

# 主动式钩连体应用的生态环境效应

赵凯, 王效远, 阚得静

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

**摘要:** 主动式钩连体作为一种新型的消能护滩结构, 首次应用于长江深水航道一期工程中, 该结构的防冲促淤效果显著。通过现场调查采样和实验室检测分析的手段, 对主动式钩连体周围的水生态和水环境多要素进行检测分析。结果表明, 主动式钩连体可改善水生生物生境, 提高生物多样性, 表现出较好的生态环境效应, 对于航道整治工程的生态恢复具有创新意义。

**关键词:** 主动式钩连体; 生态环境效应; 现场监测

中图分类号: O 653; U 656.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)10-0281-05

## Ecological environmental effect of active hook structure application

ZHAO Kai, WANG Xiao-yuan, KAN De-jing

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

**Abstract:** As a new type of energy dissipation and beach protection structure, the active hook structure is used for the first time in the first phase of deepwater channel project of the Yangtze River. The structure has a significant effect on promoting sedimentation and anti-scouring. Through the field investigation and sampling and laboratory detection and analysis, the multi-elements of water ecology and water environment around the active hook structure are detected and analyzed. The results show that the active hook structure can improve the habitat of aquatic organisms and biodiversity, and has a good ecological environment effect. The structure has innovative significance for ecological restoration of waterway regulation projects.

**Keywords:** active hook structure; ecological environmental effect; field monitoring

主动式钩连体作为一种新型的消能护滩结构, 在长江深水航道一期工程中进行了首次应用, 结构从设计理念出发, 突破被动守护的思路, 利用构件主动勾连作用, 达到良好的消能促淤的效果, 结构见图 1。

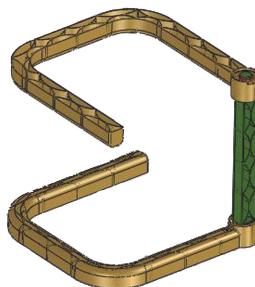


图 1 主动式钩连体空间结构

作为一种新型消能护滩结构, 文献[1-5]从结构形式、材料组成、结构孔隙率、消能机理、防冲促淤效果、施工工艺等多方面进行系统研究和实践, 并对实际工程促淤效果进行监测, 显示守护区域内发生了全面淤积, 防冲促淤效果显著。

混凝土连锁块软体排等传统硬质护滩结构阻断河床底质与水体的联系, 生态友好性差, 而主动式钩连体由于抛投后内部存在较大的孔隙率, 为动植物的生长提供了充足空间。因此, 除了能够起到防冲促淤功能, 主动式钩连体具有生态环境效应优势, 生态效果见图 2。



图 2 主动式钩连体实施后生态效果

## 1 工程概况

长江南京以下 12.5 m 深水航道建设工程一期工程, 主要通过实施长江太仓—南通河段洲滩关键部位守护工程并结合疏浚措施, 实现 12.5 m 深水航道延至南通, 航道整治工程主要包括通州沙、白茆沙整治工程。在白茆沙北潜堤内侧 200 m × 40 m(长×宽)范围布置主动式钩连体试验段, 应用位置和实施效果见图 3、4。该区域滩面高程较高, 为 0~0.4 m(85 高程)。

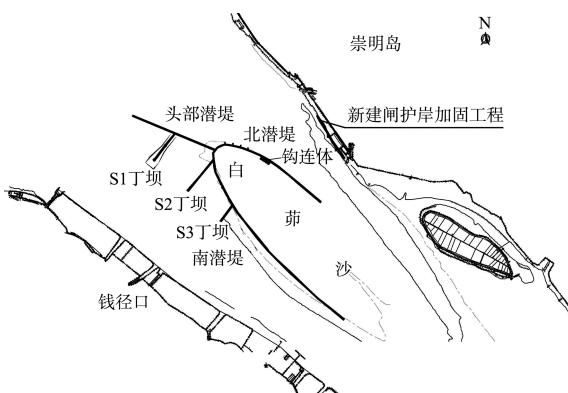


图 3 主动式钩连体典型应用区域



图 4 抛投后实际效果

## 2 生态环境监测方案

为研究主动式钩连体结构的生态环境效应优势, 开展现场水环境监测与水生态调查, 采用对比法, 分析钩连体结构护滩试验段、软体排抛石护滩段和无护滩段的水质、沉积物性质差异与底栖生物、附着生物、浮游动物、浮游植物种群结构等指标差异, 技术路线见图 5。

