



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104818991 B

(45)授权公告日 2016.09.21

(21)申请号 201510139740.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.03.30

E21D 9/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

E21D 11/00(2006.01)

申请公布号 CN 104818991 A

E21D 11/10(2006.01)

(43)申请公布日 2015.08.05

E02D 17/20(2006.01)

E02D 3/12(2006.01)

(73)专利权人 中铁二十四局集团福建铁路建设  
有限公司

审查员 曹莹莹

地址 350013 福建省福州市晋安区沁园路  
77号

专利权人 中铁二十四局集团有限公司

(72)发明人 杨少龙 林瑞棋 邓历振 叶福兴  
刘德标 苏道灵

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限  
公司 35100

代理人 蔡学俊

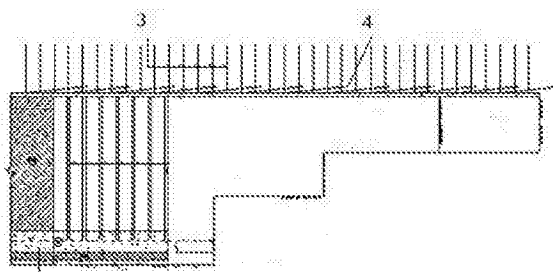
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法

(57)摘要

本发明涉及一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,从地表注浆和喷锚联合支护到长管棚预加固再到修正三台阶四步开挖施工方案,由外及内,一层一层施工,加上先开挖深埋偏压侧,进行支护;再施工浅埋偏压侧,根据围岩偏压,采用不对称初期支护结构进行施工,优化了支护结构,使工序更合理也加快了施工速度。



1. 一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)边、仰坡修整及排水沟的修建,施工洞顶及边坡、仰坡的截水沟、排水沟,将线路原冲沟改流至隧道范围外,截水沟设于边、仰坡顶外部且其与边、仰坡顶的距离不小于5m,沟底坡度不小于3%;

(2)进行地表注浆和喷锚联合支护,清除洞口边、仰坡的植被,随后进行3cm厚C25喷射混凝土支护,之后打设砂浆锚杆,同时加挂钢筋网,将锚杆与钢筋网焊接,然后喷射C25混凝土厚度7cm;洞口边、仰坡松散堆积体采用导管注浆加固成整体,导管按梅花形布置,导管安设后安设第二层钢筋网,将第二层钢筋网与导管焊接,随后整体喷射C25混凝土厚度10cm进行封闭;

(3)搭设洞口长管棚,为加固隧道周边围岩,控制地表下沉,增大管棚刚度,充填钢管周边空隙,对长管棚进行注浆;

(4)开挖隧道,首先,开挖隧道上部深埋偏压侧,开挖长度控制在0.6m,采用人工配合挖掘机开挖,尽量减少对围岩的扰动;开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;然后,在隧道上部深埋偏压侧开挖5~8m后,开挖隧道上部浅埋偏压侧,开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;随后,在隧道上部开挖施工至5~8m后,开挖隧道中部,隧道中部分3部分3次开挖,首先开挖中部深埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,然后开挖中部浅埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,最后开挖中部核心土;最后,在隧道中部开挖10~15m后,左右错开开挖施工隧道下部,下部开挖完成后连接隧底钢架,形成钢架闭合环,后喷射混凝土,施作仰拱。

2. 根据权利要求1所述的一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,其特征在于:在步骤(2)中,所述导管长3~12m,采用 $\Phi 50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 热轧无缝钢管制成。

3. 根据权利要求1所述的一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,其特征在于:在步骤(2)中,喷射C25混凝土时,采用注浆泵压注水泥浆,压力0.5~1.0Mpa,持续注浆10min当进浆速度为开始进浆速度的1/4或进浆量达到设计进浆量的80%及以上时结束注浆。

4. 根据权利要求1所述的一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,其特征在于:在步骤(3)中,注浆材料为M20水泥浆。

5. 根据权利要求4所述的一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,其特征在于:在步骤(3)中,注浆时,采用注浆机将砂浆注入管棚钢管内,初压0.5~1.0MPa,终压2MPa,采用定量注浆法控制注浆量,当全段注浆量达到标准的80%,而且无渗漏现象时结束注浆。

