

	
<p>豆腐沟 1 中游部分的冲沟侵蚀情况</p>	<p>豆腐沟 2 下游部分的河滩地（该土地未能得到利用）</p>
	
<p>豆腐沟 3 北支沟预定修建的拦砂坝位置附近的情况 （目前，土地未得到利用。）</p>	<p>豆腐沟 4 豆腐沟下游、经常受到泥石流灾害的威胁。</p>
	
<p>乌龙河 1 乌龙河两岸开垦了许多水田，是东川区重要的粮食生产基地。</p>	<p>乌龙河 2 李家湾附近，在拦砂坝和排导槽建设完成以后，， 迁居过来的农民。</p>

	
<p>乌龙河 3 薛家沟排导槽。在老龙箐修建了拦砂坝，沿薛家沟进行了分流。</p>	<p>乌龙河 4 在乌龙河中游盆地，由于采取了泥石流治理措施，农田开发得到迅速开展。</p>
	
<p>东川城区流域 1 深沟排导槽</p>	<p>东川城区流域 2 深沟排导槽以暗河形式通过城市中心。(直径约 10m)。</p>
	
<p>东川城区流域 3 石羊沟现状。虽然已经修建了排导槽，但是，必须改造。</p>	<p>东川城区流域 4 石羊沟 1 号拦砂坝。</p>



桃家小河 1
在上游的驾车乡梯田里，栽种着苞谷等农作物。



桃家小河 2
在驾车乡的山上，已经实施了退耕还林和坡改梯，但是，水土流失还是很严重。



桃家小河 3
下游部分的河滩地。建起部分堤坝，开垦了农田。



桃家小河 4
桃家小河最下游与大白河汇流点附近。



关于造林的研讨会
在会泽县驾车乡举行的研讨会。



防灾避灾研讨会
会泽县驾车乡村民参加的研讨会。



安装在铜都镇岩脚村梁子上的测量仪器 1
观测滑坡用的简易伸缩仪



安装在铜都镇梁子上的测量仪器 2
简易雨量计。



安装在铜都镇岩脚村梁子上的测量仪器 3
向村民说明测量的原理与方法。



联合研讨会（2005年5月23~27日）
与中国水利技术人才培养项目共同举办研讨会。
（2005年5月22~26日）。



最终报告书草案说明会（2005年12月2日）
向东川区有关部门说明最终报告书（2005年
12月2日）



居民听证会（2005年12月9日）
以东川居民为对象的听证会。居民们热情地参
加，其中有不少女性。

最终报告书 可行性研究报告

目录

最终报告书资料清单

调查对象位置图

优先小流域治理项目概要图

照片

页

第1章	前言	1-1
1.1	优先实施项目	1-1
1.2	优先小流域的特征	1-1
1.3	可行性研究调查	1-2
第2章	基础调查与解析	2-1
2.1	村民小组问卷调查	2-1
2.1.1	社会经济	2-1
2.1.2	防灾减灾方面	2-2
2.1.3	林业方面	2-3
2.2	举办居民参加型研讨会	2-4
2.2.1	防灾方面的居民研讨会	2-5
2.2.2	造林方面的居民研讨会	2-7
2.3	制作灾害图	2-8
2.3.1	通过泥石流泛滥解析推测泥石流灾害危险区域	2-8
2.3.2	滑坡灾害警戒区域	2-10
2.3.3	陡坡地的灾害警戒区域	2-11
2.3.4	召开灾害图技术交流会	2-12
2.4	为群测群防活动配置简易观测设备	2-13
2.5	环境影响评价的定位	2-13
第3章	优先小流域治理项目的基本方针	3-1
3.1	项目内容	3-1
3.2	泥石流治理	3-1
3.2.1	泥石流治理对象溪流与规划标准	3-1
3.2.2	工程治理	3-3
3.2.3	投资概算方法	3-9
3.2.4	效益计算	3-10
3.3	流域水土保持治理	3-12
3.3.1	采用的治理措施	3-12
3.3.2	治理措施的研究程序以及数量计算条件	3-13

3.3.3	规划制定	3-21
3.4	非工程治理	3-22
3.4.1	灾害图制作及运用	3-22
3.4.2	强化群测群防（警戒避难体制）	3-24
第4章	豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	4-1
4.1	豆腐沟流域的现状	4-1
4.1.1	社会经济	4-1
4.1.2	地形、地质与土壤	4-2
4.1.3	水文气象	4-3
4.1.4	土地利用	4-3
4.1.5	灾害状况	4-5
4.1.6	自然环境	4-5
4.2	泥石流治理研究	4-6
4.2.1	目前存在的问题与规划基准点设定	4-6
4.2.2	备选方案研究	4-7
4.2.3	确定最佳方案	4-7
4.2.4	最佳方案的工程设施初步设计	4-8
4.3	流域水土保持治理研究	4-9
4.3.1	流域特征以及目前所面临的问题	4-9
4.3.2	设定基本条件	4-10
4.3.3	规划制定	4-12
4.4	非工程治理研究	4-15
4.4.1	本流域的灾害特征与非工程治理	4-15
4.4.2	灾害图运用	4-15
4.4.3	群测群防强化	4-16
第5章	乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	5-1
5.1	乌龙河流域的现状	5-1
5.1.1	社会经济	5-1
5.1.2	地形、地质与土壤	5-2
5.1.3	气象、水文	5-3
5.1.4	土地利用	5-3
5.1.5	灾害状况	5-5
5.1.6	自然环境	5-6
5.2	泥石流治理研究	5-6
5.2.1	目前存在的问题与规划基准点设定	5-6
5.2.2	备选方案研究	5-7
5.2.3	确定最佳方案	5-9
5.2.4	最佳方案的工程设施初步设计	5-10
5.3	流域水土保持治理研究	5-10
5.3.1	流域特征以及所面临的问题	5-10

