



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115200437 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 26

(21) 申请号 202210808751.0

(22) 申请日 2022.07.11

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115200437 A

(43) 申请公布日 2022.10.18

(73) 专利权人 中国矿业大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路丁11号

专利权人 北京科技大学

莱州汇金矿业投资有限公司

中煤第三建设(集团)有限责任公
司

中煤第七十一工程处有限责任公
司

(72) 发明人 杨立云 张其虎 杨仁树 李芹涛

刘宁 张鹏 谢焕真 韦鹏

(74) 专利代理机构 北京中知星原知识产权代理

事务所(普通合伙) 11868

专利代理师 艾变开

(51) Int.Cl.

F42D 1/00 (2006.01)

F42D 1/08 (2006.01)

F42D 3/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104457460 A, 2015.03.25

CN 114676604 A, 2022.06.28

CN 107843156 A, 2018.03.27

CN 105937395 A, 2016.09.14

US 5253586 A, 1993.10.19

US 3965993 A, 1976.06.29

CN 113686215 A, 2021.11.23

CN 107462117 A, 2017.12.12

CN 110260735 A, 2019.09.20

CN 103063094 A, 2013.04.24

CN 210486685 U, 2020.05.08

(续)

审查员 冯季

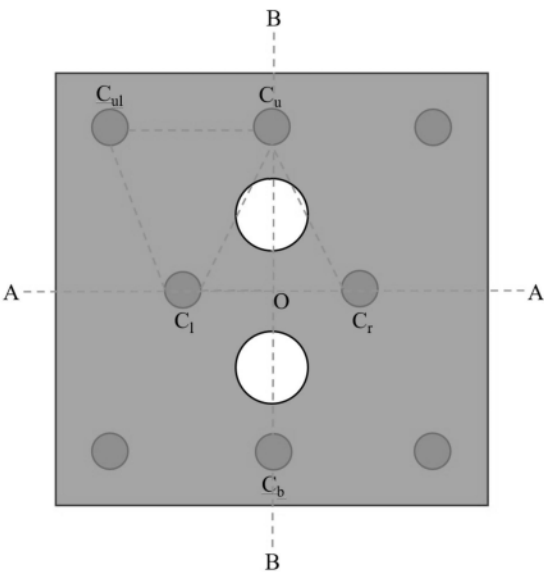
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法

(57) 摘要

本公开涉及一种双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法,包括:在岩巷掘进断面中心偏下处选定正方形掏槽区域,在正方形掏槽区域的中心区域施工两个大直径空孔作为抛掷孔;在两个所述抛掷孔的左右施工两个一级破碎孔,上下施工两个二级破碎孔;在正方形掏槽区域的四角位置处分别施工一个掏槽孔;起爆,一级破碎孔作为第一段别首先起爆,二级破碎孔作为第二段别然后起爆,掏槽孔作为第三段别再然后起爆,抛掷孔作为第四段别最后起爆,各段别之间的起爆延期时间一致。本公开能够解决现有巷道掘进垂直深孔掏槽爆破中循环进尺低、爆破效率低等问题,为解决硬岩巷道掘进深孔爆破过程中遇到的掏槽爆破难题提供了途径,改善了巷道断面的掘进效率。



CN 115200437 B

[接上页]

(56) 对比文件

宗琦;马亚东;汪海波.煤矿硬岩巷道掘进大直径炮孔爆破试验研究.爆破.2017,(01),第48-

51页.

唐德玉,戚兆祥.直孔掏槽掘进技术浅析.河北煤炭.1994,(02),第33-36页.

1. 一种双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法,其特征在于,包括:

S10,在岩巷掘进断面中心偏下处选定正方形掏槽区域(CA),在正方形掏槽区域的中心区域施工两个大直径空孔作为抛掷孔(4),所述抛掷孔(4)超深200~300mm,并在空孔底部超深部分进行集能药卷装药;两个所述抛掷孔(4)的炮孔间距为450mm;

S20,在两个所述抛掷孔(4)的左右施工两个一级破碎孔(1),上下施工两个二级破碎孔(2),在一级破碎孔(1)和二级破碎孔(2)内进行径向不耦合装药,并对孔口(5)进行填塞;两个所述一级破碎孔(1)的炮孔间距为450mm,两个所述二级破碎孔(2)的炮孔间距为900mm;

S30,在正方形掏槽区域的四角位置处分别施工一个掏槽孔(3),在掏槽孔(3)内进行径向不耦合装药,并对孔口(5)进行填塞;所述掏槽孔(3)的炮孔间距为900mm;

S40,起爆,一级破碎孔(1)作为第一段别首先起爆,二级破碎孔(2)作为第二段别然后起爆,掏槽孔(3)作为第三段别再然后起爆,抛掷孔(4)作为第四段别最后起爆,各段别之间的起爆延期时间一致。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

两个所述抛掷孔(4)对称地设置在正方形掏槽区域的中心偏上和偏下一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的竖向中心线上,并关于正方形掏槽区域的水平中心线上下对称。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:

两个所述一级破碎孔(1)对称地设置在正方形掏槽区域的中心偏左和偏右一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的水平中心线上,并关于正方形掏槽区域的竖向中心线左右对称。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:

