



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110924924 A

(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201910720504.3

(22)申请日 2019.08.06

(30)优先权数据

18192024.0 2018.08.31 EP

(71)申请人 山特维克矿山工程机械有限公司

地址 芬兰坦佩雷

(72)发明人 帕西·海迈莱伊宁

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 蔡石蒙 车文

(51)Int.Cl.

E21B 44/00(2006.01)

G01M 13/00(2019.01)

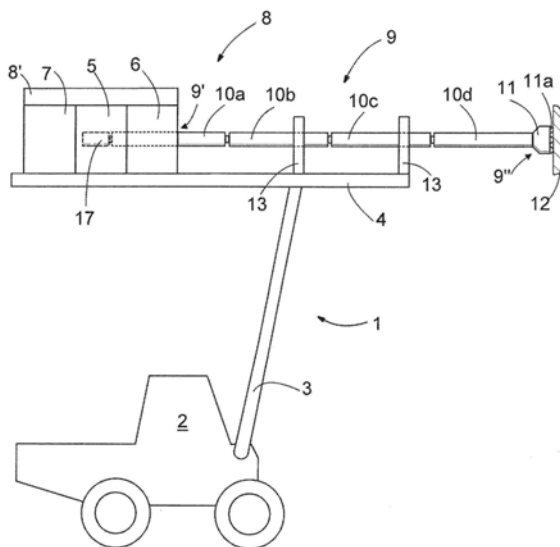
权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

岩石破碎装置

(57)摘要

本发明涉及一种岩石破碎装置(8),并且涉及监测岩石破碎装置(8)的工具(9)的状态的方法。该岩石破碎装置包括:框架(8');工具(9);用于在所述工具(9)中产生应力波的装置(5);测量装置(15),其用于测量在所述工具中传播的所述应力波;以及至少一个计算单元(16),其用于基于所测得的应力波来监测所述工具的状态。所述至少一个计算单元(16)被配置用以基于至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的传播时间以及相同的所述反射的应力波分量的至少一个附加特性来确定所述工具的状态。



1. 一种监测岩石破碎装置(8)的工具(9)的状态的方法,所述方法包括:
产生应力波,所述应力波在所述工具(9)中传播,
测量在所述工具(9)中传播的所述应力波,
其特征在于,

所述方法包括:通过确定所述应力波的关于形成所述工具(9)的各部分(10a、10b、10c、10d、11、17)的至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的传播时间,来识别所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4),所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)响应于所述工具(9)中的不连续部、所述工具(9)的端部或者所述工具(9)中的横截面面积的变化点而出现,

除了所述传播时间之外,确定相应的所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的至少一个附加特性,其中,所述至少一个附加特性是所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的能量、所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的衰减、所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的幅值、所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的形状中的至少一个特性及以上特性的任何相互关系,

基于所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述传播时间和相同的所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性,确定所述工具(9)的状态,

监测所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性在时间上的变化,以及

响应于在所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性中出现的多个意外变化,控制所述岩石破碎装置(8)的操作。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述方法包括:基本上连续地计算所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的数值,

将所述附加特性的至少一个最新的数值与同一附加特性的至少一个先前的数值相比较,以及

基于所述比较来确定所述工具(9)的状态。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,

所述方法包括:基本上连续地计算所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的数值,

将基于所述附加特性的至少一个最新的数值确定的第一数值与基于同一附加特性的至少一个先前的数值确定的第二数值相比较,以及

基于所述比较来确定所述工具的状态。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,

所述方法包括:响应于所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的多个意外变化,控制所述岩石破碎装置(8)的至少一个操作参数。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,

所述方法包括:响应于在所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的多个意外变化,控制所述岩石破碎装置(8),以停止操作。

6. 一种岩石破碎装置(8),包括:
框架(8');
工具(9);
用于在所述工具(9)中产生应力波的装置(5);
测量装置(5),所述测量装置用于测量在所述工具(9)中传播的所述应力波;
至少一个计算单元(16),所述至少一个计算单元用于基于所测得的应力波来监测所述岩石破碎装置(8)的所述工具(9)的状态;

其特征在于,

所述至少一个计算单元(16)被配置用以:

通过确定所述应力波的关于形成所述工具(9)的各部分(10a、10b、10c、10d、11、17)的至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的传播时间来识别所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4),所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)响应于所述工具(9)中的不连续部、所述工具(9)的端部或者所述工具(9)中的横截面面积的变化点而出现,

除了所述传播时间之外,确定相应的所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的至少一个附加特性,其中,所述至少一个附加特性是所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的能量、所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的衰减、所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的幅值、所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的形状中的至少一个特性及以上特性的任何相互关系,

基于所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述传播时间和相同的所述至少一个反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性,确定所述工具(9)的状态,

监测所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性在时间上的变化,以及

响应于在所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性中出现的多个意外变化,控制所述岩石破碎装置(8)的操作。

7. 根据权利要求6所述的岩石破碎装置,其特征在于,所述计算单元(16)被配置用以:

基本上连续地计算所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的数值,

将所述附加特性的至少一个最新的数值与同一附加特性的至少一个先前的数值相比较,以及

基于所述比较来确定所述工具(9)的状态。

8. 根据权利要求6或7所述的岩石破碎装置,其特征在于,所述计算单元(16)被配置用以:

基本上连续地计算所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的数值,

将基于所述附加特性的至少一个最新的数值确定的第一数值与基于同一附加特性的至少一个先前的数值确定的第二数值相比较,以及

基于所述比较,确定所述工具(9)的状态。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的岩石破碎装置,其特征在于,
所述计算单元(16)被配置用以响应于所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的多个意外变化,控制所述岩石破碎装置(8)的至少一个操作参数。
10. 根据权利要求6至8中任一项所述的岩石破碎装置,其特征在于,
所述计算单元(16)被配置用以响应于所述反射的应力波分量(RC1、RC2、RC3、RC4)的所述至少一个附加特性的多个意外变化,控制所述岩石破碎装置(8),以停止操作。