5.3.2	设定基本条件	5-11
5.3.3	规划编制	5-12
5.4	非工程治理研究	5-15
5.4.1	本流域的灾害特征与非工程治理	5-15
5.4.2	灾害图运用	5-15
5.4.3	群测群防强化	5-16
第6章	东川城区流域土砂灾害治理及自然环境修复项目	6-1
6.1	东川城区流域的现状	6-1
6.1.1	社会经济	6-1
6.1.2	地形、地质与土壤	6-2
6.1.3	气象、水文	6-4
6.1.4	土地利用	6-4
6.1.5	灾害状况	6-6
6.1.6	自然环境	6-7
6.2	工程治理研究	6-7
6.2.1	目前存在的问题与规划基准点设置	6-7
6.2.2	备选方案研究	6-9
6.2.3	确定最佳方案	6-10
6.2.4	最佳方案的工程设施初步设计	6-12
6.3	流域水土保持治理研究	6-12
6.3.1	流域特征以及所面临的问题	6-12
6.3.2	设定基本条件	6-13
6.3.3	规划制定	6-15
6.4	非工程治理	6-18
6.4.1	本流域的灾害特征与非工程治理	6-18
6.4.2	灾害图运用	6-18
6.4.3	群测群防强化	6-18
第7章	桃家小河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目	7-1
7.1	桃家小河流域的现状	7-1
7.1.1	社会经济	7-1
7.1.2	地形、地质与土壤	7-2
7.1.3	水文气象	7-3
7.1.4	土地利用	7-3
7.1.5	灾害状况	7-4
7.1.6	自然环境	7-6
7.2	泥石流治理研究	7-6
7.2.1	目前存在的问题与规划基准点设定	7-6
7.2.2	备选方案研究	7-7
7.2.3	确定最佳方案	7-8
7.2.4	最佳方案的工程设施初步设计	7-8

7.3	流域水土保持治理研究	7-9
7.3.1	流域特征以及所面临的问题	7-9
7.3.2	设定基本条件	7-9
7.3.3	规划制定	7-11
7.4	非工程治理研究	7-14
7.4.1	本流域的灾害特征与非工程治理	7-14
7.4.2	灾害图运用	7-14
7.4.3	群测群防强化	7-15
第8章	洪水预警预报系统研究	8-1
8.1	预警预报系统优先实施项目的内容	8-1
8.1.1	预警预报系统的现状	8-1
8.1.2	预警预报系统优先实施项目的内容	8-1
8.2	子系统的样式	8-2
8.2.1	系统样式的研究方针	8-2
8.2.2	信息收集子系统分析	8-3
8.2.3	信息处理子系统分析	8-7
8.2.4	信息传输系统分析	8-8
8.3	系统整体分析	8-10
8.3.1	预警预报系统的设备组合分析	8-10
8.3.2	优先实施项目中的预警预报系统	8-12
8.4	系统运用与维护管理	8-13
8.4.1	防灾信息中心的业务	8-13
8.4.2	防灾信息中心的人员配置	8-13
8.4.3	与群测群防的关系	8-13
8.4.4	系统的维修保养	8-13
第9章	设立小江工程管理局	9-1
9.1	前言	9-1
9.1.1	基本规划的概要	9-1
9.1.2	设立新机构的必要性	9-2
9.2	新机构的基本方针	9-2
9.2.1	项目法人制度	9-2
9.2.2	项目建设完成后继续负责运营管理的半永久性机构	9-4
9.2.3	职能最小化的精炼的机构	9-5
9.2.4	职员种类	9-6
9.2.5	机构的行政级别、与现有部门机构之间的关系	9-6
9.2.6	机构设立过程	9-7
9.2.7	组织机构的业务内容	9-8
9.3	工程管理局的组织机构与规模	9-9
9.3.1	职员人数	9-9
9.3.2	项目管理费用	9-10

9.4	财务计划分析	9-11
9.4.1	预期收益	9-11
9.4.2	工程管理局的运营维护管理费用	9-12
9.4.3	收支对比	9-12
第10章	项目实施规划	10-1
10.1	副产物利用规划	10-1
10.1.1	农田开发	10-1
10.1.2	造林产生的副产物	10-1
10.2	项目实施计划	10-2
10.3	运营管理计划与人才培育计划	10-2
10.3.1	运营管理计划	10-2
10.3.2	人才培育计划	10-3
10.4	投资概算	10-3
10.5	项目实施计划	10-4
10.5.1	实施体系	10-4
10.5.2	资金筹集	10-4
第11章	项目评价	11-1
11.1	经济评价	11-1
11.1.1	优先实施项目的经济效益	11-1
11.1.2	各流域各治理工程的经济效益	11-1
11.1.3	优先实施项目整体的经济评价	11-2
11.2	财务能力评价（偿还能力分析）	11-3
11.3	技术评价	11-4
11.4	环境与社会影响	11-6
11.4.1	综合评价	11-6
11.4.2	豆腐沟土砂灾害对策及自然环境修复项目的环境评价	11-9
11.4.3	乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目的环境评价	11-10
11.4.4	东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复项目的环境评价	11-11
11.4.5	桃家小河流域土砂灾害对策与自然环境修复项目的环境评价	11-13
11.4.6	洪水预警预报系统项目	11-14
11.4.7	环境管理计划	11-14
11.4.8	监测计划	11-19
第12章	建议	12-1
12.1	结论	12-1
12.2	建议	12-1

