



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103472498 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201310449335. 7

(22) 申请日 2013. 09. 25

(73) 专利权人 中国地震局地壳应力研究所
地址 100085 北京市海淀区德外西三旗安宁庄路 1 号 2855 信箱

(72) 发明人 王成虎 王显军 侯砚和 张志国

(74) 专利代理机构 北京中誉威圣知识产权代理有限公司 11279

代理人 蒋常雪

(51) Int. Cl.
G01V 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2643300 Y, 2004. 09. 22, 全文.

US 4665984 A, 1987. 05. 19, 全文.

US 4974675 A, 1990. 12. 04, 全文.

B. C. Haimson, F. H. Cornet. ISRM Suggested

Methods for rock stress estimation—

Part 3:hydraulic fracturing (HF) and/or

hydraulic testing of pre-existing fractures

(HTPF). 《International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences》. 2003, 第 1011 — 1020 页.

陈群策, 等. 地应力测量与监测技术实验研究—SinoProbe-06 项目介绍. 《地球学报》. 2011, 第 32 卷第 113 — 124 页.

王海忠. 水压致裂印模定向测量井下放水开关的研制与使用. 《地壳构造与地壳应力文集》. 2006, 第 162 — 165 页.

张琦. 京张城际铁路八达岭地下车站水压致裂地应力测量及施工方案优化. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程技术 II 辑》. 2010, (第 09 期), 第 17 — 21 页.

审查员 丁虎

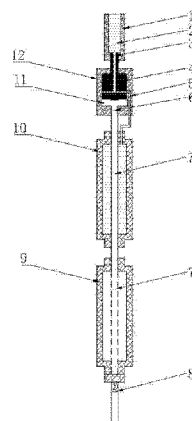
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

水压致裂原地应力测量的印模测试新方法

(57) 摘要

本发明公开了一种水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,印模测试新方法基于印模测试设备进行测量,印模测试设备将现有的印模器进行改进,使设备中包括两个相对独立的设置在一个中心管上的印模器;印模测试新方法的步骤为,首先进行地表设备的准备与安装,然后进行印模测试设备的钻孔内安装,再对整体设备进行加压保压测试,然后使用印模测试设备进行印模作业,最后提钻后在地表进行数据采集及数据分析。本发明印模测试方法利用印模测试设备,能够实现在一次下钻和提钻的过程中完成两次印模测试作业,提高了印模测试的效率,节省大量的人力物力,降低了测试成本,并且操作简单,便于大规模推广使用。



1. 一种水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法基于印模测试设备进行测量,印模测试设备包括位于同一条竖向直线上的第一印模器和第二印模器,中心管位于第一印模器和第二印模器的轴线上,中心管的下端位于第二印模器的内部;中心管的上端伸出第一印模器上端与高压流体转换阀的第二出水口连接,高压流体转换阀的第一出水口通过管路通入第一印模器的橡胶筒内;位于第一印模器内的中心管完全密封,中心管的下端与第二印模器的橡胶筒连通;第二印模器的下端设有用于测量印模器基线磁北方向的电子罗盘定向装置;高压流体转换阀连接于钻杆的下端,高压流体转换阀的入水口与钻杆内的高压水管连接;高压水管与地面的高压水泵连接,

地面高压水管上设有用于测量水压的压力表;高压流体转换阀设有滑动腔和滑动腔内上下运动的阀塞,阀塞内设有竖向的高压水道,阀塞上端的高压水道伸出滑动腔与钻杆下端的高压水管连接,高压水道在阀塞的中下部连通至阀塞侧壁的塞孔;滑动腔的下部设有直径大于阀塞直径的注水腔,滑动腔的中部侧壁上设有与塞孔配合的第一出水口,注水腔的下端设有第二出水口;阀塞位于滑动腔的上部时,塞孔与第一出水口连通,阀塞位于滑动腔的下部时,塞孔通过注水腔与第二出水口连通。

2. 如权利要求 1 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法包括以下步骤:

- 第一步:地表设备的准备与安装;
- 第二步:印模测试设备的钻孔内安装;
- 第三步:整体设备的加压保压测试;
- 第四步:操控印模测试设备进行印模作业;
- 第五步:地表数据采集及数据分析。

3. 如权利要求 2 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法的第一步地表设备的准备与安装,使用计算机对电子罗盘定位装置的延迟时间、采样间隔和采样次数进行设置,延迟时间为下钻时间长度;地表设备安装包括钻架、高压水泵、钻杆、高压水管的组装。

