

Ecological management and practice of small and medium-sized rivers in the upper reaches of the Yellow River

Yongjian Wei

Lanzhou Bowen Institute of Technology Lanzhou, Lanzhou, Gansu, 730101, China

Abstract

This paper mainly takes the river management in the upper reaches of the Yellow River as the research object, systematically analyzes the theory and technical system of river ecological management, and summarizes the selection strategy of ecological slope protection and the optimization model of river section for small and medium-sized rivers. Taking the river construction of the river management project from Qijiazui to Beipo section of Xihe River in anding district, Dingxi City as an example, starting with the design of ecological water conservancy project, the specific application of ecological management for small and medium-sized rivers in the upper reaches of the Yellow River is explored. By studying the effect and feasibility of different riverbed cross-sections of small and medium-sized rivers, the optimal ecological compound cross-sections and ecological slopes are found on the basis of meeting the control requirements. Through this series of studies, the practical governance standards for small and medium-sized rivers are formulated, so that the governance standards are quantified and concrete, and the ecological governance of small and medium-sized rivers is better carried out. Construction of ecological restoration technology suitable for rivers in the upper reaches of the Yellow River provides theoretical support for ecological protection in the Yellow River basin.

Keywords

Ecological governance; Ecological slope protection; Section optimization; Case engineering

黄河上游流域中小河流生态治理与实践

魏永健

兰州博文科技学院, 中国·甘肃 兰州 730101

摘要

本文主要以黄河上游地区河流治理为研究对象, 通过系统分析河流生态治理理论与技术体系, 总结中小河流生态护坡选型策略及河道断面优化模型, 以定西市安定区西河祁家嘴至北坡段河道治理工程河道建设为例, 从生态水利工程设计入手, 对黄河上游流域中小河流生态治理具体应用进行探究。通过研究中小河流不同河床断面形式效果及可行性在满足治理要求的基础上寻找最优的生态复式断面、生态边坡等。构建适用于黄河上游河流的生态修复技术, 为黄河流域生态保护提供理论支撑。

关键词

生态治理; 生态护坡; 断面优化; 案例工程

1 引言

传统的河流治理主要侧重河流的防洪功能, 过多地使用混凝土、浆砌石等硬性材料进行河道整治和水利工程建设, 导致河流长度缩短, 河道遭到分割, 深潭、浅滩等减少, 河流两岸的生态湿地和洪泛区域消失, 河流两岸的植被衰退, 水生态环境遭到了严重破坏。本文从河道生态护坡、生态复式断面、以及相关案例工程中分析中小河流生态治理

措施。

1 河道生态护坡

1.1 植被护坡和土工材料复合种植基护坡

植被护坡是一种利用植物及其根系来加固和保护坡面的生态工程技术。它通过活体植物与土壤、岩石等材料的结合, 形成具有力学稳定性和生态功能的坡面覆盖层, 是水利工程与环境工程交叉领域的重要技术手段。如图 1 左所示。

土工材料复合种植基护坡是一种利用土工材料提供结构稳定性和植物种植基达到生态修复和景观美化的先进边坡防护技术。土工材料复合种植基护坡超越了传统的工程结构, 如混凝土护坡、砌石护坡或纯生态护坡, 实现了工程稳固与生态效益的完美结合。如图 1 右所示。

【基金项目】兰州博文科技学院 2022 年科技创新能力提升项目(课题编号: 2022BWJX012)。

【作者简介】魏永健(1980-), 女, 中国甘肃靖远人, 本科, 副教授, 从事水利工程生态修复研究。



图1左：植草护坡；右：土工材料复合种植基护坡

1.2 生态混凝土护坡和生态网箱护坡

生态混凝土护坡（又称植生混凝土、多孔混凝土护坡或绿化混凝土）是一种将工程防护与生态修复功能融为一体的创新护坡技术。它通过传统混凝土中引入特殊的孔隙结构和生态材料，使其既能满足工程结构的强度与稳定性要求，又能为植物生长提供基础，实现边坡稳固、水土保持与生态恢复的协同目标。如图2左所示。

