

网兜块石施工工艺在八卦洲汉道河道 整治工程中的应用

李 坤¹, 孙祥志¹, 陈 磊¹, 曹驰宇², 杨 樾¹

(1. 南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210011; 2. 南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210022)

摘要:网兜块石相对于传统的水下抛石更具水下护岸结构上优势,其抗冲性能及防护效果更为显著。以长江南京河段八卦洲汉道河道整治工程为例,对网兜块石护岸施工工艺、质量控制、实施效果等进行分析 and 论述,相关经验可为今后类似工程提供借鉴与参考。

关键词:网兜块石; 河道整治; 施工工艺

中图分类号:TV85

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)S2-0049-04

Application of stone cage mesh construction technology in Baguazhou Branch River Course regulation project

LI Kun¹, SUN Xiangzhi¹, CHEN Lei¹, CAO Chiyu², YANG Yue¹

(1. Nanjing Yangtze River And River Administration Office, Nanjing 210011, China;

2. Nanjing Water Conservancy Planning and Design Institute Co., Ltd., Nanjing 210022, China)

Abstract: Compared with traditional underwater riprap, stone cage mesh has more advantages in underwater revetment structure, and its anti-impact performance and protection effect are more significant. Taking Baguazhou branch channel regulation project in Nanjing reach of Yangtze River as an example, the construction technology, quality control and implementation effect of the stone cage mesh revetment are analyzed and discussed, and the relevant experience can provide reference for similar projects in the future.

Key words: stone cage mesh; river regulation; construction technology

长江南京河段八卦洲汉道河道工程为长江中下游干流河道河势控制及河道整治的重要组成部分,是国务院确定的 172 项节水供水重大水利工程之一“长江中下游河势控制和河道整治工程”的子项。

八卦洲汉道段位于长江南京河段中下段,为鹅头分汊型河道,长江上游来水在八卦洲洲头处主要被分割成左右缘两股水流,除此之外还有一部分水流在洲头处遇阻,进而 90°横向往变道,与两侧湍急的水流相互掺杂,导致洲头及附近区域的水流流态紊乱,施工条件恶劣。

1998 年大洪水以后,南京河段实施了二期河道整治工程,对八卦洲头水下鱼嘴、洲头左右缘等护岸工程进行了加固,但受资金限制,水下护脚工程仅对岸坡变形严重的区域进行了防护,水下基本采用抛石打补丁的方式,工程整体性差。近年来,由于河势演变的复杂性及三峡水库运行后清水下泄影响,原有岸坡工程出现了不同程度的淘刷,岸坡进一步向陡峻方向发展,大部分岸坡坡比陡于 1:2,岸坡最陡处仅为 1:1.34,局部地段已发生水毁现象,严重危及八卦洲汉道段河势稳定及防洪安全。

2018—2020 年实施完成了长江南京河段八卦

收稿日期:2021-09-13

作者简介:李坤(1986—),男,工程师,本科,主要从事水利工程建设管理工作。E-mail:844917564@qq.com

洲汊道河道整治工程,工程主要建设内容包括洲头水下鱼嘴加固、右缘深槽防护、右汊进口护底以及洲头左右缘、燕子矶、天河口、上坝等护岸加固工程。其中网兜抛石是护岸加固的主要施工内容,本工程共计网兜抛石量 60.1 万 m^3 。

1 网兜块石设计

网兜块石主要由聚丙烯网兜和块石两部分组成。网兜由 PP(聚丙烯)绳索编织而成,具有柔韧性好和强度高等特点,在网兜装上石块吊装抛入或滑入河床的过程中,网绳不易被切断,破损率低,且因为网兜无固定形状更容易贴近河底,块石不易被水流冲走,从而达到对河床良好的保护效果。

1.1 设计基本参数

根据数学模型计算和物理模型试验成果,在护岸和护底区域,设计枯水位为 1.0 m(国家 85 高程,下同),设计流速取 3.0 m/s。

1.2 聚丙烯网兜设计

网兜由目绳和吊绳组成,采用 PP(聚丙烯)绳索以“四角网”形式编织而成,经计算,目绳公称直径为 12 mm,最低断裂强力 23.5 kN,吊绳公称直径为 24 mm,最低断裂强力 60.3 kN。网目孔径为 15 cm,网兜尺寸为对角线长度 5.60 m,如图 1 所示。网兜整体强度:聚丙烯尼龙网兜编织成形后,应满足块石的装料、叠放、运输以及 3 次起吊过程中保持完好、无明显断丝和破损漏石现象,封口绑扎应牢固、可靠。为使网兜块石体贴近河底,网兜填充块石饱满率为不超过 70%,装填量为 3 m^3 。

