传感器131检测到的取芯过程中钻头的转速和钻杆上的扭矩、所述应力滑环132采集的钻杆上应力以及所述位移传感器135测得的钻头前进的距离等数据传输给地面作业人员，实现井下作业的实时监控；推进取芯钻头时耗散的机械能与地层的性质，如地层岩石的抗压强度有关，因此，可以从所述钻进过程检测模块13测量的钻井参数中提取有关地层的有价值的信息。

[0030] 进一步地，如图1-图5所示，所述井下测量系统1还包括拓展模块14，所述拓展模块14用于根据需要增加钻孔直径、地层电阻率、孔隙度、渗透率、声速、震动等测量仪器；

进一步地，如图1-图5所示，所述井外通信供电系统2包括设于绞车外围的钢缆线21、光缆线22以及电缆线23；所述钢缆线21、所述光缆线22以及所述电缆线23的一端均与所述井下测量系统1相连，另一端均与所述地面电路检测系统3相连；本发明的壁面应力解除钻机6作业时，使用绞车将壁面应力解除钻机6吊运到井下，通过绞车外围的钢缆线21承受张力，通过光缆线22传输高频数字信号，通过电缆线23传输电能，光缆线22的带宽、数据传输速率方面性能优良；通过所述通信供电系统2给各用电器供电、发送指令并将所述井下测量系统1的各传感器采集的参数传输回所述地面电路检测系统3；所述电路检测系统3对线路的功率和信号的性质进行全程监控，如果出现异常情况，则采取相应的手段处理，排除故障后重新上电。

[0031] 进一步地，如图1-图5所示，所述地面电路检测系统3包括与所述通信供电系统2相连的功率仪31和与所述功率仪31相连的示波器32；所述功率仪31用于检查壁面应力解除钻机6工作时电源电压数值是否合理，如果有异常情况发生，应当立即断开电源，检查排除异常故障后重新上电；所述示波器32用于观测所述壁面应力解除钻机6工作时的电压、电流信号的波形、幅度、频率是否达到设计要求。

[0032] 如图6所示,本发明的另一个方面提供一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集方法,包括如下步骤:

S1:通过地面电路检测系统检查钻机性能,并通过井外通信供电系统将钻机下放;具体地,启动地面电路检测系统3,打开功率仪和示波器后对壁面应力解除钻机进行电路检查,检查无异常后,通过井外通信供电系统2将壁面应力解除钻机吊起并沿钻井下放;

S2:通过井下测量系统1确定钻机下放轨迹,实时测量井下环境参数并获取符合要求的测试区;具体包括如下步骤:

S21:在下放过程中,通过钻机轨迹记录模块11的陀螺仪111实时记录钻机的方位、姿态,通过缆线长度测量仪112记录下放距离,从而确定钻机轨迹;

S22:通过环境参数测量模块12的液压传感器122、密度计123、温度计123分别实时测量井下环境液压、液体密度、温度参数;通过环境参数测量模块12的超声波成像仪121对井壁形态进行扫描,直到选取到符合要求的完整地层作为测试区;

S3:通过推靠定位单元5将钻机固定在井壁上,并将钻头对准待钻孔井壁;

S4:启动钻机开始应力解除作业,通过钻进过程监测模块13获得钻机作业参数;具体地,通过钻进过程监测模块13的扭矩转速传感器131记录钻头的扭矩和转速,通过应力滑环132记录钻杆上的应力,通过位移传感器135记录钻头前进的距离;

S5:通过井外通信供电系统2的光缆线将步骤S4中钻进过程监测模块13采集的钻机作业参数实时传递到地面电路检测系统3,地面电路检测系统3发出的操作指令也通过光缆线实时传递到各个系统,如此实现实时监测钻机下井、取芯、回收全流程。

