



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110366629 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 21

(21) 申请号 201880014272.3

(22) 申请日 2018.02.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110366629 A

(43) 申请公布日 2019.10.22

(30) 优先权数据
1750208-9 2017.02.27 SE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.08.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/SE2018/050166 2018.02.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/156072 EN 2018.08.30

(73) 专利权人 安百拓凿岩有限公司

地址 瑞典厄勒布鲁

(72) 发明人 帕尔·沃德 帕尔·哈尔斯特伦
安德烈亚斯·安德森 佩尔·特纳

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 董敏 王艳江

(51) Int.Cl.
E21B 44/00 (2006.01)
E21B 7/02 (2006.01)
E21D 9/06 (2006.01)

审查员 梅豆

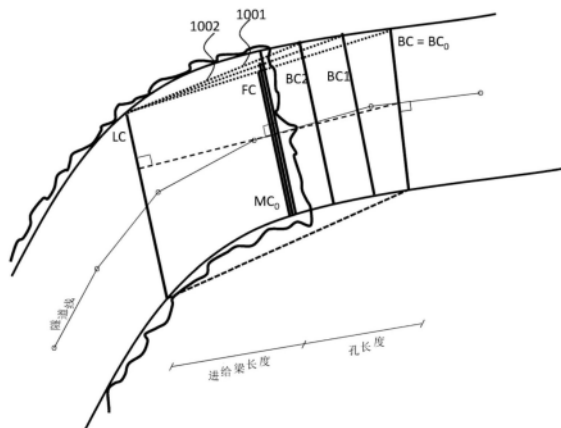
权利要求书2页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

用于生成钻孔式样的方法和系统以及凿岩钻机

(57) 摘要

本发明涉及一种用于生成用于在岩石中挖洞的钻孔式样的方法,该钻孔式样确定要在岩石的面(603)中钻出的孔(x),对要钻出的孔(x)的确定是对要钻出的孔(x)的位置、方向和长度的确定,孔布置成由钻机(201)钻出,钻机(201)包括承载有钻孔机(206至208)的至少一个进给梁(209至211),所述至少一个进给梁(209至211)具有布置成在钻孔期间面向要钻孔的岩石的第一端部(209A;210A;211A)和与所述第一端部相反的第二端部(209B;210B;211B)。该方法包括:生成包括具有可钻性的孔(x)的钻孔式样,所述孔(x)的可钻性在生成所述钻孔式样时通过确保所述至少一个进给梁(209至211)的所述第二端部(209B;210B;211B)关于围岩的可操纵性来确定。



1. 一种用于生成用于在岩石中挖洞的钻孔式样的方法,所述钻孔式样确定要在岩石的面(603)中钻出的孔(x),对要钻出的所述孔(x)的确定是对要钻出的所述孔(x)的位置、方向和长度的确定,所述孔布置成由钻机(201)钻出,所述钻机(201)包括承载有钻孔机(206-208)的至少一个进给梁(209-211),所述至少一个进给梁(209-211)具有布置成在钻孔期间面向要钻孔的所述岩石的第一端部(209A;210A;211A)和与所述第一端部相反的第二端部(209B;210B;211B),所述方法的特征在于:

-生成包括具有可钻性的孔(x)的钻孔式样,所述孔(x)的可钻性在生成所述钻孔式样时通过确保所述至少一个进给梁(209-211)的所述第二端部(209B;210B;211B)关于围岩的可操纵性来确定。

2. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

-利用围绕所述第二端部(209B;210B;211B)的岩石的表示来确保所述至少一个进给梁(209-211)的所述第二端部(209B;210B;211B)关于围岩的可操纵性。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

-利用所述洞在所述洞的坐标系中的表示来确保所述至少一个进给梁(209-211)的所述第二端部(209B;210B;211B)关于围岩的可操纵性。

4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

-利用由先前轮次的钻孔的爆破造成的实际岩壁的表示来确保所述至少一个进给梁(209-211)的所述第二端部(209B;210B;211B)关于围岩的可操纵性。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述实际岩壁的表示由一个或更多个扫描仪生成。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

-利用所述洞的与要钻孔的所述面的表示相距下述距离处的横截面的表示来确保所述至少一个进给梁(209-211)的所述第二端部(209B;210B;211B)关于围岩的可操纵性:所述距离大致对应于所述进给梁的长度。

7. 根据权利要求6所述的方法,还包括:

-在所述洞的所述横截面在挖掘方向上变窄并且/或者所述洞的曲率改变时确定所述孔(x)的可钻性。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

-确定面轮廓(FC),所述面轮廓(FC)表示要钻孔的所述岩石面并构成所述洞在表示要钻孔的所述岩石面的平面(NP)中的横截面。

9. 根据权利要求8所述的方法,还包括:

-确定所述钻孔式样来作为用于所述面轮廓(FC)的第一部分(MC0)的第一钻孔式样以及用于所述面轮廓(FC)的与所述第一部分(MC0)不同的至少一个第二部分(MC1、MC2)的至少一个第二钻孔式样,所述第一钻孔式样的孔的最大孔长度比所述第二钻孔式样的孔的最大孔长度更长。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

-确定第一轮廓(LC),所述第一轮廓(LC)是所述洞的与所述面轮廓(FC)相距下述距离处的横截面的表示:所述距离大致对应于所述进给梁的长度;

-确定第二轮廓(BC0),所述第二轮廓(BC0)是所述洞的在钻孔方向上与所述面轮廓

(FC)相距一定距离处的横截面的表示;以及

-利用所述第一轮廓(LC)和所述第二轮廓(BC0)来确定要钻孔的所述岩石面的所述第一部分(MC0)和/或所述第二部分(MC1、MC2)。

11.根据权利要求10所述的方法,其中,所述第二轮廓(BC0)是所述洞的与所述面轮廓(FC)相距下述距离处的横截面的表示:所述距离大致对应于要钻出的所述孔的最大长度。

12.根据权利要求11所述的方法,还包括:

-利用所述第一轮廓(LC)与所述第二轮廓(BC0)之间的插值来确定的所述面轮廓(FC)的所述第一部分(MC0)和/或所述第二部分(MC1、MC2),所述第一部分(MC0)和/或所述第二部分(MC1、MC2)还由所述面轮廓(FC)界定。

13.根据权利要求12所述的方法,还包括:

-利用所述第一轮廓(LC)和/或所述第二轮廓(BC0)至所述面轮廓(FC)上的投影来确定所述面轮廓(FC)的所述第一部分(MC0)和/或所述第二部分(MC1、MC2)。

14.根据权利要求13所述的方法,还包括:

-基于所述面轮廓(FC)的未被所述第一部分(MC0)包含的剩余部分(DC)来确定所述面轮廓(FC)与所述第二轮廓(BC0)之间的至少一个中间轮廓(BC1、BC2),所述至少一个中间轮廓(BC1、BC2)中的每一者表示所述洞的与所述面轮廓(FC)相距不同距离处的横截面,其中,在生成所述剩余部分(DC)的钻孔式样时使用所述至少一个中间轮廓(BC1、BC2),并且其中,利用所述中间轮廓和所述第一轮廓(LC)来针对所述面轮廓(FC)的不同部分分别生成钻孔式样以用于所述中间轮廓(BC1、BC2)中的每一者。

15.根据权利要求9至14中的任一项所述的方法,还包括:

-当用于所述面轮廓(FC)的不同部分的钻孔式样的孔定位成彼此相距小于第一距离时,省去所述钻孔式样的至少一个钻孔式样的孔。

16.一种计算机程序,包括在由计算机执行所述程序时使所述计算机执行根据权利要求1至15中的任一项所述的方法的指令。

17.一种计算机可读介质,包括在由计算机执行时使所述计算机执行根据权利要求1至15中的任一项所述的方法的指令。

18.一种用于生成用于在岩石中挖洞的钻孔式样的系统,所述钻孔式样确定要在岩石的面(603)中钻出的孔(x),对要钻出的所述孔(x)的确定是对要钻出的所述孔(x)的位置、方向和长度的确定,所述孔布置成由钻机(201)钻出,所述钻机(201)包括承载有钻孔机(206-208)的至少一个进给梁(209-211),所述至少一个进给梁(209-211)具有布置成在钻孔期间面向要钻孔的所述岩石的第一端部(209A;210A;211A)和与所述第一端部相反的第二端部(209B;210B;211B),所述系统的特征在于,包括:

-用于生成包括具有可钻性的孔(x)的钻孔式样的装置;以及

-用于在生成所述钻孔式样时通过确保所述至少一个进给梁(209-211)的所述第二端部(209B;210B;211B)关于围岩的可操纵性来确定所述孔(x)的可钻性的装置。

19.一种凿岩钻机(201),包括根据权利要求18所述的系统。

用于生成钻孔式样的方法和系统以及凿岩钻机

技术领域

[0001] 本发明涉及岩石挖掘,并且具体地涉及用于在岩石挖掘期间生成钻孔式样的方法和系统。本发明还涉及凿岩钻机以及实施根据本发明的方法的计算机程序和计算机可读介质。

背景技术

[0002] 岩石挖掘、特别是地下岩石挖掘可以使用各种技术进行,其中,使用钻孔和爆破技术的挖掘是常用的方法。挖掘可以包括产生具有预定形状和地理位置的岩洞。例如,在产生隧道或其他类型的地下洞穴时可能就是这种情况。一般而言,使用钻孔和爆破的挖掘是以下述方式进行的:其中,按轮次进行钻孔,钻出一轮孔以随后装载炸药从而爆破岩石。在除去由爆破分离的岩石之后,钻出新一轮的孔以爆破要产生的洞的后续部分。重复这一过程,直到已完成期望的洞的挖掘为止。

[0003] 为了实现致使产生期望的洞的岩石挖掘,根据钻孔规划或钻孔式样钻出每一轮孔,钻孔规划或钻孔式样大致确定要钻出的孔的位置、方向、长度和可能的直径。钻孔式样的目的是产生具有与作为手头任务的创建的洞相对应的横截面形状和地理路线的洞。

[0004] 这种类型的洞可以具有各种设计。例如,洞可以设计成沿着大致直线具有大致相同的横截面外观。然而,在通常情况下,例如在洞横截面和曲率方面的洞特性可能沿着洞的长度变化。这可能需要针对要挖掘的洞的不同部分使用不同的钻孔式样。

[0005] 关于例如隧道以及其他类型的洞,这些洞通常与和期望的洞横截面和地理路线/延伸的一致性相关的高精度要求相关联。例如,可以使用比如混凝土衬砌的衬砌,其中,岩石的过度破碎导致衬砌的消耗增加并且通常还导致对岩层加固的需求的增加。另一方面,破碎不充分、破碎不足可能需要附加的钻孔和爆破以获得期望的洞。因此,为了达到期望的结果,精心设计的钻孔式样和随后根据钻孔式样的钻孔是必要的。

