



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108570999 A

(43)申请公布日 2018.09.25

(21)申请号 201810428232.5

E01C 1/04(2006.01)

(22)申请日 2018.05.07

(71)申请人 宁波市交通规划设计研究院有限公司

地址 315400 浙江省宁波市宋诏桥路72号

(72)发明人 牛富生 朱汉华 陈孟冲 盛初根
姚志坤 王松林 韩乾坤 李小江

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200

代理人 傅朝栋 张法高

(51)Int.Cl.

E02D 19/18(2006.01)

E02D 5/46(2006.01)

E21D 9/00(2006.01)

E02D 17/04(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图6页

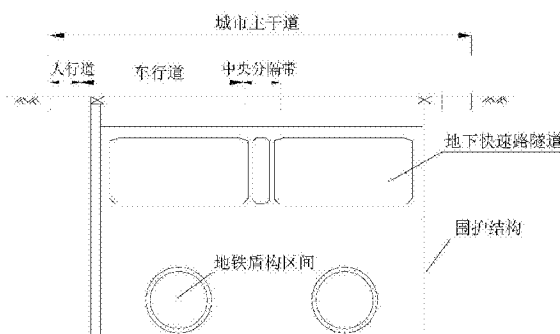
(54)发明名称

一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,用于沿海地区淤泥质软土中的地下工程施工。具体包括以下步骤:1)地下连续墙施工及地基加固;2)施作抗拔桩、立柱桩;3)开挖土体至基坑第一道支撑底、浇筑冠梁和砼支撑,依次开挖土体至第二道、第三道支撑底,分别架设每道钢支撑并施加预应力,开挖土体至设计基坑底,浇筑素砼垫层及地下快速路框架底板;4)依次拆除第三道、第二道支撑、第一道支撑,浇筑侧墙、架设框架内支撑、浇筑框架顶板,最后拆除立柱;5)施作框架顶板附加防水层,填筑覆土恢复城市主干道路面。与现有技术而言,本发明解决了施工时不安全、结构不稳定等问题,为沿海地区的淤泥质软土中修建地下快速路隧道与地铁盾构区间提供了一种新的思路。

CN 108570999 A



1. 一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其特征在于,步骤如下:

1) 平整场地,沿待建区域两侧施工地下连续墙作为围护结构,然后用三轴水泥搅拌桩进行地基加固,其中地下快速路隧道底板以上的淤泥质土进行弱加固,而隧道底板以下的淤泥质土进行强加固;

2) 在地下快速路隧道底板以下位置施作抗拔桩和下部立柱桩;在地下快速路隧道底板以上位置施作上部立柱;且抗拔桩和立柱桩间预留有地铁盾构区间;

3) 从场地顶部开始向下开挖土体至基坑第一道支撑的设计位置底部,浇筑冠梁和第一道砼支撑;继续向下开挖土体至第二道支撑的设计位置底部,然后设置第二道钢支撑并对其施加预应力;继续向下开挖土体至第三道支撑的设计位置底部,设置第三道钢支撑并对其施加预应力;其中第一道支撑位于地下快速路框架的顶部位置,第二道支撑和第三道支撑位于地下快速路框架的顶部和底部之间,且三道支撑均水平支顶于两侧的地下连续墙之间;

4) 继续向下开挖土体至地下快速路的基坑设计位置底部,坑中设置排水措施后,浇筑素砼垫层及地下快速路隧道框架底板;

5) 拆除第三道钢支撑,浇筑地下快速路隧道框架侧墙至第二道钢支撑底部,待侧墙达到设计强度后在两侧侧墙之间加设一道横撑,并施加预应力;

6) 拆除第二道钢支撑,浇筑地下快速路隧道框架的顶板和剩余的侧墙;待地下快速路隧道框架顶板达到设计强度后拆除第一道砼支撑及步骤5)中加设的横撑,并拆除底板以上的上部立柱;

7) 在框架顶板上施作防水层,然后填筑覆土,恢复城市主干道路面;

8) 按照预留的地铁盾构区间进行后续地铁盾构掘进,且地铁盾构区间的衬砌结构顶部与地下快速路隧道框架底板之间留有不低于最小厚度的覆盖层。

2. 如权利要求1所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其特征在于,步骤1)中,所述的三轴水泥搅拌桩尺寸为 $\Phi 850@600$,其中弱加固区水泥掺量不小于8%;强加固区水泥掺量不小于20%。

3. 如权利要求1所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其特征在于,步骤1)中,三轴水泥搅拌桩的施工参数如下:水灰比为1.2~2.0,钻机钻进搅拌速度为0.3~0.8m/min,提升搅拌速度在1.0~1.5m/min,采用跳打方式施工。

4. 如权利要求1所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其特征在于,步骤2)中,抗拔桩和立柱桩同盾构结构间净距 $d \geq 1.5m$ 。

5. 如权利要求1所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其特征在于,步骤3)中,所述的冠梁尺寸为1000mm \times 1000mm,第一道砼支撑尺寸为800mm \times 900mm。

6. 如权利要求1所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其特征在于,步骤3)中,所述的第二道钢支撑和第三道钢支撑的管径 $\Phi 609mm$,壁厚 $t = 16mm$ 。

