



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108756901 B

(45)授权公告日 2019.10.11

(21)申请号 201810575959.6
 (22)申请日 2018.06.06
 (65)同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108756901 A
 (43)申请公布日 2018.11.06
 (73)专利权人 中铁十一局集团第五工程有限公
 司
 地址 400037 重庆市沙坪坝区新桥新村71
 号
 专利权人 中铁十一局集团有限公司
 (72)发明人 王坤 刘为民 邓仁清 王福海
 李强
 (74)专利代理机构 重庆天成卓越专利代理事务
 所(普通合伙) 50240
 代理人 谭小容

(51)Int.Cl.
E21D 9/04(2006.01)
E21D 11/14(2006.01)
E21F 16/02(2006.01)
E21D 11/10(2006.01)
E21D 11/18(2006.01)
 (56)对比文件
 CN 107060840 A,2017.08.18,全文.
 CN 104612698 A,2015.05.13,全文.
 CN 105156121 A,2015.12.16,全文.
 CN 102606162 A,2012.07.25,全文.
 CN 104847374 A,2015.08.19,全文.
 审查员 张露

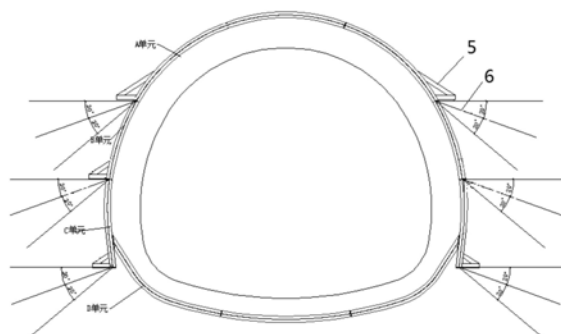
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,按以下步骤进行:步骤一,超前地质预报;步骤二,采用改造后的中小型挖掘机辅以人工进行台阶法开挖;步骤三,采用小导管和内置钢筋束的大管棚进行超前支护;步骤四,增加初期支护刚度,并进行引排水处理,再进行湿喷混凝土;第五步,通过监控量测,进行变形稳定分析,不合格则进行整改,直至变形稳定性合格为止;第六步,进行二次衬砌,严控安全步距,及时封闭成环。从开挖、初期支护、引排水等各种环节入手,实现安全、快速、高效、低成本的隧道施工,专用于昔格达特殊地层浅埋隧道的施工。



1. 一种昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,其特征在于,按以下步骤进行:

步骤一,超前地质预报;

步骤二,采用改造后的中小型挖掘机辅以人工进行台阶法开挖;

对带有挖斗(1)的中小型挖掘机进行改造后作为挖掘设备,在所述挖斗(1)的顶部外壁上横向等距间隔设置有至少两个反装刀片(2),且反装刀片(2)的刃口(2a)背向挖斗(1),所述挖斗(1)的左侧外壁或右侧外壁上可拆卸地贴合安装有一轮廓修整刀条(3),轮廓修整刀条(3)的尖头朝下并延伸到挖斗(1)下方;

首先利用挖斗(1)对昔格达隧道的左右两侧进行大体量开挖,利用反装刀片(2)对昔格达隧道的顶部进行大体量开挖;当接近开挖轮廓线时,在挖斗(1)的一侧外壁安装轮廓修整刀条(3)并焊接固定,利用轮廓修整刀条(3)对昔格达隧道轮廓线进行小范围修整;

步骤三,采用小导管和内置钢筋束的大管棚进行超前支护;

采用凿岩风枪钻孔至小导管设计深度的一半,并插入小导管,再用凿岩风枪和顶进装置将小导管顶入至设计深度;所述顶进装置包括顶进钢棒(7)和限位钢板(8),所述顶进钢棒(7)的杆体上设置有环向凸台(7a)将顶进钢棒(7)分成两段,所述限位钢板(8)从其中一段套入杆体并通过环向凸台(7a)限位,且套入限位钢板(8)的一段用于插入超前小导管中,另一段连接凿岩风枪;

采用大管棚对前方扰动围岩进行超前支护时,在大管棚内设置钢筋束;

