



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111206564 A

(43)申请公布日 2020.05.29

(21)申请号 202010052487.3

(22)申请日 2020.01.17

(71)申请人 中铁十九局集团第三工程有限公司

地址 110136 辽宁省沈阳市沈北新区沈北路36号

(72)发明人 赵立财

(74)专利代理机构 北京开阳星知识产权代理有限公司 11710

代理人 杨中鹤

(51) Int. Cl.

E02D 3/10(2006.01)

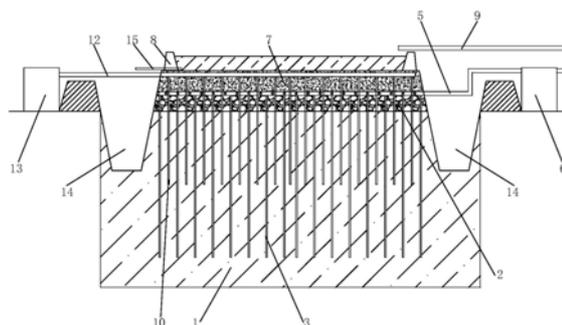
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

## (54)发明名称

真空排水联合水载预压固结地基施工方法

## (57)摘要

本发明涉及软土地基加固技术领域,提供了一种真空排水联合水载预压固结地基施工方法。该方法包括如下步骤:A、确定待固结地基位置,清理待固结地基表面杂物对其表面进行整平;B、在待固结地基上铺设砂卵石垫层,由砂卵石垫层向下打设排水板;在砂卵石垫层上铺设细砂集水层,在细砂集水层上布设排水滤管,排水滤管与抽水主管连接,抽水主管与真空射流泵连接;C、在排水滤管与抽水主管上再铺设细砂集水层,在细砂集水层上铺设密封膜一;D、在密封膜一上施工围堰,围堰对应处于待固结地基的外周圈的上方,在围堰内铺设密封膜二,真空射流泵连接有排水管,排水管延伸至围堰内;E、真空射流泵开始工作,对密封膜一下方的待固结地基抽真空。



1. 一种真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

A、确定待固结地基(1)位置,清理待固结地基(1)表面杂物对其表面进行整平;

B、在待固结地基(1)上铺设砂卵石垫层(2),由砂卵石垫层(2)向下打设排水板(3);在砂卵石垫层(2)上铺设细砂集水层(7),在细砂集水层(7)上布设排水滤管(4),排水板(3)的上端与排水滤管(4)连接,排水滤管(4)与抽水主管(5)连接,抽水主管(5)与真空射流泵(6)连接;

C、在排水滤管(4)与抽水主管(5)上再铺设细砂集水层(7),在细砂集水层(7)上铺设密封膜一;

D、在密封膜一上施工围堰(8),围堰(8)对应处于待固结地基(1)的外周圈的上方,在围堰(8)内铺设密封膜二,真空射流泵(6)连接有排水管(9),排水管(9)延伸至围堰(8)内;

E、真空射流泵(6)开始工作,对密封膜一下方的待固结地基(1)抽真空。

2. 根据权利要求1所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:所述步骤B中,由砂卵石垫层(2)或细砂集水层(7)向下打设增压竖管(10),增压竖管(10)的下端高于排水板(3)的下端,在砂卵石垫层(2)或细砂集水层(7)上布设增压纵管(11),增压竖管(10)的上端与增压纵管(11)连接,增压纵管(11)与增压主管(12)连接,增压主管(12)与增压泵(13)连接;

所述步骤E中,真空射流泵(6)开始工作设定时间后,增压泵(13)开始工作向待固结地基(1)内加压,真空射流泵(6)与增压泵(13)交替运行工作。

3. 根据权利要求2所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:所述步骤B中,增压竖管(10)在待固结地基(1)的宽度方向上布置多列,增压纵管(11)沿待固结地基(1)的长度方向布置,增压纵管(11)在待固结地基(1)的宽度方向上布置多个,处于增压纵管(11)两侧的增压竖管(10)与其连接,增压主管(12)沿待固结地基的宽度方向上布置且与多个增压纵管(11)连接。

4. 根据权利要求1所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:所述步骤B中,排水板(3)在待固结地基(1)的宽度方向上布置多列,排水滤管(4)沿待固结地基(1)的长度方向布置,排水滤管(4)在待固结地基(1)的宽度方向上布置多个,处于排水滤管(4)两侧的排水板(3)与其连接,抽水主管(5)沿待固结地基(1)的宽度方向上布置且与多个排水滤管(4)连接。

