

# 格宾网在山区河道治理设计中的运用

马欢

保定市江河水利咨询监理有限公司 河北 保定 071051

**摘要:** 格宾网作为一种柔性生态防护结构, 凭借其抗冲刷、适应性强、生态兼容等优势, 在山区河道治理中逐渐得到广泛应用。本文围绕格宾网在山区河道治理设计中的运用展开探讨, 阐述格宾网的材料与结构、技术特性及与山区河道治理的适配性, 再从勘察与工况分析、结构设计、稳定性计算与校核、填充料设计等方面分析其设计要点, 详细说明格宾网在护岸、护坡、丁坝与顺坝及河道清淤与岸滩整治中的具体运用, 最后提出设计注意事项与优化措施, 为山区河道治理中格宾网的合理运用提供参考。

**关键词:** 格宾网; 山区河道; 河道治理; 设计运用

## 1 格宾网相关基础概述

### 1.1 格宾网的材料与结构

格宾网材料影响其性能, 核心是网丝, 常见有镀锌钢丝、高尔凡钢丝(锌铝合金钢丝)。镀锌钢丝在低碳钢丝表面镀锌, 锌层厚度通常不小于 $200\text{g}/\text{m}^2$ , 能满足一般山区河道防腐需求; 高尔凡钢丝在锌中加入5%铝和少量稀土元素, 涂层厚度达 $250\text{g}/\text{m}^2$ 以上, 防腐性能是普通镀锌钢丝的2-3倍, 适用于水位变动区或水质差的山区河道。格宾网以网箱为基本单元, 由网片组装, 网孔尺寸多为 $60\text{mm}\times 80\text{mm}$ 或 $80\text{mm}\times 100\text{mm}$ 。网箱为折叠式长方体, 常见尺寸可定制, 通过边丝或绑扎丝连接, 连接强度不低于网丝强度, 确保整体性。

### 1.2 格宾网的技术特性

格宾网柔性显著, 能随地基沉降或岸坡变形而形变, 避免局部应力集中断裂。在山区河道坡降大、水流冲击强时, 受洪水冲击, 其网箱微小变形可缓冲冲击力, 抗冲击能力比刚性浆砌石结构提升40%以上。透水性佳, 网孔与填充料空隙形成透水通道, 能降低岸坡内外水位差, 减少渗透压力破坏, 渗透系数达 $1\times 10^{-2}\sim 1\times 10^{-3}\text{m}/\text{s}$ , 可避免管涌。耐久性强, 高尔凡钢丝网箱在山区河道使用寿命超30年, 普通镀锌钢丝网箱达15-20年。生态兼容性突出, 能为生物提供栖息场所, 后期植被可生长形成复合生态系统<sup>[1]</sup>。

### 1.3 格宾网与山区河道治理的适配性

山区河道普遍存在坡陡流急、冲刷强烈、岸坡不稳定等特点, 且治理需兼顾防洪安全与生态保护, 格宾网的特性与之高度适配。针对山区河道水流流速快(多为 $2\sim 5\text{m}/\text{s}$ )的问题, 格宾网填充块石后形成的刚性骨架与柔性结构结合体, 抗冲刷流速可达 $5\sim 8\text{m}/\text{s}$ , 能有效抵御洪水冲刷。山区河道岸坡多为土质或破碎岩质, 易发生

坍塌, 格宾网可通过网箱堆叠形成护岸或护坡结构, 对坡体形成包裹约束, 同时其透水性可减少坡体地下水压力, 提升岸坡稳定性。在生态保护方面, 山区河道生态系统脆弱, 格宾网无需硬化河道, 可保留河道的自然形态与水文连接, 其结构空隙能促进水生生物栖息与植被生长。

