



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101550698 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 13

(21) 申请号 200910050630. 9

(22) 申请日 2009. 05. 05

(73) 专利权人 上海隧道工程股份有限公司

地址 200082 上海市大连路 118 号 210 室

(72) 发明人 温锁林 林家祥 王如路 王建华

周希圣 陈锦剑

(74) 专利代理机构 上海唯源专利代理有限公司

31229

代理人 曾耀先

(51) Int. Cl.

E02D 17/02(2006. 01)

审查员 孙国忠

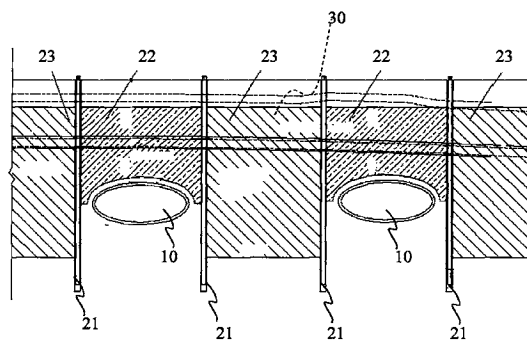
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

盾构隧道上方基坑施工方法

(57) 摘要

本发明提供盾构隧道上方基坑施工方法,通过搅拌桩内插 H 型钢对盾构隧道周边土体进行加固并对基坑进行围护;设置抗拔桩控制基坑隆起变形;并利用分隔桩将一基坑分为若干个宽度为 8m 以下的小基坑,对每一小基坑通过跳仓的方法进行开挖;在每一小基坑开挖至最后一层土体时留土 2-4m,将每一小基坑分成若干个小块,然后对每一小块进行开挖;在每一小块土体挖完后,对每一小块底板进行砼浇筑,并且从每一小块土体开挖至砼浇筑完成,要在 7 小时内完成;通过以上方法可以减少基坑开挖时基坑的隆起变形,从而使盾构隧道的隆起变形符合规定的要求,满足地铁正常运行的需要。



1. 盾构隧道上方基坑施工方法,包括在进行基坑施工前,利用搅拌桩对盾构隧道周围土体进行加固,在加固区内将搅拌桩分为三类:盾构隧道两侧的隔离搅拌桩,盾构隧道上方的加固搅拌桩以及隔离搅拌桩外侧的加固搅拌桩;在待开挖的基坑边线范围设置基坑围护桩,并且在待开挖的基坑底部设置抗拔桩;其特征在于还包括:

在基坑内设置多道封头墙,就是在待开挖基坑内利用搅拌桩作为基坑分隔桩来把预计新建的基坑分割成多个连续的小基坑,其中,每个小基坑宽度为 8m 以下;

在完成准备工作后,开挖小基坑;

在开挖每一小基坑时,采用分层盆式开挖,当开挖到最后一层土时,再划分小块开挖;当开挖达到预定的需要进行支撑的深度后,安装基坑支撑;在开挖完最后一层土体时,对每一划分的小块进行砼浇筑形成底板。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:在开挖基坑时,采用跳仓法对分割的小基坑进行施工。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于:在开挖小基坑时,最后开挖剩余厚度为 2-4m 时留土;然后将小基坑分为若干个小块,再对每一小块开挖。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于:在每一小块内隧道上方的最后一层土体挖完后,用砼浇筑形成底板,将隧道上方的土体快速置换;且对于每一小块,从土体开挖到砼浇筑形成底板保证在 7 小时内完成。

5. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于:所述跳仓法可以采用跳一或跳二或跳三的方式。

盾构隧道上方基坑施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及土木交通建筑行业基坑施工方法,具体是一种位于运行盾构隧道上方基坑的一种施工方法。