发明内容

[0006] 实现可以用于获得可以在按照预定的地理路线/延伸挖洞时减少多余岩石的岩石挖掘的钻孔式样将是有利的。

[0007] 根据本发明,提供了一种用于生成用于在岩石中挖洞的钻孔式样的方法,钻孔式样确定要在岩石的面中钻出的孔,对要钻出的孔的确定是对要钻出的孔的位置、方向和长度的确定,孔布置成由钻机钻出,钻机包括承载有钻孔机的至少一个进给梁,所述至少一个进给梁具有布置成在钻孔期间面向要钻孔的岩石的第一端部和与所述第一端部相反的第二端部。该方法包括:

[0008] -生成包括具有可钻性的孔的钻孔式样,所述孔的可钻性在生成所述钻孔式样时通过确保所述至少一个进给梁的所述第二端部关于围岩的可操纵性来确定。

[0009] 钻孔式样可以在开始挖洞之前生成。

[0010] 钻孔式样可以包括在生成钻孔式样之后要钻出的孔。

[0011] 钻孔机可以是能够沿着进给梁滑动的。

[0012] 如上面所提到的,在使用钻孔和爆破技术的岩石挖掘中所使用的钻孔式样是用以实现具有在很大程度上符合洞的规划路线的横截面和地理延伸的洞的重要因素。也被称为钻孔规划的钻孔式样限定了在要挖掘的岩石的岩石面中要钻出的孔的位置、定位以及孔的方向和长度。钻孔式样还可以确定要钻出的孔的直径,其中,例如要钻出的沿着轮廓——即洞廓形、外形或横截面——的周缘的孔相比于更靠近要挖掘的岩石部分的中心的孔可以具有不同的直径。在下文中使用“轮廓”表示洞的廓形/外形/横截面。

[0013] 钻孔式样基于要产生的洞的轮廓/廓形生成,并且通常需要连续多轮的钻孔和爆破来产生期望的洞、比如隧道。

[0014] 钻孔式样可以以如本领域技术人员已知的各种方式生成,并且本发明的实施方式可以与任何这样的方法组合使用。钻孔式样通常是例如在控制/规划中心中预先生成、即在洞的挖掘开始之前生成的,以便随后被下载至凿岩钻机以用于在挖掘中使用。

[0015] 岩石挖掘经常导致多余岩石被破坏,并且这通常也是由结构限制必然导致的,结构限制妨碍在挖掘中使用的钻机/钻孔机的最佳定位,这从而使得难以进行结果为在不破坏多余岩石的情况下进行挖掘的钻孔。在隧道挖掘期间形成的多余的洞通常经受例如随后的混凝土衬砌,其中,被破坏的多余岩石还导致例如在混凝土衬砌作业中对混凝土的额外消耗并且还可能产生爆破后所需的岩层加固的增加。钻孔式样总体上设计成减少被破坏的多余岩石的量,但是可能无法始终完全根据预定的钻孔式样进行钻孔。

[0016] 根据本发明的实施方式,钻孔式样是在先前轮次的钻孔和爆破之后生成的,并且在生成钻孔式样时,钻孔式样设计成包括具有可钻性——即孔能够由凿岩钻机钻出——的孔。孔的可钻性通过确保进给梁关于围岩的可操纵性来确定,从而确保围岩不妨碍钻孔所需的进给梁定位。具体地,为了使孔是可钻的,确保进给梁的后端部、即在钻孔期间背离岩石面的端部可以关于围岩操纵,从而确保孔实际上可以被钻出。

[0017] 以这种方式,可以生成一种钻孔式样,该钻孔式样确保钻孔式样的孔也是实际上可钻的,使得可以减少钻孔式样在进行一轮钻孔期间因孔无法钻出而进行的适应性改变,这从而可以降低由钻孔式样在进行钻孔期间的适应性改变而导致的岩石过度破碎和/或破碎不足的风险。

[0018] 根据本发明的实施方式,进给梁的第二端部关于围岩的可操纵性使用围绕所述第二端部的岩石的表示。例如,在使用洞在洞的坐标系中的表示来生成钻孔式样时可以确保进给梁的第二端部关于围岩的可操纵性。使用钻机在该坐标系中的位置,然后可以使用洞的表示来确定进给梁的可操纵性,其中,在洞的表示中洞轮廓外部的岩石代表围岩。

[0019] 根据本发明的实施方式,利用由先前的一轮或更多轮钻孔的爆破形成的实际岩壁表示来确保在生成钻孔式样时进给梁的第二端部关于围岩的可操纵性,其中,实际岩壁表示可以例如由例如位于钻机上的一个或多个扫描仪生成。以这种方式,可以确定进给梁关于实际挖掘的岩石的可操纵性,例如,在过度破碎的情况下,可以允许进一步的可操纵性,从而允许相比于根据预定的孔轮廓可能钻出的孔钻出更多/其他的孔。

[0020] 根据本发明的实施方式,利用洞的与要钻孔的面的表示相距下述距离处的横截面、轮廓的表示来确定进给梁的第二端部关于围岩的可操纵性:该距离大致对应于进给梁的长度。通常,进给梁的第二端部、即后端部将施加限制,并且以这种方式可以通过确定第

二端部相对于在其位置处主导的洞轮廓的可操纵性来确定可操纵性。也可以使用表示实际已挖掘的岩石的廓形。

[0021] 此外,除了考虑进给梁的第二(后)端部之外,在确定可钻性时还可以考虑进给梁的位于第一端部与第二端部之间的其他部分。例如,在岩石中存在沿着进给梁的长度的突出部的情况下,也可以相对于这样的突出部确定进给梁的可操纵性。

[0022] 凿岩钻机可以包括各自承载有钻孔机的多个进给梁,并且可以针对要钻出预期孔的特定进给梁执行确定。

[0023] 根据本发明的实施方式,进给梁的可操纵性在洞的横截面、轮廓在挖掘方向上变窄并且/或者洞的曲率改变时确定。通常在这些类型的情况下,在钻出未考虑到这种可操纵性的钻孔式样时,关于进给梁的可操纵性的限制可能具有最大的负面影响。

[0024] 根据本发明的实施方式,进给梁的可操纵性在洞的横截面、轮廓改变时确定,使得针对连续轮次的钻孔和爆破使用不同的钻孔式样。

[0025] 根据本发明的实施方式,进给梁的可操纵性在洞的挖掘已经进展到至少与进给梁的长度相对应的程度时确定。

[0026] 根据本发明的实施方式,在生成钻孔式样时确定用以表示要钻孔的岩石面的面轮廓,确定了构成洞在邻近要钻孔的岩石面的导航平面中的横截面的面轮廓。

[0027] 可以使钻孔式样确定为集合式钻孔式样,该集合式钻孔式样包括用于面轮廓的第一部分的第一钻孔式样以及用于面轮廓的与第一部分不同的至少一个第二部分的至少一个第二钻孔式样的确定。第一钻孔式样的孔的最大孔长度可以布置成比第二钻孔式样的孔的最大孔长度更长。

[0028] 可以使用第一轮廓和第二轮廓来确定面轮廓的第一部分,其中,第一轮廓是洞的与面轮廓相距下述距离处的横截面的表示:该距离大致对应于进给梁的长度,并且其中,第二轮廓是洞的与面轮廓相距下述距离处的横截面的表示:该距离大致对应于要钻出的孔的最大长度。

[0029] 根据本发明的实施方式,利用第一轮廓与第二轮廓之间在面轮廓的平面中的插值来确定面轮廓的第一部分,第一轮廓位于从面轮廓起的一个方向上,第二轮廓位于从面轮廓起的另一方向上。插值在面轮廓的平面中进行。面轮廓的该第一部分表示可以钻出具有由面轮廓与第二轮廓之间的距离确定的长度的孔的部分。例如,在该轮中要钻出的孔的最大长度。由于面轮廓限定了要钻出的最大表面,因此插值也可以由面轮廓界定,使得第一部分形成面轮廓的一部分并且不延伸到面轮廓之外,即使插值的结果在面轮廓之外也是如此。以这种方式、特别是由于第一轮廓的使用,可以确定面轮廓的局部/一部分,其中,可以确保钻孔式样的孔能够被钻成期望的例如完整长度,而没有进给梁在开始钻孔的情况下操纵施加限制。

[0030] 该方法可以被安排成在面轮廓的第一部分中的插值结果将不包括整个面轮廓的情况下使用。

[0031] 还可以利用第一轮廓和/或所述第二轮廓至面轮廓上的投影而不是利用插值来进一步确定第一部分。以这种方式,可以减少面轮廓的钻出具有完整长度的孔的部分,从而转而增加根据下文的钻出具有减小长度的孔的剩余部分。例如,当在其他情况下面轮廓的剩余部分变得不期望得小因此可能例如难以获得用于在剩余部分中要钻出的其他孔或期望

数量的孔的空间时,可以使用这种方法。

[0032] 关于面轮廓的将不钻出具有完整长度的孔的部分、即面轮廓的剩余部分,可以例如基于面轮廓的该部分的宽度和/或在该剩余部分上要钻出的孔的数量来确定面轮廓与所述第二轮廓之间的至少一个中间轮廓,所述至少一个中间轮廓中的每个中间轮廓表示洞的朝向第二轮廓与面轮廓相距不同距离处的横截面。然后在生成面轮廓的所述剩余部分的钻孔式样时使用这些至少一个中间轮廓,并且利用所述中间轮廓和所述第一轮廓——例如,如上所述使用插值和/或投影——来针对所述面轮廓的不同部位/部分分别生成钻孔式样以用于所述中间轮廓中的每个中间轮廓。因此,这些至少一个附加钻孔式样的孔相比于上面的面轮廓的第一部分的孔将具有较短的长度。与第一轮廓相结合的减小的孔长度确保了面轮廓的剩余部分也可以使用钻孔式样钻出,在该钻孔式样中仍然确保了进给梁的可操纵性。

[0033] 因此可以确定包含面轮廓的钻孔式样,其中,该钻孔式样是用于面轮廓的不同部位的钻孔式样的集合。此外,当用于所述面轮廓的不同部分的钻孔式样的孔定位成彼此相距小于第一距离从而被认为具有对要钻孔的岩石的交叠覆盖时,可以省去钻孔式样中的至少一个钻孔式样的孔。例如,具有就此情况而言最短的长度或最长的长度的孔可以布置成被省去。

[0034] 将理解的是,关于本发明的方法方面描述的实施方式也全部适用于本发明的系统方面。也就是说,系统可以配置成执行如上述实施方式中的任何实施方式中所限定的方法。此外,该方法可以是例如可以在凿岩钻机的一个或多个控制单元中实施的计算机实施的方法。

[0035] 在下面所阐述的示例性实施方式的详细描述和所附附图中指明了本发明的其他特征及其优点。

附图说明

[0036] 图1A至图1B示出了要挖掘的隧道的一部分的示例性表示;

