

# 北方山区中小流域水土流失治理模式研究

陈际旭 姜宇

中水北方勘测设计研究有限责任公司

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6837

**[摘要]** 通过分析北方山区某流域上游水土流失现状,将其划分水土流失治理分区,通过布设相关水土流失防治措施,达到治理流域上游水土流失的目的。总结了实例某流域上游水土流失治理的模式,为北方山区中小流域水土流失治理提供经验。

**[关键词]** 水土流失治理; 水土保持分区; 生态护岸; 植物过滤带

中图分类号: S157 文献标识码: A

## Study on Soil and Water Loss Control Models for Small and Medium-sized Watersheds in Northern Mountainous Areas

Jixu Chen Yu Jiang

China Water Resources Bei Fang Investigation, Design & Research CO.LTD

**[Abstract]** By analyzing the current situation of soil and water loss in the upper reaches of a certain watershed in the northern mountainous areas, this paper divides the area into different zones for soil and water loss control, and achieves the goal of controlling soil and water loss in the upper reaches of the watershed by implementing relevant prevention and control measures. It summarizes the soil and water loss control model in the upper reaches of the case watershed, providing experience for the soil and water loss control of small and medium-sized watersheds in northern mountainous areas.

**[Key words]** Soil and water loss control; Soil and water conservation zoning; Ecological revetment; Vegetated filter strips

### 引言

北方山区中小流域水土流失问题突出,受土石混杂、地形特点、气象条件等的自然特征影响,加之人口分布、土地利用不合理等人为因素,水土流失问题长期存在,不仅导致土壤能力衰退、土地退化,还加剧了流域内自然灾害风险,制约区域生态安全可持续发展。针对北方山区中小流域水土流失现有治理模式存在针对性不足、生态与经济效益协同性不强等问题,本文聚焦流域水土流失的核心问题,系统探究适配区域特征的综合治理模式,为优化治理措施配置、提升治理成效、推动生态保护与乡村振兴协同发展的同类项目提供理论支撑与实践参考。

#### 1 流域概况及现状问题

研究流域全域属北温带干旱—半干旱大陆性季风气候区。区域多年平均气温为6.5℃,无霜期时长127d;盛行风向具有显著的季节性差异,冬春两季以西北风为主导,夏秋季节则以东南风为主,实测最大风速达18.5m/s,最大冻土深度为1.5m。降水特征方面,流域多年平均降雨量399.3mm,降水时空分布不均,年内及年际变幅显著;降雨集中期为6—9月,该时段降雨量占全年总降雨量的70%以上,且降水历时短促,夏季降水多以暴雨形式

呈现。

区域内存在的问题包括农村人居环境、坡地水土流失、沟道急需治理等问题。同时,区域内的水土保持措施缺乏统一的规划和整体协调,未能形成综合防护体系,水土保持效益较低<sup>[1][2]</sup>。分析该区内存在的各种问题,汇总如下:

##### 1.1 核心区域需加强保护

核心区域整体生态环境良好,植物种类繁多,局部区域受人因素为影响,造成地貌和植被有所破坏,需对其进行封育保护,使植被自然修复更新,维持生态平衡。

##### 1.2 坡耕地水土流失严重

区域内坡耕地大量存在,水土流失严重,农业生产仍以广种薄收为主,这种不合理的土地结构对当地贫困户的发展和改变具有严重的制约性。

##### 1.3 沟道堵塞并缺乏河岸的防护措施

沟道的治理程度直接影响下游河道的水质,流域上游沟道存在的主要问题包括:

(1) 沟槽淤积严重,水土流失严重,冲击物随水流进入下游沟道,堵塞沟道,影响沟道行洪能力,危及群众生命财产安全。

(2) 沟道两岸部分边坡存在冲刷展宽趋势, 河岸缺乏防护措施。

## 2 水土保持分区

### 2.1 小流域划分成果

将流域上游区域划分为4条小流域, 代码为0001、0002、0003、0004, 面积分别为41.84km<sup>2</sup>、39.91km<sup>2</sup>、132.53km<sup>2</sup>、120.66km<sup>2</sup>。

