



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118564249 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 08

(21) 申请号 202411061287.9

E21D 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2024.08.05

E21F 1/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

E21F 13/00 (2006.01)

申请公布号 CN 118564249 A

E21F 15/08 (2006.01)

(43) 申请公布日 2024.08.30

E21D 11/00 (2006.01)

(73) 专利权人 东北大学

F42D 1/00 (2006.01)

地址 110004 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

F42D 3/04 (2006.01)

(72) 发明人 赵兴东 宋景仪 周鑫 秦绍龙  
缪文康 王元坤 赵思宇 于文龙

(56) 对比文件

CN 114109388 A, 2022.03.01

CN 114183143 A, 2022.03.15

(74) 专利代理机构 北京中强智尚知识产权代理有限公司 11448

审查员 吴潇

专利代理师 高荣艳

(51) Int. Cl.

E21C 41/22 (2006.01)

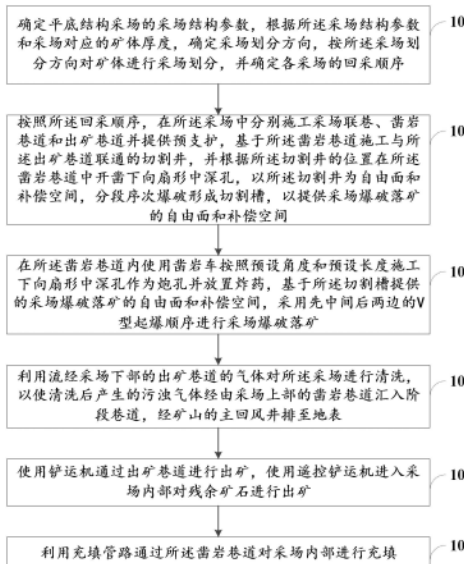
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

基于支护和下向扇形爆破的采矿方法及装置、介质、设备

(57) 摘要

本申请公开了基于支护和下向扇形爆破的采矿方法及装置、介质、设备,方法包括:确定平底结构采场的采场结构参数,根据采场结构参数和采场对应的矿体厚度,确定采场划分方向,按采场划分方向对矿体进行采场划分,并确定各采场的回采顺序;按照回采顺序,在采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,基于凿岩巷道施工与出矿巷道联通的切割井,并根据切割井的位置在凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以切割井为自由面和补偿空间,分段序次爆破形成切割槽;在凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿;随后进行采场通风、出矿、和充填。



1. 一种基于支护和下向扇形爆破的采矿方法,其特征在于,所述方法包括:

确定平底结构采场的采场结构参数,根据所述采场结构参数和采场对应的矿体厚度,确定采场划分方向,按所述采场划分方向对矿体进行采场划分,并确定各采场的回采顺序;

按照所述回采顺序,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,基于所述凿岩巷道施工与所述出矿巷道联通的切割井,并根据所述切割井的位置在所述凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以所述切割井为自由面和补偿空间,分段序次爆破形成切割槽,以提供采场爆破落矿的自由面和补偿空间;

在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,基于所述切割槽提供的采场爆破落矿的自由面和补偿空间,采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿;其中,所述炮孔包括多排,按照同排炮孔先中间后两边的V型起爆顺序进行两次爆破,每次爆破三排炮孔,之后,一次性爆破全部炮孔;

利用流经采场下部的出矿巷道的气体对所述采场进行清洗,以使清洗后产生的污浊气体经由采场上部的凿岩巷道汇入阶段巷道,经矿山的主回风井排至地表;

使用铲运机通过出矿巷道进行出矿,使用遥控铲运机进入采场内部对残余矿石进行出矿;

利用充填管路通过所述凿岩巷道对采场内部进行充填;

确定平底结构采场的采场结构参数,包括:获取所述采场的阶段高度作为所述采场结构参数中的采场高度;根据所述采场对应的岩体质量分级、地应力以及矿岩力学参数,确定所述采场结构参数中的采场长度和采场宽度;根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正;

根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正,包括:计算所述采场对应的长度上限,其中,所述长度上限 $=\frac{2HP}{\tan\theta}$ ,H为采场高度,P为预设的遥控铲运机出矿量占比系数, $\theta$ 为所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角;若所述采场长度小于或等于所述长度上限,则保持所述采场长度不变;若所述采场长度大于所述长度上限,则将所述采场长度修正为所述长度上限。

2. 根据权利要求1所述的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法,其特征在于,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,包括:

自所述采场的阶段巷道向矿体内部施工采场联巷,以用于负担运输、通风以及充填工作,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持采场联巷的稳定;

在所述采场的上部,自采场联巷沿采场回采方向布置凿岩巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述凿岩巷道的稳定;

在所述采场的下部,自采场联巷沿采场回采方向布置出矿巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述出矿巷道的稳定。

3. 根据权利要求1或2所述的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法,其特征在于,在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,包括:

在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工孔径为165mm、排间距为

2.5m、孔底距为3.3m的下向扇形中深孔作为炮孔,并采用水柱间隔装药结构在所述炮孔中装入炸药,其中,水柱间隔比例为35%。

4.根据权利要求3所述的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法,其特征在于,采场爆破落矿采用逐孔延时以及孔底反向起爆技术。

5.一种基于支护和下向扇形爆破的采矿装置,其特征在于,用于实现如权利要求1至4中任一项的方法,所述装置包括:

参数确定模块,用于确定平底结构采场的采场结构参数,根据所述采场结构参数和采场对应的矿体厚度,确定采场划分方向,按所述采场划分方向对矿体进行采场划分,并确定各采场的回采顺序;

切割模块,用于按照所述回采顺序,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,基于所述凿岩巷道施工与所述出矿巷道联通的切割井,并根据所述切割井的位置在所述凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以所述切割井为自由面和补偿空间,分段序次爆破形成切割槽,以提供采场爆破落矿的自由面和补偿空间;

爆破模块,用于在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,基于所述切割槽提供的采场爆破落矿的自由面和补偿空间,采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿;

通风模块,用于利用流经采场下部的出矿巷道的气体对所述采场进行清洗,以使清洗后产生的污浊气体经由采场上部的凿岩巷道汇入阶段巷道,经矿山的主回风井排至地表;

