



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107700475 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(21)申请号 201711136971.9

E02D 7/26(2006.01)

(22)申请日 2017.11.16

E02D 19/18(2006.01)

(71)申请人 浙江杰立建设集团有限公司

E02D 7/24(2006.01)

地址 310017 浙江省杭州市江干区明月桥
路42号五楼

E02D 7/20(2006.01)

申请人 浙江工业大学工程设计集团有限公
司
浙江浙工大检测技术有限公司

(72)发明人 杨俊杰 章雪峰 郑丽海 傅林峰
任海刚 李向阳 徐林

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限
公司 33241

代理人 王利强 李百玲

(51)Int.Cl.

E02D 5/20(2006.01)

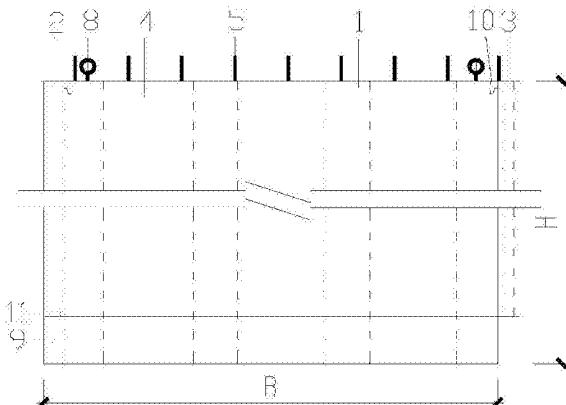
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种装配式混凝土地下连续墙结构及施工
工艺

(57)摘要

一种装配式混凝土地下连续墙结构，包括预
制混凝土墙段，所述预制混凝土墙段包括上部的
墙段和下部的墙段下沉刃脚，墙段间通过连接结
构连接；所述墙段内竖向设有至少两个空腔，其中
一个空腔内设有用于高压力水破土的压力水管，
一个空腔内设有用于排泥水的排泥管，所述压
力水管与高压水泵连接，所述排泥管与泥浆泵连
接；所述墙段下沉刃脚内沿着墙段走向方向开
设有一排用于冲刷地层的高压水出水口，所述
墙段下沉刃脚上还开设有上下贯通的出泥孔，所
述出泥孔与墙段上安装有排泥管的空腔上下正
对并连通。本发明提供一种墙体质量较好、施工
环境较好、施工速度较快的装配式混凝土地下连
续墙结构及施工工艺。



1. 一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:包括预制混凝土墙段,所述预制混凝土墙段包括上部的墙段和下部的墙段下沉刃脚,墙段间通过连接结构连接;

所述墙段内竖向设有至少两个空腔,其中一个空腔内设有用于高压力水破土的压力水管,一个空腔内设有用于排泥水的排泥管,所述压力水管与高压水泵连接,所述排泥管与泥浆泵连接;所述墙段下沉刃脚内在沿着墙段走向方向设有一排用于冲刷地层的高压水出水口,所述高压水出水口处设有具有单向密封功能的水射流型喷嘴,所述水射流型喷嘴通过设置在墙段下沉刃脚内的压力水分配通道与压力水管连通,所述墙段下沉刃脚上还开设有上下贯通的出泥孔,所述出泥孔与墙段上安装有排泥管的空腔上下正对并连通;

每个墙段的上端面上预埋有便于起吊的预埋吊件。

2. 如权利要求1所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述连接结构包括钢扒板、环形卡盘和可拆卸的导向钢管,所述墙段的左右两侧分别设有连接凹侧和连接凸侧,所述墙段的连接凸侧与其相邻的墙段的连接凹侧相配合卡接,所述墙段的连接凸侧沿着竖向设有导向孔且其下端设有凹槽,所述墙段的连接凹侧下方的墙段刃脚上设有环形卡盘,所述环形卡盘的外圈卡接在相邻墙段的连接凸侧下端的凹槽内,所述导向钢管自上而下放入导向孔内且其下端卡接在环形卡盘的内圈内;

所述墙段的连接凸侧的上端面与其相邻的墙段的连接凹侧的上端面之间通过钢扒板连接。

3. 如权利要求1或2所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述地下连续墙结构还包括预制压顶梁,所述预制压顶梁设置在墙段上且预制压顶梁的梁宽与墙段厚度相等,预制压顶梁间的连接面设在墙段的空腔间隔处。

4. 如权利要求1或2所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述墙段可分段预制,包括上墙段和下墙段,上墙段的下端与下墙段的上端分别预埋钢板并相互焊接。

5. 如权利要求1或2所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述墙段的两侧预设有用于对墙段间连接处注浆封水之用的竖向和水平方向独立的注浆管道系统,注浆管道系统的上端口可与注浆泵连接,且沿墙段深度方向预设2~3个水平注浆出口孔。

6. 如权利要求1或2所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述墙段的空腔在墙段厚度方向不大于1/3墙厚,墙段的空腔间隔不小于两倍墙厚。

7. 如权利要求2所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述导向钢管内设有用于实时监控墙段下沉的水平状态的形变传感器,所述形变传感器布设于导向钢管内壁对称轴线上。

8. 如权利要求3所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述墙段内设有两排竖向受力钢筋,每排竖向受力钢筋之间通过水平纵向钢筋连接,两排竖向受力钢筋之间通过水平横向钢筋连接;

所述预制压顶梁上设有用于钢筋穿过的钢筋预留孔,每排竖向受力钢筋的上端间距2m左右留出一根与预制压顶梁连接的钢筋并在该钢筋的端头上车有外螺纹,车有外螺纹的钢筋自下而上穿过预制压顶梁的钢筋预留孔与螺母螺接。

9. 如权利要求4所述的一种装配式混凝土地下连续墙结构,其特征在于:所述预制压顶梁中间与墙段的空腔对应位置处也设有空腔。

10. 如权利要求1所述的一种装配式混凝土地下连续墙施工工艺,其特征在于:包括如下步骤:

1) 根据地下连续墙的深度、墙体厚度预制混凝土墙段,同时,校验墙体的防水能力是否满足地下水压力条件;

当地下连续墙的深度较大,墙段无法预制、运输、吊装时,可将预制混凝土墙段沿深度方向分若干段,分段预制,分段下沉,且在中间各段的上、下端面预埋钢板,段与段间采用直接焊接的方法相连接;

2) 按地下连续墙的设计走向在地面画出墙体的布置位置,首先用挖掘机施工导向槽,起吊一个或若干个墙段,竖直放置于导向槽内,同时安装导向钢管;在墙段的两端各布设一台液压式静压机,静压机的墙段夹持板应避开墙段两侧的凹凸端,在墙段中部至少布设一台扶正墙段的机械,以保证墙段施工过程中保持与地面垂直;

3) 启动静压机,两侧同步下压墙段,利用导向钢管进行导向,同步接长导向钢管;同时通过形变传感器配合实时监控墙段下沉的水平状态;当下压有困难时,启动高压水泵和泥浆泵,协助墙段的下压沉降;当墙段将要达到设计深度时,停止高压水泵,通过静压机使墙体就位,同时调整两侧下压量,使墙段保持水平;

4) 当相邻两个墙段下沉就位后,回收导向钢管,卡上钢扒板;