5. 根据权利要求1所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:所述步骤C中,铺设密封膜一之前,在待固结地基(1)的侧边开挖压膜密封沟(14),压膜密封沟(14)低于砂卵石垫层(2),密封膜一由细砂集水层(7)的上表面延伸至压膜密封沟(14)内,且密封膜一覆盖压膜密封沟(14)的内壁。

6. 根据权利要求3所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:密封膜一覆盖压膜密封沟(14)的内壁后,先采用厚黏土回填压膜密封沟(14),接着采用淤泥回填压膜密封沟(14),最后在压膜密封沟(14)的上部覆水。

7. 根据权利要求1所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:所述步骤C中,细砂集水层(7)与密封膜一之间铺设有无纺土工布,所述步骤D中,密封膜一与密封膜二之间铺设有无纺土工布。

8. 根据权利要求1所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:所述

步骤D中,施工围堰(8)时在其下部预埋出水管(15),出水管(15)延伸至围堰(8)内,出水管(15)的进水端周圈与密封膜二密封配合,出水管(15)的出水端采用砼封。

9.根据权利要求1所述的真空排水联合水载预压固结地基施工方法,其特征在于:待固结地基(1)内预埋有膜下真空表和土层孔压计。

## 真空排水联合水载预压固结地基施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于软土地基加固技术领域,特别涉及一种真空排水联合水载预压固结地基施工方法。

### 背景技术

[0002] 随着经济和社会的发展,人类对土地的需求量越来越大,世界各地的围海造陆工程也日益增多,由此带来的软土地基加固问题也越来越引起人们的关注,并研究出众多加固方法。软土地基处理经常采用排水固结法,并且通常进行等载预压或超载预压。等载或超载预压通常采用土、砂等材料,预压完毕后再卸除等载或超载材料。等载或超载材料体积接近甚至超过地基的设计体积。大规模的工程建设造成我国沿海地区土、砂等资源日益紧缺,价格不断上涨,同时也破坏了环境。所以急需一种施工方法能有效的对软土地基进行加固,同时避免采用大体积的土、砂等材料。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种真空排水联合水载预压固结地基施工方法,有效的对软土地基进行加固,同时避免采用大体积的土、砂等材料。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种真空排水联合水载预压固结地基施工方法,包括如下步骤:

[0005] A、确定待固结地基位置,清理待固结地基表面杂物对其表面进行整平;

[0006] B、在待固结地基上铺设砂卵石垫层,由砂卵石垫层向下打设排水板;在砂卵石垫层上铺设细砂集水层,在细砂集水层上布设排水滤管,排水板的上端与排水滤管连接,排水滤管与抽水主管连接,抽水主管与真空射流泵连接;

[0007] C、在排水滤管与抽水主管上再铺设细砂集水层,在细砂集水层上铺设密封膜一;

[0008] D、在密封膜一上施工围堰,围堰对应处于待固结地基的外周圈的上方,在围堰内铺设密封膜二,真空射流泵连接有排水管,排水管延伸至围堰内;

[0009] E、真空射流泵开始工作,对密封膜一下方的待固结地基抽真空。

[0010] 可选的,所述步骤B中,由砂卵石垫层或细砂集水层向下打设增压竖管,增压竖管的下端高于排水板的下端,在砂卵石垫层或细砂集水层上布设增压纵管,增压竖管的上端与增压纵管连接,增压纵管与增压主管连接,增压主管与增压泵连接;

[0011] 所述步骤E中,真空射流泵开始工作设定时间后,增压泵开始工作向待固结地基内加压,真空射流泵与增压泵交替运行工作。

[0012] 可选的,所述步骤B中,增压竖管在待固结地基的宽度方向上布置多列,增压纵管沿待固结地基的长度方向布置,增压纵管在待固结地基的宽度方向上布置多个,处于增压纵管两侧的增压竖管与其连接,增压主管沿待固结地基的宽度方向上布置且与多个增压纵管连接。