背景技术

[0002] 为地下建筑物施工而开挖的临时性坑井称为基坑。这种基坑包括挡土结构和支撑体系,一方面能为地下建筑提供空间,另外也能保护现有周边建筑的安全。在基坑施工时,需要把基坑内的土方挖出运走,从而使地下构筑物能按照所设计的位置进行建设。土方挖出是天然地基应力的一种卸载和改变过程,地基应力场改变以后,必然引起原先地基土体的运动,由卸荷而引起坑底土体产生向上为主的位移,也引起围护墙在两侧压力差的作用下而产生水平位移,并产生基坑周围地层移动,因此基坑开挖会对基坑周边的建筑物产生不利影响。

[0003] 随着我国城市建设的发展和城市公共交通压力的增大,地下盾构隧道线路交叉和联接的情况越来越多,这样就会要求在已经建好的盾构隧道上方进行基坑开挖来新建工程项目,而基坑开挖会使基坑下面的盾构隧道产生向上的隆起变形;然而,在实际的工程中,为了保证盾构隧道的正常运行,对盾构隧道的变形要求非常严格,要求盾构隧道结构的最终绝对位移不能超过 20mm,变形曲线的曲率半径不小于 15000m,相对弯曲不大于 1/2500,这就给工程建设提出了非常大的挑战。另外,盾构隧道周边附属配套设施工程规模大、周边管线错综复杂,保护要求严格,质量和环境保护要求高,在基坑施工时,如何做好施工筹划和施工方案,安排好各界面、各工序的施工和相互之间的衔接,确保盾构隧道的安全正常运营给工程施工带来的挑战非常巨大。

[0004] 在基坑施工时,采用传统的施工方法基本能保护周边建筑物,但是对于盾构隧道上方基坑进行施工,采用传统方法时盾构隧道产生的变形非常大,不能满足盾构隧道结构的要求;另外,按传统方法基坑施工,基坑侧向变形有的达到 30mm。

[0005] 针对以上的现有技术的缺点,在技术类文献《铁道建筑技术》2005 年 05 期有一篇文章“基坑开挖引起下方盾构隧道位移的控制措施”初步提出了盾构隧道上方基坑开挖的施工措施来控制盾构隧道的位移,采用搅拌桩加固和隔离桩保护,分层分块开挖,但是该文献没有能够提出完整的施工方法和明确的施工参数(例如分块开挖的宽度)等来指导施工。这样这个文献提出的方法在对变形要求极其严格的盾构隧道上方基坑施工中很难具有明确的指导意义,实用性不大,因此有必要提出一种具有实用意义的在盾构隧道上方进行基坑施工的方法。

[0006] 发明内容

[0007] 为解决以上技术问题,本发明提供盾构隧道上方基坑施工方法,通过搅拌桩对盾构隧道周边土体进行加固和对基坑进行围护;并利用搅拌桩形成封头墙将一基坑分为若干个宽度为 8m 以下的小基坑,对每一小基坑进行开挖;在每一小基坑开挖至最后一层土体时留土 2-4m,再将每一小基坑分成若干个小块,然后对每一小块进行开挖去土;在每一小块

土体挖完后,对每一小块底板进行砼浇筑,并且要求从每一小块土体开挖至砼浇筑完成,要在7小时内完成;通过以上方法可以减少基坑开挖时基坑的隆起变形,从而使盾构隧道的隆起变形符合规定的要求,满足地铁正常运行的需要。

[0008] 为解决以上技术问题,本发明提供盾构隧道上方基坑施工方法,包括在进行基坑施工前,利用搅拌桩对盾构隧道周边土体进行加固,在加固区内将搅拌桩分为三类:盾构隧道两侧的隔离搅拌桩,盾构隧道上方的加固搅拌桩以及隔离搅拌桩外侧的加固搅拌桩;在待开挖的基坑边线范围设置基坑围护桩,并且在待开挖的基坑底部设置抗拔桩;其特征还在于包括:

[0009] 在基坑内设置多道封头墙:就是在待开挖基坑内利用搅拌桩把预计新建的基坑分割成多个连续的小基坑,其中,每个小基坑宽度为8m以下;

[0010] 在完成准备工作后,开挖小基坑;

[0011] 在开挖每一小基坑时,采用分层盆式开挖,当开挖到最后一层土时,再划分小块开挖;当开挖达到预定的需要进行支撑的深度后,安装基坑支撑;在开挖完最后一层土体时,对每一划分的小块进行砼浇筑形成底板。

