



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101675214 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 27

(21) 申请号 200880011579. 4

(22) 申请日 2008. 04. 09

(30) 优先权数据

0700884-0 2007. 04. 11 SE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 10. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/SE2008/000256 2008. 04. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02008/127172 EN 2008. 10. 23

(73) 专利权人 阿特拉斯科普科凿岩机股份公司

地址 瑞典厄勒布鲁

(72) 发明人 J·辛纳斯塔德 M·奥尔松

M·莱于

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 朱德强

(51) Int. Cl.

E21B 44/06 (2006. 01)

E21B 44/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 03/044319 A1, 2003. 05. 30, 全文.

US 6318478 B1, 2001. 11. 20, 全文.

CN 2791245 Y, 2006. 06. 28, 全文.

US 5479996 A, 1996. 01. 02, 全文.

W0 2005/121506 A1, 2005. 12. 22, 全文.

US 5778990 A, 1998. 07. 14, 说明书第2栏第45行至第7栏第10行、附图1-4.

CN 1571878 A, 2005. 01. 26, 全文.

CN 1571713 A, 2005. 01. 26, 全文.

审查员 温锐

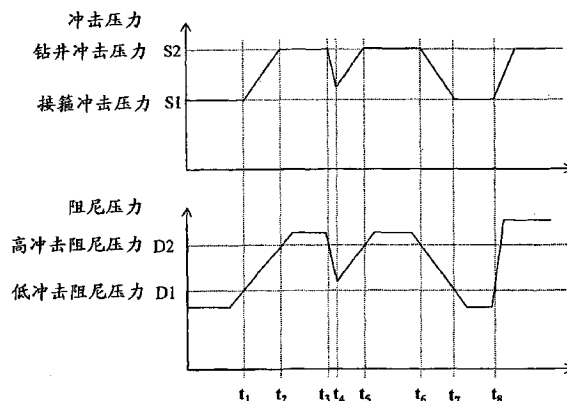
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于控制凿岩的至少一个钻井参数的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于当用钻机凿岩时控制至少一个钻井参数的方法和设备。在钻井期间,脉冲发生装置使用一种冲击机构,以在钻具对岩石作业中引起冲击波,产生冲击波压力的压力级在钻井期间被控制,并且所述钻机包括可能加压的阻尼室。钻机对岩石的接触至少部分地受所述阻尼室中主导压力的影响。当所述阻尼室中的压力超过所述第一级并在所述第二级以下时,冲击压力作为所述阻尼室中压力的函数来控制。



1. 一种用于当用钻机凿岩时控制至少一个钻井参数的方法,在该方法中,在钻井期间,脉冲发生装置通过冲击机构在钻具对岩石作业的过程中引起冲击波,其中,用于产生冲击波的压力的压力级在钻井期间被控制,所述钻机包括能被加压的阻尼室,并且钻机对岩石的接触的控制至少部分地受所述阻尼室中主导的压力的影响,其特征在于这样的步骤,在该步骤中,当所述阻尼室中的压力超过第一级并在第二级以下时,冲击压力作为所述阻尼室中压力的函数而被控制。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述控制包括:所述冲击压力被控制在第一级与第二级之间,所述第一级与启动钻井级基本上相对应,而所述第二级与正常钻井级基本上相对应。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,该方法还包括以下步骤,即在所述控制期间,当所述阻尼室中的压力增加时冲击压力增加,而当所述阻尼室中的压力降低时冲击压力减小。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,控制所述冲击压力的增加,这样使得每单位时间的冲击压力增加保持在阈值以下。

5. 一种用于当用钻机凿岩时控制至少一个钻井参数的设备,其中,在钻井期间,脉冲发生装置通过冲击机构在钻具对岩石作业中引起冲击波,其中,用于产生冲击波的压力的压力级在钻井期间被控制,所述钻机包括能被加压的阻尼室,并且钻机对岩石的接触的控制至少部分地受所述阻尼室中的主导的压力的影响,其特征在于,该设备包括一机构,用于当所述阻尼室中的压力超过第一级并在第二级以下时对作为所述阻尼室中压力的函数的冲击压力进行控制。

6. 根据权利要求5所述的设备,其特征在于,在所述控制期间,设置所述机构,以控制第一级与第二级之间的冲击压力,所述第一级与启动钻井级基本上相对应,而所述第二级与正常钻井级基本上相对应。

7. 根据权利要求5-6中任一项所述的设备,其特征在于,设置所述机构,以控制冲击压力,这样使得所述控制反映所述阻尼室中的压力的变化。

8. 根据权利要求5所述的设备,其特征在于,该设备还包括用于在所述控制期间在所述阻尼室中的压力增大时增大冲击压力而在所述阻尼室中的压力降低时降低冲击压力的机构。

9. 根据权利要求5或6所述的设备,其特征在于,该设备还包括用于当所述阻尼室中的压力超过所述第二级时控制冲击压力的机构,这样使其基本上保持在与用于所述第二级的冲击压力相对应的压力下。