两个所述二级破碎孔(2)对称地设置在两个所述抛掷孔(4)的偏上和偏下一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的竖向中心线上,并关于正方形掏槽区域的水平中心线上下对称。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:

两个所述一级破碎孔(1)与任意一个二级破碎孔(2)构成等腰三角形,且任意一个所述抛掷孔(4)在等腰三角形高的中点上。

6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:

任意一个所述一级破碎孔(1)与一侧的一个所述二级破碎孔(2)以及掏槽孔(3)构成等腰三角形。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述一级破碎孔(1)、二级破碎孔(2)以及掏槽孔(3)的炮孔直径为50mm,炮孔深度为3000mm,装药长度为2700mm,填塞长度为300mm。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述抛掷孔(4)的炮孔直径为100mm,炮孔深度为3200mm,装药长度为300mm,填塞长度为300mm。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述一级破碎孔(1)的起爆延期时间为0ms,二级破碎孔(2)的起爆延期时间为50ms,掏槽孔(3)的起爆延期时间为100ms,抛掷孔(4)的起爆延期时间为150ms。

双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法

技术领域

[0001] 本公开涉及爆破技术领域,尤其是巷道掘进爆破技术,更尤其是硬岩巷道掘进深孔垂直掏槽爆破中槽腔底部碎岩加强抛掷的创新掏槽爆破方法,具体是一种双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法。

背景技术

[0002] 岩巷掘进技术广泛运用于矿山巷道掘进、地下基础设施建设等关乎国计民生的地下工程中,且巷道掘进又在这些行业中占领重要地位,在施工中不可避免的要进行大量的巷道掘进工程,因此,提高巷道掘进爆破效率对地下工程高效快速的施工进度具有重要意义。近年来,大多数地下矿山由传统的浅孔、中深孔掘进爆破发展成为深孔掘进爆破,随着炮孔深度增加,却面临着爆破效率低、循环进尺低等一系列问题。现有的巷道掘进掏槽爆破施工技术不能满足地下矿山高效快速的掘进需求,严重影响了矿山巷道掘进的施工进度。因此,创新高效深孔爆破技术,实现岩巷深孔爆破高效快速的掘进需求,是目前亟待解决的关键技术难题。

[0003] 巷道掘进爆破与普通岩石爆破具有相同的爆破机理,我国的岩巷掘进掏槽爆破主要以垂直掏槽和倾斜掏槽爆破为主,它们的优缺点各不相同,适用的条件也各不相同。浅孔爆破多采用倾斜掏槽,可获得较好的爆破效果;当采用中深孔或深孔爆破时,由于倾斜掏槽的炮孔深度受到巷道断面宽度的制约,故多使用垂直掏槽。可以看出,在掏槽爆破中,掏槽方式的选择、掏槽孔的孔网参数、装药结构、炮孔起爆的先后顺序、堵塞的长短,掏槽区域与邻近辅助孔的延期时间选择等参数是关系到掏槽成功与否的关键。掏槽爆破是关系到巷道全断面爆破能否取得预想效果的关键,选择合理的掏槽形式对爆破效果有决定性的作用。但由于受到巷道掘进工作面尺寸的限制,因此倾斜掏槽和组合掏槽都不适合深孔爆破,垂直掏槽由于施工工艺简单、适应性强等优点,已成为巷道掘进工程中常用的掏槽形式。现有的垂直掏槽爆破技术已在浅孔爆破中取得良好的爆破效果,但在深孔爆破中效果欠佳。

[0004] 有鉴于此特提出本专利。

发明内容

[0005] 为解决上述问题,本公开的目的在于提出一种双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法,用以解决现有巷道掘进垂直深孔掏槽爆破中循环进尺低、爆破效率低等问题,为解决硬岩巷道掘进深孔爆破过程中遇到的掏槽爆破难题提供了途径,改善了巷道断面的掘进效率。

[0006] 本公开是这样实现的:

[0007] 一种双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法,包括:

[0008] S10,在岩巷掘进断面中心偏下处选定正方形掏槽区域,在正方形掏槽区域的中心区域施工两个大直径空孔作为抛掷孔,所述抛掷孔优选超深200~300mm,并在空孔底部超深部分进行集能药卷装药;

[0009] S20,在两个所述抛掷孔的左右施工两个一级破碎孔,上下施工两个二级破碎孔,在一级破碎孔和二级破碎孔内进行径向不耦合装药,并对孔口进行填塞;

[0010] S30,在正方形掏槽区域的四角位置处分别施工一个掏槽孔,在掏槽孔内进行径向不耦合装药,并对孔口进行填塞;

[0011] S40,起爆,一级破碎孔作为第一段别首先起爆,二级破碎孔作为第二段别然后起爆,掏槽孔作为第三段别再然后起爆,抛掷孔作为第四段别最后起爆,各段别之间的起爆延期时间一致。

[0012] 在一些实施例中,两个所述抛掷孔对称地设置在正方形掏槽区域的中心偏上和偏下一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的竖向中心线上,并关于正方形掏槽区域的水平中心线上下对称。

[0013] 在一些实施例中,两个所述一级破碎孔对称地设置在正方形掏槽区域的中心偏左和偏右一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的水平中心线上,并关于正方形掏槽区域的竖向中心线左右对称。

