



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106761813 B

(45)授权公告日 2018.04.06

(21)申请号 201710057753.X

(22)申请日 2017.01.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106761813 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 山东科技大学

地址 266590 山东省青岛市经济技术开发区前湾港路579号

(72)发明人 樊克恭 王腾飞 龙军波 贾文明

(74)专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限公司

公司 37252

代理人 陈海滨

(51)Int.Cl.

E21D 11/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104047614 A,2014.09.17,全文.

CN 101634229 A,2010.01.27,全文.

CN 102080550 A,2011.06.01,全文.

CN 105626095 A,2016.06.01,全文.

CN 102071947 A,2011.05.25,全文.

DE 3027661 A1,1982.02.18,全文.

审查员 王军伟

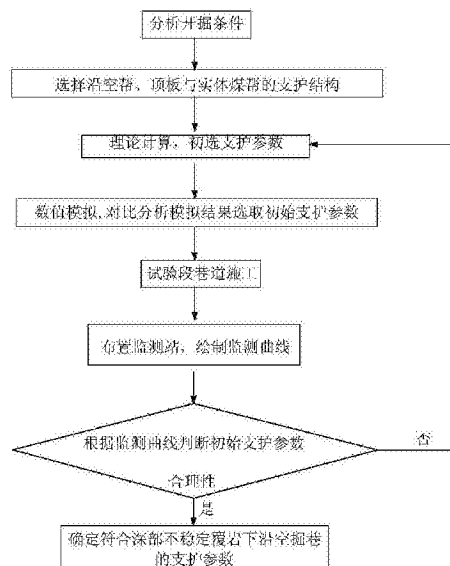
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法

(57)摘要

本发明提出一种深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,包括以下步骤:步骤一、分析开掘条件;步骤二、选择巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构;步骤三、理论计算初选支护参数;步骤四、数值模拟;步骤五、选取初始支护参数;步骤六、试验段巷道的施工;步骤七、布置监测站,绘制监测曲线;步骤八、修正初始支护参数,形成符合深部不稳定覆岩下沿空掘巷的支护参数。本发明的有益效果:可安全、高效地实现深部不稳定覆岩下沿空掘巷,巷道围岩变形量小。



1. 一种深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、分析沿空掘巷位置处的开掘条件;

步骤二、选择巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构,使沿空帮侧的支护密度大于实体煤帮侧的支护密度,使沿空帮侧的支护强度大于实体煤帮侧的支护强度;

步骤三、进行理论计算确定巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的多种支护参数;

步骤四、对巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的多种支护参数均进行数值模拟,基于相邻工作面采空区上覆岩层侧向破断、调整阶段侧向支撑压力的分布特征、围岩破坏范围和支护体受力状况,分析不同支护参数下巷道围岩变形量及沿空帮窄煤柱的稳定性;

步骤五、选取围岩变形量较小、沿空帮窄煤柱稳定性较好的支护参数,作为巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的初始支护参数;

步骤六、依据巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构,并依据巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的初始支护参数,在沿空掘巷位置处进行试验段巷道的施工;

步骤七、试验段巷道布置巷道表面位移监测站、顶板离层监测站、锚杆受力监测站、锚索受力监测站、实体煤侧煤体应力监测站和窄煤柱煤体应力监测站,各监测站记录监测数据,依据监测数据绘制巷道表面位移曲线、顶板离层量变化曲线、锚杆受力监测曲线、锚索受力监测曲线和实体煤侧及窄煤柱煤体应力分布曲线;

步骤八、根据巷道表面位移曲线、顶板离层量变化曲线、锚杆受力监测曲线、锚索受力监测曲线和实体煤侧及窄煤柱煤体应力分布曲线修正初始支护参数而形成符合深部不稳定覆岩下沿空掘巷的支护参数。

2. 根据权利要求1所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:步骤一中,开掘条件包括沿空掘巷位置处的地质条件、沿空掘巷位置处的支护条件、沿空掘巷位置处围岩结构的非对称特征条件、相邻工作面开采与沿空掘巷开掘之间的时间间隔条件和沿空掘巷位置处尚未稳定的上覆岩层运动对沿空掘巷巷道围岩变形破坏影响程度条件。

