

# 八卦洲右缘袋装砂土枕 护岸技术试验性研究

罗京蕾,仇远旺,杨 樾,何 昊,石蓝星,马雨衍

(南京市长江河道管理处,江苏 南京 210011)

**摘要:**为确保八卦洲右缘深槽防护工程的有效实施,在施工现场进行了袋装砂土枕抛投试验性研究。设计了袋装砂土枕护岸技术试验内容,并采用了开驳船抛投施工工艺,最后从抛投落距、充盈率、试抛效果等方面进行了分析,试验结果为大规模工程施工控制提供数据支撑,且为类似河道深槽防护工程提供借鉴。

**关键词:**袋装砂土枕;护岸技术;八卦洲

中图分类号:TV861

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2025)01-0010-0004

## Experimental research on the bank protection technology of bagged sand pillow on the right edge of Baguazhou

LUO Jinglei, QIU Yuanwang, YANG Yue, HE Hao, SHI Lanxing, MA Yuyan

(Nanjing Yangtze River Administration Office, Nanjing 210011, China)

**Abstract:** To ensure the effective implementation of the deep groove protection project on the right edge of Baguazhou, experimental research was conducted on the throwing of bagged sand pillows at the construction site. The experimental content of the bank protection technology of bagged sand pillow was designed, and the construction technology of dumping by barge was adopted. Finally, an analysis was carried out from aspects such as the dropping distance of dumping, the filling rate, and the trial dumping effect. The experimental results provide data support for the construction control of large-scale projects and offer references for similar river deep groove protection projects.

**Key words:** bagged sand pillow; bank protection technology; Baguazhou

随着国民社会经济迅猛发展,人们对生态、环境保护要求提高。传统的开山采石方式造成空气污染,逐渐受到限制,且块石料源逐步走向短缺和枯竭。为解决该难题,在八卦洲右缘采用新型砂袋水下护岸施工工艺,将长江中无工程可用性的可取江砂作为主要原料就地充填的大体积砂袋,应用于八卦洲右缘深槽防护工程,一方面解决了天然砂石

材料短缺问题,另一方面为天然江砂的资源化利用找到一条有效的途径,同时,还解决了八卦洲左汉江砂的次生淤积问题。实际工程中砂袋水下抛投受水深、流速、边坡坡度、抛投方式等各种因素影响,不能直接套用试验室计算的抛投落距公式,须进行现场预抛投试验,有效指导后续工程施工。本文对开工前袋装砂土枕试验性结果进行研究整理,

收稿日期:2024-09-09

作者简介:罗京蕾(1992—),女,工程师,硕士,主要从事水利工程建设管理工作。E-mail: 936537525@qq.com

旨在探索长江经济带生态优先、绿色发展的新路子,对于贯彻落实长江大保护科学发展观,加快建设资源节约和发展环境友好型社会具有重要意义。

## 1 工程概况

八卦洲头右缘深槽防护工程采用袋装砂土枕护岸技术、网兜块石护面、抛石护底的形式进行冲刷深槽及岸坡防护,防护区面积为16.91万m<sup>2</sup>。袋装砂土枕护岸砂料取自左汊进口黄家洲边滩,采用三级复式断面防护,坡比均为1:3,顶高程为-5 m,顶宽为5 m,二级平台顶高程-15 m,宽5 m,三级平台顶高程-25 m,宽10 m<sup>[1]</sup>。八卦洲头右缘深槽分为上下游两个区域,设计抛投砂袋方量分别为48.17万m<sup>3</sup>和45.36万m<sup>3</sup>,其中一个区域施工前采用开底驳船抛投施工工艺进行试验。

## 2 试验内容

为准确抛投砂袋,需通过试验确定抛投落距系数、充盈率两项数据,且试抛后,还需分析成型率来验证试抛效果。

### 2.1 抛投落距试验

(1)抛投落距系数计算。砂枕落入水中后,受流速、砂枕自重和水深等因素影响,漂移一段距离后才能落至河床,可通过漂距反算出抛投落距系数 $K$ 值,具体方法为:在定位船定位后,测得水流流速 $V$ 及抛投断面处水深 $H$ ;充填砂枕后,测量长宽厚,计算出体积,再根据砂枕密度求得质量 $W$ ;砂袋抛投后,通过调节浮球位置、采集浮球点坐标,间接计算出水下定位坐标,算出漂距 $S$ 。根据经验公式 $S=KVH/W^{1/6}$ ,反算得出 $K$ 值,作为漂距计算的参考值<sup>[2]</sup>。

