



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108049896 B

(45)授权公告日 2019.04.02

(21)申请号 201711370318.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.12.19

E21D 15/44(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

E21D 20/00(2006.01)

申请公布号 CN 108049896 A

E21D 11/10(2006.01)

E21D 11/14(2006.01)

(43)申请公布日 2018.05.18

E21F 15/00(2006.01)

(73)专利权人 河南力行科创矿山技术开发有限公司

审查员 张露

地址 454000 河南省焦作市示范区文苑办事处中原路(南段)1365号(河南理工大学科技园)10#楼309室

(72)发明人 王成 熊祖强 王雨利 袁策 陈晓祥 刘群坡 张耀辉 赵磊磊

(74)专利代理机构 郑州优盾知识产权代理有限公司 41125

代理人 孙诗雨 郑园

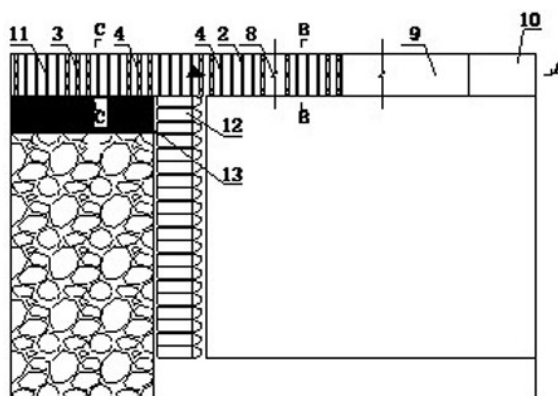
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种综放工作面沿空留巷方法

(57)摘要

本发明提供了一种综放工作面沿空留巷方法,属于煤矿井下支护技术领域。针对回收综放工作面底煤效率低、沿空留巷高成本难题,在综放工作面前方超前支承压力影响范围内的回采巷道进行底煤开挖至煤层底板形成无底煤巷道,无底煤巷道使用工字钢梯形、井型木垛组、采用单体液压支柱进行超前支护;综放工作面开始回采,靠近沿空留巷的放顶煤支架顶煤进入采空区后垮落形成沿空留巷的采空区煤帮,实施沿空留巷时即采用U型钢架棚替换工字钢梯形棚。本发明能有效回收综放工作面底煤、降低沿空留巷成本,同时能实现沿空留巷的长期稳定,具有支护强度高、安全可靠、工艺简单、操作简便、经济效益好的优点。



1. 一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于包含以下步骤:

步骤一:综放工作面未回采前,在综采工作面前方开挖沿空留巷原位巷道(10)底板的巷道底煤(1),直至将综采工作面超前支承压力影响范围内的巷道底煤(1)全部挖完,消除开挖巷道底煤(1)形成的台阶形成无底煤巷道(8),无底煤巷道(8)采用底板倾斜过渡巷道(9)倾斜过渡到沿空留巷原位巷道(10);

步骤二:无底煤巷道(8)采用工字钢梯形棚(2)支撑,工字钢梯形棚(2)采用背板(6)背实,工字钢梯形棚(2)采用单体液压支柱(4)进行支撑补强;

步骤三:在工字钢梯形棚(2)上架设若干组井型木垛(5),直至最上部井型木垛组与巷道顶板接触,并使最上部井型木垛组与巷道顶板之间背牢固;

步骤四:采用单体液压支柱(4)对综放工作面前方进行超前支护;

步骤五:综放工作面开始回采,将无底煤巷道(8)保留下来形成沿空留巷(11),靠近沿空留巷(11)的放顶煤支架(12)上的顶煤不放,作为沿空留巷(11)的采空区煤帮(13),沿空留巷(11)采用U型钢棚(3)替换工字钢梯形棚(2)进行支护,U型钢棚(3)与巷道两边间隙采用垫层(7)垫平,U型钢棚(3)采用单体液压支柱(4)进行支撑补强;

步骤六:在沿空留巷(11)巷道顶板中部沿巷道方向安装一排注浆管(14);

步骤七:沿空留巷(11)滞后综放工作面一定距离,喷浆密闭沿空留巷(11)的围岩;

步骤八:等待喷浆层稳定之后,采用高水充填材料充填U型钢棚(3)上方空洞封堵裂隙,防止瓦斯聚集;

