

淮河入海水道二期工程中 河道护坡铺砌工艺的优化

周旭东¹, 岳彬彬², 陆美凝³

(1. 江苏省江都水利工程管理处, 江苏 扬州 225200; 2. 江苏省淮沭新河管理处, 江苏 淮安 223005;
3. 江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100)

摘要:介绍了河道护坡预制块铺砌工艺、特点及施工方法。以入海水道二期工程河道为例, 通过对人力抬运铺砌、小型履带式挖掘机吊装、大型吊车铺砌3种铺砌方式的比较, 阐明了大型吊车铺砌这种工艺的优点。

关键词:机械吊装; 河道护坡; 入海水道; 质量控制

中图分类号:TV861 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2024)01-0015-0004

Optimization of paving technology for river slope protection in the second phase of Huaihe River Sea-entering Channel project

ZHOU Xudong¹, YUE Binbin², LU Meining³

(1. Jiangdu Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Yangzhou 225200, China;

2. Huaishu NewRiver Management Division of Jiangsu Province, Huai'an 223005, China;

3. Hongze Lake Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223100, China)

Abstract: This paper introduces the paving technology, characteristics and construction method of precast block for river slope protection. Taking the river course of the second phase of the sea-entering channel project as an example, the advantages of the large crane paving process are expounded through the comparison of three paving methods: manual lifting paving, small crawler excavator hoisting and large crane paving.

Key words: mechanical hoisting; river protection slope; sea-entering channel; quality control

水利工程是我国基础的民生工程, 河道护坡有别于其他工程, 长期处于水环境中, 长期受到水力冲刷, 从而就会形成岸坡被淘刷, 情况严重的会导致整体失稳坍塌的地质问题。护坡预制联锁块被广泛应用于河道护坡防护中, 传统工艺采用人

工铺砌, 但由于预制块单体较重, 人工搬运效率低, 且工人在铺放有土工布和碎石垫层的斜坡上抬放 100 kg 左右的预制件容易发生滑脚伤害危险^[1], 所以急需利用机械作业来代替传统的人工搬运。

收稿日期: 2023-08-09

作者简介: 周旭东(1986—), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事水利工程运行管理工作。Email: 116250053@qq.com

1 工程概况

淮河入海水道二期2022年度工程(盐城市境内),河道工程施工3标施工范围桩号为120+300~126+500段,本标段北堤加固5.505 km,南堤加固6.2 km。设计南堤堤防等级为1级,北堤为2级。南、北堤堤防迎水坡堤坡,采用混凝土预制块硬质防护,南堤滩地 $\nabla 4.0$ m~河底 $\nabla -3.0$ m河坡采用实心混凝土预制连锁块护坡, $\nabla 4.0$ m平台~ $\nabla 8.0$ m平台堤坡护砌采用空心;北堤滩地 $\nabla 2.5$ m~河底 $\nabla -3.0$ m河坡采用实心混凝土预制连锁块护坡, $\nabla 2.5$ m平台~ $\nabla 8.0$ m平台堤坡护砌采用空心混凝土预制连锁块。

2 施工材料及铺砌工艺选择

2.1 材料要求

河坡连锁混凝土预制块防护采用实心预制混凝土连锁块,材料选用C25F50混凝土^[2]。护坡堤防施工长度6.2 km,预计需要铺筑44.64万块。实心预制混凝土连锁块设计见图1。

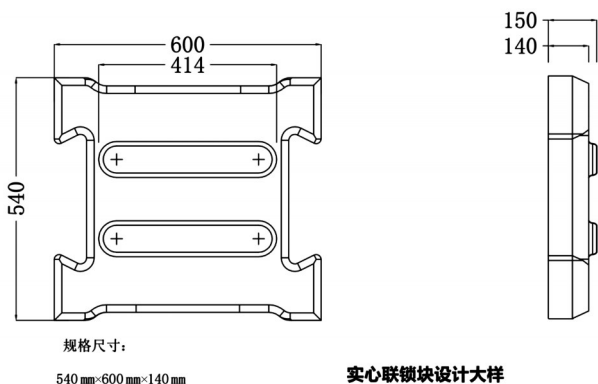


图1 实心预制混凝土连锁块设计(单位:mm)