附表

附图

表格目录

表R 1.1.1	计划到 2010 年完成的优先实施项目	1-1
表R 1.2.1	优先小流域基本情况	1-2
表R 2.1.1	问卷调查针对的村委会与村民小组数量	2-1
表R 2.1.2	问卷调查结果汇总表（社会经济）	2-2
表R 2.1.3	问卷调查结果汇总表（防灾方面）	2-3
表R 2.1.4	林业方面问卷调查的内容	2-3
表R 2.2.1	防灾方面的居民参加型研讨会实施概要	2-5
表R 2.2.2	防灾方面的居民参加型研讨会得出的见解	2-6
表R 2.2.3	林业方面的居民研讨会举办地点	2-7
表R 2.3.1	日中灾害图技术交流会	2-12
表R 2.4.1	简易观测装置一览表	2-13
表R 3.1.1	优先小流域治理项目	3-1
表R 3.2.1	优先流域泥石流治理对象流域的基准点	3-2
表R 3.2.2	规划所涉及的土砂量	3-2
表R 3.2.3	可以采用的工程治理措施	3-3
表R 3.2.4	混凝土重力式拦沙坝的设计负荷组合	3-6
表R 3.2.5	拦沙坝溢水口的安全超高	3-6
表R 3.2.6	排导槽的安全超高	3-8
表R 3.2.7	导流堤的安全超高	3-8
表R 3.2.8	东川区的人工工资与主要材料价格	3-9
表R 3.2.9	主要施工内容的工程单价	3-9
表R 3.2.10	灾害损失计测项目一览表	3-10
表R 3.2.11	各流域的农田开发效益	3-12
表R 3.3.1	生物治理的组合	3-12
表R 3.3.2	流域的气象特征	3-14
表R 3.3.3	附属设施配置标准	3-16
表R 3.3.4	维护管理费用	3-16
表R 3.3.5	土砂生产控制效益	3-17
表R 3.3.6	流域水土保持效益计测科目与单位	3-18
表R 3.3.7	冲沟侵蚀防治的单价、控制效益与效益计算单位	3-20
表R 3.3.8	坡改梯的单价、土砂生产控制效益与效益计算单位	3-21

表R 3.3.9	生物治理规划编制结果	3-21
表R 3.3.10	工程治理的规划编制结果	3-21
表R 3.4.1	灾害图的作用	3-22
表R 3.4.2	两类灾害地图的使用方法	3-24
表R 3.4.3	各优先流域的地质灾害重点地区数量	3-24
表R 3.4.4	群测群防的现存问题与改进方案	3-25
表R 3.4.5	各个优先流域的群测群防强化对象候补地区	3-27
表R 3.4.6	监视员的职责	3-27
表R 3.4.7	群测群防活动的初期投资 (1 个点)	3-28
表R 3.4.8	群测群防活动的年度运营维持管理费用 (1 个点)	3-28
表R 3.4.9	强化群测群防费用概算	3-29
表R 4.1.1	土壤分析结果	4-3
表R 4.1.2	土地利用面积与比例	4-3
表R 4.1.3	坡耕地面积	4-4
表R 4.1.4	各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例 (单位: km ²)	4-4
表R 4.1.5	崩塌地面积 (单位: 1,000m ²)	4-4
表R 4.1.6	土砂灾害警戒区域内的房屋数量与国土资源局指定的地质灾害重点隐患点	4
	-5	
表R 4.2.1	豆腐沟流域泥石流治理基准点与规划标准	4-6
表R 4.2.2	豆腐沟流域基准点的规划土砂流出量与泥石流峰值流量	4-7
表R 4.2.3	豆腐沟流域泥石流治理备选方案对比	4-7
表R 4.2.4	泥石流治理效益 (时价)	4-8
表R 4.2.5	泥石流治理备选方案的经济评价	4-8
表R 4.2.6	豆腐沟基准点 1 的泥石流治理最佳方案概要	4-9
表R 4.2.7	豆腐沟基准点 2 的泥石流治理最佳方案概要	4-9
表R 4.3.1	关于能源利用在居民研讨会上的问卷调查结果	4-9
表R 4.3.2	确定造林面积 (单位: km ²)	4-11
表R 4.3.3	附属设施的数量	4-12
表R 4.3.4	崩塌地造林投资	4-13
表R 4.3.5	冲沟侵蚀治理投资	4-14
表R 4.3.6	冲沟侵蚀治理效益	4-14
表R 4.3.7	坡改梯的投资	4-14

