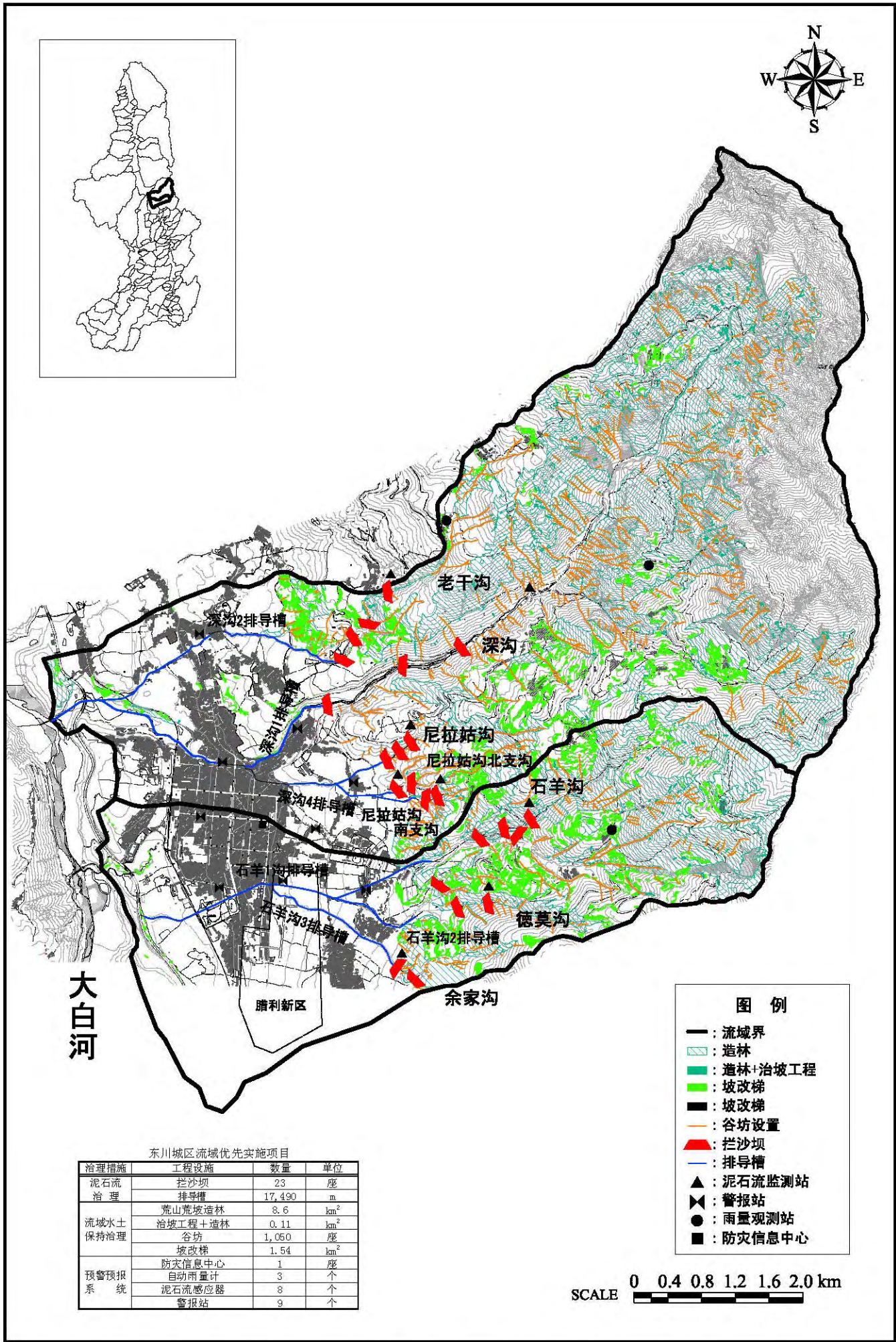
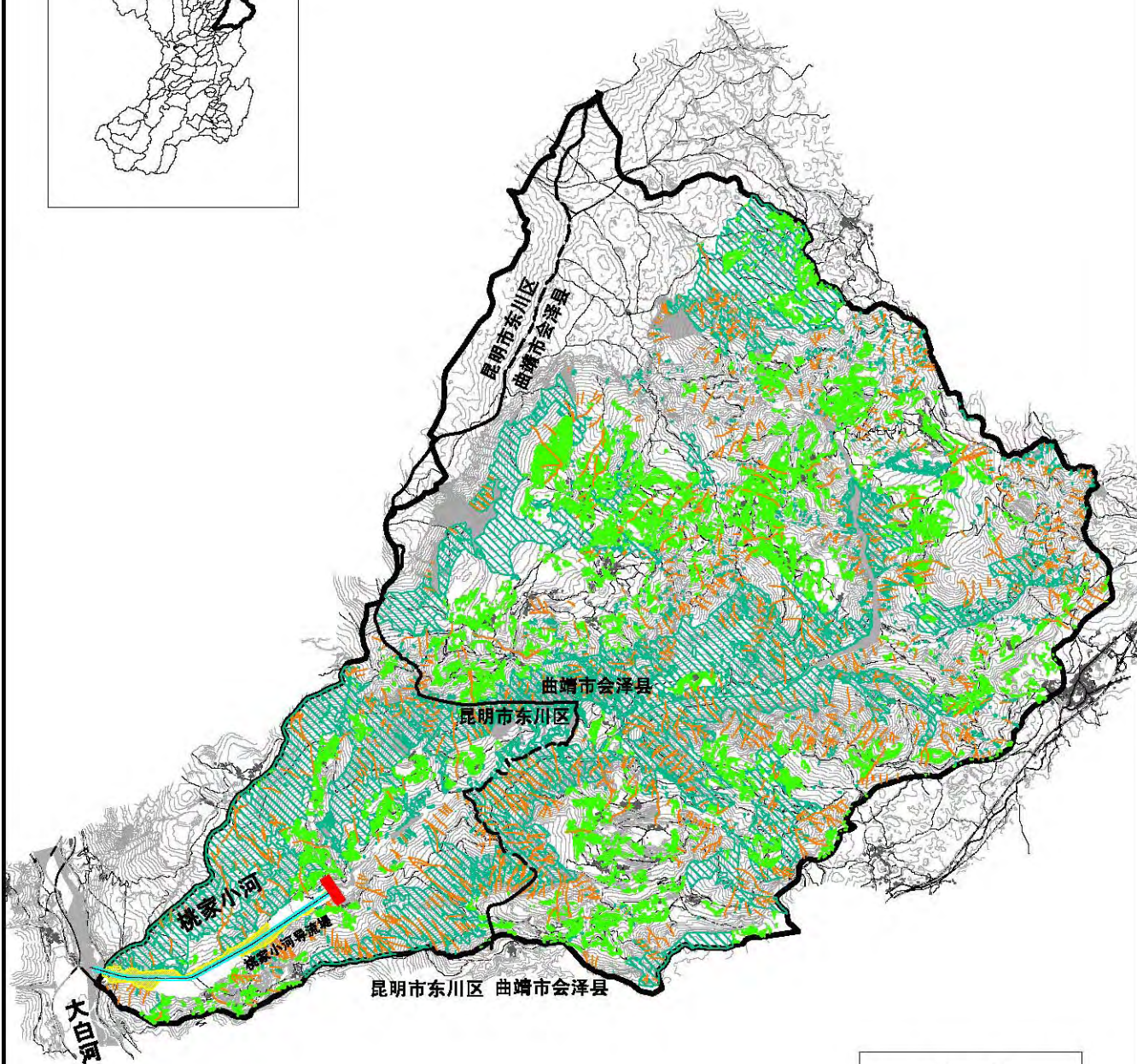
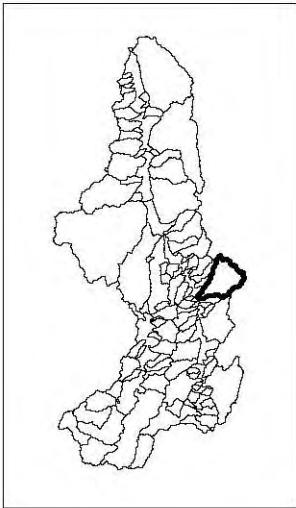
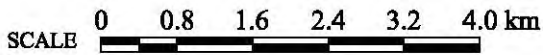




东川城区流域治理项目概要图



桃家小河流域优先实施项目			
治理措施	工程设施	数量	单位
泥石流治理	堤首固床坝	1	座
	导流堤	3,290	m
流域水土保持治理	荒山荒坡造林	11.0	km ²
	治坡工程+造林	1.03	km ²
	谷坊	1,200	座
	坡改梯	3.18	km ²



桃家小河流域治理项目概要图

基本规划概要

规划名称	小江流域土砂灾害对策及自然环境修复基本规划		
规划对象	长江上游金沙江支流小江流域（3,056km ² ）		
流域概要	1. 行政：流域的 48% 属于昆明市东川区、33% 属于昆明市寻甸县、19% 属于曲靖市会泽县。 2. 行政区：大约 47 万人。少数民族行政区比例东川区为 6.5%、寻甸县为 21.7%、会泽县为 5.0%。 3. 农业：农业为主要产业，但生产率低。农民年平均收入只有 1200 元/人。 4. 环境：流域整体地形险峻，在断层作用下，岩层破碎、风化发育的坡面上滑坡与冲沟发育。长期的森林砍伐导致流域内的植被覆盖率仅有 25%。土砂收支分次结果显示，小江流域的土砂生产量为 4200 万吨/年，流入金沙江的土砂量为 1800 万吨/年。 5. 灾害：泥石流、滑坡灾害频发，60 年代以后有 66 人因灾死亡、1700 座房屋、5 万亩（3300 公顷）农田、公路、铁路受灾。		
规划目的	1. 确保安全：减少泥石流、滑坡、洪水的灾害损失，保护居民的生命安全。 2. 自然环境修复：恢复森林植被，减少水土流失。 3. 确立实施、运营管理体系：建立确保基本规划顺利实施、持续运作管理的体系。		
目标年度	近期规划：2010 年、长期规划：2020 年		
近期规划	近期规划的总投资为 2.65 亿元，包括下述项目。		
	项目	投资 (百万元)	内容
	设立小江工程管理局	-	建立基本规划的实施、运作、管理机构。
	四条优先小流域土砂灾害治理及自然环境修复项目	254	在四条优先小流域实施泥石流治理（拦沙坝、排导槽、导流堤）、流域水土保持治理（造林、退耕还林、治坡工程、坡改梯）以及非工程治理。
	预警预报系统	11	小江全流域的自动雨量站观测网与东川城区的泥石流预警预报系统。
	合计	265	
长期规划	长期规划总投资为 21.72 亿元，包括下述项目。		
	项目	投资 (百万元)	内容
	其他小流域的土砂灾害治理与自然环境修复项目	1,993	在优先小流域之外的其他小流域实施泥石流治理（拦沙坝、排导槽、导流堤）、流域水土保持治理（造林、退耕还林、治坡工程、坡改梯）以及非工程治理。
	小江治水（主河道改造）	122	通过有计划的改造进行主河道改造
	预警预报系统	57	引进局域雷达雨量计
	合计	2,172	
实施体系	小江工程管理局（暂定名称）在（省、市、县区）相关部门的管理、支持、配合下，实施项目并进行运营管理。		
经济评价	基本规划整体的经济内部收益率为 9.68%，加上预警预报系统的费用也能达到 9.24%；优先实施项目的经济内部收益率为 11.14%，加上预警预报系统的费用也能达到 10.57 %。		
环境与社会影响	担心在社会环境、自然环境方面有些微小的影响，通过从规划阶段开始与居民充分协商、确保居民的参与，完全有可能避免或者减轻影响。		
选择优先实施项目	选择近期规划中的 6 个项目作为优先实施项目，进行可行性研究调查。 1. 设立小江工程管理局（暂定名称） 2. 豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复项目（优先小流域） 3. 乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目（优先小流域） 4. 东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复项目（优先小流域） 5. 桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目（优先小流域） 6. 利用自动雨量计构建预警预报系统项目		

优先实施项目概要

项目	科目	内容
豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	对象区域	流域面积：16.2km ² 、行政区：3,500 人、行政区：东川区拖布卡镇
	泥石流治理	堤首固床坝 3 座、导流堤总长度 5,700 米
	流域水土保持	造林 3.5 km ² 、造林+治坡工程 0.37km ² 、谷坊 600 座、坡改梯 0.85 km ²
	非工程治理	绘制与运用广域灾害图与区域防灾地图，群测群防强化候选村组 7 个
	投资与经济评价	总投资 2900 万元、经济内部收益率 8.04%
	环境与社会影响	灾害损失减少、自然环境改善。施工期间有些负面影响但常规环保措施可以缓解。
乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	对象区域	流域面积：132.9km ² 、行政区 24,600 人、行政区：东川区乌龙乡、红土地镇
	泥石流治理	堤首固床坝 1 座、导流堤总长度 1,400 米
	流域水土保持	造林 16.4km ² 、造林+治坡工程 0.96km ² 、谷坊 3,500 座、坡改梯 11.1 km ²
	非工程治理	绘制与运用广域灾害图与区域防灾地图，群测群防强化候选村组 59 个
	投资与经济评价	总投资 6800 万元、经济内部收益率 8.04%
	环境与社会影响	灾害损失减少、自然环境改善。施工期间有些负面影响但常规环保措施可以缓解。
东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	对象区域	流域面积：56.0km ² 、行政区 70,000 人、行政：东川区铜都镇
	泥石流治理	拦沙坝 23 座、排导槽总长度 17,500 米
	流域水土保持	造林 8.6km ² 、造林+治坡工程 0.11km ² 、谷坊 1,050 座、坡改梯 1.5 km ²
	非工程治理	绘制与运用广域灾害图与区域防灾地图，群测群防强化候选村组 23 个
	投资与经济评价	总投资 6400 万元、经济内部收益率 16.89%
	环境与社会影响	灾害损失减少、自然环境改善。施工期间有些负面影响但常规环保措施可以缓解。
桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	对象区域	流域面积：71.0km ² 、人口 7,000 人、行政区：会泽县驾车乡、东川区阿旺镇
	泥石流治理	堤首固床坝 1 座、导流堤总长度 3,300 米
	流域水土保持	造林 11.0 km ² 、造林+治坡工程 1.03km ² 、谷坊 1,200 座、坡改梯 3.2 km ²
	非工程治理	绘制与运用广域灾害图与区域防灾地图，群测群防强化候选村组 43 个
	投资与经济评价	总投资 4500 万元、经济内部收益率 8.54%
	环境与社会影响	灾害损失减少、自然环境改善。施工期间有些负面影响但常规环保措施可以缓解。
预警预报系统建设项目	对象区域	小江全流域：3,056km ² （东川城区流域为泥石流治理重点区域）
	信息收集子系统	自动雨量站 8 个、泥石流监测站 8 个、数据传输：GSM 手机通信线路
	信息处理子系统	设立防灾信息中心、配置雨量、泥石流监视控制装置
	信息传输子系统	简易警报站 9 个、信息通过英特网提供给相关部门
	投资与管理	项目总投资：270 万元、维护管理费用：18 万元/年
设立小江工程管理局 (暂定名称)	组织形态	项目法人：小江工程管理局（县级或县级以上）
	机构业务	基本规划的规划、设计、实施（施工）、运营与维护管理
	职员	包括正式职员、临时职员、抽调人员，18~31 人之间根据实施阶段需要调整
	维持管理费用	运营维护管理总费用：1200 万元/年
	预期收益	农田开发,经济林,农田改良(坡改梯),温室气体吸收交易(CDM)等合计:2200 万元/年
总结	实施机构	小江工程管理局
	资金来源	海外融资机构、中央政府、云南省、昆明市、曲靖市、东川区、会泽县
	投资与经济评价	总投资 2.08 亿元、经济内部收益率 10.91%
	环境与社会影响	灾害损失减少、自然环境改善。施工期间有些负面影响但常规环保措施可以缓解。

最终报告书

目 录

调查对象位置图

小江基本规划图

优先小流域治理项目概要图

基本规划概要

优先实施项目概要

页

基本规划概要	1
1. 前言	1
1.1 调查规划的目的	1
1.2 调查的高级目标	1
1.3 调查对象区域	1
2. 小江流域的现状	1
2.1 社会经济状况	1
2.2 自然环境状况	1
2.3 灾害记录	2
3. 土砂灾害治理以及自然环境修复的现状	2
3.1 工程治理	2
3.2 非工程治理	2
4. 基础情况解析	3
4.1 水文水力分析	3
4.2 地形、地被解读	3
4.3 实际土砂收支研究	3
4.4 居民意识调查与举办居民研讨会	4
5. 基本规划编制方针	4
5.1 土砂灾害治理以及自然环境修复规划编制的必要性	4
5.2 基本规划编制的必要条件	5
5.3 基本规划的概念	5
5.4 编制 110 个小流域的详情表与典型流域的特性	6
6. 典型流域工程治理方案研究	7
6.1 泥石流工程治理研究	7
6.2 流域水土保持工程治理研究	8
7. 小江流域基本规划编制	10
7.1 工程治理从典型流域向小江全流域扩展	10
7.2 小江河道治理规划	11
7.3 非工程治理	12
7.4 项目实施计划	14

7.5 项目评价	16
8. 选择优先实施项目	17
优先实施项目可研概要	18
1. 前言	18
1.1 优先实施	18
1.2 优先小流域的基本情况	18
2. 基础调查与分析	19
2.1 村民小组问卷调查	19
2.2 举办居民研讨会	19
2.3 灾害图绘制	19
2.4 为群测群防活动配置简易观测设备	19
3. 优先小流域治理项目的基本方针	20
3.1 优先实施项目的内容	20
3.2 泥石流治理	20
3.3 流域水土保持治理	21
3.4 非工程治理	22
4. 豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	24
4.1 泥石流治理	24
4.2 流域水土保持治理研究	26
4.3 非工程治理研究	27
5. 乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	28
5.1 乌龙河流域的现状	28
5.2 泥石流治理研究	28
5.3 流域水土保持治理研究	30
5.4 非工程治理研究	31
5.5 强化群测群防	31
6. 东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	31
6.1 东川城区流域的现状	31
6.2 泥石流治理研究	32
6.3 流域水土保持治理研究	34
6.4 非工程治理研究	35
7. 桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	36
7.1 桃家小河流域的现状	36
7.2 泥石流治理研究	37
7.3 流域水土保持治理研究	38
7.4 非工程治理研究	39
8. 预警预报系统建设项目	40
8.1 预警预报系统优先实施项目的内容	40
8.2 系统式样	40
8.3 防灾信息中心的业务内容	41

9.	设立小江工程管理局	42
9.1	设立新机构的必要性	42
9.2	新机构的基本方针	42
9.3	机构设立过程	44
9.4	财务计划分析	44
10.	项目实施计划	45
10.1	副产物利用	45
10.2	项目实施计划	45
10.3	运营管理计划与人才培育计划	45
10.4	项目投资概算	46
10.5	资金筹集	47
11.	项目评价	47
11.1	经济评价	47
11.2	财务能力评价（偿还能力分析）	48
11.3	技术评价	49
11.4	环境与社会影响	50
12.	结论与建议	52
12.1	结论	52
12.2	建议	52

表一覽

表R 1	地形、地被解读结果（小江全流域）	3
表R 2	确保安全方面的治理方案	6
表R 3	自然环境修复（流域水土保持）方面的治理方案	6
表R 4	备选方案所适用的治理措施	7
表R 5	典型流域泥石流治理最佳方案	8
表R 6	流域水土保持治理的年度土砂生产控制量	10
表R 7	典型流域水土保持工程治理的工程费用以及经济评价结果	10
表R 8	典型流域之外的其他流域的泥石流治理最佳方案	11
表R 9	造林以及山坡绿化工程实施面积	11
表R 10	备选方案研究结果	12
表R 11	小江工程管理局	13
表R 12	预警预报系统的主要设备设施	14
表R 13	项目投资概算	15
表R 14	计划到 2010 年完成的优先实施项目	17
表R 15	优先小流域基本情况	18
表R 16	灾害图制作方法	19
表R 17	泥石流治理备选方案对比	21
表R 18	灾害损失计测项目	21
表R 19	生物治理的基本方针	22
表R 20	工程治理的基本条件	22
表R 21	两种灾害图的利用方法	23
表R 22	群测群防的问题点与强化措施	23
表R 23	豆腐沟流域泥石流治理备选方案对比	25
表R 24	泥石流治理备选方案的经济评价	25
表R 25	豆腐沟基准点 1 的泥石流治理最佳方案概要	25
表R 26	豆腐沟基准点 2 的泥石流治理最佳方案概要	25
表R 27	流域水土保持生物治理规划概要	26
表R 28	流域水土保持工程治理规划概要	26
表R 29	非工程治理的灾害对象	27
表R 30	乌龙河流域泥石流治理备选方案对比	29
表R 31	泥石流治理备选方案的经济评价	29

表R 32	乌龙河基准点 6 的泥石流治理最佳方案概要	29
表R 33	流域水土保持生物治理规划概要	30
表R 34	流域水土保持工程治理规划概要	30
表R 35	非工程治理的灾害对象	31
表R 36	东川城区流域泥石流治理备选方案对比	33
表R 37	泥石流治理备选方案的经济评价	33
表R 38	深沟基准点的泥石流治理最佳方案概要	34
表R 39	石羊沟基准点的泥石流治理最佳方案概要	34
表R 40	流域水土保持生物治理概要	35
表R 41	流域水土保持工程治理规划概要	35
表R 42	非工程治理的灾害对象	35
表R 43	桃家小河流域泥石流治理备选方案对比	37
表R 44	泥石流治理备选方案的经济评价	37
表R 45	桃家小河基准点 1 的泥石流治理最佳方案概要	38
表R 46	流域水土保持生物治理概要	38
表R 47	流域水土保持工程治理规划概要	39
表R 48	非工程治理的对象灾害	39
表R 49	小江工程管理局的业务内容	43
表R 50	工程管理局的收益与费用比较	44
表R 51	优先实施项目实施计划	45
表R 52	小江优先实施项目的人才培育计划	46
表R 53	优先实施项目工程费用概算统计表	46
表R 54	优先实施项目投资概算统计表	46
表R 55	优先实施项目整体的经济评价	48
表R 56	优先实施项目的经济敏感性分析结果	48
表R 57	项目的环境影响与提出的主要环境保护措施	51