[0012] 本发明的进一步改进在于:在开挖基坑时,采用跳仓法对小基坑进行施工。

[0013] 本发明的进一步改进在于:在开挖小基坑时,最后开挖剩余厚度为2-4m时留土;然后将小基坑分为若干个小块,再对每一小块开挖。

[0014] 本发明的进一步改进在于:在每一小块内隧道上方的最后一层土体挖完后,用砼浇筑形成底板,将隧道上方的土体快速置换;且对于每一小块,从土体开挖到砼浇筑形成底板保证在7小时内完成。

[0015] 本发明的进一步改进在于:所述跳仓法可以采用跳一或跳二或跳三的方式。

[0016] 通过以上所述的方法,在进行基坑施工前,利用搅拌桩对盾构隧道进行加固,在加固区内将搅拌桩分为三类:盾构隧道两侧隔离搅拌桩,盾构隧道上方的加固搅拌桩以及隔离搅拌桩外侧的加固搅拌桩;在待开挖的基坑边线范围设置基坑围护桩,并且在待开挖的基坑底部设置抗拔桩;在基坑内用搅拌桩设置多道封头墙,把预计新建的基坑分割成多个连续的小基坑,其中,每个小基坑宽度为8m以下;在每一小基坑开挖至最后一层土体时留土2-4m,将每一小基坑分成若干个小块,然后对每一小块进行开挖;在每一小块土体挖完后,对每一小块底板进行砼浇筑,并且从每一小块土体挖完至砼浇筑完成,要在7小时内完成;通过以上方法可以减少基坑开挖时基坑的隆起变形,从而使盾构隧道的隆起变形符合规定的要求,也满足地铁正常运行的需要。

[0017] **附图说明**

[0018] 图1为本发明一较佳实施例中A类桩、B类桩以及C类桩的位置剖面;

[0019] 图2为本发明一较佳实施例中D类桩和E类桩的位置示意;以及

[0020] 图3为本发明一较佳具体实施例中基坑分割示意图。

[0021] **具体实施方式**

[0022] 本发明的基坑施工方法利用时空效应原理,对于在对变形要求严格的盾构隧道上方基坑施工提出了完整的施工方法以及关键参数的确定方法,保证在盾构隧道上方基坑施工时,盾构隧道的结构变形满足现行的标准,对实际施工具有明确的指导意义。下面结合一具体实施例对该方法做详细说明。

[0023] 上海某新建隧道基坑穿越运行的地铁主线,上穿段盾构隧道基坑长约

[0024] 150m,宽约 27.1m,基坑开挖深度最深约 12.172m,基坑底距隧道结构顶仅约 4m,地铁线区间以 26 度的小角度与东西通道斜交(参考图 3)。

[0025] 现行标准对盾构隧道的变形要求极其严格,结构最终绝对位移不能超过 20mm,变形曲线的曲率半径不大于 15000m,相对弯曲不大于 1/2500。因此,如何采取合理的施工方案和有效措施控制隧道的变形是重中之重。

[0026] 在该具体实施例中,为了减小基坑施工对盾构隧道造成的影响,并且减小基坑的侧向变形,在基坑施工前,利用搅拌桩对盾构隧道进行加固,其中将盾构隧道加固区内的搅拌桩分为 A、B、C 三类桩,参考图 1 为本发明一较佳具体实施例的 A、B、C 三类桩的位置剖面图:A 类桩 21 为隧道 10 两侧的隔离搅拌桩,其深度从地面贯穿至盾构隧道 10 下方一定深度,该隔离搅拌桩在隧道 10 下方深度可根据具体施工位置的土层结构确定;B 类桩 22 为隧道 10 上方地基加固搅拌桩,其底部距离隧道 10 顶部 0.5m 以上,并且采用搅拌桩满堂加固的方式对隧道上方土体进行地基加固;C 类桩 23 为隧道 10 两侧隔离搅拌桩两侧的地基加固搅拌桩,其底部距离隧道 10 底部以下至少 5 米,土体全部采用深层搅拌桩满堂加固。并且在基坑施工时,为了防止基坑变形,需要对基坑进行加固措施(参考图 2),为此设置 D 类桩 24 为基坑围护桩,其长度与隔离桩相当;在基坑内设置 E 类桩 25 为坑内抗拔桩,可根据基坑深度计算抗拔桩的受力;另外,采用 F 类桩为基坑分隔搅拌桩,形成多道封头墙 34(参考图 3)把基坑分割成多个宽度 8m 以下的独立小基坑 31(参考图 3)。

