



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117605481 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 27

(21) 申请号 202311840772.1

E02D 5/34 (2006.01)

(22) 申请日 2023.12.28

(71) 申请人 中铁十九局集团轨道交通工程有限公司

地址 101320 北京市顺义区林河大街16号2幢

申请人 中铁十九局集团有限公司

(72) 发明人 王威 韩双 陈一鸣 贾丁丁 杨诗玮

(74) 专利代理机构 河北国维致远知识产权代理有限公司 13137

专利代理师 樊凤竹

(51) Int. Cl.

E21D 9/00 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

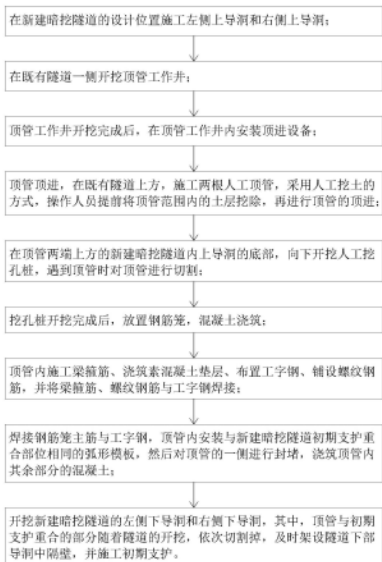
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法

(57) 摘要

本发明提供了一种大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,属于隧道与地下工程技术领域,包括步骤有在新建暗挖隧道的设计位置施工左右侧上导洞、开挖顶管工作井、顶进顶管、在新建暗挖隧道左右两侧上导洞向下施工人工挖孔桩、遇到顶管时对顶管进行切割、安装钢筋笼、浇筑挖孔桩混凝土、浇筑顶管内垫层、顶管内型钢与梁箍筋安装、顶管与钢筋笼连接、安装与新建暗挖隧道初期支护重合部位相同的弧形模板,浇筑顶管内混凝土,开挖左侧下导洞和右侧下导洞,切割与初期支护重合部分顶管。本发明通过异形顶管梁与桩体构成的异形板凳梁结构将上下隧道隔离开,承担新建隧道开挖卸载产生影响,有效抵抗新建隧道开挖引起的既有隧道回弹变形。



1. 大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法, 其特征在于, 依次包括以下步骤:

步骤一, 在新建暗挖隧道的设计位置采用CRD法施工左侧上导洞和右侧上导洞;

步骤二, 在既有隧道一侧开挖顶管工作井, 根据顶管起点的设计位置, 在新建暗挖隧道的上导洞底部向下开挖顶管工作井;

步骤三, 顶管工作井开挖完成后, 在顶管工作井内安装顶进设备;

步骤四, 顶管顶进, 在既有隧道上方, 施工两根人工顶管, 采用人工挖土的方式, 操作人员提前将顶管范围内的土层挖除, 再进行顶管的顶进;

步骤五, 施工人工挖孔桩作为抗拔桩, 在顶管两端上方的新建暗挖隧道内上导洞的底部, 向下开挖人工挖孔桩, 开挖时, 随挖随支护, 遇到顶管时对顶管进行切割;

步骤六, 挖孔桩开挖完成后, 挖孔桩内放置钢筋笼, 钢筋笼内主筋的长度高于顶管内型钢的设计标高为5倍的钢筋直径; 螺旋箍筋从顶管底部布置直到挖孔桩底部; 然后进行挖孔桩内混凝土浇筑, 混凝土从挖孔桩底部浇筑到顶管内素混凝土垫层高度以上;

步骤七, 在顶管内先施工梁箍筋, 梁箍筋安装完成后, 浇筑素混凝土垫层; 待素混凝土垫层达到设计强度后, 凿除挖孔桩桩头混凝土, 开始布置工字钢, 将梁箍筋与工字钢进行焊接, 然后在工字钢上部铺设螺纹钢筋, 并将螺纹钢筋与工字钢进行焊接;

步骤八, 顶管内工字钢与钢筋布置完成后, 将挖孔桩伸入到顶管内高出工字钢标高的主筋弯折后, 与工字钢进行焊接; 顶管内安装与新建暗挖隧道初期支护重合部位相同的弧形模板, 然后对顶管的一侧进行封堵, 浇筑顶管内其余部分的混凝土;

步骤九, 采用CRD工法开挖新建暗挖隧道的左侧下导洞和右侧下导洞, 其中, 顶管与初期支护重合的部分随着隧道的开挖, 依次切割掉, 及时架设隧道下部导洞中隔壁, 并施工初期支护。

2. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法, 其特征在于, 进行顶管内施工时, 施工步骤依次为向中空的顶管内铺设梁箍筋、浇筑素混凝土垫层、在素混凝土垫层上铺设工字钢、在工字钢上设置螺纹钢筋, 钢筋笼主筋弯折后与工字钢焊接, 安装弧形模板, 向所述顶管内浇筑混凝土。

3. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法, 其特征在于, 挖孔桩内浇筑混凝土时, 当到达顶管内素混凝土垫层以上的高度时停止浇筑, 待混凝土凝固后, 破除桩头混凝土并使钢筋笼主筋露出, 使主筋向顶管内弯折并与工字钢焊接。

4. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法, 其特征在于, 所述顶进设备包括千斤顶、后靠背、导轨、导轨支架、混凝土支墩和钢横梁, 采用液压式千斤顶作为顶进动力, 所述后靠背和混凝土支墩均固定设置在所述顶管工作井内, 所述千斤顶一端固定连接所述后靠背、另一端用于推顶顶管, 所述顶管滑动在所述导轨上, 所述导轨固定连接在导轨支架上, 所述导轨支架固定连接在钢横梁上, 所述钢横梁固定连接在混凝土支墩上。

5. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法, 其特征在于, 顶管在顶进过程中的步骤依次为: 设备调试运行、下管、顶管就位、管前挖土、顶管顶进、顶管纠偏、顶管顶进过程记录与管理。

6. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,其特征在于,每次管前挖土与每次顶进长度的长度根据地质条件确定,一般控制在0.5m左右,直至将顶管全部顶进。

7. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,其特征在于,步骤五中,人工挖孔桩与顶管之间垂直正交,人工挖孔桩的桩径小于顶管管径,则对顶管与挖孔桩相交部分的上表面和下表面进行切割。

8. 如权利要求7所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,其特征在于,对顶管的切割的步骤依次包括:

顶管上表面切割步骤为:开挖至顶管上方、清理切割轮廓、施作人工护壁、清理管壁渣土、顶管内部切割处堆码沙袋、沙袋上方塞紧方木、分块切割、吊出切割后钢管、撤出方木和沙袋;

顶管下表面切割步骤为:测量定位标记切割轮廓、清理管壁渣土、分块切割、顶管内运出切割后钢管。

9. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,其特征在于,人工挖孔桩的施工步骤依次包括:

锁口圈梁和第一节挖孔桩护壁施工,桩位放样、破除桩位位置的临时仰拱部分、开挖第一节挖孔桩,进行锁口圈梁和第一节护壁施工,人工挖孔桩孔口井圈和护壁采用钢筋混凝土结构;

桩身开挖,从上到下逐层开挖,施工期间每节开挖深度均为1m,开挖过程中,应随时校对桩中心线,若发现偏差应及时纠正;

人工护壁施工,人工护壁采用钢筋混凝土结构,随桩孔开挖逐段向桩底进行施工,依次循环作业;

顶管切割,人工挖孔桩施工期间,对与挖孔桩交叉部分的顶管进行切割,顶管切割完成后,将顶管以上的人工护壁竖向钢筋与顶管进行焊接。

10. 如权利要求1所述的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,其特征在于,在人工挖孔桩内的钢筋笼底部焊接3-4根倒刺,使所述倒刺插入桩底,以防浇筑混凝土时所述钢筋笼发生上浮移动;在进行施工前要使地下水为降低至人工挖孔桩施工设计桩底以下至少1m位置,以保证桩孔内土体干燥;所述导轨与所述千斤顶的安装纵向坡度与顶管设计坡度一致。

大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于隧道与地下工程施工技术领域,更具体地说,是涉及一种大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法。

背景技术

[0002] 当前,我国城市化进程愈来愈快,城市轨道交通线路的建设不断完善,新建地铁上跨既有隧道的工程与日俱增。城市地铁隧道之间穿越净距小,相互影响大,当地铁隧道上跨施工时会打破原有地层的应力平衡状态,引起既有隧道的结构变形与上浮。当新建大断面地铁隧道与既有隧道之间的净距很小时,新建隧道的开挖会使既有隧道产生较大的变形,甚至会导致既有地铁隧道产生结构破坏,影响既有隧道内列车的安全。在这种复杂情况下,新建大断面地铁隧道上跨施工时,确保既有地铁隧道的安全运营是首要目标。

[0003] 目前,对既有隧道的变形控制措施往往是采用预注浆加固的方式,对新建隧道底部和既有隧道周围土体进行预注浆加固,通过注浆孔将粘稠性较大的注浆材料填充到地层的孔隙中,提高土体抵抗变形的能力,来减小上跨隧道的开挖对既有隧道的影响。但是,常用的地层预注浆加固措施难以将既有隧道变形控制在容许的范围之内,因此需要提出一种新的变形控制方法,将上跨施工过程中的既有隧道变形控制在合理范围之内,确保既有隧道的结构安全和地铁列车的正常运行。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,旨在解决新建暗挖隧道超小净距上跨既有隧道,暗挖隧道开挖引起既有隧道上浮变形带来安全隐患的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:提供一种大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤一,在新建暗挖隧道的设计位置采用CRD工法施工左侧上导洞和右侧上导洞;

[0007] 步骤二,在既有隧道一侧开挖顶管工作井,根据顶管起点的设计位置,在新建暗挖隧道的上导洞底部向下开挖顶管工作井;

[0008] 步骤三,顶管工作井开挖完成后,在顶管工作井内安装顶进设备;

[0009] 步骤四,顶管顶进,在既有隧道上方,施工两根人工顶管,采用人工挖土的方式,操作人员提前将顶管范围内的土层挖除,再进行顶管的顶进;

[0010] 步骤五,施工人工挖孔桩作为抗拔桩,在顶管两端上方的新建暗挖隧道内上导洞的底部,向下开挖人工挖孔桩,开挖时,随挖随支护,遇到顶管时对顶管进行切割;

[0011] 步骤六,挖孔桩开挖完成后,桩内放置钢筋笼,钢筋笼内主筋的长度高于顶管内型钢的设计标高为5倍的钢筋直径;螺旋箍筋布置在钢筋笼的外侧,从顶管底部直至挖孔桩底部;加强箍筋按照设计间距,布置在钢筋笼的内侧;然后进行挖孔桩内混凝土浇筑,混凝土从挖孔桩底部浇筑到顶管内混凝土垫层的设计标高以上处;

[0012] 步骤七,顶管内先施工梁箍筋,梁箍筋安装完成后,浇筑素混凝土垫层;待素混凝土垫层达到设计强度后,凿除挖孔桩桩头混凝土,开始布置工字钢,将梁箍筋与工字钢进行焊接,然后在工字钢上部铺设螺纹钢筋,并将螺纹钢筋与工字钢进行焊接;

[0013] 步骤八,顶管内工字钢与钢筋布置完成后,将挖孔桩伸入到顶管内高出工字钢标高的主筋弯折后,与工字钢进行焊接,安装弧形模板,然后对顶管的一侧进行封堵,顶管内浇筑混凝土;

[0014] 步骤九,采用CRD工法开挖新建暗挖隧道的左侧下导洞和右侧下导洞,其中,顶管与初期支护重合的部分随着隧道的开挖,依次切割掉,及时架设隧道下部导洞中隔壁,并施工初期支护;

[0015] 对所述顶管进行切割形成弧形凹槽,定义为异形顶管梁,所述异形顶管梁与挖孔桩组合形成异形板凳梁结构。

[0016] 在一种可能的实现方式中,进行顶管内施工时,施工步骤依次为向中空的顶管内铺设梁箍筋、浇筑素混凝土垫层、在素混凝土垫层上铺设工字钢、在工字钢上设置螺纹钢筋,钢筋笼主筋与工字钢焊接后,安装弧形模板,然后对顶管的一侧进行封堵,向所述顶管内浇筑混凝土。

