



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105822312 B

(45)授权公告日 2018.10.09

(21)申请号 201610236565.9

审查员 曹莹莹

(22)申请日 2016.04.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105822312 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(73)专利权人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72)发明人 胡长明 张延杰 刘政 张珊珊

叶正武 袁一力

(74)专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务

所 61216

代理人 李婷

(51)Int.Cl.

E21D 9/06(2006.01)

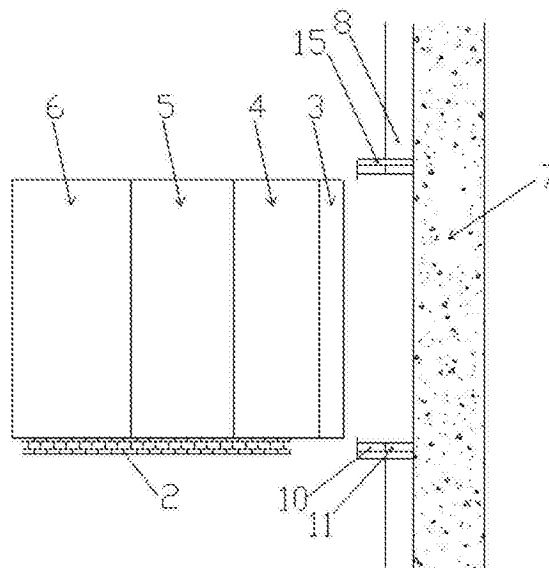
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法

(57)摘要

本发明提供了一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法,该方法采用洞门延伸环配合橡胶帘布加折页压板以及弹簧钢板双密封装置进行保压,并且在始发试掘进时对始发环的仓内渣土进行置换。本发明的方法即可满足盾构始发在始发环开挖时通过对始发环的仓内渣土进行置换就能快速、正常建压达到土压平衡掘进的要求,又避免了直接破除洞门而产生的涌水、涌砂风险,减少施工工期和成本。此种盾构隧道建压始发施工方法避免了直接破除洞门而增加的风险,保证洞门的密闭性,实现快速建压掘进,既节约了成本又保证了盾构隧道的施工安全。



1. 一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法,其特征在于:该方法采用洞门延伸环配合橡胶帘布加折页压板以及弹簧钢板双密封装置进行保压,并且在始发试掘进时对始发环的仓内渣土进行置换;

该方法包括以下步骤:

步骤一,进行端头加固与降水:

采用洞门上方 $120^{\circ}$ 范围内大管棚注浆和地面钻孔注浆的加固方式,管棚的长度为10~15m,布设降水井,始发前将水位降至隧道底1m以下;

步骤二,进行始发托架的定位与安装:

在洞门施工时,以实测的洞门圆心作为始发姿态的控制基准,半径大于等于800m的曲线段始发采取切线始发方式,半径小于800m的曲线段采取割线始发方式;

其中:曲线段半径小于500m时,割线方向的约束条件为:盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态不超过隧道基准轴线50mm;当盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态未超过隧道基准轴线50mm时,保持割线方向;当盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态超过隧道基准轴线50mm时,调整割线方向,使得盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态与隧道基准轴线之间的距离为50mm;

曲线段半径大于等于500m而小于800m之间时,割线方向的约束条件为:盾构机盾尾离开托架后割线与隧道基准轴之间的最大距离不超过50mm;当盾构机盾尾离开托架后割线与隧道基准轴之间的最大距离未超过50mm时,保持割线方向;当盾构机盾尾离开托架后割线与隧道基准轴之间的最大距离超过50mm时,调整割线方向,使得盾构机盾尾离开托架后割线与隧道基准轴之间的最大距离为50mm;

步骤三,洞门密封装置的安装:

车站施工时精确定位洞门钢环板,始发前要重新复测,侧墙关模前将钢环板与侧墙主筋连接;采用1m或0.5m长洞门延伸环及双密封装置进行保压,橡胶帘布加折页压板作为第一道密封安装在洞门延伸环外侧的钢环板上,安装橡胶帘布时,要将橡胶帘布平整的压在钢环板上,外侧压紧扇形压板;

