

# 大型深水斜坡堤开体驳抛填堤心石扩散角度及成型率分析

黄兵, 姜军

(中交一航局第三工程有限公司, 辽宁 大连 116083)

**摘 要:** 针对某大型深水斜坡式防波堤抛填堤心石工程量大、工期紧且抛填质量要求高等特点, 大规模采用开体驳抛填的施工工艺, 通过认真分析开体驳抛填时水下扩散角度规律, 合理布设抛填网格, 总结堤心石的成型率, 确保了防波堤工程堤心石抛填的进度和质量。

**关键词:** 防波堤; 开体驳抛填; 堤心石; 角度扩散; 成型率

中图分类号: U656.21 文献标志码: A 文章编号: 2095-7874(2017)08-0001-04

doi: 10.7640/zggwjs201708001

## Analysis on diffusion angle and forming rate of corerocks filled by open bottom barges in large-scale deepwater mound breakwater

HUANG Bing, JIANG Jun

(No.3 Engineering Co., Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Co., Ltd., Dalian, Liaoning 116083, China)

**Abstract:** For the large amount of the filling corerocks, tight schedule and the high quality requirement of some large-scale deepwater mound breakwaters, we used the open bottom barges to throw and fill on a large scale. Through analyzing the law of diffusion angle of filling corerocks from the open bottom barges, we laid the reasonable filling grid, summarized the forming rate of corerocks, which can ensure the process and quality of the filling corerocks on the breakwater construction.

**Key words:** breakwater; throwing and filling on the open bottom barge; corerocks; diffusion angle; forming rate

### 1 工程概况

某防波堤采用不设胸墙的人工块体护面抛石斜坡堤结构, 堤身高度达 45 m 以上, 堤身坐于未开挖至岩层的软弱地基上。基础开挖后首先铺设砂和石渣垫层, 然后抛填堤心石、垫层块石, 安放护面块体, 其中堤心石抛填总量为 6 768 060 m<sup>3</sup>。

### 2 堤心石抛填施工工艺选择

根据防波堤节点工期及堤身水下防台安全标高要求, -7.25 m 以下堤心石抛填量 6 383 143 m<sup>3</sup> 要求在 15 个月内抛填完成, 平均需抛填石料 425 542 m<sup>3</sup>/月, 20 263 m<sup>3</sup>/d(每月按作业天数 21 d 计算)。如采用传统的方驳配合反铲抛填工艺, 要

完成日抛填量 2 万 m<sup>3</sup> 相当困难。若加大设备投入, 使用 10 台方驳配合反铲挖机同时作业, 虽然理论上可以完成抛填量, 但是在总长 2 000 m 的防波堤施工区布设 10 台方驳同时进行作业, 定位锚及缆绳将会相互干扰, 工程难以开展。并且防波堤工程设计要求堤心石抛填需要分层进行, 每层堤心石加载厚度不能大于 3 m, 加载间歇期为 30 d, 方驳配合反铲挖机进行抛填不能满足加载间歇期的要求。结合以往开体驳抛填的施工经验, 本项目拟大规模采用开体驳靠定位方驳抛填堤心石的施工工艺<sup>[1-6]</sup>。施工顺序如图 1 所示。

### 3 开体驳抛填工艺难点

1) 本工程堤心石抛填水深近 40 m, 受水流影响, 石料会发生扩散, 控制抛填的厚度及抛填边界成为关键。

收稿日期: 2017-03-27 修回日期: 2017-05-10

作者简介: 黄兵 (1985—), 男, 湖北荆门人, 工程师, 主要从事港航与市政工程施工管理工作。E-mail: 176231647@qq.com

根据开体驳仓长及仓宽方向堤心石入水后最佳的叠加效果可以确定施工布船网格为  $30\text{ m} \times 18\text{ m}$  是合理的(注:  $30\text{ m} \times 18\text{ m}$  的布船网格是石料落

