



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105178981 B

(45)授权公告日 2017.07.14

(21)申请号 201510637612.6

E21D 11/10(2006.01)

(22)申请日 2015.09.30

C04B 28/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C04B 14/02(2006.01)

申请公布号 CN 105178981 A

C04B 14/06(2006.01)

(43)申请公布日 2015.12.23

审查员 李慧杰

(73)专利权人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学南湖校区深部岩土国家重点实验室

(72)发明人 王连国 陆银龙 蒋邦友 张晓东

(74)专利代理机构 淮安市科翔专利商标事务所 32110

代理人 韩晓斌

(51)Int.Cl.

E21D 11/00(2006.01)

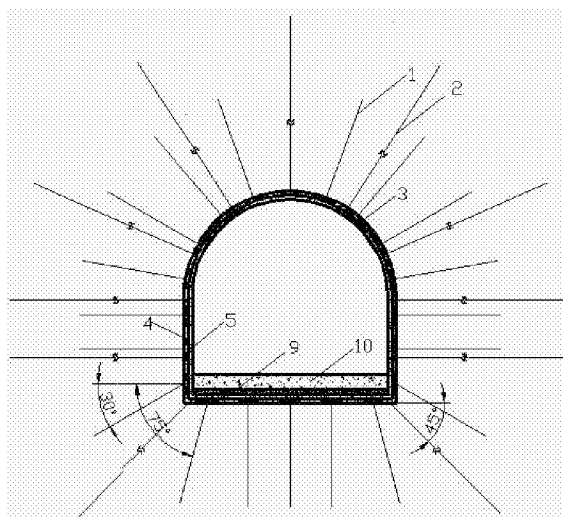
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法

(57)摘要

本发明涉及一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,基于多层次协同支护原理,最终在巷道围岩由浅到深分别形成喷网组合隔离拱、锚杆挤压加固拱、全断面封闭式注浆加固圈和深部浆液扩散加固拱,高强注浆锚索的悬吊作用将三者结合形成一个多层次有效组合拱,将让压支护、锚注支护及深浅耦合支护的优势有机的结合,显著提高了支护结构的承载范围、整体性和承载能力,对破碎软岩巷道围岩变形量大、速度快、持续时间长、破坏范围广、围岩四周来压、底鼓明显等变形特点具有突出的控制效果,实现对破碎软岩巷道围岩各种变形的有效控制,特别适用于深井大断面破碎软岩巷道,工序简单、可平行作业,成本低,具有较高的现场推广应用价值。



1. 一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,具体步骤如下:

步骤1): 巷道掘进后,随即在巷道全断面打锚杆孔,安装高强预应力锚杆,全断面挂金属网并以直角交叉的方式布设钢筋梯,安装锚杆托盘,托盘穿过锚杆压紧钢筋梯,并使其达到设定的预紧力,快速形成具有高支护强度和护表能力的浅部锚杆挤压加固拱;

步骤2): 全断面高强预应力锚杆安装完成后,在巷道顶板、两帮及底板喷射混凝土,形成初喷层,混凝土的喷射厚度要满足封闭巷道表面围岩、充填钢筋梯与表面围岩之间空隙的目的,形成巷道表面喷网组合隔离拱;防止围岩进一步风化、潮解,使围岩载荷均匀作用在支护上,避免出现应力集中,支护封闭围岩,有效控制巷道开挖初期破碎围岩的快来压变形和冒落;

步骤3): 锚网喷初次支护后,打顶部和帮部注浆管钻孔,安装顶帮注浆管,打底板深、浅注浆孔,安装底板深部注浆管和底板浅部注浆管,完成全断面注浆管的安装;所述注浆管的间排距根据浆液在浅部围岩中的扩散半径确定,具体的注浆管间排距与浆液扩散半径具有如下关系:

$$R = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2}$$

式中,R为浆液在浅部围岩中的扩散半径;a,b分别为注浆管的布设间距和排距;帮部底端的注浆管向下倾斜设置,其与水平面的夹角为30度;底板浅部注浆管和底板深部注浆管间隔设置;

步骤4): 打顶板、两帮及底角让压注浆锚索钻孔,安装高强预应力让压注浆锚索;

步骤5): 注浆管和让压注浆锚索安装结束后,再次向巷道全断面喷射混凝土,封闭注浆孔,形成复喷层;

