



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108561151 A

(43)申请公布日 2018.09.21

(21)申请号 201711270389.1

(22)申请日 2017.12.05

(71)申请人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村3号

申请人 中铁十七局集团第五工程有限公司

(72)发明人 蔡国庆 耿启军 屈振荣 刘梓萌 韦靖威 李舰

(74)专利代理机构 北京市商泰律师事务所 11255

代理人 黄晓军

(51)Int. Cl.

E21D 9/14(2006.01)

E21D 11/18(2006.01)

E21D 11/10(2006.01)

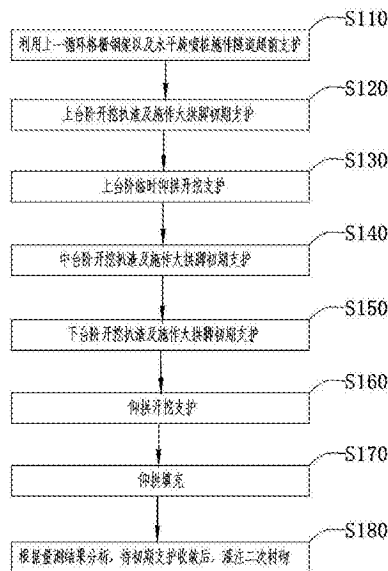
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

黄土隧道大拱脚微台阶施工方法

(57)摘要

本发明提供了一种黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,涉及隧道施工技术领域,该方法包括如下步骤:利用上一循环格栅钢架以及水平旋喷桩施作隧道超前支护;上台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;上台阶临时仰拱开挖支护;中台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;下台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;仰拱开挖支护;仰拱填充;根据量测结果分析,待初期支护收敛后,灌注二次衬砌。本发明在初期支护中施作大拱脚结构,施工工序更加安全便捷,利于机械化施工,在地质条件发生变化时,便于灵活的改变施工参数,保证施工工期;初期支护工序操作简洁,适合各种跨度和截面形式的施工;临时仰拱能有效阻止支护结构的水平收敛,减小了隧道围岩变形。



1. 一种黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于,包括以下步骤,
步骤S110:利用上一循环格栅钢架以及水平旋喷桩施作隧道超前支护;
步骤S120:上台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;
步骤S130:上台阶临时仰拱开挖支护;
步骤S140:中台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;
步骤S150:下台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;
步骤S160:仰拱开挖支护;
步骤S170:仰拱填充;
步骤S180:根据量测结果分析,待初期支护收敛后,灌注二次衬砌。
2. 根据权利要求1所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述水平旋喷桩在全断面砂层段超前预加固时,所述超前预加固桩与所述隧道断面的夹角为 $0\sim 204.28^\circ$,所述超前预加固桩长度为15m,桩径600mm,桩间距为400mm,外插角为 $3\sim 5^\circ$,每循环搭接间距为3m。
3. 根据权利要求2所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述水平旋喷桩采用拱部 120° 内插钢管进行预加固;在所述水平旋喷桩预加固后,设置锁脚锚管,所述锁脚锚管内插角度为 45° 。
4. 根据权利要求3所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述上台阶及拱脚初期支护时,先喷射C25混凝土后架设格栅钢架,喷射厚度为30cm;在上台阶开挖后及时进行初喷,厚度至少为4cm,所述格栅钢架保护层厚度至少为3cm。
5. 根据权利要求1所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述格栅钢架采用H230型格栅钢架,纵向间距为60cm,所述格栅钢架的主筋、桁架筋采用HRB400钢筋,圈筋采用HPB300钢筋。
6. 根据权利要求5所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述格栅钢架设有纵向连接筋,所述连接筋的长度为1m,所述连接筋间的最小环向间距为65cm,所述连接筋间的最大环向间距为135cm;所述纵向连接筋5设于格栅钢架二衬侧外缘,交错布置;边墙设药包锚杆,锚杆长度3.5m,环向间距1.0m,纵向间距1.0m。
7. 根据权利要求1所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于,所述大拱脚初期支护,包括在所述格栅钢架基脚处设置钢架节点板,所述钢架节点板向围岩一侧方向延伸,延伸距离为距所述格栅钢架外缘60cm处。
8. 根据权利要求7所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述节点板与格栅钢架之间通过角钢连接;所述角钢内缘设有加强板。
9. 根据权利要求8所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述大拱脚纵向开挖长度为所述节点钢板的纵向长度。
10. 根据权利要求9所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,其特征在于:所述大拱脚位置采用初期支护C25喷射混凝土将其封闭。

黄土隧道大拱脚微台阶施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道施工技术领域,具体涉及一种黄土隧道大拱脚微台阶施工方法。

