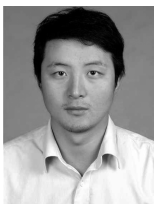


## · 港航工程 ·



## 强风浪深水区软体排稳定性提升工艺

王文博, 韩 健

(中交(苏州)城市开发建设有限公司, 江苏 苏州 215100)

**摘要:** 对强风浪深水区软体排施工中土工织物破坏形态进行研究, 并结合土工织物软体排防护、加筋、反滤、隔离构造及整体性、适应性等特点, 探讨复杂水文环境下软体排稳定性提升工艺。研究表明对土工格栅及软体排采取加筋、增加缓冲层、三层复合、通长处理和全砂肋压载等措施, 能较好地解决因风浪较大且频发、施工天数少等工况特点导致的软体排整体性、稳定性得不到充分保障以致频繁出现的排体撕裂、破坏等现象。

**关键词:** 通长结构; 加筋; 压载

**中图分类号:** U 655.54

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-4972(2022)S2-0077-03

## Stability improvement technology of soft mattress in deep water area with strong wind and wave

WANG Wen-bo, HAN Jian

(CCCC(Suzhou) Urban Development and Construction Co., Ltd., Suzhou 215100, China)

**Abstract:** This paper studies the damage pattern of geotextiles during construction of flexible mattress in deep water areas with strong wind and wave, and discusses the stability improvement technology of soft mattress in complex hydrological environment in combination with the characteristics of geotextile soft mattress including protection, reinforcement, filtration, isolation, integrity, and strong adaptability. The result shows that measures taken for the geogrids and soft mattress such as reinforcement, increasing buffer layers, three-layer composites, and whole-length treatment can better solve the problem of soft mattress damage due to large and frequent wind and waves and few construction days.

**Keywords:** whole-length structure; reinforcement; ballast

东营港地区属开阔海域, 风浪及潮流较大, 水文环境复杂, 施工掩护条件极差, 由于施工以深水区水下为主, 一旦遭遇大风等恶劣天气, 对已铺设成品就会产生较大影响。因此, 对于软体排及土工格栅有如下要求: 软体排强度较高、整体性较好、质轻而材柔, 施工时劳动强度较低、铺设速度快<sup>[1]</sup>; 同时排体应变性能较好, 尤其是与底部海床接触的部位, 在海床遭受风浪冲刷时排体能迅速自动补偿, 覆盖海床, 避免风浪进一步侵蚀淘刷坝体的基础部位。

笔者对施工区的工况条件和软体排及土工格栅材料构成及复合方式进行分析研究, 通过优化软体排及土工格栅的材料构造和压载方式, 使之更适用于强风浪深水区下的施工情况。

### 1 存在的问题

1) 由于现场风浪频发且较大, 排体强度往往不满足现场要求, 易撕裂、破坏。

2) 施工现场海流较大, 软体排边缘泥沙易受海流扰动而起动, 导致边缘未护海床部位逐渐下

切<sup>[2]</sup>，随着水流作用时间的加长，软体排边缘未护海床部位大幅下切，局部形成冲刷坑，导致排体边缘变形破坏。

3)受目前加工工艺限制，排体多纵向加筋<sup>[3]</sup>，而横向加筋较少，从而导致柔性及延展性不足以适应海床较大幅度的变形，排体底部出现悬空后，排体所受拉力大于自身抗拉强度时即会撕裂。

4)受设计及加工工艺限制，排布往往采用软体排拼接土工格栅的方式，软体排上侧排体与土工格栅往往不同规格，中间用绳体绑扎，抗拉强度有限。

5)受加工工艺及场地限制，单幅排体加工宽度较小，当排体边缘出现的冲刷坑逐步扩大至2幅以上排体防护区域时，搭接处海床易出现裸露，使得冲刷坑易向软体排内部防护区域发展。

2 对策

- 1)提高排体强度，降低排体重力，加快施工进度；
- 2)提高排体的变形能力，使海床遭受风浪冲刷时排体能迅速地自动补偿，附着海床，避免风浪进一步淘刷坝体的基础部位；
- 3)提高排体耐久性，减小腐烂或老化等问题，

延长工程使用寿命；

4)优化压载方式，使排体及压载物能顺应海床走势，紧密贴合。

3 工艺优化

1)以全砂肋压载替代联锁块、砂袋等压载。

目前用于海床护底防冲的软体排可分为散抛、系结和砂被式压载等<sup>[4]</sup>。根据当地地理特性，采取全砂肋压载铺排的施工方法可以节约成本，确保排体稳定性。

全砂肋压载铺排的施工方法具有结构简单、造价低廉、安全可靠的优点。采用全砂肋压载，每8幅合并1幅，采用机械缝合，整幅两侧各4 m范围内压载密度为1根/0.5 m，软体排其他位置压载密度为1根/2 m，高强土工格栅上部压载密度为1根/2.5 m(图1)。砂肋条等现场充灌减小了运输压力，施工便利，可提高施工效率、降低人工强度，可以保证施工的连贯性。沿纵向宽度进行8幅整拼，连续性、整体性更好，能更好地适应不同水下地形条件，单幅覆盖范围更广，抗冲性能更好。此方法在铺排施工中用砂量较少，避免了其他类别软体排对石料或其他原料的依赖性，在保证经济效益的同时降低了运输船舶产生的污染物，可更好地保护海洋环境。

