



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113356179 B

(45) 授权公告日 2022.08.16

(21) 申请号 202110761946.X

(22) 申请日 2021.07.06

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113356179 A

(43) 申请公布日 2021.09.07

(73) 专利权人 中交第三航务工程局有限公司  
地址 200032 上海市徐汇区平江路139号  
专利权人 中交三航(厦门)工程有限公司  
中交第三航务工程局有限公司厦  
门分公司

(72) 发明人 范剑祥 林志捷 薛宏伟 邓凯  
陈少梅 许少雄 林宇

(74) 专利代理机构 上海湾谷知识产权代理事务  
所(普通合伙) 31289  
专利代理师 肖进

(51) Int.Cl.

E02D 3/054 (2006.01)

E02D 3/046 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 210439273 U, 2020.05.01

CN 108589688 A, 2018.09.28

CN 102561304 A, 2012.07.11

CN 108532546 A, 2018.09.14

US 3894401 A, 1975.07.15

CN 104846787 A, 2015.08.19

李井春.《粉细砂及流泥夹层软基上无填料  
振冲工艺处理技术研究》.《铁道建筑技术》  
.2016, (第10期), 99-102.

审查员 索文嘉

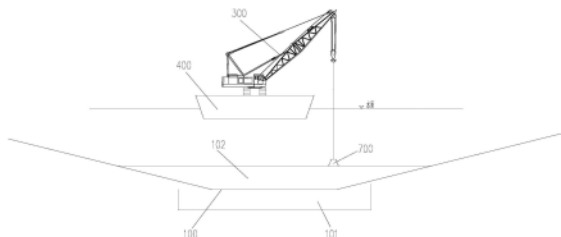
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种水工构筑物地基的处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种水工构筑物地基的处理方法,包括以下步骤:步骤一,在海床上水工构筑物的安装位置开挖一条基槽,并在基槽的底部留置足够厚度的原状砂;步骤二,向基槽内抛砂,直至基槽内的换填砂达到设计标高;步骤三,将履带吊放置于平板驳上;步骤四,采用振冲器对基床的地基进行振冲加固,振冲的宽度为基槽的底部宽度加两侧各外扩5m,振冲的厚度为基槽内换填砂的设计标高至原状砂的底标高;步骤五,采用夯锤对基床的面层进行夯实补强。本发明采用振冲法与强夯法的组合处理方式,能大大提高地基处理后的面层质量,能提高地基的整体处理效果,提高处理后地基的强度、抗渗性和抗液化性。



1. 一种水工构筑物地基的处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,在海床上水工构筑物的安装位置开挖一条基槽,并在基槽的底部留置足够厚度的原状砂;

步骤二,向基槽内抛砂,包括以下工序:

工序2.1,将一抽砂控制平台通过八字锚固定在岸边砂堆边上的水面上,抽砂控制平台的前端铰接一根抽砂管,抽砂管的前端连接抽砂泵,使抽砂泵伸到砂堆上提前挖好的砂泵放置坑内,抽砂控制平台上设置卷扬机,并在抽砂控制平台的前端安装一三角架,卷扬机的拉索绕过三角架顶端的定向轮连接在抽砂管的中部,使抽砂泵通过拉索上下摆动;

工序2.2,将一抛砂平台通过八字锚固定在基槽的抛砂位置的水面上;抛砂平台的前端铰接一根吹砂导管,抛砂平台的前端也安装一三角架,该三角架的顶端连接一手动葫芦,手动葫芦上的吊索连接在吹砂导管的中部;

工序2.3,将一根吹砂管通过助浮装置漂浮在水面上,吹砂管的一端通过一小段软管与抽砂管连接,吹砂管的另一端通过一小段软管与吹砂导管连接;

工序2.4,启动抽砂泵,使抽砂泵将砂堆里的砂源源不断地依次通过抽砂管、吹砂管和吹砂导管输送到基槽内的抛填位置,直至基槽内的换填砂达到设计标高;抛砂平台采用RTK技术定位,并通过绞动锚绳或配合小船的推力进行移位;

步骤三,将履带吊放置于平板驳上;

步骤四,采用振冲器对基床的地基进行振冲加固,振冲的宽度为基槽的底部宽度加两侧各外扩5m,振冲的厚度为基槽内换填砂的设计标高至原状砂的底标高;进行振冲加固时包括以下工序:

工序4.1,将振冲器挂在履带吊的主钩上,并在平板驳的甲板上画振冲孔的间距标记线,并制作多根与振冲孔的间距匹配的标记杆,振冲孔的间距为2.5m,并呈等边三角形布置;利用GPS卫星定位系统结合平板驳的甲板上的标记线确定初始的振冲孔的位置,并利用履带吊和标记杆调整好振冲器的位置;打开振冲器的水源和电源,检查振冲器的水压、电压和空载电流是否正常;

工序4.2,启动履带吊的主钩,使振冲器以1.5m/min的速度沉入初始的振冲孔的砂层,并观察振冲器的电流变化,电流的最大值不得超过振冲器的密实电流,当超过振冲器的密实电流值时,必须加大水压,若电流仍然过大要停止下沉,分析原因;

工序4.3,当振冲器下沉到距设计深度0.3~0.5m时,减小水压,并留振一设定的时间后提升振冲器,在留振过程中一旦电流升高至密实电流即提升振冲器;

工序4.4,以1~1.5m/min速度提升振冲器,每提升0.5m,就留振一设定的时间后提升振冲器,并观察振冲器的电流变化,当振冲器的电流升高到密实电流即提升振冲器;直至振冲器提升出基床面;

工序4.5,通过旋转履带吊和变换履带吊的扒杆角度并通过标记杆将振冲器调整到下一个振冲孔的位置,重复工序4.2至工序4.4,进行下一个振冲孔的振冲,直至完成所有的振冲孔的振冲,最后将振冲器从履带吊上卸下;

步骤五,采用夯锤对基床的面层进行夯实补强,并包括以下工序:

工序5.1,在履带吊的主钩上挂夯锤,并设计好夯锤的落距;

工序5.2,利用GPS定位系统精确定位第一锤的位置,并在吊夯锤的钢丝绳上作标记,操

作员在作业时根据钢丝绳上的标记和潮水的变化情况把握起锤高度,保证每夯一锤都能满足夯锤的设计落距;

工序5.3,夯实时,采用纵、横向邻接压半夯多遍夯实法,每锤的单位夯击能不小于 $106\text{kJ/m}^2$ 。

## 一种水工构筑物地基的处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水工构筑物地基的处理方法。

### 背景技术

[0002] 在建造水工建筑时,首先要对水工构筑物的地基进行处理,以提高地基的强度、抗渗性和抗液化性。在众多的水工构筑物地基的处理方法中,振冲法是为改善不良地基,以满足建(构)筑物基础要求的地基加固处理方法。通过振冲器产生水平或垂直方向的振动力,并辅以压力水振密周围土体,达到提高地基承载力、增加地基稳定性、减少沉降量、提高抗地震液化能力的地基处理方法。振冲法分为加填料的振冲置换法,也称“振冲碎石桩法”,以及不加填料的振冲密实法,也称“无料振冲法”。无料振冲法以加固深度大、效果好、操作简单、不用三材(钢筋、水泥和木材)以及工期短、成本低等优点被广泛用于加固软弱地基,特别是砂土及吹填土地基。但由于处理水下地基时,特别是回填砂及原状砂为细颗粒含量(粒径 $<0.075\text{mm}$ )小于12%~15%的粗砂或者中细砂地基,受浮力及处理厚度较小等因素的影响面层质量往往难以保证。因此亟待探索一种新的地基处理方式。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有振冲法技术的缺陷而提供一种水工构筑物基床的地基处理方法,它采用振冲法与强夯法的组合处理方式,能大大提高地基处理后的面层质量,能提高地基的整体处理效果,提高处理后地基的强度、抗渗性和抗液化性。

[0004] 本发明的目的是这样实现的:一种水工构筑物地基的处理方法,包括以下步骤:

[0005] 步骤一,在海床上水工构筑物的安装位置开挖一条基槽,并在基槽的底部留置足够厚度的原状砂;

[0006] 步骤二,向基槽内抛砂,包括以下工序:

[0007] 工序2.1,将一抽砂控制平台通过八字锚固定在岸边砂堆边上的水面上,抽砂控制平台的前端铰接一根抽砂管,抽砂管的前端连接抽砂泵,使抽水泵伸到砂堆上提前挖好的砂泵放置坑内,抽砂控制平台上设置卷扬机,并在抽砂控制平台的前端安装一三角架,卷扬机的拉索绕过三角架顶端的定向轮连接在抽砂管的中部,使抽砂泵通过拉索上下摆动;

