



水平混合式直立堤结构在景观防波堤中的应用

杨海宁¹, 张 飞¹, 范江山²

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007;

2. 山东省港口集团日照港集团有限公司, 山东 日照 276800)

摘要: 针对防波堤功能多元化需求, 传统的结构形式已无法满足防波堤某些特定的使用要求, 因而促使人们对结构形式进行创新。结合青岛港董家口港区胡家山作业区东区发展旅游和文化产业的总体规划, 在胡家山东防波堤外海段设计中, 采用集防浪、导航、景观、商业与娱乐等功能为一体的具有诸多优点的水平混合式直立堤结构形式。阐述该种防波堤的堤顶宽度、堤顶高程和结构方案的设计。水平混合式直立堤结构在胡家山东防波堤的成功应用证明该结构形式在景观防波堤中具有较好的应用前景。

关键词: 水平混合式直立堤结构; 景观; 模型试验

中图分类号: U 656.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)S1-0021-04

Application of horizontal mixed vertical breakwater structure in landscape breakwater

YANG Hai-ning¹, ZHANG Fei¹, FAN Jiang-shan²

(1.CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;

2.Shandong Port Group Rizhao Port Group Co., Ltd., Rizhao 276800, China)

Abstract: In response to the diversified functions of breakwaters, traditional structural forms can no longer meet the specific requirements of certain uses of breakwaters, leading to innovations in structural forms. In conjunction with the master plan for the development of tourism and cultural industries in the eastern part of the Hujiashan operation area in the Dongjiakou Port area of Qingdao Port, a horizontal mixed vertical breakwater structure with many advantages integrating wave protection, navigation, landscape, commercial and entertainment functions was adopted in the design of the outer sea section of the Hujiashan east breakwater. This paper expounds on the width, elevation and structural design of the breakwater. The successful application of the horizontal mixed vertical breakwater structure in Hujiashan east breakwater proves the broad application prospect of this kind of breakwater structure.

Keywords: horizontal mixed vertical breakwater structure; landscape; model test

传统的防波堤常对沿岸景观造成破坏, 无法与旅游、商业、文化相结合。根据青岛港董家口港区胡家山作业区东区发展旅游和文化产业的总体规划, 东防波堤将建设成为具有旅游、观光和商业功能的景观防波堤。传统的直立堤和斜坡堤结构难以实现以上功能, 笔者在堤外海段创新采用水平混合式直立堤结构形式^[1], 在堤顶设置观景走廊、景观步行街、行车通道、绿化带、休闲

娱乐、旅游商铺、亲水平台和灯塔等功能区, 将防浪、导航、景观、商业与娱乐功能集于一身。

1 工程背景

为发挥青岛海洋资源优势和区位优势, 加快推进蓝色经济跨越发展, 结合董家口港区港城一体化发展策略, 胡家山作业区西区拟建设冷链物流基地及水产品交易中心工程, 东区发展旅游、

文化产业项目。胡家山作业区总体规划见图1。



图 1 胡家山作业区总体规划

为进一步展现区域特色，提高区域发展的竞争力，拟将胡家山防波堤工程建设为集防浪、导航、景观、商业与娱乐等功能为一体的特色工程。结合工程区域的现状及发展规划，仅对东防波堤外海段进行景观设计。胡家山防波堤平面布置见图2。

防波堤总长2 601 m，其中东堤长1 343 m。综合考虑工程区的自然条件及使用要求，根据不同位置水深及波要素，将东防波堤分为接岸段、外海段和堤头段。

东防波堤的接岸段，考虑远期与陆域的衔接以及减少工程投资，按照普通防波堤建设，采用斜坡堤结构；东防波堤外海段采用水平混合式直立堤结构；东防波堤堤头采用沉箱直立结构。本文主要介绍水平混合式直立堤结构在景观防波堤（东防波堤外海段）的应用。