岩石破碎装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种岩石破碎装置和一种监测岩石破碎装置的工具的状态的方法。

背景技术

[0002] 可以通过由冲击式岩钻机器在岩石中钻孔来进行岩石破碎。替代地是,岩石可能由破碎锤破碎。在本文上下文中,术语“岩石”应广义地理解为还涵盖巨石、岩石材料、地壳以及其它相对较硬的材料。岩钻机器和破碎锤包括冲击装置,该冲击装置直接地或通过柄部向工具施加冲击脉冲,并且由此产生在工具中行进的压力波。冲击装置对工具或柄部的冲击在工具中提供压缩应力波,其中,该压缩应力波传播到工具的最外的端部。当压缩应力波到达工具的最外的端部时,由于波的影响,工具会穿透到岩石中。由冲击装置产生的压缩应力波的其中一些能量作为反射波被反射回来,该反射波在工具中沿相反方向(即,朝向冲击装置)传播。根据情况,反射的波可仅包括压缩应力波或拉伸应力波。然而,反射的波通常既包括拉伸应力波分量也包括压缩应力波分量。例如,可以测量在工具中行进的压力波,并且可以将测量结果用于控制岩石破碎装置,如US4,671,366中所描述的那样。

发明内容

[0003] 本发明的一个目的是提供一种新型岩石破碎装置和一种监测岩石破碎装置的工具的状态的方法。

[0004] 本发明由独立权利要求的特征来表征。

[0005] 本发明基于这样一种构思,即:通过测量在工具中传播的压力波来监测岩石破碎装置的工具的状态。在本发明中,压力波产生于工具中,该压力波在工具中传播。测量在工具中传播的压力波,并且通过确定压力波的关于形成工具的各部分的至少一个反射的压力波分量的传播时间,来识别所述至少一个反射的压力波分量,该至少一个反射的压力波响应于工具中的不连续部、工具的端部或工具中的横截面面积的变化点而出现。除了传播时间之外,还确定相应的所述至少一个反射的压力波分量的至少一个附加特性,并且基于所述至少一个反射的压力波分量的传播时间和相同的所述至少一个反射的压力波分量的所述至少一个附加特性来确定工具的状态。

[0006] 本发明的一个优点在于:可关于形成岩石破碎装置的工具的各部分来监测该工具的状态。

[0007] 从属权利要求中公开了本发明的一些实施例。

附图说明

[0008] 下面参照附图,将通过优选实施例来对本发明进行更详细地描述,附图中:

[0009] 图1示意性地示出了岩钻机和其中的岩钻机器的侧视图;

[0010] 图2示意性地示出了在钻岩中出现的压力波;

[0011] 图3示意性地示出了图1中所示的岩钻机器的工具的侧视图;

[0012] 图4示意性地示出了指示在岩钻机器的操作期间反射的应力波分量的能量幅值的曲线图；

[0013] 图5示意性地示出了指示在工具未损坏以及工具中即将发生损坏的两种情形下在岩钻机器的操作期间的图4的反射的应力波分量的幅值的曲线图；以及

[0014] 图6单独示意性地示出了图5的曲线图。

[0015] 为了清楚起见，附图以简化的方式示出了所公开的解决方案的一些实施例。在附图中，相同的附图标记指代相同的元件。

具体实施方式

[0016] 可以通过由岩钻机器在岩石中钻孔来进行岩石破碎。替代地是，岩石可能由破碎锤破碎。在本文上下文中，术语“岩石”应广义地理解为还涵盖巨石、岩石材料、地壳以及其它相对较硬的材料。岩钻机器和破碎锤包括冲击机构，该冲击机构直接地或通过适配器（例如，钻柄）向工具提供冲击脉冲。冲击脉冲产生应力波，该应力波在工具中传播。当应力波到达工具的面向待钻岩石的端部时，由于波的影响，工具穿透到岩石中。应力波的其中一些能量作为反射波被反射回来，该反射波在工具中沿相反方向（即，朝向冲击机构）传播。根据情况，反射的应力波可仅包括压缩应力波或拉伸应力波。然而，反射的应力波通常既包括拉伸应力波分量也包括压缩应力波分量。

[0017] 图1示意性地示出了岩钻机1的显著简化侧视图。岩钻机1包括可移动运载体2和吊臂3，进给梁4在该吊臂的端部处，该进给梁4设置有岩钻机器8，该岩钻机器具有框架8'、冲击机构5以及旋转机构6。图1的岩钻机1还包括工具9，该工具的近侧端部9'联接到岩钻机器8，并且该工具的远侧端部9''朝向待钻的岩石12定向。工具9的近侧端部9'在图1中由虚线示意性地示出。

[0018] 图1的岩钻机1的工具9包括钻杆10a、10b、10c、10d或钻茎10a、10b、10c、10d或钻管10a、10b、10c、10d、钻柄17以及钻头11，该钻柄在工具9的近侧端部9'处，并且该钻头在工具9的远侧端部9''处。钻头11可设置有球齿（button）11a，但是其它钻头结构也是可能的。相互连接的钻杆、钻茎或钻管形成钻柱。在图1的实施例中，以及在图3中，钻柱、钻柄17以及钻头11形成岩钻机器8的工具9，并且钻杆、钻茎或钻管、钻柄17以及钻头11是工具9的各部分。在利用分段钻杆进行钻进（也称为长孔钻进）时，根据待钻的孔的深度，多个钻杆附连在钻头11和岩钻机器8之间。为了之后在本说明书中简单起见，假设工具9包括钻杆10a-10d、钻柄17以及钻头11，但是根据工具9的实际实施方式，工具9也可包括钻茎或钻管来替代钻杆。