[0008] 工序2.2,将一抛砂平台通过八字锚固定在基槽的抛砂位置的水面上;抛砂平台的前端铰接一根吹砂导管,抛砂平台的前端也安装一三角架,该三角架的顶端连接一手动葫芦,手动葫芦上的吊索连接在吹砂导管的中部;

[0009] 工序2.3,将一根吹砂管通过助浮装置漂浮在水面上,吹砂管的一端通过一小段软管与抽砂管连接,吹砂管的另一端通过一小段软管与吹砂导管连接;

[0010] 工序2.4,启动抽砂泵,使抽砂泵将砂堆里的砂源源不断地依次通过抽砂管、吹砂管和吹砂导管输送到基槽内的抛填位置,直至基槽内的换填砂达到设计标高;

[0011] 步骤三,将履带吊放置于平板驳上;

[0012] 步骤四,采用振冲器对基床的地基进行振冲加固,振冲的宽度为基槽的底部宽度

加两侧各外扩5m,振冲的厚度为基槽内换填砂的设计标高至原状砂的底标高;进行振冲加固时包括以下工序:

[0013] 工序4.1,将振冲器挂在履带吊的主钩上,并在平板驳的甲板上画振冲孔的间距标记线,并制作多根与振冲孔的间距匹配的标记杆;利用GPS卫星定位系统结合平板驳的甲板上的标记线确定初始的振冲孔的位置,并利用履带吊和标记杆调整好振冲器的位置;打开振冲器的水源和电源,检查振冲器的水压、电压和空载电流是否正常;

[0014] 工序4.2,启动履带吊的主钩,使振冲器以1.5m/min的速度沉入初始的振冲孔的砂层,并观察振冲器的电流变化,电流的最大值不得超过振冲器的密实电流,当超过振冲器的密实电流值时,必须加大水压,若电流仍然过大要停止下沉,分析原因;

[0015] 工序4.3,当振冲器下沉到距设计深度0.3~0.5m时,减小水压,并留振一设定的时间后提升振冲器,在留振过程中一旦电流升高至密实电流即提升振冲器;

[0016] 工序4.4,以1~1.5m/min速度提升振冲器,每提升0.5m,就留振一设定的时间后提升振冲器,并观察振冲器的电流变化,当振冲器的电流升高到密实电流即提升振冲器;直至振冲器提升出基床面;

[0017] 工序4.5,通过旋转履带吊和变换履带吊的扒杆角度并通过标记杆将振冲器调整到下一个振冲孔的位置,重复工序4.2至工序4.4,进行下一个振冲孔的振冲,直至完成所有的振冲孔的振冲,最后将振冲器从履带吊上卸下;

[0018] 步骤五,采用夯锤对基床的面层进行夯实补强,并包括以下工序:

[0019] 工序5.1,在履带吊的主钩上挂夯锤,并设计好夯锤的落距;

[0020] 工序5.2,利用GPS定位系统精确定位第一锤的位置,并在吊夯锤的钢丝绳上作标记,操作员在作业时根据钢丝绳上的标记和潮水的变化情况把握起锤高度,保证每夯一锤都能满足夯锤的设计落距;

[0021] 工序5.3,夯实时,采用纵、横向邻接压半夯多遍夯实法,每锤的单位夯击能不小于 $106\text{kJ}/\text{m}^2$ 。

[0022] 上述的水工构筑物地基的处理方法,其中,进行步骤二的工序2.4时,抛砂平台采用RTK技术定位,并通过绞动锚绳或配合小船的推力进行移位。

[0023] 上述的水工构筑物地基的处理方法,其中,进行步骤四的工序4.1时,振冲孔的间距为2.5m,并呈等边三角形布置。

[0024] 本发明的水工构筑物基床的地基处理方法具有以下特点:采用振冲法与强夯法的组合处理方式,即在振冲法施工后增加作用面积更大的强夯法,能对振冲施工后的面层质量较差的部位进行加强处理,尤其是处理厚度较小的基床时,能显著提高地基处理后的面层质量,并能提高整体地基的强度、抗渗性和抗液化性。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明的处理方法进行步骤二时的示意图;

[0026] 图2是本发明的处理方法进行步骤四的工序4.1时的振冲孔的划线图;

[0027] 图3是本发明的处理方法进行步骤四的工序4.2时的示意图;

