

堤防坝顶防浪墙升级改造施工方法

魏士杰¹ 曹万里² 汪清芬³

1. 泗洪县魏营水利站 江苏泗洪 223900

2. 泗洪县双沟水利站 江苏泗洪 223900

3. 泗阳县水利局穿城水务站 江苏泗阳 223700

摘要：堤防坝顶防浪墙升级改造施工方法，涉及防浪墙技术领域，主要包括如下步骤：S1，基础处理：对原防浪墙顶部清理并凿毛处理；S2，构建砼基础；S3，构建弧形防浪墙；S4，安装压顶；S5，安装分流条；S6，安装花槽等。本方法采用弧形防浪墙对现役直立式防浪墙进行加高改造，通过弧线改变波浪的运动方向，将波浪的动能一部分转变为势能，另一部分改变其运动方向，使其通过弧顶反挑引导后返回外海，可提高消浪效果，增强堤防的景观效果，具有良好的经济性和合理性。本方法采用先构建砼基础再构建弧形防浪墙的施工工艺，采用分段浇筑，降低了安装模板的难度，便于工人施工。

关键词：堤防坝顶；防浪墙；升级改造；施工方法

一、背景技术

防浪墙是为防止波浪翻越坝顶而在坝顶挡水前沿设置的墙体，多应用于水库、河道、堤坝，能够起到防浪、防洪、阻水的作用。目前，部分土石坝工程运行时间长，受坝体填筑施工质量、预留超高、运行期坝体沉降或者特征水位变化等因素影响，造成坝顶（防浪墙顶）高程无法满足现行规范，需要进行坝顶加高处理，迫切、必要且现实^[1]。如图1所示，以往的防浪墙结构形式主要为混凝土结构，坝顶以上部分为直立式，在对防浪墙顶部加高时，一般有两种方法：

其一是采用装配式结构，比如授权公告号为CN206204869U的专利所公开的一种可快速拆装的防浪墙装置，设置于防浪墙上，用于增加防浪墙的高程、减弱越浪，包括有：金属板、卡箍基座、锚拉链及锚拉桩；所述金属板通过卡箍基座与防浪墙呈同一垂直平面、可拆卸地固设于防浪墙墙体；锚拉桩固设于迎浪侧的消浪平台；锚拉链呈斜拉式设置于金属板与锚拉桩之间。上述的装配式方案虽然具备可拆装功能，但是整体造价较高，工程耐久性方面也不如混凝土结构使用寿命长，存在维护成本高的缺点；另外，金属板安装在防浪墙顶部，但是由于老旧的防浪墙顶部受风雨侵蚀，顶部会老化，部分区域出现脱落等病害，而金属板对于安装基面又有一定的要求，导致施工时存在一些困难。

其二是采用混凝土结构，比如授权公告号为

CN109371906B的专利所公布的现役堤防坝顶道路升级结构及施工方法，在原防浪墙顶植筋，连接植筋形成整体成型筋架；加高段防浪墙支模采用铰接断面模板，利用搁板、对称夹板、对夹螺杆、上部对称耳板、模板内侧支架实现模板的固定。上述的施工方法只是单纯地进行直立式加高，而并没有去考虑防浪消能效果，直立型防浪墙波浪斜向冲击防浪墙，导致波浪反射、破碎，波浪反射后的运动方向斜向上方，与水平面存在一定夹角，因此在相同条件下，直立型防浪墙的越浪量大，其消浪效果有限。而且直立式防浪墙的外形也不够美观，过于单调，无法增强堤防的景观效果^[2]。

上述两种方法各有利弊，因为如何对现有的直立式防浪墙在结构、施工工法、景观效果等方面进行加高优化，有必要进一步研究。

二、技术方案

为了解决上述的技术问题，提出了现役堤防坝顶防浪墙升级改造施工方法。目的在于采用弧形防浪墙对现役直立式防浪墙进行加高改造，提高消浪效果，另外配置花槽，增强堤防的景观效果，具有良好的经济性和合理性。

解决技术问题的技术方案为：提出了现役堤防坝顶防浪墙升级改造施工方法，包括如下步骤：

S1，基础处理：对原防浪墙顶部清理并凿毛处理；

S2，构建砼基础：S21，在原防浪墙顶部钻孔，安装第一竖筋；S22，在原防浪墙两侧支搭第一模板组，形成

第一浇筑空间，其中：第一模板组包括两组立模板，两组立模板之间通过对拉螺杆相连，对拉螺杆两端旋拧有螺帽；S23，在第一浇筑空间中安装第一钢筋笼，第一钢筋笼与第一竖筋固定连接S24，向第一浇筑空间中浇筑混凝土，形成一期混凝土，并在一期混凝土中预埋第二竖筋，该一期混凝土作为砵基础；S25，待一期混凝土养护完成后拆除第一模板组中的立模板，保留对拉螺杆及螺帽；

