

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.02.039

长江崩岸应急治理方案研究及应用

郭晓玲, 姚玉扣

(仪征市水利工程总队, 江苏 扬州 211400)

摘要: 为了确保内河向长江泄洪通道的顺畅, 入江口附近江堤崩岸治理是十分必要的。提出抛石与主动钩连体抛护江堤方案, 总结了江滩抛投工程特有的安全隐患注意事项。并结合抛投区域的复杂地理条件, 重点分析抛投技术流程应用于长江(江苏段)崩岸治理工程中。根据现场抛投试验数据, 提出块石与钩连体的水平漂距计算公式, 得到工程段抛投体漂距为 5.2~7.5 m, 进而可选用 12 m 吊臂的起重机在 5 m 宽、10 m 长的单元内进行抛投, 经水下地形测试抛投效果良好, 为类似工程提供参考。

关键词: 江堤; 崩岸整治; 主动式钩连体; 抛投试验; 质量控制

中图分类号: TV856

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)02-0137-04

0 引言

长江经济带是我国经济发展的重要方向之一, 是党中央“十四五”规划的重要决策之一, 长江沿线整治已成为涉及省市的重点规划项目^[1]。其整治工程主要为崩岸治理、环境提升、码头整治等方面。根据每年排查统计, 长江中下游崩岸险情范围约占总沿线的 60%, 发生频率及范围也具有增长趋势, 选用一种可靠的、生态的崩岸治理方案已得到相关部门的重视^[2-3]。有学者^[4]在崩岸监测技术方面提出应持续的、全面的搜集相关数据, 建立全面的、科学的崩岸案例数据库。也有学者^[5-6]在崩岸治理方面, 结合当下块石资源短缺的现状, 提出采用人工预制混凝土块作为替代的治理方案。也有学者^[7-8]根据崩窝数量多、联动范围广、破坏性大等特点, 从抛护体形状方面研究能适应长江岸堤强冲刷的抛投体, 提出网格笼混凝土块及大面积格宾护垫的防护型式。也有学者^[9-10]从抛投技术方面研究抛投体漂移轨迹, 提高抛投体落定位置精度, 使得抛投质量得到有效控制。但在现阶段研究成果中, 鉴于长江岸堤的河势变化复杂多样, 抛投数据搜集仍不全面, 仍需大量抛投试验作为工程施工的前提条件。

本文提出一种抛石与钩连体配合的江堤抛护方案, 总结该类工程的抛护重点注意事项及可能出现的安全隐患。经现场抛投试验, 拟合抛投体漂移公式并论证抛投设计, 为江堤崩岸治理工程提供可靠试

验数据。在保证抛护质量的同时, 优化抛投体数量, 提高工程经济效益。

1 崩岸应急治理方案概述

长江岸堤崩岸因具有破坏范围较大、土层含沙量较高、江水潮汐涨落落差较大等特点。其崩岸治理方案应以整体性较好, 能够大面积带水施工的防护措施为主。抛石护岸是一种最为有效且环保的措施, 但随着近年来合适的石料越来越难采购, 出现了一种预制混凝土材质的主动式钩连体防护型式(见图 1)。两种抛投型式也可根据各自适用条件, 划分区域配合实施。总结两者实施条件及注意事项详见表 1。

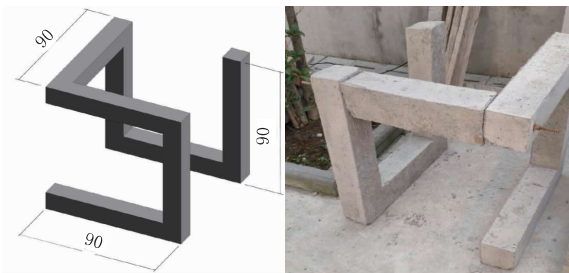


图 1 预制钩连体设计及成品示意图

表 1 抛石与主动钩连体抛投实施对比特性表

序号	分析选项	抛石方案	主动钩连体方案
1	工艺及规范	传统工艺, 现有《长江水下平顺抛石护岸施工规范》	新型工艺, 无具体施工规范标准
2	成品	筛选石块, 块石原材料质量需达标, 应有专门检测机构合格证	结构单一, 混凝土预制, 可内置钢筋
3	运输	石料运输车或船将石料运至平板运输船进行抛投	人工抬运至指定区域定制托盘内, 并整齐堆放
4	抛投方法	工程水域进行均匀抛放, 潮位低时挖掘机整平抛石坡面	分区域分单元进行抛投

