

铰接式卡扣生态护坡砖施工技术在水环境治理工程中的应用研究

魏三明

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南郑州 450001

摘要: 文章围绕铰接式卡扣生态护坡砖施工技术在水环境治理工程中的应用展开了探讨分析。针对三里河河道治理工程中护坡施工难题,采用规格0.6m×0.6m的铰接式卡扣生态护坡砖,对整个施工过程和施工工艺进行了优化,通过超宽填筑、斜坡碾压保证基础稳定,利用起重机和专用砖卡提高铺设速度,预排矩形网格线并预设隔梗保证弧形段施工质量。在文章中详细分析了从测量放线到顶压的施工流程及技术要点,并对施工中的质量控制指标和控制措施进行了进一步的分析总结。经验证表明该技术节约施工成本、提高施工效率,在生态护坡施工中具有良好的应用价值,能够为类似工程建设提供参考。

关键词: 水环境治理工程; 铰接式卡扣生态护坡砖施工技术; 质量控制

引言

近年来,随着国家可持续发展战略及生态文明建设要求的提出,水环境治理要求日益提高,国内生态护坡施工技术得到飞速发展。为提高护坡在防止水土流失、防止冲刷侵蚀和稳定性方面的性能,采用规格为0.6m*0.6m的铰接式卡扣生态护坡砖。由于河道坡面长度、弯曲弧度不一致安装间隙较小,正方形护坡砖安装在不规则的坡面上容易出现坡面沉降、铺设不平整、不整齐美观等现象。通过对护坡砖的施工过程和施工工艺进行优化,采用超宽填筑、斜坡碾压保证护坡面基础稳定;采用起重机和专用砖卡提高铺设速度;采用提前预排矩形网格线并预设隔梗形式保证弧形段施工整齐、美观。通过对施工过程的研究总结出“铰接式卡扣生态护

坡砖施工工法”,该工法节约了施工成本,提高了施工效率,对生态护坡施工技术提供有力的技术支撑,具有一定的技术、经济和社会效益。

一、铰接式卡扣生态护坡砖施工技术的工艺原理和工艺特点

采用铰接式卡扣护坡,以成品预制混凝土块为材料,经铰索铰接并卡扣连接紧密后直接摊铺,无需砂浆砌筑,其块体种植孔可实现快速绿化,起到植物修复作用,渗透性可保证河岸与河流水体之间的物质交换,从而实现生态护岸功能^[1],如图1所示。

