



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211598680 U

(45)授权公告日 2020.09.29

(21)申请号 201922082801.8

E21D 20/02(2006.01)

(22)申请日 2019.11.27

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 杭州合跃科技有限责任公司

地址 310015 浙江省杭州市拱墅区舟山东
路30号20幢307室

专利权人 浙江大学城市学院

(72)发明人 俞国骅 丁智 李栋樑

(74)专利代理机构 杭州君度专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33240

代理人 诸佩艳

(51)Int.Cl.

E21D 11/10(2006.01)

E21D 11/08(2006.01)

E21D 11/38(2006.01)

E21D 21/00(2006.01)

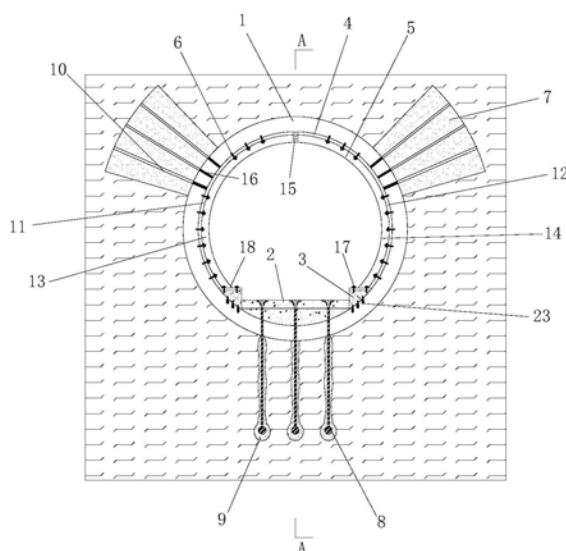
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)实用新型名称

一种已运营地铁隧道抗浮加固结构

(57)摘要

本实用新型涉及一种已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:隧道衬砌内部设有内加固结构,隧道衬砌外部设有外加固结构和抗浮结构;内加固结构包括间隔设置的钢套圈和加劲板,加劲板与钢套圈焊接,钢套圈通过壁挂膨胀螺栓与隧道衬砌固定;所述的外加固结构包括注浆加固土体,注浆加固土体对称设在隧道衬砌两侧偏上部位置;所述的抗浮结构包括锚杆,锚杆设在隧道衬砌底部,锚杆顶端锚入道床内部,隧道衬砌以下部分的锚杆周围设有灌浆体。本实用新型能减少周围土体扰动对地铁隧道的影响,增加地铁隧道抗浮性能与隧道刚度,在地下水位上升或隧道上覆土体开挖时,减小隧道的上浮量与断面变形量。



1. 一种已运营地铁隧道抗浮加固结构,包括隧道衬砌(1),隧道衬砌内部设有道床(2),道床(2)两侧设有承台(3),其特征在于:所述的隧道衬砌(1)内部设有内加固结构,隧道衬砌外部设有外加固结构和抗浮结构;所述的内加固结构包括间隔设置的钢套圈(4)和加劲板(5),加劲板(5)与钢套圈(4)焊接,钢套圈(4)紧贴隧道衬砌(1)内表面,并通过壁挂膨胀螺栓(6)与隧道衬砌(1)固定,钢套圈(4)两侧采用环氧胶泥封堵,钢套圈(4)与隧道衬砌(1)之间的空隙采用环氧树脂填充;所述的外加固结构包括注浆加固土体(7),注浆加固土体(7)对称设在隧道衬砌(1)两侧偏上部位置;所述的抗浮结构包括若干锚杆(8),锚杆(8)设在隧道衬砌(1)底部,锚杆(8)顶端锚入道床(2)内部,隧道衬砌(1)以下部分的锚杆(8)周围设有灌浆体(9)。

2. 根据权利要求1所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的钢套圈(4)包括左弧形钢板(11)和右弧形钢板(12),所述的加劲板(5)包括左加劲板(13)和右加劲板(14);左弧形钢板(11)和右弧形钢板(12)的弧度与隧道衬砌(1)内侧弧度相同,隧道衬砌(1)的内表面设有螺孔(24),左弧形钢板(11)和右弧形钢板(12)上对应位置设有螺孔,左弧形钢板(11)和右弧形钢板(12)紧贴隧道衬砌(1)内表面设置,左弧形钢板(11)和右弧形钢板(12)均通过穿过螺孔(24)的壁挂膨胀螺栓(6)与隧道衬砌(1)连接;左加劲板(13)沿左弧形钢板(11)的中轴线焊接连接,右加劲板(14)沿右弧形钢板(12)的中轴线焊接连接,左加劲板(13)和右加劲板(14)的顶端均设有连接顶板(15),两侧的连接顶板(15)通过对拉螺栓(19)相互连接;左弧形钢板(11)和右弧形钢板(12)的底部均焊接有底部连接板(18),底部连接板(18)通过地脚螺栓(17)配合螺帽固定在两侧的承台(3)的上表面。