[0033] 本发明提供一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统的工作原理:通过在壁面应力解除钻机内设井下测量系统1、在井下测量系统1的上端和下端分别通过推靠定位单元5连接井外通信供电系统2和液压平衡系统4、在井外通信供电系统2上通信连接地面电路检测系统3;井下测量系统1又包括由上而下依次设置的钻机轨迹记录模块11、环境参数测量模块12、钻进过程监测模块13,为了提高地应力测试进度,保证基本的施工安全,本发明通过钻进过程检测模块的扭矩转速传感器、应力滑环、位移传感器采集钻头扭矩、转速、钻压和位移参数;通过钻机轨迹记录模块的陀螺仪和缆线长度测量仪记录钻机姿态和轨迹数据;通过环境参数测量模块的超声波成像仪、液压传感器、密度计、温度计测量钻机所处井下环境参数;通过地面电路检测系统的功率仪和示波器监测钻机电路工作情况,通过上述方法实现实时监测监控钻机下井、取芯、回收全流程;本发明通过实时采集井下环境参数和钻机运行参数,能够实时监控试验环境,避免塌孔事故,保证钻井安全,钻机下井一次即可完成多项任务,兼顾安全和效率;通过对钻机参数的实时采集可以保证试验效果,有助于井下环境的准确评估;能够解决现有技术存在的壁面应力解除在井下高围压环境下极易出现岩芯饼化、断芯、卡钻;壁面应力解除钻机在工作时,会对井壁进行一定的扰动,无法及时获取作业区情况的问题。

[0034] 本发明的一种深孔壁面应力解除钻机数据实时采集系统具有多个模块并依次连接在一起。本发明的该壁面应力解除钻机数据实时采集系统也可以是部分或完全单一的,可根据需要进行模块的增减。本发明所述的实施例系统是利用光缆传输信号,同时该系统亦适用于无线、普通信号电缆等其他传输形式。

[0035] 另外,需要注意的是,现有专利CN113605886A一种深钻孔复杂环境局部壁面应力

解除法测试系统公开了的技术方案虽然可以采集应力解除过程中的应变数据,但对应力解除过程和钻机所处环境的检测数据较少,不能保证井壁的稳定性和岩芯的完整性,试验结果的准确性欠佳。本发明具有高强度金属外壳结构,能够很好保护工作部件以适应井下高温、高压、充满钻进液的环境;同时通过在外壳内部布局多种传感器的方式,采集井下原位参数,再通过光纤线缆传输到地面进行实时的记录和分析,从而达到监控井下情况和保证试验效果的目的。