圖一覽

图R 1	小江流域年度土砂收支模式图.....	3
图R 2	小江流域土砂灾害与自然环境恶化的恶性循环.....	4
图R 3	基本规划的概念	5
图R 4	悬河以及河堤倒塌概念图	12
图R 5	利用局域雷达雨量计的预警预报系统中数据、信息的流程	13
图R 6	基本规划实施进度	15
图R 7	基本計画实施体制	16
图R 8	“拦沙坝+排导槽”与“导流堤+堤首固床坝”	20
图R 9	预警预报系统概念图.....	41
图R 10	基本规划的实施体系.....	43
图R 11	新机构设立过程	44

基本规划概要

1. 前言

1.1 调查规划的目的

本次调查规划的目的如下：

- (1) 日方与中方合作开展小江流域土砂灾害治理及自然环境修复相关的基本规划制定和紧急实施项目的可行性调查，编制小江流域土砂灾害治理及自然环境修复规划。
- (2) 调查期间，通过实地调查业务，日方向参与调查的中方专业技术人员传授砂防相关技术。

1.2 调查的高级目标

实现上述目的，预期达到的高级目标为：小江流域中长期的土砂灾害得以减轻，自然环境得到改善。

1.3 调查对象区域

本次调查的对象区域为小江全流域以及下列 4 条优先小流域。

- (1) 深沟、石羊沟所在的昆明市东川区城区（祝国寺沟包括在深沟流域内）
- (2) 乌龙河
- (3) 豆腐沟
- (4) 桃家小河

2. 小江流域的现状

2.1 社会经济状况

小江流域 3,058 平方公里的流域范围内分布着昆明市的东川区、寻甸县以及曲靖市的会泽县。其中属于东川区的面积为 1,462 平方公里，占流域总面积的 48%；属于寻甸县的面积为 1,002 平方公里，占全流域面积的 33%；属于会泽县的面积为 594 平方公里，占全流域面积的 19%。推测流域内人口约为 47 万人，少数民族中东川区彝族人口较多，寻甸县和会泽县的回族人口较多，少数民族人口比例为东川区 6.5%、寻甸县 21.7%、会泽县 5.0%。

东川区自古以来盛行铜矿开采，矿业为主要产业。但近年铜矿资源衰竭，农业成为主要产业。但严酷的地形条件，加之滑坡、泥石流、干旱等自然灾害频发，农业生产力底。三县区的农民平均年收入仅有 1200 元/人（约为 15000 日元），贫困对策是最大的课题。

2.2 自然环境状况

小江源于云南省东北部的鱼味后山（海拔 2975 米），沿南北走向的小江断裂带向北流入长江上游的金沙江（汇流点海拔 695 米），流域面积为 3058 平方公里，河道长度为 138.2 公里。东西分水岭上 4000 米左右的山峰相连，有些支流的高差在 3000 米以上。特别是中

下游起伏大、高差大的支流较多，在断层作用下，风化破碎的坡面上滑坡、崩塌、冲沟发育，泥石流活动显著。

小江断裂带又是中国大地震带之一，1966年2月5日发生过里氏6.5级地震，此后的大约40年间，小江流域周围发生了12次里氏4级以上的地震。如此频繁发生的地震也是小江流域荒废的原因之一。

小江流域受热带季风气候的影响，雨季（5~10月）和干季（11~4月）分明，年降雨量在800毫米左右。

长期的矿山开采、伐薪炼铜、毁林开荒，致使小江流域内植被稀少区域广泛分布，这也是流域荒废、自然环境恶化的原因之一。

2.3 灾害记录

小江流域在上述严酷的自然条件下，泥石流、滑坡等土砂灾害频繁发生。仅60年代以后的灾害记录中反映出的灾害损失就有：累计死亡人数66人、累计房屋倒塌大约1700间、冲毁农田50000亩（约3300公顷），直接经济损失时价达1亿元。其他主要的间接损失有东川区的公路和铁路受灾而引起交通中断，未与小江中心的新村镇（东川）因交通中断多次陷入孤立状态。

典型的土砂灾害现象为泥石流和滑坡（包括表层崩塌和塌方等小规模崩塌现象）。此外，远离灾害发生地的区域也会受灾。例如，蒋家沟、大白泥沟、小白泥沟的泥石流堵断小江和大白河，上游河段发生洪水泛滥灾害。另外，年复一年的土砂堆积，堤堰、道路、桥梁被埋没、高差缩小以及悬河化、大量的泥沙流入金沙江。

3. 土砂灾害治理以及自然环境修复的现状

面对上述状况，中国政府一直在努力开展土砂灾害治理以及自然环境修复，但由于资金来源不足，治理效果仅在部分地区有所体现，还需要今后进一步推进展开治理。

3.1 工程治理

流域内正式的泥石流治理开始于上世纪六十年代。三县区的水务局、国土资源局等部门，对23条支流（支沟），投入资金大约3000万元（约为4亿日元），修建了拦沙坝、谷坊、固床坝、排导槽等工程设施，结合工程治理还实施了包括人工造林、退耕还林、封山育林等生物治理的综合治理。但由于资金有限，偏重于人工造林、退耕还林等生物治理，因此从流域面积和荒废程度而言，工程实施的绝对数量远远不够。

三县区的林业局围绕长江中上游保护林体系建设、天然林保护工程、退耕还林等国家项目，实施造林。通过这些项目的实施，例如，东川区的森林覆盖率由1990年的14.6%提高到2001年的31.9%。今后所面临的课题有：确保稳定的资金来源、（干热河谷、高海拔区域等）恶劣的自然条件下的造林技术开发、居民的配合等。

3.2 非工程治理

小江流域的灾害警戒体制有群测群防和防汛两个系统，所谓群测群防就是以泥石流、滑坡等土砂灾害为主要对象，以居民为主体的监测活动；防汛是以洪水灾害为主要对象。上述两个系统所面临的课题是观测和预测准确度的提高和群测群防的强化等。中国政府也将居民搬迁作为土砂灾害治理的主要手段之一，积极实施搬迁项目，但搬迁经费筹集和安置土地确保也越来越困难。依据水土保持法、森林法等法律法规实施的流域管理方面，影响恶劣建筑、采石、采砂、采矿活动已基本消失，但小规模私人行为还难以完全取缔。

4. 基础情况解析

4.1 水文水利分析

在小江流域内 7 个点设置了自记雨量表、6 个点设置了水位标尺，进行了雨量、水位、流量、流砂量等方面得观测。根据观测结果以及气象局的雨量资料，进行了降雨分析、径流分析。在降雨特征、径流特征分析研究的同时，计算出了各种频率的设计洪水流量。此外，还利用本次调查实施的河床断面测量结果，计算了目前河道的过流能力。从计算结果来看，小江中游部分河段的过流能力甚至低于两年一遇的洪水流量。

4.2 地形、地被解读

利用 1974 年绘制的 1: 50000 地形图、1979 年 12 月拍摄的 1: 28000 航片、2004 年 3 月拍摄的 SPOT 卫星照片（解像度 2.5m）进行地形、地被解读，绘制出山谷次数划分图、地形分类图、崩塌地推移·河床变迁情况图、地被状况图，并将绘制出的图片 GIS 数据化，用于土砂生产量的计算、危险泥石流流沟的研究、灾害地图的绘制。

根据解读结果，小江全流域 3058 平方公里范围内的山谷次数总长度、崩塌地面积比例以及各种地被的面积比例如下表所示。小江的山谷次数为 7 次山谷，包括 0 次山谷在内，山谷总长度达 1 万公里以上。通过近几年的泥石流治理，崩塌地面积有所缩小，但全流域的崩塌地面积仍有 74 平方公里，占总面积的 2.4%。林地面积不到全流域面积的四分之一。

表 R 1 地形、地被解读结果（小江全流域）

山谷长度 (km)			崩塌地面积比例 (%)			地被面积比例 (%)		
0 次山谷	1~7 次山谷	合计	0 次山谷	1~7 次山谷	合计	0 次山谷	1~7 次山谷	合计
6, 159. 6	4, 517. 3	10, 676. 9	6, 159. 6	4, 517. 3	10, 676. 9	6, 159. 6	4, 517. 3	10, 676. 9

4.3 实际土砂收支研究

利用山谷次数区分、小流域主沟纵坡比降、崩塌地推移、河床变动情况、地被状况、实地调查结果等流域特性方面的数据，计算年均土砂生产量以及河床内的土砂堆积量。如下图所示，沿着小流域到小江主河、小江主河到金沙江的输沙移动线路，追踪土砂的生产—移动现象。小江全流域的每年的土砂生产量为 4200 万吨，其中 2300 万吨在河道内堆积，剩余 1900 万吨流入金沙江。

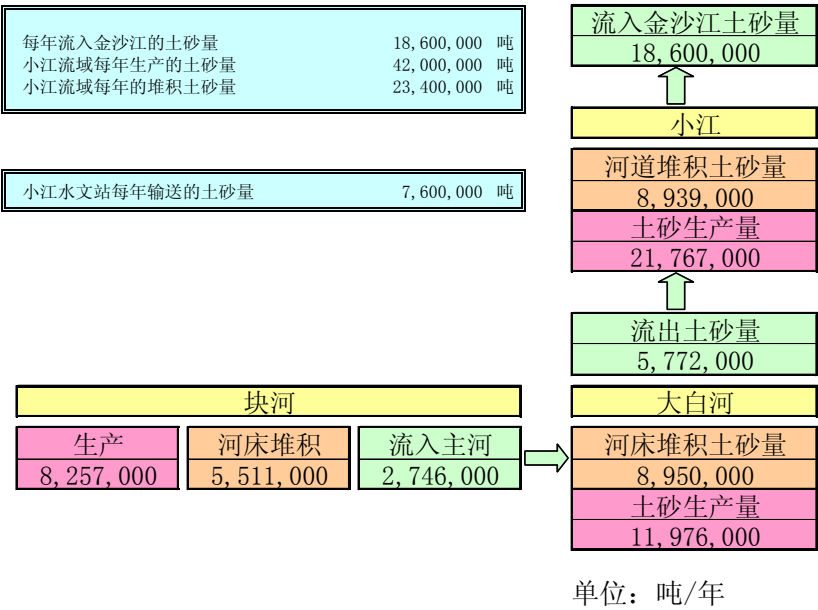


图 R 1 小江流域年度土砂收支模式图

4.4 居民意识调查与举办居民研讨会

在桃家小河、黑水河、乌龙河、大桥河、东川城区流域（深沟、石羊沟）等5个流域，每个流域25户居民，进行了走访调查并填写了问卷调查表。为了充分掌握居民所面临的问题和需求，在东川城区流域（深沟、石羊沟）、豆腐沟下游的三家村、豆腐沟中上游三个地点举办了居民研讨会。

结果显示，大部分居民遭遇过滑坡、泥石流灾害或者受到灾害的威胁。另外居民的多样性和区域的多样性明显存在，规划编制和项目实施中，需要充分考虑居民的参与。

5. 基本规划编制方针

5.1 土砂灾害治理以及自然环境修复规划编制的必要性

通过前面的实地调查、资料收集、基础分析，小江流域在严酷的自然条件下，流域荒废→灾害发生、环境恶化、水土流失→灾害损失、地方经济发展停滞→森林破坏、无秩序采矿、道路建设→流域荒废，这种土砂灾害、自然环境恶化的恶性循环，周而复始一直持续的实际状况越来越明显。面对这种恶性循环，当地政府实施了各种各样的工程治理、非工程治理。但治理进展状况对于严重的流域荒废、大规模的灾害、极度贫困而言简直是杯水车薪，距离问题的解决还非常遥远。这种恶性循环给下游带来水库库区泥沙淤积、河床上升等不良影响。

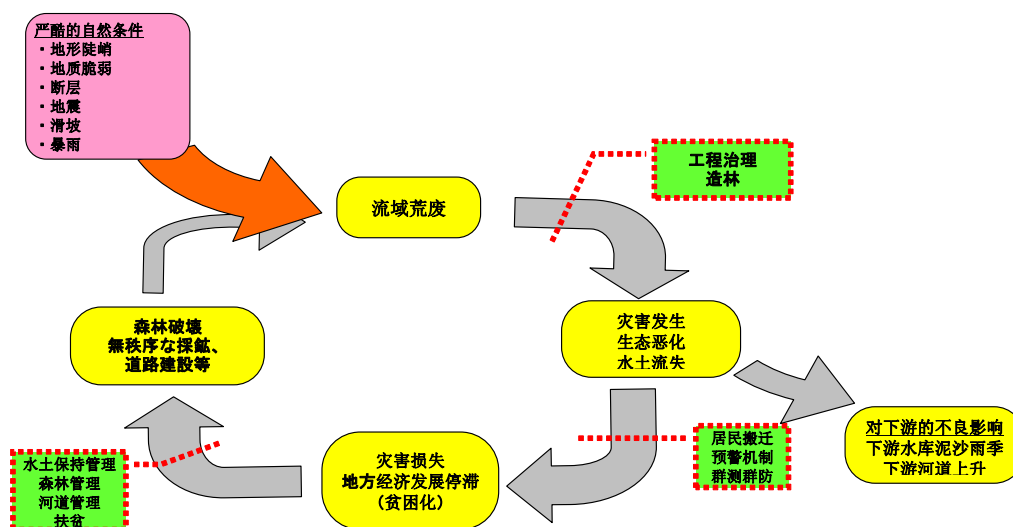


图 R 2 小江流域土砂灾害与自然环境恶化的恶性循环

无论在云南省还是在长江（金沙江）流域，小江流域都是荒废程度严重的地域。从云南省水利厅绘制的水土流失现状图可以看出，强度侵蚀～剧烈侵蚀区域集中在小江流域。从金沙江屏山水文站的泥沙观测数据可以看出，对于金沙江（长江）而言小江也是重要的土砂供给源。

遏制上述恶性循环，必须在各方面进行根本治理。但对于人力无法抗拒、过于严酷的自然条件，彻底根治在资金和技术方面都很困难。因此，为了使有限的资金投入发挥最大的效益，技术、资金、人才资源等的综合合理分配就非常重要，小江流域综合土砂灾害治理及自然环境修复规划应当成为进行综合合理投入的指针。

小江流域土砂灾害治理及自然环境修复，既符合国家的政策，通过居民意识调查和居民研讨会了解到也正是居民所大为期待的。

5.2 基本规划编制的必要条件

根据 2003 年 11 月 12 日，日本国独立行政法人国际协力机构与中国云南省水利厅交换的会谈纪要，小江流域土砂灾害治理及自然环境修复基本规划的目标年度为 2020 年。紧急规划的目标年度为 2010 年。

基本规划的开发水平，在考虑经济效益、财政负担能力等的同时，在技术方面可能的范围内，以尽最大限度开发治理。具体情况如后面将会叙述的那样，基本规划核心部分的泥石流洪水治理采用满足中国标准的规划规模，流域水土保持尽最大可能广泛实施造林、治坡工程、坡改梯。其合理性、妥当性，在 7.5 项目评价中从经济、财政负担能力、技术、环境与社会方面进行分析论证。

5.3 基本规划的概念

基本规划的概念设定中，首先小江流域土砂灾害治理以及自然环境修复应有的面貌就是，防治小江流域的土砂灾害，修复自然环境，减少流入金沙江、长江的泥沙。当然应该以应有面貌为目标，构想基本规划的概念。但是，由于荒废程度严重，土砂生产量数额巨大，主河河床堆积抬升问题根本不可能完全解决，主河道治理不得不以河床堆积抬升为前提考虑。综合考虑这些技术、财政、资金方面的限度和制约的基础上，采用切实可行的治理措施，对小江流域综合土砂灾害治理计自然环境修复基本规划的按照下述内容设定：

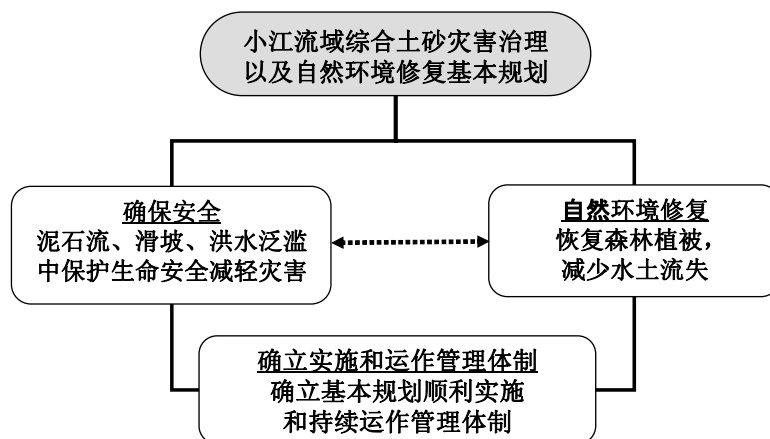


图 R 3 基本规划的概念

首先根据本次调查规划的宗旨，将确保安全和自然环境修复作为基本规划的两个支柱性概念。二者之间是相辅相成的关系，实施确保安全的治理措施有助于自然环境修复，环境修复又有助于确保安全。为了辅助两大支柱性概念的实现和可持续发展，还需要增加确立实施和运作管理体制这一概念。

各个概念的具体内容如下：

1) 确保安全

在泥石流、滑坡、洪水泛滥等灾害中保护生命安全，减少财产损失。各种灾害可以采取的治理方案见下表。关于滑坡治理，前面已经叙述过，由于技术方面的限度，采用

非工程治理措施来对应。非工程治理措施以建立洪水预警系统、强化群测群防、绘制并活用灾害图为主，保护生命安全为首要目标。

表 R 2 确保安全方面的治理方案

灾害类型	工程治理	非工程治理
泥石流	重要支沟的泥石流治理工程	建立洪水预警系统 强化群测群防 绘制并活用灾害图
滑坡（含崩塌）	不适用	建立洪水预警系统 强化群测群防 绘制并活用灾害图
主河河道治理	以河床上升为前提的洪水治理工程	建立洪水预警系统 绘制并活用灾害图 强化河道管理

2) 自然环境修复

恢复森林，减少水土流失。自然环境修复中恢复森林植被是必不可少的，实施以造林为主的治理。造林的同时，在坡耕地上实施退耕还林或者坡改梯，在崩塌地实施防护工程等水土保持治理，减少土砂生产。自然环境修复对策着眼于流域整体的土砂收支，从流域水土保持的角度进行研究。

关于非工程治理措施，在进行流域、森林保护管理的同时，通过扶贫措施之一的副产物利用来增加农民收入，改善生活，促进对流域和森林破坏行为的自我约束。

表 R 3 自然环境修复（流域水土保持）方面的治理方案

治理类型		内容
工程治理	土木工程治理	在崩塌地实施治坡工程 坡改梯
	生物治理	宜林地造林（包括退耕还林） 崩塌地和冲沟实施治坡工程
非工程治理		强化水土保持、森林保护管理 通过副产物利用，实施扶贫

3) 确立实施运作管理体制

建设能使基本规划顺利实施并进行持续运作的管理的体制。目前云南省还没有负责小江流域管理的专门机构，小江流域在行政上分属三个县区，并由各县水务局、林业局、国土资源局独立进行相关治理。基本规划在规模、多样性、综合性等任一方面，与以往的治理项目有巨大的悬殊，现有机构无法进行基本规划的实施、运作和管理。因此为了保证项目实施与可持续发展，建立实施运作管理机构是一个非常重要的课题。

5.4 编制 110 个小流域的详情表与典型流域的特性

为了提高泥石流治理以及流域水土保持的工程治理研究的效率，采用分阶段推进方法。首先选择几个典型小流域重点研究的基础上，编制基本规划方案。再将重点小流域研究中得到的见解，向别的流域扩展，形成小江全流域的基本规划。

首先将小江流域分割为 110 个小流域，对于分割出的小流域，以前面各章的资料收集、分析研究结果为基础，分别整理每个小流域的社会、地形、土砂量、以往的灾害记录等情况，编制小流域详情表。确认优先小流域（豆腐沟、乌龙河、东川城区流域（深沟、石羊沟）、桃家小河）能够作为 110 个小流域的典型代表后，将 4 个优先小流域作为典型流域。

1) 泥石流治理

从 110 个小流域的所有 1 次山的河流、溪流中，选出有应该保护的财产的溪流，共计 106 条作为泥石流治理研究对象，分析制定治理方案。原则上规划土砂量采用一次洪水所搬运的土砂量，治理标准根据小江流域的惯例，新村镇、碧谷镇等城区（深沟、石羊沟、田坝干沟）等按照 100 年一遇设防，其他地区按照 20 年一遇设防。

2) 流域水土保持

流域水土保持以小江全流域为对象，研究控制主河及支流河床上升、减少流入金沙江、长江的土砂量的方案。因此需要采用长期的年平均土砂量，4.3 节的实际土砂收支研究中的土砂生产量和土砂流出量作为基本数据。

6. 典型流域工程治理方案研究

6.1 泥石流工程治理研究

对于典型流域（豆腐沟、乌龙河、东川城区流域、桃家小河）的 14 条泥石流支沟，进行工程治理方面的研究分析。

1) 确定备选方案

下表中列出了泥石流治理的备选方案。但是，对于荒废严重的小江流域，控制泥石流发生以及拦蓄泥沙方面的治理，在经济上、效率上都不太可能。然而，小江流域一直采用的以拦沙坝为中心的泥石流控制和调节方面的治理和排导槽建设等排泄导流治理，虽然在数量上还远远不够，但也起到一定的作用，可谓是实用型治理。根据上述分析，采用以泥石流调节为目的的拦沙坝和泥石流安全排泄为目的的导流工程作为研究讨论的备选方案。