3. 根据权利要求1所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的注浆加固土体(7)内设有若干注浆花管(10),两侧注浆加固土体(7)内的注浆花管(10)左右对称,所述的隧道衬砌(1)的左右两侧对应注浆花管(10)的位置设有注浆孔(21),注浆花管(10)贯穿注浆孔(21)并插入隧道衬砌(1)两侧的加固土体(7)中,且注浆孔(21)内填充密封材料(16)封堵注浆孔(21)。

4. 根据权利要求1所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的锚杆(8)包括锚杆主筋(25)和若干抗浮加强筋(26),抗浮加强筋(26)的底端均与锚杆主筋(25)焊接。

5. 根据权利要求4所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的锚杆(8)还包括止水钢板(27),锚杆主筋(25)贯穿止水钢板(27),所述的抗浮加强筋(26)焊接于锚杆主筋(25)与止水钢板(27)的交汇处,止水钢板(27)埋于道床(2)内,并与道床钢筋(20)焊接。

6. 根据权利要求4所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的锚杆主筋(25)上设有钢筋定位器(28),钢筋定位器(28)焊接于隧道衬砌(1)以下部分的锚杆主筋(25)上。

7. 根据权利要求4所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的锚杆主筋(25)和抗浮加强筋(26)的顶端均设有弯折部分,抗浮加强筋(26)的底端设有与锚杆主筋(25)向平行的搭接部分。

8. 根据权利要求7所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的弯折部分的长度至少为锚杆主筋(25)或抗浮加强筋(26)直径的15倍,搭接部分的长度至少为抗浮加

强筋(26)直径的55倍。

9.根据权利要求1所述的已运营地铁隧道抗浮加固结构,其特征在于:所述的承台(3)通过若干膨胀螺栓(23)与隧道衬砌(1)连接。

一种已运营地铁隧道抗浮加固结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及地铁隧道抗浮技术领域,尤其涉及一种已运营地铁隧道抗浮加固结构。

背景技术

[0002] 随着车流量的日益增长,地面道路的交通压力逐渐加剧,由此地下空间的开发建设也正在全国各地掀起高潮,城市下穿隧道在空间上分离了交叉车流,提高了交通舒畅性,极大的缓解了城市交通压力。在地铁运营阶段,由于地下水位变化或周边施工活动,盾构隧道会发生上浮现象,管片上浮会对列车运行速度、运行安全、乘客舒适度产生不利影响。

[0003] 地铁隧道作为重要的城市交通生命线,对其变形要求极其严格。根据现有的相关规定,隧道绝对最大位移不能超过20mm,隧道回弹变形不超过15mm,隧道变形曲率半径必须大于15000m,相对变形必须小于1/2500。

[0004] 目前最为常见的隧道结构抗浮方法是在设计阶段利用深埋于地面以下且位于地铁隧道顶部以上的土体自身重量,使这些土体的重量足以抵抗地铁隧道在地下所可能受到的浮力。但是,在沿海城市常年地下水位较高,地质条件较差,且地下水位随着季节变化也会发生较大变化,当地下隧道结构以上覆土产生的自重效应无法抵抗地下水浮力时,结构将产生上浮现象,严重时将导致盾构管片连接开裂,危及结构安全。另外,既有地铁隧道邻侧进行建筑施工活动日增多,当地铁隧道上方需要进行基坑开挖等土体卸荷工程时,由于基坑开挖会引起坑内土体回弹,会对近接地下建(构)筑造成附加位移,引起近接地铁隧道的上浮变形,造成隧道垂直直径变小,水平直径变大,隧道横断面形状改变,如果不及时对地铁隧道进行抗浮加固处理,隧道上浮位移超限,进而导致隧道管片破损,甚至会造成隧道涌水、坍塌等问题,危害生命和财产安全。

[0005] 随着城市轨道交通运营里程的快速增加及运营时间的增长,加之盾构隧道邻侧区域一直是建筑热地,地铁运营阶段隧道发生上浮病害预计会越来越多,有必要研究运营阶段盾构隧道管片上浮病害治理措施,合理地选择隧道抗浮加固措施与手段,保证地铁隧道的正常使用。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于针对现有技术中缺乏有效措施解决运营地铁隧道抗浮加固问题以及施工结构承载力不足、施工整体性偏弱等缺陷,提出了一种针对已运营地铁、抗浮与加固相结合、步骤简单、设计合理且施工简便、施工结构整体性好、适合地铁停运窗口期施工的地铁隧道抗浮加固结构。

[0007] 为了达到目的,本实用新型提供的技术方案为:

[0008] 本实用新型涉及的一种已运营地铁隧道抗浮加固结构,包括隧道衬砌,隧道衬砌内部设有道床,道床两侧设有承台,其特征在于:所述的隧道衬砌内部设有内加固结构,隧道衬砌外部设有外加固结构和抗浮结构;所述的内加固结构包括间隔设置的钢套圈和加劲

板,加劲板与钢套圈焊接,钢套圈紧贴隧道衬砌内表面,并通过壁挂膨胀螺栓与隧道衬砌固定,钢套圈两侧采用环氧胶泥封堵,钢套圈与隧道衬砌之间的空隙采用环氧树脂填充;所述的外加固结构包括注浆加固土体,注浆加固土体对称设在隧道衬砌两侧偏上部位置;所述的抗浮结构包括若干锚杆,锚杆设在隧道衬砌底部,锚杆顶端锚入道床内部,隧道衬砌以下部分的锚杆周围设有灌浆体。