7. 如权利要求1所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其特征在于,步骤5)中,所述覆盖层的最小厚度 h 计算如下:

$$b_1 h^2 + b_2 h + b_3 \leq 0$$

其中, h 为覆盖层最小厚度; b_1, b_2, b_3 为系数, 分别计算如下:

$$b_1 = \gamma \frac{\tan^2(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F$$

$$b_2 = \gamma a_1 \frac{2 \tan(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F + q \frac{2 \tan^2(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F - 1$$

$$b_3 = \left(q a_1 - \frac{2 a_1^2}{3 f} \gamma \right) \frac{2 \tan(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F + \frac{a_1}{f}$$

其中, γ 、 φ 分别为岩石重度和内摩擦角; R_c 为岩石的单轴极限抗压强度; a_1 为压力拱半跨, 计算公式为 $a_1 = a_0 + h_2 \tan(45^\circ - \varphi/2)$ 进行计算, 其中 a_0 为地铁轨面跨度的一半, h_2 为地铁轨面至地铁盾构管片顶之间的距离; q 为地下快速路隧道框架顶覆盖土以及隧道框架荷载总重; F 为安全系数; f 为普氏岩石坚固性系数。

8. 如权利要求7所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法, 其特征在于, 所述的岩石重度和内摩擦角通过取样强加固后的淤泥质土由室内试验获取。

9. 如权利要求7所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法, 其特征在于, 所述的单轴极限抗压强度通过取样强加固后的淤泥质土由室内试验获取。

10. 如权利要求7所述的一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法, 其特征在于, 所述的安全系数 $F=8$ 。

一种城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地下工程施工领域,具体涉及一种沿海淤泥质软土中城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法。

背景技术

[0002] 随着城市现代化,在已有高档商务区和高档住宅区的城市主干道的上部不宜新建高架快速路,只好修建地下快速路。这样在城市主干道下部土层强度较好的情况下,地下快速路与地铁盾构区间工序一般为先明挖浇筑施工地下快速路隧道,再施工地铁区间,此时不需要任何预加固与减沉措施。但若工程施工区域处于淤泥质软土条件下,特别是在沿海地区,许多区域属于软土地层,其地下快速路隧道的下沉非常明显,地铁盾构区间结构在淤泥质软土中也是不稳定的,此时若无任何预加固和减沉措施,工程可行性是不满足的,因此需要在上述施工步骤中增加一些必要可行的工序才能满足工程的可操作性。借鉴山岭隧道中超前支护的原理,可在原有工程施工工序的基础上增加一些必要的预加固与减沉措施等,寻找一种在淤泥质软土中修建地下快速路隧道与地铁盾构区间的行之有效的解决途径。

发明内容

[0003] 本发明针对城市主干道下淤泥质软土中地下快速路隧道与地铁盾构区间分建存在问题,即施工时不安全、地下快速路隧道框架结构以及地铁盾构管片衬砌结构不稳定等问题,提出了一种城市主干道地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,该方法有效地在原有工程上增加了超前预加固和减沉措施,并按普式压力拱理论简化建立的模型计算盾构区间衬砌结构上部最小覆盖层厚度,为该类城市主干道下淤泥质软土中修建地下快速路隧道与地铁盾构区间提供了一种新的思路。

[0004] 本发明所采用的具体技术方案如下:

[0005] 城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法,其步骤如下:

[0006] 1) 平整场地,沿待建区域两侧施工地下连续墙作为围护结构,然后用三轴水泥搅拌桩进行地基加固,其中地下快速路隧道底板以上的淤泥质土进行弱加固,而隧道底板以下的淤泥质土进行强加固;

[0007] 2) 在地下快速路隧道底板以下位置施作抗拔桩和下部立柱桩;在地下快速路隧道底板以上位置施作上部立柱;且抗拔桩和立柱桩间预留有地铁盾构区间;

[0008] 3) 从场地顶部开始向下开挖土体至基坑第一道支撑的设计位置底部,浇筑冠梁和第一道砼支撑;继续向下开挖土体至第二道支撑的设计位置底部,然后设置第二道钢支撑并对其施加预应力;继续向下开挖土体至第三道支撑的设计位置底部,设置第三道钢支撑并对其施加预应力;其中第一道支撑位于地下快速路框架的顶部位置,第二道支撑和第三道支撑位于地下快速路框架的顶部和底部之间,且三道支撑均水平支顶于两侧的地下连续

墙之间；

[0009] 4) 继续向下开挖土体至地下快速路的基坑设计位置底部,坑中设置排水措施后,浇筑素砼垫层及地下快速路隧道框架底板；

[0010] 5) 拆除第三道钢支撑,浇筑地下快速路隧道框架侧墙至第二道钢支撑底部,待侧墙达到设计强度后在两侧侧墙之间加设一道横撑,并施加预应力；

[0011] 6) 拆除第二道钢支撑,浇筑地下快速路隧道框架的顶板和剩余的侧墙；待地下快速路隧道框架顶板达到设计强度后拆除第一道砼支撑及步骤5)中加设的横撑,并拆除底板以上的上部立柱；

[0012] 7) 在框架顶板上施作防水层,然后填筑覆土,恢复城市主干道路面；

[0013] 8) 按照预留的地铁盾构区间进行后续地铁盾构掘进,且地铁盾构区间的衬砌结构顶部与地下快速路隧道框架底板之间留有不低于最小厚度的覆盖层。

[0014] 作为优选,步骤1)中,所述的三轴水泥搅拌桩尺寸为 $\Phi 850@600$,其中弱加固区水泥掺量不小于8%；强加固区水泥掺量不小于20%。

[0015] 作为优选,步骤1)中,三轴水泥搅拌桩的施工参数如下:水灰比为1.2~2.0,钻机钻进搅拌速度为0.3~0.8m/min,提升搅拌速度在1.0~1.5m/min,采用跳打方式施工。