步骤四,增加初期支护刚度,并进行引排水处理,再进行湿喷混凝土;

安装钢拱架,钢拱架纵向采用工字钢连接,钢拱架的每个拱脚位置处外侧设置有大拱脚(5)和刚性垫块以增大作用面积;

每个大拱脚位置处配备锁脚锚杆(6),锁脚锚杆(6)成孔时采用螺旋电钻冲击成孔,成孔后塞入锚杆锚固剂,再打入锁脚锚杆(6);

在每个台阶立架施工时,于钢拱架靠近岩体一侧增设引排水环向盲管,将围岩渗水引排至集水沟,再抽排至中心水沟;

第五步,通过监控量测,进行变形稳定分析,不合格则进行整改,直至变形稳定性合格为止;

第六步,进行二次衬砌,严控安全步距,及时封闭成环。

2. 按照权利要求1所述的昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,其特征在于:在步骤二中,在安装所述轮廓修整刀条(3)的挖斗(1)外壁上,沿着轮廓修整刀条(3)的延伸方向焊接有两个钢制固定扣(4),所述轮廓修整刀条(3)由下向上依次穿过两个钢制固定扣(4)并点焊固定,从而实现轮廓修整刀条(3)与挖斗(1)外侧壁的可拆卸贴合安装。

3. 按照权利要求2所述的昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,其特征在于:所述轮廓修整刀条(3)为宽10cm×厚10cm×长130cm,且轮廓修整刀条(3)与两个钢制固定扣(4)过盈配合;所述钢制固定扣(4)由钢板弯折成“U”形,且“U”形的两端带有朝向内侧的焊接翻边;所述反装刀片(2)的根部焊接在挖斗(1)的顶部外壁上,反装刀片(2)的数量为三个。

4. 按照权利要求1所述的昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,其特征在于:在步骤二中,所述台阶法开挖为三台阶预留核心土法、三台阶临时仰拱法。

5. 按照权利要求1所述的昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,其特征在于:在步骤四中,对渗水量大的部位,单独插PVC管进行定点引排。

6. 按照权利要求1所述的昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,其特征在于:在步骤五中,监控量测引入信息化平台。

7. 按照权利要求1所述的昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,其特征在于:在步骤六中,仰拱封闭位置距离掌子面25~30米,二衬距离掌子面不得大于70米。

昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道洞身开挖工艺,特别涉及一种应用于昔格达(N₂X)特殊地层条件下,浅埋隧道的洞身开挖施工方法。

背景技术

[0002] 昔格达地层是分布于我国西南地区的一种半成岩,也是一种工程性质较差的极软岩。昔格达地层分布面积有40000km,主要由灰绿色、灰黑色、灰黄色的粘土岩、粉砂质粘土岩和粉砂岩组成。普通的软弱围岩隧道开挖一般采取微(弱)爆破方法,岩层牵引破坏较严重,不利于初期支护的稳定;超挖较大,混凝土回填数量超耗严重,大大增加了施工资源的投入和施工成本。

[0003] 现目前,尚未有一套专用于昔格达特殊地层的浅埋隧道施工方法,实现安全、快速、高效、低成本的开挖施工。

发明内容

[0004] 针对上述技术问题,本发明旨在提供一套专用于昔格达特殊地层的浅埋隧道开挖方法,从开挖、初期支护、引排水等各种环节入手,实现安全、快速、高效、低成本的隧道施工。

[0005] 为此,本发明所采用的技术方案为:一种昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,按以下步骤进行:

[0006] 步骤一,超前地质预报;

[0007] 步骤二,采用改造后的中小型挖掘机辅以人工进行台阶法开挖;

[0008] 对带有挖斗的中小型挖掘机进行改造后作为挖掘设备,在所述挖斗的顶部外壁上横向等距间隔设置有至少两个反装刀片,且反装刀片的刃口背向挖斗,所述挖斗的左侧外壁或右侧外壁上可拆卸地贴合安装有一轮廓修整刀条,轮廓修整刀条的尖头朝下并延伸到挖斗下方;

