

生态化岸坡在圩区河道 治理工程中的应用与探讨

陈义浦¹, 高 健¹, 王 宁²

(1. 南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210001;

2. 江苏省水利工程科技咨询股份有限公司, 江苏 南京 210029)

摘要: 为了改善与提升河道功能、河道形态及水环境质量, 实现周边居民“掬水而用、临水而憩、依水而兴”的总体目标, 结合高淳区水系连通及农村水系综合整治试点县项目, 通过优化河道平面形态, 优化岸坡形式, 绿植配备及生产生活设施等措施, 对圩区河道进行岸坡整治。项目实施后, 周边居民生产生活用水得以保障, 水生态环境显著提升。

关键词: 河道; 圩区; 河道平面形态; 生态岸坡; 植物

中图分类号: TV853 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7839(2024)08-0017-0005

Application and Discussion of Ecological Bank Slope in River Regulation Project in Polder Area

CHEN Yipu¹, GAO Jian¹, WANG Ning²

(1. Nanjing Water Conservancy Planning and Design Institute Co., Ltd., Nanjing 210001, China;

2. Jiangsu Water Conservancy Engineering Technology Consulting Co., Ltd., Nanjing 210029, China)

Abstract: In order to improve and enhance the function, morphology, and water environment quality of the river channel, and achieve the overall goal of surrounding residents' "using the water, resting by the water, and thriving by the water", combined with the Gaochun District water system connection and rural water system comprehensive improvement pilot county project, measures such as optimizing the river channel plane shape, optimizing the bank slope form, equipping green plants, and production and living facilities are taken to carry out bank slope improvement of the river channel in the polder area. After the implementation of the project, the production and living water of the surrounding residents is guaranteed, and the water ecological environment is significantly improved.

Key words: river; polder area; river plane morphology; ecological bank slope; plants

岸坡生态化是目前河道综合治理的发展趋势^[1], 它融合了水利学、生物学、环境工程学等多家学科于一体, 将植物及工程措施有机结合^[2], 有助于河流水质的改善与提升。以往人们在进行岸坡设计时仅考虑工程的安全性及耐久性, 型式偏硬质化, 抗冲性能强^[3], 多采用混凝土、干砌石、浆砌石等, 却忽略了陆地和河道水生生态系统之间的联系, 从而影响了周边水生态环境及水土保持^[4], 背离了目前河

道生态化治理的发展趋势。

近年来, 随着人们生态保护意识的提高, 既要金山银山, 也要绿水青山, 专家们也对河道的生态化建设进行了更多的实践与探索, 提出了“水清、河畅、岸绿、景美”的美丽河湖目标。黄倩等^[4]根据河道岸坡的特点, 指出采用格宾石笼、雷诺护垫、加筋麦克垫等生态护岸材料, 具有强耐久性兼具生态性; 周跃^[5]提出土壤植被系统有助于提高坡面生态

收稿日期: 2024-03-15

作者简介: 陈义浦(1992—), 男, 工程师, 硕士, 主要从事农业水利及河道整治设计工作。E-mail: 836952577@qq.com

工程效益;王越等^[6]研究表明采用网笼、石笼结构、生态格网等生态护岸材料能达到健康河道的效果;胡金杰等^[7]发现河道岸坡采用组合式生态砌块挡墙型式,能满足河道防护性、生态性及景观性等要求。

本文以高淳区水系连通及农村水系综合整治试点县2020年度工程为例,提出了适用于圩区水网地区的岸坡生态化整治设计方案,在发挥其水安全功能的基础上,提高周边的生态环境质量及景观效果,成果可为同类工程设计提供借鉴。

1 工程概况

南京市高淳区水系连通及农村水系综合整治试点县项目2020年度工程主要位于砖墙镇,涉及横溪河、砖墙河、茅城河、唐家河、时家河5条河,总长18.7 km,周边用水多为养殖塘灌溉^[8]。为实现周边百姓“掬水而用、临水而憩、依水而兴”的总体目标,项目提出了水系连通、清淤疏浚、河道清障、岸坡整治、人文景观、水生态修复、防污控污及长效管护8项措施体系^[9]。工程总投资为2.985亿元,其中岸坡整治部分投资1.13亿元,占比37.9%,工程内容包含优化茅城河(砖墙河至时家河段)1 km平面形态,新建或改建生态护岸长度37.3 km,绿植配置45.73万m²,新(拆)建管护道路6.1 km,浣洗台134座等。