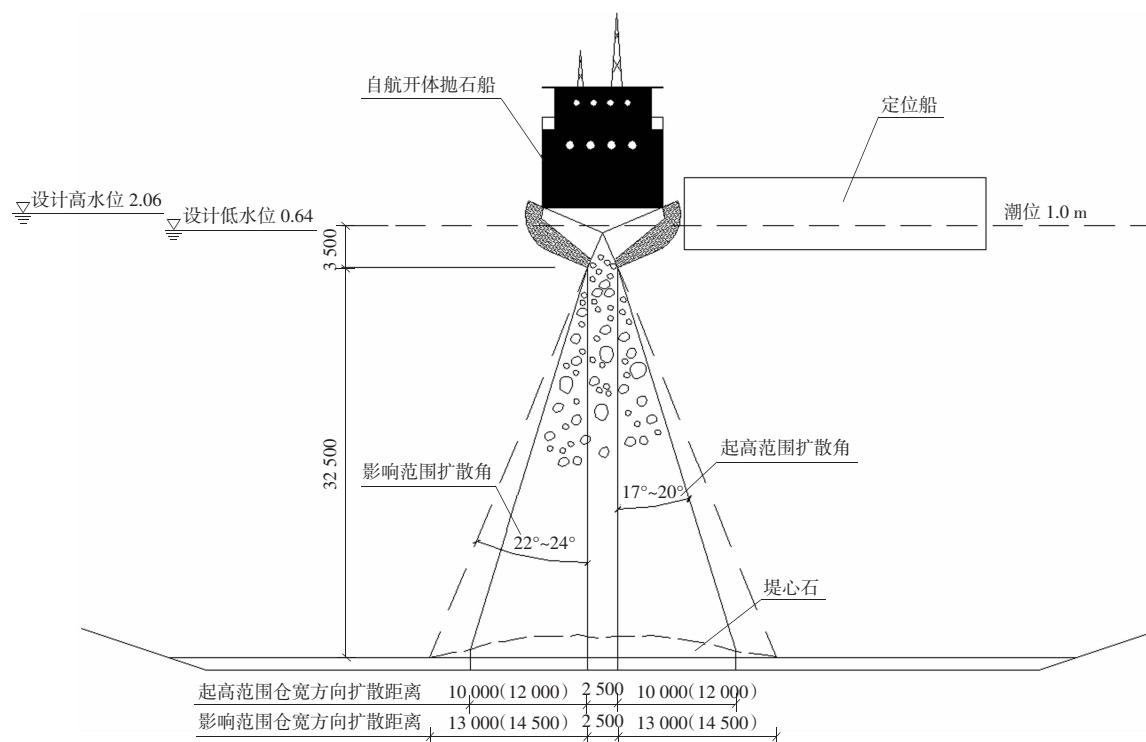


图 2 开体驳抛填堤心石在仓宽方向扩散角度示意图

Fig. 2 Diagram of the diffusion angle in the warehouse wide direction of the corerocks throwing and filling from open bottom barges

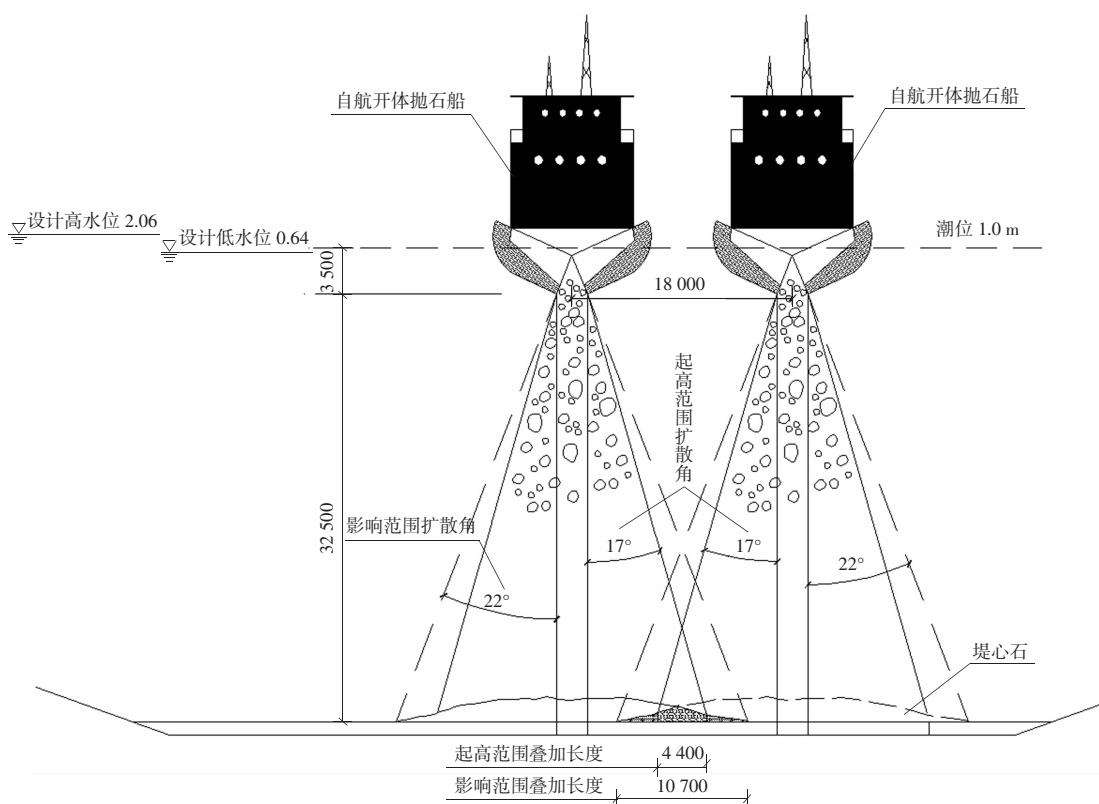


图 3 开体驳料仓宽度方向叠加示意图

Fig. 3 Superposition diagram in the warehouse wide direction of the open bottom barges

