



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108571009 B

(45) 授权公告日 2022.01.04

(21) 申请号 201810422126.6

(22) 申请日 2018.05.04

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108571009 A

(43) 申请公布日 2018.09.25

(73) 专利权人 中国建筑第四工程局有限公司  
地址 510665 广东省广州市天河区科韵路  
16号自编B栋5楼

(72) 发明人 康卫 焦浩 李玉龙

(74) 专利代理机构 成都熠邦鼎立专利代理有限  
公司 51263

代理人 张晨光

(51) Int. Cl.

E02D 29/045 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104060629 A, 2014.09.24

CN 201221079 Y, 2009.04.15

JP 2015021290 A, 2015.02.02

审查员 宋相兵

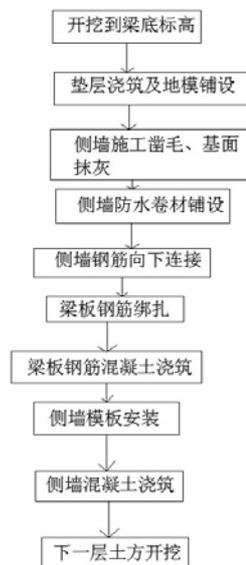
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,包括如下步骤:a、开挖到梁底预定标高,勘察现场,清除地面及地上障碍物;d、侧墙混凝土浇筑,使用接长的插入式震捣器,捣实厚度不得超过30cm,用其它震捣器时,其厚度则不得超过15~30cm;g、侧墙钢筋向下连接,先绑扎侧墙钢筋,再绑扎板钢筋,将侧墙钢筋一次连接到位。有益效果在于:本工法对全盖挖逆作主体侧墙钢筋连接进行优化,侧墙钢筋采用一次机械连接成型,减少钢筋接头,缩短钢筋安装时间,确保钢筋安装工效及质量,采用导管技术,很好的控制了混凝土向下浇筑过程压力,保证混凝土浇筑连续性,从而有效提高了混凝土浇筑工效及浇筑质量。



1. 一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

a、开挖到梁底预定标高,勘察现场,清除地面及地上障碍物,使用大型挖掘机对地面进行开挖,挖掘深度为预定标高,挖掘出的土层通过运输车运输至工地外部;

b、垫层浇筑及地模铺设,采用震动式强夯机对挖掘后地面进行夯实,人工铺设地模模板,采用混凝土对地模模板进行垫层浇筑,浇筑厚度为70mm;

c、侧墙模板安装,侧墙模板安装过程注意预留中间振捣口,间距为2m,根据侧墙高度约2m一道;

d、侧墙混凝土浇筑,使用接长的插入式震捣器,捣实厚度不得超过30cm,用其它震捣器时,其厚度则不得超过15~30cm,每层混凝土应在前一层混凝土初凝前浇注和捣实,以防止损害先浇的混凝土,同时要避免两层混凝土表面间脱开;

e、侧墙施工缝凿毛、基面抹灰,侧墙分为上、下两个水平施工缝,设在距侧墙模板500mm位置,下层施工缝按要求进行止水带及止水钢板的预埋;上层施工缝应清除水泥薄膜、表面上泥土及松动砂石和软弱混凝土层,还应加以凿毛,露出干净石子,再用水冲洗干净;

f、侧墙防水卷材铺设,侧墙表面覆盖节水保湿膜;

g、侧墙钢筋向下连接,先绑扎侧墙钢筋,再绑扎板钢筋,将侧墙钢筋一次连接到位,侧墙钢筋绑扎过程需焊接水平定位筋,保证侧墙钢筋上下连接准确性及保护层厚度;

h、梁板钢筋绑扎,先穿主梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋,将箍筋按间距逐个分开,穿次梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋,并套好箍筋,放主次梁的架立筋,隔一定间距将架立筋与箍筋绑扎牢固;调整箍筋间距使间距符合设计要求,绑架立筋,再绑主筋,主次梁同时配合进行;