[0036] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

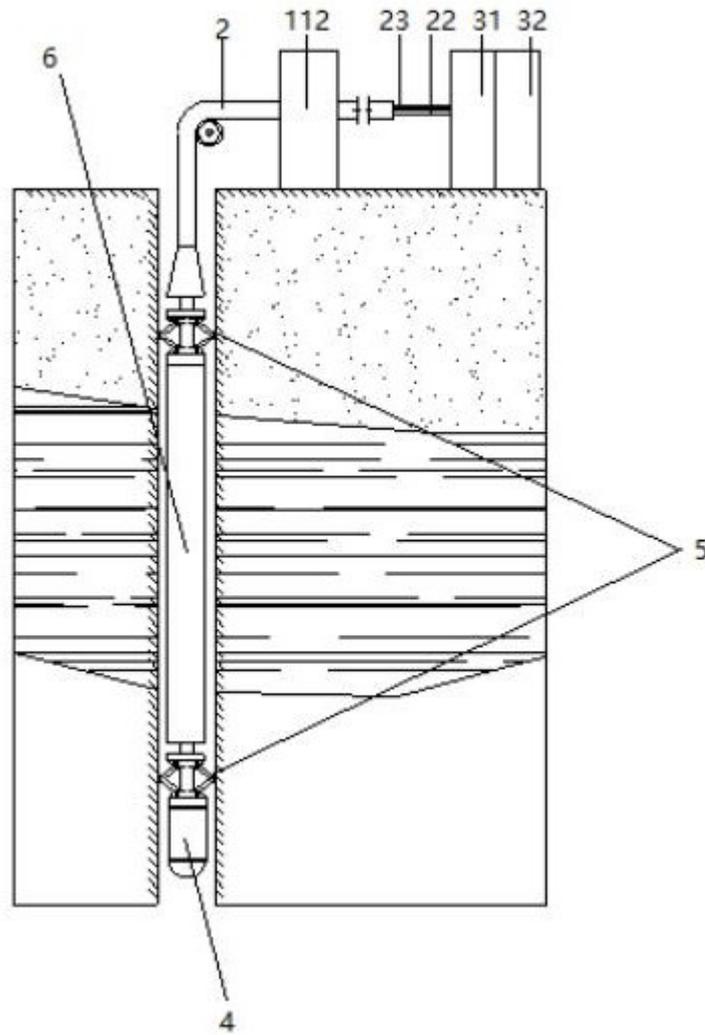


图1

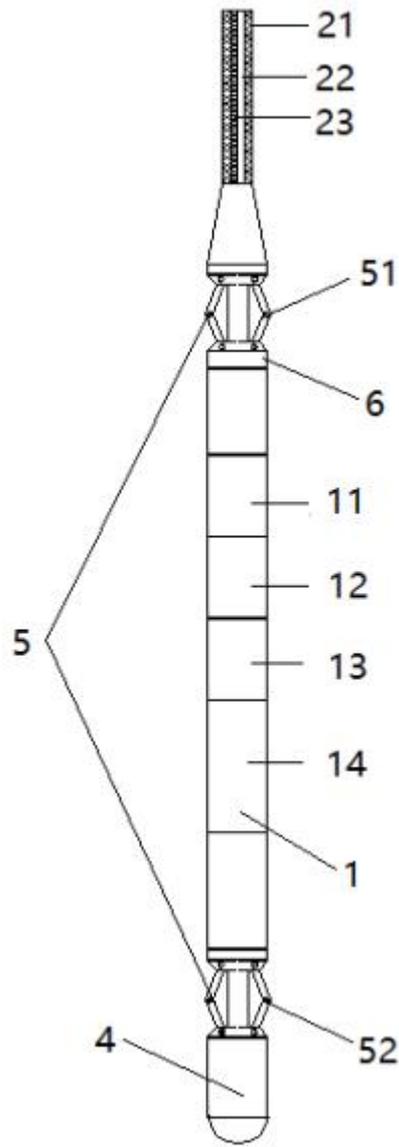


图2