[0019] 在图1的实施例中，还公开了引导支承件13，该引导支承件附连到进给梁4，用以支承工具9。此外，图1的岩钻机1还包括进给机构7，该进给机构设置到进给梁4，岩钻机器8相对于该进给梁可移动地设置。在钻进期间，进给机构7设置用以在进给梁4上向前推动岩钻机器8，并且由此将钻头11推动抵靠于岩石12。

[0020] 图1示出了岩钻机1，相对于岩钻机器8的结构，该岩钻机比实际上小得多。为了清楚起见，图1的岩钻机1仅具有一个吊臂3、进给梁4、岩钻机器8以及进给机构7，但显然岩钻机可设置有多个吊臂3、岩钻机器8以及进给机构7，所述多个吊臂具有进给梁4。另外，显然，岩钻机器8通常包括冲洗装置，以防止钻头11被堵塞。为清楚起见，图1中未示出冲洗装置。岩钻机器8可以是液压操作的，但也可以是气动或电动操作的。

[0021] 岩钻机器还可以具有除上文所解释之外的结构。例如,在潜孔钻孔中,冲击机构位于岩钻机器中且在钻孔的底部处靠近于钻头,该钻头通过钻杆连接到位于钻孔上方的旋转机构。

[0022] 冲击机构5可设置有冲击活塞,该冲击活塞在压力介质的影响下往复运动,并直接地或通过工具9和冲击活塞之间的中间件(例如,钻柄或其它类型的适配器)撞击工具。当然,具有不同结构的冲击结构也是可能的。因此,冲击机构5的操作也可以基于电磁或液压的使用,而无需任何机械往复冲击活塞,并且在本文上下文下,术语冲击机构也指代基于这些特征的冲击机构。

[0023] 由冲击机构5产生的应力波沿着钻柄17和钻杆10a至10d朝向处在工具9的远侧端部9”处的钻头11输送。当应力波与钻头11相遇时,钻头11及其球齿11a撞击待钻的岩石12,由此致使岩石12产生强烈的应力,由于该强烈的应力,会在岩石12中形成裂缝。通常,应力波中的被施加在岩石12上或作用在岩石上的部分反射回到工具9并且沿着工具9朝向冲击机构5反射回来。在钻进期间,旋转机构6将连续的旋转力输送到工具9,由此致使钻头11的球齿11a将它们在冲击和撞击之后的位置在下次撞击时改变为岩石12上的一个新的点。

[0024] 在破碎锤(该破碎锤提供岩石破碎装置的另一示例)中,通常仅存在冲击装置(例如,冲击活塞)以及非旋转工具(例如,凿子),并且由冲击装置提供的冲击直接影响工具。

[0025] 图2示意性地示出了应力波,其中,朝向待钻的岩石12传播的应力波用附图标记 s_i 指代,而从岩石12反射回到工具9的应力波用附图标记 s_r 指代。

[0026] 图3示意性地示出了图1中所示的岩钻机器8的工具9的侧视图。工具9包括钻柄17、钻杆10a-10d以及钻头11,该钻柄、钻杆以及钻头在结合点14、14a、14b、14c、14d处彼此连接。钻柄17、钻杆10a-10d以及钻头11通常利用螺纹联接件彼此连接,但也可以使用其它结合方案。

[0027] 如上所述,产生于工具中并朝向待破碎的岩石行进的应力波的其中一些能量作为反射的应力波被反射回来。反射的应力波由分量(即,反射的应力波分量)构成,每个反射的应力波分量在工具中的特定点处出现或产生。工具中的典型点(其中,产生反射的应力波分量)是工具中的不连续部(例如图3的工具9中的结合点14、14a、14b、14c、14d)、工具的端部(例如,钻头11的包括球齿11a的端部表面)以及工具的包括工具的横截面面积改变的任何点。在工具中可能出现的任何裂缝(尤其是在工具的各部分的结合点处)也提供相应的反射的应力波分量。通过将所测得的反射的应力波分解成反射的应力波分量(如下文所公开的那样),可以监测岩石破碎装置的工具的状态,并且可以基于该监测来执行可能的控制动作,以控制岩石破碎装置的操作。

[0028] 通过确定应力波的关于形成工具9的各部分的反射的应力波分量的传播时间,来识别该反射的应力波分量,每个反射的应力波分量如上所述的那样响应于工具中的不连续部、工具的端部或工具中的横截面面积的变化点而出现。具体的反射的应力波分量的所确定的传播时间将该具体的反射的应力波分量与工具中的特定点相关联或相关,在该特定点处,该具体的反射的应力波分量响应于工具在该工具的该点处的特性而出现。

[0029] 除了反射的应力波分量的传播时间之外,还确定了相应的反射的应力波分量的至少一个附加特性。反射的应力波分量的所述至少一个附加特性可以是反射的应力波分量的能量、反射的应力波分量的衰减、反射的应力波分量的幅值、反射的应力波分量的形状中的

至少一个特性及以上特性的任何相互关系。应力波分量的形状可以例如通过测量反射的应力波分量的频率内容来确定。之后,可以基于反射的应力波分量的传播时间和相应的反射的应力波分量的所述至少一个附加特性,来确定或检测工具在反射的应力波分量出现的点处的状态,或者工具在反射的应力波分量出现的点处的状态上的可能变化。

[0030] 图4的示例示意性地公开了曲线图,其指示在与图3的工具相类似的工具9(即,在由钻柄17、四个接连的钻杆10a-10d以及处在工具9的远侧端部处的钻头11构成的工具)中响应于工具9中产生的应力波而出现的四个反射的应力波分量RC1、RC2、RC3、RC4的能量。图4的y轴线呈现反射的应力波分量RC1-RC4能量幅值,并且x轴线呈现以秒计的时间。