i、梁板钢筋混凝土浇筑,使用接长的插入式振捣器应快插慢拔,插点要均匀排列,逐点移动,顺序进行,不得遗漏,做到均匀振实,移动间距为300~400mm,振捣上一层时应插入下层5~10cm,以使两层混凝土结合牢固,振捣时,振捣棒不得触及钢筋和模板,表面振动器,或称平板振动器的移动间距,应保证振动器的平板覆盖已振实部分的边缘;

j、下一层土方开挖。

2. 根据权利要求1所述的一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,其特征在于:所述步骤a中凡工程范围内的表层杂草、块石、杂物、腐殖土、树根均应清理干净,平整压实,清理厚度不得小于0.3m,清除出来的废渣不得随地弃置,采用自卸汽车外运至弃料场。

3. 根据权利要求1所述的一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,其特征在于:所述步骤g中的侧墙钢筋丝头加工完成、检验合格后,要用专用的钢筋丝头保护帽或连接套筒对钢筋丝头进行保护,以防螺纹在钢筋搬动或运输过程中被损坏或污染。

4. 根据权利要求1所述的一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,其特征在于:所述步骤b、i、d中的混凝土浇筑前必须安排试验人员驻站进行砼原材料质量及含水量的检测,并根据实测含水量进行砼配合比的调整,砼出站前进行坍落度 出站控制在 180~200mm及工作性能的检测工作;砼进场实行“一车一检”,坍落度控制在 140~160mm,对于不合格的砼坚决予以退场处理并做好相关影像记录,同时,对进场砼车进行随机过磅检查,是否满足要求混凝土自由下料高度不得大于 2m,对于超过的必须加设串筒或者接长泵车软管的方法以防止砼离析现象,侧墙位置在竖向中间留置混凝土振捣口,水平间隔为3-4米;分层、分块、对称浇筑:分层厚度控制在 50cm 左右,优先浇筑纵梁位置高标号砼,浇筑到与侧墙模

板底齐平时沿纵梁两侧分层、分块、对称浇筑板砼,板砼每上升一层纵梁砼跟着浇筑一层,直到砼浇筑到设计标高,侧墙分层浇筑从一端至另一端结束,第二次浇筑需按原来方向浇筑;振动棒操作采用“快插、慢拔、三不靠”和“不过振、不少振、不漏振”的原则,即垂直插入振动棒的速度要快,每次插入的振捣时间控制在 20 到 30 秒左右,移动间距为300-400mm,振捣上一层时插入下层混凝土面约 10cm,混凝土不再明显下沉,不出现气泡为宜,振捣的时间也不宜过长,时间过长混凝土会产生砂与水泥浆分开,石子下沉而造成混凝土表面形成砂层,三不靠是指,振动棒不靠模板 与模板保持 5~15cm距离、不靠钢筋、不靠预埋件,在模板边缘振捣时还需用木锤轻击模板;对于钢筋密度大的部位,在砼浇筑的过程中适当的将钢筋扳开进行砼振捣,但是在砼浇筑上来后,应及时将钢筋恢复原样;侧墙、柱比较容易“烂根”的部位,砼浇筑前应进行同标号强度砂浆打底;拆模后及时对外观质量进行处理,混凝土采用浇水自然养护的方法养护,当气温低于 5℃时采用砼节水保湿养护膜进行养护,养护周期不小于 14 天,全过程必须保持养护膜处于湿润状态。

5. 根据权利要求1所述的一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,其特征在于:所述步骤i、d中的浇筑板混凝土时,混凝土输送泵管要用铁马凳架高300mm,防止由于过重的泵管压塌板上部筋,去往操作面的主要通道也需设铁马凳,上铺钢跳板,边浇边撤。

6. 根据权利要求1所述的一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,其特征在于:所述步骤g、h中的成型钢筋应按总平面布置图指定地点摆放,用垫木垫放整齐,防止钢筋变形、锈蚀、油污。