[0009] 首先利用挖斗对昔格达隧道的左右两侧进行大体量开挖,利用反装刀片对昔格达隧道的顶部进行大体量开挖;当接近开挖轮廓线时,在挖斗的一侧外壁安装轮廓修整刀条并焊接固定,利用轮廓修整刀条对昔格达隧道轮廓线进行小范围修整;

[0010] 步骤三,采用小导管和内置钢筋束的大管棚进行超前支护;

[0011] 采用凿岩风枪钻孔至小导管设计深度的一半,并插入小导管,再用凿岩风枪和顶进装置将小导管顶入至设计深度;所述顶进装置包括顶进钢棒和限位钢板,所述顶进钢棒的杆体上设置有环向凸台将顶进钢棒分成两段,所述限位钢板从其中一段套入杆体并通过环向凸台限位,且套入限位钢板的一段用于插入超前小导管中,另一段连接凿岩风枪;

[0012] 采用大管棚对前方扰动围岩进行超前支护时,在大管棚内设置钢筋束;

[0013] 步骤四,增加初期支护刚度,并进行引排水处理,再进行湿喷混凝土;

[0014] 安装钢拱架,钢拱架纵向采用工字钢连接,钢拱架的每个拱脚位置处外侧设置有

大拱脚和刚性垫块以增大作用面积

[0015] 每个大拱脚位置处配备锁脚锚杆,锁脚锚杆成孔时采用螺旋电钻冲击成孔,成孔后塞入锚杆锚固剂,再打入锁脚锚杆;

[0016] 在每个台阶立架施工时,于钢拱架靠近岩体一侧增设引排水环向盲管,将围岩渗水引排至集水沟,再抽排至中心水沟;

[0017] 第五步,通过监控量测,进行变形稳定分析,不合格则进行整改,直至变形稳定性合格为止;

[0018] 第六步,进行二次衬砌,严控安全步距,及时封闭成环。

[0019] 优选为,在步骤二中,在安装所述轮廓修整刀条的挖斗外壁上,沿着轮廓修整刀条的延伸方向焊接有两个钢制固定扣,所述轮廓修整刀片由下向上依次穿过两个钢制固定扣并点焊固定,从而实现轮廓修整刀条与挖斗外侧壁的可拆卸贴合安装。既能确保轮廓修整刀条的可靠安装固定,在施工过程中不发生转动及脱落,从而影响正常施工,又能确保施工完成快速拆卸轮廓修整刀片。

[0020] 优选为,所述轮廓修整刀条为宽10cm×厚10cm×长130cm,且轮廓修整刀条与两个钢制固定扣过盈配合;所述钢制固定扣由钢板弯折成“U”形,且“U”形的两端带有朝向内侧的焊接翻边;所述反装刀片的根部焊接在挖斗的顶部外壁上,反装刀片的数量为三个。优化轮廓修整刀条的尺寸规格,并采用过盈配合方便焊接;简化结构,节约材料;反装刀片安装固定可靠,挖掘效率高。

[0021] 优选为,在步骤二中,所述台阶法开挖为三台阶预留核心土法、三台阶临时仰拱法。

[0022] 优选为,在步骤四中,对渗水量大的部位,单独插PVC管进行定点引排。

[0023] 优选为,在步骤五中,监控量测引入信息化平台。

[0024] 优选为,在步骤六中,仰拱封闭位置距离掌子面25~30米,二衬距离掌子面不得大于70米;及早封闭成环,保证控制在安全步距内,能有效减少黄色或红色预警的机率,同时能避免但过度压缩距离导致挖掘机工作面无法展开。

[0025] 本发明的有益效果:该工法采用机械开挖、短进尺、强支护、速封闭、勤量测的原则施工。通过加强超前地质预报及围岩监控量测工作,改进开挖方法,采用人工配合机械开挖,控制围岩初始变形;超前支护采用改进小导管钻进方法及管棚内增加钢筋束的方法提高超前支护的抗剪切能力;初期支护通过加大钢架刚度,增加钢架纵向连接措施,增强整体性;锁脚锚杆采用干法成孔,且增加大拱脚和刚性垫块,增加初支刚度及支承能力;在钢拱架靠近岩体一侧增设引排水环向盲管进行引排水处理,避免渗水对初支背面的围岩进行二次软化,保证围岩的强度和稳定性,且能引导渗水流向避免形成“水帘洞”。综上所述:

[0026] (1) 该工法机械化程度较高,操作简便、工效高,大大缩短了工作时间,节约施工成本,可快速通过昔格达特殊地层浅埋地段;

[0027] (2) 对初期支护及地层加固充分采取加强措施,提高了初期支护的支撑能力和围岩成洞能力;

[0028] (3) 该工法施工简单,实用性强,容易推广应用。

附图说明

- [0029] 图1是改造后的中小型挖掘机。
- [0030] 图2是图1中挖斗单独安装反装刀片的状态。
- [0031] 图3是图1中挖斗单独安装轮廓修整刀条的状态。
- [0032] 图4是超前小导管顶进装置的结构示意图。
- [0033] 图5是初期支护的大拱脚、刚性垫块、锁脚锚杆的布置示意图。

具体实施方式

- [0034] 下面通过实施例并结合附图,对本发明作进一步说明:
- [0035] 一种昔格达特殊地层浅埋隧道施工方法,按以下步骤进行:
- [0036] 步骤一,超前地质预报。
- [0037] 在施工图设计之前,设计机构基本都会对隧道工程地质进行钻探调查,但其调查手段基本是在地表进行分段调查,其调查结果具有普遍性和间断性,随着施工进度的推进,隧道掌子面前方的地质条件是具有突变性条件的,因此加强隧道超前地质预报工作,提前掌握隧道围岩变化情况是十分必要的。超前地质预报主要采取TSP、加深炮孔、超前钻孔、地质调查等方法,及时掌握了隧道围岩变化情况,适时采取必要加固措施,有效降低施工风险。
- [0038] 步骤二,采用改造后的中小型挖掘机辅以人工进行台阶法开挖。
- [0039] 结合图1—图3所示,对带有挖斗1的中小型挖掘机进行改造后作为挖掘设备,在挖斗1的顶部外壁上横向等距间隔设置有三个反装刀片2,反装刀片2不限于三个,但至少为两个。
- [0040] 反装刀片2的刃口2a背向挖斗1,便于对隧道顶部进行大体量静态开挖。而挖斗1则对隧道两侧进行大体量静态开挖。最好是,反装刀片2的根部焊接在挖斗1的顶部外壁上。
- [0041] 挖斗1的左侧外壁或右侧外壁上可拆卸地贴合安装有一轮廓修整刀条3。轮廓修整刀条3为长条形,尖头朝下并延伸到挖斗1下方,尖头部用于对隧轮廓线进行小范围修整。
- [0042] 为了方便轮廓修整刀条3的安装,在安装轮廓修整刀条3的挖斗1外壁上,沿着轮廓修整刀片3的延伸方向焊接有两个钢制固定扣4,轮廓修整刀片3由下向上依次穿过两个钢制固定扣4并点焊固定,从而实现轮廓修整刀条3与挖斗1外侧壁的可拆卸贴合安装。采用两个钢制固定扣4,对轮廓修整刀条3进行初步固定,方便后续点焊,并防止施工过程中轮廓修整刀条3发生偏转。采用点焊固定,方便快速拆卸。
- [0043] 最好是,轮廓修整刀条3为宽10cm×厚10cm×长130cm,且轮廓修整刀条3与两个钢制固定扣4过盈配合。
- [0044] 另外,钢制固定扣4由钢板弯折成“U”形,且“U”形的两端带有朝向内侧的焊接翻边。
- [0045] 首先利用挖斗1对昔格达隧道的左右两侧进行大体量开挖,利用反装刀片2对昔格达隧道的顶部进行大体量开挖;当接近开挖轮廓线时,在挖斗1的一侧外壁安装轮廓修整刀条3并焊接固定,利用轮廓修整刀条3对昔格达隧道轮廓线进行小范围修整。利用轮廓修整刀条3增大挖机的可操作角度,达到对隧道轮廓线进行小范围修整的目的。通过实践证明,在接近隧道轮廓线时,轮廓修整刀条3的使用有效减小了挖掘机对昔格达地层的扰动,能够

