

# 中小型河道挡墙常用结构型式及应用特点

翟婧彤

保定市水利水电勘测设计院 河北 保定 071051

**摘 要:** 本文结合中小型河道水文平缓、地形起伏小、地基土质简单的工程特征,系统阐述重力式、悬臂与扶壁式、生态砌块及格宾石笼四种主流挡墙的结构构造、受力机理与施工特点。通过对比各类挡墙的稳定性能、生态效果、施工效率与造价成本,分析不同工况下结构适配性及常见工程病害,针对性提出设计与施工优化策略,可为中小型河道护岸治理及生态改造工程提供可靠的技术参考与选型依据。

**关键词:** 中小型河道;挡墙常用结构型式;应用特点

**引言:** 中小型河道是城乡水系体系的重要组成部分,承担防洪排涝、固土护岸、改善水系生态的重要功能。挡墙作为河道治理的核心防护构筑物,其结构选型直接影响工程安全、建设成本与生态景观效果。为适配中小型河道低流速、小洪峰、地形平缓的水文地质条件,规避盲目设计与选型不当问题,本文全面梳理各类挡墙结构特性与应用优势,分类总结适配场景,为河道标准化治理提供理论与实践支撑。

## 1 中小型河道挡墙工程基础理论

### 1.1 中小型河道及挡墙工程界定

(1) 中小型河道水文、地形特征参数界定。中小型河道相较于大型河道,汇水面积较小、河道宽度窄、水深变化幅度低,汛期洪峰流量小、水流流速平缓,枯水期水位稳定。地形上多分布于城镇、乡村支流及田间水系,河道纵坡平缓,河床土质以粉质土、黏土为主,地形起伏小,整体水文地形条件简单,无极端水流冲击工况。(2) 河道挡墙的功能分类与适用场景。按功能可分为防洪挡墙、护岸挡墙、生态挡墙三类。防洪挡墙主打挡水防涝,适用于村镇河段、低洼临水区域;护岸挡墙侧重稳固河床、防止岸坡坍塌,多用于河道弯曲、边坡松散河段;生态挡墙兼顾防护与生态修复,适配景观河道、乡村生态水系改造场景<sup>[1]</sup>。(3) 中小型河道挡墙工程设计核心要求。设计需遵循安全适配、经济实用、贴合河道原貌的原则,匹配中小型河道水文特征,严控墙体尺寸与荷载标准,兼顾施工便捷性,同时规避过度设计,保障工程与河道自然形态协调统一。

### 1.2 挡墙结构受力与稳定分析理论

(1) 挡墙主要荷载类型及计算方法。核心荷载包含墙体自重、水压力、土压力及河床冲刷附加荷载。自重

为恒定荷载,按墙体材质密度与体积计算;水压力依据水深、水流流速核算静水与动水压力;土压力结合岸坡土质参数,采用经典土压力公式计算,为结构设计核心依据。(2) 抗滑移、抗倾覆稳定验算原理。抗滑移验算通过对比墙体抗滑阻力与水流、土体推力,保障墙体不发生水平位移;抗倾覆验算以墙趾为转动支点,核算抗倾覆力矩与倾覆力矩比值,确保墙体在水流、土体作用下无倾倒风险,比值需满足规范安全阈值。(3) 地基承载力与墙体沉降控制标准。需根据地基土质类型检测承载力,确保地基承载力大于墙体总荷载。同时严控墙体不均匀沉降,针对软土地基需做加固处理,沉降差值需控制在规范允许范围,避免墙体开裂、变形失效。