3. 根据权利要求1所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:步骤二中,巷道顶板支护结构包括钢筋网、W钢带、高强预应力锚杆、由锚索和钢梁组成的锚索钢梁组合体,钢筋网紧贴巷道顶板,W钢带布置于钢筋网的外侧,多根高强预应力锚杆垂直穿过W钢带、钢筋网,高强预应力锚杆的锚固端连接于巷道顶板中,钢梁的两端开设有锚索孔,锚索穿过锚索孔、钢筋网,锚索的锚固端连接于巷道顶板上部相对较稳定岩层中并且锚索的锚固端向巷道实体煤帮侧偏向;巷道两帮非均称支护结构能够实现有控让压,巷道两帮非均称支护结构包括沿空帮支护结构和实体煤帮支护结构;沿空帮支护结构包括钢筋网、W钢带、高强预应力让压锚杆、由锚索和钢梁组成的注浆锚索钢梁组合体,钢筋网紧贴巷道沿空帮,W钢带布置于钢筋网的外侧,多根高强预应力让压锚杆垂直穿过W钢带、钢筋网,高强预应力让压锚杆的锚固端连接于巷道沿空帮中,钢梁的两端开设有锚索孔,注浆锚索穿过锚索孔、钢筋网,注浆锚索的锚固端连接于巷道沿空帮中;实体煤帮支护结构包括钢筋网、钢筋梁与钢带托盘组件、高强预应力让压锚杆、由锚索和钢梁组成的锚索钢梁组合

体,钢筋网紧贴巷道实体煤帮,钢筋梁与钢带托盘组件布置于钢筋网的外侧,多根高强预应力让压锚杆垂直穿过钢筋梁与钢带托盘组件、钢筋网,高强预应力让压锚杆的锚固端连接于巷道实体煤帮中,钢梁的两端开设有锚索孔,锚索穿过锚索孔、钢筋网,锚索的锚固端连接于巷道实体煤帮中。

4.根据权利要求3所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:步骤三中,进行理论计算确定巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构中锚杆、锚索的支护参数,锚杆的支护参数包括锚杆的直径、锚杆的长度、锚杆的强度、锚杆的支护密度、锚杆的预紧力,锚索的支护参数包括锚索的直径、锚索的长度、锚索的强度、锚索的支护密度、锚索的预紧力、锚索的锚固段的位置。

5.根据权利要求3所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:巷道顶板支护结构,还包括帮角锚杆,帮角锚杆的锚固端布置于巷道顶板和巷道底板中。

6.根据权利要求3所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:巷道顶板支护结构中,多根高强预应力锚杆形成一排高强预应力锚杆,每隔一排高强预应力锚杆布置一根锚索。

7.根据权利要求6所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:锚索交替靠近巷道的中部及巷道沿空帮侧,锚索钢梁组合体沿巷道延伸的方向布置。

8.根据权利要求3所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:沿空帮支护结构中,多根高强预应力让压锚杆形成一排高强预应力让压锚杆,每隔两排高强预应力让压锚杆布置注浆锚索钢梁组合体;实体煤帮支护结构中,多根高强预应力让压锚杆形成一排高强预应力让压锚杆,每隔两排高强预应力让压锚杆布置锚索钢梁组合体。

9.根据权利要求3所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:沿空帮支护结构中,注浆锚索的长度为煤柱宽度的 $3/5$ 。

10.根据权利要求3所述的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,其特征在于:实体煤帮支护结构中,锚索锚固端要位于相邻工作面侧向支承压力峰值附近或峰值外侧。

深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿深部开采沿空掘巷巷道支护技术领域,特别是涉及一种深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法。