[0031] 在图4的示例中,鉴于图3的工具9,第一反射的应力波分量RC1指示响应于第一钻杆10a和第二钻杆10b之间的结合点14a而出现的反射的应力波分量。第二反射的应力波分量RC2指示响应于第二钻杆10b和第三钻杆10c之间的结合点14b而出现的反射的应力波分量。第三反射的应力波分量RC3指示响应于第三钻杆10c和第四钻杆10d之间的结合点14c而出现的反射的应力波分量。第四反射的应力波分量RC4指示响应于钻头11抵靠于岩石12的接触而出现的反射的应力波分量。在图4中以及此外之后在图5和6中,响应于钻柄17或响应于钻柄17和第一钻杆10a之间的结合点14而出现的任何反射的应力波分量被忽略。

[0032] 除了上面公开的反射的应力波分量之外,还可能存在其它可测量的反射的应力波分量,例如源自工具的以下可能点的反射的应力波分量,这些可能点包括工具的横截面面积的变化。为了清楚起见,在该示例中也将它们忽略,因为相对于上面具体提到的反射的应力波分量,这些反射的应力波分量的能量水平通常相当小。此外,第四钻杆10d和钻头11之间的结合点14d也可以产生相应的反射的应力波分量。然而,在该示例中,响应于第四结合点14d而出现的反射的应力波分量被假设为包括在第四反射的应力波分量RC4中,这可能鉴于由于钻头11的面向岩石12的端部与第四结合点14d之间的极小距离进行应力波测量而发生,除非极高的采样频率可用于测量应力波,使得这两个反射的应力波分量也可以基于相应的传播时间而彼此区分开来。换言之,并且参照图4的示例,在该情形中,第四反射的应力波分量RC4的能量指示响应于钻头11抵靠于岩石12的接触和响应于第四钻杆10d和钻头11之间的第四结合点14d而出现的反射的应力波分量的能量的组合能量。

[0033] 反射的应力波分量可以由测量装置15测量,该测量装置15设置成与工具9相连接或紧邻于工具9。测量装置15的操作可以例如基于对工具9的磁化强度响应于在工具9中行进的变化进行测量。对于岩石破碎领域的技术人员来说,已知各种不同的合适的测量装置,并且在本文中不考虑这些测量装置的更详细的构造或操作。

[0034] 所测得的反射的应力波分量RC1-RC4(即,包含描述所测得的反射的应力波分量RC1-RC4的测量信息的测量信号)从测量装置15转发到至少一个计算单元16,该至少一个计算单元配置用以分析所测得的反射的应力波分量,用于监测岩石破碎装置的工具的状态。为此,计算单元16配置用以通过确定应力波的关于形成工具的各部分的反射的应力波分量的传播时间来识别反射的应力波分量,其中,如前所述,每个反射的应力波分量响应于工具的不连续部、工具的端部或工具中的横截面面积的变化点而出现。此外,除了传播时间之外,计算单元16还配置用以确定相应的反射的应力波分量的至少一个附加特性,并且基于所述至少一个反射的应力波分量的传播时间和相同的所述至少一个反射的应力波分量的所述至少一个附加特性来确定工具的状态。所述至少一个计算单元16可以形成控制单元的

一部分,该控制单元配置用以控制岩钻装置(例如,岩钻机器8)的操作和/或整个岩钻机1的操作。所述至少一个计算单元16也可以是与所述控制单元分开的单元。

[0035] 在图4的示意性示例中,长达约60秒的时间段涉及岩钻机器8的正常操作,在这个例子下,岩钻机器8的正常操作指代岩钻机器8的其中岩钻机器8的工具9未损坏的操作情况。在岩钻机器8的这种正常操作期间,第四反射的应力波分量RC4的能量幅值通常是最高的,因为它包含从待钻的岩石12反射回到工具9的应力波分量的能量。

[0036] 图5示意性地示出了标题为“杆柱正常(OK)”的曲线图,该曲线图指示在岩钻机器8在未损坏工具的情况下的正常操作情况期间(即,涉及与图4中的长达约60秒的时间段相对应的操作情况),反射的应力波分量RC1-RC4响应于对工具9的单次冲击的幅值。在图6的上部中也呈现了相同曲线图。在图5和6中,对于反射的应力波分量RC1-RC4呈现沿杆(即,对于每个杆10a-10d)的计算区域。图5、6的y轴线呈现测量的幅值,x轴线呈现多个样本。类似于图4,图5和图6示出了第四反射的应力波分量RC4的幅值是最高的,因为它包含从待钻的岩石12反射回到工具9的应力波分量的能量。

[0037] 回过来参照图4,在约60秒的时刻处,在第三钻杆10c和第四钻杆10d之间的第三结合点14c中发生阳螺纹断裂。这具有图4中可见的效果,即,当与所述螺纹断裂之前的时间段相比时,第四反射的应力波分量RC4的能量幅值减小,并且第三反射的应力波分量RC3的能量幅值增大。这是因为所述螺纹断裂阻止在工具9中产生的应力波以与螺纹断裂之前相同的程度经过第三结合点14c,并且看起来更像工具仅包括三个钻杆。

[0038] 所述螺纹断裂对反射的应力波分量RC1-RC4的影响也在图5中可见,该附图示意性地示出了标题为“即将发生的杆断裂”的曲线图,该曲线图指示关于岩钻机器8在受损工具的情况下的操作情况(即,关于在约60秒的时刻之后在图4中呈现的相同操作情况),反射的应力波分量RC1-RC4响应于对工具9的单次冲击的幅值。在图6的下部中也呈现了相同的曲线图。类似于图4,图5和图6示出了当与所述螺纹断裂之前的时间段比较时,第四反射的应力波分量RC4的幅值减小,并且第三反射的应力波分量RC3的幅值增大,因为螺纹断裂阻止在工具9中产生的应力波以与螺纹断裂之前的相同程度经过第三结合点14c。