[0037] 图2示出了可以在其中使用本发明的实施方式的凿岩设备的示例性实施方式;

[0038] 图3示出了根据本发明的实施方式的示例性方法;

[0039] 图4示出了用于减小发生岩石破碎不足的风险的示例性方法;

[0040] 图5示出了根据本发明实施方式的用于生产钻孔式样的另一示例性方法;

[0041] 图6示出了要挖掘的隧道的一部分的示例性表示,其包括在生成根据本发明的实施方式的钻孔式样时所使用的轮廓;

[0042] 图7示出了用于钻出完整长度的孔、形成要钻孔的岩石面的一部分的轮廓的确定;

[0043] 图8示出了用于相对于要钻孔的岩石面所钻出完整长度的孔的轮廓的横截面外观;

[0044] 图9示出了用于相对于要钻孔的岩石面所钻出具有减小长度的孔的轮廓的横截面外观;

[0045] 图10示出了用于确定用于钻出具有减小长度的孔的轮廓的方法,该轮廓形成要钻孔的岩石面的一部分;

[0046] 图11示出了根据本发明实施方式要从面轮廓朝向底部轮廓钻出的孔;

[0047] 图12示出了用于增大轮廓的相对于要钻孔的岩石面钻出具有减小长度的孔的横截面外观的方法。

具体实施方式

[0048] 在下文中将参照关于隧道挖掘的示例来例示本发明的实施方式。图1A至图1B示出了要在岩石中挖掘的隧道的一段示例性表示。隧道可以是用于任何适当用途的任何类型的隧道并且例如包括形成矿井的一部分的隧道或者用于公路或铁路运输的隧道。

[0049] 根据该示例,隧道由隧道线TL表示,隧道线TL基本上由可以互相连接的点 TL_{n-3} 、 TL_{n-2} …… TL_{n+2} 限定。因此,隧道在纵向方向上的延伸、路线可以通过互相连接隧道线点来获得。要挖掘的隧道的所公开的部段表示隧道的关于进入隧道中的n个隧道线点的部段。隧道线点定义在挖掘中所使用的3D坐标系、例如全局坐标系或关于挖掘区域的局部坐标系中,使得可以根据预先规划的隧道路线挖掘出期望的隧道。

[0050] 可以在隧道的表示中使用任何适当数量的隧道线点,其中,数量例如可以取决于要挖掘的隧道的长度,并且可以例如根据曲率使用隧道线点之间恒定或变化的任何适当的距离。例如,隧道线点之间的距离可以表示要在一轮期间钻出以用于后续爆破的最长孔的长度。要钻出的孔的长度可以例如对应于钻孔机可以沿着进给梁滑动的长度,并且例如大约为0米至10米。

[0051] 为了获得隧道路线的3D表示、例如,可以在下面示出的隧道轮廓或隧道廓形中针对每个隧道线点例如在垂直于隧道线TL的平面中定义期望隧道横截面的表示。不同隧道线点的隧道轮廓可以定义在同一平面中,但也可以定义在不同的非平行平面中。在图1B中公开了隧道轮廓101的示例,图1B例示了隧道线点 TL_n 的隧道轮廓101,并且图1B还指示了相关联的隧道线点 TL_n 相对于隧道轮廓101的位置。为简单起见,隧道线点 TL_n 被示出为大致位于图1B的隧道轮廓101的中心,但是隧道线点 TL_n 可以任意地定位在隧道轮廓101上或者原则上位于隧道轮廓101的平面上的任意位置,只要限定隧道线点与隧道轮廓之间的关系即可。例如从实际挖掘期间的导航角度来看,将期望隧道轮廓定位成包围相关联的隧道线点可能是有利的。

[0052] 互相连接的隧道线点与可以在形状上从一个隧道线点至另一个隧道线点变化的相关联的隧道轮廓一起可以用于通过插值来形成表示隧道的3D体积,并且插值在坐标系中定义以允许在期望位置处进行挖掘。因此,隧道由沿着表示要挖掘的洞的期望延伸的隧道线TL分布的隧道轮廓表示。在隧道轮廓从一个隧道线点至另一个隧道线点不同的情况下,例如,也可以以直接的方式使用插值来获得在所定义的隧道线点之间的任何点处的隧道横截面。在隧道轮廓定义在同一平面中的情况下可以使用2D插值,而在其他情况下可以使用3D插值来确定任何期望平面中的中间隧道轮廓。

[0053] 这种类型的隧道/洞挖掘通常涉及生成用于在岩石面中钻出一组或一轮钻孔以用于后续爆破的钻孔规划——在下文中指钻孔式样。钻孔式样例如在隧道的坐标系中限定了要钻出的孔,并且可以限定每个孔的位置、长度和方向。也可以钻出具有不同直径的孔,并且因此孔直径也可以由钻孔式样限定。在进行一轮钻孔之后,钻出的孔充填有爆炸性材料,该爆炸性材料在钻出并充填钻孔式样的孔之后被引爆。

[0054] 在爆炸之后,如有需要,则破碎的岩石被取走并随后剥落,即清理并疏松由爆破产

生的裂开和/或部分松散的岩石,进行新一轮钻孔和爆破以推进隧道挖掘。然后重复这一过程,直到已经挖掘出期望的隧道/洞的完整体积为止。在生成要钻孔的轮次的钻孔式样时,目标总体上为将钻孔式样设计成使得钻孔后由钻孔之后的爆破形成的洞产生具有至少清理了由期望的洞的3D表示包含的岩石的空间延伸部的洞,比如由隧道线点和相关联的轮廓的插值限定的洞。实际上,除了使形成期望的洞的岩石破碎之外,通常还挖掘多余的岩石。这是由于难以根据期望的洞边界精确地使岩石破碎。然而,通常要求期望的洞也被完全挖掘,即从岩石中清除出隧道的任何给定点的完整横截面,并且为了确保至少实现这一点,通常使多余的岩石破碎以确保不发生破碎不足。钻孔式样可以设计成尝试尽可能减少多余的岩石的破碎同时仍然确保至少挖掘出期望的洞。

[0055] 图2示出了可以例如在隧道挖掘中使用的示例性可移动凿岩钻机201。凿岩钻机201是地下钻机并且被示出为处于下述位置:该位置用于在隧道挖掘期间例如沿着图1A的隧道线TL在岩石面202中钻出一轮孔。

[0056] 如图2中可以看到,根据所公开示例的凿岩钻机201设置有三个臂架203至205,三个臂架203至205中的每个臂架借助于进给梁209至211承载钻孔机206至208。因此,所公开的凿岩钻机201可以一次钻出多达三个孔。所公开类型的钻机本身是已知的。钻孔机206至208在该示例中是液压驱动的并且由一个或多个液压泵212供应动力,所述一个或多个液压泵212又由一个或多个电动马达和/或内燃式发动机213同样以本身已知的方式驱动。钻孔过程可以由操作员从驾驶室215控制。

[0057] 钻机201还包括控制系统,该控制系统包括至少一个控制单元214,控制单元214例如通过适当控制各种致动器/马达/泵等来控制钻机201的各种功能。所公开类型的钻机可以包括多于一个控制单元,其中,每个控制单元可以分别设置成负责钻机的不同功能。

[0058] 钻机201设置成随着挖掘进行而重新定位并且根据本示例包括用于允许钻机可移动性的轮216、217。可以替代性地使用履带式驱动器或其他合适的装置以允许钻机201的操纵。

[0059] 因此,图2公开了一种钻机,该钻机在先前的爆破和破碎岩石清理之后已经在挖掘方向上、即沿着隧道线TL朝向由先前的爆破产生的岩石面202向前移动,并且钻机201已经定位成用于后续轮次的钻孔以用于对要挖掘的隧道/洞的下一部段进行爆破。为了根据预定的隧道路线正确地挖掘岩石,必须确定凿岩钻机201在主坐标系中的确切位置。这可以通过各种方式实现,例如,通过将进给梁中的一个进给梁、例如进给梁211对准至经纬仪(未示出)的激光束来实现,其中,经纬仪的位置又通过使用固定点确立。

[0060] 以附图标记201示出的钻机总体上包括局部钻机坐标系,并且通过使用钻机坐标系,钻机的位置可以使用进给梁在钻机坐标系中的位置和进给梁在隧道的坐标系中确定的位置来确定。除了确定进给梁与经纬仪的激光束对准之外,还必须确定进给梁沿着激光束的位置。这可以例如通过直接测量或以任何其他方式来执行。例如,从开始挖掘到目前为止已经挖掘的隧道的长度、即隧道的经钻孔和爆破的长度可以例如被标记在隧道壁上以便于钻机的定位。如所实现的,可以使用在要钻孔的隧道的坐标系中定位钻机的任何其他适当的方法。根据本发明的实施方式,钻机设置有固定点,固定点可以用于使用例如经纬仪来定位钻机,并且其中,钻机固定点也定义在钻机的坐标系中,使得从而例如可以在隧道的坐标系中确定进给梁的位置。

[0061] 如前面所提及的,在开始对岩石面202进行钻孔之前,生成钻孔式样,并且图3示出了用于在爆破当前岩石面202之前生成要钻孔的钻孔式样的高度示意性流程图。在岩石面上要钻出的孔的位置由“x”标记示意性地示出,其中,这些位置由钻孔式样确定。要使用的钻孔式样通常在隧道挖掘开始之前例如在规划中心中确定,在规划中心中将孔规划成使得后续爆破尽可能接近地对应于要挖掘的期望的洞。从挖掘的角度来看,生成例如关于被破碎的多余岩石最佳的钻孔式样可能是困难的、特别是在挖掘正在进行中并且挖掘已经沿着隧道线进行到下述位置:该位置不对应于与在规划阶段计划执行钻孔的位置。根据本发明,提供了一种用于生成钻孔式样的方法,该方法在生成钻孔式样时考虑了其他因素以尝试减少在挖掘期间被破碎的多余岩石的量。

[0062] 这借助于根据图3的方法300来实现,方法300通过确定是否要生成钻孔式样在步骤301中开始。这可以例如由钻机201的操作者例如通过对钻机控制系统的适当输入或通过任何其他适当的方式开始。该方法在要生成钻孔式样时继续至步骤302,否则该方法保留在步骤301中。在步骤302中,例如通过根据上文使用钻机的坐标系结合钻机在隧道的坐标系中的位置以定位钻机来确定要钻孔的岩石面的位置的表示,其中,岩石面的表示可以以用于隧道挖掘的坐标系的坐标来表示。岩石面通常由导航平面表示,该导航平面可以布置成相对于岩石面以任何常规方式定位,例如如下面参照图5至图12所论述的那样。

[0063] 当已经确定岩石面202在隧道的坐标系中的位置时,还可以例如通过使用采用最靠近岩石面202的隧道线点或多个隧道线点的隧道轮廓的插值来确定要钻孔的隧道部段的期望轮廓/廓形和纵向路线。