### 2.2 水土保持分区情况

根据水土流失情况, 将区域分为预防保护区、综合治理区和生态修复区3个区域进行措施配置研究, 其中预防保护区主要涉及0002小流域, 综合治理区主要涉及0003小流域和0004小流域, 生态修复区主要涉及0001小流域和0004小流域。

## 3 水土流失治理措施配置

### 3.1 预防保护区

流域上游核心地带作为至关重要的水源涵养林区, 在整个流域生态安全格局中占据着不可替代的重要地位。该区域长期以来受人类生产生活等活动的干扰程度较低, 自然生态环境保存完好, 林草植被覆盖度高、长势良好, 生态系统结构稳定, 具备较强的自我调节与自我修复能力。因此, 在水土流失综合治理工作中, 宜以封禁保护为核心治理措施, 最大限度减少人为扰动, 充分依托并发挥生态系统的自然修复能力, 稳步提升区域水土保持功能与水源涵养能力, 从源头上有效防控水土流失, 筑牢流域生态安全屏障。

### 3.2 综合治理区

#### 3.2.1 修建谷坊防护周边沟头

流域内沟壑密度大, 沟岸扩张、沟床下切问题突出, 侵蚀面积持续增加, 考虑此部分治理时应在侵蚀严重支沟修筑谷坊, 以稳固抬高沟床、遏制下切, 并稳定沟坡、阻断岸线扩张<sup>[3]</sup>。

(1) 布设原则。①综合侵蚀沟道水土流失特征、地形地质条件、建材供给、劳动力配置及技术适配性等多重要素, 以高效阻控沟壑下切、拦截泥沙淤积为核心目标, 秉持就地取材的布设思路, 实现以最低经济成本达成最优水土保持效益的建设要求。②谷坊布设区域的沟底与岸坡需满足地形规整、地质稳定的条件, 无孔洞发育、地层破碎等不良地质现象, 且不存在难以清运的碎石及杂物。③严格遵循“顶底相照”的布设原则, 依据沟底比降特征, 采用自下而上的选址方式确定谷坊具体位置, 使下一级谷坊溢流口顶部高程与上一级谷坊基部高程保持大致齐平。

(2) 谷坊类型。流域内沟道含沙量大、沟道比降大, 根据沟道特点并结合附近石料丰富的特点就地取材, 可选择浆砌石谷坊为支毛沟治理的主要形式。

(3) 浆砌石谷坊。①谷坊结构形式。浆砌石谷坊采用重力式结构, 坝高4.0 m, 埋置深度2.0 m(满足冻深及冲刷要求), 顶宽1.0 m, 迎水坡1:0.1、背水坡1:0.5。坝顶中部设溢流口, 坝身布设2排Φ100 PVC排水管, 最下层距坝底0.3 m, 水平及垂直间距均1.0 m, 呈“品”字型布局。坝基上下游设1.4 m深齿坎以提升稳定性; 下游配设浆砌石防冲护坦(长3.5 m、厚0.6 m), 底部铺10

cm碎石垫层, 坝顶抹5 cm厚砂浆。护坦下游抛填直径≥50 cm块石防冲, 抛石段长约3 m。②谷坊设计。谷坊工程设计需以小流域侵蚀沟壑的实地勘察结果为依据, 明确侵蚀沟道的治理范围与对象。在规划治理区域内, 优先选取沟底比降介于5%~15%的区段布设谷坊设施。谷坊布设间距采用以下公式计算:

$$L = \frac{H}{i - i'}$$

式中  $L$  为谷坊间距(m),  $H$  为谷坊底到溢流口底高度(m),  $i$  为原沟床比降(%),  $i'$  为谷坊淤满后的比降(%)。

基于调查实测资料绘制沟道纵断面图, 据此确定谷坊的布设位置、间距及数量; 同时结合实测结果, 综合考量地貌特征、岩层分布等场地具体条件, 进一步精准核定谷坊位置。

#### 3.2.2 保土耕作

保土耕作体系是流域水土流失综合治理与农业可持续发展的重要技术支撑, 主要包含保护性耕作、保护性种植及土壤改良技术措施三大核心内容。其中, 保护性种植涵盖间作套种、少耕免耕等多种技术模式, 通过优化田间配置与耕作强度, 实现对坡面土壤的有效保护。该体系以减轻土壤侵蚀、改善土壤结构、提升土地生产力为目标, 将工程措施、耕作措施与生物措施有机融合, 形成系统化、长效化的坡面水土保持技术路径。