[0009] 优选地,所述的钢套圈包括左弧形钢板和右弧形钢板,所述的加劲板包括左加劲板和右加劲板;左弧形钢板和右弧形钢板的弧度与隧道衬砌内侧弧度相同,隧道衬砌的内表面设有螺孔,左弧形钢板和右弧形钢板上对应位置设有螺孔,左弧形钢板和右弧形钢板紧贴隧道衬砌内表面设置,左弧形钢板和右弧形钢板均通过穿过螺孔的壁挂膨胀螺栓与隧道衬砌连接;左加劲板沿左弧形钢板的中轴线焊接连接,右加劲板沿右弧形钢板的中轴线焊接连接,左加劲板和右加劲板的顶端均设有连接顶板,两侧的连接顶板通过对拉螺栓相互连接;左弧形钢板和右弧形钢板的底部均焊接有底部连接板,底部连接板通过地脚螺栓配合螺帽固定在两侧的承台的上表面。

[0010] 优选地,所述的注浆加固土体内设有若干注浆花管,两侧注浆加固土体内的注浆花管左右对称,所述的隧道衬砌的左右两侧对应注浆花管的位置设有注浆孔,注浆花管贯穿注浆孔并插入隧道衬砌两侧的加固土体中,且注浆孔内填充密封材料封堵注浆孔。

[0011] 优选地,所述的锚杆包括锚杆主筋和若干抗浮加强筋,抗浮加强筋的底端均与锚杆主筋焊接。

[0012] 优选地,所述的锚杆还包括止水钢板,锚杆主筋贯穿止水钢板,所述的抗浮加强筋焊接于锚杆主筋与止水钢板的交汇处,止水钢板埋于道床内,并与道床钢筋焊接。

[0013] 优选地,所述的锚杆主筋上设有钢筋定位器,钢筋定位器焊接于隧道衬砌以下部分的锚杆主筋上。

[0014] 优选地,所述的锚杆主筋和抗浮加强筋的顶端均设有弯折部分,抗浮加强筋的底端设有与锚杆主筋向平行的搭接部分。

[0015] 优选地,所述的弯折部分的长度至少为锚杆主筋或抗浮加强筋直径的15倍,搭接部分的长度至少为抗浮加强筋直径的55倍。

[0016] 优选地,所述的承台通过若干膨胀螺栓与隧道衬砌连接。

[0017] 采用本实用新型涉及的方案,与现有技术相比存在以下有益效果:

[0018] (1) 本实用新型在隧道衬砌的内部设有由钢套圈和加劲板组成的内加固结构,隧道衬砌外部的左右两侧分别设有注浆加固土体,可以迅速抑制隧道上浮趋势,起到“速效”的作用,与内加固结构搭配在隧道衬砌的内外部形成了加固体系,提高隧道结构的稳定性,减小隧道的断面变形量,减少周边建筑施工活动对隧道造成的损坏。

[0019] (2) 本实用新型在隧道衬砌的底部设置了抗浮结构,该抗浮结构与隧道上覆土配合抵消地下水对隧道的浮力,当水位发生变化或上覆土挖除时,抗浮结构起到阻止隧道上浮的作用,避免因隧道上浮而导致结构破坏,可以在荷载周期内长效控制隧道位移值。

[0020] (3) 本实用新型同时解决了隧道上浮变形及隧道断面变形的两种隧道结构灾害,较大降低了施工成本,提高了隧道的抗变形能力,延长了隧道的使用寿命,实用价值高且使用效果好。

[0021] (4) 针对不同直径、不同地区的已运营地铁隧道的上浮变形修正均可采用本实用

新型所公开技术,特别适用于在富水软弱地区等易发生衬砌病害危险地层中的隧道保护与加固,适用面广。

附图说明

[0022] 图1是本实用新型涉及的地铁隧道抗浮加固结构的结构示意图;

[0023] 图2是附图1所示的地铁隧道抗浮加固结构的A-A剖面图;

[0024] 图3是注浆孔、锚杆孔、螺孔成孔结构的A-A剖面图;

[0025] 图4是设置锚杆后结构的A-A剖面图;

[0026] 图5是锚杆节点大样图;

[0027] 图6是锚杆节点大样的1-1剖面图;

[0028] 图7是锚杆大样图;

[0029] 图8是锚杆的配筋图。

[0030] 标注说明:1-隧道衬砌,2-道床,3-承台,4-钢套圈,5-加劲板,6-壁挂膨胀螺栓,7-注浆加固土体,8-锚杆,9-灌浆体,10-注浆花管,11-左弧形钢板,12-右弧形钢板,13-左加劲板,14-右加劲板,15-连接顶板,16-密封材料,17-地脚螺栓,18-底部连接板,19-对拉螺栓,20-道床钢筋,21-注浆孔,22-锚杆孔,23-膨胀螺栓,24-螺孔,25-锚杆主筋,26-抗浮加强筋,27-止水钢板,28-钢筋定位器,29-道床混凝土凿除迹线。