10. 根据权利要求5所述的设备,其特征在于,设置所述机构,以这样一种方式控制所述冲击压力的增加,使得每单位时间的冲击压力增加保持在阈值以下。

11. 根据权利要求5或6所述的设备,其特征在于,所述机构被设置以通过确定表示在阻尼室中的压力的平均值的参数值来确定所述阻尼室中的所述压力。

12. 根据权利要求11所述的设备,其特征在于,所述机构被设置以根据多个脉冲循环来确定所述平均值。

13. 根据权利要求5或6所述的设备,其特征在于,该设备还包括用于当所述阻尼室中的压力超过比所述第二级高的第三级时控制作为所述阻尼室中的压力的函数的冲击压力

的机构,而所述冲击压力超过所述冲击压力的所述第二级。

14. 根据权利要求 5 或 6 所述的设备,其特征在于,该设备还包括用于控制冲击压力而使得用于所述冲击压力从第一级到第二级的增加的时间超过阈值的机构。

15. 一种凿岩设备,其特征在于,该凿岩设备包括根据权利要求 5-14 中任一项所述的设备。

用于控制凿岩的至少一个钻井参数的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在凿岩时控制钻井参数的方法和设备。

背景技术

[0002] 凿岩经常用冲击钻进行,这里,经常使用液压操作的冲击活塞借助于液压(冲击压力)产生的冲击力而形成冲击波,冲击波传递到钻头,并因此通过钢钎(钻柱)传递到岩石。在与岩石接触时,由接触岩石的钻头的硬质合金制成的销钉被推入岩石中,从而产生强到足以粉碎岩石的力。

[0003] 在这种凿岩中,重要的是,正确地进行钻井的启动,并且在正常钻井期间小心地进行钻井(即用高冲击力钻井),以便保证以不损坏钻机/钻井设备的方式进行钻井。

[0004] 通常,而且特别是在应用于艰难岩石条件下和用强冲击力钻井的情况下,钻头应与岩石具有尽可能好的接触。达到上述目的常见方式是使用活塞,该活塞对着钢钎(钻柱)工作,并且通常采取阻尼活塞的形式,它还用来缓冲冲击波对岩石冲击的反作用。在钻井期间,通过对阻尼活塞工作的压力室加压,阻尼活塞压紧钢钎,并因此钢钎压紧岩石。阻尼活塞还通常这样布置,使得如果阻尼活塞前进太远,即钢钎前面的区域对于冲击活塞的撞击软到足以使钢钎并因此使阻尼活塞向前运动而通过正常位置,则用于所述压力室的出口完全或部分打开,从而导致压力室的压力降低。通过检测这种压力降低,能确定与岩石的接触状况,并因此能采取适当措施。

[0005] 例如,当阻尼压力超过规定的压力级时,冲击压力能升高到正常钻井级,该规定的压力级例如可以是正常钻井期间已经确定为理想的压力级。此外,冲击压力可以设置成保持在正常钻井级下,只要阻尼压力不下降到低压力级以下,该低压力级例如可以包括与岩石失去接触或不良接触的级。如果阻尼压力下降到这个级以下,冲击压力则可下降到启动钻井级或者可以完全停止。然而,这种类型的控制具有许多缺点。

[0006] 例如,具有无效冲击的很大危险,即大部分冲击波反射在钻头中,而不是岩石中,这导致大量的缓冲能量返回到钻机中。

[0007] 因此需要有一种用于控制钻井参数的改进方法和设备,特别是一种至少部分缓解现有技术问题的方法和设备。

发明内容

[0008] 本发明的一个目的是提供一种用于控制至少一个钻井参数的方法,以便解决上述问题。

[0009] 本发明的另一个目的是提供一种用于控制至少一个钻井参数的设备,以便解决上述问题。

[0010] 根据本发明,提供了一种用于当用钻机凿岩时控制至少一个钻井参数的方法,在该方法中,在钻井期间,脉冲发生装置通过冲击机构在钻具对岩石作业的过程中引起冲击波,其中,用于产生冲击波的压力压力级在钻井期间被控制,所述钻机包括能被加压的阻

尼室,并且钻机对岩石的接触的控制至少部分地受所述阻尼室中主导的压力的影响,其特征在于这样的步骤,在该步骤中,当所述阻尼室中的压力超过第一级并在第二级以下时,冲击压力作为所述阻尼室中压力的函数而被控制。

[0011] 本发明还提供了一种用于当用钻机凿岩时控制至少一个钻井参数的设备,其中,在钻井期间,脉冲发生装置通过冲击机构在钻具对岩石作业中引起冲击波,其中,用于产生冲击波的压力的压力级在钻井期间被控制,所述钻机包括能被加压的阻尼室,并且钻机对岩石的接触的控制至少部分地受所述阻尼室中的主导的压力的影响,其特征在于,该设备包括一机构,用于当所述阻尼室中的压力超过第一级并在第二级以下时对作为所述阻尼室中压力的函数的冲击压力进行控制。