[0014] 在一些实施例中,两个所述二级破碎孔对称地设置在两个所述抛掷孔的偏上和偏下一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的竖向中心线上,并关于正方形掏槽区域的水平中心线上下对称。

[0015] 在一些实施例中,两个所述一级破碎孔与任意一个二级破碎孔构成等腰三角形,且任意一个所述抛掷孔在等腰三角形高的中点上。

[0016] 在一些实施例中,任意一个所述一级破碎孔与一侧的一个所述二级破碎孔以及掏槽孔构成等腰三角形。

[0017] 在一些实施例中,两个所述一级破碎孔的炮孔间距为450mm,两个所述二级破碎孔的炮孔间距为900mm,所述掏槽孔的炮孔间距为900mm,两个所述抛掷孔的炮孔间距为450mm。

[0018] 在一些实施例中,所述一级破碎孔、二级破碎孔以及掏槽孔的炮孔直径为50mm,炮孔深度为3000mm,装药长度为2700mm,填塞长度为300mm。

[0019] 在一些实施例中,所述抛掷孔的炮孔直径为100mm,炮孔深度为3200mm,装药长度为300mm,填塞长度为300mm。

[0020] 在一些实施例中,所述一级破碎孔的起爆延期时间为0ms,二级破碎孔的起爆延期时间为50ms,掏槽孔的起爆延期时间为100ms,抛掷孔的起爆延期时间为150ms。

[0021] 本公开相对于现有技术的有益效果是:本公开通过改变掏槽区域炮孔起爆系统顺序,将掏槽区域炮孔分为破碎孔、掏槽孔和抛掷孔分别进行起爆,在优选炮孔直径、孔距等爆破参数,选取合理延期时间,实现逐段起爆,能够形成足够的槽腔深度和槽腔体积,有利于后续全断面爆破的进行。双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法与传统掏槽爆破方式相比,双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法的炮孔利用率为96%,较传统掏槽爆破方式的炮孔利用率提高了21%。该发明为解决硬岩巷道掘进深孔爆破过程中遇到的掏槽爆破难题提供了途径,改善了巷道断面的掘进效率。

[0022] 1、增加了自由面和补偿空间

[0023] 首先,大直径空孔的存在为掏槽爆破提供了自由面和补偿空间。其次,采用逐段起爆微差爆破技术,先起爆的炮孔为后续起爆的炮孔不断创造临空面,使岩石内的应力波与

先期产生且残留在岩体内的应力波相叠加,提高了掏槽效果。

[0024] 2、增强了炮孔底部的抛掷效果

[0025] 由于采用逐段起爆微差爆破技术,第一段别的破碎孔、第二段别的破碎孔和第三段别的掏槽孔在装药起爆后在各自炮孔周围形成破碎圈的同时形成炮孔间贯穿面,并在掏槽区域内形成碎岩和裂隙。随后第四段别的抛掷孔内炸药爆炸,该部分炸药产生的爆破作用主要以抛掷作用为主,将槽腔底部的碎岩抛掷出去,形成足够的槽腔深度和槽腔体积,可以更好的进行后续断面爆破。

[0026] 3、改善掏槽条件

[0027] 岩巷掘进过程中,爆破效果的好坏与空孔数量总和有着重要的关系。在双大直径空孔底部集能掏槽爆破方式中,在由于大直径空孔只有底部装药的原因,实际上为第一段别和第二段别的破碎孔爆破提供了自由面和补偿空间,增加了第一段别和第二段别的破碎孔的爆破效果,紧接着第三段别的掏槽孔起爆,每一段别的炮孔起爆都会在上次炮孔爆破的基础上形成更大的自由面和补偿空间,其爆破会越加容易,与传统的垂直掏槽爆破相比,逐段起爆微差爆破为装药炮孔创造了较多的自由面和补偿空间,极大的改善了掏槽爆破条件。

[0028] 应当理解,本公开任一实施方式的实现并不意味着要同时具备或达到上述有益效果的多个或全部。

[0029] 应当理解,发明内容部分中所描述的内容并非旨在限定本公开的实施例的关键或重要特征,亦非用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的描述变得容易理解。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本公开的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0031] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本公开可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本公开所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本公开所揭示的技术内容涵盖的范围内。

[0032] 图1示例性示出一种较佳实施方式的正方形掏槽区域(CA)示意图;

[0033] 图2示例性示出一种较佳实施方式的炮孔布置平面示意图;

[0034] 图3示例性示出一种较佳实施方式的炮孔布置立面示意图;

[0035] 图4示例性示出一种较佳实施方式的炮孔布置对称示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本公开做进一步详细说明。在此,本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开,但并不作为对本公开的限定。

[0037] 在本公开的描述中,术语“包括/包含”、“由……组成”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的产品、设备、过程或方法不仅包括那些要素,而且需要时还可以包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种产品、设备、过程或方法所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括/包含……”、“由……组成”限定的要素,并不排除在包括所述要素的产品、设备、过程或方法中还存在另外的相同要素。

[0038] 需要理解的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是任意合适的设置方式,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本公开中的具体含义。

[0039] 还需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“中心”等指示方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本公开和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置、部件或结构必须具有特定的方位、以特定的方位构造或操作,不能理解为对本公开的限制。

