



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110073075 A

(43)申请公布日 2019.07.30

(21)申请号 201780075572.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.10.28

E21B 43/29(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.06.05

E21B 7/04(2006.01)

E21B 7/28(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2017/056705 2017.10.28

(87)PCT国际申请的公布数据
W02018/078591 EN 2018.05.03

(71)申请人 杰米·L·戴维斯
地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 杰米·L·戴维斯

(74)专利代理机构 上海申新律师事务所 31272
代理人 董科

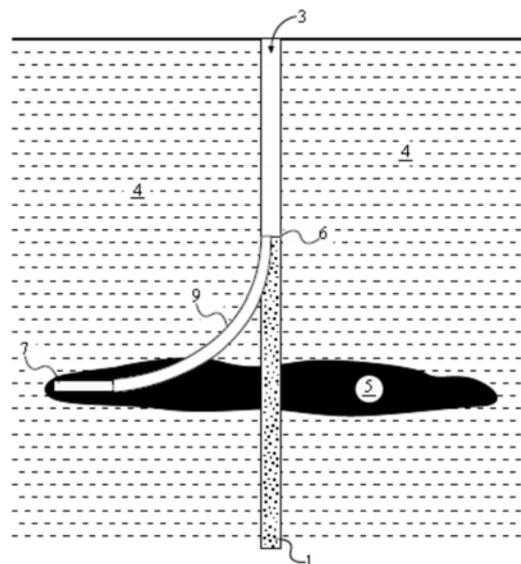
权利要求书2页 说明书6页 附图13页

(54)发明名称

开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法

(57)摘要

一种开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其使用一个钻头、至少一个扩孔器、一种第一堵塞材料、及一种第二堵塞材料,而且其包含下列步骤:使用钻头钻凿一个测试井孔到一个特定的垂直深度,鉴定出至少一个想要开采区域,其中想要开采区域与一个对应的垂直深度相关;填充第一堵塞材料进入测试井孔,一直到离开对应的垂直深度一个补偿距离,以产生测试井孔的一个新的底端;使用钻头从新的底端往要开采区域挖掘出一条弯曲的通道;使用钻头从新的底端往要开采区域挖掘出一条水平通道,并且使用扩孔器来扩大水平通道;从水平信道开挖想要开采区域的碎屑;使用第二堵塞材料封塞水平通道;及重复挖掘、扩孔、及填充过程以产生复数个侧向孔道。



1. 一种开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在于,包含下列步骤:
 - (A) 提供一个钻头、至少一个扩孔器、一种第一填塞材料、及一种第二填塞材料;
 - (B) 使用该钻头钻凿一个测试井孔到一个特定的垂直深度,其中该测试井孔的周围侧面区域包含至少一个想要开采区域,其中该想要开采区域与一个对应的垂直深度相关;
 - (C) 填充该第一填塞材料进入该测试井孔,一直到离开该对应的垂直深度一个补偿距离,以产生该测试井孔的一个新的底端;
 - (D) 使用该钻头从该新的底端往该要开采区域挖掘出一条弯曲的通道;
 - (E) 使用该钻头钻凿至少一条水平通道进入该想要开采区域;
 - (F) 使用该扩孔器来扩大该水平通道;
 - (G) 在该步骤(E)及/或该步骤(F),从该水平通道开挖该想要开采区域的碎屑;
 - (H) 使用该第二填塞材料封塞该水平通道;及
 - (I) 重复进行该步骤(D)到该步骤(H),以产生复数个侧向孔道,其中每一个该侧向孔道也就是在该步骤(D)到该步骤(G)中的该弯曲信道或该水平信道。
2. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在于,该想要开采区域包括一种固态天然资源,其中该固态天然资源是选自于一个群组,其包含:烟煤、半烟煤、无烟煤、黄金、白金、银、铀、锂、宝石、钻石、及稀土族矿物。
3. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在于,更包含下列步骤:
 - 提供一个量测装置;
 - 在该步骤(B),使用该量测装置在一系列的垂直深度探查该测试井孔,以建立该周围侧面区域的一个组成分布图;及
 - 在该步骤(B),从该周围侧面区域的该组成分布图鉴定出该想要开采区域,其中该想要开采区域的该对应的垂直深度是该一系列的垂直深度的其中之一。
4. 根据权利要求3所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在于,更包含下列步骤:
 - 提供一个电磁扫描装置及一个计算装置作为该量测装置;
 - 在每一个垂直深度启动该电磁扫描装置;
 - 使用该电磁扫描装置在每一个该垂直深度接收感测数据;及
 - 使用该计算装置编译在每一个该垂直深度感测接收到的该感测数据成为该周围侧面区域的该组成分布图。
5. 根据权利要求3所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在于,更包含下列步骤:
 - 提供一个侧壁岩石取样工具作为该量测装置;
 - 使用该侧壁岩石取样工具在每一个该垂直深度挖出一个岩芯样品;
 - 进行每一个该垂直深度取得的该岩芯样品的成分分析,以产生成分数据;及
 - 编译在每一个该垂直深度取得的该成分数据成为该周围侧面区域的该组成分布图。
6. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在于,更包含下列步骤:
 - 在该步骤(I),将该复数个侧向孔道辐射状地分布于该测试井孔的周围。

7. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在在于,更包含下列步骤:

提供至少一个想要开采区域作为一系列想要开采区域,其中在垂直方向最低的区域被排序为该一系列想要开采区域之中的第一个,在垂直方向最高的区域被排序为该一系列想要开采区域之中的最后一个;及

对该一系列想要开采区域多次重复执行该步骤(C)到该步骤(I)的步骤,其中该多次重复执行是从该垂直方向最低的区域开始,而在该垂直方向最高的区域结束。

8. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在在于,更包含下列步骤:

提供一定数量的废弃物;及

将这些废弃物与该第二填塞材料结合。

9. 根据权利要求8所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在在于,该废弃物是选自一个群组,其包含:煤灰、二氧化碳、都市废弃物、医疗废弃物、盐水、油泥、及水力压裂用水。

10. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在在于,更包含下列步骤:

提供至少一个扩孔器作为复数个扩孔器,其中该些扩孔器被规划成为其直径连续地变大;及

使用连续变大的该些扩孔器来重复执行该步骤(F),以便逐步地扩大该水平通道。

11. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在在于,更包含下列步骤:

提供一种挖掘泥,其使用于该步骤(D)及该步骤(E);

设计该挖掘泥的成分,以配合在该步骤(G)从该想要开采区域挖掘出该碎屑;在该步骤(E)及该步骤(F),将从该想要开采区域挖掘出来的该碎屑混入该挖掘泥中;及

当该挖掘泥被循环到地表时,在该步骤(G)将来自该想要开采区域的该碎屑从该挖掘泥中提取出来。

12. 根据权利要求1所述的开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,其特征在在于,更包含下列步骤:

提供一种具有物理提取器的扩孔器;及

当该扩孔器被拉出该水平通道时,使用该物理提取器,收集该想要开采区域的该碎屑,并且将该碎屑带出该水平通道。

开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法

[0001] 本申请要求了于2016年10月26日提交的美国临时专利申请62/413,285作为优先权。

技术领域

[0002] 本发明是关于一种用于开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法,尤其是一种开凿水平孔道的方法,其用以开采分布在不同深度的水平矿层的固态天然资源。

背景技术

[0003] 在现行的煤矿开采工业,有两个重要的技术用于开采并获得煤矿资源:

[0004] 1. 露天开采法:用于开采在表面的褐煤/烟煤矿藏,这个方法只能够开采到最深300英尺左右;

[0005] 2. 矿井开采法:用于开采在较深处的矿藏,这个方法够开采深达1500英尺左右的烟煤矿藏。

[0006] 这两种方法具有危险性并且因为其危险性及对环境的冲击,美国国家环境保护局(EPA)严密地监督这两种方法的使用。露天开采法产生很多环境的问题。露天开采所得到的褐煤又称为“脏煤”,虽然某些露天开采的煤矿也产生干净的煤。露天开采法对环境的危害非常的大,而且需要大量的环境再生工作以修补地表的伤害。

[0007] 煤矿业者也使用矿井开采法及拖斗挖土机来获取煤矿。不过这些从业人员并不真正具有石油及天然气开采的钻探设备、相关机器或实务经验。

[0008] 石油及天然气开采业者在进行开采的时候,只会碰到少量的煤矿,而且将它视为从钻探的井孔中跑出来的废料。即使是在钻探煤层以获得甲烷的时候,煤也是一样被视为废料,因为他们主要的目的是在于获得甲烷。在这种情况下之下挖出来的煤从未被称重、量测、或出售,而只是当成废料处理。