7. 根据权利要求1所述的一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,其特征在于:所述步骤g中的侧墙钢筋需要质量验收与直螺纹接头试验,质量验收时检查接头外观质量应无完整丝扣外露,钢筋与连接套之间无间隙,如发现有一个完整丝扣外露,应重新拧紧,然后用检查用的扭矩扳手对接头质量进行抽检,用质检力矩扳手检查接头拧紧程度,直螺纹接头实验为同一施工条件下,采用同一批材料的同等级、同型式、同规格接头,以500个为一验收批进行检验和验收,不足500个也为一验收批,每一批取3个试件作单向拉伸试验,当三个试件抗拉强度均不小于该级别钢筋抗拉强度的标准值时,该验收批定为合格,如有一个试件的抗拉强度不符合要求,应取六个试件进行复检,复检中仍有一个试件不符合要求,则该验收批判定为不合格。

## 一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及地铁施工技术领域,特别是涉及一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法。

### 背景技术

[0002] 以前为了经济的发展,大肆砍伐树木、破坏深林,导致现在水土流失严重,当发生大雨时,斜坡上的泥土容易发生滑坡现象,发生滑坡不仅造成巨大的经济损失,而且会威胁附近居民的生命安全,因此对于易发生滑坡的斜坡面,很多都采用不同形式的措施来防止滑坡的发生。微型桩一般是指桩径小于400mm,长细比大于30,采用钻孔、强配筋和压力注浆施工工艺的灌注桩。现有技术中的防滑坡措施很多都是成本较高,需要大量人力物力资源才能实现的,而且防滑坡能力差,经常需要进行维护,增加财政投入,不利于民生和环境的改善。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的就在于为了解决上述问题而提供一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法。

[0004] 本发明通过以下技术方案来实现上述目的:

[0005] 一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,包括如下步骤:

[0006] a、开挖到梁底预定标高,勘察现场,清除地面及地上障碍物,使用大型挖掘机对地面进行开挖,挖掘深度为预定标高,挖掘出的土层通过运输车运输至工地外部;

[0007] b、垫层浇筑及地模铺设,采用震动式强夯机对挖掘后地面进行夯实,人工铺设地模模板,采用混凝土对地模模板进行垫层浇筑,浇筑厚度为70mm;

[0008] c、侧墙模板安装,侧墙模板安装过程注意预留中间振捣口,间距为2m,根据侧墙高度约2m一道;

[0009] d、侧墙混凝土浇筑,使用接长的插入式震捣器,捣实厚度不得超过30cm,用其它震捣器时,其厚度则不得超过15~30cm,每层混凝土应在前一层混凝土初凝前浇注和捣实,以防止损害先浇的混凝土,同时要避免两层混凝土表面间脱开;

[0010] e、侧墙施工缝凿毛、基面抹灰,侧墙分为上、下两个水平施工缝,一般设在距侧墙模板500mm位置,下层施工缝按要求进行止水带及止水钢板的预埋;上层施工缝应清除水泥薄膜、表面上泥土及松动砂石和软弱混凝土层,还应加以凿毛,露出干净石子,再用水冲洗干净;

[0011] f、侧墙防水卷材铺设,侧墙表面覆盖节水保湿膜;

[0012] g、侧墙钢筋向下连接,先绑扎侧墙钢筋,再绑扎板钢筋,将侧墙钢筋一次连接到位,侧墙钢筋绑扎过程需焊接水平定位筋,保证侧墙钢筋上下连接准确性及保护层厚度;

[0013] h、梁板钢筋绑扎,先穿主梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋,将箍筋按间距逐个分开,穿次梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋,并套好箍筋,放主次梁的架立筋,隔一定间