[0012] 根据本发明,上述目的当用钻机凿岩时通过一种用于控制至少一个钻井参数的方法实现。在钻井期间,脉冲发生装置使用冲击机构在钻具对岩石作业时引起冲击,由此在钻井期间控制产生冲击波压力的压力级,并且其中,所述钻机包括能加压的阻尼室。钻机对岩石的接触至少部分地受所述阻尼室中主导压力的影响。该方法包括如下步骤:当所述阻尼室中的压力超过第一级并在第二级以下时,冲击压力作为所述阻尼室中压力的函数来控制。

[0013] 这种作法的优点是,通过控制作为阻尼室中压力函数的冲击压力有可能保证,在每种情形下对于阻尼压力使用正确的冲击压力。这又意味着,在启动钻井期间和在正常钻井期间都能避免阻尼反作用。

[0014] 在所述控制中,冲击压力例如能控制在第一级与第二级之间,所述第一级与启动钻井级基本上相对应,而所述第二级与正常钻井级基本上相对应。

[0015] 第一级例如能与冲击压力基本上被停止的级基本上相对应。

[0016] 所述函数例如可以是以下几个中的一个或其组合:与阻尼压力成正比、与阻尼压力成反比、是阻尼压力的指数、是阻尼压力的对数、与阻尼压力有限定关系。

[0017] 例如借助于阻尼压力与冲击压力之间的数学关系和/或参考载有阻尼压力与冲击压力之间的关系表可达到控制。

[0018] 所述方法还可包括以下步骤:当所述阻尼室中的压力超过所述第二级时,控制冲击压力,这样使其基本上保持在与所述第二级的冲击压力相对应的压力下。

[0019] 所述方法还可包括以下步骤:当所述压力室中的压力下降到所述第一级以下时,控制冲击压力,这样使其基本上保持在与所述第一级的冲击压力相对应的压力下。

[0020] 所述阻尼室中的压力可通过测定表示阻尼室中阻尼压力的平均值的参数值而被确定。表示阻尼室中阻尼压力的平均值的参数值例如可借助于用于所述阻尼室的压力进给线中的压力来确定。

[0021] 阻尼压力例如可通过检测、监视、测量或计算连续地和/或每隔一定时间来确定。

[0022] 平均值例如可根据多个脉冲循环来确定。

[0023] 所述方法还可包括以下步骤:当所述阻尼压力超过比所述第二级高的第三级时,作为所述阻尼压力的函数来控制冲击压力,使所述冲击压力超过所述第二冲击压力级。

[0024] 所述方法还可包括以下步骤:控制冲击压力,这样使得用于升高所述冲击压力从第一级到第二级的时间超过阈值。

[0025] 在控制冲击压力时也可使用钻机的进给速率。在这种情况下,可使冲击压力与阻

尼压力的依从关系部分地取决于进给速率。

[0026] 本发明还涉及一种设备,借助于该设备获得关于对应设备特征与以上所述那些相对应的优点。其它优点通过本发明的各个方面得到,并通过以下详细描述将变得一目了然。

附图说明

[0027] 图 1 表示本发明可使用的钻井设备的示例。

[0028] 图 2 更详细地表示图 1 中所示钻井设备上布置的钻机。

[0029] 图 3 表示现有技术的控制冲击压力的示例。

[0030] 图 4 表示本发明的一个说明性实施例的控制冲击压力的示例。

[0031] 图 5 表示本发明的第二个说明性实施例的控制冲击压力的示例。

具体实施方式

[0032] 现在通过示例参照图 1 中所示类型的凿岩设备将说明本发明。图 1 表示用于开挖隧道、采矿、或在例如开挖隧道或采矿的情况下安装岩石加强螺栓的凿岩设备 10。钻井设备 10 包括吊杆 11,该吊杆 11 的一个端部 11a 经由一个或多个接头铰接地连接到运载车 12 上,比如机动车上,而另一个端部 11b 具有进给梁 13,该进给梁 13 支撑呈钻机 14 形式的脉冲发生装置。钻机 14 沿着进给梁 13 可移动,并且产生冲击波,这些冲击波经钻柱 15 和钻头 18 传输到岩石 17。钻井设备 10 还包括控制单元 16,该控制单元 16 可用来按照本发明和以下面所述方式控制钻井参数。控制单元 16 可用来监视有关钻机和运载车的位置、方向、钻井距离等。控制单元 16 也可用来控制钻井设备 10 的运动,尽管单独的控制单元当然也可用于这个目的。