[0009] 相对于习知的煤矿开采方法,本发明的方法具有如下优点:

[0010] • 可以在因为地形、岩层、或气候的因素,矿井开采法及拖斗挖土机无法进行开采的地方开采煤矿;

[0011] • 设置拖斗挖土机需要使用好几年的时间并且要破坏数千英亩的地表,并且要花费数百万美元于环境的恢复。本发明可以从两英亩的工作场地开采高达2600英亩的矿场,而这两英亩的工作场地只要附盖草籽就可以恢复,所以对环境造成影响可以达到最低。

[0012] • 褐煤矿场需要花费数百万美元及好几年的时间来建立。然而,在装备设置妥当之后,本发明的方法可以让一套挖掘装备在一周左右的时间之内将煤带到地表,而且不会破坏环境,也就是说可以提供干净的煤。

[0013] • 本发明的最大优点是来自于与露天开采及环境恢复的的重大花费的对比。本发明的方法比露天开采快速、干净、而且便宜。与从怀俄明州购买并运输至得克萨斯州的一般煤矿相比,本发明的方法估计可以提供便宜百分之三十的煤矿。本发明平均一天可以节省数百万美元,主要是因为可以降低百分之三十的电力能源的消耗。

[0014] 除了上述的优点之外,本发明的方法可以避免传统的开采煤矿、石油、或天然气的方法限制。藉由使用修改过的石油及天然气钻探工具,本发明的方法可以开采深埋在地下矿层中的固态资源。传统的开采方法只能到达1500到2100英尺的深度,而本发明所揭露的方法可以开采1500到12000英尺之间的矿层。此外,本发明的方法,可以经由挖掘地壳到超乎寻常深度的狭窄孔洞,提取出固态天然资源。因此,本发明可以大幅度地降低对环境的损害及减少恢复被挖掘的表所需的费用。

[0015] 纵然本发明的方法使用相对较狭窄的井孔,然而与石油及天然气工业所使用的井孔相比,本发明所使用的井孔仍然相当的大。石油及天然气工业会有意地让井孔尽量越小越好。然而,本发明会使用一个扩孔的程序让井孔变大,以提取最大量的固态天然资源。石油及天然气工业也会有意地让井孔的数量越少越好。石油及天然气工业通常会企图只使用一个单一的井孔。相对地,本发明使用复数个水平孔道,其辐射状地分布于井孔周围。更且,复数个水平孔道可以分别构筑于不同的垂直深度。如此,本发明可以从不同深度的水平矿层,开采最大量的固态天然资源。

[0016] 此外,本发明的方法也提供一个有效率的废物处理机制。在所有的固态天然资源被掘取之后,复数个水平孔道需要被回填。于是,各式各样的废弃物可以被混合而作为回填材料,例如:煤灰、二氧化碳、都市废弃物、医疗废弃物、盐水、油泥、及/或水力压裂用水。所以,本发明的方法也可以让废弃物深深地埋入地壳之内,而让废弃物对环境的冲击减到最小。

附图说明

[0017] 图1是一幅测试井孔的侧视图,其示意显示一条单独的水平通道。

[0018] 图2是一幅测试井孔的上视图,其示意显示复数个侧向孔道。

[0019] 图3是一幅测试井孔的侧视图,其示意显示钻凿一系列想要开采区域的过程。

[0020] 图4是一幅流程图,其叙述步骤A到步骤I的内容。

[0021] 图5是一幅流程图,其叙述步骤B的子步骤。

[0022] 图6是一幅流程图,其叙述子步骤J到子步骤K,其中一个电磁扫描装置被使用。

[0023] 图7是一幅流程图,其叙述子步骤J到子步骤K,其中一个侧壁岩石取样工具被使用。

[0024] 图8是一幅流程图,其叙述步骤I的子步骤,其中复数个侧向孔道被建立。

[0025] 图9是一幅流程图,其叙述一个开采想要开采区域的过程。

[0026] 图10是一幅流程图,其叙述步骤H的子步骤,其中一定数量的废弃物与第二填塞材料结合。

[0027] 图11是一幅流程图,其叙述步骤F的子步骤,其中复数个扩孔器被使用。

[0028] 图12是一幅流程图,其叙述步骤E的子步骤,其中挖掘泥的成分有被设计配合挖掘出碎屑。

[0029] 图13是一幅流程图,其叙述步骤G的子步骤,其中挖掘过程采用一种具有物理提取器的扩孔器。

具体实施方式

[0030] 首先要特别说明的是：本说明书所使用的图示仅是用于说明本发明的某些实施例，本发明的范围并不受这些图示的限制。

[0031] 请参照图1到图4。本发明是一种开采固态天然资源的垂直及水平通道的开凿方法。水平通道适用于提取埋藏在在地底矿层的固态天然资源。本发明的方法可以最大量地挖掘地底矿层内的固态天然资源。用于实施本发明方法的系统包含：一个钻头、至少一个扩孔器、一个第一填塞材料1、及一个第二填塞材料2（步骤A）。钻头使用切割组件进行钻孔，这些切割组件安装于可以旋转的锥形组件，而这些锥形组件可以在孔洞的表面旋转。如此，钻头可以在地壳中产生一个圆柱形的孔，以使用来发现及提取固态天然资源，例如煤、矿物、及/或贵金属。扩孔器用于扩大孔洞，以便提取埋于矿层中的资源。一旦资源已经被提取，第一填塞材料及第二填塞材料就用来回填孔洞。

[0032] 本发明的整个程序是由使用钻头钻凿一个测试井孔3开始，其中测试井孔3会被钻凿到一个特定的垂直深度（步骤B）。本发明的方法允许在非常低的垂直深度进行采矿。该特定的垂直深度可以是1500英尺到12000英尺之间的任何一个深度，甚至有可能可以到达15000英尺的目前最大的深度。在美国，现在最深矿坑是2100英尺。测试井孔3周围的水平区域4包含至少一个想要开采的区域，其中想要开采的区域与一个对应的垂直深度相关。想要开采的区域就是矿层所在的区域，其中矿层包含想要的固态天然资源。一旦测试井孔3被建立，测试井孔3就提供一个管道，将固态天然资源从想要开采的区域运输到地表。测试井孔3是藉由开凿复数个孔洞来建立。在复数个孔洞已经开凿出来之后，每一个孔洞都放入一个箱涵。一个箱涵是一个大直径的管状构造，其是由复数个单独区段螺合在一起而形成。箱涵的长度可以藉由增加或减少单独区段的数量而调整。一旦箱涵插入相关的孔洞，混凝土或类似的填充材料就被灌入箱涵。在箱涵底部的一个开口可以让混凝土填充箱涵及孔洞之间的缝隙。如此，可以强化孔洞并且预防矿层侧边的崩塌。

[0033] 在本发明的一个较佳实施例，测试井孔包含：一个导孔、一个表孔、及一个引孔。导孔被钻入矿层的表面。一个导孔箱涵被放入导孔之内，以防止靠近表面的松散泥土陷入并且阻塞住井孔。一旦导孔箱涵已经被安装好，就在导孔箱涵之下钻出一个17又二分之一英寸的表孔。在本发明的一个较佳实施例，表孔的深度是2300英尺，这使得表孔位在水板深度之下。这需要专穿过埋置于矿层之中的地下水层，而且这样做会增加污染水源的机会。表孔箱涵被安置于表孔，以避免地下水层被污染。更且，表孔箱涵做可以做为测试井孔及周围矿层之间的密封构造。在本发明的一个较佳实施例，引孔是一个十二又4分之1英寸的孔洞，从表孔的底下出发一直延伸到深达12000英尺的深度。在本发明，引孔的深度可以在2000英尺到12000英尺之间。这样做对提取埋藏在非常深矿层的固态天然资源非常的有用。

[0034] 在引孔完成之后，就检查测试井孔看是否有固态天然资源，例如：煤及贵金属。这是藉由检查在不同垂直深度的复数个矿层的材料成分而达成。最有希望的矿层所在的垂直深度就是想要开采的区域。这个过程会产生至少一个想要开采的区域及相关的垂直深度。然后，本发明的方法藉由填充第一填塞材料进入测试井孔，一直到离开相关的垂直深度一个补偿距离，以产生一个新的底端（步骤C）。更详言之，第一填塞材料填塞进入引孔，直到高于想要开采区域1000英尺。在本发明的一个实施例，第一填塞材料可以是混凝土。一旦混凝土凝固之后，新的底端就成为侧出点。要被安排进入引孔箱涵的钻头就被降低进入引孔