[0064] 在步骤303中,基于将要钻孔的隧道部段的预定轮廓和路线来生成钻孔式样。钻孔式样可以基本上根据用于生成钻孔式样的各种已知技术中的任何技术生成,但是根据本发明的实施方式,在生成钻孔式样时另外还考虑了其他方面。

[0065] 通常,当生成钻孔式样时,要靠近岩石表面的周缘钻出的孔受到关于可能的孔方向的限制。这是由于钻孔机/进给梁的固有直径/尺寸。也就是说,不可能精确地沿着轮廓外形钻孔,而是将必须相对于期望方向略微向外地进行钻孔,以在本轮爆破之后钻出下一轮孔时为钻孔机/进给梁腾出空间。这本身是已知的,并且一般原理在图4中示出,在图4中,其中,要钻孔的隧道的期望宽度以 a 表示,其中,实际钻孔被表示为锯齿形式401,其中,距离 b 基本上由钻孔机/进给梁的尺寸控制,并且其中,距离 b 确保可以在后续轮次中保持隧道的宽度。也就是说,如果在一轮中使距离 b 变小,则这可能使得在下一轮中钻孔变得困难,使得钻孔例如将因空间限制而被更向外引导。图4仅示出了一般原理,并且向外的角度 c 可以以总体上尝试限制岩石的过度破碎的任何适当方式确定,其中,向外的角度 c 可以从一轮至另一轮变化。

[0066] 然而,根据本发明的实施方式,除了图4的限制之外的其他参数被考虑在内。因此,当以图3中的步骤303生成钻孔式样时,在生成钻孔式样时还考虑了由隧道的已挖掘部分施加的关于进给梁209至211的后端部209B、210B、211B的可操纵性的限制。隧道的已挖掘部分的隧道壁将对钻机的进给梁的可能操纵施加限制,使得从挖掘角度看将期望钻出的例如用以减少被挖掘的多余岩石的量的孔实际上可能由于进给梁空间限制而无法钻出,这可能致使进给梁的为了根据所确定的钻孔式样来钻孔的所需操纵无法进行。例如,当要钻出的洞变窄时以及/或者当洞不沿直线时,情况可能是这样。

[0067] 当生成钻孔式样时,可以检查期望钻出的孔,一旦已经确定了要钻出的孔,或者在生成完整的钻孔式样——其中,发现孔从可钻性的角度看是不合适的——之后,则可以重新确定关于可操纵性的步骤304。这可能导致例如孔被具有另一方向并且可能具有不同的孔长度的孔所替代。可以执行迭代,直到在步骤304中所有孔都被认为是可钻出的为止,在这种情况下该方法在步骤305中结束。然后可以根据所确定的钻孔式样对岩石面进行钻孔。

[0068] 因此,根据本发明的实施方式,可以生成下述钻孔式样:该钻孔式样也将是可钻孔的,并且该钻孔式样可以不因未被考虑到的围岩而经受操纵困难。以这种方式,可以确保岩石被挖掘到足以提供期望的洞的程度,同时可以通过创建将在岩石面的位置处主导的关于进给梁的可操纵性的实际条件考虑在内的钻孔式样来减少多余岩石的破碎,从而创建可以致使被挖掘的多余岩石比其他可能情况更少的钻孔式样。根据本发明的实施方式,所公开的方法在轮廓变化、特别是变窄并且/或者隧道弯曲或隧道的曲率变化的部段中可能是最有益的。

[0069] 根据本发明的实施方式,隧道在隧道坐标系中的例如根据上文如由隧道线TL和相关联的轮廓确定的表示用于在生成钻孔式样时确定进给梁的可能的可操纵性并因此确定孔的可钻性。也就是说,可以利用假设已经挖掘到要钻孔的面的洞,其中,可以例如使用根据上文的插值来获得假设的洞的3D表示。

[0070] 根据本发明的实施方式,在确定孔的可钻性时,隧道的已挖掘部分的与要钻孔的面相距大致对应于进给梁长度的距离的轮廓可以用于确定关于进给梁的背离钻孔方向的端部的可操纵性的限制。

[0071] 根据本发明的实施方式,替代地使用实际岩壁来确定钻孔式样的孔的可钻性。这可以例如通过随着挖掘进程扫描岩壁来实现。由于经常存在岩石的过度破碎,这可以进一步提供进给梁操纵可能性,使得使用洞的理论延伸可能被认为是不可钻出的孔可能实际上仍然是可钻出的。

[0072] 此外,本发明的实施方式涉及用于生成钻孔式样的具体方法,该方法将关于进给梁的可操纵性的限制考虑在内。

[0073] 因此,在下文中,将例示图5的根据本发明的实施方式的用于生成钻孔式样的创造性方法500。将进一步参照图6至图12来例示该方法。

[0074] 在图6中示出了与图1A的隧道线类似的隧道线TL,但是此外在图6中还示出了隧道的从上方看到的期望外形601。此外,示出了隧道的已挖掘部分的实际岩壁602,包括随着挖掘进行将要钻孔的岩石面603。如上面已经论述的,隧道线点定义在挖掘中所使用的坐标系中,并且在本示例中,钻孔已经到达 TL_n 与 TL_{n+1} 之间的点。即使在隧道挖掘开始之前可能有在连续的隧道点处进行连续轮次的钻孔的意图,但是钻孔可能无法根据预先规划的钻孔式样精确地进行,在预先规划的钻孔式样中可以预期每轮钻孔和爆破都到达隧道线TL的下一个隧道线点。例如,爆破可能无法破碎出孔的完整长度并且/或者可能例如由于较为多孔的岩石而使岩石的较大部分破碎。然而,根据本发明的实施方式,仅在一旦已经确定要钻孔的岩石面的位置的情况下建立用于下一轮的钻孔式样,并且该钻孔式样独立于与隧道线点相关的当前进度。

[0075] 图5中的示例性方法在步骤501中开始,在步骤501中,与图3的方法类似,确定是否要确定钻孔式样。在这种情况下,该方法继续到步骤502,在步骤502中确定要钻孔的当前岩

石面的面轮廓FC。面轮廓FC是针对平面确定的,此处该平面在通常情况下表示导航平面NP,根据该平面确定要钻出的孔的长度、方向等。如从图6可以看到的,由先前爆破得到的岩石面603是不均匀的并且可以显著地变化。可以确定导航平面NP,使得导航平面NP基本上或完全地不包含要钻孔的岩石面603,但是导航平面NP也可以布置成与要钻孔的岩石面603部分地或完全地相交。

[0076] 可以以各种方式限定导航平面NP,并且根据本示例,导航平面NP被限定成使得其与表示该轮要钻孔的预期钻孔方向的线、即虚线605垂直。如本示例中的那样,预期钻孔方向可以与隧道线TL在隧道线TL与导航平面NP相交的点处的方向不同。例如,钻孔方向可以由在隧道线TL与导航平面NP相交的点处与隧道线TL相交的线605确定,并且其中,线605也在与导航平面NP相距一定合适距离处的点604与隧道线TL相交。从导航平面NP至点604的距离可以对应于或大致对应于在生成钻孔式样的轮次中要钻出的最长孔长度。从导航平面NP至点604的距离也可以是大于或小于在该轮中要钻出的最长孔长度的任何其他合适距离。例如,该距离可以在需要改变钻孔方向的情况下例如由操作者根据预设值来设定或改变,并且在这种情况下,导航平面可以自动调整为例如垂直于钻孔方向。在本示例中,导航平面NP因此被确定成使得线605垂直于导航平面NP。因此,导航平面NP独立于要钻孔的岩石面603的总体外观而限定,并且导航平面NP例如不需要平行于该岩石面603,而是可以相对于实际岩石面大幅度地成角度。

[0077] 导航平面NP也可以独立于钻孔方向而限定并且基本上可以相对于例如隧道线TL和/或钻孔方向605和/或岩石面具有任何合适的角度。在本领域中存在用于确定导航平面NP的各种方法,并且可以使用任何这样的方法。例如,导航平面NP可以布置成例如由钻机的操作者和/或参与钻孔式样的生成的其他人员确定。此外,预期钻孔方向可以根据任何合适的标准来定义并且可以具有任何合适的方向,并且因此不需要根据本文中所描述的使用隧道线点的示例来定义。

[0078] 面轮廓FC在导航平面NP中确定,在导航平面NP中,面轮廓FC可以根据这些隧道轮廓是否在同一平面中而通过如上所述的使用 TL_n 和 TL_{n+1} 的隧道轮廓的2D或3D插值来确定,以获得导航平面NP中的面轮廓。相邻隧道线点的隧道线轮廓可以在形状上从一个隧道线点至另一个隧道线点不同——例如,在隧道变窄或以其他方式改变形状的情况下——并且可以例如通过比如本示例中的曲率变化而在不同的平面中定义,在本示例中,隧道线点 TL_n 和 TL_{n+1} 的隧道线轮廓相对于导航平面NP也处于不同的平面中。因此导航平面NP不需要并且根据本示例不是在交叉点处与隧道线垂直的,并且因此,即使相邻隧道线点 TL_n 和 TL_{n+1} 的隧道轮廓相同,面轮廓FC也与隧道线轮廓不同。当用于生成钻孔式样的条件从一轮至另一轮不同时、特别是当隧道变窄并且/或者隧道弯曲或隧道的曲率改变时,示例性方法可能是最有利的。

[0079] 该方法然后继续到步骤503,在步骤503中,以与上述类似的方式确定底部轮廓BC0。底部轮廓BC0在底部平面BP中确定,底部平面BP是与面轮廓FC相距一定距离的平面。底部平面可以被限定成位于与面轮廓FC相距例如由上述线605限定的距离处,并且因此位于与面轮廓FC相距例如对应于或大致对应于在生成钻孔规划的轮次中要钻出的孔的最长长度的距离处。底部平面BP也可以布置成位于与面轮廓FC相距任何其他更大或更小的距离处。底部平面BP的位置也可以布置成由钻机的操作者在需要例如延长或减小面轮廓/导航

平面与底部平面BP之间的距离的情况下例如通过改变面轮廓与底部平面之间的预定距离来调节。因此,面轮廓与底部平面之间的距离可以超过要钻出的最长孔长度。此外,在平面相对于彼此成角度的情况下,即使例如沿着隧道线的距离等于要钻出的最长孔长度,平面之间的距离将根据在平面上进行测量的位置而变化,并且因此该距离可以大于也可以小于要钻出的最长孔长度。底部平面BP和因此的底部轮廓BC0可以布置成在与隧道线T的相交位置、即本示例中的点604处垂直于隧道线T。底部平面BP可以替代性地布置成垂直于线605并因此平行于导航平面NP。底部平面也可以以任何其他适当的方式限定。底部轮廓BC0可以使用在这种情况下使用隧道线点TLn+1、TLn+2的2D或3D插值来确定。