步骤九:随着综放工作面的不断推进,重复步骤一到八,直至整个工作面回采结束。

2. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:所述步骤一中所指的综采工作面前方所指范围为30m~40m。

3. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:所述工字钢梯形棚(2)排距为500mm~700mm,U型钢棚(3)排距为500mm~700mm。

4. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:所述无底煤巷道(8)的长度为不小于30m,无底煤巷道(8)超前支护所用的单体液压支柱(4)排距为600mm~1200mm。

5. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:注浆管组排距为2.0m~2.8m,单个注浆管(14)直径20mm,注浆管(14)管头露出沿空留巷(11)巷道顶板150mm,注浆管(14)管底与巷道顶板接触,注浆管(14)孔口采用塑料薄膜包裹。

6. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:所述高水充填材料使用时水灰质量比为3:1~5:1。

7. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:所述的沿空留巷原位巷道(10)沿着煤层顶板掘进,沿空留巷原位巷道(10)采用锚网支护。

8. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:所述底板倾斜过渡巷道(9)的长度不小于10m。

9. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,其特征在于:所述步骤五中的靠近沿空留巷(11)的放顶煤支架(12)数量为2~5个。

10. 根据权利要求1所述的一种综放工作面沿空留巷方法,适用于综放工作面煤层厚度为5m~8m的沿空留巷。

## 一种综放工作面沿空留巷方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于矿井支护与通风安全技术领域,特别是涉及一种综放工作面沿空留巷方法,适用于综放工作面煤层厚度为5m~8m的沿空留巷。

### 背景技术

[0002] 沿空留巷实质是工作面采煤后沿采空区边缘维护原回采巷道,是一种较为先进的采煤巷道布置方法,可以减少巷道掘进、缓和采掘关系、提高煤炭资源的回收、延长矿井寿命和改善巷道围岩应力。

[0003] 厚煤层综放工作面的回采巷道普遍沿煤层顶板掘进,造成了综放工作面上下端头留有大量的底煤,一个工作面煤层丢失的底煤少则几千吨,多则甚至达到几十万吨,经济效益损失可以达到上亿元。而综放面沿空留巷普遍采用高水材料或高强的混凝土构筑沿空留巷充填墙体,虽然收获了良好的安全经济效益,但是仍未解决综放工作面底煤回收高成本的难题。近几年切顶沿空留巷得到了广泛应用,取得了良好的经济效益,但其主要适用于小于3.0m综放工作面煤层的沿空留巷,当综放工作面煤层厚度超过3.0m时,切顶沿空留巷的围岩控制效果不理想。

[0004] 因此,提高回收综放工作面底煤效率、降低沿空留巷成本,是综放工作面沿空留巷亟待解决的难题。

### 发明内容

[0005] 为了解决回收综放工作面底煤和沿空留巷的高成本难题,本发明提供了一种综放工作面沿空留巷方法。

[0006] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 步骤一:综放工作面未回采前,在综采工作面前方开挖沿空留巷原位巷道底板的巷道底煤,直至将综采工作面超前支承压力影响范围内的巷道底煤全部挖完,消除开挖底煤形成的台阶形成无底煤巷道,无底煤巷道采用底板倾斜过渡巷道倾斜过渡到沿空留巷原位巷道;

[0008] 步骤二:无底煤巷道采用工字钢梯形棚支撑,工字钢梯形棚采用背板背实,工字钢梯形棚采用单体液压支柱进行支撑补强;

[0009] 步骤三:在工字钢梯形棚上架设若干组井型木垛,直至井型木垛顶部与巷道顶板接触,并使井型木垛顶部与巷道顶板之间背牢固;

[0010] 步骤四:采用单体液压支柱对综放工作面前方进行超前支护;

[0011] 步骤五:综放工作面开始回采,将无底煤巷道保留下来形成沿空留巷,靠近沿空留巷的放顶煤支架上的顶煤不放,作为沿空留巷的采空区煤帮,沿空留巷采用U型钢棚替换工字钢梯形棚进行支护,U型钢棚与巷道两边间隙采用垫层垫平,U型钢棚采用单体液压支柱进行支撑补强;