箱涵,而水平挖掘的程序就从此开始。更且,钻头与一个转向工具结合。藉此,钻头在挖掘矿层的过程中可以改变方向。钻头就可以在新的底端及要开采的区域之间挖掘出一条弯曲的通道9(步骤D)。这使得钻头处在相对于测试井孔的水平位置,并且在一个可以穿透平面矿层的较理想位置。平面矿层在此是掩埋藏于地壳中天然泥土层的固态资源层状结构。该些至少一个想要开采区域就是主要由固态天然资源所组成的平面矿层。于是,为了提取固态天然资源,至少一条水平通道6被钻凿进入想要开采的区域(步骤E)。水平通道会进入平面矿层数千英尺,以提取大量的固态天然资源。平面矿层的通常不会倾斜超过一到两度,所以水平通道可以一直保持水平,而仍然可以到达平面矿层。该些至少一条水平信道可以是弯曲信道分岔而出的复数条水平通道。

[0035] 从水平通道提取固态天然资源的过程也包括使用扩孔器来扩大水平通道(步骤F)。一个较佳的扩孔器是可缩回地安装于钻头之后,只有在扩孔的过程之中才会伸出。在伸出的位置,扩孔器的直径比钻头大,因此可以扩大水平通道。一旦伸出,扩孔器就开始旋转,并且缓慢地被拉出水平通道。当缓慢地退出水平通道时,扩孔器会将周围矿层研磨成泥浆。这些泥浆包含要被开采的固态天然资源的碎屑。以上就是从步骤E到步骤F在从水平通道开挖想要开采区域碎屑的主要机制(步骤G)。这些泥浆会被传送到地表。泥浆包含从测试井孔挖出的碎屑,这些碎屑会在地表被回收。一旦固态天然资源已经从水平通道被完全开采出来,水平通道就会使用第二填塞材料封塞(步骤H)。第二填塞材料会一直填入水平通道直到达新的底端。一旦水平通道被填塞完成,步骤D到步骤H就会被重复进行以产生复数个侧向孔道7(步骤I),其中每一个侧向孔道也就是在步骤D到步骤H中的弯曲信道或水平信道。复数个侧向孔道会在复数个地点穿透平面矿层,以便开采大量的固态天然资源。所以,复数个侧向孔道从弯曲通道分岔而出。如图2及图6所示,这是藉由在步骤I将复数个侧向孔道辐射状地分布于测试井孔的周围而达成。

[0036] 请参照图10。在一个实施例,本发明提供一种可以以掩埋方式持续处理废弃物的方法,其中不要的废弃物被填塞进入最近挖掘完成的地下侧向孔道。这个方法包含:提供一定数量的废弃物;及将这些废弃物与第二填塞材料结合。此些废弃物可以是但不限于是:煤灰、二氧化碳、都市废弃物、医疗废弃物、盐水、油泥、及/或水力压裂用水。

[0037] 请参照图5。如在步骤B所说明的,决定想要开采区域的过程包含提供一个量测装置。在步骤B,这个量测装置在一系列的垂直深度探查测试井孔,以建立周围侧面区域的组成分布图。这个量测装置会被下放入测试井孔的引孔。当沿引孔的长度方向移动时,这个量测装置在不同的垂直深度检查周围侧面区域的组成分布。然后,从周围侧面区域的组成分布鉴定出想要开采的区域,其中想要开采区域的相关垂直深度是该一系列的垂直深度的其中之一。换言之,该一系列的垂直深度只有一部份具有开采固态天然资源的可能性。想要开采区域是在具有最丰富固态天然资源的垂直深度。想要开采区域可能含有但不限于只是含有:烟煤、半烟煤、无烟煤、黄金、白金、银、铀、锂、宝石、钻石、或稀土族矿物。

[0038] 请参照图6。在本发明的一个实施例,建立组成分布图的过程所使用的量测装置是一个电磁(EM)扫描装置及一个计算装置。电磁扫描装置在不同的垂直深度量测矿层的磁阻,以决定矿层的正确材料组成。所以,建立组成分布图需要在每一个垂直深度启动电磁扫描装置,并且使用电磁扫描装置在每一个垂直深度接收感测到的数据。藉由使用计算装置编译在每一个垂直深度感测到的数据成为周围侧面区域的组成分布,就可以产生非常详细

的组成分布图。于是,就可以藉由审视组成分布数据来选择想要开采的区域。

[0039] 请参照图7。在本发明的另外一个实施例,建立组成分布图的过程所使用的量测装置是一个侧壁岩石取样工具。在本实施例,需要使用侧壁岩石取样工具在每一个垂直深度挖出一个岩芯样品。在每一个垂直深度取得的岩芯样品从测试井孔送至地面,并且进行其成分的分析。藉由编译在每一个垂直深度取得的成分数据成为周围侧面区域的组成分布,就可以产生非常详细的组成分布图。类似于上面提到的实施例,想要开采的区域可以使用组成分布图来决定。

[0040] 请参照图3及图9。建立组成分布图的过程会在不同的垂直深度决定出好几个比较有希望的矿层。在许多的例子,会有超过一个想要开采的区域被发现。本发明的某些实施例会包含一系列想要开采的区域,其中在垂直方向最低的区域被排序为一系列想要开采的区域之中的第一个,在垂直方向最高的区域被排序为一系列想要开采的区域之中的最后一个。既然水平信道在挖掘之后必须被填塞,在垂直方向最低的区域就必须最先被挖掘。于是,在挖掘一系列想要开采区域的过程,需要多次重复执行步骤C到步骤I的步骤,其中多次重复执行是从垂直方向最低的区域开始,而在垂直方向最高的区域结束。每一次的重复执行都是在一系列想要开采区域之中的一个进行。例如,多次重复执行之中的第一次是在垂直方向最低的区域进行。一旦垂直方向最低的区域被完全开采,引孔就被填塞到高于第二低的区域1000英尺,然后第二低的区域就被开采。一旦垂直方向最高的区域下方的所有区域都已经被使用,垂直方向最高的区域就成为一系列想要开采的区域中最后被开采的。以上的过程会持续到所有想要开采区域都已经被开采。然后引孔就完全被第二填塞材料所填塞。

[0041] 请参照图11。为了从水平通道挖掘出更多的碎屑,本发明使用复数个扩孔器,其中这些扩孔器被规划成为其直径连续地变大。一个较大直径的扩孔器能够比一个较小直径的扩孔器挖掘出更多的平面矿层。如此,可以增加从水平通道被挖掘出来的碎屑的量。于是连续变大的扩孔器就被用来重复执行步骤F,以便逐步地扩大水平通道。换言之,复数个扩孔器穿过单一个水平通道,而一步一步地扩大水平通道的直径。当水平通道被慢慢地扩大时,被挖掘出来的固态天然资源的量就会增加。这个步骤会在复数个侧向孔道重复进行,以达到平面矿层最大的开采量。

[0042] 请参照图12。在本发明的一个实施例,步骤D及步骤E的挖掘过程采用一种挖掘泥。在地表的一或多个泵会将挖掘泥送进及送出测试井孔。挖掘泥的成分设计是为了配合在步骤G从想要开采的区域挖掘出碎屑。更详言之,挖掘泥的成分设计成可以溶解周遭的矿层,而且对挖掘出的碎屑没有任何的影响。挖掘泥被泵传送到钻头,而且喷洒在钻孔的表面,如此可以软化钻孔,并且让钻头可以钻穿矿层。当扩孔器在扩大水平通道,挖掘泥也可以被泵传送到扩孔器。如此,可以在步骤E及步骤F将从想要开采区域挖掘出来的碎屑混入挖掘泥中;当挖掘泥被循环到地表时,在步骤G将碎屑从挖掘泥中提取出来。换言之,当挖掘泥被泵从扩孔器传送出来时,挖掘泥也同时携带着碎屑到地表以便回收。

[0043] 请参照图13。在本发明的一个实施例,挖掘过程采用一种具有物理提取器的扩孔器。这样就可以免除随同挖掘泥将碎屑吸出测试井孔的需要。相对地,当扩孔器被拉出水平通道时,这个实施例需要使用物理提取器,将想要开采区域的碎屑收集带出水平通道。

