



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115977102 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202211138387.8

(22) 申请日 2022.09.19

(71) 申请人 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 张玉伟 刘昱玮 宋战平 何十美

杨棚涛 尉敏 潘红伟 许王亮

谢江胜 刘乃飞 郑方 王剑

周鹏远

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

专利代理师 季海菊

(51) Int. Cl.

E02D 17/02 (2006.01)

E02D 17/04 (2006.01)

E02D 3/00 (2006.01)

E02D 19/10 (2006.01)

E02D 19/16 (2006.01)

E02D 5/34 (2006.01)

E21D 1/03 (2006.01)

E21D 5/11 (2006.01)

E21D 20/00 (2006.01)

E21D 5/12 (2006.01)

E21D 9/00 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

E21D 11/00 (2006.01)

E21D 9/14 (2006.01)

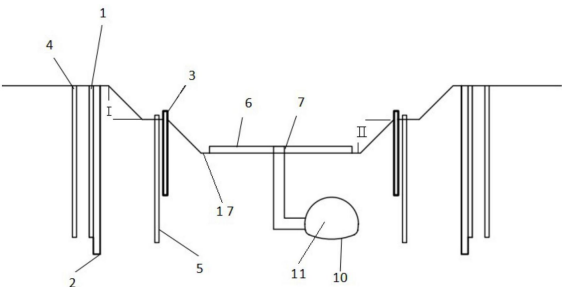
权利要求书4页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工
结构及施工方法

(57) 摘要

一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构及施工方法,结构包括基坑,基坑底部通过竖井与隧道连通,基坑底部上方设有土工格栅;基坑外侧由内向外设有钢板桩、坑内降水井、灌注桩、旋喷桩止水帷幕及坑外降水井;先在场内灌注桩以及旋喷桩施工,拦截基坑外部地下水,在止水帷幕外围打入坑外降水井进行坑外降水,坑外降水完成后分级开挖基坑,I段开挖完成后打入钢板桩进行支护,打入降水井进行基坑内部降水;开挖II段至预定深度,土工格栅在基坑底部加固,在基坑内部开挖竖井至下方隧道同一深度,向隧道洞身开挖横通道至隧道内部,并进行开挖支护;有效控制隧道断面的变形,减少对基坑影响,进而保证施工安全,降低基坑和隧道相互之间影响。



1. 一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构,包括基坑(17),其特征在于:基坑(17)的底部通过竖井(7)与隧道(11)相连通,基坑(17)的底部上方设有土工格栅(6);所述基坑(17)外侧由内向外设置有钢板桩(3)、坑内降水井(5)、灌注桩(2)、旋喷桩止水帷幕(1)及坑外降水井(4)。

2. 根据权利要求1所述的一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构,其特征在于:所述基坑(17)内侧为坡面结构,坡面结构按深度布置为I段坡面,II段坡面,I段坡面与II段坡面之间设有放坡平台;所述钢板桩(3)与坑内降水井(5)设置于II段坡面与I段坡面之间的放坡平台;灌注桩(2)、旋喷桩止水帷幕(1)及坑外降水井(4)设置于I段坡面起始处。

3. 根据权利要求1所述的一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构,其特征在于:所述隧道(11)底部上方沿隧道周向设置初期支护(8),初期支护(8)以及隧道(11)的底部之间分布有横通道(9)。

4. 一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工方法,其特征在于:具体包括以下步骤:

步骤一、进行施工准备工作

1.1、进行场地勘察与整平并选用合适的施工机具;

1.2、在高压旋喷桩止水帷幕施工前进行工艺性试桩,试桩数量不少于三组,每组四根桩;

步骤二、进行灌注桩施工

2.1、按照桩位平面布置图,进行桩位测量、放样;

2.2、制作护筒,并在护筒上下端口和中部外侧设置加劲肋;

2.3、通过钻斗挖出预定桩孔的上部土层,并放入护筒;

2.4、钻机就位;

2.4.1、将钻头徐徐放入护筒内;

2.4.2、将钻盘吊起,垫方木于钻盘底座下方;

2.4.3、将钻机对准钻孔,安装钻盘;

2.5、在护筒内部进行钻孔作业,孔直径为1100至1200mm;

2.6、清孔并放置钢筋笼;

2.7、灌注桩孔内部的水下混凝土,混凝土面上升速度为2至2.2m/min;

2.8、清理现场,完成支护桩施工;

步骤三、止水帷幕施工

3.1、钻机就位;

3.1.1、钻孔下管至预定位置;

3.1.2、注浆管至预定深度后进行清水试压,试压过程中压力逐渐增大,减小摩擦阻力,防止喷嘴堵塞;

3.1.3、试压完成后,开始搅拌水泥浆,水灰等比,水泥用量160~200kg/m;

3.1.4、进行高压注浆作业,注浆压力设为30~35MPa;

3.1.5、高压射浆自下而上进行,喷管提升速度不大于15cm/min,并复喷1~2次;

3.1.6、由下至上喷至设计高度后,及时拔出喷浆管并结束喷浆;

3.1.7、喷浆结束后,清洗高压泵、输浆管路、注浆管和喷头;

步骤四、进行坑外降水;

4.1、根据井位平面布置图进行井点测放并施作围挡;

4.2、埋设护口管,护口管插入原状土层中,管外采用粘性土填实,防止管外反浆,护口管上部高出地面0.1~0.3m;

4.3、安装钻机,钻机平台应安装稳固且水平,并对准孔中心;

4.4、钻进成孔,钻至预定深度后,多钻0.3~0.5m,钻进过程中要确保钻机水平,保证钻孔的垂直度,并控制泥浆密度在1.10~1.15;

4.5、钻孔钻至含水层顶板时,加清水调浆,钻至设计标高,提钻前,将钻杆提至距孔底0.5至1.0m进行冲孔,并将泥浆密度逐步调至1.00至1.05;

4.6、井管下放时应安装找正器,以保证滤水管能够居中,井管焊接应牢固、垂直、不透水,下至预定深度后井口固定居中;

4.7、填砂砾料前应先用测绳测量井管内外深度,差值不超过沉淀管管长,填料过程中不得中途终止,直至下入预定位置,投料不应少于设计量得95%;

4.8、采用粘性土封闭井孔,填入前将粘土捣碎再填入,沿井管周围少放慢下进行封填;

4.9、成井后,立即下入深井潜水泵至井底,并铺设排水管道,待抽、排水系统安装完毕,则开始抽水;

步骤五、基坑17开挖

5.1、清除开挖区域内的障碍物并进行测量放线;

5.2、采用从上到下大面积削坡,开挖坡比为1:1至1:2,分级开挖边坡顶部至放坡平台;

5.3、开挖过程中检查放坡平台宽度,若宽度不够则及时修整,每1至2m进行依次修边至设计标高,开挖完成后统一进行修坡并检查宽度和标高;

5.4、检查无误后,在放坡平台基脚处打入钢板桩作为支护;

5.5、破除灌注桩桩头,将钢构架下部插入灌注桩内,并与灌注桩主筋焊接,完成后灌注混凝土;

5.6、开挖放坡平台至边坡底部,开挖过程中检查坡底宽度,若宽度不够则及时修整,并修边至标高,开挖完成后统一进行一次修坡并检查宽度和标高;

步骤六、基坑17底部进行格栅加固

6.1、清理操作面上的杂物后进行场地整平,高差不大于5cm;

6.2、铺设土工格栅,应铺设平整顺直;

6.3、采用搭接连接相邻两幅土工格栅,搭接宽度不小于10cm,并予以固定,并在非主要受力方向设置接缝;

6.4、土工格栅铺设完成后,摊铺碎石垫层,间隔不超过48小时,反复碾压确保压实,压实完成后进行整平高差不大于5cm;

步骤七、进行坑内降水

7.1、根据井位平面布置图进行井点测放并施作围挡;

7.2、埋设护口管,护口管插入原状土层中,管外采用粘性土填实,防止管外反浆,护口管上部高出地面0.1~0.3m;