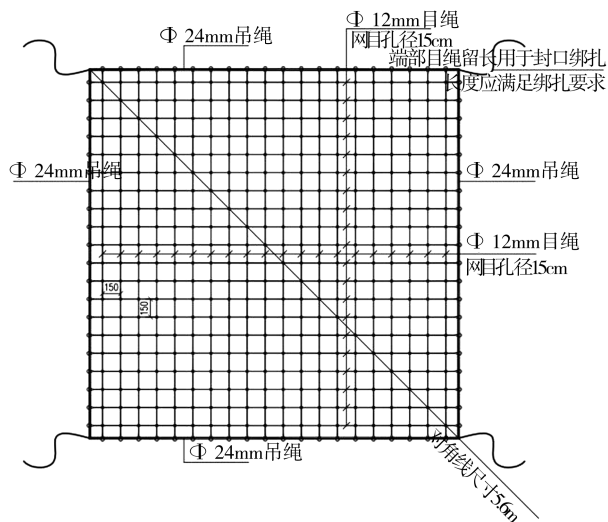


图 1 聚丙烯网兜示意图

1.3 块石设计

聚丙烯网兜内填充块石粒径为 0.20 ~ 0.40 m,

块石需有一定的级配,块石比重不小于 2.4 t/m^3 ,湿抗压强度应大于 38 MPa,软化系数大于 0.7,不得使用易水解石、强风化石、片石。

2 网兜块石工艺及施工条件

工程地点位于主航道,船流密度大,水流复杂紊乱,施工区域受限,且在江面施工时易受大风、雨、雪、雾天气及汛期等因素影响,施工条件较为恶劣。因此,本工程经综合考虑并通过多次比较论证,最终采用网兜吊运定点抛投和模具箱吊运定点抛投 2 种施工工艺。

2.1 网兜吊运定点抛投工艺

网兜吊运定点抛投施工工艺流程为:抛前水下地形测量,划分施工区格,浮吊船通过 GPS 精准抛锚定位,石料船靠系浮吊船,模具箱内铺放网兜装填块石,网兜挂钩收口,将网兜吊移至目标点抛投,水下断面定点检测,如此反复操作,直至网兜块石施工结束。见图 2。

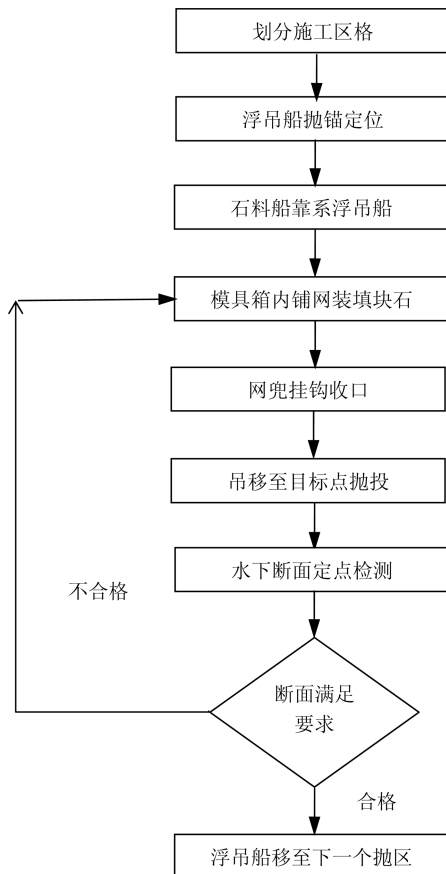


图 2 网兜吊运定点抛投施工工艺流程

2.1.1 划分施工区格

网兜块石抛投前先根据施工图设计和浮吊船吊臂回转抛投覆盖范围将抛石区划分成若干抛石小区格,绘制抛区区格图,并用红漆和花杆在浮吊

船靠着抛区一侧的甲板上制作抛投标识。施工时,浮吊船可依照划分好的区格和标识,按顺序分层精准抛投网兜块石。区格尺寸一般为纵向(顺水流向)10 m、横向(垂直水流向)6 m,平面尺寸10 m×6 m;最后将区格划分成小网格,每个网格尺寸为2 m×1.5 m。