## 2 山区河道治理中格宾网设计要点

### 2.1 勘察与工况分析

勘察工作需全面掌握山区河道的自然条件, 水文参数勘察是重点, 需确定设计洪水流量、流速、水位及泥沙含量等。可采用ADCP实测流速, 在河道布设3-5个监测断面, 连续监测10天以上, 获取不同水位下的流速分布, 如某山区河道监测显示, 急弯段流速达 $6.2\text{m}/\text{s}$ , 直河段流速 $3.5\text{m}/\text{s}$ , 设计时需针对不同流速段调整格宾网结构。地形与地质勘察需明确河道走向、岸坡坡度、岩土性质等。通过无人机航测获取1:500地形图, 标注岸坡坡度(山区岸坡坡度多为1:1.5-1:3)、滩地高程等; 采用钻探取样, 确定岸坡土层的内摩擦角、黏聚力(土质岸坡内摩擦角多为 $20^\circ\sim 30^\circ$ )或岩体完整性(岩质岸坡需判断是否存在松动岩块)。工况分析需结合治理目标确定设计参数, 根据《防洪标准》确定防洪等级(山区河道多为20-50年一遇), 计算相应洪水下的冲刷深度(可采用公式计算或经验取值, 一般冲刷深度1-3m), 并考虑地震、暴雨等不利工况, 为格宾网结构设计提供依据。

### 2.2 格宾网结构设计

结构选型需根据治理部位确定, 护岸工程多选用格宾网箱, 网箱高度根据岸坡高度确定, 一般每级网箱高度 $0.5\sim 1\text{m}$ , 多级堆叠; 护坡工程可采用格宾网垫, 网垫厚度 $0.15\sim 0.3\text{m}$ , 铺设于坡面向下延伸至河床。丁坝、顺坝

等导流结构则采用大型格宾网箱组,单个网箱长3-4m,通过多组连接形成整体。尺寸设计需结合工况,网箱长度宜为2-3m,宽度1-1.5m,高度0.6-1m,长宽比控制在2:1以内,避免网箱过长导致整体稳定性不足。网垫尺寸通常为5-10m(长)×2-3m(宽)×0.2-0.3m(厚),可根据坡面面积裁剪拼接。布置设计需注重与周边环境衔接,护岸格宾网箱需嵌入河床以下至少0.5m(大于冲刷深度),顶部高于设计洪水位0.5-1m;护坡格宾网垫需从坡顶延伸至坡脚,坡顶与坡脚处需采用锚杆固定,锚杆长度0.5-1m,间距1-2m。网箱或网垫之间需用直径2.5mm的绑扎丝连接,每10-15cm绑扎一道,确保连接牢固<sup>[2]</sup>。

### 2.3 稳定性计算与校核

抗滑稳定性计算需考虑水流冲击力、土压力等水平荷载,采用公式计算抗滑安全系数,安全系数需大于1.2。计算时,格宾网结构的重量按填充料重度(块石重度24-26kN/m<sup>3</sup>)计算,滑动摩擦力为结构重量与基础摩擦系数(一般取0.4-0.5)的乘积。某格宾网护岸工程计算显示,在设计流速5m/s作用下,抗滑安全系数1.35,满足要求;抗倾覆稳定性计算需防止结构绕基础前缘倾覆,计算倾覆安全系数,安全系数需大于1.3。倾覆力矩主要由水流冲击力产生,抗倾覆力矩由结构自重产生,通过调整网箱高度与基础宽度的比例(一般高度:基础宽度=1:1.5)提升稳定性,若安全系数不足,可增加底部网箱重量或设置防滑齿墙;整体稳定性分析需考虑格宾网结构与岸坡的协同作用,采用有限元软件模拟,分析在洪水、地震作用下结构的位移与应力分布。若岸坡存在软弱夹层,需先对坡体进行加固(如设置排水盲沟),再布置格宾网结构,避免坡体失稳带动格宾网破坏。

### 2.4 填充料设计

填充料需选用强度高、级配良好的块石,块石抗压强度不低于30MPa,避免使用风化岩或软岩。块石粒径需与网孔尺寸匹配,网孔60mm×80mm时,块石粒径宜为10-20cm,其中大于网孔尺寸的块石占比不低于80%,确保填充后不流失;同时需搭配20%-30%的小粒径块石(5-10cm),填充网箱空隙,提高密实度。填充施工需分层进行,每层填充高度0.3-0.5m,填充后人工摆放平整,避免出现空洞。网箱顶部需铺设一层粒径15-25cm的块石,高出网箱顶部5-10cm,防止水流冲刷导致顶部填充料流失。填充料需进行筛选,去除泥土、杂质,避免杂质堵塞空隙影响透水性。