表R 4.3.8	坡改梯的效益	4-15	
表R 4.4.1	非工程治理的对象灾害	4-15	
表R 5.1.1	土壤分析结果	5-3	
表R 5.1.2	土地利用面积与比例	5-3	
表R 5.1.3	坡耕地面积与坡度.....	5-4	
表R 5.1.4	各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例（单位：1,000m ² ）	5-4	
表R 5.1.5	崩塌地面积(单位：1,000m ²).....	5-4	
表R 5.1.6	土砂灾害警戒区域内的房屋数量与国土资源局指定的地质灾害重点隐患点		5
	-5		
表R 5.2.1	乌龙河流域最近建成的拦沙坝概要.....	5-7	
表R 5.2.2	乌龙河流域最近建成的排导槽概要.....	5-7	
表R 5.2.3	乌龙河流域泥石流治理基准点与规划标准.....	5-7	
表R 5.2.4	乌龙河流域现有拦沙坝的土砂拦蓄量与治理率	5-7	
表R 5.2.5	乌龙河流域基准点的规划土砂流出量与泥石流峰值流量	5-8	
表R 5.2.6	乌龙河流域规划研究对象溪流的巨石调查结果	5-8	
表R 5.2.7	乌龙河流域泥石流治理备选方案对比	5-8	
表R 5.2.8	泥石流治理效益（时价）	5-9	
表R 5.2.9	泥石流治理备选方案的经济评价	5-9	
表R 5.2.10	乌龙河基准点6的泥石流治理最佳方案概要.....	5-10	
表R 5.3.1	确定造林实施面积（单位：km ² ）	5-11	
表R 5.3.2	附属设施的数量.....	5-13	
表R 5.3.3	崩塌地治理投资（造林+治坡工程）	5-13	
表R 5.3.4	冲沟侵蚀治理投资.....	5-14	
表R 5.3.5	冲沟侵蚀治理效益.....	5-14	
表R 5.3.6	坡改梯的投资	5-14	
表R 5.3.7	坡改梯的效益	5-15	
表R 5.4.1	非工程治理的对象灾害	5-15	
表R 6.1.1	土壤采样分析结果.....	6-3	
表R 6.1.2	气象观测记录（新村站）	6-4	
表R 6.1.3	土地利用面积与比例	6-4	
表R 6.1.4	坡耕地面积与坡度.....	6-5	
表R 6.1.5	各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例（单位：km ² ）	6-5	

表R 6.1.6	崩塌地面积	6-5	
表R 6.1.7	土砂灾害警戒区域内的房屋数量与国土资源局指定的地质灾害重点隐患点		6
-6			
表R 6.2.1	东川城区流域现有拦沙坝概要	6-8	
表R 6.2.2	东川城区现有排导槽概要	6-8	
表R 6.2.3	东川城区流域泥石流治理基准点与规划标准	6-8	
表R 6.2.4	东川城区流域现有拦沙坝的土砂拦蓄量与治理率	6-9	
表R 6.2.5	东川城区流域基准点的规划土砂流出量与泥石流峰值流量	6-9	
表R 6.2.6	东川城区流域研究对象溪流的巨石调查结果	6-10	
表R 6.2.7	东川城区流域泥石流治理备选方案对比	6-10	
表R 6.2.8	泥石流治理效益（时价）	6-11	
表R 6.2.9	100年一遇泥石流淹没深度0.1米以上的房屋数量	6-11	
表R 6.2.10	土石流对策代替案の经济评价	6-11	
表R 6.2.11	深沟各基准点的泥石流治理最佳方案概要	6-12	
表R 6.2.12	石羊沟各基准点的泥石流治理最佳方案概要	6-12	
表R 6.3.1	确定造林实施面积（单位：1000 m ² ）	6-14	
表R 6.3.2	附属设施的数量	6-15	
表R 6.3.3	崩塌地治理投资（造林+治坡工程）	6-16	
表R 6.3.4	冲沟侵蚀治理投资	6-16	
表R 6.3.5	冲沟侵蚀治理效益	6-17	
表R 6.3.6	坡改梯的投资	6-17	
表R 6.3.7	坡改梯的效益	6-17	
表R 6.4.1	非工程治理的对象灾害	6-18	
表R 7.1.1	土壤采样分析结果	7-3	
表R 7.1.2	土地利用面积与比例	7-3	
表R 7.1.3	坡耕地面积与坡度	7-4	
表R 7.1.4	各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例（单位：km ² ）	7-4	
表R 7.1.5	崩塌地面积（单位：1,000m ² ）	7-4	
表R 7.1.6	地质灾害警戒区内的房屋数目与国土资源局指定的防预重点地点	7-5	
表R 7.2.1	桃家小河流域最近修建的拦沙坝概要	7-7	
表R 7.2.2	桃家小河流域的泥石流治理规划基准点与规划标准	7-7	
表R 7.2.3	桃家小河流域现有拦沙坝的拦蓄量与治理率	7-7	

