



主动式钩连体在白茆沙整治工程中的应用

韩崇蛟¹, 郭素明², 李培阳¹

(1. 上海交通建设总承包有限公司, 上海 200136; 2. 中交上海航道局有限公司, 上海 200002)

摘要: 主动式钩连体为新型消能护滩结构, 在长江南京以下 12.5 m 深水航道工程中首次应用。分析主动式钩连体的现场组装, 比较采用船机和人工 2 种方式抛设主动式钩连体的施工效率, 总结主动式钩连体的防冲促淤、固砂护滩和生态保护效果。

关键词: 主动式钩连体; 施工工艺; 抛设; 施工效率

中图分类号: U 615.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)09-0006-04

Application of active ground consolidators in Baimaisha regulation engineering

HAN Chong-jiao¹, GUO Su-ming², LI Pei-yang¹

(1. Shanghai Communications Construction Contracting Co., Ltd., Shanghai 200136, China;

2. CCCC Shanghai Dredging Co., Ltd., Shanghai 200002, China)

Abstract: The active ground consolidator is a new energy-dissipating & shore-protecting structure, which is for the first time applied to the 12.5 m deepwater channel of the Yangtze River below Nanjing city. This paper analyzes the on-site assembly of the active ground consolidators, compares the installing efficiency by machine and by man, and concludes with the effect of scour-preventing, depositing-promoting, dune-consolidating, foreshore-protecting as well as ecological conservation of active ground consolidators.

Keywords: active ground consolidator; construction technology; installing; installation efficiency

在港口及航道工程中, 一般采用铺排船铺设砂肋软体排或者混凝土联锁片软体排的常规护底结构进行护底施工。在较高的水流条件下, 这种完全被动式的结构会经常因为水流的脉动性等造成排体边缘或者局部冲刷, 最终形成严重破坏。为了既能保护环境又能起到护底保滩的作用, 在长江南京以下 12.5 m 深水航道一期工程白茆沙整治工程中设计研究并首次应用了主动式钩连体施工工艺。由于钩连体抛设区的潮汐通道位于掩护区外侧, 因此钩连体不仅对抛设区能起到防冲促淤的作用, 对其掩护区也能起到相同的作用, 可起到引导洲滩逐步生长、扩大的作用。潮汐河段主动式钩连体消能护滩效果试验显示消能护滩效果明显^[1]。典型段施工选择在本工程北潜堤 BN1 + 913 ~ BN2 + 113 间的高滩内侧进行^[2] (图 1)。先

将主动式钩连体卸载至施工区域附近进行人工拼装, 然后将其绑扎到铺排船翻板上, 进行移锚、下放、抛设, 或者趁低潮直接使用挖机运抵抛设区进行人工抛设。

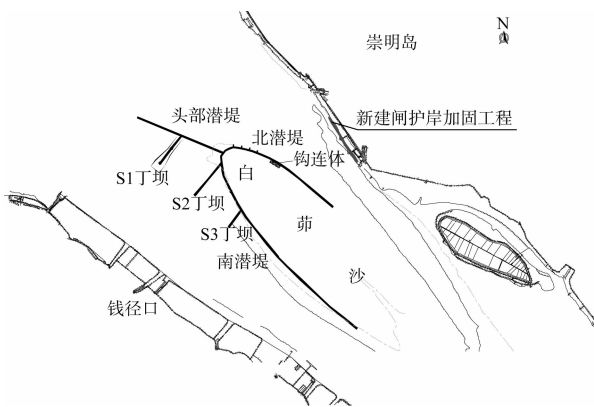


图 1 主动钩连体施工区域

收稿日期: 2015-01-14

作者简介: 韩崇蛟 (1985—), 男, 工程师, 从事围海筑堤和吹填施工管理工作。

1 主动式钩连体组成及工作原理

1.1 主动式钩连体结构形式

主动式钩连体是一种开放式结构, 由 2 个 U 型构件通过一根长 60 cm 连接杆拼装, U 型件和连

接杆之间通过卡扣固定在一起, 形成长、宽、高均为 60 cm 的组装构件, 钩体相互钩连、交错, 具有较强透水性^[3] (图 2、3)。主动式钩连体主要技术指标如表 1 所示。