[0044] 本发明已经以实施例说明于上。然而需要了解的是:在不背离本发明之精神或申

请范围的情况下,对该些实施例所为之修改或变化仍包含于本发明之范围内。

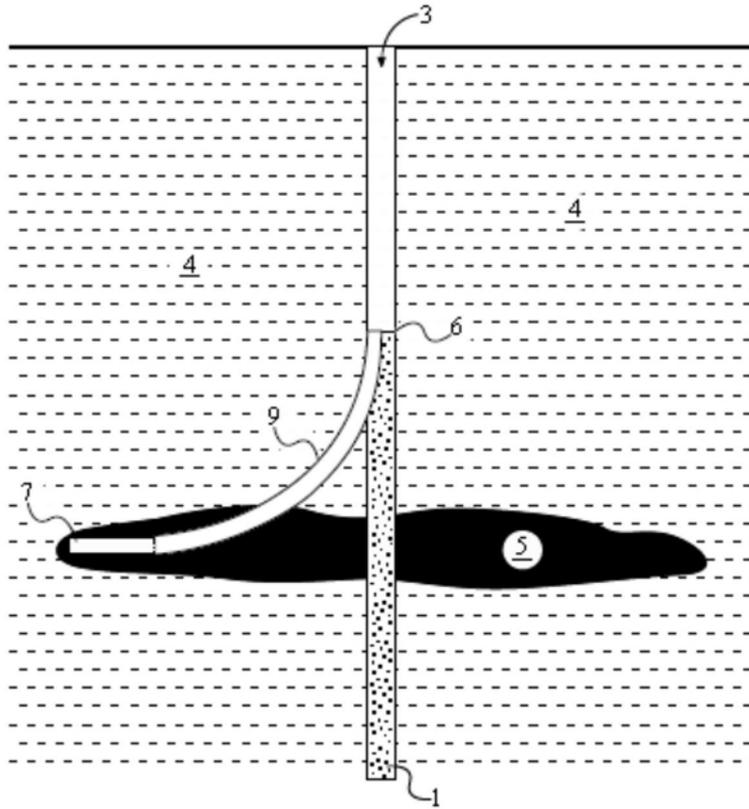


图1