在具体施工中,通过堤防分层、超宽1m填筑,并采用22t振动碾压实,保证堤防护坡压实度,超宽多余部

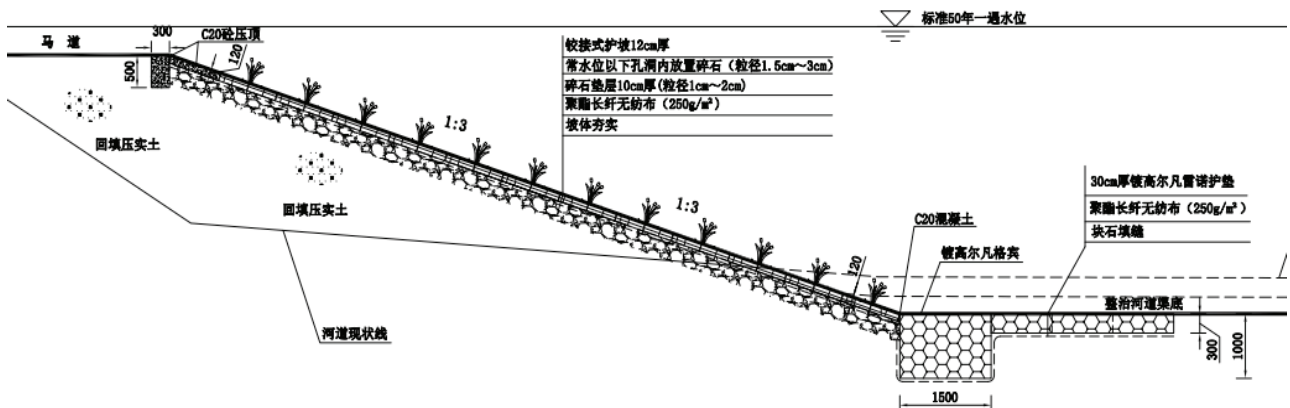


图1 卡扣式护坡结构图

分采用挖机齿斗加刮板形式刮除，避免护坡砖出现沉降；采用挖机齿斗加刮板形式保证大面积的平整度，再采用人工加小型夯机夯实保证斜坡平整；由于单个护坡砖重量较重，人工搬运困难。铺设过程中通过起重机和专用砖卡能够一次性安装4块，提高了在斜坡上安装护坡砖效率；根据四叶草护坡砖尺寸将带有弧度的坡面提前进行预分割形成矩形网格，在网格线内整块铺设，节约施工时间；网格线之间无法整块铺设的浇筑隔梗，可以使弯曲段铺设弧线顺滑、美观。

本工法适用于坡比不陡于1:2、坡面曲率不大于1的护坡铰接式护坡砖快速施工。该工法能够有效节约施工成本，提高施工速度。

二、工程概况

中国水利水电第十一工程局有限公司承建的三里河河道治理工程项目位于方城县中心城区，北起兰南高速，南至吴府大道三里河桥，全长约为5.0Km。其中河道护坡长度11km，截至目前已完成约1km，其中河道弯曲且护坡高低不一，河道断面不标准。项目针对工程实际情况，组织技术人员对河道铰接式卡扣护坡的施工关键技术进行研究，解决了施工中出现的平整度及基础压实度控制、施工效率的提高、转角处弯道控制及高低不平、断面不一的坡面护坡砖铺设技术及施工方法、注意事项进行分析，为其推广建设提供了一定的经验，具有一定的技术、经济和社会效益。

三、铰接式卡扣生态护坡砖施工技术工艺要点

1. 铰接式卡扣生态护坡砖施工流程

测量放线→护坡砖基础施工→无纺布铺设→格宾石笼镇脚施工→铺设卡扣式护坡砖→填缝→压顶

2. 铰接式卡扣生态护坡砖施工技术要点

(1) 测量放线

根据设计图纸，按河底线、高程点、转角点等测放出河道护坡平面位置和纵断高程。精确测定出卡扣式护坡位置起点和终点、伸缩缝位置。护坡基础施工时根据护坡高程控制削坡高度，并保证满足护坡断面高程要求。

(2) 基础施工

为保证斜坡质量要求，需要保证河道护坡填筑压实度满足要求。对河道堤防填筑进行试验段施工，获得碾压参数如下：采用22t振动碾，分层50cm，静碾2遍振

动碾4遍，行进速度1.5km/h，满足河道护坡压实度要求。河道护坡填筑超宽100cm，之后采用挖机齿斗增加宽30cm长100cm厚1cm钢板，作为刮板刷坡，将超宽部分去除^[2]。采用小型夯机人工进行操作，一人在后边推，一人在前边牵引，自下而上进行平整夯实，保证护坡平整度及压实度满足要求。

(3) 铺设土工布

坡面压实并验收后进行无纺布铺设，无纺布铺设需紧贴坡面，铺设平整、缝合严密。

无纺布铺设前首先清除坡面表面上一切可能损伤无纺布的带尖棱硬物，碾压平整并验收后。人工铺设无纺布，铺设前将无纺布卷成空心卷，插入合适的钢管或者直接将无纺布卷在钢管上。铺设时，将无纺布自上开始依次向下进行展开，用人工滚铺，布面要平整，并适当留有变形余量^[3]。坡顶坡脚在锚固沟内以U型扣固定于坡面上，相邻织物拼接采用缝合连接，搭接宽度大于110mm，缝合宽度30mm。缝针距离织边40mm；缝合线采用直径不小于1mm的尼龙线或高强涤纶丝，用手提式缝合机缝合，缝合针脚不大于8mm。沿水流方向，上游的土工布设置在下游土工布上方，土工布与结构面铺设牢靠而不过紧，土工布之间不得留有空隙。缝合示意图见图2。