5) 通过排泥管现浇混凝土,固定墙段刃脚部分及墙段下部;当地下连续墙防水要求高且整体承载力要求高时,墙段空腔及墙段连接凸端的导向孔全部用现浇混凝土填充,填充的混凝土强度等级尽可能与预制混凝土强度接近;

6) 通过预留的注浆和高压水通道向墙体周边压力注浆,填充墙体内所有的连接缝隙和与地层间的空隙;

7) 安装预制压顶梁,将地下连续墙连成一个整体;

当所设计的地下连续墙深度不大15m,各墙段连接可靠且地层条件较好时也可以不设预制压顶梁。

一种装配式混凝土地下连续墙结构及施工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及地下连续墙技术领域,尤其是涉及一种装配式混凝土地下连续墙结构及施工工艺。

背景技术

[0002] 地下连续墙是当前地下工程领域应用较广的一种地下结构形式,主要用于地下工程施工过程中对作业面的保护以及防水作用,也有将作为临时构筑物的地下连接墙作为永久地下结构的一部分,如地下室的外墙。当前地下连续墙的结构形式均为现场浇筑混凝土结构,其施工工艺主要包括:利用机械在地下开槽,采用泥浆护壁,地面制作钢筋笼,下放钢筋笼,向槽内浇筑混凝土,逐段施工地下连续墙形成封闭的环形地下墙。现有技术条件下施工的地下连续墙存在着一些难以克服的缺点,其一是在泥浆槽内浇筑混凝土,混凝土的质量不易保证,墙体的防水性能较差;其次是施工环境差,尤其是泥浆的处理尚未有效的技术手段,对场地和周边的环境影响较大。由于现行的地下连续墙结构及施工工艺与机械设备是相配套的,改变墙体的结构形式必然需要改变相应的施工工艺与施工设备,在地下工程领域中尝试过采用现有施工机械开槽,将现浇混凝土部分用预制混凝土墙代替,连接接头仍用现浇方式,但由于这种方式需要在泥浆中连接预制混凝土墙段,导致地下连续墙的封水效果不佳,故此项技术未能得到推广应用。

发明内容

[0003] 为了克服现有地下连续墙施工技术存在墙体质量差和施工环境差的缺陷,本发明提供一种墙体质量较好、施工环境较好、施工速度较快的装配式混凝土地下连续墙结构及施工工艺。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种装配式混凝土地下连续墙结构,包括预制混凝土墙段,所述预制混凝土墙段包括上部的墙段和下部的墙段下沉刃脚,墙段间通过连接结构连接;

[0006] 所述墙段内竖向设有至少两个空腔,其中一个空腔内设有用于高压力水破土的压力水管,一个空腔内设有用于排泥水的排泥管,所述压力水管与高压水泵连接,所述排泥管与泥浆泵连接;所述墙段下沉刃脚内在沿着墙段走向方向设有一排用于冲刷地层的高压水出水口,所述高压水出水口处设有具有单向密封功能的水射流型喷嘴,所述水射流型喷嘴通过设置在墙段下沉刃脚内的压力水分配通道与压力水管连通,所述墙段下沉刃脚上还开设有上下贯通的出泥孔,所述出泥孔与墙段上安装有排泥管的空腔上下正对并连通;

[0007] 每个墙段的上端面上预埋有便于起吊的预埋吊件。

[0008] 进一步,所述连接结构包括钢扒板、环形卡盘和可拆卸的导向钢管,所述墙段的左右两侧分别设有连接凹侧和连接凸侧,所述墙段的连接凸侧与其相邻的墙段的连接凹侧相配合卡接,所述墙段的连接凸侧沿着竖向设有导向孔且其下端设有凹槽,所述墙段的连接凹侧下方的墙段刃脚上设有环形卡盘,所述环形卡盘的外圈卡接在相邻墙段的连接凸侧下

端的凹槽内,所述导向钢管自上而下放入导向孔内且其下端卡接在环形卡盘的内圈内;

[0009] 所述墙段的连接凸侧的上端面与其相邻的墙段的连接凹侧的上端面之间通过钢扒板连接。

[0010] 再进一步,所述地下连续墙结构还包括预制压顶梁,所述预制压顶梁设置在墙段上且预制压顶梁的梁宽与墙段厚度相等,预制压顶梁间的连接面设在墙段的空腔间隔处。

[0011] 再进一步,所述墙段可分段预制,包括上墙段和下墙段,上墙段的下端与下墙段的上端分别预埋钢板并相互焊接。

[0012] 再进一步,所述墙段的两侧预设有用于对墙段间连接处注浆封水之用的竖向和水平方向独立的注浆管道系统,注浆管道系统的上端口可与注浆泵连接,且沿墙段深度方向预设2~3个水平注浆出口孔。

[0013] 再进一步,所述墙段的空腔在墙段厚度方向不大于1/3墙厚,墙段的空腔间隔不小于两倍墙厚。

[0014] 再进一步,所述导向钢管内设有用于实时监控墙段下沉的水平状态的形变传感器,所述形变传感器布设于导向钢管内壁对称轴线上。

[0015] 再进一步,所述墙段内设有两排竖向受力钢筋,每排竖向受力钢筋之间通过水平纵向钢筋连接,两排竖向受力钢筋之间通过水平横向钢筋连接;

[0016] 所述预制压顶梁上设有用于钢筋穿过的钢筋预留孔,每排竖向受力钢筋的上端间距2m左右留出一根与预制压顶梁连接的钢筋并在该钢筋的端头上车有外螺纹,车有外螺纹的钢筋自下而上穿过预制压顶梁的钢筋预留孔与螺母螺接。

[0017] 更进一步,所述预制压顶梁中间与墙段的空腔对应位置处也设有空腔。

[0018] 所述墙段下沉刃脚的端部表面上覆盖有钢板。

[0019] 一种装配式混凝土地下连续墙施工工艺,包括如下步骤:

[0020] 1)根据地下连续墙的深度、墙体厚度预制混凝土墙段,同时,校验墙体的防水能力是否满足地下水压力条件;

[0021] 当地下连续墙的深度较大,墙段无法预制、运输、吊装时,可将预制混凝土墙段沿深度方向分若干段,分段预制,分段下沉,且在中间各段的上、下端面预埋钢板,段与段间采用直接焊接的方法相连接;

[0022] 2)按地下连续墙的设计走向在地面画出墙体的布置位置,首先用挖掘机施工导向槽,起吊一个或若干个墙段,竖直放置于导向槽内,同时安装导向钢管;在墙段的两端各布设一台液压式静压机,静压机的墙段夹持板应避开墙段两侧的凹凸端,在墙段中部至少布设一台扶正墙段的机械,以保证墙段施工过程中保持与地面垂直;

[0023] 3)启动静压机,两侧同步下压墙段,利用导向钢管进行导向,同步接长导向钢管;同时通过形变传感器配合实时监控墙段下沉的水平状态;当下压有困难时,启动高压水泵和泥浆泵,协助墙段的下压沉降;当墙段将要达到设计深度时,停止高压水泵,通过静压机使墙体就位,同时调整两侧下压量,使墙段保持水平;

[0024] 4)当相邻两个墙段下沉就位后,回收导向钢管,卡上钢扒板;

[0025] 5)通过排泥管现浇混凝土,固定墙段刃脚部分及墙段下部;当地下连续墙防水要求高且整体承载力要求高时,墙段空腔及墙段连接凸端的导向孔全部用现浇混凝土填充,填充的混凝土强度等级尽可能与预制混凝土强度接近;

