



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203213136 U

(45) 授权公告日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201320039719. 7

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2013. 01. 24

(73) 专利权人 中交公路规划设计院有限公司

地址 100088 北京市西城区西城区德胜门外大街 85 号中交大厦

专利权人 中交公路长大桥建设国家工程研究中心有限公司

(72) 发明人 刘高 张喜刚 过超 付佰勇

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 任岩

(51) Int. Cl.

E02D 27/20 (2006. 01)

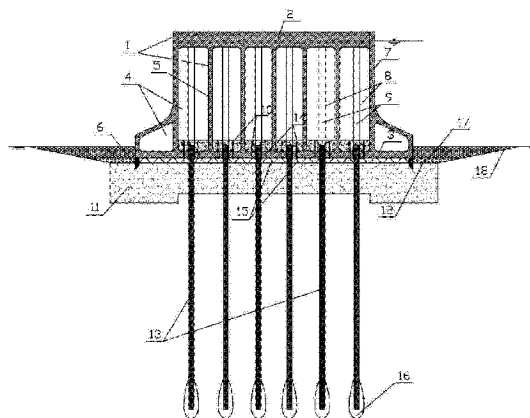
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## (54) 实用新型名称

一种加固地基的沉箱与桩组合基础

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种加固地基的沉箱与桩组合基础。该加固地基的沉箱与桩组合基础,包括加固地基、砂石垫层、沉箱、钻孔桩、桩底注浆、沉箱底注浆、封底混凝土和冲刷防护,沉箱顶面、底面的平面形式为圆端形、圆形、倒角矩形或圆端哑铃型。加固地基位于基槽底面以下,其上铺设砂石垫层,砂石垫层上放置沉箱,沉箱隔舱内设置多个临时钢导向架形成的沉桩导向孔,通过沉桩导向孔施工钻孔桩,穿过加固地基到达地基深部持力层;沉箱内底部浇筑封底混凝土实现沉箱与钻孔桩连接;沉箱底面与砂石垫层间充填箱底注浆,钻孔桩底灌浆形成桩底注浆,沉箱四周抛填块石形成冲刷防护。本实用新型能有效提高沉箱竖向和水平向承载能力、控制沉箱沉降和水平位移。



1. 一种加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,该加固地基的沉箱与桩组合基础包括:加固地基、砂石垫层、沉箱、钻孔桩、桩底注浆、沉箱底注浆、封底混凝土和冲刷防护,其中:

加固地基位于基槽底面以下,其上铺设砂石垫层,砂石垫层上放置沉箱,沉箱的隔舱内部设置有多个临时钢导向架形成的沉桩导向孔,通过沉桩导向孔施工钻孔桩,穿过加固地基到达地基深部持力层;沉箱内底部浇筑封底混凝土实现沉箱与钻孔桩的连接;沉箱底面与垫层之间充填箱底注浆,钻孔桩底灌浆形成桩底注浆,沉箱四周抛填块石形成冲刷防护。

2. 根据权利要求1所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述加固地基是采用水下挤密砂桩、水下深层水泥土搅拌桩或钢管桩的加固方式或这三种加固方式的组合对河床面或海床面以下浅层地基进行加固而形成。

3. 根据权利要求2所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述加固地基的水下挤密砂桩、水下深层水泥土搅拌桩或钢管桩的平面布置采用等边三角形或正方形布置方式,立面布置采用等桩长或变桩长布置方式,所述加固地基的平面加固范围为沉箱底板周圈外延  $s_1 = 5 \sim 30\text{m}$ 、加固深度  $h_1 = 10 \sim 30\text{m}$ 。

4. 根据权利要求1所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述沉箱为钢筋混凝土箱体,设有顶板、底板、外壁板、隔舱、隔舱壁板、裙边、沉桩导向孔、注浆预留管和封底混凝土。

5. 根据权利要求4所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述封底混凝土采用轻骨料混凝土或常规混凝土,沉箱底板为钢壳钢筋混凝土板或钢筋混凝土板,所述沉箱的底板周圈带有钢壳混凝土裙边;沉箱顶面、底面的平面形式为圆端形、圆形、倒角矩形或圆端哑铃型,顶面及底面分别采用不同平面形式;所述沉箱的隔舱内部设置有多个临时钢导向架形成的沉桩导向孔。