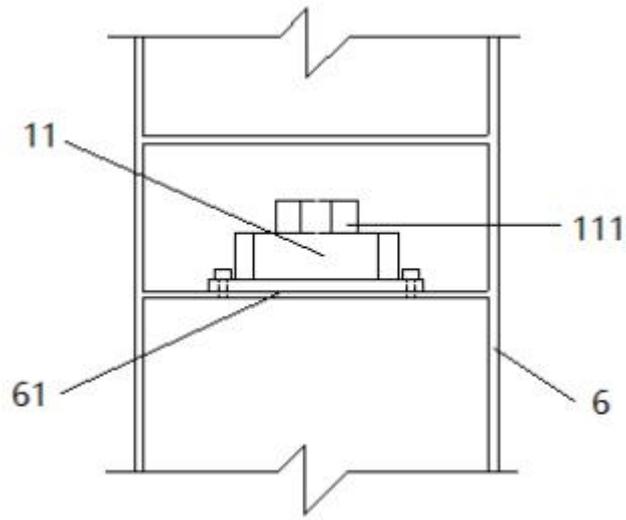


图3

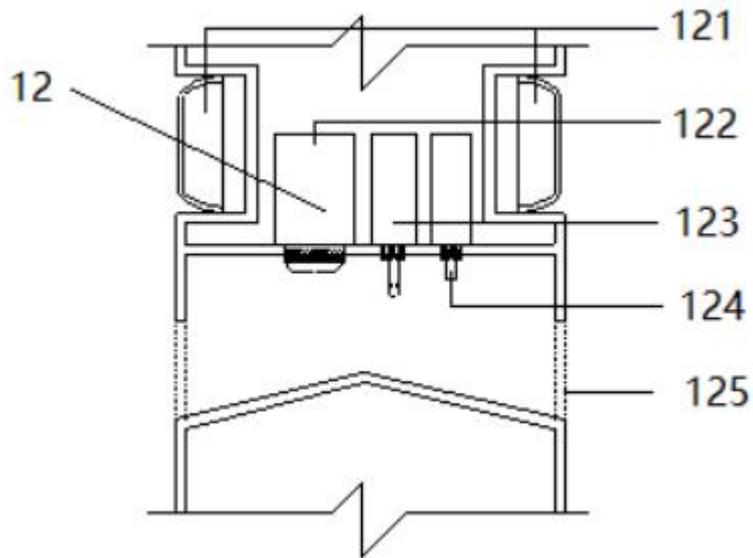


图4

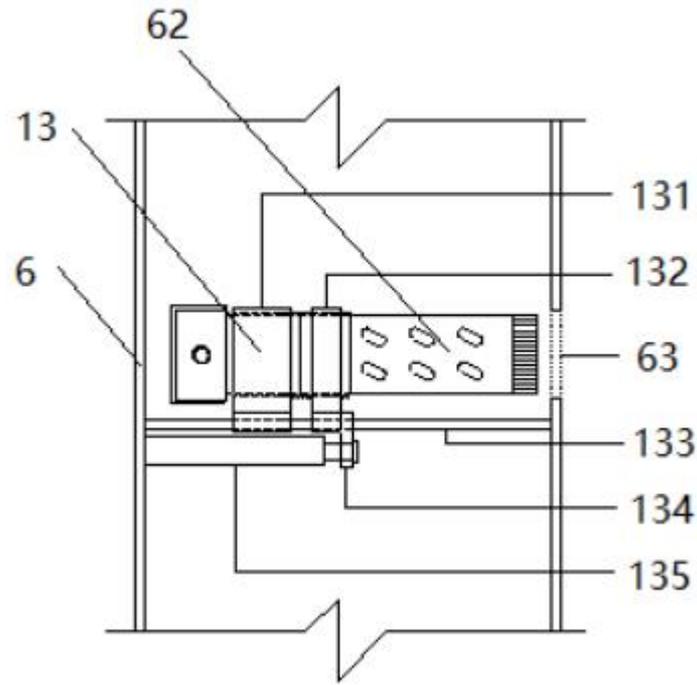


图5

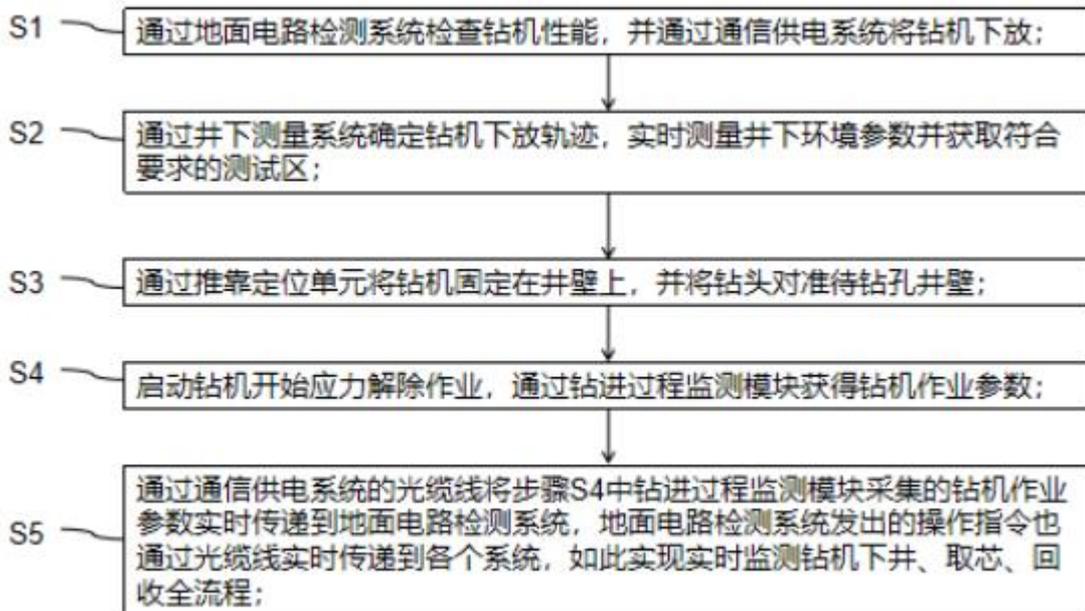


图6