在实施层面, 保土耕作体系的推广应以面向区域农户开展系统化耕作技术科普与宣传教育为关键抓手, 通过技术培训、现场示范、政策引导等方式, 提升农户对水土保持耕作技术的认知水平与应用能力。在此基础上, 引导农户逐步转变传统粗放耕作方式, 科学调整种植结构与种植模式, 合理采用深耕培肥、秸秆还田、有机肥施用等土壤改良手段, 从而推动保土耕作技术规模化、规范化应用, 为区域生态保护与农业高质量发展提供坚实技术保障。

#### 3.2.3 梯田工程

水平梯田断面设计需满足多重核心准则, 具体包括: 降低修筑工程体量、缩减梯埂占地面积、保障结构稳定性、提升耕作便利性、适配作物生长需求及加速水土流失治理进程等。

水平梯田断面设计应基于原坡耕地的地面坡度( $\theta$ )与原地面积斜宽( $B_s$ ), 科学确定梯田田坎坡度( $\alpha$ )、田面毛宽( $B$ )、田面净宽( $B'$ )、田坎占地宽( $b$ )、边埂顶宽( $b'$ )、边埂高( $H'$ )及田坎高度( $H$ )等关键参数。(如图1所示)

在参数确定过程中, 需结合坡耕地实际地形条件, 参照《水土保持综合治理技术规范坡耕地治理技术》(GB/T 16453.1-2008)、《北方土石山区水土流失综合治理技术标准》(SL 665-2014)中关于水平梯田断面尺寸的参考规定, 以及《水土保持工程概算定额》中水平梯田修筑的相关定额标准, 同时充分考量当地土壤质地的实际特性, 最终完成水平梯田断面尺寸的合理确定。

综上, 可确定地面坡度的田面净宽、田坎坡度、田坎高度等要素, 进行梯田工程设计。

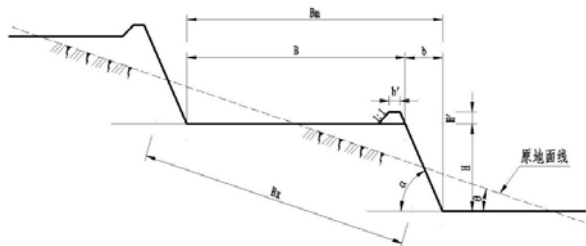


图1 水平梯田断面要素图

### 3.3 生态修复区

#### 3.3.1 沟道滩岸防护工程

(1) 沟道清障工程。沟道受水流冲刷致岸坡大量坍塌, 沟内堆积物增多, 引发沟底高程抬高、沟道改道及局部岸坡滑坡, 威胁周边农田, 为此需开展沟道堆积物清运工作。

①清障方案。沟道主槽蜿蜒, 滩地及河岸易受洪水冲刷, 部分沟道水面开阔、河床为砂砾质, 存在泥沙淤积。清障按原沟底高程、纵坡及护岸宽度参数执行, 保障沟道行洪能力恢复。②堆积物堆放及运输要求。按堆积物含水率差异化处理, 可设定原则如下:

含水率 $>50\%$ : 堆放于沟道宽幅区域或两侧指定位置并平整, 避免二次淤积及环境影响;

含水率 $<50\%$ : 由自卸汽车直运预设堆放点, 运输中做好防扬尘、防遗撒措施。

(2) 护地堤。结合岸坡现状条件, 为实现耕地保护目标, 于沟道临近农田侧构建护地堤工程。工程采用“格宾石笼护脚-土堤主体-植草护坡-堤顶兼作生产路”的复合结构型式, 兼顾防护功能与农业生产通行需求。

