



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109372556 A

(43)申请公布日 2019.02.22

(21)申请号 201811158669.8

(22)申请日 2018.09.30

(71)申请人 淮阴工学院

地址 223005 江苏省淮安市高教园区枚乘路1号

(72)发明人 董云 武精科 彭宁波 张继华
陈家瑞 程永振 尹得余 刘畅
张国瀛

(74)专利代理机构 淮安市科文知识产权事务所
32223

代理人 张丽

(51)Int.Cl.

E21D 11/15(2006.01)

E21D 11/18(2006.01)

E21D 21/00(2006.01)

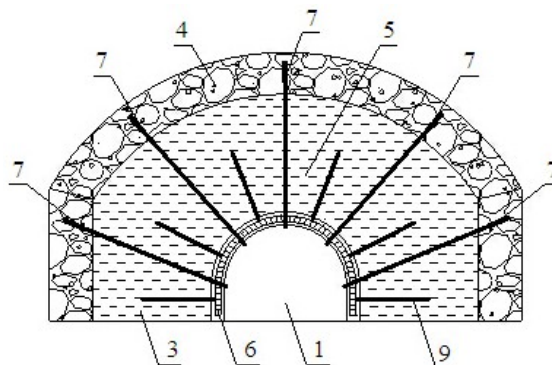
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱及施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱及施工方法,夹心拱包括围岩外圈承载拱、夹层锚杆加固拱、围岩内圈承载拱,三者采用锚索束锚固在一起,最终形成一个整体锚壳夹心拱支护结构。其中,围岩外圈承载拱是通过深孔预裂爆破方法将掘进迎头前方的深部围岩体破碎,注浆将深部裂隙岩体和破碎岩层重新固结,形成一个碎石强化拱;夹层锚杆加固拱是在围岩浅部岩层中密集均匀安装锚杆,形成一个均匀厚层压缩带;围岩内圈承载拱是高强度格栅钢拱架混凝土砌碛。该夹心拱显著提升围岩深浅部岩体承载能力,支护强度高,范围大,且给锚索束提供了可靠的着力基础,能够实现高应力软岩隧巷道围岩长期稳定。



1. 一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱,其特征在于:包括围岩外圈承载拱(4)、夹层锚杆加固拱(5)、围岩内圈承载拱(6),三者采用锚索束(7)锚固在一起,形成一个锚壳夹心拱支护结构;

其中,所述围岩外圈承载拱(4)是通过深孔预裂爆破方法将掘进迎头(2)前方预设范围内的深部围岩体破碎,然后注浆将深部裂隙岩体和破碎岩层重新固结,形成一个碎石强化拱;

所述夹层锚杆加固拱(5)是在围岩浅部岩层中密集均匀安装锚杆(9),形成的一个均匀厚层压缩带;

所述围岩内圈承载拱(6)为格栅钢拱架混凝土砌碇,格栅钢拱架采用钢筋焊接和螺栓连接而成,由多块拼接组成拱形紧贴于围岩表面,再向钢拱架内浇筑混凝土,将钢拱架包裹在混凝土内,形成一个格栅钢拱架混凝土砌碇。

2. 权利要求1所述的一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱,其特征在于:夹心拱的断面形状为圆形、或椭圆形、或马蹄形、或直墙半圆拱形。

3. 权利要求1所述的一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱,其特征在于:所述围岩外圈承载拱(4)厚度1.5~2.5m,夹层锚杆加固拱(5)厚度 2.0 ~ 3.0 m,围岩内圈承载拱(6)厚度0.3~0.5m。

4. 权利要求1所述的一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱施工方法,其特征在于,包括如下步骤:围岩外圈承载拱(4)施工→夹层锚杆加固拱(5)施工→围岩内圈承载拱(6)施工,再采用锚索束(7)将三者锚固在一起,形成一个锚壳夹心拱支护结构;