[0080] 在步骤504中,建立另一轮廓、即限制轮廓LC。限制轮廓LC也使用相邻的隧道线轮廓TLn-2、TLn-1以与上文类似的方式在与面轮廓FC相距一定距离处并且在从面轮廓FC起与钻孔方向相反的方向上插值而成。面轮廓FC与限制轮廓LC之间的距离可以例如被选择为等于钻机的进给梁的长度。根据上文,限制轮廓LC用于将隧道的已挖掘部分的围岩考虑在内,以在确定钻孔式样时确定孔的可钻性,从而将进给梁的可操纵性考虑在内。

[0081] 如上所述可以使用隧道线轮廓来对限制轮廓LC进行插值,但是如果隧道的已钻孔部分的实际岩壁的扫描表示可用,则可以替代地使用扫描表示来在确定孔是否可钻时提高精度。此外,可以将限制轮廓LC选择成使得其法向矢量与导航方向一致,并且因此限制轮廓LC平行于面轮廓FC。

[0082] 根据用于在钻机的当前位置处生成钻孔式样的本示例性方法,通过针对面轮廓FC的不同部分生成单独的钻孔式样来形成包含要钻孔的面轮廓FC的钻孔式样。因此,在步骤505中,生成第一最大轮廓MC0。该最大轮廓MC0表示面轮廓FC的最大可能部分,在该最大可能部分中,可以在隧道挖掘期间钻出具有钻出的最大长度的孔,同时确保进给梁的可操纵性。最大轮廓MC0布置成处于导航平面NP中,即与面轮廓FC处于同一平面中。由于面轮廓FC是要钻孔的最大表面,因此最大轮廓MC0的边界由面轮廓FC的周缘限制,但是MC0还通过使用限制轮廓LC和底部轮廓BC0在面轮廓FC的平面中的3D插值来界定。这在图7中示出由虚线插值线701和702示出。也由面轮廓FC界定的所得轮廓MC0被示出为图8的阴影线区域,因此,图8示出了面轮廓FC和所确定的MC0。因此,区域MC0表示面轮廓FC的在进行下一轮钻孔时可以钻出有完整长度的孔的部分。由插值产生的位于面轮廓FC外部的区域、即阴影线区域801因该区域将不进行钻孔而被忽略。

[0083] 当已经根据上述确定了最大轮廓MC0时,针对该最大轮廓MC0生成钻孔式样,即步骤506,该钻孔式样因此构成了要从面轮廓FC至底部轮廓BC0钻出的孔的钻孔式样。在根据下文的所有轮廓已建立之前可以替代性地不生成用于最大轮廓MC0的钻孔式样。也就是说,首先建立各个轮廓,然后针对面轮廓的各个部分生成钻孔式样。最大轮廓MC0的钻孔式样可以根据用于生成对朝向底部轮廓的轮廓进行钻孔的钻孔式样的任何适当方法来生成,其中,各种方法在本领域中是已知的。由于最大轮廓MC0不包含整个面轮廓FC,因此最大轮廓MC0的钻孔式样将不表示在要钻孔的轮次期间要钻孔并爆破的总体积。必须添加附加的钻孔以钻出完整的体积。因此,面轮廓的剩余部分、即在图9中被示出为带阴影线并且表示为DC的、图8的非阴影线部分仍然要被钻孔,但是可能因进给梁的可操纵性限制而无法采用完整长度的孔,但是对于面轮廓的这部分可以使用长度小于要钻孔的轮次的孔的最大长度的孔。

[0084] 因此,在步骤507中,确定了构成面轮廓FC与最大轮廓MC0之间的差的差异表面、即轮廓DC。关于该表面,在钻出所生成的最大轮廓MC0的钻孔式样时将生成其中孔要钻出比已钻出的孔更短的长度的钻孔式样。

[0085] 因此确定了要在差异轮廓DC上钻出的孔的排数。这可以例如使用在生成钻孔式样时要使用的关于孔之间的距离的规则来确立,其中,该距离可以例如取决于要钻孔的岩石的性质、要钻出的孔的直径、将要在本轮中挖掘的岩石段的长度等,如本身已知的那样。然而,这种关于孔的确定通常已经被执行并且因此不是本发明的一部分。因此,在例如在确立适用的孔距离的同时还可以确定在差异轮廓DC中要钻出的孔的排数。

[0086] 然后,使用所确定的要钻出的孔的排数和/或替代性的差异轮廓DC的宽度来确立要在面轮廓FC与原始底部轮廓BC0之间使用的中间底部轮廓BC1……BCn的数目n,即步骤507。例如,可以针对例如要在差异轮廓DC中钻出的每排竖向排或水平排的孔生成一个底部轮廓。中间底部轮廓BC1……BCn可以以与上面的BC0相同的方式生成,即通过使用相邻隧道线点的隧道轮廓的插值来生成。关于底部轮廓BC1……BCn的位置,这些底部轮廓可以布置成在面轮廓FC与底部轮廓BC0之间均匀地间隔开。也就是说,例如,如果仅要生成一个附加钻孔式样,则附加底部轮廓BC1可以布置成定位在从面轮廓FC至底部轮廓BC0的一半距离处。至附加底部轮廓/平面的距离也可以以任何其他适当的方式确定,例如,根据要钻出的洞的曲率确定。

[0087] 根据本示例,生成了在面轮廓FC与底部轮廓BC0之间均匀地间隔开的两个附加底部轮廓BC1、BC2。这在图10中示出,在图10中示出了两个中间平面BC1、BC2。也可以使用除了轮廓之间相等距离之外的其他分布。然后可以针对每个附加底部轮廓BC1……BCn生成钻孔式样,即步骤508,其中,可以使用上述原理、通过分别对附加底部轮廓BC1……BC2和限制轮廓LC在面轮廓的平面中进行插值来生成附加钻孔式样,并且附加钻孔式样由面轮廓FC进一步界定。这在图10中由在插值中使用的线1001、1002示出,并且要钻到由BC1界定的孔深度的部分在图9中被示意性地表示为DC的MC1部分,并且要钻到由BC2界定的孔深度的部分在图9中被示意性地表示为DC的MC2部分。面轮廓FC的已经生成钻孔式样的部分、例如MC0被忽略。如上面所提及的,可以在已确定部分MC1、MC2之后生成用于MC0的钻孔式样。因此,当生成用于BC1的钻孔式样时,根据本示例,这将使得一排或更多其他排的要钻出的孔基本上具有对应于面轮廓FC与中间底部轮廓BC1之间的距离的长度。再一次地,关于面轮廓FC的已经生成钻孔式样的部分的孔被忽略。此外,与例如用于最大轮廓MC0的已规划的孔太靠近的孔也可以被忽略,原因在于已规划的孔通常将是具有较长长度的孔。替代性地,可以替代地从MC0的钻孔式样中省去这样的孔。

[0088] 当已经生成用于第一中间底部轮廓BC1的钻孔式样时,以类似的方式针对第二中间底部轮廓BC2生成钻孔式样,这在该示例中将使得一排或更多其他排的要钻出的孔基本上具有对应于面轮廓FC与第二中间底部轮廓BC2之间的距离的长度,即具有更短长度的孔。除了与面轮廓FC的已经关于底部轮廓BC0生成钻孔式样的部分有关的孔之外,用于第一中间底部轮廓BC1的钻孔式样的孔也被忽略,并且如上所述的太靠近已规划的孔的孔也被忽略。

[0089] 因此,当已经针对底部轮廓BC和中间轮廓BC1、BC2生成钻孔式样时,已经生成了覆盖整个面轮廓FC的集合式钻孔式样,并且图11通过分别从面轮廓FC向底部轮廓延伸的实线

示意性地示出了要钻出的孔。则该集合式钻孔式样可以一次钻出一个钻孔式样或者被用作单独的集合式钻孔式样,即步骤509,其中,可以以任何顺序钻孔,而不是一次仅钻出一个钻孔式样。然后该方法在步骤510中结束。

[0090] 关于不同底部轮廓的钻孔式样也可以仍然针对相同的区域以任何其他顺序生成,但是如果认为例如减少多余岩石是有利的,则可以在边界区域中保持较短的孔而不是较长的孔。此外,可以在确定实际钻孔式样之前确定不同的部分MC0、MC1等。

[0091] 此外,根据本发明的实施方式,可以扩大面轮廓FC的未被最大轮廓MC0覆盖的区域,即可以减小MC0的区域。这可以例如为了在差异轮廓被确定成太小例如太窄的情况下为一排或更多其他排的孔腾出空间。这样的参数可以在控制系统中预先设定。

[0092] 差异区域的扩大可以通过减小最大轮廓MC0的尺寸来实现。例如,可以将限制轮廓LC投影至导航平面中的面轮廓FC,而不是利用插值,从而进一步限制最大轮廓MC0的尺寸。这在图7中由虚线710例示,这因此使得最大轮廓MC0变小,从而增大了要使用较短的孔长度来钻孔的区域。

[0093] 投影可以与根据上文的插值组合使用,但是也可以使用投影代替插值。也就是说,例如,在最大轮廓MC0/差异轮廓的建立中可以仅使用限制轮廓LC或底部轮廓BC0。因此,根据本发明的实施方式,在图5的方法中仅确定底部轮廓BC0或限制轮廓LC。