背景技术

[0002] 沿空掘巷一般在相邻工作面开采后上覆岩层活动基本终止,回采引起的应力重分布趋于稳定后,沿采空区边缘留设窄煤柱掘巷,巷道一侧是沿空帮窄煤柱,一侧是实体煤,围岩结构具有非对称特征,不同于一般回采巷道。随着矿井开采深度增加,沿空掘巷护巷窄煤柱由于应力集中,变形破坏严重,巷道围岩变形破坏出现明显的非均衡现象;由于采掘接续紧张,部分矿井面临相邻工作面开采结束后上覆岩层活动尚未稳定,而需提前留设窄煤柱沿空掘巷的问题;这类沿空掘巷不仅围岩结构具有非对称特征,且由于沿空掘巷期间,相邻工作面采空区上覆岩层活动尚未终止、回采引起的应力重分布尚未稳定,沿空掘巷还要承受相邻工作面上覆岩层的动压影响,巷道支护难度加大。由于对深部不稳定覆岩下沿空掘巷支护的机理认识不足,在支护实践中往往盲目性较大,多数巷道仍采用原有的等强均称支护,不能适应沿空掘巷围岩结构的非对称特征,更不能适应相邻工作面上覆岩层动压影响下的沿空掘巷护巷窄煤柱的受力特点,以及由此引起的巷道围岩变形破坏的非均衡现象,因而不能很好的控制深部沿空掘巷的变形与破坏。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,解决现有沿空掘巷巷道围岩变形的控制问题。

[0004] 本发明提供一种深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,包括以下步骤:

[0005] 步骤一、分析沿空掘巷位置处的开掘条件;

[0006] 步骤二、选择巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构,使沿空帮侧的支护密度大于实体煤帮侧的支护密度,使沿空帮侧的支护强度大于实体煤帮侧的支护强度;

[0007] 步骤三、进行理论计算确定巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的多种支护参数;

[0008] 步骤四、对巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的多种支护参数均进行数值模拟,基于相邻工作面采空区上覆岩层侧向破断、调整阶段侧向支承压力的分布特征、围岩破坏范围和支护体受力状况,分析不同支护参数下巷道围岩变形量及沿空帮窄煤柱的稳定性;

[0009] 步骤五、选取围岩变形量较小、沿空帮窄煤柱稳定性较好的支护参数,作为巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的初始支护参数;

[0010] 步骤六、依据巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构,并依据巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的初始支护参数,在沿空掘巷位置处进行试验段巷道的

施工；

[0011] 步骤七、试验段巷道布置巷道表面位移监测站、顶板离层监测站、锚杆受力监测站、锚索受力监测站、实体煤侧煤体应力监测站和窄煤柱煤体应力监测站，各监测站记录监测数据，依据监测数据绘制巷道表面位移曲线、顶板离层量变化曲线、锚杆受力监测曲线、锚索受力监测曲线和实体煤侧及窄煤柱煤体应力分布曲线；

[0012] 步骤八、根据巷道表面位移曲线、顶板离层量变化曲线、锚杆受力监测曲线、锚索受力监测曲线和实体煤侧及窄煤柱煤体应力分布曲线修正初始支护参数而形成符合深部不稳定覆岩下沿空掘巷的支护参数。

[0013] 进一步的，步骤一中，开掘条件包括沿空掘巷位置处的地质条件、沿空掘巷位置处的支护条件、沿空掘巷位置处围岩结构的非对称特征条件、相邻工作面开采与沿空掘巷开掘之间的时间间隔条件和沿空掘巷位置处尚未稳定的上覆岩层运动对沿空掘巷巷道围岩变形破坏影响程度条件。