较好的控制初始变形,避免牵引式破坏而引起塌方,同时减小了人工修整的风险。

[0046] 通过在挖斗的顶部外壁安装多个反装刀片形成反装齿,并结合挖斗对隧道软弱围岩进行大体量开挖,一方面解除了大型开挖设备对隧道掌子面开挖的制约(仅能开挖左右两侧),另一方面可解决爆破开挖对围岩的牵引式破坏,最大限度地保护围岩,控制好围岩初始变形;对隧道轮廓线进行小范围修整时采用轮廓修整刀条,解决了围岩超挖问题,降低了施工成本,减少了施工资源的投入,同时也大大降低了人工修整的安全风险;利用机械开挖隧道软弱围岩,除避免爆破对围岩的扰动外,还节省了大量的火工品,对环境起到了保护作用,减少了洞内通风时间,可提高现场施工工效。

[0047] 与大多数岩石围岩隧道开挖采用爆破开挖方式不同,针对昔格达地层隧道本工法采用中小型挖掘机辅以人工进行开挖;从开挖断面形式来讲,台阶法开挖以三台阶预留核心土法、三台阶临时仰拱法为主。

[0048] 步骤三,采用小导管和内置钢筋束的大管棚进行超前支护。

[0049] 小导管与大管棚相结合进行超前支护在隧道施工中并不少见。由于昔格达围岩破碎,遇水极易软化,自稳能力差。所以在施工过程中,超前支护对保证隧道施工安全尤为重要。为此,我们在小导管和大管棚施工中做了相应改进,以适应昔格达(N2x)特殊地层浅埋偏压隧道施工。

[0050] 具体施工如下:(1)采用凿岩风枪钻孔至小导管设计深度的一半,并插入小导管,再用凿岩风枪和顶进装置将小导管顶入至设计深度。能保证小导管的安装角度,减少钻孔时间及施工用水,大大降低湿法成孔对围岩的软化作用,最大限度保护围岩,使超前小导管有效的嵌入围岩里面,更好地发挥小导管的作用,确保隧道的施工质量和安全。

[0051] 如图4所示,顶进装置由顶进钢棒7和限位钢板8组成。顶进钢棒1的杆体上设置有环向凸台1a将顶进钢棒1分成两段,限位钢板2从其中一段套入杆体并通过环向凸台1a限位。套入限位钢板2的一段用于插入超前小导管中,另一段连接凿岩风枪。

[0052] 最好是,环向凸台1a将顶进钢棒1分成长短不等的两段,其中长的一段用于套入限位钢板2及插入超前小导管中,短的一段连接凿岩风枪。增大顶进钢棒插入超前小导管的长度,确保风枪通过顶进钢棒和限位钢板顶进小导管时,顶进钢棒与超前小导管的接触长度足够,导向、定位效果更好,有效避免顶进过程中超前小导管发生摆动。

[0053] 另外,顶进钢棒1长30cm,直径2.5cm。环向凸台1a长2cm,直径4.5cm。环向凸台1a距离长段的端头18cm,距离短段的端头10cm。限位钢板2为方形板,边长为10cm,厚度为2cm,限位钢板2上的中心孔直径为3cm。顶进钢棒1、环向凸台1a、限位钢板2的尺寸不限于此。环向凸台1a的横截面大小应能确保挡住限位钢板2,限位钢板2能轻松套入顶进钢棒1的杆体上。

[0054] (2)采用大管棚对前方扰动围岩进行超前支护时,在大管棚内设置钢筋束。由于地形偏压以及雨季渗水变大极易对昔格达围岩造成软化,在处理变形时,采用了超前大管棚对前方扰动围岩进行支护,但是由于围岩竖向压力较大,大管棚很容易在管棚薄弱点(管棚连接处)开裂、折断。采用在大管棚内设置钢筋束,增加管棚的抗弯折能力,能很好地解决因围岩压力较大造成管棚易折断的问题,最大限度地利用了大管棚的支承力,发挥了大管棚的超前支护作用,保证了施工安全。