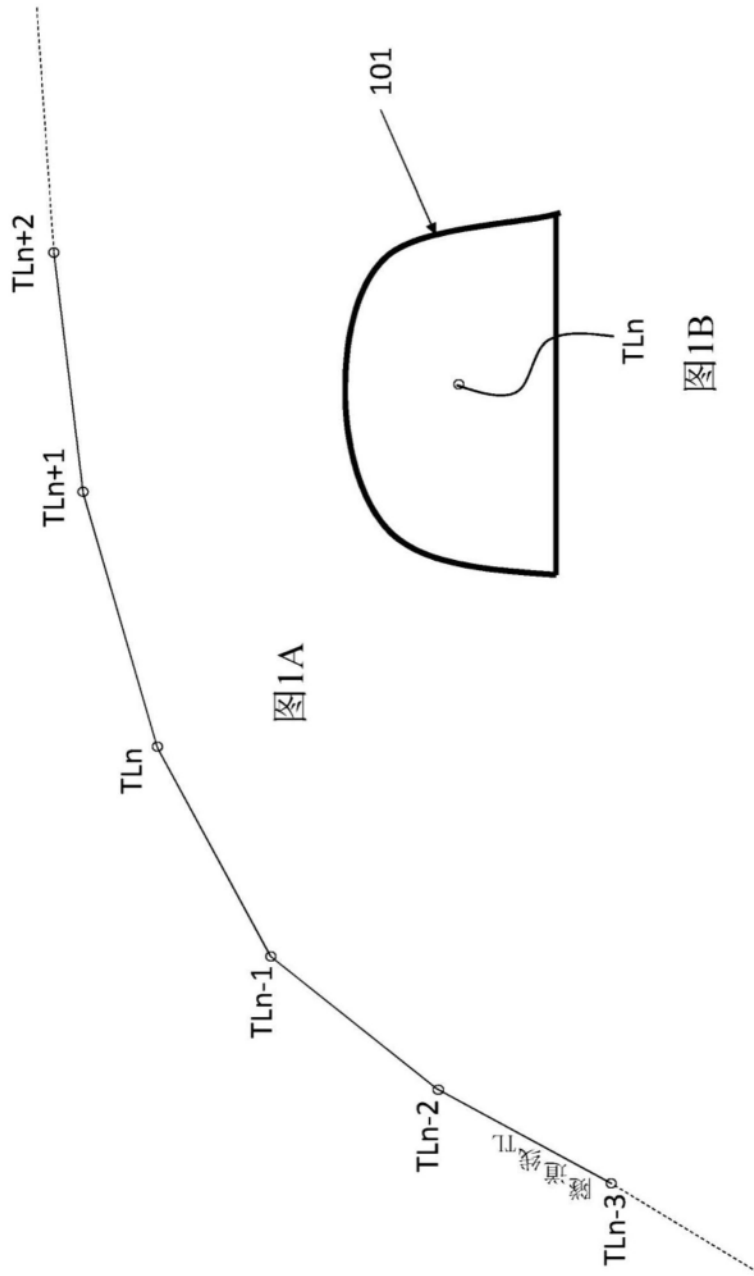
[0094] 根据以上示例,底部轮廓BC0至面轮廓FC上的投影可能不施加任何实质差异。然而,根据其他情况,比方说例如图12中所示的那种情况,可能适合使用底部轮廓BC0至面轮廓FC上的投影。

[0095] 图12示出了隧道变窄、即隧道/洞从较宽部段过渡至较窄部段的情况。线1201例示了根据上文的插值,该插值导致最大轮廓MC0具有对应于线1203的宽度。根据图12中所公开的示例,可以通过将底部轮廓BC0投影到面轮廓FC上而不是利用插值来减小最大轮廓MC0。

[0096] 这由线1202示出,线1202表示底部轮廓BC0到面轮廓FC上的投影并且导致最大轮廓MC0具有由图中的线1204指示出的较小宽度。这反过来增大了面轮廓FC的要钻出具有减小长度的孔的部分,差异轮廓的增大、即最大轮廓MC0的减小由线1205指示出。

[0097] 最后,为了简单起见,底部轮廓BC0、BC1、BC2已经被示出为至少基本上平坦的表面。不必是这种情况,而是底部轮廓中的任何轮廓或全部轮廓可以采用任何期望的形状。

[0098] 此外,上面已经描述了用于生成钻孔式样的方法,该方法由存在于将要对岩石面进行钻孔的位置处的钻机执行。根据本发明的实施方式,钻孔式样的生成可以由计算机例如在规划中心中执行,在规划中心中,例如可以针对要钻孔的洞的任何位置生成钻孔式样,使得人员例如可以评估所生成的钻孔式样并调整要在钻孔式样的生成中使用的输入参数。