### 1.3 中小型河道挡墙设计控制因素

(1) 水文条件:流速、水位、冲刷影响。汛期流速增大易冲刷墙基与岸坡,高低水位交替变化会产生往复水压力,设计中需根据历年水位、流速数据,强化墙基防冲刷设计,抵御水流动态冲击。(2) 地质条件:地基土质、边坡稳定性影响。松散砂土、软黏土地基承载力低、易沉降,松散边坡易坍塌,设计需结合地质勘察结果,优化基础埋深,针对性开展地基加固与边坡支护设计。(3) 生态与景观、施工成本控制要求。摒弃硬质封闭挡墙设计,预留水生生物生长空间,贴合河道生态需求;兼顾沿岸景观协调性,简化结构形式,选用经济型建材,优化施工工艺,有效控制工程造价。

## 2 中小型河道挡墙常用结构型式及构造特征

### 2.1 重力式挡墙

(1) 结构构造形式与材料组成。重力式挡墙是中小型河道最常用的刚性挡护结构,整体为整体式实体结构,断面多呈梯形,主要由墙身、墙趾、墙踵三

部分构成。工程常用材料以浆砌片石、块石、素混凝土为主,部分低矮挡墙采用干砌石结构,材料取材便捷、造价低廉,适配河道基础防护工程施工需求。(2)墙体受力机理与结构特性。该挡墙核心受力原理依托自身自重平衡侧向土压力、水压力,依靠墙体自重产生的抗滑、抗倾覆阻力维持结构稳定。整体结构刚度大、整体性强,抗冲击性能好,对常规水流冲刷、土体侧压适应性强,且施工工艺简单、后期维护便捷,容错率较高。(3)常规尺寸与标准化构造参数。中小型河道重力式挡墙墙高通常控制在1.5~5m,墙顶宽度不小于0.4m,墙面坡度一般为1:0.2~1:0.5。墙趾向外悬挑,宽度根据墙高适配,通常为0.3~0.8m,基础埋深结合河道冲刷深度设定,常规取值0.8~1.5m,适配多数乡村、城镇支流防护工况<sup>[2]</sup>。

## 2.2 悬臂式与扶壁式挡墙

(1)悬臂式挡墙结构构造与适用条件。悬臂式挡墙为钢筋混凝土轻型结构,由立板、底板组成,无额外加固构件,依靠底板土体自重平衡侧向荷载。结构轻薄、占地空间小,整体自重远低于重力式挡墙,适用于墙高3~6m、地基承载力一般、施工场地狭窄的中小型河道河段。(2)扶壁式挡墙加固机理与结构优势。扶壁式挡墙在悬臂式结构基础上,沿墙体纵向每隔固定间距设置竖向扶壁板,将立板与底板连接为整体。通过扶壁传递分散应力,有效减小立板弯曲应力,解决高墙悬臂受力变形过大问题,结构承载力更强、变形更小,整体稳定性显著提升<sup>[3]</sup>。(3)两种轻型挡墙的结构差异与适配场景。两者核心差异在于是否设置扶壁加固结构,悬臂式构造简单、施工快捷,适合中低高度挡护工程;扶壁式整体刚度更大,适配4~8m较高挡墙工况。二者均为轻型结构,相比重力式挡墙可大幅节约建材,多用于城镇景观河道、临河道路边坡防护。

## 2.3 生态砌块挡墙

(1)生态砌块挡墙结构组成与拼装形式。生态砌块挡墙由预制混凝土生态砌块、回填土体、反滤层组合而成,砌块为标准化预制构件,自带咬合结构。施工采用分层错缝拼装方式,构件拼接紧密、装配化程度高,无需现场大面积浇筑,施工效率高,适配各类中小型河道生态改造工程。(2)透水、植生结构设计特点。砌块预留孔洞、缝隙与空腔结构,具备良好透水性能,可实现墙体前后水体互通,平衡水土压力,避免墙体积水渗水破坏结构。同时空腔与孔洞可填充种植土,为草本、水生植物提供生长载体,实现固土护坡与生态绿化一体化。(3)新型生态挡墙的结构