## 一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法。

### 背景技术

[0002] 残坡积土隧道的土质其特点孔隙率大、强度低、压缩性高,易坍塌对洞身开挖、隧道防水、零沉降控制,是相当不利的;且位于浅埋偏压段,受拱顶土壤直接竖向荷载和侧向不平衡水平侧压力共同作用,又有地应力分布不均影响,土壤稳定性分析变得很困难,在进洞过程中,必须破坏原土体的受力平衡体系,采用有效、可操作的、合理的技术措施在施工中来重新平衡土体受力体系,否则会造成开挖面扭曲变形、坍塌等地质灾害,使得成洞工作及施工机具人员的安全无法得到保证。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是针对以上不足之处,提供了一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法。

[0004] 本发明解决技术问题所采用的方案是,一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0005] (1)边、仰坡修整及排水沟的修建,施工洞顶及边坡、仰坡的截水沟、排水沟,将线路原冲沟改流至隧道范围外,截水沟设于边、仰坡顶以外不小于5m,沟底坡度不小于3%;

[0006] (2)进行地表注浆和喷锚联合支护,清除洞口边、仰坡的植被,随后进行3cm厚C25喷射砼支护,之后打设砂浆锚杆,同时加挂钢筋网,将锚杆与钢筋网焊接,然后喷射C25砼厚度7cm;洞口边仰坡松散堆积体采用导管注浆加固成整体,导管按梅花形布置,导管安设后安设第二层钢筋网,将第二层钢筋网与导管焊接,随后整体喷射C25混凝土厚度10cm进行封闭;

[0007] (3)搭设洞口长管棚,为加固隧道周边围岩,控制地表下沉,增大管棚刚度,充填钢管周边空隙,对长管棚进行注浆;

[0008] (4)采用修正三台阶四步开挖法隧道,首先,开挖隧道上部深埋偏压侧,开挖长度控制在0.6m,采用人工配合挖掘机开挖,尽量减少对围岩的扰动;开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;然后,在隧道上部深埋偏压侧开挖5~8m后,开挖隧道上部浅埋偏压侧,开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;随后,在隧道上部开挖施工至5~8m后,开挖隧道中部,隧道中部分3部分3次开挖,首先开挖中部深埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,然后开挖中部浅埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,最后开挖中部核心土;最后,在隧道中部开挖10~15m后,左右错开开挖施工隧道下部,下部开挖完成后连接隧底钢架,形成钢架闭合环,后喷射混凝土,施作仰拱。

[0009] 进一步的,在步骤(2)中,所述导管长3~12m,采用 $\Phi 50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 热轧无缝钢管制成。

[0010] 进一步的,在步骤(2)中,喷射C25混凝土进行注浆时,采用注浆泵压注水泥浆,压力0.5~1.0Mpa,持续注浆10min当进浆速度为开始进浆速度的1/4或进浆量达到设计进浆量的80%及以上时结束注浆。

[0011] 进一步的,在步骤(3)中,注浆材料为M20水泥浆,浆液为1:1。

[0012] 进一步的,在步骤(3)中,注浆时,采用注浆机将砂浆注入管棚钢管内,初压0.5~1.0MPa,终压2MPa,采用定量注浆法控制注浆量,当全段注浆量达到标准的80%,而且无渗漏现象时结束注浆。

[0013] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0014] (1)工序优化,从地表注浆和喷锚联合支护到长管棚预加固再到修正三台阶四步开挖施工方案,由外及内,一层一层施工,加上先开挖深埋偏压侧,进行支护;再施工浅埋偏压侧,根据围岩偏压,采用不对称初期支护结构进行施工,优化了支护结构,使工序更合理也加快了施工速度;

[0015] (2)安全性高,通过长管棚超前支护和修正三台阶四步开挖法先开挖深埋偏压侧,加大了施工后围岩的稳定性与过程的安全性。

[0016] (3)工作效率高,合理的工序和安全的施工环境,大大地增加了工作效率,缩短了工期;

[0017] (4)经济效益显著,优化工序措施,缩短了工期,节省了工程成本。

## 附图说明

[0018] 下面结合附图对本发明专利进一步说明。

[0019] 图1是洞口段长管棚正面布置图;