[0013] 可选的,所述步骤B中,排水板在待固结地基的宽度方向上布置多列,排水滤管沿

待固结地基的长度方向布置,排水滤管在待固结地基的宽度方向上布置多个,处于排水滤管两侧的排水板与其连接,抽水主管沿待固结地基的宽度方向上布置且与多个排水滤管连接。

[0014] 可选的,所述步骤C中,铺设密封膜一之前,在待固结地基的侧边开挖压膜密封沟,压膜密封沟低于砂卵石垫层,密封膜一由细砂集水层的上表面延伸至压膜密封沟内,且密封膜一覆盖压膜密封沟的内壁。

[0015] 可选的,密封膜一覆盖压膜密封沟的内壁后,先采用厚黏土回填压膜密封沟,接着采用淤泥回填压膜密封沟,最后在压膜密封沟的上部覆水。

[0016] 可选的,所述步骤C中,细砂集水层与密封膜一之间铺设有无纺土工布,所述步骤D中,密封膜一与密封膜二之间铺设有无纺土工布。

[0017] 可选的,所述步骤D中,施工围堰时在其下部预埋出水管,出水管延伸至围堰内,出水管的进水端周圈与密封膜二密封配合,出水管的出水端采用砼封。

[0018] 可选的,待固结地基内预埋有膜下真空表和土层孔压计。

[0019] 与现有技术相比,本申请具有以下优点:

[0020] 1、本申请利用真空射流泵抽出的水,直接排入围堰内增加预压荷载,从而增加了孔隙水压力,提高了待固结地基的固结效果;

[0021] 2、在抽水实现真空预压时,排水进入围堰也实现了水载预压,两者同步进行,快速达到待固结地基所需的固结荷载;

[0022] 3、且待固结地基多临近水源,可以就地取水直接排入围堰内进行水载预压;

[0023] 4、本申请避免采用大体积的土、砂等材料,降低了材料成本同时减少了输送机械的使用成本;

[0024] 5、采用土、砂等材料进行堆载预压还需要摊铺均匀,以使得待固结地基上荷载均匀,采用水载预压则完全避免摊铺均匀这个步骤,节省了工期。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明剖视图;

[0026] 图2为真空射流泵、抽水主管、排水滤管及排水板布置示意图;

[0027] 图3为增压泵、增压主管、增压纵管及增压竖管布置示意图。。

[0028] 附图标记:

[0029] 1、待固结地基;2、砂卵石垫层;3、排水板;4、排水滤管;5、抽水主管;6、真空射流泵;7、细砂集水层;8、围堰;9、排水管;10、增压竖管;11、增压纵管;12、增压主管;13、增压泵;14、压膜密封沟;15、出水管。

## 具体实施方式

[0030] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 如图1所示,本发明提供一种真空排水联合水载预压固结地基施工方法,包括如下步骤:

[0032] A、由于地表为浮泥,人工无法在浮泥表面铺设土工织物和插设排水板3,须搭设塑料泡沫浮桥。浮桥主要由塑料泡沫板组成,其制作工艺为:将3块塑料泡沫板按长度方向排成一排,沿长度方向在泡沫板两侧放置竹竿以铁丝绞定,用绳索绑扎,然后在泡沫板上加一层2cm厚木板,用铁丝将泡沫板与木板绑扎结实,使之连接牢固,形成长条形便道。泡沫浮桥长6米,拖移浮桥,在待固结地基1上形成托载,以便人员行走、运输材料或进行其他操作;确定待固结地基1位置,通过塑料泡沫浮桥清理待固结地基1表面杂物对其表面进行整平;

[0033] B、在待固结地基1上铺设砂卵石垫层2,由砂卵石垫层2向下打设排水板3;在砂卵石垫层2上铺设细砂集水层7,在细砂集水层7上布设排水滤管4,排水板3的上端与排水滤管4连接,排水滤管4与抽水主管5连接,抽水主管5与真空射流泵6连接;排水板3不仅具有排水作用,而且还是真空度由上而下传递的通道,塑料排水板采用SPB-C型,打设深度 $\leq 35\text{m}$ ,纵向通水量 $\geq 40\text{cm}^3/\text{s}$ ,采用液压插板机进行打设,打设垂直度偏差控制在 $\pm 1.5\%$ 内,每根回带长度不超过50cm,否则应重新沉管插板;在布设排水滤管4之前需用人工将埋设排水滤管4的位置挖15cm的沟以便埋设,排水滤管4布设时不能扭结,须顺直、自然铺设,铺设的位置要让两边的排水板3都可以绑扎在排水滤管4上,排水滤管4采用通径为 $\Phi 63\text{mm}$ 的软管,在管壁上每隔5cm钻一直径 $\Phi 8\text{mm}$ 的小孔,制成花管;抽水主管5选用加筋 $\Phi 75\text{mm}$ PVC塑料管,PVC管材的强度能承受400kPa的压力。