6. 根据权利要求4所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述沉箱,顶板厚  $t_1 = 2 \sim 6\text{m}$ ,底板厚  $t_2 = 1 \sim 4\text{m}$ ,外壁板厚  $t_3 = 1 \sim 3\text{m}$ ,隔舱壁板厚  $t_4 = 1 \sim 2\text{m}$ 。

7. 根据权利要求4所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述沉箱底板为外壳包厚  $t_5 = 20 \sim 40\text{mm}$  钢板的钢壳钢筋混凝土板,在钢板与钢筋混凝土连接侧设置抗剪连接件,形成钢板-钢筋混凝土组合结构;抗剪连接件选用直径  $d_1 = 10 \sim 30\text{mm}$ 、高  $h_2 = 100 \sim 300\text{mm}$  的焊钉连接件或厚  $t_6 = 10 \sim 30\text{mm}$ 、高  $h_3 = 100 \sim 300\text{mm}$  的开孔板连接件或焊钉连接件与开孔板连接件组合的复合连接件。

8. 根据权利要求4所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述裙边为钢壳混凝土裙边,该钢壳混凝土裙边底部设有刃脚,裙边高  $h_4 = 3 \sim 6\text{m}$ 、厚  $t_7 = 1 \sim 3\text{m}$ ,外壳包  $t_8 = 20 \sim 40\text{mm}$  厚钢板,钢板之间设置钢桁架结构;裙边依靠沉箱自重和沉箱隔舱内注水压入砂石垫层,作为永久结构参与受力;在沉箱底进行压浆时作为注浆围护结构,防止浆液外流;并作为围护结构,防止沉箱基底土受水流冲刷。

9. 根据权利要求1所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述钻孔桩为上大下小的钢筋混凝土桩,上部桩的直径  $d_2 = 1 \sim 4\text{m}$ ,其外部可包有钢护筒,其长度  $h_5 \geq h_1$ ;下部桩的直径  $d_3 = 1 \sim 3\text{m}$ 。

10. 根据权利要求9所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述钻孔桩的数量  $n \geq 2$ 。

11. 根据权利要求 1 所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述桩底注浆和所述沉箱底注浆的注浆管为直径  $d_4 = 50 \sim 200\text{mm}$  的钢管或 PVC 管,注浆的浆液为水泥浆或水泥砂浆。

12. 根据权利要求 1 所述的加固地基的沉箱与桩组合基础,其特征在于,所述砂石垫层厚度为  $t_9 = 2 \sim 6\text{m}$ 。

## 一种加固地基的沉箱与桩组合基础

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于桥梁技术领域,具体涉及一种软土地基桥梁沉箱基础及其地基处理技术,特别是一种加固地基的沉箱与桩组合基础。

### 背景技术

[0002] 随着桥梁建设从内陆走向外海,深水、软基、强风、急流、波浪、强震等建设条件更加复杂。跨海桥梁基础往往位于深水区,存在软土、砂土、粘性土、碎(卵)石土交替的厚覆盖层,且覆盖层中还可能分布有不均的软(硬)夹层;此外,除了承受巨大的竖向力之外,还承受着波浪力、地震力、船撞力等水平向荷载作用。上述建设条件对跨海桥梁深水基础施工运营的全过程都提出了极高的要求。

[0003] 根据不同的桥梁上部结构型式和建设条件,目前桥墩、索塔、锚碇等常用的深水基础结构型式有群桩基础、沉箱基础和沉井基础等。

[0004] 群桩基础利用围堰作为施工时的围护结构并搭设施工平台,能够穿过深厚覆盖层,将上部荷载传递至土层深处较好的持力层,具有较大的竖向承载力和控制工后沉降的能力;但随着水深的增大,围堰的施工难度增加,且桩的自由长度增加导致抵抗水平作用能力下降,尤其是用于锚碇基础等承受巨大水平力作用的基础时,难以满足水平刚度要求。沉井基础和沉箱基础虽然能有利于解决桩基施工平台的搭设、桩的自由长度过大等难题,但沉井自身能否顺利下沉与地质条件密切相关,在场地土局部存在硬夹层或胶结性较强的地层中难以有效下沉;沉箱基础具有整体性好,工厂化预制减少海上作业等优点,但如果持力层存在较厚的软弱覆盖层且又无法有效处理时,则需要很大的基础规模,且在巨大的竖向及水平荷载作用下会造成较大的基础变位。因此,当遇到深水、厚覆盖层且不均匀地层的建设条件时,以上所述基础形式难以满足。