背景技术

[0002] 国内外黄土隧道施工发生了很多坍塌事故,主要原因是不能及时封闭围岩、二次衬砌不及时而导致了坍塌。

[0003] 申请号为201611095881.5的专利申请公开了一种大断面软岩隧道下台阶与仰拱同步开挖的施工方法,该方法在大断面软岩隧道的上台阶、中台阶、下台阶及仰拱的开挖面处同时配钻数个炮孔并在各炮孔内分别装填等量炸药;将下台阶及仰拱处装填的所述炸药同时起爆,随后利用爆破石碴铺设第一临时便道通至中台阶,挖掘机经由所述第一临时便道将上台阶的简易台架运出,注意在进行第二步时需对上台阶固和中台阶上的各炮孔进行保护;将上台阶及中台阶处装填的所述炸药同时起爆,爆破后通风排烟;通过挖掘机对上台阶田处进行扒碴,同时利用爆破石碴铺设第二临时便道通至上台阶,扒碴完成后将拱架、钢筋网片、锚杆等施工材料运送至上台阶;在上台阶处开始拼装拱架、挂钢筋网片、打设锚杆并施工超前支护结构,同时对中台阶、下台阶及仰拱处进行出碴,待所述出碴完成后随即开始拼装拱架、挂钢筋网片、打设锚杆的常规施工;按先仰拱后下台阶的施工顺序对其喷射初期支护混凝土;当大断面软岩隧道穿越富水地层时,需在仰拱拼装拱架及仰拱喷射初期支护混凝土前对仰拱处的积水及时进行抽排;对仰拱处进行回填石碴以满足后续施工通车要求;再按先中台阶后上台阶的施工顺序对其喷射初期支护混凝土;最后通过挖掘机将简易台架运至上台阶即可完成首次开挖长度的施工,下次开挖长度的施工重复上述各步。

[0004] 上述专利申请的隧道施工方法施工空间小,不方便机械化施工;不同跨度和多种截面形式的隧道不适用,施工方法受限;不能做到及时封闭,容易导致围岩变形。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够根据地质条件灵活调整施工参数,封闭及时,有效避免围岩变形,降低人工强度,安全方便施工的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,以解决上述背景技术中存在的技术问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采取了如下技术方案:

[0007] 一种黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,包括以下步骤,

[0008] 步骤S110:利用上一循环格栅钢架以及水平旋喷桩施作隧道超前支护;

[0009] 步骤S120:上台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;

[0010] 步骤S130:上台阶临时仰拱开挖支护;

[0011] 步骤S140:中台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;

[0012] 步骤S150:下台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;

[0013] 步骤S160:仰拱开挖支护;

[0014] 步骤S170:仰拱填充;

- [0015] 步骤S180:根据量测结果分析,待初期支护收敛后,灌注二次衬砌。
- [0016] 进一步的,所述水平旋喷桩在全断面砂层段超前预加固时,所述超前预加固桩与所述隧道断面的夹角为 $0\sim 204.28^\circ$,所述超前预加固桩长度为15m,桩径600mm,桩间距为400mm,外插角为 $3\sim 5^\circ$,每循环搭接间距为3m。
- [0017] 进一步的,所述水平旋喷桩采用拱部 120° 内插钢管进行预加固;在所述水平旋喷桩预加固后,设置锁脚锚管,所述锁脚锚管内插角度为 45° 。
- [0018] 进一步的,所述上台阶及拱脚初期支护时,先喷射C25混凝土后架设格栅钢架,喷射厚度为30cm;在上台阶开挖后及时进行初喷,厚度至少为4cm,所述格栅钢架保护层厚度至少为3cm。
- [0019] 进一步的,所述格栅钢架采用H230型格栅钢架,纵向间距为60cm,所述格栅钢架的主筋、桁架筋采用HRB400钢筋,圈筋采用HPB300钢筋。
- [0020] 进一步的,所述格栅钢架设有纵向连接筋,所述连接筋的长度为1m,所述连接筋间的最小环向间距为65cm,所述连接筋间的最大环向间距为135cm;所述纵向连接筋5设于格栅钢架二衬侧外缘,交错布置;边墙设药包锚杆,锚杆长度3.5m,环向间距1.0m,纵向间距1.0m。
- [0021] 进一步的,所述大拱脚初期支护,包括在所述格栅钢架基脚处设置钢架节点板,所述钢架节点板向围岩一侧方向延伸,延伸距离为距所述格栅钢架外缘60cm处。
- [0022] 进一步的,所述节点板与格栅钢架之间通过角钢连接;所述角钢内缘设有加强板。
- [0023] 进一步的,所述大拱脚纵向开挖长度为所述节点钢板的纵向长度。
- [0024] 进一步的,所述大拱脚位置采用初期支护C25喷射混凝土将其封闭。
- [0025] 本发明有益效果:施工空间大,利于机械化施工,在地质条件发生变化时,便于灵活的改变施工参数,保证施工工期;初期支护工序操作简洁,适合各种跨度和截面形式的施工;各部开挖及支护自上而下,步步成环,及时封闭,各分部封闭成环时间短,临时仰拱能有效阻止支护结构的水平收敛,减少围岩变形。