[0012] 步骤六:在沿空留巷顶板中部沿巷道方向安装一排注浆管;

- [0013] 步骤七:沿空留巷滞后综放工作面一定距离,喷浆密闭沿空留巷的围岩;
- [0014] 步骤八:等待喷浆层稳定之后,采用高水充填材料充填U型钢棚上方空洞,封堵裂隙,防止瓦斯聚集;
- [0015] 步骤九:随着综放工作面的不断推进,重复步骤一到八,直至整个工作面回采结束。
- [0016] 所述步骤一中的综采工作面前方所指范围为30m~40m。
- [0017] 所述步骤五中的靠近沿空留巷的放顶煤支架数量范围为2~5个。
- [0018] 所述工字钢梯形棚排距为500mm~700mm,U型钢棚排距为500mm~700mm。
- [0019] 所述无底煤巷道的长度为不小于30m,无底煤巷道超前支护所用的单体液压支柱排距为600mm~1200mm。
- [0020] 所述注浆管组排距为2.0m~2.8m,单个注浆管直径20mm,注浆管管头露出沿空留巷巷道顶板150mm,注浆管管底与巷道顶板接触,注浆管孔口采用塑料薄膜包裹。
- [0021] 所述高水充填材料使用时水灰质量比为3:1~5:1。
- [0022] 所述的沿空留巷原位巷道沿着煤层顶板掘进,沿空留巷原位巷道采用锚网支护。
- [0023] 所述底板倾斜过渡巷道的长度不小于10m。
- [0024] 所述一种综放工作面沿空留巷方法适用于综放工作面煤层厚度为5m~8m的沿空留巷。
- [0025] 本发明所指的综放工作面沿空留巷方法能有效回收综放工作面底煤、降低沿空留巷成本,同时能实现沿空留巷的长期稳定,具有支护强度高、安全可靠、工艺简单、操作简便、经济效益好的优点。

### 附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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本发明的一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1是本发明所述综放工作面沿空留巷的实例结构示意图。

[0028] 图2是图1中的A-A线的剖面图。

[0029] 图3是图1中的B-B线的剖面图。

[0030] 图4是图1中的C-C线的剖面图。

[0031] 图中:1-巷道底煤,2-工字钢梯形棚,3-U型钢棚,4-单体液压支柱,5-井型木垛,6-背板,7-垫层,8-无底煤巷道,9-底板倾斜过渡巷道,10-沿空留巷原位巷道,11-沿空留巷,12-放顶煤支架,13-沿空留巷道采空区煤帮;14-注浆管。

### 具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 实施例1:如图1~4所示,适用于综放工作面煤层厚度为5m的一种综放工作面沿空留巷方法的步骤为:

[0034] 步骤一:综放工作面未回采前,在综采工作面前方开挖沿空留巷原位巷道10地板的巷道底煤,直至将综采工作面超前支承压力影响范围40m内的巷道底煤1全部挖完,消除开挖巷道底煤1形成的台阶形成无底煤巷道8,无底煤巷道8采用底板倾斜过渡巷道9倾斜过渡到沿空留巷原位巷道10;

[0035] 步骤二:无底煤巷道8采用工字钢梯形棚2支撑,工字钢梯形棚2采用背板6背实,工字钢梯形棚2采用3根DW40-200/110型号的单体液压支柱4进行支撑补强,相邻工字钢梯形棚2之间排距为700mm;

[0036] 步骤三:在工字钢梯形棚2上架设5组井型木垛5,最上部井型木垛组顶部与巷道顶板接触,并使最上部井型木垛组顶部与巷道顶板之间背牢固;

[0037] 步骤四:采用DW40-200/110型号的单体液压支柱4对综放工作面前方进行超前支护,相邻DW40-200/110型号的单体液压支柱4之间排距为1200mm;

[0038] 步骤五:综放工作面开始回采,将无底煤巷道8保留下来形成沿空留巷11,靠近沿空留巷11的3个放顶煤支架12上的顶煤不放,作为沿空留巷11的采空区煤帮13,沿空留巷11采用U型钢棚3替换工字钢梯形棚2进行支护,U型钢棚3与巷道两边间隙采用垫层7垫平,U型钢棚3采用3根DW40-200/110型号的单体液压支柱4进行支撑补强;

