

浅谈网笼技术在中小河流治理工程中的应用

苟玉枝

宾川县水利管理服务中心, 云南 大理 671600

[摘要] 实施中小河流治理是深入践行习近平总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路和关于防灾减灾重要指示的具体举措。网笼技术作为一种有效的河流治理手段,已在实践中得到广泛应用。本篇文章从网笼技术的工作原理、技术优势以及在中小河流治理中的具体应用措施等方面进行了深入研究,旨在为中小河流治理提供有益的参考和指导。

[关键词] 网笼技术; 中小河流治理; 应用

DOI: 10.33142/hst.v8i5.16509

中图分类号: TV861

文献标识码: A

Brief Discussion on Application of Net Cage Technology in Small and Medium-sized River Management Projects

GOU Yuzhi

Binchuan County Water Conservancy Management Service Center, Dali, Yunnan, 671600, China

Abstract: Implementing the management of small and medium-sized rivers is a specific measure to deeply implement General Secretary Xi Jinping's water conservation priority, spatial balance, systematic governance, and dual pronged approach to water management, as well as important instructions on disaster prevention and reduction. As an effective means of river management, net cage technology has been widely applied in practice. This article conducts in-depth research on the working principle, technical advantages, and specific application measures of net cage technology in the management of small and medium-sized rivers, aiming to provide useful references and guidance for the management of small and medium-sized rivers.

Keywords: cage technology; management of small and medium-sized rivers; application

引言

中小河流是水系网络的重要组成部分,在自然生态、社会经济和防洪减灾等方面发挥着不可替代的作用。网笼技术(如石笼网,最常见的为格宾石笼)在中小河流治理工程得到了广泛应用,其结合了工程防护与生态修复的优势,能够有效解决传统硬质护岸带来的生态破坏问题。同时在防洪固堤方面,网笼的柔韧性可以适应地基变形,防止洪水冲刷,增强抗洪能力。本文重点阐述格宾石笼在中小河流治理工程中的应用。

1 网笼技术的工作原理

网笼技术(如石笼网,最常见的为格宾石笼)。格宾石笼(Gabion)是一种由金属网箱(或网笼)填充石块构成的工程结构,广泛应用于河道治理、边坡防护、防洪固堤等工程中。其名称源于法语“gabion”(意为“笼子”),具有透水、柔性、生态友好等特点,是现代水利工程和生态修复中的常见技术。格宾石笼作为柔性护岸结构,采用高强度镀锌钢丝编织成六边形双绞合网箱,内部填充天然石块形成复合防护体系,其独特构造兼具工程防护与生态恢复双重功能,在中小河流治理中展现出显著优势,该技术通过金属网箱与石块的协同作用形成柔性屏障,既能抵御水流冲刷又允许结构随地基变形自适应调整,解决了传统硬质护岸易开裂失效的问题,填充石块间的孔隙具备良好的透水性,可平衡岸坡内外水压,同时为水体与土壤的物

质交换提供通道,通过表层覆土种植耐水植物,能逐步形成自然植被覆盖,恢复河岸生态系统,相较于传统焊接石笼,双绞合结构显著提升抗拉强度与抗冲刷能力。

2 网笼技术的应用场景

2.1 生态护岸与岸坡防护

通过金属网笼(如镀锌钢丝、PVC包覆钢丝)填充石块或天然材料,形成柔性护岸结构,抵抗水流冲刷,防止岸坡崩塌。

透水性强,允许水体与岸坡间的物质交换,减少静水压力,同时为植物生长提供空间,促进生态恢复。

2.2 防洪固堤

在堤脚或易受冲刷的河段铺设格宾石笼网,增强抗洪能力。网笼结构能适应地基变形,避免刚性结构因沉降开裂导致的失效。例如用于中小河流的险工险段加固,如弯道凹岸防护或河道拓宽后的边坡稳定。

2.3 河道修复与生态重建

结合植物纤维网笼(如椰壳纤维、秸秆编织笼),填充土壤和植物种子,构建“软性”生态驳岸,促进水生植物和微生物栖息。恢复河流自净能力,提升生物多样性,符合“近自然治理”理念。