[0026] 6) 通过预留的注浆和高压水通道向墙体周边压力注浆, 填充墙体内所有的连接缝隙和与地层间的空隙;

[0027] 7) 安装预制压顶梁, 将地下连续墙连成一个整体;

[0028] 当所设计的地下连续墙深度不大15m, 各墙段连接可靠且地层条件较好时也可以不设预制压顶梁。

[0029] 本发明的有益效果主要表现在: 将地下连续墙混凝土结构全部采用干式连接方式, 实现地下连续墙混凝土结构的全预制化; 墙段采用高强混凝土、内空腔式结构, 可减轻结构自重, 便于预制、运输与施工; 装配式地下连续墙施工采用静压与冲水破土技术相结合, 并用导向钢管兼作施工监控元件, 大大改善了施工现场的环境条件, 提高了施工控制精度。

附图说明

[0030] 图1是地下连续墙预制混凝土墙段的结构示意图。

[0031] 图2是地下连续墙预制混凝土墙段的俯视图。

[0032] 图3是地下连续墙预制混凝土墙段连接凹端侧视图。

[0033] 图4是地下连续墙墙段上端部的连接示意图。

[0034] 图5是预制压顶梁与墙段的连接示意图。

[0035] 图6是图5的俯视图。

[0036] 图7是墙段上端口连接用的钢扒板示意图。

[0037] 图8是墙段静压下沉示意图。

[0038] 图9是墙段静压下沉侧视图。

[0039] 图10是高压水射流破土及排土示意图。

[0040] 图11是墙段连接凹端导向钢管连接示意图。

[0041] 图12是地下连续墙直角转弯处的墙段连接示意图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0043] 参照图1~图12, 一种装配式混凝土地下连续墙结构, 包括预制混凝土墙段1, 所述预制混凝土墙段1包括上部的墙段和下部的墙段下沉刃脚9, 墙段间通过连接结构连接;

[0044] 所述墙段内竖向设有至少两个空腔4, 其中一个空腔内设有用于高压力水破土的压力水管, 一个空腔内设有用于排泥水的排泥管22, 所述压力水管与高压水泵连接, 所述排泥管22与泥浆泵连接; 所述墙段下沉刃脚9内在沿着墙段走向方向设有一排用于冲刷地层的高压水出水口, 所述高压水出水口处设有具有单向密封功能的水射流型喷嘴, 所述水射流型喷嘴通过设置在墙段下沉刃脚9内的压力水分配通道与压力水管连通, 所述墙段下沉刃脚9上还开设有上下贯通的出泥孔, 所述出泥孔与墙段上安装有排泥管的空腔上下正对并连通;

[0045] 每个墙段的上端面上预埋有便于起吊的预埋吊件。

[0046] 进一步, 所述连接结构包括钢扒板14、环形卡盘11和可拆卸的导向钢管24, 所述墙段的左右两侧分别设有连接凹侧2和连接凸侧3, 所述墙段的连接侧端3与其相邻的墙段的

连接凹侧2相配合卡接，所述墙段的连接凸侧3沿着竖向设有导向孔且其下端设有凹槽，所述墙段的连接凹侧2下方的墙段刃脚上设有环形卡盘11，所述环形卡盘11的外圈卡接在相邻墙段的连接凸侧3下端的凹槽内，所述导向钢管24自上而下放入导向孔内且其下端卡接在环形卡盘11的内圈内；

[0047] 所述墙段的连接凸侧3的上端面与其相邻的墙段的连接凹侧2的上端面之间通过钢扒板14连接。

[0048] 再进一步，所述地下连续墙结构还包括预制压顶梁16，所述预制压顶梁16设置在墙段上且预制压顶梁16的梁宽与墙段厚度相等，预制压顶梁间的连接面15设在墙段的空腔间隔处。

[0049] 再进一步，所述墙段可分段预制，包括上墙段和下墙段，上墙段的下端与下墙段的上端分别预埋钢板并相互焊接。

[0050] 再进一步，所述墙段的两侧预设有用于对墙段间连接处注浆封水之用的竖向和水平方向独立的注浆管道系统，注浆管道系统的上端口可与注浆泵连接，且沿墙段深度方向预设2~3个水平注浆出口孔。

[0051] 再进一步，所述墙段的空腔4在墙段厚度方向不大于1/3墙厚，墙段的空腔间隔不小于两倍墙厚。

[0052] 再进一步，所述导向钢管24内设有用于实时监控墙段下沉的水平状态的形变传感器26，所述形变传感器26布设于导向钢管24内壁对称轴线上。

[0053] 再进一步，所述墙段内设有两排竖向受力钢筋5，每排竖向受力钢筋之间通过水平纵向钢筋6连接，两排竖向受力钢筋之间通过水平横向钢筋7连接；

[0054] 所述预制压顶梁16上设有用于钢筋穿过的钢筋预留孔，每排竖向受力钢筋的上端间距2m左右留出一根与预制压顶梁连接的钢筋并在该钢筋的端头上车有外螺纹，车有外螺纹的钢筋自下而上穿过预制压顶梁16的钢筋预留孔与螺母螺接。

[0055] 更进一步，所述预制压顶梁16中间与墙段的空腔4对应位置处也设有空腔。

[0056] 所述墙段下沉刃脚9的端部表面上覆盖有钢板。

[0057] 本发明的基本原理是利用混凝土结构工厂化制作的成熟工艺与预埋技术，采用工厂化预制地下连续墙墙体、压顶梁等部件，再利用焊接与螺栓连接技术将预制构件在现场进行装配，连接成地下连续墙整体结构。

[0058] 地下连续墙的两大功能，其一是支撑墙外侧的水土压力，为墙内侧地下工程的施工提供一个安全的空间，其二是阻止墙外侧的水地下水渗入内侧施工空间内。采用装配式混凝土结构墙体，墙体的混凝土强度得到数倍的提高，可保证墙体抵御墙外侧水土压力的能力；同时由于墙体质量的大幅度提高，墙体的抗渗能力相应得到大幅提升，为预制墙体连接处设计合理的防水构造，再在地下连续墙形成后采用注浆工艺，将装配连接界面进行全面封堵，装配式地下连续墙的防水能力也是十分可靠的。

[0059] 本发明的技术方案是在现行的装配式混凝土结构和地下连接墙施工工艺的基础之上形成的。首先，与现行地下连续墙施工中分段开槽、分段浇筑混凝土相似，对于地下连续墙墙体进行分段预制；成品墙段运至工地后，吊装直立，分段静压冲沉，下沉至设计深度后，待全部墙段安装完毕，上压顶梁将其全部墙段连接成一个整体。

[0060] 钢筋混凝土预制墙段的承载力设计可参照现浇混凝土地下连续墙的设计规程进

行,所不同的是混凝土强度等级可大幅提高至C50以上。墙段的深度H根据功能设计要求确定,当墙段的长度过长时,也可在竖向分成若干段在现场边下沉边连接;墙段的宽度B(墙体走向方向)可根据施工机械的静压能力及吊装机械的起吊能力综合确定;墙段下部设置墙段下沉刃脚,方便墙段在土体中的下沉;墙段两侧成凹凸端设计,凹端设导向钢管作下墙段下沉时导向用,同时作为墙段下沉平整度的实时监控用;凸端设计导向孔与导向钢管相对应。墙段间的连接方式可以多样化,当前技术条件下的连接方式大部分经改造后均可使用。