[0005] ZL200710053800.X公开了一种桥梁沉箱复合桩基础及其逆作建造工法。该专利是将桥梁沉箱下沉着床后,在沉箱内部进行桩施工,并将桩的上部与沉箱底部连接成整体形成沉箱复合桩基础。打桩的方式是人员从箱顶预留孔进入沉箱内部,打设钢管桩。该专利存在以下不足之处:1、海底没有任何处理的软土地层,沉箱基础初期沉降很难控制,尤其是采用桥塔与打桩同时施工的方式,将会导致过大的施工期沉降及倾斜风险;2、沉箱内部钢管桩的施工空间狭小,钢管桩施工非常困难;3、该专利并未明确沉箱底部与桩之间的密封防水装置的具体所指,较为含糊,实际施工中很难保证完全密水;4、由于海底无任何处理措施,对渗透性较差的软土,该专利所设想的沉箱底土与桩基共同受力,将较难实现。

[0006] ZL200810113289.2公开了一种钢空腔沉箱-桩逆作法复合基础的施工方法。给出了采用钢空腔内部注水,对基床进行预压固结,施工完成后通过空腔内抽水送气,利用沉箱浮力的施工方法。该专利的桩基布置在沉箱周围,沉箱内部没有布置桩基。在渗透性较小的软土地层中,注水预压的效果并不明显。由于基底软土承载力有限,为保证桥塔与桩基同步施工,必须有较大的基底面积,从而造成沉箱材料的浪费。

## 实用新型内容

[0007] (一) 要解决的技术问题

[0008] 有鉴于此,本实用新型的主要目的是提供一种加固地基的沉箱与桩组合基础,以解决海洋深水环境下软土地层条件中的桥梁基础建设难题,达到有效提高沉箱的竖向和水平向承载能力、控制沉箱沉降和水平位移的目的。

[0009] (二) 技术方案

[0010] 为达到上述目的,本实用新型提供了一种加固地基的沉箱与桩组合基础,该加固地基的沉箱与桩组合基础包括:加固地基、砂石垫层、沉箱、钻孔桩、桩底注浆、沉箱底注浆、封底混凝土和冲刷防护,其中:加固地基位于基槽底面以下,其上铺设砂石垫层,砂石垫层上放置沉箱,沉箱的隔舱内部设置有多个临时钢导向架形成的沉桩导向孔,通过沉桩导向孔施工钻孔桩,穿过加固地基到达地基深部持力层;沉箱内底部浇筑封底混凝土实现沉箱与钻孔桩的连接;沉箱底面与垫层之间充填箱底注浆,钻孔桩底灌浆形成桩底注浆,沉箱四周抛填块石形成冲刷防护。

[0011] 上述方案中,所述加固地基是采用水下挤密砂桩、水下深层水泥土搅拌桩或钢管桩的加固方式或这三种加固方式的组合对河床面或海床面以下浅层地基进行加固而形成。所述加固地基的水下挤密砂桩、水下深层水泥土搅拌桩或钢管桩的平面布置采用等边三角形或正方形布置方式,立面布置采用等桩长或变桩长布置方式,所述加固地基的平面加固范围为沉箱底板周圈外延  $s_1 = 5 \sim 30\text{m}$ 、加固深度  $h_1 = 10 \sim 30\text{m}$ 。