[0027] 以上所述的 A、B、C、D、E、F 六类桩均采用桩径为 850mm 搅拌桩,桩间搭接 250mm,其中 A、D、E、F 四类桩均采用 $\Phi 850$ SMW 工法桩,A 类桩和 F 类桩内插 700×300 型钢,H 型钢的长度比搅拌桩的长度短 1m 左右。其中,主线穿越段隧道两侧的 A 类桩隔离搅拌桩长 31.0m,H 型钢长 30.0m;B 类桩其底部距离隧道底部为 0.5m 以上,其具体长度根据施工位置土层的特性来确定;C 类桩为隧道两侧的加固搅拌桩,其长度与 A 类桩隔离搅拌桩的长度相当;D 类桩基坑围护搅拌桩长 29.0m;E 类桩坑内抗拔搅拌桩长 40.0m;F 类桩基坑分隔搅拌桩长 26.0m,H 型钢长 17.0m。

[0028] 在进行开挖基坑前,首先利用搅拌桩桩机将以上各个搅拌桩施工完成,以保证基坑施工的顺利进行,从而不影响盾构隧道的正常运行以及防止基坑变形。利用桩机对以上的 A、B、C、D、E、F 六类搅拌桩施工时,其施工顺序为:先施工 A 类桩隧道两侧的隔离搅拌桩,再施工 B 类桩隧道上方的地基加固搅拌桩,再施工 C 类桩隧道两侧地基加固搅拌桩和 D 类桩基坑围护搅拌桩,最后施工 E 类桩坑内抗拔搅拌桩和 F 类桩基坑分隔搅拌桩。其中 A 类和 B 类搅拌桩在地铁停运的时间段内进行施工,C 类桩在其隧道两侧的 A 类搅拌桩施工完成后进行施工,C 类、D 类、E 类、F 类搅拌桩可以在列车运营时施工。且 SMW 工法桩施工时,间隔跳孔施工。其中,SMW 工法具有对周围地基影响小、高止水性、整体性好、造价低、工期短、环境污染小等无可取代的优越性。其原理是利用多轴螺旋搅拌机械,用水泥作为固化剂与地基土进行原位强制搅拌,按一定间距插入 H 型钢后,待水泥土固化形成一定强度的桩墙等。本工程 SMW 工法搅拌桩 28 天龄期无侧限抗压强度不大于 1.0Mpa,水泥渗入量 20%。

[0029] 按以上的施工顺序,完成各个搅拌桩施工,待搅拌桩强度达到要求后,开始基坑开挖和结构制作。为了防止盾构隧道隆起、减小基坑变形,根据时空效应原理将基坑分为若干个小基坑开挖,且对每一个小基坑开挖时采用分层盆式开挖,以机械挖土为主,人工修挖为

辅；并且，在开挖每一小基坑时，按深度方向分层每道支撑，严格规定每个小基坑的挖土时间和支撑时间，以减少基坑围护变形；在开挖至最后一层时，每一小基坑留土厚为 2-4m；开挖基坑时可以遵循的基本原则是：“土方开挖分层、分块、对称、平行、留土护壁，限时完成开挖与支撑”。而且，在进行基坑开挖时，为了尽量减小基坑的“竖向”隆起变形，根据基坑“竖向”时空效应理论，需尽量减小隧道上方土体卸载和坑底的自由暴露时间，为此必须将隧道上方土体等量快速置换。根据基坑“竖向”时空效应理论划分后的小基坑宽为 8m 以下，根据已往类似工程实践、本工程特点和施工能力，从最后一层土体开挖到底板浇筑完成需在 7 小时内完工，从而减少基坑的“竖向”隆起变形，因此对于隧道上方小基坑需要划分更小的小块施工，在完成每一小块的最后的土体开挖后，进行地板浇筑，保证从土体开挖到地板浇筑在 7 小时内完成（对于距离隧道较远基坑，小基坑分小块施工面积可适当增加）。