在延伸环内侧至洞门钢环板位置安装3mm厚弹簧钢板作为第二道密封,延伸环与双密封装置安装完成后,使用20cm $\times$ 20cm海绵条贴在两道密封之间,同时当盾构机刀盘顶住掌子面后,使用盾构机油脂泵从延伸环预留孔注入盾尾油脂,填满两道密封间的空隙;

步骤四,反力架定位与安装:

反力架的定位时使得盾尾的圆心与反力架的圆心重合;安装顺序为先定位好反力架底座,安装螺栓之后再安装立柱和上部横梁;

车站施工时提前预埋立柱和斜撑的底板钢板,钢板下方焊接锚固钢筋;

步骤五,负环管片安装:

安装负环之前在盾壳下部设置不小于盾尾间隙的方木或型钢,负环管片后移时,每组推进油缸的行程差小于10mm;

步骤六,始发试掘进:

逐步建立土仓压力;在原状土掘进至始发环期间,进行仓内渣土的置换,将含有大漂卵石和桩体残渣的渣土更换为泥浆,在换仓位置地面进行打孔排查并注浆,仓内渣土置换之后即可进行正常的掘进模式;

步骤六中,进入原状土掘进前400mm不出土,若实际行程未到达400mm而总推力高于800t且刀盘扭矩高于3000kN·m时开始出土,出土时的掘进速度控制在30~50mm/min;

步骤六中,始发试掘进过程中,同时还进行渣土改良,渣土改良的约束条件为膨润土泥浆用量6~8m<sup>3</sup>/h,泡沫用量150~200L/环,发泡倍率10~12倍。

## 一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于城市轨道交通工程施工领域,涉及地铁隧道工程,具体涉及一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法。

### 背景技术

[0002] 目前国内外专家及学者对盾构隧道始发施工技术方面已取得了很多成果。盾构始发环节对辅助施工法依赖性很大,最初以化学注浆加固地层为主,目前逐渐发展为采用高压旋喷注浆、深层搅拌注浆和冻结法等安全便捷的施工方法,却不能尽早达到盾构施工的土压平衡的理想状态。后来在过江、河等大埋深隧道工程中临时钢筋混凝土箱体辅助始发的工法,还有泥水平衡盾构使用钢套筒辅助接收新工法,虽解决了此难题,但设置临时的钢筋混凝土箱和钢套筒占用了较长的施工工期,并且施工造价也相对较高。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的在于,提供一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法,避免了直接破除洞门而增加的风险,保证洞门的密闭性,快速改善仓内渣土的流塑性。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案予以实现:

[0005] 一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法,该方法采用洞门延伸环配合橡胶帘布加折页压板以及弹簧钢板双密封装置进行保压,并且在始发试掘进时对始发环的仓内渣土进行置换。

[0006] 该方法包括以下步骤:

[0007] 步骤一,进行端头加固与降水:

[0008] 采用洞门上方 $120^{\circ}$ 范围内大管棚注浆和地面钻孔注浆的加固方式,管棚的长度为 $10\sim 15\text{m}$ ,布设降水井,始发前将水位降至隧道底 $1\text{m}$ 以下;

[0009] 步骤二,进行始发托架的定位与安装:

[0010] 在洞门施工时,以实测的洞门圆心作为始发姿态的控制基准,半径大于等于 $800\text{m}$ 的曲线段始发采取切线始发方式,半径小于 $800\text{m}$ 的曲线段采取割线始发方式;

[0011] 其中:曲线段半径小于 $500\text{m}$ 时,割线方向的约束条件为:盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态不超过隧道基准轴线 $50\text{mm}$ ;当盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态未超过隧道基准轴线 $50\text{mm}$ 时,保持割线方向;当盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态超过隧道基准轴线 $50\text{mm}$ 时,调整割线方向,使得盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态与隧道基准轴线之间的距离为 $50\text{mm}$ ;

[0012] 曲线段半径大于等于 $500\text{m}$ 而小于 $800\text{m}$ 之间时,割线方向的约束条件为:盾构机盾尾离开托架后割线与隧道基准轴之间的最大距离不超过 $50\text{mm}$ ;当盾构机盾尾离开托架后割线与隧道基准轴之间的最大距离未超过 $50\text{mm}$ 时,保持割线方向;当盾构机盾尾离开托架后割线与隧道基准轴之间的最大距离超过 $50\text{mm}$ 时,调整割线方向,使得盾构机盾尾离开托架

后割线与隧道基准轴之间的最大距离为50mm;

