

海洋防渗围堰设计及其施工方法

邓迪强 王乐 王丰

江阴市璜塘水利工程有限公司 江苏江阴 214400

摘要: 海洋防渗围堰及其施工方法, 包括位于迎水侧和背水侧的高压旋喷桩基础和位于中间的钢管桩基础; 在高压旋喷桩基础上方还依次设置有碎石垫层和堤心石, 在钢管桩基础的钢管桩之间为天然土, 在天然土上方还依次设置有碎石垫层和回填中粗砂, 在迎水侧的堤心石上方还依次设置有二片石垫层和浆砌块石护面, 且在迎水侧最前端的位置还设置有护底块石; 在背水侧的堤心石上方还依次设置有二片石垫层、混合倒滤层、土工布滤层和袋装砂, 且在背水侧的堤心石上方且靠近钢管桩基础位置的二片石垫层上方还设置有混凝土挡浪墙。本设计可以增强海上防渗围堰的稳定性, 防止海水倒灌和渗透, 并且便于施工。

关键词: 海洋; 防渗围堰; 施工方法

Design and construction method of marine anti-seepage cofferdam

Diqiang Deng, Le Wang, Feng Wang

Jiangyin Huangtang Water Conservancy Engineering Co., Ltd. Jiangsu Jiangyin 214400

Abstract: The oceanic impermeable cofferdam and its construction method consist of high-pressure jet grout piles on the water-facing side and the land-facing side, as well as steel pipe pile foundations in the middle. Above the high-pressure jet grout piles, there are sequentially arranged layers of crushed stone and embankment core stone. Natural soil is present between the steel pipe piles of the steel pipe pile foundation, and above the natural soil, there are sequentially arranged layers of crushed stone and backfilled coarse sand. On top of the embankment core stone on the water-facing side, there are additional layers of two-piece stone cushion and block stone facing. At the forefront position on the water-facing side, there is also a bottom protection block stone. On top of the embankment core stone on the land-facing side, there are sequentially arranged layers of two-piece stone cushion, mixed reverse filter layer, geotextile filter layer, and bagged sand. Additionally, above the two-piece stone cushion near the steel pipe pile foundation on the land-facing side, there is a concrete wave barrier. This design enhances the stability of the oceanic impermeable cofferdam, prevents seawater backflow and infiltration, and facilitates construction.

Keywords: ocean; Anti-seepage cofferdam; Construction method

一、背景技术

在建设水利工程时, 为了修建一些长期使用的水利设备, 需要对建造设备的工作环境进行排水, 因此建设临时挡水结构尤为重要。绝大多数水利工程都是采用围堰作为临时挡水结构, 围堰的作用就是防止淤泥和水进入建造设备的位置, 方便将内部的水排出进而有利于工程地建设, 其稳定性关乎整个工程的成败。

近年来, 随着我国经济快速发展, 在海域中修建了大量的基础设施, 这就需要在海域中修建围堰。但是在海域中由于存在波浪荷载, 普通的围堰形式往往稳定性不足, 受海浪冲击变形大, 造成海水渗漏甚至围堰垮塌等现象, 为围堰施工带来巨大安全隐患。

一种海中下横梁施工止水围堰结构与施工方法, 应用于浅水区两承台之间进行围堰止水, 包括水平支撑结构、竖向

支撑结构和护脚结构, 水平支撑结构包括围檩和钢管撑; 竖向支撑结构包括两锁口钢管桩桩幕、纵梁和辅助桩, 两锁口钢管桩桩幕分别焊接固定于一围檩的外侧, 锁口钢管桩穿插入软地基深处; 纵梁通过连接件纵向连接于两围檩之间并位于水平支撑结构所在平面的下方, 多个辅助桩固定于纵梁下方并穿插入软地基深处; 护脚结构包括填充层以及高压旋喷桩。该方案提供的海中下横梁施工止水围堰结构, 可装配化、止水效果好、能抵抗较强的水流量及波浪力, 制作、运输、安装简单快捷, 可节约成本、加快施工进度, 具有优良的工程利用价值。

软土地基中钢板桩围堰失稳的加固方法, 包括首先拆除坍塌区域部分围檩、拔出变形钢板桩, 并在坍塌区域回填片石, 然后重新打入钢板桩, 并在新打入的钢板桩外侧抛掷石块、内侧打入钢管桩; 接着在围堰内水位符合施工要求后, 进行围檩和内支撑的安装, 并且将最底层围檩与钢管桩顶部

焊接牢固；最后在围堰底部清淤后铺设型钢与钢筋网，且型钢与钢管桩焊接，并分层浇筑封底混凝土，浇筑完成后在封底混凝土顶面设置一圈砖砌挡墙，在砖砌挡墙内侧设置边沟和集水井。该方案不仅提高了钢板桩围堰的安全稳定性，而且加快了施工进度，有效地解决了钢板桩围堰突发的失稳状况。