[0017] 在一种可能的实现方式中,挖孔桩内浇筑混凝土时,当到达顶管内素混凝土垫层的高度以上时停止浇筑,待混凝土凝固后,破除桩头混凝土并使钢筋笼主筋露出,使主筋向顶管内弯折并与工字钢焊接。

[0018] 在一种可能的实现方式中,所述顶进设备包括千斤顶、后靠背、导轨、导轨支架、混凝土支墩和钢横梁,采用液压式千斤顶作为顶进动力,所述后靠背和混凝土支墩均固定设置在所述顶管工作井内,所述千斤顶一端固定连接所述后靠背、另一端用于推顶顶管,所述顶管滑动在所述导轨上,所述导轨固定连接在导轨支架上,所述导轨支架固定连接在钢横梁上,所述钢横梁固定连接在混凝土支墩上。

[0019] 在一种可能的实现方式中,顶管在顶进过程中的步骤依次为:设备调试运行、下管、顶管就位、管前挖土、顶管顶进、顶管纠偏、顶管顶进过程记录与管理。

[0020] 在一种可能的实现方式中,每次管前挖土与每次顶进长度的长度根据地质条件确定,一般控制在0.5m以内,直至将顶管全部顶进。

[0021] 在一种可能的实现方式中,步骤五中,人工挖孔桩与顶管之间垂直正交,人工挖孔桩的桩径小于顶管管径,则对顶管与挖孔桩相交部分的上表面和下表面进行切割。

[0022] 在一种可能的实现方式中,对顶管的切割的步骤依次包括:

[0023] 顶管上表面切割步骤为:开挖至顶管上方、清理切割轮廓、施作人工护壁、清理管壁渣土、顶管内部切割处堆码沙袋、沙袋上方塞紧方木、分块切割、吊出切割后钢管、撤出方木沙袋;

[0024] 顶管下表面切割步骤为:测量定位标记切割轮廓、清理管壁渣土、分块切割、顶管内运出切割后钢管。

[0025] 在一种可能的实现方式中,人工挖孔桩的施工步骤依次包括:

[0026] 锁口圈梁和第一节挖孔桩护壁施工,桩位放样、破除桩位位置的临时仰拱部分、开挖第一节挖孔桩(深度约1m),进行锁口圈梁和第一节护壁施工,人工挖孔桩孔口井圈和护壁采用钢筋混凝土结构;

[0027] 桩身开挖,从上到下逐层开挖,施工期间每节开挖深度均为1m,开挖过程中,应随时校对桩中心线,若发现偏差应及时纠正;

[0028] 人工护壁施工,人工护壁采用钢筋混凝土结构,随桩孔开挖逐段向桩底进行施工,依次循环作业;

[0029] 顶管切割,人工挖孔桩施工期间,对与挖孔桩交叉部分的顶管进行切割,顶管切割完成后,将顶管以上的人工护壁竖向钢筋与顶管进行焊接。

[0030] 在一种可能的实现方式中,在人工挖孔桩内的钢筋笼底部焊接3-4根倒刺,使所述倒刺插入桩底,以防浇筑混凝土时所述钢筋笼发生上浮移动;在进行施工前要使地下水为降低至人工挖孔桩施工设计桩底以下至少1m位置,以保证桩孔内土体干燥;所述导轨与所述千斤顶的安装纵向坡度与顶管设计坡度一致。

[0031] 本发明提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法的有益效果在于:与现有技术相比,本发明大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法包括步骤有,在新建暗挖隧道的设计位置施工左右侧上导洞、开挖顶管工作井、顶进顶管、在新建暗挖隧道左右两侧上导洞向下施工人工挖孔桩、遇到顶管时对顶管进行切割、安装钢筋笼、浇筑挖孔桩混凝土、浇筑顶管内垫层、顶管内型钢与梁箍筋安装、顶管与钢筋笼连接、安装与新建暗挖隧道初期支护重合部位相同的弧形模板,浇筑顶管内混凝土,开挖左侧下导洞和右侧下导洞,切割与初期支护重合的部分顶管。本发明提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,解决了新建暗挖隧道超小净距上跨既有隧道,暗挖隧道开挖引起既有隧道上浮变形带来安全隐患的技术问题,通过异形顶管梁与桩体构成的异形板凳梁结构将上下隧道隔离开,承担新建隧道开挖卸载产生的影响,有效抵抗新建隧道开挖引起的既有隧道回弹变形。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术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。

[0033] 图1为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法的步骤框图;

[0034] 图2为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法施工的异形板凳梁结构示意图;

[0035] 图3为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法施工的顶进设备结构示意图;

[0036] 图4为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法的顶管和新建暗挖隧道上导洞断面图;

[0037] 图5为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法的挖孔桩与新建暗挖隧道结构正视图;

[0038] 图6为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法施工的异形板凳梁和新建暗挖隧道断面图(异形板凳梁施工完成以后,新建暗挖隧道

下导洞尚未开挖时)；

[0039] 图7为图6中异形板凳梁和新建暗挖隧道断面图(新建暗挖隧道下导洞开挖并支护完成以后)；

[0040] 图8为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法施工的异形板凳梁与隧道位置关系示意图；

[0041] 图9为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法施工的异形板凳梁内部结构图；

[0042] 图10为图9中的异形顶管梁内部结构示意图；

[0043] 图11为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法施工的顶管内钢筋布置图；

[0044] 图12为本发明实施例提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法施工的钢筋笼结构俯视图。

[0045] 附图标记说明：

[0046] 1、桩体；11、钢筋笼；111、主筋；112、螺旋箍筋；113、加强箍筋；12、第一混凝土；13、护壁结构；2、异形顶管梁；21、工字钢；22、第二混凝土；23、素混凝土垫层；24、顶管；25、梁箍筋；26、螺纹钢筋；3、既有隧道；4、新建暗挖隧道；41、左侧上导洞；42、左侧下导洞；43、右侧上导洞；44、右侧下导洞；5、弧形凹槽；6、顶进设备；61、千斤顶；62、后靠背；63、导轨；64、导轨支架；65、混凝土支墩；66、钢横梁；7、弧形模板；8、切割部分。