[0028] 图4是本发明的处理方法进行步骤五的工序5.2时的示意图。

## 具体实施方式

[0029] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。

[0030] 请参阅图1至图4,本发明的水工构筑物地基的处理方法,包括以下步骤:

[0031] 步骤一,在海床上水工构筑物的安装位置开挖一条基槽100,并在基槽100的底部留置3m厚的原状砂101不开挖,按标高及持力层双控进行基槽验收;

[0032] 步骤二,向基槽内抛砂(见图1),包括以下工序:

[0033] 工序2.1,将一抽砂控制平台10通过八字锚固定在岸边砂堆200边上的水面上,抽砂控制平台10的前端铰接一根抽砂管11,抽砂管11的前端连接抽砂泵12(ZJ渣浆泵),使抽水泵12伸到砂堆200上提前挖好的砂泵放置坑内,抽砂控制平台10上设置卷扬机13,并在抽砂控制平台10的前端安装一三角架14,卷扬机13的拉索绕过三角架14顶端的定向轮连接在抽砂管11的中部,使抽砂泵12通过拉索上下摆动;

[0034] 工序2.2,将一抛砂平台20通过八字锚固定在基槽的抛砂位置的水面上;抛砂平台20的前端铰接一根吹砂导管21,抛砂平台20的前端也安装一三角架14,该三角架14的顶端连接一手动葫芦22,手动葫芦22上的吊索连接在吹砂导管21的中部,吹砂导管21的深度根据水面的深度与抛砂面的深度进行控制;

[0035] 工序2.3,将一根吹砂管30通过助浮装置漂浮在水面上,助浮装置为浮筒30A;吹砂管30的一端通过一小段软管与抽砂管11连接,吹砂管30的另一端通过一小段软管与吹砂导管21连接;

[0036] 工序2.4,启动抽砂泵10,使抽砂泵10将砂堆200里的砂源源不断地依次通过抽砂管11、吹砂管30和吹砂导管21输送到基槽内的抛填位置,直至基槽内的换填砂102达到设计标高;抛砂平台20采用RTK(基于载波相位观测值的实时动态定位)技术定位,并通过绞动锚绳或配合小船的推力进行移位;

[0037] 步骤三,将85t的履带吊300放置于782t的平板驳400上,对两种设备的组合稳定性进行验算,对履带吊300的行驶区域进行划线明示,对安全操作进行限定;履带吊300与平板驳400的侧边至少保证2m以上的安全距离;

[0038] 步骤四,采用振冲器对基床的地基进行振冲加固,振冲器的型号为ZCQ-75KW,振冲器的功率为75KW,额定电流为158A,额定电压为三相交流 $380 \pm 20V$ ,额定功率为50HZ;振冲的宽度为基槽的底部宽度加两侧各外扩5m,振冲的厚度为基槽内换填砂102的设计标高至原状砂101的底标高;进行振冲加固时包括以下工序:

[0039] 工序4.1,将振冲器500挂在履带吊200的主钩上,并在平板驳400的甲板上画振冲孔的间距标记线,振冲孔的间距为2.5m,并呈等边三角形布置,在平板驳400的甲板上画上白色刻度线41和红色刻度线42,同颜色的刻度线的间距为2.5m,不同颜色的刻度线的间距为1.25m,白色刻度线41和红色刻度线42各15道(单次移船可施打15个振冲孔位)(见图2);并制作多根与振冲孔的间距匹配的标记杆600,标记杆500采用竹竿制作;利用GPS卫星定位系统结合平板驳300的甲板上的标记线确定初始振冲孔的位置,并利用履带吊300和标记杆600调整好振冲器500的位置;打开振冲器的水源和电源,检查振冲器的水压、电压和空载电流是否正常,要求振冲器的孔端喷出的水压为 $0.4 \sim 0.6MPa$ ,水量为 $200 \sim 400L/min$ ,振冲器的电压为 $V_{\text{额定}} \pm (V_{\text{额定}} \times 10\%) = 380 \pm (380 \times 10\%)V$ ;

[0040] 工序4.2,启动履带吊300的主钩,使振冲器500以 $1.5m/min$ 的速度沉入初始振冲孔

的砂层(见图3),并观察振冲器500的电流变化,电流最大值不得超过振冲器的密实电流,当超过振冲器的密实电流值时,必须减慢振冲器的下沉速度直至停止下沉;

