



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117286907 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 26

(21) 申请号 202210687763.2

(22) 申请日 2022.06.17

(71) 申请人 河北省交通规划设计研究院有限公司

地址 050011 河北省石家庄市桥西区建设南大街36号

(72) 发明人 王国清 王朝杰 王京力 李宁
许瑞宁 纪强 赵伟娟 赵猛
张新 冯志华 朱中华 崔柔柔
李昆 孟子淞 相瑞娟 张梦醒
安伟胜

(74) 专利代理机构 北京天达知识产权代理事务
所有限公司 11386

专利代理师 丛洪杰

(51) Int.Cl.

E02D 29/02 (2006.01)

E02D 27/12 (2006.01)

E02D 15/04 (2006.01)

E02D 5/76 (2006.01)

E02D 17/20 (2006.01)

E02D 31/08 (2006.01)

E03F 3/04 (2006.01)

E02D 19/20 (2006.01)

E02D 17/00 (2006.01)

E02D 29/045 (2006.01)

E02D 29/05 (2006.01)

E02D 29/16 (2006.01)

E02D 31/02 (2006.01)

E21D 21/00 (2006.01)

A01G 9/02 (2018.01)

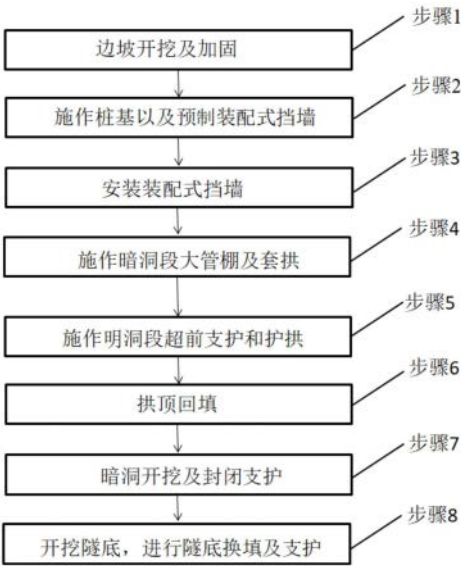
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种半明半暗隧道施工方法及防护结构

(57) 摘要

本发明涉及一种半明半暗隧道施工方法及防护结构,属于公路隧道设计施工技术领域,解决了现有施工方法现场浇筑挡墙,导致施工时间长、质量不稳定的问题。隧道半明半暗施工方法,包括如下步骤:边坡开挖及加固→施作桩基以及预制装配式挡墙→安装装配式挡墙→施作暗洞段大管棚及套拱→施作明洞段超前支护和护拱→拱顶回填→暗洞开挖及封闭支护→开挖隧底,进行隧底换填及支护。本发明有效降低了公路隧道穿越陡峭路段开挖量,并提高了公路隧道半明半暗施工安全性。



1. 一种隧道半明半暗施工方法,其特征在于,包括如下步骤:
边坡开挖及加固;
施作桩基以及预制装配式挡墙;
安装装配式挡墙;
施作暗洞段大管棚及套拱;
施作明洞段超前支护和护拱;
拱顶回填;
暗洞开挖及封闭支护;
开挖隧底,进行隧底换填及支护。
2. 根据权利要求1所述的施工方法,其特征在于,所述施作桩基包括:在预放置装配式挡墙的基底上施作桩基,桩基顶部的纵向钢筋伸入装配式挡墙内。
3. 根据权利要求1或2所述的施工方法,其特征在于,所述预制装配式挡墙包括:在装配式挡墙的主体内预留混凝土浇筑通道,以及在装配式挡墙与桩基连接处预留凹槽。
4. 根据权利要求1所述的施工方法,其特征在于,所述施作暗洞段大管棚包括:在暗洞段洞内、沿隧道开挖线外环线布设注浆大管棚,以及在暗洞段洞口外设置热轧无缝钢管。
5. 根据权利要求1所述的施工方法,其特征在于,所述施作明洞段超前支护和护拱包括:在明洞段环向布设超前支护,之后模筑形成护拱。
6. 根据权利要求1所述的施工方法,其特征在于,所述边坡开挖及加固之前还包括设计半明半暗开挖线。
7. 根据权利要求4-6所述的施工方法,其特征在于,在所述施作桩基以及预制装配式挡墙以及所述安装装配式挡墙之间还包括:在预安装装配式挡墙的基底部上铺设垫层。
8. 根据权利要求5所述的施工方法,其特征在于,所述施作明洞段超前支护和护拱还包括:将护拱的末端采用锁脚锚杆锚固在边坡上。
9. 根据权利要求1所述的施工方法,其特征在于,所述拱顶回填包括:回填护拱的上部,形成回填层,之后在回填层上依次铺设粘土隔水层和种植土层。
10. 一种半明半暗隧道防护结构,其特征在于,由权利要求1-9任一项所述的施工方法形成。