[0013] 步骤三,洞门密封装置的安装:

[0014] 采用1m或0.5m长洞门延伸环及双密封装置进行保压,橡胶帘布加折页压板作为第一道密封安装在洞门延伸环外侧,在延伸环内侧至洞门钢环板位置安装3mm厚弹簧钢板作为第二道密封,延伸环与双密封装置安装完成后,使用20cm×20cm海绵条贴在两道密封之间,同时当盾构机刀盘顶住掌子面后,使用盾构机油脂泵从延伸环预留孔注入盾尾油脂,填满两道密封间的空隙;

[0015] 步骤四,反力架定位与安装:

[0016] 反力架的定位时使得盾尾的圆心与反力架的圆心重合;安装顺序为先定位好反力架底座,安装螺栓机后再安装立柱和上部横梁;

[0017] 车站施工时应提前预埋立柱和斜撑的底板钢板,钢板下方焊接锚固钢筋;

[0018] 步骤五,负环管片安装:

[0019] 安装负环之前在盾壳下部设置不小于盾尾间隙的方木或型钢,负环管片后移时,每组推进油缸的行程差小于10mm;

[0020] 步骤六,始发试掘进:

[0021] 逐步建立土仓压力;在原状土掘进至始发环期间,进行仓内渣土的置换,将含有大漂卵石和桩体残渣的渣土更换为泥浆,在换仓位置地面进行打孔排查并注浆,仓内渣土置换之后即可进行正常的掘进模式。

[0022] 本发明还具有如下区别技术特征:

[0023] 步骤三中,车站施工时精确定位洞门钢环板,始发前要重新复测,侧墙关模前将钢环板与侧墙主筋连接。

[0024] 步骤三中,安装橡胶帘布时,要将橡胶帘布平整的压在钢环板上,外侧压紧扇形压板。

[0025] 步骤六中,进入原状土掘进前400mm不出土,若实际行程未到达400mm而总推力高于800t且刀盘扭矩高于3000kN·m时应开始出土,出土时的掘进速度控制在30~50mm/min。

[0026] 步骤六中,始发试掘进过程中,同时还进行渣土改良,渣土改良的约束条件为膨润土泥浆用量6~8m<sup>3</sup>/h,泡沫用量150~200L/环,发泡倍率10~12倍。

[0027] 本发明与现有技术相比,具有如下技术效果:

[0028] 本发明的方法即可满足盾构始发在始发环开挖时通过对始发环的仓内渣土进行置换就能快速、正常建压达到土压平衡掘进的要求,又避免了直接破除洞门而产生的涌水、涌砂风险,减少施工工期和成本。此种盾构隧道建压始发施工方法避免了直接破除洞门而增加的风险,保证洞门的密闭性,实现快速建压掘进,既节约了成本又保证了盾构隧道的施工安全。

## 附图说明

[0029] 图1是本发明的始发托架结构示意图。

[0030] 图2是本发明的洞门密封示意图。

[0031] 图3是本发明的反力架结构示意图。

[0032] 图4是本发明的负环管片定位示意图。

[0033] 图中各个标号的含义为:1-盾构壳体,2-始发托架,3-刀盘,4-前盾,5-中盾,6-尾盾,7-围护桩,8-结构墙,9-负环管片,10-第一道密封,11-第二道密封,12-反力架,13-基准轴线中心点,14-管片定位垫块,15-延伸环。

[0034] 以下结合实施例对本发明的具体内容作进一步详细解释说明。

### 具体实施方式

[0035] 需要说明的是,本申请中的洞门上方 $120^{\circ}$ 范围内指的是沿隧道洞门竖向轴线往两边各 $60^{\circ}$ 的范围。

[0036] 本申请中的负环指负环管片也称临时管片。盾构始发时,在始发工作竖井里,盾构机的后端是一个反力架(提供反力的后背),在反力架和盾构千斤顶之间安装环状管片,以给盾构机掘进向前推进的作用力,直到将盾构机构的盾尾进入井壁另一侧的洞口,那么此时从反力架到盾尾之间的临时管片即完成使命,可以进行拆除。

[0037] 本申请中的始发环即开挖隧道的衬砌的第一环。本申请中的对始发环的仓内渣土进行置换时间为始发环推进过程中在盾构机刀盘削磨围护桩完成时进行仓内渣土的置换。