图 2 组装零部件



图 3 组装件

表 1 主动式钩连体主要技术指标

性能	力学性能					其他	
	拉伸强度/ MPa	断裂伸长率/ %	弯曲强度/ MPa	弯曲模量/ MPa	悬臂梁缺口 冲击强度/(kJ·m ⁻²)	密度/ (g·cm ⁻³)	熔体质量流动速率/ [g·(10 min) ⁻¹]
测试标准	GB/T 1040. 2	GB/T 1040. 2	GB/T 9341	GB/T 9341	GB/T 1843	GB/T 1033. 1	GB/T 3682
典型值 S. I.	45	4. 0	70	6 500	11	1. 9	4

1.2 主动式钩连体工作原理

U 型件及连接杆由 4 个面构成, 其中一个面为隔槽面。拼装成组合件后有隔槽面均朝外, 组合件拼装完成后进行抛设, 组合件和组合件之间通过自身 U 型件钩连在一起。每平方米至少抛设 8 个主动式钩连体, 分为 2 层, 抛设结束后最下面形成一个整体, 防止被风浪吹散, 同时起到固砂护滩作用。

根据上述对主动式钩连体施工区域工况条件要求的分析, 可知主动式钩连体施工适于滩面平缓、水深较浅、水流变化均匀的区域。主动式钩连体单个质量较小, 只能依靠现场人工组装配合机械设备抛设施工。因此施工区域还要求具备低潮能露滩, 以便于高潮位船机进点作业、低潮位人工登滩整理。

2 主动式钩连体施工条件选择

鉴于主动式钩连体自身结构构造, 主动式钩连体对施工工况条件有较高的要求。由于单个主动式钩连体质量较小 (约 5.4 kg), 只有当水流流速小于 1.0 m/s、有效波高小于 0.8 m 时, 才可以保持稳定。因此, 主动式钩连体抛设施工区只适合在低潮能露滩的位置; 同时为保持主动式钩连体抛设后的稳定性, 对水流条件有较高的要求。当施工区域地势狭窄、水流较快、地形起伏变化较大时, 也不适合进行主动式钩连体抛设施工作业。

3 主动式钩连体施工

主动式钩连体抛设施工为一种新型工艺。为充分测算船机施工和高滩人工辅助机械施工各自的施工效率, 为日后施工积累经验, 采用 2 种施工工艺分别施工: 一部分采用人工组装辅助船机抛设施工, 另一部分采用机械辅助人工组装抛设的方式进行施工。

3.1 船机抛设施工

施工前在铺排船翻板及甲板上均匀抛设土工格栅, 作为主动式钩连体沿翻板下滑至水下时的支撑。为保证主动式钩连体附着在土工格栅上同步入水, 施工过程中须确保土工格栅的抗拉强度,

防止土工格栅出现撕裂。因此，在施工过程中每隔 2 m 设置 $\phi 14$ mm 丙纶绳，穿插于土工格栅空隙之间，并用扎带沿着丙纶绳方向间隔 1 m 进行绑扎，以增加土工格栅抗拉强度。同时在翻板前沿抛设 2 m 宽混凝土联锁片并将其与格栅绑扎，以确保格栅在下放过程中能够顺直。

主动式钩连体配件由铺排船吊机自运输船吊放至铺排船甲板，随后由人工组装主动钩连体并叠放，将钩连体相互间及与格栅间进行绑扎，要求每平方米绑扎个数不少于 3 个。待绑扎完成后按照铺排流程下放格栅并移船，依次循环直至施工完成（图 4）。主动式钩连体采用定点随机抛设的方式施工，控制抛设数量，待抛设完成后大潮汛低潮露滩时，由人工上滩对边缘薄弱区进行补抛，同时将土工格栅边缘与联锁片绑扎联接，确保主动式钩连体整体稳定性。船机抛设主动式钩连体施工流程如图 5 所示。



图 4 船机抛设主动式钩连体

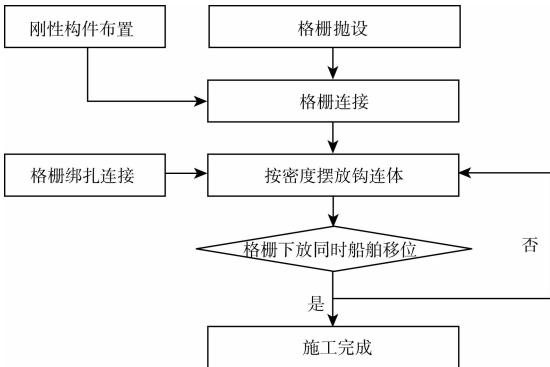


图 5 船机抛设主动式钩连体施工流程

3.2 人工抛设施工

由于施工区域滩面较高，须大潮汛高潮船舶才能将主动式钩连体运抵施工滩面。根据潮位及滩面情况，提前将主动式钩连体构件卸载至摆渡船，摆渡船趁高平潮停靠在施工区域附近。工人在摆渡船甲板上进行主动式钩连体拼装，并将拼装好的主动式钩连体进行捆扎。低平潮时挖机将捆好的主动式钩连体运抵至抛设区域网格内。工人按照每平方米 8 个进行定点定量抛设、绑扎，发现抛设数量不足的及时进行补抛，直至达到验收标准（图 6）。人工抛设主动式钩连体施工流程如图 7 所示。