[0012] 上述方案中,所述沉箱为钢筋混凝土箱体,设有顶板、底板、外壁板、隔舱、隔舱壁板、裙边、沉桩导向孔、注浆预留管和封底混凝土。

[0013] 上述方案中,所述封底混凝土采用轻骨料混凝土或常规混凝土,沉箱底板为钢壳钢筋混凝土板或钢筋混凝土板,所述沉箱的底板周圈带有钢壳混凝土裙边;沉箱顶面、底面的平面形式为圆端形、圆形、倒角矩形或圆端哑铃型,顶面及底面分别采用不同平面形式;所述沉箱的隔舱内部设置有多个临时钢导向架形成的沉桩导向孔。

[0014] 上述方案中,所述沉箱,顶板厚  $t_1 = 2 \sim 6\text{m}$ ,底板厚  $t_2 = 1 \sim 4\text{m}$ ,外壁板厚  $t_3 = 1 \sim 3\text{m}$ ,隔舱壁板厚  $t_4 = 1 \sim 2\text{m}$ 。

[0015] 上述方案中,所述沉箱底板为外壳包厚  $t_5 = 20 \sim 40\text{mm}$  钢板的钢壳钢筋混凝土板,在钢板与钢筋混凝土连接侧设置抗剪连接件,形成钢板-钢筋混凝土组合结构;抗剪连接件选用直径  $d_1 = 10 \sim 30\text{mm}$ 、高  $h_2 = 100 \sim 300\text{mm}$  的焊钉连接件或厚  $t_6 = 10 \sim 30\text{mm}$ 、高  $h_3 = 100 \sim 300\text{mm}$  的开孔板连接件或焊钉连接件与开孔板连接件组合的复合连接件。

[0016] 上述方案中,所述裙边为钢壳混凝土裙边,该钢壳混凝土裙边底部设有刃脚,裙边高  $h_4 = 3 \sim 6\text{m}$ 、厚  $t_7 = 1 \sim 3\text{m}$ ,外壳包  $t_8 = 20 \sim 40\text{mm}$  厚钢板,钢板之间设置钢桁架结构;裙边依靠沉箱自重和沉箱隔舱内注水压入砂石垫层,作为永久结构参与受力;在沉箱底进行压浆时作为注浆围护结构,防止浆液外流;并作为围护结构,防止沉箱基底土受水流冲刷。

[0017] 上述方案中,所述钻孔桩为上大下小的钢筋混凝土桩,上部桩的直径  $d_2 = 1 \sim 4\text{m}$ ,其外部可包有钢护筒,其长度  $h_5 \geq h_1$ ;下部桩的直径  $d_3 = 1 \sim 3\text{m}$ 。所述钻孔桩的数量  $n \geq 2$ 。

[0018] 上述方案中,所述桩底注浆和所述沉箱底注浆的注浆管为直径  $d_4 = 50 \sim 200\text{mm}$  的

钢管或 PVC 管,注浆的浆液为水泥浆或水泥砂浆。

[0019] 上述方案中,所述砂石垫层厚度为  $t_0 = 2 \sim 6\text{m}$ 。

[0020] (三)有益效果

[0021] 从上述技术方案可以看出,本实用新型具有以下有益效果:

[0022] 1、本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础,沉箱可采用轻骨料混凝土以减轻自重;沉箱底板外壳包  $20 \sim 40\text{mm}$  厚钢板,防止底板混凝土受拉开裂;利用钢壳混凝土裙边作为永久结构参与受力,在沉箱底进行压浆时作为注浆围护结构,防止浆液外流,并作为围护结构,防止沉箱基底土受水流冲刷。所以解决了海洋深水环境下软土地层条件中的桥梁基础建设难题。

[0023] 2、本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础,通过浅层地基加固,可将沉箱底原软土地基的承载力提高到原来的  $1.5 \sim 3$  倍,能够有效缩小沉箱的规模,降低施工的难度。同时,加固土体能进一步将荷载扩散到更宽的深层土体中,减小沉箱底下卧土层的附加荷载。

[0024] 3、本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础,沉箱可作为桩基施工平台以及浇注封底混凝土的侧模和底模,方便钻孔桩施工,增强了群桩的水平刚度。沉箱在封底混凝土浇注完成后,抽除沉箱隔舱内的水,其所受的浮力能够抵消大部分沉箱自重。