表R 7.2.4	桃家小河流域基准点的规划土砂流出量与泥石流峰值流量	7-7
表R 7.2.5	桃家小河流域泥石流治理备选方案对此	7-8
表R 7.2.6	泥石流治理效益（时价）	7-8
表R 7.2.7	泥石流治理备选方案的经济评价	7-8
表R 7.2.8	桃家小河基准点 1 的泥石流治理最佳方案概要	7-9
表R 7.3.1	确定造林实施面积（单位：km ² ）	7-10
表R 7.3.2	附属设施的数量	7-11
表R 7.3.3	崩塌地治理投资（造林+治坡工程）	7-12
表R 7.3.4	冲沟侵蚀治理投资	7-13
表R 7.3.5	冲沟侵蚀治理效益	7-13
表R 7.3.6	坡改梯的投资	7-13
表R 7.3.7	坡改梯的效益	7-14
表R 7.4.1	非工程治理的对象灾害	7-14
表R 8.1.1	基本规划中的预警预报系统优先实施项目与长期规划	8-1
表R 8.2.1	雨量观测站一览表	8-3
表R 8.2.2	泥石流监测站一览表	8-4
表R 8.2.3	演算装置（泥石流监视装置）显示画面一览表	8-8
表R 8.2.4	终端显示装置显示画面一览表	8-8
表R 8.2.5	现有警报与广播设备	8-9
表R 8.2.6	泥石流警报站一览表	8-9
表R 8.2.7	警报站分组	8-10
表R 8.3.1	组合方案对比表	8-11
表R 8.4.1	防灾信息中心职员与任务	8-13
表R 8.4.2	设备保养概要	8-14
表R 9.1.1	基本规划的概要	9-1
表R 9.2.1	实施开发项目的专门机构	9-2
表R 9.2.2	临时机构与半永久性机构的特点	9-4
表R 9.2.3	内部业务与外包业务的分类	9-5
表R 9.2.4	职员的种类及任务	9-6
表R 9.2.5	小江工程管理局的业务内容	9-9
表R 9.3.1	小江工程管理局所需的职员人数	9-10
表R 9.3.2	项目各阶段的管理费用	9-11

表R 9.4.1	工程管理局的收益与费用比较	9-13
表R 10.1.1	流域水土保持的造林规划.....	10-2
表R 10.2.1	优先实施项目的实施计划.....	10-2
表R 10.3.1	小江优先实施项目的人才培育计划.....	10-3
表R 10.4.1	优先实施项目工程费概算统计表	10-4
表R 10.4.2	优先实施项目投资概算统计表	10-4
表R 10.5.1	2005 年度会泽县长江中上游水土保持重点防治工程预算	10-5
表R 10.5.2	造林与坡改梯方面居民的劳动参与积极性.....	10-5
表R 11.1.1	优先实施项目的经济效益.....	11-1
表R 11.1.2	各流域各治理项目经济评价结果	11-2
表R 11.1.3	优先实施项目整体经济评价	11-2
表R 11.1.4	费用与效益的负面影响要素	11-3
表R 11.1.5	敏感分析的变动组合与内部收益率.....	11-3
表R 11.2.1	相关政府的财政状况	11-4
表R 11.4.1	备选方案研究一览表	11-8
表R 11.4.2	豆腐沟流域治理项目环评要素表	11-10
表R 11.4.3	乌龙河流域治理项目环评要素表	11-11
表R 11.4.4	东川城区流域治理项目环评要素表.....	11-12
表R 11.4.5	桃家小河流域治理项目环评要素表.....	11-13
表R 11.4.6	洪水预警预报系统项目环评要素表.....	11-14
表R 11.4.7	豆腐沟流域治理项目环保措施一览表	11-15
表R 11.4.8	乌龙河流域治理项目环保措施一览表	11-16
表R 11.4.9	东川城区流域治理项目环保措施一览表.....	11-17
表R 11.4.10	桃家小河流域治理项目环保措施一览表	11-18
表R 11.4.11	洪水预警预报系统项目环保措施一览表	11-18
表R 11.4.12	施工期间的环境保护措施费用概算.....	11-19
表R 11.4.13	环境监测费用概算.....	11-19

插图目录

图R 2.3.1	泥石流泛滥解析模型构建流程	2-9
图R 2.3.2	抽选确定滑坡可能危害到的土地（警戒区域）	2-10
图R 2.3.3	土砂岩石明显不会到达的区域	2-11
图R 2.3.4	陡坡地概念图	2-12
图R 3.2.1	“拦沙坝+排导槽”与“导流堤+堤首固床坝”	3-4
图R 3.2.2	格栅坝上游侧钢栏间隔	3-7
图R 3.4.1	中国的灾害图范例	3-22
图R 3.4.2	居民做成的灾害图的例子	3-23
图R 8.2.1	泥石流发生雨量判定图范例（各雨量观测站分别绘制）	8-5
图R 8.3.1	系统整体概念图	8-12
图R 9.1.1	基本规划实施方案	9-1
图R 9.2.1	基本规划的实施体系	9-7
图R 9.2.2	新机构设立过程	9-8
图R 11.2.1	东川区贷款偿还时间表	11-4

附表目录

表 2.2.1	研讨会讨论结果汇总	T-2-1
表 3.3.1	造林树种选择条件.....	T-3-1
表 3.3.2	造林单价表.....	T-3-1
表 3.3.3	造林附属设施单价.....	T-3-1
表 3.3.4	治坡工程单价	T-3-1
表 4.1.1	土地分类内容说明.....	T-4-1
表 4.2.1	优先小流域泥石流治理拦沙坝规模研究	T-4-2
表 4.2.2	优先小流域泥石流治理排导槽规模研究	T-4-5
表 4.2.3	优先小流域泥石流治理导流堤规模研究	T-4-6
表 4.2.4	优先小流域泥石流治理备选方案对比一览表.....	T-4-7
表 4.2.5	豆腐沟泥石流治理减灾效益计算	T-4-8
表 4.2.6	优先小流域泥石流治理最佳方案	T-4-9
表 4.3.1	各地块的造林树种与造林面积（豆腐沟）	T-4-10
表 4.3.2	造林面积与造林投资（豆腐沟）	T-4-11
表 4.3.3	附属设施投资	T-4-12
表 4.3.4	草地、半荒草地的造林效益.....	T-4-12
表 4.3.5	崩塌地的造林树种与造林投资	T-4-12
表 4.3.6	崩塌地造林+治坡工程的效益	T-4-12
表 4.3.7	规划规模与投资	T-4-13
表 4.3.8	效益汇总.....	T-4-13
表 4.4.1	豆腐沟流域群测群防强化对象候选村组	T-4-14
表 5.2.1	乌龙河流域泥石流治理减灾效益计算.....	T-5-1
表 5.3.1	各地块的造林树种与造林面积（乌龙河）	T-5-2
表 5.3.2	造林面积与造林投资（乌龙河）	T-5-3
表 5.3.3	附属设施投资	T-5-4
表 5.3.4	草地、半荒草地的造林效益.....	T-5-4
表 5.3.5	崩塌地造林树种与造林+治坡工程的投资	T-5-4
表 5.3.6	崩塌地造林+治坡工程的效益	T-5-4
表 5.3.7	规划规模与投资	T-5-5
表 5.3.8	效益汇总.....	T-5-5
表 5.4.1	乌龙河流域群测群防强化对象候选村组	T-5-6