高淳区属北亚热带南部季风型气候,降水丰沛,多年平均降水量1 218.1 mm(高淳站1921—2018年),降水集中于5—9月。工程涉及河道均为圩内河道,周边圩区为相国圩、永丰圩、永胜圩和保胜圩。各内河特征水位参考《高淳区官西片区水系互连互通及生态河道建设规划》和街镇水利规划,结合闸站控制水位来确定。控制水位见表1。

表1 河道特征水位

序号	河道名称	设计高水位/m	设计常水位/m	设计低水位/m	备注
1	横溪河	8.3	8.1	7.4	四园塘处7.2 m
2	砖墙河	8.6	8.4	7.6	
3	茅城河	7.5	7.3	6.6	
4	唐家河	7.5	7.3	6.6	
5	时家河	7.5	7.3	6.6	

查《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2015),实施范围内地震动峰值加速度为0.05 g,相应地震基本烈度为Ⅵ度。建筑场地类别Ⅲ类,建筑场地地震动反应谱特征周期为0.45 s。主要土层为:素填

土、杂填土、淤积土、粉质黏土、淤泥质粉质黏土、粉土、粉砂等,场地工程地质条件整体较差。

2 生态护岸现状及存在问题

2.1 河道现状

(1)横溪河

横溪河总长5.6 km,其中左岸堤长5.6 km,堤顶高程10.70~14.42 m;右岸堤长5.8 km,堤顶高程10.70~12.44 m。现状河底高程5.1~4.0 m,河底宽约40~100 m,上河口宽度110~280 m,水面宽80~180 m,平均水深2.5~3.0 m。

横溪河主要为自然草坡入水,岸坡较陡,坡比1:1.5~1:2.5,坡脚处有水流冲刷陡坎,局部硬质化挡墙年代久远,出现崩坏破损等情况,下河踏步多数处于破损开裂的情况,有安全隐患,亟须拆建或出新。

(2)砖墙河

砖墙河总长6.8 km,其中左岸堤长7.2 km,堤顶高程9.50~13.39 m;右岸堤长7.0 km,堤顶高程11.61~14.28 m。现状河底高程5.1~7.0 m,河底宽约8~280 m,上河口宽度25~365 m,水面宽20~330 m,平均水深约1.0~2.0 m。

砖墙河主要为自然草坡,缓坡入水,坡比1:2.0~1:3.0。上游局部河段临近蟹塘,坡比较陡,为1:1.5~1:2.0,其中水碧桥村庄段已整治,岸坡采用木桩+竹篱笆形式,长度1.1 km。堤顶全段现已建成沥青及混凝土道路(916县道等),临水架空房屋较为集中。

(3)茅城河

茅城河总长3.4 km,分为两段,中间被邢王路阻隔,水系不连通。茅城河左岸堤长3.6 km,堤顶高程13.48~8.32 m;右岸堤长3.4 km,堤顶高程7.77~10.21 m。现状河底高程6.6~5.0 m,河底宽约2~100 m,上河口宽度5~149 m,水面宽3~80 m,平均水深约0.2~1.2 m。

茅城河两侧大多为草坡入水,缓于1:3,除局部段(上游段300 m左岸)坡面较陡,坡比1:1.0~1:1.5。河道下游靠近横溪河交汇处约1.2 km两侧民宅集中,多为浆砌石挡墙,基础掏空,墙面破损问题较为严重。上游段300 m右岸紧邻蟹塘,缺乏生产管护道路。

(4)唐家河

唐家河总长1.8 km,岸线顺直,东岸堤顶高程7.80~9.10 m,西岸堤顶高程10.99~12.24 m。现状河底高程5.20~5.65 m,河底宽15.9~69.9 m,上河口宽

29.5~93.5 m,水面宽18.9~71.2 m,平均水深0.3~1.6 m。

唐家河为梯形断面,两岸均为自然草坡入水。东侧岸坡坡度1:1.5~1:2.0,后方蟹塘为主,沿线坡顶缺少滨河步道。

(5)时家河

时家河总长1.1 km,岸线顺直,左岸堤顶高程8.56~10.03 m,右岸堤顶高程8.51~9.94 m。现状河底高程4.9~5.7,河底宽15~50 m,上河口宽度32~70 m,水面宽20~56 m,平均水深约1.5~2.0 m。

2.2 河道岸坡主要存在问题

河道走向及断面形式单一,部分河段为硬质化护岸,生活设施配备不完善等;大部分河道生态景观功能不足。

3 生态护岸方案设计

通过优化河道平面形态、优化岸坡形态(含生态化改造)、绿植配置等措施,保持岸坡原生态,维护河流的自然形态,避免裁弯取直,保护河流的多样性和河道水生生物的多样性。岸坡整治在保障河道安全的基础上,进一步加强其生态功能,完善生产生活设施等。