4. 如权利要求 3 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法的第二步印模测试设备的钻孔内安装,将印模测试设备完成组装,将组装完成的印模测试设备与钻杆和高压水管连接。

5. 如权利要求 4 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法的第三步整体设备的加压保压测试,首先对钻杆进行高压检测,其次对压力表进行标定,再对印模测试设备进行保压效果测试,最后对组装完成的整体设备进行整体保压效果测试;高压检测和保压效果测试的水压为 10 ~ 15MPa,高压检测和保压效果测试的合格标准为加压后设备不渗水。

6. 如权利要求 5 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法的第四步操控印模测试设备进行印模作业,利用钻杆将印模测试设备下放到需测试的钻孔深度,首先使用第二印模器进行印模作业;钻杆下端的印模测试设备由于印模测试设备的自重使高压流体转换阀的阀塞位于滑动腔的上部,高压水管与第一出水口连通,启动高压水泵向第一印模器的橡胶筒内加压 3 ~ 5MPa,使第一印模器膨胀紧贴于钻孔壁,将印模测试设备固定与钻孔内,完成座封过程;再利用钻杆自重和钻机的牵引力控制,

使得高压流体转换阀的阀塞向下滑动至滑动腔下端,使高压水管与第二出水口连通,启动高压水泵向第二印模器内加压,按照 5MPa → 10MPa → 15MPa 的形式阶式加压,当压力达到 15MPa 以上时,关闭高压水泵,保持橡胶筒内的压力强度 20min ~ 30min,同时准确记录加压保压时间;第二印模器的印模作业结束后,启动高压流体转换阀,解除第一印模器和第二印模器内的水压使得第一印模器和第二印模器的橡胶筒收缩并脱离钻孔壁;

第二印模器的印模作业结束后,进行第一印模器的印模作业,调整钻杆高度将第一印模器运行至需测试钻孔区域,利用印模测试设备的自重使高压流体转换阀的阀塞位于滑动腔的上部,将高压水管与第一印模器的橡胶筒连通;启动高压水泵向第一印模器的橡胶筒内加压,按照 5MPa → 10MPa → 15MPa 的形式阶式加压,当压力达到 15MPa 以上时,关闭高压水泵,保持橡胶筒内的压力强度 20min ~ 30min,同时准确记录加压保压时间;第一印模器的印模作业结束后,启动高压流体转换阀,解除第一印模器内的水压使得第一印模器的橡胶筒收缩并脱离钻孔壁,此时完成第一印模器和第二印模器的两次印模作业。

7. 如权利要求 6 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法的第五步地表数据采集及数据分析,在完成两次印模作业后启动钻机将印模测试设备取出钻孔,将电子罗盘定向装置内存储的印模作业时第一印模器和第二印模器基线的磁北方向数据导入计算机;用透明塑料薄膜分别将第一印模器和第二印模器表面围起,绘下印模器表面凸起的水压致裂缝的印痕和基线标志,然后利用基线、电子罗盘定向装置的磁北方向和印痕之间的关系,计算出所测水压致裂破裂面的走向,即得出最大水平主压应力或最大次主应力的方向。

8. 如权利要求 7 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,电子罗盘定向装置通过 USB 数据传输线路与计算机连接;电子罗盘定向装置内设有用于记录工作时间的电子时钟。

9. 如权利要求 8 所述的水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,其特征在于,印模测试新方法第四步中,加压后橡胶筒内的压力强度为 17MPa,保持橡胶筒内的压力强度的时间为 25min。

水压致裂原地应力测量的印模测试新方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种地质钻探测试方法,具体涉及一种水压致裂原地应力测量的印模测试新方法。

背景技术

[0002] 水压致裂原地应力测量过程中,在试验段压裂测量之后即可进行裂缝方位的测定,以确定最大水平主压应力的方向,最常用的方法是定向印模法。定向印模测量系统由自动定向仪和印模器组成。印模器表层覆盖有一层半硫化橡胶,通过压力使得印模器膨胀,印模器表层的半硫化橡胶可以完全拓下试验段内的孔壁岩体破裂变形的信息,而自动定向仪可以确定实验期间印模器基线的方位角,通过计算水压致裂裂缝与印模器基线之间的角度即可求得最大水平主应力方向,因为依据水压致裂测量理论,裂缝方位即为最大水平主应力方向。现有的井下测试设备主要包括三个部分,转换连接接头、一个印模器和罗盘定向装置。