优化型式。新型生态砌块挡墙优化了传统砌块单一结构,采用阶梯式、箱式复合结构,提升砌块咬合强度与整体稳定性。部分改良砌块增设反滤、防冲刷结构,兼顾结构安全与生态修复功能,有效解决传统硬质挡墙生态阻隔、景观性差的问题。

## 2.4 格宾石笼挡墙

(1)格宾石笼材质与组装构造工艺。格宾石笼由镀锌低碳钢丝编织成网箱结构,内部填充坚硬耐磨的块石、卵石,钢丝具备防腐、防锈、抗老化特性。施工采用现场组装、分层堆叠、错缝铺设的工艺,填充石料粒径均匀,整体组装灵活,可适配不规则河道岸坡地形。(2)柔性结构受力与变形适应特性。格宾石笼属于柔性整体结构,与刚性挡墙相比,具备良好的变形适应能力。地基发生轻微不均匀沉降、岸坡微小变形时,墙体可随形调整,不会出现开裂、坍塌问题,能有效适配软质、土质松散的河道地基条件<sup>[4]</sup>。(3)结构耐久性与抗冲刷构造设计。石笼内部石料空隙可缓冲水流冲击,降低水流对墙体的冲刷破坏力,抗水流淘刷性能优异。钢丝防腐涂层可抵御水环境长期侵蚀,提升结构使用寿命。同时石料空隙可淤积泥沙、滋生植被,进一步加固墙体,实现结构耐久与生态稳定的双重效果。

## 3 各类挡墙结构应用特点与选型对比分析

### 3.1 不同结构挡墙应用性能特点

(1)重力式挡墙:稳定性、施工性与局限性分析。重力式挡墙依靠自身自重维持稳定,整体刚度大、抗冲刷和抗倾覆能力强,防护稳定性可靠。其施工工艺成熟、对施工设备要求低,取材方便,适配多数常规中小型河道防护工程。但该结构墙体断面大、土石方用量多,占地面积大,整体自重对地基承载力要求较高,在软弱地基中易出现沉降变形,且硬质墙体生态渗透性差,景观与生态效果薄弱。(2)轻型挡墙:经济性、占地优势与适用局限。轻型挡墙包含悬臂式与扶壁式钢筋混凝土结构,墙体轻薄、空间占用量小,能够有效节约土地资源。相较于重力式挡墙,建材用量大幅减少,综合经济性更优,施工成型速度快。其局限在于结构抗冲击性能一般,对水流高速冲刷、侧向复杂荷载适应性较差,不适用于高冲刷、高落差的河道河段,施工对模板与钢筋工艺精度要求较高。(3)生态型挡墙:生态效益、防护性能特点。生态型挡墙以生态砌块、格宾石笼为核心结构,具备透水透气特性,可实现水土交换、涵养河道生态。墙体可生长植被,能够修复河道水生态环境,美化沿岸景观。防护层面柔性适配性强,可适应地基轻微变形,抗冲刷性能良好,兼顾防护安全与生态修复

复双重功能,唯一短板是高强度极端工况下结构稳定性略低于重力式挡墙。

### 3.2 不同工况下挡墙适配性分析

(1) 平缓地形、常规水文河道适配选型。地形平缓、水位稳定、水流流速低的常规河道,水文地质条件简单,可优先选用造价低、施工便捷的重力式挡墙,满足基础防洪护岸需求。对景观有基础要求的河段,可选用普通生态砌块挡墙,在保障防护安全的同时,提升河道生态观赏性,适配乡村及城镇普通支流河道。(2) 软弱地基、高冲刷河道适配选型。软弱地基承载力不足、易发生沉降变形,不宜采用自重较大的重力式挡墙,优先选用轻型钢筋混凝土挡墙或柔性格宾石笼挡墙,依靠结构轻量化、变形适应性强的特点,规避不均匀沉降破坏。高冲刷河段需优选格宾石笼与加固型生态砌块挡墙,利用结构空隙缓冲水流冲击力,提升墙基抗淘刷能力<sup>[5]</sup>。(3) 生态修复、景观型河道适配选型。以生态治理、景观提升为核心的河道工程,需摒弃传统硬质重力挡墙,优先采用生态砌块挡墙与格宾石笼挡墙。两类结构均可实现植生绿化、水体连通,修复河道动植物生存环境,适配城市滨水景观带、生态示范河道、乡村宜居水系改造等工程场景。