生态网箱护坡（又称石笼网生态护坡或格宾网植生护坡）是一种将金属网箱结构与植被种植相结合的新型护坡技术。它继承传统石笼护坡的抗冲刷、抗变形优势，同时通过网箱内填石缝隙覆土种植或顶部覆土绿化，实现工程防护与生态修复的双重目标，尤其适用于河道治理、水利工程及侵蚀严重的土石边坡。如图2右所示。



图2左：生态混凝土护坡；右：生态网箱护坡

通过上述分析，传统护坡在稳定性以及抗冲刷性方面要优于生态护坡，但是传统护坡造价高，属于刚性防护，对生态恢复的意义不大，而生态护坡除纯植被护坡以外，其它形式的生态护坡把植物与工程材料结合使用，而这些形式的生态护坡综合了传统护坡的优点，不仅能提高护坡的结构稳定性以及抗冲刷性，而且起到了改善生态环境的作用。

2 生态治理河道断面优化

河道断面形状具有多样性，在中小河流治理过程中，传统护坡护岸治理形式常常采用单一材料，断面尺寸参考实用经济即水力最优断面。但是在生态治理中河道断面一般采用复式断面，即采用多种生态形式的护坡护岸组合^[1]在一起，此时经济最优断面不一定是水力最优断面。

2.1 传统河道断面

传统河道断面设计主要采用梯形、矩形等几何形态，以最大化行洪效率以及便于施工为目标，通过硬化护坡、裁弯取直和渠化处理构建笔直陡峭的岸线，虽能快速宣泄洪水并稳定河床，却因切断水陆生态廊道、消除滨水缓冲带、破坏自然水文节律而造成生物多样性丧失、水体自净能力下降及

河岸生境碎片化等系统性生态退化问题。

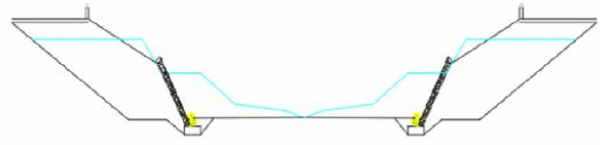


图3 传统河道断面设计

2.2 生态治理复式断面

生态治理复式断面构建三级梯度功能区，常水位区采用生态柔性护岸（石笼网箱+沉水植物），鱼巢结构中置入多孔生态砖，营造鱼类产卵微生境；常洪过渡带采用级配碎石层，水陆交错湿地种植香蒲、芦苇等挺水植物，截留面源污染物；高洪水位区即上层生态堤岸，植被缓冲带种植乔木如水杉，灌木如紫穗槐，草本如狼尾草等。是一种通过分层设计河道空间，将行洪功能与生态修复深度融合的创新河道治理模式。

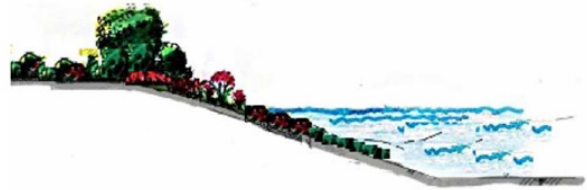


图4 河道生态复式断面治理形式

3 河流生态治理案例工程

3.1 工程概况

定西市安定区西河祁家嘴至北坡段河道治理工程河道治理段为内官营镇先锋村祁家嘴社至万崖村北坡社段。本工程治理段为乡村防护区。本工程乡村防护区保护范围内，保护沿线居民628户共计3750人，保护耕地4950亩，根据《防洪标准》（GB50201-2014）和《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）的规定，沿岸人口小于20万人，耕地面积小于30万亩，属IV等乡村防护区，防洪标准（重现期）在20~10年之间。本工程治理段设防标准按10年一遇洪水标准设防。

3.2 工程设计

本工程建设内容主要为防洪工程，本工程共治理河长8.522km，布置堤线总长8.379km（左岸3.577km，右岸4.802km），其中固滨笼护岸总长5.284km（左岸1.243km，右岸4.041km）、M10浆砌石仰斜式护脚总长3.095km（左岸2.334km，右岸0.761km），新建排水涵管4座。

3.2.1 固滨笼生态护岸横断面设计

根据水力计算，本次设计固滨笼护岸分别为3.0m和3.45m。结合工程实用材料特性及水力计算，本次设计埋深为0.45m。考虑到所用材料特性，本次基础处理为原基夯实。