[0003] 过去在开展水压致裂印模测试过程中,每次通过钻杆将印模设备运移到指定测试段上时,只能测试一个应力方向数据,非常费时。举例来说,对于一个深度为 300m 和 500m 的测试深度,需要将设备从孔口运移到测试段两次,所需的时间为:下钻时间+提钻时间+压裂段加压保压时间+地表设备准备时间+后期数据采集时间。那么以上例中 300m 测段所需的测试时间为:0.5h+0.5h+1.0h+0.15h+0.15h=2.3h;500m 测段所需的测试时间为:0.75h+1.0h+1.0h+0.15h+0.15h=3.05h。通过这个例子,我们可以看出,由于下钻和提钻消耗了较多的时间,而且下钻和提钻需要钻机的配合和钻井工人的配合,耗费了大量的时间和人力物力,降低了测试的效率;如果我们能够在下钻和提钻过程中节省出时间,就可以极大地节约时间、人力和物力投入,进而产生明显的经济效益,提高钻探测试的效率,降低测试成本。

发明内容

[0004] 本发明需要解决的技术问题就在于克服现有技术的缺陷,提供一种水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,该印模测试新方法能够在下钻和提钻过程中节省时间,能够极大地节约时间、人力和物力投入,进而产生明显的经济效益,提高钻探测试的效率,降低测试成本。

[0005] 为解决上述问题,本发明采用技术方案为:

[0006] 一种水压致裂原地应力测量的印模测试新方法,印模测试新方法基于印模测试设备进行测量,印模测试设备包括位于同一条竖向直线上的第一印模器和第二印模器,中心管位于第一印模器和第二印模器的轴线上,中心管的下端位于第二印模器的内部;中心管的上端伸出第一印模器上端与高压流体转换阀的第二出水口连接,高压流体转换阀的第一出水口通过管路通入第一印模器的橡胶筒内;位于第一印模器内的中心管完全密封,中心管的下端与第二印模器的橡胶筒连通,高压流体转换阀的第一出水口与第一印模器的橡胶筒连通,高压流体转换阀的第二出水口与第二印模器的橡胶筒连通;第二印模器的下端

设有用于测量印模器基线磁北方向的电子罗盘定向装置；高压流体转换阀连接于钻杆的下端，高压流体转换阀的入水口与钻杆内的高压水管连接；高压水管与地面的高压水泵连接；

[0007] 地面高压水管上设有用于测量水压的压力表；高压流体转换阀设有滑动腔和滑动腔内上下运动的阀塞，阀塞内设有竖向的高压水道，阀塞上端的高压水道伸出滑动腔与钻杆下端的高压水管连接，高压水道在阀塞的中下部连通至阀塞侧壁的塞孔；滑动腔的下部设有直径大于阀塞直径的注水腔，滑动腔的中部侧壁上设有与塞孔配合的第一出水口，注水腔的下端设有第二出水口；阀塞位于滑动腔的上部时，塞孔与第一出水口连通，阀塞位于滑动腔的下部时，塞孔通过注水腔与第二出水口连通，这样，通过控制阀塞在滑动腔内的位置可以调控高压水管对第一印模器和第二印模器的加压操作，从而完成两个印模器的两次相对独立的印模作业，从而在一次下钻和提钻作业过程中完成两次印模作业，节省了与提钻时间，提高了测试效率，降低了测试成本，节约了大量的人力与物力。

[0008] 本发明为了较好的实现利用印模测试设备完成高效的印模作业，从而提高测试效率，降低测试作业成本，较佳的技术方案有，印模测试新方法包括以下步骤：

[0009] 第一步：地表设备的准备与安装；安装地表设备，做好下钻与印模准备；

[0010] 第二步：印模测试设备的钻孔内安装；组装好印模测试设备以准备进行印模作业；

[0011] 第三步：整体设备的加压保压测试；对地面设备和印模测试设备进行加压保压测试，以确保设备的保压性能，提高印模作业的质量；

[0012] 第四步：操控印模测试设备进行印模作业；在一次下钻和提钻过程中完成两次印模作业，降低测试成本，提高测试效率；

[0013] 第五步：地表数据采集及数据分析；根据电子罗盘定向装置信息、基线和印模器上的印痕计算出最大水平主压应力方向。

[0014] 本发明为了提高印模测试的准确性，提高电子罗盘的定位准确性，较佳的技术方案还有，印模测试新方法的第一步地表设备的准备与安装，使用计算机对电子罗盘定位装置的延迟时间、采样间隔和采样次数进行设置，延迟时间为下钻时间长度，电子罗盘的定位方向信息与时间相对应，在印模作业完成后根据印模时间将印模时间段内的电子罗盘定位信息与印模器的基线进行比较，得出印模器的方位，从而计算最大水平主应力方向；地表设备安装包括钻架、高压水泵、钻杆、高压水管的组装。

