



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203961981 U

(45) 授权公告日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201420361696. 6

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2014. 07. 02

(73) 专利权人 南京林业大学

地址 210037 江苏省南京市龙蟠路 159 号

专利权人 上海市机械施工集团有限公司

(72) 发明人 杨平 金福强 蒋大有 何文龙

张婷 刘艳军

(74) 专利代理机构 南京君陶专利商标代理有限

公司 32215

代理人 沈根水

(51) Int. Cl.

E21D 9/00(2006. 01)

E21D 11/10(2006. 01)

E21D 11/00(2006. 01)

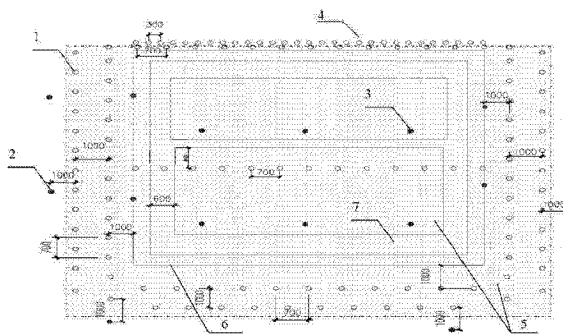
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 实用新型名称

全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构

(57) 摘要

本实用新型是全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其结构包括矩形冻结壁、冻结孔、测温孔、泄压孔、管棚、全断面注浆区域、地下通道初衬结构、地下通道二衬结构。本实用新型的有益效果:适合于城市中心下穿重要构筑物,无法实施明挖施工的富含水砂性土层或软土层矩形地下通道暗挖加固工程;联合加固中矩形水平冻结壁保证了加固体的强度和止水性,注浆加固在保证开挖掌子面稳定性的同时,抑制因冻结而引起的冻胀融沉,保证了对敏感环境的保护作用,管棚控制了上部薄覆土层开挖卸载对重要构筑物的影响;不需要对现有冻结孔、注浆和管棚施工机械进行技术改进,施工方便,相比其他化学加固方法,安全、环保,效益明显。



1. 全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其特征是包括矩形冻结壁,矩形冻结壁内的上方是一排冻结孔,矩形冻结壁内的冻结管两侧及底部各布置两排冻结孔,冻结管内的冻结孔的上部是泄压孔,矩形冻结壁内外两侧设有测温孔,矩形冻结壁的上方是管棚,矩形冻结壁内的冻结管外围是地下通道初衬,冻结管内围是地下通道二衬。

2. 根据权利要求1所述的全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其特征是所述矩形冻结壁位于地下通道暗挖段外。

3. 根据权利要求1所述的全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其特征是所述冻结孔按水平角度布置,冻结孔数共101个,矩形冻结壁内的冻结管两侧及底部各布置的两排冻结孔,两排孔排距1m,梅花形布置,冻结孔离地下通道初衬外侧距离1m,冻结孔之间间距为0.8m,冻结孔数占73个,长度为8m;矩形冻结壁内上方的一排冻结孔,其冻结孔之间间距为0.8m,冻结孔数占15个,长度为8m;矩形冻结壁底部横向设一排冻结孔,距矩形冻结壁底板通道向下0.6m,形成稳定矩形冻结壁的横向冻结壁支撑,孔间距为0.7m,冻结孔数占13个,长度为8m;冻结孔连片成板块冻结区。

4. 根据权利要求1所述的全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其特征是所述冻结管用直径为89mm、厚度为9mm的20#无缝钢管。

5. 根据权利要求1所述的全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其特征是所述位于矩形冻结壁内外两侧测温孔,有4个测温孔布设在冻结管外侧,4个测温孔布设在冻结管内侧,2个测温孔设在冻结管底部,测温孔深与外圈冻结管一致,板块冻结区范围内每层土内设二个以上测温孔,测温孔孔深与板块冻结区范围内冻结管长度一致,测温点间距1~1.5m,测温管直径为89mm、厚度9mm;