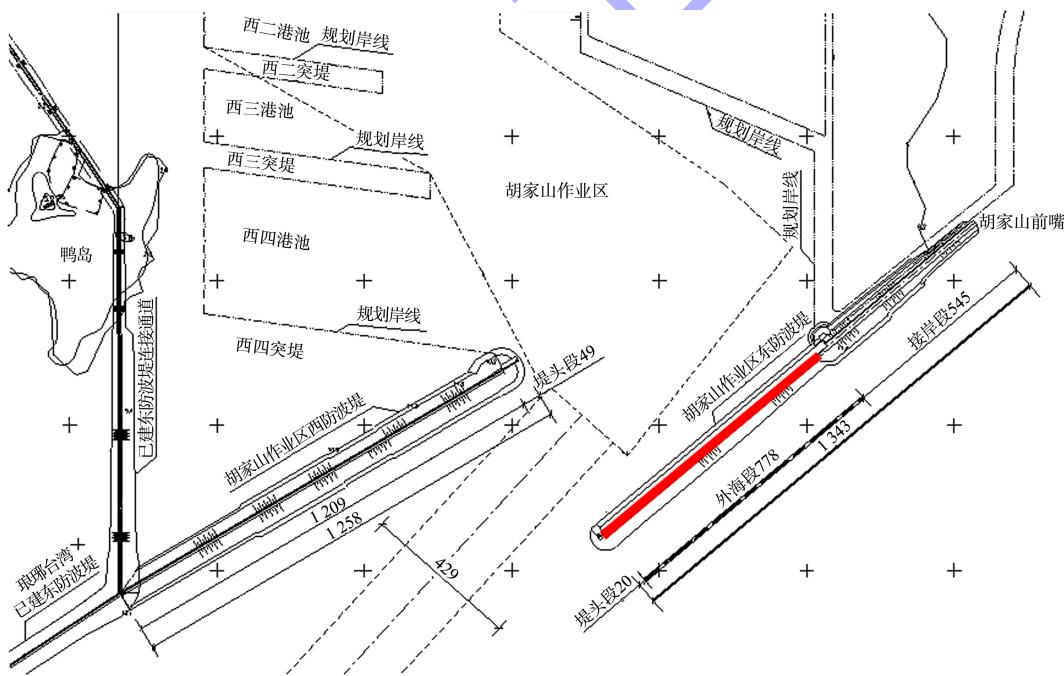


图 2 防波堤平面布置（单位：m）

2 水平混合式直立堤在东堤中的应用

2.1 堤顶宽度

东防波堤后方陆域发展旅游、文化产业，景观防波堤可作为旅游、文化产业的特色组成元素，且旅游、文化产业带来的游客聚集可使防波堤的景观、观光功能^[2]得到有效发挥，同时防波

堤内外侧均为水域，且更靠近外海，景观效果佳。

为了更好地发挥景观和观光功能，东防波堤外海段采用了水平混合式直立堤结构。防波堤堤顶自外侧向内侧依次布置亲水平台、观景走廊、休闲区域、旅游商铺、行车通道、景观步行街和

观景走廊(局部设置垂钓平台)等。考虑防波堤堤顶的景观功能, 堤顶将具有景观步行街的性质。根据《城市道路交通规划设计规范》, 景观步行区的道路应满足送货车、清扫车和消防车通行的要求, 故道路宽度设计为 10~15 m。防波堤顶分外侧及内侧, 内侧堤顶宽 16.5 m, 自内向外依次考

虑 2.5 m 宽的观景走廊、10.0 m 宽的景观步行街、4.0 m 宽的通行车道(兼具消防通道功能); 外侧堤顶宽 23.5 m, 自外向内依次考虑 7.0 m 宽的亲水平台、3.0 m 宽的观景走廊、7.5 m 宽的休闲区域、4.0 m 宽的通道及 2.0 m 宽的绿化区域。综合考虑, 堤顶宽度确定为 40.0 m(图 3)。