具体实施方式

[0031] 为进一步了解本实用新型的内容,结合实施例对本实用新型作详细描述,以下实施例用于说明本实用新型,但不用来限制本实用新型的范围。

[0032] 结合附图1~4所示,本实用新型涉及的一种已运营地铁隧道抗浮加固结构,用于解决因水位上升引起的隧道上浮或隧道上方卸载引起隧道上浮问题,该结构包括隧道衬砌1,隧道衬砌1内部设有道床2和内加固结构,隧道衬砌1外部设有外加固结构和抗浮结构,道床2两侧设有承台3,承台3通过若干膨胀螺栓23与隧道衬砌1连接。

[0033] 结合附图1~4所示,所述的内加固结构包括间隔设置的钢套圈4和加劲板5,加劲板5与钢套圈4焊接,钢套圈4包括左弧形钢板11和右弧形钢板12,加劲板5包括左加劲板13和右加劲板14;左弧形钢板11和右弧形钢板12的弧度与隧道衬砌1内侧弧度相同,隧道衬砌1的内表面设有螺孔24,左弧形钢板11和右弧形钢板12上对应位置设有螺孔,左弧形钢板11和右弧形钢板12紧贴隧道衬砌1内表面设置,左弧形钢板11和右弧形钢板12均通过穿过螺孔24的壁挂膨胀螺栓6与隧道衬砌1连接,进而使钢套圈4紧贴隧道衬砌1内表面,钢套圈4两侧采用环氧胶泥封堵,钢套圈4与隧道衬砌1之间的空隙采用环氧树脂填充;左加劲板13沿左弧形钢板11的中轴线焊接连接,右加劲板14沿右弧形钢板12的中轴线焊接连接,左加劲板13和右加劲板14的顶端均设有连接顶板15,两侧的连接顶板15通过对拉螺栓19相互连接;左弧形钢板11和右弧形钢板12的底部均焊接有底部连接板18,底部连接板18通过地脚螺栓17配合螺帽固定在两侧的承台3的上表面。

[0034] 结合附图1、2和4所述的外加固结构包括注浆加固土体7,注浆加固土体7对称设在隧道衬砌1两侧偏上部位,注浆加固土体7是通过若干注浆花管10向两侧的土中注入水泥浆,水泥浆硬化后形成的,注浆花管10不再拔出;两侧注浆加固土体7内的注浆花管10左右

对称,隧道衬砌1的左右两侧对应注浆花管10的位置设有注浆孔21,注浆花管10贯穿注浆孔21并插入隧道衬砌1两侧土壤中,通过注浆花管10向土中注入水泥浆,水泥浆硬化后形成加固土体7,且注入水泥浆后,在注浆孔21内浇筑混凝土,形成填充密封材料16,用于封堵注浆孔21,防止水泥浆从注浆孔21处倒流。

[0035] 结合附图1~4所示,所述的抗浮结构包括若干锚杆8,结合附图5~7所示,锚杆8包括锚杆主筋25、若干抗浮加强筋26、止水钢板27和钢筋定位器28;锚杆主筋25贯穿止水钢板27,抗浮加强筋26的底端焊接于锚杆主筋25与止水钢板27的交汇处,止水钢板27埋于道床2内,并与道床钢筋20焊接,钢筋定位器28焊接于隧道衬砌1以下部分的锚杆主筋25上;结合附图5、7和8所示,所述的锚杆主筋25和抗浮加强筋26的顶端均设有弯折部分,抗浮加强筋26的底端设有与锚杆主筋25向平行的搭接部分,弯折部分的长度至少为锚杆主筋25或抗浮加强筋26直径的15倍,搭接部分的长度至少为抗浮加强筋26直径的55倍,锚杆8插入设在隧道衬砌1底部的土中,钢筋定位器28位于锚杆孔22内,钢筋定位器28的外径略小于锚杆孔22的孔径,水泥浆可以透过钢筋定位器28与锚杆孔22之间的空隙,锚杆8顶端锚入道床2内部,隧道衬砌1以下部分的锚杆8周围注入水泥浆形成灌浆体9。

[0036] 上述已运营地铁隧道抗浮加固结构的施工方法,包括以下步骤:

[0037] 1) 根据运营线路的限界、线路的最小半径、最大坡度等施工环境选定施工用的机械手和平板车;然后对盾构隧道内部管线迁改,主要是将强弱电侧支架移位,线路归整等,为施工提供有效作用场地;然后对地铁轨道两侧的道床2及水沟进行切割和凿除,至盾构管片露出,切割后将道床2的侧面进行凿毛处理,并且,利用高压水枪对隧道衬砌1表面进行清洗,对管片表面的崩块、钙化物等松动物进行处理;

[0038] 2) 在地铁轨道两侧道床切割和凿除的位置施工承台3:根据道床2的切割尺寸现场放样加工承台3,利用专用平板车运至现场,将承台3吊装到位后采用植入式砼将100mmM16不锈钢膨胀螺栓23锚固在管片上,进而将承台3固定,并在接缝处回灌水泥浆,承台3与道床2形成整体;