其中,围岩外圈承载拱(4)形成过程:首先,采用定向钻机在距离隧巷道掘进迎头(2)后方一定距离的围岩上布设深部爆破钻孔,钻孔前半段为曲线孔,钻进到达距离掘进迎头(2)围岩表面的指定深度后,平行于隧巷道中轴线继续钻进成直线孔;接着,在钻孔内布置柔性注浆管;然后,将炸药填入直线孔段内,安装抗杂散电流的电雷管和引线,采用炮泥封堵曲线孔段,连接起爆装置,进行爆破;最后,通过注浆管向裂隙岩体和破碎岩层进行注浆,将裂隙岩体和破碎岩层重新固结,形成碎石强化拱;

夹层锚杆加固拱(5)形成过程:碎石强化拱完成后,隧巷道的掘进与锚杆支护交替进行,每个循环进尺2.0~5.0m,围岩浅部软岩体采用密集均匀锚杆(9)+金属网支护;

围岩内圈承载拱(6)形成过程:待围岩浅部锚杆支护完成进尺2.0~5.0m后,在隧巷道内安装格栅钢拱架,格栅钢拱架采用钢筋焊接和螺栓连接而成,由多块拼接组成拱形紧贴于围岩表面,再向钢拱架内浇筑混凝土,将钢拱架包裹在混凝土内,形成格栅钢拱架混凝土砌碇结构。

5. 根据权利要求4所述的一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱施工方法,其特征在于:所述柔性注浆管为花管,位于直线孔内的管壁上开设溢浆孔。

6. 根据权利要求4所述的一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱施工方法,其特征在于:注浆材料为膨胀超细水泥、或水玻璃、或马丽散。

一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧巷道围岩控制领域,尤其涉及一种适用于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱及施工方法。

背景技术

[0002] 高应力软岩条件下的隧巷道工程施工面临的重大难题是围岩大变形。大变形会导致围岩支护开裂破坏,甚至发生塌方,更为严重的是可能造成支护的永久性破坏。如果施工方法不当,不仅提高工程造价,而且对施工及运营安全也存在相当大的隐患。据统计,高应力软岩隧巷道实际返修比例高达90%以上,其变形特征如下:①围岩变形速度快、变形量大,前掘后修已成为隧巷道施工的基本工序;②在高应力状态下,软岩表现出强烈的扩容性和应变软化特征,隧巷道围岩应力显著增大,且处于长期蠕变状态,围岩持续变形,一直难以稳定,当支护不合理时,其变形直至隧巷道完全闭合;③软弱围岩的破坏往往是大面积发生,且具有区域性,如大面积冒顶垮落等。目前,国内外许多工程专家针对在高应力软岩条件下隧巷道支护,提出了很多解决办法,例如架棚、砌碛被动支护,锚杆索、锚网喷主动支护以及分步联合控制等方法,对于围岩大变形都起到了一定的抑制作用,但支护效果不明显,支护体数月就遭到破坏,在较短的时间内又出现大变形破坏现象,锚固区内围岩呈现层状垮落,锚固区外呈现楔形冒落,进而导致支护结构永久失效,严重影响隧巷道安全施工和通行。因此,创新提出一种适用于高应力软岩巷道的支护技术对于工程现场施工意义重大。

发明内容

[0003] 本发明的目的就是为了解决上述问题,提供一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱及施工方法,能够实现隧巷道围岩长期稳定。

[0004] 为实现本发明的上述目的,技术方案如下:

一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱,包括围岩外圈承载拱、夹层锚杆加固拱、围岩内圈承载拱,三者采用锚索束锚固在一起,形成一个锚壳夹心拱支护结构;

其中,所述围岩外圈承载拱是通过深孔预裂爆破方法将掘进迎头前方预设范围内的深部围岩体破碎,然后注浆将深部裂隙岩体和破碎岩层重新固结,形成一个碎石强化拱;