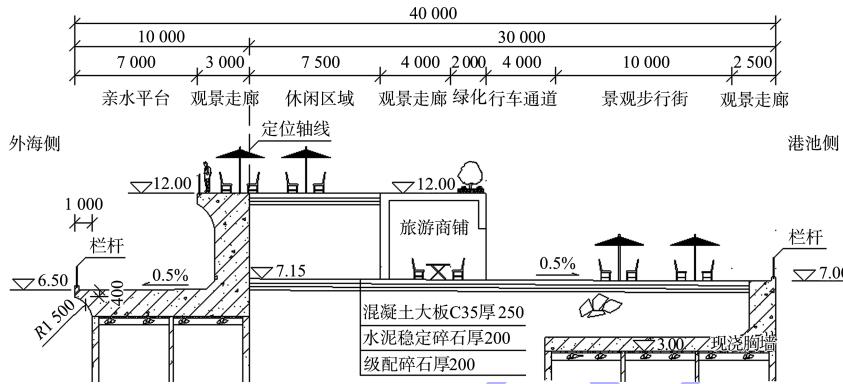


图 3 东防波堤外海段堤顶布置 (高程: m; 尺寸: mm)

2.2 堤顶高程

东防波堤外海段主要具有防浪和景观等综合功能, 按照基本不越浪标准进行设计, 并兼具景观效果, 外侧堤顶高程设计采用越浪量标准控制; 内侧为直立式岸壁, 高程设计按照直立式岸壁的上水标准进行控制, 并考虑与外侧堤顶高程相协调。

考虑到东防波堤外海段的景观设计, 防波堤自外侧向内侧依次布置亲水平台、观景走廊、休闲区域、旅游商铺、行车通道、景观步行街和观景走廊(局部设置垂钓平台)等, 并考虑多样性景观的需求, 堤顶采用高低有序、错落有致的整体设计理念。

1) 结合工程区域潮位情况、亲水的要求等因素, 最外侧亲水平台顶高程为 6.50 m;

2) 观景走廊、休闲区域位于外侧堤顶, 面向外海, 波浪较大, 按照堤顶基本不越浪的标准进行确定, 防波堤外侧挡浪墙顶高程为 12.00 m;

3) 最内侧观景走廊(局部设置垂钓平台)位于防波堤堤顶内侧, 面向港池, 掩护条件良好, 波浪较小, 同时考虑建筑物的布置, 堤顶内外侧应

具有一定的高差, 堤顶内侧平台顶高程确定为 7.0 m;

4) 内外侧堤顶高差为 5 m, 为便于内外侧堤顶平台的衔接和交流, 每隔 150 m 左右布置一处阶梯广场, 并兼作景观节点。

2.3 结构设计方案

水平混合式直立堤结构的最终设计断面见图 4。港池侧为大沉箱结构, 沉箱前趾处设置 100~200 kg 块石护底。沉箱下设经过夯实的 10~100 kg 块石基床, 地基处理采用清淤换填, 上部现浇钢筋混凝土胸墙, 顶高程为 7.00 m。沉箱后抛填开山石(含泥量<5%)形成堤心。外海侧下部为斜坡结构, 坡度为 1:1.5。其下部采用 12 t 扭王字块体护面, 护面块体下设垫层块石, 护底采用 100~200 kg 块石。外海侧上部为小沉箱结构, 沉箱下设经过夯实的 10~100 kg 块石基床, 沉箱上现浇钢筋混凝土胸墙, 顶高程为 12.00 m, 并在高程 6.50 m 处设置宽 7.00 m 的亲水平台。两侧胸墙间面层依次铺设 200 mm 厚二片石垫层、200 mm 厚水泥稳定碎石、250 mm 厚 C30 的混凝土大板形成平台, 顶高程 7.00 m^[3]。