[0039] 如图4至图6的示例所示,通过监测工具中出现的反射的应力波分量,可以通过所公开的解决方案检测岩石破碎装置的两个接连的工具部分之间的阳螺纹的断裂。以类似的方式,也可以恰好在工具完全断裂(这可能例如导致工具9的至少一部分丢失到待钻的孔中)之前检测工具的其它状态,例如工具的单个部分的断裂,例如岩钻机器8中的任何钻杆10a-10d或破碎锤中的凿子的断裂,或者接连的工具部分之间的结合部松脱。因此,所公开的解决方案能够通过监测多个反射的应力波分量及其关于形成工具的各部分的可能的特性变化来监测工具的多个不同状态。

[0040] 再次回过来参照图4,反射的应力波分量的测量在约100秒的时刻已中断。在该时刻,在第三钻杆10c和第四钻杆10d之间的第三结合点14c处,阳螺纹已完全断裂。这指示本文公开的解决方案能够恰好在工具完全断裂之前检测到工具中的断裂,由此可以控制岩石破碎装置的操作,例如恰好在工具完全断裂之前停止岩石破碎装置的操作。

[0041] 根据一个实施例,可以响应于至少一个新的反射的应力波分量在所测得的应力波中的出现,来检测即将到来的工具断裂,即这样的至少一个新的反射的应力波分量,该至少一个新的反射的应力波分量所具有的传播时间并不出现在应力波的测量的开始处,并且具

有相对于在应力波的测量的开始时呈现的所述至少一个反射的应力波分量的所述至少一个附加特性显著的至少一个附加特性。

[0042] 根据一个实施例,当与在应力波的测量的开始时的所述至少一个反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的水平相比较时,可以响应于所述至少一个附加特性的水平的变化来检测即将到来的工具断裂。因此,在应力波的测量的开始时的所述至少一个附加特性的水平提供了参考水平,在应力波的测量期间,将所述至少一个附加特性的水平与该参考水平进行比较,以检测可能的即将到来的工具断裂。图4提供了此种类型的实施例的示例。

[0043] 根据一个实施例,当与在应力波的测量的开始时的至少两个反射的应力波的至少一个附加特性的比率水平相比较时,可以响应于所述至少两个反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的比率水平的变化来检测即将到来的工具断裂。因此,在应力波的测量的开始时,所述至少两个反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的比率水平提供了参考水平,在应力波的测量期间,将所述至少两个反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的比率水平与参考水平相比较,以检测可能的即将到来的工具断裂。

[0044] 根据一个实施例,计算单元被配置用以监测反射的应力波分量的所述至少一个附加特性在时间上的变化,并且响应于出现在反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的多个意外变化,来控制岩石破碎装置的操作。监测出现在反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的变化,并且如果待监测的特性中存在任何意外变化(通常是突然变化但也可能是长期变化),计算单元可能会直接地或通过专用于岩石破碎装置的前述控制单元来影响岩石破碎装置的操作,用于控制岩石破碎装置的操作,例如停止岩石破碎装置的操作。所述意外变化指代在岩石破碎装置的正常操作期间(例如,由于工具的正常磨损)预期不会发生的变化。例如,还可以通过将描述反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的数值与针对该附加特性设定的极限数值相比较,来检测所述突然变化(如图4中公开的变化)、但也可能是长期变化。例如,可以在岩石破碎装置的正常操作情况的开始期间基于该附加特性的数值来确定极限数值。

[0045] 根据一个实施例,计算单元被配置用以基本上连续地计算反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的数值,将所述附加特性的至少一个最新的数值与同一附加特性的至少一个先前的数值相比较,并且根据所述比较来确定工具的状态。在该实施例中,将附加特性的所述至少一个最新确定的数值与同一附加特性的至少一个先前的数值相比较,并且如果在所述至少一个最新的数值和所述至少一个先前的数值之间存在显著差异(例如,在百分比数上超过五个、十个或二十个百分比),则可以假定在工具中存在断裂。

[0046] 根据一个实施例,计算单元配置用以基本上连续地计算反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的数值,将基于附加特性的至少一个最新的数值确定的第一数值与基于同一附加特性的至少一个先前的数值确定的第二数值相比较,并且基于所述比较来确定工具的状态。该实施例基本上类似于前一段落的实施例,但是在该实施例中,其是基于描述所述附加特性的数值确定的检查辅助数值,而不是本身描述所述附加特性的数值。

[0047] 根据一个实施例,计算单元被配置用以响应于反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的多个意外变化,来控制岩石破碎装置的至少一个操作参数。这例如意味着:在一些情况下,所述至少一个附加特性的数值的仅一个单个显著变化可以致使计算单元控制岩

石破碎装置的操作,但是在某些情况下,所述至少一个附加特性的数值可能要进行几次或若干次微小的改变,之后再提供由计算单元进行的任何控制动作。

[0048] 根据一个实施例,计算单元被配置用以响应于反射的应力波分量的所述至少一个附加特性的多个意外变化,来控制岩石破碎装置,以停止操作。

[0049] 除了岩钻机器之外,本文公开的对工具的状态的监测可以应用于采用冲击脉冲的其它岩石破碎装置(例如破碎锤)或用于破碎岩石材料或其它硬质材料的其它破碎装置。

[0050] 对本领域技术人员显而易见的是,随着科技的发展,本发明构思可以以各种方式实施。本发明及其实施方式不限于如上所述实施例,而是可以在权利要求书的范围内变化。