7.3、安装钻机,钻机平台应安装稳固且水平,并对准孔中心;

7.4、钻进成孔,钻至预定深度后,多钻0.3~0.5m,钻进过程中要确保钻机水平,保证钻孔的垂直度,并控制泥浆密度在1.10~1.15;

7.5、钻孔钻至含水层顶板时,加清水调浆,钻至设计标高,提钻前,将钻杆提至距孔底0.5至1.00m进行冲孔,并将泥浆密度逐步调至1.0至1.05;

7.6、井管下放时应安装找正器,以保证滤水管能够居中,井管焊接应牢固、垂直、不透水,下至预定深度后井口固定居中;

7.7、填砂砾料前应先用测绳测量井管内外深度,差值不超过沉淀管管长,填料过程中不得中途终止,直至下入预定位置位置,投料不应少于设计量的95%;

7.8、采用粘性土封闭井孔,填入前将粘土捣碎再填入,沿井管周围少放慢下进行封填;

7.9、成井后,立即下入深井潜水泵至井底,并铺设排水管道,待抽、排水系统安装完毕,则开始抽水;

步骤八、基坑17内进行竖井施工并开挖横通道

8.1、根据平面布置图测放竖井井点并施作围挡;

8.2、采用短段掘砌进行锁扣段施工,通过打入锚杆、架设钢筋网、喷射混凝土进行临时支护,形成“喷锚网”支护,钢筋由 $\Phi 6 \sim \Phi 10$ mm钢筋组成,网格尺寸为 20×20 cm~ 25×25 cm,喷头与喷面保持垂直,喷射压力保持在0.12~0.15MPa;

8.3、完成后进行绑扎钢筋、支模板、浇筑混凝土;

8.4、喷射混凝土达到强度后安装临时水平及斜角支撑,斜角支撑间隔水平钢格栅设置,斜角支撑与井壁呈45度-60度;

8.5、重复以上步骤开挖至预定标高后,先喷射混凝土25mm-30mm,终凝后,再铺设钢筋网片,架设格栅钢架,井底内部格栅间距800至1000mm,格栅之间采用焊接连接,最后复喷混凝土封底;

8.6、完成竖井施工后,进行横通道与竖井交叉处施工,破除连接通道处井壁,向开挖轮廓线以外打入玻璃纤维锚杆进行超前支护,对已开挖断面进行初喷混凝土,完成后铺设钢筋网片,架设格栅钢架,并将格栅与钢筋网片焊接连接,焊接完成后对钢筋网和格栅钢架复喷混凝土;

8.7、重复以上步骤至完成横通道(11)与隧道正线的连接;

步骤九、进行隧道正线开挖

9.1、开挖横通道(11)的横通道上台阶(16),转入正线右侧的隧道断面(10)的第一右导坑②、第二右导坑④;

9.2、开挖完成后立即进行初期支护施工;

9.3、向开挖轮廓面以外打入玻璃纤维锚杆,并对已开挖断面进行初喷混凝土,架设格栅钢架和钢筋网片并焊接连接,完成后复喷混凝土形成“喷锚网”支护;

9.4、继续开挖隧道断面10的第一右导坑②、第二右导坑④至设计进尺同时施作初期支护;

9.5、在设计进尺处向隧道断面(10)左侧开挖中部第一核心岩土体⑦、第二核心岩土体⑧至左导坑并形成连接通道(12),同时采用玻璃纤维锚杆超前支护右侧导坑小里程方向并开挖;

9.6、开挖完成后重复步骤9.3完成初期支护;

9.7、在连接通道(12)左侧采用玻璃纤维锚杆超前支护隧道断面(10)左侧导坑,隧道断面(10)的第一左导坑①、第二左导坑③并开挖;

9.8、在连接通道右侧采用玻璃纤维锚杆超前支护隧道断面(10)右侧导坑,第一右导坑②、第二右导坑④、第三右导坑⑥并开挖;

9.9、开挖完成后立即进行初期支护施工;

9.10、同时开挖左右导坑下台阶部分并施作初期支护,开挖顺序相同;

9.11、待左右导坑均开挖完成后,由连接通道(12)向隧道左右两个方向打入玻璃纤维锚杆,向开挖轮廓面以外打入玻璃纤维锚杆,并对已开挖断面进行初喷混凝土,架设格栅钢架和钢筋网片并焊接连接,完成后复喷混凝土形成“喷锚网”支护;

步骤十、回填基坑(17)。

5. 根据权利要求4所述的一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工方法,其特征在于:所述步骤二第2.7步中灌注桩孔内部的水下混凝土采用泥浆下直升导管法。

6. 根据权利要求4所述的一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工方法,其特征在于:所述步骤三第3.1.3步,使用的水泥浆水灰比采用1:1。

7. 根据权利要求4所述的一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工方法,其特征在于:步骤五第5.3与第5.6步中所述的修边,每隔1m修边一侧至设计标高。

饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于隧道施工技术领域,具体涉及一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构及施工方法。

背景技术

[0002] 饱和软黄土在降水施工时,除了水土压力中水压力对支护结构的作用外,最主要在于基坑涌水涌砂、渗流破坏(流砂、突涌、管涌)水土流失造成基坑失稳、地面塌陷、以及排水固结而产生较大压缩变形,易导致地表及周边建筑物产生较大附加沉降,且发生速率较快。同时基坑底部进行隧道开挖又会进一步造成周围地面沉降以及围岩不稳定,导致上部基坑以及隧道支护结构出现破坏。在施工过程中,基坑内外水头差控制不当,易引起基坑涌水、坍塌、基底隆起等。

[0003] 当前,主要防治措施是:通过选择合理的地下水控制,以防止地下水的不良作用对基坑安全及周边环境的影响,保证基坑和地下工程施工正常进行,同时对下部进行开挖的隧道支护结构进行加强,以保证施工过程中的安全同时减少对基坑和周边地表的影响。上基坑-下隧道情况下,隧道和基坑对变形要求都会更高,所以隧道开挖支护应该选用对上部基坑影响较小的方法进行施工,同时对下部进行开挖的隧道支护结构进行超前支护,以保证施工过程中的安全同时减少对基坑和周边地表的影响。

[0004] 目前常见的降水方法有:①明沟加集水井。高水位时,常用来作为阻挡法或其他降水方法的辅助排降水措施,主要排泄潜水、施工用水和雨水;②轻型井点,平面上可布置成单排、双排、环状等形式;③喷射井点,降水深度较大;④电渗井点,可有效将细颗粒土中的水抽吸排出,需与轻型或喷射经典结合应用,但工作比较繁琐;⑤管井井点,适用于渗透系数较大、地下水丰富的砂砾层;⑥深井井点,排水量大、降水深度及范围大,既可布置在基坑外围也可布置在基坑内,也可与其他井点系统组合应用;⑦综合井点,在一些特定的水文地质条件或有特殊要求的工程中单一一种井点降水难以达到满意的效果时。同时可以在降水之前,进行止水帷幕施工,阻断地下水的渗透,同时结合降水井降水,以保证降水的有效性。现有技术多是单独考虑基坑施工、或者单独考虑隧道施工,无法形成基坑-隧道的联动。在施工成本控制、施工安全保障及施工组织实施等方面均存在缺陷。

发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提出一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构及施工方法,能够保证在饱和软黄土地层中,上方存在基坑,下方进行隧道开挖情况下,能够控制地表沉降和基坑底部内外水头差、减少对周边建筑物的影响,减少隧道支护结构的变形和内力,减少基坑和隧道在施工过程中相互之间的影响,尽可能减少两者的变形和内力避免造成支护结构破坏,提高基坑和隧道支护结构的安全性和可靠性。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明采取的技术方案如下:

[0007] 一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构,包括基坑17,基坑17的底部通过竖井7与隧道11相连通,基坑17的底部上方设有土工格栅6;所述基坑17外侧由内向外设置有钢板桩3、坑内降水井5、灌注桩2、旋喷桩止水帷幕1及坑外降水井4。

