

# 翻斗船抛投工艺在河道整治 工程中应用

杨 樾<sup>1</sup>, 朱相丞<sup>2</sup>, 彭广东<sup>3</sup>, 樊昆澎<sup>1</sup>, 包 敏<sup>1</sup>

(1. 南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210011; 2. 江苏省水利工程建设局, 江苏 南京 210029;  
3. 南京市水务建设工程有限公司, 江苏 南京 210011)

**摘要:**抛石护岸是长江流域使用范围最广、历史最悠久的一种护岸加固型式,而施工工艺通常采用平板驳挖机抛投,在长江干流江苏段崩岸应急治理工程中采用翻斗船抛投新工艺,根据抛后测量结果,该工艺更好的达到了抛足、抛准、抛匀的目标,工程效果良好,可为今后类似工程推广。

**关键词:**河道整治; 抛石; 平板驳; 翻斗船; 效果

**中图分类号:**TV52 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2021)S2-0062-04

## Application of throwing technology of tipping – bucket boat in river regulation project

YANG yue<sup>1</sup>, ZHU Xiangcheng<sup>2</sup>, PENG Guangdong<sup>3</sup>, FAN Kunpeng<sup>1</sup>, BAO Min<sup>1</sup>

(1. Nanjing Yangtze River And River Administration Office, Nanjing 210011, China;  
2. Jiangsu Water Conservancy Engineering Construction Bureau, Nanjing 210029, China;  
3. Nanjing Water Engineering Co., Ltd., Nanjing 210011, China)

**Abstract:** Riprap revetment is the most widely used in Yangtze River basin, and is the oldest type of revetment reinforcement. Flat barge excavator throwing is often used in the construction technology. The tipping – bucket boat throwing technology was adopted in the emergency treatment project of caving bank in the Jiangsu reach of the Yangtze River. According to the measurement results after throwing, the technology better achieves the goals of full throwing, accurate throwing and even throwing, which has a good effect in project, and which can be popularized for similar projects in the future.

**Key words:** river regulation; riprap; flat barge; tipping – bucket boat; effect

南京市长江干流江苏段崩岸应急治理工程(以下简称“崩岸工程”)是国家 172 项重点工程之一,工程主要内容为累计加固水下护脚 40.83 km,施工九标段(栖霞区,上起龙潭码头,下至滨江河口,护岸长度为 7 570 m,划分为 11 个分部,81 个单元进行。由于工程所在地周边料源枯竭,采用传统平板驳施工进度受较大影响,工程所用块石需采用大型深舱

船运输至现场,因此,为确保工程按期完成,同时提高工程技术水平,本工程的八分部四单元首次采用了翻斗船施工工艺进行施工,通过在工程中的应用总结及效果评测,可以为今后类似工程提供借鉴。

## 1 抛石工艺概述

抛石护岸历史悠久,特别是在长江中下游河道整治工程中,抛石工程凭借容易就地取材、施工维

收稿日期:2021-09-13

作者简介:杨樾(1993—),女,本科,主要从事水利工程建设管理方向研究。E-mail:514181292@qq.com

护简单、可分期施工及造价低等优势得到广泛应用。抛石工艺最早采用人工抛石,随着科技水平的提高,如今大多采用机械抛石,通常采用的工艺有平板驳抛投、浮吊船抛投、开底驳抛投等,其中使用频率最高的是平板驳抛石工艺,施工时采用GPS自动定位控制系统进行定位,通过实时定位与水上定位控制有机结合,达到“抛足、抛准、抛匀”的质量标准。

## 2 施工组织设计

### 2.1 人员、机械配置

翻斗船施工除了需配备定位船、挖掘机、深舱石料运输船外,最为关键的是翻斗船。翻斗船以平板驳为基础,在船舷一侧安置8个长2 m、宽2 m、高0.6 m的铁制容器,其中长度方向有1 m位于船舷外侧,翻斗船平面图、立面图如图1所示