[0034] C、在排水滤管4与抽水主管5上再铺设细砂集水层7,在细砂集水层7上铺设密封膜一;细砂集水层7必须是洁净的中粗砂,采用小型湿地推土机一次摊铺完成;

[0035] D、在密封膜一上施工围堰8,围堰8对应处于待固结地基1的外周圈的上方,围堰8可采用袋装渣土的方式堆砌构成,可采用混凝土进行辅助加固,当然本领域技术人员可采用其他方式建造围堰8,在后续的预压固结地基施工中,待固结地基1会发生沉降,这时一定要注意围堰8是否出现不稳定的情况,及时做好防护;如果待固结地基1的面积过大,围堰8可分隔为多个,在围堰8内铺设密封膜二,及时检查围堰8的漏水状态,做好密封措施,真空射流泵6连接有排水管9,排水管9延伸至围堰8内;

[0036] E、真空射流泵6开始工作,对密封膜一下方的待固结地基1抽真空。

[0037] 对待固结地基1的表面和一定深度范围进行完全密封,随后进行抽真空,密封膜一内外形成大气压差,待固结地基1内产生抽真空荷载,使抽真空荷载至少达到80kPa,待固结地基1中孔隙水产生渗流,在抽真空荷载的作用下,待固结地基1下部的孔隙水由排水板3的下部进入细砂集水层7,待固结地基1上部的孔隙水经砂卵石垫层2渗入细砂集水层7,随后细砂集水层7中的水经排水滤管4与抽水主管5被真空射流泵6抽走,被抽出的水直接排入围堰8内,被抽出的水得到利用,替代了现有技术中的砂、土等材料而起到了进一步的堆载预压作用,加快待固结地基1的预压固结速度。

[0038] 在一些实施例中,步骤B中,由砂卵石垫层2或细砂集水层7向下打设增压竖管10,增压竖管10的下端高于排水板3的下端,在砂卵石垫层2或细砂集水层7上布设增压纵管11,增压竖管10的上端与增压纵管11连接,增压纵管11与增压主管12连接,增压主管12与增压泵13连接;步骤E中,真空射流泵6开始工作设定时间后,增压泵13开始工作向待固结地基1内加压,真空射流泵6与增压泵13交替运行工作。

[0039] 当真空射流泵6工作设定时间后,待固结地基1内大部分的水被抽出,此时排水管9排出的水明显减少,这时真空射流泵6停止工作,增压泵13开始工作,由增压主管12及增压纵管11向增压竖管10提供气压,增压竖管10的外周均匀开设有小孔,增压竖管10的下端仅延伸至排水板3的中部,此时气压的作用是将待固结地基1内部的水进一步的被汇聚,气压一部分向上作用使得孔隙水渗透至砂卵石垫层2及细砂集水层7,气压一部分向下作用使得孔隙水集中至排水板3下部的区域,设定时间后真空射流泵6再开始工作,对待固结地基1抽真空,此时明显能观察到排水管9排出的水明显增多,根据具体情况可多次让真空射流泵6与增压泵13交替运行工作,由此确保尽可能的将待固结地基1内的孔隙水排出,增加待固结地基1的固结效果。

[0040] 在一些实施例中,如图2所示,增压竖管10在待固结地基1的宽度方向上布置多列,增压纵管11沿待固结地基1的长度方向布置,增压纵管11在待固结地基1的宽度方向上布置多个,处于增压纵管11两侧的增压竖管10与其连接,增压主管12沿待固结地基的宽度方向上布置且与多个增压纵管11连接。

[0041] 在一些实施例中,如图3所示,排水板3在待固结地基1的宽度方向上布置多列,排水滤管4沿待固结地基1的长度方向布置,排水滤管4在待固结地基1的宽度方向上布置多个,处于排水滤管4两侧的排水板3与其连接,抽水主管5沿待固结地基1的宽度方向上布置且与多个排水滤管4连接。