步骤6): 复喷完成后,进行全断面注浆管的封闭式注浆加固,先用低压注底板浅部注浆管,再用高压注底板深部注浆管,然后对巷道两帮注浆管及顶板注浆管依次注浆,最终在巷道围岩四周形成全封闭的注浆加固圈;

步骤7): 巷道掘进一段时间后,待让压注浆锚索的让压构件发生让压变形,根据让压变形完成的先后顺序对巷道底角、两帮和顶板让压注浆锚索进行注浆,形成深部浆液扩散加固拱;

步骤8): 全断面封闭式深浅耦合注浆完成后,采用混凝土回填底板至设计断面,混凝土回填层与复喷层之间铺设一层粉煤灰垫层。

2. 根据权利要求1的所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,所述步骤1)中,高强预应力锚杆锚固长度为0.8~1.0m,预紧力不小于80kN;钢筋梯采用直径12~14mm的钢筋焊接加工,宽度为80~100mm;位于两帮底端及底板两侧的高强预应力锚杆均倾斜向下设置,其中位于两帮的锚杆与水平面的夹角为30度,位于底板的锚杆与水平面的夹角为75度。

3. 根据权利要求1的所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,混凝土初喷层厚度不小于80mm;混凝土复喷层厚度为120~150mm。

4. 根据权利要求1的所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,所述步骤4)中,高强预应力让压注浆锚索由让压构件和高强注浆锚索组成,高强注浆锚索的极限拉断载荷不小于480kN,预紧力不小于250kN,高强让压锚索长度为

6~10m,锚固长度不小于1.5m,锚固点深入到巷道深部稳定围岩;让压构件让压载荷为320~380kN、让压距离为60~80mm,每个注浆锚索的让压构件上安装一个位移传感器,可实时监测让压构件的变形量和变形速率;位于底角的让压注浆锚索向下倾斜设置,其与水平面的夹角为45度。

5. 根据权利要求1的所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,所述步骤6)中,底板浅部注浆管长1.2~1.5m,注浆压力为1.0~2.0MPa;底板深部注浆管长2.5~3.0m,注浆压力为3.0~4.0MPa;顶板和帮部的顶帮注浆管注浆压力为2.0~3.0MPa;注浆管单孔注浆时间为250~400s。

6. 根据权利要求1的所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,所述步骤7)中,高强预应力让压注浆锚索的注浆滞后于全断面注浆管,根据最佳支护原理,注浆锚索的最佳注浆时间为让压构件变形速率由快趋于平缓的时刻,注浆压力为6~8MPa,注浆时间600~800s。

7. 根据权利要求1的所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,所述步骤8)中,粉煤灰垫层铺设厚度为20~30mm,粉煤灰粒度范围200~800目。

8. 根据权利要求1的所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,所述高强预应力让压注浆锚索、高强预应力锚杆以及注浆管均位于不同的截面。

9. 根据权利要求1~8任意一项权利要求所述的一种破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,其特征在于,所述浆液为水泥单浆加ACZ-1型水泥添加剂,添加剂用量为水泥重量的4%~6%,水灰比为0.5~0.8,其中注浆管所注浆液水灰比为0.5~0.6,高强预应力让压注浆锚索所注浆液水灰比为0.7~0.8。

## 破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种煤矿巷道锚注联合支护方法,具体涉及一种适用于深井大变形的破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,属于煤矿巷道支护领域。

### 背景技术

[0002] 随着我国浅部煤炭资源的日益枯竭,煤矿开采深度正以8~12m/a的速度向深部延伸。深部煤炭资源地质赋存环境极为复杂,深井巷道掘进过程中难以避免的会穿过断层破碎带、软弱岩层等不良地质体,巷道变形破坏非常强烈,支护控制十分困难,严重影响矿井的安全和生产建设。