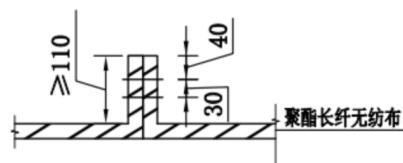


图2 无纺布缝合示意图

(4) 格宾石笼镇脚施工

河道护坡镇脚采用3m宽30厚镀高尔凡覆高耐磨有机涂层雷诺护垫+1.5m宽1m深镀高尔凡覆高耐磨有机涂层格宾石笼组成。护坡镇角用于防止护坡砖下滑及底部防止冲刷掏空从而保证护坡稳固。

(5) 卡扣式护坡砖铺设施工

本项目三里河河道护坡断面坡长、转弯弧度不一；护坡坡面不是标准矩形方框，因此矩形四叶草护坡砖铺设时不容易铺设整齐、美观，铺设不整齐需要对摆放后的护坡砖进行人工调整，浪费人工同时影响铺设效率，为提高施工精度和速度，采用提前预设网格线方法^[4]，即根据四叶草护坡砖尺寸和护坡坡面的尺寸，预设标准矩形网格线，并采用丝线预设方格，保证摆放四叶草护坡砖快速整齐美观。护坡砖的相关参数如表1所示。

表1 叶草护坡砖设计参数表

序号	指标	参数
1	尺寸	600mm*600mm*120mm
2	面积	0.36m ²
3	重量	68kg
4	孔隙率	25%--30%
5	强度	≥ C20

在弧形的河道护坡上将护坡坡顶及压顶定位准确放出，以保证坡上部卡扣式护坡砖的顺直美观。护坡砖实行由下往上铺设的顺序，根据卡扣式护坡砖的尺寸在坡上事先放出网格式定位线，可以根据所放线型判断出卡扣式四叶草型护坡砖与护坡坡体的结合情况。这样便可以提前在其走向偏离压顶平行线的时候得到预警，然后运用设置格梗“吃位”方法进行调试得到美观顺直的完成面。

为提高施工速度，网格线内的区域大面积铺装采用吊车结合自制专用吊具，一次起吊四片，组装在一起，并由四人组成的施工小组在预铺设区域接应，块体的铺设及组合方式用人工按照交底方案进行组合铺装。

局部吊车不能到达部位或转弯角度大的区域采用专用转卡，双人将护坡砖抬至定做的滑轨小车上，运用滑轨小车运输至坡面需铺设位置进行安装。并且在转弯角度不大时采用混凝土填缝设置隔梗，坡面弧度过大区域可设置格梗提前缓冲转弯角度，也可较好地解决弯曲处铺设问题。

(6) 填缝

接缝处小于5厘米的缝隙可以忽略，但如果缝隙过大则必须用渗水性混凝土填缝。为保证节约时间，采用画网格线形式保证铺设精度，防止出现缝隙过大要求填缝。经受波浪冲击的边坡上铺好块后空隙内填满卵石，可大大提高铺面系统的稳定性^[5]。正常水位以下的开孔式砌体孔内根据设计要求填充卵石，两块护坡垫之间用锁扣连接即可保证满足稳固防冲刷要求。

(7) 压顶

为保证铰接式卡扣护坡砖稳固要求，顶部采用锚固沟锚固，锚固沟深500mm，宽200mm，采用C20混凝土压顶，将无纺布铺在锚固沟底部，用8mm钢绞线将铰接式卡口护坡转连成一体，并将伸出锁头锚固入锚固沟内一体浇筑。护坡砖顶部现浇时将顶部90cm护坡砖块体和压顶一并浇筑，进行固定。边坡上铺的垫子在顶部必须把系索一同锚固在顶部锚固沟内，底部则可以连接到格

宾石笼上，底部缝隙可以采用混凝土填充。

3. 施工中的质量控制

(1) 做好施工过程中的材料检验，对于护坡砖预制块，需随机抽样进行抗压、抗折等力学性能试验，确保其强度符合设计要求。对格宾石笼所用的钢丝，应检查其镀锌层厚度、钢丝直径等指标，防止钢丝在短期内锈蚀影响结构安全。护坡砖自身质量必须满足表2中的相关指标要求。在铺设过程中护坡砖铺设基础压实度≥93%，基础平整度≤10mm。表面平整度≤10mm，孔心对中偏移≤5mm，相邻块高差≤5mm。