一种半明半暗隧道施工方法及防护结构

技术领域

[0001] 本发明涉及公路隧道设计施工技术领域,尤其涉及一种半明半暗隧道施工方法及防护结构。

背景技术

[0002] 受公路、铁路、电力、文物、矿产、水系、生态保护区等控制要素影响,路线选线时常受限,越来越多公路隧道需要穿越山区陡峭路段。由于傍山进洞施工时,处于浅埋偏压等不利状态,隧道底部围岩破碎,开挖明洞边仰坡会大面积破坏原有山体植被,不符合绿色发展理念。

[0003] 现有的施工方法通常是隧道基底施作钢管注浆或扩大基础,钢管注浆对基底加固性能较差,基底容易出现沉降,扩大基础换填混凝土量较大,现场基底开挖量也较大。现场浇筑挡墙,增加施工风险,施工时间长,挡墙质量不稳定。对不符合质量的挡墙还要拆除,重新浇筑,延长工期,增加成本。

发明内容

[0004] 鉴于上述的分析,本发明旨在提供一种半明半暗隧道施工方法及防护结构,用以解决现有施工方法现场浇筑挡墙,导致施工时间长、质量不稳定的问题。

[0005] 本发明的目的主要是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一方面,本发明提供了一种半明半暗隧道施工方法,包括如下步骤:

[0007] 边坡开挖及加固;

[0008] 施作桩基以及预制装配式挡墙;

[0009] 安装装配式挡墙;

[0010] 施作暗洞段大管棚及套拱;

[0011] 施作明洞段超前支护和护拱;

[0012] 拱顶回填;

[0013] 暗洞开挖及封闭支护;

[0014] 开挖隧底,进行隧底换填及支护。

[0015] 可选地,所述施作桩基包括:在预放置装配式挡墙的基底上施作桩基,桩基顶部的纵向钢筋伸入装配式挡墙内。

[0016] 可选地,所述预制装配式挡墙包括:在装配式挡墙的主体内预留混凝土浇筑通道,以及在装配式挡墙与桩基连接处预留凹槽。

[0017] 可选地,所述施作暗洞段大管棚包括:在暗洞段洞内、沿隧道开挖线外环线布设注浆大管棚,以及在暗洞段洞口外设置热轧无缝钢管。

[0018] 可选地,所述施作明洞段超前支护和护拱包括:在明洞段环向布设超前支护,之后模筑形成护拱。

[0019] 可选地,所述边坡开挖及加固之前还包括设计半明半暗开挖线。

[0020] 可选地,在所述施作桩基以及预制装配式挡墙以及所述安装装配式挡墙之间还包括:在预安装装配式挡墙的基底部上铺设垫层。

[0021] 可选地,所述施作明洞段超前支护和护拱还包括:将护拱的末端采用锁脚锚杆锚固在边坡上。

[0022] 可选地,所述拱顶回填包括:回填护拱的上部,形成回填层,之后在回填层上依次铺设粘土隔水层和种植土层。

[0023] 可选地,所述超前支护环向间距为40cm。

[0024] 可选地,所述隧底换填及支护包括:采用注浆钢花管加固处理隧底,并在钢花管的顶部换填混凝土。

[0025] 另一方面,本发明还提供了一种半明半暗隧道防护结构,由上述的施工方法形成,包括桩基和装配式挡墙;所述桩基与所述装配式挡墙连接,所述装配式挡墙包括混凝土浇筑通道和第一凹槽,所述混凝土浇筑通道设于所述装配式挡墙内,所述第一凹槽设于所述装配式挡墙的底部、与所述桩基相对应处。