表 R 4 备选方案所适用的治理措施

分类	内容	工程措施	生物措施
控制泥石流的发生	在泥石流形成区域，实施抑制泥石流发生方面的工程治理	拦沙坝、固床坝、护坡、流域保全工程	治坡工程、造林
拦蓄泥石流	土砂流通区域，实施泥石流拦蓄方面的工程治理	泥石流储砂池 拦沙坝（储砂）、	—
泥石流控制和调节	土砂流通区域实施控制和调节方面的工程治理	拦沙坝（控制 / 调节）、	—
泥石流安全排泄	在泥石流流通区域和堆积区域，实施泥石流峰值流量能够安全排泄方面的工程治理	排导工程	—

a) 拦沙坝

在拦沙坝坝型选择方面，为此在流域上游设置拦蓄效果较大的通过型拦沙坝（格栅坝），而在基准点和辅助基准点等附近有保护对象的地点，设置功能稳定的非

通过型拦沙坝。为了使后续流能够不形成危害顺利地流下去，同时也为了防止河床侵蚀下切，在最下游的拦沙坝下游侧布设排导槽。

b) 导流堤

导流堤是防治泥石流泛滥，使泥石流不形成危害顺利流下的方法。为了固定河道使泥石流顺利地流入导流堤，在导流堤的起点设置固床坝。

与拦沙坝相比，导流堤的造价较低。但导流堤允许泥石流流下去，因此泥石流发生时，有必要让周边的居民暂时撤离躲避。因此在选用导流堤时，不仅要作经济分析，还需要考虑下游的状况，特别是有无住户和人口数量等。

2) 研究最佳方案

对于备选方案 1：拦沙坝+排导槽和备选方案 2：导流堤+导流堤起点的固床坝的成本和效益进行了分析比较。

从计算结果可以看出，备选方案 2 的工程费用要比备选方案 1 低，经济指标也比较高。单从经济评价来看，备选方案 2 要比备选方案 1 有利。但这是经济效益相同情况下的计算结果，实际上两者之间的效益差别在上述计算中没有体现出来。在治理质量方面，备选方案 2 不如备选方案 1。比如，备选方案 2 允许泥石流流下去，泥石流发生时，导流工程内有人，很可能会遭受袭击。另外泥石流流动时发出的震耳欲聋的声音，会给附近的居民带来恐惧感。

因此，居民在 100 户以上，居民在 100 户以下但产投比大于 1 的话，采用备选方案 1，从基准点流入下游的土砂流出量按照 0 立方米设计。

表 R 5 典型流域泥石流治理最佳方案

支流流域		基准点	流域面积 (km ²)	拦沙坝 (座)	排导槽 (m)	导流堤 (m)	工程费用 (千元)	产投比 B/C
豆腐沟		1	12.7	-	-	4,500	13,150	1.37
		2	1.9	-	-	1,100	2,160	3.01
乌龙河		1	4.5	2	1,300	-	3,250	1.03
		2	1.8	3	2,000	-	4,480	1.11
		3	3.9	4	2,000	-	5,770	1.01
		4	2.1	3	1,300	-	3,580	1.06
		5	0.5	-	-	1,100	1,180	1.20
		6	0.7	2	1,500	-	2,000	1.57
东川城区	深沟	1	24.2	3	3,900	-	11,080	3.32
		2	2.8	4	3,700	-	8,370	1.44
		3	0.9	3	1,600	-	4,790	3.48
	石羊沟	1	7.3	4	3,700	-	9,610	2.33
		2	1.8	3	3,700	-	7,220	2.97
桃家小河		1	72.6	-	-	4,000	11,750	1.01
合计			137.7	31	24,700	10,700	88,390	1.90

6.2 流域水土保持工程治理研究

以典型流域为对象（豆腐沟、乌龙河、东川城区流域、桃家小河），从自然环境修复的观点，以削减土砂生产量和土砂流出量为目的，研究流域水土保持治理。

1) 工程治理的方针

小江流域荒废程度严重，崩塌地面积比例在 2% 以上，荒山荒坡面积占流域总面积的 30% 左右。每年的土砂生产量高达 4200 万吨，土砂淹没了溪流和农田，小江主河道有些地方年堆积抬升幅度近 1 米。如此荒废发展的流域，流域水土保持治理所期待的就是，为了恢复丰富多彩的自然环境和生态系统，抑制流域荒废，恢复自然修复能力。

基于上述观点，①荒山荒坡造林、②陡坡地退耕还林、③崩塌地的治坡工程、④0 次山谷（包括冲沟）的治坡工程、⑤坡改梯等作为解决目前所面临的问题的控制土砂生产方面的治理措施，进行研究分析。同时分析选择适应当地自然条件的树种。

2) 工程治理的实施面积

a) 荒山荒坡造林

原则上海拔 3000 米以下，坡度 45 度以下的荒山荒坡作为造林实施对象，同时参考林业局和国土资源局提供的林业用地面积，计算可以实施造林的荒山荒坡面积。

b) 陡坡地退耕还林

由于水土保持和水土流失治理的需要，陡坡地中 25 度以上的坡耕地，一直是国家退耕还林项目的实施对象。为此考虑到各村的土地利用情况和生活环境的不同，75% 的 25 度以上坡耕地实施退耕还林，25% 作为农田保留。

c) 崩塌地的治坡工程

为了控制崩塌地扩大引发的土砂生产，通过治坡工程使崩塌坡面稳定后，进行造林绿化。治坡工程的实施对象为坡度 45 度以下，海拔 3000 米以下的崩塌地面积的 50%。

d) 包括冲沟在内的 0 次山谷的治坡工程

小江流域 0 次山谷（包括冲沟）的总长度达 6000 公里，也是大的土砂生产源之一。作为侵蚀控制治理，正对流域内 50% 的 0 次山谷实施治坡工程。

e) 坡改梯

通常认为，坡度超过 15~18 度，地表径流引起的土壤侵蚀强度会变的突然剧烈。对于 15~25 度的坡耕地，通过切削、堆积和修建石埂进行梯田化。根据地被状况图和坡度分布图计算出的坡耕地面积的 50% 作为实施对象。

3) 工程治理的规模和土砂生产的控制效果

流域水土保持的治理规模如下表所示。这些方面的治理，通过减弱地表侵蚀能量来控制地表侵蚀产生的土砂量。根据数据分析研究，森林对防止坡面崩塌、治坡工程对防止崩塌扩大方面也有一定的效果。根据这些分析研究结果，典型流域的流域水土保持治理每年对土砂生产的抑制量为 126.78 万吨，相当于典型流域目前土砂生产量 328.5 万吨的 39%。

表 R 6 流域水土保持治理的年度土砂生产控制量

治理措施	实施面积	地表侵蚀抑制量 (吨/年)	新崩塌抑制量 (吨/年)	崩塌扩大抑制量 (吨/年)	合计 (吨/年)
荒山荒坡造林	46,614,000 m ²	216,200	149,200	—	365,400
退耕还林	15,202,000 m ²	182,100	—	—	182,100
治坡工程(崩塌地)	3,129,000 m ²	62,400	—	344,200	406,600
治坡工程(冲沟)	280,000 m	190,200	—	—	190,200
坡改梯	20,665,000 m ²	123,500	—	—	123,500
合计	—	774,400	149,200	344,200	1,267,800

4) 流域水土保持工程治理的工程费用以及经济评价

流域水土保持工程治理的工程费用,以及土砂生产抑制效果和保水效果方面的效益计算、产投比计算结果见下表。从该表可以看出,折扣率 8%时的产投比高于 1,作为自然环境和生态系统修复方面的项目,在经济上是可行的。

表 R 7 典型流域水土保持工程治理的工程费用以及经济评价结果

项目	投资 (千元)	经济费用		效益		内部 收益率 (%)	净现值 NPV (B-C)	产投比 B/C
		单纯合计 (千元)	现值 (千元)	合计 (千元)	现值 (千元)			
1. 豆腐沟	11,085	9,856	7,347	52,316	8,595	9.19	1,248	1.17
2. 乌龙河	77,306	68,733	51,240	323,879	54,679	8.49	3,439	1.07
3. 东川城区	19,983	17,767	13,245	93,601	15,432	9.16	2,186	1.17
4. 桃家小河	40,828	36,300	27,062	172,404	27,955	8.23	893	1.03
典型流域整体	149,202	132,655	98,895	642,201	106,661	8.57	7,767	1.08

注) 现值基准年为 2005 年,折扣率为 8%。

5) 实施流域水土保持治理的注意事项

实施流域水土保持治理,特别是退耕还林和坡改梯,涉及到农民的生活基础——耕地,居民参与以及居民的同意是必不可少的。

7. 小江流域基本规划编制

7.1 工程治理从典型流域向小江全流域扩展

将上一章的典型流域工程治理研究结果,扩展到其他 105 个小流域,编制小江全流域的工程治理基本规划。

1) 土石流对策

运用与典型流域同样的方针,确定其他 102 条泥石流溪流的治理措施。按照纯经济价值(NPV)和产投比的高低顺序,以及有无居民和紧急程度的高低顺序实施治理,基本上可分为三个组。

典型流域之外的其他流域的泥石流治理最佳方案,简单概括如下。

表 R 8 典型流域之外的其他流域的泥石流治理最佳方案

分组	主要小流域名称	流域面积 (km ²)	溪流 数量	拦沙坝 (座)	排导槽 (m)	导流堤 (m)	工程费 (千元)
1	盐水沟、田坝干沟、黑水河、 阿旺小河、大桥河、老干沟 沙湾大沟、安乐沟、花沟等	455.6	49	69	23,600	22,500	161,210
2	大白泥沟、牛坪子、小白泥沟、 幸福村沟、达朵沟、老村沟、 小石洞沟、达德河、许家小河、 老干沟、腊利河、太平村沟等	383.8	35	0	0	42,400	121,130
3	泥浆沟、小河箐沟、蒋家沟、 黄水箐、尖山沟等	412.1	8	0	0	26,750	123,710
合计	-	1,251.5	92	69	23,600	91,650	406,050

2) 流域水土保持

与典型流域一样，按照下述内容实施造林、治坡工程、坡改梯。

表 R 9 造林以及山坡绿化工程实施面积

地被分类		措施	面积计算	实施面积 (km ²)
荒山荒坡		造林	按各县区林业局提供的面积计	430
耕地		造林	以 25 度以上坡耕地的 75% 计	104
崩塌地	荒山荒坡	造林+山坡绿化工程	荒山草地中的崩塌地的 50%	19
	耕地	同上	耕地中的崩塌地的 50%	6
	林地	同上	林地中的崩塌地的 50%	6
冲沟侵蚀		山坡绿化工程		21
坡改梯				181

注) 包括典型流域在内，小江全流域的实施面积

小江全流域的流域水土保持治理的总投资为 13.7 亿元，产投比为 1.08(折扣率 8%)，在经济上是完全可行的。

7.2 小江河道治理规划

1) 河床持续抬升和改道的必要性

小江、大白河、块河的 110 公里的河段内大约有 23 平方公里(34000 亩)的河滩主要开发为水田利用。为了保护这些农田，水务局、国土资源局、乡镇政府和农民建设了砌石河堤。但从荒废的流域流出的土砂，使河床堆积抬升，过流能力低，多次遭受洪水和土砂灾害的危害。

根据河床变动计算结果，即便实施了 7.1 提出的流域水土保持，也难以控制河床的堆积抬升，预测今后每年以 20~30 厘米的速度河床持续抬升。为了保护农田不受洪水的危害，今后必须随着河床的抬升加高河堤。但是随着河床抬升一味地加高河堤，最终结果就象图 R7.2.1 所示，河床高于周围的农田，成为悬河。河堤在水的压力或者土的压力作用下倒塌。因此从物理学角度也不可能一直加高河堤。

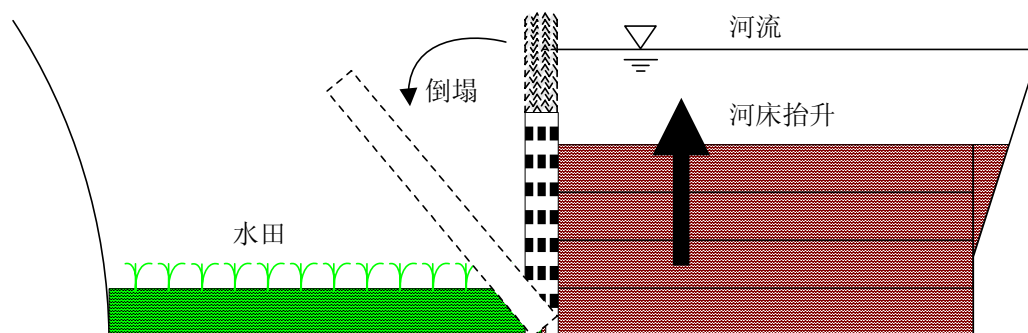


图 R 4 悬河以及河堤倒塌概念图

为此，在上述事态发生前，需要计划的实施改道，以确保农田的持续利用。将目前的河道开发为农田，河道改走地势较低的农田。以往的改道无论是有计划的改道还是自然改道，从结果来看这样的改道一直在发生，人们也不得不接受这样的现实。虽然是不得已而为之，但为了更加有效的开发利用河滩地，只有计划的实施改道。

有计划的改道，将面临改道后新开发农田需要 3~4 年，对农民而言发生土地置换，河道改变后所属乡镇发生变化等社会方面的难题。但是为了将洪水、土砂灾害控制到最小限度，有效的利用优先的土地（农田）资源，提出下述方案。

2) 考虑有计划改道的治水规划

洪水灾害的保护对象主要是农田，中国农村的洪水防御设计标准为 5~10 年，因此规划标准按照 5 年、10 年、20 年一遇的标准进行分析。

规划内容如下：

- 过流能力不足的地方加高河堤或者新建河堤
- 随着河床的逐年抬升，加高河堤
- 河床高出周围农田 2~3 米时，实施改道

为了确定最佳方案，对于各个备选方案的工程费用和减灾效益，产投比和纯经济效益进行了计算。计算结果中，20 年一遇设防的经济效益最高，因此确定为最佳方案。

表 R 10 备选方案研究结果

规划标准	长度 (km)		工程费用 (千元)		投资与效益	
	河堤新建/加高	新建改道用河堤	河堤新建/加高	新建改道用河堤	产投比 B/C	纯经济效益 B-C (千元)
5 年	76.8	23.0	57,555	22,772	1.50	35,756
10 年	91.4	23.0	66,092	24,360	1.61	49,701
20 年	92.1	23.0	67,611	24,754	1.73	60,010

7.3 非工程治理

1) 确立基本规划实施、运作管理的体制

非工程措施包括 1) 依法强化水土保持；2) 通过灾害图，使当地居民对危险区域人所共知，并且在搬迁和避难规划中充分利用灾害图；3) 预警预报系统的现代化以及

群测群防的强化。然而工程治理和非工程治理一旦真正进入实施阶段，从目前水务局等相关单位的状况来看，在机构、财务、人才资源等方面存在很大的制约，估计难以实现。为此提议首先成立小江工程管理局（暂定名称），作为工程治理和非工程治理相结合的基本规划实施机构，以该局为中心开展非工程措施治理。该组织机构以减轻土砂灾害、修复自然环境以及包括副产物利用在内的小江流域开发为目标。

表 R 11 小江工程管理局

名称	小江工程管理局（暂定名称）
上级机关	云南省（水利厅）
行政级别	县处级或者副厅级
目的	减少土砂灾害、修复自然环境、区域开发、贫困对策
任务	- 泥石流治理、环境修复、区域综合治理、扶贫开发、山水林田路一体化小流域综合治理 - 从项目规划到筹集资金、工程施工、后期管理的全过程参与 - 与有关部门、当地政府的协调
业务内容	- 开发、运营、维护、管理方面的资金筹集，贷款偿还 - 项目的规划、设计、工程管理 - 项目完成后的设施管理，预警预报系统的运用、管理 - 堆积扇开发扇 - 对相关部门的技术指导和人才培育（水土保持、森林管理、群测群防） - 副产物利用的企划和支援 - 水土流失监测、灾害图的制作和更新

2) 利用局域雷达雨量表的预警预报系统

小江流域的点暴雨多，传统的地面设置的雨量表，难以掌握详细的降雨情况、进行降雨预测。为此，作为解决方案，建议采用日本土砂灾害预警预报系统中发挥威力的局域雷达雨量计、自动雨量计、泥石流感应器，与现有的群测群防和防汛等人工系统有机结合，建立预警预报系统。

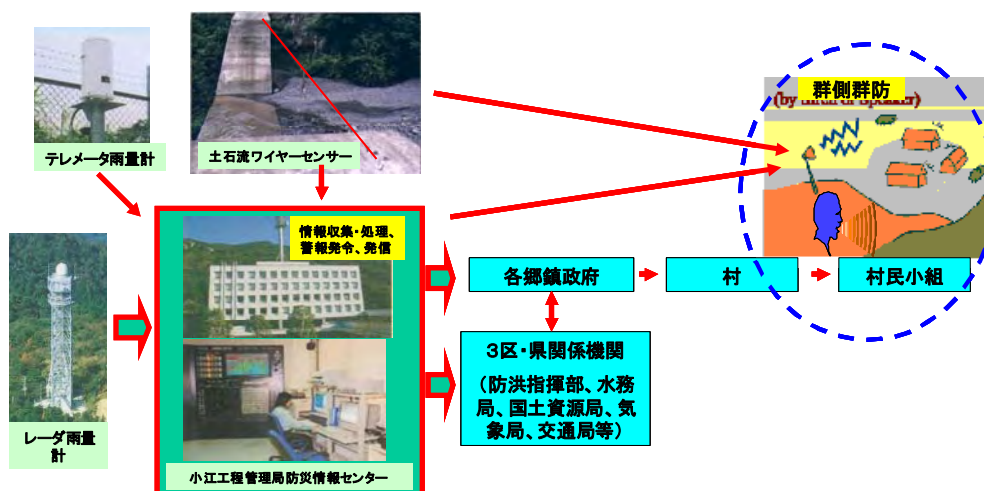


图 R 5 利用局域雷达雨量计的预警预报系统中数据、信息的流程

表 R 12 预警预报系统的主要设备设施

设施设备	数量	实施阶段	使用
防灾信息中心	1	第 1 阶段	小江工程管理局内
自动雨量站	8	第 1 阶段	东川城区流域 3 个
泥石流感应器	8	第 1 阶段	东川城区流域的泥石流沟
局域雷达雨量计	1	第 2 阶段	
警报局	9	第 1 阶段	东川城区

在中国,自动雨量计、泥石流感应器有一些实际运用。但局域雷达雨量计在中国是一项全新的技术,因此首先建立由自动雨量计、泥石流感应器、警报局等组成的传统型预警预报系统。几年后,对系统的整体运用掌握到一定程度之后,引进局域雷达雨量计,可以观测小江全流域以及各个小流域的详细降雨情况,并进行预测。

3) 副产物开发利用

基本规划实施派生出来的可利用副产物首先是农田。通过泥石流治理预计可以新开发农田 16000 亩(1070 公顷),其中优先小流域中的豆腐沟、乌龙河和桃家小河可开发农田 2180 亩(145 公顷)。

其他副产物还有清理堆积土砂产生的河沙、造林产出的树木和树叶、堆积扇开发成农田后生产的农产品等,通过这些副产物的有效利用,帮助当地的发展和扶贫开发也是基本规划的课题之一。

4) 居民参与的必要性

山坡上实施造林、封山育林、坡改梯等工程,而大部分山坡又是当地居民的生产生活场所。主河道治理中的有计划改道、群测群防、灾害图编制、居民搬迁、副产物利用都是应该以居民为主人公的工程和活动。因此,脱离群众的规划编制和工程实施多半不会成功。另外,负责项目实施的新单位——工程管理局又将是一个庞大的组织,更不能脱离群众。因此在新设立的项目实施负责单位,要建立居民参与的保障机制或者采取其他方式确保居民的积极参与。

7.4 项目实施计划

1) 实施进度

如 5.1.2 节所示,规划目标年度为到 2010 年为止实施紧急规划和 2020 年为止实施长期规划。为了尽快了解项目的实施效果,希望象小江流域以往实施的项目那样,分小流域重点治理。为此根据中方的意向,在豆腐沟、乌龙河、东川城区(深沟、石羊沟)、桃家小河的四个优先小流域,首先实施泥石流治理和流域水土保持相结合的,包括工程措施和非工程措施的综合治理工程。

项 目	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
优先实施项目规划															
设立小江工程管理局（暂定名称）															
优先小流域的相关项目															
利用自动雨量计构建预警预报系统															
长期规划															
其他小流域的相关项目															
小江主河道治理项目															
利用局域雷达雨量计构建预警预报系统															