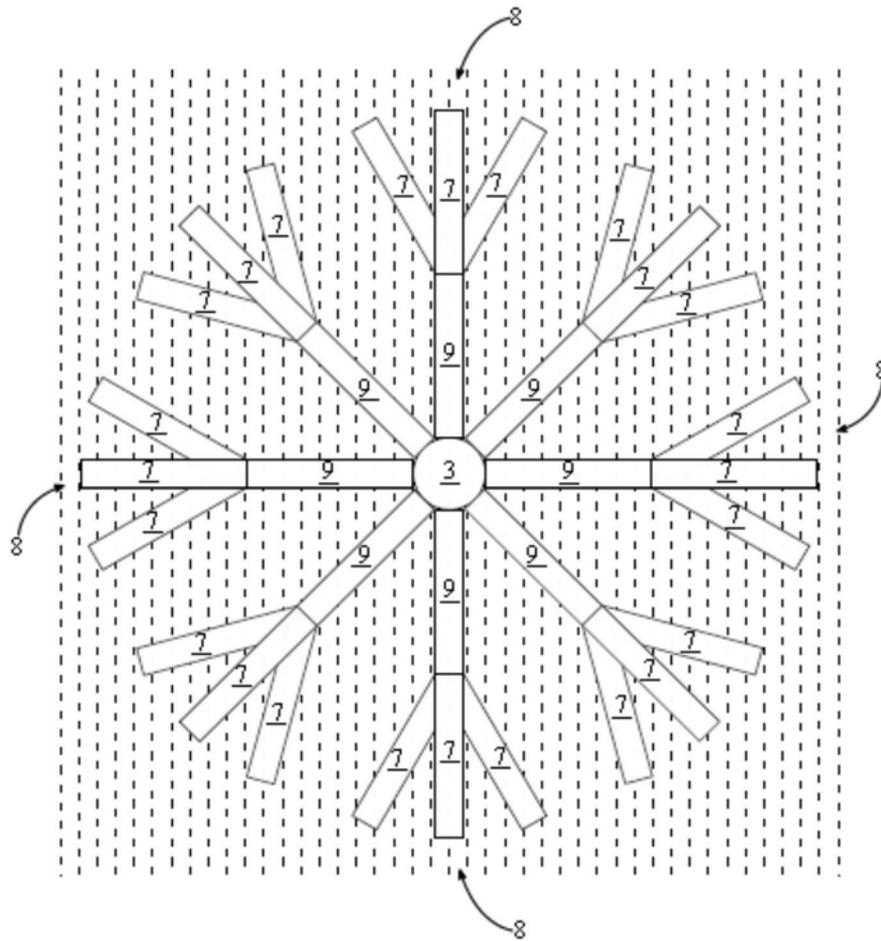


图2

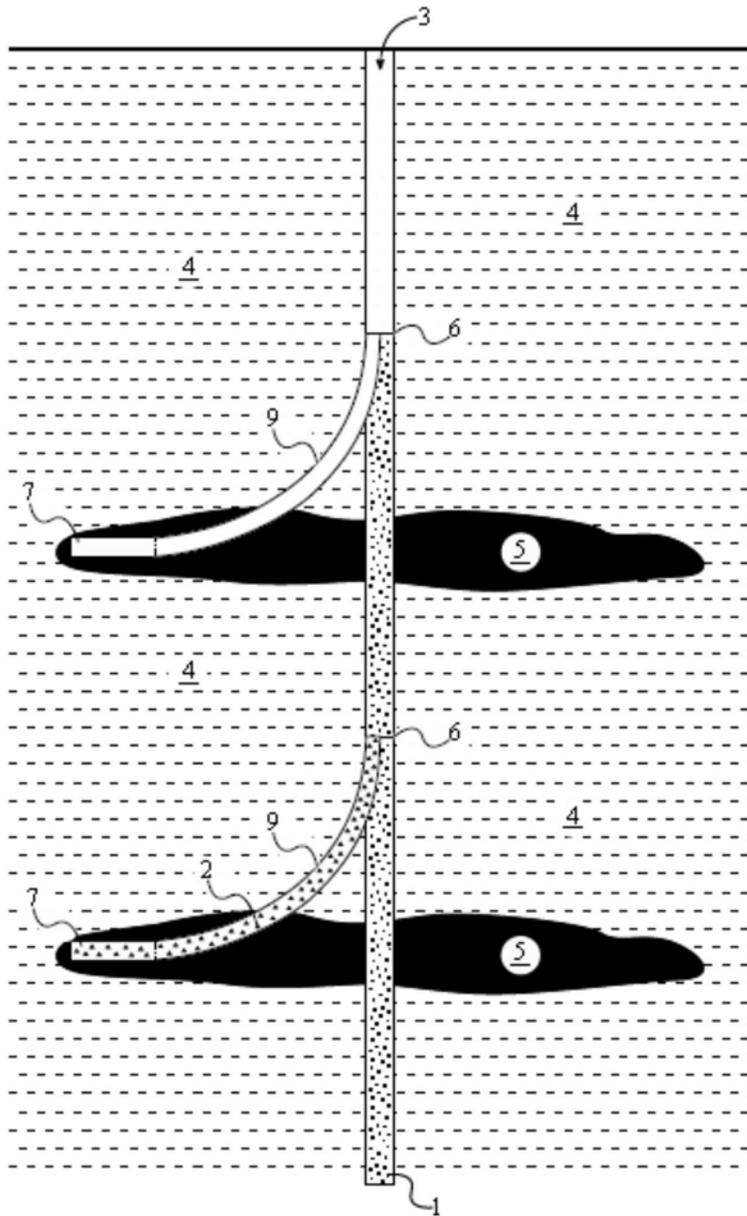


图3

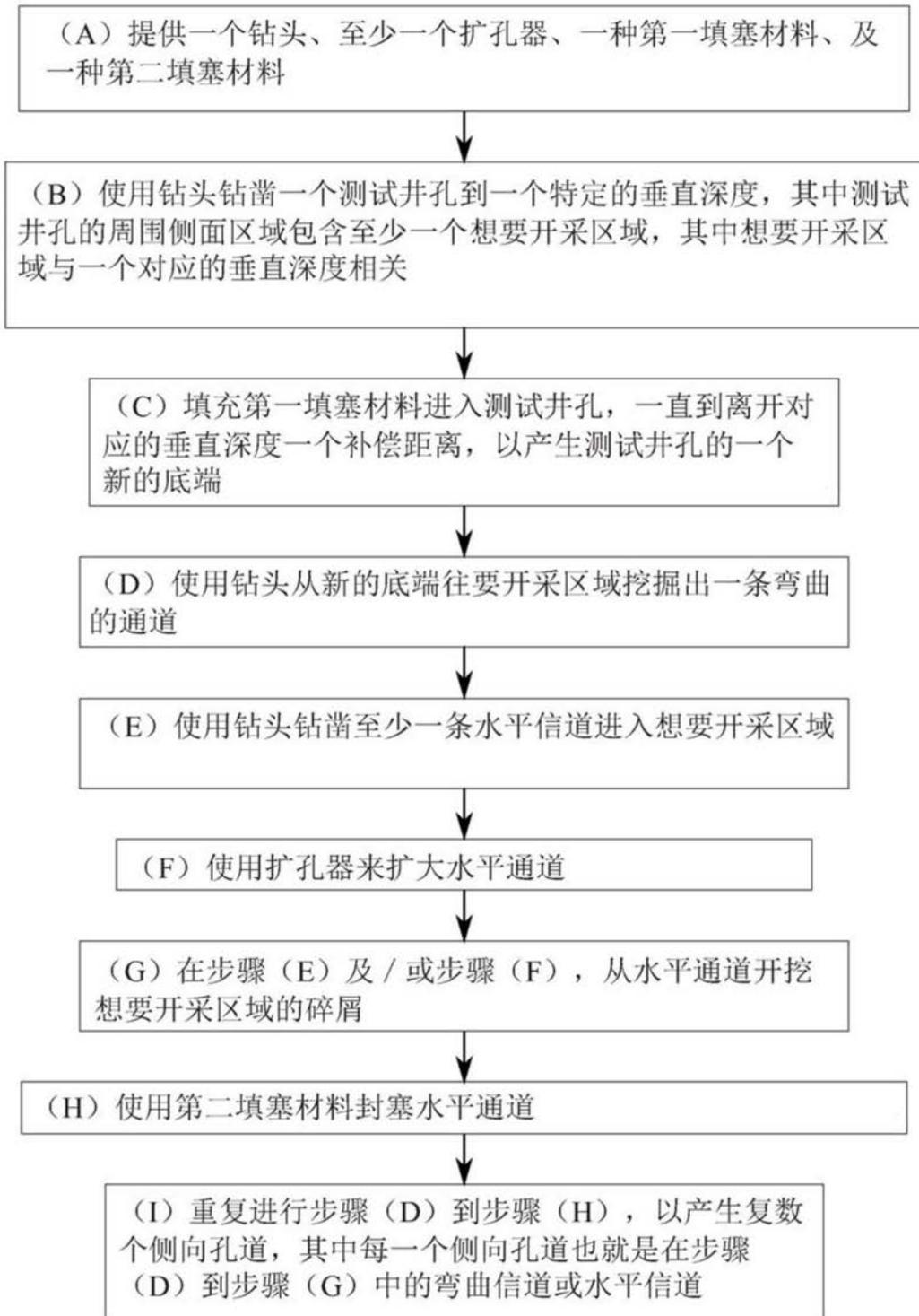


图4