[0039] 3) 在隧道衬砌1两侧偏上部位置钻注浆孔21,每侧设置两排,每排3个孔,每钻孔形成一个注浆孔21后立即沿注浆孔21打入注浆花管10,注浆花管10的打入深度为2m,并注入水泥浆,注浆压力0.3~0.5Mpa,水泥浆硬化后形成注浆加固土体7,然后在注浆孔21位置灌注防水混凝土形成密封材料16,密封材料16的作用在于避免地下水进入隧道衬砌1以及水泥浆外渗;

[0040] 4) 判断引起隧道上浮的原因,并计算单环隧道管片所需要的抗浮力;

[0041] 5) 根据单环隧道管片所受到浮力值计算单根锚杆8的轴向拉力设计值、锚杆8配筋、锚杆8长度、锚固体与锚杆8的锚固长度;

[0042] 6) 对地铁隧道处的道床进行钻孔,根据参数设置锚杆8,具体方法为:

[0043] 6.1) 按照面状布置的原则放线定位分别布置在边长为60cm正方形的四个角点,做好锚杆位置标记,按照道床混凝土凿除迹线29凿除混凝土,形成圆台形凹槽,凿除时应尽量减少对道床钢筋的损伤,再利用潜孔锤成孔,孔径偏差不大于2cm,深度偏差不大于设计深度1%,钻孔时应避开道床2及隧道衬砌1钢筋位置,成孔后的结构如附图3所示;

[0044] 6.2) 将预先制作好的锚杆8放入钻孔中,采用二次注浆的方式,注浆压力大于1.0Mpa进行注浆作业;

[0045] 6.3) 待浆液初凝形成灌浆体9,在焊接止水钢板27上方回灌高强混凝土,填补道床混凝土凿除部位,形成附图4的结构。

[0046] 7) 安装刚套圈4和加劲板5,刚套圈4和加劲板5的安装方法为:

[0047] 7.1) 根据钢套圈螺孔位置在隧道衬砌1上设置相应的螺孔24,在左侧隧道衬砌1的管片上设置2排螺孔环向均匀布置,每排6个,右侧隧道衬砌1的管片亦是如此;

[0048] 7.2) 左右弧形钢板选用截面尺寸为20mm×150mm的钢拉条,弧度与隧道衬砌1内壁弧度一致,左右加劲板选用截面尺寸为20mm×80mm的钢条,弧度与弧形钢板弧度一致,将左加劲板13焊接在左弧形钢板11上,将右加劲板14焊接在右弧形钢板12上,钢板之间进行整体焊接,已保证形成一个良好的受力体系,焊缝均采用坡口焊,同时采用气体保护焊,焊缝等级要求为三级(钢材进场前表面均做防腐处理,焊缝需要重做防腐处理),利用机械手将左弧形钢板11与右弧形钢板12吊装至指定位置,并用壁挂膨胀螺栓6将左弧形钢板11和右加劲板14锚固在隧道衬砌1上;

[0049] 7.3) 用对拉螺栓19将两侧弧形钢板的连接顶板15相互连接;

[0050] 7.4) 分别采用地脚螺栓17将左弧形钢板11与左加劲板13、右弧形钢板12与右加劲板14固定在两侧的承台3上,形成内加固结构,如附图2所示;左右弧形钢板11、12形成完整的刚套圈4后,在刚套圈4两侧与隧道衬砌1的管片接缝处采用环氧胶泥封堵,刚套圈4两侧封堵预留注浆孔和出气孔,每侧管片不少于4个,再利用小型电动注浆泵自下而上压注环氧树脂,直至顶部预留孔溢出树脂为施工结束标志,并反复进行压注,最后管线、排水沟等设施恢复。

[0051] 以上结合实施例对本实用新型进行了详细说明,但所述内容仅为本实用新型的较佳实施例,不能被认为用于限定本实用新型的实施范围。凡依本实用新型申请范围所作的均等变化与改进等,均应仍属于本实用新型的专利涵盖范围之内。