2.4 导流结构与丁坝

利用网笼建造导流坝或丁坝,调整水流方向,减缓流速,防止河道下切,促进泥沙淤积,稳定河床。

2.5 临时性应急工程

在汛期或紧急抢险中,快速填充网笼形成临时防洪墙或护坡,成本低且施工便捷。

3 网笼技术的优势

3.1 生态友好性

透水透气的结构允许植物生长,形成自然植被覆盖,减少“河道硬化”对生态系统的破坏。石块间的孔隙允许水流通过,减少静水压力,防止结构背后积水,同时促进水体与土壤的物质交换,维护生态平衡。

3.2 施工便捷与经济性

无需大型机械,适合中小河流狭窄、交通不便的施工环境。

材料成本低(填充石料可就地取材),后期维护费用少。

3.3 耐久性与适应性

柔性结构可适应地基沉降、冻融循环等变形,抗冲刷性能强。

耐腐蚀材料(如高锌钢丝、覆塑钢丝)设计寿命可达50年以上。

3.4 综合防洪与生态效益

相比混凝土护岸,格宾石笼网结构兼具防洪安全与生态景观价值,符合“海绵城市”理念。

3.5 格宾石笼与传统石笼的优势区别

格宾石笼采用高强度防腐钢丝编织,柔性结构适应地基变形,抗冲刷能力强,使用寿命可达数十年。相比之下,传统石笼材料易老化腐蚀,结构稳定性差。同时,格宾石笼施工便捷高效,且网孔利于植被生长和水体交换,生态环保优势显著,而传统石笼生态功能较弱。

表1 格宾石笼与传统石笼对比

对比项	格宾石笼	传统石笼
网材结构	六边形双绞合钢丝网,柔性更强。	工厂预制,现场组装快捷。
抗冲刷性	双绞结构分散应力抗拉抗剪性能更优。	易受集中应力破坏耐久性较低。
生态性	孔隙率更高,更利于植物生长和生态恢复。	结构密实,生态效益较弱。
施工便捷性	工厂预制,现场组装快捷。	需现场焊接,施工效率较低。

4 网笼技术在中小河流治理工程中的应用措施

4.1 格宾石笼的基本结构

4.1.1 网箱材料

选用防锈蚀的高强金属丝(包括镀锌钢丝、合金钢丝或塑料覆层钢丝),通过六边形双绞合工艺编织成网,这种编织方式使网面具有良好柔韧性,单元网箱标准尺寸为长1~6m、宽1~2m、高0.5~1m,特殊工程可调整规格定制生产。

4.1.2 填充材料

主要采用天然石料(花岗岩、石灰岩等),石料粒径控制为网孔大小的1.5~2倍(如8cm孔径对应12~16cm石块),

保证填充密实度,局部可掺入植生土料或秸秆等有机材料,为后期植被生长创造有利条件,增强护坡生态功能。

4.1.3 辅助结构

单元网箱采用金属扣件或绞合钢丝进行横向纵向连接,底层基础设置透水土工布或级配碎石层,有效分散荷载并控制地基渗流,结构顶部可设置压顶梁增强整体稳定性。

4.2 施工准备

4.2.1 一般规定

(1)结合水文气象条件与现场实际工况,科学编制施工方案,涵盖进度安排、材料调度及质量管控等内容。

(2)完成各项技术准备工作,包括落实“三通一平”基础条件及临时设施搭建。

4.2.2 施工质量

(1)各分部工程实施前,需复核设计文件中的技术参数、基础数据及施工图纸几何尺寸。(2)设立专职测量岗位,实时提供精准放样数据及施工定位依据。(3)格宾石笼基面测量精度应满足以下标准:①平面定位偏差控制 $\pm 30\text{mm}$ - $\pm 40\text{mm}$ 。②高程误差不超过 $\pm 30\text{mm}$ 。③坡面平整度相对高差 $\leq \pm 30\text{mm}$ 。(4)现场设置的测量控制点及高程基准点须实施保护管理,定期复核校准。