[0016] 作为优选,步骤2)中,抗拔桩和立柱桩同盾构结构间净距 $d \geq 1.5m$ 。

[0017] 作为优选,步骤3)中,所述的冠梁尺寸为1000mm \times 1000mm,第一道砼支撑尺寸为800mm \times 900mm。

[0018] 作为优选,步骤3)中,所述的第二道钢支撑和第三道钢支撑的管径 $\Phi 609mm$,壁厚 $t = 16mm$ 。

[0019] 作为优选,步骤5)中,所述覆盖层的最小厚度 h 计算如下:

$$[0020] \quad b_1 h^2 + b_2 h + b_3 \leq 0$$

[0021] 其中, h 为覆盖层最小厚度; b_1, b_2, b_3 为系数,分别计算如下:

$$[0022] \quad b_1 = \gamma \frac{\tan^2(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F$$

$$[0023] \quad b_2 = \gamma a_1 \frac{2 \tan(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F + q \frac{2 \tan^2(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F - 1$$

$$[0024] \quad b_3 = \left(q a_1 - \frac{2 a_1^2}{3 f} \gamma \right) \frac{2 \tan(45^\circ - \varphi/2)}{R_c} F + \frac{a_1}{f}$$

[0025] 其中, γ 、 φ 分别为岩石重度和内摩擦角; R_c 为岩石的单轴极限抗压强度; a_1 为压力拱半跨,计算公式为 $a_1 = a_0 + h_2 \tan(45^\circ - \varphi/2)$ 进行计算,其中 a_0 为地铁轨面跨度的一半, h_2 为地铁轨面至地铁盾构管片顶之间的距离; q 为地下快速路隧道框架顶覆盖土以及隧道框架荷载总重; F 为安全系数; f 为普氏岩石坚固性系数。

[0026] 进一步的,所述的岩石重度和内摩擦角通过取样强加固后的淤泥质土由室内试验获取。

[0027] 进一步的,所述的单轴极限抗压强度通过取样强加固后的淤泥质土由室内试验获

取。

[0028] 进一步的,所述的安全系数 $F=8$ 。

[0029] 本发明相对于现有技术而言,有效地解决了施工时不安全、地下快速路隧道框架结构以及地铁盾构管片衬砌结构不稳定等问题,为城市主干道下淤泥质软土中地下快速路与地铁盾构区间分建的施工提供了一种新的思路。

附图说明

[0030] 图1为地下快速路隧道与地铁盾构区间分建模式示意图;

[0031] 图2为本发明的地下连续墙施工、搅拌桩加固、抗拔桩和立柱桩施作示意图;

[0032] 图3为本发明的开挖土体至基坑第一道支撑底,浇筑第一道冠梁和砼支撑示意图;

[0033] 图4为本发明的开挖土体至第二道支撑底,设置第二道钢支撑并施加预应力示意图;

[0034] 图5为本发明的开挖土体至第三道支撑底,设置第三道钢支撑并施加预应力示意图;

[0035] 图6为本发明的开挖土体至坑底,浇筑素砼垫层及地下快速路隧道框架底板示意图;

[0036] 图7为本发明的拆除第三道钢支撑,浇筑侧墙,待侧墙达到设计强度后加撑示意图;

[0037] 图8为本发明的向上拆除第二道钢支撑,浇筑框架顶板示意图;

[0038] 图9为本发明的待顶板达到设计强度后拆除第一道支撑及框架内支撑,拆除立柱示意图;

[0039] 图10为本发明的施作顶板附加防水层,填筑覆土,恢复城市主干道路面,后续盾构掘进示意图(图中 h 为覆盖层厚度, d 为抗拔桩、立柱桩同盾构结构间净距);

[0040] 图11为估算覆盖层厚度简化计算模型示意图。 h_0 为压力拱顶部与地面的距离; h_1 为压力拱高度; h_2 为地铁轨面至地铁盾构管片顶之间的距离。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步阐述和说明。

[0042] 如图1所示,在城市主干道下部土层强度较好的情况下,地下快速路与地铁盾构区间工序一般为先明挖浇筑施工地下快速路隧道,再施工地铁区间,此时不需要任何预加固与减沉措施。但若工程施工区域处于淤泥质软土条件下,地下快速路隧道的下沉非常明显,地铁盾构区间结构在淤泥质软土中也是不稳定的,需要在上述施工步骤中增加一些必要可行的工序才能满足工程的可操作性。

[0043] 本实施例中的工程项目中,地下快速路位于城市主干道下方,且地下快速路下方还需施工地铁盾构,工程土质为沿海地区淤泥质软土。因此需要采用特殊的施工方法。本发明提出的方法有效地解决了施工时不安全、地下快速路隧道框架结构以及地铁盾构管片衬砌结构不稳定等问题,为城市主干道下淤泥质软土中地下快速路与地铁盾构区间分建的施工提供了一种新的思路。

[0044] 本实施例中,城市主干道下地下快速路与地铁盾构区间分建的施工方法参加图2

~10所示,步骤如下:

[0045] 1) 平整场地,场地土层分布向下依次为3~5m杂填土,20~30m淤泥质软土,再下方为较硬的土层。然后沿待建地下快速路和地铁的区域两侧分别施工地下连续墙作为围护结构。围护结构施工完成后,用 $\Phi 850@600$ 三轴水泥搅拌桩(不低于P42.5普硅水泥)进行地基加固,其中地下快速路隧道底板以上的淤泥质土进行弱加固,便于基坑开挖;而隧道底板以下的淤泥质土进行强加固。弱加固区和强加固区的区别在于水泥掺量不同,对于弱加固区水泥掺量不宜小于8%,经试验该掺量使得水泥土加固体的14天无侧限强度 q_u 不小于0.2Mpa,28天无侧限抗压强度 q_u 不小于0.3Mpa。地下快速路隧道底板以上的淤泥质土进行弱加固,便于基坑开挖。强加固采用 $\Phi 850@600$ 三轴搅拌桩,水泥掺量不宜小于20%,经试验该掺量使得28天无侧限抗压强度 q_u 不小于0.8Mpa,不仅能够保证地铁盾构推进时的稳定性以及盾构管片衬砌结构的稳定变形,还可以限制地下快速路隧道结构的下沉。搅拌桩施工控制参数建议如下,水灰比宜为1.2~2.0,钻机钻进搅拌速度为0.3~0.8m/min,提升搅拌速度在1.0~1.5m/min,采用跳打方式施工。

[0046] 2) 在地下快速路隧道底板以下位置施作抗拔桩和下部立柱桩,在地下快速路隧道底板以上位置施作上部立柱,用于支撑后续要设立的横撑。本实施例中中间的两条立柱桩可直接用抗拔桩代替。抗拔桩的作用:一是支撑上部地下快速路隧道框架结构,控制沉降变形;二是盾构推进时会引起上部土体隆起变形,地下快速路隧道框架结构或许有上浮,抗拔桩此时起抗浮作用。

[0047] 抗拔桩和立柱桩间要预留好盾构穿越条件,便于后期盾构穿越有足够的空间,不至于影响桩基稳定。根据经验,每侧的抗拔桩和立柱桩之间的净距 D 至少 $\geq 1.5m$ 。

[0048] 3) 从场地顶部开始向下开挖土体至基坑第一道支撑的设计位置底部,浇筑冠梁和第一道砼支撑;继续向下开挖土体至第二道支撑的设计位置底部,然后设置第二道钢支撑并对其施加预应力;继续向下开挖土体至第三道支撑的设计位置底部,设置第三道钢支撑并对其施加预应力;其中第一道支撑位于地下快速路框架的顶部位置,第二道支撑和第三道支撑等距离设置于地下快速路框架的顶部和底部之间,且三道支撑均水平支顶于两侧的地下连续墙之间。冠梁尺寸为1000mm \times 1000mm,第一道砼支撑尺寸为800mm \times 900mm。第二道钢支撑和第三道钢支撑的管径 $\Phi 609mm$,壁厚 $t=16mm$ 。

[0049] 4) 继续向下开挖土体至地下快速路的基坑设计位置底部,坑中设置排水措施后,浇筑素砼垫层及地下快速路隧道框架底板,底板两侧可适当浇筑部分框架侧墙延伸至第三道钢支撑底部。

[0050] 5) 拆除第三道钢支撑,继续浇筑地下快速路隧道框架侧墙至第二道钢支撑底部,待侧墙达到设计强度后在两侧侧墙之间加设一道横撑(即换撑),并施加预应力。

[0051] 6) 拆除第二道钢支撑,浇筑地下快速路隧道框架的顶板和剩余的侧墙;待地下快速路隧道框架顶板达到设计强度后拆除第一道砼支撑及步骤5)中加设的横撑,并拆除底板以上的上部立柱;

[0052] 7) 在框架顶板上施作防水层,防止后续覆土内的水直接下渗侵蚀地下快速路隧道结构顶板和侧墙。然后填筑覆土,恢复城市主干道路面;

[0053] 8) 按照预留的地铁盾构区间进行后续地铁盾构掘进,且地铁盾构区间的衬砌结构顶部与地下快速路隧道框架底板之间留有不低于最小厚度的覆盖层。

[0054] 盾构上方的土体会上升隆起,若没有一定的覆盖层厚度,隆起过大将影响上部地下快速路隧道结构的稳定性。数值方法可以考虑洞室形状、跨度、围岩类别、地下水等多种因素的影响,但找不到合适的破坏判别准则,故此发明中盾构区间衬砌结构上部覆盖层厚度方面简化建立模型进行分析估算,模型如图11所示,岩石力学参数可现场取样强加固后的淤泥质土由室内试验获取。采用此解析方法估算盾构上部最小覆盖层厚度,简单易操作,易为工程所用。覆盖层的最小厚度 h 计算如下:

$$[0055] \quad b_1 h^2 + b_2 h + b_3 \leq 0$$

[0056] 其中, h 为覆盖层最小厚度; b_1, b_2, b_3 为系数,分别计算如下:

$$[0057] \quad b_1 = \gamma \frac{\tan^2(45^\circ - \varphi/2) F}{R_c}$$

$$[0058] \quad b_2 = \gamma a_1 \frac{2 \tan(45^\circ - \varphi/2) F + q}{R_c} - 1$$

$$[0059] \quad b_3 = \left(q a_1 - \frac{2 a_1^2}{3 f} \gamma \right) \frac{2 \tan(45^\circ - \varphi/2) F + \frac{a_1}{f}}{R_c}$$