### 3.3 经济性与施工效率对比分析

(1) 各类挡墙材料成本与造价对比。重力式挡墙石料、混凝土用量大,材料总成本最高;轻型钢筋混凝土挡墙建材用量少,造价适中,性价比突出;生态砌块挡墙为预制构件,材料单价偏高,整体造价中等;格宾石笼取材简易、用料节约,整体造价最低,是经济型生态防护首选。(2) 施工工艺难度与工期差异分析。重力式挡墙工艺简单、现场砌筑便捷,工期较短;轻型挡墙需钢筋绑扎、模板支护、混凝土浇筑,工艺复杂、工期最长;生态砌块采用装配式施工,拼装简便、成型快速,工期最短;格宾石笼现场组装灵活,施工受地形限制小,工期适中。(3) 后期运维成本与使用寿命对比。重力式挡墙结构坚固、病害少、运维成本极低,使用寿命最长;轻型混凝土挡墙易出现开裂、渗水问题,需定期检修;生态砌块结构稳定、运维简单,使用寿命中等;格宾石笼长期水环境下存在钢丝老化风险,需定期排查

修补,运维成本略高。

### 3.4 工程应用常见问题与优化措施

(1) 各类挡墙施工及运行期常见病害。重力式挡墙易出现墙体沉降、勾缝脱落、墙基冲刷掏空;轻型挡墙易发生立板开裂、钢筋锈蚀、结构变形;生态砌块易出现砌块错位、空洞堵塞、植被枯死;格宾石笼常见钢丝腐蚀、石料流失、墙体局部塌陷等病害。(2) 结构设计与施工工艺优化方案。设计阶段结合地质水文条件优化结构尺寸,软弱地基提前开展换填加固;施工中严控砌筑、浇筑及拼装精度,做好墙基防冲刷处理与反滤层铺设;针对混凝土结构做好防腐防渗处理,生态结构定期疏通孔洞,石笼结构选用高防腐钢丝材质。(3) 适配中小型河道的挡墙选型优化建议。中小型河道选型需遵循“安全适配、经济实用、生态兼顾”原则,常规防护优先重力式挡墙;场地受限、地基薄弱选用轻型挡墙;生态改造工程优选生态砌块与格宾石笼,结合河段工况组合选型,实现防护、经济与生态效益统一。

### 结束语

本文详细分析了四类中小型河道挡墙的结构特征、性能优劣及适用工况,明确不同挡墙在稳定性、经济性、施工性与生态性方面的差异化优势。各类结构均存在适配短板与常见病害,无通用最优型式。实际工程需结合河道水文地质、场地条件、治理目标综合选型,优化施工工艺与地基处理方案,统筹结构安全、工程造价与生态修复需求,实现中小型河道治理工程长效稳定、生态宜居的建设目标。

### 参考文献

- [1] 宋悦豪.普通型插板桩在大德塘河道护岸工程的应用[J].江苏水利,2025,9(5):45-48.
- [2] 曹晖.会昌县澄江治理工程堤防与护岸结构分析[J].当代水利水电,2023,5(12):89-93.
- [3] 梁柏棉.中小河流河道护坡治理工程设计研究[J].江西建材,2022,37(9):359-362.
- [4] 刘兴年,方春明.土工合成材料在生态护岸中的应用[J].人民黄河,2021,43(2):78-84.
- [5] 张磊.中小河流治理中自嵌式生态挡土墙的选型与应用研究[J].水利科技与经济,2022,28(11):112-115.