[0025] 4、本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础,钻孔桩可与沉箱底加固地基共同承担荷载,能够有效提高沉箱的竖向和水平向承载能力、控制沉箱沉降和水平位移。

[0026] 5、本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础,沉箱底注浆措施减小了桩基施工对砂石垫层的影响,保证了沉箱底土体与沉箱的紧密接触。桩底注浆措施,能够将端阻由注浆前占总承载力的  $1 \sim 10\%$  提高至  $20 \sim 30\%$ ,减少桩的数量和入土深度。

#### 附图说明

[0027] 图 1 为本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础的立面示意图;

[0028] 图 2 为本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础的顶面、底面的平面形式为圆端形的平面示意图;

[0029] 图 3 为本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础的顶面、底面的平面形式为圆形的平面示意图;

[0030] 图 4 为本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础的顶面、底面的平面形式为倒角矩形的平面示意图;

[0031] 图 5 为本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础的顶面、底面的平面形式为圆端哑铃型的平面示意图;

[0032] 图 6 为本实用新型提供的加固地基的沉箱与桩组合基础的顶面、底面的平面形式为圆端哑铃型的立面示意图;

[0033] 图 7 为本实用新型提供的沉箱裙边构造示意图。

[0034] 附图标记:沉箱 1;沉箱顶板 2;沉箱底板 3;隔舱 4;隔舱壁板 5;裙边 6;外壁板 7;箱内临时钢导向架 8;沉桩导向孔 9;箱底注浆预留管 10;加固地基 11;砂石垫层 12;钻孔桩 13;封底混凝土 14;箱底注浆 15;桩底注浆 16;冲刷防护 17;基槽 18;抗剪连接件 19;裙边刃脚 20;裙边外包钢板 21;裙边内钢桁架结构 22。

## 具体实施方式

[0035] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本实用新型进一步详细说明。

[0036] 如图 1 至图 7 所示,本实用新型提供了一种用于软土地基中的桥梁深水基础的加固地基的沉箱与桩组合基础,该加固地基的沉箱与桩组合基础包括沉箱 1、加固地基 11、砂石垫层 12、钻孔桩 13、封底混凝土 14、箱底注浆 15、桩底注浆 16 和冲刷防护 17。

[0037] 其中,所述加固地基 11 是采用水下挤密砂桩、水下深层水泥土搅拌桩或钢管桩的加固方式或这三种加固方式的组合对河床面或海床面以下浅层地基进行加固形成的,水下挤密砂桩、水下深层水泥土搅拌桩或钢管桩的平面布置采用等边三角形或正方形布置方式,立面布置采用等桩长或变桩长布置方式,所述加固地基 11 的加固平面尺寸为沉箱底板 3 周圈外延  $s_1 = 5 \sim 15\text{m}$ 、加固深度  $h_1 = 10 \sim 30\text{m}$ 。在所述加固地基 11 上铺设厚度  $t_9 = 2 \sim 6\text{m}$  的砂石垫层 12。在所述砂石垫层 12 上放置沉箱 1,所述沉箱 1 为钢筋混凝土箱体,设有顶板 2、底板 3、隔舱 4、隔舱壁板 5、裙边 6、外壁板 7、沉桩导向孔 9、注浆预留管 10 和封底混凝土 14 等。沉箱顶面、底面的平面形式为圆端矩形、圆形、倒角矩形或圆端哑铃型;所述沉箱的箱体混凝土可采用轻骨料混凝土或常规混凝土,沉箱底板 3 为钢壳钢筋混凝土板或钢筋混凝土板,所述沉箱底板 3 周圈带有钢壳混凝土裙边 6;所述沉箱的隔舱内部设置有复数个临时钢导向架 8 形成的沉桩导向孔 9,所述钻孔桩 13 利用所述沉箱 1 作为施工平台,通过所述沉箱 1 内部设置的沉桩导向孔 9 进行施工,穿过加固地基 11 到达地基深部持力层,避免在水流、波浪环境下进行深水桩基施工,降低施工难度。