[0026] 可选地,还包括护拱;所述护拱置于所述半明半暗隧道的明洞段上,其一端与所述装配式挡墙连接,另一端与所述半明半暗隧道的暗洞段上方的坡面连接。

[0027] 可选地,所述混凝土浇筑通道倾斜设置,一端与所述第一凹槽连通,另一端与所述装配式挡墙外连通。

[0028] 可选地,所述装配式挡墙还包括竖直侧面、倾斜侧面以及连接竖直侧面和倾斜侧面的顶面和底面;所述竖直侧面置于靠近所述护拱一侧,所述竖直侧面并设有开口朝向所述护拱的第二凹槽。

[0029] 可选地,所述桩基包括基底端以及与所述基底端相对的连接端;所述连接端伸入所述装配式挡墙内。

[0030] 可选地,所述桩基还包括纵向钢筋和环向箍筋,所述纵向钢筋的一端伸入所述装配式挡墙内且与所述装配式挡墙连接。

[0031] 可选地,所述装配式挡墙与所述基底部之间设有垫层。

[0032] 可选地,所述护拱上依次设有碎石土回填层、粘土隔水层和种植土层。

[0033] 可选地,还包括地基加固部,所述地基加固部包括钢花管,所述钢花管设于所述隧道下的地基内。

[0034] 可选地,所述钢花管的顶部设有片石混凝土层。

[0035] 与现有技术相比,本发明至少可实现如下有益效果之一:

[0036] (1) 本发明的挡墙采用提前预制+装配式的形式,不是采用模筑(现场浇筑),一方面降低在陡峭路段模筑挡墙的施工风险,另一方面,挡墙可在桩基施作时同时制作,缩短施工工序和时间。另外,由于挡墙统一预制,因此,挡墙质量稳定。

[0037] (2) 本发明通过在预制装配式挡墙底部施作桩基,桩基顶部预留连接端,并通过在预制装配式挡墙内部预留浇筑通道和与桩基连接处预留第一凹槽,使得桩基和预制装配式挡墙连接为整体,可大幅增强明洞段抗偏压能力及隧道明洞段稳定性。

[0038] (3) 本发明通过在挡墙基础下设置两根桩基支撑装配式挡墙,一方面,减少挡墙地基回填量和换填量,另一方面可加强高边坡地势下基础稳定性。

[0039] (4) 本发明通过设置锁脚锚杆能够更好地稳固明洞段,进一步提高隧道明洞段稳

定性。本发明通过将护拱的末端采用锁脚锚杆锚固在边坡上,能够更好地稳固明洞段,进一步提高隧道明洞段稳定性。

[0040] (5)陡峭路段因为覆土薄,承载力不够,所以地基不稳定,本发明创新性地采用施作钢花管+隧底换填的组合设置,即通过先在隧道地基内打入钢花管,形成系统梁,提高了围岩的整体性和稳定性,然后在钢花管顶部采用混凝土换填,增强了陡峭路段地基的稳定性,增强抗震能力,减少沉降,并且减少了换填混凝土的用量。

[0041] 本发明中,上述各技术方案之间还可以相互组合,以实现更多的优选组合方案。本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分优点可从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。

附图说明

[0042] 附图仅用于示出具体实施例的目的,而并不认为是对本发明的限制,在整个附图中,相同的参考符号表示相同的部件。

[0043] 图1为本发明实施例施工方法流程图;

[0044] 图2为本发明穿越陡峭路段小净距半明半暗隧道结构示意图;