图 6 人工抛设主动式钩连体

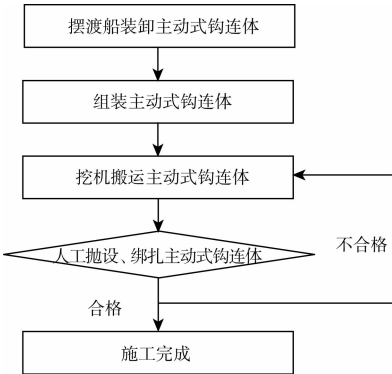


图 7 人工抛设主动式钩连体施工流程

4 抛设主动式钩连体技术要求^[2]

1) 当采用抛设船乘潮抛设时，为保证抛设密度、防止出现钩连体堆积的情况，当风力 ≥ 5 级或水流 ≥ 0.5 m/s 时应停止施工；若采用人工定位抛设则无此限制。

2) 抛设时应由专人对每个抛设区的抛设数量进行记录。

3) 钩连体要与连锁片绑扎连接, 抛设后应趁低潮位人工绑扎, 搭接区每平方米绑扎数量不小于 3 个。

4) 钩连体必须按照设计要求的规格进行采购和检验, 采购及抛设数量不应少于设计工程数量。

5) 钩连体与软体排搭接要求为: 搭接长度不小于 5 m, 搭接区用绑扎绳将钩连体与混凝土连锁片软体排绑扎到一起。

6) 不同抛设区钩连体间的搭接要求: 不同抛设区抛设完成以后需要对衔接位置进行检查, 当衔接区高度小于 1 m 时, 须进行补抛。

5 施工效果监测与分析

1) 抛设结束后的质量抽查结果显示: 船机抛设和人工抛设每平方米的抛设密度在 9 个左右, 均能够达到技术要求, 与抛设时密度控制基本吻合, 说明流失率较低。

2) 抛设结束后测量结果: 抛设边界超出设计边界 1.5 m 左右, 搭接宽度在 6 m 左右, 均能满足设计边界和搭接宽度技术要求。

3) 抛设前后进行定期的滩面高程跟踪监测结果显示: 抛设 1 个月后抛设区平均厚度达到 15 cm 左右, 抛设 2 个月后促淤厚度达到 20 cm, 抛设结束后一段时间内即具备促淤功效。

4) 现场实际显示: 主动钩连体抛设区域冲刷较少, 原先植被及滩面破坏较少。主动钩连体施

工工艺具有防冲刷, 保护生态的作用。

6 结语

通过采用船机和人工抛设 2 种施工方法, 得到了宝贵的施工参数和施工经验。船机抛设虽然抛设快, 但需要候潮作业且需要大型铺排船进行配合施工, 施工成本较高; 人工抛设需低潮滩面作业、挖机配合施工, 成本较低。人工抛设方法施工效率更高。

采用主动式钩连体施工工艺, 施工效率较常规的软体排护底施工有较大的提高, 施工质量得到大的提升, 具有消能减速、防冲促淤、固沙护滩及生态保护等效果, 因此主动钩连体施工工艺值得推广。

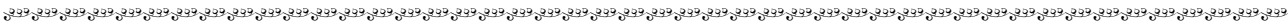
参考文献:

[1] 南京水利科学研究院. 潮汐河段主动式钩连体消能护滩效果试验研究报告[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2013.

[2] 中交水运规划设计院有限公司, 中交上海航道勘察设计院有限公司, 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 等. 长江南京以下 12.5 m 深水航道一期工程白茆沙整治工程主动式钩连体典型应用区段施工图设计说明[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2013.

[3] 中交水运规划设计院有限公司. 潮汐河段消能护滩结构研究(专题一: 主动式钩连体)中间成果[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)



著作权授权声明

全体著作权人同意: 论文将提交《水运工程》期刊发表, 一经录用, 本论文数字化复制权、发行权、汇编权及信息网络传播权将转让予《水运工程》期刊编辑部。