

河道治理工程中格宾生态格网挡墙结构应用研究

李哲鹏

河北省水利规划设计研究院有限公司 河北 石家庄 050000

摘要:为解决传统河道护坡防护性差、生态性缺失等问题,本文聚焦格宾生态格网挡墙结构,系统阐述其结构组成、类型及核心性能优势,剖析水力、土体、生态三大适配机理。结合实际河道治理工程,梳理标准化施工工艺与质量控制要点,分析工程应用成效,总结施工不规范、结构长期损耗、生态养护不足等现存问题,并提出针对性结构改良、精细化施工、长效运维的优化策略,为同类河道生态治理工程提供参考。

关键词:河道治理工程;格宾生态格网挡墙结构;应用

引言:当前国内河道普遍存在岸坡坍塌、水流冲刷严重、生态系统退化等问题,传统硬质护坡模式虽可实现基础防护,但存在生态阻隔、适配性差、运维成本高等弊端,难以兼顾河道安全防护与生态修复双重需求。格宾生态格网挡墙具备柔性强、透水生态、耐久性佳等优势,可适配复杂河道工况。基于此,本文深入研究该结构的适配机理、施工工艺与应用效果,助力提升河道治理工程质量与生态治理水平。

1 格宾生态格网挡墙结构核心特性与适配机理

1.1 格宾生态格网挡墙结构组成与类型

(1)格宾挡墙核心组成主要包含格网箱体、填充石料、土工垫层、反滤层四大核心构件。格网箱体为高强度镀锌合金钢丝编织结构,具备规整几何形态;填充石料选用质地坚硬、抗风化的天然石料,是承重核心;土工垫层铺设于基底,起到找平、分散压力作用;反滤层可阻断土体细颗粒流失,避免结构掏空破损。(2)常用格宾结构类型分为常规格宾网箱、雷诺护垫、加筋格宾挡墙。常规格宾网箱箱体厚度大、整体性强,以竖向堆叠为主;雷诺护垫厚度薄、柔性更强,多平铺布设;加筋格宾挡墙增设土工加筋带,可联动土体受力,整体承载能力大幅提升。(3)三类结构适配河道工况差异显著。常规格宾网箱适用于河道岸坡陡峭、需要竖向挡土的工况;雷诺护垫适配河道浅滩、坡面防冲刷防护场景;加筋格宾挡墙多用于河道高填方、软基岸坡等对结构稳定性要求高的复杂工况^[1]。

1.2 格宾生态格网挡墙核心性能优势

(1)力学性能优异,整体具备良好柔韧性,可适配地基不均匀沉降,不易开裂坍塌;箱体石料咬合紧密,整体稳定性强,同时能抵御河道高速水流冲刷、风浪冲击,有效适应河道动态受力变化。(2)生态性能突出,结构多孔透水,可实现水土自然交换;孔隙空间可为草

本、灌木提供附着生长载体,逐步形成植被覆盖层,同时为鱼虾、微生物营造栖息、繁衍空间,有效修复河道原生生态。(3)工程性能良好,合金网材抗腐蚀、耐老化,适配户外河道复杂环境,耐久性极强;构件标准化、拼装简单,施工效率高,且结构不易损坏,后期无需频繁检修,维护成本低廉。

1.3 河道治理中格宾挡墙适配机理

(1)水力适配机理:格宾挡墙整体为多孔透水结构,区别于传统硬质封闭式护坡,可有效疏导河道水流,消减水流冲击动能,降低近岸水流流速。在水位涨落过程中,结构可实现内外水体互通,平衡挡墙两侧水压力,避免静水压力过大造成的结构挤压变形与坍塌,稳定河道水流形态,提升河道行洪稳定性。(2)土体适配机理:挡墙与岸坡土体形成协同固结体系,反滤层可锁住土体颗粒,防止岸坡土体被水流淘刷流失。同时箱体填充石料压实后形成稳定支护体系,约束岸坡土体滑移变形,配合土体自身固结作用,逐步实现岸坡土体压实稳定,有效解决边坡松散、坍塌、滑坡等问题,强化岸坡整体稳定性。(3)生态适配机理:格宾多孔结构打破了传统护坡的生态阻隔问题,构建出土水、生物双向交换通道。随着植被逐步生长固化,可进一步优化表层生态结构,改善河道局部微环境,促进水体自净能力提升,逐步重构植被、水生生物、微生物共生的完整河道生态系统,实现工程防护与生态修复的有机统一。

2 河道治理工程中格宾生态格网挡墙施工工艺与质量控制

2.1 施工前期准备与工况适配设计

(1)河道现场工况勘察是施工开展的核心基础,需全方位检测分析现场核心参数。重点测量河道岸坡坡度、坡面平整度及土体稳定状态,实时监测河道常态与汛期水流流速、水位变化,勘查岸坡土质类型、土层分

