

中小河流防洪治理工程规划布局与结构设计

杨 心

扬州市勘测设计研究院有限公司 江苏 扬州 225000

摘 要：本文以扬州地区中小河流为研究对象，结合现行水利设计规范，梳理中小河流水文特点与治理理论，排查河道淤积、堤防破损、构筑物老化等现存防洪隐患，结合沿岸居住、农田防护等级确定治理标准。立足场地征、地质条件开展全域防洪总体规划，完成河道清淤、堤防、护岸、涵闸等专项工程布局，针对堤防、复合型护岸、消能构筑物开展精细化结构参数设计。工程兼顾防洪安全、生态保护与后期运维，采用分区差异化设计方案，适配乡村河道施工条件，可为同区域同类型中小河流防洪治理设计提供实操参考。

关键词：中小河流；防洪治理工程；规划布局；结构设计

引言：扬州境内中小型河道密布，河道坡降偏小、汛期短时降雨集中，沿岸农耕区、聚居区连片分布，历年汛期漫堤、岸坡坍塌、片区内涝问题频发。早期河道治理多以简易筑堤为主，工程标准偏低、结构耐久性不足，且过度采用硬质护坡，破坏河道原生生态。为补齐基层河道防洪短板，契合国土空间管控及生态治水要求，本文结合现场勘测数据，从全域规划、专项布局、构筑物结构三层开展设计，兼顾防洪实用性、施工经济性与河道生态性，制定适配本地工况的治理设计方案。

1 中小河流防洪治理概述

1.1 中小河流界定及水文洪水特性分析

结合水利行业现行划分标准，中小河流一般指流域面积200~3000km²、不直接汇入大江干流的区域性河道，多分布乡镇城郊、农耕片区，是基层防洪防灾的核心载体。相较于大江大河，中小河流水文特征极具特殊性：流域汇流面积小、河道坡降偏大，汛期降雨后汇流速度快，洪峰形成时间短、峰值涨幅迅猛；河道枯水期水量锐减，河床裸露淤积明显，水系调蓄能力薄弱。同时河道弯道、浅滩、卡口分布零散，行洪通道不规则，极端强降雨天气下极易突发漫堤、岸坡溃塌灾害，受灾范围集中沿岸村镇与耕地，防灾突发性强、治理难度较高。

1.2 流域防洪治理基本原则

中小河流防洪治理摒弃以往单一筑堤挡水模式，遵循四项实操原则。（1）安全优先原则，以属地防洪标准为底线，保障沿岸居民、基本农田核心防洪安全，补齐行洪、排水短板；（2）因地制宜原则，结合河道原生地形、地质条件，就地优化河道线型，减少大规模开挖改造；（3）统筹兼顾原则，同步兼顾防洪排涝、农田灌溉、水系连通多重功能；（4）合规适配原则，严格契合区域水利规划、国土空间管控要求，兼顾工程建设成本

与后期运维便利性。

1.3 生态友好型防洪设计核心理论

生态友好型防洪以人与自然共生为核心，打破传统全硬质衬砌、裁弯取直改造思路。该理论核心是维持河道自然水文节律，保留河道滩地、弯道、深潭原生地貌，在满足防洪过水断面前提下，选用透水、可植草生态水工材料，替代传统混凝土硬质护坡。兼顾水力安全、水土涵养、水生动植物栖息需求，实现防洪结构透水、土体透气、水系连通，在提升河道抗冲刷、抗洪水能力的同时，修复滨水生态廊道，达成工程防洪效益与河道生态效益双向平衡^[1]。