[0045] 图3为图2中A处的局部放大图;

[0046] 图4为本发明实施例铺设垫层示意图。

[0047] 附图标记:

[0048] 1-半明半暗开挖线,2-桩基,3-连接端,4-装配式挡墙,5-混凝土浇筑通道,6-泄水口,7-泄水孔,8-急流槽,9-锁脚锚杆,10-超前支护,11-护拱,12-碎石土回填层,13-粘土隔水层,14-种植土层,15-排水沟,16-片石混凝土层,17-钢花管,18-第一凹槽,19-垫层,20-纵向钢筋,21-环向箍筋。

具体实施方式

[0049] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例,其中,附图构成本发明一部分,并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理,并非用于限定本发明的范围。

[0050] 实施例一

[0051] 本发明的一个具体实施例,公开了一种适用于陡峭路段小净距隧道的半明半暗施工方法,如图1所示。小净距隧道是指:V级围岩状况下,隧道中岩墙厚度小于洞身开挖宽度的三倍。本实施例的半明半暗施工方法包括如下步骤:

[0052] 步骤一:边坡开挖及加固。

[0053] 根据边坡的岩(土)性质及稳定性情况确定半明半暗开挖线1,同时对开挖边坡进行锚喷支护,便于明洞段施工装配式挡墙4及护拱11。

[0054] 步骤二:施作桩基2以及预制装配式挡墙4。

[0055] 在预放置装配式挡墙4的基底上施作两根桩基(即在装配式挡墙4的底部施作两根桩基)。桩基2的顶部预留连接端3,即桩基2顶部的纵向钢筋20伸入装配式挡墙4内。纵向钢筋20的伸入长度根据桩基2的直径进行设计。例如,当桩基2的直径小于800mm时,钢筋伸入长度为50mm;当桩基2的直径大于或等于800mm时,钢筋伸入长度为100mm。

[0056] 预制装配式挡墙4时,在装配式挡墙4内预留混凝土浇筑通道5,以及在装配式挡墙

4与桩基连接处预留第一凹槽18,使得混凝土能够通过混凝土浇筑通道5进入第一凹槽18,从而将桩基2和装配式挡墙4浇筑为一体,从而大幅增强明洞段抗偏压能力及隧道明洞段稳定性。

[0057] 在装配式挡墙4的顶部、与排水沟15相对应的位置预留泄水口6,泄水口6的尺寸为60cm×60cm。

[0058] 在一种可能的实施方式中,在装配式挡墙4时还预留泄水孔7。泄水孔7的直径为100mm。

[0059] 另外,沿装配式挡墙4设有向下的60cm×20cm的急流槽8,急流槽8与泄水口6及泄水孔7均流体连通。本实施例通过设置急流槽8,可以有效加强排水。

[0060] 步骤三:安装装配式挡墙4,并将装配式挡墙4和桩基2浇筑为一体。

[0061] 首先,在预安装装配式挡墙4的基底部上铺设垫层19。

[0062] 其次,将装配式挡墙4底部的第一凹槽对准桩基2的连接端3。

[0063] 之后,向混凝土浇筑通道5内注入混凝土,使桩基2和装配式挡墙4浇筑为一体。

[0064] 步骤四:施作暗洞段大管棚及套拱。

[0065] 在暗洞段洞内、沿隧道开挖线外环线布设注浆大管棚,在暗洞段洞口外2m和护拱配套设置热轧无缝钢管($\Phi 108\text{mm} \times 6\text{mm}$)。热轧无缝钢管由若干根子钢管衔接而成,分段长5m,环向间距40cm,外插角 $1^\circ \sim 2^\circ$ 。示例性地,子钢管的长度为5m。

[0066] 步骤五:施作明洞段超前支护10和护拱11。

[0067] 在明洞段环向布设注浆大管棚超前支护10。超前支护10的环向间距为40cm,布设外插角为 $1^\circ \sim 2^\circ$,长度为3~6m。