[0033] 图 2 更详细地表示钻机 14。该钻机包括接合器 31,该接合器 31 的一个端部设有机构 30,例如螺纹,用于连接到在所述钻柱 15 中的钻柱元件(未示出)上。钻机还包括冲击活塞 32,该冲击活塞 32 通过冲击接合器 31 将冲击脉冲传递到钻柱(钢钎),并且向前从该处传递到岩石。钻柱经套筒 33 借助于阻尼活塞 34 前进到岩石,该阻尼活塞 34 布置在阻尼系统中,该系统也用来阻尼冲击脉冲,这些冲击脉冲按下面将要说明的方式从岩石反射回来。在操作期间,由第一阻尼室 37 中液压确定的力经阻尼活塞 34 和套筒 33 传递到接合器 31 中,这里所述力用来保证,无论何时都将钻头保持压紧岩石。阻尼活塞也这样布置,使其在钻井方向上相对于正常位置 A,例如相对于位置 B 移动时,这种情况例如当钻头到达空腔时、或者较硬型岩石熔合到较松型岩石里时可能发生,在这种情况下,冲击活塞的冲击将钻柱“推开”,出口 39 完全或部分地打开,并在第一阻尼室 37 中产生压降。除出口 39 打开得到压降之外,情况也是这样,即当阻尼活塞向前运动时,在阻尼活塞 34 与壳体 40 之间发生一定程度的泄漏,并影响第一阻尼室 37 中的压力,而总的来说,泄漏可能这样,即至少在位置 A 周围区域内,当阻尼活塞在钻井方向上向前运动时得到基本上线性压降,以便当出口 39 完全打开时,得到压力释放或预定最低压力级,例如下面图 3 中的级 D1。通过经常地、连续地或每隔一定时间测量第一阻尼室 37 中的压力(第一阻尼室中的压力可替换地由到所述第一阻尼室 37 的压力进给线中或其处测量/确定的压力来表示),能确定钻头与岩石的接触,并且由于可得到基本上线性压降,所以也有可能确定阻尼活塞相对于正常位置 A 的位置,至少直到出口 39 已经完全打开。

[0034] 除将钻柱紧压岩石的所述功能之外,阻尼活塞还具有阻尼功能。当冲击引起岩石的反作用时,这些反作用通过阻尼活塞 34 被压入第二阻尼室 38 中而被缓冲,因此当阻尼活塞 34 被压入第二阻尼室 38 中时,在第二阻尼室 38 中的流体通过在阻尼活塞 34 与室壁 35 之间形成的小缝隙而被压入到第一阻尼室 37 中。这导致第二阻尼室 38 中的制动压力升高。

[0035] 在现有技术中,在所述阻尼室 37 中或在到阻尼室 37 的进给线中的压力用来得到对于钻机冲击压力的一定控制。图 3 表示这样控制的示例。已知方法包括监视阻尼压力是处于第一级 D1 还是处于第二级 D2,所述第一级 D1 表示阻尼压力被认为是低的级,所述第二级 D2 被认为是阻尼压力足以使钻井能全力安全进行的级。

[0036] 在钻井开始,只要阻尼压力低于较高级 D2,冲击压力便被保持在接箍(启动钻井)级 S1 处。当在时间 t1 的阻尼压力超过压力级 D2 时,冲击压力升高到正常钻井压力 S2,这时只要阻尼压力没有下降到较低压力级 D1 以下,那么就保持冲击压力。如果在以后时间 t3,阻尼压力下降到压力级 D1 以下,则冲击压力如图所示降低到启动钻井级。另一方面,如果阻尼压力下降到压力级 D1 以下,则冲击压力可设置成完全停止。然而,图 3 中所示的控制系统具有许多缺点。

[0037] 例如如图所示,冲击装置可以很大的力连续冲击,不管与岩石的接触是在失去或者不良过程中,即阻尼压力低于级 D2,例如在图 3 中时间 t2 与 t3 之间。这意味着,具有无效冲击的高度危险,特别是冲击压力很高并且阻尼压力接近压力级 D1 时更是如此。

[0038] 图 3 中所示的系统也具有另一个缺点。在阻尼压力突然下降到压力级 D1 的情况下系统具有自振荡的危险,并因此冲击压力迅速下降到启动钻井压力或被完全停止。冲击压力的这种突然下降又可能导致阻尼压力升高,因此再次使冲击压力能升高到正常钻井压力,而阻尼压力可能再次下降,依次类推。