所述夹层锚杆加固拱是在围岩浅部岩层中密集均匀安装锚杆,形成的一个均匀厚层压缩带;

所述围岩内圈承载拱为格栅钢拱架混凝土砌碛,格栅钢拱架采用钢筋焊接和螺栓连接而成,由多块拼接组成拱形紧贴于围岩表面,再向钢拱架内浇筑混凝土,将钢拱架包裹在混凝土内,形成一个格栅钢拱架混凝土砌碛。

[0005] 围岩外圈承载拱作用:①在掘进迎头前方深部岩体内预制了一个强化拱,显著提高了围岩深部软岩体力学性质和自承能力,有利于隧巷道安全掘进;②为后续工序中锚索束安装张拉及其锚固端提供了可靠的着力基础,能够改善其受力状态,保证锚索束锚固可

靠性,可有效解决隧巷道围岩松软破碎引起的锚固力迅速衰减乃至丧失的难题。

[0006] 夹层锚杆加固拱作用:在围岩浅部岩层中密集安装锚杆,当锚杆间距足够小时,每根锚杆周围岩体内形成的压应力相互重叠,形成一个均匀、较大厚度、较大强度的压缩带,即锚杆加固拱。锚杆加固拱内岩体受径向力和切向力约束,处于三向应力状态,围岩浅部岩体承载力得到显著提高,而且锚杆加固拱的厚度越大,越有利于围岩的稳定。

[0007] 围岩内圈承载拱作用:高强度格栅钢拱架包裹混凝土构成结实稳固的内层拱,进一步加强围岩稳定性。

[0008] 最后采用锚索束将三者锚固在一起,形成一个较大范围、高强度、高刚度锚壳支护结构,共同承载,实现隧巷道围岩长期稳定。

[0009] 本发明进一步技术方案是,夹心拱的断面形状为圆形、或椭圆形、或马蹄形、或直墙半圆拱形。

[0010] 本发明更进一步技术方案是,所述围岩外圈承载拱厚度1.5~2.5m,夹层锚杆加固拱厚度 2.0 ~ 3.0 m,围岩内圈承载拱厚度0.3 ~0.5m。

[0011] 本发明还提供了上述一种适于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱施工方法,包括如下步骤:围岩外圈承载拱施工→夹层锚杆加固拱施工→围岩内圈承载拱施工,再采用锚索束将三者锚固在一起,形成一个锚壳夹心拱支护结构;

其中,围岩外圈承载拱形成过程:首先,采用定向钻机在距离隧巷道掘进迎头后方一定距离的围岩上布设深部爆破钻孔,钻孔前半段为曲线孔,钻进到达距离掘进迎头围岩表面的指定深度后,平行于隧巷道中轴线继续钻进成直线孔;接着,在钻孔内布置柔性注浆管;然后,将炸药填入直线孔段内,安装抗杂散电流的电雷管和引线,采用炮泥封堵曲线孔段,连接起爆装置,进行爆破;最后,通过注浆管向裂隙岩体和破碎岩层进行注浆,将裂隙岩体和破碎岩块重新固结,形成碎石强化拱;

夹层锚杆加固拱形成过程:碎石强化拱完成后,隧巷道的掘进与支护交替进行,每个循环进尺2.0~5.0m,围岩浅部软岩体采用密集均匀锚杆+金属网支护;

围岩内圈承载拱形成过程:待围岩浅部锚杆支护完成进尺2.0~5.0m后,在隧巷道内安装格栅钢拱架,格栅钢拱架采用钢筋焊接和螺栓连接而成,由多块拼接组成拱形紧贴于围岩表面,再向钢拱架内浇筑混凝土,将钢拱架包裹在混凝土内,形成格栅钢拱架混凝土砌碇结构。