3.1 设计标准

防洪标准:20年一遇;圩区主要的灌溉、生态蓄水河道,最高水位由引水流量控制。

排涝标准:20年一遇;圩区涝水主要由末端排涝泵站直接抽排至固城湖、水阳江。

工程堤防等级均为4级。

3.2 堤顶高程复核

考虑波浪爬高和风壅水面高度,本工程不允许越浪的堤顶超高按0.8 m考虑,允许越浪的堤顶超高按0.5 m考虑。

结合本工程实际情况,因茅城河、唐家河、时家河河堤后多为农田或蟹塘,按保护对象重要性,堤顶超高按允许越浪考虑;横溪河、砖墙河河道周边民房集中,堤顶超高按不允许越浪考虑。各河道堤顶高程复核如表2所示。

经复核,实施范围内5条河道堤顶高程均满足要求,无须加高。

3.3 优化河道平面形态

通过近自然化河道的平面改造方式,形成河道、浅滩湿地、洲岛等不同的水域形态,有利于水利功能的发挥,增强吸纳地表径流的能力,对提升防洪调蓄功能起到积极作用。同时,在浅滩、湿地中增添亲水设施,完善游憩功能,可满足人们亲水需求。

表2 堤顶高程复核 单位:m

序号	河道名称	设计高水位	堤顶超高	设计堤顶高程	现状堤顶高程
1	横溪河	8.4	0.8	9.2	10.70~14.42
2	砖墙河	8.6	0.8	9.4	9.50~14.28
3	茅城河	7.5	0.5	8.0	8.02~13.48
4	唐家河	7.5	0.5	8.0	8.00~12.24
5	时家河	7.5	0.5	8.0	8.51~10.03

结合河道两侧用地性质、水文及地形等基础条件,对茅城河平面形态进行优化。针对周边房屋密集、可利用范围较窄的河段,采用“微调”的方式优化堤岸空间,以获得更为生态的滨水活动空间。针对可利用范围较宽的河段,结合周边地形进行“近自然化”的改造,恢复河道的生态特性。

通过岸线整治、通水、塑岛、理线、添路等手法,因地制宜,为茅城河构建不同功能的生态分区。

(1)在河道分流处,结合现状河滩地和洲岛进行空间改造,注重岸线流畅性及生态性,扩大水面,形成独特协调的河道湿地系统和水文化公园。

(2)针对局部河段枯水期水位差异明显,河道淤塞、水流不畅等问题,结合现状进行河道空间形态改造,优化河岸线型,扩大河流通道,同时通过生态驳岸、置石等方法丰富驳岸形态。

3.4 优化岸坡形态

圩区主河道断面较宽,流速较小,但土质较差,现状自然土坡水位变动区受冲刷影响较大,易发生水土流失形成陡坎;局部束窄河段,水流流速较大,水位变幅区内岸坡淘刷程度尤甚,故临近水位变幅区的岸坡,护岸防冲、耐久性等应作为首先考虑因素。

根据河岸所在区域的功能定位,河道可划分为生活区和生产区两大类,下面从坡式护岸、墙式护岸进行方案比选,因地制宜地选择护岸方式。坡式护岸适用于坡度较缓的护岸,优缺点对比见表3。墙式护岸适用于陡坎处理及坡面整体较陡的护岸,优缺点比选见表4。

3.5 岸坡断面典型设计

项目实施范围内河道以灌溉、排涝为主,其护岸主要采用坡式护岸(植物+景观石、生态袋等);对局部紧邻民宅、陡坎较高河段的堤岸,采取生态挡墙护岸措施(仿木桩、叠石、格宾石笼、互嵌式花盆挡墙等)。

表3 坡式护岸类型

序号	护岸类型	优点	缺点
1	植物	生态景观效果好	护岸坡比不宜陡;抗冲刷能力有限;管理维护成本较高
2	生态袋	透水、透气、保土性好;水环境和潮湿环境的适用性好;可利用河道干化淤泥	后期植被生存条件受限;整体稳定性较差
3	抛石	透水性、抗冲刷性、生态景观性较好;施工简易	需要大量石材,材料不易获取
4	蜂巢格室	保土能力强;整体稳定性好,可靠性高,坚固耐久	产品质量要求较高;价格相对较高