[0014] 进一步的，步骤二中，巷道顶板支护结构包括钢筋网、W钢带、高强预应力锚杆、由锚索和钢梁组成的锚索钢梁组合体，钢筋网紧贴巷道顶板，W钢带布置于钢筋网的外侧，多根高强预应力锚杆垂直穿过W钢带、钢筋网，高强预应力锚杆的锚固端连接于巷道顶板中，钢梁的两端开设有锚索孔，锚索穿过锚索孔、钢筋网，锚索的锚固端连接于巷道顶板上部相对较稳定岩层中并且锚索的锚固端向巷道实体煤帮侧偏向；巷道两帮非均称支护结构能够实现有控让压，巷道两帮非均称支护结构包括沿空帮支护结构和实体煤帮支护结构；沿空帮支护结构包括钢筋网、W钢带、高强预应力让压锚杆、由锚索和钢梁组成的注浆锚索钢梁组合体，钢筋网紧贴巷道沿空帮，W钢带布置于钢筋网的外侧，多根高强预应力让压锚杆垂直穿过W钢带、钢筋网，高强预应力让压锚杆的锚固端连接于巷道沿空帮中，钢梁的两端开设有锚索孔，注浆锚索穿过锚索孔、钢筋网，注浆锚索的锚固端连接于巷道沿空帮中；实体煤帮支护结构包括钢筋网、钢筋梁与钢带托盘组件、高强预应力让压锚杆、由锚索和钢梁组成的锚索钢梁组合体，钢筋网紧贴巷道实体煤帮，钢筋梁与钢带托盘组件布置于钢筋网的外侧，多根高强预应力让压锚杆垂直穿过钢筋梁与钢带托盘组件、钢筋网，高强预应力让压锚杆的锚固端连接于巷道实体煤帮中，钢梁的两端开设有锚索孔，锚索穿过锚索孔、钢筋网，锚索的锚固端连接于巷道实体煤帮中。

[0015] 进一步的，步骤三中，进行理论计算确定巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构中锚杆、锚索的支护参数，锚杆的支护参数包括锚杆的直径、锚杆的长度、锚杆的强度、锚杆的支护密度、锚杆的预紧力，锚索的支护参数包括锚索的直径、锚索的长度、锚索的强度、锚索的支护密度、锚索的预紧力、锚索的锚固段的位置。

[0016] 进一步的，巷道顶板支护结构，还包括帮角锚杆，帮角锚杆的锚固端布置于巷道顶板和巷道底板中。

[0017] 进一步的，巷道顶板支护结构中，多根高强预应力锚杆形成一排高强预应力锚杆，每隔一排高强预应力锚杆布置一根锚索。

[0018] 进一步的，锚索交替靠近巷道的中部及巷道沿空帮侧，锚索钢梁组合体沿巷道延伸的方向布置。

[0019] 进一步的，沿空帮支护结构中，多根高强预应力让压锚杆形成一排高强预应力让压锚杆，每隔两排高强预应力让压锚杆布置注浆锚索钢梁组合体；实体煤帮支护结构中，多

根高强预应力让压锚杆形成一排高强预应力让压锚杆,每隔两排高强预应力让压锚杆布置锚索钢梁组合体。

[0020] 进一步的,沿空帮支护结构中,注浆锚索的长度为煤柱宽度的3/5。

[0021] 进一步的,实体煤帮支护结构中,锚索锚固端要位于相邻工作面侧向支承压力峰值附近或峰值外侧。

[0022] 与现有技术相比,本发明的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法及施工方法具有以下特点和优点:

[0023] 本发明的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,可安全、高效地实现深部不稳定覆岩下沿空掘巷,巷道围岩变形量小。

[0024] 结合附图阅读本发明的具体实施方式后,本发明的特点和优点将变得更加清楚。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例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。

[0026] 图1为本发明实施例中深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法的流程图;

[0027] 图2为本发明实施例中巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构断面图;

[0028] 图3为本发明实施例中巷道顶板支护结构示意图;

[0029] 图4为本发明实施例中沿空帮支护结构示意图;

[0030] 图5为本发明实施例中实体煤帮支护结构示意图;

[0031] 其中,1、钢筋网,21、W钢带,22、钢筋梁与钢带托盘组件,31、高强预应力锚杆,32、高强预应力让压锚杆,33、帮角锚杆,4、钢梁,51、锚索,52、注浆锚索,61、巷道顶板,62、较稳定岩层,63、巷道沿空帮,631、窄煤柱,64、巷道实体煤帮,65、巷道底板,66、采空区。

具体实施方式

[0032] 如图1至图5所示,本实施例提供一种深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,包括以下步骤:

[0033] 步骤一、分析沿空掘巷位置处的开掘条件,开掘条件包括沿空掘巷位置处的地质条件(煤层厚度、抗压强度、顶底板岩性、地质构造及地应力等)、沿空掘巷位置处的支护条件(护巷窄煤柱尺寸、开采深度、巷道尺寸等)、沿空掘巷位置处围岩结构的非对称特征条件、相邻工作面开采与沿空掘巷开掘之间的时间间隔条件和沿空掘巷位置处尚未稳定的上覆岩层运动对沿空掘巷巷道围岩变形破坏影响程度条件;

