

中德合作小型水体生态修复（延庆下水沟）

项目位置：延庆区珍珠泉乡下水沟

项目规模：6.15km

竣工时间：2012年

16.1 项目概况

下水沟，位于延庆区上水沟小流域，属于密云水库上游潮白河水系菜食河流域。流域面积29.6km²。位于珍珠泉乡，包括下花楼、上水沟、下水沟3个行政村委会，总户数228户，人口540人。

项目区地处燕山山脉，土壤自上而下为淋溶褐土、耕作褐土和冲积沙土，土层瘠薄，土层厚度一般在30cm左右。植被属典型的针阔混交林类型，山区分布着各种次生林，覆盖率在50%左右，中山阳坡及低山丘陵乔木树种稀疏，主要以蒿草类和低灌木植物为主，间有少量人工林，覆盖率在30%左右。多年平均降水量为490mm。

下水沟位于密云水库上游，属于饮用水源地，其生态保护与修复对于水库水源保障有支撑作用。



图1 上水沟小流域地理位置图

16.2 问题与需求分析

下水沟沟道整体生态环境较好，季节性流水，水体不连续。为了保证村民用水，在局部沟段修建塘坝。村庄段沟道受道路等影响受到束窄，沟道靠近道路一侧岸坡多为浆砌石挡墙，另一侧是自然山坡岸滩，并且在局部较宽河滩地上，有成片的乡土植被。

通过对沟道进行的形态、植被等生态调查，初步分析总结出影响该沟道生态系统健康发展的影响因子，其中主要影响因子有：道路、村庄、水利工程、耕地以及其它人为活动影响等。沟道具体问题包括沟道束窄、防洪空间不足，多为浆砌石硬性护岸、河道横向连通性差，在沟道内堆放薪柴、垃圾、废弃物等，挤占防洪空间并带来污染问题，亟需采取措施实施沟道修复。

16.3 设计目标与原则

16.3.1 设计目标

河流生态修复的目标是在健全防洪体系，减少灾害发生的同时，完善沟道自然结构，提供多样生境，提高沟道生物多样性，促进沟道生态系统的稳定，重建和保持其生态功能，增加小型水体景观和水资源的价值。