[0061] 在预制墙体的下沉过程可结合下部的水力冲刷破土工艺协助墙体下沉,压力水可从墙段内空腔放入压力水管提供,在另一空腔内设置泥水管,在地面设泥浆泵将冲刷下来的泥浆抽出,从而加速预制墙段的下沉速度,同时要将墙段上的静压机、墙下土体的冲、抽泵以及墙体的扶直装置三者有机协调。当墙体的下沉深度较小,且地层的阻力不大时,可以不需要墙体下部冲抽工艺的配合,直接利用静压机械和扶正装置将墙段压入土体。

[0062] 两个预制地下连续墙段间的连接是通过预制凹凸结构来实现,凹凸结构从上口至墙段下沉刃脚的上端,墙段上口设连接扒板槽,凸侧下部设凹槽与导向钢管下端卡盘扣接。除了本发明所述凹凸结构连接方式,预制混凝土墙段间的连接也可以采用其它的方式,诸如楔口连接,钢板搭接等。

[0063] 等全部墙段下沉到位且连接成一体后,应对墙体下部压水泥浆,水泥浆可通过地层冲刷水的通道压入地层与墙体空隙,每个墙段在两侧的空腔内设压力灌浆通道,待压入水泥浆量或压力达到设计值,或墙段有上浮趋势时即可停止灌浆。待注入的水泥浆固化,用混凝土将墙段空腔填实。同时回收导向钢管,并对墙段凸侧导向孔内灌注细石混凝土封闭。

[0064] 墙段上端均留出部分竖向受力钢筋,且端头镦粗车螺纹,等将全部墙段固定连接后,吊装预制压顶梁,压顶梁的连接面应选择在墙段的中部无空腔位置,预制的压顶梁在墙段及预留的连接钢筋位置设预留孔,将连接钢筋穿过梁高,在上部用螺母将压顶上紧即可。具体技术方案如下:

[0065] 1) 根据地质资料及地下连续墙的功能要求,确定地下连续墙的深度H;墙体为混凝土结构构件,一般可取混凝土强度等级为C50~C80;根据地下水土侧压力分布和内部支撑条件确定墙体厚度W;同时,校验墙体的防水能力是否满足地下水压力条件。

[0066] 2) 根据地下连续墙不同工况条件下的荷载条件设计墙体配筋,一般墙体设两排钢筋;在墙体凹凸两侧及两侧静压下沉夹持区应加强配筋;在墙体竖向钢筋的一部分需要在上端留出一段与压顶梁连接的钢筋,并在钢筋端头加工外螺纹;根据静力机械作用条件和吊装要求设计局部构造配筋和预埋吊件。

[0067] 3) 设计墙段内空腔,墙段内空腔可以起到减轻预制墙段重量,方便运输的作用,同时还为墙段下沉过程中高压力水破土及排土留下操作空间。空腔在墙厚方向不大于1/3墙厚,空腔间隔不小于两倍墙厚,每个墙段的空腔不少于2个。

[0068] 墙段的下部为刃脚部分,刃脚是为了减小下压阻力而设置的,当地层较硬不易下沉时可在刃脚的端部表面覆盖钢板;刃脚内设压力水分配通道,高压水由设置于墙段内空腔的钢管提供,在刃脚上沿墙段走向方向开一排冲刷地层的高压水出水口,其间距不大于1.0m,孔口直径不大于30mm,且在孔口设单向出水封盖,以免墙体下沉时泥水进入高压水通道;在每个墙段开设2~3个出泥孔,出泥孔孔口不小于100mm,且与墙体内空腔相通。

[0069] 当地下连续墙的深度较大,墙段无法预制、运输、吊装时,可将预制墙段沿深度方

向分若干段,分段预制,分段下沉,且在中间各段的上、下端面预埋钢板,段与段间采用直接焊接的方法相连接。

[0070] 4) 墙段两侧采用凹凸连接结构,连接结构处以水平钢筋作为主要受力钢筋;凸侧下端面上设计凹槽,与导向钢管下端卡盘相扣接,卡盘设置于墙段凹侧刃脚上端面上。凸侧宽度 q 不小于250mm,水平钢筋沿凸形环向布设,且间距不大于150mm,取凸侧凸出长度 $p \leq q$;凹侧两边的侧翼厚度 r 不小于100mm,当 $r \geq 150mm$ 时应采用双排配筋;凹凸两侧的水平受力钢筋均应伸入主体墙段锚固,锚固长度不小现行规程受拉钢筋的锚固长度。

[0071] 5) 墙段下沉时利用安装于墙段凹侧刃脚上端面上的导向钢管进行导向,同时通过形变传感器配合分析程序实时监控墙段下沉的水平状态,其形变传感器布设于钢管内壁对称轴线上,并将信号线顺钢管内侧引出,导向钢管通过螺纹接长,下端与卡盘反向扣接(与钢管接长螺纹反向,当钢管接长时不致下端口松动,待墙段下沉连接固定后,可回收导向钢管后续连接所用);墙段凸侧预制导向孔,与导向钢管套接,导向孔径应大于导向钢管外径50mm以上。

[0072] 6) 为使各墙段形成一个整体,在外侧水土压力作用下不至于被各个击破,在墙段上设置预制压顶梁,压顶梁长度尽可能一致,应将梁的连接面放置与墙段的空腔间隔处。梁高可取300mm~600mm,梁宽取与墙段厚度相等,梁与墙段通过墙段上口的预留钢筋相连,压顶梁中间与墙段空腔对应位置也可设空腔。

[0073] 当所设计的地下连续墙深度不大(<15m),各墙段连接可靠且地层条件较好时也可以不设压顶梁。

[0074] 7) 按设计将墙段及其它构配件在预制工厂将其制作完成并运至施工现场,在施工现场首先按地下连续墙的设计走向在地面画出墙体的布置位置,并按现行地下连续墙施工工序一样,首先用挖掘机施工导向槽,导向槽净宽度等于或稍大于墙段厚度,深度大于墙段刃脚高度300mm以上,并用混凝土做好槽的锁口、硬化施工机械作业场地。

[0075] 8) 起吊一个或若干个墙段,竖直放置与导向槽内,同时安装导向钢管;在墙段的两端各布设一台液压式静压机械,静压机械的墙段夹持板应避开墙段两侧的凹凸端,在墙段中部至少布设一台扶正墙段的机械,以保证墙段施工过程保持与地面垂直。

[0076] 9) 启动静压机,两侧同步下压墙段,同步接长导向钢管;当下压有困难时,启动高压水力冲刷系统和压力吸泥系统,协助墙段的下压沉降。当墙段将要达到设计深度时,停止水力冲刷系统,通过静压系统使墙体就位,同时调整两侧下压量,使墙段保持水平。

[0077] 10) 当相邻两个墙段下沉就位后,回收导向钢管,卡上连接扒板。

[0078] 11) 通过排泥管现浇混凝土,当地下连续墙防水要求高且整体承载力要求高时,墙段空腔及墙段凸侧导向孔全部用现浇混凝土填充,填充的混凝土强度等级尽可能与预制混凝土强度接近。