[0020] 图2是洞口段长管棚侧面图;

[0021] 图3是三台阶四步开挖法工序示意图。

[0022] 图中:1-长管棚;2-混凝土导向墙;3-系统径向锚栓;4-拱部超前支护。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进一步说明。

[0024] 如图1~2所示,本发明解决技术问题所采用的方案是,一种浅埋偏压残坡积土隧道的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0025] (1)边、仰坡修整及排水沟的修建,施工洞顶及边坡、仰坡的截水沟、排水沟,将线路原冲沟改流至隧道范围外,截水沟设于边、仰坡顶以外不小于5m,沟底坡度不小于3%,以免淤积而水流冲刷作业面,影响地表注浆效果;

[0026] (2)进行地表注浆和喷锚联合支护,清除洞口边、仰坡的植被,随后进行3cm厚C25喷射砼支护,之后打设砂浆锚杆,同时加挂钢筋网,将锚杆与钢筋网焊接,然后喷射C25砼厚度7cm;洞口边仰坡松散堆积体采用导管注浆加固成整体,导管按梅花形布置,导管安设后安设第二层钢筋网,将第二层钢筋网与导管焊接,随后整体喷射C25混凝土厚度10cm进行封闭;

[0027] (3)搭设洞口长管棚,为加固隧道周边围岩,控制地表下沉,增大管棚刚度,充填钢管周边空隙,对长管棚进行注浆;

[0028] (4)采用修正三台阶四步开挖法隧道,首先,开挖隧道上部深埋偏压侧,开挖长度控制在0.6m,采用人工配合挖掘机开挖,尽量减少对围岩的扰动;开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;然后,在隧道上部深埋偏压侧开挖5~8m后,开挖隧道上部浅埋偏压侧,开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;随后,在隧道上部开挖施工至5~8m后,开挖隧道中部,隧道中部分3部分3次开挖,首先开挖中部深埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,然后开挖中部浅埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,最后开挖中部核心土;最后,在隧道中部开挖10~15m后,左右错开开挖施工隧道下部,下部开挖完成后连接隧底钢架,形成钢架闭合环,后喷射混凝土,施作仰拱。

[0029] 在本实施例中,在步骤(2)中,所述导管长3~12m,采用 $\phi 50\text{mm}\times 5\text{mm}$ 热轧无缝钢管制成。

[0030] 在本实施例中,在步骤(2)中,喷射C25混凝土进行注浆时,采用注浆泵压注水泥浆,压力0.5~1.0Mpa,持续注浆10min当进浆速度为开始进浆速度的1/4或进浆量达到设计进浆量的80%及以上时结束注浆。

[0031] 在本实施例中,在步骤(3)中,注浆材料为M20水泥浆,浆液为1:1。

[0032] 在本实施例中,在步骤(3)中,注浆时,采用注浆机将砂浆注入管棚钢管内,初压0.5~1.0Mpa,终压2Mpa,采用定量注浆法控制注浆量,当全段注浆量达到标准的80%,而且无渗漏现象时结束注浆。

[0033] 下面提供一种应用本施工方法的具体实施例:

[0034] 一、施工准备

[0035] 编制相应的施工组织设计;施工测量放样;人员配备和机械进场;材料准备齐全;有相应的技术交底。

[0036] 二、洞外排水沟修建

[0037] 按设计要求首先施工了洞顶及边坡的截水沟、排水沟,将线路右侧原冲沟改流至隧道范围外;完善洞口排水系统与路基永久排水相结合。天沟、截水沟设于边、仰坡顶以外不小于5m,沟底坡度根据地形设置,但不小于3%,以免淤积而水流冲刷作业面,影响地表注浆效果。

[0038] 地表注浆和喷锚联合支护组成的系统方案施工

[0039] 1.洞口边仰坡清除植被后按设计刷坡到位后,首先进行了3cm厚C25喷射砼支护,之后按150cm $\times$ 150cm打设 $\phi 22$ 砂浆锚杆,长度350~500cm,同时加挂20cm $\times$ 20cm $\phi 6$ 钢筋网,待锚固与钢筋网焊接后,在喷射C25砼7cm;