[0039] 本发明至少缓解当前系统的缺点,并且现在将参照图 4 予以更详细的描述。本发明的基本原理涉及当阻尼压力例如在阻尼压力级 D1 和 D2 之间时作为阻尼压力的函数控制冲击压力,该阻尼压力级 D1 和 D2 在图 3 中示出,并且也在图 4 中指出。D1 可以是冲击压力应降低到启动钻井级以便保证不损坏设备的级,而 D2 可以是与岩石的接触认为良好并因此高冲击压力能被接受的压力。如在图中可看到的那样,冲击压力正如在现有技术中那样被保持在启动钻井级,只要阻尼压力不超过级 D1。然而,与现有技术相反,阻尼压力级一超过级 D1,冲击压力升高便在 t1 处开始。在这个示例中,冲击压力与阻尼压力成比例地被控制,即如果阻尼压力升高是线性的,那么冲击压力升高也是线性的。当 t2 处的阻尼压力而后到达较高级 D2 时,冲击压力保持在正常钻井级 S2 处,只要阻尼压力不下降到压力级 D2 以下。当阻尼压力在 t3 与 t5 之间暂时下降到级 D2 以下时,冲击压力成比例地随阻尼压力,如在图 4 中可看到的那样,并在 t5 处它再次呈现正常钻井压力,直到阻尼压力在 t6 处再次下降到压力级 D2 以下,因此冲击压力再次与阻尼压力成比例地下降。如果阻尼压力例如在 t7 处在压力级 D1 以下,则冲击压力下降到启动钻井级,如上面已经示出和所述的那样。可替换地,冲击压力可设置成当阻尼压力下降到压力级 D1 以下时下降到另一个适当级或者被完全停止。

[0040] 图 4 表示本发明的一个典型实施例的另一特征。为了解除各元件上的应力和降低液压系统中峰值压力的危险,冲击压力可这样设置,使其不比限定速度迅速地提高,不管阻尼压力升高得多快,即这样控制冲击压力增加,使得每单位时间的冲击压力增加保持在阈

值以下。这具体表示在 t_8 处,这时阻尼压力迅速地升高到正常钻井的级,但不使冲击压力能如此快地升高。

[0041] 本发明提供许多优点。例如,提高了钻头、钢钎(钻柱)及接头部分接合器的使用寿命。这个优点借助于有害反作用被降低而得到,因为当阻尼压力开始表示钻头与岩石具有不良/变坏接触时,冲击压力已经降低。本发明的另一个优点是,得到一种显著更灵敏的系统,该系统降低了上述自振荡的危险。

[0042] 图 5 表示本发明的另一个实施例。除级 D1 和 D2 及 S1 和 S2 之外,现在还有冲击压力的另一级 S3,这个级表示比正常钻井压力 S2 高的冲击压力。还有阻尼压力的另一级 D3,这个级稍高于级 D2。当阻尼压力超过 D3 时,可使冲击压力能升高到级 S3。在这种情况下,例如如图中所示的那样,当阻尼压力超过 D3 时,可使用上述控制。只要阻尼压力处于 D2 与 D3 之间,冲击压力便保持在级 S2 处。使冲击压力能超过正常钻井压力具有如下优点:例如相当较硬的岩石层在凿岩中处于散置状态的情况下便于/允许钻井。在这种情形下,可能发生在正常钻井中的冲击压力 S2 不足以破碎硬岩石。在这种情形下通过将冲击压力升高到超过正常压力的级来提高发射冲击波的能量,这意味着,可迫使较硬岩石部分以这种方式疏松,此后,当已迫使岩石的较硬部分疏松时,冲击压力可回到正常钻井级。

[0043] 以上在线性控制的情况下已举例说明了本发明。然而,当然也能根据阻尼压力的任何函数来控制冲击压力。例如,冲击压力可设置成对于阻尼压力按指数或用对数关系升高。有利的是,使用人所共知的数学函数,这易于例如将程序编入控制单元 16 中并用于控制。可替换地,函数可以是表函数,即在表中查阅与每个阻尼压力相对应的冲击压力。此外,比例常数和指数(还有在表中核查的因数)可至少部分地根据钻机的进给速率确定,即如果进给速率高,则可将比例常数/指数设定得较低,这样与进给速度低的情况相比,冲击压力增大得更加缓慢。

[0044] 在可替换的实施例中,冲击压力逐步地增大,这时阻尼压力的一定升高(或降低)导致一步一步地升高(或下降)。然而,每一步相对于第一级(S1)与第二级(S2)之间的总差值很小。

[0045] 至于阻尼室 37 中的阻尼压力,这可如上面提到的那样确定,例如,借助于阻尼室中或其附近设置的压力传感器进行测量/检测。阻尼压力经常充分地确定,例如连续地或每隔一定时间,以能得到在冲击钻具的行程下阻尼压力的变化,即这样能探测到岩石反作用时发生的压力升高脉冲,此后,能确定冲击循环期间阻尼压力的平均值。例如,压力传感器可这样设计,使其包括用于计算所述平均值而后在每次冲击循环时用于发射显示平均值的机构。压力传感器可替换地设计成连续地或每隔一定间隔发射信号(根据钻机的冲击频率,以数百赫兹、乃至在 kHz 范围内的冲击频率操作的钻机与以大约 30-50Hz 的冲击频率操作的钻机相比要求相当更紧密的间隔),这些信号然后由外部元件用来确定冲击循环阻尼压力的平均值。不是确定用于一个冲击循环的平均值,而有可能确定用于多个冲击循环的平均值。不是测量阻尼室中的阻尼压力,而有可能例如测量到阻尼室的进给线上的压力。这有如下优点:压力测量能在运载车上进行,例如,因此减少了电缆布线。