(2)抛投落距系数修正。因施工现场水流条件和施工状况复杂,直接套用抛投落距公式计算的 $K$ 值并不精确,因此,可在现场施工试抛后,采用GPS和多波束声呐测量相结合的方法,通过抛前、抛后水下地形测量对比,找到沙袋落点,从而求出漂距,调整定位船并修正 $K$ 值,为后续大规模施工提供支持<sup>[3]</sup>。

### 2.2 充盈率试验

(1)充盈率计算。单袋充填前检查袋体质量完好无损,开始计时,充填包括铺袋、充砂、踩排、冲砂等过程,在砂枕抛投前为砂袋充填单位时间。现场试验砂袋平均含水率,计算砂袋充填质量,对比砂袋理论重量,得出砂袋充盈率。

(2)充枕时间分析。本工程砂袋充盈率要求达到70%,通过充盈率试验找出最短达到设计充盈率的时间,以便提高后续施工效率。具体方法为试抛多组,得到相应的数据,记录每组充填时间 $t$ 并按照上述方法计算出充盈率,通过调整充填时间 $t$ ,找出达到设计充盈率的最短充枕时间<sup>[4]</sup>。

## 3 施工工艺

试抛采用开驳船抛投工艺,工艺满足八卦洲右缘水下深槽、陡坡类地势岸坡防护要求,施工工艺流程为:布设控制点、抛投前水下地形测量、试验区网格划分、船舶定位、砂料运输、充填抛投砂枕、抛投后水下地形测量等。

### 3.1 网格划分

施工前先将砂袋抛投区分为7层,每层5 m,如图1所示,分别为第一层(-36 m~河床底)、第二层(-36~-31 m)、第三层(-31~-26 m)、第四层(-26~-21 m)、第五层(-21~-16 m)、第六层(-16~-11 m)、第七层(-11~-6 m);再根据一次性抛投入水的砂袋堆体尺寸,将每层划分为若干30 m×30 m的区格进行总量控制,各区格再划分为30 m×7.5 m的小格,定点定量抛投砂袋,从下层往上层依次填筑、均匀上升<sup>[1]</sup>。

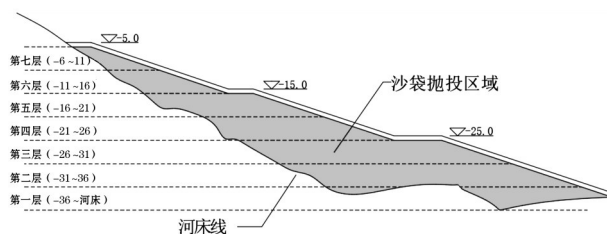


图1 砂袋抛投区域分层布置示意(单位:m)

### 3.2 船舶定位

根据分层分区布置选定的定量抛投位置,通过GPS定位装置选定位置并锚定定位船。定位船定位可采取二次定位法,首次定位是在砂袋施工前根据经验进行预定位,部分砂袋充填完毕后,再根据实际情况算出的漂距进行精确定位,确保抛投的准确性。定位船锚定方式如图2所示<sup>[4]</sup>。

### 3.3 砂料水上运输

在黄家洲边滩指定泥沙淤积区疏浚取砂,经航道管理部门审批,运砂船满载时从远岸或近岸一侧靠近定位船,空载时从另一侧绕回,保证施工期间航路及施工区内运输路线畅通,运输路线如图3所示。



均值为2.24,砂枕漂流方向与水流方向基本一致,在试抛一定区格后,用多波束进行测量,调整 $K$ 值。多波束测量调整 $K$ 值记录见表2。

通过多波束跟踪测量,袋装砂枕漂距 $K$ 值系数平均值为1.72,水体表面流速比平均流速慢0.14~0.2 m/s。因为抛投深度较深,受水流等因素影响较大,因此在计算抛投落距系数时,要同时注意涨、落潮的影响。将施工时流速仪所测得的水体表面流速加0.17 m/s作为平均流速, $K$ 值系数取1.72,按漂距经验公式计算得出漂距,以指导本工程后续施工作业。

#### 4.2 砂袋充盈率分析

充盈率试验结果统计见表3。

经过现场试验,砂袋要达到设计充盈率70%,开驳船抛投工艺的砂枕充填时间宜在11 min。

#### 4.3 试抛后效果分析

试验段砂袋抛投施工完工并完成各缺陷点补抛后,使用多波束声呐对砂袋水下护岸结构进行测量,测量结果如图4所示,抛投砂袋形成的护岸结构均匀,各断面砂袋护岸结构高度达到设计高程。

结合现场施工记录和试验数据成果来看,抛护范围覆盖了设计抛区,测点合格率和断面增厚值、

表2 多波束测量调整 $K$ 值记录

序号	水深/m	平均流速/(m/s)	抛枕质量/kg	漂距/m	$K$ 值
1	41.02	1.047	12 800	14.46	1.63
2	38.81	1.083	12 800	12.14	1.40
3	41.08	1.104	12 800	17.16	1.83
4	38.31	0.572	12 800	9.09	2.01
5	31.90	0.558	12 800	6.72	1.83
6	30.06	0.540	12 800	5.46	1.63

