

刍议生态型护岸在水利工程设计中的应用

文 / 高文文 北京禹冰水利勘测规划设计有限公司山东分公司

吴顺继 济南城建设计研究院有限责任公司

摘要：本文首先概述了生态型护岸，而后探讨了水利工程设计生态型护岸遇到的难点，再然后阐述了不同生态型护岸的应用优势，最后针对生态型护岸在水利工程设计中的具体应用进行深入讨论，提出了关于生态型护岸模式应用的一些思考，如如何进行方案选型比较、加强护岸结构的性能计算分析、展开施工参数的合理优化等。以期相关人士参考课题研究成果，解决生态型护岸设计工作中遇到的现实问题。

关键词：生态型护岸；水利工程；设计工作；应用要点；设计难点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.097

引言

水利工程的护岸设计时，设计人员为保证能够充分发挥出生态型护岸的应用优势，在设计工作开展时，应当深入研究水利工程的设计要求，根据工程建设标准与规范，选择最佳的生态型护岸设计方案，并通过计算分析评估，设计方案的可行性，确保在设计环节能够规避可能出现的安全风险。现对本文研究讨论的内容进行如下总结。

一、生态型护岸概述

生态型护岸有别于传统的护岸模式，在传统的水利工程护岸项目中，建造者通过设计水工构筑物，以达到保护河道的作用，但此种方式的应用成效有限，且随着时间推移，护岸项目的使用寿命将会逐渐缩短。

生态型护岸模式侧重于，传统护岸方案与自然生态系统的有效结合，借助自然生态的力量不断加固护岸工程，使得护岸工程可发挥出更大的作用与价值。通过对现代水利工程的现状分析可知，为实现生态环保型水利工程的开发建设，应当科学合理地运用生态型护岸设计理念，推动我国水利事业的高质量发展^[1]。

二、生态型护岸在水利工程设计中的难点探讨

(一) 生态型护岸选型设计难

在水利工程开发建设过程中，为能够保证水利工程的安全可靠运行，应科学建造护岸项目，使其发挥出一定作用。为此，工作人员可引入生态型护岸设计理念，巧妙地发挥出生态型护岸的应用优势，但通过对诸多生态型护岸的类型分析比较可知，由于水利工程的开发运行要求存在特殊要求，在选择设计生态型护岸时，能否选择合适的类型，将决定后续生态型护岸的使用成效。

比如，生态型护岸选型时，需要考量护岸运行时，其项目的抗侵蚀能力、水体净化效果、最大冲刷深度等多项指标，稍有不慎，将会影响到水利工程的运行安全性。由此可见，生态型护岸选型设计的难易程度^[2]。

如下表1所示，为某水利建设单位进行生态型护岸选型时，对混凝土栽植槽护岸与联锁式生态型护岸，两种方案进行多个指标的比较。由表1中的数据可知，两种方案的应用优劣势存在很大区别，设计人员需深入研究水利工程项目，根据项目建设要求、特点，选择最适宜的生态护岸方案，确保可充分发挥出生态型护岸的现实作用与价值。

表1 混凝土栽植槽护岸与联锁式生态型护岸的应用指标比较

生态型护岸应用指标		混凝土栽植槽护岸	联锁式生态型护岸
一级指标	二级指标		
景观效果指标	景观美观度	优秀	一般
	景观生态性	优秀	一般
经济性指标	建设成本	76.5 万元	57.37 万元
	年维护成本	8.90 万元	3.60 万元
生态功能指标	植被覆盖率	41%	36%
	栖息生物多样性	优秀	良好
	水体净化效果	良好	良好
稳定性指标	最大冲刷深度	4.50m	5.60m
	最大允许倾斜度	1:3.5	1:3
	最大侧向滑动距离	0.20m	0.30m
	冲刷承载极限	700mkJ·m ⁻²	860mkJ·m ⁻²

（二）护岸结构设计方案要求高

通过对现代水利工程的建设工作分析可知，为保证水利工程建设可行性与运行的可靠性，应当科学合理地设计生态型护岸方案，以使得护岸基础、防护层、排水系统、连接件、护岸结构体等重要组成部分，均可以发挥出一定的作用与价值。

生态型护岸模式运行时，为使得护岸项目与水利工程完成有效的衔接融合，对护岸结构设计的方案要求非常高，设计人员需要考量多种因素，才可保证生态型护岸工程建设的有效性。在实际设计工作开展时，由于部分人员没有深入调研，做好全面系统的分析，使得设计方案存在一定不足，如排水性不佳、防水流冲击能力较差等^[3]。

比如，部分水利工程进行生态型护岸设计时，由于实际水利工程的河道浪高超出了护坡设计高程，无法对河道水浪进行有效防护，增加了水利工程运行的风险。由此可见，设计人员在进行生态型护岸设计时，为达到设计工作开展的预期目标，应当深入研究水利工程的建设资料，明确生态型护岸设计方向与要求，并持续对设计方案进行完善优化，使其可发挥出一定作用。