出矿模块,用于使用铲运机通过出矿巷道进行出矿,使用遥控铲运机进入采场内部对残余矿石进行出矿;

充填模块,用于利用充填管路通过所述凿岩巷道对采场内部进行充填。

6.一种存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至4中任一项所述的方法。

7.一种计算机设备,包括存储介质、处理器及存储在存储介质上并可在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至4中任一项所述的方法。

## 基于支护和下向扇形爆破的采矿方法及装置、介质、设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及采矿技术领域,尤其是涉及到一种基于支护和下向扇形爆破的采矿方法及装置、介质、设备。

### 背景技术

[0002] 当前对于深部金属矿厚大矿体开采我国主要采用上向水平分层充填采矿法、空场嗣后充填采矿法。空场嗣后充填采矿法因其具有对地表破坏小、生产效率高、资源回采强度大、采切工程量小等优点逐渐成为我国金属矿厚大矿体开采的主流方法。当前我国采用的金属矿深部厚大矿体空场嗣后充填采矿法存在以下缺点:(1)落矿方式不合理。国内主要以上向扇形中深孔分段凿岩和下向大直径垂直深孔凿岩,分段凿岩方式穿孔工艺简单,但采切工程量较大,且爆破扰动对采场顶板的破坏不可控;采用下向垂直深孔凿岩时,则存在凿岩硐室顶板暴露面积较大,地压控制难度大,凿岩安全性差的缺点;(2)底部结构设计不合理。国内目前主要采用“V”型铗沟式底部结构,大部分矿山存在出矿进路眉线破坏严重,支护困难,二步骤采场出矿巷道需布置在充填体里,桃型矿柱回收困难等技术难题。

[0003] 深部开采已成为我国采矿业的重要组成部分,深部金属矿厚大矿体开采是处于强扰动、高地压的特殊环境下开采,深部金属矿厚大矿体开采若仍沿用传统空场嗣后充填采矿法,将会导致深部采场凿岩硐室顶板垮冒,支护困难,矿石损失贫化大,严重制约深部矿产资源的安全生产。因此,亟需突破现行阶段空场嗣后充填采矿法,从深部采动地压控制、简化采矿设计、减小采切工程量的角度出发,开发适用于深部金属矿厚大矿体安全高效开采的新型采矿方法。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本申请实施例提供了一种基于支护和下向扇形爆破的采矿方法及装置、介质、设备,通过采用考虑矿石散体流动特性的采场结构参数修正计算方法、预支护技术、下向扇形中深孔全阶段爆破落矿技术、平底结构联合遥控铲运机出矿系统四个方面对采矿方法进行创新,保证采矿过程中采场顶板稳定性的同时减少采准工程量,简化采场设计,以达到安全高效采矿的目的。

[0005] 根据本申请的一个方面,提供了一种基于支护和下向扇形爆破的采矿方法,所述方法包括:

[0006] 确定平底结构采场的采场结构参数,根据所述采场结构参数和所述采场对应的矿体厚度,确定采场划分方向,按所述采场划分方向对矿体进行采场划分,并确定各采场的回采顺序;

[0007] 按照所述回采顺序,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,基于所述凿岩巷道施工与所述出矿巷道联通的切割井,并根据所述切割井的位置在所述凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以所述切割井为自由面和补偿空间,分段序次爆破形成切割槽,以提供采场爆破落矿的自由面和补偿空间;

[0008] 在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,基于所述切割槽提供的采场爆破落矿的自由面和补偿空间,采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿;

[0009] 利用流经采场下部的出矿巷道的气体对所述采场进行清洗,以使清洗后产生的污浊气体经由采场上部的凿岩巷道汇入阶段巷道,经矿山的主回风井排至地表;

[0010] 使用铲运机通过出矿巷道进行出矿,使用遥控铲运机进入采场内部对残余矿石进行出矿;

[0011] 利用充填管路通过所述凿岩巷道对采场内部进行充填。

[0012] 在本申请实施例中,可选地,确定平底结构采场的采场结构参数,包括:

[0013] 获取所述采场的阶段高度作为所述采场结构参数中的采场高度;

[0014] 根据所述采场对应的岩体质量分级、地应力以及矿岩力学参数,确定所述采场结构参数中的采场长度和采场宽度;

[0015] 根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正。

[0016] 在本申请实施例中,可选地,根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正,包括:

[0017] 计算所述采场对应的长度上限,其中,所述长度上限 $=\frac{2HP}{\tan \phi}$ ,H为采场高度,P为预设

的遥控铲运机出矿量占比系数, $\phi$ 为所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角;

[0018] 若所述采场长度小于或等于所述长度上限,则保持所述采场长度不变;

[0019] 若所述采场长度大于所述长度上限,则将所述采场长度修正为所述长度上限。

[0020] 在本申请实施例中,可选地,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,包括:

[0021] 自所述采场的阶段巷道向矿体内部施工采场联巷,以用于负担运输、通风以及充填工作,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持采场联巷的稳定;

[0022] 在所述采场的上部,自采场联巷沿采场回采方向布置凿岩巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述凿岩巷道的稳定;

[0023] 在所述采场的下部,自采场联巷沿采场回采方向布置出矿巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述出矿巷道的稳定。

[0024] 在本申请实施例中,可选地,在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,包括:

[0025] 在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工孔径为165mm、排间距为2.5m、孔底距为3.3m的下向扇形中深孔作为炮孔,并采用水柱间隔装药结构在所述炮孔中装入炸药,其中,水柱间隔比例为35%。

[0026] 在本申请实施例中,可选地,所述炮孔包括多排;采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿,包括:

[0027] 按照同排炮孔先中间后两边的V型起爆顺序进行两次爆破,每次爆破三排炮孔,之后,一次性爆破全部炮孔。

[0028] 在本申请实施例中,可选地,采场爆破落矿采用逐孔延时以及孔底反向起爆技术。

[0029] 根据本申请的另一方面,提供了一种基于支护和下向扇形爆破的采矿装置,所述装置包括:

[0030] 参数确定模块,用于确定平底结构采场的采场结构参数,根据所述采场结构参数和所述采场对应的矿体厚度,确定采场划分方向,按所述采场划分方向对矿体进行采场划分,并确定各采场的回采顺序;

[0031] 切割模块,用于按照所述回采顺序,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,基于所述凿岩巷道施工与所述出矿巷道联通的切割井,并根据所述切割井的位置在所述凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以所述切割井为自由面和补偿空间,分段序次爆破形成切割槽,以提供采场爆破落矿的自由面和补偿空间;

[0032] 爆破模块,用于在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,基于所述切割槽提供的采场爆破落矿的自由面和补偿空间,采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿;

[0033] 通风模块,用于利用流经采场下部的出矿巷道的气体对所述采场进行清洗,以使清洗后产生的污浊气体经由采场上部的凿岩巷道汇入阶段巷道,经矿山的主回风井排至地表;

[0034] 出矿模块,用于使用铲运机通过出矿巷道进行出矿,使用遥控铲运机进入采场内部对残余矿石进行出矿;

[0035] 充填模块,用于利用充填管路通过所述凿岩巷道对采场内部进行充填。

[0036] 在本申请实施例中,可选地,参数确定模块,还用于:

[0037] 获取所述采场的阶段高度作为所述采场结构参数中的采场高度;

[0038] 根据所述采场对应的岩体质量分级、地应力以及矿岩力学参数,确定所述采场结构参数中的采场长度和采场宽度;

[0039] 根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正。

[0040] 在本申请实施例中,可选地,参数确定模块,还用于:

[0041] 计算所述采场对应的长度上限,其中,所述长度上限 $=\frac{2HP}{\tan \phi}$ ,H为采场高度,P为预设

的遥控铲运机出矿量占比系数, $\phi$ 为所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角;

[0042] 若所述采场长度小于或等于所述长度上限,则保持所述采场长度不变;

[0043] 若所述采场长度大于所述长度上限,则将所述采场长度修正为所述长度上限。

[0044] 在本申请实施例中,可选地,切割模块,还用于:

[0045] 自所述采场的阶段巷道向矿体内部施工采场联巷,以用于负担运输、通风以及充填工作,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持采场联巷的稳定;

[0046] 在所述采场的上部,自采场联巷沿采场回采方向布置凿岩巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述凿岩巷道的稳定;

[0047] 在所述采场的下部,自采场联巷沿采场回采方向布置出矿巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述出矿巷道的稳定。

[0048] 在本申请实施例中,可选地,爆破模块,还用于:

[0049] 在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工孔径为165mm、排间

距为2.5m、孔底距为3.3m的下向扇形中深孔作为炮孔,并采用水柱间隔装药结构在所述炮孔中装入炸药,其中,水柱间隔比例为35%。

[0050] 在本申请实施例中,可选地,所述炮孔包括多排;爆破模块,还用于:

[0051] 按照同排炮孔先中间后两边的V型起爆顺序进行两次爆破,每次爆破三排炮孔,之后,一次性爆破全部炮孔。

[0052] 在本申请实施例中,可选地,采场爆破落矿采用逐孔延时以及孔底反向起爆技术。

[0053] 依据本申请又一个方面,提供了一种存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述基于支护和下向扇形爆破的采矿方法。

[0054] 依据本申请再一个方面,提供了一种计算机设备,包括存储介质、处理器及存储在存储介质上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述基于支护和下向扇形爆破的采矿方法。

[0055] 借由上述技术方案,本申请实施例提供的一种基于支护和下向扇形爆破的采矿方法及装置、介质、设备,有益效果在于:

[0056] (1)提升了平底结构的出矿效率;

[0057] 采用了考虑矿石散体流动特性的采场结构参数修正方法,通过优化采场结构参数弥补了遥控铲运机出矿效率的不足,从而提升了平底结构的出矿效率;

[0058] (2)便于地压防控,作业安全性高;

[0059] 采用扇形中深孔代替垂直中深孔进行爆破落矿,使采场顶部由矩形变为拱形结构,减缓了采场顶板的应力集中,便于地压防控的同时降低采准工程量;顶部的拱形结构有利于充填体承载,降低了对充填接顶的要求;通过提前支护采场顶板,对采场顶板地压进行主动控制,预防采场顶板失稳垮塌等工程灾害发生,人在支护好的采场凿岩巷道、出矿巷道内施工,安全性好;

[0060] (3)简化采切工程设计,采切工程量小,生产效率高;

[0061] 采用平底出矿结构替代传统的“V”型铗沟出矿结构,避免了“V”型铗沟施工工艺复杂的问题,简化了采切工程设计;避免了出矿进路的施工,凿岩巷道可用于本中段的充填、通风巷道和上中段的出矿巷道,采切工程量小,避免了二步骤采场回采需要在充填体里掘进巷道的难题,提升了矿山生产效率;

[0062] (4)采场爆破落矿效率高,爆破粉尘小;

[0063] 下向扇形中深孔全阶段爆破落矿技术,减少了爆破辅助作业时间,提升采场落矿效率,减少了采场围岩暴露时间,便于地压防控。通过炸药在空间上的错位分布和水柱间隔装药结构,提升了炸药能量分布的均匀性和能量利用率,改善了爆破效果;此外,水柱间隔装药结构具有一定的抑尘效果;

[0064] (5)减少矿石损失,提升矿山经济效益;

[0065] 传统的“V”型铗沟出矿结构所留设的桃型矿柱存在回采技术难度大、回采率低、甚至无法回采的问题,往往造成大量宝贵资源的损失,采用本发明的基于平底结构的采矿方法避免了桃型矿柱的留设,减少了矿石损失,具有较好的经济效益。

[0066] 上述说明仅是本申请技术方案的概述,为了能够更清楚了解本申请的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本申请的具体实施方式。

## 附图说明

[0067] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0068] 图1示出了本申请实施例提供的一种基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的流程示意图;

[0069] 图2为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的沿矿体走向方向的主视图示意图;

[0070] 图3为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的沿矿体走向方向的俯视图示意图;

[0071] 图4为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的铲运机出矿示意图;