[0015] 本发明为了便于进行印模测试，较佳的技术方案还有，印模测试新方法的第二步印模测试设备的钻孔内安装，将印模测试设备完成组装，将组装完成的印模测试设备与钻杆和高压水管连接。

[0016] 本发明为了提高印模测试设备的保压效果，提高印模测试的质量和效果，保证印模测试过程的顺利进行，较佳的技术方案还有，印模测试新方法的第三步整体设备的加压保压测试，首先对钻杆进行高压检测，其次对压力表进行标定，再对印模测试设备进行保压效果测试，最后对组装完成的整体设备进行整体保压效果测试；高压检测和保压效果测试的水压为 10 ~ 15MPa，高压检测和保压效果测试的合格标准为加压后设备不渗水。

[0017] 本发明为了能够实现在一次下钻和提钻操作中完成两侧印模测试作业，降低测试成本，提高测试效率，较佳的技术方案还有，印模测试新方法的第四步操控印模测试设备进

行印模作业,利用钻杆将印模测试设备下放到需测试的钻孔深度,首先使用第二印模器进行印模作业;钻杆下端的印模测试设备由于印模测试设备的自重使高压流体转换阀的阀塞位于滑动腔的上部,高压水管与第一出水口连通,启动高压泵向第一印模器的橡胶筒内加压 $3\sim 5\text{MPa}$,使第一印模器膨胀紧贴于钻孔壁,将印模测试设备固定与钻孔内,完成座封过程,此时印模测试设备固定在钻孔内;再利用钻杆自重和钻机的牵引力控制,使得高压流体转换阀的阀塞向下滑动至滑动腔下端,使高压水管与第二出水口连通,启动高压水泵向第二印模器内加压,按照 $5\text{MPa}\rightarrow 10\text{MPa}\rightarrow 15\text{MPa}$ 的形式阶式加压,当压力达到 15MPa 以上时,关闭高压水泵,保持橡胶筒内的压力强度 $20\text{min}\sim 30\text{min}$,使橡胶筒的表面精确记录钻孔内岩石的裂纹,以便于确定最大水平主应力方向,同时准确记录加压保压时间,以便于在提钻后准确读出电子罗盘中记录的印模作业中的印模测试设备的方向角;第二印模器的印模作业结束后,启动高压流体转换阀,解除第一印模器和第二印模器内的水压使得第一印模器和第二印模器的橡胶筒收缩并脱离钻孔壁;

[0018] 第二印模器的印模作业结束后,进行第一印模器的印模作业,调整钻杆高度将第一印模器运行至需测试钻孔区域,利用印模测试设备的自重使高压流体转换阀的阀塞位于滑动腔的上部,将高压水管与第一印模器的橡胶筒连通;启动高压水泵向第一印模器的橡胶筒内加压,按照 $5\text{MPa}\rightarrow 10\text{MPa}\rightarrow 15\text{MPa}$ 的形式阶式加压,当压力达到 15MPa 以上时,关闭高压水泵,保持橡胶筒内的压力强度 $20\text{min}\sim 30\text{min}$,同时准确记录加压保压时间;第一印模器的印模作业结束后,启动高压流体转换阀,解除第一印模器内的水压使得第一印模器的橡胶筒收缩并脱离钻孔壁,此时完成第一印模器和第二印模器的两次印模作业。

[0019] 本发明为了能够准确计算出最大水平主应力方向,提高印模测试的准确性和精确度,较佳的技术方案还有,印模测试新方法的第五步地表数据采集及数据分析,在完成两次印模作业后启动钻机将印模测试设备取出钻孔,将电子罗盘定向装置内存储的印模作业时第一印模器和第二印模器基线的磁北方向数据导入计算机;用透明塑料薄膜分别将第一印模器和第二印模器表面围起,绘下印模器表面凸起的水压致裂缝的印痕和基线标志,然后利用基线、电子罗盘定向装置的磁北方向和印痕之间的关系,计算出所测水压致裂破裂面的走向,即得出最大水平主压应力或最大次主应力的方向。