具体实施方式

[0047] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0048] 请一并参阅图1至图12，现对本发明提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法进行说明。所述大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法，依次包括以下步骤：

[0049] 步骤一，在新建暗挖隧道4的设计位置采用CRD工法施工左侧上导洞41和右侧上导洞43；

[0050] 步骤二，在既有隧道3一侧开挖顶管工作井，根据顶管起点的设计位置，在新建暗挖隧道4的上导洞(包括左侧上导洞41和右侧上导洞43)底部向下开挖顶管工作井；

[0051] 步骤三，顶管工作井开挖完成后，在顶管工作井内安装顶进设备6；如图3中所示；

[0052] 步骤四，顶管(由多节钢管首尾焊接而成)顶进，在既有隧道3上方，施工两根人工顶管，采用人工挖土的方式，操作人员提前将顶管范围内的土层挖除，再进行顶管的顶进；如图4中所示；

[0053] 步骤五，施工人工挖孔桩作为抗拔桩，在顶管两端上方的新建暗挖隧道4内上导洞的底部，向下开挖人工挖孔桩，开挖时，随挖随支护，遇到顶管时对顶管进行切割；被切割掉的部分为切割部分8，如图5中所示；

[0054] 步骤六，挖孔桩(即本申请中桩体1，也即人工挖孔桩)开挖完成后，桩孔内放置钢筋笼11，钢筋笼11内主筋111的长度高于顶管内型钢(即工字钢21)的设计标高为5倍的钢筋

直径;在钢筋笼11上从顶管底部布置螺旋箍筋112,直至挖孔桩底部;然后进行挖孔桩内混凝土(即本申请中第一混凝土12)浇筑,挖孔桩内混凝土从挖孔桩底部浇筑到顶管内素混凝土垫层23的设计标高以上;

[0055] 步骤七,在顶管24内先施工梁箍筋25,梁箍筋25安装完成后,浇筑素混凝土垫层23;待素混凝土垫层23达到设计强度后,破除挖孔桩桩头混凝土,开始布置工字钢21,将梁箍筋25与工字钢21进行焊接;然后在工字钢21上部铺设螺纹钢筋26,并将螺纹钢筋26与工字钢21进行焊接;如图11中所示;

[0056] 步骤八,顶管内工字钢21与螺纹钢筋26布置完成后,将挖孔桩伸入到顶管梁内高出工字钢21标高的主筋111弯折后,与工字钢21进行焊接,然后安装弧形模板7,对顶管的一侧进行封堵,顶管内浇筑第二混凝土22;

[0057] 步骤九,采用CRD工法开挖新建暗挖隧道的左侧下导洞42和右侧下导洞44,其中,顶管与初期支护重合的部分随着隧道的开挖,依次切割掉,及时架设隧道下部导洞中隔壁,并施工初期支护,如图7中所示;对顶管24进行切割形成弧形凹槽5,定义为异形顶管梁2,异形顶管梁2与桩体1组合形成异形板凳梁结构。

[0058] 本发明提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法的有益效果在于:与现有技术相比,本发明大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法包括步骤有,在新建暗挖隧道的设计位置施工左侧上导洞41和右侧上导洞43、开挖顶管工作井、顶进顶管24、在新建暗挖隧道左右两侧上导洞向下施工人工挖孔桩、遇到顶管时对顶管进行切割、安装钢筋笼11、浇筑挖孔桩混凝土(第一混凝土12)、铺设梁箍筋25、浇筑顶管内垫层(素混凝土垫层23)、顶管内型钢(工字钢21)与螺纹钢筋26安装、顶管(工字钢21)与钢筋笼11连接、安装与新建暗挖隧道初期支护重合部位相同的弧形模板7,浇筑顶管内混凝土(第二混凝土22),开挖左侧下导洞42和右侧下导洞44,切割与初期支护重合的部分顶管。本发明提供的大断面地铁隧道超小净距上跨既有隧道的微变形控制方法,解决了新建暗挖隧道4超小净距上跨既有隧道3,暗挖隧道开挖引起既有隧道3上浮变形带来安全隐患的技术问题,通过异形顶管梁2与桩体1构成的异形板凳梁结构将上下两隧道隔离开,承担新建隧道开挖卸载产生的影响,有效抵抗新建隧道开挖引起的既有隧道3回弹变形。

[0059] 异形板凳梁结构包括多个桩体1和异形顶管梁2,顶管上端切割一部分,形成弧形凹槽5,多个桩体1分别置于既有隧道3两侧,呈竖直状设置,桩端嵌入地层内;异形顶管梁2固定连接于多个桩体1的桩顶,异形顶管梁2呈水平状设置且两端分别位于既有隧道3两侧;其中,多个桩体1与异形顶管梁2组合形成异形板凳梁结构并骑跨在既有隧道3上方,形成对既有隧道3的压顶结构,异形板凳梁结构位于新建暗挖隧道4下方。

[0060] 通过设置的多个桩体1配合异形顶管梁2组合形成的异形板凳梁,骑跨在既有隧道3上方,能实现荷载转移,确保既有隧道3的结构安全,适于超小净距的情况,解决了新建暗挖隧道4超小净距上跨既有隧道3,暗挖隧道开挖引起既有隧道3上浮变形带来安全隐患的技术问题,通过异形顶管梁2与桩体1构成的异形板凳梁结构将上下隧道(是指既有隧道3和新建暗挖隧道4)隔离开,承担新建隧道开挖卸载产生的影响,可有效抵抗新建隧道开挖引起的既有隧道3回弹变形。

[0061] 异形顶管梁2为顶管24的弧形凹槽5上放置有弧形模板7、浇筑第二混凝土22等,并在新建暗挖隧道4下导洞施工过程中切割与初期支护重叠部分以后形成的顶管梁2。

[0062] 本发明中的超小净距隧道是指上下隧道间的夹土厚度小于某一数值的隧道布置形式。随着公路、铁路和城市轨道交通建设的发展,在选线时由于受条件限制,使得线路交叉时上下隧道的最小净距小于某一数值,对既有隧道的结构安全产生较大不利影响。因此,就要采用措施,如本发明的控制方法。