[0079] 12) 通过预留的注浆和高压水通道向墙体周边压力注浆,填充墙体内的所有连接缝隙和与地层间的空隙。

[0080] 13) 安装压顶梁,将地下连续墙连成一个整体。

[0081] 本发明具体实施方案如下:

[0082] 现以临时支护用的地下连续墙深度 $H=20m$,墙厚 $W=600mm$,墙段有效长度 $B=10m$ 为例,说明本发明的具体实施方案,其它情况的地下连续墙可参照实施。

- [0083] 1) 取混凝土强度等级为C60;校验墙体的防水能力满足地下水压力条件。
- [0084] 2) 根据荷载条件设计墙体配筋,设两排钢筋,以竖向钢筋为主要受力钢筋5,每排上端间距2m留出一根与压顶梁连接的钢筋,并在钢筋端头连上螺纹;两排预留的连接钢筋插花布置,墙段设4个吊点即起吊环8均布,每个吊点位置设计局部构造配筋和预埋吊件,每个吊点的设计荷载为1/4的自重荷载加吊装临时荷载的组合,按现行相关设计规范设计。如图2所示,6为墙段水平纵向钢筋,7为墙段水平横向钢筋,10为墙段间连接扒板槽。
- [0085] 3) 墙段内设置4个空腔4,均布,每个空腔在墙厚方向为200mm,空腔长1500mm,空腔两侧间距1000mm。
- [0086] 刃脚内设压力水分配通道,高压水管20取外径50mm的无缝钢管,在出口处设专用的水射流型喷嘴,且具有单向封密功能,即不喷水时为常闭状态;共设10个喷头;墙段设3个排泥孔,基本均布,排泥管22管径取 $\Phi \geq 100\text{mm}$ 钢管与地面泥浆泵相通。
- [0087] 由于地下连续墙深度较大,墙段沿深度方向分2段预制,每段深10m,分段预制,分段下沉,在上段的下端及下段的上端面设沿墙段四周的环形钢板法兰,将墙段的竖向钢筋均焊接与钢板之上,钢板法兰宽180mm,厚度20mm,上、下墙段连接钢板外侧均切45°剖口,上、下墙段粘合后能形成向外90°的开口,以提高焊接的效果,连接钢板外侧混凝土保护层厚度取10mm。
- [0088] 4) 墙段两侧采用凹侧2和凸侧3连接结构,取凹侧翼宽 $r = 150\text{mm}$,长度 $p = 250\text{mm}$,翼部外伸部分也采用双排配筋,水平钢筋直径取20mm环状布置,间距150mm;凸侧也以水平钢筋为主要受力钢筋,直径与间距与凹侧相同,凸侧宽度 $q = 300\text{mm}$,导向孔径取 $e = 100\text{mm}$,凸侧下端面设直径150mm,深度60mm的连接槽与凹侧导向钢管卡盘11相扣拉接,卡盘采用钢制,外径取140mm,内侧采用反向梯形螺纹与导向钢管相连,在墙段预制时将卡盘预埋于下部刃脚9上端面上,上凸高度50mm;在墙段两侧连接面上端的中间位置设钢扒板连接槽10,连接槽周边局部增配构造钢筋,尤其是加密连槽两侧的墙段内拉接钢筋7,墙段连接钢扒板的厚度取为 $t = 20\text{mm}$,取钢扒板扒板净半跨 $j = 150\text{mm}$,取钢扒板总长 $L = 500\text{mm}$,总高 $h = 260\text{mm}$,净截面高 $k = 100\text{mm}$,有效扣接高度 $m = 80\text{mm}$,如图7所示,墙段两侧连接用的钢扒板槽按此尺寸设计,保证钢扒板14能完全卡入槽内。墙段上端的连接方式如图4所示,12为墙段间连接界面,13为导向孔内填充的细石混凝土。
- [0089] 5) 地下连接墙的直角拐角时,与墙段间的连接可采用类似的方法,如图12所示,其它连接角度也可以用类似方式处理。
- [0090] 6) 预制混凝土压顶梁16长度取10m,梁的连接面放置与墙段1/2处。梁高取500mm,梁宽等于墙段厚度,压顶梁中间与墙段空腔对应位置也设空腔。如图5所示,15为压顶梁连接面。
- [0091] 7) 按设计将墙段及其它构配件在预制工厂将其制作完成并运至施工现场,并将需要安装在空腔内的高压水管及排泥管和墙段凹端的导向钢管安装就位;按地下连续墙的设计走向在地面画出导向槽布置位置,用挖掘机施工导向槽,导向槽17净宽度取650mm,稍大于墙段宽度,深度取800mm,用C30混凝土做好槽的锁口、硬化施工机械作业场地。
- [0092] 8) 将某墙段下半段(刃脚所在段)起吊,刃脚向下竖直放置与导向槽17内,在墙段中部至少布设2台扶正墙段的扶正机19,在墙段的两端各布设一台液压式静压机械18,在扶正机械将墙段控制为与地面垂直时,两端静压机械联动作业,将墙段压入土。如图8和图9所

示。同时通过形变传感器配合分析程序实时监控墙段下沉的水平状态,如图11所示,25为导向钢管连接接头,26为形变传感器。

[0093] 9)当下压有困难时,起动高压力冲刷系统和压力吸泥系统,协助墙段的下压沉降。当下墙段上端面离地表为1m左右时,静压机械停止下压作业,与扶正机械一起调整、控制的水平度与垂直度,吊装机械将该墙段上半段起吊,接在下半段上,同时连接全部墙段内的管线,再用点焊方式连接,待全部控制尺寸达到设计要求后,将上、下段间的连接钢板剖口处全部焊满;等所有焊缝冷却后继续下压墙段达设计深度尚有0.5m左右时,停止水力冲刷系统,放置与静压机相配的顶压墙段,拆除扶正机械,由两侧通过静压系统调整下压量,使墙体就位。如图10所示,20为高压水管及水流方向,21为喷出口的水射流,22为排泥管,23为泥水流流动方向。

[0094] 10)在两个墙段下沉就位后,由吊装机械与静压机械控制墙段达到设计尺寸后,再在上端卡上连接扒板;再下压下一墙段,如此循环,将全部墙段下沉并连接完毕。

[0095] 11)拆除泥浆泵和地面排泥管,向预制混凝土墙段排泥管内灌混凝土封堵墙内排泥通道,当地下连续墙不作为永久地下结构体时,墙段空腔内仅作封底处理,单独下放混凝土输送管,在墙段空腔下端浇筑1m高度混凝土作为墙段封底,并对墙段凸侧的导向孔灌注混凝土。

[0096] 12)通过高压水通道向墙体周边压力注浆,注浆压力控制在3~5MPa,同时监控墙体标高,发现墙体上抬,立即停止注浆;通过预埋的墙段两侧注浆通道填充墙体内所有的连接界面12和与地层间的空隙,注浆压力控制值为5MPa。