[0020] 本发明为了能够精确记录印模作业过程中的印模器的方向角,以便于提钻后进行最大水平主应力的计算与分析,较佳的技术方案还有,电子罗盘定向装置通过USB数据传输线路与计算机连接;电子罗盘定向装置内设有用于记录工作时间的电子时钟。

[0021] 本发明为了提高印模作业的印模效果,提高印模测试的精确度,较佳的技术方案还有,印模测试新方法第四步中,加压后橡胶筒内的压力强度为 17MPa ,保持橡胶筒内的压力强度的时间为 25min 。

[0022] 本发明的优点和有益效果为:本发明通过优化测试工序和设备组合,实现了低成本高效率的印模作业,以 300m 和 500m 的测试深度的例子来进行比较,采用了新工序后所需的时间为: 0.75h (下钻)+ 1.0h (提钻)+ 1.0h (第一次印模加压保压)+ 1.0h (第二次加压保压)+ 0.15h (地表准备)+ 0.15h (试验后地表准备)= 4.05h ,比原来节省了 1.3 个小时,还节省了一次起下钻的钻机配合以及相应的能源和人力成本;本发明水压致裂原地应力测量的印模测试新方法极大地节约时间、人力和物力投入,进而产生明显的经济效益,提高钻探测试的效率,降低测试成本,并且该方法的操作简单,设备要求较低,便于大规模推广应用。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明水压致裂原地应力测量的印模测试新方法所使用的印模测试设备的高压流体转换阀与第一印模器连通剖视图。

[0024] 图 2 为本发明水压致裂原地应力测量的印模测试新方法所使用的印模测试设备的高压流体转换阀与第二印模器连通剖视图。

[0025] 图中：1、钻杆；2、高压水管；3、入水口；4、阀塞；5、第一出水口；6、第二出水口；7、中心管；8、电子罗盘定向装置；9、第二印模器；10、第一印模器；11、滑动腔；12、高压流体转换阀。

具体实施方式

[0026] 下列实施例将进一步说明本发明。

[0027] 实施例 1

[0028] 本发明采用技术方案为：一种水压致裂原地应力测量的印模测试新方法，印模测试新方法基于印模测试设备进行测量，印模测试设备包括位于同一条竖向直线上的第一印模器 10 和第二印模器 9，中心管 7 位于第一印模器 10 和第二印模器 9 的轴线上，中心管 7 的下端位于第二印模器 9 的内部；中心管 7 的上端伸出第一印模器 10 上端与高压流体转换阀 12 的第二出水口 6 连接，高压流体转换阀 12 的第一出水口 5 通过管路通入第一印模器 10 的橡胶筒内；位于第一印模器 10 内的中心管 7 完全密封，中心管 7 的下端与第二印模器 9 的橡胶筒连通，高压流体转换阀 12 的第一出水口 5 与第一印模器 10 的橡胶筒连通，高压流体转换阀 12 的第二出水口 6 与第二印模器 9 的橡胶筒连通；第二印模器 9 的下端设有用于测量印模器基线磁北方向的电子罗盘定向装置 8；高压流体转换阀 12 连接于钻杆 1 的下端，高压流体转换阀 12 的入水口 3 与钻杆 1 内的高压水管 2 连接；高压水管 2 与地面的高压水泵连接；

[0029] 地面高压水管 2 上设有用于测量水压的压力表；高压流体转换阀 12 设有滑动腔 11 和滑动腔 11 内上下运动的阀塞 4，阀塞 4 内设有竖向的高压水道，阀塞 4 上端的高压水道伸出滑动腔 11 与钻杆 1 下端的高压水管 2 连接，高压水道在阀塞 4 的中下部连通至阀塞 4 侧壁的塞孔；滑动腔 11 的下部设有直径大于阀塞 4 直径的注水腔，滑动腔 11 的中部侧壁上设有与塞孔配合的第一出水口 5，注水腔的下端设有第二出水口 6；阀塞 4 位于滑动腔 11 的上部时，塞孔与第一出水口 5 连通，阀塞 4 位于滑动腔 11 的下部时，塞孔通过注水腔与第二出水口 6 连通；