[0068] 之后,模筑形成护拱11。模筑过程选用C35的混凝土,护拱11的厚度为70cm。

[0069] 最后,将护拱11的末端采用锁脚锚杆9锚固在边坡上,进一步稳固明洞段。

[0070] 步骤六:拱顶回填。

[0071] 护拱11的上部采取碎石土回填,形成碎石土回填层12。碎石土回填层12上依次铺设粘土隔水层13和种植土层14。示例性地,粘土隔水层13的厚度为60cm,种植土层14的厚度为30cm。

[0072] 之后,在种植土层14顶部、靠近装配式挡墙4的一端设置排水沟15。

[0073] 步骤七:暗洞开挖及封闭支护。

[0074] 采用分部开挖法开挖洞内剩余围岩,对暗洞段及时施作工字钢拱架和锚喷支护,及时喷射C25混凝土封闭。

[0075] 步骤八:开挖隧底,进行隧底换填及支护。

[0076] 开挖隧底,之后采用 $\Phi 42\text{mm} \times 4\text{mm}$ 注浆钢花管17进行加固处理。注浆钢花管17的长度为6m,横向间距为1m,纵向间距为1m,梅花形布置。

[0077] 在一种优选的实施方式中,呈梅花形布置的多根注浆钢花管17的规格不完全相同,即粗细和壁厚不完全相同。多根注浆钢花管17按照特定的顺序粗细间隔设置。具体而言,位于菱形的对角上的两对注浆钢花管17粗细间隔设置。本实施例通过上述设置,既能保证隧道底部地基(隧底)的稳定,又能节省粗的注浆钢花管17的使用,从而降低成本。

[0078] 然后,在钢花管17顶部采用C15混凝土进行换填,形成片石混凝土层16,仰拱底部换填厚度约为1m。

[0079] 需要说明的是,陡峭路段因为覆土薄,承载力不够,所以地基不稳定。本发明通过先在隧道地基(隧底)内打入钢花管,形成系统梁,然后在钢花管顶部采用混凝土换填,增强了陡峭路段隧底的稳定性,减少沉降,并且减少了换填混凝土的用量。

[0080] 步骤九:洞内防排水及二次衬砌施作。

[0081] 整体铺设纵向及环线透水管、无纺布、防水卷材及防水等级不低于P8的C35模筑混凝土。

[0082] 实施例二

[0083] 本发明的又一个具体实施例公开了一种半明半暗防护结构,采用实施例一的施工方法得到。如图2所示,该半明半暗防护结构包括桩基2、装配式挡墙4和护拱11。桩基2一端与装配式挡墙4连接,另一端置于基底部内。

[0084] 护拱11置于半明半暗隧道的明洞段上,其一端与装配式挡墙4连接,另一端与半明半暗隧道暗洞段上方的坡面连接。

[0085] 装配式挡墙4包括混凝土浇筑通道5和第一凹槽18,混凝土浇筑通道5设于装配式挡墙4内,与第一凹槽18连通。第一凹槽18设于装配式挡墙4的底部、与桩基2相对应处,用于容纳来自混凝土浇筑通道5的混凝土。参见图3,混凝土浇筑通道5倾斜设置,其一端与第一凹槽18连通,另一端与装配式挡墙4外连通,作为浇筑口。当向该浇筑口注入混凝土时,混凝土沿着混凝土浇筑通道5进入第一凹槽18。

[0086] 在一种优选的实施方式中,半明半暗防护结构还包括封堵部(图中未示出),封堵部用于封住混凝土浇筑通道5,以免外界物质堵塞混凝土浇筑通道5,导致混凝土无法顺利通过混凝土浇筑通道5,进而无法进入第一凹槽18,无法实现与桩基2的连接。

[0087] 具体而言,封堵部包括主体和封堵头,封堵头的一端与主体螺纹连接,置于混凝土浇筑通道5内,封堵头的另一端置于混凝土浇筑通道5外,用于封住混凝土浇筑通道5的入口。示例性地,封堵头的另一端的直径大于混凝土浇筑通道5的入口的直径。