4.2.3 机械、设备及材料准备

(1)依据施工进度计划和强度需求,合理配置机械设备的型号规格及技术参数。(2)建立材料进场检验制度,所有原材料及半成品实行进场复验。(3)严格执行材料准入制度,未通过质量检测的物资禁止投入使用。

4.3 格宾石笼网箱施工

4.3.1 一般规定

(1)格宾石笼网箱基底密实度、轮廓线尺寸应严格按图纸施工,确保与设计要求一致。(2)遇软弱地基时须进行专项处理,处理后的地基承载力需满足设计标准。(3)网箱砌体施工应符合下列规定:①网箱组平面定位误差不得超过设计允许偏差范围。②外露面应修整平顺,外观整齐无凸起变形。

4.3.2 组装格宾石笼网箱

(1)间隔网与网体保持垂直相交($90^\circ \pm 5^\circ$),绑扎成型后应形成规整长方体结构。(2)绑扎材料必须采用与网线材质相同的钢丝。(3)所有绑扎作业均需采用双股钢丝绞接紧固。(4)网片连接部位绑扎密度应符合:a.间隔网与网体四角交接处各不少于1道绑扎。b.间隔网与网体连接部位按25cm间距设置绑扎节点。c.相邻框线采用组合式联结工艺:绑扎线单孔绕1圈、双孔绕2圈形成螺旋状紧固结构。

4.3.3 网箱组间连接绑扎、应符合下列要求:

(1)相邻单元上下四角必须设置对角绑扎。(2)相邻框线或折线按25cm间距进行连续绑扎。(3)接合面绑扎密度不低于2处/平方米。(4)外露网面在填料至1/3

箱高时，需增设八字形拉筋进行内部加固。

4.3.4 填充料施工

(1) 填充石料粒径、强度等参数必须符合设计技术指标。(2) 采用分层均匀填料工艺，严禁单箱格一次性填满。(3) 分层厚度控制在 $\leq 30\text{cm}$ ，1m高网箱宜分3~4层填筑。(4) 顶部填料宜超填5~10cm，采用级配碎石嵌缝密实。(5) 填充毛块石料或碎石，必须是坚固密实、无裂缝、耐风化好的石料，强度等级MU30，天然容重应大于 2.5t/m^3 ，孔隙率不超过30%，软化系数不得小于0.75，严禁使用风化石。必须有80%以上大于网孔 $100\times 120\text{mm}$ 孔径。要求粒径D120~300mm为宜。(6) 裸露的填充石料，表面应以人工或机械砌垒平整，石料间应相互搭接。

4.3.5 网箱封盖施工

(1) 封盖必须在顶部石料砌垒平整的基础上进行。(2) 必须先使用封盖夹固定每端相邻结点后，再加以绑扎。(3) 封盖与网箱边框相交线，应每相隔25cm绑扎一道。

4.4 技术要求

填充物：填充毛块石料或碎石，必须是坚固密实、无裂缝、耐风化好的石料，强度等级MU30，天然容重应大于 2.5t/m^3 ，孔隙率不超过30%，软化系数不得小于0.75，严禁使用风化石。必须有80%以上大于网孔 $100\times 120\text{mm}$ 孔径。要求粒径D120~300mm为宜。格宾石笼网规格型号、网孔规格、钢丝参数如下表。

表2 格宾石笼网型号参数表

1、格宾石笼网规格型号				
项目	长度(m)	宽度(m)	高度(m)	隔板数量(个)
长×宽×高	4	1	1	3
容许公差	±5%	±5%	±5%	—
2、网孔规格				
网孔型号	D(mm)	公差(mm)	网面抗拉强度 KN/m	
100×120	100	+12/-4	50	
3、钢丝技术参数				
钢丝类型	网面钢丝	边端钢丝	绞合钢丝	
钢丝直径(未覆塑)mm	2.7	3.4	2.4	
钢丝直径(覆塑后)mm	3.7	4.4	3.4	
钢丝直径公差(±)φmm	0.06	0.08	0.06	
最小镀层量g/m ²	252	266	252	
钢丝抗拉强度N/mm ²	350-550			
原材料	热镀锌-5%铝稀土合金钢丝，较制部分为3×360°的形式。			
钢丝伸长率	断裂伸长率不应小于12%			