[0041] 工序4.3,当振冲器下沉到设计深度时,减小水压,以低水压在设计深度位置留振30s后提升振冲器,以防止过大水流将振冲器的周边砂体冲走,使周边砂体无法在重力作用下自然塌陷,振冲作用被水流隔绝无法直接作用在周边砂体上;在留振过程中一旦电流升高至振冲器的密实电流即提升振冲器;通过在振冲器40上标的刻度线与潮水相结合的方法识别振冲器的下沉深度,通过在振冲器上标的刻度线与潮水相结合的方法识别振冲器的下沉深度,同时通过扫海标高、振冲器下降到设计标高及振冲器的电流变化进行复核;

[0042] 工序4.4,以1m/min~1.5m/min速度提升振冲器,每提升0.5m,就留振30s,并观察振冲器的电流变化,当电流升高至振冲器的密实电流(超过空载电流25~30A)即提升振冲器;直至振冲器提升出基床面;

[0043] 工序4.5,通过旋转履带吊300和变换履带吊的扒杆角度并通过标记杆600将振冲器500调整到下一个振冲孔的位置,重复工序4.2至工序4.4,进行下一个振冲孔的振冲,直至完成所有的振冲孔的振冲,最后将振冲器500从履带吊200上卸下;

[0044] 步骤五,采用夯锤对基床的面层进行夯实补强;并包括以下工序:

[0045] 工序5.1,在履带吊300的主钩上挂14.86t的夯锤700,并设计好夯锤的落距;夯锤参照市场上锻造的水下夯锤的外形,使夯锤尽量呈流线形,夯锤设计重量 $M=14.86t$ ,半径为0.81m,底面积 $S=2.06m^2$ ,落距 $h=1.5m$ ,理论夯击能 $=14.86 \times 9.8 \times 1.5 / 2.06 = 106kJ/m^2$ ;

[0046] 工序5.2,利用GPS定位系统精确定位第一锤的位置,并在吊夯锤700的钢丝绳上作标记,操作员在作业时根据钢丝绳上的标记和潮水的变化情况把握起锤高度,保证每夯一锤都能满足夯锤的设计落距;

[0047] 工序5.3,夯实时,采用纵、横向邻接压半夯多遍夯实法,每锤的单位夯击能不小于 $106kJ/m^2$ (见图4)。

[0048] 本发明的水工构筑物地基的处理方法,能用于水工项目岸壁沉箱及方块安装基床处理,并适用于基槽开挖后直接对原状砂振冲、回填砂后振冲及原状砂连同回填砂一起振冲三种形式。

[0049] 以上实施例仅供说明本发明之用,而非对本发明的限制,有关技术领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以作出各种变换或变型,因此所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴,应由各权利要求所限定。