[0030] 参考图 3 所示，在该具体实施中，在基坑 30 内设置了 24 道分隔墙，将大基坑 30 分为 25 个独立的小基坑 31，每个小基坑施工宽度为 6m，施工时依次对 25 个小基坑依次编号为 1、2、3、……、25。基坑开挖和结构制作分为三个阶段实施，每个阶段采用跳仓的方法进行施工，可以采用跳一或跳二或跳三的方式，达到控制基坑变形的目的。在该具体实施例中，第一阶段采用跳三方式先施工编号为 1、5、9、13、17、21、25 的小基坑，第二阶段也采用跳三方式施工编号为 3、7、11、15、19、23 的小基坑，第三阶段施工剩余偶数基坑。每一阶段，对每一小基坑 31 开挖时采用分层盆式开挖，在该具体实施例中每 3m 为一层，在开挖完每一层土方后，进行相应的支撑，并且在第二道及以下各道支撑的土层开挖中，每小段开挖的长度不超过 6m；各小段土方要在 8 小时内挖完，随即在 6 小时内安装好小段支撑，并施加好轴向预应力。每一阶段小基坑开挖到剩最后一层土体，该土体留土厚度为 2-4m，根据施工能力和工程部位，将该最后一层留土分为若干小块 32 进行土体开挖（其中，该小分块的面积可根据具体的工程的部位，其面积可不同，对于离盾构隧道较远基坑的小块 33 其施工面积可增加）、开挖完成后制作底板并压重，每小块的最后一层土体从开挖到地板浇筑完成必须在 7 小时内完成，然后才能进行下一小块施工，每个小基坑底板全部施工完成后，回筑侧墙和结构顶板，并覆土，然后才可以开始下一阶段小基坑施工。

[0031] 本工程划分后的小基坑宽为 6m，长为 27m，基坑面积为 162m^2 ，根据本工程特点和施工能力，对于隧道上方小基坑，如要在 7 小时内完成从最后一层土体开挖到底板浇筑完成的施工任务，每个小基坑最后一层土体至少要分三小块施工，每小块面积约 54m^2 ，对于距离隧道较远基坑，小基坑分小块施工面积可适当增加。为了防止在基坑开挖过程中和后期基坑隆起导致的隧道上浮，在基坑内均匀布置了 E 类桩 SMW 工法抗拔搅拌桩，在每小块基坑开挖到底后浇筑的底板即与抗拔桩相连接；另外，由于在盾构隧道穿越段无法布置抗拔桩，因此在结构底板浇筑完毕，并达到一定强度后立即在底板上堆砂袋或型钢钢板压重，以减小隧道的隆起量，压重量原则为压载和底板重量与最后一层土体（约 2~4m）重量相当，本工程主线上穿段底板和垫层厚度为 1.4m，经计算压重量分别约 $1.9\text{T}/\text{m}^2$ ，从土体开挖后 16 小时内完成堆载预压。

[0032] 本发明提出的施工方法，大大减少了基坑隆起变形，满足了保护地铁运行的需要，严格控制了基坑开挖引起的周边变形。

[0033] 可以理解的是，上述实施例的详细说明是为了阐述和解释本发明的原理而不是对本发明的保护范围的限定。在不脱离本发明的主旨的前提下，本领域的一般技术人员通过