S3，构建弧形防浪墙：S31，安装若干承托架：每一根对拉螺杆的两端分别栓接承托架，承托架上方铺设垫板，形成用于安装第二模板组的基础面；S32，在砵基础顶部安装第二钢筋笼，第二钢筋笼底端与第二竖筋连接，第二钢筋笼的顶端固定连接有第一套筒；S33，于基础面上方安装第二模板组，在砵基础的上方形成具有弧形凹口的第二浇筑空间；在第二浇筑空间中浇筑混凝土，形成二期混凝土，该二期混凝土为弧形防浪墙；S34，待二期混凝土养护完成后拆除第二模板组、承托架，得到弧形防浪墙，弧形防浪墙与砵基础共同组成原防浪墙的加高段。

优选的，S22中支搭第一模板组的具体施工方法为：在原防浪墙的两侧钻孔、安装膨胀螺栓，将三角架与膨胀螺栓相连，形成用于支撑第一模板组的安装基础；然后将第一模板组中的立模板设立在对应的三角架顶部，两组立模板之间通过对拉螺杆以及螺帽锁紧连接。

优选的，S33中安装第二模板组的具体步骤为：所述第二模板组包括内模板、弧形模板以及外模板，所述内模板与所述弧形模板相连，形成内模板组件；所述弧形模板用于构造出弧形凹口；所述内模板组件与外模板分别设立在砵基础的两侧，内模板组件与外模板的底端压持在垫板上，所述内模板与外模板外壁均连接有斜撑，所述斜撑支撑在垫板上，内模板组件与外模板之间的区域构成第二浇筑空间^[3]。

优选的，还包括S4，安装压顶：所述压顶为预制混凝土结构，所述压顶具有与第一套筒匹配的沉头孔，所述压顶压持在弧形防浪墙的顶部，在沉头孔中穿设紧固螺栓，紧固螺栓的底端与第一套筒螺纹连接；通过紧固螺栓实现压顶与弧形防浪墙的连接。优选的，还包括S5，安装分流条：所述压顶的底部还预埋有挂钩；所述挂钩与所述对拉螺杆之间连接有分流条，分流条呈竖向条状设置。

优选的，所述分流条采用废旧轮胎制作。

优选的，还包括S6，安装花槽，其中，所述花槽为U形结构，所述压顶侧壁预埋有带有内螺纹的第二套筒，所述花槽侧壁穿设有锁止螺栓，所述锁止螺栓与所述第

二套筒螺纹连接，实现花槽的挂设；所述花槽中盛装有种植土，种植土中种植有绿植。优选的，所述花槽的底部还支撑有支顶架，所述支顶架的底部栓接在对拉螺杆上，所述支顶架的顶部顶撑在花槽的底部。

优选的，所述支顶架包括立杆，所述立杆的顶部固定连接横杆，所述横杆与所述立杆之间固定连接加强肋，形成三角形结构；所述横杆的一端还固定连接挡边，用于挡在花槽侧壁处，实现限位；所述立杆靠近底部的位置开设有腰孔，所述对拉螺杆一端自由贯穿腰孔。