[0046] 如以上示出的那样,本发明可用于启动钻井和正常钻井中。本发明在以下情况下特别有利,其中,岩石含有许多裂缝和/或岩石的硬度变化巨大,致使钢钎有时失去与前面岩石的接触,在这种情况下能减少有害反作用的危险。

[0047] 控制不必在启动钻井级 (S1) 与正常钻井级 (S2) 之间整个间隔进行,而是可以设置成只在部分间隔内进行,例如该间隔的一半,或在有与岩石的接触的最大危险正在失去的那部分间隔内进行。

[0048] 此外,已在冲击钻机方面对本发明作了描述,该冲击钻机包括冲击活塞,其中,冲击脉冲的能量在原理上包括冲击活塞的动能,该能量传递到钢钎。然而,本发明也能与其它类型的脉冲发生装置使用,例如冲击波能量代之以产生压力脉冲的装置,这些压力脉冲从储能装置通过冲击机构传递到钢钎,该冲击机构仅执行非常小的运动。而且在这些类型的脉冲发生装置中,可在阻尼室中测量阻尼压力,该阻尼室实际上可以是任何室,只要实现所需的阻尼功能就行。

[0049] 如将要容易理解到的那样,尽管为清楚起见这里仍将提及,但本发明所使用的词句“作为另一个压力的函数的压力的控制”不包括如下控制类型:即阻尼压力一通过阈值,冲击压力便突然从正常钻井压力降低到例如启动钻井压力。