[0003] 深部破碎软岩巷道变形破坏呈现如下特点:围岩自稳时间短、来压快;围岩变形量大、速度快、持续时间长、破坏范围广;围岩四周来压、底鼓明显;围岩流变性较强。针对此类巷道的支护控制方法一直以来是国内相关专家和工程技术人员研究摸索的重点。目前常用的支护方法是金属型钢支架被动支护、锚网喷主动支护及两者联合支护等,这些支护方法虽然解决了一定的巷道变形破坏问题,但是对于深部破碎软岩巷道变形控制具有较大的局限性。金属型钢支架被动支护初期支护强度较低;锚网喷主动支护对破碎围岩的加固效果较差,锚杆(索)易脱锚、破坏,造成支护失效;金属型钢和锚网喷联合支护初期支护效果较好,但对高应力下的围岩内部裂隙扩展和持续大变形控制不佳。

[0004] 在现有技术中,“一种复杂断层破碎带大断面巷道动态迭加耦合支护方法”公开了一种针对复杂破碎断层带大断面巷道松软、破碎、易冒顶、片帮的支护方法,通过钢拱架支护、超前小导管注浆加固以及锚网索喷耦合支护三步走的支护方针实现对复杂破碎断层带巷道围岩的有效控制。该方法对复杂断层破碎带巷道冒顶、片帮、底鼓等浅部围岩破坏形式具有显著控制效果,但忽略了对围岩深部裂隙扩展的控制,不适用于变形破坏范围广、持续时间长的巷道围岩,且该方法工序复杂、成本较高。

### 发明内容

[0005] 为克服现有技术的不足,针对深部破碎软岩巷道变形破坏特点,本发明提出破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法。

[0006] 本发明所述的破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,具体步骤如下:

[0007] 步骤1):巷道掘进后,随即在巷道全断面打锚杆孔,安装高强预应力锚杆,全断面挂金属网并以直角交叉的方式布设钢筋梯,安装锚杆托盘,托盘穿过锚杆压紧钢筋梯,并使其达到设定的预紧力,快速形成具有高支护强度和护表能力的浅部锚杆挤压加固拱;

[0008] 步骤2):全断面高强预应力锚杆安装完成后,在巷道顶板、两帮及底板喷射混凝土,形成初喷层,混凝土的喷射厚度要满足封闭巷道表面围岩、充填钢筋梯与表面围岩之间空隙的目的,形成巷道表面喷网组合隔离拱;

[0009] 步骤3):锚网喷初次支护后,打顶部和帮部注浆管钻孔,安装顶帮注浆管,打底板

深、浅注浆孔,安装底板深部注浆管和底板浅部注浆管,完成全断面注浆管的安装;

[0010] 步骤4):打顶板、两帮及底角让压注浆锚索钻孔,安装高强预应力让压注浆锚索;

[0011] 步骤5):注浆管和让压注浆锚索安装结束后,再次向巷道全断面喷射混凝土,封闭注浆孔,形成复喷层;

[0012] 步骤6):复喷完成后,进行全断面注浆管的封闭式注浆加固,先用低压注底板浅部注浆管,再用高压注底板深部注浆管,然后对巷道两帮注浆管及顶板注浆管依次注浆,最终在巷道围岩四周形成全封闭的注浆加固圈;

[0013] 步骤7):巷道掘进一段时间后,待让压注浆锚索的让压构件发生让压变形,根据让压变形完成的先后顺序对巷道底角、两帮和顶板让压注浆锚索进行注浆,形成深部浆液扩散加固拱;

[0014] 步骤8):全断面封闭式深浅耦合注浆完成后,采用混凝土回填底板至设计断面,混凝土回填层与复喷层之间铺设一层粉煤灰垫层。

[0015] 所述步骤1)中,高强预应力锚杆锚固长度为0.8~1.0m,预紧力不小于80kN。

[0016] 所述步骤1)中,钢筋梯采用直径12~14mm的钢筋焊接加工,宽度为80~100mm。

[0017] 所述步骤1)中,位于两帮底端及底板两侧的高强预应力锚杆均倾斜向下设置,其中位于两帮的锚杆与水平面的夹角为30度,位于底板的锚杆与水平面的夹角为75度。