2 中小河流现状隐患研判及防洪治理需求分析

2.1 河道防洪现存主要安全隐患

结合县域乡村中小河流实地勘测结果，河道防洪病害问题突出，汛期防灾风险较高。多数河道长期未开展系统化清淤，河床淤泥、生活垃圾、水生杂草堆积量大，河道过水断面大幅缩小，局部弯道、桥头卡口阻水严重，汛期行洪不畅、水位壅升明显。现状堤防多为早年群众自修土堤，堤身填筑土质混杂，压实度不达标，堤坡坡度超标，普遍存在堤脚裸露、边坡水土流失问题，部分堤段出现裂缝、蚁穴、小型滑塌隐患。原有护岸结构老化破损，预制块护坡脱落、土质岸坡抗冲能力差，遇短时强降雨洪水冲刷，极易发生岸坡垮塌。此外沿线小型涵管、排涝构筑物建设标准偏低，泄洪能力不足，洪水顶托作用下沿岸低洼村居、农田易发生内涝。

2.2 河段防洪治理专项需求

依据《中小河流治理工程设计规范》，结合沿岸保护对象划定治理标准，村镇聚居段执行10年一遇防洪标准，农田片区执行5年一遇防洪标准。首要需求为疏通河道阻水段，清理河床淤积物，恢复河道原生行洪断面；

其次加固薄弱土堤,修复破损岸坡,消除堤身渗透、滑坡隐患,提升河道整体抗洪能力。同时兼顾生态治理要求,摒弃全硬质混凝土护坡,采用生态护岸结构,兼顾水土保持与河道生态修复。配套整改老旧穿堤排水构筑物,打通片区排涝通道,兼顾防洪、灌溉双重功能,打造低成本、易运维、兼顾民生与生态的标准化河道防洪体系^[2]。

3 中小河流全域防洪治理总体规划布局

本次规划结合河道原生地形、现状行洪条件及沿岸用地属性,遵循合规性、整体性、差异化布设原则,统筹全域河道防洪工程布局,不随意改动河道天然水文形态,具体布局内容如下:(1)河道平面线型布局。保留河道天然弯道、滩地地貌,仅对河道卡口、急弯、阻水弯折段局部裁弯修整,统一河道纵向坡比;优化上下游水系衔接节点,打通断头支流,完善片区水系连通格局,保障全域洪水顺畅下泄,严控河道开挖改造规模。(2)河道分段功能布局。结合沿岸保护对象划分三段布设:村镇防护段:紧邻居民聚居区,重点布设闭合堤防及护岸工程,划定防洪管控边线;农田保育段:以疏通行洪通道为主,简化堤防结构,预留河滩过水区域;生态保留段:不新建硬性水工建筑物,维持原有河道断面原状。(3)全域配套协同布局。结合河岸红线统筹布设防汛道路、排水接驳点位,工程布局贴合乡村国土用地规划,同步适配区域水土保持管控要求,规避工程占地冲突,实现防洪工程布局与场地条件、属地管控标准适配统一^[3]。

4 河道主体防洪工程专项规划布局设计

4.1 河道清淤疏浚及扩卡退堤布局设计

结合河道横断面实测数据,划定全域清淤、扩卡专项施工区段,严控疏浚深度与开挖范围,布局贴合河岸征地红线。(1)清淤疏浚布局:分段划定疏浚作业段,主河槽统一疏浚底高程,支流汇入口、桥梁上下游20m范围加密清淤,清除粉质淤泥、建筑垃圾及多年生阻水水草;疏浚淤泥就近转运至河道闲置滩地固化堆放,用于后期堤身覆土回填,不新增外部弃土占地。(2)卡口扩宽布局:针对河道桥头缩窄、弯道颈口、农田侵占河道三类卡口点位定点扩卡,保持河道原有走向不变,单侧扩宽岸线为主,避免双侧开挖;扩卡后统一河道过水底宽,平顺上下游河槽断面,消除局部壅水断面。(3)退堤改建布局:仅针对沿岸民房紧邻堤身、无加固空间的高危堤段单侧退堤,退让距离结合防洪断面核算确定,保留原有老堤基础,新筑堤防贴合岸线走势,减少征地拆迁体量。工程严格遵循现状河势开展改造施工,不改