[0008] 所述基坑17内侧为坡面结构,坡面结构按深度布置为I段坡面,II段坡面,I段坡面与II段坡面之间设有放坡平台;所述钢板桩3与坑内降水井5设置于II段坡面与I段坡面之间的放坡平台;灌注桩2、旋喷桩止水帷幕1及坑外降水井4设置于I段坡面起始处。

[0009] 所述隧道11底部上方沿隧道周向设置初期支护8,初期支护8以及隧道11的底部之间分布有横通道9。

[0010] 一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工方法,包括以下步骤:

[0011] 步骤一、进行施工准备工作

[0012] 1.1、进行场地勘察与整平并选用合适的施工机具;

[0013] 1.2、在施工前进行工艺性试桩,试桩数量不少于三组,每组四根桩;

[0014] 步骤二、进行灌注桩施工;

[0015] 2.1、按照桩位平面布置图,进行桩位测量、放样;

[0016] 2.2、制作护筒,并在护筒上下端口和中部外侧设置加劲肋;

[0017] 2.3、通过钻斗挖出预定桩孔的上部土层,并放入护筒;

[0018] 2.4、钻机就位;

[0019] 2.4.1、将钻头徐徐放入护筒内;

[0020] 2.4.2、将钻盘吊起,垫方木于钻盘底座下方;

[0021] 2.4.3、将钻机对准钻孔,安装钻盘;

[0022] 2.5、在护筒内部进行钻孔作业,孔直径为1100至1200mm;

[0023] 2.6、清孔并放置钢筋笼;

[0024] 2.7、灌注桩孔内部的水下混凝土,混凝土面上升速度为2至2.2m/min;

[0025] 2.8、清理现场,完成支护桩施工;

[0026] 步骤三、止水帷幕施工

[0027] 3.1、钻机就位;

[0028] 3.1.1、钻孔下管至预定位置;

[0029] 3.1.2、注浆管至预定深度后进行清水试压,试压过程中压力逐渐增大,减小摩擦阻力,防止喷嘴堵塞;

[0030] 3.1.3、试压完成后,开始搅拌水泥浆,水灰等比,水泥用量160~200kg/m;

[0031] 3.1.4、进行高压注浆作业,注浆压力设为30~35MPa;

[0032] 3.1.5、高压射浆自下而上进行,喷管提升速度不大于15cm/min,并复喷1~2次;

[0033] 3.1.6、由下至上喷至设计高度后,及时拔出喷浆管并结束喷浆;

[0034] 3.1.7、喷浆结束后,清洗高压泵、输浆管路、注浆管和喷头;

[0035] 步骤四、进行坑外降水

[0036] 4.1、根据井位平面布置图进行井点测放并施作围挡;

[0037] 4.2、埋设护口管,护口管插入原状土层中,管外采用粘性土填实,防止管外反浆,护口管上部高出地面0.1~0.3m;

[0038] 4.3、安装钻机,钻机平台应安装稳固且水平,并对准孔中心;

[0039] 4.4、钻进成孔,钻至预定深度后,多钻0.3~0.5m,钻进过程中要确保钻机水平,保证钻孔的垂直度,并控制泥浆密度在1.10~1.15;

[0040] 4.5、钻孔钻至含水层顶板时,加清水调浆,钻至设计标高,提钻前,将钻杆提至距孔底0.5至1.0m进行冲孔,并将泥浆密度逐步调至1.00至1.05;

[0041] 4.6、井管下放时应安装找正器,以保证滤水管能够居中,井管焊接应牢固、垂直、不透水,下至预定深度后井口固定居中;

[0042] 4.7、填砂砾料前应先用测绳测量井管内外深度,差值不超过沉淀管管长,填料过程中不得中途终止,直至下入预定位置,投料不应少于设计量得95%;

[0043] 4.8、采用粘性土封闭井孔,填入前将粘土捣碎再填入,沿井管周围少放慢下进行封填;

[0044] 4.9、成井后,立即下入深井潜水泵至井底,并铺设排水管道,待抽、排水系统安装完毕,则开始抽水;

[0045] 步骤五、基坑17开挖

[0046] 5.1、清除开挖区域内的障碍物并进行测量放线;

[0047] 5.2、采用从上到下大面积削坡,开挖坡比为1:1至1:2,分级开挖边坡顶部至放坡平台;

[0048] 5.3、开挖过程中检查放坡平台宽度,若宽度不够则及时修整,每1至2m进行依次修边至设计标高,开挖完成后统一进行修坡并检查宽度和标高;

[0049] 5.4、检查无误后,在放坡平台基脚处打入钢板桩作为支护;

[0050] 5.5、破除灌注桩桩头,将钢构架下部插入灌注桩内,并与灌注桩主筋焊接,完成后灌注混凝土;

[0051] 5.6、开挖放坡平台至边坡底部,开挖过程中检查坡底宽度,若宽度不够则及时修整,并修边至标高,开挖完成后统一进行一次修坡并检查宽度和标高;

[0052] 步骤六、基坑17底部进行格栅加固

[0053] 6.1、清理操作面上的杂物后进行场地整平,高差不大于5cm;

[0054] 6.2、铺设土工格栅,应铺设平整顺直;

[0055] 6.3、采用搭接连接相邻两幅土工格栅,搭接宽度不小于10cm,并予以固定,并在非主要受力方向设置接缝;

[0056] 6.4、土工格栅铺设完成后,摊铺碎石垫层,间隔不超过48小时,反复碾压确保压实,压实完成后进行整平高差不大于5cm;

[0057] 步骤七、进行坑内降水

[0058] 7.1、根据井位平面布置图进行井点测放并施作围挡;

[0059] 7.2、埋设护口管,护口管插入原状土层中,管外采用粘性土填实,防止管外反浆,护口管上部高出地面0.1~0.3m;

[0060] 7.3、安装钻机,钻机平台应安装稳固且水平,并对准孔中心;

[0061] 7.4、钻进成孔,钻至预定深度后,多钻0.3~0.5m,钻进过程中要确保钻机水平,保证钻孔的垂直度,并控制泥浆密度在1.10~1.15;

[0062] 7.5、钻孔钻至含水层顶板时,加清水调浆,钻至设计标高,提钻前,将钻杆提至距孔底0.5至1.00m进行冲孔,并将泥浆密度逐步调至1.0至1.05;

[0063] 7.6、井管下放时应安装找正器,以保证滤水管能够居中,井管焊接应牢固、垂直、不透水,下至预定深度后井口固定居中;

[0064] 7.7、填砂砾料前应先用测绳测量井管内外深度,差值不超过沉淀管管长,填料过程中不得中途终止,直至下入预定位置位置,投料不应少于设计量的95%;

[0065] 7.8、采用粘性土封闭井孔,填入前将粘土捣碎再填入,沿井管周围少放慢下进行封填;

[0066] 7.9、成井后,立即下入深井潜水泵至井底,并铺设排水管道,待抽、排水系统安装完毕,则开始抽水;

[0067] 步骤八、基坑17内进行竖井施工并开挖横通道

[0068] 8.1、根据平面布置图测放竖井井点并施作围挡;

[0069] 8.2、采用短段掘砌进行锁扣段施工,通过打入锚杆、架设钢筋网、喷射混凝土进行临时支护,形成“喷锚网”支护,钢筋由直径6mm~10mm钢筋组成,网格尺寸为20×20cm~25×25cm,喷头与喷面保持垂直,喷射压力保持在0.12~0.15MPa;

[0070] 8.3、完成后进行绑扎钢筋、支模板、浇筑混凝土;

[0071] 8.4、喷射混凝土达到强度后安装临时水平及斜角支撑,斜角支撑间隔水平钢格栅设置,斜角支撑与井壁呈45度-60度;