表 6.2.1	东川城区流域泥石流治理减灾效益计算	T-6-1
表 6.3.1	各地块的造林树种与造林面积（东川城区流域）	T-6-3
表 6.3.2	造林面积与造林投资（东川城区流域）	T-6-4
表 6.3.3	附属设施投资	T-6-5
表 6.3.4	草地、半荒草地的造林效益.....	T-6-5
表 6.3.5	崩塌地造林树种与造林+治坡工程的投资	T-6-5
表 6.3.6	崩塌地造林+治坡工程的效益	T-6-5
表 6.3.7	规划规模与投资	T-6-6
表 6.3.8	效益汇总	T-6-6
表 6.4.1	东川城区流域群测群防强化对象候选村组	T-6-7
表 7.2.1	桃家小河泥石流治理减灾效益计算.....	T-7-1
表 7.3.1	各地块的造林树种与造林面积（桃家小河）	T-7-2
表 7.3.2	造林面积与造林投资（桃家小河）	T-7-3
表 7.3.3	附属设施投资	T-7-4
表 7.3.4	草地、半荒草地的造林效益.....	T-7-4
表 7.3.5	崩塌地造林树种与造林+治坡工程的投资	T-7-4
表 7.3.6	崩塌地的造林效益.....	T-7-4
表 7.3.7	规划规模与投资	T-7-5
表 7.3.8	效益汇总	T-7-5
表 7.4.1	桃家小河流域群测群防强化对象候选村组	T-7-6
表 8.2.1	自动雨量计通信线路对比分析表	T-8-1
表 8.3.1	预警预报系统的投资概算	T-8-2
表 8.3.2	维护管理费用	T-8-2
表 10.4.1	优先实施项目总投资	T-10-1
表 11.1.1	优先实施项目经济分析	T-11-1
表 11.2.1	投资偿还计划	T-11-2

附图目录

图 2.1.1	林业方面的问卷调查结果	F-2-1
图 2.2.1	居民研讨会研讨会问卷调查结果	F-2-5
图 3.3.1	治坡工程与石埂梯田标准图	F-3-1
图 3.3.2	谷坊标准图与工程费	F-3-2
图 4.1.1	豆腐沟流域示意图	F-4-1
图 4.1.2	豆腐沟流域地形分类图	F-4-2
图 4.1.3	豆腐沟流域土壤分析结果	F-4-3
图 4.1.4	豆腐沟流域土地利用图	F-4-4
图 4.1.5	豆腐沟流域广域灾害图	F-4-5
图 4.2.1	豆腐沟泥石流泛滥图	F-4-6
图 4.2.2	豆腐沟流域泥石流治理工程平面布置图	F-4-7
图 4.2.3	豆腐沟流域泥石流工程治理规划图	F-4-8
图 4.3.1	豆腐沟流域村民小组问卷调查结果	F-4-9
图 4.3.2	豆腐沟流域居民研讨会结果	F-4-11
图 4.3.3	豆腐沟流域崩塌地与冲沟分布图	F-4-12
图 4.3.4	豆腐沟流域造林对象区域地快分割图	F-4-13
图 4.3.5	豆腐沟流域坡改梯对象区域位置图	F-4-14
图 5.1.1	乌龙河流域示意图	F-5-1
图 5.1.2	乌龙河流域地形分类图	F-5-2
图 5.1.3	乌龙河流域土壤分析结果	F-5-3
图 5.1.4	乌龙河流域土地利用图	F-5-4
图 5.1.5	乌龙河流域广域灾害图	F-5-5
图 5.2.1	乌龙河流域泥石流泛滥图	F-5-6
图 5.2.2	乌龙河流域泥石流治理工程平面布置图	F-5-7
图 5.2.3	乌龙河流域泥石流工程治理规划图	F-5-8
图 5.3.1	乌龙河流域村民小组问卷调查结果	F-5-9
图 5.3.2	乌龙河流域居民探讨会结果	F-5-11
图 5.3.3	乌龙河流域崩塌地与冲沟分布图	F-5-12
图 5.3.4	乌龙河流域造林对象区域地快分割图	F-5-13
图 5.3.5	乌龙河流域坡改梯对象区域位置图	F-5-14
图 6.1.1	东川城区流域示意图	F-6-1