[0040] 2.洞口边仰坡松散堆积体采用小导管注浆加固成整体,导管长3~12m,采用 $\phi 50\text{mm}\times 5\text{mm}$ 热轧无缝钢管制成,在前部钻注浆孔,孔径10mm,孔间距15cm,呈梅花形布置,前端加工成锥形,钢管采用车丝套筒连接,尾部不钻孔长度不小于30cm,作为止浆段。

[0041] 3.导管按40cm $\times$ 40cm间距梅花形布置,导管安设后安设第二层钢筋网,喷射砼封

闭;钢筋网采用 $\phi 6$ 按 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ 规格布设,并与小导管焊接,完毕布设后,整体喷射C25混凝土 $10\text{cm}$ 。注浆采用KBY-50/70注浆泵压注水泥浆,压力一般为 $0.5\sim 1.0\text{Mpa}$ ,持续注浆 $10\text{min}$ 且进浆速度为开始进浆速度的 $1/4$ 或进浆量达到设计进浆量的 $80\%$ 及以上时注浆方可结束。受注地层注浆加固前应取芯检测其物理力学性质指标,然后再与注浆后取自同一层的岩芯检测结果进行对照,说明注浆效果。

### [0042] 三、洞口长管棚施工

#### [0043] 1. 导向墙施工

[0044] 以C20混凝土护拱作为长管棚的导向墙,在开挖廓线以外拱部 $120^\circ\sim 135^\circ$ 范围内施作,断面尺寸为 $1.0\times 1.0\text{m}$ ,护拱内埋设钢筋支撑,钢筋与管棚孔口管连接成整体。墙内设2榀I18工字钢架。先安装2榀I18工字钢架,用 $\phi 22\text{mm}$ 钢筋将2榀拱架纵向连接成一个整体,然后在钢架外缘焊接 $\phi 140\times 5\text{mm}$ 导向钢管。用 $\phi 22\text{mm}$ 固定筋固定,方向与工字钢方向垂直。导向墙模板利用工钢及洞口预留核心土进行安装,导向墙混凝土从两侧底部开始,由低到高分层对称浇注,导向墙基础应设于基岩稳定段;导向墙环向长度可根据具体工点实际情况确定,要保证其基础稳定性。

#### [0045] 2. 孔口管平面位置、倾角、外插角的确定

[0046] 孔口管作为管棚的导向管,它安设的平面位置、倾角、外插角的准确度直接影响管棚的质量。用经纬仪以坐标法在工字钢架上定出其平面位置;用水准尺配合坡度板设定孔口管的倾角;用前后差距法设定孔口管的外插角。孔口管应牢固焊接在工字钢上,防止浇筑混凝土时产生位移。

#### [0047] 3. 搭钻孔平台安装钻机

[0048] 1) 钻机平台用钢管脚手架搭设,搭设平台应一次性搭好,钻孔由 $1\sim 2$ 台钻机由高孔位向低孔位进行。

[0049] 2) 平台要支撑于稳固的地基上,脚手架连接要牢固、稳定,防止在施钻时钻机产生不均匀下沉、摆动、位移而影响钻孔质量。

[0050] 3) 钻机定位:钻机要求与已设定好的孔口管方向平行,必须精确核定钻机位置。用经纬仪、挂线、钻杆导向相结合的方法,反复调整,确保钻机钻杆轴线与孔口管轴线相吻合。