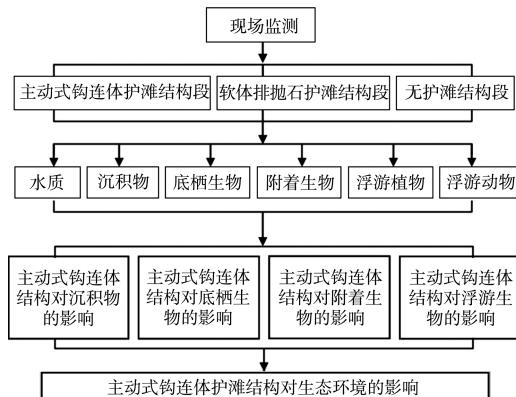


图 5 生态环境监测技术路线

分别在主动式钩连体护滩、软体排护滩和无护滩结构的天然洲体段设置 3 个采样区域, 每个区域设置 3 个采样点, 见图 6。采样区域选择高程接近、水位一致、位置靠近的点, 以排除不同水动力环境或水深等自然因素对结果的影响。采样工作共为期 1 年, 每 3 个月进行一次, 即于 3、6、9 和 12 月进行。实际操作中, 分别于 3 月 15 日、6 月 11 日、9 月 8 日和 12 月 15 日落潮后低水位时上洲滩进行采样。

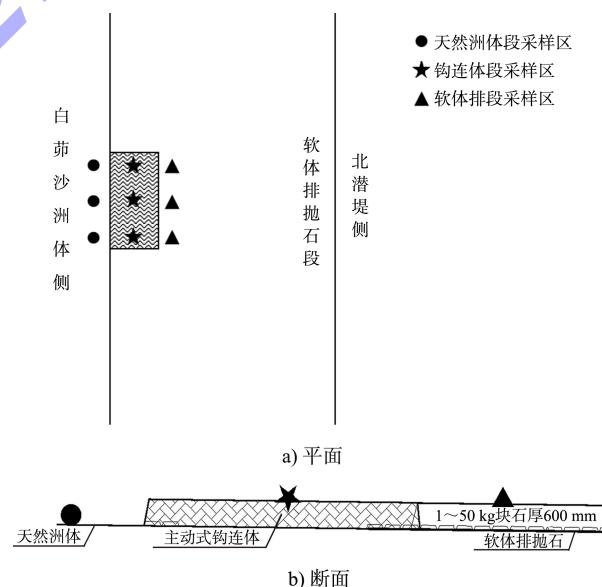


图 6 采样区位置

## 3 监测数据分析

### 3.1 沉积物

#### 3.1.1 淤积深度

以 3 月份作为起始时间在随后 6、9 和 12 月进行检测监测, 结果见图 7(图中泥深为累计值)。可以看出, 主动式钩连体的泥深增加最大, 3 次平

均增加了 200、350 和 430 mm, 平均淤积速率达到 48 mm/月。其促淤效果分别是软体排段的 3.2 倍和洲体段的 9.6 倍, 促淤能力非常显著。

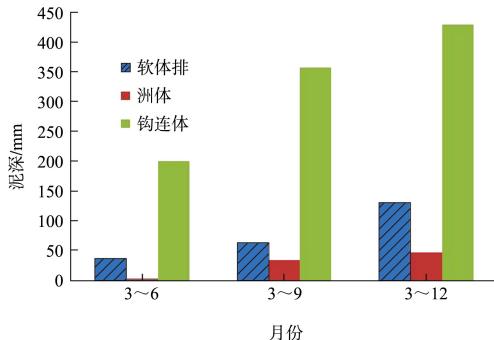


图 7 各采样区域泥深分布对比

### 3.1.2 重金属元素和营养盐

3 个采样区域表层底泥中常见重金属污染元素有铬(Cr)、锰(Mn)、镍(Ni)、铜(Cu)、锌(Zn)、砷(As)、铅(Pb)和镉(Cd), 营养盐为总氮(TN)、总磷(TP)和总有机碳(TOC), 重金属污染元素和营养盐含量的对比分析表明, 钩连体结构没有表现出异常含量。分别以镉和总磷为例, 见图 8。