[0040] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本公开的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0041] 以下结合较佳的实施方式对本公开的实现进行详细的描述。

[0042] 炮孔深度通常被作为巷道掘进爆破深度类别判定的评价标准,中深孔掘进爆破的炮孔深度在1.8m~2.5m,深孔掘进爆破的炮孔深度通常在2.5m以上。本公开主要针对深孔爆破而提出,尤其是在金属矿巷道掘进中的深孔爆破。参见图1至图4,本公开一种较佳实施方式的双大直径空孔底部集能掏槽爆破方法。

[0043] 首先在岩巷掘进断面中心偏下处选定正方形掏槽区域CA,如图1所示,炮孔布置在巷道断面中心偏下位置处,这样便于钻孔时控制方向,并有利于其他炮孔借助岩石的自重崩落,提高爆破效果。正方形掏槽区域边长一般为1.2m。

[0044] 在正方形掏槽区域的中心区域施工两个大直径空孔作为抛掷孔4,抛掷孔4优选超深200~300mm,如图3所示,并在空孔底部超深部分进行集能药卷装药;具体是在超深部分装一个延迟起爆的大药卷,这两个大直径空孔作为抛掷孔4,进行第四段别起爆。

[0045] 然后在两个抛掷孔4的左右施工两个一级破碎孔1,上下施工两个二级破碎孔2,在一级破碎孔1和二级破碎孔2内进行径向不耦合装药,并对孔口5进行填塞,左右位置处的一级破碎孔1进行第一段别起爆,上下位置处的二级破碎孔2进行第二段别起爆。

[0046] 最后在正方形掏槽区域的四角位置处分别施工一个掏槽孔3,在掏槽孔3内进行径向不耦合装药,同样对孔口5进行填塞;正方形掏槽区域的四角位置处共设置四个掏槽孔3,掏槽孔3进行第三段别起爆。

[0047] 炮孔施工并装药、填塞完成后,进行起爆。首先第一段别的一级破碎孔1进行起爆;其次第二段别的二级破碎孔2进行起爆;然后第三段别的掏槽孔3进行起爆;最后第四段别的抛掷孔4进行起爆;段别之间的延期起爆时间一致。

[0048] 关于中心空孔:

[0049] 本公开的中心孔相对于其他炮孔超深,较佳的超深200~300mm,适当装入一定量延迟起爆的炸药,这样在掏槽孔起爆后,中心抛掷孔起到了后续抛渣的作用,能提高槽腔的成型质量及底部破岩能力,而且还可以扩大槽腔体积,有效破碎底部岩石,加深掏槽有效深度,加强抛渣作用。如果中心孔不超深,即与其他孔深度相同,其布置则与传统炮孔布置一致,则不能很好的发挥中心孔底部集能炸药的抛掷作用。

[0050] 本公开的中心孔采用空孔,即只在底部超深部分装药,超深部分以上大部分长度均为空孔,能够提供自由面和补偿空间,可以将巷道断面的应力部分解除,改变其应力分布,便于后续钻孔的进行。如果将其填满炸药,则失去了空孔的作用效果,也不会对最终的爆破效果有明显的提高,无法起到抛掷作用。

[0051] 本公开的中心孔最后起爆,传统的中心孔通常不装药,即便偶尔装药,也会作为首爆孔进行第一段别起爆,这种起爆顺序的爆破效果不佳,也无法起到空孔所应当具有的作用。

[0052] 关于起爆顺序:

[0053] 对本公开的起爆顺序与常规的一次性起爆进行现场对比试验,现场炮孔深度为3.0m,炮孔直径为50mm,空孔直径为100mm。首先进行一次性常规起爆,对爆破后的残孔以及断面进行测量,可以发现巷道断面左右超挖35cm以上,顶底高度大于设计尺寸30cm以上,周边孔半孔率极低。平均工作面的循环进尺仅为2.25m,平均炮孔利用率为75%,巷道成型质量较差。

[0054] 采用本公开的顺序进行全断面分段别爆破后,再对爆破后的参数数据进行收集,掘进断面炮孔的最大残孔深度为20cm,空孔的残孔深度为10cm,断面的平均残孔深度为12cm,掘进断面的平均炮孔利用率为96%,可以看出岩巷全断面深孔爆破的炮孔利用率相较于调研时候整体上提高了21%,全断面爆破试验的成功说明了槽腔底部碎岩加强抛掷技术在坚硬的岩石巷道深孔掘进中具有良好的适用性。

[0055] 关于炮孔布置方式:

[0056] 如图4,两个抛掷孔4对称地设置在正方形掏槽区域的中心O偏上和偏下一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的竖向中心线BB上,并关于正方形掏槽区域的水平中心线AA上下对称。较佳的,两个一级破碎孔1对称地设置在正方形掏槽区域的中心偏左和偏右一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的水平中心线AA上,并关于正方形掏槽区域的竖向中心线BB左右对称,如图4中 C_1 、 C_r 。较佳的,两个二级破碎孔2对称地设置在两个抛掷孔4的偏上和偏下一定距离处,即设置在正方形掏槽区域的竖向中心线BB上,并关于正方形掏槽区域的水平中心线AA上下对称,如图4中 C_u 、 C_b 。较佳的,两个一级破碎孔1与任意一个二级破碎孔2构成等腰三角形,如图4中 $\triangle C_1 C_r C_u$,且任意一个抛掷孔4在等腰三角形高的中点上。较佳的,任意一个一级破碎孔1与一侧的一个二级破碎孔2以及掏槽孔3构成等腰三角形,如图4中 $\triangle C_1 C_u C_{ul}$ 。通过将掏槽区域进行对称布置,构成等腰三角形,一是方便布孔,便于掏槽区域炮孔位置的确定;二是巷道掘进过程中采用的炸药为乳化炸药,其爆炸作用是以柱面波形式传播,以对称方式布置,构成等腰三角形能够最大化利用炸药爆炸的能量,提高炸药能量利用率;三是对称布置的炮孔在爆破后,其掏槽区域位置不会偏向于某一方,从而减小后续炮孔爆破的超挖或者欠挖。

[0057] 关于炮孔间距：

[0058] 在一些实施例中，两个一级破碎孔1的炮孔间距为450mm，两个二级破碎孔2的炮孔间距为900mm，四个掏槽孔3的炮孔间距为900mm，两个抛掷孔4的炮孔间距为450mm。

[0059] 本次进行现场爆破试验，采用1#岩石乳化炸药，其爆炸作用范围在350mm~450mm之间。当炮孔间距过短，低于350mm时，则会增加钻孔数量，增加炸药用量，从而增加炸药单耗，但是爆破效果不会明显提高。当炮孔间距高于450mm时，其炸药作用范围达不到，就会出现爆破不完全的岩石，出现大块，会有大量的岩石碎块滞留在槽腔底部，也不能形成足够的槽腔深度和槽腔体积。下表1为不同炮孔间距的炮孔利用率对比，由表1可见，当炮孔间距为450mm，并采用对称布置，呈等腰三角形时，能够最大化利用炸药爆炸能量，提高炸药利用率。

[0060] 表1不同炮孔间距的炮孔利用率对比

[0061]	炮孔深度/mm	炮孔间距/mm	炮孔利用率/%
	3000	300	80
	3000	350	85
[0062]	3000	400	90
	3000	450	96
	3000	500	80

[0063] 关于炮孔直径：

[0064] 在巷道掘进过程中，50mm的掘进钻头最为常见，也是现在凿岩台车标准采用的钻头，50mm的炮孔钻3m约为8~10min左右，选择其他尺寸钻头，会增加掘进成本，且炮孔直径为50mm，也便于乳化炸药的装填。空孔选择100mm的炮孔直径，只需要进行钻头的转换，既可以进行钻孔，而不需要换钻杆，浪费掘进时间，影响巷道掘进效率。虽然空孔直径越大越好，但是空孔直径越大，所需要得钻孔时长越久，会严重影响到整个断面的钻孔时间，100mm的炮孔钻3m约为20~25min，选择直径为100mm的空孔最为合适。在一些实施例中，一级破碎孔1、二级破碎孔2以及掏槽孔3的炮孔直径为50mm，炮孔深度为3000mm，装药长度为2700mm，填塞长度为300mm。抛掷孔4的炮孔直径为100mm，炮孔深度为3200mm，装药长度为300mm，填塞长度为300mm。

[0065] 关于起爆延期时间：

[0066] 在一些实施例中，一级破碎孔1的起爆延期时间为0ms，二级破碎孔2的起爆延期时间为50ms，掏槽孔3的起爆延期时间为100ms，抛掷孔4的起爆延期时间为150ms。

[0067] 掏槽区域炮孔段别之间的延期时间选择50ms，是因为当延期时间过短，低于50ms时，在上一段别的炮孔炸药爆炸作用尚未完成，下一段别的炮孔内炸药开始爆炸，其爆炸所形成的炮孔间裂隙尚未完成，会严重影响最终的爆破效果。当延期时间过长，高于50ms时，在上一段别的炮孔炸药爆炸作用完成后，下一段别的炮孔内炸药还未开始爆炸，会导致该段别的雷管被切断，直接造成残药残管，也会严重影响最终的爆破效果，且残药残管会导致后续出现各种未知的风险。

[0068] 在进行的现场试验中，延期时间选择25ms时，掏槽区域只能看见明显裂隙，只有表面有岩石抛掷出来，其大部分碎岩未抛掷出槽腔，没有形成明显的槽腔。延期时间选择100ms时，在爆破后的碎岩中看见明显的残药残管，其槽腔深度也过浅，槽腔可见深度只有

1.5m,不利于后续爆破。只有延期时间为50ms的试验,槽腔可见深度为2.5m,其爆破效果最佳。下表2为不同延期时间的炮孔利用率对比。

[0069] 表2不同延期时间的炮孔利用率对比

	炮孔深度/mm	延期时间/ms	槽腔可见深度/m	炮孔利用率/%
[0070]	3000	25	低于 1	不到 1/3
	3000	50	2.5	83.3
	3000	100	1.5	50