#### [0051] 4. 钻孔

[0052] 1) 为了便于安装钢管,钻孔采用钻头直径为 $\phi 135\text{mm}$ 的潜孔钻机。

[0053] 2) 岩质较好的可以一次成孔。钻进时产生坍孔、卡钻时,需补注浆后再钻进。

[0054] 3) 钻机开钻时,应低速低压,待成孔 $10\text{m}$ 后可根据地质情况逐渐调整钻速及风压。

[0055] 4) 钻进过程中经常用测斜仪测定其位置,并根据钻机钻进的状态判断成孔质量,及时处理钻进过程中出现的事故。

[0056] 5) 钻进过程中确保动力器、扶正器、合金钻头按同心圆钻进。

[0057] 6) 认真作好钻进过程的原始记录,及时对孔口岩屑进行地质判断、描述,作为洞身开挖时的地质预测预报参考资料,从而指导洞身开挖。

#### [0058] 5. 清孔验孔

[0059] 1) 用地质岩芯钻杆配合钻头进行反复扫孔,清除浮渣,确保孔径、孔深符合要求,防止堵孔。

[0060] 2) 用高压风从孔底向孔口清理钻渣。

[0061] 3)用经纬仪、测斜仪等检测孔深、倾角、外插角。

[0062] 6. 安装管棚钢管

[0063] 1)钢管在专用的管床上加工好丝扣,导管四周钻设孔径10~16mm注浆孔(靠孔口2.5m处的棚管不钻孔),孔间距15~20cm,呈梅花型布置。管头焊成圆锥形,便于入孔。

[0064] 2)棚管顶进采用挖掘和管棚机钻进相结合的工艺,钻孔采用钻头直径为 $\Phi$ 135mm的潜孔钻机,然后用挖掘机在人工配合下顶进钢管。

[0065] 3)接长钢管应满足受力要求,相邻钢管的接头应前后错开。同一横断面内的接头数不大于50%,相邻钢管接头至少错开1m。

[0066] 7. 注浆

[0067] 为加固隧道周边围岩,控制地表下沉,增大管棚刚度,充填钢管周边空隙,对管棚要进行注浆。

[0068] 1)管棚上钻注浆孔,孔径采用10~16mm,安装好有孔钢花管、放入钢筋笼后即对孔内注浆,浆液由ZJ-400高速制浆机拌制。

[0069] 2)注浆材料:注浆材料为M20水泥浆,浆液为1:1

[0070] 3)采用注浆机将砂浆注入管棚钢管内,初压0.5~1.0MPa,终压2MPa,采用定量注浆法控制注浆量,当全段注浆量达到标准的80%,而且无渗漏现象方可结束全部注浆。注浆量应满足设计要求,一般为钻孔圆柱体的1.5倍;若注浆量超限,未达到压力要求,应调整浆液浓度继续注浆,确保钻孔周围岩体与钢管周围孔隙充填饱满。

[0071] 4)注浆结束后用M10水泥砂浆填充钢管,以增加钢管强度。钻孔注浆分两个序列进行。当一序列的孔完成注浆后,施钻二序列时可取芯检查浆液分布状况和固结强度。编号为单号者为一序列采用钢花管,双号者采用钢管。注浆时先灌注“单”号孔,再灌注“双”号孔

[0072] 四、修正三台阶四步开挖法

[0073] 1. 施工顺序

[0074] 首先,开挖隧道上部深埋偏压侧,开挖长度控制在0.6m,采用人工配合挖掘机开挖,尽量减少对围岩的扰动;开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;然后,在隧道上部深埋偏压侧开挖5~8m后,开挖隧道上部浅埋偏压侧,开挖后即时初喷混凝土,初喷对象包含掌子面位置,架设工字钢、临时钢架和钢管支撑,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土;随后,在隧道上部开挖施工至5~8m后,开挖隧道中部,隧道中部分3部分3次开挖,首先开挖中部深埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,然后开挖中部浅埋偏压侧,初喷4cm混凝土后,接长钢架,钻设锁角钢管和系统锚杆,与钢架焊接后复喷混凝土,最后开挖中部核心土;最后,在隧道中部开挖10~15m后,左右错开开挖施工隧道下部,下部开挖完成后连接隧底钢架,形成钢架闭合环,后喷射混凝土,施作仰拱。

[0075] 2. 施工要点

[0076] 1)隧道开挖应根据设计位置、中线、水平、地质情况,并预计可能产生的下沉量和施工误差,掌握施工各部位的具体尺寸,保证开挖和衬砌断面符合设计要求。

[0077] 2)隧道开挖后,不管是深埋偏压侧还是浅埋偏压侧都应及时支护,仰拱和二衬要及时跟上。

[0078] 3)由于开挖面处于浅埋偏压段,所以对该面和衬砌地段要经常检查,如可能产生险情时,应及时采取措施进行处理。

[0079] 4)当发现已锚区段的围岩有较大变形或锚杆失效时,应立即在该区段增加加强锚杆,其长度不少于原锚杆长度的1.5倍。

[0080] 上列较佳实施例,对本发明的目的、技术方案和优点进行了进一步详细说明,所应理解的是,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。



