

生态护岸技术在农村水系治理工程中的应用

张清彪

绍兴市水利水电勘测设计院有限公司 浙江绍兴 312000

摘要：20世纪50年代德国提出近自然河道治理工程学，成为早期生态护岸建设的主要理论基础。近年来，我国也开始重视河流护岸施工对生态环境的影响，提出生态护岸是以河流生态系统为中心，以河流动力学为手段而修建的水利工程。生态护岸技术在考虑具有一定强度、安全性和耐久性的同时，还要充分考虑生态效果，即把河堤由过去的硬质河道护岸改造成为水体和土体、水体和生物相互涵养且适合生物生长的仿自然状态的护岸。基于凤桐江农村水系治理存在问题，制定生态护岸治理方案，在保证防洪安全的同时，提升区域生态环境与人居环境，为农村水系整治项目提供借鉴，逐步实现美丽河湖和标准化管理的农村水系。

关键词：农村水系；河道整治；人居环境

农村水系不仅是农业生产的基础，也是农村水环境的重要载体和乡村自然生态系统的核心组成部分。水系连通及水美乡村建设试点工作是一个以农村水系综合整治为主，提高农村河流防洪标准，改善农村河道与人居环境、实施新农村建设的综合性项目，是加快推进乡村振兴、促进生态文明建设的一项重要举措。目前，我国农村河道、堤防大部分采用硬质护岸结构型式，优点是坚固、耐久，但随着经济社会发展和河道治理建设步伐的加快，新时代背景下现代农村发展对河道治理和保护提出了更高要求。河道的功能已不仅是“泄洪、排涝、蓄水、引清、航运”，还包括“景观、旅游、生态、对周边环境的呼应”等。相应的河道整治工程也不仅要保证防洪安全，同时也要融入自然景观、生态环境等内容。当前在防洪与生态需求成为河道建设主要矛盾的背景下，生态护岸技术日益得到人们的广泛关注。为研究生态护岸技术在农村水系治理工程中的应用效果，以农村水系为例，剖析了现状水系存在问题，研究提出了水系连通及农村水系综合整治的具体措施。其中河道护岸治理措施结合了水美乡村建设工程，在保证防洪的基础上，提出了河道生态护岸措施，分析了设计过程中的关键技术，展示了实施后的良好效果，可供类似河道护岸治理工程参考借鉴。

一、生态护岸技术在农村水系治理工程中的应用作用及现存问题

生态护岸技术在农村水系治理工程中发挥着重要作用生态护岸技术通过植被覆盖、土壤保护等方式，有效

减少河岸的侵蚀和冲刷，提高河岸的稳定性。通过植被根系的固土作用，生态护岸技术能够有效减少土壤的流失，保护农田和河岸生态环境。生态护岸所种植的植物具有较强的吸收、过滤和降解能力，可以净化水体中的有害物质，改善水质。生态护岸为各种水生生物提供了栖息和繁殖的场所，增加了水体生物多样性，促进了生态系统的恢复和稳定。生态护岸技术可以结合植物景观设计，打造美丽的乡村生态环境，提升农村景观品质。生态护岸所创造的美丽景观吸引游客前来观赏，促进了农村旅游业的发展，增加了农村经济收入。生态护岸技术可以结合生态农田建设，打造生态农业示范区，促进生态农业的发展，提高农田生产效益。生态护岸技术的应用可以减少农业生产对水资源的污染和损耗，保护水资源的可持续利用。生态护岸工程可以促进农民参与生态环境保护，增强其环保意识和责任感。生态护岸工程的实施可以作为科普教育的载体，向农村居民普及环保知识和生态文明理念。

生态护岸技术在农村水系治理工程中不仅能够有效改善水环境和生态系统，提高水域生态功能，还能够促进农村经济发展和社会可持续发展。同时，通过农民的参与和科普教育的推广，可以进一步加强生态文明建设和环境保护意识的培养。虽然近年来农村水系围绕水系做了大量工作，但由于治理措施单一，部分河段水系连通性、河流水力条件仍然不足，建设标准较低，缺乏绿色生态理念，与长三角一体化示范区的高标准、高质量发展目标存在差距。农村水系现状水系存在的主要问

题：①局部水系沟通不畅，局部河段排涝能力不足；②存在防洪薄弱环节，局部有灾害问题；③部分河道淤积，影响河道行洪能力；④水生态保护与修复建设亟待加强；⑤水景观打造、水文化挖掘潜力较大。