所述底排冻结孔上部2.2m处与上排冻结孔下部2.2m处各设一排直径89mm,间距700mm的泄压孔,孔深8m,泄压孔数为6个。

6. 根据权利要求1所述的全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其特征是所述管棚设在上排冻结孔上方的30mm处,一排29根管棚直径为89mm、厚度9mm,每根管棚间距为300mm,管棚长8m。

全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及的是一种穿越敏感建(构)筑物,富含水层砂土或软土地层的全断面注浆、矩形水平冻结与上部管棚联合加固的地下通道施工加固结构。属于浅埋暗挖地下通道加固技术领域。

背景技术

[0002] 地下通道浅埋暗挖施工时,为确保其暗挖过程顺利及影响范围内建(构)筑物的安全,通常需要对暗挖土体进行加固。其作用是阻止地下通道外地下水土流入及保持开挖断面的稳定性,使加固体本身具有一定的强度和刚度。其作用是挡土、挡水、保证开挖面稳定及控制重要建(构)筑物在施工中的变形。通常地下通道超前预加固采用注浆法、管棚法、深层搅拌桩、高压旋喷法、冻结法、等方法,每种方法各具有优缺点,如表 1。

[0003] 表 1 常见地下通道预加固方式对比

[0004]

施工方法	适用范围	造价	加固质量	环境影响
深层搅拌法	适用于软粘土层,施工需要较大地面空间。	较高	加固强度高,但是桩体及加固帷幕强度均匀性不易控制。	土体加固时要封锁交通,有噪声污染及地表沉降。
高压旋喷法	适用于砂性土层,施工方法灵活,可水平成桩不需要地表工作面。	较高	加固帷幕止水性能好,但桩体强度及质量在致密砂层中难于确保均匀和止水性。	施工现场会有冒浆,污染环境。
冻结法	主要用于含水率较高的土层,施工方法灵活不占用地面场地。	最高,但冬季施工费用可适当降低)	加固强度高,冻土壁连续性和均匀性好,其隔水性能最好。	地面无噪声无污染,但冻融控制不好会引起地表管线的沉降。
管棚法	适用于含水率小、自立性好的土层。	较低	加固效果好,但单独使用施工风险较大。	地面地下无污染,地表可能稍有沉降。

[0005] 地下通道施工特别是在市中心遇到的复杂周边环境和地层环境越来越多,经常遇到因场地和地层限制,无法使用或不适合使用各类化学加固方式,而采用单一矩形水平冻结法加固由于开挖断面较大,工作面稳定性难于保证、开挖卸压及冻结法具有的冻胀及融沉特性,也难以满足复杂环境保护要求的情况。

发明内容

[0006] 本实用新型提出的是一种全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其目

的旨在满足复杂环境保护要求的情况,在地下通道暗挖前利用水平冻结孔冻结加固土体,在暗挖地下通道外侧先形成强度高、封闭性好的矩形冻结壁。为保证开挖面的稳定性以及控制冻结过程中冻土层产生的冻胀与融沉影响,在水平冻结孔施工前对将要暗挖的区域及冻结区域进行全断面预注浆。同时,为控制由于暗挖引起的地表隆、沉对建(构)筑物的影响,在正上方布置一排管棚使加固区域位移、应力等变化量与上部建(构)筑物予以隔离保护。适用于因场地限制无法使用各类化学加固方式,并且对冻结法加固引起的地层冻胀融沉量有严格限制的浅埋暗挖矩形地下通道预加固工程。

[0007] 本实用新型的技术解决方案:全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其结构包括矩形冻结壁,矩形冻结壁内的上方是一排冻结孔,矩形冻结壁内的冻结管两侧及底部各布置两排冻结孔,冻结管内的冻结孔的上部是泄压孔,矩形冻结壁内外两侧设有测温孔,矩形冻结壁的上方是管棚,矩形冻结壁内的冻结管外围是地下通道初衬,冻结管内围是地下通道二衬,矩形冻结壁内外两侧、地下通道二衬是全断面注浆区域。

[0008] 本实用新型的有益效果:

[0009] 1、适合于城市中心由于下穿重要构筑物,无法实施明挖施工的富含水砂性土层或软土层地下通道暗挖加固工程。

[0010] 2、联合加固中矩形冻结壁保证了预支护结构的强度和止水性,全断面注浆在保证开挖面稳定的基础上有效抑制水平冻结引起的冻胀融沉,管棚则可以控制因浅覆暗挖引起的沉降,保证了对敏感环境的保护作用。

[0011] 3、不需要对现有冻结孔、注浆和管棚施工机械进行技术改进,施工方便,相比其他化学加固方法,安全、环保效益明显。

附图说明

[0012] 图 1 是全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固地下通道平面图。

[0013] 附图中的 1 是冻结孔;2 是测温孔;3 是泄压孔;4 是管棚;5 是全断面注浆区域;6 是地下通道初衬结构;7 是地下通道二衬结构。

具体实施方式

[0014] 如图 1 所示,全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固结构,其结构包括矩形冻结壁,矩形冻结壁内的上方是一排冻结孔 1,矩形冻结壁内的冻结管两侧及底部各布置两排冻结孔 1,冻结管内的冻结孔 1 的上部是泄压孔 3,矩形冻结壁内外两侧设有测温孔 2,矩形冻结壁的上方是管棚 4,矩形冻结壁内的冻结管外围是地下通道初衬 6,冻结管内围是地下通道二衬 7,矩形冻结壁内外两侧、地下通道二衬 7 是全断面注浆区域 5。

[0015] 所述矩形冻结壁位于地下通道暗挖段外。

[0016] 所述冻结孔 1 按水平角度布置,冻结孔数共 101 个,矩形冻结壁内的冻结管两侧及底部各布置的两排冻结孔 1,两排孔排距 1m,梅花形布置,冻结孔离地下通道初衬 6 外侧距离 1m,冻结孔之间间距为 0.8m,冻结孔数占 73 个,长度为 8m;矩形冻结壁内上方的一排冻结孔 1,其冻结孔 1 之间间距为 0.8m,冻结孔数占 15 个,长度为 8m;矩形冻结壁底部横向布设的一排冻结孔,距矩形冻结壁底板通道向下 0.6m,形成稳定矩形冻结壁的横向冻结壁支撑,孔间距为 0.7m,冻结孔数占 13 个,长度为 8m;冻结孔连片成板块冻结区。

[0017] 所述位于矩形冻结壁内外两侧测温孔,有 4 个测温孔布设在冻结管外侧,4 个测温孔布设在冻结管内侧,2 个测温孔布设在冻结管底部,测温孔深与外圈冻结管一致,板块冻结区范围内每层土内至少布设一个测温孔,且数量不少于 2 个,测温孔孔深与板块冻结区范围内冻结管长度一致,测温点间距 $1\sim 1.5\text{m}$,测温管采用直径为 89mm、厚度 9mm 的 20# 低碳无缝钢管。

[0018] 所述底排冻结孔上部 2.2m 处与上排冻结孔下部 2.2m 处各布设一排直径 89mm,间距 700mm 的泄压孔 4,孔深 8m,泄压孔数为 6 个。

[0019] 所述矩形冻结壁内上方的一排冻结孔 1 上方 30mm 处,布置一排 29 根直径为 89mm、厚度为 9mm 管棚 4 进行隔离保护,管棚间距为 300mm,管棚长 8m。

[0020] 全断面注浆、矩形水平冻结与管棚联合加固的施工方法,包括如下步骤:

[0021] (1) 全断面注浆

[0022] 在冻结孔施工之前,对结构内部及将要实行水平冻结的区域进行全断面注浆改良土体,确保开挖面的稳定性并拟制冻胀融沉;

[0023] 打设注浆管,采用小导管注浆,注浆孔成梅花型布置,排与孔间距 1m。注浆采用 P.0 42.5 硅酸盐水泥,水灰比为 1:1(重量比),注浆压力控制为 0.3~0.5MPa,注浆扩散半径为 1.0~1.2m,注浆终压为 0.5MPa,单孔注浆量为 4.2~4.6 m^3 。