[0034] 步骤二、针对沿空帮窄煤柱和实体煤帮应力分布不均衡,承载强度差异大的特点,选择巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构,使沿空帮侧的支护密度大于实体煤帮侧的支护密度,使沿空帮侧的支护强度大于实体煤帮侧的支护强度;

[0035] 步骤三、进行理论计算确定巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的多种支护参数,具体确定多种锚杆、锚索的支护参数,锚杆的支护参数包括锚杆的直径、锚杆的长度、锚杆的强度、锚杆的支护密度、锚杆的预紧力,锚索的支护参数包括锚索的直径、锚索

的长度、锚索的强度、锚索的支护密度、锚索的预紧力、锚索的锚固段的位置。比如,巷道顶板支护结构中,锚索长度应使锚索锚固在顶板上部相对较稳定的岩层中,且其长度不小于7.5m;沿空帮支护结构中的锚索或注浆锚索锚固端应位于窄煤柱高应力区靠近相邻工作面采空区侧,长度一般按照窄煤柱宽度1/2至3/5选取;实体煤帮支护结构中,锚索长度依据相邻工作面侧向支承压力的分布曲线选取,锚索锚固端要位于相邻工作面侧向支承压力的峰值附近或峰值外侧。

[0036] 步骤四、对巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的多种支护参数均进行数值模拟,基于相邻工作面采空区上覆岩层侧向破断、调整阶段侧向支承压力的分布特征、围岩破坏范围和支护体受力状况,分析不同支护参数下巷道围岩变形量及沿空帮窄煤柱的稳定性;

[0037] 步骤五、选取围岩变形量较小、沿空帮窄煤柱稳定性较好的支护参数,作为巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的初始支护参数;

[0038] 步骤六、依据巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构,并依据巷道顶板支护结构和巷道两帮非均称支护结构的初始支护参数,在沿空掘巷位置处进行试验段巷道的施工;

[0039] 步骤七、试验段巷道布置巷道表面位移监测站、顶板离层监测站、锚杆受力监测站、锚索受力监测站、实体煤侧煤体应力监测站和窄煤柱煤体应力监测站,各监测站记录监测数据,依据监测数据绘制巷道表面位移曲线、顶板离层量变化曲线、锚杆受力监测曲线、锚索受力监测曲线和实体煤侧及窄煤柱煤体应力分布曲线;

[0040] 步骤八、根据巷道表面位移曲线、顶板离层量变化曲线、锚杆受力监测曲线、锚索受力监测曲线和实体煤侧及窄煤柱煤体应力分布曲线修正初始支护参数而形成符合深部不稳定覆岩下沿空掘巷的支护参数。比如,煤体(实体煤侧、窄煤柱)应力分布曲线主要用于分析实体煤帮的破坏范围及沿空帮窄煤柱的稳定性,并据此判断实体煤帮、沿空帮窄煤柱锚杆、锚索等支护参数的合理性;判断实体煤侧锚索锚固端是否位于相邻工作面侧向支承压力的峰值附近或峰值外侧,判断窄煤柱侧锚索锚固端是否处于高应力区靠近相邻工作面采空区侧。

[0041] 本实施例中的深部不稳定覆岩下沿空掘巷非均称支护设计方法,在步骤二中,巷道顶板支护结构包括钢筋网1、W钢带21、高强预应力锚杆31、钢梁4和锚索51。多根高强预应力锚杆31和W钢带21形成组合支护单元,以形成浅层支护。两根锚索51与钢梁4组成锚索钢梁组合体支护单元,以形成深层支护。钢筋网1紧贴巷道顶板61,W钢带21布置于钢筋网1的外侧,多根高强预应力锚杆31垂直穿过W钢带21、钢筋网1,高强预应力锚杆31的锚固端连接于巷道顶板61中,钢梁4的两端开设有锚索孔,锚索51穿过锚索孔、钢筋网1,锚索51的锚固端连接于巷道顶板61上部较稳定岩层62中。锚索51为鸟巢锚索,端部鸟巢个数不少于3个,锚索51的直径不小于17.8mm,锚索抗拉强度不低于1860MPa。锚索51的锚固端向巷道实体煤帮64侧偏向,优选的可以相对于垂直于巷道顶板61的方向,锚索51的锚固端向巷道实体煤帮侧64偏向10度。在巷道顶板支护结构中,多根高强预应力锚杆31形成一排,每隔一排高强预应力锚杆31布置一根锚索51,锚索51靠近巷道的中部及巷道沿空帮63侧,钢梁4布置有两列,钢梁4沿巷道延伸的方向交替布置。钢筋网1对巷道顶板61起到整体包裹作用,高强预应力锚杆31和W钢带21起到浅层支护,锚索51和钢梁4起到深层支护。巷道顶板支护结构中,还