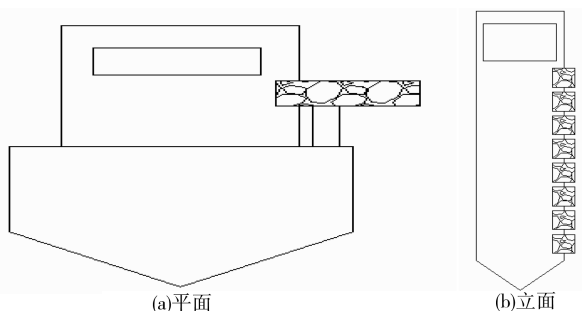


图1 翻斗船示意图

施工时,需配备施工员3人,负责施工资料记录、船舶定移位以及量方;船舶操作人员8人,负责各船舶驾驶、系缆;安全员1人,负责现场指挥和安全管理。

### 2.2 抛投区格划分

根据试抛结果和工程经验,翻斗船每个斗内的石料翻倒入水宽度为1.5 m,左右离散宽度各0.25 m,即顺水流方向抛长2.5 m,单个翻斗抛投过程如图2所示。

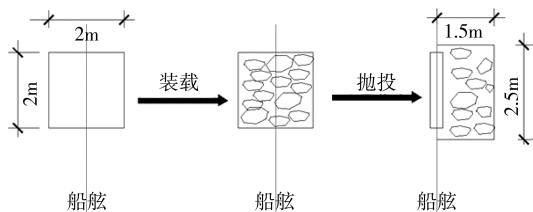


图2 单个翻斗抛投过程示意

船舶上安置8个同一类型的翻斗且相邻间距为0.5 m,顺水流方向抛投长度为20 m,即每一个小区格尺寸为20 m×1.5 m,每个小区格设计抛投量为20 m×1.5 m×1.25 m³=37.5 m³,容器装载量为

$2\text{ m} \times 2\text{ m} \times 0.6\text{ m} \times 8 = 19.2\text{ m}^3$ ,装载且抛投两次量为 $19.2\text{ m}^3 \times 2 = 38.4\text{ m}^3$ ,可满足小区格抛投要求。本标段抛区宽度为30 m,为保证抛区不因船底位置抛投不到而形成空白区则须沿断面方向移动19次,连同第1次定位位置,共需20个船位来覆盖整个网格。

因此,区别于平板船施工区域划分为21 m×30 m的抛石标准网格,本次施工将抛投区划分为30 m×20 m的抛投网格,再将网格细化为20个1.5 m×20 m的条形区格进行抛投。施工时,通过19次横向移位将小网格的条形抛投区域全面覆盖,施工过程中反复移位,直至抛石完毕,有助于块石层站稳河床且更加均匀。

## 3 施工工艺

翻斗船施工工艺原理如下:深舱石料船将石料和挖掘机运输至现场,靠泊在垂直水流方向的定位船下弦边,翻斗船与石料同侧靠泊于定位船上,随后翻斗船移动至挖掘机操作半径距离内,挖掘机将块石装载至翻斗船的翻斗中,装填完成后,翻斗船移至抛投位置进行抛投,之后重复装载、抛投,完成一个网格后移至下一网格,直至完成所有工程。

翻斗船施工平面布置图及施工具体流程图分别见图3、图4。

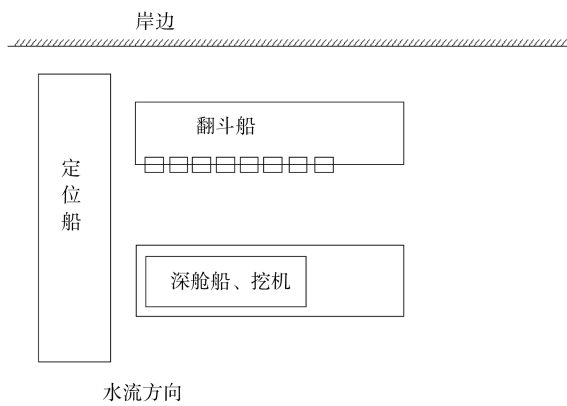


图3 翻斗船施工平面布置

## 4 施工质量安全控制

### 4.1 定位控制

#### 4.1.1 抛石提前量的确定

块石落入水中后,会沿水流方向向下游漂移一段距离后才能落至河床,施工中控制该落距是抛石施工质量控制的关键。在定位船抛石之前,必须确定落距,落距的测定方法如下:

(1)在定位船移上断面后,即进行流速测量。

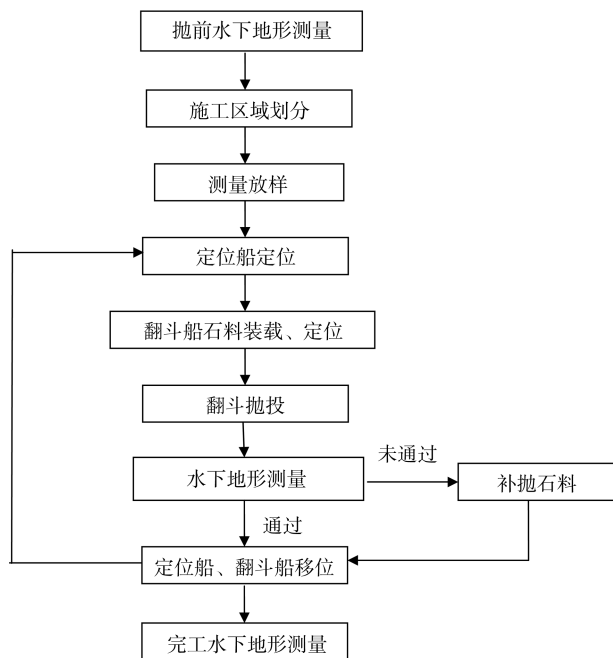


图4 翻斗船施工流程

将流速仪由船上舷定位船中部下放至水深1 m处,测量流速,同时用测深仪测量断面处水深;