[0055] 步骤四,增加初期支护刚度,并进行引排水处理,再进行湿喷混凝土。

[0056] 昔格达地层,岩性软弱,遇水迅速软化,层理产状平缓,垂直节理发育。隧道埋深较

浅,通过围岩变形监测数据以及初期支护裂损等情况分析,围岩压力主要系开挖后围岩松散坍塌引起的松散压力,以拱部的垂直方向荷载为主。据此,通过昔格达特殊地层方案的重点是加强初期支护,控制围岩的松散和岩体的坍塌。

[0057] 为加强钢拱架的整体性,钢拱架纵向采用工字钢连接,工字钢优选为I18。如图5所示,钢拱架的每个拱脚位置处外侧设置有大拱脚5和刚性垫块(图中未示出),从而增加了拱脚位置处的受力面积,分散拱脚集中作用力,以控制拱顶下沉。

[0058] 每个大拱脚位置处配备锁脚锚杆6。鉴于昔格达地层浆液的可注性不强,且昔格达地层遇水软化,锁脚锚杆成孔时采用干法成孔,即锁脚锚杆6成孔时采用螺旋电钻冲击成孔,成孔后塞入锚杆锚固剂,再打入锁脚锚杆6。锁脚锚杆优选 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢作为杆体,方向尽量接近开挖轮廓的切线方向,由多根锚杆组成锚杆群,由此改善拱脚位置处受力特性,防止拱脚位置下沉,以大大减少沉降速率和累计沉降值。从监控量测结果来看,增设大拱脚、下垫刚性垫块和增强锁脚锚杆对防止钢拱架沉降起到了关键作用。

[0059] 昔格达地层隧道开挖后在干塑状态下承载力变化不大,但遇水软化后其承载力将大幅度降低,甚至呈流塑状态,凝聚力明显下降。可以说,水是引起昔格达地层工程力学性质发生明显变化的主要原因之一,因此完善隧道排水系统,有效排水避免拱架基脚经浸泡软化,对昔格达地层隧道初期支护稳定,减小沉降量具有关键作用。在施工过程中,部分里程段会有渗水出现,尤其是雨季期间渗水量更大,对围岩软化严重。在每个台阶立架施工时,于钢拱架靠近岩体一侧增设引排水环向盲管,将围岩渗水引排至每台阶距拱脚一米处的集水沟,再抽排至中心水沟。并且,对渗水量较大的部位采取单独插PVC管进行定点引排。以上措施减少了渗水对初支背后围岩的二次软化作用,保证了围岩的强度和稳定性,且能引导渗水流向避免形成“水帘洞”,保证了隧道施工安全及文明施工标准。另外,干式钻孔锁脚锚杆,采取螺旋电钻替代传统的凿岩风枪钻孔,做到无水成孔,有效避免凿岩风枪钻孔时凿岩风枪水对围岩的软化影响。

[0060] 喷射混凝土分为湿喷和干喷。但干喷工艺存在喷射混凝土密实性较差、回弹量大、强度不稳定、现场施工粉尘大、工作环境差等缺点。随着工艺的改进和设备的完善,目前湿喷工艺已逐渐取代干喷工艺。湿喷工艺因其混凝土是在拌合站中按照施工配合比集中拌制运输至现场的,它有效解决了干喷工艺混凝土现场人工拌制施工配合比难以准确掌握的缺点,因而湿喷混凝土强度更有保障;湿喷混凝土的致密性较干喷混凝土也有所提高,与钢拱架能更紧密贴合,更易形成整体支护,提高了初期支护混凝土的承载能力;同时,湿喷混凝土也有效减小了回弹量、施工粉尘大等问题。

[0061] 第五步,通过监控量测,进行变形稳定分析,不合格则进行整改,直至变形稳定性合格为止。最好是,监控量测引入信息化平台。

[0062] 监控量测是新奥法施工的核心技术之一,是采用信息化设计和施工重要组成内容之一。在软弱围岩地段进行施工,监控量测显得尤为重要,它直接提供施工支护信息,监测围岩和支护的力学动态及稳定程度,保障施工安全,为评价和修改初期支护参数、力学分析及二次衬砌施作时间提供依据。隧道监控量测信息化平台是将现场数据采集、传输、分析与处理、预警、预警信息发送集为一体的工作平台。该信息平台与全站仪、手机客户端实现了无缝对接,其工作程序是:现场数据采集→数据传输至信息化平台→数据分析与处理→预警信息发送(若存在预警情形)→手机客户端接收。该信息平台的优点是:①数据采集通过