布及地基承载力,同步收集区域水文、降雨数据,为方案设计提供精准数据支撑,规避施工适配性不足问题。

(2) 严格把控各类施工原材料选型与质量标准。格宾网材需选用高镀锌合金钢丝材质,确保网丝直径、网孔尺寸达标,具备优异抗腐蚀、抗老化性能;填充石料需选取质地坚硬、无风化、无裂纹的天然石料,粒径贴合设计要求,杂质含量严控在标准范围内,保障结构咬合度与稳定性^[2]。(3) 结合现场勘察数据开展结构优化设计,根据河道水流冲击强度、岸坡土质条件及防护等级,精准确定格宾挡墙高度、厚度、分层数量等结构尺寸,优化挡墙布设位置与延伸范围,针对弯道、浅滩、软基岸坡等特殊工况调整布设方案,确保结构与河道工况高度适配。

2.2 标准化施工工艺流程

(1) 首先开展场地清理与基础施工,彻底清除施工区域内杂草、淤泥、碎石及松散土体,对凹凸不平的岸坡进行修整找平,保证坡面规整、坡度合规。随后铺设土工垫层与反滤层,做到铺设平整、无褶皱、搭接紧密,夯实基础土层,提升基底承载能力。(2) 开展格宾网箱组装与安装作业,按照规范展开网片并拼接成型,紧固所有连接绑扎点,保证网箱结构规整、无变形。采用错位摆放方式布设网箱,规避通缝隐患,通过绑扎丝将网箱与基础、相邻箱体牢固固定,确保整体排布整齐、定位精准。(3) 遵循分层填充原则开展石料填筑施工,分层均匀投放石料,合理搭配大小石料,减少内部空隙,逐层轻压夯实,保证填充密实均匀。单箱填充完成后平整顶面,闭合封盖并牢固绑扎,将整体网箱结构拼接为一体,保障结构整体性与受力均匀性。(4) 完成主体施工后开展生态配套工序,在挡墙表层孔隙及顶部覆土,铺设适宜植被生长的种植土,结合河道生态需求栽种本土草本、灌木植物,完善水陆生态衔接结构,修复河道沿岸植被体系,实现工程防护与生态修复同步落地^[3]。

2.3 施工质量控制要点与难点处理

(1) 建立全方位原材料与施工质管控标准,严格核验网材、石料质量合格证与检测报告,杜绝不合格材料进场;严控网箱安装平整度、垂直度及错位间距,确保安装精度达标;规范石料填充工艺,严控填充密实度、空隙率,避免出现局部空洞、填筑不实等质量问题。(2) 针对河道临水施工、岸坡不均匀沉降等难点制定专项方案。临水施工选择枯水期开展作业,设置临时挡水设施,规避水流扰动施工;针对软基岸坡,通过换填夯实、加厚垫层、增设加筋结构等方式优化地基受

力,有效解决不均匀沉降、坡面滑移等隐患。(3) 落实施工全过程质量检测与验收,全程抽检原材料性能、安装精度、填筑质量等核心指标,实时整改违规施工问题。工程验收重点核查挡墙结构尺寸、整体稳定性、生态配套完整性,确保各项指标符合河道治理施工规范,保障工程质量与长期使用效果。

3 河道治理工程中格宾生态格网挡墙工程应用效果分析与优化

3.1 工程应用案例概况

(1) 本次河道治理工程治理河段长度适中,河道整体呈弯曲线型,流域内水文季节差异显著,汛期水流流速大、水位涨幅快,枯水期水流平缓、水位偏低。河道原有问题较为突出,长期水流冲刷导致岸坡土体流失、边坡坍塌严重,河道断面缩窄、行洪能力下降。同时,传统硬质护坡隔绝水土交换,沿岸植被退化,水生动植物栖息地遭到破坏,水体自净能力减弱,存在淤积、水质变差等诸多河道生态与安全隐患。(2) 结合河段水文与地质工况,本次工程选用常规格宾网箱与雷诺护垫组合结构,陡坡挡土段采用加筋格宾挡墙提升整体承载力,浅滩坡面防护采用雷诺护垫平铺防护。挡墙沿河道两岸全线布设,重点加固弯道迎水坡面与坍塌高发区段。施工严格按照标准化参数实施,统一网箱规格、石料粒径、填筑厚度及分层高度,依据岸坡坡度调整挡墙布设倾角,保障结构与河道地形高度适配^[4]。(3) 本次工程施工条件良好,选址地形开阔、交通便利,可依托枯水期开展干地施工,规避水流干扰,施工工期与水文周期适配性较强。工程核心治理目标兼顾安全防护与生态修复,一方面解决岸坡坍塌、河道冲刷、行洪不畅等工程安全问题,提升河道防洪排涝能力;另一方面打破传统硬质护坡生态壁垒,恢复河道水陆生态交换功能,重构沿岸植被体系与水生动植物栖息环境,实现河道安全、生态、景观协同提升。