## 3 格宾网在山区河道治理中的具体运用

### 3.1 格宾网护岸工程设计

坡式护岸中,格宾网垫与网箱结合使用,坡度缓于

1:2.5的岸坡可直接铺设格宾网垫,网垫下铺设0.1m厚碎石垫层,网垫上可种植狗牙根等草本植物,形成植被护岸。此类设计在缓坡河道中应用时,护岸植被覆盖率1年后通常可达75%,抗冲刷效果稳定。墙式护岸适用于坡度较陡(1:1.5-1:2)的岸坡,采用格宾网箱堆叠形成挡墙,网箱从下至上逐层收坡,收坡坡度1:0.1-1:0.2,每层网箱之间设置0.2m宽平台。基础采用块石垫层,厚度0.5m,垫层下若为软土需换填碎石,换填深度1-2m。3m高的墙式护岸采用3层格宾网箱(每层高1m),运行3年后无明显变形,挡墙后土体可保持稳定;护岸与岸坡衔接处需设置过渡段,在护岸顶部种植紫穗槐等灌木形成缓冲带,宽度1-2m,缓冲带与护岸之间铺设土工布,防止水土流失<sup>[3]</sup>。护岸底部需设置反滤层,采用碎石+土工布组合,厚度0.3m,避免河床泥沙进入网箱。

### 3.2 格宾网护坡工程设计

土质边坡防护中,格宾网垫铺设需与坡面紧密贴合,先清理坡面杂草、浮土,修整坡面至设计坡度,铺设0.1m厚碎石垫层,再铺设格宾网垫,网垫边缘采用U型钉固定,钉长0.3m,间距1m。网垫填充块石后,表面可撒播草籽,草籽与土壤混合后覆盖网垫,浇水养护。按此设计施工,6个月后草籽发芽率可达80%,边坡可有效避免冲刷痕迹;岩质边坡防护需先处理松动岩体,采用锚杆加固松动岩块后,铺设格宾网箱,网箱填充块石与岩块混合体(块石占比60%),网箱与岩体之间用碎石填充密实。对岩质边坡的裂隙,可注入水泥砂浆封堵,防止雨水渗入裂隙加剧岩体破坏。经暴雨考验,此类护坡工程无坍塌现象;排水系统需与护坡配合,在坡面每隔20m设置一道纵向排水沟,沟宽0.3m,采用格宾网箱砌筑,沟内填充碎石;坡面横向每隔10m设置一道截水沟,与纵向排水沟连接,将雨水引至河道。排水沟底部需低于网垫底部0.2m,确保排水通畅。

### 3.3 格宾网丁坝与顺坝设计

丁坝设计需根据河道宽度与流速确定位置,丁坝间距为坝长的3-5倍,坝长为河道宽度的1/3-1/2,山区河道丁坝长度多为10-20m。丁坝采用格宾网箱组拼接,坝体从岸边向河道内延伸,坝头宽度2-3m,坝尾宽度3-4m,形成渐变结构,坝顶高程高于设计洪水位0.3m。丁坝坝体需设置消能结构,坝头采用“格宾网箱+抛石”复合结构,抛石直径30-50cm,堆放在坝头前,形成消能棱体,可将流速从5.8m/s降至3.2m/s,坝体运行2年可保持无明显冲刷。顺坝需沿河道主流方向布置,与河岸平行,坝长根据河岸防护长度确定,坝体采用格宾网箱堆叠,高度1-2m,坝体与河岸之间设置0.5m宽的空隙,填充碎石作