[0072] 8.5、重复以上步骤开挖至预定标高后,先喷射混凝土25mm-30mm,终凝后,再铺设钢筋网片,架设格栅钢架,井底内部格栅间距800至1000mm,格栅之间采用焊接连接,最后复喷混凝土封底;

[0073] 8.6、完成竖井施工后,进行横通道与竖井交叉处施工,破除连接通道处井壁,向开挖轮廓线以外打入玻璃纤维锚杆进行超前支护,对已开挖断面进行初喷混凝土,完成后铺设钢筋网片,架设格栅钢架,并将格栅与钢筋网片焊接连接,焊接完成后对钢筋网和格栅钢架复喷混凝土;

[0074] 8.7、重复以上步骤至完成横通道11与隧道正线的连接;

[0075] 步骤九、进行隧道正线开挖

[0076] 9.1、开挖横通道11的横通道上台阶16,转入正线右侧的隧道断面10的第一右导坑②、第二右导坑④;

[0077] 9.2、开挖完成后立即进行初期支护施工;

[0078] 9.3、向开挖轮廓面以外打入玻璃纤维锚杆,并对已开挖断面进行初喷混凝土,架设格栅钢架和钢筋网片并焊接连接,完成后复喷混凝土形成“喷锚网”支护;

[0079] 9.4、继续开挖隧道断面10的第一右导坑②、第二右导坑④至设计进尺同时施作初期支护;

[0080] 9.5、在设计进尺处向隧道断面10左侧开挖中部第一核心岩土体⑦、第二核心岩土体⑧部分至左导坑并形成连接通道12,同时采用玻璃纤维锚杆超前支护右侧导坑小里程方向并开挖;

[0081] 9.6、开挖完成后重复步骤9.3完成初期支护;

[0082] 9.7、在连接通道12左侧采用玻璃纤维锚杆超前支护隧道断面10左侧导坑,隧道断面10的第一左导坑①、第二左导坑③并开挖;

[0083] 9.8、在连接通道右侧采用玻璃纤维锚杆超前支护隧道断面10的第一右导坑②、第

二右导坑④、第三右导坑⑥并开挖；

[0084] 9.9、开挖完成后立即进行初期支护施工；

[0085] 9.10、同时开挖左右导坑下台阶部分并施作初期支护，开挖顺序相同；

[0086] 9.11、待左右导坑均开挖完成后，由连接通道12向隧道左右两个方向打入玻璃纤维锚杆，向开挖轮廓面以外打入玻璃纤维锚杆，并对已开挖断面进行初喷混凝土，架设格栅钢架和钢筋网片并焊接连接，完成后复喷混凝土形成“喷锚网”支护；

[0087] 步骤十、回填基坑17。

[0088] 所述步骤二第2.7步中灌注桩孔内部的水下混凝土采用泥浆下直升导管法。

[0089] 所述步骤三第3.1.3步，使用的水泥浆水灰比采用1:1。

[0090] 步骤五第5.3与第5.6步中所述的修边，每隔1m修边一侧至设计标高。

[0091] 相对于现有技术，本发明的有益效果在于：

[0092] 1、本发明施工方法首先在场地进行灌注桩2以及旋喷桩的施工，通过旋喷桩形成旋喷桩止水帷幕1，拦截基坑17外部的地下水，将基坑17内外的地下水分隔，能够保证后续降水的可靠性和持续性；止水帷幕由旋喷桩组成，旋喷桩分为两排，相邻桩体间互相咬合100至120mm，其目的是通过旋喷桩的咬合，减少水的渗透，进而增强止水效果，同时配合坑内和坑外降水井，可以对地下水进行有效控制。

[0093] 2、完成止水帷幕施工后，在止水帷幕外围打入坑外降水井4进行坑外降水，坑外降水完成后进行基坑17分级开挖，每一级开挖后均进行支护加固，基坑17底部采用土工格栅进行加固以应对基底隆起以及涌水、涌沙等，加固和降水效果较好。

[0094] 3、加固完成后在基坑17内部开挖竖井至下方隧道同一深度，向隧道洞身开挖横通道至隧道内部，通过竖井转入隧道正线，并保留核心岩土体，优先开挖两侧导坑，同时采用玻璃纤维锚杆进行超前支护，待两侧开挖支护完成后再开挖支护核心岩土体，可以有效控制隧道断面10的变形，减少对基坑17的影响，进而保证施工安全，降低基坑17和隧道相互之间的影响。

附图说明

[0095] 图1为本发明上基坑-下隧道联合施工结构的剖面图。

[0096] 图2为本发明上基坑-下隧道联合施工结构的平面图。

[0097] 图3为隧道断面10的划分图。

[0098] 图4a、4b、4c、4d分别为隧道-横通道整体示意图和不同阶段开挖示意图；其中，图4a为隧道-横通道整体示意图；图4b为隧道断面10的第一左导坑①、第一右导坑②、第二左导坑③、第二右导坑④部分和连接通道开挖示意图；图4c为隧道断面10的第一左导坑①，隧道断面10的第一右导坑②、第二左导坑③、第二右导坑④、第三右导坑⑥和连接通道下台阶部分开挖示意图；图4d为隧道断面10的第三左导坑⑤、第三右导坑⑥、第一核心岩土体⑦、第二核心岩土体⑧、第三核心岩土体⑨部分开挖示意图。

[0099] 图中：1旋喷桩止水帷幕；2灌注桩；3钢板桩；4坑外降水井；5坑内降水井；6格栅加固；7竖井；8初期支护；9横通道；10隧道断面10；11横通道；12连接通道；13左导坑；14右导坑；15核心岩土体；16横通道上台阶；17基坑。

[0100] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明

[0101] 参见图1,一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工结构,包括基坑17,基坑17的底部通过竖井7与隧道11相连通,基坑17的底部上方设有土工格栅6;所述基坑17外侧由内向外设置有钢板桩3、坑内降水井5、灌注桩2、旋喷桩止水帷幕1及坑外降水井4。

[0102] 所述基坑17内侧为坡面结构,坡面结构按深度布置为I段坡面,II段坡面,I段坡面与II段坡面之间设有放坡平台;所述钢板桩3与坑内降水井5设置于II段坡面与I段坡面之间的放坡平台;灌注桩2、旋喷桩止水帷幕1及坑外降水井4设置于I段坡面起始处。

[0103] 参见图3,所述隧道11底部上方沿隧道周向设置初期支护8,初期支护8以及隧道11的底部之间分布有横通道9。

[0104] 参见图4a、4b、4c、4d,隧道断面10分成左导坑13、右导坑14、核心岩土体15。

[0105] 一种饱和软黄土地层中上基坑-下隧道联合施工方法,包括以下步骤:

[0106] 步骤一、进行施工准备工作

[0107] 1.3、进行场地勘察与整平并选用合适的施工机具;

[0108] 1.4、在高压旋喷桩止水帷幕施工前进行工艺性试桩,试桩数量不少于三组,每组四根桩。

[0109] 步骤二、进行灌注桩施工

[0110] 2.1、按照桩位平面布置图,进行桩位测量、放样;

[0111] 2.2、制作护筒,并在护筒上下端口和中部外侧各焊一道加劲肋;

[0112] 2.3、通过专用钻斗挖出预定桩孔的上部土层,并放入护筒;

[0113] 2.4、钻机就位;

[0114] 2.4.1、将钻头徐徐放入护筒内;

[0115] 2.4.2、启动卷扬机将钻盘吊起,垫方木于钻盘底座下方;

[0116] 2.4.3、将钻机对准钻孔,完成后之后安装钻盘;

[0117] 2.5、通过旋挖钻机在护筒内部进行钻孔作业,内径为1100至1200mm;

[0118] 2.6、清孔并放置钢筋笼;

[0119] 2.7、通过泥浆下直升导管法灌注桩孔内部的水下混凝土,混凝土面上升速度为2至2.2m/min;

[0120] 2.8、清理现场,完成支护桩施工;

[0121] 步骤三、止水帷幕施工

[0122] 3.1、钻机就位;