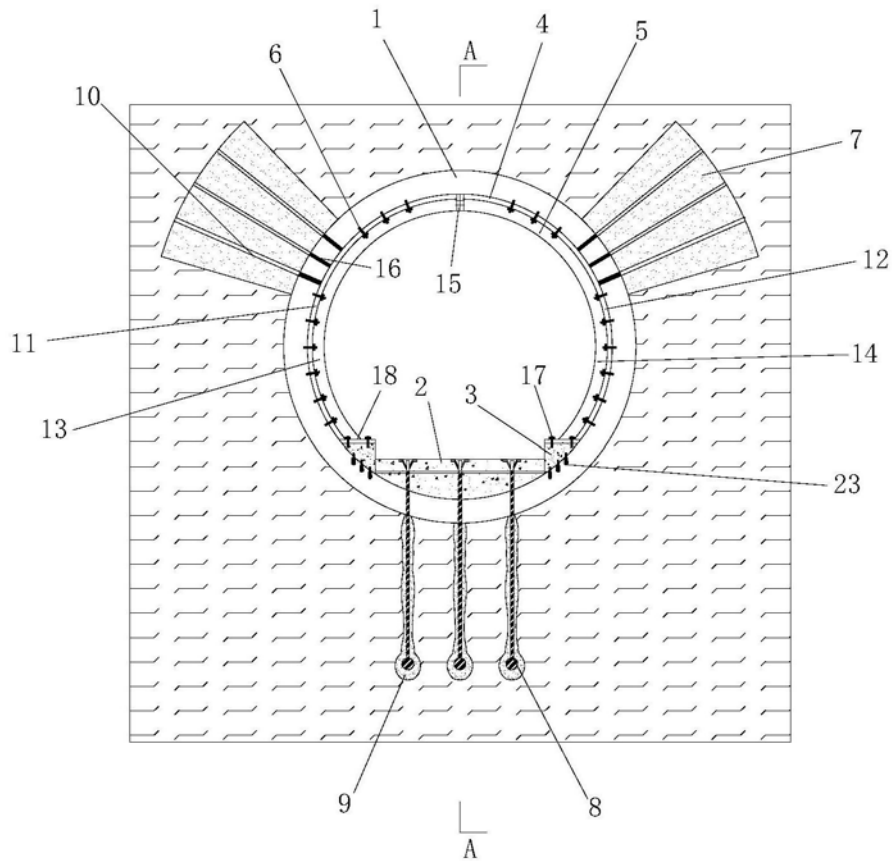


图1

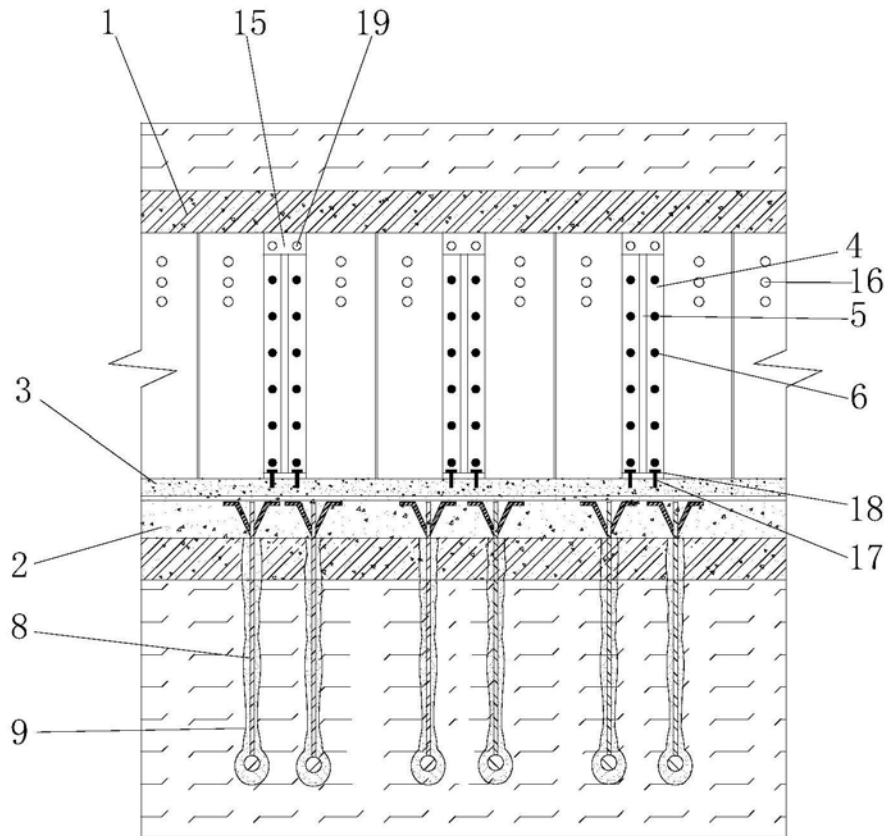


图2

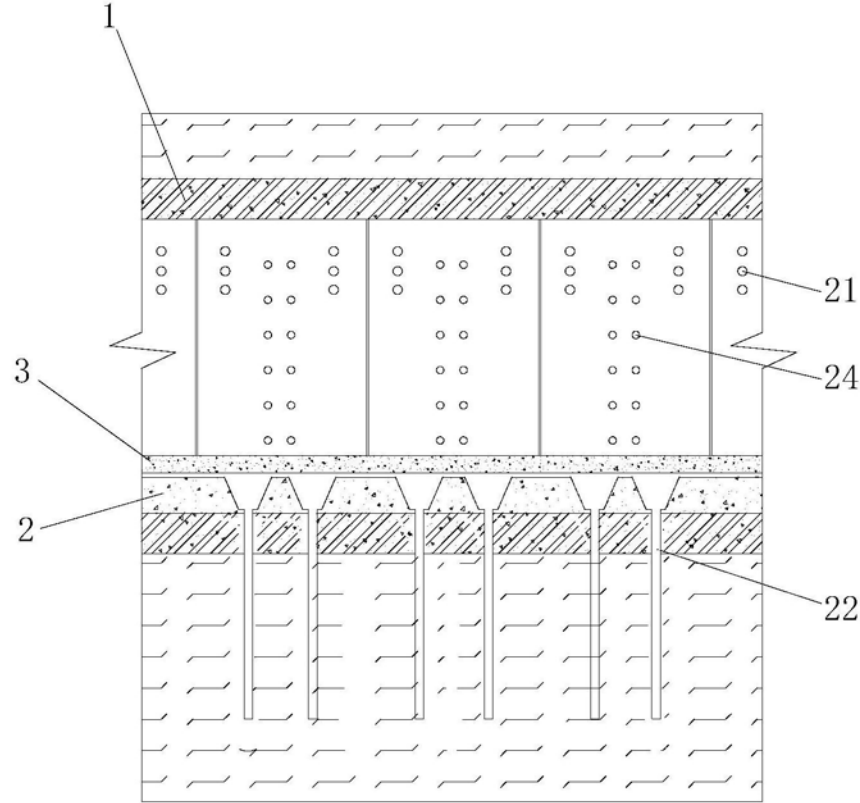