[0024] (2) 矩形冻结壁,位于地下通道暗挖段外,冻结孔 1 按水平角度布置,冻结孔数共 101 个,其中地下通道结构两侧及底部各布置两排孔,两排孔排距 1m,梅花形布置,冻结孔离初期支护外侧距离 1m,冻结孔之间间距为 0.8m,冻结孔数 73 个,长度为 8m;在暗挖通道结构上侧布置一排孔,冻结孔之间间距为 0.8m,冻结孔数 15 个,长度为 8m;在上部通道底板向下 0.6m 处横向布设一排冻结孔,形成稳定矩形冻结壁的横向冻结壁支撑,孔间距为 0.7m,冻结孔数为 13 个,长度为 8m;冻结管用直径为 89mm、厚度 9mm 的 20# 无缝钢管。

[0025] (3) 测温孔,测温孔位于矩形冻结壁内外两侧,4 个测温孔布设在冻结管外侧,4 个布设在冻结管内侧,2 个布设在冻结管底部,测温孔深与外圈冻结管一致,板块冻结区范围内每层土内至少布设一个测温孔,且数量不少于 2 个,测温孔孔深与板块冻结区范围内冻结管长度一致,测温点间距 $1\sim 1.5\text{m}$,测温管采用直径为 89mm、厚度 9mm 的 20# 低碳无缝钢管。

[0026] (4) 泄压孔,泄压孔在底排冻结孔上部 2.2m 处与上排冻结孔下部 2.2m 处各布设一排直径 89mm,间距 700mm 的卸压孔,孔深 8m,泄压孔数为 6 个。

[0027] (5) 管棚,在上排冻结孔上方 30mm 处,布置一排 29 根直径为 89mm、厚度 9mm 管棚进行隔离保护,管棚间距为 300mm,管棚长 8m。

[0028] (6) 施工,包括

[0029] 1) 在结构内部打设注浆管,采用小导管注浆,注浆孔成梅花型布置,排与孔间距 1m。注浆采用 P.0 42.5 硅酸盐水泥,水灰比为 1:1(重量比),注浆压力控制为 0.3~0.5MPa,注浆扩散半径为 1.0~1.2m,注浆终压为 0.5MPa,单孔注浆量为 4.2~4.6 m^3 ;

[0030] 2) 布置冻结孔及测温孔、泄压孔及管棚,钻孔施工工序为:定位开孔及孔口管安装→孔口密封装置安装→钻孔→测量偏斜→封闭孔底→压力试验;

[0031] 钻机安装前应将工作面封闭严密、牢固,清理干净,测出精确钻机位置后方可施工,各种钻孔施工开孔误差不得大于 100mm;

[0032] 钻孔最大偏斜不得大于 1%，所有钻孔均应进行终孔测斜，并绘制钻孔偏斜图和各钻孔位置成孔图；管棚外插角 1 度，钻孔的外插角允许偏差为 5%。

[0033] 冻结管内充填 M10 水泥砂浆，充填深度不少于 1500mm；

[0034] 冻结管安装好后应进行注入清水试压，试验压力为 0.8MPa，经试压 30min 压力下降不超过 0.05MPa，再延续 15min 压力不变为合格；

[0035] 3) 管棚打设完毕后，在管棚上方两侧纵向浇筑两道钢筋混凝土梁（800mm×600mm），梁长度 9500mm；梁横向架设 700mm×300mm 的 H 型钢，将管棚用直径 30mm 的钢丝绳反吊在 H 型钢上，确保电缆管廊安全及开挖结构施工顺利进行。在暗挖通道两外侧用 700mm×300mm 的 H 型钢架设支架对管棚进行支托；

[0036] 4) 安装冻结制冷系统，冻结站内设备主要包括配电柜、清水池、冷冻机组、盐水循环泵、冷却水循环泵、冷却塔、盐水箱，之后连接管路、安装保温设备与测试仪表，溶解氯化钙并对机组充氟加油；