三、水利工程设计中不同生态型护岸的选型与优势分析

（一）生态袋结构护岸

水利工程护岸项目建设时，可灵活应用生态袋结构护岸模式，该种方式具有较强的护岸效果，且生态环保性突出。在现场建设时，为达到生态袋结构护岸的预期效果，工作人员主要采用高强度材料建造出类似圆柱状的袋装结构，并加入合适的填充物，使其具备较好的抗水流冲刷能力。基于该生态型护岸方案的建设，可有效稳固土壤，保障水利工程整体建设与运行的可靠性。

当水利工程采取的生态袋结构护岸方案时，生态袋的设计规格为1000mm×500mm，届时水利工程护岸的最大抗冲刷能力将达到500kJ/m²，同时基于生态袋结构之间形成的自锁结构，可避免水土流失，实现对河道两岸土壤的有效保护，为河道生态系统的稳定提供保障^[3]。

（二）连锁式生态护岸

由于水利工程建设地址的环境地貌存在很大差异，因而在河道的护岸设计时，应选择最佳的护岸方案，如选择连锁式生态护岸建设方案，此方案可使得多个河道的护岸结构进行有效衔接，从而有效提升河道护岸的整体效果。

通过对此建设方案的特征分析可知，连锁式生态护岸与河道自然生态系统进行有效融合，可解决地形复杂区域的护岸建造难题。此外，在连锁式生态护岸方案建设时，可基于混凝土块的施工，以达到预期的护岸效果。由此可见，此类生态型护岸方案的应用经济性高，且工艺操作难度较低，便于施工应用。

（三）金属丝网护岸

通过对金属丝网护岸方案分析可知，此方案的应用

较为普遍，在实际应用过程中，不仅能够对河道水流的冲刷进行有效抵抗，同时可借助多层的网笼结构培育生态植被，以达到生态型护岸的预期效果。

在此类护岸项目建设过程中，为有序完成金属丝网护岸的施工作业，应当加强水利工程相关参建方的协商沟通，进而科学合理地设计护岸线，并根据水利工程现场建设的实际情况，灵活铺设地膜。基于丝网骨架的搭建，逐步完成水利工程金属丝网护岸的建设，达到预期的生态护岸效果^[4]。

四、生态型护岸在水利工程设计中的应用要点探讨

鉴于水利工程建成运行的特殊要求，在生态型护岸设计建造时，必须紧扣工程建设的要求，以及河道护岸的行业标准规范，严格把控生态型护岸设计的各个环节，为水利工程的生态型护岸建造提供支持。本章将从护岸设计选型比较、护岸结构与性能比较、施工参数调整优化三方面切入，重点阐述生态型护岸的设计具体要点。

（一）护岸设计需提前进行型式比较

在水利工程设计工作开展阶段，为可以充分发挥出生态型护岸的应用优势，应当对护岸设计方案进行型式比较，依据SL/T 171—2020《堤防工程管理设计规范》中的技术规程与质量标准，坚持生态、安全、景观、环保的设计原则，从而选择出最适宜水利工程建设运行的护岸技术方案。

例如，部分水利工程开发建设时，为适应小型水流的冲击，对多种生态型护岸方案进行比较分析。如选择生态岩石挡土墙时，可对激流的冲刷形成有效的抵抗作用，但在实际运行过程中，由于护岸原理的特殊性，在巩固土壤方面存在一定不足，多数情况下用于原有护岸设施上，因此可作为外层护岸的首选；如选择生态混凝土挡墙护岸设计方案时，可根据水利工程的护岸需求，将混凝土挡墙灵活设计为倾斜状或阶梯状。

（二）实时对护岸的结构及性能进行计算分析

新时期水利工程开发建设时，设计人员应用生态型护岸模式时，应当实时测定护岸使用的性能，以了解生态型护岸结构的稳定性与安全性，基于多种指标的分析比较，对生态型护岸设计方案实施的效果做出评估，确保其满足水利工程运行的各项要求。为保证其工作的可靠性，设计人员需要收集第一手的资料，并展开科学严谨的运算，客观量化地进行评价。

例如，某水利工程在护岸结构进行设计时，为客观评估所选生态型护岸方案的可靠性与可行性，则基于生态型护岸方案实施后反馈的数据进行运算。此水利工程选择的生态型护岸为生态堆石护岸，在护坡层的底部设置多排规格为300mm×250mm×5000mm的方桩，并安装相应的监测设备，从而获得水利工程运行时，不同水位下的护坡荷载数据信息^[5]。

为快速计算分析生态型护岸设计方案的可行性，技术人员借助仿真软件，对采集的数据信息进行汇总处理，客观量化评估不同水位下护岸荷载的情况，保证其荷载应当满足水利工程护岸技术规程。

此外,设计人员评估生态型护岸设计方案时,应对河道护岸边坡的稳定性进行计算,具体的计算公式如下:

$$H = q \times L \times \cos a \quad (1)$$

公式(1)中,H表示生态型护岸的边坡护坡水平力,单位(kN/m);q表示单位长度下的边坡水平荷载,单位(kN);L表示护岸边坡的荷载长度,单位(m);a表示生态型护岸边坡的长度。