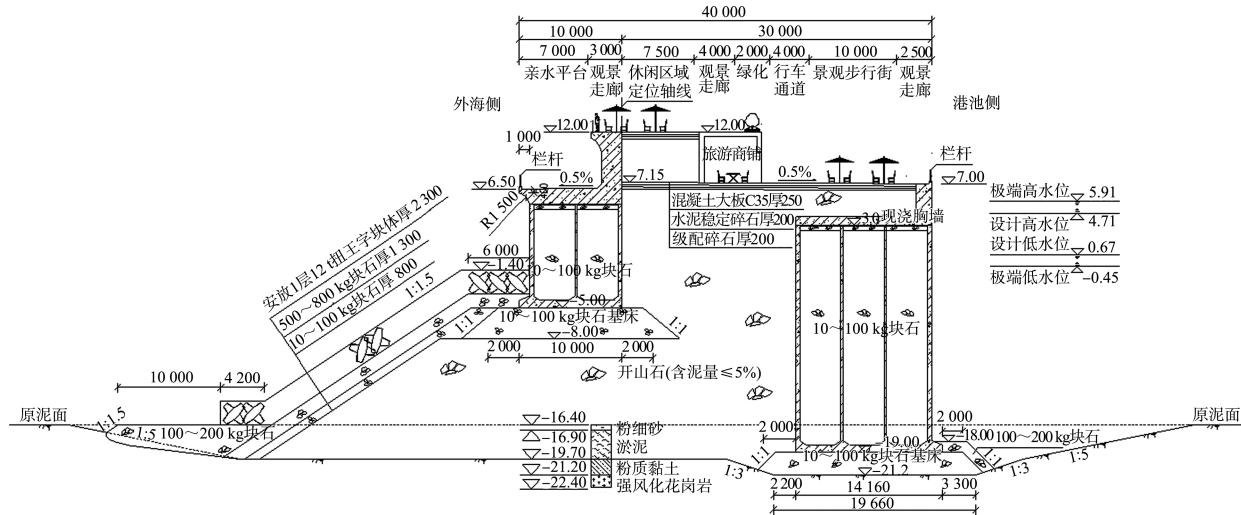


图 4 水平混合式直立堤结构断面 (高程: m; 尺寸: mm)

防波堤的水工结构选择水平混合式直立堤结构, 对景观的设置与该结构形式的结合起到多种促进作用, 主要体现在以下方面:

1) 外海侧下部采用斜坡结构, 上部采用小沉箱结构, 并将挡浪墙最外侧设置反弧, 既拓展了亲水平台宽度, 又减少了外海侧亲水平台越浪^[4], 有利于将亲水平台营造成更适合游客活动游玩的区域。

2) 防波堤内侧采用大沉箱结构, 既提高了内侧观景走廊的景观效果, 又方便设置垂钓区, 供游客垂钓。

3) 外海侧挡浪墙顶部的反弧设置及高程 (12.00 m) 选择, 几乎避免了景观防波堤上部休闲区域受波浪的影响, 并加强了对休闲区域与旅游商铺的保护。同时将挡浪墙顶部与旅游商铺顶部相连接, 既扩大了休闲和景观平台的面积, 又增加了防波堤上部景观的立体感和层次感。

2.4 水平混合式直立堤结构形式的优点

1) 兼具防浪、导航、景观、商业与娱乐等功能。防波堤外海侧下部采用斜坡结构, 上部采用直立结构, 堤顶为倒 L 形挡浪墙, 该结构形式与纯直立堤结构相比, 堤前消浪效果好, 堤顶越浪量较小, 具有较好的防浪作用^[5]; 在东堤堤头段顶部设置有一定艺术造型和景观效果的灯塔, 同

时具有导航作用; 防波堤顶部布置亲水平台、观景走廊、休闲区域、旅游商铺、行车通道、景观步行街和观景走廊(局部设置垂钓平台)等功能区, 使该防波堤具有较好的景观、商业与娱乐功能。

2) 具有高低有序、错落有致的多样性景观效果。结合工程区域潮位情况, 外海侧挡浪墙平台高程为 6.50 m, 可以作为亲水平台, 具有较好的视野效果; 外海侧挡浪墙顶部和商铺屋顶的高程为 12.0 m, 是按照堤顶基本不越浪的标准进行确定的, 作为观景走廊和休闲娱乐区更为合适与安全; 港池侧胸墙平台高程为 7.00 m, 掩护条件良好, 波浪较小, 适合作为垂钓平台; 内外侧堤顶高差为 5.0 m, 每隔 150 m 左右布置一处阶梯广场, 并兼作健康体育活动空间。

3 结语

1) 胡家山东防波堤外海段采用具有多种优点的水平混合式直立堤结构, 除了常规的挡浪功能外, 还具有导航、景观、商业与娱乐等功能。

2) 防波堤堤顶自外侧向内侧依次布置亲水平台、观景走廊、休闲区域、旅游商铺、行车通道、景观步行街和观景走廊(局部设置垂钓平台)等, 堤顶宽度为 40 m。

(下转第 41 页)