[0097] 13)测量地下连续墙的墙顶面标高,使之保持一致,安装压顶梁,将地下连续墙连成一个整体。

[0098] 14)本地下连续墙只作为临时支护,当墙内施工作业全部完成后,可将压顶梁和导向钢管回收留作它用。

[0099] 对于其它用途的地下连续墙,如两墙合一的逆作法地连墙、桥墩基础的格栅式地连墙等,均可参照本发明方案处理。

[0100] 本项发明首先采用装配式混凝土技术来制作墙体,由于工业化生产,混凝土质量可以大幅度得到提高,同时也解决了墙体渗漏水的问题,地连墙的施工采用墙体的静力压沉和墙下水力取土相结合,不需要采用泥浆护壁的工序,直接取出的水土很容易进行分离,对环境的影响大为减少。同时采用本发明的工艺技术,可大幅度加快现场施工速度,也可推动地下工程走向工业化时代。

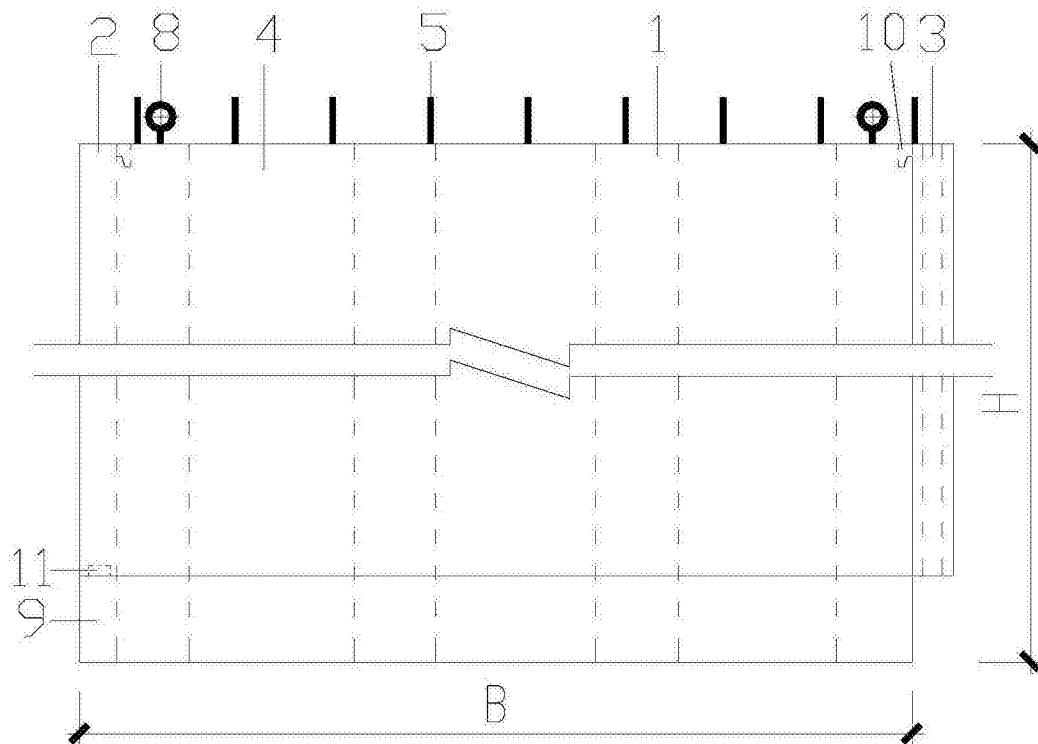


图1

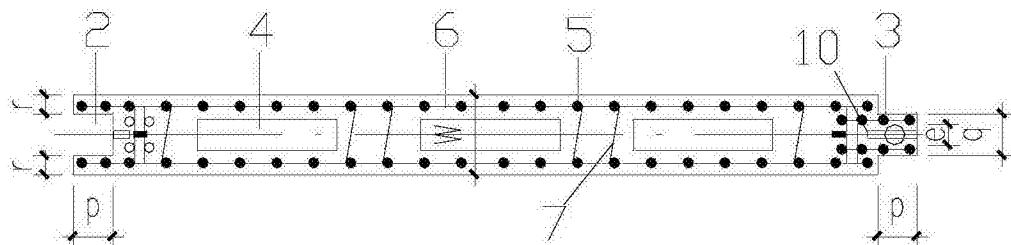


图2

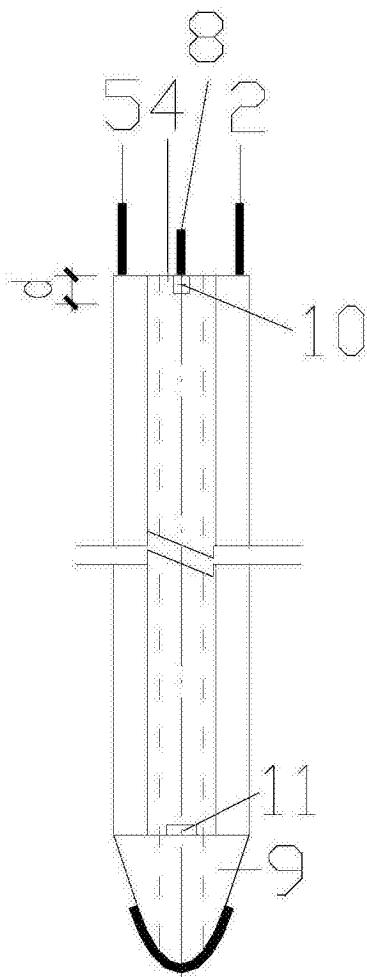


图3

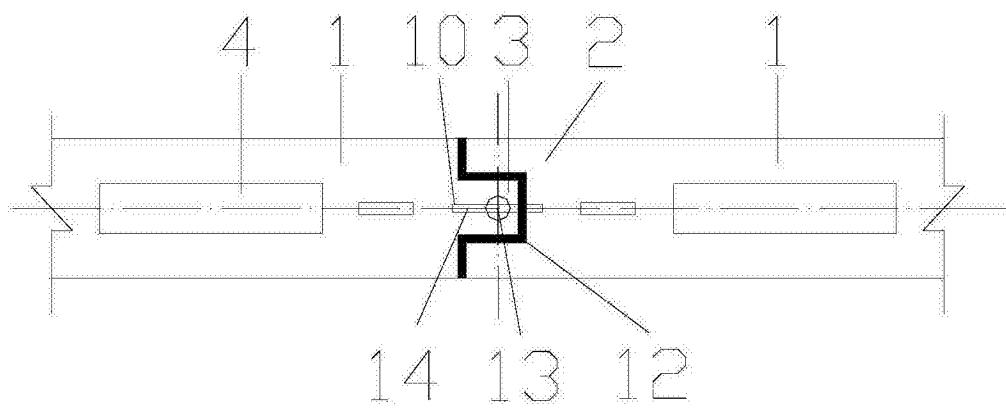


图4

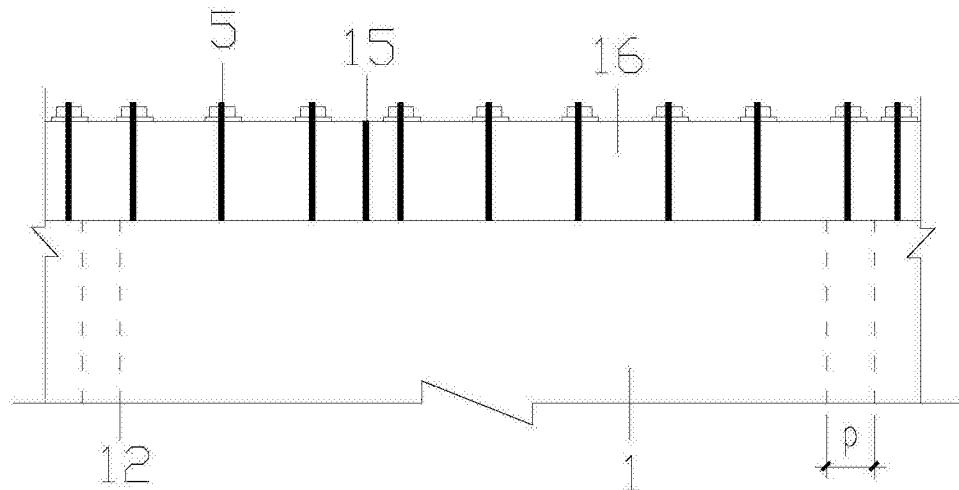


图5

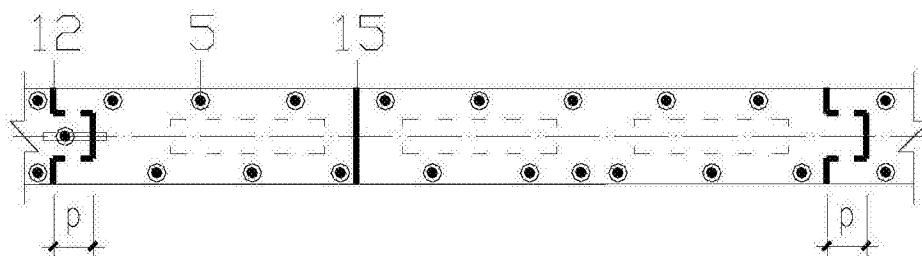