[0071] 由表2可见,与常规掏槽爆破不同的是,将掏槽区域分为三种不同类型作用的炮孔,通过设置合适的延期时间,可以各自发挥其最大作用,在破碎孔与掏槽孔起爆后,中心空孔作为抛掷孔起到了后续碎岩加强抛掷的作用,能提高槽腔的成型质量及底部破岩能力,而且还可以扩大槽腔体积,有效破碎底部岩石,加深掏槽区域有效深度,加强碎岩抛掷作用。另外,抛掷孔为后爆孔,还起到了空孔的导向作用,有利于破碎孔和掏槽孔爆破时破碎岩石。

[0072] 综上所述,本公开通过改变掏槽区域炮孔起爆系统顺序,将掏槽区域炮孔分为破碎孔、掏槽孔和抛掷孔分别进行起爆,选取合理延期时间,实现逐段起爆,能够形成足够的槽腔深度和槽腔体积,有利于后续全断面爆破的进行。具体而言,在破碎孔与掏槽孔起爆后,中心空孔作为抛掷孔起到了后续碎岩加强抛掷的作用,能提高槽腔的成型质量及底部破岩能力,而且还可以扩大槽腔体积,有效破碎底部岩石,加深掏槽区域有效深度,加强碎岩抛掷作用。另外,抛掷孔为后爆孔,再由于大直径空孔只有底部装药的原因,实际上为一级破碎孔爆破提供了自由面和补偿空间,起到了空孔的导向作用,增加了一级破碎孔的掏槽效果,紧接着二级破碎孔爆破和掏槽孔爆破,都会因为上次爆破而形成更大的自由面和补偿空间,有利于破碎孔和掏槽孔爆破时破碎岩石,其爆破会越来越容易,与传统的垂直掏槽爆破相比,分段掏槽为装药炮孔创造了较多的自由面和补偿空间,极大的改善了掏槽爆破条件。这样设置的炮孔起爆顺序增加了掏槽效果,降低了爆破槽腔底部岩石的夹制作用,使得底部的爆破效果有了极大的提高,碎岩更容易抛掷出槽腔,为解决硬岩巷道掘进深孔爆破过程中遇到的掏槽爆破难题提供了途径,改善了巷道断面的掘进效率。

[0073] 本领域技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各优选方案可以自由地组合、叠加。

[0074] 以上所述仅为本公开的较佳实施方式而已,并不用以限制本公开,凡在本公开的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。