[0039] 步骤六:在沿空留巷11巷道顶板中部固定一排注浆管14,相邻注浆管14排距为2.8,单个注浆管14直径20mm,注浆管14管头露出U型钢棚3的长度为150mm,注浆管14管底与巷道顶板接触,注浆管14孔口采用塑料薄膜包裹;

[0040] 步骤七:沿空留巷11滞后综放工作面30m,喷浆密闭沿空留巷11的围岩,喷浆层厚度为100m;

[0041] 步骤八:等待喷浆层稳定之后,采用水灰质量比为5:1的高水充填材料充填U型钢棚3上方空洞封堵裂隙,防止瓦斯聚集;

[0042] 步骤九:随着综放工作面的不断推进,重复步骤一到八,直至整个工作面回采结束。

[0043] 所述背板6材料采用木板,垫层7材料采用袋装矸石。

[0044] 所述井型木垛5规格为长度2400mm、高度200mm、宽度200mm或300mm。

[0045] 所述的沿空留巷原位巷道10沿着煤层顶板掘进,沿空留巷原位巷道10采用锚网支护。

[0046] 所述底板倾斜过渡巷道9的长度不小于10m。

[0047] 实施例2:如图1~4所示,适用于综放工作面煤层厚度为6.6m的一种综放工作面沿空留巷方法的步骤为:

[0048] 步骤一:综放工作面未回采前,在综采工作面前方开挖沿空留巷原位巷道10地板的巷道底煤,直至将综采工作面超前支承压力影响范围35m内的巷道底煤1全部挖完,消除开挖底煤形成的台阶形成无底煤巷道8,无底煤巷道8采用底板倾斜过渡巷道9倾斜过渡到沿空留巷原位巷道10;

[0049] 步骤二:无底煤巷道8采用工字钢梯形棚2支撑,工字钢梯形棚2采用背板6背实,工字钢梯形棚2采用3根DW40-200/110型号的单体液压支柱4进行支撑补强,相邻工字钢梯形

棚2之间排距为600mm；

[0050] 步骤三：在工字钢梯形棚2上架设13组井型木垛5，最上部井型木垛组顶部与巷道顶板接触，并使最上部井型木垛组顶部与巷道顶板之间背牢固；

[0051] 步骤四：采用DW40-200/110型号的单体液压支柱4对综放工作面前方进行超前支护，相邻DW40-200/110型号的单体液压支柱4之间排距为900mm；

[0052] 步骤五：综放工作面开始回采，将无底煤巷道8保留下来形成沿空留巷11，靠近沿空留巷11的3个放顶煤支架12上的顶煤不放，作为沿空留巷11的采空区煤帮13，沿空留巷11采用U型钢棚3替换工字钢梯形棚2进行支护，U型钢棚3与巷道两边间隙采用垫层7垫平，U型钢棚3采用3根DW40-200/110型号的单体液压支柱4进行支撑补强；

[0053] 步骤六：在沿空留巷11巷道顶板中部固定一排注浆管14，相邻注浆管14排距为2.4，单个注浆管14直径20mm，注浆管14管头露出沿空留巷11巷道顶板的长度为150mm，注浆管14管底与巷道顶板接触，注浆管14孔口采用塑料薄膜包裹；

[0054] 步骤七：沿空留巷11滞后综放工作面25m，喷浆密闭沿空留巷11的围岩，喷浆层厚度为100m；

[0055] 步骤八：等待喷浆层稳定之后，采用水灰质量比为4:1的高水充填材料充填U型钢棚3上方空洞封堵裂隙，防止瓦斯聚集；

[0056] 步骤九：随着综放工作面的不断推进，重复步骤一到八，直至整个工作面回采结束。

[0057] 所述背板6采用材料为木板，垫层7采用袋装矸石。

[0058] 所述井型木垛5规格为长度2400mm、高度200mm、宽度200mm或300mm。

[0059] 所述的沿空留巷原位巷道10沿着煤层顶板掘进，沿空留巷原位巷道10采用锚网支护。

[0060] 所述底板倾斜过渡巷道9的长度不小于10m。

[0061] 实施例3：如图1~4所示，适用于综放工作面煤层厚度为8.0m的一种综放工作面沿空留巷方法的步骤为：

[0062] 步骤一：综放工作面未回采前，在综采工作面前方开挖沿空留巷原位巷道10底板的巷道底煤1，直至将综采工作面超前支承压力影响范围30m内的巷道底煤1全部挖完，消除开挖底煤形成的台阶形成无底煤巷道8，无底煤巷道8采用底板倾斜过渡巷道9倾斜过渡到沿空留巷原位巷道10；