图 R 6 基本规划实施进度

2) 项目投资概算

优先实施项目与基本规划的项目投资概算统计见下表

表 R 13 项目投资概算

项 目		工程费用 (元)	物价上涨预备费 (元)	小计(项目投资) (元)
优先 实施 项目	豆腐沟土砂灾害治理及自然环境修复	26,395,000	1,842,000	28,237,000
	乌龙河土砂灾害治理及自然环境修复	97,566,000	6,811,000	104,377,000
	东川城区土砂灾害治理及自然环境修复	61,053,000	4,261,000	65,314,000
	桃家小河土砂灾害治理及自然环境修复	52,578,000	3,670,000	56,248,000
	利用自动雨量计的预警预报系统	10,000,000	529,000	10,529,000
	小 计	247,592,000	17,113,000	264,705,000
长期 规划	小江土砂灾害治理及自然环境修复（1组）	381,130,000	47,370,000	428,582,000
	小江土砂灾害治理及自然环境修复（2组）	363,746,000	67,994,000	427,925,000
	小江土砂灾害治理及自然环境修复（3组）	367,998,000	92,834,000	455,801,000
	小江土砂灾害治理及自然环境修复（4组） （只实施流域水土保持的小流域）	518,614,000	161,966,000	680,580,000
	小江主河道（主河改造）治理	108,664,000	13,757,000	122,421,000
	利用局域雷达雨量计的预警预报系统	50,000,000	6,871,000	56,871,000
	小 计	1,790,152,000	382,028,000	2,172,180,000
合 计		2,037,744,000	399,141,000	2,436,885,000

3) 项目实施体制

如前所述，小江流域土砂灾害治理以及自然环境修复的基本规划实施，由新设立的机构——小江工程管理局（暂定名称）负责实施。小江工程管理局与其他部门之间的关系如下：

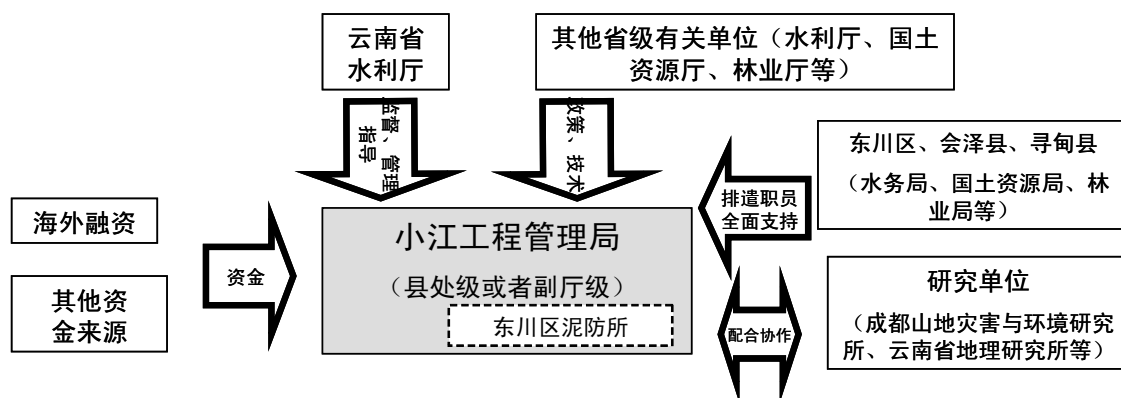


图 R 7 基本計画实施体制

7.5 项目评价

对于上述基本规划内容，从经济、财政负担能力（还贷能力）、技术以及社会环境等角度进行评价。

在经济方面，基本规划整体的内部收益率为 9.68%；加上预警预报系统的费用，内部收益率为 9.24%，都高于中国治水方面的公益项目的择机成本 8%（引用《汉江中下游洪水预警预报规划调查》，JICA1992 年 7 月）以及中国环保项目预测水平 5%（引用《中国四川省安宁河流域造林规划调查》，JICA2002 年 7 月），因此认为基本规划在经济方面是可行的。

财政负担能力方面，如果能得到云南省政府和中央政府的支持，实施基本规划在财政方面也是可行的。基本规划中提出的治坡工程、严酷条件下的造林、通过型拦沙坝（格栅坝）、局域雷达雨量计等在小江流域是新采用技术，但邻近流域或者中国国内有类似的技术和经验。如果能够接受必要的技术培训，完全可以在当地生根发芽，因此，可以认为在技术方面也没有问题。在社会环境和自然环境方面，可能会产生一些微小的影响。在规划阶段，通过确保居民参与以及与居民的协商，完全可以避免或者减轻影响。

从上述评价结果来看，基本规划在经济、财政负担能力（还贷能力）、技术、环境和社会方面是可行的。

8. 选择优先实施项目

选择下列到 2010 年应该完成的项目，作为第 2 年度可行性研究的调查对象。

表 R 14 计划到 2010 年完成的优先实施项目

编号	项目名称(暂定)	对象区域	项目内容	备注
1	设立小江工程管理局(暂定)	小江全流域 (3,058km ²)	●建立基本规划实施、运营管理机构	
2-1	豆腐沟土砂灾害治理及自然环境修复项目	豆腐沟流域 (16.0km ²)	●工程治理(导流堤 5600 米, 坡改梯 54 公顷) ●生物治理(造林 464 公顷、治坡工程 59 公顷) ●非工程治理(制作灾害图、群测群防等)	优先小流域
2-2	乌龙河土砂灾害治理及自然环境修复项目	乌龙河流域 (134.6km ²)	●工程治理(拦沙坝 14 座、排导槽 8100 米, 坡改梯 1223 公顷) ●生物治理(造林 2056 公顷、治坡工程 273 公顷) ●非工程治理(制作灾害图、群测群防等)	优先小流域
2-3	东川城区土砂灾害治理及自然环境修复项目	深沟、石羊沟流域 (56.6 km ²)	●工程治理(拦沙坝 17 座、排导槽 16600 米, 坡改梯 268 公顷) ●生物治理(造林 825 公顷、治坡工程 53 公顷) ●非工程治理(制作灾害图、群测群防等)	优先小流域
2-4	桃家小河土砂灾害治理及自然环境修复项目	桃家小河流域 (72.6km ²)	●工程治理(导流堤 4000 米, 坡改梯 522 公顷) ●生物治理(造林 1317 公顷、治坡工程 125 公顷) ●非工程治理(制作灾害图、群测群防等)	优先小流域
3	利用局域雷达雨量计的预警预报系统项目	小江全流域 (3,058km ²)	●设置自动雨量观测站(8 个) ●设置防灾信息中心(1 所) ●设置泥石流感应器(东川城区流域) ●设置警报局(东川城区)	

优先实施项目中，优先小流域的流域水土保持治理中所研究分析的 25 度以上坡耕地的退耕还林，基于下述理由，不包括在可行性调查对象之内。

- 坡耕地退耕还林，会导致依靠农田维持生计的农民失去生活基础，会导致该区域社会的破坏。为此，需要收集整理当地农民的生活习惯方面的基础资料，研究确保生活补助、替代农田的基础上，通过居民的参与达成一致意见后，慎重地开展实施。
- 上述过程需要以年为单位的相当长的时间，而本次调查预计的可研调查只有几个月的时间，这么短的时间内，难以对退耕还林是否妥当作出结论。
- 从工程总投资来看，退耕还林仅占优先实施项目总投资的 5%，首先确认退耕还林之外的其余 95% 的可行性，对项目早日实施而言更为重要。

优先实施项目可研概要

1. 前言

1.1 优先实施

对于从基本规划中选择出的 6 个优先实施项目，自 2005 年 5 月开始进行了可行性研究调查。

6 个优先实施项目中，涉及到优先小流域（豆腐沟、深沟、东川城区（深沟、石羊沟）、桃家小河）的项目有四个，在优先小流域实施工程治理与非工程治理相结合的土砂灾害治理以及自然环境修复。设立小江工程管理局（暂定名称）作为基本规划实施、运营管理的专门机构。利用自动雨量计构建预警预报系统，计划设置自动雨量计，并且在东川城区流域布设泥石流感应器以及警报站。

1.2 优先小流域的基本情况

优先实施项目涉及到的四条优先小流域的特征见下表。

表 R 15 优先小流域基本情况

流域名称	所在县区乡镇	流域面积 (km ²)	流域人口 * (人)	主要 土地利用	林地面积比 例 (%)	单位面积产沙 量 (吨 km ² /年)	主要灾害记录
豆腐沟	东川区 拖布卡镇	16.2	3,500 (216)	荒山荒坡、 耕地、林地	33	62,700	泥石流 滑坡
乌龙河	东川区 乌龙镇、红土 地镇	132.9	24,600 (185)	耕地	37	7,100	泥石流 滑坡
东川城区 (深沟、石羊 沟)	东川区 铜都镇	56.0	70,000 (1,250)	林地、耕地、 荒山荒坡	24	6,000	1964 年泥石 流 1997 年芦 柴塘滑坡
桃家小河	会泽县驾车乡 东川区阿旺镇、 铜都镇	71.0	7,000 (98)	荒山荒坡、 耕地	39	13,700	1957 年泥石 流、
合计		276.1	105,100 (381)		35	11,800	

注：括号内的数字为人口密度（人/km²）

豆腐沟流域是四条优先小流域之中面积最小，但荒废程度最为严重的流域。村落大部分分布在流域西侧坡度较缓的山脊上，离东川城区远，是四条优先小流域中最为贫困的地区。

乌龙河流域的面积最大，地形相对平缓，单位面积土砂生产量也最小。位于流域中部的乌龙盆地农业生产发达，是东川区的粮食生产基地。

东川城区流域包括深沟、石羊沟，是一个城市河流流域。流域内的 8 条泥石流沟威胁着座落在泥石流堆积扇上的东川城区以及大约 6 万居民的安全。

桃家小河流域地跨两个县区，上游属于曲靖市会泽县，下游属于昆明市东川区。单位面积土砂上产量仅次于豆腐沟，流域不断荒废。村落在流域内分散分布，人口密度低于其他三条优先流域。

2. 基础调查与分析

2.1 村民小组问卷调查

作为可行性研究调查的环节之一，为了收集四条优先小流域（豆腐沟、乌龙河、东川城区（深沟、石羊沟）、桃家小河）的社会经济、防灾避灾、林业方面的有关情况，在当地乡政府、村委会的配合下，针对优先小流域内的 267 个村民小组进行了问卷调查。这些调查结果以及下面将要叙述的居民研讨会结果充分运用于优先实施项目的基本方针制定。

2.2 举办居民研讨会

为了确认上述问卷调查结果、进一步收集资料、直接听取居民所面临的问题与愿望，以便在规划编制中反映，2005 年 8 月至 10 月，在优先流域举办了林业相关的居民参加型研讨会 9 次、防灾相关的居民参加型研讨会 10 次，每次的参加人员在 10~50 人之间。与问卷调查结果一样，这些调查结果也充分用于优先实施项目的基本方针制定。

2.3 灾害图绘制

显示灾害危险区域的灾害图作为防灾对策的重要手段之一，为世界各国广泛开始采用。本次调查规划也将灾害图制作作为非工程治理的重要支柱之一，制作了优先小流域的泥石流（包括洪水）、滑坡、陡坡崩塌灾害方面的灾害图，这些灾害图可以作为 3.4 非工程治理中所述的广域灾害图使用。

表 R 16 灾害图制作方法

灾害图	制作方法
泥石流	使用 1/5000 数字地形图的 DEM，运用二维浅水流、不定流解析计算方式，推测 100 年一遇泥石流的泛滥区域。
滑坡	从 1/20000 航空照片中解读出滑坡地形，根据滑坡区间设定滑坡警戒。（参考日本的设定手册）
陡坡	从 1/5000 数字地形图上查找出 30 度以上的陡坡并确定上端与下端，参照日本的警戒区域设定手册，设定警戒区域。

2.4 为群测群防活动配置简易观测设备

云南省国土资源厅发行的群测群防方面的《滑坡泥石流预防和避灾常识》中推荐开展滑坡简易观测，但是通过举办防灾研讨会得知目前的群测群防活动没有使用任何观测设备，完全是依靠目视观测。

鉴于上述情况，调查团选择铜都镇岩脚村梁子上小组（东川城区流域）作为示范点，2005 年 11 月 15~16 日在该村落内的 7 个点设置了滑坡简易观测装置、1 个点设置了简易雨量计，希望能以此为契机推广普及采用简易观测装置计测。

3. 优先小流域治理项目的基本方针

3.1 优先实施项目的内容

各条优先小流域的治理项目包括工程治理方面的泥石流治理与流域水土保持治理以及非工程治理三个方面。

3.2 泥石流治理

1) 泥石流治理的对象溪流与规划标准

对泥石流灾害的危险程度、城区、村庄、农田、公路等保护对象进行综合考虑的基础上，确定豆腐沟流域的2条支沟、乌龙河流域的6条支沟、东川城区流域的8条支沟、桃家小河流域的主沟作为泥石流治理研究对象溪流。规划标准与基本规划一样，泥石流治理按照20年一遇设防、洪水按照5年一遇设防。但东川城区流域考虑到其重要性以及将来的发展，泥石流治理按照百年一遇设防、洪水按照20年一遇设防。

2) 工程治理

如同《小江流域基本规划》所述，规划根据流域的荒废程度以及现有工程实施的效果，针对下述两种备选方案进行研究分析。

备选方案1：以泥石流控制和调节为目的的“拦沙坝+排导槽”

备选方案2：以泥石流安全排泄为目的的“导流堤+导流堤起点的固床坝”

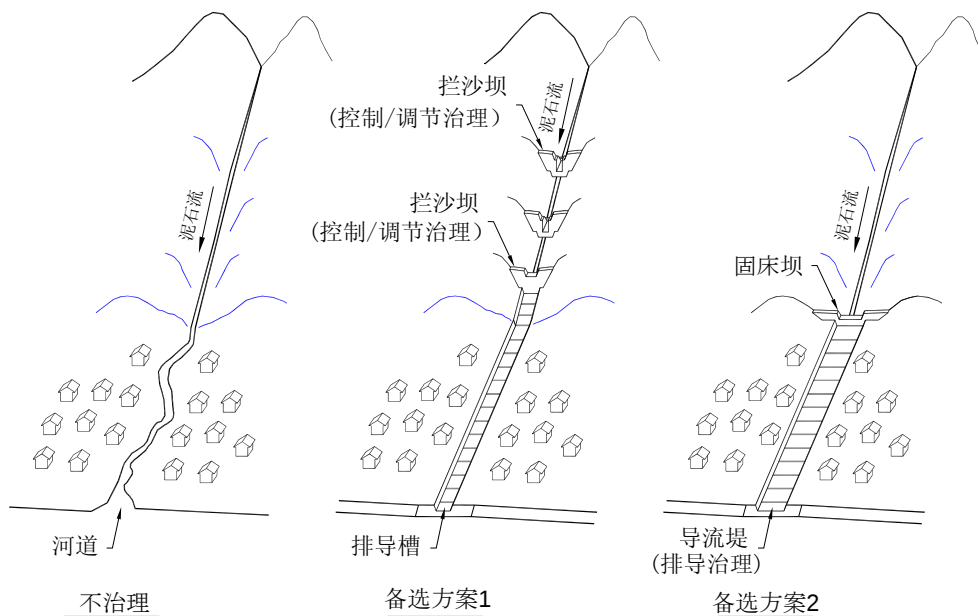


图 R 8 “拦沙坝+排导槽”与“导流堤+堤首固床坝”

表 R 17 泥石流治理备选方案对比

备选方案	特性	主要注意事项
备选方案 1: 拦沙坝 + 排导槽	拦沙坝具有防止沟岸和沟床侵蚀、调节土砂流出量、拦蓄泥石流、削减势能和拦截漂流树木等功能。为了使后续流能够不形成危害顺利地流下去, 也为了防止河床侵蚀下切, 在最下游的拦沙坝下游侧布设排导槽。	在流域上游设置拦蓄效果较大的通过型拦沙坝(格栅坝), 而在基准点和辅助基准点等附近有保护对象的地点, 设置功能稳定的非通过型拦沙坝。
备选方案 2: 导流堤 + 堤首固床坝	导流堤是防止泥石流泛滥, 使发生的泥石流迅速流到不会形成灾害的地方的治理方法。	与拦沙坝相比, 导流堤的造价较低。但导流堤允许泥石流流下去, 因此泥石流发生时, 有必要让堤内以及周边的居民暂时撤离躲避。

3) 效益计算

与基本规划一样, 泥石流治理的效益计算包括减灾效益与农田开发效益。但本次为了提高减灾效益的估算精确度, 采用绘制灾害图时使用的泥石流泛滥计算结果。

表 R 18 灾害损失计测项目

受灾种类			对象	备注
直接损失	房屋因灾损失		四条优先小流域	
	家庭财产因灾损失		四条优先小流域	
	农田受灾 (水田、旱地)	直接浸水损失	四条优先小流域	
		主河堵断浸水损失	豆腐沟、桃家小河	
	公共设施 因灾损失	一般	乌龙河、东川城区	房屋因灾损失的 50%
		桥梁	豆腐沟、桃家小河	百年一遇泥石流的受灾率为 50%
		团结渠	桃家小河	百年一遇泥石流的受灾率为 50%
	人员伤亡 损失	房屋倒塌	四条优先小流域	采用日本的计算公式
		桥梁毁损	豆腐沟、桃家小河	参考 1985 年老干沟泥石流
间接损失	营业损失		四条优先小流域	房屋受灾户年收入的 25%
	团结渠毁损造成的农业损失		桃家小河	百年一遇泥石流的受灾率为 10%

3.3 流域水土保持治理

正如基本规划编制阶段的研究, 流域水土保持采用的治理措施分为生物治理与工程治理两个部分。生物治理主要对荒山草地实施造林、对崩塌地实施造林+治坡工程。海拔 3000 米以上、坡度 45 度以上的荒山草地、崩塌地难以实施造林与治坡工程, 没有包括在生物治理的对象范围内。工程治理包括 (1) 在冲沟上设置谷坊、(2) 坡改梯两种治理措施。

使用 1/5000 数字地形图、1/20000 航片解读绘制的地形分类图、土地利用图确定治理对象区域。

1) 生物治理的基本条件

制定生物治理规划所需的基本条件见下表。

表 R 19 生物治理的基本方针

项目	基本方针
造林对象区域	土地利用图中的荒山草地面积的 80% 作为造林实施对象面积。
治坡工程实施对象	地形分类中的崩塌地为治坡工程的实施对象区域。
树种选择	综合考虑气象、水源、坡度、坡向、土壤、交通等要素的基础上选择确定。
生态林、经济林、薪炭林的比例	居民希望多造经济林，事实上营造经济林存在多方面的困难，与林业局确认的基础上，确定东川区的生态林、经济林、薪炭林的造林比例为 80：8：12，会泽县为 80：5：15。
治坡工程施工方法	对于崩塌地，在造林之前实施治坡工程。治坡工程的施工方法选用适合于小规模崩塌地的栅栏工程（木桩＋枝条）或者竹排工程（竹桩＋竹条）、为了防治大规模崩塌地的种子流失采用草帘覆盖。
设定造林费用	造林费用包括造林费用与附属设施投资。造林费用包括种苗费、运费、整地费、栽植费、农药、养护费、肥料等。附属设施包括管护道路、管护房的建设投资与管护器材费用。此外还有车辆、办公器材、护林员工资、附属设施维修等维护管理费用等。
效益计算	造林的效益包括 (1) 土砂生产控制效益、(2) 二氧化碳吸收效益、(3) 保水效益、(4) 经济林生产效益。(1)～(3) 的效益在栽种 8 年后、(4) 经济林生产效益在栽种 5 年后 100% 发挥效益。

2) 工程治理的基本条件

编制冲沟侵蚀治理工程、坡改梯规划所需的基本条件如下表所示。

表 R 20 工程治理的基本条件

项目	基本条件
冲沟侵蚀治理对象区域	地形分类图上的含冲沟侵蚀的 0 次沟谷中，按冲沟占 50% 考虑，针对这些冲沟中的 50% 实施冲沟侵蚀治理工程。
冲沟侵蚀的治理方法	冲沟侵蚀治理方法为平均每隔 37 米设置 1 座浆砌石谷坊。
坡改梯的实施对象	航片解读出的坡耕地中，根据 1/5000 数字地形图确定出的坡度 15～25 度的坡耕地为实施对象。
坡改梯施工方式	采用石埂梯田
效益计算	冲沟侵蚀治理工程的效益体现在侵蚀防治方面、坡改梯的效益体现在土砂生产控制与农田改良方面。

3. 4 非工程治理

非工程治理包括灾害图绘制与运用、群测群防强化，在此仅叙述这两方面的规划编制方针。关于非工程治理的另一措施——预警预报系统，在 8. 预警预报系统项目中进行详细叙述。

1) 灾害图绘制与运用

通过居民研讨会反映出当地居民具备绘制区域灾害图的能力，并结合中国灾害图运用的现状，建议由行政方面绘制的广域灾害图，以居民为主体绘制区域防灾地图，两种灾害图并行使用。2. 3 灾害图制作中所绘制的灾害图作为广域灾害图使用。

表 R 21 两种灾害图的利用方法

灾害地图	制作对象	制作者	使用者	使用目的
全域性灾害地图	每个优先小流域	行政(小江工程管理局) 目前使用调查团绘制的灾害地图。每五年修订一次。	行政：小江工程管理局、乡镇政府、水务局、国土资源局、城建局、林业局、农业局、民政局等	• 编制城建规划和土地利用计划 • 开发项目的审批等 • 防灾计划的审批
地区性防灾地图	原则上每个小组 但东川市区那样的大规模扇形地带，每个村民委员会或社区绘制。	居民在行政(工程管理局)的指导下制作。每五年修订一次。	居民 行政：小江工程管理局、乡镇政府、水务局、国土资源局、城建局、林业局、农业局、民政局等	• 群测群防（警戒避灾体制）的加强 • 提高居民的防灾意识 • 把握每个地区的具体情况 • 支持群测群防（警戒避灾体制） • 规划居民的搬迁

2) 强化群测群防（警戒避难体系）

中国对于地质灾害的警戒避难体制是在行政机关的配合下，以村民小组为单位，以居民为主体而进行的称之为群测群防的防灾活动。2004 年开始施行的《地质灾害防治条例》中，明确规定了加强群测群防工作方面县、乡、村的职责与任务。但实际上，行政部门的支持与指导仅限于抽选出的重点隐患点。从居民研讨会的结果来看，即便是重点隐患点，也由于资金不足、经验不足、政府的支持力度不够，大部分是依靠居民的自发活动，活动开展得不太活跃。为此对加强群测群防提出下述建议。