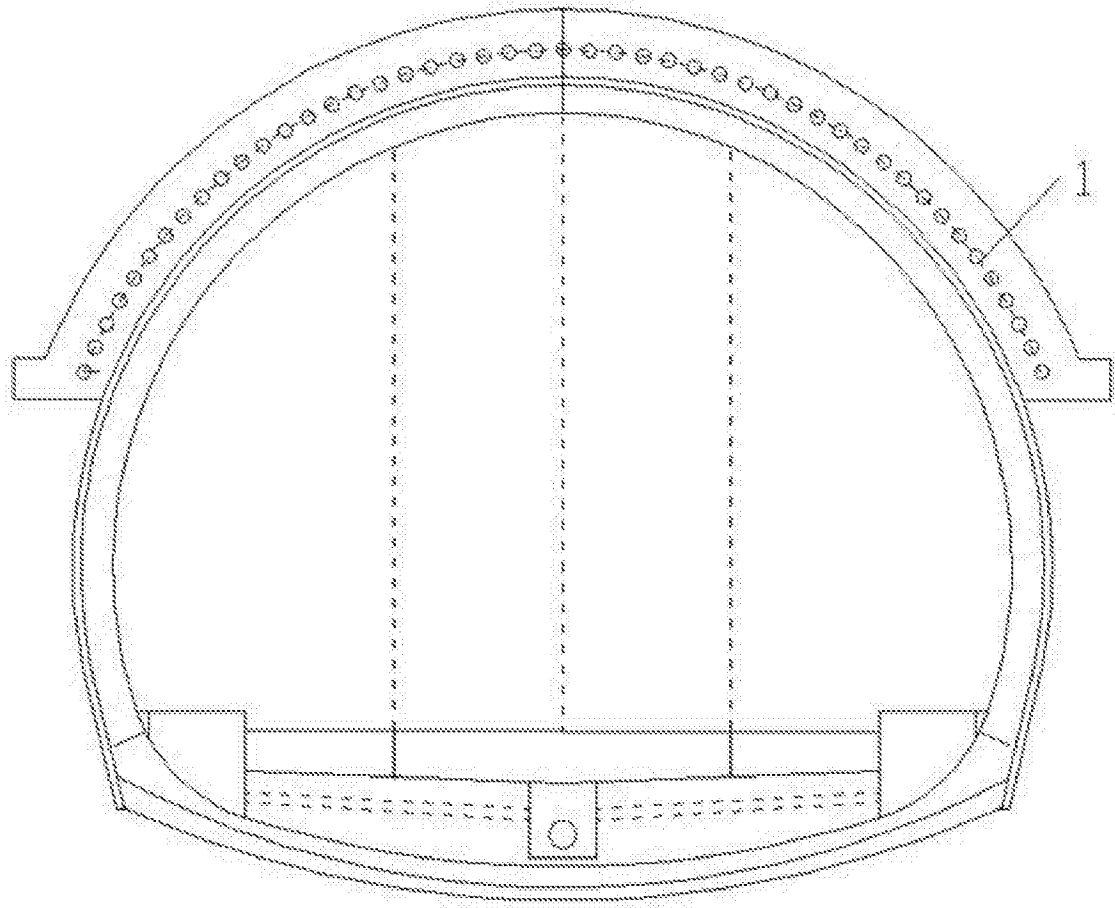


图1

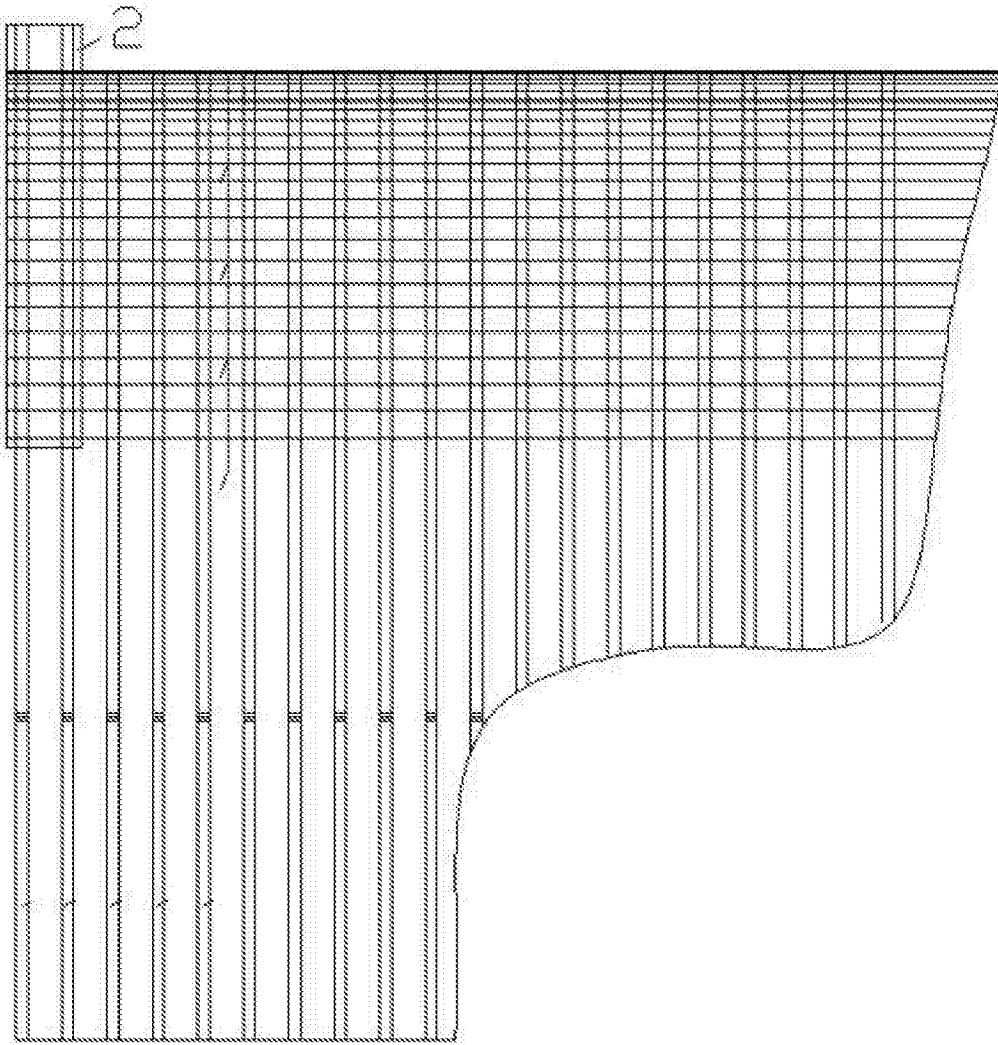