附图说明

- [0026] 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为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法流程图。
- [0028] 图2为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶法施工状态纵向断面图。
- [0029] 图3为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶法施工状态正向断面图。
- [0030] 图4为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚安装结构主视图。
- [0031] 图5为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚安装结构侧视图。
- [0032] 图6为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶法格栅钢架俯视图。
- [0033] 其中:1-格栅钢架;2-连接角钢;3-加强板;4-节点板;5-连接筋。

具体实施方式

[0034] 下面详细描述本发明的实施方式,所述实施方式的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的模块。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0035] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或模块,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、模块和/或它们的组。

[0036] 需要说明的是,在本发明所述的实施例中,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”、“固定”等应做广义理解,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体,可以是机械连接,也可以是电连接,可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接连接,可以是两个元件内部的连通,或两个元件的相互作用关系,除非具有明确的限定。对于本领域技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明实施例中的具体含义。

[0037] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0038] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以具体实施例为例做进一步的解释说明,且实施例并不构成对本发明实施例的限定。图1为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工方法流程图,图2为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工状态纵向断面图,图3为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶施工状态正向断面图,图4为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶安装结构主视图,图5为本发明实施例所述的黄土隧道大拱脚微台阶安装结构侧视图。本领域普通技术人员应当理解的是,附图只是一个实施例的示意图,附图中的部件或装置并不一定是实施本发明所必须的。

[0039] 如图1所示,本发明实施例所述的一种黄土隧道大拱脚微台阶施工方法,包括以下步骤,

[0040] 步骤S110:利用上一循环格栅钢架以及水平旋喷桩施作隧道超前支护;

[0041] 步骤S120:上台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;

[0042] 步骤S130:上台阶临时仰拱开挖支护;

[0043] 步骤S140:中台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;

[0044] 步骤S150:下台阶开挖扒渣及施作大拱脚初期支护;

[0045] 步骤S160:仰拱开挖支护;

[0046] 步骤S170:仰拱填充;

[0047] 步骤S180:根据量测结果分析,待初期支护收敛后,灌注二次衬砌。

[0048] 在本发明的一个具体实施例中,所述水平旋喷桩在全断面砂层段超前预加固时,所述超前预加固桩与所述隧道断面的夹角为 $0\sim 204.28^\circ$,所述超前预加固桩长度为15m,桩径600mm,桩间距为400mm,外插角为 $3\sim 5^\circ$,每循环搭接间距为3m。

[0049] 在本发明的一个具体实施例中,所述水平旋喷桩采用拱部 120° 内插钢管进行预加固;在所述水平旋喷桩预加固后,设置锁脚锚管,所述锁脚锚管内插角度为 45° 。

[0050] 在本发明的一个具体实施例中,所述上台阶及拱脚初期支护时,先喷射 C25混凝

土后架设格栅钢架,喷射厚度为30cm;在上台阶开挖后及时进行初喷,厚度至少为4cm,所述格栅钢架保护层厚度至少为3cm。

[0051] 在本发明的一个具体实施例中,所述格栅钢架1采用H230型格栅钢架,纵向间距为60cm,所述格栅钢架1的主筋、桁架筋采用HRB400钢筋,圈筋采用 HPB300钢筋。

[0052] 在本发明的一个具体实施例中,所述格栅钢架设有纵向连接筋5,所述连接筋5长1m,所述连接筋5间的最小环向间距为L1为65cm,所述连接筋5间的最大环向间距L2为135cm;所述纵向连接筋5设于格栅钢架二衬侧外缘,交错布置;边墙设药包锚杆,锚杆长度3.5m,环向间距1.0m,纵向间距1.0m。

[0053] 在本发明的一个具体实施例中,所述大拱脚初期支护,包括在所述格栅钢架基脚处设置钢架节点板4,所述钢架节点板4向围岩一侧方向延伸,延伸距离为距所述格栅钢架外缘60cm处。