[0123] 3.1.1、钻孔下管至预定位置;

[0124] 3.1.2、注浆管至预定深度后进行清水试压,试压过程中压力逐渐增大,减小摩擦阻力,防止喷嘴堵塞;

[0125] 3.1.3、试压完成后,开始搅拌水泥浆,水灰比1:1,水泥用量160~200kg/m;

[0126] 3.1.4、进行高压注浆作业,注浆压力设为30~35MPa;

[0127] 3.1.5、高压射浆自下而上进行,喷管提升速度不大于15cm/min,并复喷1~2次;

[0128] 3.1.6、由下至上喷至设计高度后,及时拔出喷浆管并结束喷浆;

[0129] 3.1.7、喷浆结束后,清洗高压泵、输浆管路、注浆管和喷头;

[0130] 步骤四、进行坑外降水

[0131] 4.1、根据井位平面布置图进行井点测放并施作围挡;

- [0132] 4.2、埋设护口管,护口管插入原状土层中,管外采用粘性土填实,防止管外反浆,护口管上部高出地面0.1~0.3m;
- [0133] 4.3、安装钻机,钻机平台应安装稳固且水平,并对准孔中心;
- [0134] 4.4、钻进成孔,开孔直径800mm,钻至预定深度后,多钻0.3~0.5m,钻进过程中要确保钻机水平,保证钻孔的垂直度,并控制泥浆密度在1.10~1.15;
- [0135] 4.5、钻孔钻至含水层顶板时,加清水调浆,钻至设计标高提钻前将钻杆提至距孔底0.5m进行冲孔,并将泥浆密度逐步调至1.05;
- [0136] 4.6、井管下放时应安装找正器,以保证滤水管能够居中,井管焊接应牢固、垂直、不透水,下至预定深度后井口固定居中;
- [0137] 4.7、填砂砾料前应先用测绳测量井管内外深度,差值不超过沉淀管管长,填料过程中不得中途终止,直至下入预定位置位置,投料不应少于设计量得95%;
- [0138] 4.8、采用粘性土封闭井孔,填入前将粘土捣碎再填入,沿井管周围少放慢下进行封填;
- [0139] 4.9、成井后,立即下入深井潜水泵至井底,并铺设排水管道,待抽、排水系统安装完毕,则开始抽水;
- [0140] 步骤五、基坑17开挖,即分级放坡开挖并设置开挖平台
- [0141] 5.1、清除开挖区域内的障碍物并进行测量放线;
- [0142] 5.2、采用从上到下大面积削坡,开挖坡比为1:1至1:2,分两级开挖边坡顶部至放坡平台;
- [0143] 5.3、开挖过程中检查放坡平台宽度,若宽度不够则及时修整,每1m修边一次至设计标高,开挖完成后统一进行一次修坡并检查宽度和标高;
- [0144] 5.4、检查无误后,在放坡平台基脚处打入钢板桩作为支护;
- [0145] 5.5、破除灌注桩桩头,将钢构架下部插入灌注桩内,并与灌注桩主筋焊接,完成后灌注混凝土;
- [0146] 5.6、开挖放坡平台至边坡底部,开挖过程中检查坡底宽度,若宽度不够则及时修整,每1m修边一次至设计标高,开挖完成后统一进行一次修坡并检查宽度和标高;
- [0147] 步骤六、基坑17底部进行格栅加固
- [0148] 6.1、清理操作面上的杂物后进行场地整平,高差不大于5cm;
- [0149] 6.2、铺设土工格栅,应铺设平整顺直;
- [0150] 6.3、采用搭接连接相邻两幅土工格栅,搭接宽度不小于10cm,并用“U”形钉予以固定,并在非主要受力方向设置接缝,其绑扎间距保证在1m以内;
- [0151] 6.4、土工格栅铺设完成后,摊铺碎石垫层,间隔不超过48小时,反复碾压确保压实,压实完成后进行整平高差不大于5cm;
- [0152] 步骤七、进行坑内降水
- [0153] 7.1、根据井位平面布置图进行井点测放并施作围挡;
- [0154] 7.2、埋设护口管,护口管插入原状土层中,管外采用粘性土填实,防止管外反浆,护口管上部高出地面0.1~0.3m;
- [0155] 7.3、安装钻机,钻机平台应安装稳固且水平,并对准孔中心;
- [0156] 7.4、钻进成孔,开孔直径800mm,钻至预定深度后,多钻0.3~0.5m,钻进过程中要

确保钻机水平,保证钻孔的垂直度,并控制泥浆密度在1.10~1.15;

[0157] 7.5、钻孔钻至含水层顶板时,加清水调浆,钻至设计标高提钻前将钻杆提至距孔底0.5m进行冲孔,并将泥浆密度逐步调至1.05;

[0158] 7.6、井管下放时应安装找正器,以保证滤水管能够居中,井管焊接应牢固、垂直、不透水,下至预定深度后井口固定居中;

[0159] 7.7、填砂砾料前应先测绳测量井管内外深度,差值不超过沉淀管管长,填料过程中不得中途终止,直至下入预定位置位置,投料不应少于设计量的95%;

[0160] 7.8、采用粘性土封闭井孔,填入前将粘土捣碎再填入,沿井管周围少放慢下进行封填;

[0161] 7.9、成井后,立即下入深井潜水泵至井底,并铺设排水管道,待抽、排水系统安装完毕,则开始抽水;

[0162] 步骤八、基坑17内进行竖井施工并开挖横通道

[0163] 8.1、根据平面布置图测放竖井井点并施作围挡;

[0164] 8.2、采用短段掘砌进行锁扣段施工,通过打入锚杆、架设钢筋网、C25喷射混凝土进行临时支护,形成“喷锚网”支护,钢筋网通过钢筋网搭接长度为20cm,钢筋由 $\Phi 6 \sim \Phi 10$ 钢筋组成,网格尺寸为 $20 \times 20 \text{cm} \sim 25 \times 25 \text{cm}$,喷头与喷面保持垂直,喷射压力保持在0.12~0.15MPa;

[0165] 8.3、完成后进行绑扎钢筋、支模板、浇筑混凝土;

[0166] 8.4、喷射混凝土达到强度后安装临时水平及斜角支撑,斜角支撑间隔水平钢格栅设置,;

[0167] 8.5、重复以上步骤开挖至预定标高后,先喷射混凝土,终凝后,再铺设钢筋网片,架设格栅钢架,井底内部格栅间距1000mm,格栅之间采用焊接连接,最后复喷混凝土封底;

[0168] 8.6、完成竖井施工后,进行横通道与竖井交叉处施工,破除连接通道处井壁,向开挖轮廓线以外打入玻璃纤维锚杆进行超前支护,对已开挖断面进行初喷混凝土,完成后铺设钢筋网片,架设格栅钢架,并将格栅与钢筋网片焊接连接,焊接完成后对钢筋网和格栅钢架复喷混凝土;

[0169] 8.7、重复以上步骤至完成横通道与隧道正线的连接;

[0170] 步骤九、进行隧道正线开挖

[0171] 9.1、开挖横通道11的横通道上台阶16,转入正线右侧的隧道断面10的第一右导坑②、第二右导坑④;

[0172] 9.2、开挖完成后立即进行初期支护施工;

[0173] 9.3、向开挖轮廓面以外打入玻璃纤维锚杆,并对已开挖断面进行初喷混凝土,架设格栅钢架和钢筋网片并焊接连接,完成后复喷混凝土形成“喷锚网”支护;

[0174] 9.4、开挖隧道断面10的第一右导坑②、第二右导坑④至设计深度同时施作初期支护;

[0175] 9.5、向隧道断面10左侧开挖中部第一核心岩土体⑦、第二核心岩土体⑧部分至左导坑并形成连接通道,同时采用玻璃纤维锚杆超前支护右侧导坑小里程方向并开挖;

[0176] 9.6、开挖完成后重复步骤9.3完成初期支护;