全站仪直接采集,采集的数据通过手机客户端同步上传至信息平台,保证了数据的真实性和同步性;②信息平台自行进行数据分析与处理,处理速度快,准确性较人工处理高;③信息平台存储数据量大,就不同单位工程、监测项目、不同时段的数据进行分类存储;④及时发布预警信息,便于业主公司、监理单位、施工单位第一时间掌握,针对红色预警、黄色预警果断采取应急措施,切实贯彻了安全施工“预防为主”的方针,保障了施工安全。

[0063] 第六步,进行二次衬砌,严控安全步距,及时封闭成环。最好是,仰拱封闭位置距离掌子面25~30米,二衬距离掌子面不得大于70米。

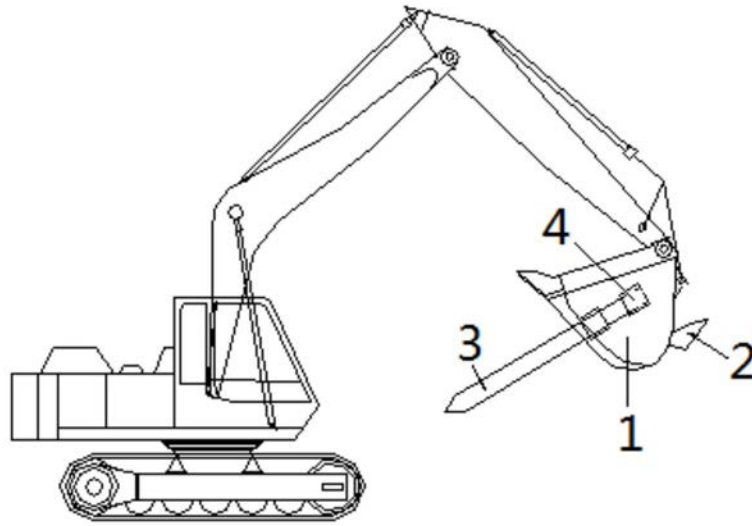


图1

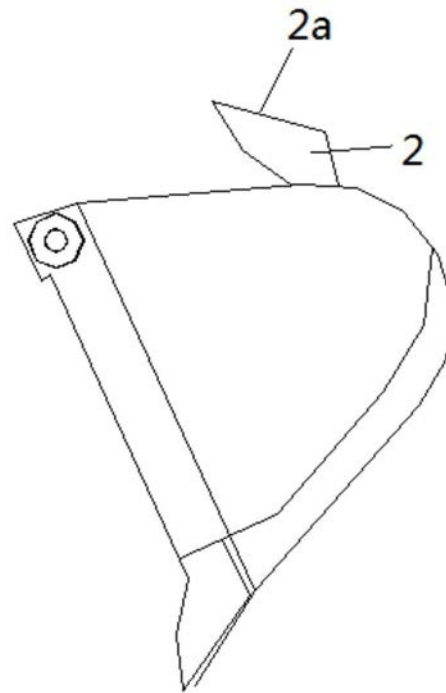


图2

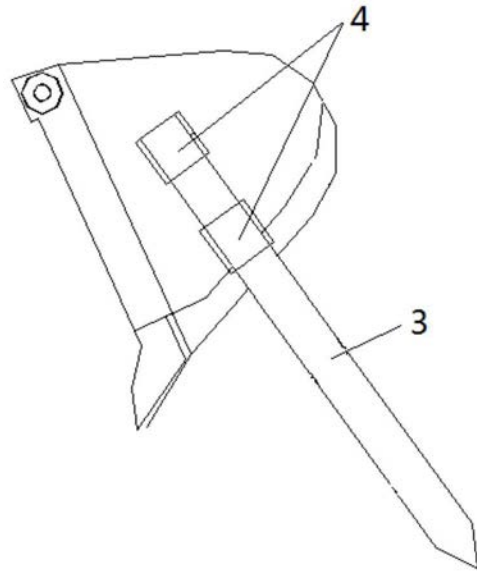


图3

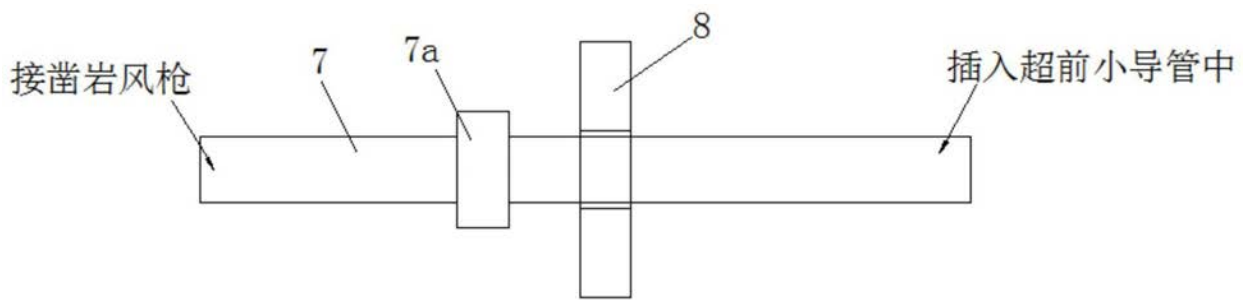


图4

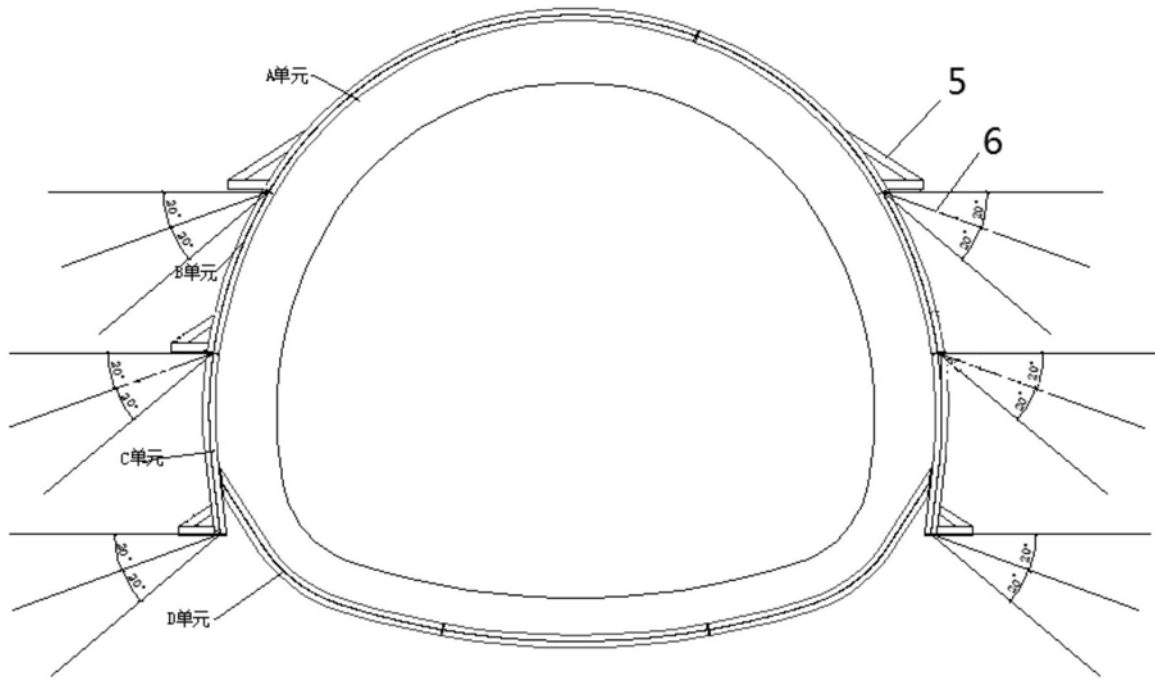


图5