[0030] 为了实现利用印模测试设备完成高效的印模作业，提高测试效率，降低测试作业成本，印模测试新方法包括以下步骤：

[0031] 第一步：地表设备的准备与安装；安装地表设备，做好下钻与印模准备；

[0032] 第二步：印模测试设备的钻孔内安装；组装好印模测试设备以准备进行印模作业；

[0033] 第三步：整体设备的加压保压测试；对地面设备和印模测试设备进行加压保压测试，以确保设备的保压性能，提高印模作业的质量；

[0034] 第四步：操控印模测试设备进行印模作业；在一次下钻和提钻过程中完成两次印

模作业,降低测试成本,提高测试效率;

[0035] 第五步:地表数据采集及数据分析;根据电子罗盘定向装置 8 信息、基线和印模器上的印痕计算出最大水平主压应力方向。

[0036] 实施例 2

[0037] 在实施例 1 的基础上,本发明为了便于高效进行印模测试,提高印模测试的准确性,较佳的实施方式还有:

[0038] 印模测试新方法的第一步地表设备的准备与安装,使用计算机对电子罗盘定位装置的延迟时间、采样间隔和采样次数进行设置,延迟时间为下钻时间长度;地表设备安装包括钻架、高压水泵、钻杆 1、高压水管 2 的组装;

[0039] 印模测试新方法的第二步印模测试设备的钻孔内安装,将印模测试设备完成组装,将组装完成的印模测试设备与钻杆 1 和高压水管 2 连接;

[0040] 印模测试新方法的第三步整体设备的加压保压测试,首先对钻杆 1 进行高压检测,其次对压力表进行标定,再对印模测试设备进行保压效果测试,最后对组装完成的整体设备进行整体保压效果测试;高压检测和保压效果测试的水压为 15MPa,高压检测和保压效果测试的合格标准为加压后设备不渗水;

[0041] 印模测试新方法的第五步地表数据采集及数据分析,在完成两次印模作业后启动钻机将印模测试设备取出钻孔,将电子罗盘定向装置 8 内存储的印模作业时第一印模器 10 和第二印模器 9 基线的磁北方向数据导入计算机;用透明塑料薄膜分别将第一印模器 10 和第二印模器 9 表面围起,绘下印模器表面凸起的水压致裂缝的印痕和基线标志,然后利用基线、电子罗盘定向装置 8 的磁北方向和印痕之间的关系,计算出所测水压致裂破裂面的走向,即得出最大水平主压应力或最大次主应力的方向;

[0042] 其他部分与实施例 1 完全相同。

[0043] 实施例 3

[0044] 在实施例 2 的基础上,本发明为了实现在一次下钻和提钻操作中完成两侧印模测试作业,降低测试成本,提高测试效果,较佳的实施方式还有,印模测试新方法的第四步操控印模测试设备进行印模作业,利用钻杆 1 将印模测试设备下放到需测试的钻孔深度,首先使用第二印模器 9 进行印模作业;钻杆 1 下端的印模测试设备由于印模测试设备的自重使高压流体转换阀 12 的阀塞 4 位于滑动腔 11 的上部,高压水管 2 与第一出水口 5 连通,启动高压泵向第一印模器 10 的橡胶筒内加压 5MPa,使第一印模器 10 膨胀紧贴于钻孔壁,将印模测试设备固定与钻孔内,完成座封过程,此时印模测试设备固定在钻孔内;再利用钻杆 1 自重和钻机的牵引力控制,使得高压流体转换阀 12 的阀塞 4 向下滑动至滑动腔 11 下端,使高压水管 2 与第二出水口 6 连通,启动高压水泵向第二印模器 9 内加压,按照 5MPa → 10MPa → 15MPa 的形式阶式加压,当压力达到 16MPa 时,关闭高压水泵,保持橡胶筒内的压力强度 25min,使橡胶筒的表面精确记录钻孔内岩石的裂纹,以便于确定最大水平主应力方向,同时准确记录加压保压时间,以便于在提钻后准确读出电子罗盘中记录的印模作业中的印模测试设备的方向角;第二印模器 9 的印模作业结束后,启动高压流体转换阀 12,解除第一印模器 10 和第二印模器 9 内的水压使得第一印模器 10 和第二印模器 9 的橡胶筒收缩并脱离钻孔壁;