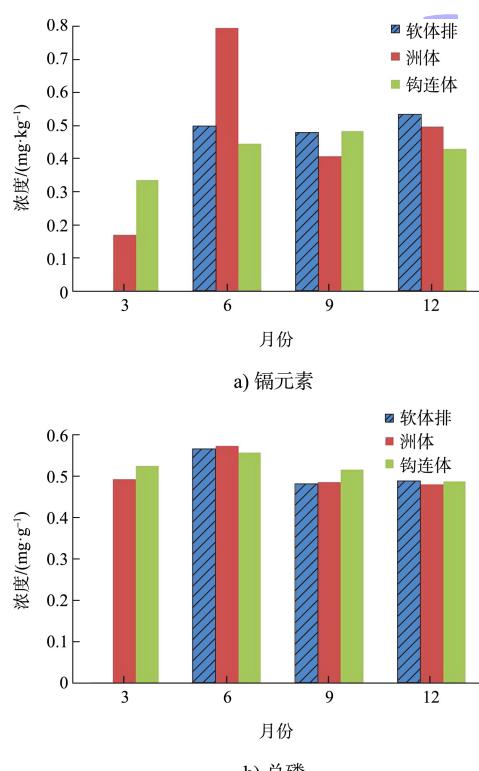


图 8 各采样区域表层底泥镉元素和总磷浓度对比

### 3.2 底栖生物

3 个采样区域共发现底栖生物 6 纲 16 种, 种

类丰富度不高, 均为长江中下游浅水湖泊习见种类, 底栖生物量占比见图 9。

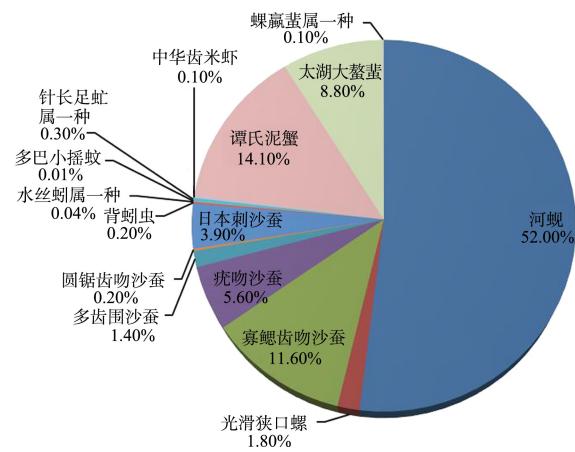


图 9 底栖生物各种类生物量占比

3 个监测段生物量、生物密度对比数据显示, 钩连体中的底栖生物量和生物密度高于软体排和洲体, 见图 10。差异主要由 3 个监测段自身特性所决定, 软体排+抛石结构用混凝土结构覆盖住整个沉积物表面, 完全切断了与原有界面的物质循环和能量流动; 钩连体结构是框架结构, 对原有沉积物表面破坏有限, 而且比原始状态具有更复杂的水动力条件; 洲体由于无工程措施, 保留了原始状态。从图 10 可以看出, 洲体中底栖生物的密度在 12 月达到最高, 但由于 9 月以河蚬为主, 单个质量远大于其他底栖生物, 所以此时生物量最高。

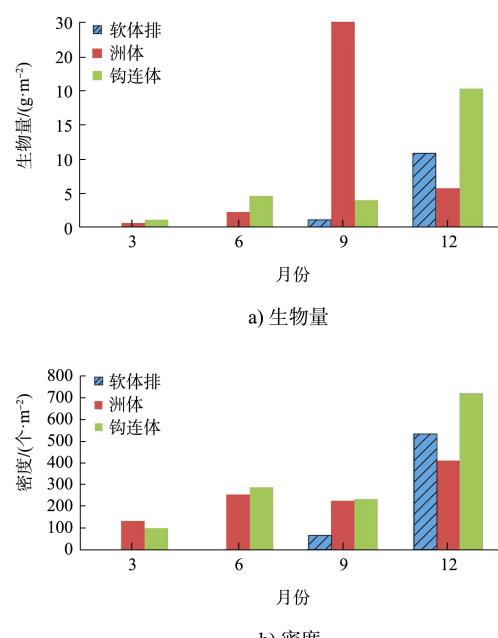
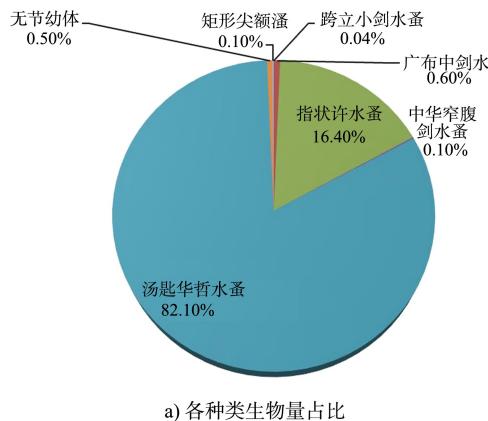