[0060] 其中, γ 、 φ 分别为岩石重度和内摩擦角,可通过取样强加固后的淤泥质土由室内试验获取; R_c 为岩石的单轴极限抗压强度,也可通过取样强加固后的淤泥质土由室内试验获取; a_1 为压力拱半跨,计算公式为 $a_1 = a_0 + h_2 \tan(45^\circ - \varphi/2)$ 进行计算,其中 a_0 为地铁轨面跨度的一半, h_2 为地铁轨面至地铁盾构管片顶之间的距离; q 为地下快速路隧道框架顶覆盖土以及隧道框架荷载总重; F 为安全系数,工程中一般应采用 $F=8$; f 为普氏岩石坚固性系数。

[0061] 本实施例中,经估算,地铁盾构区间衬砌结构上部最小覆盖层厚度为4~6m。

[0062] 在该厚度的覆盖层下,盾构施工过程中,上方的土体没有出现明显上升隆起,不影响上部地下快速路隧道结构的稳定性。

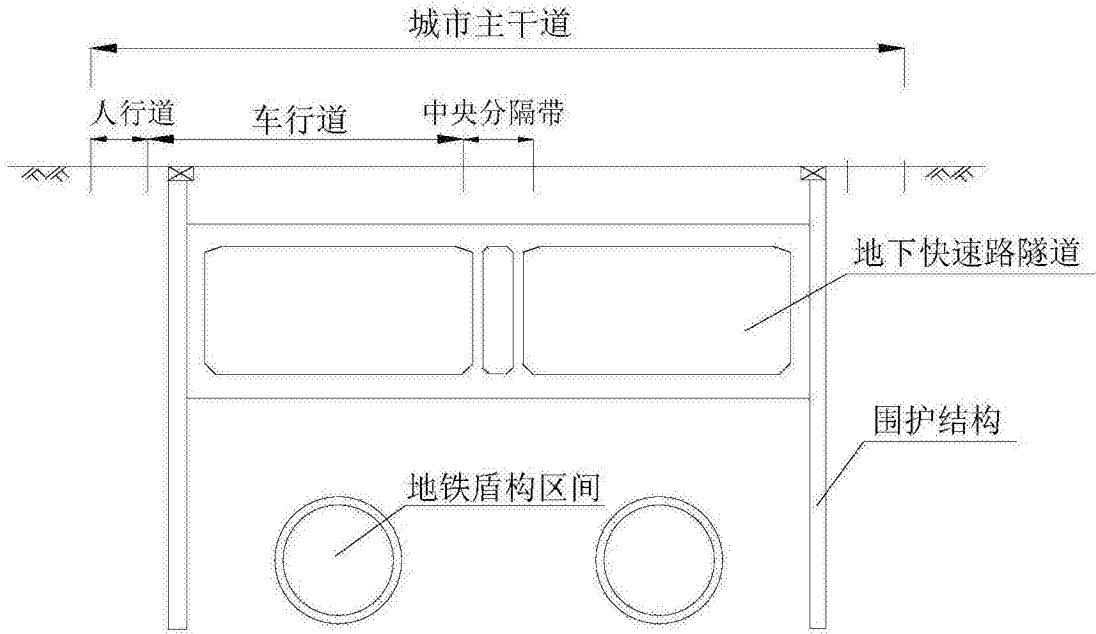


图1

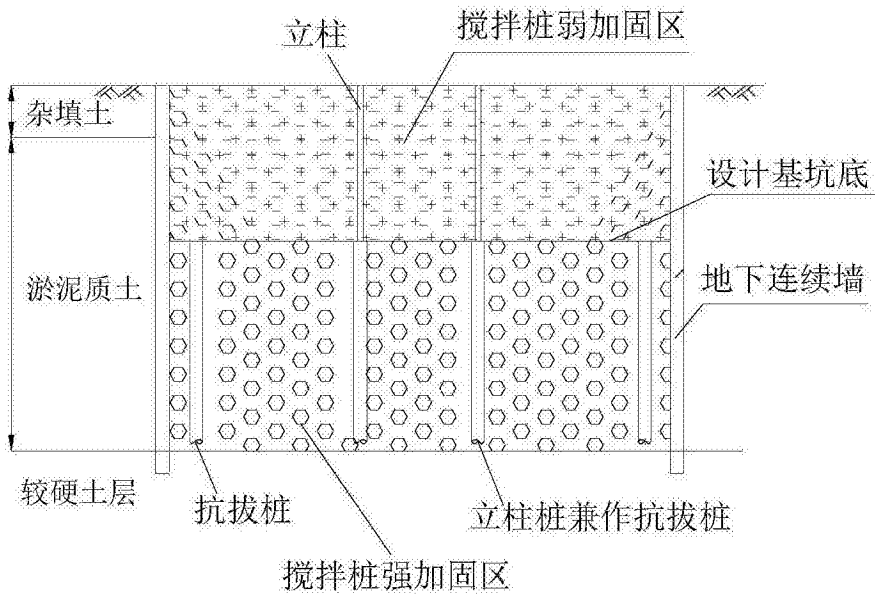