16.3.2 设计原则

本项目原则是在不降低沟道行洪能力的前提下，减少人为干扰，保护自然河型，仿照自然的状态修复受损河

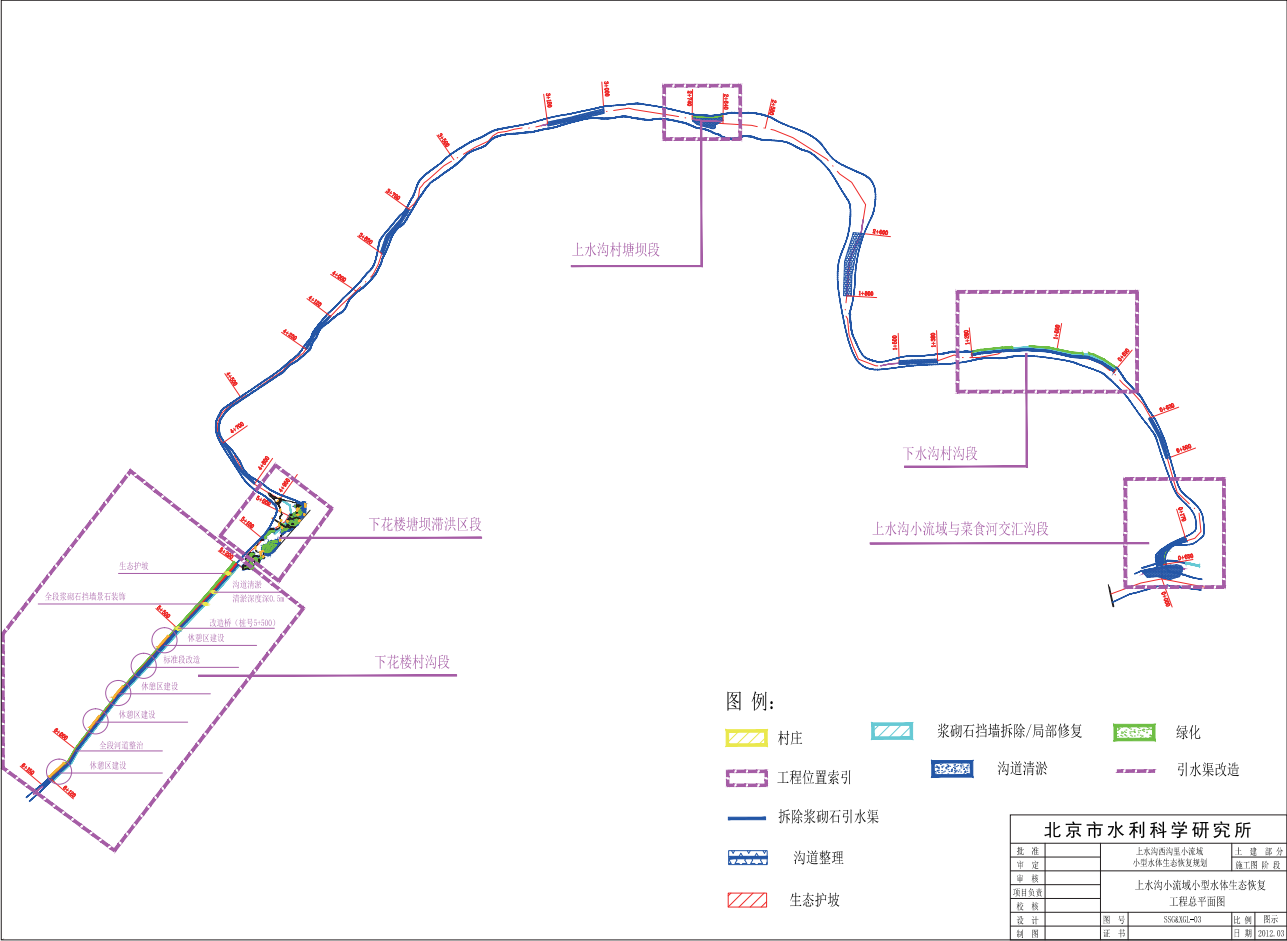


图2 延庆上水沟小流域主沟道生态修复配置

道，构建多样生境，近可能恢复河道自然状况，增强沟道的生态功能。具体为：

- (1) 完善防洪体系
- (2) 保护较为自然的沟道现状
- (3) 减轻沟道所受的人为胁迫
- (4) 恢复沟道横断面的自然形态
- (5) 恢复沟道纵向的连通性
- (6) 提供动植物生长的多样生境

16.4 小型水体生态修复工程设计

16.4.1 生态修复措施综合配置

本次生态修复范围为上水沟小流域与菜食河交汇处至下花楼村，长6.2km，生态保护沟段长16.6km。

- (1) 防洪空间拓展：河滩农耕地退耕还水；浆砌石河

- 堤拆除，河堤后移，河流水文地貌重塑、河床清淤；
- (2) 水质改善：垃圾清理、两岸绿化过滤带；
- (3) 水文地貌修复：河道环境清理、微地形改造、子槽开挖；
- (4) 横向连续性修复：纵向浆砌石坝拆除、自然块石及植物护岸、蜿蜒岸坡；
- (5) 生境构建：湿地恢复；
- (6) 休闲娱乐设施：修建木桥、汀步、景观木平台、仿木栏杆、自然块石园路、休憩平台和桥梁等；
- (7) 流域管理措施：垃圾污染物清除、河流附近村庄配置垃圾收集装置，配备卫生管理员，推行村收集，镇运输和区县处置的垃圾处置模式，设置宣传牌等。

16.4.2 主要工程内容

上水沟生态恢复工程主要包括以下5大类：防洪空间拓展、沟道横向连通性修复、沟道纵向连续性修复、休闲娱

乐及亲水措施和沟道整理工程。

4.2.1 防洪空间拓展

以下花楼塘坝为例，该塘坝现状水塘最深处达到7m，在上水沟小流域中具有滞洪功能，早期具有湿地景观。由于近年降雨量减少，滩地被侵占、周边村民开垦为耕地，库滨自然形态和生态功能受到影响。

采用的措施为拆除浆砌石引水渠、浆砌石挡墙，扩大塘坝蓄洪空间。将侵占库滨的耕地进行疏挖，扩大滞洪区面积6670m²，发挥库区的滞洪功能，并减少农业种植污染。新建蜿蜒、石块及植物防护河堤，构建滩地、湿地、小岛等多样性生境与景观，提升水库生态功能与亲水性。