[0012] 本发明进一步改进方案是,所述柔性注浆管为花管,位于直线孔内的管壁上开设溢浆孔。深孔预裂爆破后,注浆花管不易堵塞,保证注浆通顺。

[0013] 本发明进一步改进方案是,注浆材料为膨胀超细水泥、或水玻璃、或马丽散。

[0014] 与现有技术相比,本发明的具有如下优点:

(1)对围岩深部高应力软岩进行深孔预裂爆破,再将深部裂隙岩体和破碎岩层重新固结,形成碎石强化拱,显著提高深部软岩体力学性质和自承能力,有利于隧巷道安全掘进。

[0015] (2)锚索束锚固端位于碎石强化拱上,给锚索束锚固提供了可靠稳固的着力基础,改善其受力状态,保证了锚索束锚固可靠性,能有效解决隧巷道围岩松软破碎引起的锚固力迅速衰减乃至丧失的难题。

[0016] (3)采用锚索束将围岩外圈碎石强化拱、夹层锚杆加固拱和围岩内圈格栅钢拱架混凝土砌碇锚固在一起,组合形成较大范围、高强度、高刚度的夹心锚壳支护结构,主动支

护与被动支护相结合,支护范围大,支护强度高,围岩不易变形,适用于高应力、软岩、破碎围岩等复杂条件的隧巷道围岩支护。

附图说明

[0017] 图1是高应力软岩隧巷道掘进迎头俯视图;

图2是图1中A-A断面图;

图3是图1中B-B剖面图;

图4是图1中C-C断面图;

附图标记说明:1、隧巷道;2、掘进迎头;3、高应力软岩层;4、围岩外圈承载拱;5、夹层锚杆加固拱;6、围岩内圈承载拱;7、锚索束;8、爆破钻孔;9、锚杆。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明进行详细说明。

[0019] 如图1至图4所示,本发明所述的一种适用于高应力软岩隧巷道围岩支护的夹心拱,包括围岩外圈承载拱4、夹层锚杆加固拱5、围岩内圈承载拱6,三者采用锚索束锚固在一起,形成一个大范围、高强度、高刚度的锚壳夹心拱支护结构。

[0020] 其中,所述围岩外圈承载拱为碎石强化拱4,通过深孔预裂爆破方法将掘进迎头前方预设范围内的深部围岩体破碎,然后注浆将深部裂隙岩体和破碎岩层重新固结,形成一个大范围、较大厚度的碎石强化拱;

其中,所述夹层锚杆加固拱5,是在围岩浅部岩层中密集均匀安装锚杆9,形成的一个均匀厚层压缩带;

其中,所述围岩内圈承载拱为格栅钢拱架混凝土砌碇9,高强度格栅钢拱架采用钢筋焊接和螺栓连接而成,由多块拼接组成拱形紧贴于围岩表面,再向钢拱架内浇筑混凝土,将钢拱架包裹在混凝土内,从而形成一个高强度、高刚度格栅钢拱架混凝土砌碇。

[0021] 其中,所述高应力软岩隧巷道断面形状可以选择圆形、椭圆形、马蹄形、直墙半圆拱任意一种。

[0022] 本发明以直墙半圆拱断面形状为例进行说明,主要施工步骤如下:

其中,形成所述围岩外圈承载拱的具体施工步骤如下:

本例中,直墙半圆拱形隧巷道1的断面宽 \times 高=5.6 \times 4.5m,半圆拱直径为5.6m,两侧直墙高度为1.7m。首先,在距离隧巷道掘进迎头2后方15米处的围岩上布设深部爆破钻孔8,钻孔布设位置及相关参数见表1所示,目的是确保钻孔角度、长度、直径都能够达到设计要求,为深孔爆破最好准备。深部爆破钻孔施工方法:采用定向钻机,按照钻孔设计参数,进行定向钻孔。钻孔钻进要求:钻孔前半段15m为曲线钻孔,钻进15m到达距离掘进迎头围岩表面的指定深度后,平行于隧巷道轴线方向继续钻进30m,后半段30m为直线钻孔,到达指定深度后结束。