[0018] 所述步骤2)中,混凝土初喷层厚度不小于80mm。

[0019] 所述步骤3)中,注浆管的间排距根据浆液在浅部围岩中的扩散半径确定,具体的注浆管间排距与浆液扩散半径具有如下关系:

$$[0020] \quad R = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2}$$

[0021] 式中,R为浆液在浅部围岩中的扩散半径;a,b分别为注浆管的布设间距和排距。

[0022] 所述步骤3)中,帮部底端的注浆管向下倾斜设置,其与水平面的夹角为30度。

[0023] 所述步骤3)中,底板浅部注浆管和底板深部注浆管间隔布置。

[0024] 所述步骤4)中,高强预应力让压注浆锚索由让压构件和高强注浆锚索组成,高强注浆锚索的极限拉断载荷不小于480kN,预紧力不小于250kN,高强让压锚索长度为6~10m,锚固长度不小于1.5m,锚固点深入到巷道深部稳定围岩;让压构件让压载荷为320~380kN、让压距离为60~80mm,每个注浆锚索的让压构件上安装一个位移传感器,可实时监测让压构件的变形量和变形速率。

[0025] 所述步骤4)中,位于底角的让压注浆锚索向下倾斜设置,其与水平面的夹角为45度。

[0026] 所述步骤5)中,混凝土复喷层厚度为120~150mm。

[0027] 所述步骤6)中,底板浅部注浆管长1.2~1.5m,注浆压力为1.0~2.0MPa;底板深部注浆管长2.5~3.0m,注浆压力为3.0~4.0MPa;顶板和帮部的顶帮注浆管注浆压力为2.0~3.0MPa;注浆管单孔注浆时间为250~400s。

[0028] 所述步骤7)中,高强预应力让压注浆锚索的注浆滞后于全断面注浆管,根据最佳支护原理,注浆锚索的最佳注浆时间为让压构件变形速率由快趋于平缓的时刻,注浆压力为6~8MPa,注浆时间600~800s。

[0029] 所述步骤8)中,粉煤灰垫层铺设厚度为20~30mm,粉煤灰粒度范围200~800目。

[0030] 所述高强预应力让压注浆锚索、高强预应力锚杆以及注浆管均位于不同的截面。

[0031] 所述浆液为水泥单浆加ACZ-1型水泥添加剂,添加剂用量为水泥重量的4%~6%,水灰比为0.5~0.8,其中注浆管所注浆液水灰比为0.5~0.6,高强预应力让压注浆锚索所注浆液水灰比为0.7~0.8。

[0032] 本发明的工作原理:

[0033] 巷道掘进后,首先通过巷道全断面安装高强预应力锚杆,并挂设金属网和交叉钢筋梯,快速形成巷道表面及浅部围岩的高强主动支护,对破碎软岩巷道开挖扰动造成的浅部松动围岩进行约束,形成浅部锚杆挤压加固拱;

[0034] 初喷混凝土层封闭巷道表面围岩,防止围岩进一步风化、潮解,充填钢筋梯与表面围岩之间空隙,使围岩载荷均匀作用在支护上,避免出现应力集中,形成巷道表面喷网组合隔离拱;

[0035] 全断面注浆管封闭式注浆,重塑浅部破碎围岩,在巷道四周形成封闭的注浆加固圈;

[0036] 让压注浆锚索通过让压构件的让压变形使巷道深部软弱围岩产生适当可控变形,释放围岩部分变形能,实现巷道浅部围岩与深部围岩的变形耦合,使应力集中区向更深部围岩转移,对深部围岩适当扩散的裂隙进行注浆封堵,形成深部浆液扩散加固拱;

[0037] 最后在巷道围岩由浅到深分别形成喷网组合隔离拱、锚杆挤压加固拱、全断面封闭式注浆加固圈和深部浆液扩散加固拱,高强注浆锚索的悬吊作用将四者结合形成一个多层次有效组合拱,显著提高了支护结构的承载范围、整体性和承载能力,实现对破碎软岩巷道围岩各种变形的有效控制。

[0038] 本发明的积极效果:

[0039] 1.破碎软岩巷道开挖后来压变形速度快,表面围岩松散破碎严重、易冒落,若巷道掘进后先进行喷层支护,虽然可以快速封闭围岩但是喷层的支护强度不够,破碎软岩巷道的快速来压变形易造成喷层在锚杆支护完成前开裂,进而发生表面围岩松散岩块冒落威胁人员生命及设备安全,因此应紧跟掘进迎头先进行高强预应力锚杆配合金属网和交叉钢筋梯支护,可以快速形成具有高支护强度和护表能力的支护结构,再进行初喷支护封闭围岩,有效控制巷道开挖初期破碎围岩的快速来压变形和冒落,且相对于间隔布置的金属型钢,连续网状布置的钢筋梯的护表效果更好。