图3

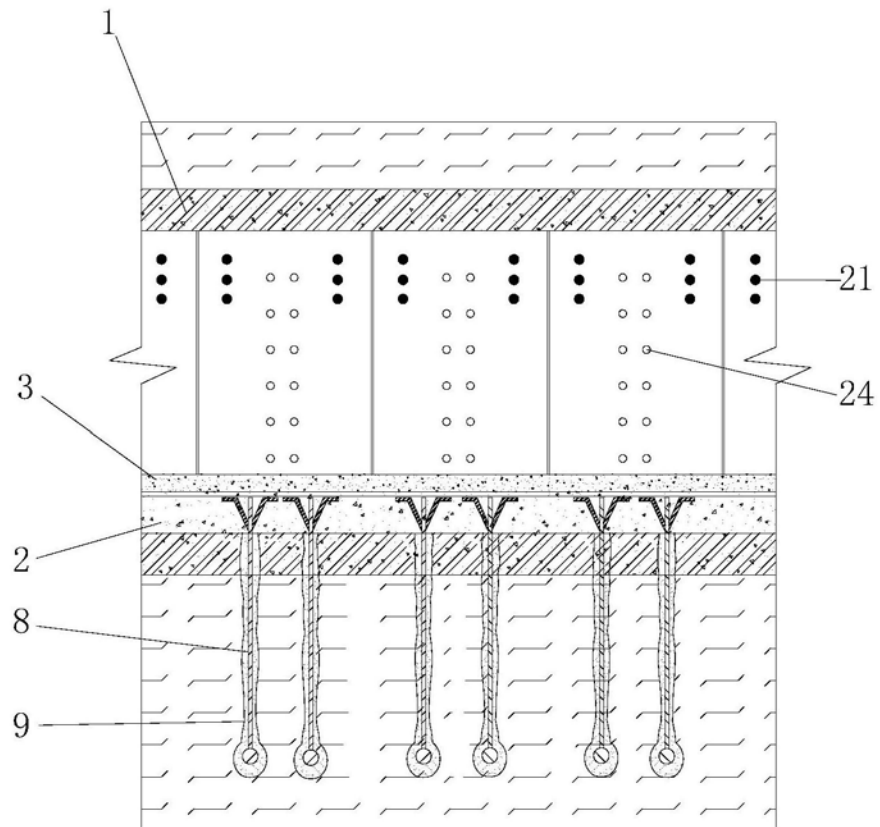


图4

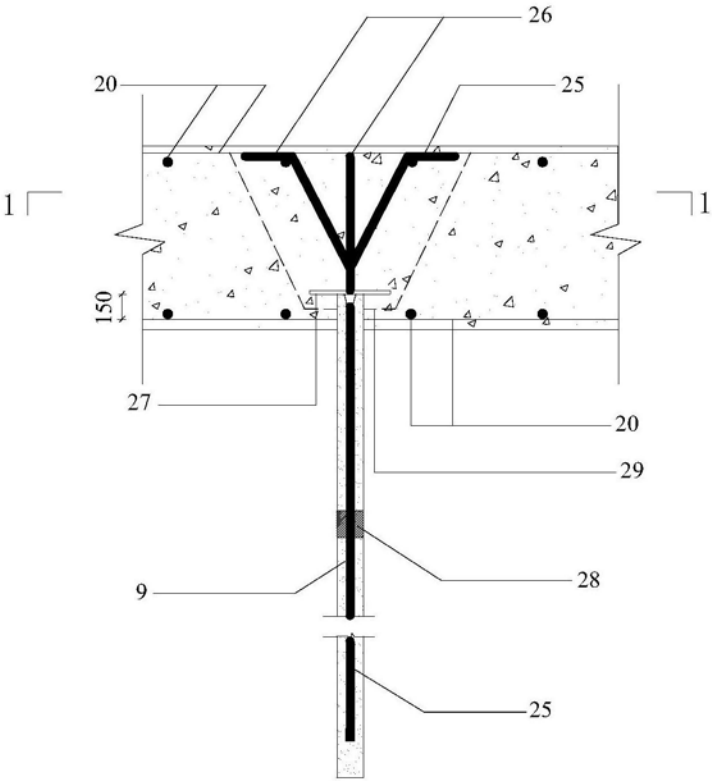


图5