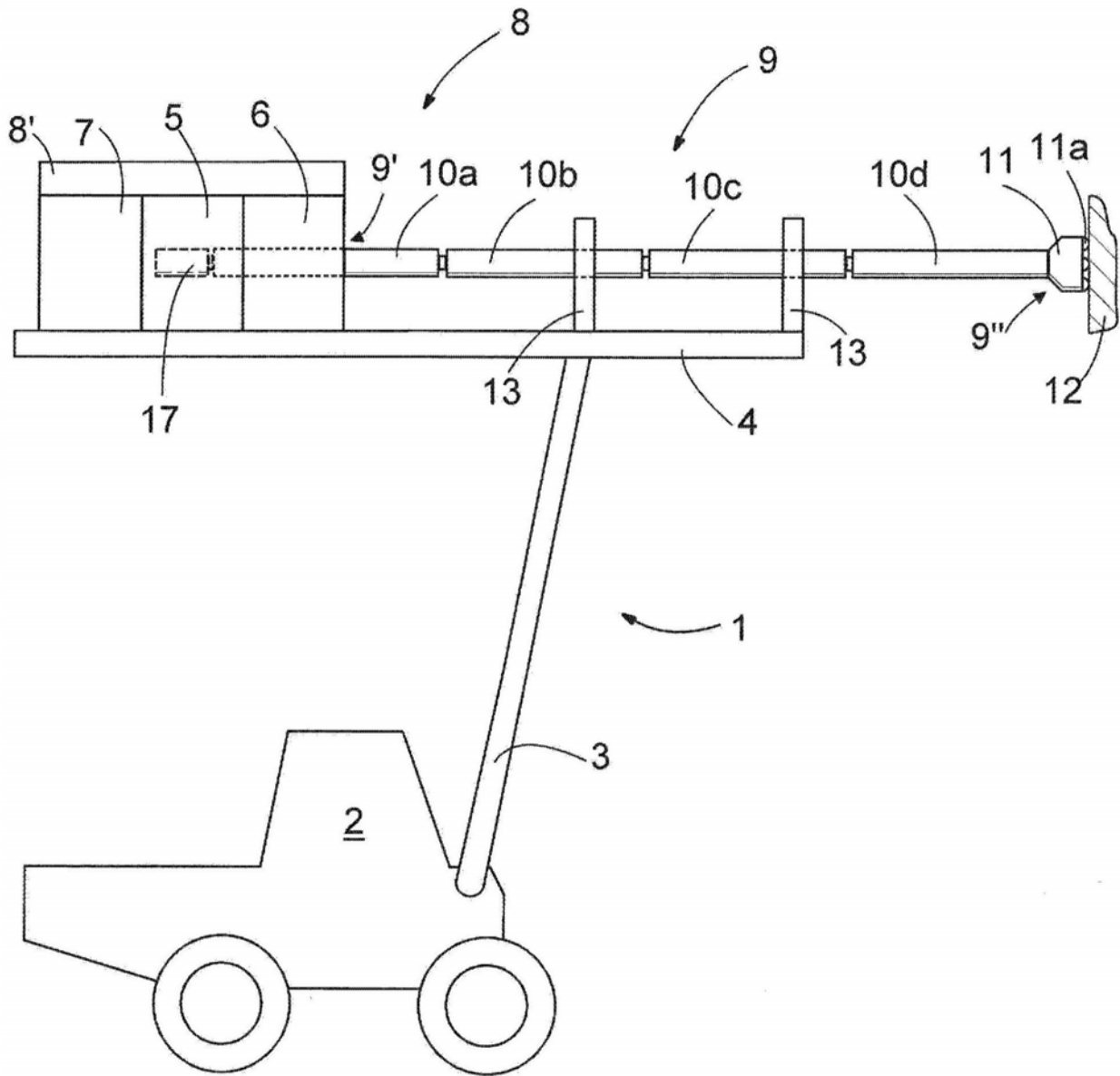


图1

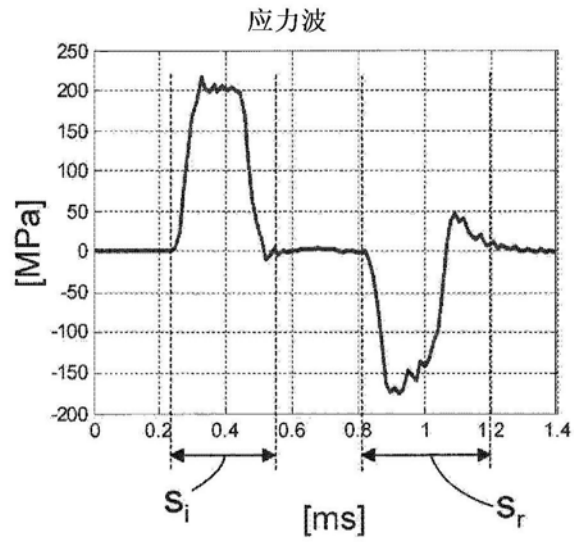


图2