[0063] 本实施例中,若既有隧道3设置为一个,则在既有隧道3两侧各设置一个桩体1,异形顶管梁2横跨在既有隧道3上方且与桩体1连接。若既有隧道3为相互并列设置有两个(双向隧道),则至少设置三个桩体1,即如图2中所示,并列设置三个桩体1,中部的桩体1位于两个既有隧道3之间,而异形顶管梁2固定连接于三个桩体1上端,组合形成类似于“板凳”的结构,顾名思义为板凳梁。异形顶管梁2的直径要大于桩体1的外径。

[0064] 在一些实施例中,请参阅图1至图10,顶进设备6包括千斤顶61、后靠背62、导轨63、导轨支架64、混凝土支墩65和钢横梁66,采用液压式千斤顶作为顶进动力,所述后靠背62和混凝土支墩65均固定设置在所述顶管工作井内,所述千斤顶61一端固定连接所述后靠背62、另一端用于推顶顶管,所述顶管滑动在所述导轨63上,所述导轨63固定连接在导轨支架64上,所述导轨支架64固定连接在钢横梁66上,所述钢横梁66固定连接在混凝土支墩65上。

[0065] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,顶管在顶进过程中的步骤依次为:设备调试运行、下管、顶管就位、管前挖土、顶管顶进、顶管纠偏、顶管顶进过程记录与管理。每次管前挖土与每次顶进长度的长度根据地质情况确定,一般控制在0.5m以内,直至将顶管全部顶进。

[0066] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,步骤五中,人工挖孔桩与顶管24之间垂直正交,人工挖孔桩的桩径小于顶管24管径,在挖孔桩施工中对与顶管相交部分的上表面和下表面进行切割。

[0067] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,对顶管切割的步骤依次包括:

[0068] 顶管上表面切割步骤为:开挖至顶管上方、清理切割轮廓、施作人工护壁、清理管壁渣土、顶管内部切割处堆码沙袋、沙袋上方塞紧方木、分块切割、吊出切割后钢管、撤出方木沙袋;

[0069] 顶管下表面切割步骤为:测量定位标记切割轮廓、清理管壁渣土、分块切割、顶管内运出切割后钢管。

[0070] 分块切割是将顶管的上端和下端分几块进行逐次切割,切割的工艺有等离子切割、激光切割和水切割等,根据实际情况,在作业时选取合适的作业工艺。

[0071] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,人工挖孔桩的施工步骤依次包括:

[0072] 锁口圈梁和第一节挖孔桩护壁施工,桩位放样、破除桩位位置的临时仰拱部分、开挖第一节挖孔桩,进行锁口圈梁和第一节护壁施工,人工挖孔桩孔口井圈和护壁采用钢筋混凝土结构;

[0073] 桩身开挖,从上到下逐层开挖,施工期间每节开挖深度均为1m,开挖过程中,应随时校对桩中心线,若发现偏差应及时纠正;

[0074] 人工护壁施工,人工护壁采用钢筋混凝土结构,人工护壁随桩孔开挖逐段向桩底进行施工,依次循环作业;

[0075] 顶管切割,人工挖孔桩施工期间,对与挖孔桩交叉部分的顶管进行切割,顶管切割完成后,将顶管以上的人工护壁竖向钢筋与顶管进行焊接。

[0076] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,在人工挖孔桩内的钢筋笼底部焊接3-4根倒刺,使所述倒刺插入桩底,以防浇筑混凝土时所述钢筋笼发生上浮移动。在进行施工前要使地下水位降低至人工挖孔桩施工设计桩底以下至少1m位置,以保证桩孔内土体干燥。所述导轨与所述千斤顶的安装纵向坡度与顶管设计坡度一致。

[0077] 异形顶管梁2与其连接的桩体1组合形成一组板凳梁结构,沿既有隧道3设置有多组板凳梁结构。桩体1起到了对异形顶管梁2支撑的作用,桩体1端部牢固嵌入在地层中,为最大限度的避免既有隧道3的上浮变形,可沿着既有隧道3的长度方向设置多组异形板凳梁结构,可以等间距设置,也可以相互靠近设置,要根据地层的实际情况等合理设置,这样能保证新建暗挖隧道4的安全施工和既有隧道3的正常运营。

[0078] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,新建暗挖隧道4采用CRD法施工,新建暗挖隧道4内部划分为左侧上导洞41、左侧下导洞42、右侧上导洞43和右侧下导洞44,与图6中新建隧道分隔的四个区域对应设置,此工法可参考现有技术,在此不再赘述。位于新建暗挖隧道4的左侧下导洞42和右侧下导洞44的正下方各布置一根异形顶管梁2,多个桩体1分别对应连接于两根异形顶管梁2,异形顶管梁2轴向平行于新建暗挖隧道4长度方向设置。本实施例中此种设置异形顶管梁2的位置能最大限度保证既有隧道3的结构安全,效果较好。图6中的实线表示两个桩体1对应设置的位置,异形顶管梁2轴向与既有隧道3垂直设置。

[0079] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,桩体1包括钢筋笼11和浇筑的第一混凝土12,异形顶管梁2包括梁箍筋25、连接于梁箍筋25的工字钢21和铺设于工字钢21上部的螺纹钢26以及浇筑在异形顶管24内的第二混凝土22。工字钢21和螺纹钢26的使用能增强顶管梁的结构刚度,第一混凝土12凝固后与钢筋笼11粘接组合形成一个整体,即桩体1。第二混凝土22凝固后与异形顶管24、梁箍筋25、工字钢21和螺纹钢26等组合形成一个整体,即异形顶管梁2。异形顶管梁2内设置素混凝土垫层23,其位于工字钢21下方。

[0080] 为实现异形顶管梁2与桩体1之间的固定连接,在一些实施例中,请参阅图1至图10,工字钢21与钢筋笼11上端主筋111焊接连接,以固定异形顶管梁2与桩体1。通过焊接连接方式能永久将异形顶管梁2与桩体1固定连接形成一个整体,能提高整体结构稳定性。