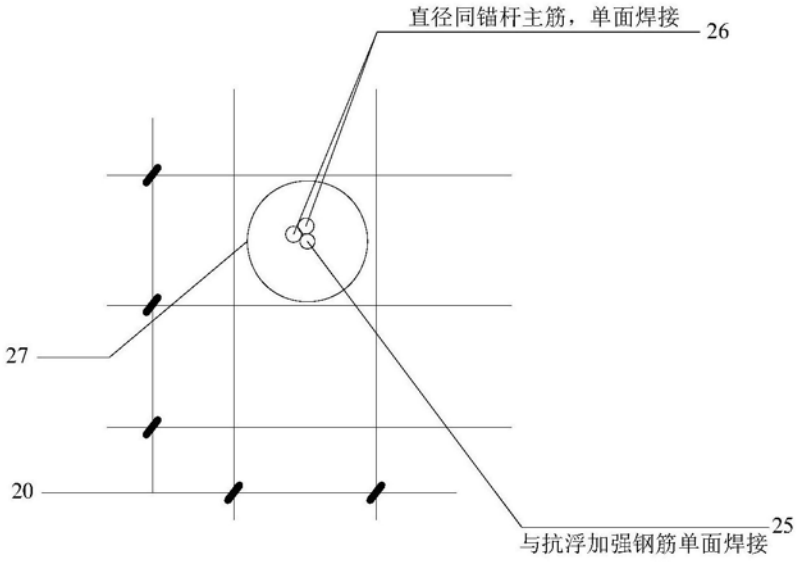


图6

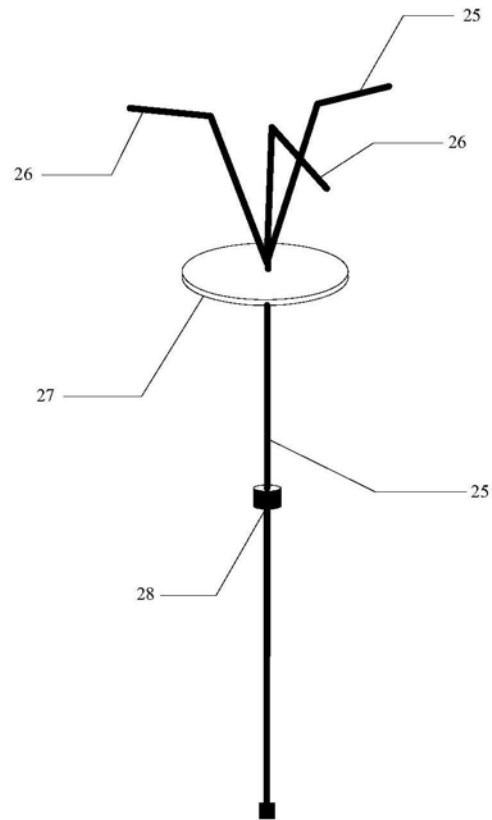


图7

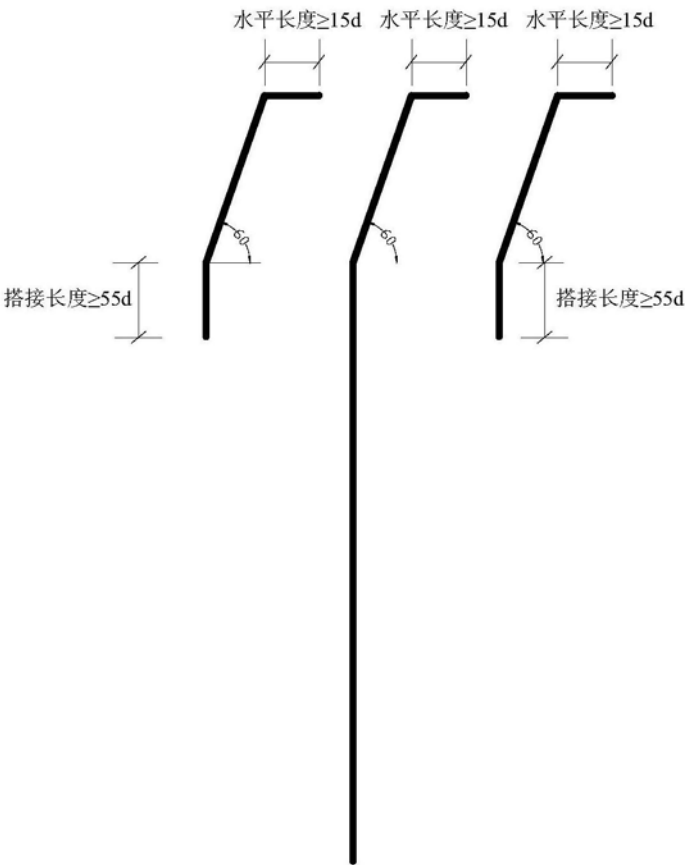


图8