护地堤可选用均质土堤结构形式。堤防迎水侧边坡比宜采用1:3, 背水侧边坡比采用1:2。结合现状通行需求, 堤顶设置堤顶道路, 其中行车道宽度为5.0m, 两侧路肩各宽1.0m, 堤顶总宽度达7.0m。堤顶道路面层采用泥结碎石材质, 路面按2%坡度向沟道侧倾斜设置以保障排水。迎水侧堤坡在10年一遇洪水水位以下区域采用格宾石笼进行防护, 防护层表层回填种植土后实施坡面绿化工程。格宾石笼护脚水平防护段长度为3.0m, 石笼规格选用1.0m(长) $\times$ 1.0m(宽) $\times$ 0.5~1.0m(高), 填充块石选用粒径20~30cm、强度等级为MU30的石料。背水侧坡脚至现状农田的过渡区域采用素土回填处理, 回填完成后在该区域栽植行道树, 实现绿化美化与固土防护的双重效果。

护地堤堤顶高程采用10年一遇设计水位叠加堤顶超高确定。堤防筑堤土料应优先选取黏粒含量10%~35%、塑性指数7~20的黏性土料, 土料中不得夹杂植物根茎、砖瓦碎屑等杂质; 填筑土料的实际含水率与最优含水率的偏差需控制在 $\pm 3\%$ 范围内。依据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)相关规定, 护地堤压实度最低标准不应小于0.90; 鉴于堤顶兼顾道路通行功能, 为满足车辆荷载承载需求, 其压实度需进一步提升至不低

于0.93。

(3) 坡式护岸。采用坡式护岸结构体系, 构建“景观石护脚-格宾石笼主体-灌草复合护坡”的生态化护岸模式, 以保障两岸农田防洪安全为核心前提, 兼顾区域生态景观协同提升需求, 展开坡式护岸的布设。护岸顶部高程取值依据10年一遇洪水设计水位叠加堤顶安全超高值综合确定。

岸坡防护主体采用生态格宾石笼铺筑工艺, 笼体表层铺设种植土基质并构建灌草混植绿化层。坡脚区域设置水平防护段, 设计长度为3.0m, 同时结合景观营造要求配置景观堆石组群, 实现防护功能与景观效益的有机融合。

#### 3.3.2 植物过滤带工程

布设植物过滤带, 以强化对泥沙及污染物的拦截过滤效能, 同步提升区域景观美学价值。采用低影响开发策略, 连通场地内坑塘、泉眼与沟道等水文单元, 实现场地水文功能的维护、保护与提升, 据此构建契合北方粗犷郊野风貌的植物过滤带体系。

绿化区域采用撒播方式种植草地早熟禾, 北方山区撒播密度宜为200 kg/hm<sup>2</sup>。湿地边坡区域栽植菖蒲、芦苇、千屈菜等水生植物; 湿地边坡以上区域撒播草地早熟禾草籽, 其余区域撒播格桑花花籽。植物配置以夏季观花植物为核心, 色彩体系以黄、紫、粉、白为主色调, 形成层次分明、色彩协调的生态景观格局。

## 4 结语

本文通过分析某流域上游水土流失现状及特点, 针对现状水土流失问题, 将流域上游进行分区, 划分为了预防保护区、综合治理区与生态修复区, 针对性采取了相应的措施进行水土流失综合治理。

预防保护区采取封禁保护措施, 依靠自然恢复防治水土流失; 综合治理区采取沟头防护、保土耕作和梯田工程进行水土流失综合治理; 生态修复区采取沟道滩岸防护工程和植物过滤带工程综合治理流域上游水土流失。布设的水土流失综合治理措施形成了“点+条+带”的防护系统, 能够有效地治理流域水土流失问题, 同时相关经验可为北方山区中小流域水土流失综合治理提供参照。

### [参考文献]

- [1] 李静远. 北夏格庄农村生态河道治理工程信息化建设探讨[J]. 农业工程技术, 2025, 45(8): 122-123.
- [2] 杨金龙. 嵩县水土保持实践及效益分析[J]. 水电水利, 2025, 9(10): 11.
- [3] 许东翰. 河道整治区域水土流失监测与水土保持方法[J]. 水科学与工程技术, 2023, (01): 70-72.

### 作者简介:

陈际旭(1990--), 男, 汉族, 黑龙江齐齐哈尔人, 工程师, 工学硕士, 主要从事水利相关规划设计工作。