收稿日期: 2021-10-20

作者简介: 郭晓玲(1985—), 女, 本科, 工程师, 从事水利工程项目管理工作。

2 抛投质量控制因素分析

2.1 安全隐患分析

不管是抛投块石还是钩连体,抛投的过程中仍会存在各种安全隐患,应事先做好预防及应急准备。安全施工的控制重点:浮吊船上作业安全、运

输航道通航安全、辅助船只通航安全、挖掘机操作安全、临时用电安全、吊机操作安全。抛投过程中可能造成水上船只碰撞或搁浅事故,严重情况下会出现人员落水或伤亡事故。应重点分析施工作业种类、危险源、可能出现危险情况,以及提出控制措施,详见表 2。

表 2 长江岸坡抛投防护施工安全隐患分析列表

序号	施工作业	危险源	隐患	控制措施
1	绞刀清理、维修作业	异物下落、人员滑落或因控制开关未关闭到位而意外动作、安全防护不到位等	人身伤害	作业现场设置安全防护设备设施;加强驾驶台与作业现场联系;作业人员穿戴劳动防护用品;作业要全程监控
2	船舶系离泊位作业	指挥失误、违章指挥;违反操作规程、绞缆配合失误、缆绳磨损严重或受力不均、缆绳崩断、人站在缆圈内或跨住缆绳	船舶碰撞、搁浅、断缆、人身伤害	《系离泊安全操作须知》
3	船舶在视线不良时航行与施工	大雾、大雪、暴风雨;未按规定鸣放雾号;没有保持正规瞭望和按规定加派了头	船舶碰撞、搁浅、触礁、人身伤害	《自航工程船舶在能见度尚可情况下施工航行安全规定》、《船舶在视线不良时的航行须知》、《特殊航区(限制水域、接近陆地、交通密集区、狭水道等)航行须知》
4	船舶航行	未使用安全航速;雷达受天气、海况等影响造成观测困难;雷达盲区影响;驾驶员对雷达观测结果做出错误判断	碰撞、沉没、人身伤害、判断失误导致碰撞或形成紧迫局面	
5	船舶在大风浪中航行或锚泊	船壳板、甲板腐蚀或缺陷,水密设施未处于良好状态;大浪拍击船体或操纵不当、失误;船舶舱室门摆动;甲板设备未加固或不牢	船舶进水、沉没、人身伤害	《安全生产检查规定》、《船舶水密设施检查规定》、《大风浪中船舶操纵须知》、安全教育、对设备进行绑扎固定、《船舶锚泊作业规定》
6	船舶锚泊作业	水流、水深、地质、潮汐影响、抛锚方法不当、锚链过短;抛锚时,未观察船艏下方是否有其他小型船只或人员	走锚、人身伤害	
7	船舶起重作业	吊具、索具破损或选用不正确;大风浪中吊装设备	人身伤害或机械损坏	日常检查保养、作业前安全检查,遵守船舶起重作业安全规定;吊装作业“十不吊”
8	收放救生艇作业	救生艇制动器失灵随艇人员未穿救生衣;联系不畅或有误;救生艇摘挂前后钩顺序不当、艇机摇把反转	落水淹溺、人身伤害、物体打击	《救生艇安全操作规定》
9	船舶发生紧急情况	碰撞/触礁;船舶进水;主机失灵;舵机失灵;火灾/爆炸;恶劣天气;人员伤(重伤)亡;搁浅;船舶失去操纵能力;结构损坏;人员落水;弃船;拖带航行中断缆;船舶施工中断耙	导致人身伤害或设备损坏	《项目部应急救援预案》
10	避雷针保护半径未定时检测	无人监护或监护失误;电线短路;带电作业防护缺陷;电气设备没有重复接地;雷击	触电、火灾、人身伤害	《电器作业安全操作规程》

2.2 抛投准备及试验控制

抛投工程的质量控制重点在抛护面的完整性、均匀性等方面,其中块石抛投应满足厚度设计限值,钩连体抛投应满足单位平方米内数量设计限值。抛投试验前期应做好水下地形探测,制定相应抛投施工方案。主要控制因素有定位、工具选用、抛锚顺序三大因素。

(1)定位船坐标的计算是整个抛投工作中最为重要的一个环节,定位的结果直接影响抛投体的防护效果,如图 2 所示。指派专业人员进行现场协调,确保定位船就位后,还应采用专业探测技术进行复测,并通过定位船各方向固定锚索反复调整至设计位置。施工过程中,偏移量超过 0.5 m 时,应进行调整