距将架立筋与箍筋绑扎牢固；调整箍筋间距使间距符合设计要求，绑架立筋，再绑主筋，主次梁同时配合进行；

[0014] i、梁板钢筋混凝土浇筑，使用接长的插入式振捣器应快插慢拔，插点要均匀排列，逐点移动，顺序进行，不得遗漏，做到均匀振实，移动间距不大于振捣作用半径的1.25倍，一般为300~400mm，振捣上一层时应插入下层5~10cm，以使两层混凝土结合牢固，振捣时，振捣棒不得触及钢筋和模板，表面振动器，或称平板振动器的移动间距，应保证振动器的平板覆盖已振实部分的边缘；

[0015] j、下一层土方开挖。

[0016] 本实施例中，所述步骤a中凡工程范围内的表层杂草、块石、杂物、腐殖土、树根等均应清理干净，平整压实，清理厚度不得小于0.3m，清除出来的废渣不得随地弃置，采用自卸汽车外运至弃料场。

[0017] 本实施例中，所述步骤g中的侧墙钢筋丝头加工完成、检验合格后，要用专用的钢筋丝头保护帽或连接套筒对钢筋丝头进行保护，以防螺纹在钢筋搬动或运输过程中被损坏或污染。

[0018] 本实施例中，所述步骤b、i、d中的混凝土浇筑前必须安排试验人员驻站进行砼原材料质量及含水量的检测，并根据实测含水量进行砼配合比的调整，砼出站前进行坍落度（出站控制在 180~200mm）及工作性能的检测工作；砼进场实行“一车一检”，坍落度控制在 140~160mm，对于不合格的砼坚决予以退场处理并做好相关影像记录，同时，对进场砼车进行随机过磅检查，是否满足要求混凝土自由下料高度不得大于 2m，对于超过的必须加设串筒或者接长泵车软管的方法以防止砼离析现象，侧墙位置在竖向中间留置混凝土振捣口，水平间隔为3-4米；分层、分块、对称浇筑：分层厚度控制在 50cm 左右，优先浇筑纵梁位置高标号砼，浇筑到与板底齐平时沿纵梁两侧分层、分块、对称浇筑板砼，板砼每上升一层纵梁砼跟着浇筑一层，直到砼浇筑到设计标高，侧墙分层浇筑从一端至另一端结束，第二次浇筑需按原来方向浇筑；振动棒操作采用“快插、慢拔、三不靠”和“不过振、不少振、不漏振”的原则，即垂直插入振动棒的速度要快，每次插入的振捣时间控制在 20 到 30 秒左右，移动间距为300-400mm，振捣上一层时插入下层混凝土面约 10cm，混凝土不再明显下沉，不出现气泡为宜。振捣的时间也不宜过长，时间过长混凝土会产生砂与水泥浆分离，石子下沉而造成混凝土表面形成砂层。三不靠是指，振动棒不靠模板（与模板保持 5~15cm距离）、不靠钢筋、不靠预埋件，在模板边缘振捣时还需用木锤轻击模板；对于钢筋密度大的部位，在砼浇筑的过程中可以适当的将钢筋扳开进行砼振捣，但是在砼浇筑上来后，应及时将钢筋恢复原样；侧墙、柱比较容易“烂根”的部位，砼浇筑前应进行同标号强度砂浆打底；拆模后及时对外观质量进行处理，混凝土采用浇水自然养护的方法养护，当气温低于 5℃时采用砼节水保湿养护膜进行养护，养护周期不小于 14 天，全过程必须保持养护膜处于湿润状态。

[0019] 本实施例中，所述步骤i、d中的浇筑板混凝土时，混凝土输送泵管要用铁马凳架高300mm，防止由于过重的泵管压塌板上部筋。去往操作面的主要通道也需设铁马凳，上铺钢跳板，边浇边撤。