[0023] 表1 围岩深部爆破钻孔参数

钻孔序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
钻孔角度 θ	0°	15°	40°	60°	90°	120°	140°	165°	180°
钻孔外扎角度 α	35°	35°	35°	35°	35°	35°	35°	35°	35°

钻孔长度	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m
钻孔直径	90mm	90mm	90mm	90mm	90mm	90mm	90mm	90mm	90mm
钻孔距围岩表面深度 L	6~8m	6~8m	6~8m	6~8m	6~8m	6~8m	6~8m	6~8m	6~8m
钻孔间距	3m	3m	3m	3m	3m	3m	3m	3m	3m

其次,安装柔性注浆花管。在钻孔内布置柔性注浆花管,柔性注浆花管长度为20m。其中,位于曲线段钻孔内的15m注浆花管管壁上无溢浆孔,位于直线段钻孔内的5m注浆花管管壁上有溢浆孔。注浆花管结构设计优点:深孔预裂爆破后,注浆花管不易堵塞。

[0024] 然后,进行深孔预裂爆破。预裂爆破步骤如下:①根据爆破范围和爆破半径要求,提前设定好安全炸药用量,使用散装炸药自动装填设备往钻孔的30m直线段填装炸药,其优点为加快装药速度,提高装药质量,改善爆破效果;②安装抗杂散电流的电雷管和引线;③进行炮泥封孔,封孔长度为钻孔曲线段长度,要求不能堵塞注浆花管尾部;④连接起爆装置;⑤进行爆破,爆破范围直径一般为1.5~2.5m,爆破要求以爆破时不破坏浅部围岩为准。爆破目的:通过爆破使深部软岩体松动,注浆浆液容易渗入岩体裂隙,将裂隙岩体和破碎岩块重新固结。

[0025] 最后,进行注浆。注浆设备连接各个爆破钻孔的注浆花管尾部,采用高压注浆方式,固结破碎软岩体,充实岩体裂隙,提高围岩体力学性质和自承能力,形成一个较大的碎石强化拱,碎石强化拱设计厚度一般为1.5~2.5m,有效平均厚度为2.0m。碎石强化拱完成后,隧巷道的迎头开始掘进和顶帮支护安全施工。

[0026] 其中,形成所述夹层锚杆加固拱的具体施工步骤如下:

隧巷道的掘进与支护交替进行,每个循环进尺2.0~5.0m,围岩浅部软岩体采用锚杆+金属网支护,锚杆直径18~28mm,锚杆长度(2.0~3.0m)+50mm,支护深度范围为2.0~3.0m。锚杆安装方法步骤如下:①采用锚杆钻机在隧巷道顶板和两帮围岩表面均匀布设钻孔,钻孔直径20~30mm,钻孔间距0.8~1.5m,排距0.8~1.5m,钻孔深度2.0~3.0m,钻孔角度垂直于围岩表面;②使用锚杆将2~3支树脂锚固剂推入钻孔底部,顶推并旋转锚杆,搅碎树脂锚固剂,且保证锚杆端头位于钻孔底部;③在锚杆尾部依次安装金属网、托盘、螺母,紧固螺母后,锚杆预紧力达到60~120kN。

[0027] 其中,形成所述围岩内圈承载结构的具体施工步骤如下:

待围岩浅部锚杆支护完成进尺2.0~5.0m后,在隧巷道内安装格栅钢拱架,钢拱架整体形状为直墙半圆拱,钢拱架包括顶梁和两侧立柱,各部分拼装焊接的角钢通过螺栓连接,并增加连接筋,以提高连接处结构强度。格栅钢拱架拼装完成后,向格栅钢拱架浇筑混凝土,钢拱架包裹在混凝土内,最终形成隧巷道内圈的高强度格栅钢拱架混凝土砌碇,该混凝土砌碇厚度范围为300~500mm。