动河道主流流向,清淤、扩卡成型断面均匹配10年一遇行洪水力参数。施工分区分段作业,设置临时隔水围挡,减少施工水体浑浊扩散。开挖边坡统一按设计坡比修整,坡面夯实整平,衔接原有堤脚结构。

4.2 控泄拦蓄水工构筑物点位布局设计

结合河道高程落差、片区排水点位,统筹布设跌水、穿堤涵管、小型溢流堰三类构筑物,构筑物选址避开地质破碎带、河道转弯顶冲点,保障结构受力稳定,统一构筑物基础标高。(1)消能跌水布局:依据河道纵向坡降,每间隔320-400m布设一级台阶式生态跌水,重点布设在河道陡坡段、河床高差突变段,跌水轴线与河道水流轴线保持同轴,避免偏流冲刷岸坡,跌水高度控制在0.8-1.2m,适配乡村河道行洪流速。(2)穿堤排水涵管布局:对接沿岸农田排涝沟、村居雨水出口定点布设涵管,低洼农田片区每180m布设一处排涝涵,涵管管口伸入河道岸坡内侧,管口高程高于河道常水位;村居出口涵管配套简易检修井,统一选用预制钢筋混凝土圆管,规避洪水倒灌。(3)小型溢流堰布局:生态保留段低位布设透水溢流堰,堰顶高程契合河道生态蓄水标高,仅调控枯水期水位,汛期堰体全断面过流,不阻碍洪水下泄,不增设启闭管控设施^[4]。

4.3 河道防洪附属配套工程布局设计

附属工程依附主体堤防、岸线统筹布设,贴合乡村运维管理条件,布局兼顾施工通行、防汛值守、应急避险刚需,配套工程不占用主行洪断面。(1)防汛巡查道路布局:沿堤防背水侧单侧布设贯通式防汛道路,村镇重点堤段采用硬化路面,田间堤段采用碎石简易路面;道路路肩与堤顶平齐,道路边坡与堤身边坡一体化修整,道路交叉口对接村内主干道路,满足防汛车辆通行标准。(2)应急避险场地布局:结合村居集中点位,在河道高地、堤防背水侧空旷区域布设固定避险平台,每处平台紧邻防汛道路,平台采用硬化地坪,划定避险边界,避开洪水淹没分区。(3)排水及边界附属布局:堤顶沿线布设简易排水沟,疏导堤面雨水,防止坡面冲刷;河道整治起止点、分段施工边界布设防护界桩,划定工程管护范围,衔接上下游原有防洪工程结构,保证全域工程衔接闭环。

5 中小河流典型防洪构筑物精细化结构设计

5.1 分区生态堤防断面结构设计

本次堤防分为村镇标准堤防、农田简易堤防两类,基于现场粉质壤土堤基开展结构配筋、断面填筑设计,区分迎背水坡构造参数。(1)村镇段标准土堤结构:堤顶宽度统一取3.5m,堤顶设置0.2m厚C20混凝土压顶;迎

水坡坡比1:2.5,背水坡坡比1:2.2;堤身采用级配粉质黏土分层填筑,压实度 ≥ 0.93 ;堤基铺设400g土工布防渗垫层,堤脚设置0.5m×0.6m现浇混凝土齿墙,阻断堤基渗流。堤身每40m设置一道伸缩缝,缝宽2cm,填充沥青杉板止水。(2)农田段简易堤防结构:简化断面构造,堤顶宽度2.5m,无混凝土压顶;迎背水坡统一坡比1:2.3,仅做素土分层填筑,压实度 ≥ 0.90 ;取消全域防渗垫层,仅在河道深槽堤段增设齿墙,降低工程造价,适配农田片区防洪标准。(3)堤顶排水构造设计:沿堤顶单侧开设纵向梯形排水沟,沟深0.3m、底宽0.25m,坡面预留泄水孔,孔径100mm,孔距3m,采用无纺布包裹管口,防止填土渗漏堵塞孔洞。