[0054] 在本发明的一个具体实施例中,所述节点板与格栅钢架之间通过连接角钢2连接;所述角钢内缘设有加强板3。

[0055] 在本发明的一个具体实施例中,所述大拱脚纵向开挖长度为所述节点钢板的纵向长度。

[0056] 在本发明的一个具体实施例中,所述大拱脚位置采用初期支护C25喷射混凝土将其封闭。

[0057] 本发明的在具体施工中,具体施工顺序为,第一步:利用上一循环架立的钢架以及水平旋喷桩施作隧道超前支护,其中,全断面砂层段超前预加固桩布置暂按隧道断面 204.28° 范围内,长度为15m,桩径600mm,桩间距为400mm,设计外插角为 $3-5^{\circ}$,每循环搭接3m;成桩体达到的抗压强度50.0-8.0MPa;为提高水平旋喷桩抗剪强度,采用拱部 120° 水平旋喷桩内插 $\Phi 89$ 钢管进行预加固;上、中台阶锁脚锚管采用 $\Phi 600$ 旋喷桩先加固地层后插入 $\Phi 42$ 钢管,角度均为 45° ;按照“先周边,后掌子面”顺序进行加固施工,周边按照每次间隔1个,孔位从下到上,或左右交替进行。第二步,开挖上台阶(含大拱脚)。第三步,施作上台阶初期支护(含大拱脚),其中,先喷射C25混凝土后架设格栅支撑,喷射混凝土采用湿喷工艺,全环喷射C25混凝土,厚度30cm。在开挖后及时进行初喷,厚度不小于4cm,钢架保护层厚度不小于3cm,主筋、桁架筋采用HRB400钢筋,圈筋采用HPB300钢筋。格栅钢架采用H230型格栅钢架,纵向间距60cm,拱架各单元连接角钢尺寸小于 $160 \times 100 \times 10$ mm(260),采用4个M30高强螺栓连接,墙角连接钢板尺寸小于 $160 \times 100 \times 10$ mm(360),采用6个M30高强螺栓连接。格栅钢架纵向通过 $\Phi 22$ 钢筋连接,连接筋5长1m,环向间距 $L1=65$ cm, $L2=135$ cm,纵向连接筋5与格栅钢架采用双面焊,焊于格栅钢架二衬侧外缘,交错布置。边墙采用 $\Phi 22$ 药包锚杆,锚杆长度3.5m,环向间距1.0m、纵向间距1.0m。

[0058] 第四步,施作临时仰拱(C35钢筋混凝土)。

[0059] 第五步,开挖中台阶(含大拱脚)。

[0060] 第六步,施作中台阶两侧初期支护。其中,每榀初期支护钢架上、中台阶两侧均设置大拱脚措施,上、中台阶钢架基脚处上下两层钢架节点板横向长度向围岩方向延伸,延伸范围至距离初期支护钢架外缘60cm处,节点板其余尺寸同原衬砌初期支护尺寸;大拱脚节点钢板与初期钢架间采用尺寸为 $20 \times 20 \times 1.4$ cm的等边角钢进行焊接连接;每处大拱脚处 $20 \times 20 \times 1.4$ cm连接角钢内,采用2块厚度为1.4cm的Q235钢板与等边角钢内缘焊接,钢板尺

寸为18 ×18×1.4cm,每块钢板直角边两侧均与等边角钢焊接;大拱脚位置纵向开挖长度为初期钢架基脚处节点钢板纵向长度,大拱脚处钢架(含大拱脚结构)安装完成后,在施作初期支护C25喷射混凝土时,同时将大拱脚位置采用初期支护C25喷射混凝土将其封闭。

[0061] 第七步,下台阶开挖。

[0062] 第八步,施作下台阶两侧初期支护。

[0063] 第九步,开挖仰拱。

[0064] 第十步,施作仰拱初期支护。

[0065] 第十一步,施作仰拱。

[0066] 第十二步,仰拱填充。

[0067] 第十三步,根据量测结果分析,待初期支护收敛后,利用衬砌模板台车一次性灌注XI部二次衬砌(拱墙衬砌一次施作)。

[0068] 在本发明的具体施工中,锁脚锚杆采用 $\Phi 42$ 钢管,长4m,壁厚5mm,每点两根,锚管角度斜向下 45° ;上台阶每循环开挖进尺不应大于1榀钢架间距;边墙开挖每循环开挖进尺不得大于2榀钢架间距;仰拱开挖前必须完成钢架锁脚锚杆,每循环进尺不得大于3m;隧道开挖后初期支护应及时封闭成环,封闭位置距离掌子面不得大于35m;二次衬砌应及时施作,二次衬砌距离掌子面的距离不得大于70m;临时仰拱应待支护收敛后拆除,每次拆除长度不大于10m;施作初期支护喷射混凝土时,应将大拱脚及其角钢内钢板间位置喷射密实,以保护初期支护的稳定;锁脚锚杆斜向下 45° 角钻设,严禁水平钻设,锁脚锚管应与格栅或钢架通过U型筋焊接成整体;为了保证掌子面开挖稳定,防止出现正面滑砂、涌砂现象,在砂层段掌子面布设超前预加固桩,间距按照 $2\text{m}\times 2$,梅花型布置;为提高水平旋喷桩抗剪强度,采用拱部 120° 水平旋喷桩内插 $\Phi 89$ 钢管进行预加固;全断面砂层段超前预加固桩布置暂按隧道断面 204.28° 范围内,长度为15m,桩径600mm,桩间距为400mm,设计外插角为 $3-5^\circ$,每循环搭接3m。

[0069] 初期支护与水平旋喷桩的预留变形量为15-20cm;每榀初期支护格栅钢架上、中台阶两侧设置大拱脚措施:上、中台阶钢架基脚处上下两层钢架节点板横向长度向围岩方向延伸,延伸范围至距离初期支护至钢架外缘40cm处。大拱脚节点钢板与初支钢架间采用 $\Phi 22$ 加强筋进行焊接;大拱脚位置纵向开挖长度为初支格栅钢架基脚处节点钢板纵向长度,大拱脚处钢架(含大拱脚结构)安装完成后,在施做初期支护C25喷射混凝土时,同时将大拱脚位置采用初期支护C25喷射混凝土将其封闭;钢架及大拱脚安装完成后复喷混凝土至30cm;上台阶每2榀钢架施作一道临时仰拱,采用I18a工字钢,喷射C25临时混凝土24cm。