[0028] 其中,采用锚索束将围岩外圈承载拱、夹层锚杆加固拱和围岩内圈承载拱锚固在一起的具体施工步骤如下:

隧巷道内圈承载结构施工完成后,采用钻机在其顶板和两帮围岩表面均匀布设用于安装锚索束的钻孔,锚索束直径80~110mm,锚索长度(6.0~8.0m)+300mm,钻孔直径90~120mm,钻孔深度6.0~8.0m,钻孔间距1.5~3.0m,排距1.5~3.0m,钻孔角度垂直于围岩表面。锚索束

安装方法步骤如下：①将(6.0~8.0m)+300mm长的锚索束推入钻孔，锚索束端头深入围岩外圈的混凝土碎石强化拱内；②在锚索束尾部安装橡胶塞，封堵钻孔；③安装托盘和锁具；④采用专用锚索束张拉仪张拉锚固预紧；⑤高压注浆。锚索束锚固方式可以采用端头锚固和全长锚固两种方式，锚索束锚固端头均固定于围岩外圈的混凝土碎石强化拱上，这给锚索束提供了可靠的着力基础，改善其受力状态，保证了锚索锚固可靠性。

[0029] 本发明中注浆材料可以选择膨胀超细水泥、或水玻璃、或马丽散等材料中的任一种。

[0030] 尽管上文对本发明作了详细说明，但本发明不限于此，本技术领域的技术人员可以根据本发明的原理进行修改，因此，凡按照本发明的原理进行的各种修改都应当理解为落入本发明的保护范围。