2.1.2 模具箱内铺网装填块石

在块石装兜前,预先制作块石装兜模具,模具尺寸为2 m×2 m×0.75 m。工人将网兜安放在模具内,接着挖机将块石装在网兜内,每一兜装石量为3 m³,为保证网兜能够顺利收口,网兜填充块石饱满率为不得超过70%。

2.1.3 网兜挂钩收口

块石装填完成后,工人配合吊机挂钩对网兜进行收口,收口应绑扎牢固、可靠。

2.1.4 吊移至目标点抛投

收口完成后,工人将吊绳挂上吊机挂钩,现场施工员指挥吊机将网兜块石平移至指定位置,接着吊机将网兜慢慢下放沉入水中后,吊机松开挂钩,网兜自然滑落至指定位置。

2.1.5 水下断面定点检测

考虑到八卦洲复杂的水流条件,为了确保抛投的准确性,在每个区格抛投结束后,要及时对抛投后的水下地形进行监测,通过工程实施效果分析,进一步调整抛投参数。

2.2 吊移模具箱定点抛投工艺

吊移模具箱定点抛投施工工艺的原理为在模具箱内装填网兜块石后,直接吊运模具箱至指定位置,然后打开模具箱箱底定点抛投网兜块石。相较于网兜吊运定点抛投施工工艺,定点抛投施工工艺采用了箱底可打开的下开式模具箱,每次可同时抛投2个网兜,通过对网兜收口、抛投等工序进行创新,缩短了关键工期^[1]。

2.3 网兜块石的适用条件

网兜材质为聚丙烯,具有强力高、伸长低、耐磨损、耐腐蚀、柔软、便于操作等优点,但聚丙烯材料的熔点低,耐热性、耐老化性较差,如果曝露在水面之上,长期处于阳光照射下,易产生老化现象,因此网兜块石工艺比较适合水深较深区域。

3 质量控制措施

3.1 船舶选择和定位施工

根据工艺要求选择臂长15 m左右,起吊重量不低于10 t的旋转式浮吊船进行定位及抛投,在浮

吊船上配有GPS测量定位系统,使浮吊船集施工和定位功能于一体,既减少了随行辅助船舶,又提升了施工效率^[2]。

南京河段属于感潮河段,潮位变幅大,施工船舶受长江径流与潮汐双重影响,施工条件恶劣,因此在施工过程中需加强监控力度,如发现定位船产生偏差必须及时调整,确保定位精准。浮吊船进入施工位置后,测量人员根据接收到的GPS信号,先通过电脑上软件生成图像测出定位船只的平面位置,再根据岸上定位标志、设计图纸以及事先划分好的单元格精确调整浮吊船位置。

3.2 计量及控制措施

网兜块石采用双重计量方式。第一种方式为体积法计量:石料船到达石料转运点后,由收方监理对每条检查合格的石料船进行量方,确定石料装载量;石料抛投完成后,抛方监理视抛后碎石块残余度进行二次扣方,最后核定每船石料的抛投量。第二种方式为重量法计量:现场对每个网兜进行计量,网兜块石的装填量为3 m³,为确保计量准确,每100个网兜随机抽检2个网兜进行称重,按照称重结果对该批次网兜块石量进行校核。这2种计量方式可以达到相互校核的效果,能更好地控制抛投量。

3.3 确定抛投参数

网兜块石入水后,从水面到河床有一段较长的垂直距离,在块石下沉时,会因为水流作用,产生一定的漂移距离,而自落水点至着底点的水平距离称之为抛投落距。抛投落距的计算涉及到水深、流速、抛投物体大小等因素,一般通过现场试验的方式来确定抛投落距。抛投前,现场施工员用测深仪和流速仪对抛投区的水深、流速进行抛前测量,之后将测定的水深、流速及网兜块石整体平均重量等数据代入公式,计算出网兜块石的水平落距,确定浮吊船的抛投位置^[3]。

考虑到八卦洲复杂的水流条件,为了确保抛投的准确性,在每个区格抛投结束后,还要及时对抛投后的水下地形进行监测,通过工程实施效果分析,进一步调整抛投参数。

3.4 抛投量校核

为使工程达到“抛足、抛准、抛匀”的质量标准,抛投时严格掌握每个小区格的抛石量;抛投后,及时将各小区格设计抛石量与实际抛石量进行对比,确保每一小抛区的抛石数量及全部小抛区抛石数量合格率应达到规定的要求,如不符合要求,则及