[0037] 5) 开始冻结施工，保持最低盐水温度 $-28 \sim -30^{\circ}\text{C}$ ，直至设计加固区域完成；具体包括

[0038] 冻结壁冻结前应对洞门内槽壁进行保温，保温采用泡沫保温板，保温板厚度不小于 30mm；

[0039] 冻结期间应对去回路盐水温度、测温管内各测点温度、地表隆沉、建（构）筑物沉降进行监测，确保每个冻结孔工作正常；

[0040] 冻结加固完成停机标准：积极冻结期盐水温度为 $-28^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$ ，维护冻结期温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim -28^{\circ}\text{C}$ 、去回路盐水温度差小于 1°C ；冻结壁平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ ；冻结壁厚度达到设计冻结壁厚度 3.0/2.0m；加固体与围护结构交界处测点平均温度小于 -5°C 。

实施例

[0041] 南京地铁梦都大街站为十号线的第六座车站，车站位于松花江西街与梦都大街之间的乐山路上，为地下两层明挖 10.5m 岛式站台车站。站址周边地势平坦，地面标高约为 6.5 ~ 8.0m。乐山路道路红线宽 40m，梦都大街道路红线宽 65m，松花江西街道路红线宽 24m。目前交通量均较小。车站南侧为奥~松明挖区间，北侧为松~绿盾构区间。车站总建筑面积为 14924.19 m²，其中，主体建筑面积为 10758.42 m²，附属建筑面积为 4165.77 m²。本站共 5 个出入口通道（1 号通道分为 1A、1B 两个地面出入口，其中 1A 号出入口通道跨梦都大街，兼作为过街通道）、1 个无障碍出入口、1 个消防疏散口以及 3 组风亭（8 个风口）。车站外包总长 260.5m，标准段外包总宽 19.6m，车站轨面埋深约 14.225m，站台中心里程处顶板覆土层约 2.7m，底板底埋深约为 15.7m。

[0042] 其中 1 号出入口及风道有三根高压电缆横向穿过，由于高压电缆无法迁移（迁移费用大，迁移时间长），受高压电缆影响，高压电缆横穿区域无法采用明挖法施工。1 号出入口及风道主要涉及地层为杂填土层、淤泥质粉质粘土夹粉砂层和粉土夹粉砂层。横穿部位高压电缆埋深约为 1.35m，三根高压电缆线管槽宽度约为 4m，结构顶板埋深为 2.75m，结构尺寸为 7.90m×6.05m×8.5m。

[0043] 根据现场条件及冻结施工经验，采用如下方式加固地下通道：

[0044] （1）全断面注浆

[0045] 在冻结孔施工之前,对结构内部及将要实行水平冻结的区域进行全断面注浆改良土体,确保开挖面的稳定性并拟制冻胀融沉。

[0046] 打设注浆管,采用小导管注浆,注浆孔成梅花型布置,排与孔间距 1m。注浆采用 P. 042. 5 硅酸盐水泥,水灰比为 1:1 (重量比),注浆压力控制为 0. 3 ~ 0. 5MPa,注浆扩散半径为 1. 0 ~ 1. 2m,注浆终压为 0. 5MPa ,单孔注浆量为 4. 2 ~ 4. 6m³。

[0047] (2) 矩形冻结壁

[0048] 矩形冻结壁 10 位于地下通道暗挖段外,冻结孔 1 按水平角度布置,冻结孔数 101 个,其中地下通道结构两侧及底部各布置两排孔,两排孔排距 1m,梅花形布置,冻结孔离初期支护外侧距离 1m,冻结孔之间间距为 0. 8m,冻结孔数 73 个,长度为 8m;在暗挖通道结构上侧布置一排孔,冻结孔之间间距为 0. 8m,冻结孔数 15 个,长度为 8m;在上部通道底板向下 0. 6m 处横向布设一排冻结孔,形成稳定矩形冻结壁的横向冻结壁支撑,孔间距为 0. 7m,冻结孔数为 13 个,长度为 8m;冻结管用直径为 89mm、厚度 9mm 的 20# 无缝钢管。