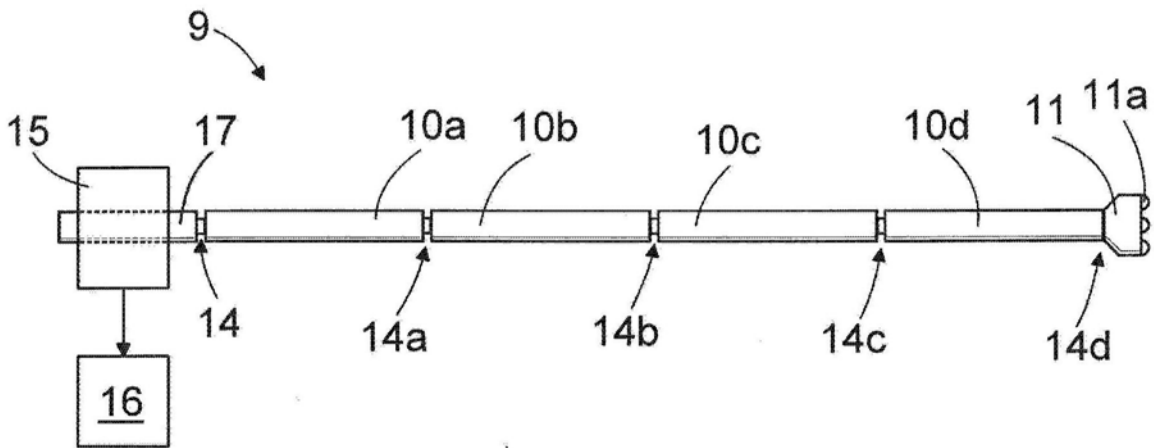


图3

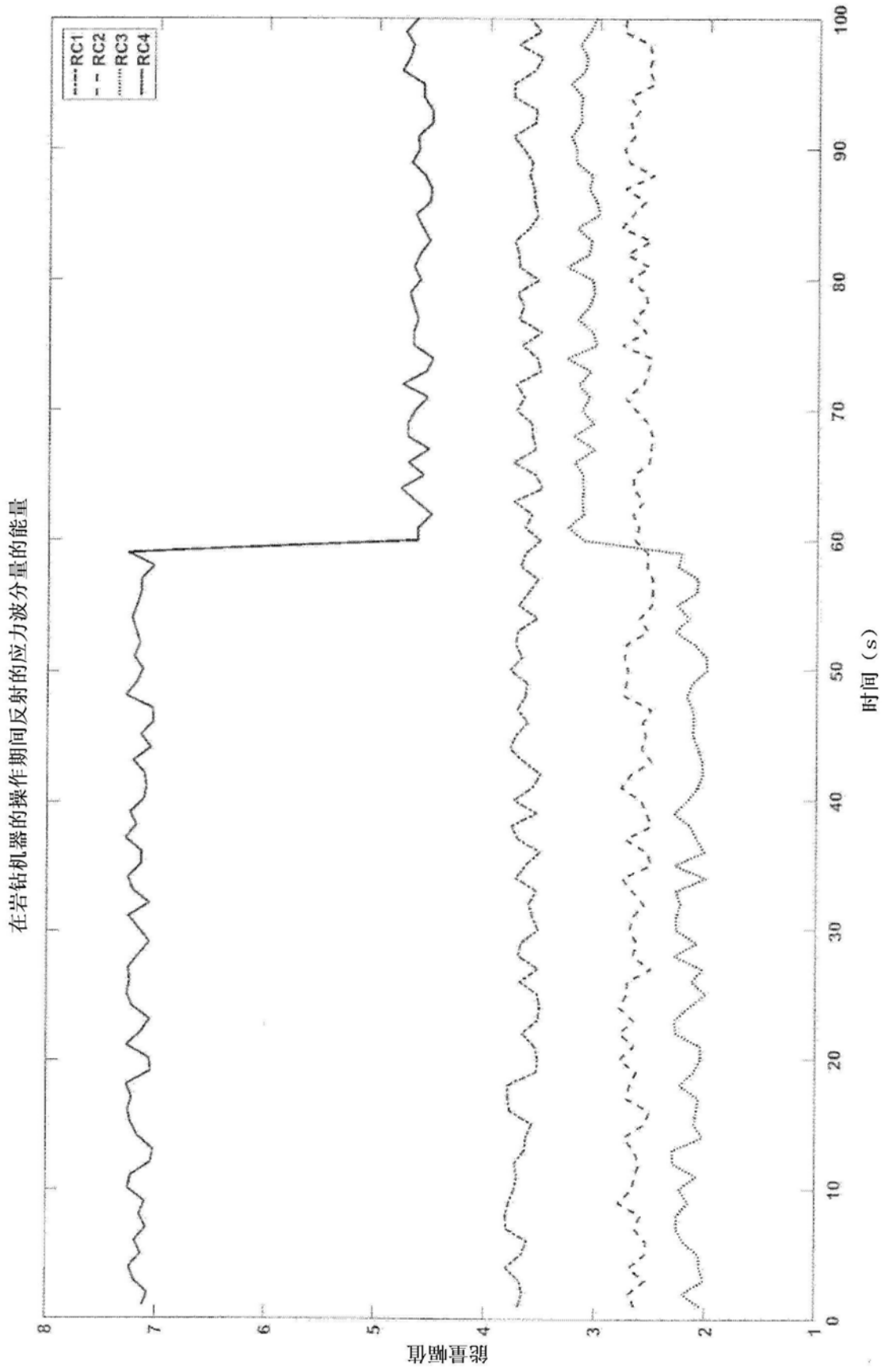


图4