[0070] 综上所述,本发明实施例通过在初期支护中施作大拱脚结构,避免了隧道围岩变形,临时仰拱能够有效组织初期支护结构的水平收敛,使施工工序更加安全,利于机械化施工,在地质条件发生变化时,便于灵活的改变施工工序,调整施工方法;初期支护工序操作简洁,适合各种跨度和截面形式的施工;各部开挖及支护自上而下,步步成环,及时封闭,各分部封闭成环时间短,临时仰拱能有效阻止支护结构的水平收敛。

[0071] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

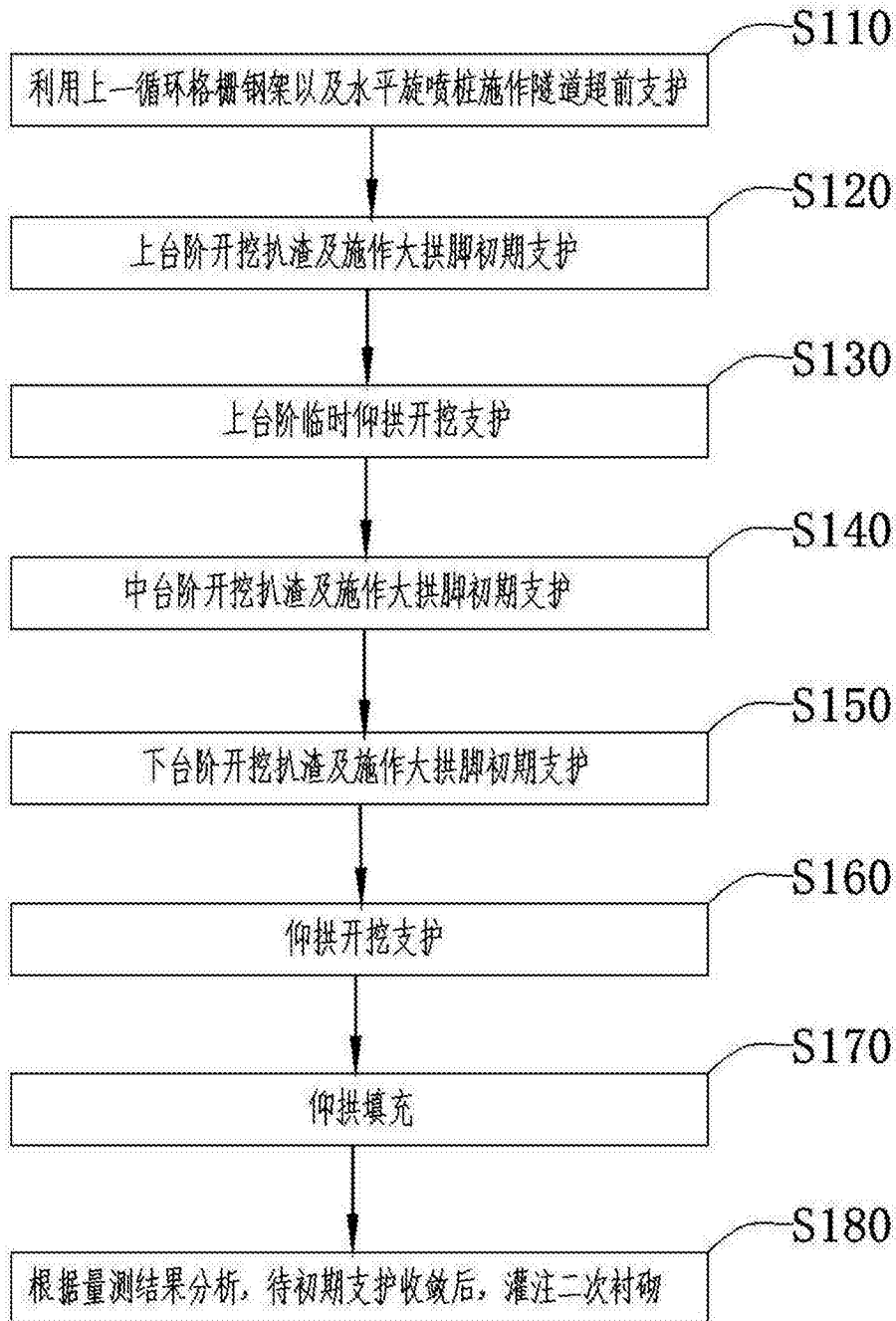


图1

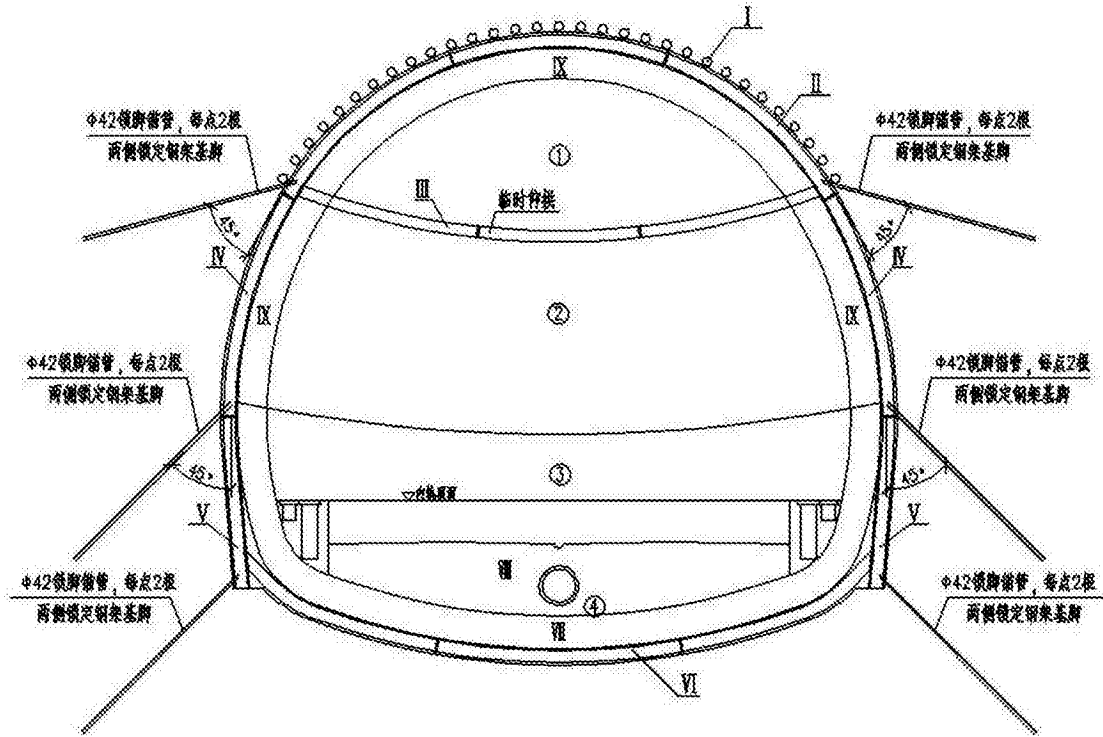


图2

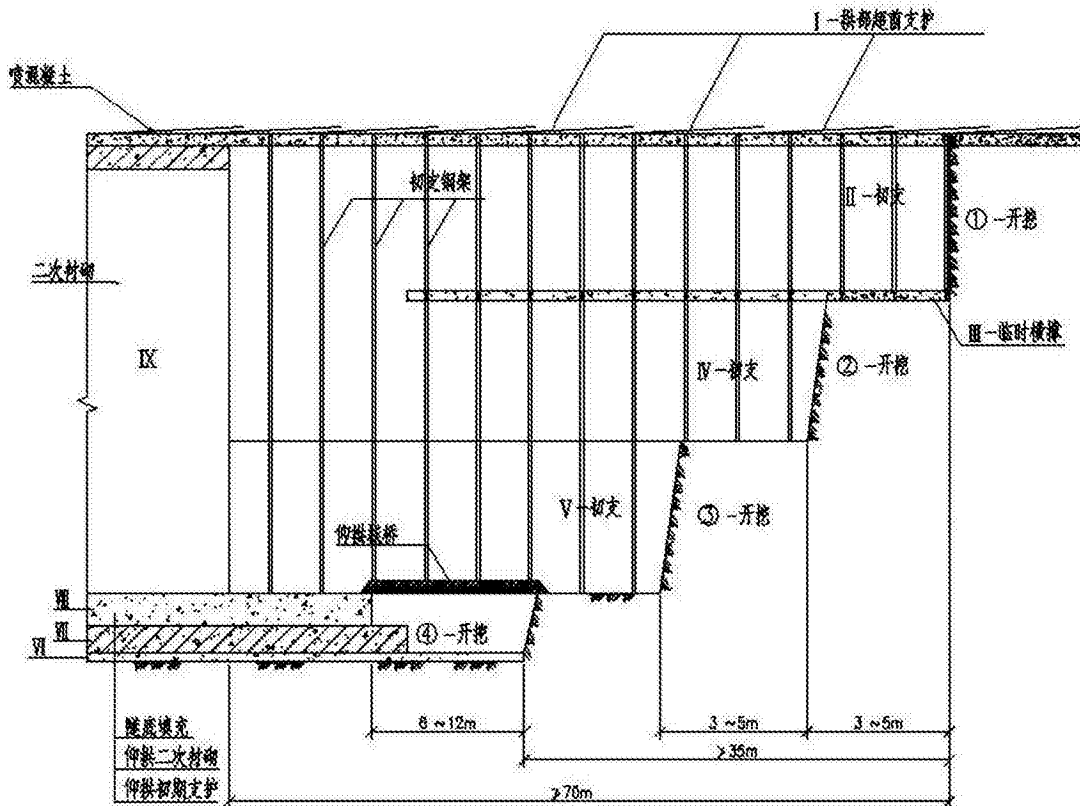


图3