图2

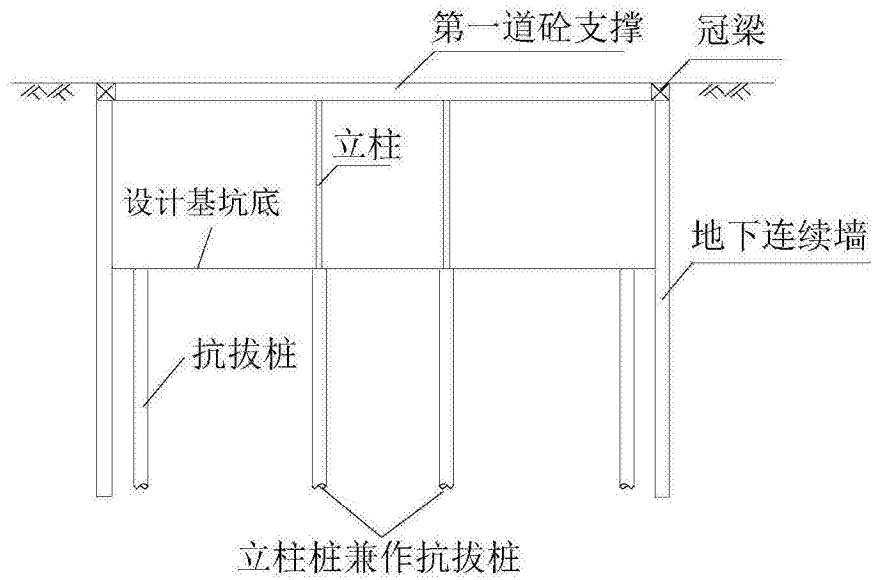


图3

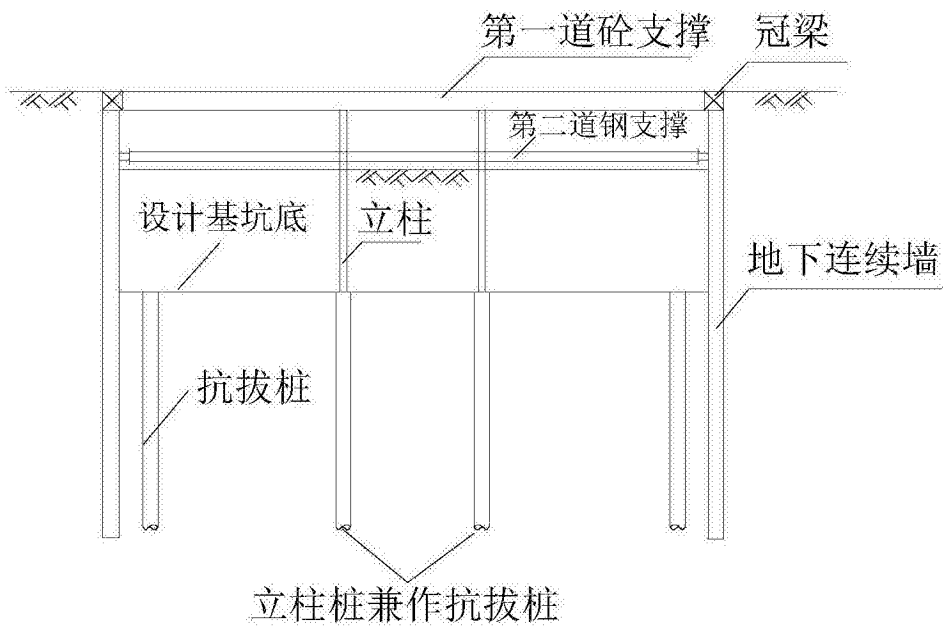


图4

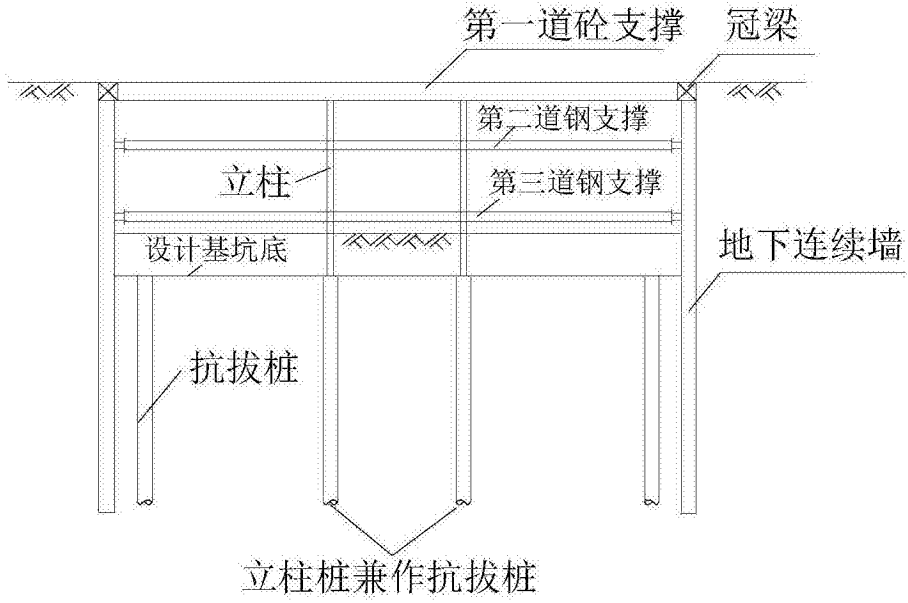


图5

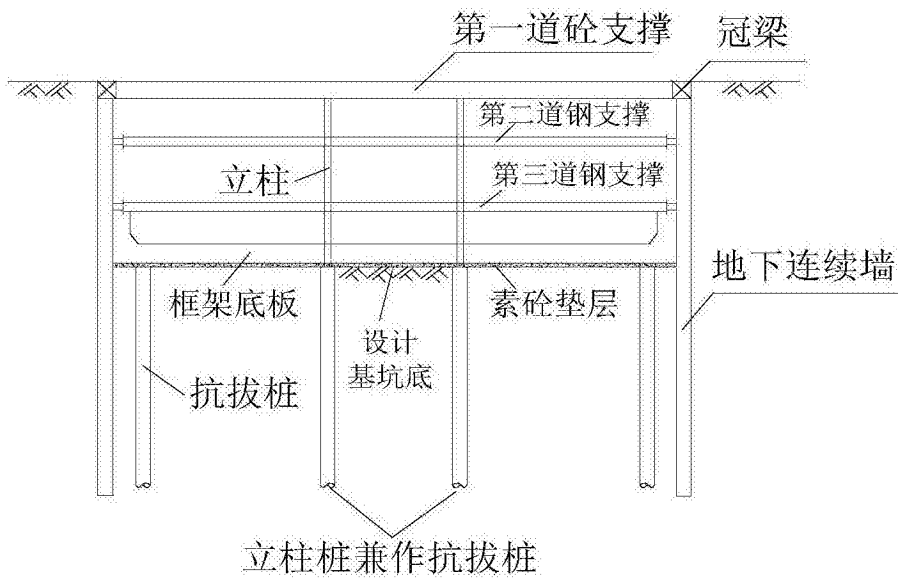


图6