[0020] 本实施例中，所述步骤g、h中的成型钢筋应按总平面布置图指定地点摆放，用垫木垫放整齐，防止钢筋变形、锈蚀、油污。

[0021] 本实施例中,所述步骤g中的侧墙钢筋需要质量验收与直螺纹接头试验,质量验收时检查接头外观质量应无完整丝扣外露,钢筋与连接套之间无间隙。如发现有一个完整丝扣外露,应重新拧紧,然后用检查用的扭矩扳手对接头质量进行抽检,用质检力矩扳手检查接头拧紧程度,直螺纹接头实验为同一施工条件下,采用同一批材料的同等级、同型式、同规格接头,以500个为一验收批进行检验和验收,不足500个也为一验收批。每一批取3个试件作单向拉伸试验,当三个试件抗拉强度均不小于该级别钢筋抗拉强度的标准值时,该验收批定为合格。如有一个试件的抗拉强度不符合要求,应取六个试件进行复检。复检中仍有一个试件不符合要求,则该验收批判定为不合格。

[0022] 本发明的有益效果在于:本工法对全盖挖逆作主体侧墙钢筋连接进行优化,侧墙钢筋采用一次机械连接成型,减少钢筋接头,缩短钢筋安装时间,确保钢筋安装工效及质量,采用导管技术,很好的控制了混凝土向下浇筑过程压力,保证混凝土浇筑连续性,从而有效提高了混凝土浇筑工效及浇筑质量。

### 附图说明

[0023] 图1是本发明所述一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法的施工顺序图;

[0024] 图2是本发明所述一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法的浇筑示意图;

[0025] 图3是本发明所述一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法的丝头加工尺寸图。

### 具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0027] 如图1-图3所示,一种全盖挖逆作地铁车站侧墙施工方法,包括如下步骤:

[0028] a、开挖到梁底预定标高,勘察现场,清除地面及地上障碍物,使用大型挖掘机对地面进行开挖,挖掘深度为预定标高,挖掘出的土层通过运输车运输至工地外部;

[0029] b、垫层浇筑及地模铺设,采用震动式强夯机对挖掘后地面进行夯实,人工铺设地模模板,采用混凝土对地模模板进行垫层浇筑,浇筑厚度为70mm;

[0030] c、侧墙模板安装,侧墙模板安装过程注意预留中间振捣口,间距为2m,根据侧墙高度约2m一道;

[0031] d、侧墙混凝土浇筑,使用接长的插入式震捣器,捣实厚度不得超过30cm,用其它震捣器时,其厚度则不得超过15~30cm。每层混凝土应在前一层混凝土初凝前浇注和捣实,以防止损害先浇的混凝土,同时要避免两层混凝土表面间脱开;

[0032] e、侧墙施工缝凿毛、基面抹灰,侧墙分为上、下两个水平施工缝,一般设在距板500mm位置。下层施工缝按要求进行止水带及止水钢板的预埋;上层施工缝应清除水泥薄膜、表面上泥土及松动砂石和软弱混凝土层等,还应加以凿毛,露出干净石子,再用水冲洗干净;

[0033] f、侧墙防水卷材铺设,侧墙表面覆盖节水保湿膜;

[0034] g、侧墙钢筋向下连接,先绑扎侧墙钢筋,再绑扎板钢筋,将侧墙钢筋一次连接到位。侧墙钢筋绑扎过程需焊接水平定位筋,保证侧墙钢筋上下连接准确性及保护层厚度;

[0035] h、梁板钢筋绑扎,先穿主梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋,将箍筋按间距逐个分开,穿次梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋,并套好箍筋,放主次梁的架立筋,隔一定间

距将架立筋与箍筋绑扎牢固；调整箍筋间距使间距符合设计要求，绑架立筋，再绑主筋，主次梁同时配合进行；

[0036] i、梁板钢筋混凝土浇筑，使用接长的插入式振捣器应快插慢拔，插点要均匀排列，逐点移动，顺序进行，不得遗漏，做到均匀振实。移动间距不大于振捣作用半径的1.25倍（一般为300~400mm）。振捣上一层时应插入下层5~10cm，以使两层混凝土结合牢固。振捣时，振捣棒不得触及钢筋和模板。表面振动器（或称平板振动器）的移动间距，应保证振动器的平板覆盖已振实部分的边缘；