表4 墙式护岸类型

序号	护岸类型	优点	缺点
1	互嵌式花盆挡墙	景观效果好;施工方便快捷;安全可靠性强	稳定性一般,挡土高度建议0.5~2m;不适宜远距离运输
2	格宾挡墙	具有较好的整体性、透水性、抗冲刷性	需要大量石材;对施工要求相对较高,挡土高度建议0.5~2.5 m
3	叠石	景观效果好;施工方便;抗冲刷能力较好	需大量景观效果较好的块石;对施工要求高;挡土高度建议0.5~1.5 m
4	木桩(竹篱笆)	生态景观性好;材料易获取,施工方便;较为经济	整体稳定性较差;耐久性较差;挡土高度建议0.5~1.0 m
5	仿木桩	景观效果好;安全可靠;耐腐耐久;施工方便	成本较高;挡土高度建议0.5~1.5 m
6	生态框	生态环保、景观性好;安全可靠;厂家预制,施工方便	成本较高;开挖土方较大;挡土高度建议1~2.5 m

3.5.1 叠石护岸+木桩固底

砖墙河右岸岸坡陡坎较高,考虑到淤泥处置及常水位变幅区水土淘刷较为严重,采用叠石护岸+木桩固底的形式。浆砌景观块石堆叠,表面不露浆,叠石下部采用0.4 m钢筋混凝土基座,挡土高度1.2 m,墙顶高程9.10 m,高出常水位0.7 m,墙前设置1~2 m宽挺水植物种植平台,种植区高程7.9 m。临河淤泥较深,采用木桩固底,桩长3.5 m,小头直径不小于120 mm,间隔0.5 m,中间为1.1 m高竹篱笆,挡土0.8~1 m,桩顶低于常水位0~0.5 m,桩后堆填淤泥土,桩前坡比缓于1:2至设计河底。

3.5.2 木桩+生态袋护岸,格宾石笼护岸

砖墙河上游段左岸堤顶后方为螃蟹塘,且有架空房屋,岸坡坡脚处采用木桩防护,增强稳定性兼顾消纳淤泥,桩顶低于常水位0~0.5 m;生态袋位于桩后,常水位以下0.5 m至常水位,密排布置,生态袋上部间隔点缀景观千层石。

右岸临近房屋,附近居民有浣洗及河边散步等习惯,考虑到耐久及稳定性,坡脚采用格宾石笼,挡墙高1.3 m,石笼顶高程高出常水位0~0.2 m,间隔100~200 m放置景观黄石点缀,增添景观效果。

3.5.3 互嵌式挡墙+格宾石笼+木桩固底

横溪河起始段河道开阔,水流速度小,坡比多

为1:2.0~1:4.5,较为平缓,采用植物护岸为主,局部岸坡底部淤泥较深,采用抛石或木桩固脚。

右岸为后期填筑,周边住宅沿堤而建,岸坡坡比1:1.5~1:2.5,局部较陡,采用木桩固底,格宾石笼+两级互嵌式挡墙复式岸坡形式,常水位变幅区0~0.5 m采用格宾石笼挡墙,岸坡破损砖墙拆除,新建两级挡墙进行挡土,两级互嵌式挡墙顶高程分别为10.0 m和11.20 m,互嵌式挡墙与格宾石笼挡墙之间铺设1.5 m宽步道。

3.5.4 生态框护岸

横溪河上游部分河段右岸陡坎较高,临近民宅,结合挡土高度、美观性,采用生态框挡墙,挡墙顶高程8.60 m,高于常水位0.5 m,挡土高度2.5 m,生态框内部填充碎石和种植土,间隙种植绿植,增添生态效果。

3.5.5 蜂巢格室+石笼固底护岸

茅城河左岸为自然土坡,坡比较陡(1:1.1~1:1.6),兼顾生态性、稳定性及抗冲能力,采用蜂巢格室护岸。清除岸坡表层杂土,铺设土工布,土工布上密排布置蜂巢格室,单体格室通过专用锚钎、加筋带、限位帽等配件进行锚固,蜂巢格室厚度为15 cm,格室内部耕植土回填。蜂巢格室从河底至堤顶全岸坡范围进行铺设,坡比约1:1.5。耕植土表层撒播草

籽并进行绿植配备。采用格宾石笼挡墙固脚,墙顶高程7.3 m,与水位齐平。

3.6 绿植配备

重点展现春、秋两季的季节特色。上木以春花和秋色为主,下木以开花常绿地被为主,补充夏季的色彩及冬季的绿量。上、下木观赏季相对错开,延长观赏时间,协调植物的整体色调与质感。