[0072] 图5为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的遥控铲运机清理残矿示意图。

[0073] 图中,A1:阶段巷道;A2:采场联巷;A3:长锚索和锚杆支护系统;A4:凿岩巷道;A5:出矿巷道;A6:切割井;A7:下向扇形中深孔;A8:切割槽;A9:铲运机;A10:遥控铲运机;A11:采场内部残余矿石;A12:崩落矿石;A13:待采矿体;A14:尾砂胶结充填体。

## 具体实施方式

[0074] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0075] 在本实施例中提供了一种基于支护和下向扇形爆破的采矿方法,如图1所示,该方法包括:

[0076] 步骤101,确定平底结构采场的采场结构参数,根据所述采场结构参数和所述采场对应的矿体厚度,确定采场划分方向,按所述采场划分方向对矿体进行采场划分,并确定各采场的回采顺序。

[0077] 在该实施例中,首先,根据采场的具体条件(如阶段高度、岩体质量分级、地应力以及矿岩力学参数)确定合理的采场结构参数,进而划分采场并决定其回采顺序。这是为了优化开采流程,确保采动应力均衡。在阶段内,根据矿体厚度和采场结构参数沿矿体走向方向或者垂直矿体走向方向划分采场;当矿体厚度大于采场宽度时,垂直矿体走向方向划分采场;当矿体厚度小于采场宽度时,沿矿体走向方向划分采场,当矿体厚度等于采场宽度时,垂直矿体走向方向或沿矿体走向方向划分采场均可;采场回采顺序可采用数值模拟法进行确定。

[0078] 在本申请实施例中,可选地,确定平底结构采场的采场结构参数,包括:获取所述采场的阶段高度作为所述采场结构参数中的采场高度;根据所述采场对应的岩体质量分级、地应力以及矿岩力学参数,确定所述采场结构参数中的采场长度和采场宽度;根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正。进一步,根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正,包括:计算

所述采场对应的长度上限,其中,所述长度上限 $=\frac{2HP}{\tan\phi}$ ,H为采场高度,P为预设的遥控铲运机出矿量占比系数, $\phi$ 为所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角;若所述采场长度小于或等于所述长度上限,则保持所述采场长度不变;若所述采场长度大于所述长度上限,则将所述采场长度修正为所述长度上限。

[0079] 在上述实施例中,所述采场结构参数包括采场的长度、宽度、高度;采场高度为阶段高度,采场长度与宽度根据岩体的稳定性初步确定,而后对所述采场长度进行修正,包括:计算所述采场对应的长度上限,其中,所述长度上限 $=\frac{2HP}{\tan\phi}$ 。其中,H为采场高度;P为预设

的遥控铲运机出矿量占比系数,可取0.2~0.5,可根据矿山遥控铲运机出矿效率确定,遥控铲运机出矿效率较高时取大值; $\phi$ 为所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,与矿石特性、矿石爆破块度有关。若所述采场长度小于或等于所述长度上限,则保持所述采场长度不变;若所述采场长度大于所述长度上限,则将所述采场长度修正为所述长度上限。

[0080] 步骤102,按照所述回采顺序,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,基于所述凿岩巷道施工与所述出矿巷道联通的切割井,并根据所述切割井的位置在所述凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以所述切割井为自由面和补偿空间,分段序次爆破形成切割槽,以提供采场爆破落矿的自由面和补偿空间。

[0081] 在该实施例中,在采场内施工必要的联巷、凿岩巷道和出矿巷道,并对其进行预支护以增强稳定性。随后,基于凿岩巷道开凿切割井,并沿此井开凿下向扇形中深孔,通过分段序次爆破形成切割槽。这一步骤为后续的采场爆破提供了关键的自由面和补偿空间。

[0082] 在本申请实施例中,可选地,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,包括:自所述采场的阶段巷道向矿体内部施工采场联巷,以用于负担运输、通风以及充填工作,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持采场联巷的稳定;在所述采场的上部,自采场联巷沿采场回采方向布置凿岩巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述凿岩巷道的稳定;在所述采场的下部,自采场联巷沿采场回采方向布置出矿巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述出矿巷道的稳定。

[0083] 在上述实施例中,自阶段巷道向矿体内部施工采场联巷,用于负担运输、通风、充填工作,并采用长锚索和锚杆支护系统维持采场联巷的稳定;在采场上部,自采场联巷沿采场回采方向布置凿岩巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统维持凿岩巷道的稳定;在采场下部,自采场联巷沿采场回采方向布置出矿巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统维持出矿巷道的稳定;在采场端部位置开凿切割井,从凿岩巷道施工下向平行中深孔,采用中深孔爆破法形成切割井,所述切割井需与出矿巷道联通;根据切割井的位置,在凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以切割井为自由面和补偿空间,根据补偿空间大小和自由面条件,分段序次爆破形成切割槽,形成采场爆破落矿的初始自由面和补偿空间。

[0084] 步骤103,在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,基于所述切割槽提供的采场爆破落矿的自由面和补偿空间,采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿。

[0085] 在该实施例中,以切割槽为自由面和补偿空间,采用下向扇形中深孔全阶段爆破

落矿技术爆破落矿。其中,在凿岩巷道内,利用凿岩车按预设参数施工炮孔并放置炸药。采用V型起爆顺序(先中间后两边),利用切割槽提供的自由面和补偿空间进行采场爆破,实现矿石的有效破碎。

[0086] 在本申请实施例中,可选地,在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,包括:在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工孔径为165mm、排间距为2.5m、孔底距为3.3m的下向扇形中深孔作为炮孔,并采用水柱间隔装药结构在所述炮孔中装入炸药,其中,水柱间隔比例为35%。进一步,所述炮孔包括多排;采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿,包括:按照同排炮孔先中间后两边的V型起爆顺序进行两次爆破,每次爆破三排炮孔,之后,一次性爆破全部炮孔。采场爆破落矿采用逐孔延时以及孔底反向起爆技术。