[0081] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,钢筋笼11为由多根主筋111、多根螺旋箍筋112和多根加强箍筋113相互组合形成的结构,多根主筋111呈竖直状设置且组合围成圆形,螺旋箍筋112包绕围成圆形的多根主筋111外侧,且与多根主筋111焊接或绑扎连接,加强箍筋113布置在内侧,与多根主筋111相互焊接或绑扎连接。桩体1为抗拔桩,焊接作业时,将桩体1上端混凝土破除,钢筋笼11的上端伸出的主筋111(钢筋)剥离后弯折,并锚入异形顶管梁2中,然后进行焊接。

[0082] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,工字钢21长度方向与异形顶管梁2轴向平行设置,工字钢21为多根且相互平行并列等间距设置,工字钢21位于异形顶管梁2内侧中部靠下位置。

[0083] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,桩体1设置有护壁结构13。

[0084] 护壁结构13是,人工挖孔桩在开挖过程中,地表以下的土层受到土压力的作用,往往会造成土体坍塌的情况发生,为了确保挖孔桩施工的安全和质量,通常需要对孔壁采取护壁措施,特别是在地质条件比较复杂的情况下,应结合结构强度和经济造价,对不同情况的土层采用不同形式的护壁结构13,在施工中常采用的护壁结构13有:砖护壁、现浇混凝土

护壁、钢套筒护壁、喷射速凝混凝土护壁、波纹钢模板工具式护壁等,在特殊情况下,对桩端扩大头部分也要采用护壁,如组合式钢板混凝土护壁。各种护壁类型都有其优缺点及适用范围,应根据场地具体的工程地质与水文地质条件,在确保施工人员安全的前提下,综合考虑工期、经济等因素,选择合适的护壁结构。

[0085] 在一些实施例中,请参阅图1至图12,桩体1为人工挖孔桩。人工挖孔桩是采用人工方式挖孔,现场浇筑的钢筋混凝土桩,其设置方式或施工方法可参见现有技术。

[0086] 人工挖孔桩在异形顶管梁2以上的部分为空桩,不浇筑第一混凝土11,如图9中所示,在新建隧道下导洞开挖时,破除多余的人工护壁。

[0087] 新建隧道下方异形顶管梁2和人工挖孔桩的直径、长度和数量均按实际工程需要设置;人工挖孔桩与既有隧道3净距不宜过小,以防施作挖孔桩时对既有隧道3产生不利影响。

[0088] 本发明为新建暗挖隧道4超小净距上跨既有隧道3提出了一种变形控制措施,至少有以下优点及效果:

[0089] 本发明在施工过程中,施工速度快,功效高,可以形成标准化作业,人工挖孔桩可以在暗挖隧道内施工,不受外界条件的影响;异形顶管梁2施工在工作井内进行,对地面交通的影响较小。

[0090] 本发明通过异形顶管梁2与挖孔桩构成的异形板凳梁结构将上下隧道隔离开,承担新建隧道开挖卸载产生的影响,可有效抵抗新建隧道开挖引起的既有隧道3回弹变形。

[0091] 异形板凳梁结构整体骑跨在既有隧道3上方作为其永久保护结构,可减小后期地铁运营动荷载对既有隧道3结构造成的安全风险。

[0092] 本发明的具体应用举例说明:

[0093] 以成都市轨道交通17号线二期工程为例,成都市轨道交通17号线二期工程西起于机投桥站,抵达高洪村站。线路总体呈西南~东北走向,总长约24.8km,均为地下线路,共设置地下车站18座,其中有换乘站12座。最大站间距为2757m,最小站间距为582m,平均站间距为1356m。

[0094] 其中阳公桥站~龙爪堰站区间位于晋阳路与中环路交叉路口西侧,沿晋阳路东西敷设,起于龙腾高架桥南侧,止于龙爪堰站小里程端盾构接收井;设计里程范围为:左线ZDK78+903~ZDK79+890.771,区间左线长987.771m,右线YDK78+903~YDK79+892.405,右线长989.405m。

[0095] 新建轨道交通17号线上跨区间段近似于正交穿越既有7号线区间的左右线,上跨长度约为45m,二者结构之间的最小净距约为1.21m。对既有7号线隧道采取异形板凳梁措施进行保护,异形板凳梁的具体实施步骤为:

[0096] 第一步、新建隧道采用CRD工法,先开挖隧道上部的左侧和右侧导洞;

[0097] 第二步、顶管工作井的开挖,根据顶管起点的设计位置,在新建暗挖隧道4上部导洞的底部向下开挖工作井;

[0098] 第三步、顶进设备6的安装,在顶管工作井内安装顶机千斤顶61、后靠背62、导轨63、导轨支架64、混凝土支墩65和钢横梁66,选用液压式千斤顶作为顶进动力。

[0099] 第四步、顶管顶进,在既有隧道3的上方,施工两根 $\phi 1.8\text{m}$ 人工顶管,采用人工挖土的方式,操作人员提前将顶管范围内的土层挖除,再进行顶管的顶进;管前挖土和顶管顶进

每次控制在0.5m以内,直至将顶管全部顶进。

[0100] 第五步、施工人工挖孔桩作为抗拔桩,在顶管两端上方的新建暗挖隧道4内上导洞的底部,向下开挖 $\phi 1.5\text{m}$ 的人工挖孔桩。开挖时,随挖随支护,遇到顶管需对顶管进行切割。

[0101] 第六步、挖孔桩开挖完成后,桩内放置钢筋笼11,钢筋笼11内主筋111的长度高于顶管内型钢(工字钢21)的设计标高约5倍的钢筋直径。螺旋箍筋112在顶管梁底部开始布置,到挖孔桩底部结束。接着进行挖孔桩内的混凝土(即第一混凝土12)浇筑,桩内的混凝土从挖孔桩底部浇筑到顶管内混凝土垫层23的设计标高处。

[0102] 第七步、顶管内先施工梁箍筋,箍筋安装完成后,浇筑混凝土垫层23。待混凝土垫层23达到设计强度后,破除挖孔桩桩头混凝土,开始布置型钢,型钢采用工字钢21。随后,将梁箍筋与工字钢21进行焊接。最后,在型钢上部铺设螺纹钢筋24,并将螺纹钢筋24与工字钢21进行焊接。