或重新定位。抛投位置应考虑吊机工作不可避免的死角问题。

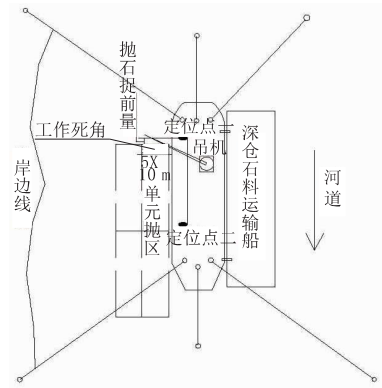


图 2 定位船抛锚布置示意图

(2)定位船应配套满足水深及抗水流冲力的锚和缆绳。鉴于水流流速影响,一般上游锚选用较重的

锚,约为下游的 1.3~1.5 倍重。且连接锚的缆线应选用直径不小于 21.5 mm 的钢缆,定投用钢缆规格可稍微小一些。

(3)为保证抛护船的稳定性,通常在船头和船尾各配备 3 根钢缆固定。每根钢缆配备一个电动收放控制装置,便于调整船身方向。其中船头主缆承担水流带着船往下游飘的拉力,船尾尾缆控制涨潮时上下位移。抛锚时应严格按照先上游锚后下游锚顺序,兼顾先外锚后里锚的原则,最终以八字锚定位。

(4)抛投试验设计方案通常采用 20 m 为一段,根据抛投区域情况确定划分单元的尺寸。抛投作业正式开始前,为防止出现搁浅或触碰障碍物等情况,抛投段水深应重点加密测量。比对水下地形图,在探测前后 3 次均无较大变化时可开展抛投材料准备作业。抛投区域根据水下地形划分为若干方格区域,根据初步匡算的抛投量进行材料准备。同时在进行抛投前,应对船下位置实际水流流速进行测量,测速位置深度应在 2/3 水深处。需采用具有一定强度和防腐性能的绳索绑好抛投体,记录抛投位置与水下落点位置坐标,通过坐标换算可得到相应漂距。最终根据试验数据拟合抛投轨迹方程,使得抛投作业的均匀、连续得到有效控制。

2.3 工艺流程控制

为确保钩连体能均匀的抛投至每个区格内,可采用吊装沉放或滚卸工艺对钩连体进行抛投作业。抛投时应根据抛投区实际地形进行抛投量及位置动态调整,以保证岸坡防护效果。抛投体为钩连体时,可采用平板船运输至浮吊船上拼装后抛投;抛投体为块石时,可采用网兜抛石工艺对水下护岸进行抛石施工,水下护岸部分还需用挖掘机进行平整。具体操作流程见图 3。抛投顺序应严格按照先浅后深、先近后远、先上游后下游。在工程开工前,应组织监理、承包人和发包人对石料产地进行考察,并由监理单位代表对料场石料现场取样并送检有块石检测资质的机构进行块石检测,只有石料的硬度、湿抗压强度、软化系数、容重及有关指标满足设计要求,才能作为供料场。运输船的配备根据工程规模而定。石料运输船舶宜选择 1 000 t 货船,钩连体运输船宜选择 400 t 平板船进行钩连体运输,每艘抛投船上配有所需的 GPS-RTK 测量定位系统,石料运输船的网兜也采用质量较好的网兜,保证在起吊及回旋过程中不发生破裂,以保证施工质量及安全。

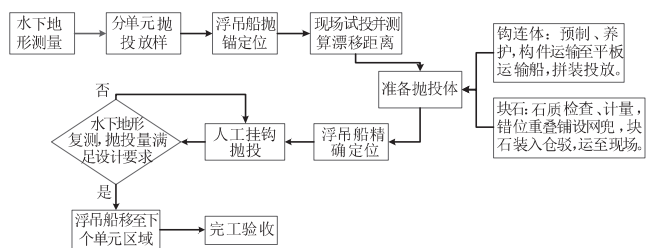


图 3 抛投体抛投施工工艺流程示意图

3 工程应用

3.1 工程概况

长江(江苏段)岸堤崩岸治理工程,主要分布在南京至南通约 72 km 范围内。共排查出较大崩岸约 20 处,其中仪征小河口处因地形特殊,存在近似直角的冲刷弯道。该段防冲要求较高,拟采用具有较高强度的钢筋混凝土钩连体进行抛护。小河口段新建护岸长度约 1.1 km,拟沉放主动式钩连体方案为主,近岸采用散抛石防护,抛护宽度为 65~90 m,划分 3 个区域进行综合抛护,见表 3。

表 3 长江岸坡(江苏段)抛投防护设计

抛护位置	抛护方案	设计内容	水深/m	抛护面积/万 m ²
近坎边线区域	抛石	抛宽 10 m, 抛厚 1 m	0.0~0.8	1.2
设计枯水位以上至坎边抛石外缘	钩连体	每平米沉放 2 个钩连体	0.8~1.5	4
设计枯水位以下	钩连体	每平米沉放 32 个钩连体	1.5~3.0	4