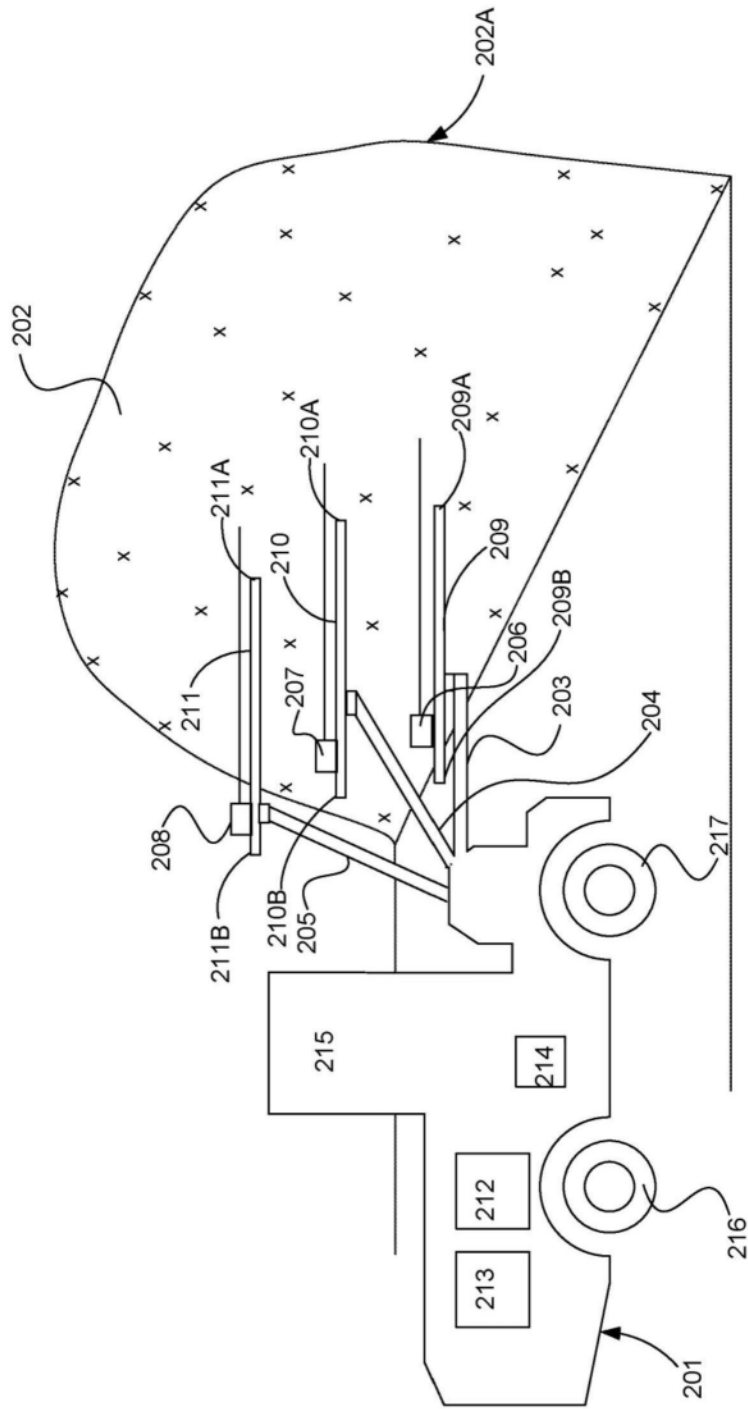


图2

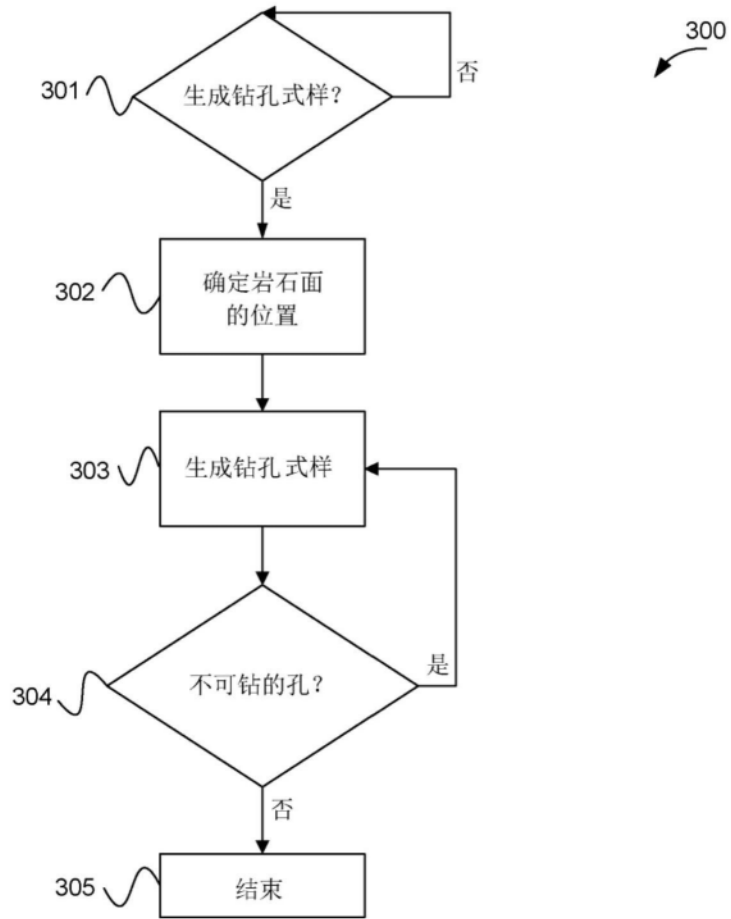


图3

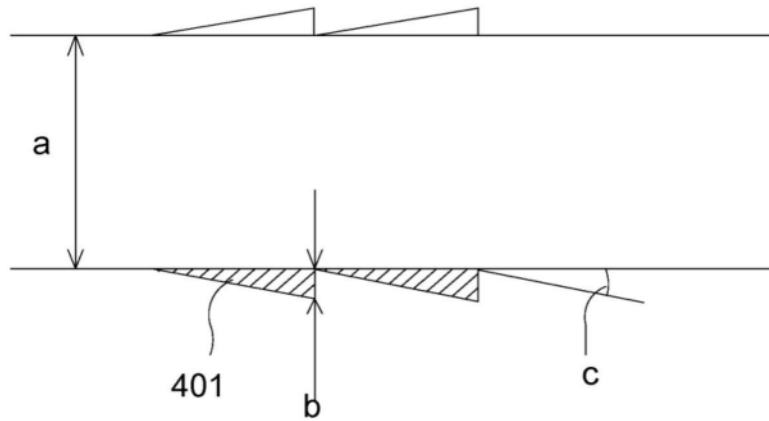


图4

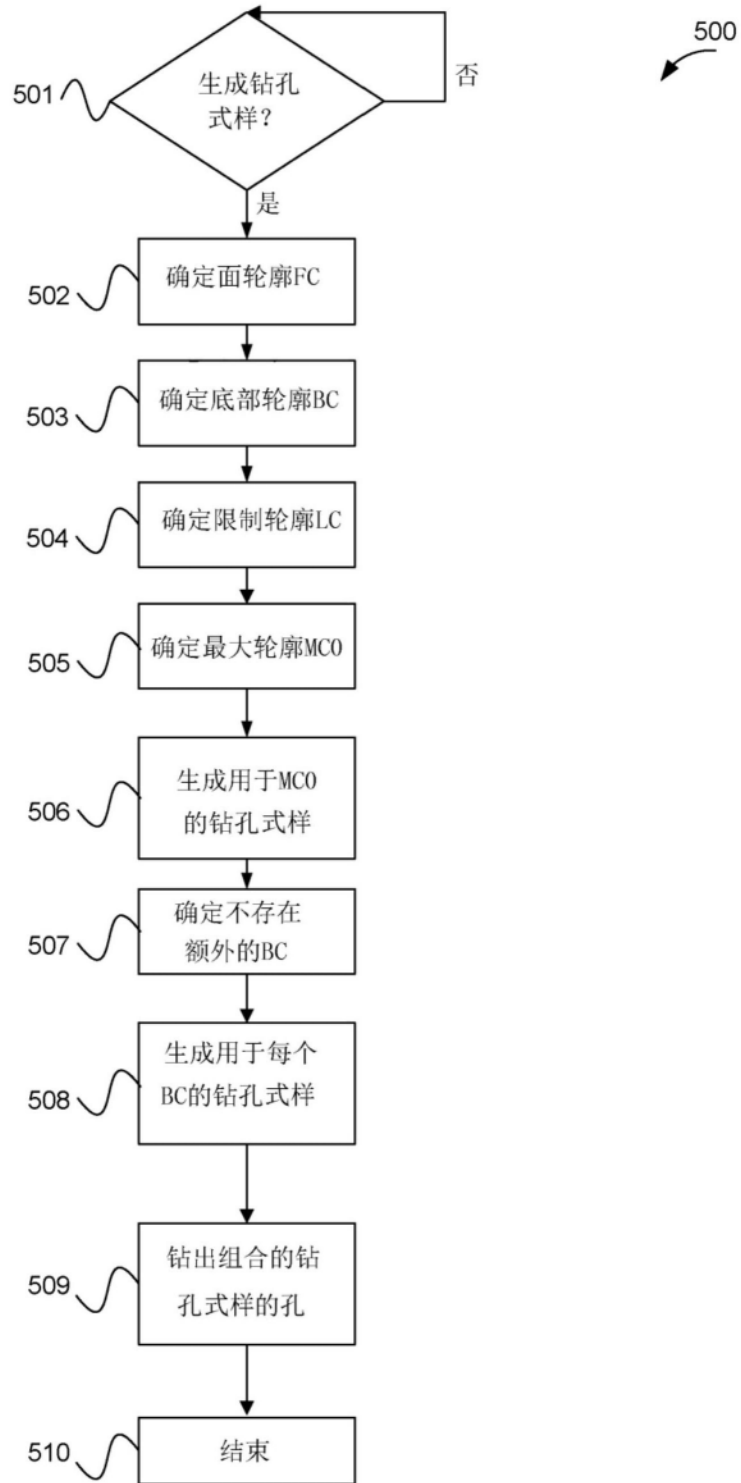


图5

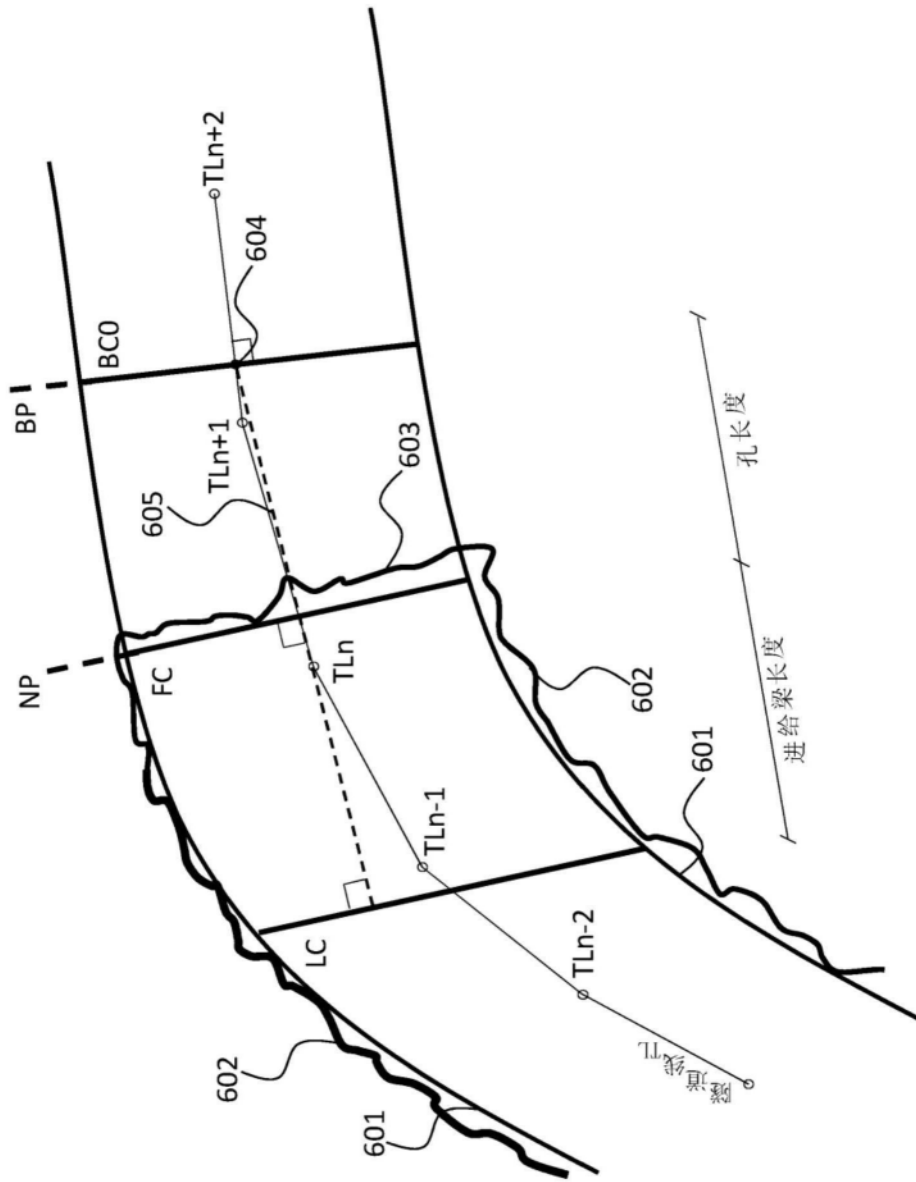


图6

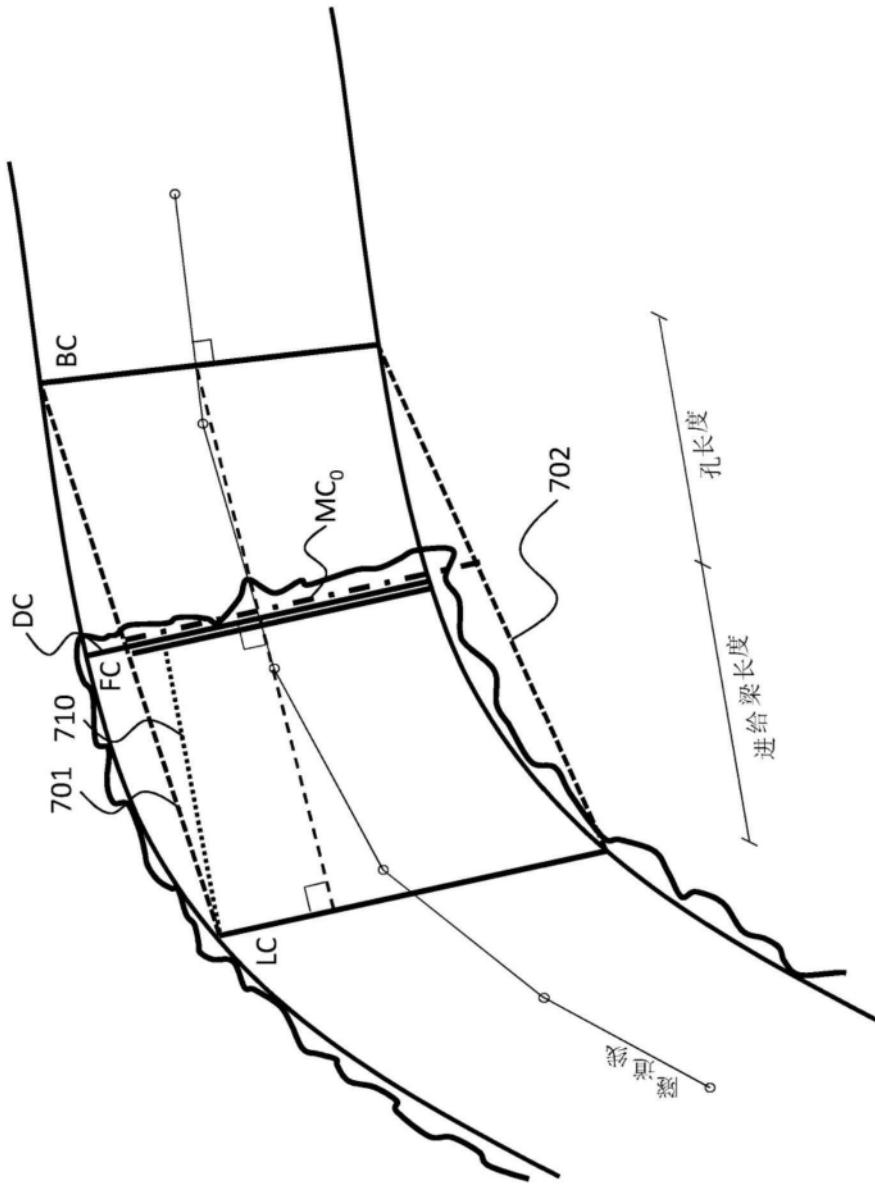