[0038] 遵从上述技术方案,一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法,具体包括以下步骤:

[0039] 步骤一,进行端头加固与降水,采用洞门上方 $120^{\circ}$ 范围内大管棚注浆、地面钻孔注浆的加固方式,管棚的长度和密度根据端头的条件合理布置,长度一般为 $10\sim 15\text{m}$ ,根据地面有无钻孔注浆的条件,适当的加密管棚的布置;合理布设降水井,始发前将水位降至隧道底 $1\text{m}$ 以下;

[0040] 步骤二,进行始发托架的定位与安装,在洞门施工时要保证洞门定位的控制精度,尤其是涉及到减震道床和曲线偏移的洞门,将以实测圆心作为始发姿态的控制基准;半径大于 $800\text{m}$ 的曲线段始发采取切线始发方式,半径小于 $800\text{m}$ 的曲线段要采取割线始发方式,其中曲线小于 $500\text{m}$ 时割线方向以盾构机盾尾离开托架后盾构机前姿态不超限为原则,半径 $500\sim 800\text{m}$ 之间的以盾尾脱离托架后割线偏差最大处不超限为定位原则;砂卵石地层始发端掘进比一般地层的总推力和刀盘扭矩要大,要注意盾体的侧滚和管片的防扭,有必要时在托架上、负环管片和基准环位置加焊防扭装置;

[0041] 步骤三,洞门密封装置的安装,即建压始发的重点,采用 $1\text{m}$ 或 $0.5\text{m}$ 长洞门延伸环及双密封装置进行保压,橡胶帘布加折页压板作为第一道密封安装在洞门延伸环外侧,在延伸环内侧至洞门钢环板位置安装 $3\text{mm}$ 厚弹簧钢板作为第二道密封,延伸环与双密封装置安装完成后,使用 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ 海绵条贴在两道密封之间,同时当盾构机刀盘顶住掌子面后,使用盾构机油脂泵从延伸环预留孔注入盾尾油脂,填满两道密封间的空隙;

[0042] 步骤四,反力架定位与安装,反力架的定位根据盾尾的姿态情况,要求盾尾的圆心与反力架的圆心重合;安装顺序为先定位好反力架底座,安装螺栓机后再安装立柱和上部横梁;车站施工时应提前预埋立柱和斜撑的底板钢板,钢板下方焊接锚固钢筋,加固反力架时一定要焊接到位,并根据加固情况增加地锚钢棒;

[0043] 步骤五,负环管片安装,安装负环之前在盾壳下部设置不小于盾尾间隙的方木或型钢;负环管片后移时,要严格控制每组推进油缸的行程,保证每组推进油缸的行程差小于 $10\text{mm}$ ;负环的数量是根据洞门的宽度、盾构机的长度和车站扩大段的长度来确定的;

[0044] 步骤六,始发试掘进,逐步建立土仓压力;在原状土掘进至正环期间,根据掘进参数的波动情况,采用清理大漂卵石和桩体残渣后注入高浓度的泥浆措施,进行仓内渣土的快速置换,改善仓内渣土的流塑性,换仓位置地面进行打孔排查并注浆;之后即可进行正常掘进模式,始发段掘进注意摸索渣土改良配比和施工参数,控制好出土量;盾尾入洞后立即采用同步注浆进行洞门封堵。

[0045] 如上步骤三所述的方法,车站施工时精确定位洞门钢环板,始发前要重新复测,侧墙关模前将钢环板与侧墙主筋连接;

[0046] 如上步骤三所述的方法,安装橡胶帘布时,要将帘布平整的压在钢环板上,外侧压紧扇形压板,始发前仔细检查帘布的密封性,有鼓包和没压紧的提前处理;;

[0047] 如上步骤三所述的方法,安装橡胶帘布时要考虑盾构机始发后帘布能反弹回来并压在盾构机和管片上,为避免始发时盾构机把帘布压的过死无法反弹,必须做好帘布后布置一圈海绵条的固定工作;

[0048] 如上步骤三所述的方法,合理调整扇形压板或折页压板的尺寸,防止同步注浆时帘布被击翻。

[0049] 如上步骤六所述的方法,进入原状土掘进前400mm不出土,若实际行程未到达400mm而总推力高于800t、刀盘扭矩高于3000kN·m时应开始出土,该段掘进速度控制在30~50mm/min,渣土改良要求为膨润土泥浆用量6~8m<sup>3</sup>/h,泡沫用量150~200L/环,发泡倍率10~12倍。