但上述方案都没有公开一种完整的海洋防渗围堰及其施工方法。

二、技术方案

为设计一种既方便施工又具有较高稳定性且经济合理的海上防渗围堰。提供了一种防渗围堰及其施工方法，该结构能够有效提高围堰的稳定性并且易于在海上施工，可用于海上围堰的相关工程。

为解决上述问题，提出的技术方案为：

2.1 首先提供一种防渗围堰，防渗围堰包括位于迎水侧和背水侧的高压旋喷桩基础和位于中间的钢管桩基础，钢管桩基础包括靠近迎水侧的一列和靠近背水侧的一列钢管桩；在迎水侧和背水侧的高压旋喷桩基础上方还依次设置有碎石垫层和堤心石，在钢管桩基础的钢管桩之间为天然土，在钢管桩基础的天然土上方还依次设置有碎石垫层和回填中粗砂，在迎水侧的堤心石上方还依次设置有二片石垫层和浆砌块石护面，且在迎水侧最前端的位置还设置有覆盖部分钢管桩基础、部分碎石垫层和部分堤心石的护底块石；在背水侧的堤心石上方还依次设置有二片石垫层、混合倒滤层、土工布滤层和袋装砂，且在背水侧的堤心石上方且靠近钢管桩基础位置的二片石垫层上方还设置有混凝土挡浪墙。

1、本设计中，回填中粗砂 12 中的中粗砂并非来自于海洋，而天然土 13 则本身就是海洋地基材料。

2、堤心石(3)中填充的是单块重量为 0~100kg 的块石，优选其单块重量为 10~100kg；护底块石(4)中填充的是单块重量为 100~200kg 的块石；二片石垫层(6)采用级配良好且粒径在 80~150mm 的未风化坚硬花岗岩二片石；浆砌块石护面(7)采用包含石料和水泥砂浆的材料砌筑而成，且浆砌块石护面中的石料采用形状规则且大小一致的块石，优选为边长 30~50cm 且厚度为 5~15cm 的正六边形块石；混合倒滤层(8)采用级配良好的混合石料，且混合石料的粒径为 5~80mm，具体为石渣或砂卵石；土工布滤层(9)中包括一层或多层机织土工布；袋装砂(10)和回填中粗砂(12)中均使用平均

粒径为 0.35~0.5mm 的中砂和/或平均粒径为 0.5mm 以上的粗砂；碎石垫层(11)中采用平均粒径为 10~40mm 的碎石。

3、浆砌块石护面(7)所使用的石料浸透后单轴饱和极限抗压强度不低于 50Mpa，所使用的水泥砂浆的强度等级不低于 M15，所使用的勾缝水泥砂浆的强度等级不低于 M20。

4、堤心石(3)坡度即堤心石形成的斜坡的高度与宽度之比为 1: 1~2，护底块石(4)坡度即护底块石形成的斜坡的高度与宽度之比为 1: 2~2.5。

5、挡浪墙(5)使用 C40 高强混凝土筑成，且墙高为 0.3~0.8m，优选 0.45m，墙底部宽度为 0.3~0.6m，优选 0.4m，墙顶部宽度即墙厚为 0.1~0.3m，优选 0.15m。

6、高压旋喷桩(1)的桩径为 0.7~1.0m，桩中心间距为 0.6~0.9m，且桩径大于桩中心间距，地基置换率为 85~95%；优选高压旋喷桩(1)的桩径为 0.8m，桩中心间距为 0.75m，地基置换率为 89%；钢管桩(2)直径为 1.2~1.8m，同一列的相邻两根钢管桩间的桩距即其中心距离为 1.4~2m，且桩距大于钢管桩直径；优选钢管桩(2)直径为 1.4~1.5m，同一列的相邻两根钢管桩间的桩距为 1.6m。

7、防渗围堰位于碎石垫层(11)以上的结构整体呈梯形。

8、土工布滤层(9)采用单位面积质量为 300~500g/m² 的长丝机织土工布，袋装砂(10)所使用的编织袋为 70~90g/m² 编织袋，袋装砂(10)中的砂为含泥量≤5%且渗透系数≥5×10⁻³ cm/s 的中粗砂，碎石垫层(11)的压实度不小于 96%。

9、在混凝土挡浪墙(5)靠近迎水侧的一侧还设置有由混凝土构成的扭王字块(14)，扭王字块(14)的宽度为 1.2~1.8m。

2.2 提供一种防渗围堰的施工方法，防渗围堰的结构为如上的防渗围堰，方法包括如下步骤：

步骤一、按设计要求在设计范围内施打旋喷桩和钢管桩，施打旋喷桩时边钻孔边旋喷水泥浆液，施打钢管桩时包括钻孔和打桩步骤，两列钢管桩之间相邻两根钢管桩的桩距为 3~8m，优选 5~6m，施工后钢管桩的顶部高度比旋喷桩的顶部高度高 1.5~5m，优选高 2~3m；