(1)横溪河绿植:春景为主,北美海棠、三角枫+黄金花、金丝桃、萱草。

(2)砖墙河绿植:春景为主,榆叶梅、乌桕、毛鹃、粉花绣线菊、黄金花。

(3)茅城河绿植:秋景为主,晚樱、无患子、乌桕+黄金花、毛鹃、粉花绣线菊、萱草。

(4)唐家河、时家河绿植:秋景为主,晚樱(关山樱+普贤象)、乌桕+黄金花、毛鹃、萱草。

3.7 生产生活设施

(1)管护道路

除横溪河外,项目区其余河道均存在道路标准偏低等问题。项目区拆建6.0 m宽沥青道路0.2 km,新建3.0 m宽混凝土道路3.9 km,新建2 m宽混凝土道路1.8 km;拆建3 m宽混凝土道路0.2 km。根据当地的土质及经验,混凝土路面采用C30混凝土厚18 cm,基层为16 cm厚6%水泥含量的稳定碎石,沥青路面为混凝土路面层上部现浇4 cm厚中沥青。

(2)浣洗台、踏步

沿河布设的浣洗台反映了高淳水乡居民的习俗及生产生活特色,散发着浓厚的高淳历史蕴涵和水乡人文气息。

为保障安全,完善功能,提升品质,本次设计对浣洗台及踏步进行统一设计,浣洗台采用船型造型,可漂浮于水面。

3.8 岸坡稳定计算

采用软件理正岩土6.5版,瑞典圆弧法复核各典型断面稳定性。水位降落期抗滑稳定安全系数不小于1.15,施工期抗滑稳定安全系数不小于1.05。

4 工程整体效果分析

工程建成后,一方面提高了河道岸坡的耐久性、结构稳定性及防冲刷性能,产生一定的防洪排涝效益;其次,理顺了现状岸线及河流走向,保证了水动力,缓解了水位变幅区的水土流失程度;另一方面,提高了岸坡的生态性及景观性,根据《高淳区水资源公报》,项目实施后高淳5条河道水质均达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)Ⅲ类水标

准,改善了农村河湖的自然面貌,并发挥了高淳生产养殖、旅游休闲等综合效益,促进当地产业结构调整 and 绿色产业发展,进一步提高了农业综合生产能力和竞争力,助推农村产业兴旺。

5 结 语

(1)高淳区水系连通及农村水系综合整治试点县项目2020年度工程,针对现状岸坡不完善问题,通过采取优化河道平面形态、优化岸坡形态、绿植配置等措施,保护了河流及内部水生生物的多样性,在保障河道安全的基础上进一步加强岸坡生态功能,完善了生产生活设施配套等。

(2)根据河道宽度、水流流速、抗冲刷性、功能定位、经济性 & 生态景观性等因素,并考虑当地淤泥处置,提出适用于圩区农村水系的5个典型断面,圩区固脚主要采用木桩+竹篱笆护岸、垒石护岸、生态袋护岸、格宾石笼护岸、生态框挡墙等防护措施,水位以上较陡坡采用互嵌式挡墙型式,而对缓坡采用植物护岸型式。

(3)项目实施后,河道水质均能达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)Ⅲ类水标准。同时,2020年度工程实施情况评估核查结果为优秀,入选2021年度江苏省水利工程文明工地名单。

参考文献:

- [1] 邱从维.生态格网生物护岸的探索与实践[J].亚热带水土保持,2009(6):39-41.
- [2] 董哲仁,孙东亚.生态水利工程原理与技术[M].北京:中国水利水电出版社,2007.
- [3] 段元振,邹开明.湘江湘祁枢纽船闸下游引航道口门区通航水流条件影响及对策[J].水运工程,2022(4):116-121,137.
- [4] 黄倩,王伟.马克菲尔柔性生态护岸技术[J].湖南水利水电,2017(6):40-42,45.
- [5] 周跃.植被与侵蚀控制:坡面生态工程基本原理探索[J].应用生态学报,2000(2):297-300.
- [6] 王越,丁艳荣,范北林.三峡工程蓄水后荆江河段河势变化及生态护岸研究[J].长江流域资源与环境,2011(20):117-122.
- [7] 胡金杰,王福生,童琦媛.组合式生态挡墙砌块在河道护岸中的运用[J].水利技术监督,2023(1):239-243.
- [8] 管桂玲,付东王,高健,等.南京高淳区农村水系综合整治研究[J].中国水利,2021,918(12):37-39.
- [9] 陈义浦,张力,邱超,等.平原河网区河蟹养殖塘生态化改造体系研究[J].水利规划与设计,2023(8):40-45.