当设计人员计算出水利工程所选生态型护岸的边坡护坡水平力时,可将其与设计标准值进行比较,客观公正地作出评价,及时发现生态型护岸设计方案存在的不足。如下表2所示,为生态型护岸结构性能计算数据汇总。设计人员通过比较安全系数、护坡水平力、桩顶水平位移距离、方桩平均垂直荷载值等多项指标,保证生态型护岸设计方案的可行性。

表2 生态型护岸结构性能计算数据汇总

数值指标	安全系数	护坡水平力	桩顶水平位移距离	方桩平均垂直荷载值
护岸设计标准值	≥ 1.30	$\geq 30\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$	$\leq 10\text{m}$	$\leq 50\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
计算标准值	1.367	$36.73\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$	$\leq 6\text{m}$	$37.62\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$
是否符合设计允许标准要求	是	是	是	是

(三) 优化施工参数设计

水利工程设计人员应用生态型护岸方案时,为保证后续水利工程整体运行的安全性与可靠性,设计人员应当对生态型护岸设计方案的施工参数进行不断深化,通过展开性能参数优化、结构参数调整、材料参数深化,有效提升设计方案的可行性,为生态型护岸设计方案的施工建造提供支持。

第一,在生态型护岸设计方案的性能参数优化时,设计人员应当重点关注护岸项目长久运行的生态环保性,是否会产生有害物质,此外还需要借助三维模型进行仿真模拟,评估不同环境下水利工程的运行,对生态型护岸提出了怎样的要求,进而对设计方案的性能展开针对性优化设计,如环保性优化、可靠性优化等。

第二,在生态型护岸设计方案的结构参数调整时,生态型护岸是水利工程安全可靠运行的重要组成部分,为此设计团队对护岸施工参数进行调整优化时,应使得生态型护岸结构与水利工程的其他项目进行有效衔接,防止各个项目之间出现冲突^[6]。

例如,某水利工程建设单位进行生态型护岸设计时,针对原有的生态栽植槽护岸设计方案进行结构参数优化,原有的混凝土预埋规格为 $1500\text{mm} \times 800\text{mm} \times 800\text{mm}$,护岸坡比为1:0.4,整体呈现为长方形。在对其结构参数进行优化调整时,为使得护岸顶部栽植槽与其规格相一致,设计人员将长方形的生态栽植槽控制为厚度30mm、高度500mm、内径400mm大小,使得生态型护岸能够发挥出一定作用。

第三,水利工程生态型护岸应用材料的参数深化时,设计人员需客观认识到水利工程建设的特殊性与复杂性,为确保生态型护岸设计方案应用的可行性,设计人员应选择抗腐蚀性强、防水性强的适宜材料,确保水利工程后续运行的安全性与可靠性。

例如,某水利工程的护岸项目建设时,为使得生态型护岸能够发挥出一定的作用与价值,设计人员采用混凝土强度C20材料,完成对护岸项目护脚层的浇筑施工,

使得护脚层的最终结构强度可达到20MPa,使其符合水利工程建设预期目标。此外,在生态型护岸项目的堆石层施工时,设计人员可选择碎石料,一般选择粒径为3-6mm的碎石,经处理后,可在其上方布置20mm厚的营养土,并进行植草处理,充分发挥出生态型护岸方案的应用优势,使得生态植被发挥出一定的作用与价值。

结语

综上,文中以水利工程中的护岸项目为例,重点阐述了生态型护岸在水利工程设计中的具体应用,旨在说明生态型护岸设计工作开展的可行性。鉴于水利工程河道运行的特殊性,为防止河道冲刷侵蚀,应当不断总结生态型护岸的应用经验,根据不同水利工程的开发建设要求,设计具有工程特色的生态型护岸方案,发挥出此种护岸模式的优势,为水利工程的开发建设提供安全可靠的保障条件,更好地利用水利资源。

参考文献

- [1] 孔维祥.生态型护岸在水利工程设计中的应用[J].工程建设与设计,2024(5):136-138.
 - [2] 穆磊超,房远方,赵小龙.生态型护岸在水利工程设计中的应用[J].水上安全,2024(18):133-135.
 - [3] 刘哲文.生态型护岸在水利工程设计中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(10):0202-0205.
 - [4] 严雨曦.生态型护岸在水利工程设计中的应用探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(3):0095-0098.
 - [5] 陈勇,乔鑫杰,朱丽丽,吴玮.生态型联锁块与铰链排联合护岸形式在沱沱河整治工程中的应用[J].中国水运(下半月),2024,24(1):100-102.
 - [6] 王傲霜.河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用[J].大众科学,2024,45(2):65-67.
- 作者简介:高文文(1992.01.24),女,汉,山东省济南人,硕士研究生,毕业于中国农业大学,中级工程师,研究方向:水利工程。