图3 下花楼塘坝现状

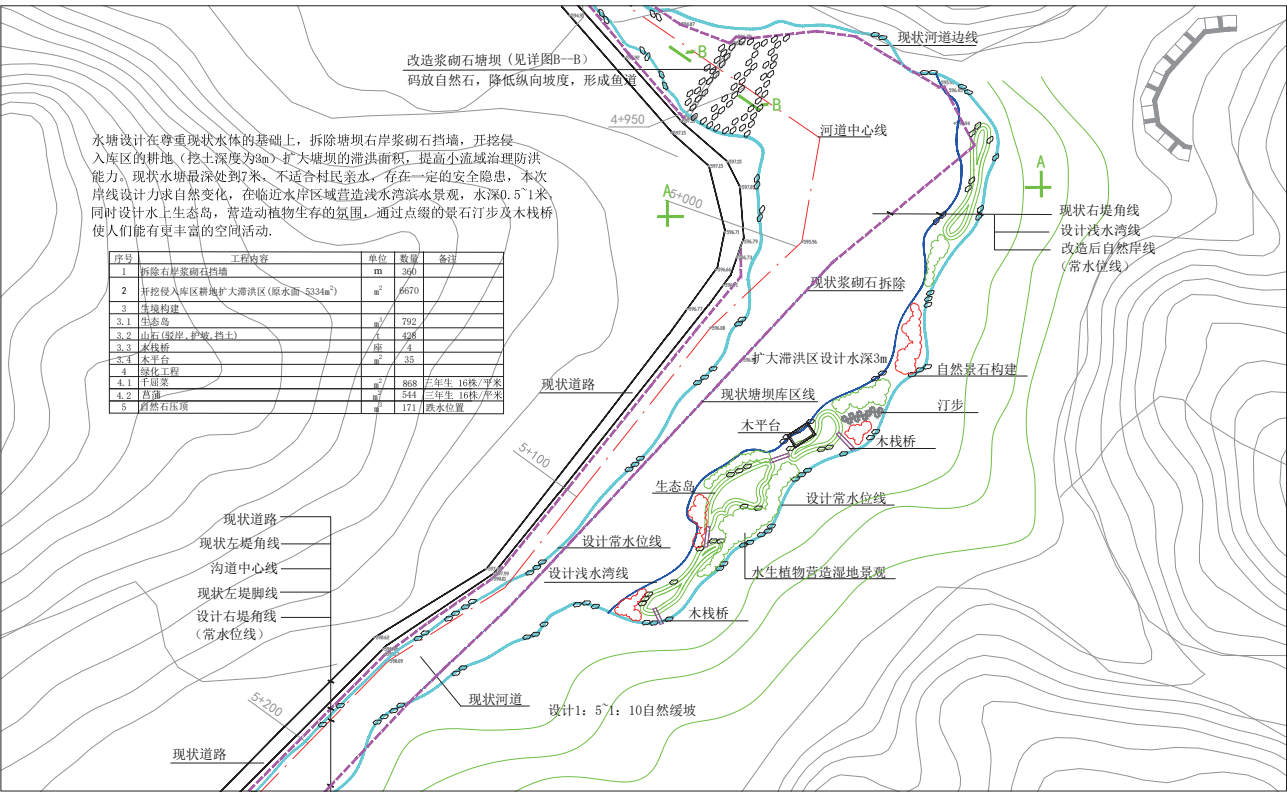


图4 上花楼塘坝生态修复措施布局图



图5 浆砌石坝拆除、拓展防洪空间

4.2.2 沟道横向连通性修复

1) 河堤改移

针对下花楼村沟道束窄、防洪空间不足并呈现渠道化等问题，拆除干砌石护地坝，河堤后移，岸坡蜿蜒自然，自然石护坡，石块大小适宜，互相咬合摆放。修复后的沟道横向连通性提高，并拓展了防洪空间，提高水文地貌等级。



图6 河堤改移、修复横向连通性

2) 坡脚码石防护

针对下水沟河道出口与菜食河交汇处局部边坡坡度较大、裸露并有明显土壤侵蚀和冲刷等问题，采用坡脚码石、坡上种草的措施控制土壤侵蚀并自然修复小生境，码石措施要求石块大小适宜，互相咬合摆放。



图7 沟道堤脚生境改善、修复横向连通性

4.2.3 沟道纵向连续性修复

针对下水沟主沟道出口与菜食河交汇处的散水坝没有基础、与左右岸没有衔接、抗冲能力低等问题，对其进行改造和修复。选择尺寸大的自然石，上下摆放2层自然石，其中一层埋在河床下；增加散水坝宽度，左右摆放2~3块自然石；增加散水坝的长度，与左右两岸相连；自然石之间互相咬合，摆放要平稳。该措施提高了散水坝稳定性，促进了坝体周围区域的生境多样性，以生态的方式提高了河道纵向连续性。



图8 散水坝改造、修复纵向连续性

4.2.4 休闲娱乐及亲水措施

布设汀步、亭廊等休闲亲水措施，使得河流小水位时可供游人安全休闲娱乐，且有专人管理、安全提示等配套设施。



图9 汀步

4.2.5 沟道清理

清除沟道沿线的垃圾，废弃物，以防止雨洪将其冲入沟道、污染水质和沟道环境。对于淤积严重的河床，适当清理河底淤积物，大石块予以保留，开挖过程注意在沟底形成高低不一浅滩和深潭，营造自然沟床结构形式，为水中昆虫及附着藻类等生物提供栖息地。

16.5 建成效果

通过对上水沟小流域开展沟道生态修复工程，增强了沟道行洪能力，促进了沟道连通性，并改善生境条件，对提高沟道生物多样性、改善生态功能创造了条件。工程完成一年后，工程区植被物种由13种提升到17种，多样性指数由1.34提高到1.50，水文地貌等级由Ⅲ级提升至Ⅱ级，生态修复效果明显。



图10 修复后的下水沟

表1 修复前后典型河沟段生态监测结果对比表

项目区	监测项目	工程前（2010年）	工程后（2013年）
下水沟 （下花楼村沟道拓宽段）	植被	13种（入侵种1种），多样性指数1.34	17种（入侵种1种），多样性指数,1.50
	底栖动物	无水	无水
	水文地貌	Ⅲ级	Ⅱ级
	物理化学	无水	无水