对上述技术方案的所教导的原理的理解可以在这些实施例基础上做出修改,变化和改动。因此本发明的保护范围由所附的权利要求以及其等同来限定。

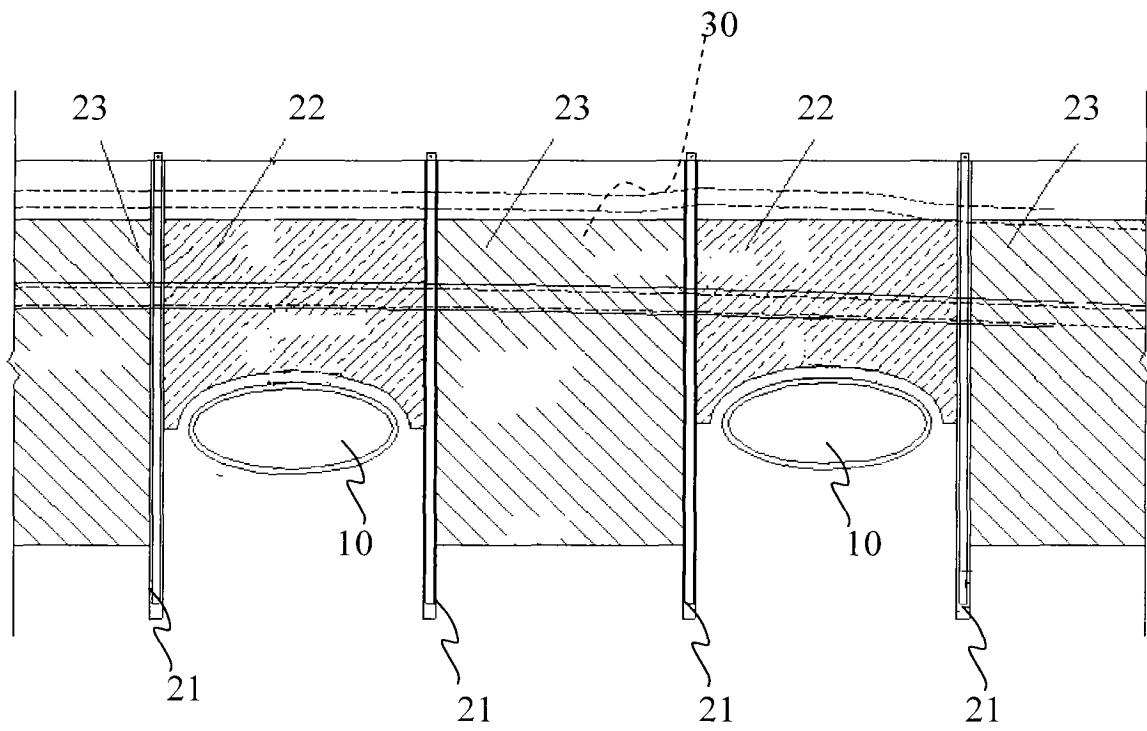