[0045] 第二印模器 9 的印模作业结束后,进行第一印模器 10 的印模作业,调整钻杆 1 高

度将第一印模器 10 运行至需测试钻孔区域,利用印模测试设备的自重使高压流体转换阀 12 的阀塞 4 位于滑动腔 11 的上部,将高压水管 2 与第一印模器 10 的橡胶筒连通;启动高压水泵向第一印模器 10 的橡胶筒内加压,按照 5MPa → 10MPa → 15MPa 的形式阶式加压,当压力达到 15MPa 时,关闭高压水泵,保持橡胶筒内的压力强度 30min,同时准确记录加压保压时间;第一印模器 10 的印模作业结束后,启动高压流体转换阀 12,解除第一印模器 10 内的水压使得第一印模器 10 的橡胶筒收缩并脱离钻孔壁,此时完成第一印模器 10 和第二印模器 9 的两次印模作业;

[0046] 其他部分与实施例 2 完全相同。

[0047] 实施例 4

[0048] 在实施例 3 的基础上,本发明为了能够精确记录印模作业过程中的印模器的方向角,以便于提钻后进行最大水平主应力的计算与分析,较佳的实施方式还有,电子罗盘定向装置 8 通过 USB 数据传输线路与计算机连接;电子罗盘定向装置 8 内设有用于记录工作时间的电子时钟;

[0049] 为了提高印模作业的印模效果,提高印模测试的精确度,印模测试新方法第四步中,加压后第一印模器 10 和第二印模器 9 的橡胶筒内的压力强度为 17MPa,保持橡胶筒内的压力强度的时间为 20min;