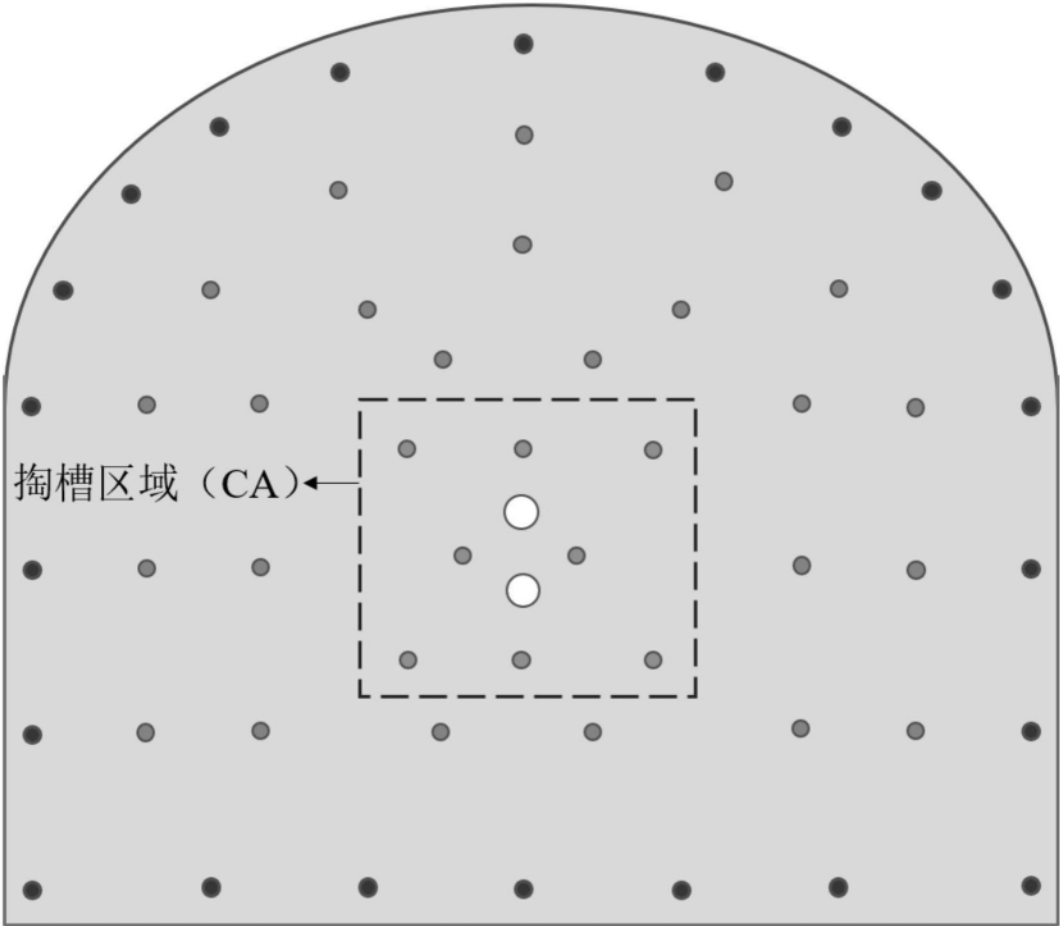


图1

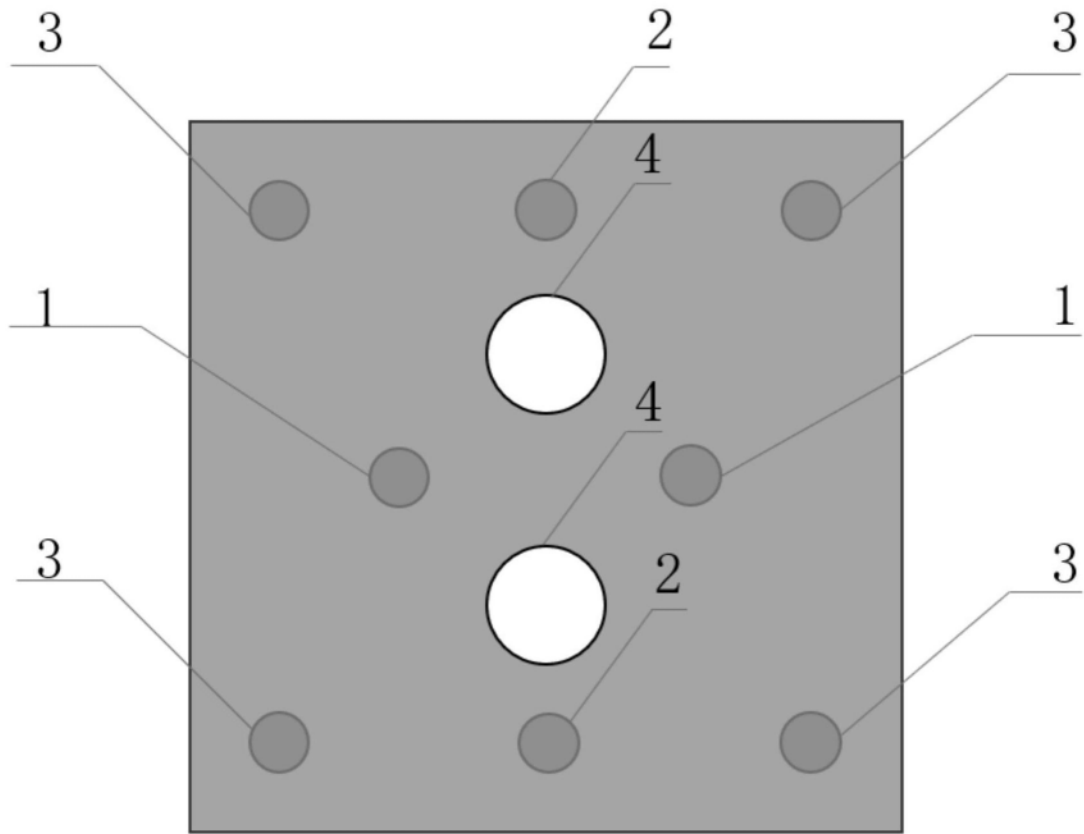


图2