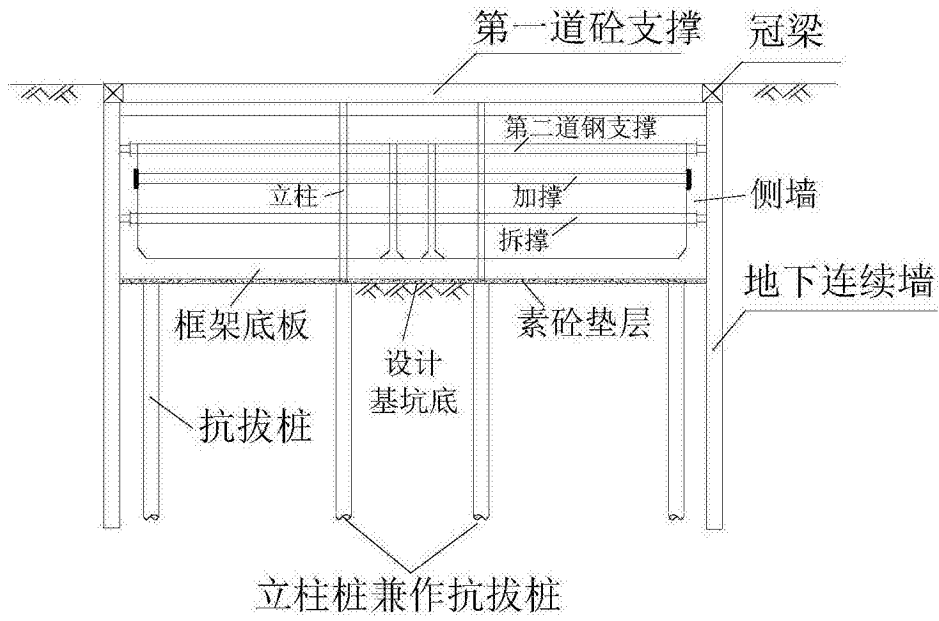


图7

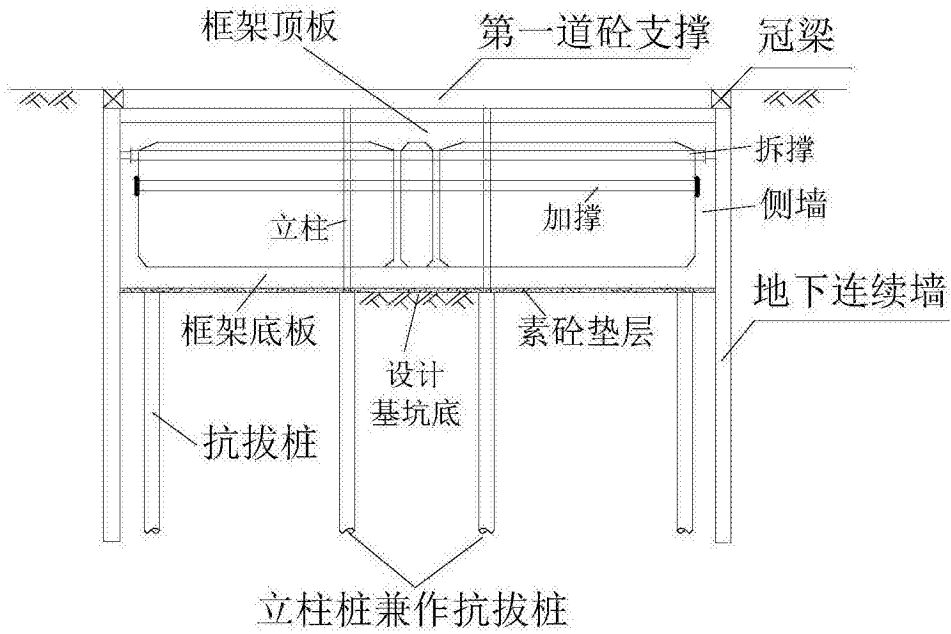


图8

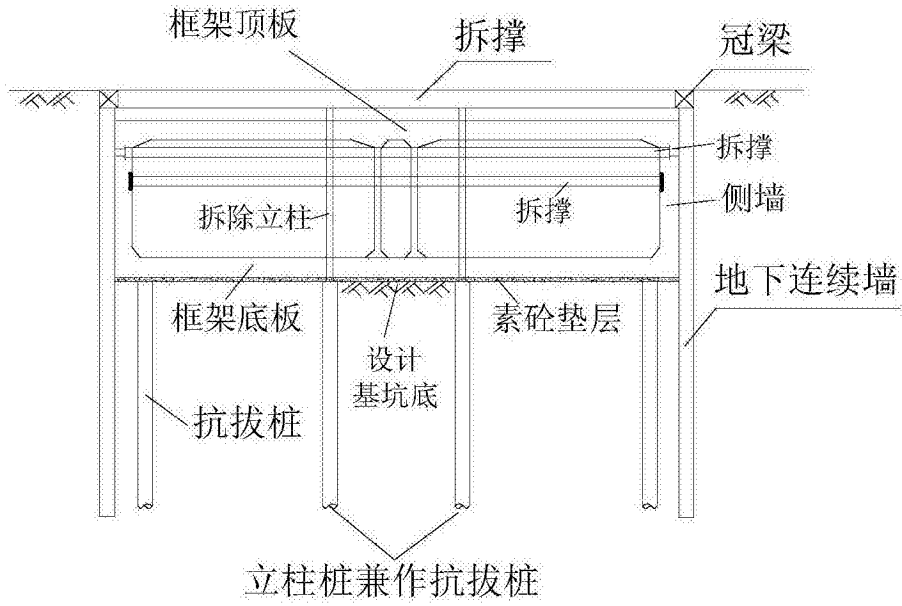


图9

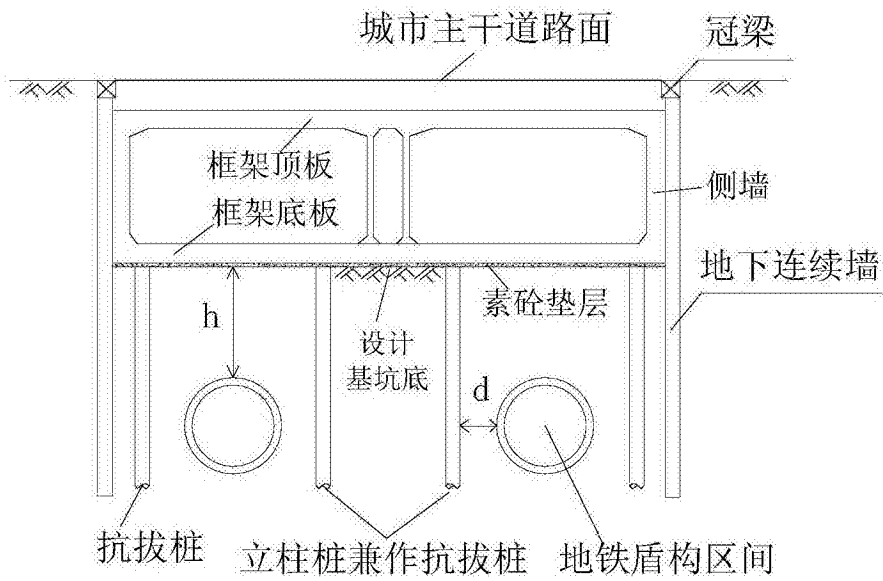


图10

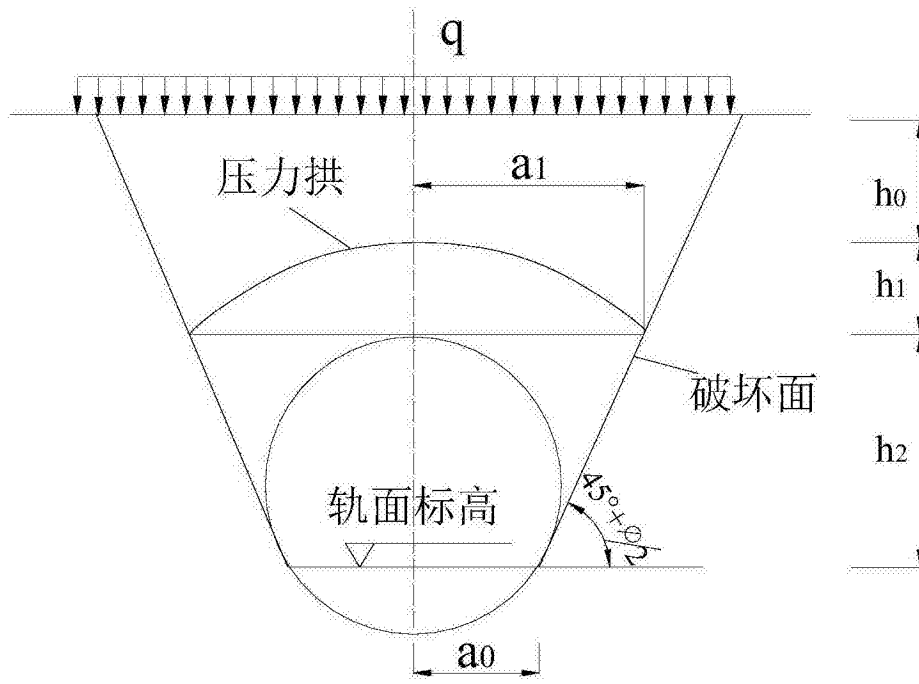


图11