图7

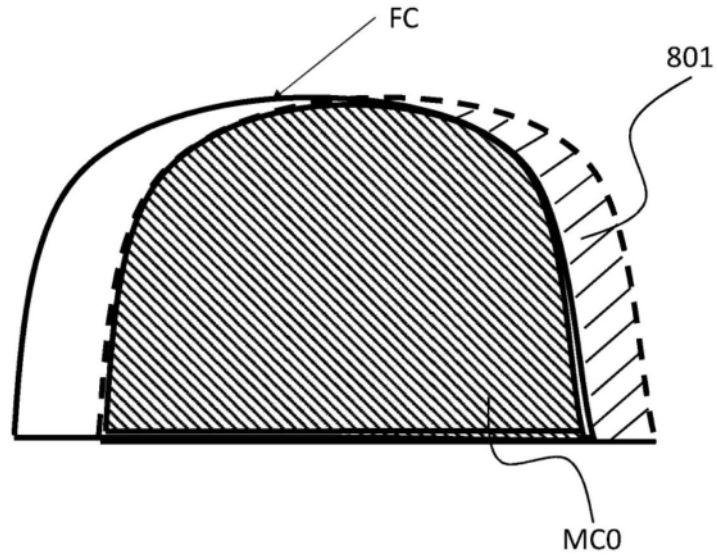


图8

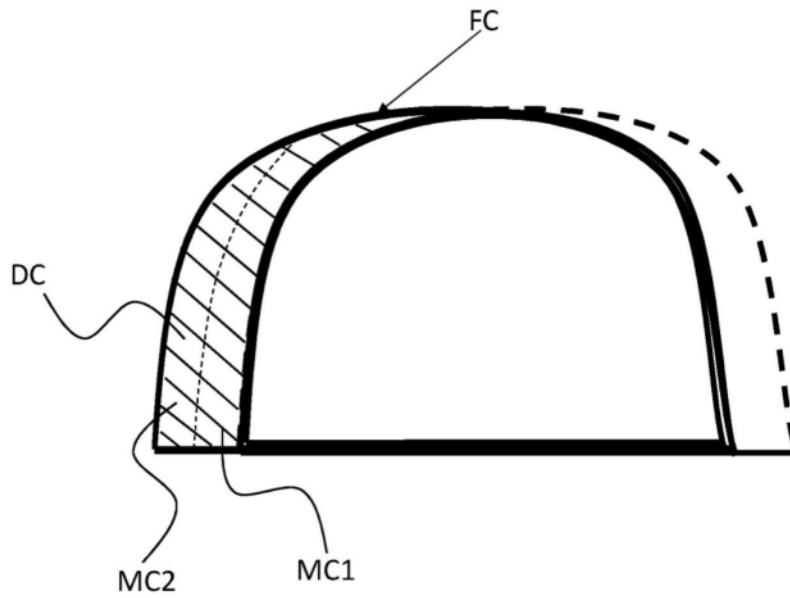


图9

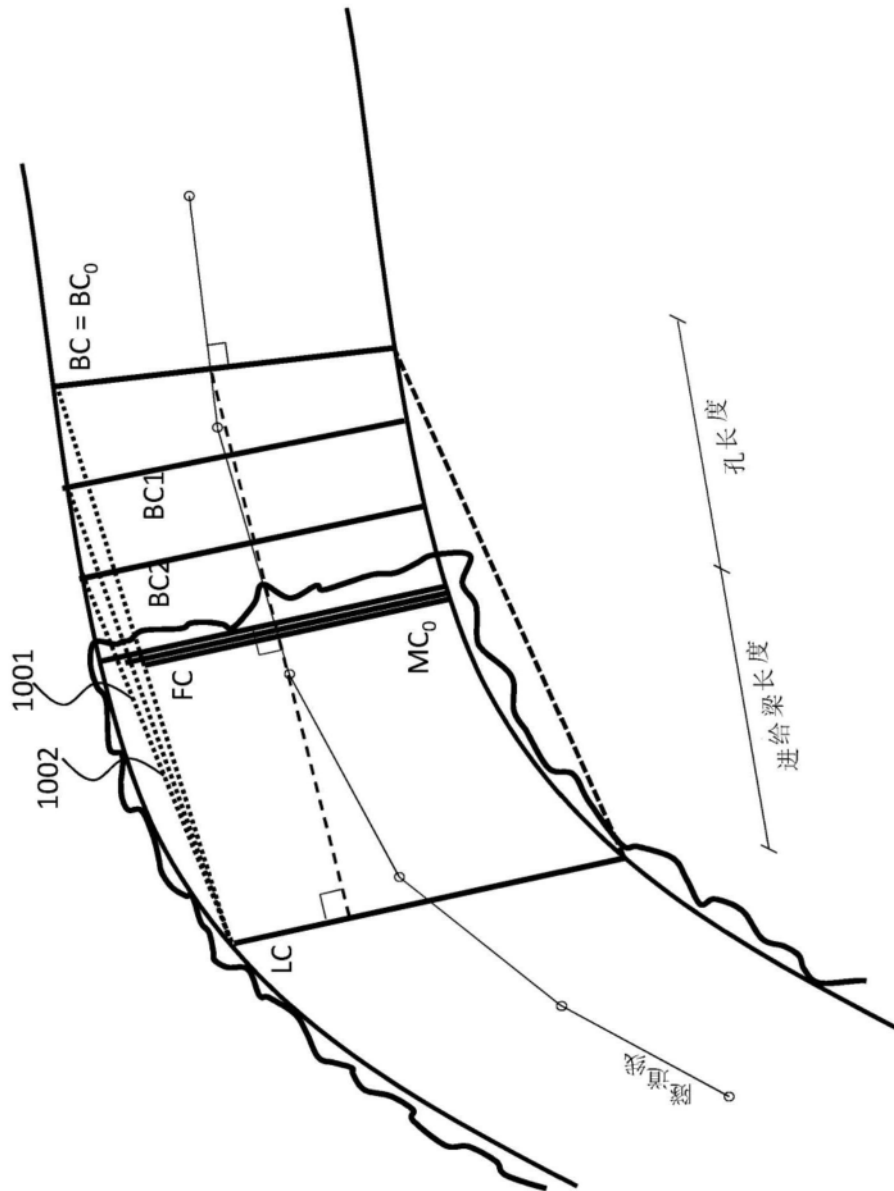


图10

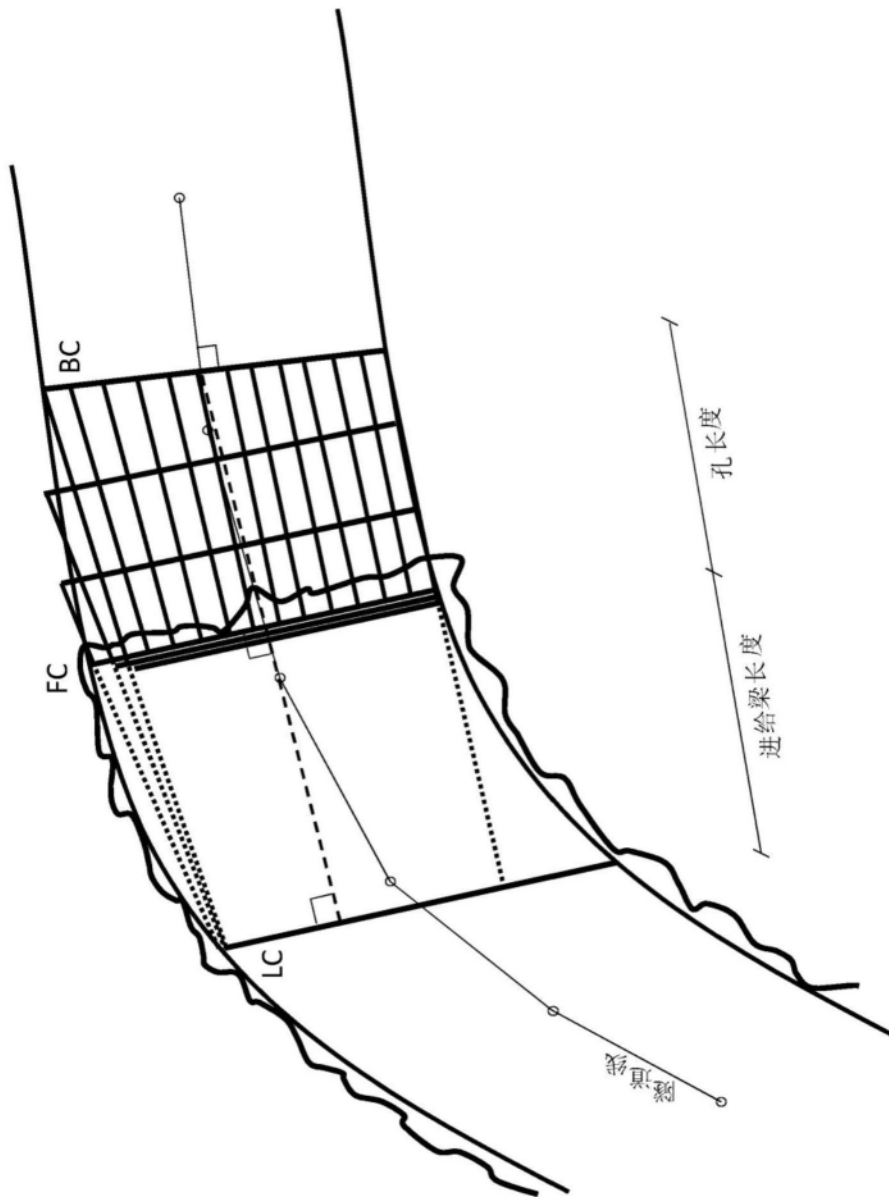


图11

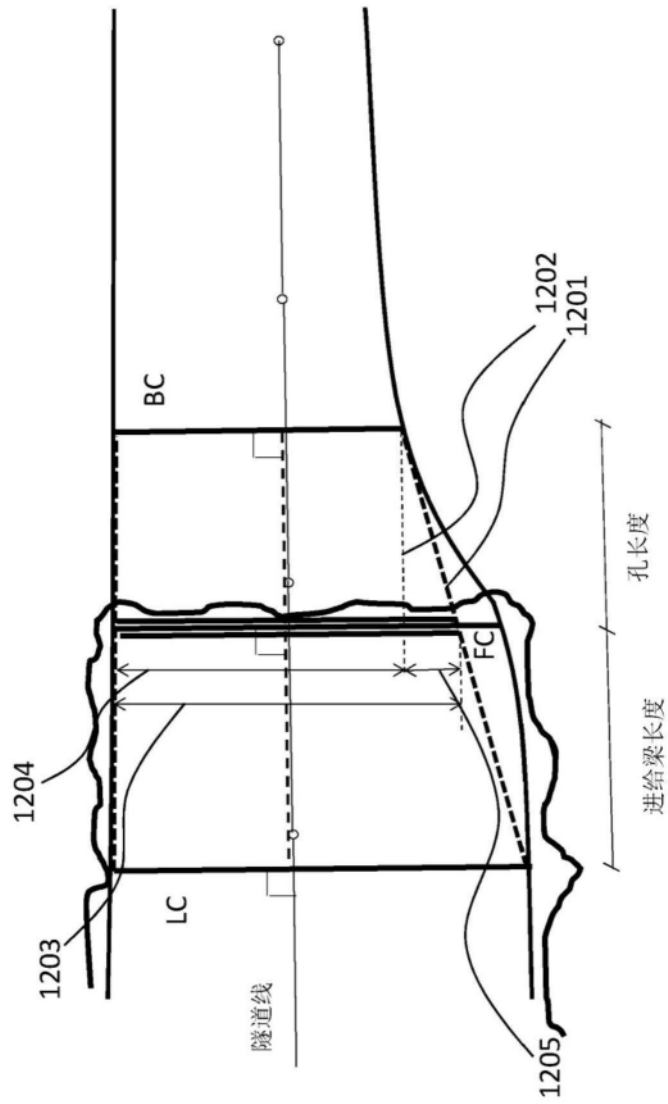


图12