[0050] 其他部分与实施例 3 完全相同。

[0051] 最后应说明的是:显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之内。

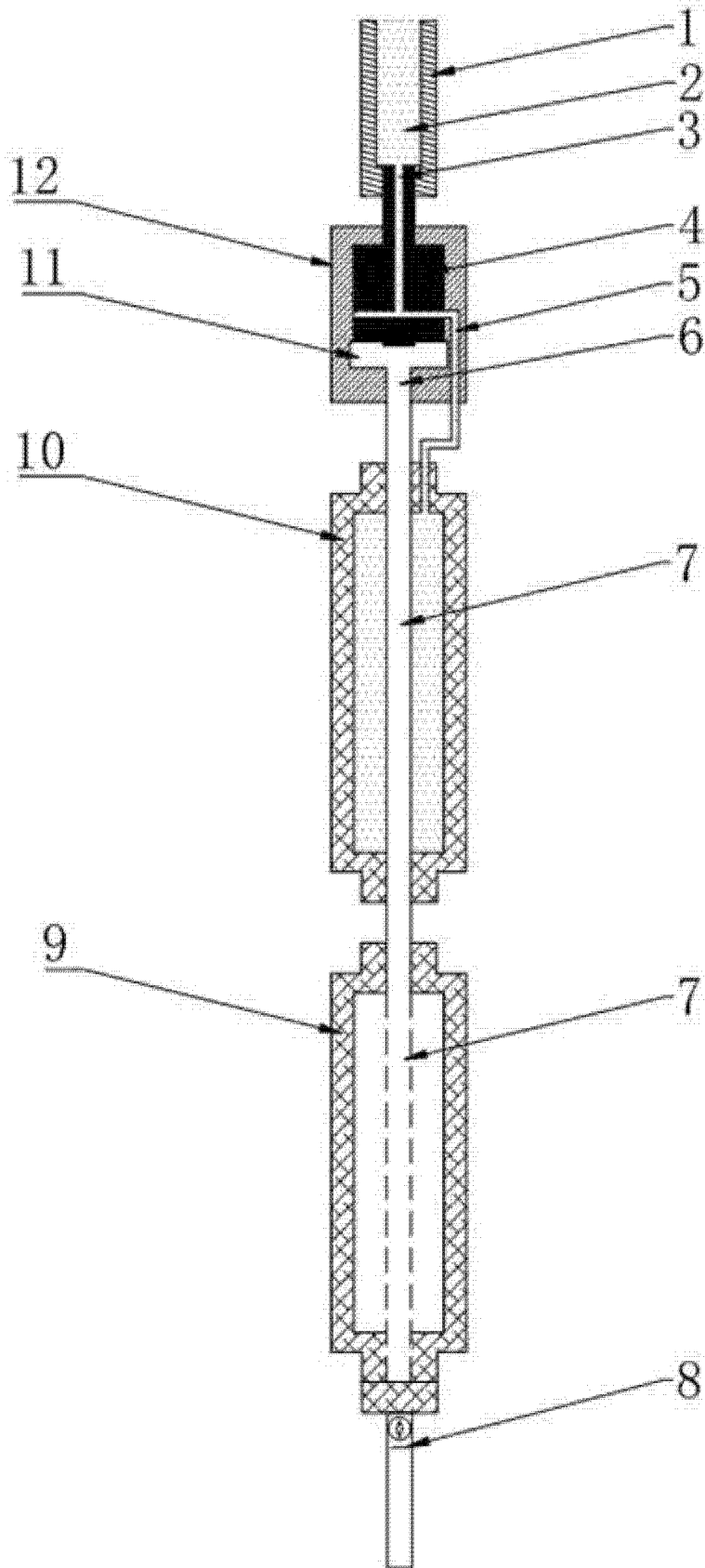


图 1

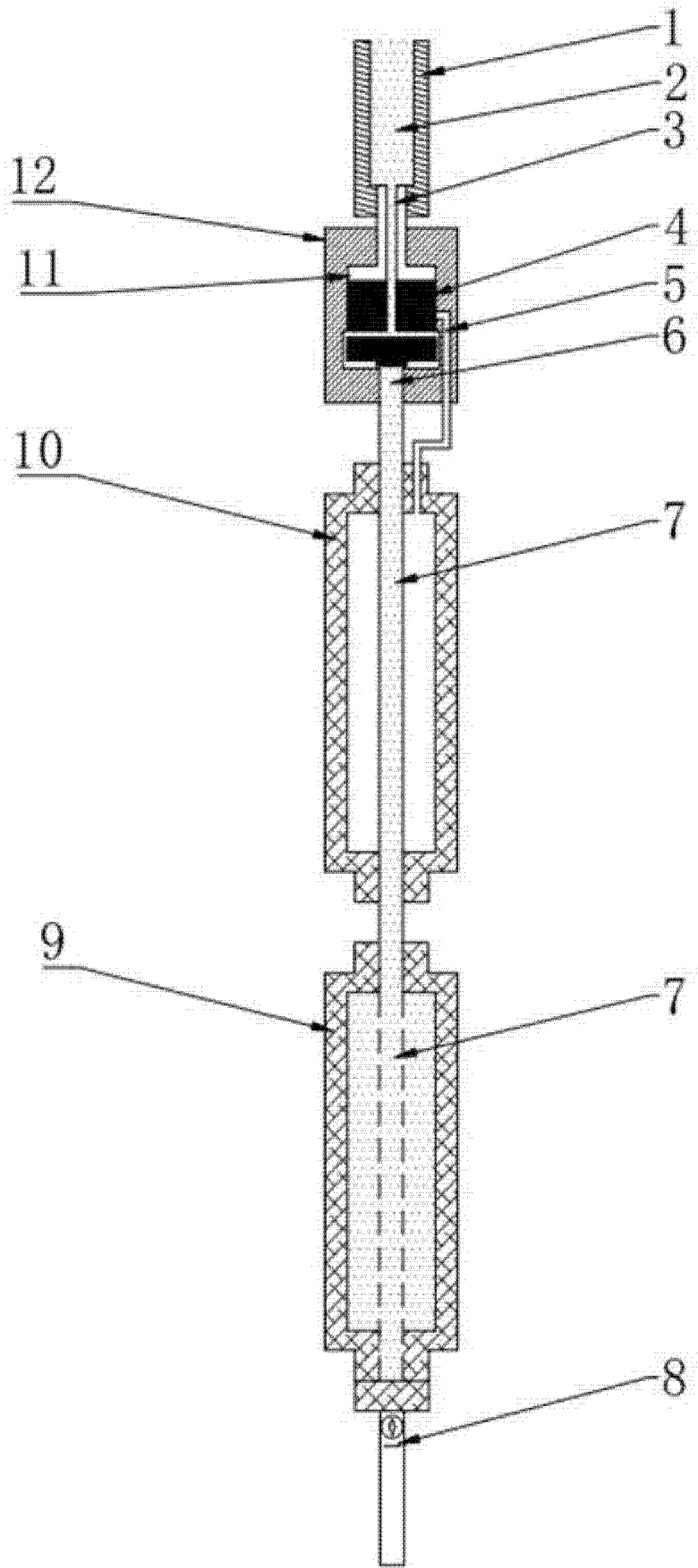


图 2