[0087] 在上述实施例中,在凿岩巷道内使用凿岩台车按照设计的角度和长度施工炮孔,炮孔采用下向扇形中深孔;进一步的,所述下向扇形中深孔采用水柱间隔装药结构,为了确保炸药能量分布的均匀性,不同炮孔的炸药在空间上错位分布;进一步的,下向扇形中深孔爆破采用基于电子数码雷管的逐孔延时、孔底反向起爆技术,同排炮孔采用先中间后两边的“V”型起爆顺序,这样可以有效降低两侧炮孔的爆破夹制力,降低爆破振动和围岩(充填体)损伤,改善爆破效果,降低大块率;进一步的,为减少爆破次数,充分发挥中深孔爆破生产效率高的特点,对采场的爆破次序进行设计,待补偿空间满足后续矿体爆破要求时,对采场进行一次性全阶段爆破落矿。

[0088] 步骤104,利用流经采场下部的出矿巷道的气体对所述采场进行清洗,以使清洗后产生的污浊气体经由采场上部的凿岩巷道汇入阶段巷道,经矿山的主回风井排至地表。

[0089] 在该实施例中,利用出矿巷道中的气体对采场进行清洗,将污浊气体引导至凿岩巷道,最终通过矿山的主回风井排出地表,确保采场内的空气质量。

[0090] 步骤105,使用铲运机通过出矿巷道进行出矿,使用遥控铲运机进入采场内部对残余矿石进行出矿。

[0091] 步骤106,利用充填管路通过所述凿岩巷道对采场内部进行充填。

[0092] 在该实施例中,使用铲运机从出矿巷道出矿,并辅以遥控铲运机清理采场内部残余矿石。完成出矿后,通过凿岩巷道利用充填管路对采场进行充填,以支撑围岩、恢复地压平衡并准备下一轮开采。

[0093] 通过应用本实施例的技术方案,采用本发明提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法产生的有益效果在于:

[0094] (1)提升了平底结构的出矿效率;

[0095] 采用了考虑矿石散体流动特性的采场结构参数修正方法,通过优化采场结构参数弥补了遥控铲运机出矿效率的不足,从而提升了平底结构的出矿效率;

[0096] (2)便于地压防控,作业安全性高;

[0097] 采用扇形中深孔代替垂直中深孔进行爆破落矿,使采场顶部由矩形变为拱形结构,减缓了采场顶板的应力集中,便于地压防控的同时降低采准工程量;顶部的拱形结构有利于充填体承载,降低了对充填接顶的要求;通过提前支护采场顶板,对采场顶板地压进行主动控制,预防采场顶板失稳垮塌等工程灾害发生,人在支护好的采场凿岩巷道、出矿巷道内施工,安全性好;

[0098] (3)简化采切工程设计,采切工程量小,生产效率高;

[0099] 采用平底出矿结构替代传统的“V”型堑沟出矿结构,避免了“V”型堑沟施工工艺复杂的问题,简化了采切工程设计;避免了出矿进路的施工,凿岩巷道可用于本中段的充填、通风巷道和上中段的出矿巷道,采切工程量小,避免了二步骤采场回采需要在充填体里掘进巷道的难题,提升了矿山生产效率;

[0100] (4)采场爆破落矿效率高,爆破粉尘小;

[0101] 下向扇形中深孔全阶段爆破落矿技术,减少了爆破辅助作业时间,提升采场落矿效率,减少了采场围岩暴露时间,便于地压防控。通过炸药在空间上的错位分布和水柱间隔装药结构,提升了炸药能量分布的均匀性和能量利用率,改善了爆破效果;此外,水柱间隔装药结构具有一定的抑尘效果;

[0102] (5)减少矿石损失,提升矿山经济效益;

[0103] 传统的“V”型堑沟出矿结构所留设的桃型矿柱存在回采技术难度大、回采率低、甚至无法回采的问题,往往造成大量宝贵资源的损失,采用本发明的基于平底结构的采矿方法避免了桃型矿柱的留设,减少了矿石损失,具有较好的经济效益。

[0104] 在一个具体应用场景中,图2为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的沿矿体走向方向的主视图示意图,图3为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的沿矿体走向方向的俯视图示意图,图4为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的铲运机出矿示意图,图5为本申请实施例提供的基于支护和下向扇形爆破的采矿方法的遥控铲运机清理残矿示意图。其中,图2中A剖面方向为矿体走向方向。基于支护和下向扇形爆破的采矿方法包括以下步骤:

[0105] 步骤1:计算采场结构参数、划分采场并确定采场回采顺序。

[0106] 本实施例中,根据矿山开拓系统可知阶段高度为50m,故确定采场高度为50m,根据岩体质量分级、地应力和矿岩力学参数确定了采场宽度取18m,采场长度取40m。

[0107] 而后对所述采场长度进行修正,包括:计算所述采场对应的长度上限,其中,所述长度上限 $=\frac{2HP}{\tan\phi}$ 。其中,H为采场高度,本实施例为50m;P为预设的遥控铲运机出矿量占比系数,本实施例取0.25; $\phi$ 为所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,本实施例取 $45^\circ$ 。计算可得本实施例所述长度上限为25m,所述采场长度为40m大于所述长度上限25m,则将所述采场长度修正为所述长度上限。故修正后的采场结构参数为:25m×18m×50m(长×宽×高)。

[0108] 在阶段内,根据矿体厚度和采场结构参数沿矿体走向方向或者垂直矿体走向方向划分采场,本实施例中,由于矿体平均厚度为25m,矿体平均厚度大于采场宽度,故垂直矿体走向方向划分采场。

[0109] 采场回采顺序可采用数值模拟法进行确定,本实施例中,在同一阶段内采场采用隔一采一的回采顺序,在不同阶段内,采场采用“品”字形回采顺序。

[0110] 步骤2:采准与切割。

[0111] 本实施例中,所设计的采矿法如图2-图5所示,其中A13为待采矿体。自阶段巷道A1向矿体内部施工采场联巷A2,用于负担运输、通风、充填工作,并采用长锚索和锚杆支护系统A3维持采场联巷A2的稳定;在采场上部,自采场联巷A2沿采场回采方向布置凿岩巷道A4,