[0040] 2.浅部注浆管和深部让压注浆锚索通过时间和空间上的协同配合,实现巷道全断面封闭式的深浅耦合让压锚注。浅部注浆管全断面封闭式注浆使巷道浅部卸压区的破碎围岩胶结成整体,形成封闭式的注浆加固圈,增大围岩抵抗四周来压的能力;让压注浆锚索通过让压构件变形使深部围岩裂隙产生适当可控的扩展,使支护结构适应破碎软岩巷道变形持续时间长、破坏范围广的特点,同时可以让围岩应力集中区向更深部转移,再对深部裂隙进行注浆封堵,实现深部围岩与浅部围岩注浆加固的耦合,进一步扩大围岩的加固圈,提高支护结构与注浆加固圈共同抵抗围岩变形的能力。

[0041] 3.底板长短注浆管高低压注浆实现巷道底板的深浅耦合注浆加固,底板浅部注浆管低压注浆重塑底板浅部破碎围岩,同时避免压力注浆造成底板浅部围岩二次破坏,深部注浆管高压注浆封堵底板深部裂隙,扩大底板围岩注浆加固范围,提高底板抗变形能力,并与顶帮注浆管共同作用形成封闭的注浆加固圈。

[0042] 4. 在每个让压注浆锚索的让压构件上安装位移传感器,实时监控每个让压构件的变形,基于最佳支护原理对每个让压注浆锚索的注浆时机进行独立控制,解决了由于破碎软岩巷道深部围岩不对称、非均匀变形造成的注浆时机选择的难题,提高注浆锚索的注浆加固效果。

[0043] 5. 底板回填层与复喷层之间的粉煤灰垫层较强的吸水性可以起到对底板的隔水作用,避免施工用水和顶板淋水等透过混凝土层对底板岩层的潮解弱化,同时粉煤灰垫层还具有一定的可压缩性,使底板支护结构具有一定的适应变形能力,避免巷道使用期间底板变形而发生混凝土回填层开裂。

[0044] 6. 本发明基于多层次协同支护原理,将让压支护、锚注支护及深浅耦合支护的优势有机的结合。一次锚网支护在巷道浅部形成锚杆挤压加固拱,快速形成巷道浅部的高强主动支护;二次喷层支护与金属网和钢筋梯共同形成巷道表面喷网组合隔离拱,提高支护结构的护表能力;三次注浆支护形成全断面封闭的注浆加固圈,提高支护结构抵抗四周来压的能力;四次让压注浆加固形成巷道深部浆液扩散加固拱,转移应力集中区、进一步扩大围岩注浆加固圈范围。高强注浆锚索的悬吊作用将四者结合形成一个多层次有效组合拱支护体系,显著提高了支护结构的承载范围、整体性和承载能力,对破碎软岩巷道围岩变形量大、速度快、持续时间长、破坏范围广、围岩四周来压、底鼓明显等变形特点具有突出的控制效果。

[0045] 7. 本发明对巷道围岩变形的控制效果较好,特别适用于深井大断面破碎软岩巷道,工序简单、可平行作业,成本较低,具有较高的现场推广应用价值。

## 附图说明

[0046] 图1是本发明锚杆和注浆锚索支护断面设计图;

[0047] 图2是本发明巷道锚杆和注浆锚索支护顶拱俯视图;

[0048] 图3是本发明全断面注浆管布置图;

[0049] 图4是本发明巷道底板深浅注浆管间隔布置图。

[0050] 图中,1-高强预应力锚杆;2-高强预应力让压注浆锚索;3-钢筋梯;4-初喷层;5-复喷层;6-顶帮注浆管;7-底板浅部注浆管;8-底板深部注浆管;9-粉煤灰垫层;10-混凝土回填层。

## 具体实施方式

[0051] 下面结合附图并以某矿为例对本发明技术方案进行进一步描述。

[0052] 破碎软岩巷道全断面封闭式深浅耦合让压锚注支护方法,具体步骤如下:

[0053] 步骤1):巷道掘进后,随即在巷道全断面打锚杆孔,安装高强预应力锚杆1,锚杆规格为 $\Phi 22 \times 2600\text{mm}$ ,间排距为 $800 \times 800\text{mm}$ ,锚固长度为 $1000\text{mm}$ ;全断面挂金属网并以直角交叉的方式布设钢筋梯3,金属网采用直径 $6\text{mm}$ 钢筋焊接而成,规格为 $2000 \times 1000\text{mm}$ ,网孔规格 $100 \times 100\text{mm}$ ,钢筋梯3宽度为 $100\text{mm}$ ,采用直径 $12 \sim 14\text{mm}$ 的钢筋焊接加工;安装锚杆托盘,托盘穿过锚杆压紧钢筋梯3,并使其预紧力达到 $80\text{kN}$ 。

[0054] 步骤2):全断面高强预应力锚杆1安装完成后,在巷道顶板、两帮及底板喷射混凝土,形成初喷层4,初喷层4厚度 $80\text{mm}$ ,强度等级为C20,混凝土原料配比为水泥:黄沙:石子=

1:2:2。

[0055] 步骤3):锚网喷初次支护后,打顶部和帮部注浆管钻孔,安装顶帮注浆管6,规格为 $\Phi 26 \times 2600\text{mm}$ ;打底板深浅注浆孔,安装底板浅部注浆管7和底板深部注浆管8,规格分别为 $\Phi 26 \times 1500\text{mm}$ 和 $\Phi 26 \times 3000\text{mm}$ ,底板深、浅注浆管间隔布置;浆液在巷道浅部裂隙围岩中的扩散半径为1.2~1.5m,根据注浆管间排距与浆液扩散半径之间关系,取顶帮注浆管6间排距为 $1800 \times 1800\text{mm}$ ,底板浅部注浆管7和深部注浆管8间排距均为 $2800 \times 1400\text{mm}$ 。

[0056] 步骤4):打顶板、两帮及底角让压注浆锚索钻孔,安装高强预应力让压注浆锚索2,高强预应力让压注浆锚索2规格为 $\Phi 21.8 \times 8000\text{mm}$ ,强度级别为1860MPa,伸长率 $\geq 3.5\%$ ,锚固长度为1500mm,预紧力为250kN;浆液在巷道深部围岩裂隙中的扩散半径为1.0~1.2m,根据注浆管间排距与浆液扩散半径之间关系,让压注浆锚索间排距取 $1400 \times 1400\text{mm}$ ;让压构件让压载荷为320~380kN、让压距离为80mm,每个注浆锚索的让压构件上安装一个位移传感器,实时监测让压构件的变形量和变形速率。

[0057] 步骤5):注浆管和高强预应力让压注浆锚索2安装结束后,再次向巷道全断面喷射混凝土,封闭注浆孔,形成复喷层5,复喷混凝土层厚度为150mm,强度等级同样为C20。

[0058] 步骤6):复喷完成后,进行全断面注浆管的封闭式注浆加固,先用低压注底板浅部注浆管7,注浆压力2.0MPa,再用高压注底板深部注浆管8,注浆压力4.0MPa,然后再对巷道两帮注浆管及顶板注浆管依次注浆,注浆压力3.0MPa,每根注浆管的注浆时间控制在400s之内,若相邻钻孔一旦跑浆立即停止注浆;注浆浆液为水泥单浆加ACZ-1型水泥添加剂,添加剂用量为水泥重量的6%,水灰比为0.5。

[0059] 步骤7):巷道掘进一段时间后,待高强预应力让压注浆锚索2的让压构件发生让压变形,基于最佳支护原理,选择让压构件变形速率由快趋于平缓的时间点作为最佳注浆时机,对巷道底角、两帮和顶板高强预应力让压注浆锚索2进行注浆,注浆压力8MPa,注浆时间控制在600s之内;注浆浆液为水泥单浆加ACZ-1型水泥添加剂,添加剂用量为水泥重量的6%,水灰比为0.8。

[0060] 步骤8):全断面封闭式深浅耦合注浆完成后,采用粒度范围为200~800目的粉煤灰铺设一层粉煤灰垫层9,厚度为30mm,然后采用强度等级为C40混凝土回填底板至设计断面,在巷道底板表面形成混凝土回填层10。