包括帮角锚杆33,帮角锚杆33的锚固端布置于巷道顶板61的岩层中和巷道底板65中,优选的帮角锚杆与巷道顶板61的岩层面、巷道底板65的夹角均为10度。

[0042] 巷道两帮非均称支护结构能够实现有控让压,其包括沿空帮支护结构和实体煤帮支护结构,沿空帮支护结构、实体煤帮支护结构采用不同的支护结构与支护强度。沿空帮支护结构包括钢筋网1、W钢带21、高强预应力让压锚杆32、钢梁4和注浆锚索52。多根高强预应力让压锚杆32和W钢带21形成组合支护单元,以形成预应力承载结构。两根注浆锚索52与钢梁4形成注浆锚索钢梁组合体支护单元,用于强化整体支护效应。注浆锚索52的长度为巷道沿空帮63的窄煤柱631宽度的3/5。钢筋网1紧贴巷道沿空帮63,W钢带21布置于钢筋网1的外侧,多根高强预应力让压锚杆32垂直穿过W钢带21、钢筋网1,高强预应力让压锚杆32的锚固端连接于巷道沿空帮63中,钢梁4的两端开设有锚索孔,注浆锚索52穿过锚索孔、钢筋网1,注浆锚索52的锚固端连接于巷道沿空帮63中。沿空帮支护结构中,多根高强预应力让压锚杆32形成一排,每隔两排高强预应力让压锚杆32布置钢梁4,钢梁4竖向布置于巷道沿空帮63的中上部。钢筋网1对巷道沿空帮63起到整体包裹作用,高强预应力让压锚杆32和W钢带21用于形成预应力承载结构,高强预应力让压锚杆32在巷道沿空帮63的布置密度大于在巷道实体煤帮64的布置密度,注浆锚索52和钢梁4用于强化支护整体效应。实体煤帮支护结构包括钢筋网1、钢筋梁与钢带托盘组件22、高强预应力让压锚杆32、钢梁4和锚索51。多根高强预应力让压锚杆32和钢筋梁与钢带托盘组件22形成组合支护单元,以形成预应力承载结构。两根锚索51与钢梁4形成锚索钢梁组合体支护单元,用于强化整体支护效应。钢筋网1紧贴巷道实体煤帮64,钢筋梁与钢带托盘组件22布置于钢筋网1的外侧,多根高强预应力让压锚杆32垂直穿过钢筋梁与钢带托盘组件22、钢筋网1,高强预应力让压锚杆32的锚固端连接于巷道实体煤帮64中,钢梁4的两端开设有锚索孔,锚索51穿过锚索孔、钢筋网1,锚索51的锚固端连接于巷道实体煤帮64中,锚索51锚固端要位于相邻工作面侧向支承压力峰值附近或峰值外侧。锚索51为鸟巢锚索,端部鸟巢个数不少于3个,锚索51的直径不小于17.8mm,锚索抗拉强度不低于1860MPa。实体煤帮支护结构中,多根高强预应力让压锚杆32形成一排,每隔两排高强预应力让压锚杆32布置钢梁4,钢梁4竖向布置于巷道实体煤帮64的中上部。钢筋网1对巷道实体煤帮64起到整体包裹作用,高强预应力让压锚杆32和钢筋梁与钢带托盘组件22用于形成预应力承载结构,锚索51和钢梁4用于强化支护整体效应。