图 6.1.2	东川城区流域地形分类图	F-6-2
图 6.1.3	东川城区流域土壤分析结果.....	F-6-3
图 6.1.4	东川城区流域土地利用图	F-6-4
图 6.1.5	东川城区流域广域灾害图	F-6-5
图 6.2.1	东川城区泥石流泛滥图	F-6-6
图 6.2.2	东川城区流域泥石流治理工程平面布置图	F-6-7
图 6.2.3	东川城区流域泥石流工程治理规划图.....	F-6-8
图 6.3.1	东川城区流域村民小组问卷调查结果.....	F-6-16
图 6.3.2	东川城区流域居民研讨会问卷调查结果	F-6-18
图 6.3.3	东川城区流域崩塌地与冲沟位置图.....	F-6-19
图 6.3.4	东川城区流域造林对象区域地快分割图	F-6-20
图 6.3.5	东川城区流域坡改梯对象区域位置图.....	F-6-21
图 7.1.1	桃家小河流域示意图	F-7-1
图 7.1.2	桃家小河流域地形分类图	F-7-2
图 7.1.3	桃家小河流域土壤分析结果.....	F-7-3
图 7.1.4	桃家小河流域土地利用图	F-7-4
图 7.1.5	桃家小河流域广域灾害图	F-7-5
图 7.2.1	桃家小河流域泥石流泛滥图.....	F-7-6
图 7.2.2	桃家小河流域泥石流治理工程平面布置图	F-7-7
图 7.2.3	桃家小河流域泥石流工程治理规划图.....	F-7-8
图 7.3.1	桃家小河流域村民小组问卷调查结果.....	F-7-9
图 7.3.2	桃家小河流域居民研讨会问卷调查结果	F-7-11
图 7.3.3	桃家小河流域崩塌地与冲沟分布图.....	F-7-12
图 7.3.4	桃家小河流域造林对象区域地块分割图	F-7-13
图 7.3.5	坡桃家小河流域改梯对象区域位置图.....	F-7-14
图 8.2.1	小江流域预警预报系统监测网	F-8-1
图 8.2.2	气象局自动雨量站布设规划图	F-8-2
图 8.2.3	东川城区泥石流预警预报系统设施配置图	F-8-3
图 8.3.1	预警预报系统图	F-8-4

第1章 前言

1.1 优先实施项目

最终报告书草案的基本规划部分针对小江全流域（3,058km²）提出了土砂灾害对策以及自然环境修复的总体规划。从基本规划中选择下列2010年为止应完成的工程作为优先实施项目。

表 R 1.1.1 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、运作机构	
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 (16.2km ²)	• 工程治理（导流堤 5600m, 坡改梯 54ha） • 生物治理（造林 464ha、治坡工程 59ha） • 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 (132.9km ²)	• 工程治理（拦沙坝 14 座、排导槽 8100m, 坡改梯 1223ha） • 生物治理（造林 2056ha、治坡工程 273ha） • 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 (56.0km ²)	• 工程治理（拦沙坝 17 座、排导槽 16600m, 坡改梯 268ha） • 生物治理（造林 825ha、治坡工程 53ha） • 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 (71.0km ²)	• 工程治理（导流堤 4000m, 坡改梯 522ha） • 生物治理（造林 1317ha、治坡工程 125ha） • 非工程治理（制作灾害图、群测群防等）	优先小流域
3	利用自动雨量计构建预警预报系统项目	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） • 设置警报站（东川城区流域）	

注）优先小流域的面积根据新绘制的 1/5000 数码地形图进行了修正，与基本规划中的数值稍微有所差异。

上述 6 项工程中：2-1~2-4 为针对优先小流域（豆腐沟、乌龙河、东川城区（深沟、石羊沟）、桃家小河），通过工程治理结合非工程治理，进行土砂灾害治理以及自然环境修复。1. 新设小江工程管理局（暂定名称）作为基本规划实施、运作、管理的专门机构。3. 利用自动雨量计构建预警预报系统设置自动雨量站，并且在东川城区流域设置泥石流感应器以及警报站。

1.2 优先小流域的特征

优先实施项目的治理对象，四条优先小流域的情况从第 4 章开始进行详细介绍，这里简单汇总其主要特征。

1) 豆腐沟流域

虽然是四条优先小流域中流域面积最小的流域，但是荒废程度非常严重。豆腐沟主沟是典型的粘性泥石流沟，在小江汇流点附近形成巨大的泥石流堆积扇，由于泥石流的威胁还未开发为农田利用。大部分村庄分布在流域西侧坡度较缓的山脊上，距离东川城区较远，是四条优先小流域中最为贫困的地区

2) 乌龙河流域

四条优先小流域中面积最大的流域，地形比较平缓，单位面积土砂生产量最小。乌龙盆地位于流域中游，地形较为平坦，农业发达，是东川区的主要粮食生产基地。

3) 东川城区流域（深沟、石羊沟）

小江流域唯一的城市河流流域，东川区的政治经济中心——东川城区位于本流域。流域的单位面积土砂生产量较小，但是流域内的 8 条泥石流沟威胁着座落在堆积扇上的东川城区大约 6 万居民的安全。

4) 桃家小河流域

桃家小河跨越两个县区，上游属于曲靖市会泽县（占流域面积的 75%），下游属于昆明市东川区（占流域面积的 25%），单位面积土砂生产量与荒废程度仅次于豆腐沟流域，流域内村庄比较分散，在四条优先小流域中人口密度最小。