[0103] 第八步、顶管内型钢和钢筋布置完成后,将挖孔桩伸入到顶管梁内高出型钢标高的主筋弯折后,与型钢进行焊接连接。随后对顶管的一侧进行封堵,顶管内安装与新建暗挖隧道4初期支护重合部位相同形状的弧形模板7。最后,浇筑顶管内其余部分的混凝土,形成“异形板凳梁结构”。主筋111与型钢的连接以及顶管内混凝土的浇筑示意图见图9和图10。

[0104] 第九步、开挖隧道下部左侧和右侧导洞,其中,顶管与初期支护重合的部分随着隧道的开挖,依次切割掉。及时架设下部导洞中隔壁(为现有技术中施工工艺),并施工初期支护。

[0105] 本发明的工作原理:异形板凳梁的加固措施通过施工人工挖孔桩作为抗拔桩,与异形顶管梁之间可靠连接,形成“异形板凳梁”,整体骑跨在既有隧道上方,作为其永久保护结构,有效抵抗隧道开挖引起的卸载回弹,保证既有下卧隧道的结构安全和正常运营。本发明中若无特殊说明,所述顶管梁均是指异形顶管梁2。

[0106] 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、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

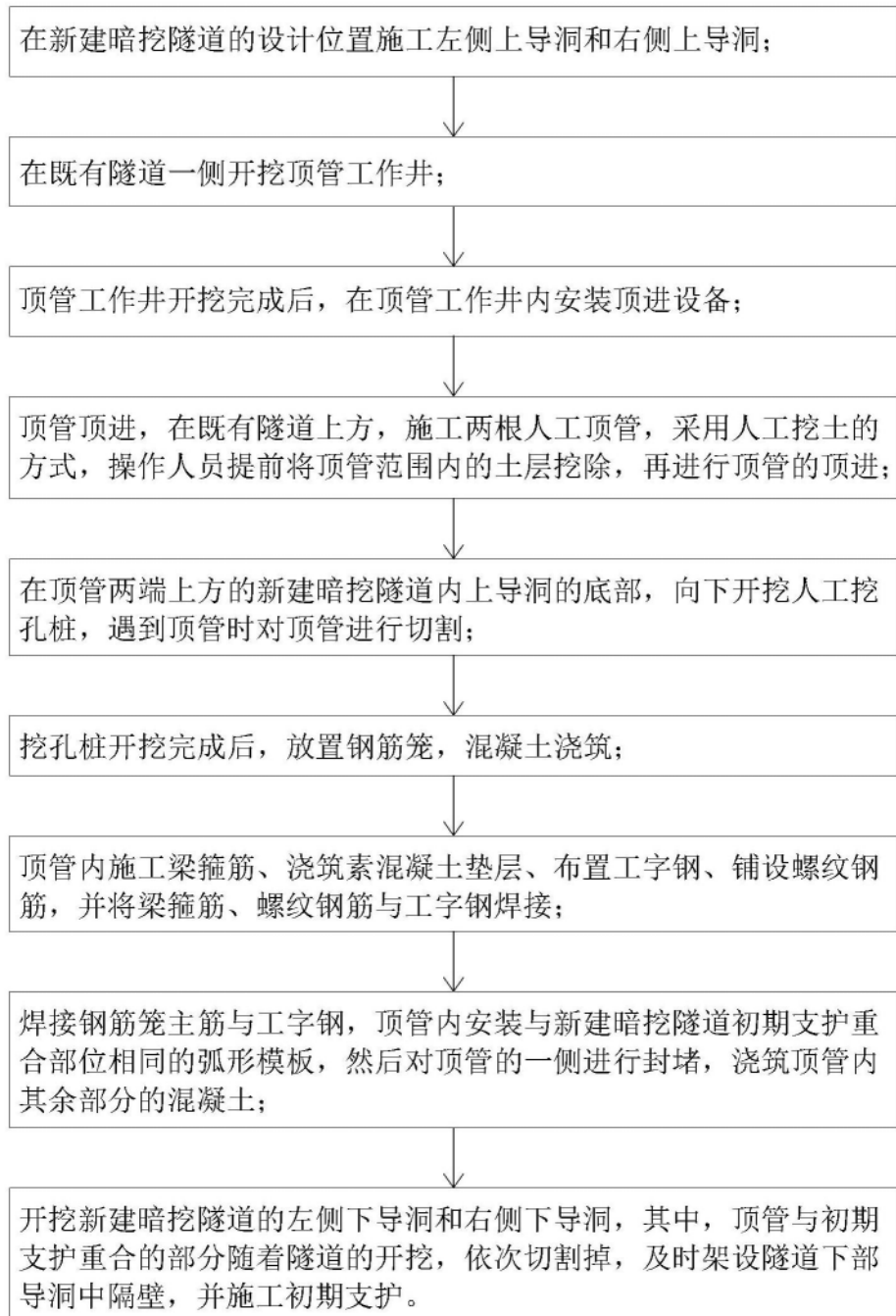


图1

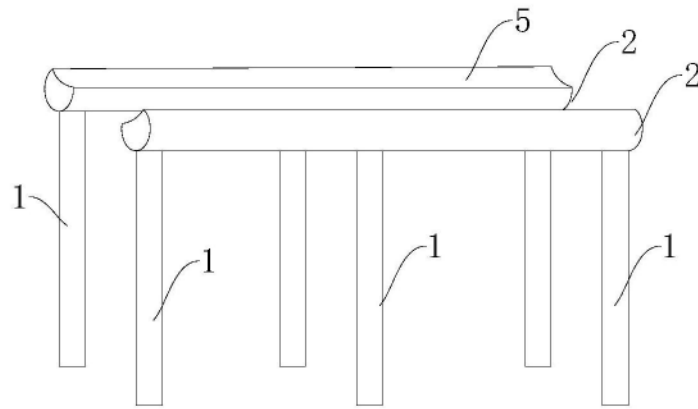


图2

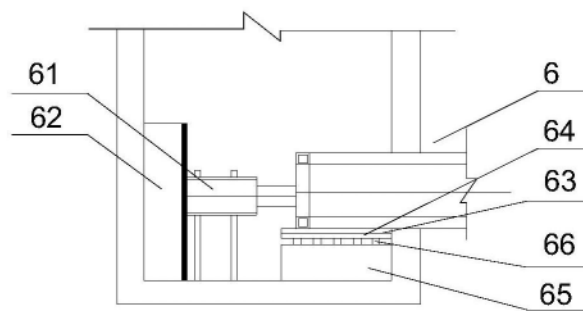


图3

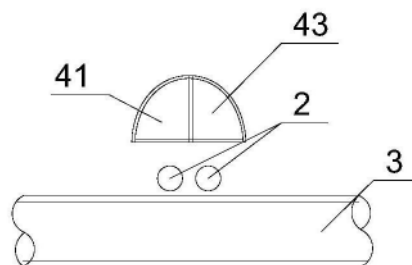


图4

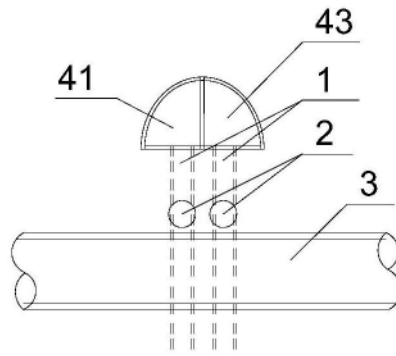


图5

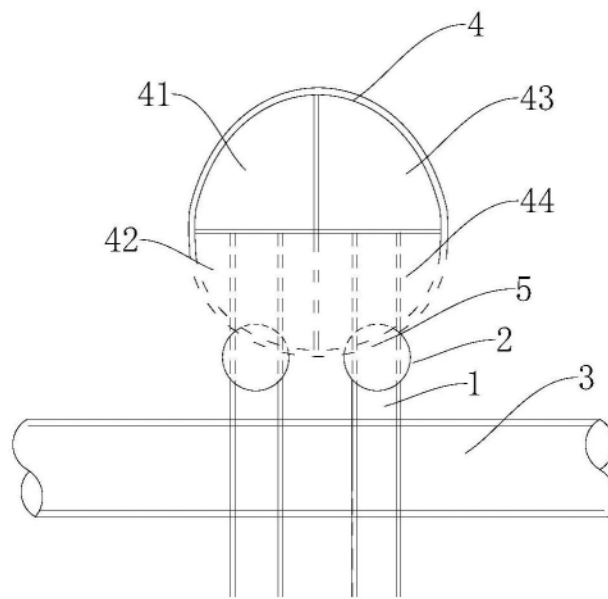


图6

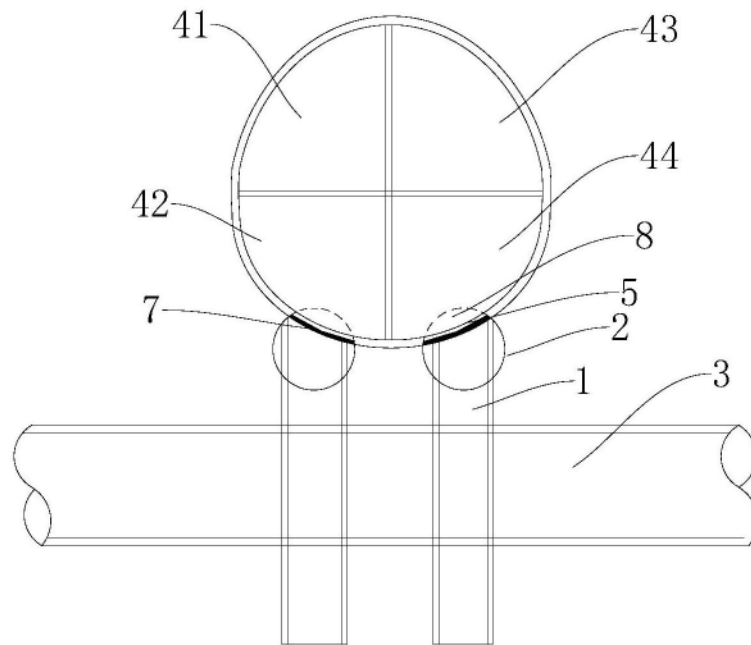


图7

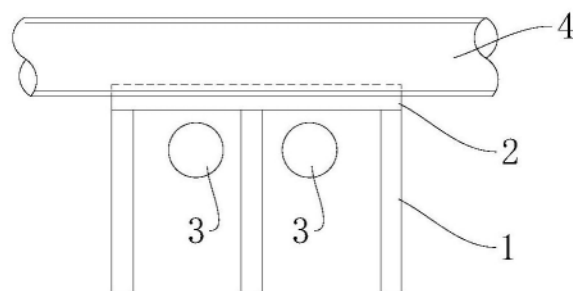


图8

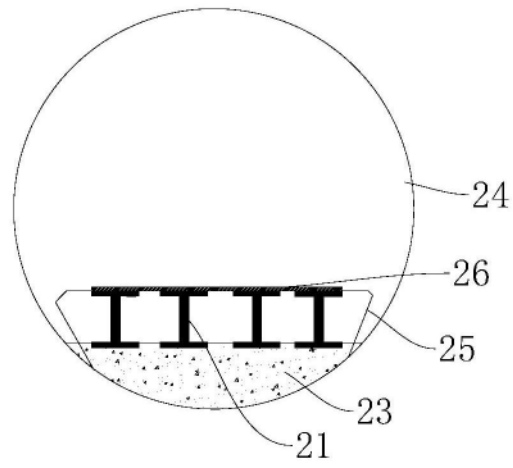


图11

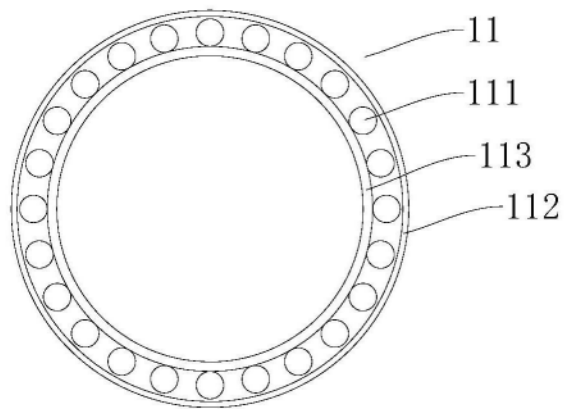


图12