[0037] j、下一层土方开挖。

[0038] 本实施例中，所述步骤a中凡工程范围内的表层杂草、块石、杂物、腐殖土、树根等均应清理干净，平整压实，清理厚度不得小于0.3m，清除出来的废渣不得随地弃置，采用自卸汽车外运至弃料场。

[0039] 本实施例中，所述步骤g中的侧墙钢筋丝头加工完成、检验合格后，要用专用的钢筋丝头保护帽或连接套筒对钢筋丝头进行保护，以防螺纹在钢筋搬动或运输过程中被损坏或污染。

[0040] 本实施例中，所述步骤b、i、d中的混凝土浇筑前必须安排试验人员驻站进行砼原材料质量及含水量的检测，并根据实测含水量进行砼配合比的调整，砼出站前进行坍落度（出站控制在180~200mm）及工作性能的检测工作；砼进场实行“一车一检”，坍落度控制在140~160mm，对于不合格的砼坚决予以退场处理并做好相关影像记录，同时，对进场砼车进行随机过磅检查，是否满足要求混凝土自由下料高度不得大于2m，对于超过的必须加设串筒或者接长泵车软管的方法以防止砼离析现象，侧墙位置在竖向中间留置混凝土振捣口，水平间隔为3-4米；分层、分块、对称浇筑：分层厚度控制在50cm左右，优先浇筑纵梁位置高标号砼，浇筑到与板底齐平时沿纵梁两侧分层、分块、对称浇筑板砼，板砼每上升一层纵梁砼跟着浇筑一层，直到砼浇筑到设计标高，侧墙分层浇筑从一端至另一端结束，第二次浇筑需按原来方向浇筑；振动棒操作采用“快插、慢拔、三不靠”和“不过振、不少振、不漏振”的原则，即垂直插入振动棒的速度要快，每次插入的振捣时间控制在20到30秒左右，移动间距为300-400mm，振捣上一层时插入下层混凝土面约10cm，混凝土不再明显下沉，不出现气泡为宜。振捣的时间也不宜过长，时间过长混凝土会产生砂与水泥浆分离，石子下沉而造成混凝土表面形成砂层。三不靠是指，振动棒不靠模板（与模板保持5~15cm距离）、不靠钢筋、不靠预埋件，在模板边缘振捣时还需用木锤轻击模板；对于钢筋密度大的部位，在砼浇筑的过程中可以适当的将钢筋扳开进行砼振捣，但是在砼浇筑上来后，应及时将钢筋恢复原样；侧墙、柱比较容易“烂根”的部位，砼浇筑前应进行同标号强度砂浆打底；拆模后及时对外观质量进行处理，混凝土采用浇水自然养护的方法养护，当气温低于5℃时采用砼节水保湿养护膜进行养护，养护周期不小于14天，全过程必须保持养护膜处于湿润状态。

[0041] 本实施例中，所述步骤i、d中的浇筑板混凝土时，混凝土输送泵管要用铁马凳架高300mm，防止由于过重的泵管压塌板上部筋。去往操作面的主要通道也需设铁马凳，上铺钢跳板，边浇边撤。

[0042] 本实施例中，所述步骤g、h中的成型钢筋应按总平面布置图指定地点摆放，用垫木垫放整齐，防止钢筋变形、锈蚀、油污。

[0043] 本实施例中,所述步骤g中的侧墙钢筋需要质量验收与直螺纹接头试验,质量验收时检查接头外观质量应无完整丝扣外露,钢筋与连接套之间无间隙。如发现有一个完整丝扣外露,应重新拧紧,然后用检查用的扭矩扳手对接头质量进行抽检,用质检力矩扳手检查接头拧紧程度,直螺纹接头实验为同一施工条件下,采用同一批材料的同等级、同型式、同规格接头,以500个为一验收批进行检验和验收,不足500个也为一验收批。每一批取3个试件作单向拉伸试验,当三个试件抗拉强度均不小于该级别钢筋抗拉强度的标准值时,该验收批定为合格。如有一个试件的抗拉强度不符合要求,应取六个试件进行复检。复检中仍有一个试件不符合要求,则该验收批判定为不合格