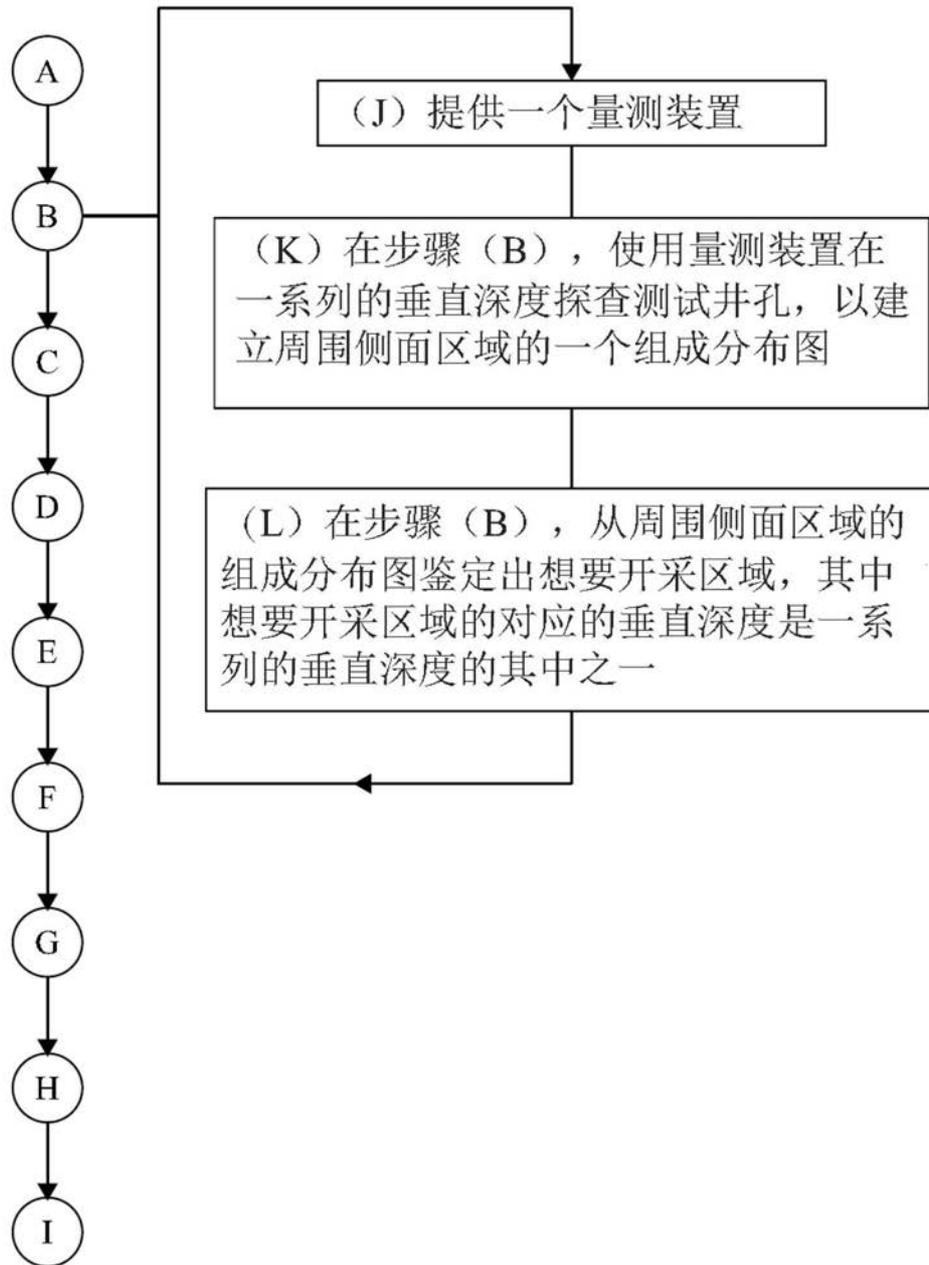


图5

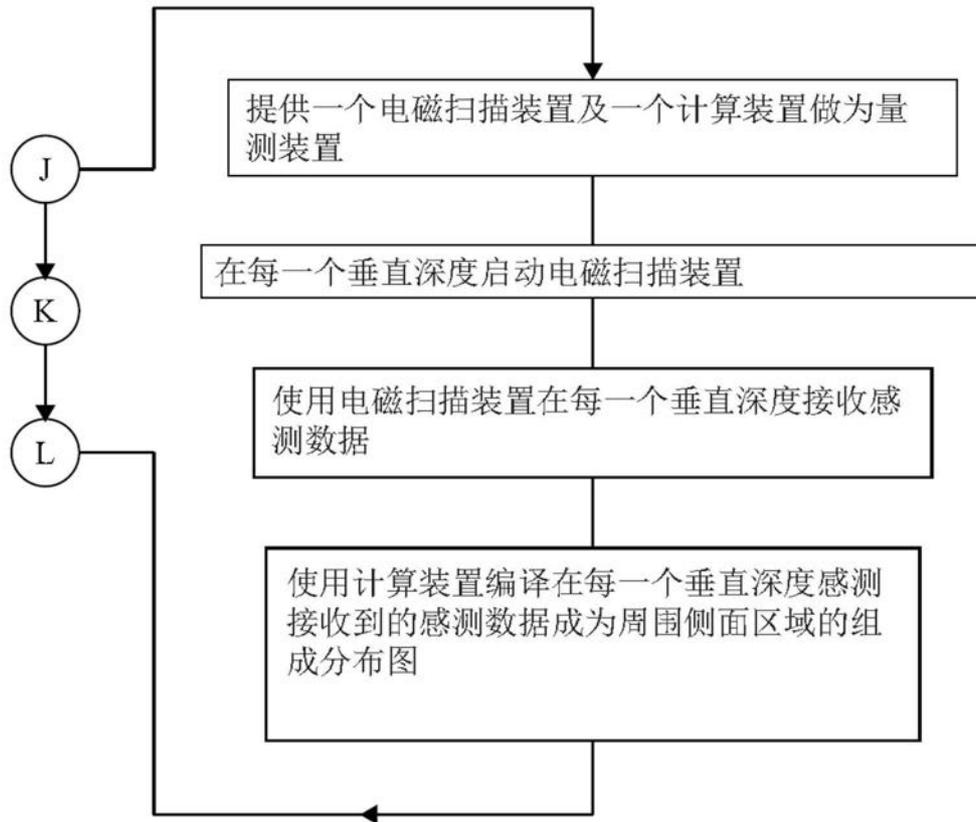


图6

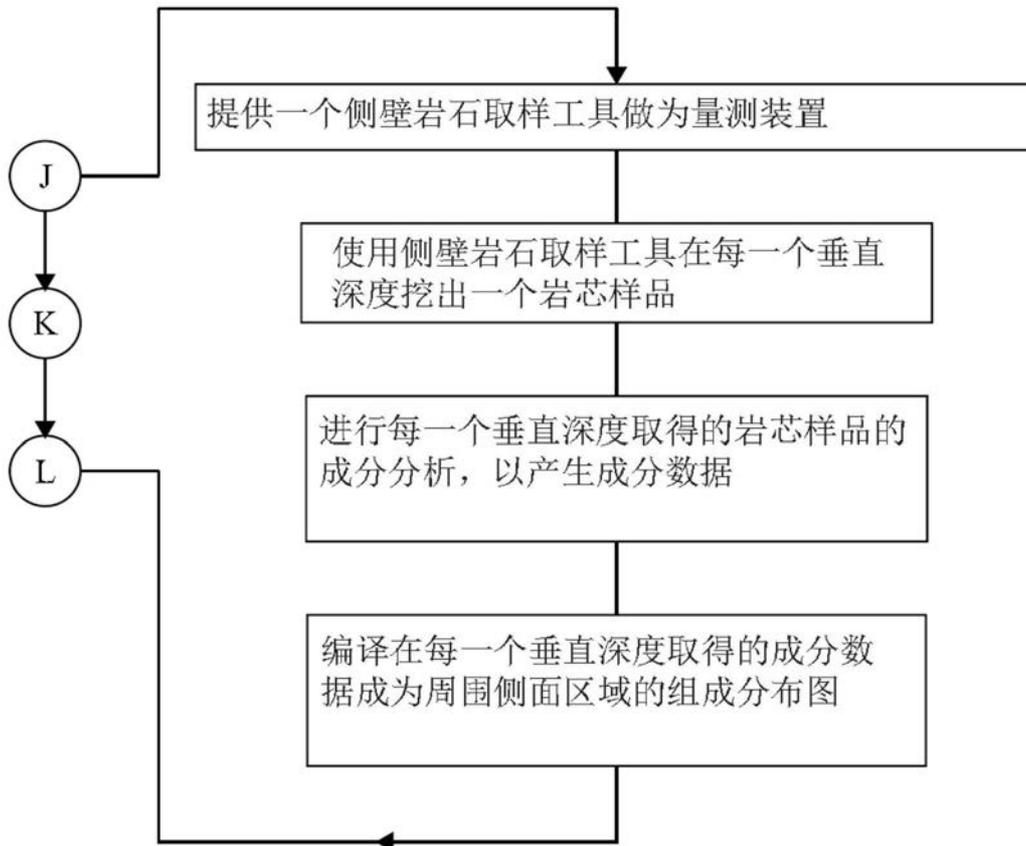


图7