2.2 材料生产

护坡预制块生产根据场地因素分为工地现场预制和工厂化预制两种方案实施。本工程受施工场地限制,预制块需求量巨大、质量要求高,且工期紧急,本项目优先选择工厂化预制方案。根据混凝土预制块成型工艺不同,可分为半干硬性混凝土机压成型、普通混凝土模具浇筑成型两种^[3]。

(1)半干硬性混凝土机压成型主要体现在机械化程度高,人工少,成型周期短,生产效率高。压制出模后,利用高强度塑板做托板,没有附带模板,可立即分多层(一般可14层)码放进入养护阶段,故节省堆放场地。

外观质量方面:生产全程机械自控,材料分布均匀,面层通过二次压振,整块是高压成型,养护流程标准化,早期强度增长较快且均匀,几乎不会产生裂缝,产品合格率极高;外型尺寸精准,利用高强合金模具、高压成型,干性混凝土出模,出品尺寸误差在1 mm以内,平整度0.1 mm以内。脱模后立即进入湿润养护状态,混凝土正常水化反应,压制、脱模、养护全流程机械数控标准化,不受人为因素影响。

经济性方面:前期设备与厂房场地投资较大,但是由于功效较快,长期生产成本摊销小,经济可行。

(2)普通混凝土模具浇筑成型具有用工多,成型脱模周期长,效率较低的特点。普通湿性混凝土入模后初始强度一般48 h之内的前期强度在同等养护条件下无法满足脱模转运要求,还因为有模具需要倒模拆模,不能立即叠放,占用场地很大。如果叠放则碰撞损坏掉角无法避免。在外观质量方面塑模湿润混凝土浇筑构件因为有混凝土浆液外包,成品块体上表面光洁度较好。但因人工操作一般不作混凝土顶面收光,毛面很容易产生裂缝,上下翻转脱模后毛面朝下难以发现,但起运使用时往往才能发觉,生产过程中人为因素多会降低产品合格率。

外观质量方面:塑料模具强度低易老化变形寿命短。一般塑料模具变形导致,以及湿性混凝土较大的收缩率,可造成成品混凝土浇筑构件外型尺寸误差达5 mm;由于表面刮平多采用人工,厚度误差甚至可达20 mm以上,厚度误差大小取决于布料找平工人的技术和责任心,受人的因素影响较大。

经济性方面:前期设备投资较小,场地投资因面积需要而较大,但长期运行、大量生产,模具损耗较大,人工费较高,摊销成本较大。

根据以上比较,预制连锁块生产采用机压成型工艺比塑模成型工艺在外观尺寸、内在质量、经济性等方面具有一定优势,特别是全程机械化拌和、注料、压制、养护,关键工序由数控伺服系统自动控制,基本消除了塑模工艺常见的人工操作中人为惰性与疲劳产生的误差缺陷,质量稳定可控;且在工程量小时比塑模工艺经济,所以淮河入海水道二期工程护坡连锁块生产采用工厂化机压工艺。

2.3 铺砌工艺选择

河道护坡砌块常规采用人力抬运铺砌、小型履

带式挖掘机与人工相配合等铺砌方式^[4],比较适合小型块体和河坡较缓环境。本工程设计的河坡坡比1:3,实心连锁块单块重量接近100 kg,体积600 mm×540 mm×150 mm,体积较大;连锁块下设计有土工布和瓜子片垫层。堤防等级为I级,质量要求高。本项目受度汛要求,工期紧,施工强度大,需采取更高效及实用施工工艺才能满足质量和进度需求。