[0177] 9.7、在连接通道左侧采用玻璃纤维锚杆超前支护隧道断面10左侧导坑,隧道断面

10的第一左导坑①、第二左导坑③部分并开挖；

[0178] 9.8、在连接通道右侧采用玻璃纤维锚杆超前支护隧道断面10右侧导坑，第一右导坑②、第二右导坑④并开挖；

[0179] 9.9、开挖完成后立即进行初期支护施工；

[0180] 9.10、同时开挖左右导坑下台阶部分并施作初期支护，开挖顺序相同；

[0181] 9.11、待左右导坑均开挖完成后，由连接通道向隧道大小里程连个方向打入玻璃纤维锚杆，向开挖轮廓面以外打入玻璃纤维锚杆，并对已开挖断面进行初喷混凝土，架设格栅钢架和钢筋网片并焊接连接，完成后复喷混凝土形成“喷锚网”支护，；

[0182] 步骤十、回填基坑17。

[0183] 本发明对饱和软黄土地层上基坑-下隧道情况有很好的适应性，上部基坑17采取止水帷幕与坑内、坑外降水井相结合，其止水帷幕由旋喷桩组成，旋喷桩布置两排，支护桩外和支护桩间分别布置一排，相邻旋喷桩桩体间均咬合，可以更好地拦截地下水，同时配合坑内和坑外降水井，可以对地下水进行有效控制。基坑17采用分级开挖，每一级开挖后均进行支护加固，基坑17底部采用土工格栅进行加固以应对基底隆起以及涌水、涌沙等，加固和降水效果较好。通过竖井转入隧道正线，并保留核心岩土体，优先开挖两侧导坑，同时采用玻璃纤维锚杆进行超前支护，待两侧开挖支护完成后再开挖支护核心岩土体，可以有效控制隧道断面10的变形，减少对基坑17的影响，进而保证施工安全，降低基坑17和隧道相互之间的影响。