三、附图说明

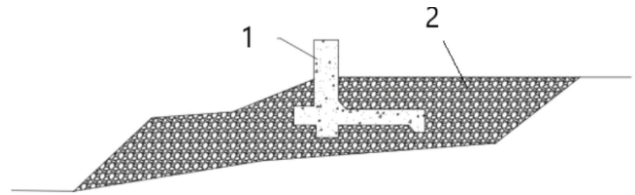


图1是现有技术中堤坝以及防浪墙结构断面图

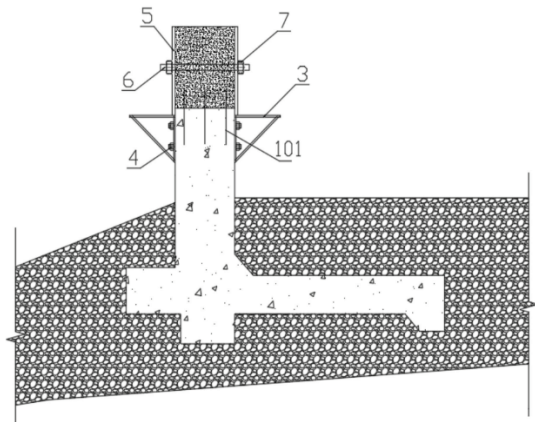


图2是构造一期混凝土时的结构剖视图

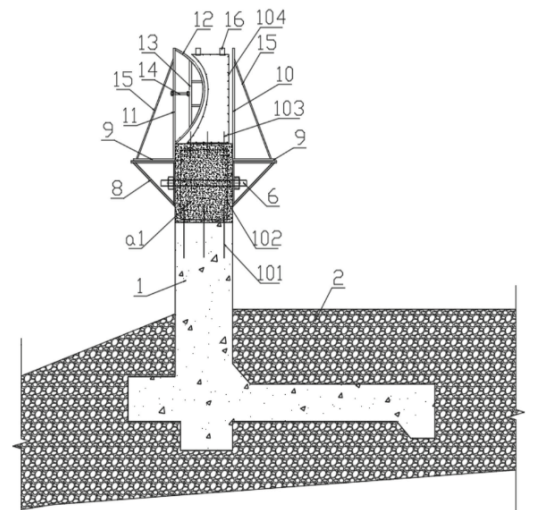


图3是支搭第二模板组时的结构示意图

附图标记说明：1、原防浪墙；a1、一期混凝土；

a2、二期混凝土；101、第一竖筋；102、第一钢筋笼；103、第二竖筋；104、第二钢筋笼；2、堤坝；3、三角架；4、膨胀螺栓；5、第一模板组；6、对拉螺杆；7、螺帽；8、承托架；9、垫板；10、外模板；

四、有益效果

1、通过对直立式的原防浪墙进行升级改造，得到顶部具有弧形凹口的弧形防浪墙，弧形防浪墙的主要特点是迎水面为深弧形，波浪沿弧线上爬，经压顶形成的反挑引导段将波浪引导回去，波浪离开防浪墙时的运动方向为堤防内侧，与水平面的夹角接近 0° ，而直立型防浪墙在相同工况下波浪斜向冲击防浪墙，导致波浪反射、破碎，波浪反射后的运动方向斜向上方，与水平面存在一定夹角，因此在相同条件下，弧形防浪墙较直立式防浪墙的越浪量小，通过弧形防浪墙的弧形作用将浪花能量消减，具有良好的消能作用，弧形防浪墙的防浪优势明显。

2、采用先构建砼基础再构建弧形防浪墙的施工工艺，具有两方面优点，其一，采用分段预制，降低构造弧形凹口的施工难度，降低了安装模板的难度，便于工人施工；其二，先构建的砼基础可以为后面弧形防浪墙的施工提供作业基面，利用构建砼基础时留下的对拉螺杆，可为后面的施工工序提供安装点位，配合承托架，可为第二模板组件提供安装基面，形成架空支撑，这样就降低了模板的高度，方便工人施工操作^[4]。

3、本设计中设置压顶，压顶与弧形防浪墙配合形成反挑引导段，可有效引导波浪返回，实现消能；压顶采用预制工艺，施工时采用装配式方式，有效缩减施工时间，实现快速安装。

4、本设计中引入了分流条，分流条竖向设置，可对浪花进行分流，降低冲击力度，起到良好的消能作用，另外，分流条采用柔性的废旧轮胎制作，节能环保，废旧利用。

5、本设计中设置花槽，花槽中种植绿植，可提高生态性，配合弧形防浪墙的弧形造型，可增强堤防的景观效果；另外，花槽底部采用支顶架支撑，支顶架的安装利用对拉螺杆，充分利用原有结构，简化了安装工艺，提高了施工速度。

参考文献

- [1]王明英,陈利明.解析深弧型防浪墙在堤防工程中的应用[J].中国水运(下半月),2014,14(7):212-213.
- [1]雷杰.水利工程中堤防设计与比选[J].陕西水利,2023,(3):143-144.
- [3]朱永康,周军名,李金涛.白鹤滩水电站精品坝顶防浪墙(下游护栏)施工技术研究[J].科学技术创新,2025,(14):101-104.
- [4]蔡贤俊.现役堤防坝顶道路绿色升级技术研究[J].四川建材,2019,45(08):163-164+167.