时进行补抛^[4]。

4 抛投检测结果分析

网兜块石抛投施工结束后,需及时进行水下地形测量,目的是通过将抛前抛后水下地形进行对比分析,了解网兜块石抛投位置的准确率以及达到的增厚效果是否满足设计要求,如某些施工区域不能达到设计要求则需及时对该处进行补抛,保证每一施工网格满足设计要求。

4.1 检测方法与设备

本工程检测采用全球定位系统(RTK GPS)配备美国 R2SONIC 公司开发生产的 SONIC 2024 多波束测深系统对施工区进行水下地形扫测,扫测结果全数字化成图,并将抛石前后的水下地形资料比较,计算出抛石厚度及分布是否达到设计要求。比较施工前后 2 次实测,工程区网兜抛投增厚及分布^[1]。

4.2 检测结果分析

在工程施工前后,针对施工区域进行多波束全覆盖扫测,每隔 30 m 布置一个检测断面,检测断面上每隔 5 m 布置一个点,对断面上测点增厚和断面平均增厚进行统计,从而确定抛石厚度是否达到设计和规范要求。

网兜块石抛前、抛后多波束全覆盖扫测结果显示:本工程共检测 299 个断面,2 225 个测点,其中达到设计要求测点数 1 874 个,测点合格率 84.2%;断面增厚率达到设计要求断面数 299 个,断面合格率 100%。图 3 为洲头右缘网兜块石施工典型断面图,从图 3 可以看出网兜块石在水下斜坡坡面上形成了稳定的水下连续防冲层,护岸效果良好;图 4 为八卦洲洲头及左右缘抛石区域抛前、抛后多波束水下扫测效果对比图,从效果图可以看出施工区域水下地形增高明显,坡比相对减缓,工程段岸坡已基本稳定。