本方案中，步骤一中，应丈量钻杆长度，并标上标志，以便掌握钻杆钻入深度、复喷深度，保证设计；且使用双管法和三管法注浆。

步骤二、在处理完成的基础上铺设 30~80cm 厚的碎石垫层(11)；

步骤二中，碎石垫层中碎石颗粒中细长及扁平颗粒含量应小于 20wt%，碎石中不得含有粘土块、植物等杂质；散装

碎石、袋装碎石抛埋后应预留沉降。

步骤三：抛填堤心石(3)；

步骤三中，堤心石抛填块石应根据设计要求、施工能力、考虑潮位和波浪影响，确定分层和分段施工顺序。

步骤四：抛填护底块石(4)以及二片石垫层(6)，且使用浆砌块石护面(7)及时覆盖迎水侧的二片石垫层(6)；

步骤四中，护底块石中块石的最大边长与最小边长度之比不宜大于 1.52，抛填护底块石时应根据水深、水流和波浪等自然条件考虑块石产生的漂流的影响；二片石垫层中颗粒中细长及扁平颗粒含量应小于 20wt%，二片石铺设完成后，迎水侧应及时覆盖浆砌块石护面，防止风浪、水流冲刷破坏；如有破坏，应重新修补。

步骤五：背水侧铺设混合倒滤层(8)、土工布滤层(9)和袋装砂(10)；

步骤五中，混合倒滤层应分段、分层施工，每层应错开足够的距离；土工布滤层的长度应在设计坡长的基础上增加一定富裕量，铺设块拼接尼龙线的强度不得小于 150N，铺设后应及时进行防护层施工和上部回填，并应由坡脚向坡顶方向进行；袋装砂应在土工布滤层铺设后及时进行抛填施工。

步骤六：在钢管桩基础(2)处的碎石垫层(11)上方回填中粗砂(12)；

步骤六中，回填中粗砂应采用二点共振挤密法压实。步骤七中，混凝土挡浪墙采用现浇方式制作，并应考虑施工期波浪作用。

步骤七：浇筑混凝土挡浪墙(5)。

三、附图说明

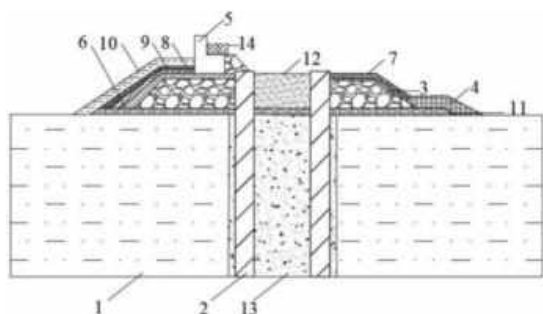


图 1 是本设计防渗围堰的断面图

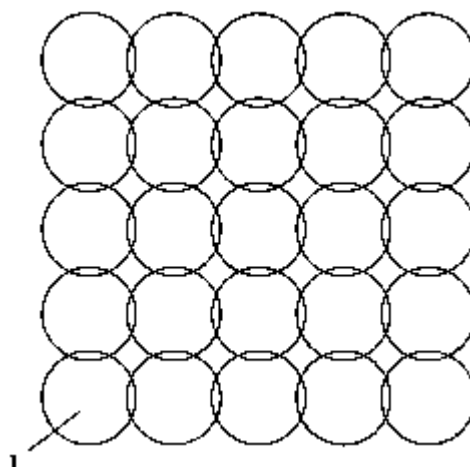


图 2 是高压旋喷桩平面布置大样图

其中：1.高压旋喷桩基础；2.钢管桩基础；3.堤心石；4.护底块石；5.混凝土挡浪墙；6.二片石垫层；7.浆砌块石护面；8.混合倒滤层；9.土工布滤层；10.袋装砂；11.碎石垫层；12.回填中粗砂；13.天然土；14.扭王字块。

四、有益效果

1、防渗围堰采用特定排布和结合的高压旋喷灌注桩基础和钢管桩基础，显著提高了围堰的稳定性，降低海上施工难度，节约施工成本；本发明使用二片石垫层、混合倒滤层、土工布滤层、袋装砂的复合阻水结构能够有效防治海水的渗透，增加围堰稳定性；本发明还在背水侧的堤心石上设置了混凝土挡浪墙，能够有效防治海浪引起的海水倒灌问题。

2、围堰结构采用的施工方法能够适应海上风浪环境，增加了施工的准确性，可以达到更好的压实度，各种防渗材料的选取以及材料之间得到有效的衔接，使围堰整体性更强，让围堰结构的防渗透能力更强，进而使得围堰的性能更加稳固。

总之，本设计可以增强海上防渗围堰的稳定性，防止海水倒灌和渗透，并且便于施工。

参考文献：

[1]孙新桥;卢胜利;刘仲良;伊光龙.利用船闸输水廊道应急泄洪的实践与探索[J].中国水运,2021(12).

[2]李经利;李佳青.复合土工薄膜在土坝防渗中的应用[J].湖南水利水电,2022(03).

[3]顾淦臣.土工薄膜在坝工建设中的应用[J].水力发电,1985(10).