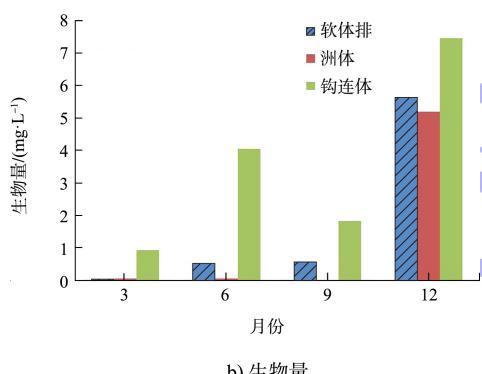
图 10 底栖生物量和密度对比

### 3.3 浮游动物

同样,对于浮游动物、浮游植物、附着生物的监测数据也有与底栖生物类似的规律。3个区域共发现桡足类和枝角类共计7种浮游动物,浮游动物生物量及生物密度见图11。



a) 各种类生物量占比



b) 生物量

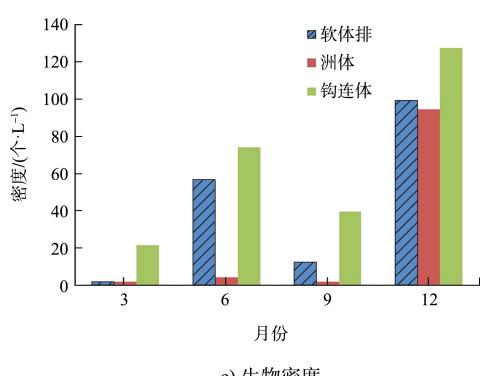
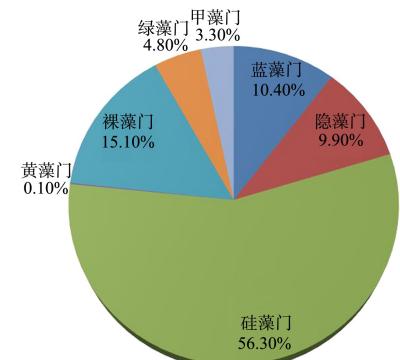


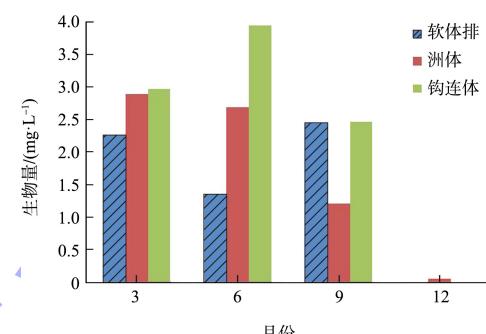
图 11 浮游动物生物量及生物密度对比

### 3.4 浮游植物

3个区域共发现浮游植物共7门31种,浮游植物生物量及生物密度见图12。



a) 各种类生物量占比



b) 生物量

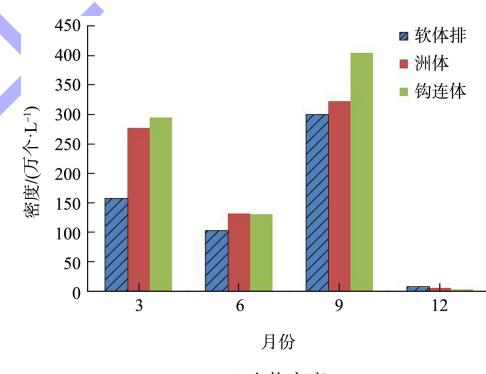
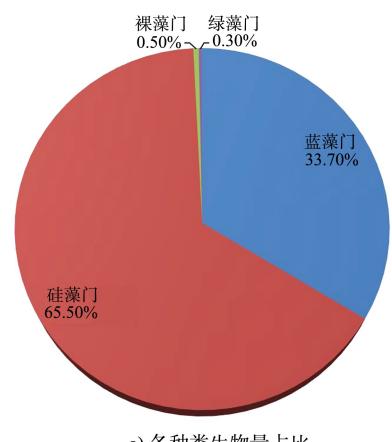