表2 护坡砖基本指标要求

项目	测试方法	要求指标
尺寸外观	尺寸偏差	厚度 ≤ ± 2mm; 边长 ≤ ± 4mm, 且不大于 1%; 对角线 ≤ ± 4mm
	蜂窝麻面	深度 ≤ 2mm, 长度 ≤ 10mm, 累计面积小于 1%
	缺棱掉角	个数 ≤ 1个, 且最大投影尺寸不大于 18mm
	表面裂纹	≤ 5mm
强度等级	《预制混凝土砌块护坡高程技术规程》(DB34/T 2233-2014)	不小于 MU20, 抗压强度平均值 ≥ 20.0Mpa
吸水率		不大于 8%
抗折强度平均值		≥ 4.5Mpa

(2) 格宾网施工基面施工测量的精度指标应符合以下要求：平面位置允许误差 ± 30mm—— ± 40mm；高程允许误差 ± 30mm；格宾网箱网平整度的相对高度差允许范围 ± 30mm；格宾网箱网护底的基底及其压实度、基础深度和轮廓线长度及宽度，按设计图施工，符合设计要求。施工中对设置的施工高程控制点必须严加保护，并定期检测、校正。

(3) 施工过程中的质量控制。施工过程中，每完成一道工序都要进行严格的质量检查和验收。护坡砖铺设时，要随时检查卡扣连接是否紧密，防止出现松动现象影响整体稳定性。格宾石笼镇脚施工完成后，需检查石笼的填充情况，保证石块饱满、分布均匀，避免出现空洞影响镇脚效果。同时，对无纺布的铺设质量也要定期检查，查看有无破损、缝合不严密等问题，及时进行修补处理，保障其防渗和防护功能。

4. 效益分析

(1) 生态效益：该护坡技术具有良好的稳定性、抗

侵蚀性、透水性、强度及耐久性等。具有防波浪冲刷、自然排水透水以及实现植物生长(生态)、自然净化水质等促进自然生态环境以及营造城市景观等突出的优点。可以系统有效地解决保水、排水、保护水资源、保护生物的多样性等一系列包含复杂技术的生态环境保护问题,保证最大限度体现河道护坡的生态效应。

(2)经济效益:采取快速高效的吊车配合专用砖卡铺设方法及转弯处采用混凝土隔梗预设提前量方式,可以在保证铺设整齐美观的同时有效提供施工效率。吊车配合自制专用砖卡一次性铺设四块,需4个人配合;采用普通方式每块需要两个人抬采用滑轨铺设,4块需要8人,且吊车速度更快,效率可以提高约6倍。以三里河铰接式卡扣护坡工程量为 57400m^2 计算,根据人工及材料单价核算,采用双人配合滑轨形式约需 $14\text{元}/\text{m}^2$,采用吊车配合4人组约需 $24\text{元}/\text{m}^2$,其中节约费用 $= (24-14) \times 57400=57.4$ 万元。

结语

铰接式卡扣生态护坡砖施工技术在三里河河道治理工程中的成功应用,有效解决了不规则坡面护坡施工的

难题,通过对施工工艺的优化和质量控制,有效促进护坡的稳定性、抗侵蚀性等性能的提升,实现了对河岸的有效保护,同时该护坡施工技术也有效改善了河岸周边的生态环境,并且在施工效率和施工效益方面也展现了良好优势。但是该技术在不同地质条件和复杂环境下的应用仍需进一步研究,持续优化施工技术细节,使其能更好地适应多样化的水环境治理需求,为生态文明建设贡献更多力量,推动生态护坡技术的持续发展和广泛应用。

参考文献

- [1] 邓志荣.水利工程中铰接式河道生态护坡技术的应用[J].水利技术监督,2024,(10):255-258.
- [2] 周勇,梁山,刘平尧,等.铰接式矩阵护坡施工技术[J].中国新技术新产品,2024,(17):127-129.
- [3] 刘强,宋文飞,王光生.水利工程中铰接式河道生态护坡技术的应用[J].珠江水运,2024,(06):78-80.
- [4] 郑晓津.水环境护岸中铰接式生态护坡的应用[J].陕西水利,2021,(12):85-86+92.
- [5] 徐名悦.生态护坡新模式——铰接式混凝土砌块护坡[J].大坝与安全,2020,(04):30-32.