人力抬运铺砌是指用汽车吊将打包过的数层叠放砌块吊放在河坡上,然后工人打开包装挨个抬运下放在碎石垫层经找平好的坡面位置上,按照次序将互锁块铺砌。根据施工经验,3~4人1组,熟练工每日可完成120~150 m²,铺砌互锁块时需要人工随时调整垫层碎石的厚度以保障砌块的平整度,而工人在坡面上来回抬运互锁块造成碎石垫层蹉动和土工布损坏;连锁块铺砌质量受人的因素影响较大,连锁块经常发生损坏,铺砌质量依赖于工人的技术水平和责任心,人工耗费较高,铺砌成本较高。因坡面有土工布和垫层碎石易滑,工人抬放100 kg左右的块体时,容易失去稳定,存在安全风险。

小型履带式挖掘机与人工相配合方式是指用小型履带式挖掘机在河坡上行走,将砌块吊装到位,人工安放。1台挖掘机配合3~4人,每台班可完成180 m²,挖机吊装只是解决起重连锁块问题,块体铺砌安装由工人挨个抬起安放,吊机走动与工人走动也会容易破坏坡面垫层土工布,且连锁块铺砌的平整度由于垫层碎石经常受扰动而得不到保障。本工艺适合在坡长较小河坡铺砌比较经济。挖机吊在河坡上吊装作业时,如河坡较陡或者行走不当较容易失稳,安全性不太可控,同时块体较重需要人力二次搬运,工人劳动强度很大,持续施工容易疲劳、分心,健康安全隐患较大^[5]。

吊车配合人工铺砌方式是指大型汽吊在坡顶固定好后,将专用夹具放置到砌块码堆,由工人将并排的4块连锁块夹具挨个放置稳定,汽吊拎起夹具,利用重力摩擦力的作用力与反作用力,一次性将4块互锁块吊放在坡面上位置上方数十公分高处,3~4名工人借助软式吊带的可摆动性调整好互锁块的长宽锁扣方向,放下砌块,用撬棍稍微调整一下,即可铺砌到位。1台吊机配合5~6人,每台班可完成280 m²。机械化程度高,在大型工程和大批量连锁块安装时,经济效益明显。吊机在河坡顶部平台作业,一个作业区内只是吊臂移动,大型吊机

起重4块总重不到500 kg的连锁块没有安全之虞,工人无需吃重,且站立在已经铺砌好的护坡砌块上即可作业,十分安全可靠。在吊装过程中设置好警戒线,安全性可控。

3 措施成效分析

通过对方案整体优化,本工程采用25 t吊车配合大型预制块专用起吊装置进行转运,1次吊装4块混凝土预制连锁块。专用起吊装置由吊索、钢梁横担、吊带、夹具组成。夹具根据标准预制连锁块的尺寸特制,由高强铰链与钢板、角钢焊接,夹具内口有增强摩擦力的微型焊点。正常状况下每次转运4块连锁块需要时间100 s,在吊机空中转向吊运时间段内,坡面上3~4名专业工人可以及时用专用工具将4块前置的块体安置到位、阴阳互锁,效率高。每班组配备10人,吊机操作手1人,起吊夹具工2人,安放砌块4人,护坡基面土工布整理及瓜子片垫层整平3人;每班组配25 t吊机1台,正常作业时吊放4块用时100 s,1h可以安装144块左右,1台班可以安装约280 m²。

机械吊装施工在铺砌质量、铺砌效率、垫层厚度控制较传统的人工搬运铺砌都有显著提高,可以帮助施工单位提高效率,减小成本,保证工程质量安全,保证按时间节点完工。主要有以下几点表现:

(1)效率高:充分利用机械作业,比传统人力抬放铺砌工艺抬放安装效率高出数倍。

(2)安全性好:由于都是机械起重吊运连锁块,大大减轻了工人体力劳动强度;传统人力抬放铺砌工艺工人在1:3坡度、铺放有土工布和碎石垫层的坡面上抬放100 kg左右的预制件容易发生滑脚伤害危险,且高强度施工工人容易疲劳,而本工艺对工人体力要求不高,坡面安装人员仅仅就是对吊索下的连锁块进行方向调整和摆放到坡后的靠紧调整,十分省力,大大降低了事故伤害风险。