并采用长锚索和锚杆支护系统A3维持凿岩巷道A4的稳定;在采场下部,自采场联巷A2沿采场回采方向布置出矿巷道A5,并采用长锚索和锚杆支护系统A3维持出矿巷道A5的稳定;在采场端部,从凿岩巷道A4施工下向平行中深孔,采用中深孔爆破法形成切割井A6,所述切割井A6需与出矿巷道A5联通;本实施例中,根据切割井A6的位置,在凿岩巷道开凿下向扇形中深孔A7,以切割井A6为自由面,根据补偿空间大小和自由面条件,分段序次爆破形成切割槽A8,最终形成矿房爆破落矿的初始自由面和补偿空间。

[0112] 步骤3:以切割槽为自由面和补偿空间,采用下向扇形中深孔全阶段爆破落矿技术爆破落矿。

[0113] 本实施例中,在凿岩巷道A4内使用凿岩台车按照设计的角度和长度施工下向扇形中深孔A7,下向扇形中深孔孔径165mm,水柱间隔比例为35%,选用2#岩石乳化炸药,药卷直径140mm,不同炮孔的炸药在空间上错位分布;下向扇形中深孔排间距为2.5m,孔底距为3.3m,一步骤矿房炮孔孔底布置到距采场边界0.3m处,二步骤矿房回采时,采场两帮为充填体,炮孔孔底布置到距充填体0.6m~0.8m处,采用逐孔延时、孔底反向起爆技术,同排炮孔采用先中间后两边的“V”型起爆顺序;为减少爆破次数,充分发挥中深孔爆破生产效率高的特点,对采场的爆破次序进行了设计,切割槽形成后,按正常爆破方式先进行两次生产爆破,每次爆三排炮孔,崩矿步距为7.5m,经过两次爆破后,补偿空间满足后续矿体爆破要求,一次性爆破全部炮孔。

[0114] 步骤4:采场通风。

[0115] 本实施例中,新鲜风流经由采场底部的出矿巷道A5进入采场,清洗工作面后,污风经由采场上部的凿岩巷道A4汇入阶段巷道A1,最后经矿山的主回风井排至地表。

[0116] 步骤5:出矿。

[0117] 本实施例中,崩落矿石A12由铲运机A9通过采场底部的出矿巷道A5进行出矿,堆积在采场内部的采场内部残余矿石A11则由遥控铲运机A10进入采场内部出矿,其中,A14为尾砂胶结充填体。

[0118] 步骤6:采场充填。

[0119] 当回采完毕后,充填管路自采场顶部的凿岩巷道A4下放到采场内部进行充填,在本实施例中,一步骤矿房采用尾砂胶结充填,二步骤矿房采用全尾充填。

[0120] 进一步的,作为图1方法的具体实现,本申请实施例提供了一种基于支护和下向扇形爆破的采矿装置,该装置包括:

[0121] 参数确定模块,用于确定平底结构的采场的采场结构参数,根据所述采场结构参数和所述采场对应的矿体厚度,确定采场划分方向,按所述采场划分方向对矿体进行采场划分,并确定各采场的回采顺序;

[0122] 切割模块,用于按照所述回采顺序,在所述采场中分别施工采场联巷、凿岩巷道和出矿巷道并提供预支护,基于所述凿岩巷道施工与所述出矿巷道联通的切割井,并根据所述切割井的位置在所述凿岩巷道中开凿下向扇形中深孔,以所述切割井为自由面和补偿空间,分段序次爆破形成切割槽,以提供采场爆破落矿的自由面和补偿空间;

[0123] 爆破模块,用于在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工下向扇形中深孔作为炮孔并放置炸药,基于所述切割槽提供的采场爆破落矿的自由面和补偿空间,采用先中间后两边的V型起爆顺序进行采场爆破落矿;

[0124] 通风模块,用于利用流经采场下部的出矿巷道的气体对所述采场进行清洗,以使清洗后产生的污浊气体经由采场上部的凿岩巷道汇入阶段巷道,经矿山的主回风井排至地表;

[0125] 出矿模块,用于使用铲运机通过出矿巷道进行出矿,使用遥控铲运机进入采场内部对残余矿石进行出矿;

[0126] 充填模块,用于利用充填管路通过所述凿岩巷道对采场内部进行充填。

[0127] 在本申请实施例中,可选地,参数确定模块,还用于:

[0128] 获取所述采场的阶段高度作为所述采场结构参数中的采场高度;

[0129] 根据所述采场对应的岩体质量分级、地应力以及矿岩力学参数,确定所述采场结构参数中的采场长度和采场宽度;

[0130] 根据所述采场高度、预设的遥控铲运机出矿量占比系数和所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角,对所述采场长度进行修正。

[0131] 在本申请实施例中,可选地,参数确定模块,还用于:

[0132] 计算所述采场对应的长度上限,其中,所述长度上限 $=\frac{2HP}{\tan \phi}$ ,H为采场高度,P为预设的遥控铲运机出矿量占比系数, $\phi$ 为所述采场对应的崩落矿石散体的自然安息角;

[0133] 若所述采场长度小于或等于所述长度上限,则保持所述采场长度不变;

[0134] 若所述采场长度大于所述长度上限,则将所述采场长度修正为所述长度上限。

[0135] 在本申请实施例中,可选地,切割模块,还用于:

[0136] 自所述采场的阶段巷道向矿体内部施工采场联巷,以用于负担运输、通风以及填充工作,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持采场联巷的稳定;

[0137] 在所述采场的上部,自采场联巷沿采场回采方向布置凿岩巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述凿岩巷道的稳定;

[0138] 在所述采场的下部,自采场联巷沿采场回采方向布置出矿巷道,并采用长锚索和锚杆支护系统提供预支护,以维持所述出矿巷道的稳定。

[0139] 在本申请实施例中,可选地,爆破模块,还用于:

[0140] 在所述凿岩巷道内使用凿岩车按照预设角度和预设长度施工孔径为165mm、排间距为2.5m、孔底距为3.3m的下向扇形中深孔作为炮孔,并采用水柱间隔装药结构在所述炮孔中装入炸药,其中,水柱间隔比例为35%。

[0141] 在本申请实施例中,可选地,所述炮孔包括多排;爆破模块,还用于:

[0142] 按照同排炮孔先中间后两边的V型起爆顺序进行两次爆破,每次爆破三排炮孔,之后,一次性爆破全部炮孔。

[0143] 在本申请实施例中,可选地,采场爆破落矿采用逐孔延时以及孔底反向起爆技术。

[0144] 需要说明的是,本申请实施例提供的一种基于支护和下向扇形爆破的采矿装置所涉及各功能单元的其他相应描述,可以参考图1至图5方法中的对应描述,在此不再赘述。

[0145] 本申请实施例还提供了一种计算机设备,具体可以为个人计算机、服务器、网络设备,该计算机设备包括总线、处理器、存储器和通信接口,还可以包括输入输出接口和显示设备。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质和内存。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数

据库。该内存存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储位置信息。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现各方法实施例中的步骤。

[0146] 本领域技术人员可以理解,上述的计算机设备的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构,并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定,具体的计算机设备可以包括更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0147] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质可以是非易失性,也可以是易失性,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现上述各方法实施例中的步骤。

[0148] 在一个实施例中,提供了一种计算机程序产品,包括计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现上述各方法实施例中的步骤。

[0149] 需要说明的是,本申请所涉及的用户信息(包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等)和数据(包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等),均为经用户授权或者经过各方充分授权的信息和数据。

[0150] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、磁带、软盘、闪存、光存储器、高密度嵌入式非易失性存储器、阻变存储器(ReRAM)、磁变存储器(Magnetoresistive Random Access Memory, MRAM)、铁电存储器(Ferroelectric Random Access Memory, FRAM)、相变存储器(Phase Change Memory, PCM)、石墨烯存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)或外部高速缓冲存储器等。作为说明而非局限,RAM可以是多种形式,比如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, SRAM)或动态随机存取存储器(Dynamic Random Access Memory, DRAM)等。本申请所提供的各实施例中所涉及的数据库可包括关系型数据库和非关系型数据库中至少一种。非关系型数据库可包括基于区块链的分布式数据库等,不限于此。本申请所提供的各实施例中所涉及的处理器可为通用处理器、图形处理器、数字信号处理器、可编程逻辑器、基于量子计算的数据处理逻辑器等,不限于此。

[0151] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0152] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