表 R 22 群测群防的问题点与强化措施

项目	现存问题	改进方案
对象区域	• 几乎所有的地区都有可能发生土砂灾害。目前仅限于重点隐患点。	• 根据灾害图扩大实施对象
监视员（负责人）	• 监视员由小组长或村干部兼任（至多 1 人） • 没有报酬 • 责权不明	• 增加人员（至少两人） • 给监视员报酬、明确责任与权力 • 允许监视员根据判断通知村民避难
观测活动	• 没有测量器材，只能依靠目测。 • 没有必须的用具（如，雨具、电筒等）	• 设置测量装置 • 提供必须的用具
情报传递	• 有些村民小组的监视员没有手机，与村委会难以联系。 • 没有广播设备的村民小组，不得不靠哨子或大声喊叫来联络居民。	• 借给手机，发给通信补助 • 添置铜锣
避难	• 没有安全的场地。 • 没有标明安全场所的地图。	• 举办研讨会，确定避难场所与避难线路，制作区域防灾地图。
教育、训练、宣传	• 没有针对居民的具体避难训练。 • 没有对具体观测的人员进行具体的培训	• 进行避难训练 • 对具体监视人员进行指导、培训

4. 豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复项目

豆腐沟流域（16.2km²）行政区划上属于东川区拖布卡镇（2005年6月乡镇改革后拖布卡乡与播卡乡合并为拖布卡镇）。流域内总人口3500人，人口密度216人/km²。与其他优先小流域相比，豆腐沟流域的少数民族人口较少，人口最多的布依族的人口为45人，占总人口的1.3%；彝族5人，不足0.1%。大部分村落分布在流域西侧坡度较缓、海拔较高的山脊上，中游的山坡与下游沟口村落分布较少。大部分居民以农牧业为生，外出打工与打短工也是重要的收入来源。四条优先小流域中，豆腐沟流域的户均年收入最低，只有2300元。

如图.1所示，海拔1700米以上的上游区域应该为隆起夷平面，呈现丘陵状地形；下游的陡峭的山坡连续分布，地形险峻。大规模的崩塌地、冲沟分布多，土砂生产活动剧烈。豆腐沟主沟为典型的粘性泥石流沟，下游沟口形成巨大的泥石流堆积扇，不断向小江河道逼近。

豆腐沟流域的平均海拔大约1600米，地形起伏在900米~2000米之间。根据垂直气候分布，以海拔1300米附近为界，分为亚热带半干燥河谷区与暖温带半湿润山区。图.2的土地利用图反映出林地、耕地、荒山草地的比例分别为33%、26%、35%。

2.3 灾害图绘制中作出的灾害图显示出，陡坡与滑坡主要集中在流域中下游，流域西侧的上游部分陡坡与滑坡相对较少。座落在滑坡警戒区域与陡坡崩塌警戒区域的房屋数量分别为大约120座与40座。

根据文献资料查寻与实地调查，本流域内没有发现国家重点保护动物。据说在云南省以及中国西南部广泛分布的双团棘胸蛙，作为易危动物被列入国际自然保护联合会的红色名单（2004年），但实地调查时在本流域没有发现。

4.1 泥石流治理

1) 目前存在的问题与规划基准点设定

豆腐沟流域原来在泥石流危险区域的大树脚村委会的三家村等已经搬到了附近海拔较高的地带，房屋与居民的民生安全得到保证。但是最下游的两座公路桥依然受泥石流灾害的威胁，目前这些桥梁是东川城区与小江口连接的重要交通手段，也是以2007年为目标，正在沿小江修建的东川—巧家公路上的重要建筑物。豆腐沟下游厚厚的土砂堆积，河床宽达200~250米，通过治理固定泥石流的流动线路之后，在河道两岸可以开发大约1000亩农田。

根据上述现状，将豆腐沟主沟（基准点1：13.07km²）与北支沟（基准点2：1.95km²）作为泥石流治理研究对象（与基本规划设定的基准点相同）。

2) 备选方案研究

根据3.2泥石流治理所列出的两个备选方案进行了初步设计，投资概算如下表所示。

表 R 23 豆腐沟流域泥石流治理备选方案对比

支流流域	基准点	备选方案 1: 拦沙坝+排导槽			备选方案 2: 导流堤+堤首固床坝		
		拦沙坝数量	排导槽长度(m)	工程费(千元)	导流堤长度(m)	固床坝数量	工程费(千元)
豆腐沟	1	8	4,810	17,330	4,810	2	13,241
	2	4	900	4,920	900	1	1,905

3) 确定最佳方案

备选方案的经济评价如下表所示。对经济评价指标中的产投比(B/C)与纯经济价值(NPC=B-C)按照折扣率8%、设施使用寿命50年进行了计算。效益主要体现在桥梁的灾害损失减少与农田开发效益方面。

表 R 24 泥石流治理备选方案的经济评价

流域	基准点	效益(千元/年)		备选方案 1 (拦沙坝+排导槽)				备选方案 2 (导流堤+堤首固床坝)			
				投资(千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)	投资(千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)
		市场价格	经济价格	市场价格	经济价格			市场价格	经济价格		
豆腐沟	1	1,147	975	18,290	15,547	0.73	-4221	14,201	12,071	0.95	-618
	2	474	403	5,330	4,531	1.05	219	2,315	1,968	2.46	2,876
	合计	1,417	1,204	23,250	19,763	0.71	-5792	16,146	13,724	1.03	468

根据经济评价结果, 备选方案 2 的产投比超过 1, 并且下游没有受威胁的房屋, 因此建议采用备选方案 2 作为最佳方案。

4) 最佳方案的工程实施初步设计

最佳方案的工程设施汇总为下表, 工程设施的位置参见卷首的优先实施项目概要图。

表 R 25 豆腐沟基准点 1 的泥石流治理最佳方案概要

位置	工程设施	工程费估算(千元)
辅助基准点 1-1	堤首固床坝(有效高度 5 米) 1 座	485
辅助基准点 1-1 至基准点 1	导流堤(深 4.5 米、宽 33 米) 长 1740 米	4,784
辅助基准点 1-2	堤首固床坝(有效高度 5 米) 1 座	283
辅助基准点 1-2 至基准点 1	导流堤(深 3.8 米、宽 15 米) 长 930 米	1,607
基准点 1 至小江汇流点	导流堤(深 4.5 米、宽 40 米) 长 2140 米	6,082
合计	堤首固床坝 2 座, 导流堤总长度 4810 米	13,241

表 R 26 豆腐沟基准点 2 的泥石流治理最佳方案概要

位置	工程设施	工程费估算(千元)
基准点 2	堤首固床坝(有效高度 5 米) 1 座	435
基准点 2 至小江	导流堤(深 3.8 米、宽 14 米) 长 900 米	1,470
合计	堤首固床坝 1 座, 导流堤总长度 900 米	1,905

4.2 流域水土保持治理研究

1) 流域特征以及目前所面临的问题

本流域的林地与荒山草地的比例分别为 33% 与 35%。在林地详细分类方面，森林、灌木林、幼林中森林所占的比例较高。海拔 1600 米以下的区域为干热河谷植被带，由于高温干燥，造林困难。

居民参加型研讨会的结果反映出居民对造林、坡改梯的必要性认识较高，这些项目的实施可以得到当地居民的充分理解。居民所期待的林种比例为生态林 54%，其次是薪炭林 38%，说明本流域的居民在生活能源方面对薪炭的依赖程度较大。

2) 生物治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针，对本流域的生物治理作出下述规划。

表 R 27 流域水土保持生物治理规划概要

治理	项目	内容
荒山草地 造林	规划面积	针对 3.5km ² 的荒山草地实施造林。
	树种	生态林、经济林、薪炭林的比例为 80: 8: 12。 生态林造林树种采用：云南松/麻栎、新银合欢/余甘子、苦楝/膏桐以及耐干旱的坡柳/苦刺；经济林采用花椒、板栗等；薪炭林采用圣诞/相思、坡柳等
	投资	包括附属设施在内的总投资为 340.5 万元
	效益	树木成长后的总收益 72.5 万元/年
崩塌地 造林+治坡	规划面积	针对 0.37km ² 的崩塌地实施
	树种	采用生态林中的云南松/麻栎、苦刺/坡柳
	投资	总投资 357.5 万元
	效益	树木成长后的总收益为 25.6 万元/年

3) 工程治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针，对本流域的工程治理作出下述规划。

表 R 28 流域水土保持工程治理规划概要

治理	项目	内容
冲沟 侵蚀治理	规划长度	总长度 22 公里
	设施数量	谷坊 595 座（平均间隔 37 米）
	投资	总投资为 216.6 万元
	效益	总效益为 7.9 万元/年
坡改梯	规划面积	0.85km ² 的坡耕地
	投资	总投资为 195.5 万元
	效益	总效益为 15.8 万元/年

（冲沟侵蚀治理、坡改梯的经济效益比造林低，原因在于效益中有些部分不能定量计算，如果加上这些部分可以认为是完全适合投资治理。例如，冲沟侵蚀治理方面，冲沟侵蚀也是诱发崩塌与滑坡的原因之一，冲沟侵蚀治理对崩塌与滑坡治理产生间接作用。坡改梯除了土砂生产抑制效益，耕作效率提高、栽培内容变化、保水效益等各种各样的效益可以定性分析但难以定量分析。）

4.3 非工程治理研究

1) 本流域的灾害特征与非工程治理

本流域的首要问题是山区的滑坡与陡坡崩塌。从广域灾害图来看，除了中游河道内修建的一部分小屋之外，泥石流基本不会导致房屋受灾。但是 4.2 泥石流治理研究所叙述的那样，豆腐沟的泥石流治理采用导流堤，允许泥石流流到下游，因此发生泥石流时，不要接近河道至关重要。

对于这些灾害提出下表所列的灾害图运用、群测群防强化、8. 预警预报系统项目中所说的建设预警预报系统等治理措施。

表 R 29 非工程治理的灾害对象

非工程治理	主要对象灾害	主要保护对象
灾害图运用	泥石流、滑坡、陡坡崩塌、洪水	豆腐沟全流域
强化群测群防	滑坡、陡坡崩塌	山区的村庄
预警预报系统	泥石流、洪水	沟口附近的村庄

群测群防主要是针对山区村庄附近的滑坡与陡坡崩塌。泥石流的危险性通过拖布卡镇→村委会→村民小组这一信息网络，通知到沟口附近的居民。最根本的降雨信息，通过预警预报系统获得。根据群测群防和预警预报系统的信息开展撤离避让等活动时，充分利用灾害图。

2) 灾害图运用

分别绘制两种灾害图，即广域灾害图与区域防灾地图。

豆腐沟全流域的广域灾害图由小江工程管理局绘制，并且复印提供给相关部门。目前一段时期内采用调查团绘制的灾害图，以后参考灾害发生情况、土地利用变化等情况，每 5 年修改一次。

区域防灾地图通过居民研讨会由居民自己绘制，并标出该地区的灾害隐患点、撤离躲避地点、撤离线路等。区域防灾地图主要由下述 7 个群测群防强化候补区域绘制，完成后配送给有关行政部门，并在群测群防负责人的住所张贴以便居民阅览。

3) 强化群测群防

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照调查团绘制的广域灾害图，选择出 7 个村落作为强化候补对象。选择标准为滑坡警戒区域或者陡坡地崩塌警戒区域分布的住户在 10 户以上的村落作为候补对象。

这 7 个候补村落究竟哪些最终确定为群测群防强化村落，还需要通过实地调查决定。

5. 乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目

5.1 乌龙河流域的现状

乌龙河流域(132.9km²)的大部分属于东川区乌龙镇、流域南部上游的一部分属于红土地镇、流域西南部的极小部分属于寻甸县凤仪乡。流域内总人口约为 24600 人,人口密度为 185 人/km²。少数民族人口(大约 1600 人)占 6.6%,其中回族人口最多,占 5.9%(大约 1400 人)。问卷调查显示,回族主要集中分布在中游的乌龙盆地。村庄在以流域中游的乌龙街为中心的盆地与坡度较缓的山脊上广泛分布。中游的乌龙盆地坡度较缓,灌溉用水方便,成为东川区重要的粮食生产基地。

问卷调查显示,居民主要以农牧业为生,外出打工和打短工也是较大的收入来源。户均耕地面积 3.6 亩,户均年收入 3800 元。

乌龙河最上游的山势平缓,成为侵蚀小起伏面,滑坡地形与崩塌地分布较少。乌龙河及其支流侵蚀山顶以及山腰缓坡,山谷不断变深,一直到乌龙盆地。沟谷不断变深的同时,滑坡地形、崩塌地、冲沟侵蚀也不断加剧,在乌龙盆地西侧形成多级山顶缓坡与山腰缓坡。林地、耕地、荒山草地占流域总面积的 37%、38%和 20%,与其他优先小流域相比,耕地的比例较高。

乌龙河流域的海拔介于 2700 米至 1100 米之间,垂直气候分布上属于暖温带半湿润山区与寒温带湿润山区。

由于山势平缓,与其他 3 条优先小流域相比,陡坡地与滑坡地形分布较少。即便如此,根据调查团绘制的灾害图,座落在滑坡警戒区域的房屋仍然有 2330 座,座落在陡坡崩塌警戒区域的房屋也有 510 座。中游盆地西侧分布有 6 条泥石流危险溪流。

与豆腐构流域一样,根据文献资料查寻与实地调查,本流域内没有发现国家重点保护动物。列入国际自然保护联合会的红色名单的双团棘胸蛙,实地调查时在本流域也没有发现。

5.2 泥石流治理研究

1) 目前存在的问题与规划基准点设定

流域中游以乌龙街为中心的乌龙盆地一带,便利的灌溉条件使其成为东川区重要的粮食生产基地。然而,活动性滑坡地形、崩塌地、冲沟侵蚀分布较多,自西向东流动的多条支流侵蚀台地、山顶、山腰缓坡,成为泥石流危险溪流。

近几年在李家湾、老龙箐等支沟上修建了拦沙坝、排导槽等泥石流治理工程设施,很大程度上减轻了泥石流灾害的威胁。但崩塌地、冲沟侵蚀等导致流域不断荒废,与泥石流危险程度相比,这些工程治理措施还不充分,需要根据泛滥计算等详细分析泥石流工程治理的必要性。

根据上述现状,将乌龙盆地周围的 6 条支沟作为泥石流治理研究溪流,设定了基准点(与基本规划设定的基准点相同,基准点 1(冉家沙沟: 4.47km²)、基准点 2(薛家沟: 1.64km²)、基准点 3(老龙箐: 3.81km²)、基准点 4(李家湾沟: 2.07km²)、基准点 5(李家湾南支沟: 0.39km²)、基准点 6(大箐沟: 0.79km²))。

2) 备选方案研究

根据 3.2 泥石流治理所列出的两个备选方案，对 6 条泥石流沟进行了初步设计，投资概算如下表所示。

表 R 30 乌龙河流域泥石流治理备选方案对比

支流流域	基准点	备选方案 1: 拦沙坝+排导槽			备选方案 2: 导流堤+堤首固床坝		
		拦沙坝数量	排导槽长度 (m)	工程费 (千元)	导流堤长度 (m)	固床坝数量	工程费 (千元)
乌龙河	1	2	1,320	3,363	1,320	1	2,140
	2	3	660	3,102	660	1	1,038
	3	4	400	4,692	400	1	965
	4	4	1,100	4,309	1,100	1	1,806
	5	2	300	1,843	300	1	499
	6	2	1,410	2,347	1,410	1	1,473

3) 确定最佳方案

备选方案的经济评价如下表所示。对经济评价指标中的产投比 (B/C) 与纯经济价值 (NPC=B-C) 按照折扣率 8%、设施使用寿命 50 年进行了计算。根据泛滥计算结果，村落大多分布在较高的地段，除了基准点 6 (大箐沟) 之外，泥石流的灾害损失较小，效益也不会太高。

表 R 31 泥石流治理备选方案的经济评价

流域	基准点	效益 (千元/年)		备选方案 1 (拦沙坝+排导槽)				备选方案 2 (导流堤+堤首固床坝)			
				投资 (千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)	投资 (千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)
		市场价格	经济价格	市场价格	经济价格			市场价格	经济价格		
乌龙河	1	85	72	3,453	2,935	0.26	-2161	2,230	1,896	0.43	-1,083
	2	61	52	3,160	2,686	0.20	-2152	1,098	933	0.64	-335
	3	76	65	4,752	4,039	0.16	-3399	1,025	871	0.87	-115
	4	63	54	4,309	3,663	0.14	-3143	1,806	1,535	0.39	-938
	5	24	20	1,843	1,567	0.12	-1375	499	424	0.55	-191
	6	134	114	2,347	1,995	0.66	-678	1,473	1,252	1.07	92
	小计	443	377	19,806	16,884	0.24	-12098	8,071	6,911	0.63	-2,570

依据经济评价结果，对乌龙街相邻的基准点 6 (大箐沟) 采用备选方案 2 (导流堤+堤首固床坝) 进行治理；其他基准点的两个备选方案的产投比都低于 1，通过居民研讨会等表明受灾房屋数量较少，因此不实施泥石流工程治理。

4) 最简方案的工程设施初步设计

最佳方案的工程设施汇总为下表，工程设施的位置参见卷首的优先实施项目概要图。

表 R 32 乌龙河基准点 6 的泥石流治理最佳方案概要

位置	工程设施	工程费估算 (千元)
基准点 6	堤首固床坝 (有效高度 5 米) 1 座	247
基准点 6 至乌龙河主河	导流堤 (深 2.1 米，宽 6 米) 长 1410 米	1,226
合计	堤首固床坝 1 座，导流堤总长度 1410 米	1,473

5.3 流域水土保持治理研究

1) 流域的特征以及目前所面临的问题

本流域中，林地的比例为 37%，耕地也占 37%，说明农业生产发达。林地的分类科目中，幼林的面积仅次于森林，说明造林后还没有充分发育成长。

居民研讨会结果显示，参加人员全部认为需要实施造林，6 成以上的参加人员参加过造林活动。所有参加人员也认可坡改梯的必要性，项目实施可以得到居民的理解。

然而在林种比例分配方面，64%的参加人员希望营造经济林，估计原因在于地理位置上距离东川城区较近有大的消费市场。

2) 生物治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针，对本流域的生物治理作出下述规划。

表 R 33 流域水土保持生物治理规划概要

治理	项目	内容
荒山草地造林	规划面积	针对 16.4km ² 的荒山草地实施造林。
	树种	生态林、经济林、薪炭林的比例为 80: 8: 12。 生态林造林树种采用：云南松/麻栎、新银合欢/余甘子、苦楝/膏桐、坡柳/苦刺、高山松等；经济林采用石榴、柑桔等；薪炭林采用圣诞/相思、坡柳等
	投资	包括附属设施在内的总投资为 1423.1 万元
	效益	树木成长后的总收益 326 万元/年
崩塌地造林+治坡	规划面积	针对 0.96km ² 的崩塌地实施
	树种	采用生态林中的云南松/麻栎、苦刺/坡柳、高山松
	投资	总投资 933.5 万元
	效益	树木成长后的总收益为 66.4 万元/年

3) 工程治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针，对本流域的工程治理作出下述规划。

表 R 34 流域水土保持工程治理规划概要

治理	项目	内容
冲沟侵蚀治理	规划长度	总长度 129 公里
	设施数量	谷坊 3486 座（平均间隔 37 米）
	投资	总投资为 1269.1 万元
	效益	总效益为 46.4 万元/年
坡改梯	规划面积	11.13km ² 的坡耕地
	投资	总投资为 2559.9 万元
	效益	总效益为 207.1 万元/年

5.4 非工程治理研究

1) 本流域的灾害特征与非工程治理

本流域的首要问题是山区的滑坡与陡坡崩塌。如 5.2 泥石流治理研究所述，除大箐沟之外，不实施泥石流工程治理，需要通过预警预报等警戒避难体系应对。

对于这些灾害提出下表所列的灾害图运用、群测群防强化、以及 8. 预警预报系统项目中叙述的建设预警预报系统等治理措施。

表 R 35 非工程治理的灾害对象

非工程治理	主要对象灾害	主要保护对象
灾害图运用	泥石流、滑坡、陡坡崩塌、洪水	乌龙河全流域
强化群测群防	滑坡、陡坡崩塌	山区的村庄
预警预报系统	泥石流、洪水	盆地上的村庄

群测群防主要是针对山区村庄附近的滑坡与陡坡崩塌。泥石流的危险性通过乌龙镇→村委会→村民小组这一信息网络，通知到盆地上的村落的居民。最根本的降雨信息，通过预警预报系统获得。根据群测群防和预警预报系统的信息开展撤离避让等活动时，充分利用灾害图。

2) 灾害图运用

分别绘制两种灾害图，即广域灾害图与区域防灾地图。

乌龙河全流域的广域灾害图由小江工程管理局绘制，并且复印提供给相关部门。目前一段时期内采用调查团绘制的灾害图，以后参考灾害发生情况、土地利用变化等情况，每 5 年修改一次。

区域防灾地图通过居民研讨会由居民自己绘制，并标出该地区的灾害隐患点、撤离躲避地点、撤离线路等。区域防灾地图主要由下述 59 个群测群防强化候补区域绘制，完成后配送给有关行政部门，并在群测群防负责人的住所张贴以便居民阅览。

5.5 强化群测群防

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照广域灾害图，选择出 59 个村组作为强化候补对象。选择标准为滑坡警戒区域或者陡坡地崩塌警戒区域分布的住户在 10 户以上的村落作为候补对象。

这 59 个候补村落究竟哪些最终确定为群测群防强化村落，还需要通过实地调查决定。

6. 东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复项目

6.1 东川城区流域的现状

东川城区流域在行政区划上属于铜都镇，包括深沟流域（37.6km²）和石羊沟流域（18.4km²）。东川城区座落在深沟、石羊沟等的泥石流泛滥形成的堆积扇上，是东川区的政治、经济中心。