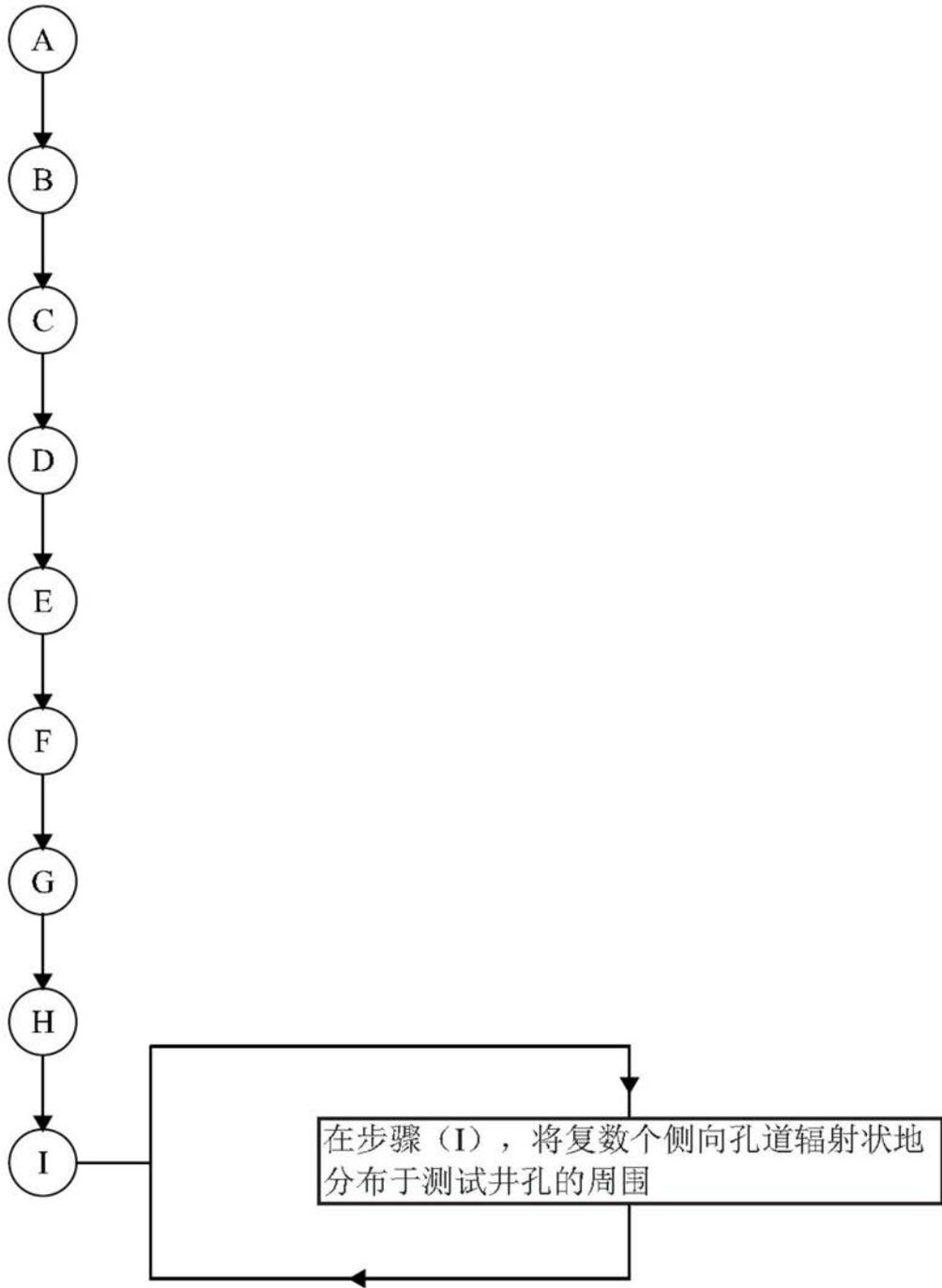


图8

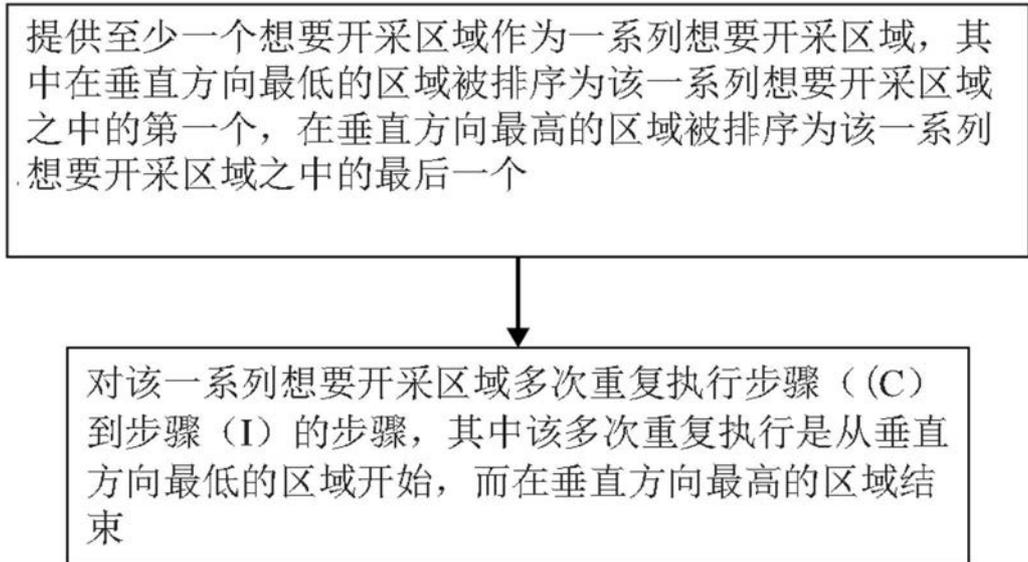


图9

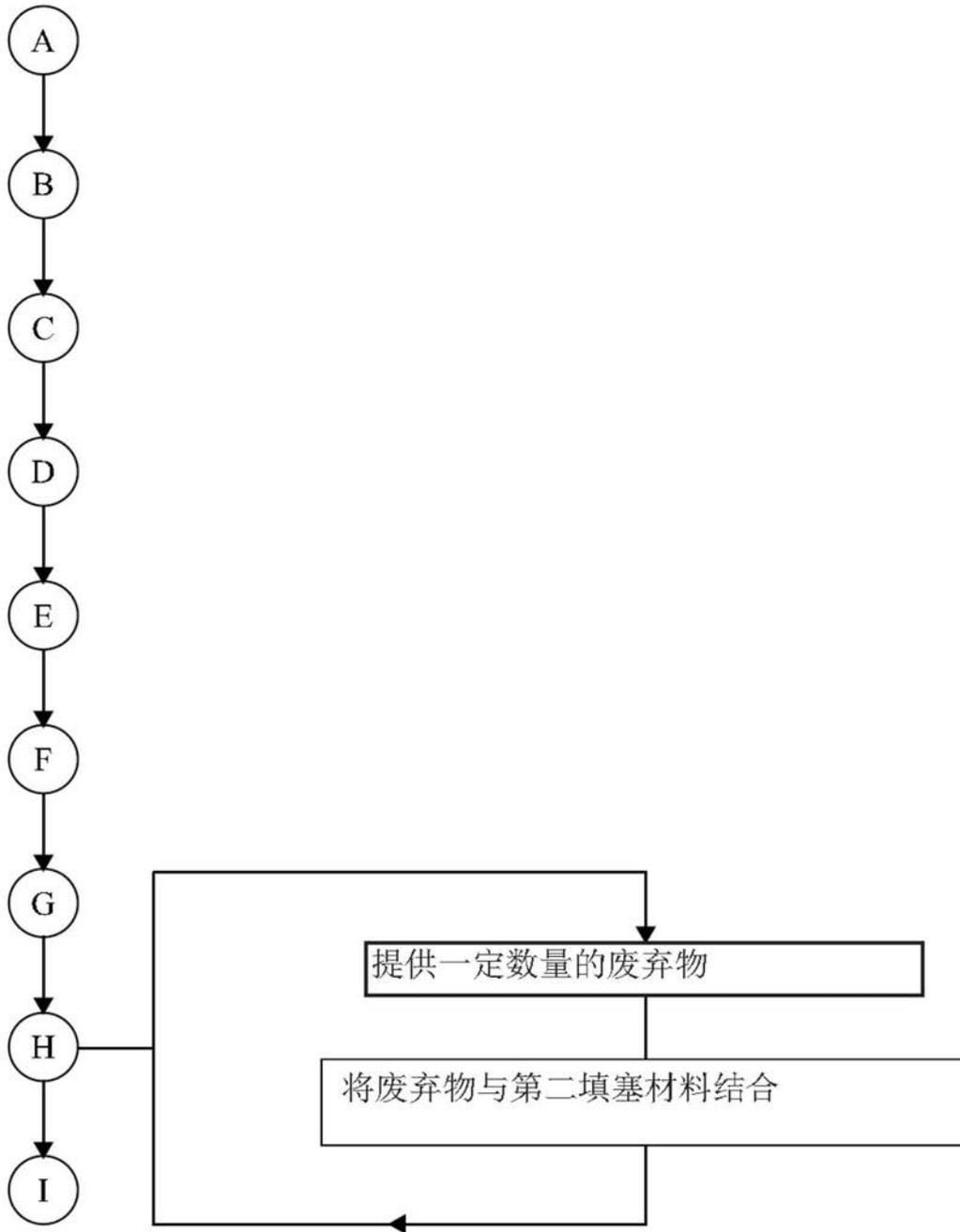


图10