5.2 复合型岸坡护岸结构精细化设计

结合河道流速分区选用硬质、生态复合型护岸,河道顶冲段采用硬质护岸,平缓滩段采用生态植草护岸,统一岸坡衔接标高,严控结构埋深。(1)现浇格宾石笼生态护岸:适用流速 $\leq 1.8\text{m/s}$ 平缓岸坡,石笼网丝采用镀锌合金材质,网孔尺寸0.1m×0.1m,单格尺寸1m×0.5m×0.3m;底部埋深0.6m嵌入河床原状土,石笼内部填充级配片石,粒径200-350mm;石笼后侧铺设两层土工布,隔离堤身填土与河水,结构透水且整体性较强。(2)C25预制混凝土块护岸:适用弯道顶冲、洪水冲刷高频岸段,预制块尺寸0.5m×0.5m×0.12m,采用联锁拼装排布,底部设置0.15m厚级配碎石找平垫层;护岸底部浇筑现浇混凝土脚槽固定块体,防止块体滑移,坡面拼缝采用水泥砂浆勾缝密封。(3)岸坡过渡结构设计:两类护岸衔接处设置混凝土分隔墩,墩体宽0.4m,高度与护岸顶平齐;岸坡与滩地交接位置设置护坡平台,平台宽度1.2m,整平夯实后铺设碎石垫层,规避结构高差产生水流淘刷。

5.3 穿堤涵闸及消能水工结构设计

针对片区排涝配套涵管、台阶式跌水构筑物,开展基础、洞身、消能部位细部结构设计,匹配河道上下游水位差参数。(1)穿堤钢筋混凝土涵管结构:主流选

用DN800预制圆管涵,管身混凝土标号C30,管节长度2m;进出口设置一字式翼墙,翼墙高度1.6m,基础埋深1.2m;管身与堤身接触部位浇筑环状混凝土防渗包裹层,厚度0.3m,管节接缝安装橡胶止水带。(2)台阶式消能跌水结构:单级跌水高度1.0m,台阶宽度1.2m,整体现浇C25混凝土;跌水上下游设置渐变段,渐变长度3m,底板厚度0.35m,下游设置0.8m深消力池,池内铺设大块石防冲;跌水侧边设置防撞挡墙,墙顶高出常水位0.4m。(3)简易溢流堰结构:采用低高度宽顶堰型式,堰身C25现浇混凝土,堰顶宽度4m,堰高0.7m;堰基础下设碎石换填垫层,厚度0.4m,堰体不留启闭孔洞,仅依靠堰体高程调控河道水位,结构构造简易,后期无需专人运维^[5]。

结束语:本文完成区域中小河流防洪治理全流程规划与结构设计,结合河道现状隐患落实分段分级治理思路,严控河道改造规模,优化水工构筑物选址与细部构造参数,摒弃一刀切硬化治理模式,搭配生态护岸、生态跌水构件平衡防洪与生态需求。本设计符合扬州乡村河道地质、征地及运维条件,各项结构参数符合现行水利设计规范。后续治理可结合水力模拟数据,进一步优化岸坡抗冲结构,提升工程长期抗洪稳定性。

参考文献

- [1]严涛,夏明鸿,刘辉.基于新时代系统治理要求的贵州省山区中小河流防洪治理措施方案[J].水利技术监督,2025(7):122-125.
- [2]潘勇军.中小河流治理问题分析及水文规划设计研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(2):36-38.
- [3]师文鑫.生态型防洪治理技术在中小河流中的应用[J].陕西水利,2022(10):55-57.
- [4]李新.浅谈洞观水河流水系治理及水文规划设计[J].陕西水利,2023(9):43-44.
- [5]秦金荣.中小河流治理工程防洪标准优化研究[J].水上安全,2026(2):13-15.