[0050] 以下给出本发明的具体实施例,需要说明的是本发明并不局限于以下具体实施例,凡在本申请技术方案基础上做的等同变换均落入本发明的保护范围。

[0051] 实施例:

[0052] 如图1至图4所示,本实施例给出一种地铁隧道工程中土压平衡盾构建压始发的施工方法,具体包括以下步骤:

[0053] (A)对始发段进行管棚注浆加固和地面钻孔注浆加固,始发前水位降至隧道底以下1m并稳定,对穿越的建构筑物进行预前加固;

[0054] (B)依据隧道设计轴线定出盾构始发姿态的空间位置,然后反推出始发台的空间位置,参考图1,根据曲线段的大小采取切线始发方式,始发托架的安装高程抬高2cm,在始发台及盾构机上焊接相对的防扭转支座;

[0055] (C)始发采用延伸环压措施,不破除洞门,采用延伸环时加装小导轨以避免盾构栽头,在洞门环板上安装100cm的延伸环,参考图2,在洞门延伸环外侧安装橡胶帘布加折页压板作为第一道密封,在延伸环内侧至洞门钢环板位置安装3mm厚弹簧钢板作为第二道密封,延伸环与双密封装置安装完成后,使用20cm×20cm海绵条贴在两道密封之间,同时当盾构机刀盘顶住掌子面后,使用盾构机油脂泵从延伸环预留孔注入盾尾油脂,填满两道密封间的空隙;

[0056] (D)在盾构主机与后配套连接之前,进行反力架的安装。参考图3,由于反力架为盾构始发时提供反推力,在安装反力架时,反力架端面应与始发台轴线垂直,以便盾构轴线与隧道设计轴线保持平行。安装时反力架与车站结构连接部位的间隙要垫实,以保证反力架脚板有足够的抗压强度;

[0057] (E)根据洞门的宽度、盾构机的长度和车站扩大段的长度,将负环管片数量确定为

4环。在拼装第一环负环管片时,在盾尾管片拼装区180°范围内用木条填垫盾尾内侧与管片间的间隙。在盾构机内拼装好整环后利用盾构机推进千斤顶将管片缓慢推出盾尾,此时利用门吊将拼装好的整环钢管片吊至盾尾,并将钢管片同推出盾尾的负环管片用螺栓连接。为了避免负环管片全部推出盾尾后下沉,在始发基座导轨上点焊圆钢,以填充始发支座轨道与管片外侧的空隙,使圆钢将负环管片托起。第二环负环及以后管片将按照正常的安装方式进行安装。

[0058] (F) 进入原状土掘进前400mm不出土,在原状土掘进至始发环期间,削切的围护桩结构造成仓内渣土流的塑根性极差,体形较大的卵漂石和混凝土块以及围护桩筋部分无法正常从螺旋机出土的现象,因此据掘进参数的波动情况,采用清理大漂卵石和桩体残渣后注入高浓度的泥浆措施,进行仓内渣土的快速置换,改善仓内渣土的流塑性,换仓位置地面进行打孔排查并注浆。始发段注意盾构机姿态的控制,在铰接离开托架后可进行纠偏,确保管片拼装始发环前盾构间隙、姿态等满足掘进要求;盾尾入洞后立即采用同步注浆进行洞门封堵,同步注浆要足量、饱满,确保洞门密封没有较大的渗漏,然后采用双液浆对洞门进行彻底封堵;盾构始发后,注意对出土情况的把控和掌握,始发段不管是否存在多出土都要在地面进行打孔排查并注浆,若存在明显多出土情况时要不断在地面打孔确保找到空洞并用砂浆回填。

[0059] 下面是对本发明的原理进行说明:

[0060] 本发明建压始发施工采用延伸环措施,避免了直接破除洞门而增加的风险,密封装置可在延伸环内外布置,外侧设置橡胶帘布,内侧设置弹簧钢板。建压始发的关键在于洞口保压措施的布设和对始发环的仓内渣土进行置换措施:采用洞门延伸环配合橡胶帘布加折页压板以及弹簧钢板双密封装置进行保压,并将海绵条贴在两道密封之间,同时当盾构机刀盘顶住掌子面后,使用盾构机油脂泵从延伸环预留孔处注入盾尾油脂等多重措施,保证洞门的密闭性,减少直接破除洞门而产生的涌水、涌砂风险,既节约了成本又保证了盾构隧道的施工安全;采用对始发环的仓内渣土进行置换的方法,快速改善仓内渣土的流塑性,实现快速、正常的建压掘进,达到土压平衡掘进的要求,减少施工工期和成本。



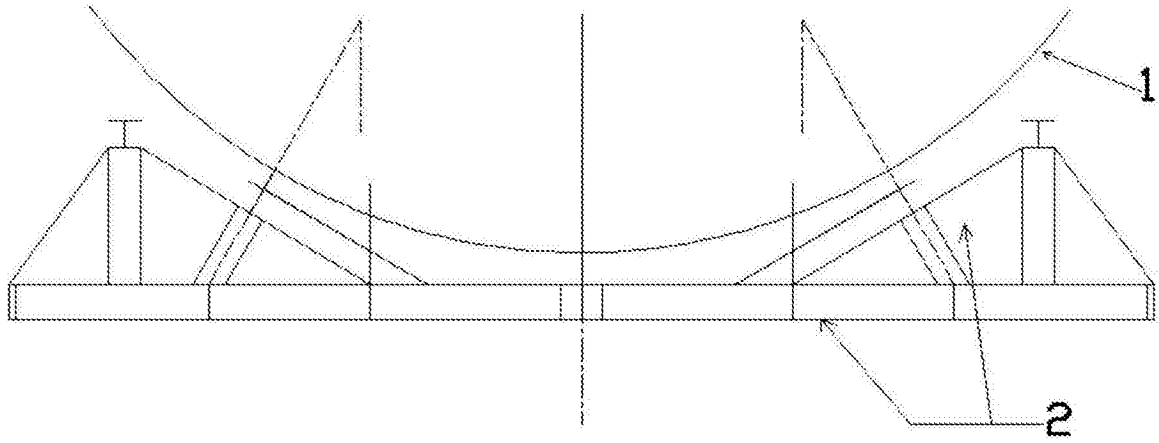


图1

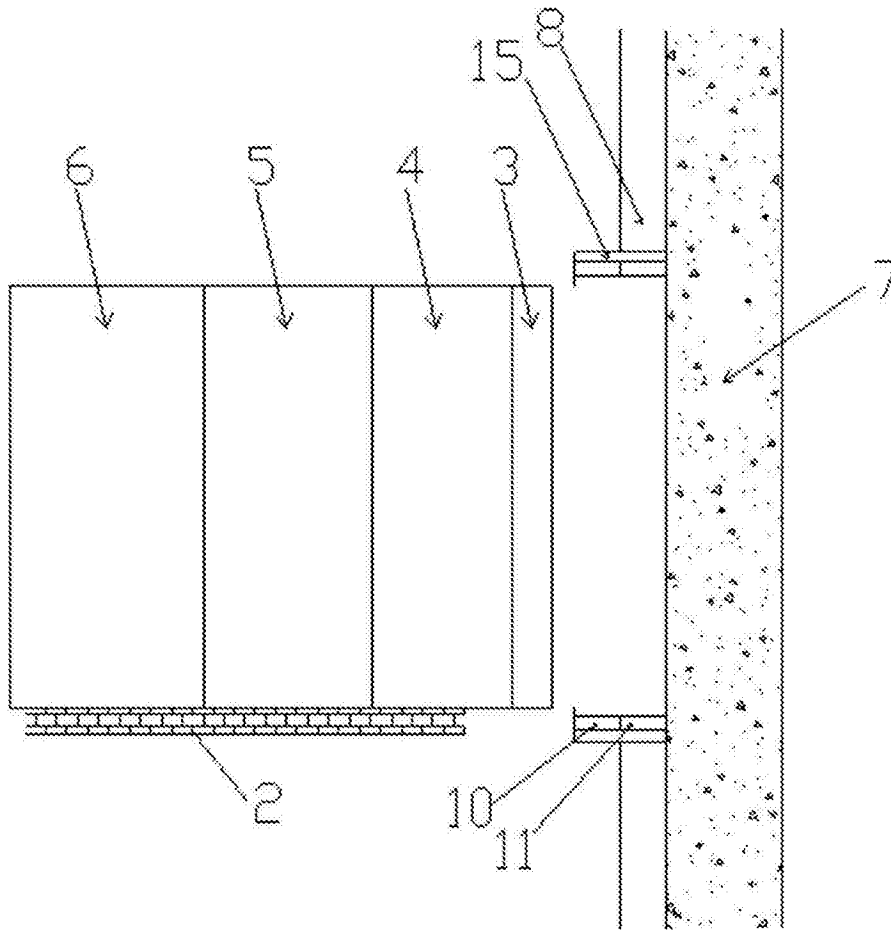


图2

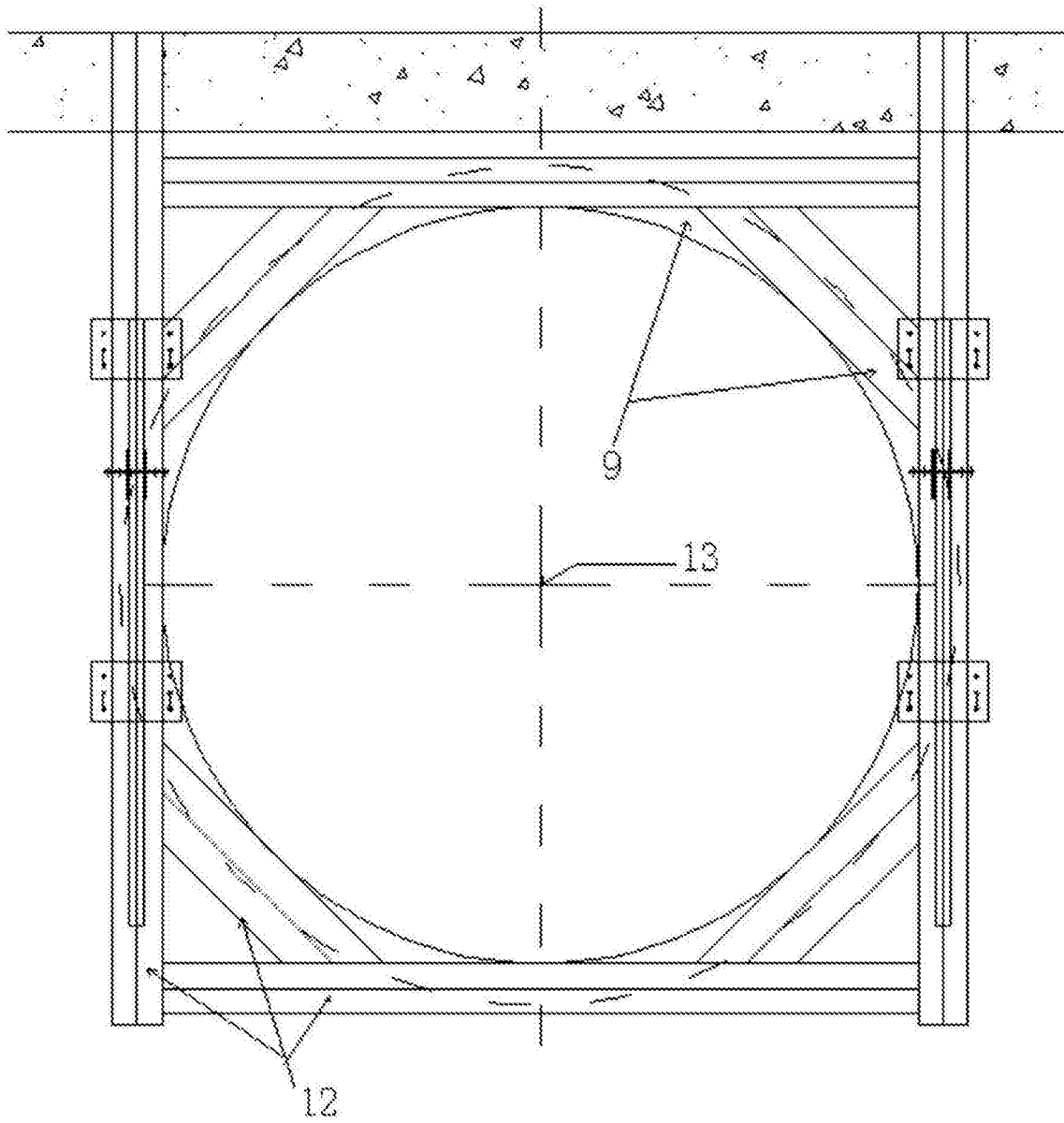


图3

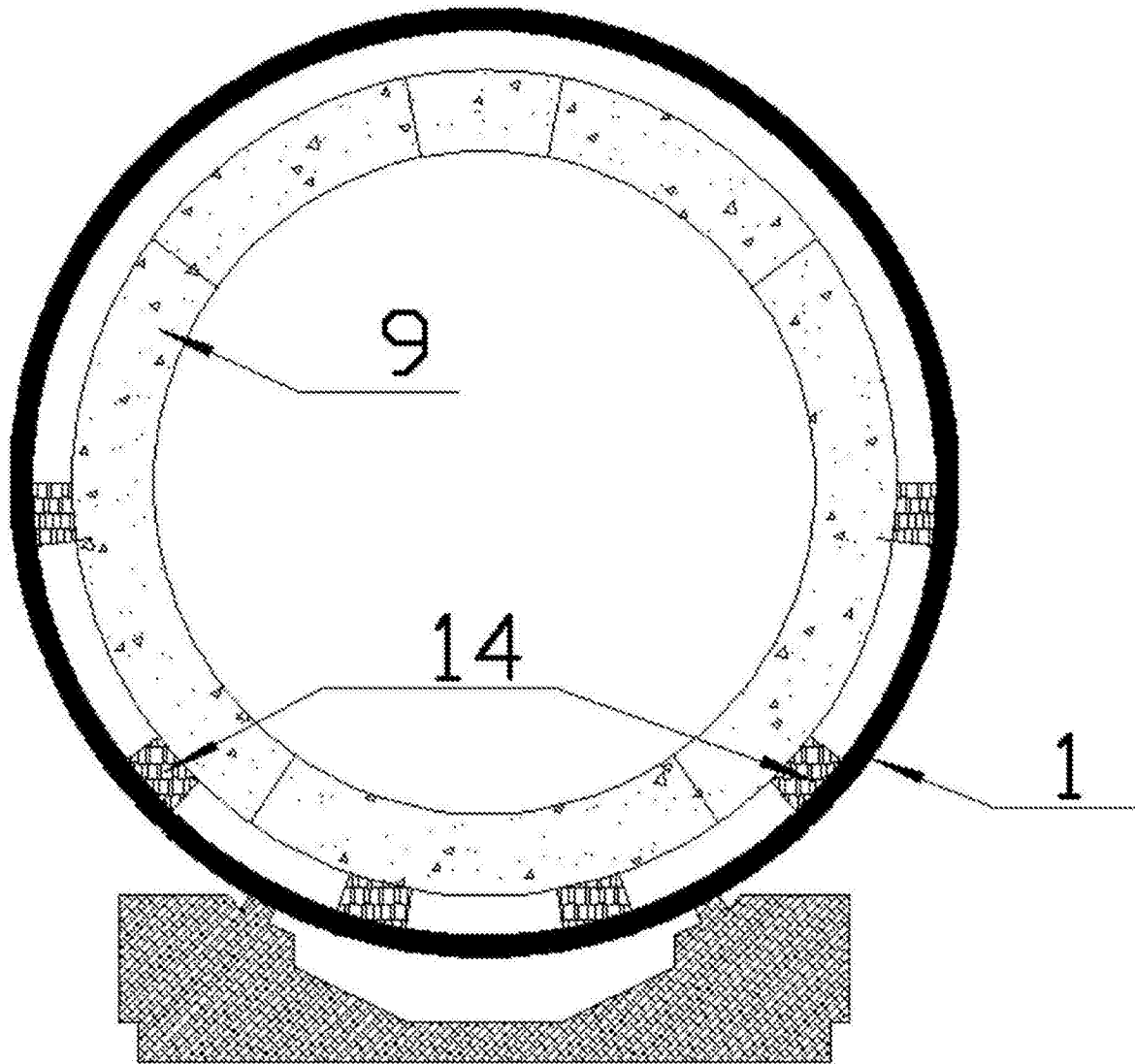


图4