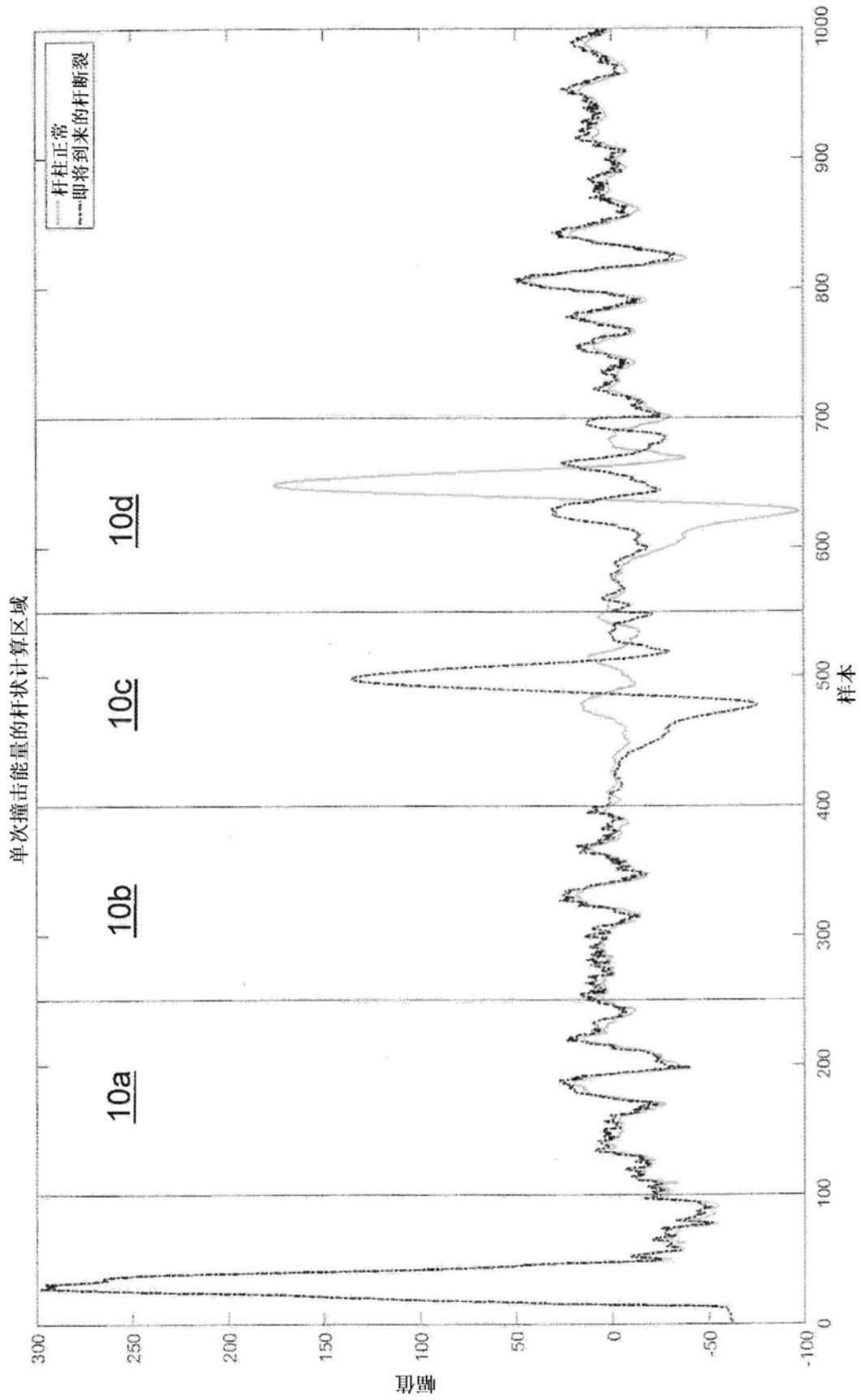


图5

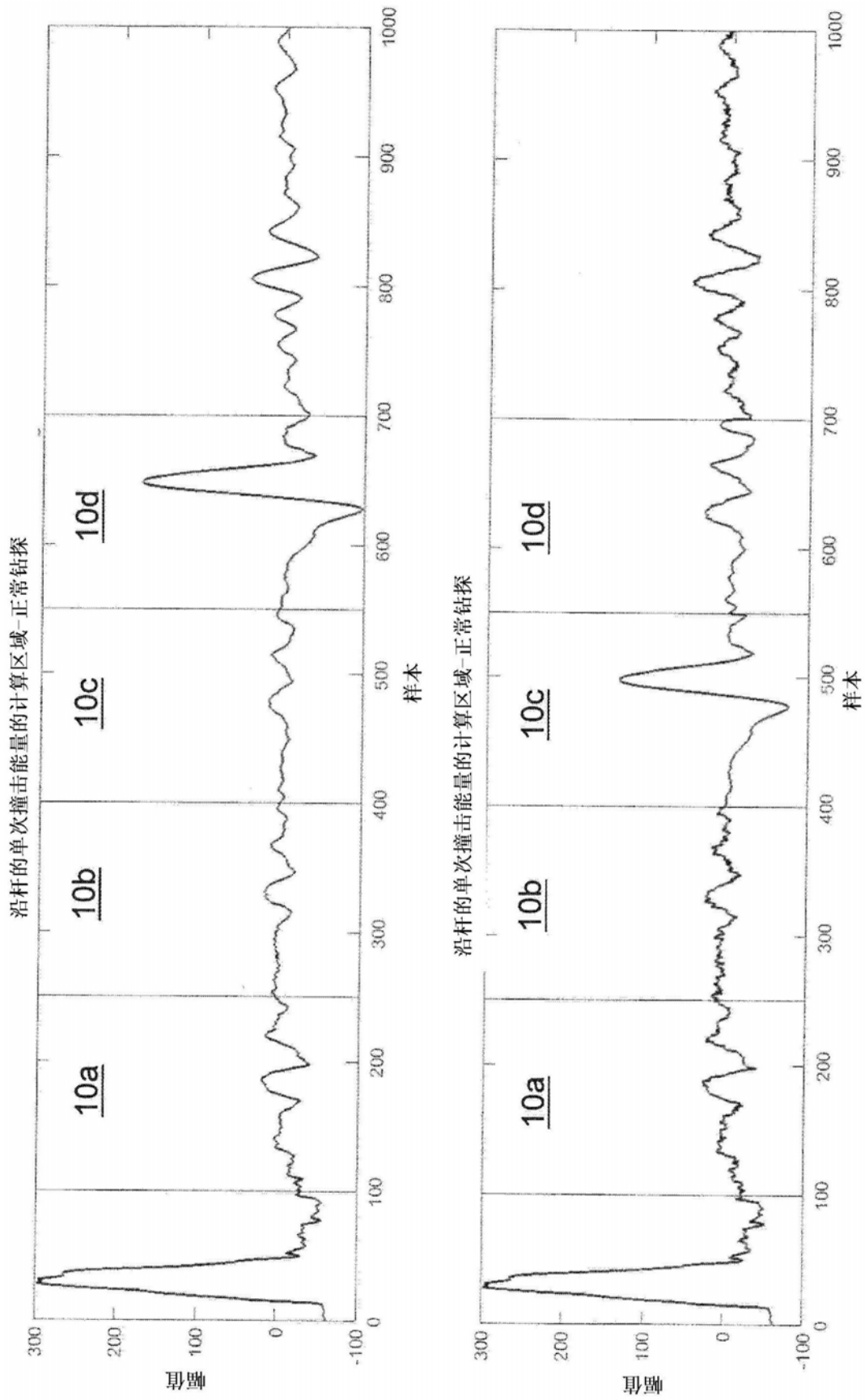


图6