表3 充盈率试验结果统计

序号	充枕时间/min	长/m	宽/m	高/m	实测体积/m <sup>3</sup>	理论最大体积/m <sup>3</sup>	充填度/%
1	12	9.82	1.50	0.55	8.10	11.304	72
2	12	9.78	1.51	0.54	7.97	11.304	71
3	11	9.85	1.48	0.54	7.97	11.304	70
4	11	9.81	1.51	0.54	7.99	11.304	71
5	10	9.78	1.51	0.53	7.82	11.304	69
6	10	9.84	1.49	0.53	7.77	11.304	69
7	10	9.83	1.50	0.54	7.96	11.304	70
8	10	9.82	1.51	0.53	7.85	11.304	70

增厚率均达到规范、设计要求,开驳船抛投工艺满足施工需求。

## 5 结 论

通过本次八卦洲右缘袋装砂枕抛投试验,成功将设计标准和试验数据转化为施工控制参数,有效验证了抛投方式的适应性、运砂船行进路线的安全性、施工船舶布置的合理性,找出了在较短的时间内砂袋充填率达到设计要求的方法。通过试验区内的水流流速、水深测量以及本次砂枕抛填试验数据分析,得到了八卦洲右缘袋装砂土枕抛投试验

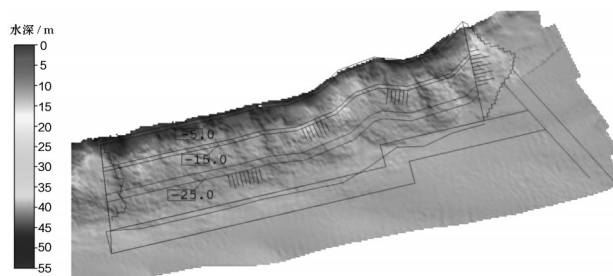


图4 试验段砂袋抛投完毕后测量地形(单位:m)

段落距系数 $K$ 的合理取值,验证了砂袋水下护岸技术关键施工工艺的可行性。

(下转第20页)

体趋势大体相同;基于高级指标的水闸安全评价结果表明,各类影响因素中对水闸安全造成显著影响的是下游水位,影响最小的因素是温度。(3)综合评价结果为向量 $v_i$ ,结合水闸水平位移评价集 $V$ 可知水闸评价等级为“安全”。本文方法适用于水闸安全预警,通过可靠的预警信息反馈水闸安全运行状况,为水闸维护管理提供依据,及时排除安全隐患,保障水闸安全运行。

#### 参考文献:

[1] 俞扬峰,马福恒,娄本星,等. 基于BIM+GIS的区域水闸

安全监测分析预警系统研发[J/OL]. 水利水运工程学报,1-13[2024-12-04].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1613.TV.20240716.1859.006.html>.

- [2] 毛战亮,吕辉. 多闸段病险水闸安全综合评价[J]. 水利技术监督,2024(9):288-291.
- [3] 冯露,张今阳. 基于改进CRITIC-FAHP理论的大型水闸安全运行多级模糊综合评价[J]. 吉林水利,2024(8):16-21.
- [4] 沈昊,王铁力,吴东伟,等. 基于SVM的水闸安全综合评价模型及其应用[J]. 水利技术监督,2023(9):258-262.

(上接第13页)

#### 参考文献:

- [1] 李铭华,严彬,朱相丞,等. 复杂流态下长江深槽岸坡沙袋防护设计与施工[J]. 水运工程,2020(10):198-202.
- [2] 熊勇子,李大峰. 南京幕燕滨江路沿江岸坡水下抛石护岸施工探讨[J]. 科技与企业,2012(14):252-253.
- [3] 朱昊,王茂枚,娄丹,等. 袋装沙枕水下抛投漂移距现场试验研究[J]. 水运工程,2022(2):191-196.
- [4] 季骏,徐文婕,鲍中秋. 河道整治工程中袋装砂土枕试

验方案的分析[J]. 大众标准化,2022(18):101-103.

- [5] 邓传贵,甘磊,庄雪飞. 南京八卦洲袋装砂抛枕防护施工技术研究与应用[J]. 人民长江,2021,52(11):150-154,174.
- [6] 金毅,杨梅萍,曹茜茜,等. 浅谈吹填技术在温州东围堤工程中的应用[J]. 大坝与安全,2011(2):57-62.
- [7] 林宏,尹必岭. 在围堤龙口封堵工程中的退堤施工[J]. 中国水运,2010(6):48-49.