[0042] 在一些实施例中,如图1所示,步骤C中,铺设密封膜一之前,在待固结地基1的侧边开挖压膜密封沟14,压膜密封沟14低于砂卵石垫层2,密封膜一由细砂集水层7的上表面延伸至压膜密封沟14内,且密封膜一覆盖压膜密封沟14的内壁。压膜密封沟14设计深度1.5m,上宽为2.1m下宽为1.2m。密封膜一覆盖压膜密封沟14的内壁后,先采用300mm厚黏土回填压膜密封沟14,接着采用300mm淤泥回填压膜密封沟14,最后在压膜密封沟14的上部覆水。

[0043] 在一些实施例中,步骤C中,细砂集水层7与密封膜一之间铺设有无纺土工布,避免密封膜一直接接触细砂集水层7或其他尖锐状物而受损,且起到一定的水平排水垫层作用;步骤D中,密封膜一与密封膜二之间铺设有无纺土工布,同样的也是避免密封膜二受损。

[0044] 在一些实施例中,如图1所示,步骤D中,施工围堰8时在其下部预埋出水管15,出水管15延伸至围堰8内,出水管15的进水端周圈与密封膜二密封配合,出水管15的出水端采用砼封。事先布置好排水沟,出水管15的出水端延伸至排水沟,对待固结地基1预压结束后放水时直接锯段带有砼封的出水端即可进行排水。

[0045] 在一些实施例中,待固结地基1内预埋有膜下真空表和土层孔压计。及时监测待固结地基1内各个位置的真空度及孔隙水压力,及时判断密封膜一的密封状态,如有漏气,对漏气部分及时修补和密封,防止影响真空效果。还应当设置多个沉降监测点,以便及时监测待固结地基1的沉降情况。