(3)施工质量好:传统人力抬放铺砌工艺工人会脚踩坡面已经找平的碎石垫层,造成垫层不平整,且来回不断的运动往往会导致石子磨损下层土工布形成破坏性损坏,而本工艺坡面护砌安装工人全部站在已经安放的连锁块上,不需要踩到碎石垫层,保持了已经铺砌好的瓜子片土工布垫层不受扰动,从而保持了砌块下垫层的平整度和厚度均匀完好,也保障了坡面方格内整体砌块的表面平整度和

砌缝的顺直美观。预制块全部由吊机成排起重、人力辅助安放,由于重力作用和设置好的间隔距离联排连锁块在空中状态稳定块体不会碰撞损坏,极大提高了预制块护坡的外观质量。

参考文献:

- [1] 陈振聪. 浅谈河道护坡中连锁板的特性及应用[J]. 江西建材, 2016(8): 127-128.

- [2] 张清明, 王荆, 汪自力. 我国典型堤防工程管理现状调查分析[J]. 中国水利, 2020(5): 36-38.
- [3] 王涛, 王少波, 郑红娟. 南通城市河道生态护岸技术探索与应用[J]. 江苏水利, 2017(1): 1-4.
- [4] 顾海华, 杨晓康. 河道生态护坡类型探讨[J]. 城市道桥与防洪, 2011(6): 127-129, 319.
- [5] 杨帅, 张庆林. 连锁式生态护坡砖在太子河流域辽阳市段河道护岸中的应用[J]. 山西水利科技, 2021(8): 5-8.

(上接第14页)

参考文献:

- [1] 陈鹏, 黎光和, 贾强, 等. 潮白河生态补水的分段河道蓄水与渗漏模拟分析[J]. 北京水务, 2021(6): 31-36.
- [2] ZHANG C, DUAN Q, PAT J Y, et al. Sub-regional groundwater storage recovery in North China Plain after the South-to-North water diversion project[J]. Journal of Hydrology, 2021(597): 126-156.
- [3] 孙冉, 潘兴瑶, 王俊文, 等. 永定河(北京段)河道生态补水效益分析与方案评估[J]. 中国农村水利水电, 2021(6): 19-24.
- [4] 魏健, 潘兴瑶, 孔刚, 等. 基于生态补水的缺水河流生态修复研究[J]. 水资源与水工程学报, 2020, 31(1): 64-69, 76.
- [5] 张勇, 吴子璇, 石锐, 等. 基于多源遥感的和田河流域生态补水对流域植被变化影响研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2022, 58(1): 125-134.
- [6] 陈黎明, 陈炼钢, 李褪来, 等. 城市湿地公园生态补水调

- 度方案对比分析[J]. 水资源保护, 2022, 38(6): 162-167, 174.
- [7] 刘瑞艳, 张建华, 刘凌, 等. 南水北调东线工程调水期洪泽湖水质变化规律分析[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2023, 51(2): 42-49.
- [8] 杨柠. 永定河引黄生态补水长效机制初步探索[J]. 水利发展研究, 2020, 20(2): 13-16.
- [9] 王峰, 刘梅. 南水北调中线工程生态补水机制研究[J]. 中国水利, 2021(10): 39-42.
- [10] 陈新忠, 杨君伟. 基于供需双方博弈的调水工程生态补水价格形成机制研究[J]. 中国水利, 2020(21): 38-40.
- [11] 高玉屏, 杨柠. 生态补水水价形成机制初步探索[J]. 中国水利, 2020(10): 49-51, 59.
- [12] 万吉祥. 宿迁黄河故道及以南地区水资源开发利用[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(21): 99-100.
- [13] 冯文芳, 张丽, 李克勋. 水利工程供水两部制水价基本水量确定方法的比较[J]. 水利经济, 2010, 28(3): 32-35.