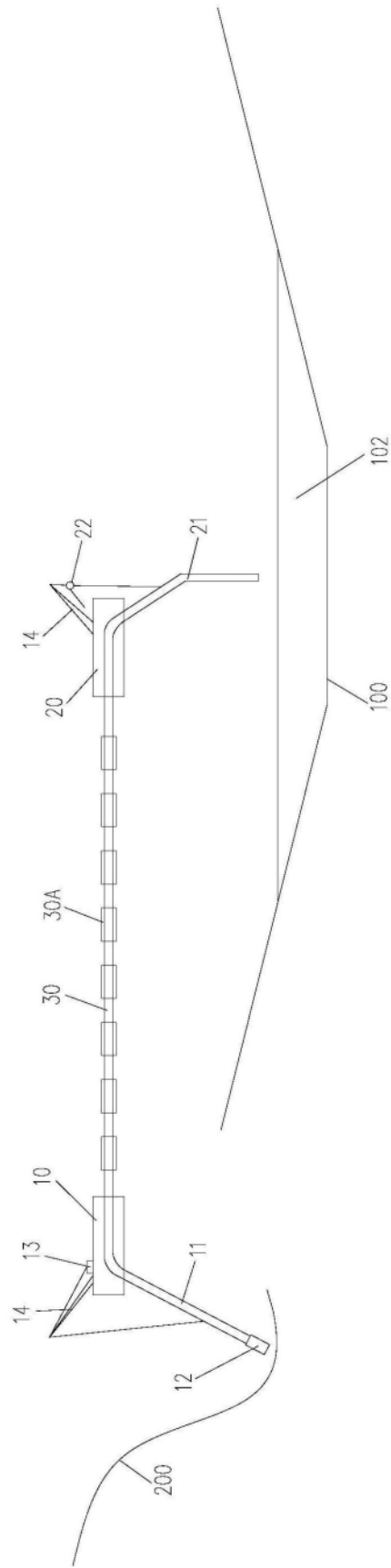


图1



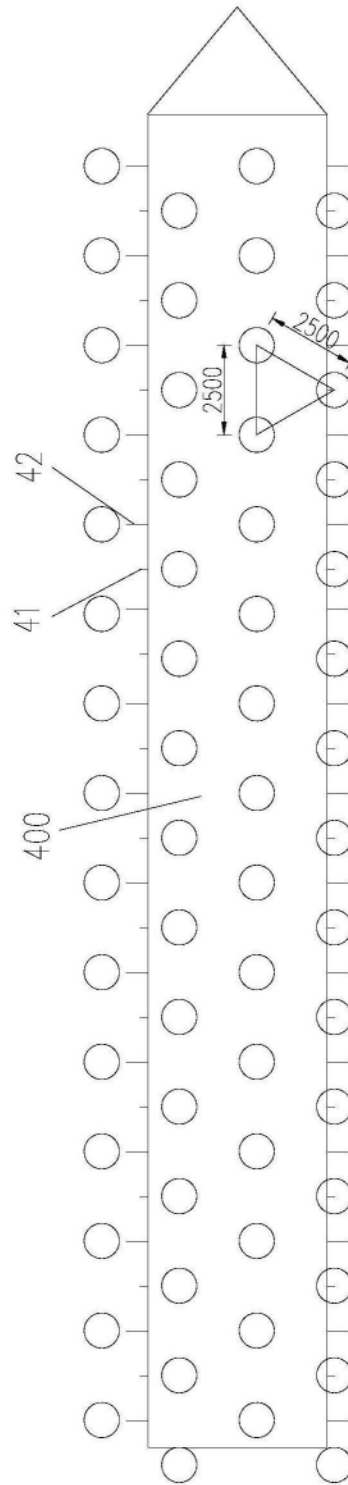