[0063] 步骤二：无底煤巷道8采用工字钢梯形棚2支撑，工字钢梯形棚2采用背板6背实，工字钢梯形棚2采用3根DW40-200/110型号的单体液压支柱4进行支撑补强，相邻工字钢梯形棚2之间排距为500mm；

[0064] 步骤三：在工字钢梯形棚2上架设20组井型木垛5，最上部井型木垛组顶部与巷道顶板接触，并使最上部井型木垛组顶部与巷道顶板之间背牢固；

[0065] 步骤四：采用DW40-200/110型号的单体液压支柱4对综放工作面前方进行超前支护，相邻DW40-200/110型号的单体液压支柱4之间排距为600mm；

[0066] 步骤五：综放工作面开始回采，将无底煤巷道8保留下来形成沿空留巷11，靠近沿空留巷11的3个放顶煤支架12上的顶煤不放，作为沿空留巷11的采空区煤帮13，沿空留巷11采用U型钢棚3替换工字钢梯形棚2进行支护，U型钢棚3与巷道两边间隙采用垫层7垫平，U型

钢棚3采用3根DW40-200/110型号的单体液压支柱4进行支撑补强；

[0067] 步骤六：在沿空留巷11巷道顶板中部固定一排注浆管14，相邻注浆管14排距为2.0，单个注浆管14直径20mm，注浆管14管头露出沿空留巷11巷道顶板的长度为150mm，注浆管14管底与巷道顶板接触，注浆管14孔口采用塑料薄膜包裹；

[0068] 步骤七：沿空留巷11滞后综放工作面20m，喷浆密闭沿空留巷11的围岩，喷浆层厚度为100m；

[0069] 步骤八：等待喷浆层稳定之后，采用水灰质量比为3:1的高水充填材料充填U型钢棚3上方空洞封堵裂隙，防止瓦斯聚集；

[0070] 步骤九：随着综放工作面的不断推进，重复步骤一到八，直至整个工作面回采结束。

[0071] 所述背板6采用材料为木板，垫层7采用袋装矸石。

[0072] 所述井型木垛5规格为长度2400mm、高度200mm、宽度200mm或300mm。

[0073] 所述的沿空留巷原位巷道10沿着煤层顶板掘进，沿空留巷原位巷道10采用锚网支护。

[0074] 所述底板倾斜过渡巷道9的长度不小于10m。

[0075] 实施例4：如图1~2所示，适用于综放工作面煤层厚度为5.0m~8.0m一种综放工作面沿空留巷方法的步骤为：

[0076] 步骤一：综放工作面未回采前，在综采工作面前方开挖沿空留巷原位巷道10底板的巷道底煤1，直至将综采工作面超前支承压力影响范围内的巷道底煤1全部挖完，消除开挖巷道底煤1形成的台阶形成无底煤巷道8，无底煤巷道8采用底板倾斜过渡巷道9倾斜过渡到沿空留巷原位巷道10；

[0077] 步骤二：无底煤巷道8采用工字钢梯形棚2支撑，工字钢梯形棚2采用背板6背实，工字钢梯形棚2采用单体液压支柱4进行支撑补强；

[0078] 步骤三：在工字钢梯形棚2上架设若干组井型木垛5，直至最上部井型木垛组与巷道顶板接触，并使最上部井型木垛组与巷道顶板之间背牢固；

[0079] 步骤四：采用单体液压支柱4对综放工作面前方进行超前支护；

[0080] 步骤五：综放工作面开始回采，将无底煤巷道8保留下来形成沿空留巷(11)，靠近沿空留巷11的放顶煤支架12上的顶煤不放，作为沿空留巷11的采空区煤帮13，沿空留巷11采用U型钢棚3替换工字钢梯形棚2进行支护，U型钢棚3与巷道两边间隙采用垫层7垫平，U型钢棚3采用单体液压支柱4进行支撑补强；