[0043] 当然,上述说明并非是对本发明的限制,本发明也并不仅限于上述举例,本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的保护范围。

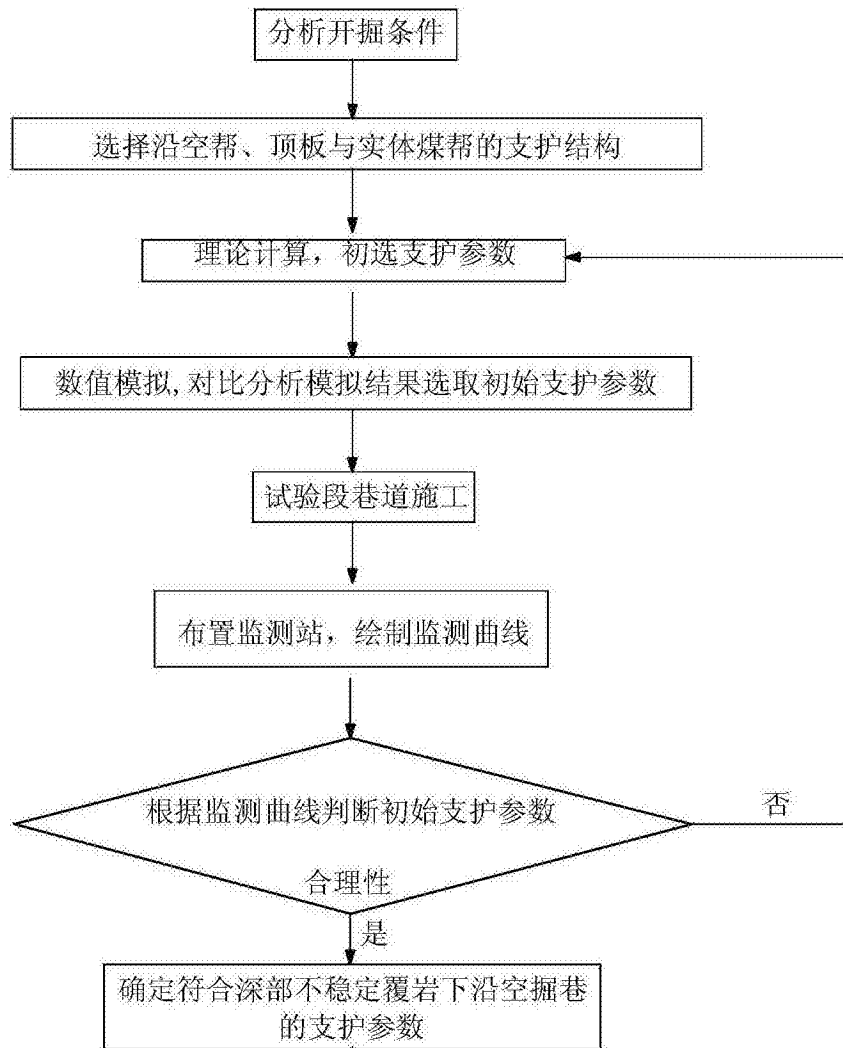


图1