3.2 现场抛投试验

(1)分单元抛投设计

区格的尺寸也是影响抛投质量的因素之一,其宽度影响抛投船单次抛投效率,长度直接影响抛投船的定位次数和施工进度。抛投过程中应特别注意,各小区格的抛量和数量应基本一致,区格抛量偏差应在设计抛量的±5%范围内。本工程钩连体与块石的抛投均采用起重机抛投,起重机吊臂回转半径 12 m,拟将抛区划分成面积相等的标准区格,便于工程范围整体划分控制,进一步细分的小区格是为了便于抛投质量控制。垂直到向宽度为 5 m,顺水流向长度为 10 m,详见图 4,局部特殊地形处采用不规则区格做衔接。石块抛投划分标准区格共约 1 700 个,不规则区格共约 160 个;钩连体抛投 1.0 m×1.0 m 小区格共计约 8.1 万个,块石抛投 2.5 m×2.5 m 小区格共计约 0.2 万个。为了满足每单元工程不少于 3 个检测断面的要求,拟沿工程区域纵向顺水流每隔约 20 m 设 1 个检测断面。抛投过程中应定期进行水下抛投

地形监测,预防漏抛,及时控制水下抛护情况。



图4 抛投标准区格及小区格示意图(单位:m)

(2) 抛投轨迹方程

抛投体在水下的降落轨迹直接受水流流速和流向影响。由于工程段处于水流流速较大位置,水流以单向流为主,易出现近直角急转弯。因此抛投作业时水流流速应控制在小于 2.5 m/s 范围内,枯水位为 1.5 m。经过现场 20 组抛石试验以及 20 组钩连体抛投试验结果,抛投体水平漂距与抛护区域水位 H 、面层流速 V 成正比关系;与石块自重 W_1 成 0.167 次方的反比关系;与钩连体自重 W_2 成 0.164 次方的反比关系。通过对实验数据拟合,得到抛石漂距 S_1 与钩连体漂距 S_2 的计算公式如下。

$$\begin{cases} S_1 = 0.798VH/W_1^{0.164} \\ S_2 = 0.792VH/W_2^{0.164} \end{cases} \quad (1)$$

式中: S_1 为抛石漂距,m; S_2 为钩连体漂距,m; W_1 为石块自重,kg; W_2 为钩连体自重,kg; V 为面层流速,m/s; H 为抛护区域水位,m。

3.3 效果分析

结合工程受潮汐及汛期影响较大特点,考虑钩连体预制、养护及运输作业配合,将划分为 8 个施工队相互配合施工。根据每日要求最低预制 1 000 个钩连体的施工任务量,每日需配备 1 000 套钢模板同时施工,每套模板需周转 200 次。据统计,块石抛投量总计约 1.2 万 m^3 ,钩连体约 20 万个。根据施工过程中水下地形跟踪测量结果,抛护区域块石及钩

连体总体分布均匀,达到设计要求。

4 小 结

(1)考虑到自拌混凝土对环境的污染较大,长江沿线工程可采用商品混凝土进行主动式钩连体的预制。商品混凝土由厂家拌和,由商品混凝土搅拌车运输至现场,满足环境保护要求。

(2)对于参与施工的船舶多,施工作业面积大的抛投工程,应重点关注水上安全,降低施工风险。

(3)抛投过程中应不断搜集抛投体飘落距离,及相应水深、流速等资料,应动态论证及更新相应漂距拟合公式。根据抛投现场条件的变化,重视定位船的抛锚效果,提高抛投作业参数精确度,保证抛投均匀性。

参考文献:

- [1] 孙丽荣,陈涟,李荣辉.长江下游扬中河段演变与影响因素分析[J].水利建设与管理,2020,40(12):6-12.
- [2] 吕庆标,朱勇辉,谢亚光,等.河道崩岸机理研究进展[J].长江科学院院报,2021,38(9):7-13.
- [3] 陈静茹,田志军,张沐川.长江镇扬河段世业洲左汉幸福河口段崩岸成因分析[J].水利建设与管理,2021,41(7):12-15.
- [4] 顾轩.长江南京-江阴段崩岸的发育特征及其形成机制[D].中国地质科学院,2021.
- [5] 张沐川,陈静茹.长江干流江苏段崩岸应急治理工程泰州市境内工程效果分析[J].珠江水运,2021(7):105-106.
- [6] 潘世龙.安徽省长江崩岸应急治理工程施工监理措施探讨[J].江淮水利科技,2021(1):28-29+31.
- [7] 狄鑫平,刘鹏,蒋勤,等.底开驳船抛投土沙水下运动特性室内试验研究[J].人民长江,2021,52(8):222-229.
- [8] 吴华林,严以新,周宜林.抛泥运动研究述评及展望[J].泥沙研究,2008(5):76-80.
- [9] 陈功翔.地质雷达探测水下抛石的试验研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(10):32-33+78.
- [10] 刘俊杰,张国栋.定位抛投一体船在长江航道整治抛石施工中的应用[J].中国水运.航道科技,2019(6):42-45.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com