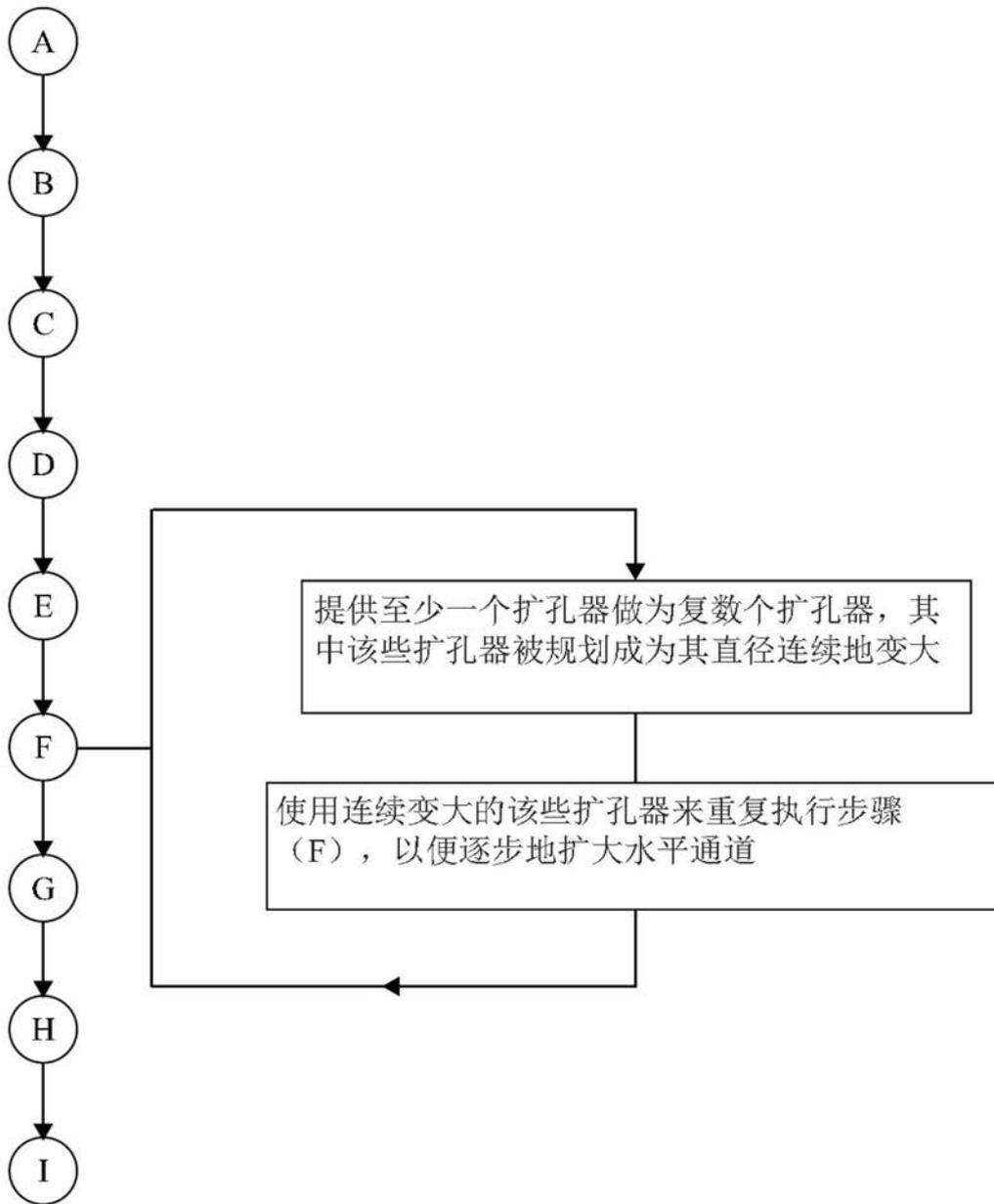


图11

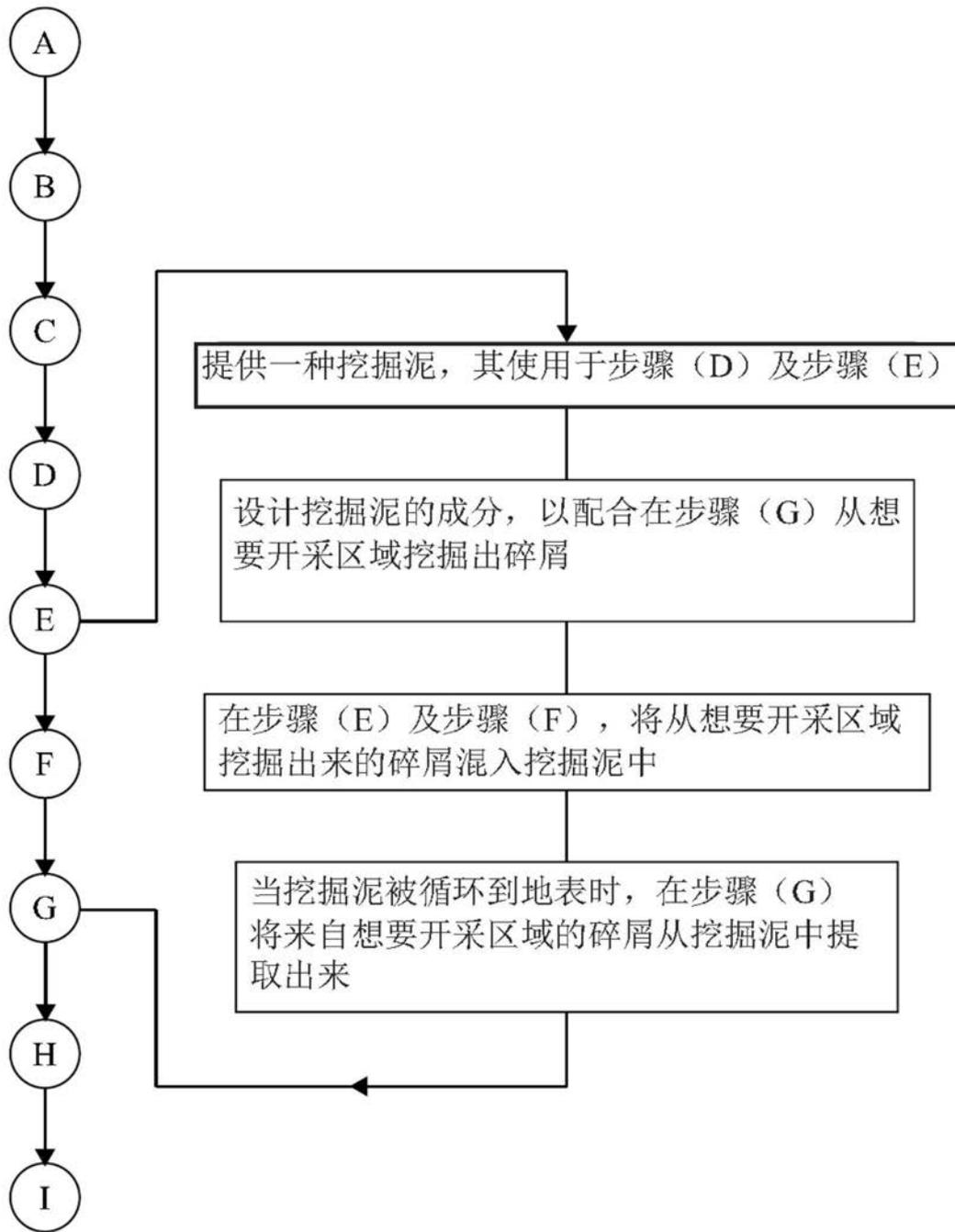


图12

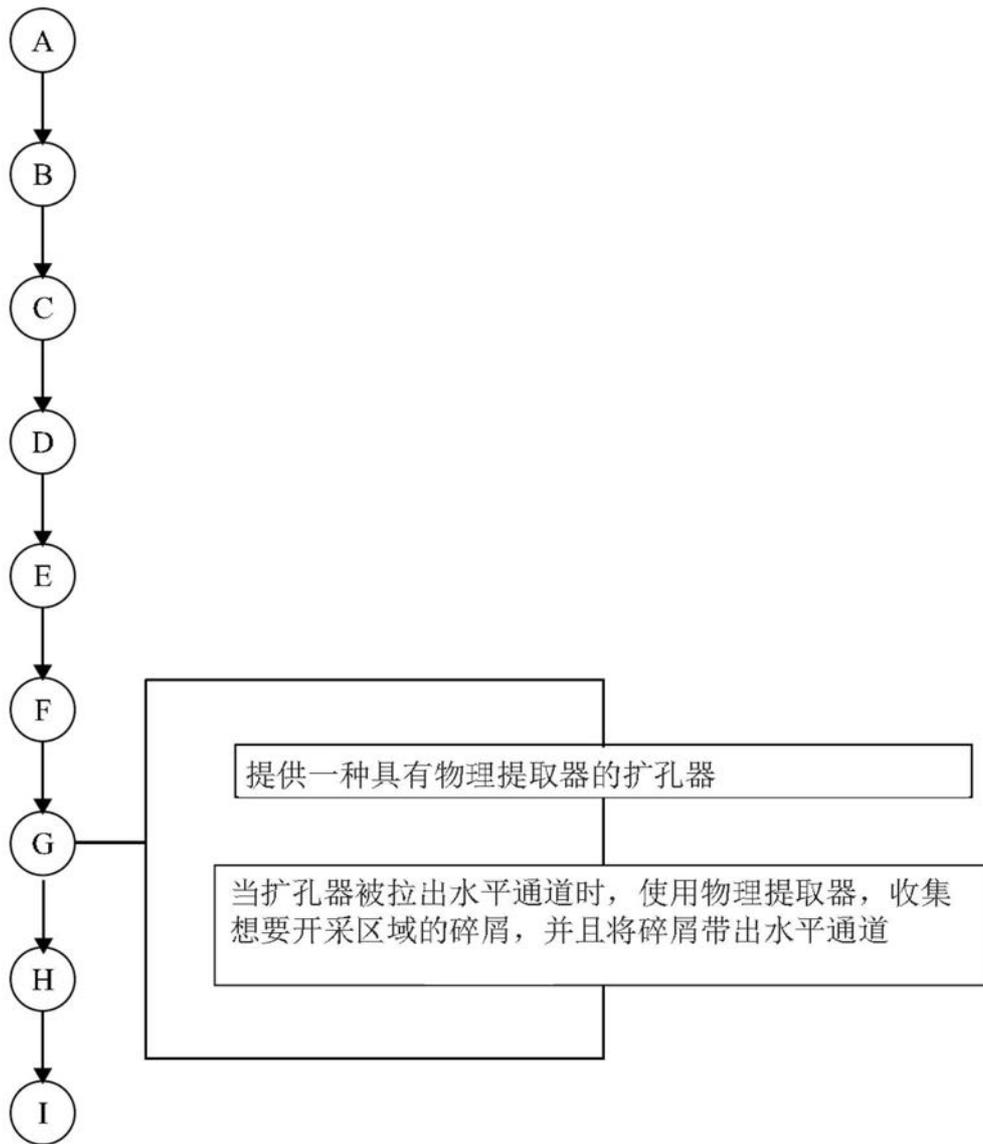


图13