推测流域内总人口约为 70000 人，人口密度为 1250 人/km²，是其他优先小流域人口密度的 6~12 倍。东川城区流域在四条优先小流域中少数民族人口比例最高，达到 9 %（彝族 2.6%、回族 2.4%、苗族 1.8%、布依族 1.0%），东川城区以及城区周边居住的少数民族人口比山区多。

村委会的居民主要以农牧业为生，问卷调查显示户均年收入为 2700 元；社区居民的职业有公务员、工人、售货员等，户均年收入为 19000 元。

土地利用方面，其他优先流域中，村庄等居住用地仅占流域面积的 1%，由于东川城区位于本流域，居住用地面积占流域总面积的 7%。林地、耕地、荒山草地的比例分别为 24%、25%与 34%。目前东川城区西南部（石羊沟流域）正在建设的腊利新区是一个包括高科技、生物技术、医药、轻工业、纺织等产业的综合型科技工业园区。新区规划面积 2 平方公里，道路建设等工程已经开始，新区计划在 2013 年建成。

深沟最上游部分与白云沟之间，地形极为险峻，滑坡地形较少。而深沟上游右岸、白云沟左岸、深沟中游为滑坡分布地带。深沟、白云沟上游部分地段中小规模的崩塌地集中分布，而石羊沟与老干沟的崩塌地以沟岸崩塌为主，整体上崩塌地较少。

东川城区流域的海拔介于 1200 米（小江附近）~4000 米（牯牛寨）之间，亚热带干热河谷区、暖温带半湿润山区与寒温带湿润山区三级垂直分布。

东川城区东侧分布着 8 条泥石流危险溪流，对城区构成重大威胁。灾害图也反映出城区的大部分在 100 年一遇泥石流泛滥区域内。而山区的大部分村落又坐落在滑坡体与陡坡上。

根据文献资料查寻与实地调查，本流域内没有发现国家重点保护动物。列入国际自然保护联合会的红色名单的双团棘胸蛙，实地调查时在本流域也没有发现。

6.2 泥石流治理研究

1) 目前存在的问题与规划基准点设定

东川城区是在泥石流泛滥形成的堆积扇上发展起来的城镇，以深沟、石羊沟等主要支流为首，共计 8 条泥石流危险溪流自东向西穿过城区。

1964 年石羊沟泥石流灾害之后，东川区城建局开始对本流域实施泥石流工程治理，安全程度不断提高。但深沟、尼拉姑南支沟、石羊沟、德莫沟的泥石流治理率仅达到 12%、18%、40%、2%，今后还需要不断开展拦沙坝等设施建设，提高治理率。如目前可以看到的腊利新区产业园建设等，随着城区扩大、流域内住宅开发建设的发展，灾害潜在威胁会不断提高。

根据上述现状，将东川城区周围的 8 条支沟作为泥石流治理研究对象溪流，设定了基准点（深沟基准点 1（深沟：24.52km²）、深沟基准点 2（老干沟：2.03km²）、深沟基准点 3（尼拉姑沟：0.74km²）、深沟基准点 4（尼拉姑沟北支沟：0.33km²）、深沟基准点 5（尼拉姑沟南支沟：0.74km²）、石羊沟基准点 1（石羊沟：7.16km²）、石羊沟基准点 2（德莫沟：1.82km²）、石羊沟基准点 3（余家沟：0.36km²））（在基本规划设定的基准点的基础上，深沟增加 2 个、石羊沟增加 1 个基准点）。

2) 备选方案研究

根据 3.2 泥石流治理所列出的两个备选方案，对 8 条支沟进行了初步设计，投资概算如下表所示。

表 R 36 东川城区流域泥石流治理备选方案对比

支流流域	基准点	备选方案 1: 拦沙坝+排导槽			备选方案 2: 导流堤+堤首固床坝		
		拦沙坝数量	排导槽长度(m)	工程费(千元)	导流堤长度(m)	固床坝数量	工程费(千元)
深沟	1	3	4,030	12,444	4,030	1	8,919
	2	4	3,390	6,461	3,390	1	4,292
	3	3	1,910	3,510	1,910	1	2,067
	4	2	390	1,837	390	1	577
	5	2	1,040	2,623	1,040	1	1,009
石羊沟	1	4	3,650	9,493	3,650	1	5,067
	2	3	1,150	3,953	1,150	1	1,277
	3	2	1,930	2,154	1,930	1	1,862

3) 确地最佳方案

备选方案的经济评价如下表所示。对经济评价指标中的产投比(B/C)与纯经济价值(NPC=B-C)按照折扣率8%、设施使用寿命50年进行了计算。由于保护对象是城区,效益远远高于其他优先小流域。灾害损失类别方面,房屋、财产、公共设施、间接损失等占9成,人员伤亡等占1成左右。

表 R 37 泥石流治理备选方案的经济评价

流域	基准点	效益(千元/年)		备选方案 1 (拦沙坝+排导槽)				备选方案 2 (导流堤+堤首固床坝)			
				投资(千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)	投资(千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)
		市场价格	经济价格	市场价格	经济价格			市场价格	经济价格		
深沟	1	3,364	2,859	12,444	10,577	3.26	23920	8,919	7,581	4.56	27,026
	2	367	312	6,461	5,492	0.66	-1887	4,292	3,648	1.01	24
	3	647	550	3,510	2,984	2.21	3617	2,067	1,757	3.78	4,888
	4	280	238	1,837	1,561	1.82	1285	577	490	5.88	2,395
	5	786	668	2,623	2,230	3.62	5840	1,009	858	9.47	7,262
石羊沟	1	3,664	3,114	9,493	8,069	4.67	29631	5,067	4,307	8.79	33,531
	2	331	281	3,953	3,360	0.98	-51	1,277	1,085	3.13	2,307
	3	353	300	2,154	1,831	1.96	1763	1,862	1,583	2.28	2,020
合计		9,792	8,323	42,475	36,104	2.78	64118	25,070	21,310	4.73	79,454

依据经济评价结果,建议8条溪流全部采用备选方案1。

- 本地区为城区,东南部又正在建设腊利新区工业园,预测将来土地利用程度会越来越高,希望采用控制泥石流流出的备选方案1(拦沙坝+排导槽)。
- 经济评价方面,深沟2(老干沟)、石羊沟2(德莫沟)的产投比略低于1,从整体来看,产投比较高,接近3。

4) 最简方案的工程设施初步设计

最佳方案的工程设施汇总为下表,工程设施的位置参见卷首的优先实施项目概要图。

表 R 38 深沟基准点的泥石流治理最佳方案概要

位置		工程设施	工程费估算(千元)	
基准点 1	上游	格栅坝 2 座(有效高度 12m、12m)	3,743	合计 12,444
	基准点附近	实体坝 1 座(有效高度 12m)	2,437	
	至小江主河	排导槽(深 4.0m、宽 5.8m)长 4,030 m	6,264	
基准点 2	上游	格栅坝 3 座 3(有效高度 12m、12m、11m)	2,840	合计 6,461
	基准点附近	实体坝 1 座(有效高度 10m)	833	
	基准点 1 的排导槽汇流	排导槽(深 1.6m、宽 3.9m)长 3,390 m	2,788	
基准点 3	上游	格栅坝 2 座(有效高度 11m、11m)	1,824	合计 3,510
	基准点附近	实体坝 1 座(有效高度 5m)	376	
	基准点 1 的排导槽汇流	排导槽(深 1.4m、宽 2.5m)长 1,910 m	1,310	
基准点 4	上游	格栅坝 1 座(有效高度 12m)	680	合计 1,837
	基准点附近	实体坝 1 座(有效高度 10m)	905	
	基准点 5 的排导槽汇流	排导槽(深 1.2m、宽 1.8m)长 390 m	252	
基准点 5	上游	格栅坝 2 座(有效高度 12m、12m)	1,860	合计 2,623
	基准点附近	(现有拦沙坝)	-	
	基准点 3 的排导槽汇流	排导槽(深 1.4m、宽 2.1m)长 1,040 m	763	
合计		拦沙坝 14 座、排导槽总长 10,760m	26.875	

表 R 39 石羊沟基准点的泥石流治理最佳方案概要

位置		工程设施	工程费估算(千元)	
基准点 1	上游	格栅坝 4 座（有效高度 10、12、12、12m）	4,111	合计 9,493
	基准点附近	（现有拦沙坝）	-	
	至小江主河	排导槽（深 2.0m、宽 5.0m）长 3,650 m	5,382	
基准点 2	上游	格栅坝 3 座（有效高度 10m、12m、12m）	2,957	合计 3,953
	基准点附近	（现有拦沙坝）	-	
	基准点 1 的排导槽汇流	排导槽（深 1.4m、宽 4.5m）长 1,150 m	996	
基准点 3	上游	格栅坝 1 座（有效高度 9m）	546	合计 2,154
	基准点附近	实体坝 1 座（有效高度 8m）	373	
	基准点 1 的排导槽汇流	排导槽（深 1.2m、宽 1.9m）长 1,930 m	1,235	
合计		拦沙坝 9 座、排导槽总长 6,730m	15,600	

6.3 流域水土保持治理研究

1) 流域特征以及目前所面临的问题

本流域中林地占 24%，而荒山草地也占 24%，与其他优先小流域相比，自然环境修复进展不大。耕地占 27%，农业生产发达。林地的分类科目中，面积排列顺序从大到小依次为生态林、经济林、灌木林、疏林。

居民研讨会结果显示，7 成以上的参加人员参与过造林活动，所有参加人员都认为有必要实施造林，对坡改梯的认识也一样，因此项目实施可以得到居民的理解与支持。

然而林种比例方面，对经济林的需求较强，居民研讨会参加人员中 99%的人希望营造经济林。与乌龙了流域一样，推测原因在于地理位置上靠近东川城区这个大的消费市场。

2) 生物治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针, 对本流域的生物治理作出下述规划。

表 R 4 0 流域水土保持生物治理概要

治理	项目	内容
荒山草地 造林	规划面积	针对 8.6km ² 的荒山草地实施造林。
	树种	生态林、经济林、薪炭林的比例为 80: 8: 12。 生态林造林树种: 云南松/麻栎、高山松、华山松/旱冬瓜、坡柳/苦刺、新银合欢/余甘子等; 经济林采用核桃、花椒、石榴、柑桔等; 薪炭林采用圣诞/相思、坡柳等
	投资	包括附属设施在内的总投资为 812.1 万元
	效益	树木成长后的总收益 177 万元/年
崩塌地 造林+治坡	规划面积	针对 0.11km ² 的崩塌地实施
	树种	采用生态林中的云南松/麻栎、苦刺/坡柳、高山松
	投资	总投资 107.7 万元
	效益	树木成长后的总收益为 7.6 万元/年

3) 工程治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针, 对本流域的工程治理作出下述规划。

表 R 4 1 流域水土保持工程治理规划概要

治理	项目	内容
冲沟 侵蚀治理	规划长度	总长度 39 公里
	设施数量	谷坊 1054 座 (平均间隔 37 米)
	投资	总投资为 383.6 万元
	效益	总效益为 14.0 万元/年
坡改梯	规划面积	1.54km ² 的坡耕地
	投资	总投资为 354.2 万元
	效益	总效益为 28.6 万元/年

6.4 非工程治理研究

1) 本流域的灾害特征与非工程治理

本流域的主要问题是泥石流堆积扇上的东川城区的泥石流灾害以及山区的滑坡与陡坡崩塌。虽然对于这些灾害实施泥石流工程治理与流域水土保持治理, 但从灾害的复杂程度考虑还不充分, 灾害图运用、群测群防强化、以及 8. 预警预报系统项目将会叙述的预警预报系统建设等措施仍然是必不可少的。

因此为了建立综合有效的防灾对策, 在考虑灾害特征的基础上, 确定措施所针对的灾害与保护对象如下:

表 R 4 2 非工程治理的灾害对象

非工程治理	主要对象灾害	主要保护对象
灾害图运用	泥石流、滑坡、陡坡崩塌、洪水	全流域
强化群测群防	滑坡、陡坡崩塌	山区的村庄
预警预报系统	泥石流、洪水	堆积扇上的城区

群测群防是针对山区村庄附近的滑坡与陡坡崩塌。座落在堆积扇上的城区受泥石流威胁，这一问题利用预警预报系统应对。根据群测群防和预警预报系统的信息开展撤离避让等活动时，充分利用灾害图。

2) 灾害图运用

分别绘制两种灾害图，即广域灾害图与区域防灾地图。

东川城区全流域的广域灾害图由小江工程管理局绘制。目前一段时期内采用调查团绘制的灾害图，以后参考灾害发生情况、土地利用变化等情况，每 5 年修改一次。

区域防灾地图通过居民研讨会由居民自己绘制，并标出该地区的灾害隐患点、撤离躲避地点、撤离线路等。区域防灾地图主要由下述 23 个群测群防强化候补区域、堆积扇上的 7 个社区（新街、桥北、碧云、团结、沙坝、桂苑、白云）和 8 个村委会（糯谷田、起嘎、深沟、尼拉姑、腊利、集义、炎山、石羊）绘制，完成后配送给有关行政部门，并且将社区、村委会的区域防灾地图分发到小组长一级，以便居民阅览。

3) 强化群测群防

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照广域灾害图，选择出 23 个村组作为强化候补对象。选择标准为滑坡警戒区域或者陡坡地崩塌警戒区域分布的住户在 10 户以上的村落作为候补对象。

这 23 个候补村落究竟哪些最终确定为群测群防强化村落，还需要通过实地调查决定。

7. 桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目

7.1 桃家小河流域的现状

桃家小河流域（71.0 km²）地跨会泽县和东川区，中上游（53.3 km²）属于会泽县驾车乡、下游（17.7km²）属于东川区阿旺镇（以前的阿旺乡）。

桃家小河流域的人口约为 7000 人，在四个优先小流域之中，人口密度最低，只有 98 人/km²。少数民族（约 400 人）占总人口的 5.7%，彝族人口最多，集中分布在特定的村落中。流域整体为陡峭的山地，村落零星分布在山脊上。除了桃家小河两岸之外，基本上没有适合农业生产的平地。

居民的主要生活方式为农牧业，外出打工和短期劳务也是较大的收入来源。户均耕地面积 3.3 亩，根据问卷调查结果，户均年收入为 3300 元。土地利用方面，林地、耕地、草地的比例分别为 39%、22%、36%，林地比例高于其他优先小流域。

桃家小河源于海拔 2600~3300 米的大部分具有喀斯特台地性质的侵蚀小起伏面。除了流域东边的支流流域与中游白云岩岩峰形成的陡峭地域之外，流域整体分布着大的滑坡地形。主河上游左岸的新田村周围分布着很多活滑坡，基岩滑坡前面又有大规模的崩塌地，活滑坡和崩塌地产生的土砂大量流入主河河床，主河上游形成较宽的河床。

桃家小河流域的海拔介于 1600~2300 米之间，气候垂直分布上属于暖温带半湿润山区与寒温带湿润山区。

本次调查绘制的灾害图显示，山区绝大多数村落坐落在滑坡体或者陡坡上。滑坡警戒区域内有房屋 2255 座，陡坡崩塌警戒区域内有房屋 439 座。桃家小河主沟也是泥石流危险溪流，最下游的团结渠取水坝、功山一新村公路有可能直接遭受泥石流的侵袭。

根据文献资料查寻与实地调查，本流域内没有发现国家重点保护动物。列入国际自然保护联合会的红色名单的双团棘胸蛙，实地调查时在本流域也没有发现。

7.2 泥石流治理研究

1) 目前存在的问题与规划基准点设定

桃家小河与大白河汇流点附近的泥石流保护对象有昆明与东川连接的功山一新村公路上的重要公路桥、团结渠取水坝、汇流点附近左岸的 7 座民房、宽谷地段浆砌石河堤围起来的现有农田等。通过排导槽或者导流堤固定河道之后，还可以在两岸开发大约 300 亩的农田。

桃家小河主河的泥石流治理方面，大白河汇流点上游方向大约 4.5 公里处，东川区泥石流防治研究所设计建设的拦沙坝。虽然建成只有三年左右但已经被淤满，泥石流的拦蓄效果已经变小。该拦沙坝目前的拦蓄效果考虑在内的治理率也就是 20% 左右，为保护下游的重要设施还需要继续实施工程治理。

根据上述现状，桃家小河的泥石流治理基准点设定在功山一新村公路的公路桥（70.95km²）（与基本规划设定的基准点相同），以下进行泥石流治理研究分析。

2) 备选方案研究

根据 3.2 泥石流治理所列出的两个备选方案进行了初步设计，投资概算如下表所示。

表 R 43 桃家小河流域泥石流治理备选方案对比

支流流域	基准点	备选方案 1: 拦沙坝+排导槽			备选方案 2: 导流堤+堤首固床坝		
		拦沙坝数量	排导槽长度 (m)	工程费 (千元)	导流堤长度 (m)	固床坝数量	工程费 (千元)
桃家小河	1	3	3,290	13,661	3,290	1	9,776

3) 确定最佳方案

备选方案的经济评价如下表所示。对经济评价指标中的产投比（B/C）与纯经济价值（NPC=B-C）按照折扣率 8%、设施使用寿命 50 年进行了计算。效益方面，与豆腐沟一样，公共设施（公路桥、团结渠取水坝）的减灾效益与农田开发效益占 8 成左右。

表 R 44 泥石流治理备选方案的经济评价

流域	基准点	效益(千元/年)		备选方案 1 (拦沙坝+排导槽)				备选方案 2 (导流堤+堤首固床坝)			
				投资(千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)	投资(千元/年)		产投比 B/C	净现值 NPV B-C (千元)
		市场价格	经济价格	市场价格	经济价格			市场价格	经济价格		
桃家小河	1	981	834	14,111	11,994	0.81	-2260	10,226	8,692	1.13	1,163

根据上表中的经济评价结果，备选方案 1 的产投比低于 1，只有 0.8；备选方案 2 的产投比为 1.1，正好超过 1。几乎没有应该保护的房屋，因此建议选择经济性较好的备选方案 2（导流堤+堤首固床坝）作为最佳方案。

4) 最简方案的工程设施初步设计

最佳方案的工程设施汇总为下表，工程设施的位置参见卷首的优先实施项目概要图。

表 R 45 桃家小河基准点 1 的泥石流治理最佳方案概要

位置	工程设施	工程费估算 (千元)
辅助基准点 1-1	堤首固床坝（有效高度 5 米）1 座	1,172
基准点 1-1 至基准点 1	导流堤（深 4.5m、宽 41m）长 3,040m	7,950
基准点 1 至小江汇流点	导流堤（深 4.5m、宽 41m）长 250m	654
合计	堤首固床坝、导流堤总长度 3,290m	9,776

7.3 流域水土保持治理研究

1) 流域特征以及目前所面临的问题

流域内的林地占 39%，在四条优先流域中林地的比例最高。但林地结构方面，森林仅占 9%，但幼林比例高达 24%，推测还没有充分发育成长。

居民研讨会结果显示，与其他优先小流域一样，居民对造林与坡改梯的认识较高，项目实施可以得到居民的理解与支持。

然而居民所期待的林种比例为生态林 62%、经济林 25%、薪炭林 13%。

2) 生物治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针，对本流域的生物治理作出下述规划。

表 R 46 流域水土保持生物治理概要

治理	项目	内容
荒山草地 造林	规划面积	针对 10.98km ² 的荒山草地实施造林。
	树种	生态林、经济林、薪炭林的比例东川区为 80: 8: 12，会泽县为 80: 5: 15。生态林造林树种：云南松/麻栎、高山松、华山松/旱冬瓜、坡柳/苦刺、苦楝/膏桐等；经济林采用核桃、板栗、花椒等；薪炭林采用圣诞/相思、马桑等
	投资	包括附属设施在内的总投资为 995.7 万元
	效益	树木成长后的总收益 212.3 万元/年
崩塌地 造林+治坡	规划面积	针对 1.03km ² 的崩塌地实施
	树种	采用生态林中的云南松/麻栎、苦刺/坡柳、高山松
	投资	总投资 1003.1 万元
	效益	树木成长后的总收益为 71.2 万元/年

3) 工程治理

根据 3.3 流域水土保持治理中确定的方针，对本流域的工程治理作出下述规划。

表 R 47 流域水土保持工程治理规划概要

治理	项目	内容
冲沟 侵蚀治理	规划长度	总长度 45 公里
	设施数量	谷坊 1216 座（平均间隔 37 米）
	投资	总投资为 442.6 万元
	效益	总效益为 16.2 万元/年
坡改梯	规划面积	3.18km ² 的坡耕地
	投资	总投资为 731.4 万元
	效益	总效益为 59.2 万元/年

7.4 非工程治理研究

1) 本流域的灾害特征与非工程治理

本流域的首要问题是山区的滑坡与陡坡崩塌。7.2 泥石流治理研究所叙述的那样，主河泥石流治理采用导流堤，因此发生泥石流时，不要接近河道至关重要。为此，预警预报系统等警戒避难措施也是必不可少的。

对于这些灾害提出下表所列的灾害图运用、群测群防强化、以及 8 预警预报系统项目中所述的建设预警预报系统等治理措施。

表 R 48 非工程治理的对象灾害

非工程治理	主要对象灾害	主要保护对象
灾害图运用	泥石流、滑坡、陡坡崩塌、洪水	豆腐沟全流域
强化群测群防	滑坡、陡坡崩塌	山区的村庄
预警预报系统	泥石流、洪水	下游河道附近的村庄

群测群防主要是针对山区村庄附近的滑坡与陡坡崩塌。泥石流的危险性通过阿旺镇→村委会→村民小组这一信息网络，通知到河边村落的居民。最根本的降雨信息，通过预警预报系统获得。根据群测群防和预警预报系统的信息开展撤离避让等活动时，充分利用灾害图。