5 实施效果分析

根据八卦洲工程实施效果情况分析,网兜块石工艺相对于传统水下抛石工艺,具有以下优势。

5.1 计量方便、准确

网兜块石工艺中单个网兜装填量固定为 3 m³,现场可十分便捷地通过块石装填、网兜称重、吊抛等工序,同时对网兜块石进行质量控制、统计及计量,不易出现虚方。

5.2 沉放精准

工程地点大部分都位于深水区域,如洲头右缘

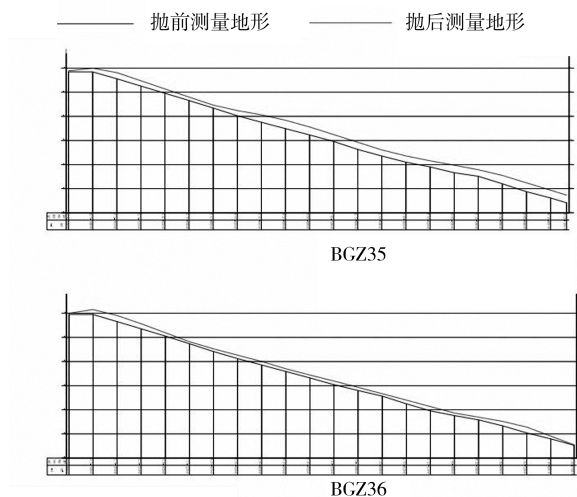


图 3 洲头右缘抛石施工典型断面

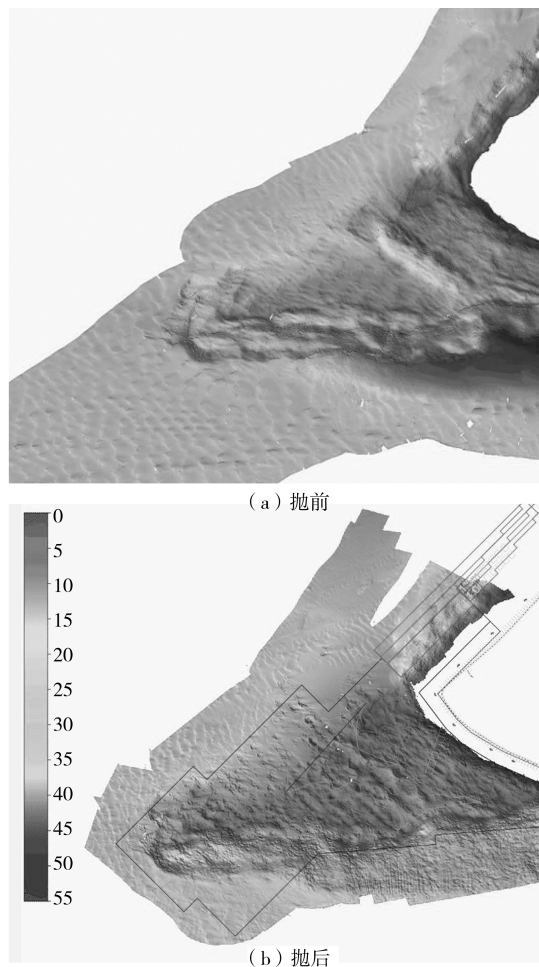


图 4 八卦洲洲头及左右缘抛前、抛后多波束水下扫测效果
深槽高程基本在 -45 m ~ -48 m 之间,洲头右缘滩顶至河床最深点高差甚至超过 50 m,抛石施工时,受水流影响落距较大;同时八卦洲洲头鱼嘴及右缘受洲头横向水流影响,水流紊乱,普通抛石容易漂失,易造成严重损耗。网兜块石工艺是在聚丙烯网

(下转第 71 页)

- [29] 马超,屈春燕,孟秀军. 南水北调总干渠中线工程豫北段基础稳定性的 InSAR 时序分析[J]. 地震地质, 2014, 36(3):749-762.
- [30] 黄其欢,王青青,何宁,等. PSI 技术应用于防波堤沉降监测研究[J]. 岩土工程学报, 2019, 41(4):761-768.
- [31] 张健,潘斌,陈文龙,等. 基于雷达卫星时序分析技术的荆江沿岸堤防形变研究[J]. 长江科学院院报, 2019, 36(10):23-27.
- [32] 刘朋俊,张璐,陈元申,等. 南水北调中线湿陷性黄土区 InSAR 时序分析[J]. 人民长江, 2020, 667(6):129-132.

(上接第 52 页)

兜内填充具有一定的级配块石,从而形成一个整体的方式,将小粒径块石转变成一个巨大的整体,可以缩短落距,减少水流对抛石的影响。同时每次抛石施工都是采用单个网兜定点抛投施工工艺,可以更好地提升抛投精准率,提高施工效率和降低工程成本。

5.3 抗冲性能强

工程范围内大部分岸坡陡于 1:2,最陡处仅为 1:1.34,斜坡上的单个块石受水流冲刷后易发生滚动流失,而网兜块石是聚丙烯网兜包裹块石形成的一个整体,单个网兜块石自重达到 5.1 t,不会轻易受水流冲刷影响,同时网兜无固定形状,所以在落入水下岸坡坡面时,网兜块石的形状会随着坡面形状变化,能很好的与坡面紧紧贴合,快速的在水下岸坡上形成相对平整、连续的水下网兜块石防冲体。不仅如此,由于网兜的柔韧性,随着时间的推移,网兜块石的形状会随着水下地形变化而变化,可以更好地适应河床变形,从而达到对岸坡长期防护的效果。

6 结 语

长江南京河段八卦洲汊道河道工程于 2018 年

12 月正式开工,至 2020 年 12 月全部工程完工,期间经受了 2020 年特大洪水冲击的考验,根据水下地形检测结果显示,汛后护岸结构总体完好,运行情况良好,断面检测点合格率在 80% 以上,证明网兜块石工艺在长江护岸加固应用中防护效果显著,抗冲性强。随着长江上游河势的变化,中下游水下地形都在不断变化,选择适用和经济的结构形式,是维护岸坡稳定,保障防洪安全的关键,相信网兜块石工艺在堤防护岸加固中的应用会越来越广泛。

参考文献:

- [1] 李铭华,陈磊,樊昆澎,等. 长江南京新济洲河段河道整治工程效果分析[J]. 水利技术监督, 2020(1):265-268.
- [2] 朱相丞,陆凤,刘孟洲,等. 网兜抛石在河道整治工程中的应用及优势分析[J]. 中国水运(下半月), 2017,17(2):158-160, 163.
- [3] 刘常全. 网兜抛石法在长江航道整治中的应用[J]. 中国水运(下半月), 2013,13(10):271-272.
- [4] 伏洲,周宏萍,曹驰宇. 浅析长江干流崩岸治理抛石护岸质量控制[J]. 江苏水利, 2020(12):61-64.