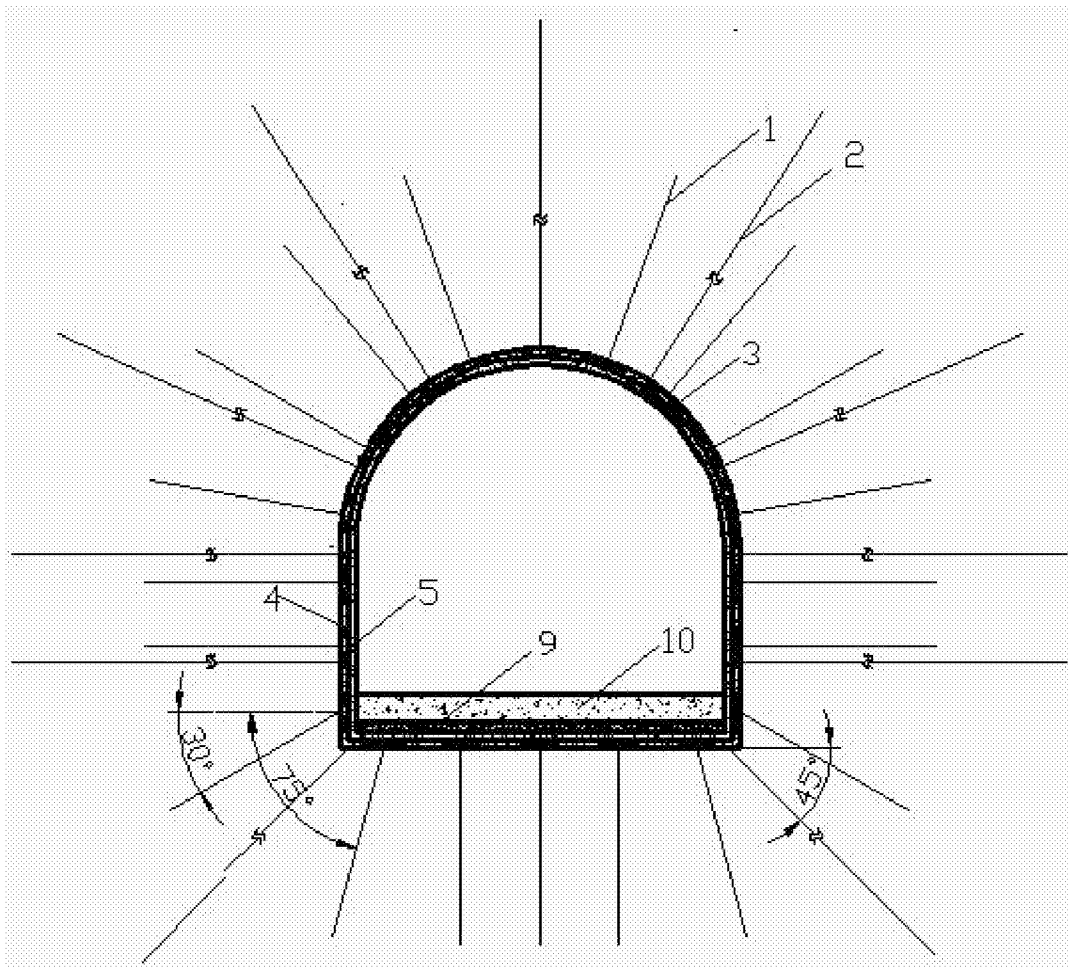


图1

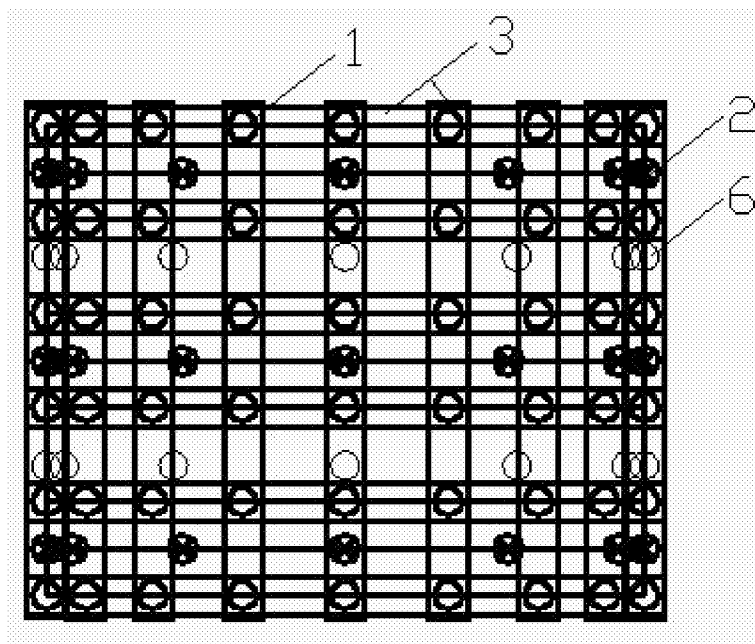


图2