[0049] (3) 测温孔

[0050] 测温孔位于矩形冻结壁内外两侧,4 个测温孔布设在冻结管外侧,4 个布设在冻结管内侧,2 个布设在冻结管底部,测温孔深与外圈冻结管一致,板块冻结区范围内每层土内至少布设一个测温孔,且数量不少于 2 个,测温孔孔深与板块冻结区范围内冻结管长度一致,测温点间距 1~1. 5m,测温管采用直径为 89mm、厚度 9mm 的 20# 低碳无缝钢管。

[0051] (4) 泄压孔

[0052] 底排冻结孔上部 2. 2m 处与上排冻结孔下部 2. 2m 处各布设一排直径为 89mm、间距 700mm 的卸压孔,孔深 8m,泄压孔数为 6 个。

[0053] (5) 管棚

[0054] 在上排冻结孔上方 30mm 处,布置一排 29 根直径为 89mm、厚度 9mm 管棚进行隔离保护,管棚间距为 300mm,管棚长 8m。

[0055] 具体施工步骤及要求如下:

[0056] (1) 在结构内部打设注浆管,采用小导管注浆,注浆孔成梅花型布置,排与孔间距 1m。注浆采用 P. 0 42. 5 硅酸盐水泥,水灰比为 1:1(重量比),注浆压力控制为 0. 3 ~ 0. 5MPa,注浆扩散半径为 1. 0 ~ 1. 2m,注浆终压为 0. 5MPa,单孔注浆量为 4. 2 ~ 4. 6m³。

[0057] (2) 布置冻结孔及测温孔、泄压孔及管棚,钻孔施工工序为:定位开孔及孔口管安装→孔口密封装置安装→钻孔→测量偏斜→封闭孔底→压力试验。

[0058] 钻机安装前应将工作面封闭严密、牢固,清理干净,测出精确钻机位置后方可施工,各种钻孔施工开孔误差不得大于 100mm。

[0059] 钻孔最大偏斜不得大于 1%,所有钻孔均应进行终孔测斜,并绘制钻孔偏斜图和各钻孔位置成孔图;管棚外插角 1 度,钻孔的外插角允许偏差为 5‰。

[0060] 冻结管内充填 M10 水泥砂浆,充填深度不少于 1500mm。

[0061] 冻结管安装好后应进行注入清水试压,试验压力为 0. 8MPa,经试压 30min 压力下降不超过 0. 05MPa,再延续 15min 压力不变为合格。

[0062] (3) 管棚打设完毕后,在管棚上方两侧纵向浇筑两道钢筋混凝土梁(800mm×600mm),梁长度 9500mm。梁横向架设 700mm×300mm 的 H 型钢,将管棚用直径 30mm 的钢丝绳反吊在 H 型钢上,确保电缆管廊安全及开挖结构施工顺利进行。在暗挖通道两外

侧用 700mm×300mm 的 H 型钢架设支架对管棚进行支托。

[0063] (4) 安装冻结制冷系统,冻结站内设备主要包括配电柜、清水池、冷冻机组、盐水循环泵、冷却水循环泵、冷却塔、盐水箱,之后连接管路、安装保温设备与测试仪表,溶解氯化钙并对机组充氟加油。

[0064] (5) 开始冻结施工,保持最低盐水温度 $-28 \sim -30^{\circ}\text{C}$,直至设计加固区域完成。

[0065] 冻结壁冻结前应对洞门内槽壁进行保温,保温采用泡沫保温板,保温板厚度不小于 30mm。

[0066] 冻结期间应对去回路盐水温度、测温管内各测点温度、地表隆沉、建 / 构筑物沉降进行监测,确保每个冻结孔工作正常。

[0067] 冻结加固完成停机标准:积极冻结期盐水温度为 $-28^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$,维护冻结期温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim -28^{\circ}\text{C}$ 、去回路盐水温度差小于 1°C ;冻结壁平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$;冻结壁厚度达到设计冻结壁厚度 3.0/2.0m;加固体与围护结构交界处测点平均温度小于 -5°C 。

[0068] 南京地铁 10 号线梦都大街站附属结构 1 号出入口工程中,矩形水平冻结壁厚度达到 3.0m,横向水平冻结支撑达到 2.0m,冻土壁设计平均温度为 -11.7°C ,地表最大隆起量为 17.8mm,最大沉降量为 13.4mm,上部建筑物最大隆起 8.2mm,最大沉降量 5.1mm,加固对环境保护效果明显。