为排水通道。顺坝顶部可铺设混凝土预制板,作为巡查便道,宽度0.8-1m。

#### 3.4 格宾网在河道清淤与岸滩整治中的辅助运用

清淤后岸坡临时防护中,格宾网可快速布置,清淤后岸坡裸露易冲刷,可铺设格宾网垫,网垫填充轻型块石(粒径5-10cm),采用人工搬运铺设,无需大型机械,适合清淤后的狭窄场地。按此方式,2天内可完成1km岸坡格宾网垫铺设,有效防止后续降雨对坡岸的冲刷;岸滩加固中,格宾网笼可圈定滩地范围,采用直径1-1.5m的格宾网笼,填充块石后沿滩地边缘摆放,形成防护屏障,网笼之间用钢丝连接,防止滩地被水流侵蚀。对滩地内的低洼区域,可采用格宾网箱堆叠形成小型挡水堤,引导水流形成浅滩湿地,通过此方式可新增湿地面积500m<sup>2</sup>,吸引多种水鸟栖息。

#### 4 格宾网在山区河道治理设计中的注意事项与优化措施

##### 4.1 设计注意事项

需注重与山区地质条件的适配,对存在滑坡体的河段,格宾网设计需结合滑坡治理,先在滑坡体前缘设置抗滑桩,再布置格宾网护岸,抗滑桩与格宾网之间预留1-2m空隙,避免滑坡体变形挤压格宾网。若未设置抗滑桩,格宾网护岸可能随滑坡体移动出现撕裂,增设抗滑桩后可恢复稳定;抗水流冲击设计需强化,流速超过5m/s的河段,需增加格宾网结构的厚度,如将网箱高度从0.8m增至1m,或在网箱外侧增设一层格宾网垫,双层结构协同抗冲<sup>[4]</sup>。同时,网箱填充料需选用更大粒径块石(20-30cm),提高结构整体性,避免水流掏空填充料;施工与维护需结合山区条件,设计时需考虑材料运输,山区交通不便时,网箱尺寸可调整为小型化(长2m、宽1m),便于人工搬运;后期维护需预留巡查通道,在格宾网护岸顶部设置0.5m宽便道,定期检查网箱连接状况与填充料完整性,发现松动及时绑扎或补充填充料。

##### 4.2 优化措施

结构优化可采用加筋格宾网,在格宾网箱内铺设土工格栅,格栅强度不低于100kN/m,格栅沿网箱长度方向布置,每0.5m设置一层,与网箱连接牢固,加筋后格宾网的抗滑安全系数可提升20%-30%,高流速河段采用后,抗滑安全系数可从1.25提升至1.53。与其他技术结合可提升效果,格宾网与生态袋联合使用,在格宾网箱外侧堆叠生态袋,生态袋内填充种植土与草籽,既增强抗冲能力,又加快植被恢复,生态袋与格宾网之间用连接扣固定,护岸工程采用此组合设计,植被覆盖率3个月内可达50%。动态调整设计参数,根据监测数据优化,在格宾网结构布设监测点,监测位移与水位,若发现位移超过3cm,需分析原因,调整后续设计,如增加网箱重量或加密连接点。若监测发现局部网箱位移达4cm,经检查为基础不实,后期设计中增加0.3m厚碎石垫层,可解决位移问题。

##### 结束语

综上所述,格宾网作为一种有效的山区河道治理材料,具有显著的技术特性和生态兼容性。通过合理的勘察与设计,结合山区河道的实际情况,格宾网能够在保障防洪安全的同时,兼顾生态保护,形成复合生态系统。未来,随着科技的进步和设计理念的创新,格宾网在山区河道治理中的应用将会更加广泛和深入,为构建绿色、和谐的水环境做出更大贡献。

##### 参考文献

- [1]脱延龙.格宾网生态绿格网在黑河流域防洪治理工程应用[J].长江技术经济,2022,6(S1):80-82.
- [2]贺霞霞.格宾网覆土生态护坡技术在区域河道治理中的应用研究[J].农业科技与信息,2021(07):17-18+20.
- [3]李芳.格宾网石笼护岸在塔里木河中游河道治理中的设计及应用[J].工程建设与设计,2021(02):106-107.
- [4]许光虎.格宾网在山区河道治理设计中的运用[J].农业科技与信息,2020(13):46-48.