图6

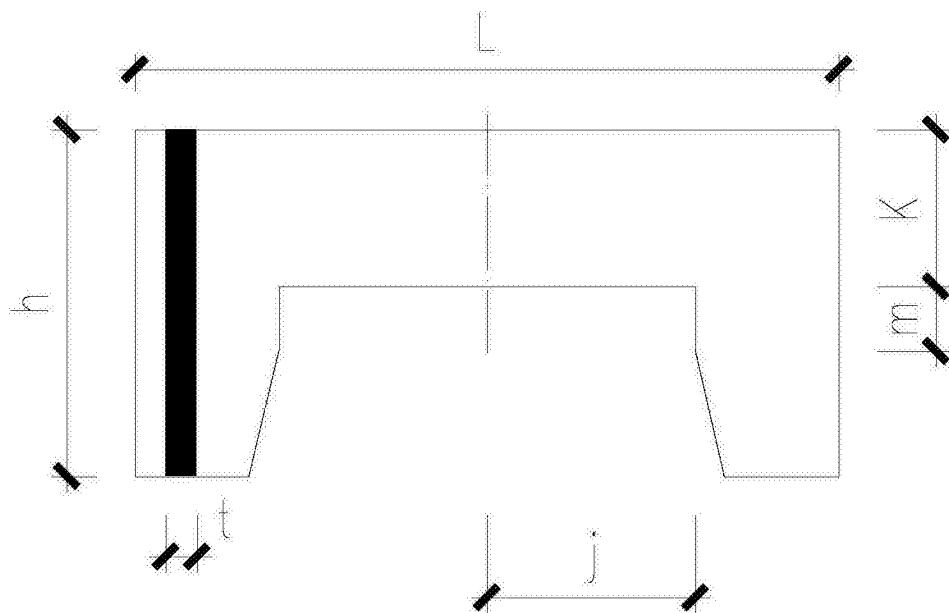


图7

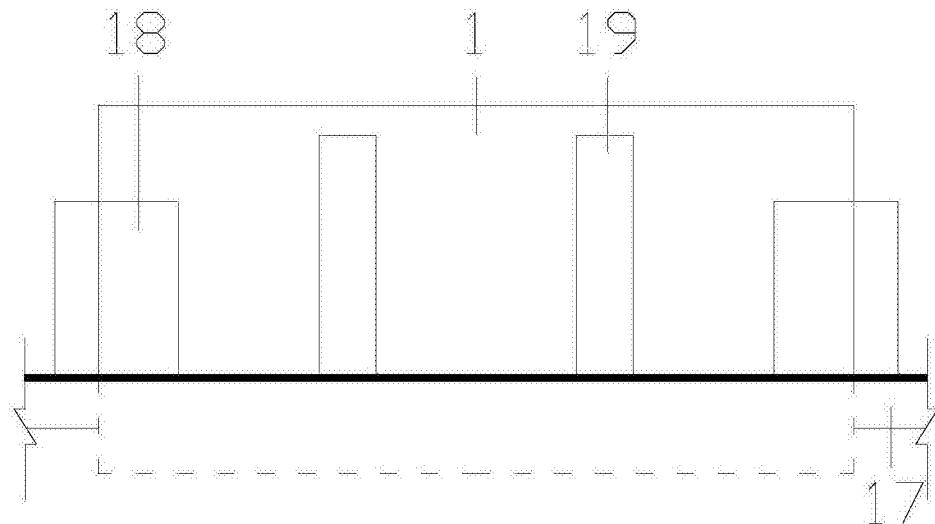


图8

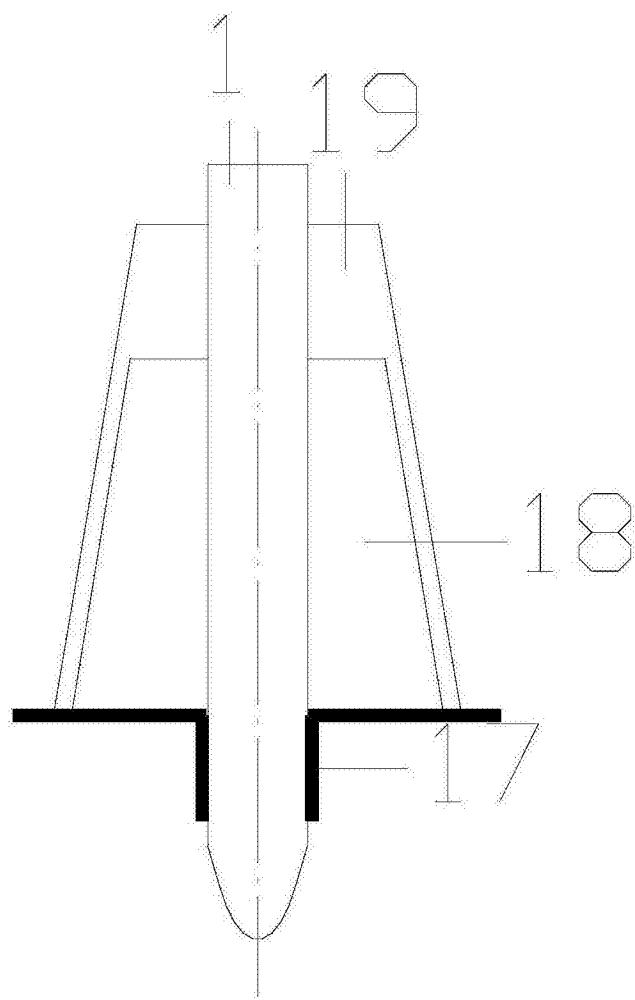


图9

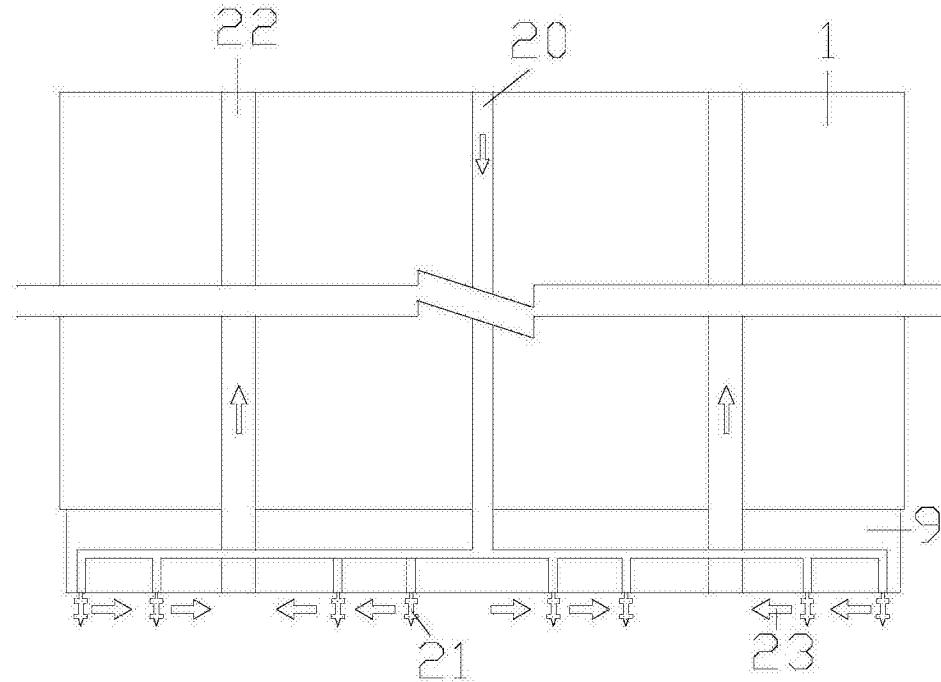


图10

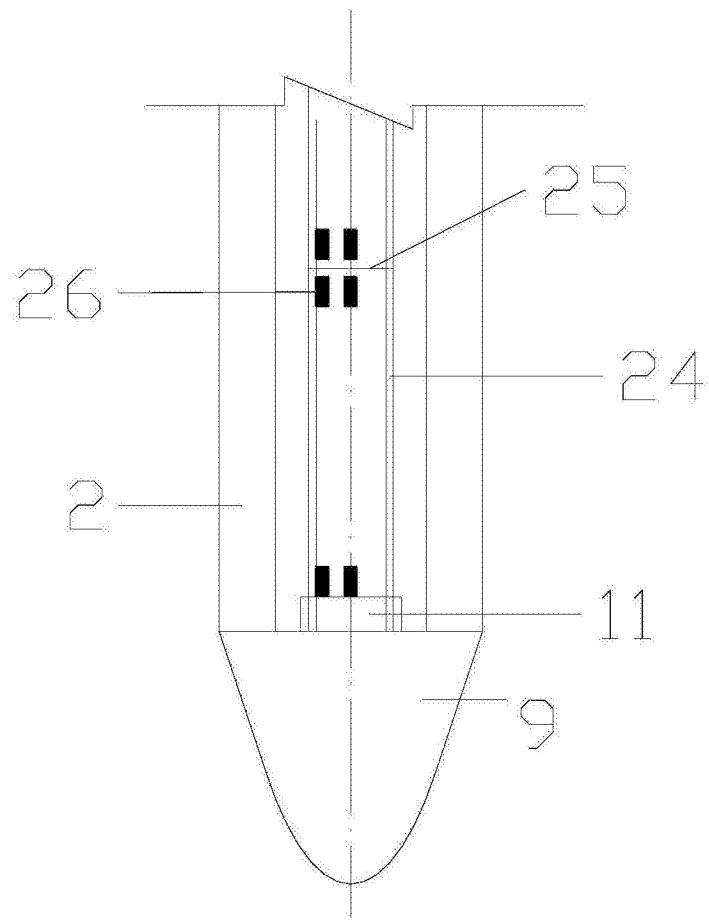


图11

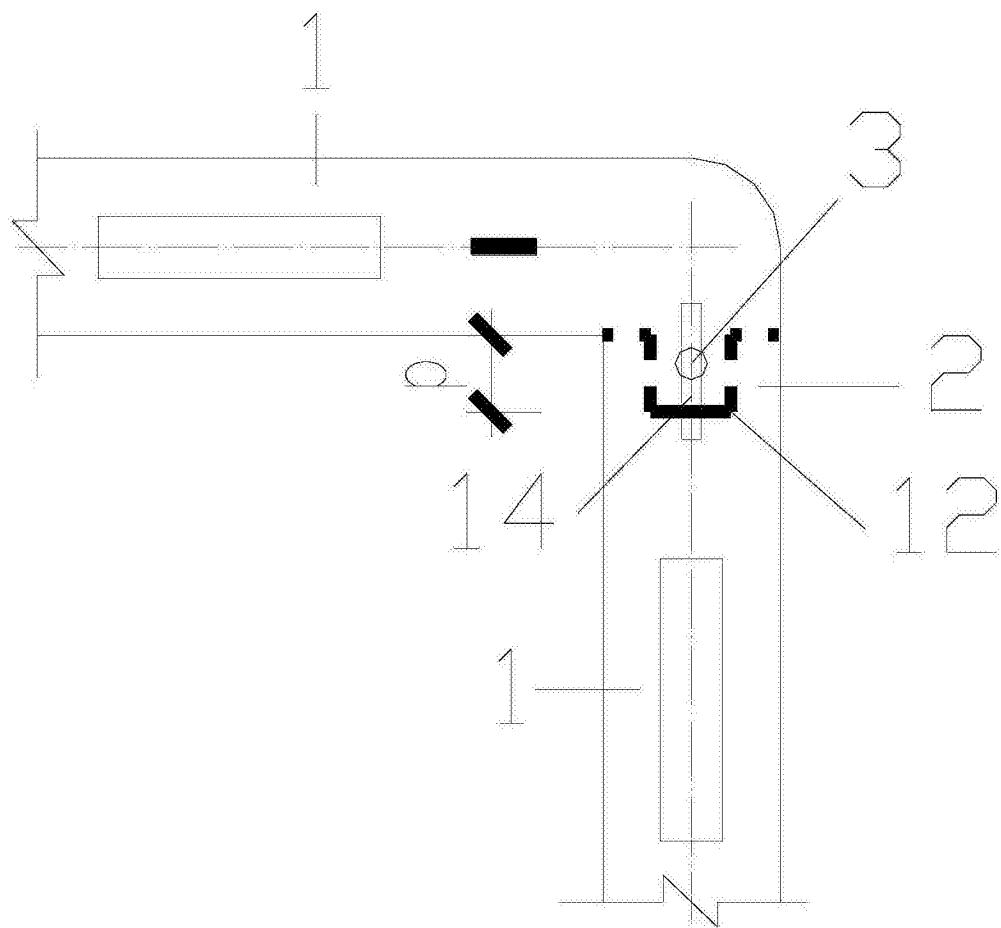


图12