5 网笼技术施工要点与注意事项

5.1 基础处理

清除岸坡松散土层，整平地基，必要时铺设土工布或碎石垫层。

5.2 网箱组装

展开网箱，绑扎隔板(将大网箱分隔为小单元)，确保结构稳定。

5.3 石块填充

分层填充，每层厚度约25~30cm，人工或机械压实，表面略高于网箱以便沉降。

5.4 封盖与连接

填充完成后盖上顶网，用绑丝固定；相邻网箱需紧密连接，形成整体。

5.5 植被恢复

表层覆盖土壤，种植耐水植物(如芦苇、菖蒲)或喷播草籽，加速生态修复。

6 网笼技术的质量要求

在中小河流治理中，网笼技术(如格宾石笼网)的质量是确保工程长期稳定性和工程性能的关键。

6.1 一般规定

(1) 建立并完善质量保证体系，实施全过程质量管理；(2) 工程质量检测人员的资质条件及质量检验涉及的职责范围、工作流程、事故处置、数据管理等内容，须严格执行《水利水电工程施工质量检验评定规程》(SL 176—2007)相关条款；(3) 确保检测数据与材料检验资料真实可靠，禁止编造或选择性采用成果资料；质量检测记录需完整保存，不得涂改或擅自损毁；(4) 格宾防护工程质量控制应涵盖结构性能与表观质量；(5) 每道工序须经自检与抽检合格后，方可进入后续施工环节；(6) 质量检测选点应具有工程代表性，采取均匀布点方式，禁止主观选择检测位置；(7) 隐蔽工程验收需由业主、监理方联合确认，验收合格后方可进行后续施工。

6.2 材料质量控制

(1) 格宾石笼规格质量核查重点包括：①材料化学特性与力学参数是否满足设计要求；②网孔尺寸是否符合技术标准。(2) 填充料质量控制应着重核查：①填充物质质量等级；②石料粒径分布范围。

7 网笼技术在中小河流治理工程中的具体案例

结合区域位置分析，网笼技术即格宾石笼在云南的中小河流治理工程中较为常见，应用广泛。云南省大理州宾川县桑园河等5件河道治理工程(EPC项目)广泛应用格宾石笼对河道进行治理，取得较好的生态、防洪减灾和社会效益，其中，大营河上段治理工程列入云南省中小河流治理的典型案列。

8 结语

网笼技术即格宾石笼通过“以柔克刚”的设计理念，

将工程防护与生态修复有机结合,尤其适用于中小河流治理、生态敏感区及复杂地形条件下的防护工程。其低成本、高适应性、长寿命的特点,使其成为中小河流治理优选技术之一。未来可进一步结合智能化监测技术(如传感器监测结构稳定性),推动河流治理向绿色化、精细化方向发展。

[参考文献]

- [1] 丘丽雯. 浅谈网笼技术在中小河流治理工程中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(31): 211-213.
[2] 《格宾网施工技术规程》[S].

- [3] 《工程用机编钢丝网及组合体》(YB/T 4190-2018) [S].
[4] 《工程机编钢丝网用钢丝》(YB/T 4221-2016) [S].
[5] 《砌体工程施工质量验收规范》--GB50203-2002[S].
[6] 《水利水电工程施工质量检验评定规程》(SL176-2007) [S].

作者简介: 苟玉枝(1977.10—), 女, 毕业院校: 河海大学, 所学专业: 水政水资源管理, 当前就职单位: 宾川县水利管理服务中心, 职务: 水旱灾害防御股股长, 当前职称级别: 水利工程管理工程师。