二、生态护岸型式选取与应用

（一）生态护岸型式比较

生态河道整治工程是一项综合性工程，既要满足实际使用需求，如防洪、灌溉、供水、航运等，也要兼顾生态系统健康和可持续发展的要求。作为河道整治工程的重要措施，护岸工程的建设不仅要满足基本的水安全保障要求，即符合工程设计原理，而且要融合生态学、环境科学和美学等学科，同时生态护岸建设还必须考虑其经济合理性。一般河道护岸型式按照护砌的差异性，可分为砌石护岸、现浇混凝土护岸、植草框格护岸、混凝土连锁块护岸、自然草木护岸等型式。根据本工程特点，基于生态水利理念，综合考虑冲刷深度计算成果、地质条件、景观要求、施工难易程度、经济适用等，初定以下4种生态护岸型式进行比较。

（1）浆砌块石+三维土工网护岸（方案一）

水面采用M10浆砌块石护岸，砌石厚度为30cm，下设10cm厚碎石垫层；浆砌石护以上为生态护岸，结构为10cm厚种植土+Em3三维土工网（凹凸泡面状），并喷播草籽（野牛草或当地草籽）。

（2）格宾石笼网垫护岸（方案二）

迎水面采用格宾石笼网垫护岸，网垫厚35cm，下设厚10cm的碎石垫层，垫层底铺设4000g/m²土工布。在网垫上部铺设15cm厚种植土，种植土上满铺马尼拉草皮。

（3）混凝土预制连锁块体护岸（方案三）

迎水坡面均采用混凝土预制连锁块体护岸，块体厚15cm，下设10cm厚碎石垫层和400g/m²反滤土工布，块体内种植水生植物，护岸每隔5m设置0.25m×0.25m的C25混凝土隔梁。

（4）平铺箱型砌块+草皮护岸（方案四）

迎水坡坡面平整后，间隔平铺30cm厚箱型砌块，箱型砌块尺寸为1.08m×1.08m（长×宽），砌块内铺设30cm厚种植土，种植土上满铺马尼拉草皮。

综上分析，从工程造价来看，方案三最省，方案一最大；从施工条件来看，4个方案均较常规，施工难度均不大，但方案三和方案四的预制块组装机施工，施工工期短，对于水利工程的季节性施工特点，有较大优势；从抗冲刷性来看，方案一、方案二较好，方案三和方案

四次之；从生态景观来看，方案一、方案三一般，方案二和方案四生态性较好。

（二）生态护岸型式的选用原则

鉴于受地形条件和钱塘江顶托影响，农村水系河道易发生洪水和内涝，在2021年的“6·10”洪水和台风烟花的影响下，河流堤岸等防护工程损毁严重。另外，考虑农村水系区位优势突出，生态基质优良，文化遗产丰富。因此，确定其生态护岸选用原则：①具有较强的抗冲刷性，即河道护岸工程必须在设计标准规定的范围内，能承受洪水、侵蚀、波浪等自然力荷载，确保工程设施安全、稳定和耐久性；②具有较好的生态整体性，即城镇生态河道建设宜结合农村水系具体自然景观、人文景观，考虑河道生态风景的整体效果，且避免发生水土流失；③施工速度快，工期较短，投资相对较少；④同一河道生态护岸选型不宜太多，以便于工程施工和建设管理。

（三）生态护岸设计型式

基于上述生态护岸选用原则和综合比较，为保证河道堤防的抗冲刷能力及生态景观效果，经反复优化和关键技术论证，凰桐江水系治理工程采用以下两种典型河道生态护岸型式，结合实际进行详细设计。

（1）浆砌块石+三维土工网护岸

经设计优化论证，堤防迎水侧堤坡采用M10浆砌石防护，防护厚度0.3m，下设0.1m碎石垫层。下部防护顶高程按照5年一遇水位加波浪爬高确定。护岸底部设M10浆砌石齿墙，深1.5m，下设0.1m厚碎石垫层。浆砌石护砌以上为生态护岸，结构为10cm厚种植土+喷播草籽（野牛草或当地草籽）+Em3三维土工网（凹凸泡面状）。迎水坡坡面每隔50m沿坡面设置一道C30混凝土梁，尺寸30cm×40cm（宽×高）。背水侧堤坡设置种植土+喷播草籽护岸，坡比1：2.0。该典型设计型式具有较高的耐冲刷性能和稳定性，且具有一定的生态效果。主要适用于水流较为湍急、流速大、弯道多、纵坡大的河段，在本工程中约占河道治理总长度的55%。

（2）平铺箱型砌块+草皮护岸

工程河道治理中，经优化论证，部分河段迎水侧堤坡采用平铺箱型砌块+植草防护。迎水坡坡面平整后，间隔平铺30cm厚箱型砌块，箱型砌块尺寸为1.08m×1.08m（长×宽），砌块内铺设30cm厚种植土，种植土上满铺马尼拉草皮。防护顶高程按照10年一遇防洪水位确定。护岸底部设格宾石笼齿墙，深1.5m，下设0.1m厚砂砾石垫层。背水侧堤坡设置种植土+喷播草籽