(2) 流速和水深测量完毕后,可根据落距表,查出块石入水落距,加上装石船船头空白距,即为抛石提前量。定位船按此提前量校核船位,使定位准确;

(3) 首次抛石施工前,先进行抛石试验,根据块石的基本粒径情况,选用具有代表性的块石粒径进行试验抛投,验证抛石落距是否准确。

#### 4.1.2 定位船定位控制

通过现场实测,施工工程区域内流速并不快,受弱感潮影响,在施工期内可能会遇上游瞬时高水位,因而须做好充分的准备。上游锚宜选用重0.8 t的霍尔锚,下游锚宜选用重0.2~0.4 t的霍尔锚,顶头锚宜选用重200 kg的霍尔锚或四齿锚;2根上游缆宜选用Φ21.5以上的锚缆,2根下游缆宜选用Φ21.5的锚缆,2根顶头缆规格也不应小于Φ16.5,抛锚时应注意的是上、下游锚缆应抛成八字形,以利定位船里外移动,具体抛锚顺序为:外上游锚(领水锚)→里上游锚→外顶头锚→里顶头锚→里下游锚→外下游锚。

定位船锚抛好后进行定位施工。定位船采取GPS定位,在岸上设置GPS发射站,定位船上设置GPS接收站。根据业主提供的岸上控制点坐标校核出发射站的坐标,再通过水上自由行软件展出定位船与施工图抛石区域相对位置进行定位。GPS定位的精度满足水上抛石施工规范要求。

测定抛石处水深、流速,计算落距及提前量,

GPS定位无误后再将定位船移至断面桩位置。

调整定位船船位(上移或下移),使定位船下游侧舷边所挂装石船块石位置与入水后需抛投的位置相对应<sup>[1]</sup>。

#### 4.2 原材料控制

依据《长江水下平顺抛石护岸施工规范》(DB32/T 2947—2016)和设计文件相关要求,块石容重不小于2.4 t/m<sup>3</sup>,不得使用易水解石、风化石,块石含泥量不得超过1%,湿抗压强度大于30 MPa,软化系数大于0.7。考虑翻斗船施工特点,为保证足量抛投需严格控制块石粒径,块石控制平均粒径0.25 m,粒径范围为0.15~0.5 m的不小于80%,块石粒径应具有良好级配,不宜过大或过小,这样可以保证每一翻斗中块石方量达到设计要求。

#### 4.3 抛石计量控制

区别于传统平板驳抛石工艺,翻斗船由于计量时按斗容单独计量<sup>[2]</sup>,因此施工时需保证每一斗抛投量不少于设计方量2.4 m<sup>3</sup>,而扣方仅在抛投时考虑不合格石料、含泥量等因素,不用在石料船到达现场收方时进行扣方,最终实际抛投量应不少于设计抛投量<sup>[3]</sup>。

#### 4.4 施工安全控制

抛石护岸工程施工主要是水上作业,安全尤为重要,施工过程中主要考虑以下几个方面:

(1) 所有施工现场工人必须进行三级安全教育,特别是翻斗操作工人需进行专业操作培训,考试合格后方可上岗作业,定期组织安全教育培训。

(2) 加强施工过程安全检查,切实杜绝安全隐患。每周由专职安全员对各定位船、交通船及翻斗、挖机等机械设备进行一次全面安全检查。

(3) 加强施工人员安全管理,项目部发放救生衣、安全帽等安全防护用品,现场施工时必须穿救生衣、佩戴安全帽,并安排专人收听天气预报,做好防滑、避风等工作。

(4) 本次施工位置位于南京港码头前沿,最近处距离码头不足30 m,同时由于码头来往船舶较多,因此施工现场需安排专人与码头负责人密切联系,关注码头区域船舶进出港动态,确保码头船舶与施工船舶的安全性,如施工过程中遇到码头大型海轮停靠时暂停施工,定位船应起锚驶离码头。