[0088] 如图2所示,装配式挡墙4包括竖直侧面、倾斜侧面以及连接竖直侧面和倾斜侧面的顶面和底面,竖直侧面置于靠近护拱11一侧,并设有开口朝向护拱11的第二凹槽(图中未示出),该第二凹槽用于容纳护拱11的一个端部,护拱11的另一端与半明半暗隧道暗洞段上方的陡峭坡面通过锁脚锚杆9连接。

[0089] 桩基2包括基底端和与基底端相对的连接端3,基底端伸入基底部内,连接端3伸入装配式挡墙4内。示例性地,桩基2的数量为两根。

[0090] 进一步地,如图4所示,桩基2包括纵向钢筋20和环向箍筋21,纵向钢筋20的一端伸入装配式挡墙4内,且与装配式挡墙4浇筑连接。

[0091] 参见图4,在装配式挡墙4与基底部之间设有垫层19。本实施例通过铺设垫层19,可以使与装配式挡墙4的底面接触的表面更加平整,进一步提高装配式挡墙4的牢固度。

[0092] 护拱11内设有若干个超前支护10,超前支护10环向布设。护拱11上依次设有碎石土回填层12、粘土隔水层13和种植土层14。在种植土层14顶部、靠近装配式挡墙4的一端设置排水沟15。在装配式挡墙4的上部、与排水沟相对应的位置设置泄水口6,泄水口6贯通装配式挡墙4竖直侧面和倾斜侧面,并向装配式挡墙4的底面倾斜一定的角度,以加快排水。示例性地,泄水口6的尺寸为60cm×60cm。

[0093] 另外,在装配式挡墙4上还设有泄水孔7。如图2所示,泄水孔7贯通装配式挡墙4的

竖直侧面和倾斜侧面,并且向装配式挡墙4的底面倾斜一定的角度。本实施例通过设置泄水孔7,进一步加强排水,延长该半明半暗防护结构的使用寿命。通过将泄水孔设置为向装配式挡墙4的底面倾斜一定的角度,能够加快水的排出速度。

[0094] 泄水孔7包括第一排泄水孔和第二排泄水孔。第一排泄水孔和第二排泄水孔按照从装配式挡墙4的顶面至底面方向依次设置。示例性地,同排的泄水孔7之间的间距为2m,泄水孔直径为100mm。

[0095] 具体来说,第一排泄水孔的一端与粘土隔水层13的底部连接,第二排泄水孔的一端与碎石土回填层12的底部连接,以便进一步排出粘土隔水层13和碎石土回填层12内的水,进一步延长该半明半暗防护结构的使用寿命。

[0096] 在一种优选的实施方式中,在装配式挡墙4的倾斜侧面上设有急流槽8,以便将来自泄水口6及泄水孔7的水及时排出。具体而言,急流槽8沿倾斜侧面倾斜设置,其一端起始于泄水口6,并与泄水口6及泄水孔7均流体连通,以将泄水口6及泄水孔7的水排出。

[0097] 本实施例的半明半暗防护结构还包括地基加固部,该地基加固部设于隧道下的地基内。地基加固部包括多根钢花管17,多根钢花管17呈梅花形布置,钢花管17的长度为6m,横向间距为1m,纵向间距为1m。本实施例通过设置钢花管17,起到系统梁的作用,提高了围岩的整体性和稳定性。

[0098] 另外,在钢花管17的顶部设有片石混凝土层16,增强了陡峭路段地基的稳定性,增强抗震能力,减少沉降,并且减少了换填混凝土的用量。示例性地,片石混凝土层16的厚度为1.0m。