护岸,坡比1:2.0。该典型设计型式具有较好的生态效果,且具有一定的耐冲刷能力。主要适用于水流较为平缓、纵坡小,河道相对平直或生态风景要求高的河段,在本工程中约占河道治理总长度的45%。

(四)生态护岸稳定性分析及地基处理

生态护岸稳定性分析及地基处理是河道治理的关键技术内容。经反复论证,河道生态护岸稳定采用有限元数值分析方法计算,应用河海大学工程力学研究所研制《水工结构有限元分析系统》程序AutoBank7.7进行计算分析。以我国具有代表性的凰桐江水系为例,说明生态护岸稳定分析及地基处理的措施和效果。依据地质勘察成果,凰桐江段现状堤身以Ⅰ1层含碎石粉质黏土及Ⅱ1层粉质黏土为主组成。根据计算结果,设计复堤后部分堤段堤防出逸比降不满足要求,需要对堤基进行处理。另外,由于在“烟花”台风过境期间,凰桐江段部分堤防出现了溃坝、管涌及流土险情,对薄弱段采取防渗加固处理措施。由于凰桐江段堤基含有粉砂、细砂和粉细砂的部位埋置深度较大,换填的处理措施不能满足工程建设要求,经研究论证拟采用防渗效果好,弃土量小的水泥搅拌桩防渗措施。该防渗技术是运用特制的单头或多头小直径深层搅拌桩机,把水泥浆喷入土体并搅拌成水泥土,待固化后形成完整的水泥土防渗墙。主要适用于粉土、壤土、砂土,以及含砾直径小于50mm的砂砾层和淤泥,甚至有土体架空洞穴,也可以施工。其成墙厚度为100~400mm,成墙深度受机械自身能力的限制,目前最大深度可达15~18m。采取堤基加固措施后,渗流稳定计算结果满足规范要求,可见,采取水泥搅拌桩防渗地基处理措施,能明显改善边坡稳定性,对其他类似工程具有可借鉴作用。

三、生态护岸工程实施效果评估

目前,农村水系生态护岸治理工程已完成并取得了良好效果。①通过河道整治,提高了行洪、排涝能力,保证了护岸在防洪、排涝等主体功能作用的充分发挥;②采用三维土工网和平铺箱型砌块结构型式有利于植物根系生长,滨岸带生物种群数量明显增多,河道沿线植被覆盖率高且层次丰富,水生态保护与修复功能明显增强;③采取水泥搅拌桩防渗地基处理措施,保证了护岸

稳定,对其他类似工程提供了可借鉴经验;④生态护岸作为水系绿廊与水美乡村建设相辅相成,水景观与水文化潜力得以充分挖掘,河道沿岸已经成为周边居民观景休憩的场所,呈现出原有的自然田园风光。

结语

生态护岸技术在农村水系治理工程中的应用已经逐渐成为一种重要的生态修复手段。利用生态护岸技术,修复河道岸线的植被,包括种植沿岸植物、恢复湿地等,增强河岸稳定性,减少侵蚀。在河道中种植水生植物,如芦苇、菖蒲等,增加栖息地,改善水质,提高水体的生态功能。本文深入剖析了农村水系现状水系存在的问题,基于水安全和水生态,开展了生态护岸型式比较,结合实际研究提出了生态护岸选用原则,经反复优化论证,提出了适合当地的浆砌块石+三维土工网护岸、平铺箱型砌块+草皮护岸等两种典型河道生态护岸型式。对生态护岸稳定性分析及地基处理的关键技术进行了探索,提出了水泥搅拌桩防渗地基处理措施。该工程实施后取得了良好效果,对其他类似地区具有可借鉴的作用。实践证明,在保证防洪安全的基础上,农村水系中河道生态护岸建设可有效保护河滩地天然植被和沿河两岸生产、生活空间,恢复河流生态廊道生物栖息地生境和生物群落结构,让水系廊道串联起乡村地区的自然生态、田园风光及人文景观,为村镇居民提供舒适优美的滨水活动空间,助推美丽乡村建设,助力乡村振兴。

参考文献

- [1]季永兴,刘水芹,张勇.城市河道整治中生态型护坡结构探讨[J].水土保持研究,2001(4):25-28.
- [2]梁开明,章家恩,赵本良,等.河流生态护岸研究进展综述[J].热带地理,2014(1):116-122,129.
- [3]张舒静.上海市典型河道生态护岸效果综合评价[J].人民长江,2021(4):75-80.
- [4]王英华,王玉强,秦鹏.浅析新农村河道生态护岸型式及选用[J].中国农村水利水电,2010(3):102-104.
- [5]侯英杰.城镇生态河道建设中护岸型式及选择[J].水科学与工程技术,2011(2):34-36.