3.2 工程应用效果综合分析

(1) 结构稳定性应用效果显著,工程投入使用后,经历多次汛期水流冲刷与水位涨跌,格宾挡墙整体结构完整,无变形、倾覆、坍塌等病害问题。其柔性结构可自适应地基轻微不均匀沉降,石料咬合紧密、整体性强,能够有效消减水流冲击动能,大幅降低岸坡土体冲刷流失概率。长期监测数据显示,防护区段岸坡稳定性大幅提升,河道断面形态保持稳定,防洪固坡防护效果远超传统护坡结构。(2) 生态治理成效突出,格宾挡墙多孔透水结构打通了水土、物质与生物交换通道,有效改善水体流通条件,加快水体污染物降解,河道透明度

与水质指标稳步提升。挡墙孔隙及表层覆土为植被生长提供了良好载体,沿岸草本、灌木逐步自然生长,植被覆盖率持续提高。同时多孔结构为鱼虾、底栖生物及微生物提供了栖息、繁衍与避险空间,河道水生态群落逐步恢复,生态系统自我修复能力持续增强。(3)工程经济与社会效益优势明显,相较于混凝土、浆砌石护坡,格宾挡墙施工工艺简单、原材料易得,无需复杂施工设备,大幅缩短施工周期,有效降低前期建设成本。同时结构抗腐蚀、耐老化,整体使用寿命长,后期无大规模修缮需求,运维养护成本极低。此外,绿植覆盖后的格宾挡墙摒弃了传统硬质护坡的生硬观感,贴合自然河道景观,提升河道沿岸整体风貌,改善周边人居环境,具备良好的生态景观与民生效益。

3.3 工程应用现存问题分析

(1)部分施工区段存在施工工艺不规范问题,施工过程中存在石料填充疏密不均、大小石料搭配不合理、网箱绑扎固定不牢固等情况。同时局部岸坡基础找平不到位、垫层铺设不规整,导致挡墙局部受力不均,长期运行后出现轻微松动、孔隙偏大等问题,造成局部结构稳定性不足,影响整体防护性能。(2)河道长期复杂水文环境对结构造成持续损耗,汛期高速水流反复冲刷、泥沙持续摩擦,会造成表层石料磨损、移位。同时长期日晒雨淋、温湿度交替变化,会导致网材出现轻微自然老化,网丝韧性缓慢下降,部分连接绑扎点位出现松动,长期累积会降低结构整体性与抗冲刷能力,影响工程长效运行效果。(3)生态配套施工与养护精细化不足,存在生态适配性不足问题。部分区段表层覆土厚度不均,加之植被选种单一、未适配本土环境,导致植被生长不均衡,局部区域植被稀疏、覆盖率不足。同时后期缺乏常态化生态养护,杂草丛生、植被枯萎后未及时补植,无法形成稳定的植被生态体系,制约河道生态修复整体效果。

3.4 结构应用优化策略

(1)开展针对性结构优化改良,针对高冲刷、高填方区段增设加筋带、加强网箱绑扎密度,提升结构整体抗拉与抗冲击性能。采用分层分级布设方式,根据河道

水位梯度调整挡墙分层厚度,迎水面加厚加固、背水面轻量化布设,优化结构受力体系。同时对局部空洞、松动区段补充填料,规整结构形态,提升整体稳定性与抗变形能力。(2)优化精细化施工工艺,建立工况适配施工标准,针对软基、陡坡、弯道等不同河道工况制定专属施工方案。软基区域强化基础换填与垫层加固,弯道高冲刷区域加密网箱固定点位、优化石料级配。严格规范石料填充、网箱组装、拼接绑扎工序,落实分层填筑、逐层夯实工艺,全程把控施工精度,杜绝不规范施工问题^[5]。(3)完善后期运维管理体系,建立常态化巡检机制,定期排查挡墙结构松动、石料移位、网材老化等问题,及时开展修补加固。同时优化生态养护方案,选用本土耐旱耐水植被,定期开展植被补植、修剪与养护,清理杂草与淤积杂物。构建工程防护与生态养护长效管理模式,保障结构稳定与河道生态持续向好发展。

结束语

本文通过研究格宾生态格网挡墙的结构特性、施工工艺及工程应用效果,证实该结构可有效解决河道岸坡失稳、水流冲刷等安全问题,同时能够修复河道水陆生态系统,综合应用价值显著。针对工程现存施工、运维及生态养护短板,提出系统化优化策略。后续需持续深化工况适配性研究,完善精细化施工与长效运维体系,充分发挥其防护与生态双重优势,助推河道生态治理高质量发展。

参考文献

- [1]鹿阳.河道治理工程中生态格网施工技术研究[J].工程建设与设计,2023,16(8):216-218.
- [2]郭福悦.河道治理工程中生态格网施工技术的应用[J].大众标准化,2022,24(12):175-177.
- [3]张龙柱.生态格网施工技术在河道治理工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2024,48(6):140-144.
- [4]朱裕庆,刘力玮.柔性生态护岸结构动力响应特性分析[J].岩土工程学报,2023,52(5):890-897.
- [5]武景振,刘圳.生态格网挡墙破坏机理与模型试验[J].水利水电技术,2024,11(3):112-119.