图 12 浮游植物生物量及生物密度对比

### 3.5 附着生物

3个区共发现附着生物4门45种,附着生物的生物量及生物密度见图13。



a) 各种类生物量占比

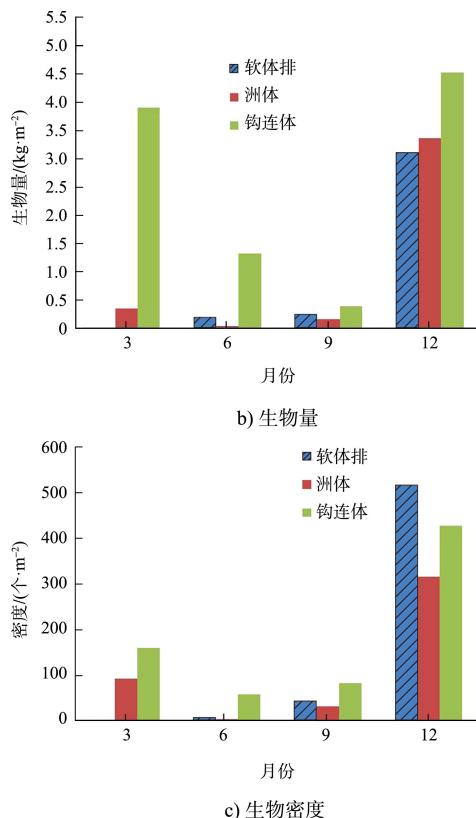


图 13 附着生物的生物量及生物密度对比

主动式钩连体结构的生态效应有别于传统的硬质护滩结构, 主要是由于该结构营造复杂的水体环境, 为浮游生物提供良好的生存环境, 表现为浮游动、植物的数量增加和叶绿素浓度升高。悬浮物和浮游生物的增加为底栖生物提供了食物来源, 底栖生物的数量也显著升高。

(上接第 280 页)

2) 相比较平底方案, 由于突扩廊道突扩体出口廊道高于阀门处进口廊道 1.0 m, 突扩廊道收缩升坎的约束提高了主流在突扩空腔以及下游廊道内走向的稳定性和漩涡空间排列结构的稳定性, 进一步稳定了门后旋滚区、增加了消能效果。主回旋区被限制在检修门前, 有利于减小下检修门槽压力脉动及空化。

3) 由于突扩廊道采用底部突然扩大的体型, 阀门孔口出流主流向下倾斜, 流动较为顺畅, 阀门底缘的绕流流态也相应得到改善。底扩不但减弱了阀门底缘空化, 还可减小底缘处水流压力脉动, 对抑制门体振动也较为有利。

4) 万安二线船闸输水系统阀门后廊道推荐采

## 4 结语

1) 在钩连体施工初期及施工后近 1 年内, 钩连体结构区域泥沙月平均淤积强度达 48 mm, 钩连体结构具有非常好的促淤效果。

2) 钩连体段内的重金属元素和营养盐等有害物质与软体排和天然洲滩相比, 没有明显差异。

3) 钩连体结构所营造的复杂的水体环境为水生生物提供良好的生存环境。底栖生物、附着生物、浮游动物和浮游植物的生物量和生物密度的数据都表明, 钩连体中的生物数量和丰富程度高于软体排。

4) 根据监测数据分析, 主动式钩连体这种新型的护滩结构形式表现出较好的生态环境效应。

## 参考文献:

- [1] 魏祥, 夏云峰, 吴道文, 等. 主动式钩连体结构孔隙率研究[J]. 水运工程, 2014(3): 8-12.
- [2] 方爱东, 王效远, 赵凯. 长江白茆沙航道整治技术[J]. 水运工程, 2016(10): 136-140.
- [3] 王效远, 赵凯, 徐华. 主动式钩连体防冲促淤效果研究[J]. 水运工程, 2016(11): 8-12.
- [4] 王效远, 赵凯. 长江南京以下 12.5 米深水航道主动式钩连应用研究[J]. 中国水运, 2016(7): 53-54.
- [5] 韩崇蛟, 郭素明, 李培阳. 主动式钩连体在白茆沙整治工程中的应用[J]. 水运工程, 2015(9): 6-9.

(本文编辑 王璁)

用“顶部突扩+底部突扩”形式。

## 参考文献:

- [1] 刘平昌, 刘德邦, 向文英. 船闸阀门后廊道体型水力特性试验研究[J]. 重庆交通大学学报, 1993, 12(1): 96-101.
- [2] 李云, 须清华. 船闸突扩廊道体型的水力特性[J]. 水利水运科学研究, 1988(4): 1-10.
- [3] 严秀俊, 胡亚安, 王蛟, 等. 旁海船闸阀门水力特性与防空化技术研究[J]. 水运工程, 2016(12): 31-35.
- [4] 南京水利科学研究院. 船闸输水系统设计规范: JTJ 306—2001[S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [5] 南京水利科学研究院. 万安枢纽二线船闸工程阀门水力学模型试验[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2018.

(本文编辑 武亚庆)