2) 灾害图运用

分别绘制两种灾害图，即广域灾害图与区域防灾地图。

豆腐沟全流域的广域灾害图由小江工程管理局绘制，并且复印提供给相关部门。目前一段时期内采用调查团绘制的灾害图，以后参考灾害发生情况、土地利用变化等情况，每 5 年修改一次。

区域防灾地图通过居民研讨会由居民自己绘制，并标出该地区的灾害隐患点、撤离躲避地点、撤离线路等。区域防灾地图主要由下述 43 个群测群防强化候补区域绘制，完成后配送给有关行政部门，并在群测群防负责人的住所张贴以便居民阅览。

3) 强化群测群防

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照广域灾害图, 选择出 43 个村落作为强化候补对象。选择标准为滑坡警戒区域或者陡坡地崩塌警戒区域分布的住户在 10 户以上的村落作为候补对象。

这 43 个候补村落究竟哪些最终确定为群测群防强化村落, 还需要通过实地调查决定。

8. 预警预报系统建设项目

8.1 预警预报系统优先实施项目的内容

小江流域急需实施预警预报系统的改善与升级换代, 基本规划中提出分两个阶段建设预警预报系统。

预警预报系统优先实施项目的目的如下:

- 设置 8 个自动雨量计来掌握小江流域整体的降雨概况, 作为洪水土砂灾害预测的基础信息提供给有关部门。
- 为了从泥石流灾害中保护东川城区大约 6 万人的生命财产安全, 在东川城区流域重点设置自动雨量计 (8 个雨量计中 3 个设置在该流域)、配置泥石流感应器监测泥石流的发生, 这些信息除了传输给各有关单位之外, 通过城区设置的警报站直接向居民发出避难警报。

8.2 系统式样

1) 信息收集子系统

在小江全流域设置 8 个自动雨量站, 其中有 3 个自动雨量站集中配置在东川城区流域, 自动雨量站尽可能设置在公共建筑的占地范围内, 另外在东川城区流域的 8 条泥石流沟的现有拦沙坝或者规划新建拦沙坝上设置泥石流监测站, 泥石流感应器采用实际运用较多的钢索感应器。雨量与泥石流发生感知数据将通过 GSM 移动通信线路传输到小江工程管理局内的防灾信息中心。

另外, 东川区气象局也计划在区内的 10 个点设置自动雨量计, 目前正在筹备阶段, 计划 2006 年 4 月 30 日投入使用。系统的合并统一当然应该考虑, 但目前气象局将要设置的自动雨量站的详细规格还未明确, 也没有与气象局建立合作关系, 因此按照本预警预报系统单独也可以发挥作用来规划。

2) 信息处理子系统

信息处理子系统方面, 小江工程管理局防灾信息中心内设置雨量、泥石流监视控制装置。

雨量、泥石流监视控制装置由自动雨量站监视控制装置以及演算装置 (泥石流监视装置)、终端显示器、彩色激光打印机、网络服务器组成。自动雨量站监视装置接受自动雨量站以自动启动方式传输进来的雨量信息以及泥石流感知信息 (钢索感应器的信息)、然后通过局域网将接收到的信息输出到演算装置 (泥石流监视装置), 根据警戒值经行警报判定, 判断泥石流发生的危险程度。

3) 信息传输子系统

信息传输子系统中,在东川城区的泥石流泛滥区域设置 9 个警报站,警报监视控制装置设置在小江工程管理局的防灾信息中心。另外,信息处理子系统加工处理的信息将输入网络服务器,通过因特网提供给三县区的防汛抗旱指挥部以及有关部门。出现大雨暴雨时,还将通过电话或者传真将降雨、泥石流信息传送给防汛抗旱指挥部、有关部门以及该区域的乡镇政府。

警报站建议采用中国也可以生产的简易型警报站。简易型警报站基本上包括功放器、喇叭、电源、电缆保护器,功能比较简单,只是对输入的警报模拟音或者讲话声音进行放大发送。

4) 预警预报系统优先实施部分的投资与维护管理费用

上述系统的投资为 253 万元,建成后前三年的维护管理费为 7.9 万元/年,三年以后的维护管理费用为 18 万元/年。

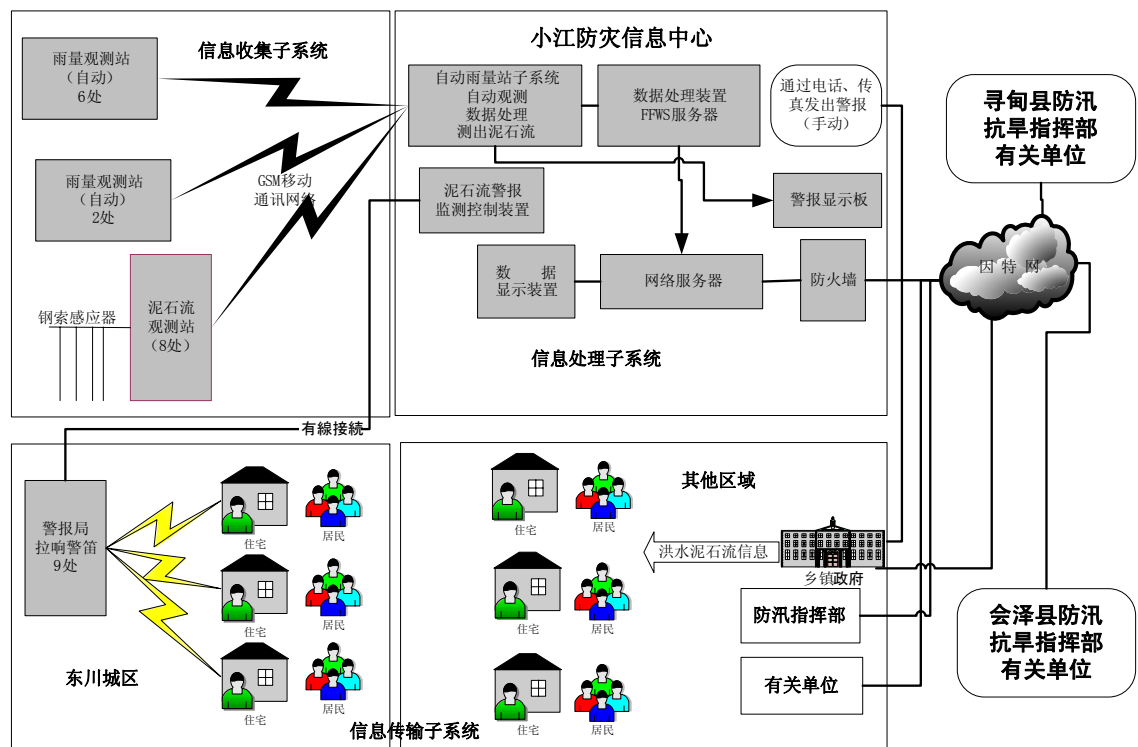


图 R 9 预警预报系统概念图

8.3 防灾信息中心的业务内容

小江工程管理局（暂定名称）内设置的防灾信息中心主要负责下述业务。

- 自动雨量观测站的监视控制
- 根据收集到的雨量数据进行洪水、泥石流发生解析、分析以及分类保存
- 从泥石流监测站传输来的泥石流发生信号的显示、打印、记录
- 控制在东川城区设置的警报站
- 通过网络、紧急情况下通过电话或传真将水文信息、泥石流信息传输给 3 县区的防汛抗旱指挥部、有关部门、乡镇政府。
- 预警预报系统设备的维护管理

9. 设立小江工程管理局

9.1 设立新机构的必要性

小江流域面积达 3058 平方公里，因为地跨昆明市（东川区、寻甸县）和曲靖市（会泽县），希望最好能实施省级广域管理。该区域面临着泥石流、环境修复、区域开发、贫困对策等多方面的问题，需要有专门的机构综合考虑解决这些问题。

9.2 新机构的基本方针

1) 工程管理局

中国近几年的公益项目一般设立项目法人作为项目的专门管理机构。项目法人有总公司、工程管理局等多种形式。类似本项目这样的收支平衡比较困难的项目，采用介于政府机关与民营企业之间的工程管理局。综合考虑这些状况，建议设立小江工程管理局（暂定名称）作为本项目的实施机关。

2) 建成后负责运营管理的半永久性机构

设施建设完成后，项目实施机构接着负责运行管理，可以使项目充分发挥效益，为此小江工程管理局将是项目完成后继续进行运营管理的半永久性机构。但为了防止机构过与庞大，充分发挥现有机构的多年积累的经验，工程设施的维护管理、森林管护、预警预报系统的维护管理、群测群防的强化支持等具体业务对外委托承包，工程管理局进行实施管理，确保对外委托业务的顺利实施。

3) 小江工程管理局的业务内容

小江工程管理局的业务内容如下：

表 R 49 小江工程管理局的业务内容

名称	小江工程管理局（暂定名称）		
主管部门	云南省（水利厅）		
行政级别	县处级或者副局级		
目的	减少土砂灾害、修复自然环境、区域开发建设（贫困对策）		
作用	- 土砂灾害治理、环境修复、区域开发建设（贫困对策）一体化推进，实现山、水、林、田、路综合开发治理。 - 从项目规划、资金筹集、工程建设到后期管理全程参与。 - 顺利地与有关部门、有关县区协调。		
业务内容	规划、实施、运营管理	筹集资金、还贷、管理	不仅限于海外融资机构的贷款，还有效地争取长江上游水土保持等各种项目资金、环保团体的捐款等。
	规划阶段	编制项目规划	进行调查、测量、设计，编制项目规划。
	实施阶段	项目实施与工程建设管理	在考虑优先顺序与治理效益的同时，实施项目，进行建设工程管理。
	运营阶段	设施的维护管理	对建成的设施（工程设施、林地、梯田、治坡工程等）进行维护管理。
		通过泥石流治理，开发出的农田的管理	通过土砂灾害治理，堆积扇等可以开发为农田，进行这些可开发利用土地的开发和管理。
		预警预报系统的运营管理	建设预警预报系统并进行运营管理，将灾害的危险信息传达给有关部门。
		支持群测群防	对群测群防的对象区域提供资金、技术方面的支持。
		监测	每 5 年利用航片或者卫片对水土保持效果、造林地的生长状况进行监测。
		技术开发与普及	开展灾害图制作、水土保持监测、环境修复技术、泥石流治理技术、经营管理技术、副产物加工、再次利用技术等研究开发与普及活动。
	培训与技术指导		对群测群防的相关人员、护林员等进行培训与技术指导。

4) 小江工程管理局的职员人数

项目阶段不同业务量也不同，小江工程管理局由正式职员、临时职员、有关单位抽调来的职员组成，职员人数在 18~42 人之间弹性变动。

5) 机构的行政级别以及与现有部门机构之间的关系

小江流域面积大、跨越多个县区，因此小江工程管理局（暂定名称）应该与县区同级或者高于县区级，机构负责人应该是县处级或者副厅级。工程管理局与现有部门机构之间的关系如下：

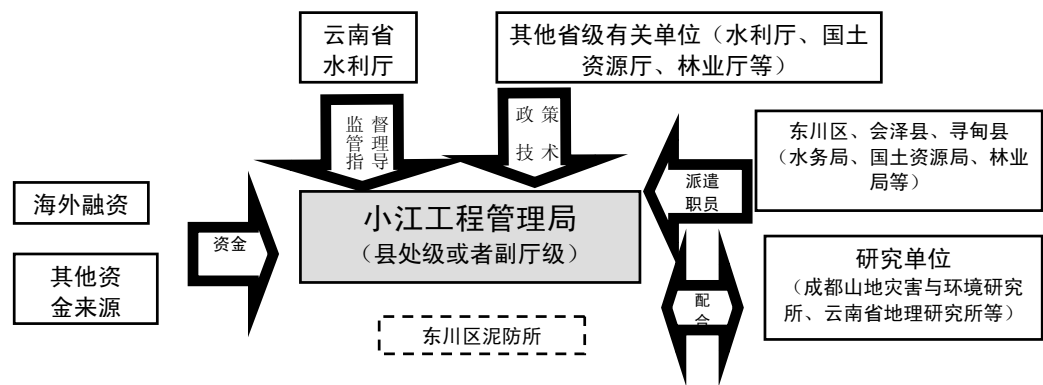


图 R 10 基本规划的实施体系

9.3 机构设立过程

项目实施前，由项目主管部门云南省水利厅向云南省发展与改革委员会、国家发展与改革委员会申报，发展与改革委员会审批项目。审批文件中明确项目内容、资金来源、项目实施机构，可以根据审批文件进行资金筹集、机构设置。

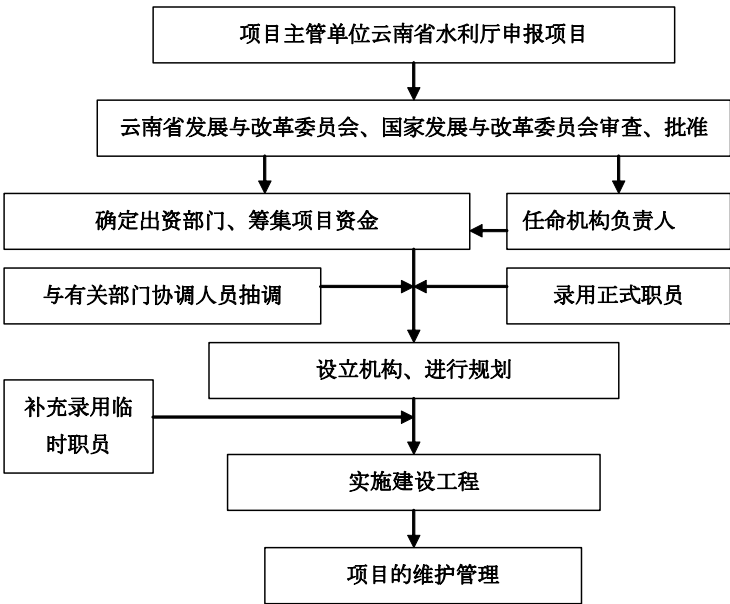


图 R 1 1 新机构设立过程

9.4 财务计划分析

负责实施这一公益项目的小江工程管理局原则上依靠税金投入维持运营。但是为了最大限度减少政府负担、消除居民之间的不公平感，希望对有一定收入的项目收入适当的费用。虽然不可能实现财政自立，但也可以减轻运营、维护管理费用中的财政负担。

小江工程管理局的年度维护管理费为 1194 万元，现实可能达到收益为 480 万元，远远少于维护管理费用。项目属于公益项目，依靠税收资金投入等公共资金补助，在机构设立阶段就需要确立公共资金补助制度。

表 R 50 工程管理局的收益与费用比较

项目		数量	计算单位	收益/费用 (千元/年)
收益	农田开发	16,000 亩	300 元/亩/年	4,800
	经济林	59,000 亩	—	0
	农田改良	270,000 亩	—	0
	合计			4,800
参考	CDM 交易收益	845,000 亩	10.4 元/亩/年	8,788
费用	泥石流治理设施的 维护管理费	5 亿元	0.30%	1,500
	造林的维护管理费	12 亿元	0.50%	6,000
	管理局的管理费 (工资等)			540
	预警预报系统	5 亿元	0.30%	1,500
	群测群防			2,400
	合计			11,940

10. 项目实施计划

10.1 副产物利用

1) 农田开发

当地地形陡峭，优质农田资源有限，农田开发也是一个非常重要的课题，特别是豆腐沟、桃家小河是东川区国土资源局规划的农田开发重点地区。根据本次调查结果，通过实施泥石流治理，豆腐沟计划开发农田 1000 亩（67 公顷），桃家小河计划开发农田 1300 亩（87 公顷），开发对象为荒滩。修建导流堤的同时，配套建设农场、机耕道、灌溉设施，开发出来的农田计划承包给农民使用。

2) 造林产生的副产物

本规划中针对 40 平方公里的荒山草地实施造林，其中经济林占 7%，相当于 2.8 平方公里。如此广阔的造林区域产生的可利用副产物有旅游开发、利用木材加工民间工艺品、食用菌、野菜、中草药栽培、水果加工等。

10.2 项目实施计划

本报告书研究对象的优先小流域，作为基本规划中的优先实施项目，实施目标年度为 2010 年。

如下表所示，2007 年开始设计、施工，2010 年项目全部实施完成。

表 R 51 优先实施项目实施计划

项目名称	2007	2008	2009	2010
1. 豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复				
2. 乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复				
3. 东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复				
4. 桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复				
5. 利用自动雨量计构建预警预报系统				

10.3 运营管理计划与人才培育计划

1) 运营管理计划

关于优先实施项目的运营理由小江工程管理局负责。主要内容为：规划、设计、工程管理、工程设施、森林、预警预报系统的维护管理等委托现有机构负责实施；工程管理局负责财务管理、对外委托业务与工程的管理、流域管理。

2) 人才培育计划

人才培育的对象为小江工程管理局的职员、有关单位（水务局、林业局、国土资源局、东川区泥石流防治研究所等）的职员以及群测群防负责人、护林员、居民代表、项目受益者一居民等在项目实施第一线工作的人员，为此将培育对象分为四个群体，编制了人才培育计划。

表 R 52 小江优先实施项目的人才培育计划

培育对象	人才培育目的	研修项目	培育方法
小江工程管理局的职员	提高管理能力 提高技术技能	招标资料编制、预算方法、施工管理方法、设施维护管理方法、预警预报系统运用方法、灾害图绘制方法、监测方法、灾害发生后的实地调查与分析方法、格栅坝的淤积状况观测、干热河谷造林与培育方法等	- 日常业务中的能力培训提高(OJT—on the job training) - 由业务承接单位、工程承包商实施培训
有关政府部门的职员	提高管理能力 提高技术技能 与其他部门的交流	同上	- 抽调到工程管理局 - 日常业务中的能力培训提高(OJT—on the job training) - 由业务承接单位、工程承包商实施培训
群测群防负责人、护林员	提高技术技能 提高素质	观测仪器的保养、使用方法、信息传输方法、灾害征兆现象、撤离引导方法等	- 参与施工 - 举办研讨会 - 参加防灾训练演习
居民	提高防灾意识 提高环保意识	间伐方法、幼林抚育保护方法、应杜绝的森林破坏活动、信息传输方法、对居民的宣传方法等	- 参与施工 - 举办研讨会 - 参加防灾训练演习

10.4 项目投资概算

各流域各治理项目的投资概算统计结果见下表。概算采用 2005 年 1 月的物价以及汇率。汇率为 1 US\$=人民币 8.2865 元=102.44 日元，物价上涨预备费按照年率 2% 的物价上涨率计算。

表 R 53 优先实施项目工程费用概算统计表

单位：千元

项目名称	2007	2008	2009	2010	合计
1. 豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复	8,044	12,860	3,172	3,171	27,247
2. 乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复	10,310	17,673	17,673	17,673	63,329
3. 东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复	8,436	16,872	16,872	16,871	59,051
4. 桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复	8,623	15,201	9,065	9,065	41,954
5. 利用自动雨量计构建预警预报系统	1,265	1,265	0	0	2,530
合 计	36,678	63,871	46,782	46,780	194,111

* 不含物价上涨预备费。

表 R 54 优先实施项目投资概算统计表

单位：千元

项目名称	2007	2008	2009	2010	合计
1. 豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复	8,369	13,647	3,433	3,501	28,950
2. 乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复	10,727	18,755	19,130	19,512	68,124
3. 东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复	8,777	17,905	18,263	18,627	63,572
4. 桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复	8,971	16,131	9,812	10,008	44,922
5. 利用自动雨量计构建预警预报系统	1,316	1,342	0	0	2,658
合 计	38,160	67,780	50,638	51,648	208,226

* 含物价上涨预备费。项目投资=上述工程费用+物价上涨预备费

10.5 资金筹集

关于实施项目所需的资金，主要依靠海外金融机构的贷款，同时也尽量向昆明市、曲靖市、云南省以及中央等各级政府筹集资金。此外与长江上中游水土保持重点防治工程、世行项目同样，在造林、坡改梯等工程中考虑当地居民的投工投劳，这样项目总投资 2.08 亿元中，可以减少政府负担大约 15%。

1) 居民投工投劳事例

造林对象土地的土地使用者不仅经济林开发、一般的造林也有间伐木材的销售收入。坡改梯不仅可以提高耕地的保水能力、改良土壤，改为梯田后可以栽种经济价值高的农作物，提高单位面积产量。造林与坡改梯的受益者为土地使用者，这一点非常明确，因此要求居民承担部分项目实施也是合理的。在居民承担的方法方面，因为是现金收入较少的贫困地区，一般情况在工程建设中投工投劳。在自己的土地上自己进行造林或者坡改梯，无论在拥有权方面还是在掌握维护管理技术方面都是一件好事。

1989 年长江水利委员会开始实施长江上中游水土保持重点治理工程。小江流域附近的会泽县是重点治理地区，实施坡改梯、小型蓄水池、造林（水保林、经济林）、沼气池、节能灶、灌溉水沟、封山育林、拦沙坝、谷坊等建设。下表中列出了 2005 年度的项目预算，总投资 500 万元中中央与地方的补助不足 35%，居民投劳折资占 65% 以上。拦沙坝、谷坊等相对规模较大的土木工程全部由政府补助，通过招标建设。其他工程政府提供材料补助，居民投工投劳实施。

世行贷款项目《云贵鄂渝四省市水土保持流域治理项目（Changjiang/Pearl River Watershed Rehabilitation Project）》也计划安排居民投工投劳。该项目中云南省的项目投资为 4000 万美元，其中投工投劳占 20%（折资约为 800 万美元）。根据云南省水利厅的信息，荒山荒坡造林、经济林造林等工程中，政府提供材料、栽种等作业由居民投工投劳。