### 5 工程效果检测

南京市长江干流江苏段崩岸应急治理工程施工九标段八分部四单元于2019年4月22日开工,

5月22日完工,设计单元抛石工程量 $6\,375\text{ m}^3$ ,实际抛投量 $6\,418.6\text{ m}^3$ 。根据抛后检测结果,施工区域八分部四单元共检测4个断面,累计检测28个点,测点合格23个,合格率82.1%,且不合格点不集中,4个断面平均增厚值分别为1.14 m、1.01 m、1.01 m、0.98 m,断面合格率100%。通过检测结果可以看出,翻斗船施工取得了良好的效果,工程抛护区域全部覆盖,增厚率满足设计要求,且抛护范围连续、均匀<sup>[4]</sup>。此外,本工程整体检点合格率80.5%以及断面合格率98.0%,可见施工效果与以往挖机抛投的工艺相比具有一定提升。

## 6 展望与结论

翻斗船抛投工艺作为一种新工艺,在未来的河道整治工程特别是护岸工程中有着广阔的应用前景,除了本次施工中的散抛石,对于网兜抛石、沙袋护岸、四边六面体等防护型式都可使用该工艺进行施工。

虽然通过本次尝试可以看出该工艺在工程效

果方面的显著优势,但施工过程中也反映出该工艺仍可以进一步优化提升。施工过程中,受船体条件限制,工程进度较慢,施工效率较低,对于石料装填要求较高,对于汛期应急加固等工期较紧项目难以满足要求。今后主要可以通过在船体两侧布置翻斗同步施工以及改人工机械启动单个翻斗为液压同步启动一侧翻斗等方式优化工艺。

### 参考文献:

- [1] 区铭亮. 水下抛石护岸加固技术分析 & 质量把控研究[J]. 珠江水运, 2018(17):74-75.
- [2] 陈伟. 长江抛石护岸工程吨位控制方法及经验[J]. 江淮水利科技, 2011(4):21-22.
- [3] 窦臻, 陆慧红. 苏南某市长江整治项目抛石计量审计争议研究[J]. 工程造价管理, 2019(1):51-57.
- [4] 罗青, 赵钢, 王茂枚, 等. 两种主要测量手段在抛石护岸工程水下质量检测中的应用[J]. 水运工程, 2020(12):217-221.

(上接第43页)

长江保护法》第31条指出:生态流量纳入年度水量调度计划,保证河湖基本生态用水需求。广陵区河网密布,水资源禀赋好,但由于长江等流域性河道冬春季水位偏低,内部河道引水基本靠闸自流引水,而引水闸冬春季引水几率偏低,效率不高,河流生态流量难以保证。

(3)城市生态河湖改造难度大。《中华人民共和国长江保护法》第54条指出:逐步改善长江流域河湖连通状况,恢复河湖生态流量,维护河湖水系生态功能。广陵区的老城区和集镇区现存大量硬质化河道护岸、护坡,缺乏生态性,且生态改造空间受限。

### 4.2 建议

准确划定管控边界,细化项目分类。省、市要进一步出台指导文件,明确长江干流3 km和重要支流1 km范围,并编制管控规划或方案,同时在新的岸线管控要求下,出台明确的项目分类指导意见,合理划分项目类型,以便在项目审批时能够更加有法可依。

合理优化河网布局,确保生态流量。通过划分生态流量分区,统筹生产、生活、生态等因素,分等级、分片区综合确定各条河流生态流量指标。各区域要合理设计补水线路,通过水系连通完善各地水网脉络,同时在骨干补水河道与流域河道之间新建

补水泵站,提高补水几率,做到“活水有路径,补水有保证”。河道沿线要抓好控源截污,能够减少河道换水频率,减少能耗。

强化绿色发展理念,建设生态河湖。下一步要拆除河道两侧不透水硬质材料,减少纯混凝土护岸,恢复河道“呼吸”,保护动植物资源、保护水质。对于城区河道改造空间受限的现状,有关部门要重视河道生态功能需求,在空间规划中,合理确定河道空间范围。在保证河道防洪除涝等功能基础上,因地制宜地采用“裁直变弯”方法将笔直的河道改造为蜿蜒的天然形态,并辅以景观打造,这样既能为动植物创造栖息地,保持了生物多样性,又可以为市民提供休闲运动的场所<sup>[4]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 张洪, 蒋春燕. 河湖与水利工程确权划界工作的实践与思路[J]. 江苏水利, 2019(增刊2):42-44.
- [2] 陶理志. 生态护坡在城市防洪堤的应用[J]. 人民长江, 2007(5):80-82.
- [3] 王越, 范北林, 丁艳荣, 等. 长江中下游湿地生态修复现状与探讨[J]. 中国水利, 2011(13):4-6.
- [4] 胡大伟, 程吉林. 城市生态河堤建设的限制性因素分析[J]. 水利规划与设计, 2009(2):14-16.