图 1

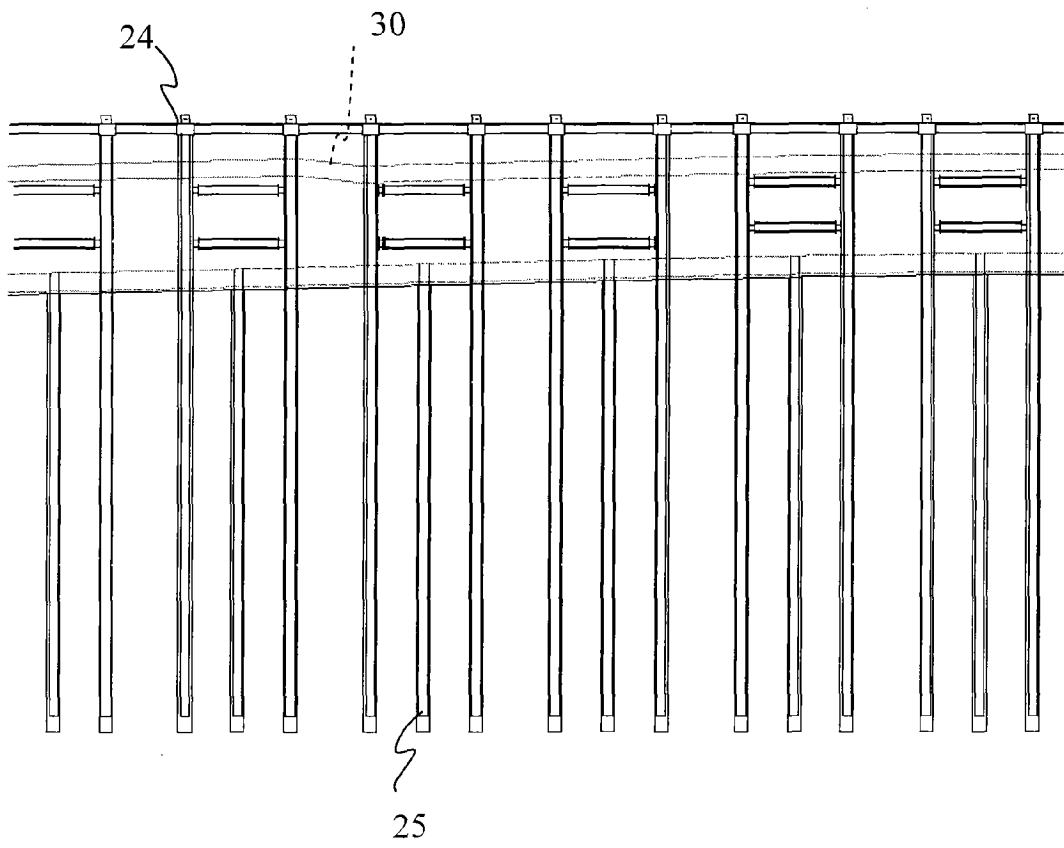


图 2

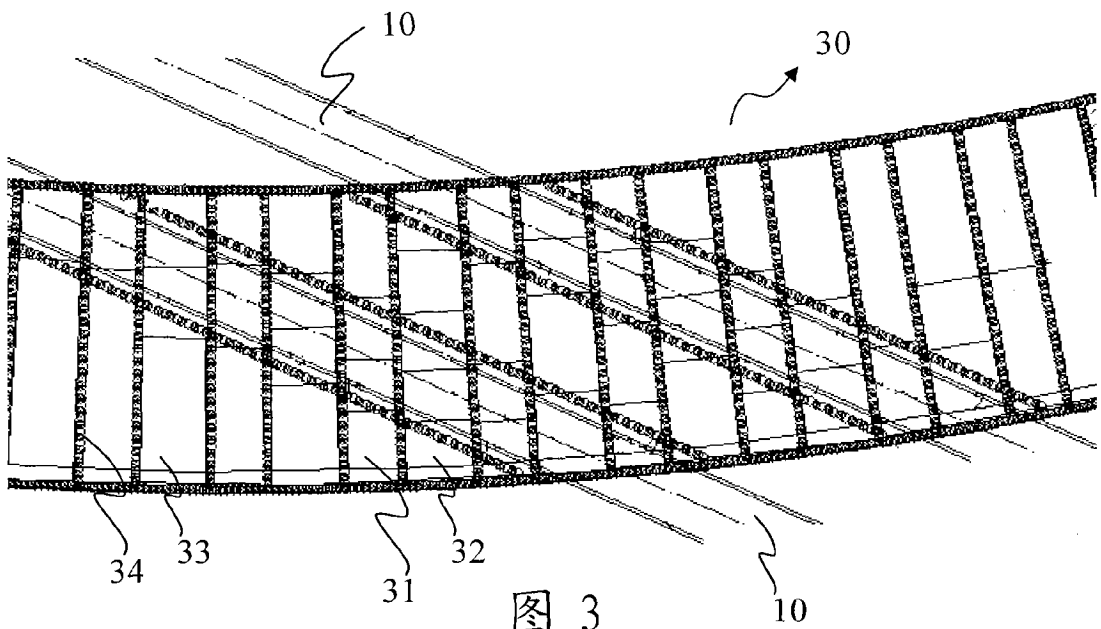


图 3