[0038] 所述沉箱顶板 2 厚  $t_1 = 2 \sim 6\text{m}$ ,底板 3 厚  $t_2 = 1 \sim 4\text{m}$ ,隔舱壁板厚  $t_4 = 1 \sim 2\text{m}$ 。

[0039] 所述沉箱底板 3 为外壳包厚  $t_5 = 20 \sim 40\text{mm}$  钢板的钢壳钢筋混凝土板,在钢板与钢筋混凝土连接侧设置抗剪连接件 19,形成钢板-钢筋混凝土组合结构。抗剪连接件 19 可选用直径  $d_1 = 10 \sim 30\text{mm}$ 、高  $h_2 = 100 \sim 300\text{mm}$  的焊钉连接件或厚  $t_6 = 10 \sim 30\text{mm}$ 、高  $h_3 = 100 \sim 300\text{mm}$  的开孔板连接件或焊钉连接件与开孔板连接件组合的复合连接件。

[0040] 所述钢壳混凝土裙边 6 底部设有裙边刃脚 20,裙边 6 高  $h_4 = 3 \sim 6\text{m}$ 、厚  $t_7 = 1 \sim 3\text{m}$ ,外壳包  $t_8 = 20 \sim 40\text{mm}$  厚钢板 21,钢板 21 之间设置钢桁架结构 22。裙边 6 依靠沉箱 1 自重和沉箱隔舱 4 内注水压入砂石垫层 12,作为永久结构参与受力;在沉箱底进行压浆时作为注浆围护结构,防止浆液外流;并作为围护结构,防止沉箱基底土受水流冲刷。所述的钻孔桩 13 为上大下小的钢筋混凝土桩,上部桩的直径  $d_2 = 1 \sim 4\text{m}$ ,其外部可包有钢护筒,其长度  $h_5 \geq h_1$ ;下部桩的直径  $d_3 = 1 \sim 3\text{m}$ ,其长度根据结构受力要求确定;钻孔桩的根数  $n \geq 2$ ,其布置根据结构受力要求确定。在对所述钻孔桩 13 的施工完成后,在所述沉箱 1 内底部与所述钻孔桩 13 之间分两次浇注封底混凝土 14,第一次是湿浇注,是在钻孔桩 13 施工完成后,水下浇注箱内临时钢导向架 8 下部与钻孔桩 13 顶部之间的封底混凝土 14;第二次是干浇注,是在沉箱隔舱内抽水形成干环境,于沉箱底二次浇注封底混凝土 14;通过上述两次浇注方式,保证了沉箱 1 与钻孔桩 13 的可靠连接。该加固地基的沉箱与桩组合基础通过沉箱底注浆 15 与桩底注浆 16 措施,保证加固地基 11、沉箱 1 与钻孔桩 13 的共同受力。所述桩底注浆 16 和所述沉箱底注浆 15 的预留注浆管 10 为直径  $d_4 = 50 \sim 200\text{mm}$  的钢管或 PVC 管,注浆的浆液为水泥浆或水泥砂浆。

[0041] 以上所述的具体实施例,对本实用新型的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本实用新型的具体实施例而已,并不用于限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。