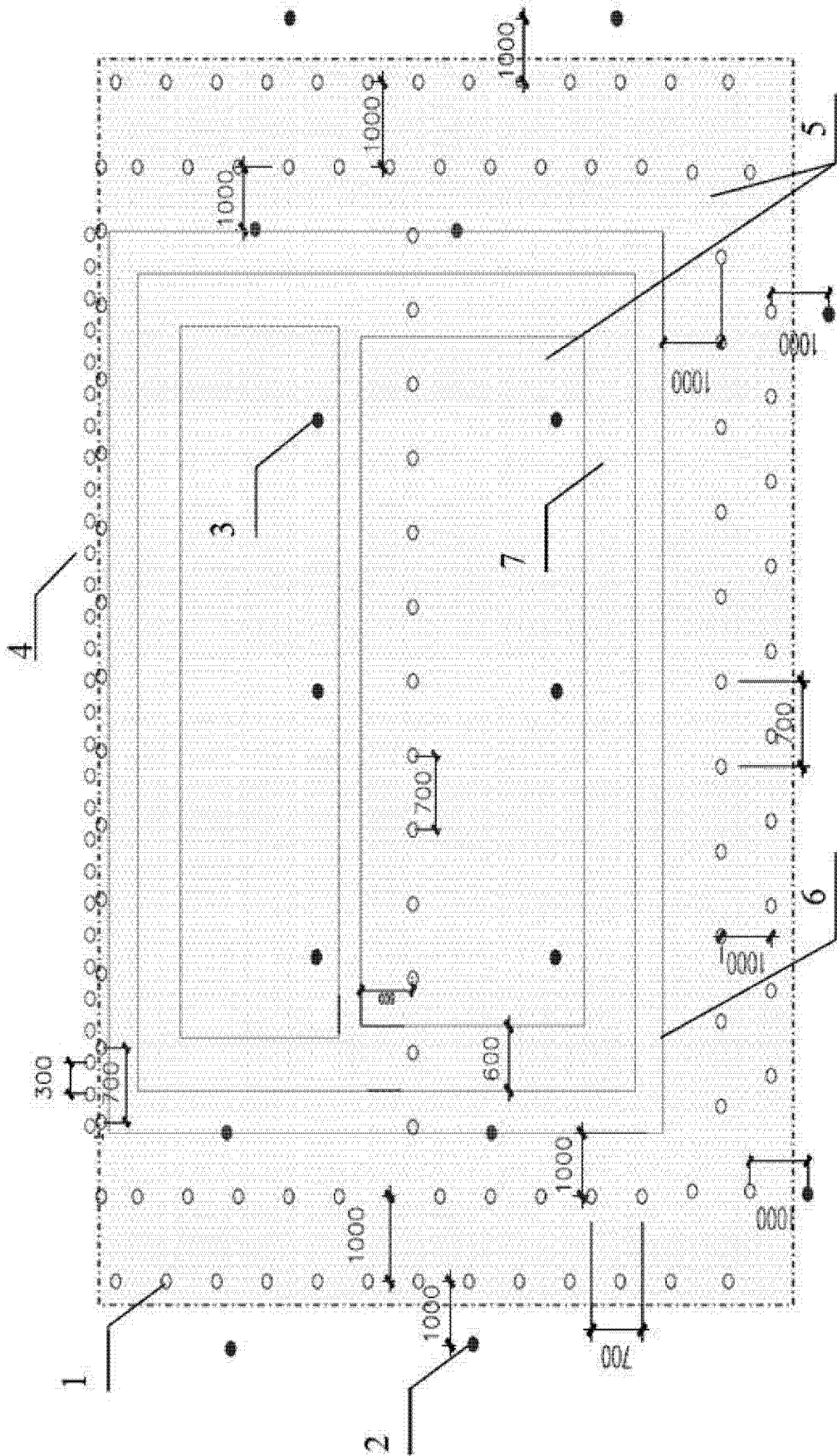


图 1