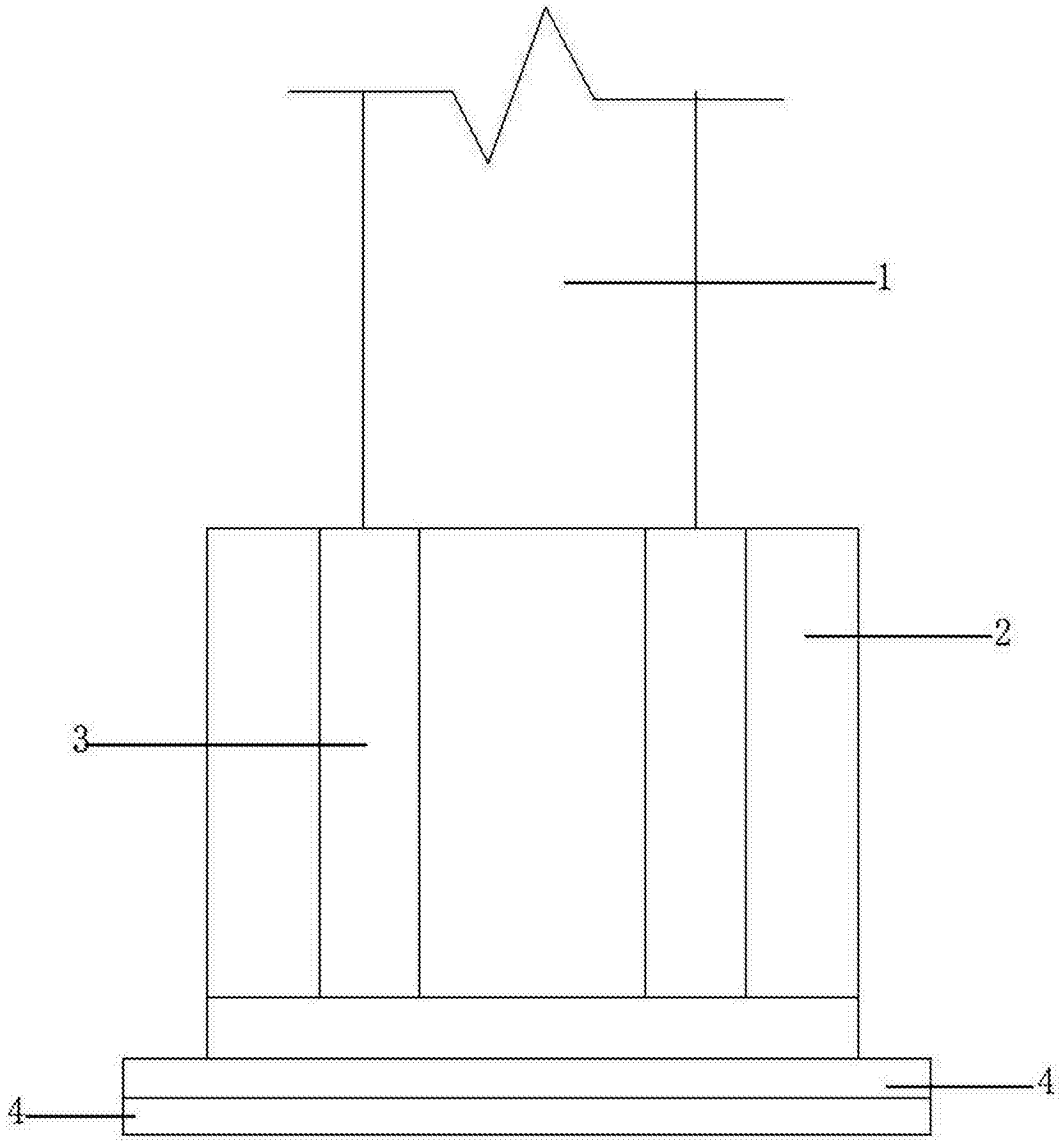


图4

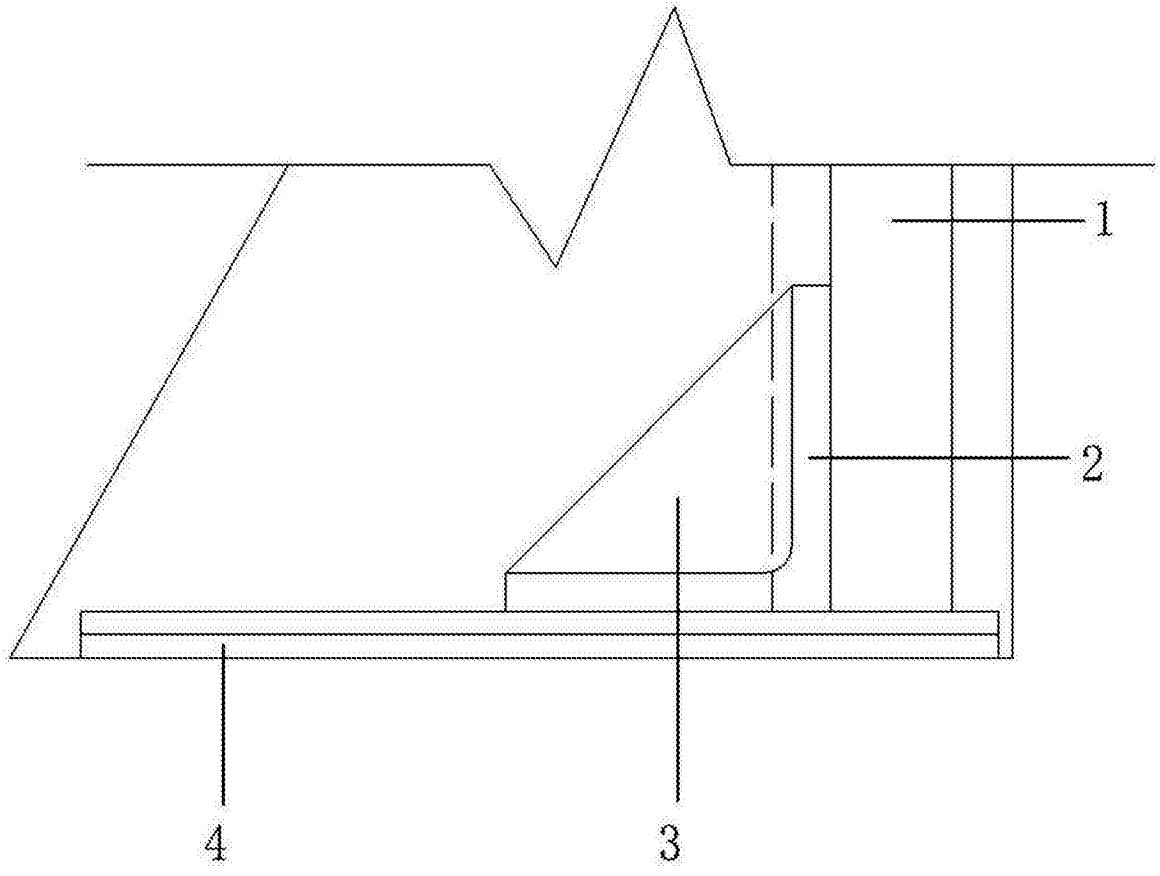


图5

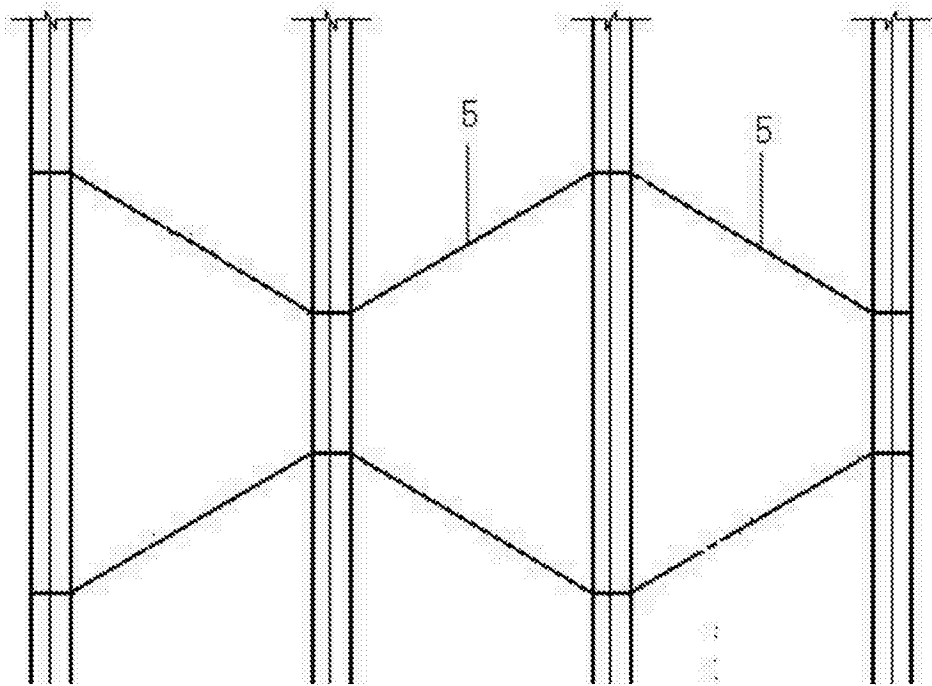


图6