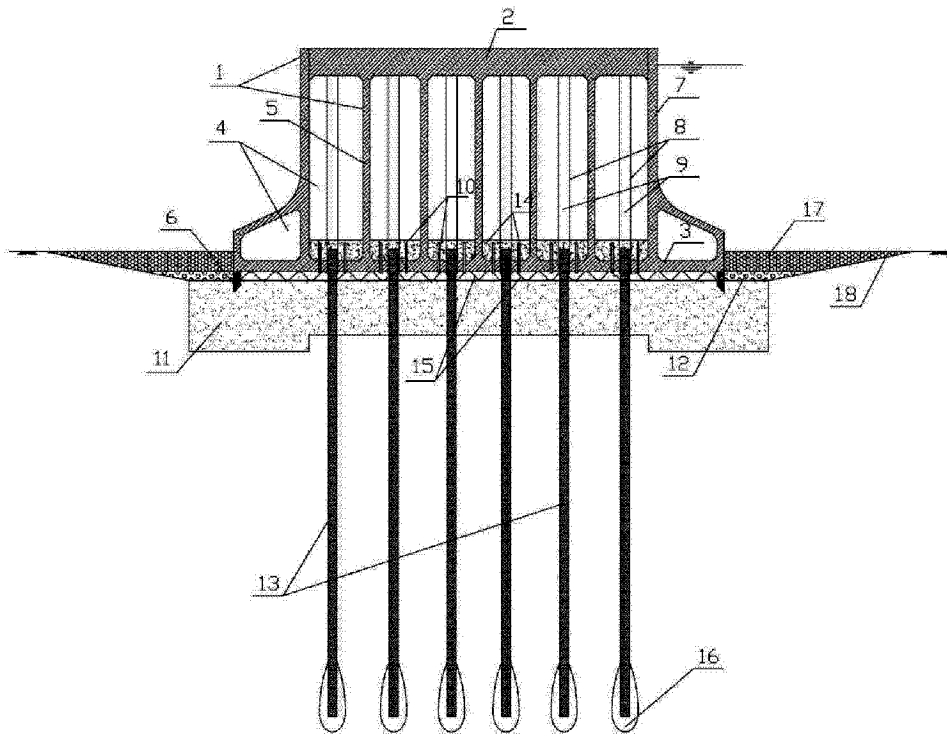


图 1

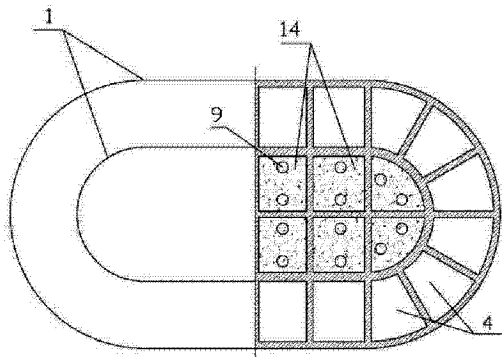


图 2

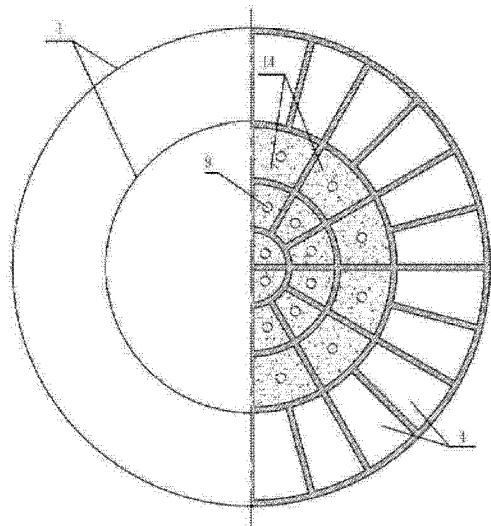


图 3

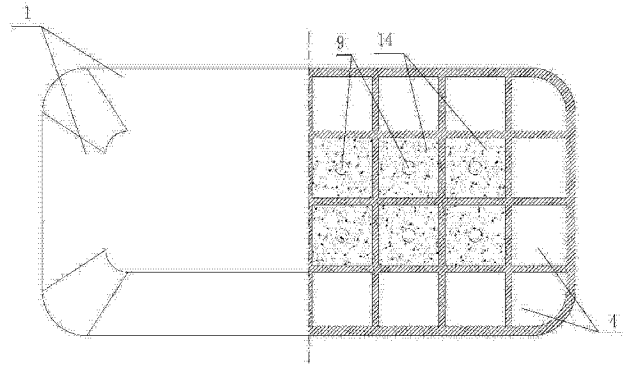