[0099] 本实施例通过采用钢花管+片石混凝土层(隧底换填)的组合设置克服了陡峭路段隧道底部地基承载力不足的问题,增强抗震能力。

[0100] 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。

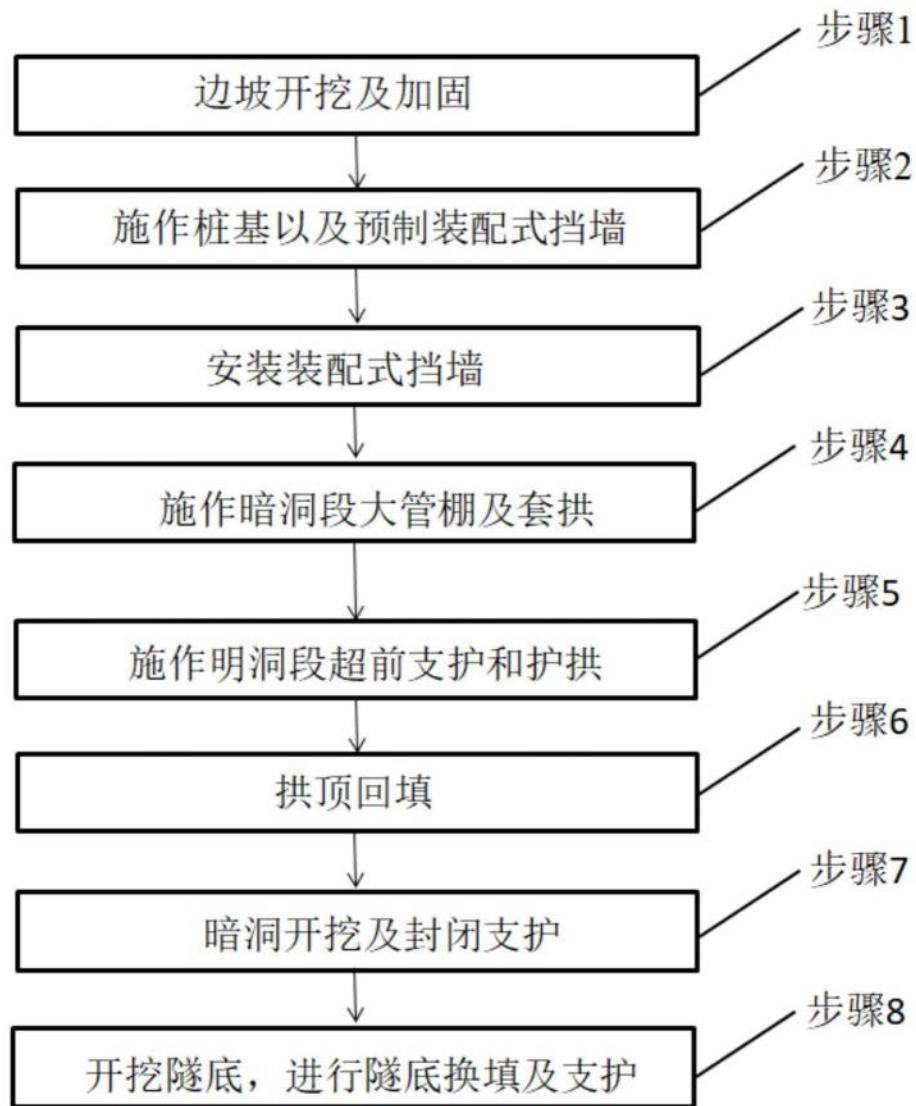


图1

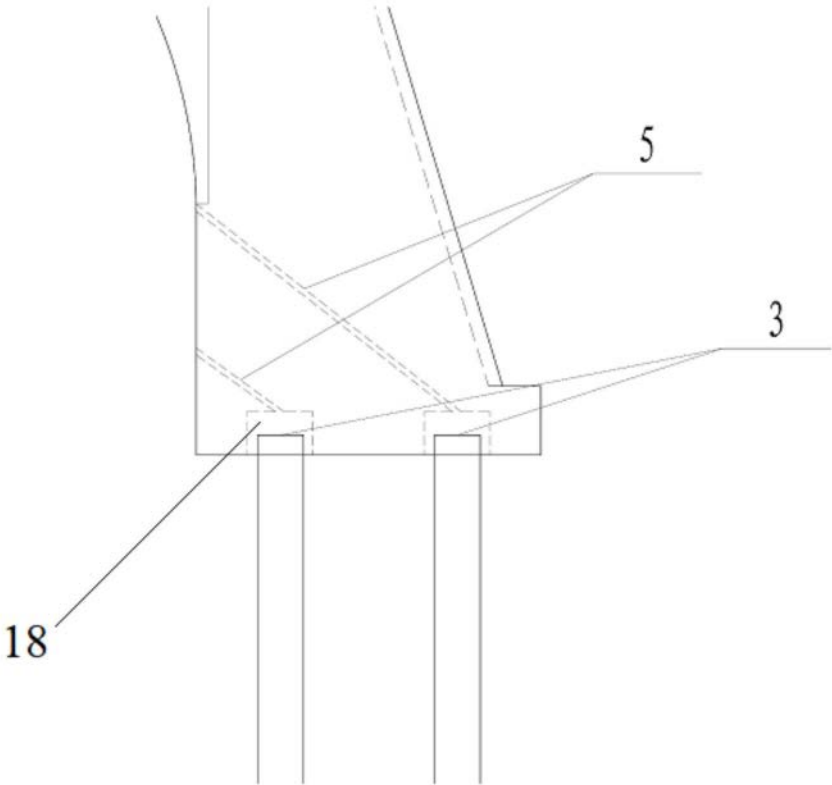


图3

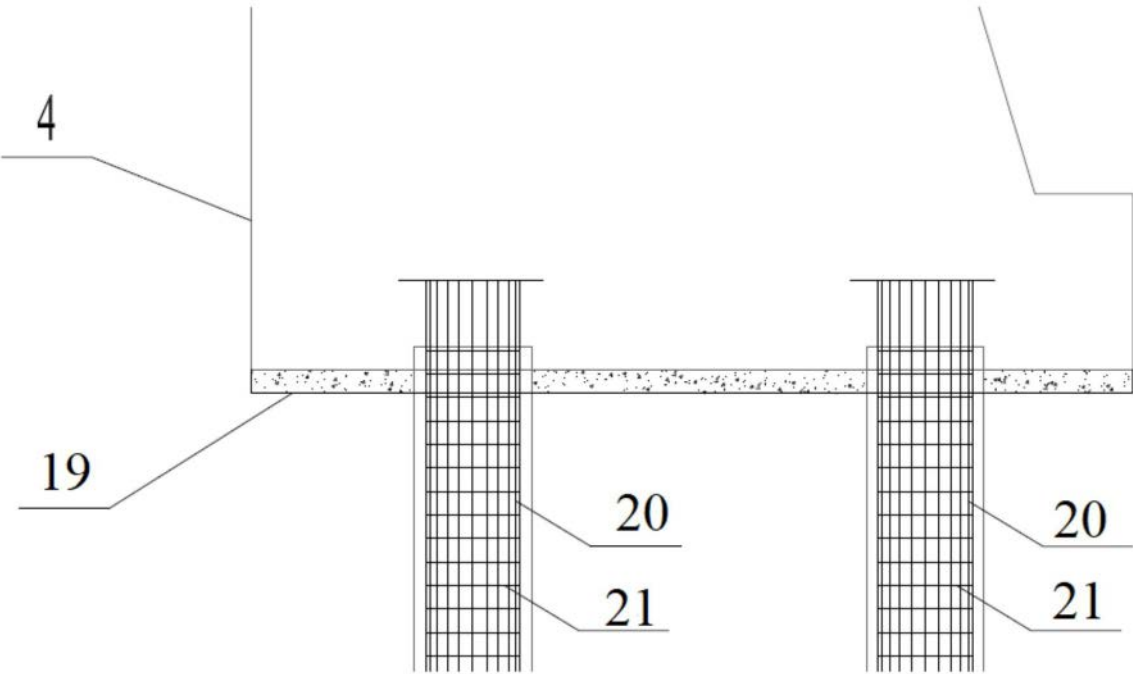


图4