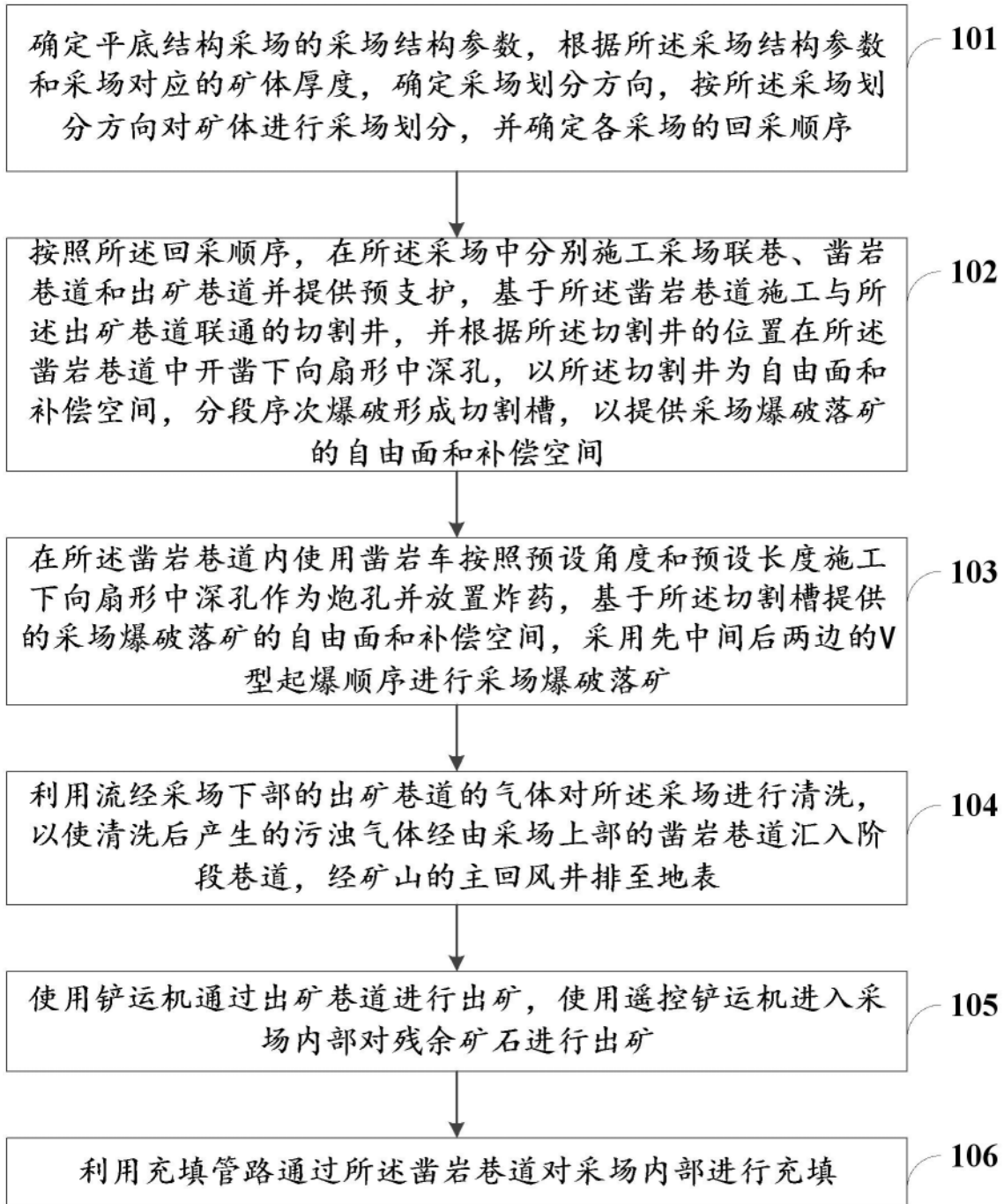


图1

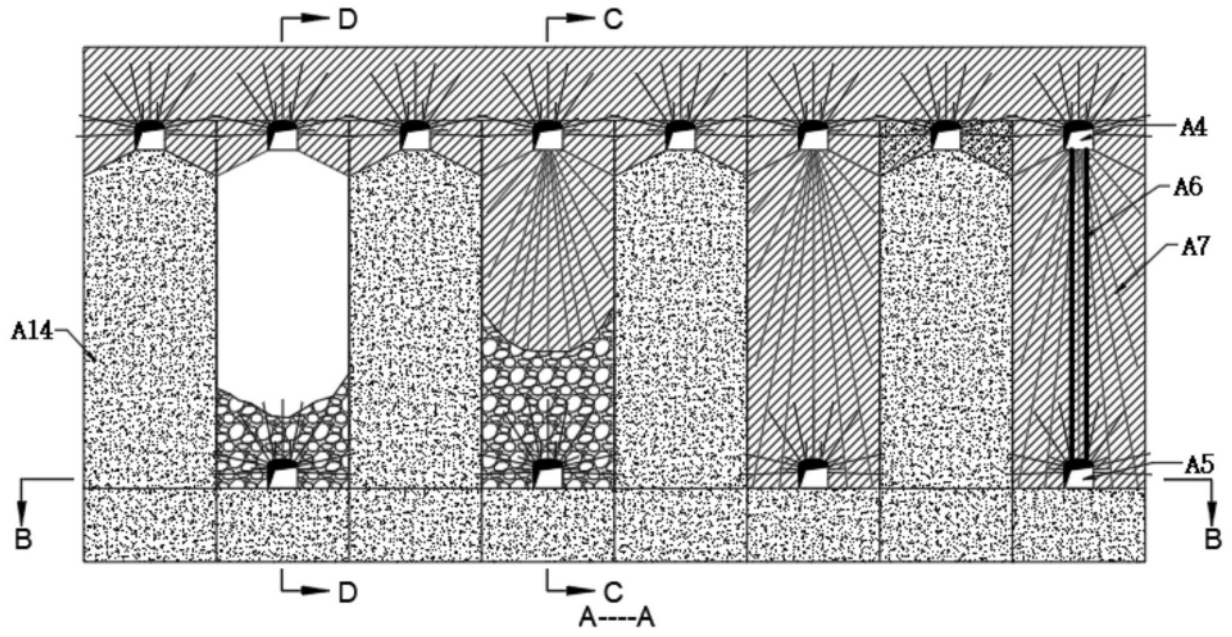


图2

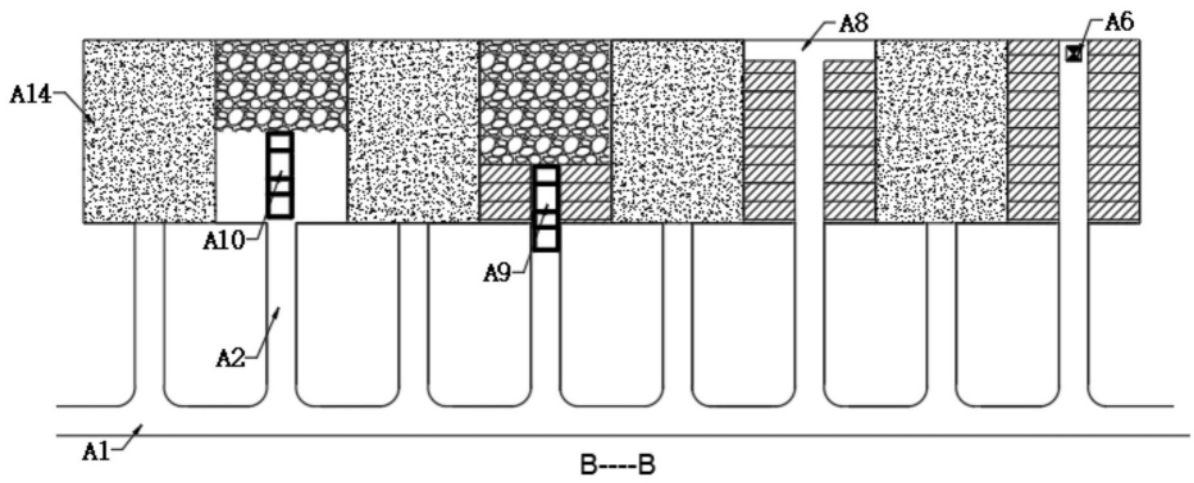


图3

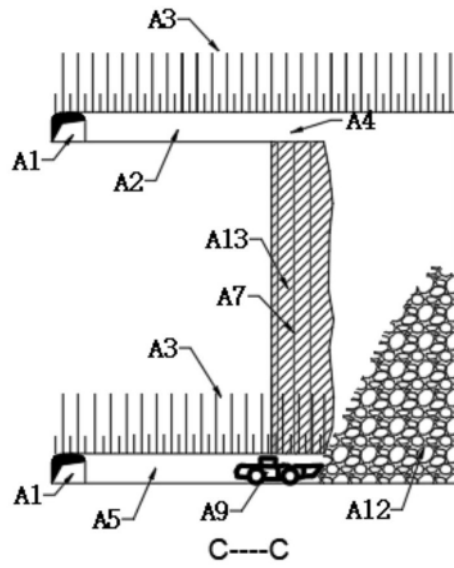


图4

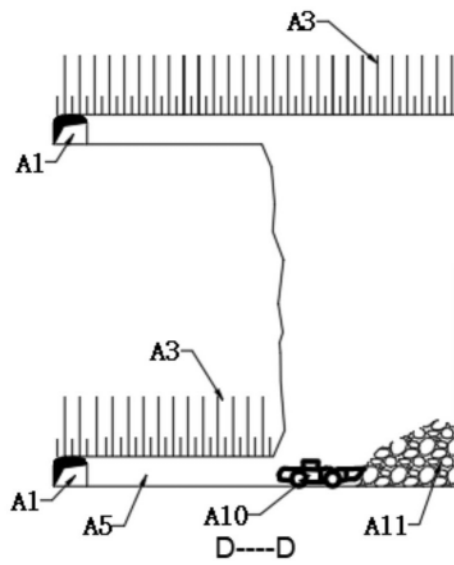


图5