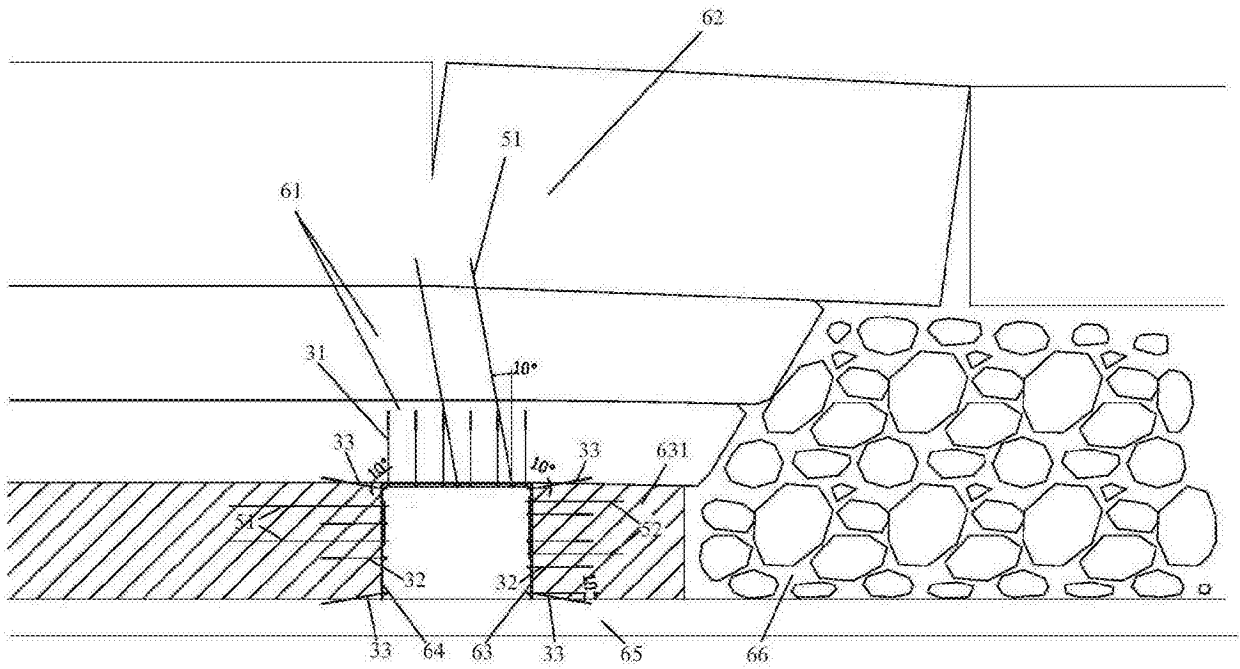


图2

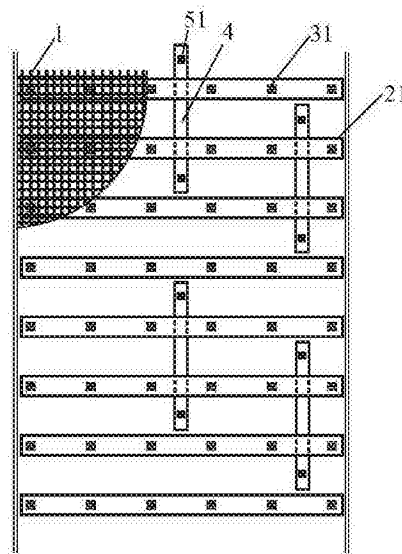


图3

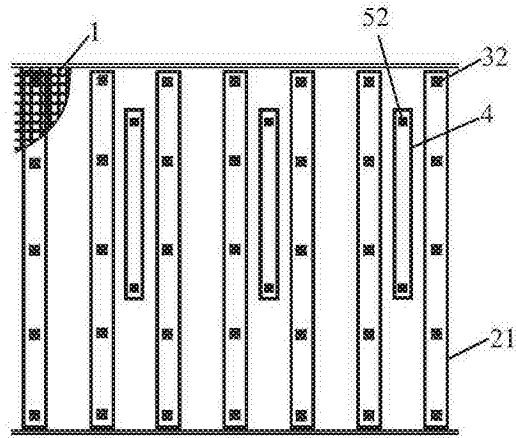


图4

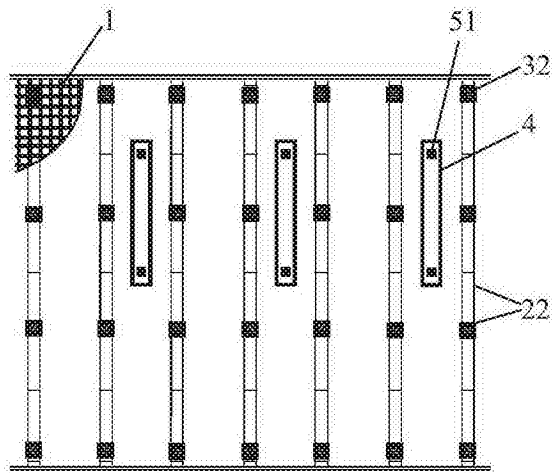


图5