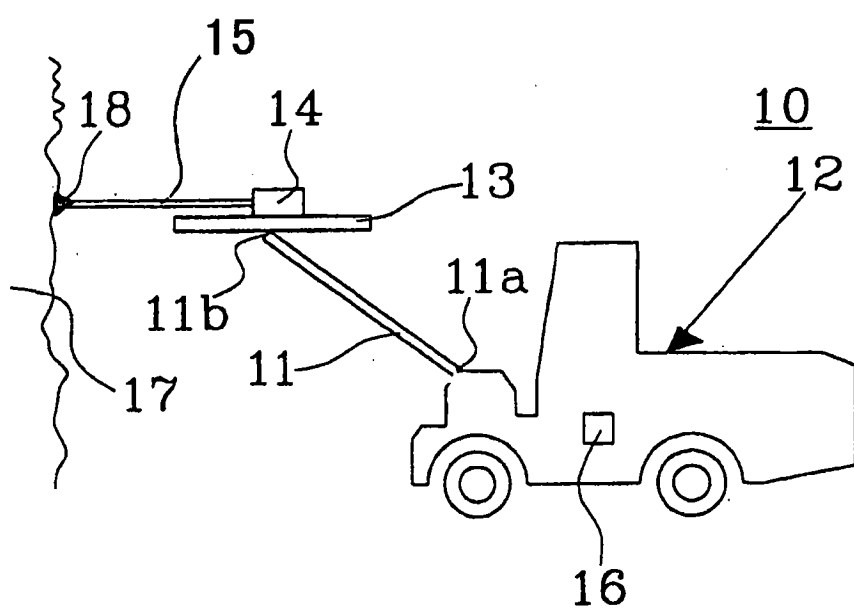


图 1

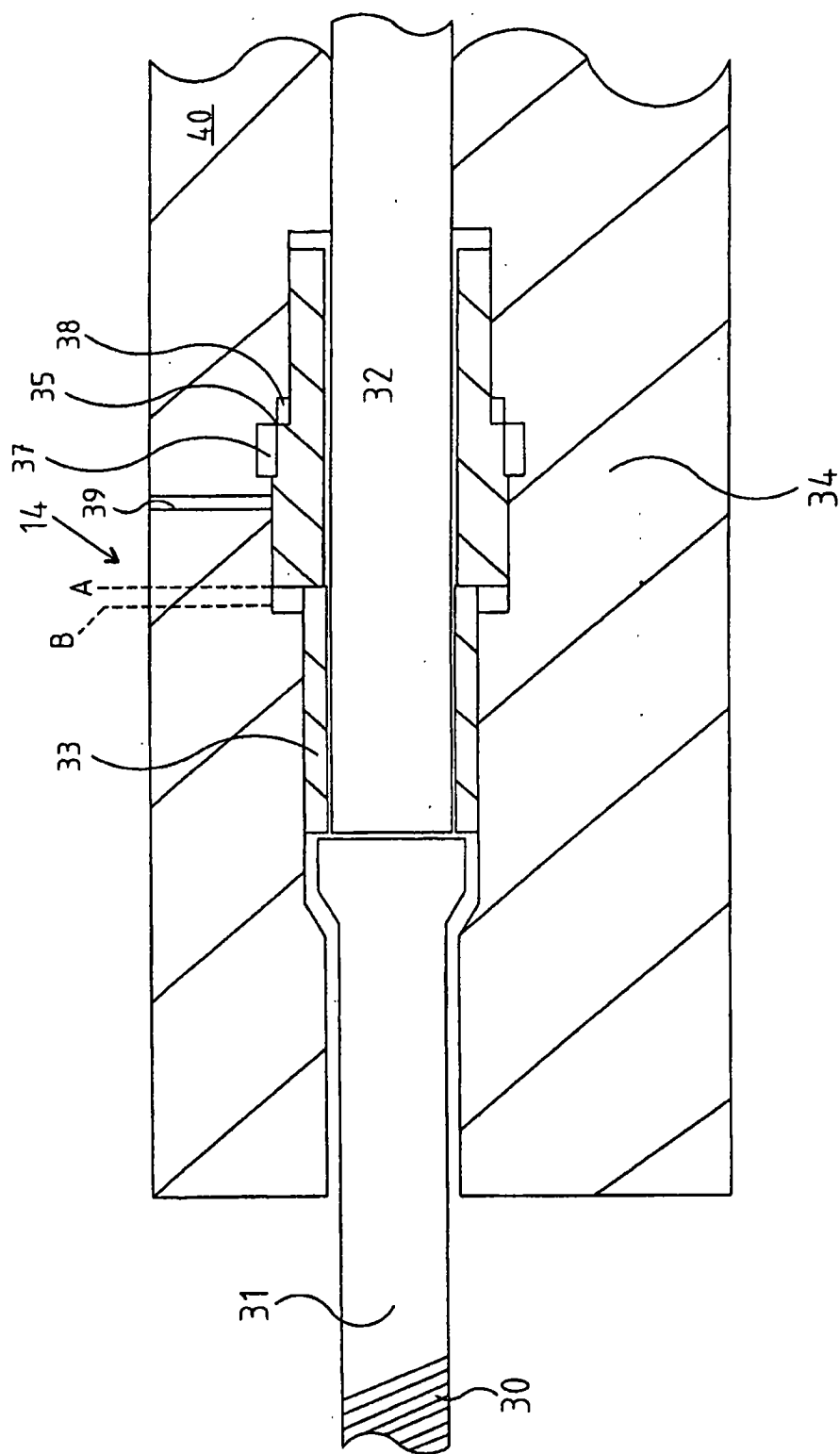


图 2

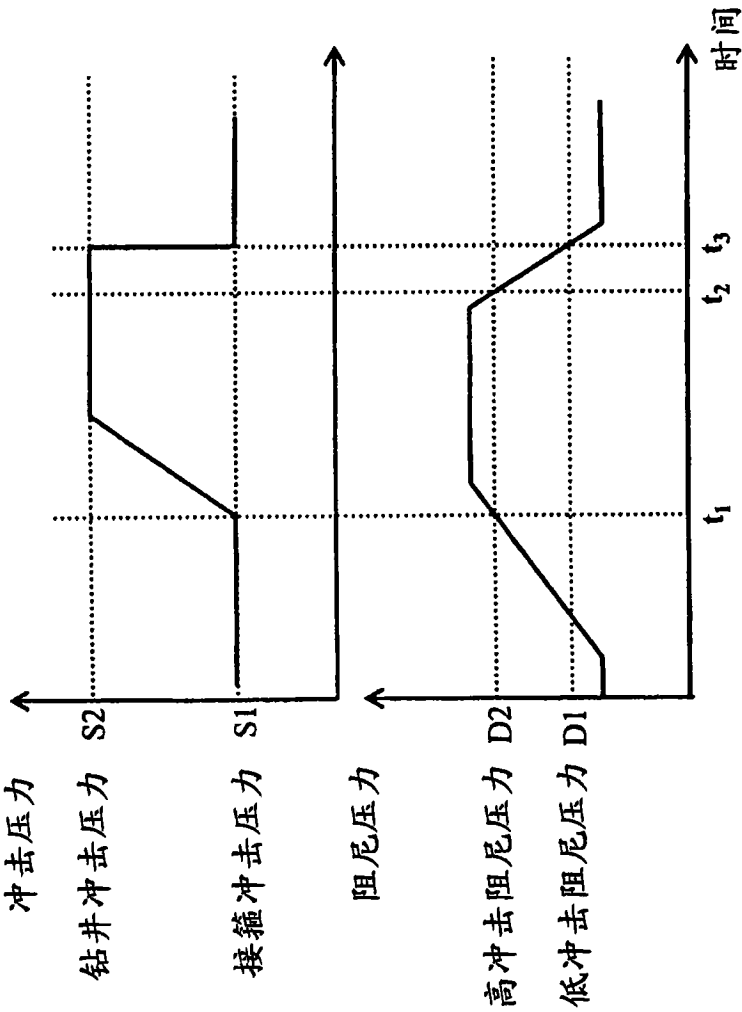