图2

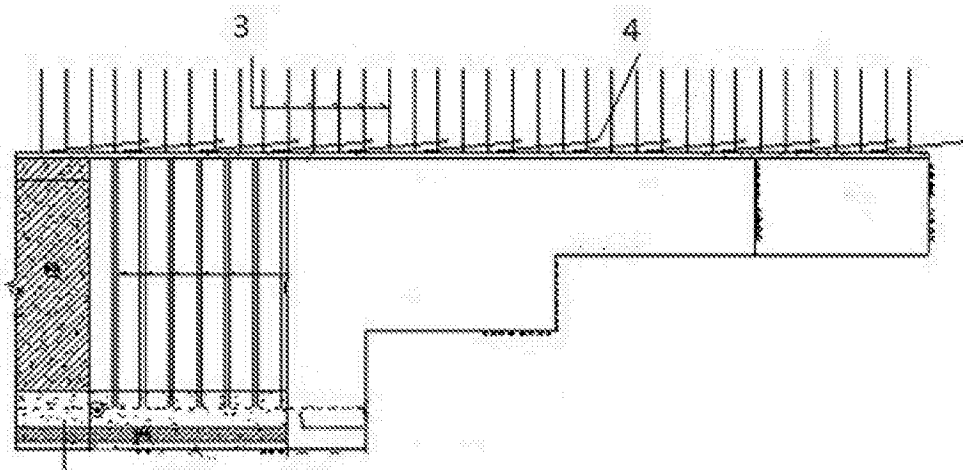


图3