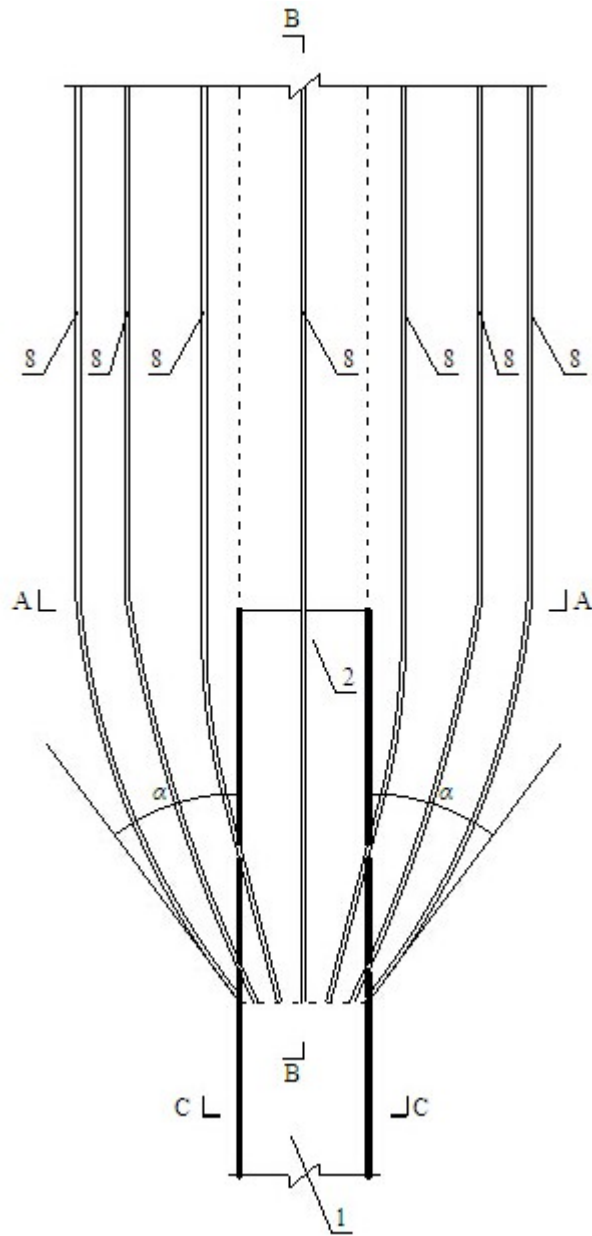


图1

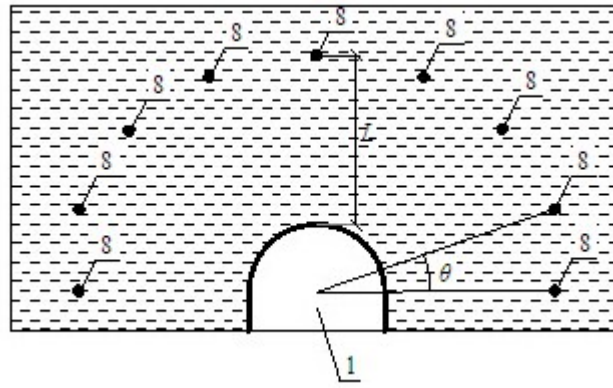


图2

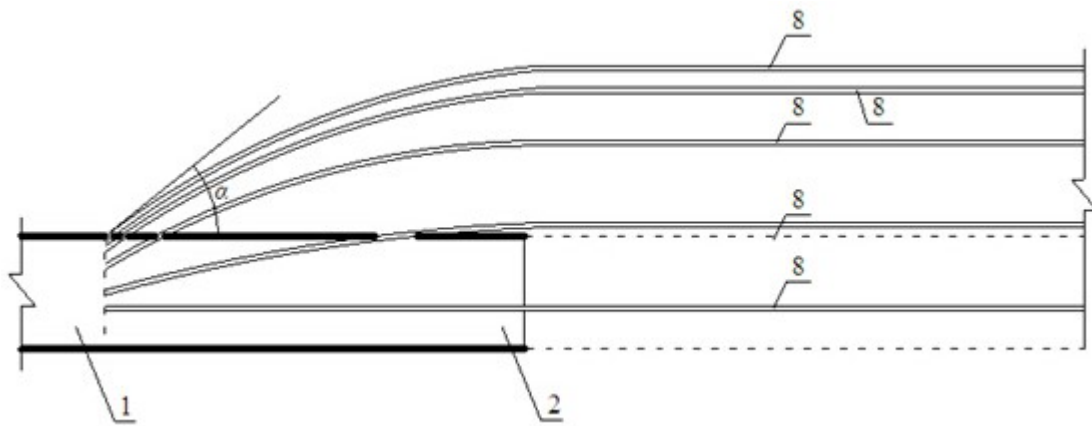


图3

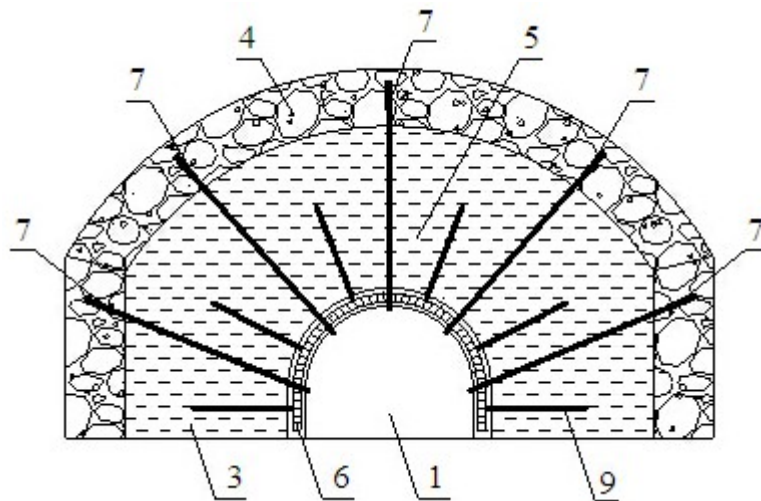


图4