[0046] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

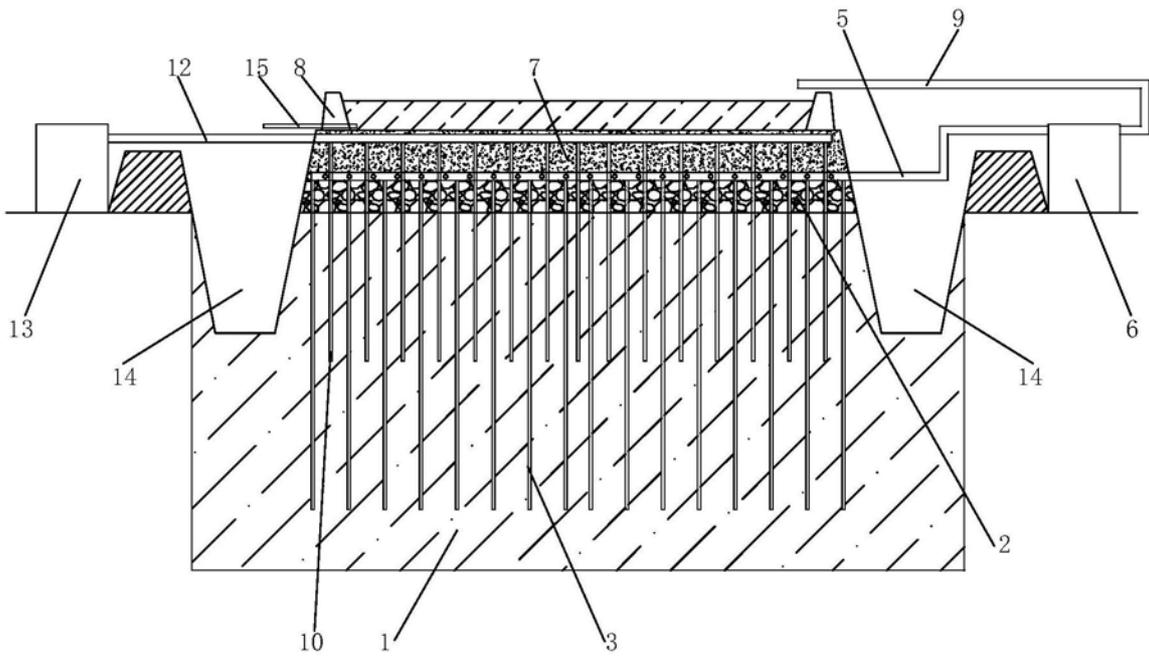


图1

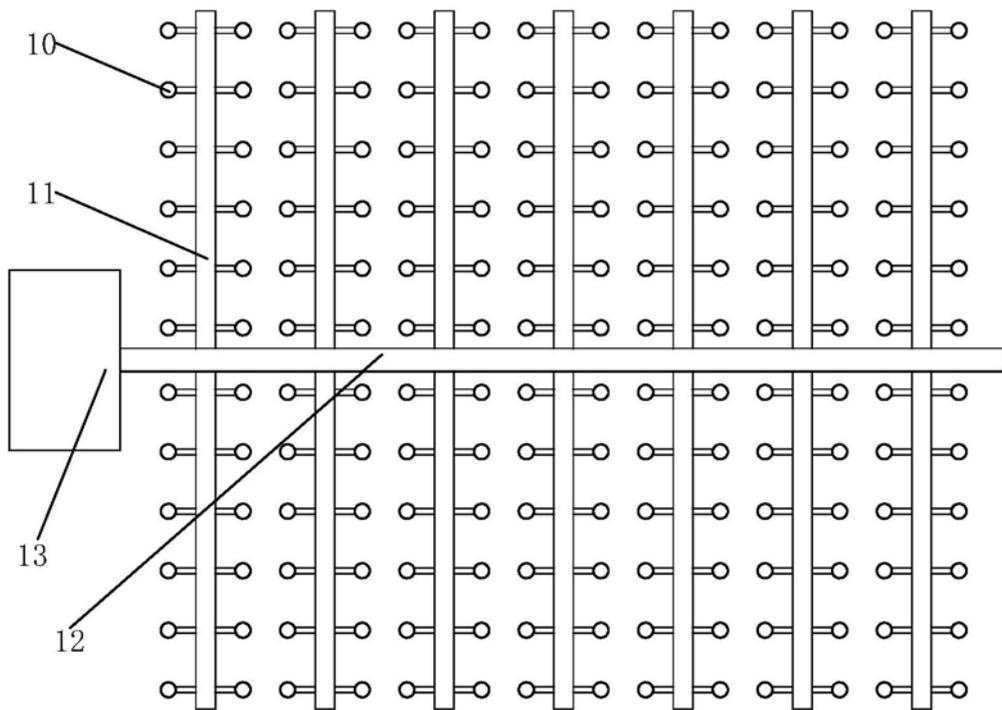


图2

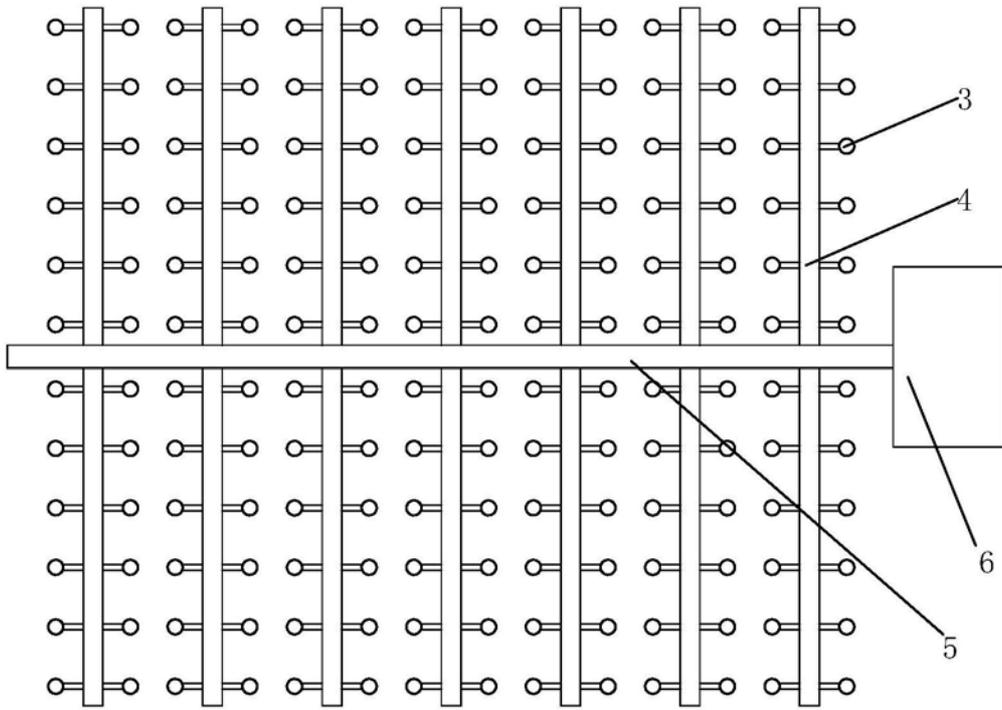


图3