[0044] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其效物界定。

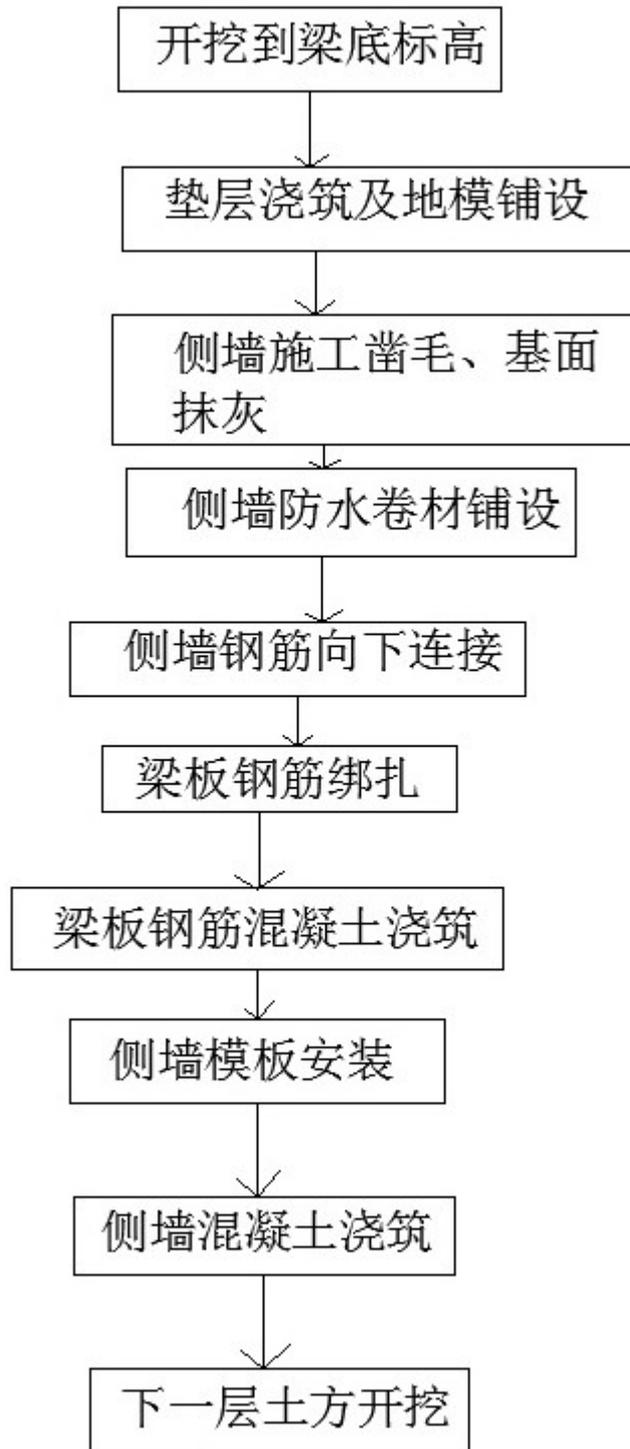


图1

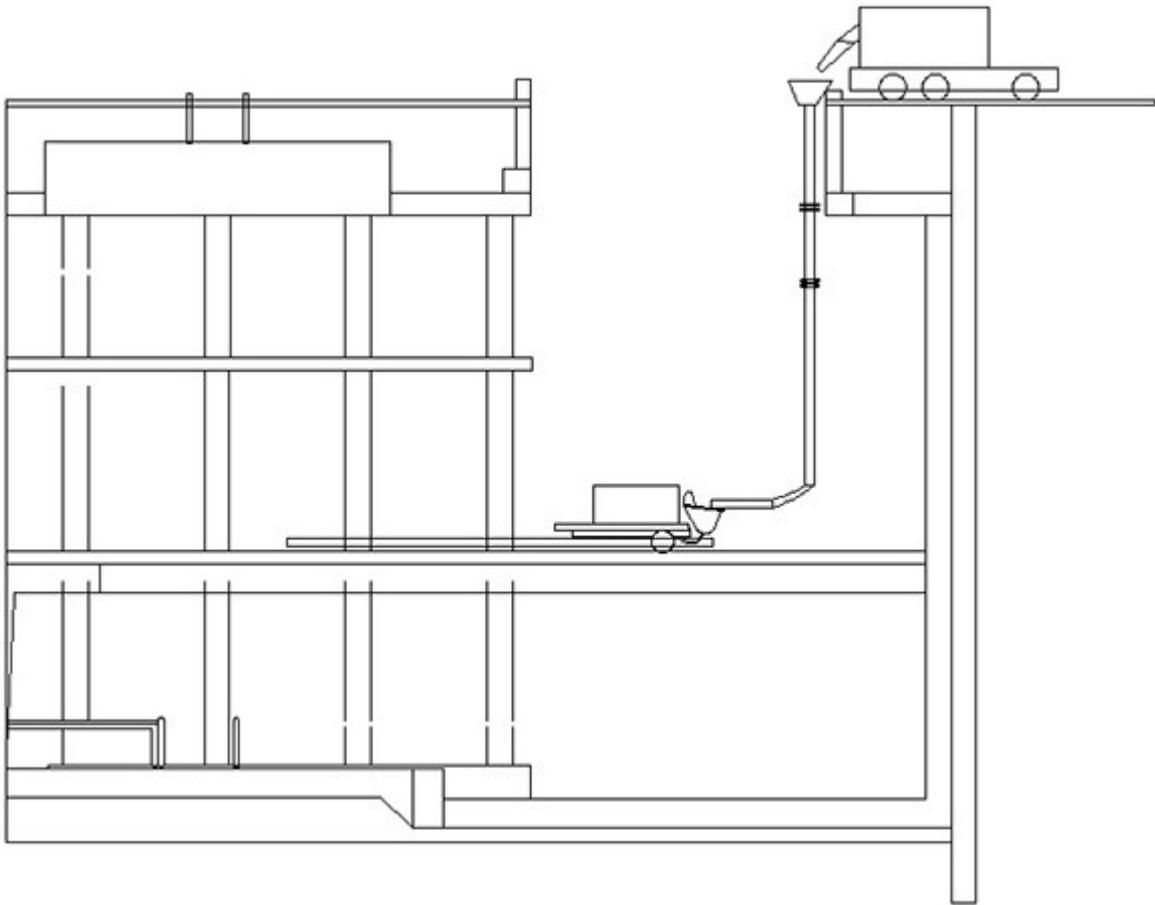


图2

| 规格 | 剥肋直径           | 螺纹尺寸    | 丝头长度      | 完整丝扣圈数 |
|----|----------------|---------|-----------|--------|
| 16 | $15.2 \pm 0.2$ | M16.5×2 | 20~22.5   | >8     |
| 18 | $16.9 \pm 0.2$ | M19×2.5 | 25~27.5   | >7     |
| 20 | $18.8 \pm 0.2$ | M21×2.5 | 27~30     | >8     |
| 22 | $20.8 \pm 0.2$ | M23×2.5 | 29.5~32.5 | >9     |
| 25 | $23.7 \pm 0.2$ | M26×3   | 32~35     | >9     |
| 28 | $26.6 \pm 0.2$ | M29×3   | 37~40     | >10    |
| 32 | $30.5 \pm 0.2$ | M33×3   | 42~45     | >11    |

图3