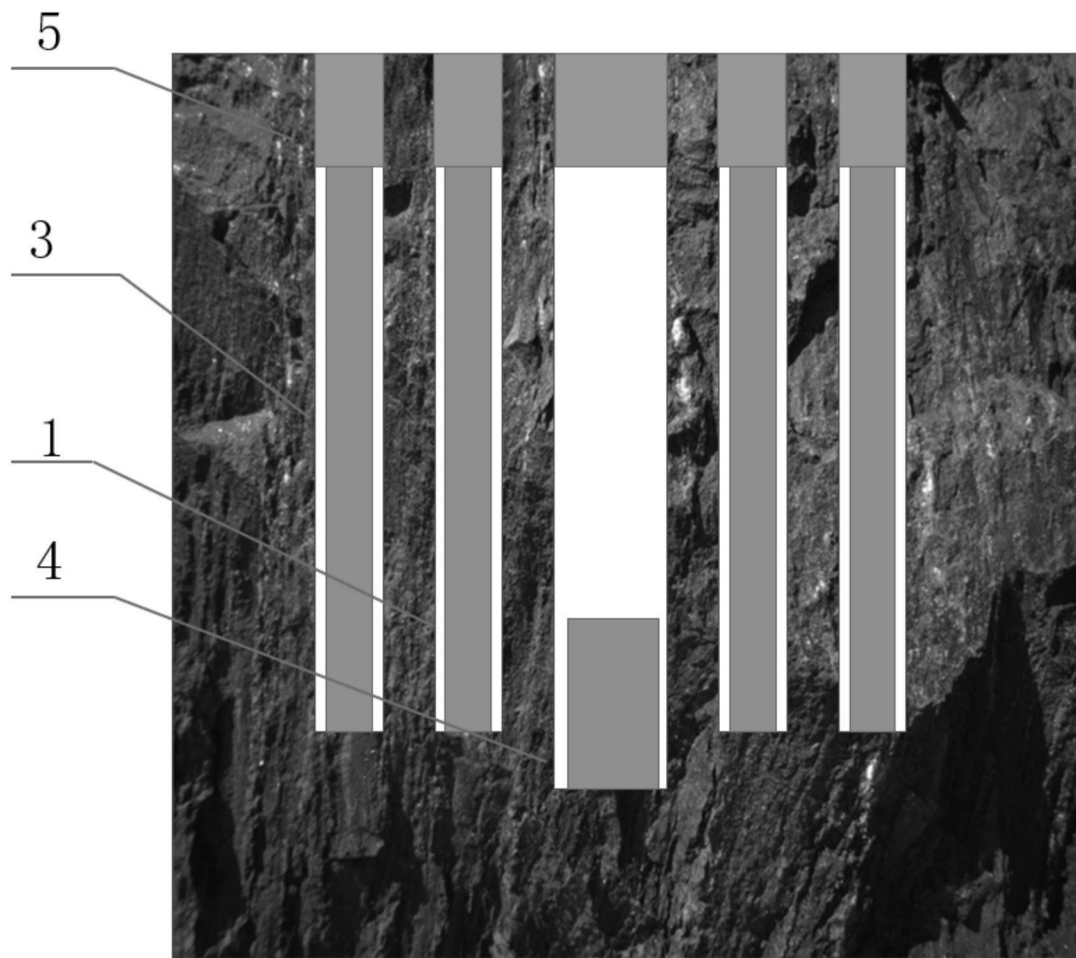


图3

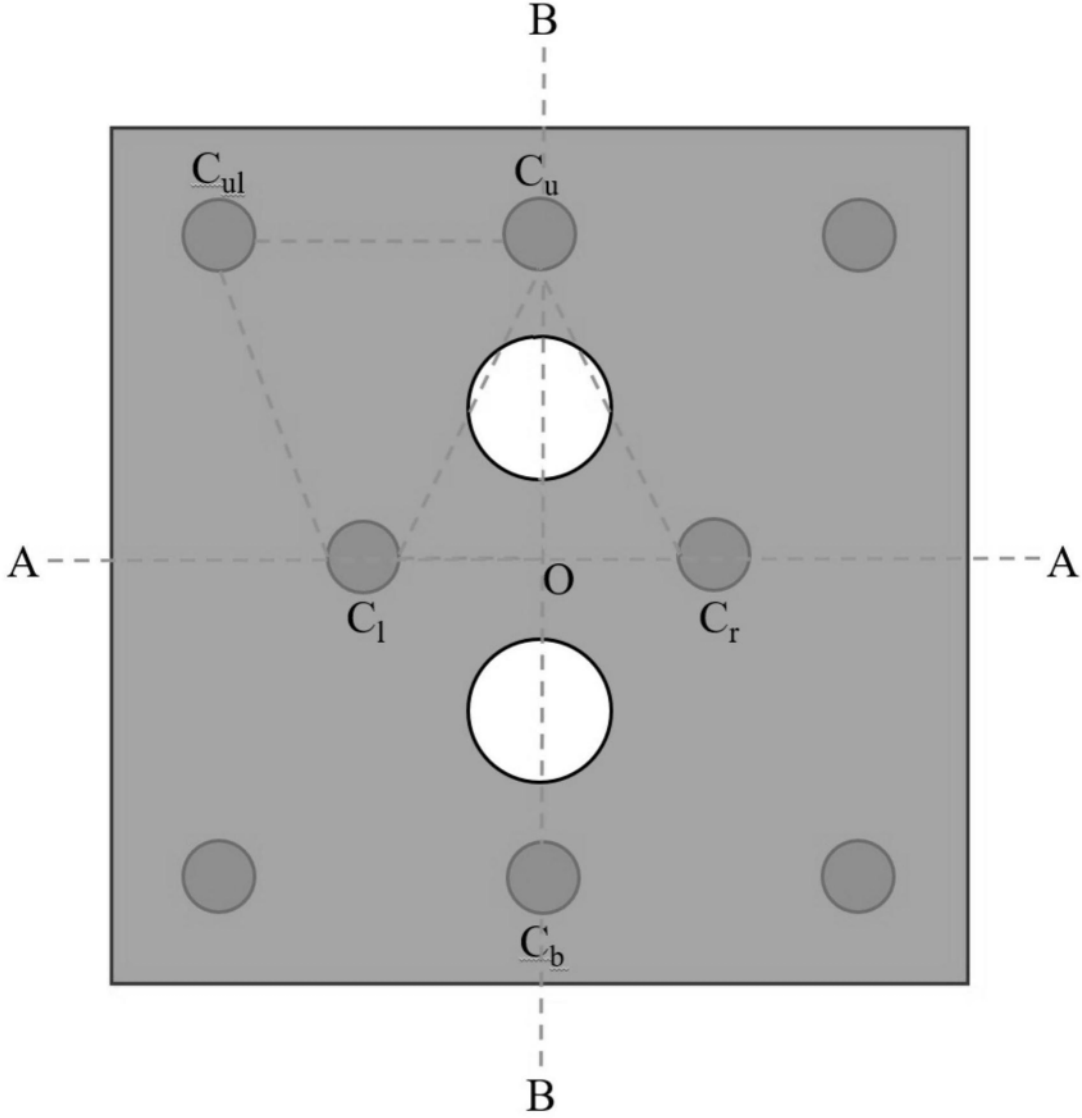


图4