2) 造林与坡改梯中居民参与的积极性

第 2 章说明过的林业方面居民研讨会的问卷调查结果，其中关于造林与坡改梯中居民劳动参与（投工投劳）的积极程度的调查部分汇总为下表。从该表可以看出，流域之间的差别不大。总体而言，造林方面“可以无偿提供劳动”（投工投劳）占 63~82%， “应该给与报酬”占 18~36%。坡改梯方面正好相反，“应给予报酬”占 45~67%， “无偿提供劳动”（投工投劳）占 29~48%，也许原因在于坡改梯是涉及到地形改变的重体力劳动。该调查体现出三分之一到半数的居民“可以无偿提供劳动”（投工投劳），说明了居民的迫切心情与强烈的意愿。

根据上述情况可以判断居民完全可以接受投工投劳。

11. 项目评价

11.1 经济评价

优先实施项目整体的经济评价结果见下表，表中列出了加上预警预报系统、强化群测群防、环境管理、工程管理局的费用后的计算结果。优先实施项目的内部收益率为 10.91%，加上预警预报系统等的投资后，内部收益率仍然达到 10.09%，均高于中国治水相关公共事业的择机费用 8%（《汉江中下游洪水预警预报规划调查》，JICA，1992 年 7 月）与中国环保项目的预测水平 5% 以内（《中国四川省安宁河流域造林规划调查》，JICA，2002 年 7 月），项目在经济上是可行的。

表 R 5 5 优先实施项目整体的经济评价

项目	投资		效益		内部 收益率 IRR	净值 NPV B-C (千元)	产投比 B/C
	单纯合计	现值	单纯合计	现值			
	(千元)	(千元)	(千元)	(千元)			
1. 豆腐沟流域	27,306	19,266	103,808	19,356	8.04%	90	1.00
2. 乌龙河流域	66,107	43,595	252,333	43,807	8.04%	212	1.00
3. 东川城区流域	58,416	39,492	473,487	86,433	16.89%	46,940	2.19
4. 桃家小河流域	43,115	29,164	177,135	31,147	8.54%	1,983	1.07
优先实施项目整体 (泥石流治理+造林)	194,945	131,517	1,006,763	180,742	10.91%	49,225	1.37
优先实施项目整体 (含预警预报, 群测群防, 环境 管理、工程管理局费用)	240,880	144,271	1,006,763	180,742	10.09%	36,471	1.25

注) 现值基准年为 2005 年, 折扣率为 8%。

上述经济评价中作为计算基础的投资与效益也有一些不确定的因素。为此设定费用增加 0%、10%、20%，效益降低 0%、10%、20% 三种情况，下表中列出费用与效益变动组合，计算内部收益率，进行敏感分析。

表 R 56 优先实施项目的经济敏感性分析结果

预测情况		费用增加 (项目投资与维护管理费)		
		0 %	10 %	20 %
效益 减少	0 %	10.09 %	9.97 %	9.17 %
	10 %	9.08 %	9.00 %	8.25 %
	20 %	8.02 %	8.00 %	7.30 %

只有在费用增加 20%、效益减少 20% 的情况下，内部收益率降低到 7.30%，其余变动情况的内部收益率都高于 8%，因此判断这一程度的变动，可以确保治水相关的公益项目的择机成本 8%。

11.2 财务能力评价 (偿还能力分析)

优先实施项目的总投资约为 2.08 亿元，如前所述通过居民投工投劳，政府资金负担为 1.76 亿元，其中 90% 的项目在东川区，10% 的项目在会泽县，关于项目投资的资金来源，云南省水利厅、东川区、会泽县希望海外金融机构提供贷款。

假设 1.76 亿元按照宽限期 10 年、利息 0.65%，30 年全部还清的话，如表 11.2.1 所示，本息合计金额约为 1.98 亿元，2019 年最多每年要还贷 990 万元。按照东川区 90%、会泽县 10% 分配，各自每年要还贷 890 万元与 90 万元。

从东川区的财政状况来看，包括上级政府的补贴在内，2002 年的财政支出为 2.51 亿，从增长状况来看，1990 年到 2002 年的 12 年之间，财政支出增加了 5.7 倍。如果今后按照这个速度持续增长，17 年后的到 2019 年将是 2002 年的 8 倍，达到 20.08 亿元。从 20.08 亿元中偿还 890 万，还款负担只有为 0.4%，并非一个不可能的数字。即便如此对东川区而言还是一个大的负担，希望昆明市、云南省等上级机关以及中央给与财政支持。

会泽县的财政规模相对较大，而还贷负担相对较小，与东川区相比较为有利。与 202 年度的财政支出 5.88 亿元相比，最大贷款偿还金额 90 万元仅占财政支出的 0.2%，

从今后的经济发展考虑，预测完全可以还贷。但是为了保持财政的健全与稳定，与东川区同样，希望上级机关（曲靖市、云南省）与中央给与财政支持。

从国外贷款利用项目事例来看，昆明市西山区滇池北岸水环境（总投资 38 亿元，50 %利用日本国际协力银行日元贷款），已经通过国家发展改革委员会的批准，目前正在做实施准备，贷款由昆明市偿还。参照这个先例，优先实施项目的贷款偿还，由昆明市、曲靖市或者云南省负担或者部分负担当然也是有可能的。

1 1. 3 技术评价

本次调查规划原则上采用当地现有技术，因而优先实施项目在技术方面也基本没有问题，当地现有技术也可以充分发挥效果。

其中，滑坡与陡坡崩塌的灾害图绘制、格栅坝是日本经过多年的观测、调查研究、施工运用等经验积累的基础上开发、改良的技术，有些也许不能在小江流域直接运用。因此，也需要中方在观测数据、调查研究、施工运用的基础上，根据小江流域的特性进行必要的改进。

灾害图

如 2.3 灾害图绘制所述，陡坡崩塌与滑坡警戒区域都是参照 2001 年 6 月日本财团法人砂防边界整備推进机构编制的《土砂灾害防治基础调查手册》设定。例如，按照坡面坡度 30 度为标准判断陡坡崩塌，坡面下端以下最大 50 米范围为灾害可能波及的区域。滑坡警戒区域为滑坡体末端最大 250 米范围。泥石流危险区域采用日本开发的火山泥流解析模型（二次元浅水流、不等流）推算泛滥区域。

这些方法是日本在长期观测分析的基础上总结编制的手册，能否直接适用于小江流域还是一个问题。如果有灾害发生后的（发生时间、降雨量、崩塌、滑坡、泥石流泛滥区域）调查数据，还可以进行验证，但小江流域有没有这些数据，除了在泥石流泛滥计算中使用了小江流域观测到的泥石流浓度数据之外，其余部分只能直接运用日本编制的手册绘制灾害图。这些手册特点原本就是今后随着观测、分析进行随时修改完善，今后小江流域也需要在观测、调查的基础上，首先根据调查数据验证本次调查绘制的广域灾害图，根据需要进行修改以至于编制独自的手册。

通过型拦沙坝（格栅坝）

本规划研究中，从泥石流、洪水发生时的土砂拦蓄效果考虑，提出的工程措施治理以日本新技术的通过型拦沙坝（混凝土格栅坝）为主。通过型拦沙坝为了拦蓄泥石流，必须使泥石流能够持续堵塞格栅。格栅宽度过宽，土砂直接从格栅流过；格栅宽度过窄，受坝体的阻碍使流水拥堵，泥石流龙头所含的砾石不能到达开口部分，因而不能堵塞格栅，不含巨石的后续流直接从拦沙坝流过，因而不能充分发挥拦蓄作用。

因此为了确保保护对象的安全不受土砂灾害的影响，格栅坝的格栅部分的设计技术非常重要，本次调查规划中对每条研究对象溪流的 1 个点（400 米范围）进行了巨石粒径调查，使用日本根据试验与观测结果总结出的实验公式等确定格栅宽度与钢铁横栏的间隔。今后在施工设计时，参考日本最新技术情报的同时，需要对拦沙坝规划地点上下游各 200 米范围进行巨石粒径调查以及水理模型试验，充分分析研究格栅宽度与坝体造成的水流拥堵、格栅宽度与开口部堵塞的关系的基础上进行设计。拦沙坝建成后，定期观测泥沙淤积状况、利用格栅宽度与土砂拦蓄量等相关数据进一步改良完善设计方法。通过这些成果的积累，小江流域可以开发确立独自的设计技术。

施工方面不需要特别先进的技术，但施工现场的地形条件差，大型土木施工机械难以进场，施工作业主要依靠简易机械与人力。因此骨材（掺料）粒度测试、水分测试、坍落度测试等质量检测要保持足够的频率，控制混凝土强度等的质量差别非常重要。

治坡工程

治坡工程的目的在于防治崩塌地和冲沟的侵蚀和崩塌。目前为此，小江流域造林重点放在无林地上，费用较高的崩塌地、冲沟推后治理。本次调查认为，控制崩塌地和冲沟的扩大非常重要，因此提出实施治坡工程。治坡工程以栅栏、竹埂、草帘覆盖和造林为中心，工程本身利用当地的传统技术就完全可以。又且附近的四川省安宁河流域正在实施的 JICA 项目，治坡工程的试验施工正在进行，通过与该项目的交流就可以进行技术培训学习。治坡工程试验施工中所遇到的问题是缺少治坡工程所需的合适的木材因而使用竹材，除此之外没有什么特别的问题。（这些区域没有采用治坡工程的原因与其说是技术方面的问题，到不如说是经济方面的，此外还有对于崩塌地实施治坡工程的基础上进行造林的必要性认识不足。

严酷条件下的造林技术开发

海拔 1500 米以下区域的造林树种，根据当地实际造林情况选择坡柳、苦刺，基本上没有太大的技术问题。但是在自然条件严酷的干热河谷，这些树种也有可能不能充分发育成长，在这种情况下需要进行充分的监测，如果难以发育成长的话，可以选择龙舌兰等对于干热河谷的适应性更强的树种来对应。

1 1. 4 环境与社会影响

1) 综合评价

本项目是针对可能遭受泥石流、滑坡灾害，在脆弱环境中居住的居民而设计规划的土砂灾害治理项目及自然环境修复项目，受益者为东川城区流域的城镇居民、商业设施、农民，乌龙河流域、豆腐沟流域、桃家小河流域的受益者以农户为主。通过项目实施，彻底缓解灾害发生、环境恶化以及由此导致的地方经济发展滞后、以及森林破坏、流域荒废等土砂灾害、自然环境恶劣的恶性循环，使上述受益人员的生活基础得以安定，为地方经济的可持续增长奠定坚实的基础。

项目区的流域内，据介绍由于森林破坏，狼、豹等大型兽类已经基本绝迹，飞来越冬的黑颈鹤数量也在急速减少。通过本项目实施，水土保持功能恢复、森林植被的恢复，将来目前不能确认生存的动植物也会得到恢复，因此本项目不仅在经济方面，而且在自然环境方面也将产生显著的效益。

通过环境影响评价调查，本项目在建设施工期间，在一定范围内可能会产生负面影响。但这些影响并非重大影响，采用常规或者当地传统采用的措施完全可以缓解。

2) 环境管理计划

上述评价结果与提出的缓解措施汇总为下表。缓解措施以施工单位与项目实施机关为主实施。实际上，接受项目实施机关委托的项目环境管理工程师（以下称环境管理人员）与负责施工时的环境管理的工程师（以下称施工环境监理工程师）在确保这些缓解措施的落实方面发挥重要的作用。

表 R 57 项目的环境影响与提出的主要环境保护措施

环境影响	评价	缓解措施	实施部门	实施期间
泥石流灾害治理				
工程建设对周边交通的影响	可以改善	不影响项目规划的前提下，对交通量大、交通瓶颈地点给与充分的考虑，尽量避免工程过于集中，实现平稳施工。施工开始前，通知影响范围内的居民。在实施设计阶段，列入施工合同。	施工部门	施工开始前与施工期间
工程开挖对动植物的影响	影响程度有限，并可以改善	站在安全的角度，施工开始前，对施工现场再次进行实地调查，如果发现珍稀物种采取相应的保护措施。施工期间张贴照片，动植物保护项目编入施工手册，对施工人员进行培训。	项目实施部门	施工开始前与施工期间
混凝土搅拌过程中发生的碱性污水影响水质	可以缓解	施工废水集中进行中和处理。属于设备投资，需纳入投资概算。实施设计阶段，纳入施工合同，确保实施。	施工部门	施工期间
废土废渣废物处理不当	可以缓解	施工废弃物集中堆放到指定地点，并采取防护措施。实施设计阶段详细内容列入施工合同。	施工部门	施工期间
施工机械油污泄漏对水质、土壤产生一定的影响	可能性很大，但可以改善。	加强设备维修保养，避免漏油。妥善处理废油，防止泄漏。在实施设计阶段，设备维修保养周期纳入施工合同。	施工部门	施工期间
施工机械噪音与振动对当地环境的影响	影响有限可以改善	合理安排工期，避免工程集中。开始使用工程设备前，对设备进行检查保养，使设备保持良好的性能，避免维修保养不好而产生的异常振动。居住地附近禁止夜间施工作业。本条款也要纳入施工合同。	施工部门	施工期间
流域水土保持治理				
坡改梯会改变原有土地的界线，需要重新分配土地，因而成为纠纷的原因	可能性很大，但可以改善	严格按照传统方式（土地置换、按比例分配）进行。施工前测量各户的耕地面积，按比例分配。需要居民之间协商确定。	项目实施部门、居民、村委	施工开始前与居民协商
坡改梯搅乱了表土，导致土地生产力下降	有可能	本项目实施工程中，采用当地坡改梯工程实际采用的表土处理方法。	施工部门	施工期间
坡改梯施工期间不能耕种，影响农民的生产生活	可能性很大，但可以改善	坡改梯尽量在秋收后至春播前的农闲季节实施，较少影响程度。尽可能使居民参与工程建设，增加收入。实施设计阶段指定合理的施工安排。	由施工部门与项目实施部门调整	施工期间
由于坡改梯施工，表土搬移，可能产生水土流失	可能性很大，但可以改善	选择在旱季施工，避免产生雨水冲蚀。实施设计阶段，本条款也要纳入施工合同。	施工部门	施工期间
造林与治坡工程				
苗木移栽对动植物等生态系统的影响	有可能	对作业人员进行培训避免对生态系统产生不良影响。动植物保护条款列入施工手册，对施工人员进行培训教育。	实施机关与施工部门	施工期间
植被完全恢复之前，水土流失继续	可能性大但可以改善	在植被恢复之前，定期移栽苗木，监测水土流失。	项目实施部门	造林实施到植被恢复
肥料、农药使用量增加	可以改善	强化农业资料器材的使用管理政策（对农户宣传、教育、技术普及）。	项目实施部门	长期

1 2. 结论与建议

1 2. 1 结论

本次调查规划在 2004 年 3 月启动,用了一年多的时间进行基础调查与基本规划编制,2005 年 5 月提交了中间报告书,发表了小江全流域的土砂灾害治理与自然环境修复的基本规划方案。

基本规划方案是一个综合性规划,在泥石流治理方面包括拦沙坝、导流堤等,流域水土保持治理方面包括造林、治坡工程、坡耕地造林(退耕还林)、坡改梯,非工程治理方面包括预警预报系统等,以及基本规划的实施、运作、管理机构建设(新设小江工程管理局)。项目内容又分为两个部分,即 2010 年为目标完成的项目作为优先实施项目与 2020 年为目标完成的长期规划部分。项目总投资约为 24 亿元,从经济、财政负担能力、技术、社会环境等方面综合分析判断是可行的。

基本规划完成之后,接着对优先实施项目中的四条优先小流域(豆腐沟、乌龙河、东川城区流域以及桃家小河)的土砂灾害治理与自然环境修复项目、预警预报系统建设项目、小江工程管理局设立项目等进行了可行性研究调查,2005 年 12 月,根据调查结果编制完成了最终报告书草案中的可行性研究调查报告。

四条优先小流域的优先实施项目是包括泥石流治理、流域水土保持、群测群防强化等非工程治理措施的综合治理项目。预警预报项目以针对全流域的降雨观测和针对东川城区的泥石流预警预报为重点设计。小江工程管理局以基本规划实施与规划建设完成后的运营管理为前提,建议该机构作为半永久性机构,业务内容中能对外委托的尽量采用对外委托承包的方式,人员方面根据需要灵活配置。优先实施项目的总投资约为 2.1 亿元,项目的可行性通过了经济、财政负担能力、技术、环境、社会方面的论证。

另外,不足两年的调查规划期间实施了各种各样的技术转移活动。首先在 2004 年 1 月发表实地报告书的同时,举办了技术转移研讨会,来自有关单位的大约 60 人参加了会议。2005 年 5 月,在 JICA 水利人才培育项目的配合下,在昆明举办了共同研修会,来自全国各地的水保工作人员 40 人、小江调查项目相关人员 36 人,共计 76 人出席了研修会。其他还通过各种技术交流会、20 多次的居民研讨会、滑坡简易观测设置示范、居民听证会进行技术转移与技术交流。

1 2. 2 建议

根据上述结论,调查团对中方提出下述建议:

1) 推动优先实施项目与基本规划的实施

小江流域土砂灾害与生态环境恶化导致地方经济发展停滞不前,这又导致森林破坏与流域荒废,这样的土砂灾害发生、自然环境恶化的恶性循环不断反复。为了遏制恶性循环、稳定居民的生活基础、实现地方经济的长期可持续发展,调查团强烈建议实施优先实施项目与基本规划。

2) 确保居民参与

上面提出的优先实施项目、基本规划中的造林、封山育林、坡改梯等工程主要在山腰坡面上实施,而这些又是众多百姓的所有地与生活基础。主河道治理中考虑采用的有计划改道、群测群防、灾害图绘制、居民搬迁、副产物利用等都是以居

民为主人公的活动与事业。因此脱离居民的规划编制、项目实施几乎是不可能成功的，因此从规划阶段开始，与居民的协商、确保居民的参与非常重要。

3) 通过观测、调查研究、经验积累进行技术改良以适合当地的特性

本次调查在规划编制与工程设计中采用的灾害图绘制、格栅坝等，对小江流域而言是全新的技术。这些硬件与软件方面的技术在日本也是经过长年累月的观测、调查研究、实际施工运用等经验积累不断开发改良，整理为技术方针、手册、论文，可能有些部分不能在小江流域直接运用。因此如 11.3 技术评价所述，希望中方通过观测、数据收集分析、水理实验等调查研究、施工经验的积累、工程治理效果监测、非工程治理调整等，进行技术改良以适应小江流域的特性，创立独自的技术方针、编制手册。

4) 环境影响评价的有关事项

根据中国政府的规定，本优先实施项目在实施前、需要办理环境影响评价的相关手续。环境审查所需的工作事项如下：

- 作为本次规划调查的一个环节，依据中国的《环境影响评价法》编制了中文版的环境影响评价报告书。该报告书由中国环评制度认可的正式环境影响评价机关编制，依照环境影响评价法的规定，报告书的内容包括（1）建设项目概况、（2）建设项目周围环境现状、（3）建设项目对环境可能造成影响的分析、预测和评估、（4）建设项目环境保护措施及其技术、经济论证、（5）建设项目环境影响经济损益分析、（6）对建设项目实施环境监测的建议、（7）环境影响评价的结论。因此在中国国内办理环评审批时可以直接使用该报告书尽快提出申请。审批程序如下：
 1. 项目业主将上述环境影响评价报告书提交省环境保护局。
 2. 项目业主根据建设项目环境审查受理中心组织的专家评审会议的评审结果，对环境影响评价报告书进行修改。
 3. 项目业主将环境影响评价报告书修改稿提交省环境保护局。
 4. 项目业主将受理中心出具的正式评审意见与环评报告提交下一级（东川区、会泽县环境保护部门）。
 5. 项目业主将环评报告书、受理中心出具的正式评审意见、下级环保部门的审查意见一并提交上级（省）环境保护局审批。

如果申请利用国际机构的贷款，还需要通过贷款机构的环境审查。提交贷款机构审查时就可以利用《附属报告书 K 环境与社会影响》。本报告书原则上根据日本国际协力银行的环境审查项目使用日语编制，如果向国际协力银行申请贷款就可以直接使用，如果向其他国际机构申请贷款，需要翻译为英语。

5) 避免非自发性搬迁与给与适当的补偿

预测东川城区流域土砂灾害治理产生的居民搬迁，在可研阶段的设计中，避免了搬迁的发生。在详细施工设计阶段，还需要继续采用各种方法进行研究分析避免非自发性搬迁与丧失生活基础的情况发生。如果经过细致的分析研究最终无法避免搬迁的情况下，尽量将搬迁控制到最小限度，补偿搬迁人员的损失，与搬迁人员达成一致的基础上采取切实有效的措施，补偿搬迁人员的损失。

经过详细的研究分析还是需要搬迁的情况下，必须依照《中华人民共和国土地管理法》（1998 年公布、1999 年 1 月实施）、《土地房屋拆迁管理法》（2001 年）制定补偿计划，支付搬迁补偿金。

如果项目利用国际金融机构贷款实施，在贷款审查前，需要根据《关于非自发性搬迁的实行政策》（2001 年 12 月）等国际公认的居民搬迁相关的技术导则编制搬迁计划。搬迁计划至少要满足下属三项要求。

- ① 项目实施主体需要对非自发性居民搬迁以及影响导致丧失生活基础的人员，在一定时期内给与充分的补偿以及帮助。
- ② 项目实施主体需要努力使搬迁人员的生活水平、收入机会、生产水平至少能够恢复或者超过搬迁前的水准。其中包括（对土地、财产损失）的土地与金钱损失补偿、可持续的替代生活方式等的支持、搬迁所需费用的支持、安置地的社区重建支持等。
- ③ 涉及到非自发性搬迁以及项目导致生活基础丧失的解决方案制定、实施、监测等必须促进受影响人员与群体的妥善参与。