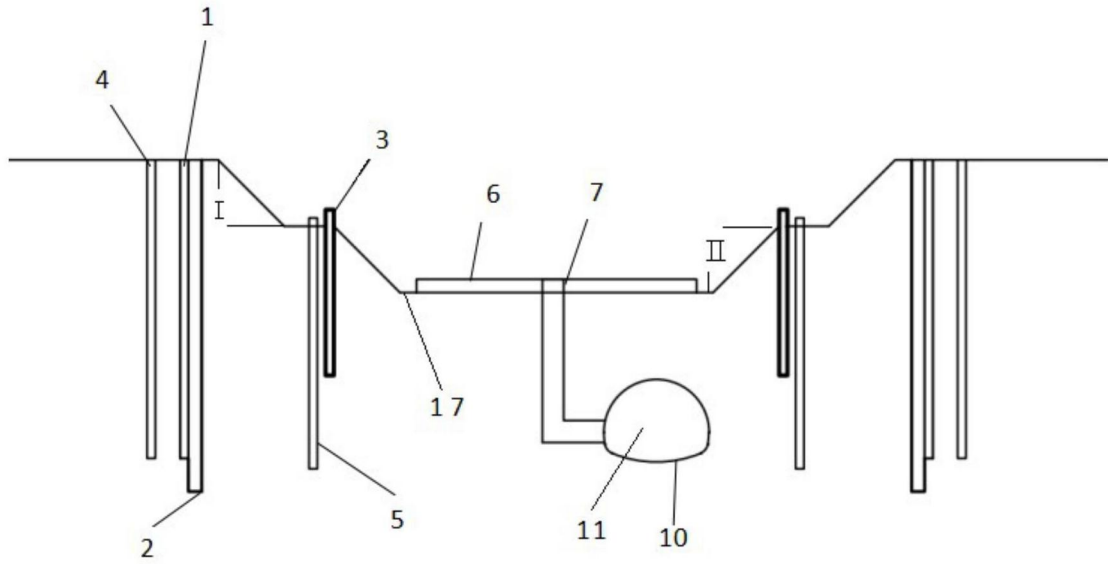


图1

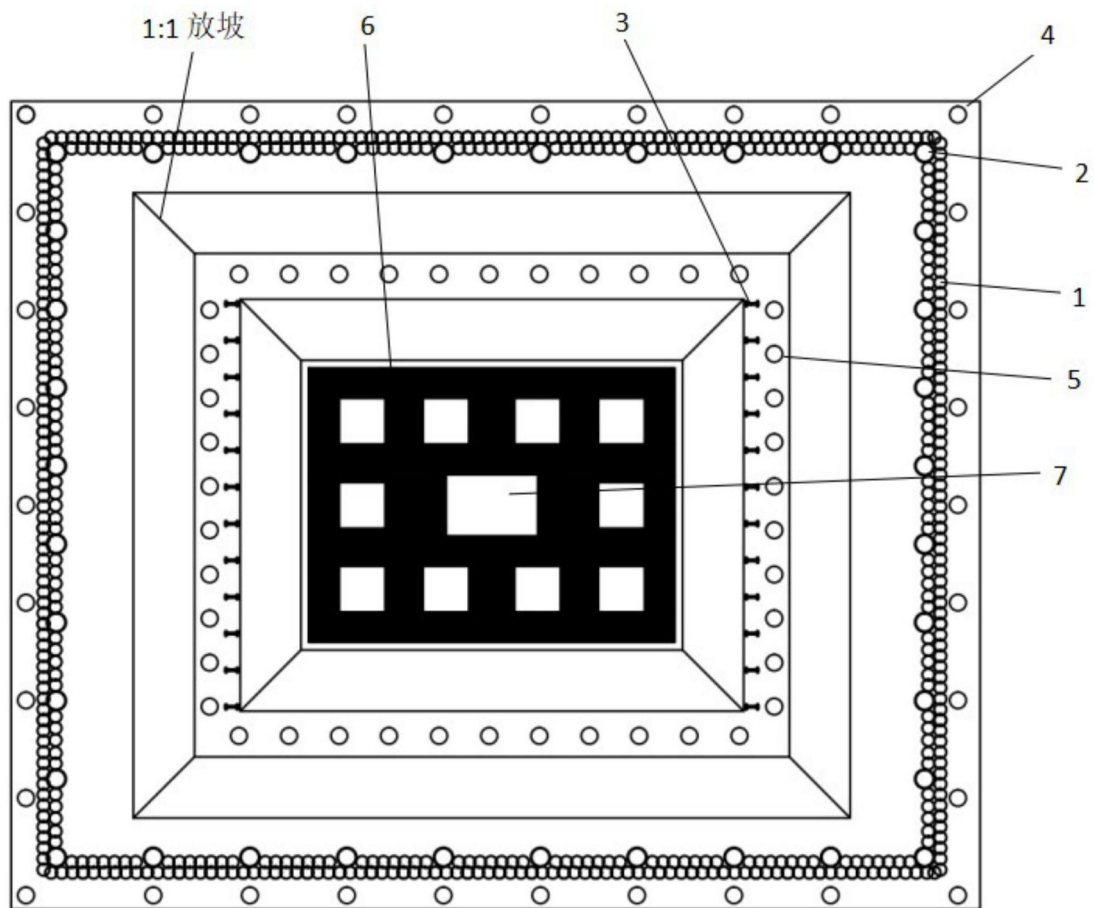


图2

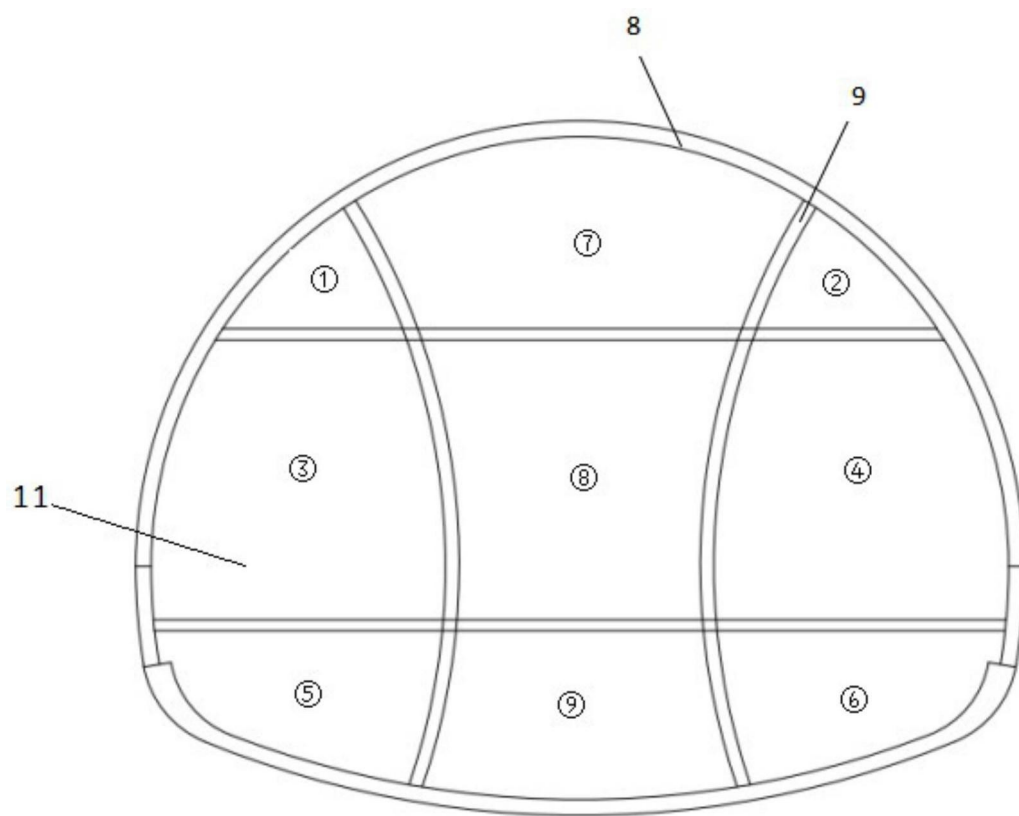


图3

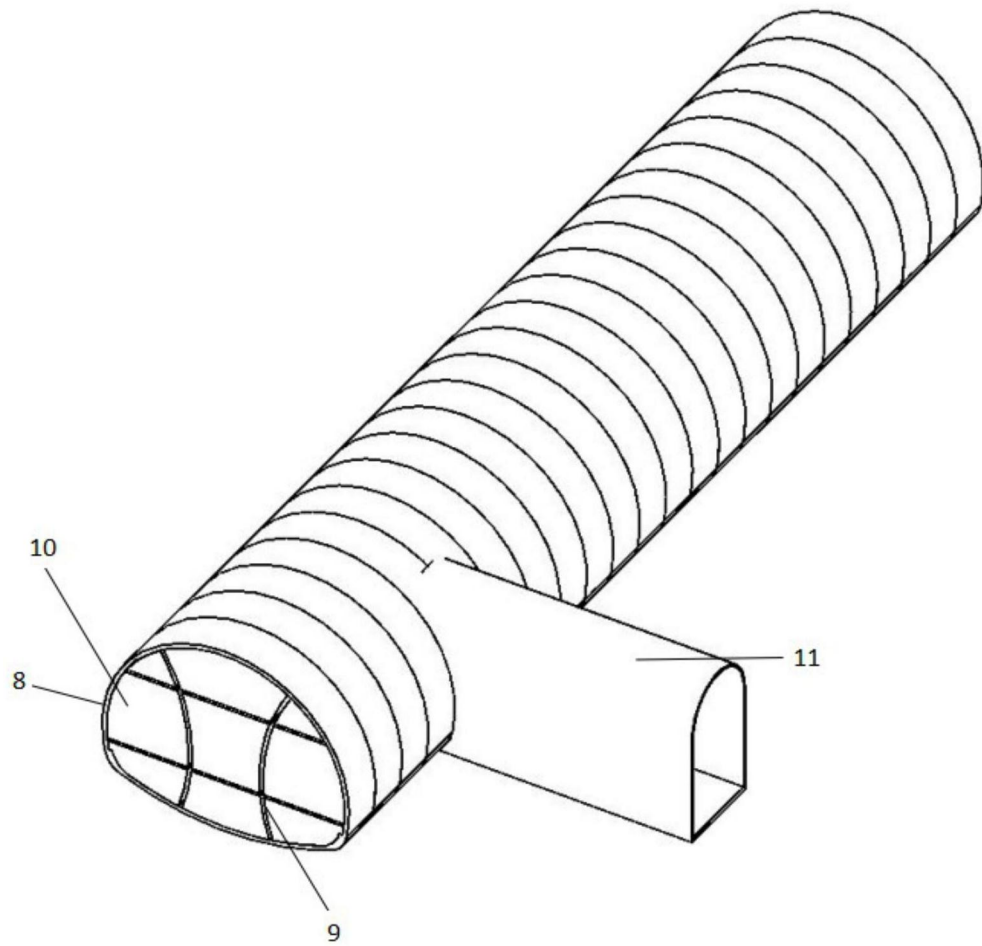