[0081] 步骤六：在沿空留巷11巷道顶板中部沿巷道方向安装一排注浆管14；

[0082] 步骤七：沿空留巷11滞后综放工作面一定距离，喷浆密闭沿空留巷11的围岩；

[0083] 步骤八：等待喷浆层稳定之后，采用高水充填材料充填U型钢棚3上方空洞封堵裂隙，防止瓦斯聚集；

[0084] 步骤九：随着综放工作面的不断推进，重复步骤一到八，直至整个工作面回采结束。

[0085] 实施例5：如图1~2所示，适用于综放工作面煤层厚度为5.0m~8.0m一种综放工作面沿空留巷方法的步骤为：

[0086] 步骤一：综放工作面未回采前，在综采工作面前方开挖沿空留巷原位巷道10底板

的巷道底煤1,直至将综采工作面超前支承压力影响范围30m~40m内的巷道底煤1全部挖完,消除开挖巷道底煤1形成的台阶形成无底煤巷道8,无底煤巷道8采用底板倾斜过渡巷道9倾斜过渡到沿空留巷原位巷道10;

[0087] 步骤二:无底煤巷道8采用工字钢梯形棚2支撑,工字钢梯形棚2采用背板6背实,工字钢梯形棚2采用单体液压支柱4进行支撑补强,相邻工字钢梯形棚2之间的排距为500mm~700mm;

[0088] 步骤三:在工字钢梯形棚2上架设若干组井型木垛5,直至最上部井型木垛组与巷道顶板接触,并使最上部井型木垛组与巷道顶板之间背牢固;

[0089] 步骤四:采用单体液压支柱4对综放工作面前方进行超前支护,相邻单体液压支柱4之间排距为600mm~1200mm;

[0090] 步骤五:综放工作面开始回采,将无底煤巷道8保留下来形成沿空留巷(11),靠近沿空留巷11的2~5个放顶煤支架12上的顶煤不放,作为沿空留巷11的采空区煤帮13,沿空留巷11采用U型钢棚3替换工字钢梯形棚2进行支护,U型钢棚3与巷道两边间隙采用垫层7垫平,U型钢棚3采用单体液压支柱4进行支撑补强,相邻U型钢棚3之间的排距为500mm~700mm;

[0091] 步骤六:在沿空留巷11巷道顶板中部沿巷道方向安装一排注浆管14,注浆管组排距为2.0m~2.8m,单个注浆管14直径20mm,注浆管14管头露出沿空留巷11巷道顶板150mm,注浆管14管底与巷道顶板接触,注浆管14孔口采用塑料薄膜包裹。;

[0092] 步骤七:沿空留巷11滞后综放工作面20m~30m,喷浆密闭沿空留巷11的围岩,喷浆层厚度为100mm;

[0093] 步骤八:等待喷浆层稳定之后,采用水灰质量比为3:1~5:1的高水充填材料充填U型钢棚3上方空洞封堵裂隙,防止瓦斯聚集;