图2

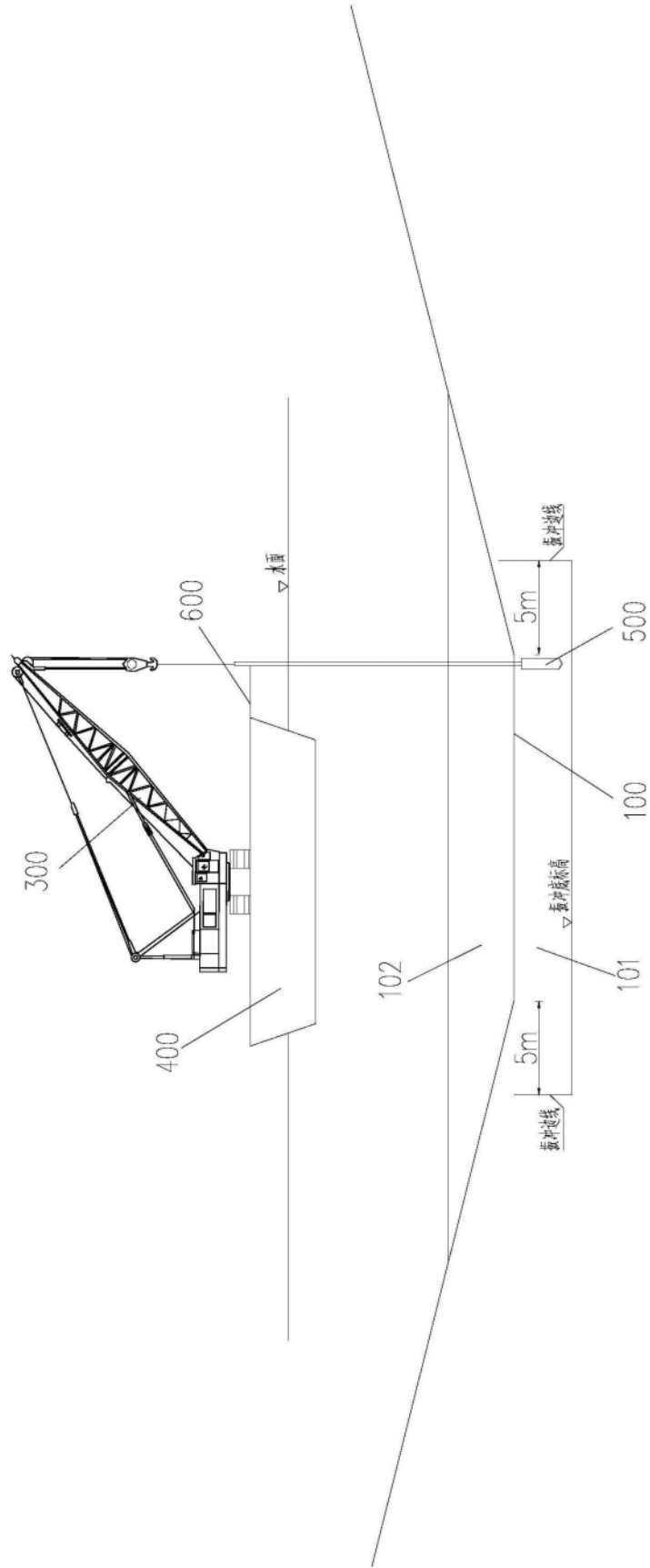


图3

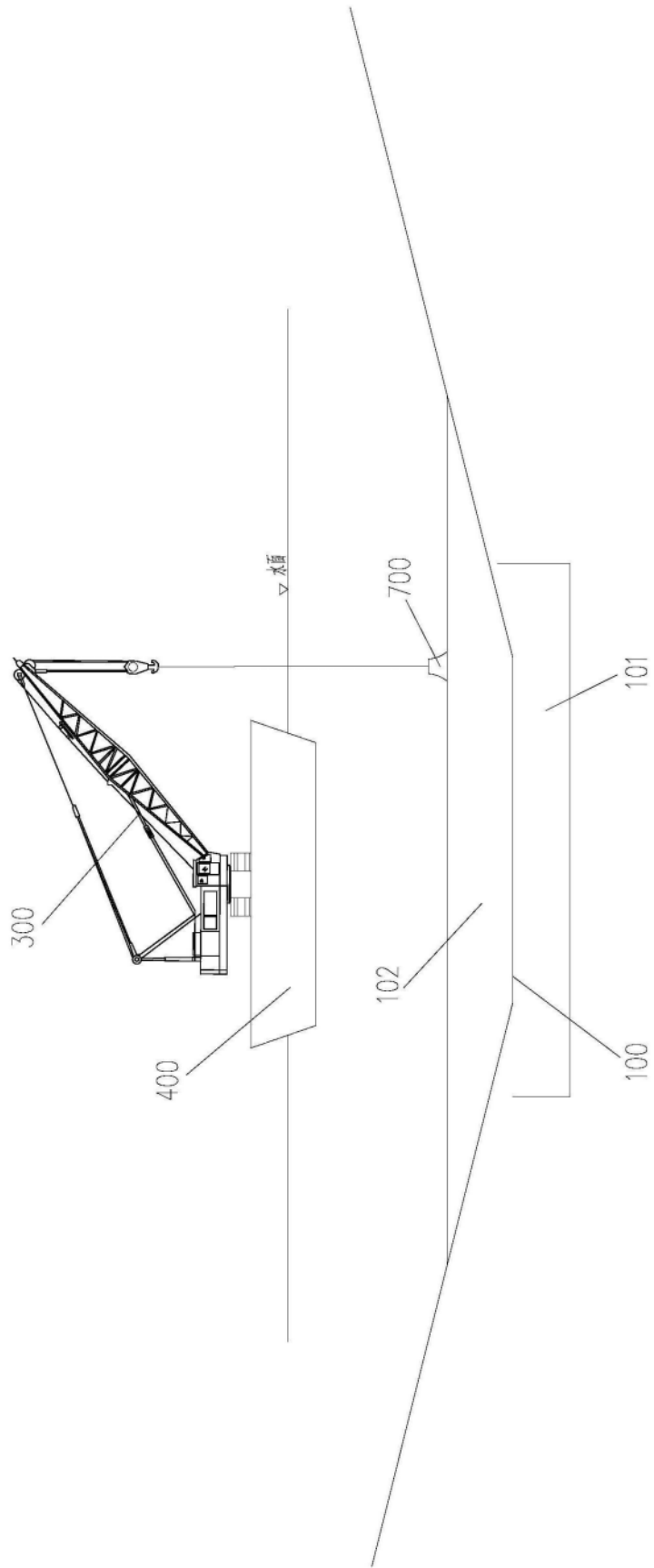


图4