图4a

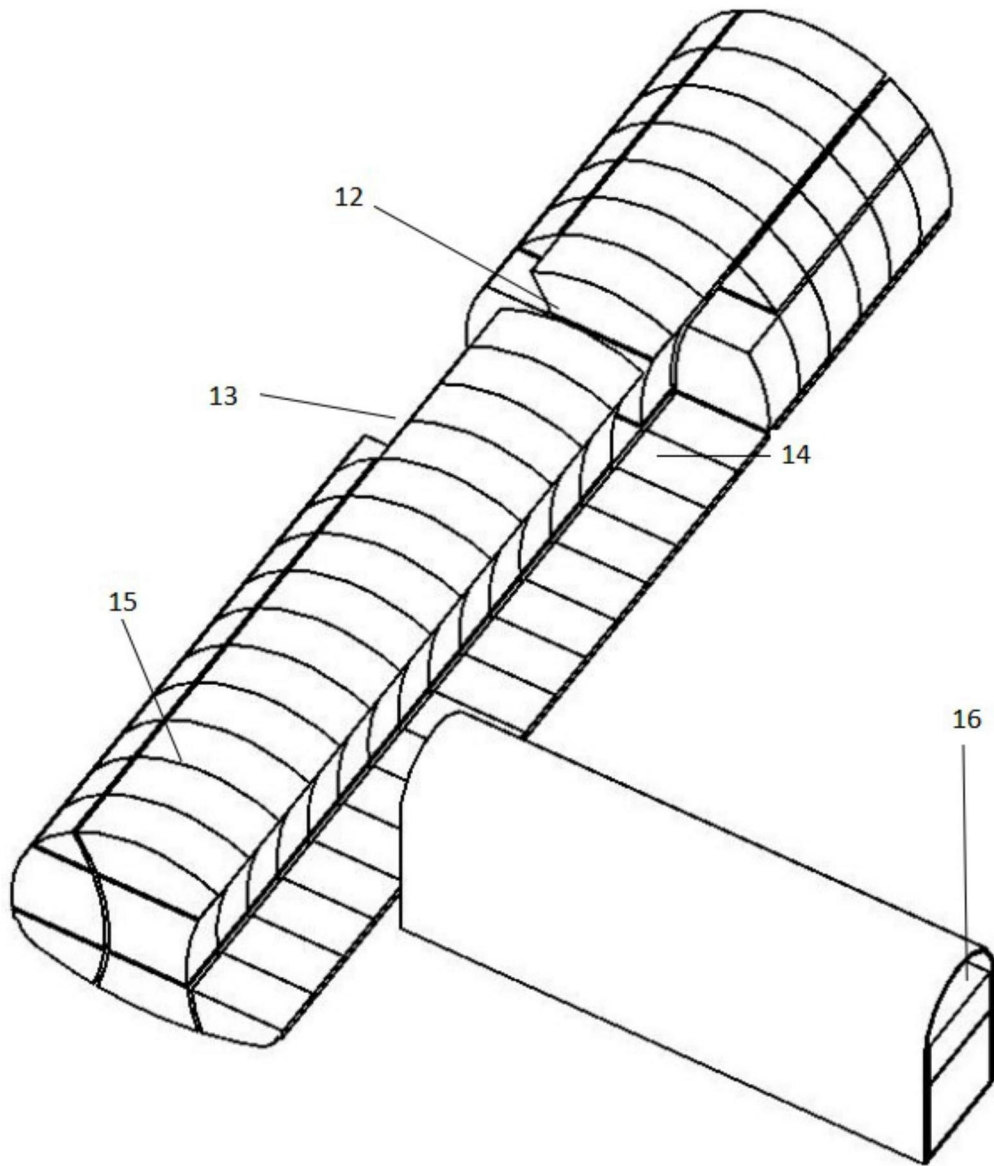


图4b

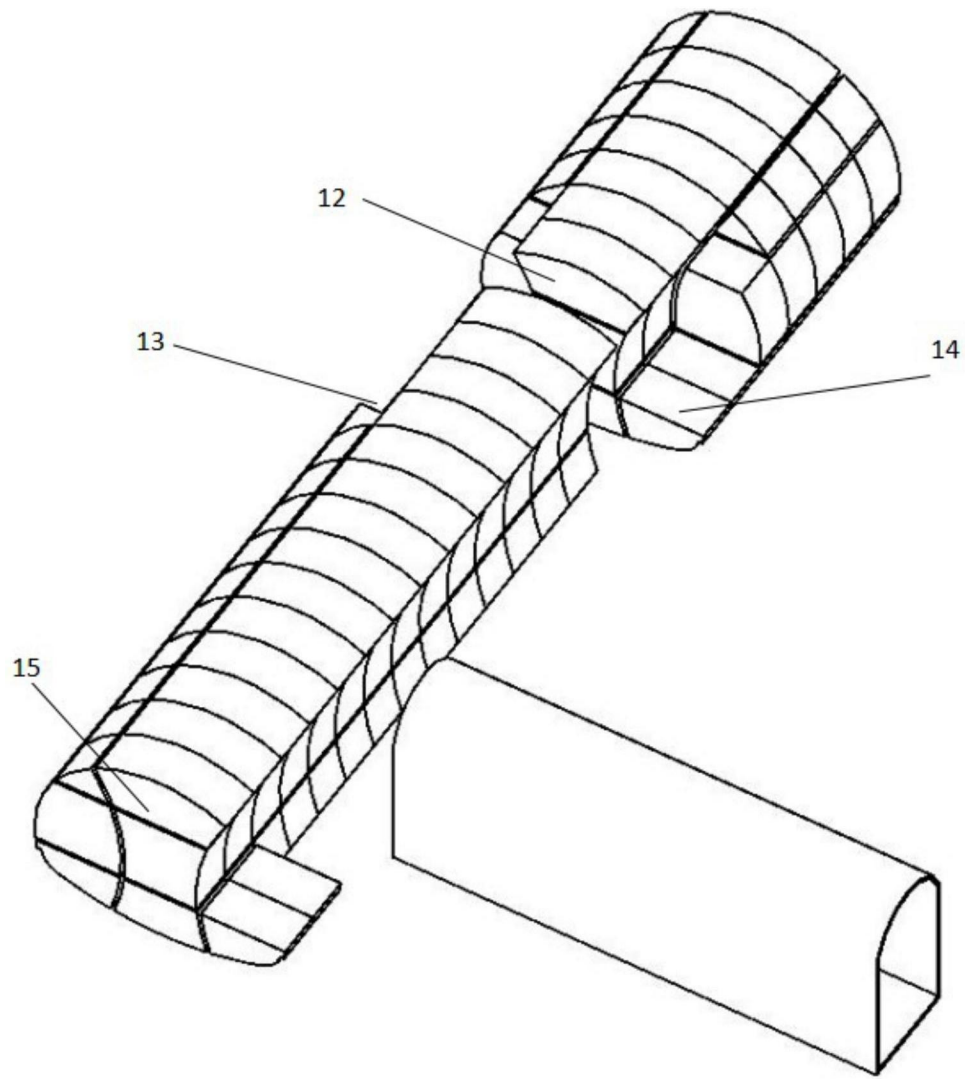


图4c

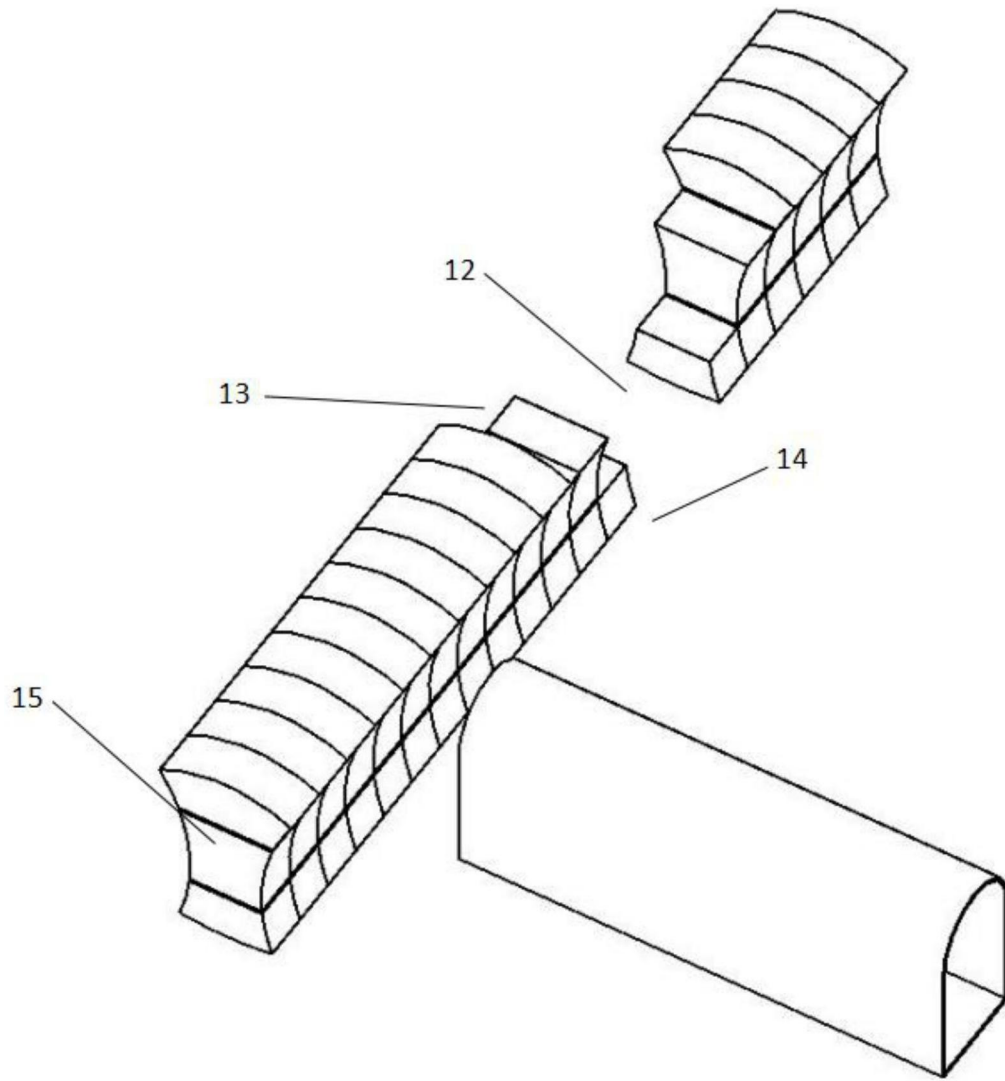


图4d