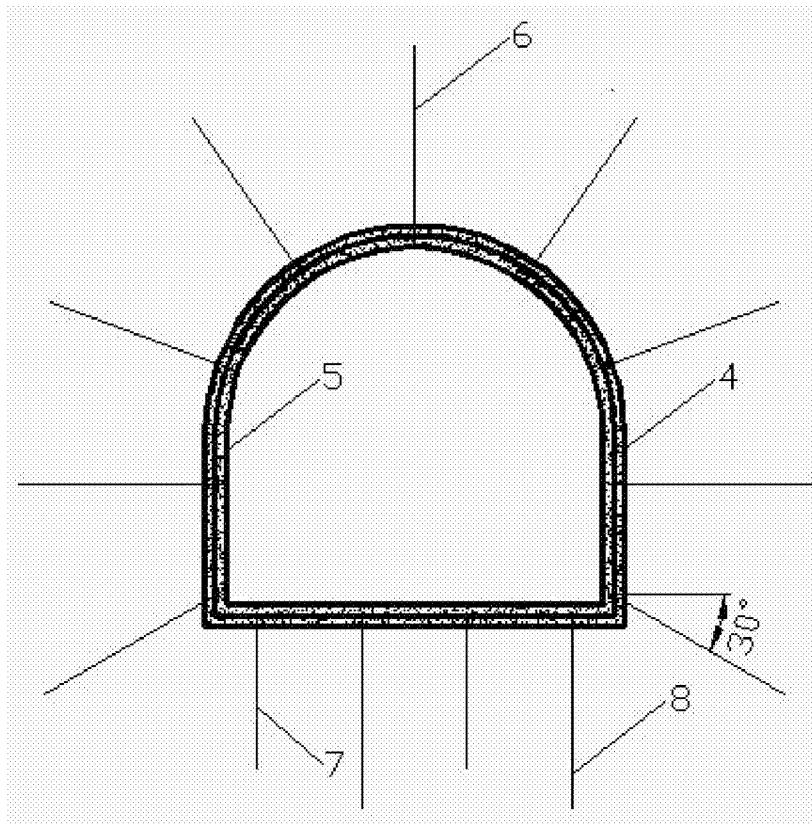


图3

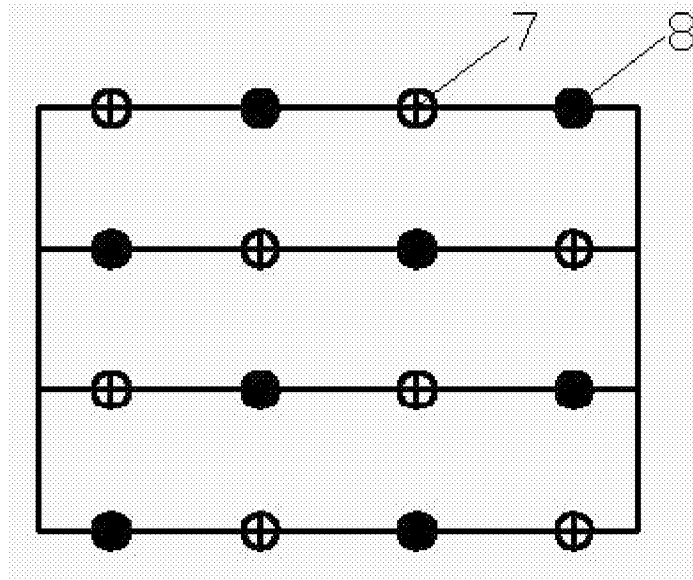


图4