[0094] 步骤九:随着综放工作面的不断推进,重复步骤一到八,直至整个工作面回采结束。

[0095] 所述的沿空留巷原位巷道10沿着煤层顶板掘进,沿空留巷原位巷道10采用锚网支护。

[0096] 所述底板倾斜过渡巷道9的长度不小于10m。

[0097] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



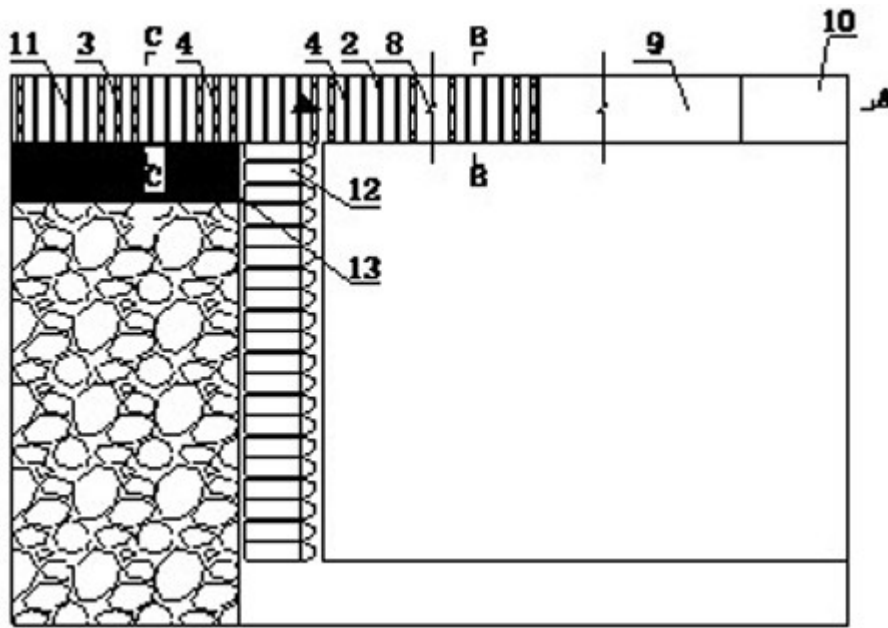


图1

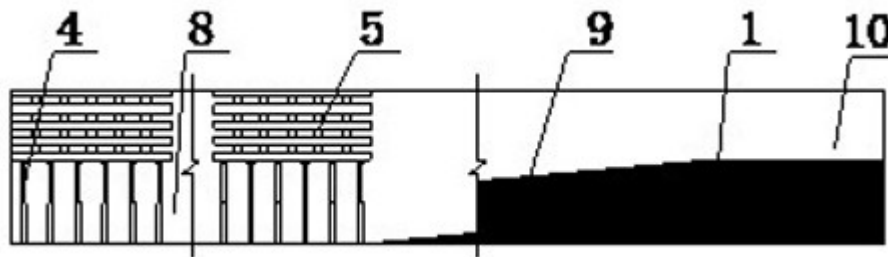


图2

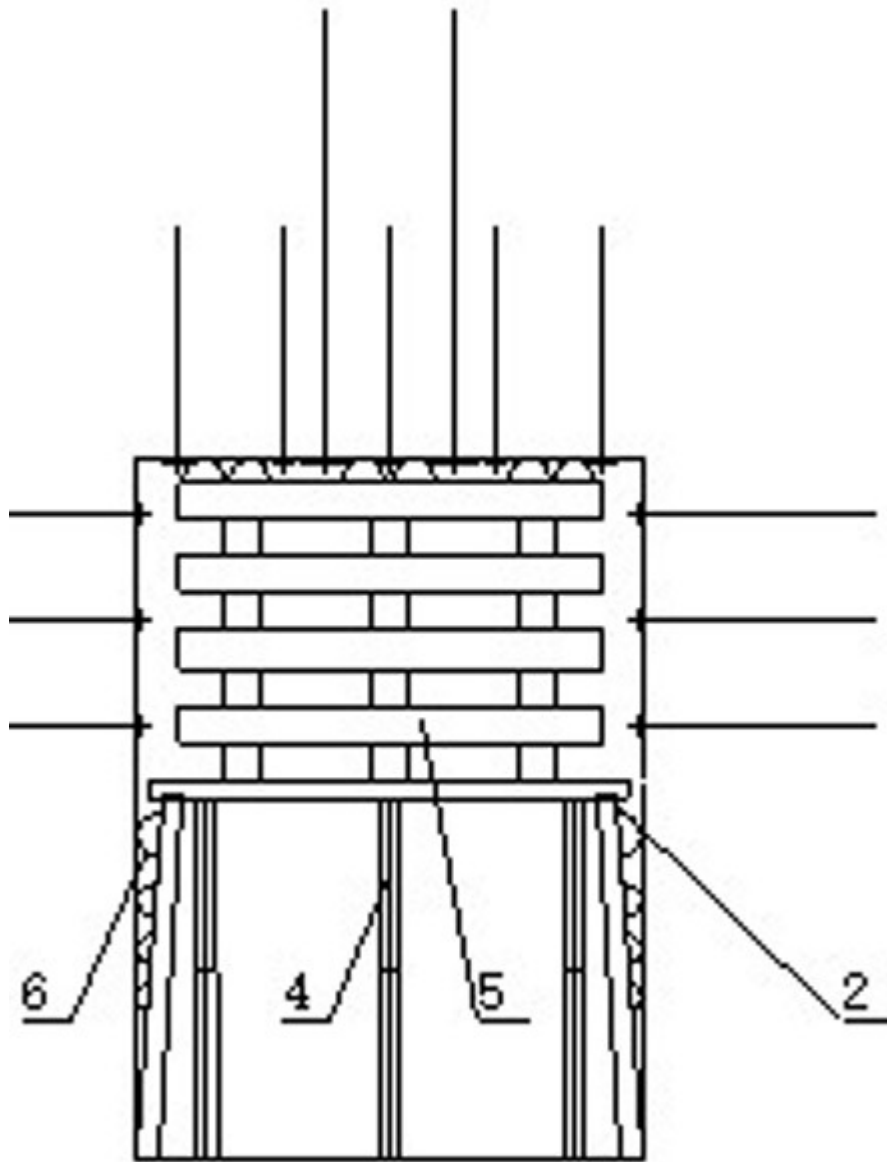


图3

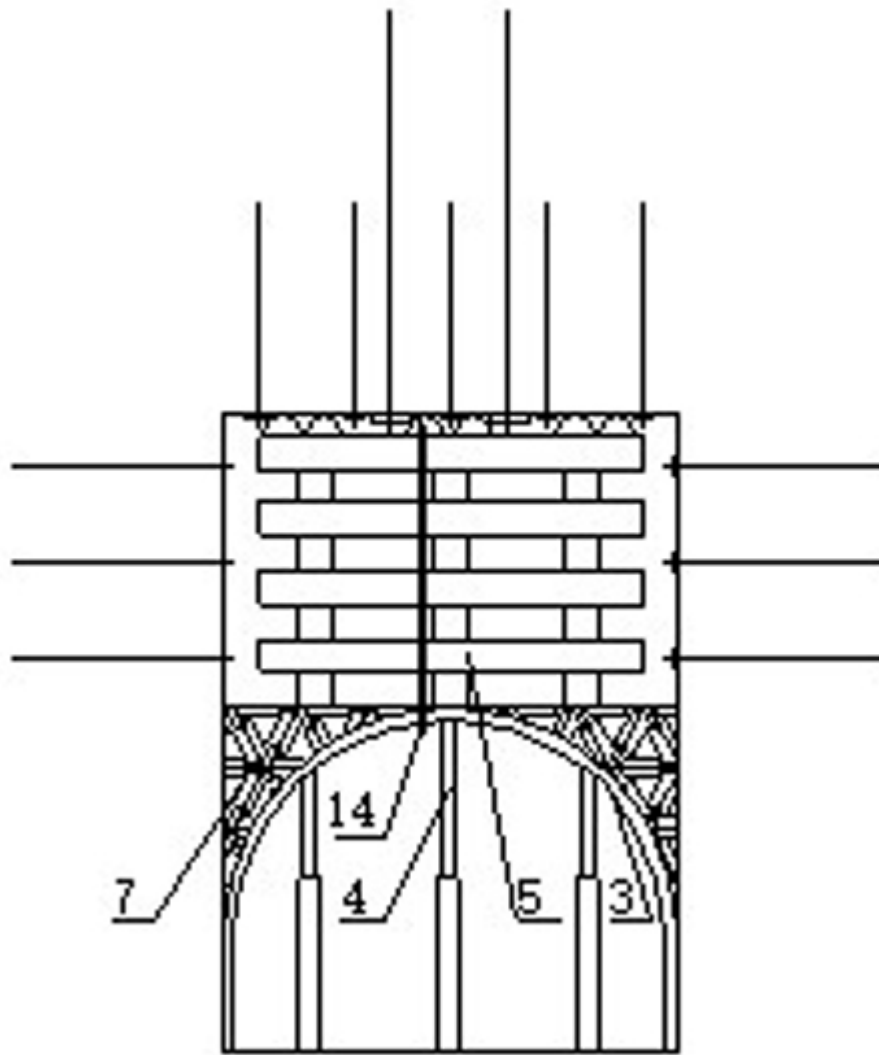


图4