距在 32.5 m 左右的布船网格。随着堤心石逐层向上抛填,石料落距变小则布船网格也将随之发生变化)。

## 6 成型率分析

### 6.1 成型率的影响因素

成型率影响因素为:1) 开体驳每船的装船方量;2) 堤心石石料的级配情况;3) 装船后料仓表面的平整度(一般表面不平整度应该 $\leq 80$  cm);4) 开体驳仓门打开的速度及宽度;5) 流向及流速的变化(应向来流方向调整定位船 1~2 m)。

### 6.2 单船成型率分析

按开体驳每船装载堤心石方量 1 000 m<sup>3</sup> 计算,起高范围总面积为 36.5 m × 22.5 m = 821.25 m<sup>2</sup>,则该区域理论平均起高厚度为 1 000 m<sup>3</sup> ÷ 821.25 m<sup>2</sup> = 1.217 m。

经过现场试抛前两船的分析数据显示:

1) 第 1 船在起高区域范围内的实际起高厚度为 1.086 m,起高区域的成型率为 1.086 ÷ 1.217 = 89.2%。

2) 第 2 船在起高区域范围内的实际起高厚度为 1.005 m。起高区域的成型率为 1.005 ÷ 1.217 = 82.6%。

因此可以推断单船堤心石在起高区域的成型率在 80%~90%之间。

值得注意的是,之所以单船成型率不能达到 100%,主要原因为:1) 单船成型率现只考虑起高范围内的成型方量,单船堤心石抛填过程中有部分石渣及石粉落入影响范围区域及影响范围区域以外,这部分量在计算单船成型率时暂被忽略。2) 因为抛填第 1 层堤心石下方为石渣垫层软基础,当抛填时部分较大块体的堤心石会陷入石渣垫层中,导致堤心石成型率会有所损失。

### 6.3 整体成型率分析

以施工过程中整月累计实测成型方量与上料过磅方量对比分析,总体成型率为 90%~97%之间,大于单船成型率 80%~90%,主要因为总体成型率中能将单船成型率未考虑在内的成型量(影响区域及影响区域以外的成型量)均能考虑在内,所以总体成型率必然大于单船成型率。

## 7 开体驳抛填效果检验

### 7.1 实测水下标高与设计标高比较

经分析抛填后水深测量结果,发现标高验收

数据大部分在 -28.5~-29.30 m 范围内,达到了分层设计标高 -29.0 m 的要求,并控制在堤心石允许偏差 ±600 mm 范围内。堤心石抛后上表面均匀,无过大重叠和漏抛部位。内外边坡处由 -29.5 m 突变为 -34.5 m,说明设计抛填网格合理,石料集中抛填在基础换填区域内部,没有明显的堤心石散落到基础换填区域外侧。

### 7.2 实测水下成型方量与实际称重方量比较

通过整月累计抛填“水下成型方量”与“称重方量”的对比,发现整体成型率均在 90%以上,从测深断面也可以看出“成型方量”均集中在抛填区域,堤心石无集中叠加隆起和漏抛现象发生,抛填效果良好,证明施工网格划分合理,船位搭接得当。

## 8 结语

在本工程中,通过分析开体驳抛填堤心石的水下扩散角度、起高厚度和成型率等参数,合理确定了布船网格,保证了堤心石抛填质量。实践证明,采用开体驳大规模抛填堤心石,施工精度是可控的。虽然不同施工地域水文条件不同,施工参数需要调整,但此种分析方法,对类似工程具有借鉴参考意义。

### 参考文献:

- [1] 陈生平,魏建雄.深水防波堤工程抛石断面成型控制[J].中国港湾建设,2005(3):36-39.  
CHEN Sheng-ping, WEI Jian-xiong. Shaping control of riprap profile of deep water breakwaters[J]. China Harbour Engineering, 2005 (3): 36-39.
- [2] 任宁,樊湘伟.深水防波堤抛填工艺[J].中国港湾建设,2013(1):60-64.  
REN Ning, FAN Xiang-wei. Riprapping process for deepwater breakwaters[J]. China Harbour Engineering, 2013(1): 60-64.
- [3] JTS 154-1—2011,防波堤设计与施工规范[S].  
JTS 154-1—2011, Code of design and construction of breakwater [S].
- [4] JTJ 213—98,海港水文规范[S].  
JTJ 213—98, Code of hydrology for sea harbour[S].
- [5] JTS 257—2008,水运工程质量检验标准[S].  
JTS 257—2008, Standard for quality inspection of port and waterway engineering construction[S].
- [6] 潘伟,卫学亮.深水直立式防波堤石料抛填施工工艺及质量控制[J].中国港湾建设,2007(2):46-49.  
PAN Wei, WEI Xue-liang. Construction technology and quality control of placement of rock material for vertical deepwater breakwater[J]. China Harbour Engineering, 2007(2): 46-49.