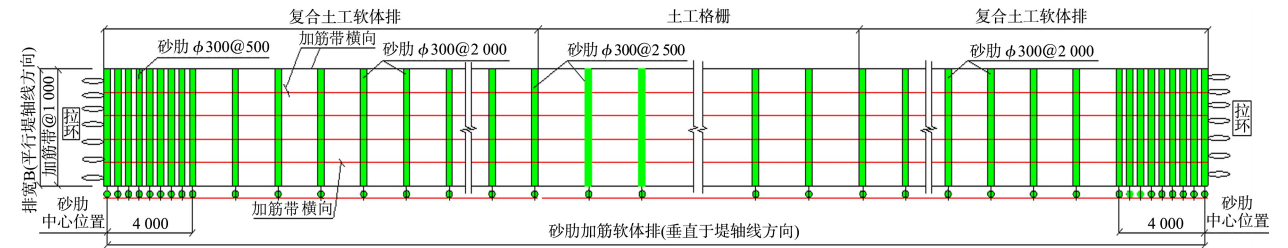


图1 全砂肋压载 (单位: mm)

2)加强材料的整体性，对材料进行通长处理。

进行高强土工格栅满铺，且对土工格栅采取加筋处理，密度位1根/m，两侧设有拉环，利用土工材料良好的整体性，在堤身基础形成加筋垫层，两侧与土工布复合，确保软体排的整体性好、强度高。针对软体排上侧排体与土工格栅不同规

格的情况，加工时对中间部位进行复合加工，双层土工格栅进行粘合或缝合，经试验确保抗拉强度达标。其次，两侧加入防老化缓冲层以提高排体耐久性，再配合土工布、土工格栅形成三层复合结构，分别为土工格栅、防老化缓冲层、土工布(图2)，既可以提高排体自身强度，又不至于

过重, 使排体轻而柔。

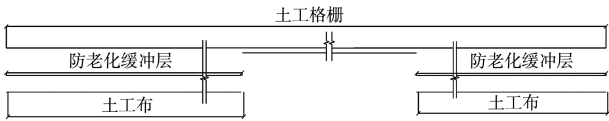


图 2 土工格栅通长及软体排 3 层复合结构

4 应用效果

1) 土工格栅与软体排采用通长结构, 且对土工格栅采取加筋处理, 利用土工材料良好的整体性, 在堤身基础下形成加筋垫层, 可提高防波堤的整体稳定性。

2) 采用 3 层复合土工布软体排, 两侧分别为土工格栅与土工布, 中间采取防老化缓冲层, 既可以提高排体强度, 又不至于过重, 相应降低了施工难度, 且减小了排体出现腐烂、老化等问题的可能性。同时, 排体质量均匀分布, 厚度适中, 整体性好, 能较好地适应冲刷变形。

3) 采用砂肋软体排, 压载完成后排体应变能力较好<sup>[5]</sup>, 排体能适应不同水下地形条件, 可使排体紧贴海床、整体覆盖, 造床固基、稳定地势, 护底效果可靠而持久, 在排体与海床的接触部位遭受风浪冲刷时排体能迅速地自动补偿, 附着海床, 避免风浪进一步淘刷坝体的基础部位。

4) 铺排施工中, 砂肋条的主要作用是替换混凝土联锁块或上部碎石压载, 相当于取消了联锁块预制或石料运输倒运的过程, 辅以吹砂船可提高吹砂效率, 铺排工作效率大幅提高。

5 结语

1) 同传统的材料加工及施工方式相比, 优化后的工艺及材料不但具有结构简单、轻便, 施工

便捷等优势, 还减少了土工织物的损失, 间接降低了铺排成本。

2) 加筋增加缓冲层使其具有足够的韧性和强度, 沉排作业时不会因海流冲击、自身重力、压载物重力形成的拉力而造成排体撕裂发生损毁。

3) 全砂肋压载使其具有足够的密实度, 软体排下沉贴附海床后, 能有效防止海流扰动土颗粒, 从而将海床的土颗粒从排体的缝隙中淘刷带走导致防波堤坡脚出现失稳破坏。

4) 三层复合及通长处理使其具有良好的整体性和柔性, 使软体排能适应海床不规则的外形并紧密贴合, 当软体排边缘部位的海床出现不均匀沉降、塌陷或受海流淘刷时, 排体能随之变形, 自动进行补偿, 防止土体进一步破坏。

5) 此工艺适用于强风浪深水区工程基础, 对于强风浪深水区护底土工材料的选取和施工具有指导意义。

参考文献:

[1] 王秀英. 冲积河流航道整治设计参数确定方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2006.

[2] 付中敏. 护底软体排破坏机理及应对措施[J]. 水运工程, 2015(7): 114-118, 128.

[3] 陈飞, 郑力, 蔡大富, 等. 长江中游沙质河床航道整治护滩带破坏机理及对策研究[J]. 水运工程, 2012(10): 81-86.

[4] 杨火其, 吴伟军, 王文杰, 等. 强潮河口丁坝坝头砂肋软体排护底稳定性试验研究[J]. 水道港口, 2009, 30(6): 408-412.

[5] 司国良. 充砂管袋软体排在长江崩岸治理中的应用[J]. 中国水利, 2009, 30(12): 39-41.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 76 页)

参考文献:

[1] 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 中交天津港航勘察设计研究院有限公司. 疏浚与吹填工程设计规范: JTS 181-5—2012[S]. 北京: 人民交通出版社, 2012.

[2] 郑凯. 基于控制图的绞吸船横移挖泥操作参数范围设

定[J]. 水运工程, 2020(3): 165-168, 178.

[3] 刘昊, 张亚楠. 华能曹妃甸煤码头工程绞吸船施工工艺优化[J]. 水运工程, 2015(5): 213-215.

[4] 张其一, 史宏达, 高伟, 等. 疏浚工程中珊瑚礁碎块管道输送临界流速数值研究[J]. 水运工程, 2017(6): 34-38.

(本文编辑 王璁)