图 4

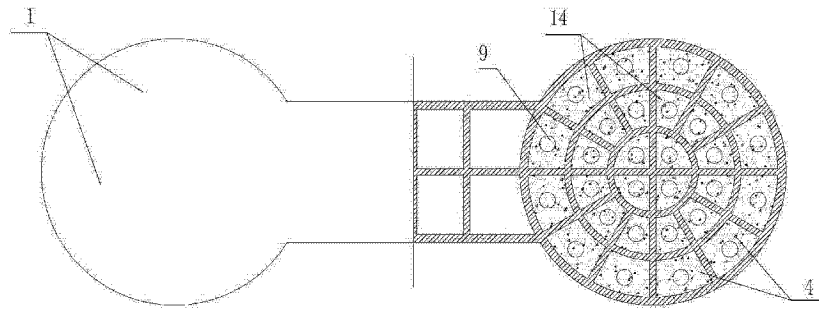


图 5

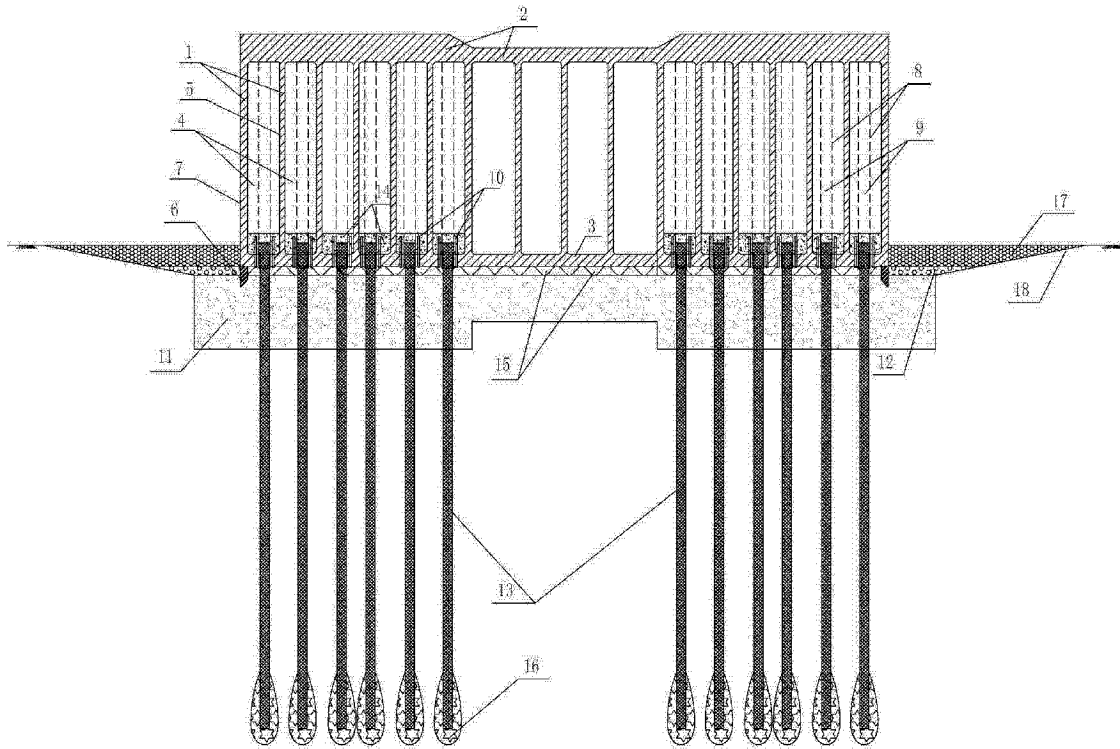


图 6

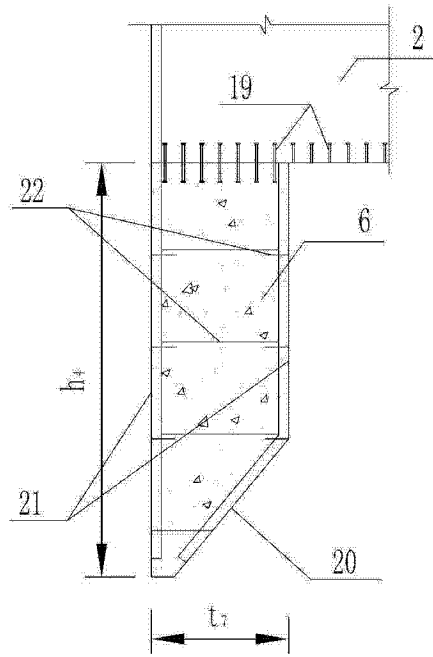


图 7