图 3

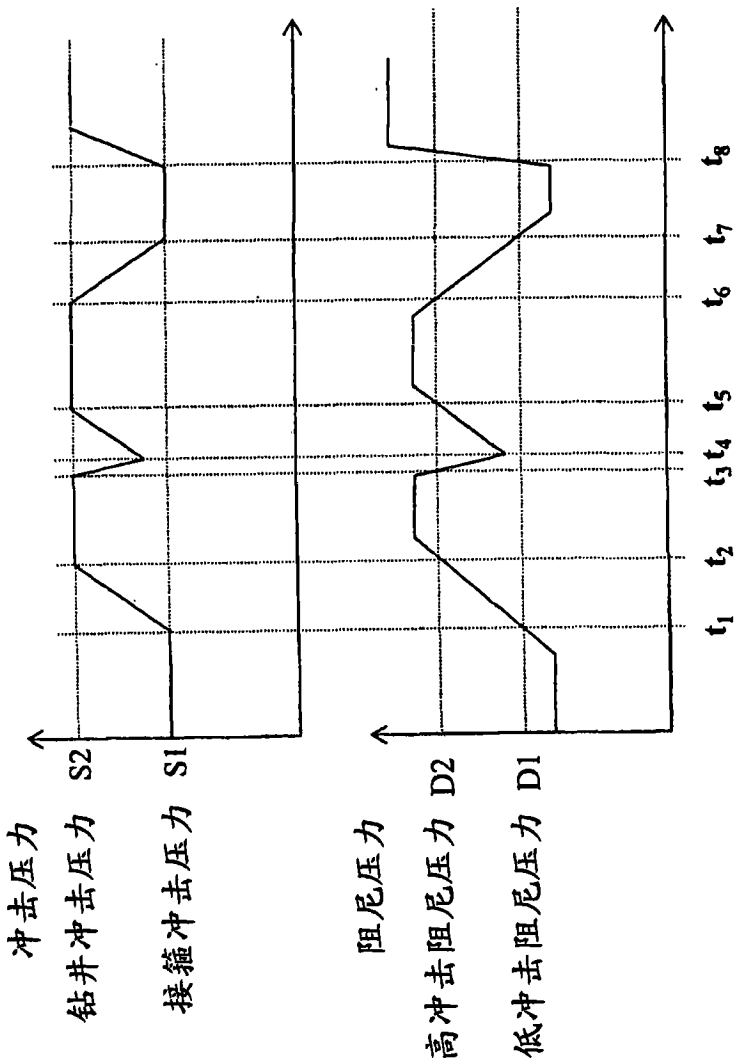


图 4

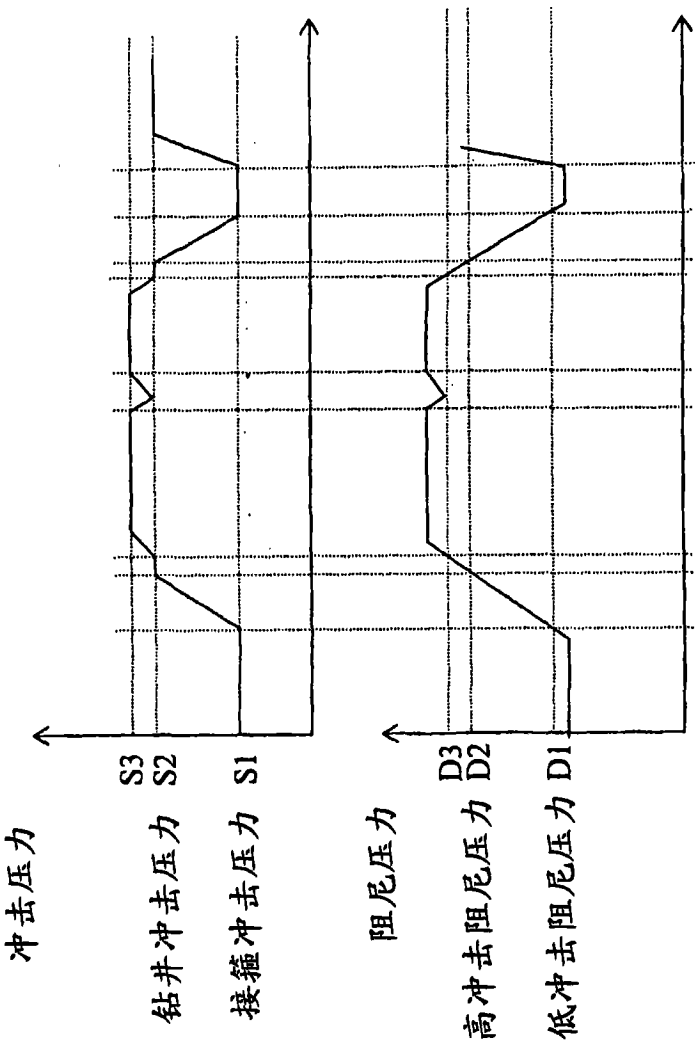


图 5