下表中列出了各优先小流域的基本情况。

表 R 1.2.1 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 (面积顺序)	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、 林地、耕地	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、林地、 荒山荒坡	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)	荒山荒坡、 林地、耕地	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)	林地、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）

1.3 可行性研究调查

调查团完成基本规划编制工作后，从 2005 年 5 月开始对上述优先实施项目进行了可行性研究调查，可研调查成果汇总编制为最终报告书中的可行性研究调查报告。

第2章 基础调查与解析

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、防灾减灾、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村委会下面的村民小组进行了问卷调查。

调查方法：通过乡镇政府将问卷发到优先小流域内的村民委员会，由流域内的村民小组对问卷中的问题进行填写后，再通过乡镇政府回收问卷。调查期间为2005年6~7月，40个村委会中的共计267个村民小组填写了问卷。关于东川城区流域，城区中心部分的社区（人口大约4.6万人）没有包括在调查对象之中。

表 R 2.1.1 问卷调查针对的村委会与村民小组数量

优先小流域	豆腐沟			乌龙河			东川城区 (深沟、石羊沟)			桃家小河			合计
县(区)	东川区			东川区			东川区			会泽	东川		-
乡镇	播卡乡	拖布卡乡	小计	乌龙乡	新田乡	小计	碧谷镇	新村镇	小计	驾车乡	阿旺乡	小计	-
村委会	3	2	5	11	6	17	4	9	13	4	1	5	40
小组	13	6	19	71	36	107	27	67	94	38	9	47	267

注) 乡镇为2005年6月合并前的乡镇范围

问卷内容主要分为社会经济、防灾避灾、林业三个方面。社会经济、防灾避灾方面的问卷调查结果参见《附属报告书 I 非工程治理》；林业方面的问卷调查详细结果参见《附属报告书 H 山坡绿化规划》。

2.1.1 社会经济

社会经济有关的主要科目的调查结果见表 R2.1.2。

调查结果显示：调查对象区域四条优先小流域的人口（不含东川城区中心的社区）约为6万人（1.5万户），少数民族人口约占总人口的8%，主要少数民族有回族、布依族、彝族。

基础设施建设方面，基本上所有的小组都通电，通车路的小组占三成，有供水设施的小组占两成。户均年收入为2000~4000元，生活方式中9成左右的家庭依靠农业；3成依靠畜牧业，其次是打工和外出劳务。户均耕地面积不足3亩。手机的普及也涉及到该区域，已经有近3成的家庭使用手机，电视机的普及率超过60%。

饲养的家畜数量与人口数量相近，主要家畜种类有猪、山羊。烧饭取暖所使用的燃料中柴禾依然占首位，沼气的普及率达到20%。

东川城区流域问卷调查，虽然只是针对村民小组，没有包括城区中心的社区，但人口密度仍然比较高、基础设施建设与家庭财产较为充实、对柴禾的依赖程度较小，与一般的以山区农村为主的其他流域相比，显示出城市化发展趋势。

表 R 2.1.2 问卷调查结果汇总表（社会经济）

项目	豆腐沟	乌龙河	东川城区 (深沟、石羊沟)	桃家小河	合计	
流域面积 (km ²)	16.2	132.9	56.0	71.0	276.1	
问卷调查村民小组数量* ¹	19	107	94	47	267	
人口与民族	人口	3,505	24,550	23,757	6,977	58,789
	人口密度(人/km ²)	216	185	424	98	213
	户数	874	6,235	6,525	1,763	15,397
	每户的平均人口(人/户)	4.0	3.9	3.6	4.0	3.8
	少数民族人口比例(%)	1.4	6.6	10.9	5.7	7.9
基础设施建 设普及率 (%) * ²	公路	66	59	91	49	69
	供电	100	100	99	98	99
	供水设施	72	68	98	70	79
	户均收入(元/户)	2,300	3,800	2,700	3,300	3,200
	房屋的平均建设成本(元)	19,400	7,500	18,400	9,000	13,000
家庭收入、 房屋、家庭 财产	家庭财产价值(元)	9,200	6,600	12,200	3,100	8,700
	移动通信普及率 (手机、小灵通)(%)	25	14	44	16	28
	电视机普及率(%)	50	53	75	54	62
	耕地面积(亩/户)	2.5	3.6	1.7	3.3	2.7
	职业(生存 方式) (%)	农业	96.8	88.9	83.6	99.2
畜牧业		0.3	28.6	19.0	85.6	29.5
打工		8.9	15.2	11.5	17.5	13.5
外出劳务		20.1	10.5	4.2	8.3	8.1
其他			4.3	13.0	1.0	7.4
家畜数量	马、驴、骡	165	395	369	1,076	2,005
	牛	535	4,456	1,273	2,381	8,645
	山羊	999	6,464	3,316	5,335	16,114
	猪	2,809	21,003	10,216	5,591	39,619
	绵羊	0	1	442	639	1,082
能源结构 (烧饭) (%)	柴禾	88	69	29	100	57
	沼气	29	11	31	12	21
	煤炭	26	11	80	18	42
	电	36	12	54	15	32
能源结构 (取暖) (%)	柴禾	57	53	8	91	39
	沼气	17	3	38	9	19
	煤炭	17	2	51	13	25
	电	0	1	13	7	7

*¹: 东川城区流域不包括城区中心的社区。*²: 普及率 = (已建小组数) / (调查对象小组数)、供水设施方面部分普及也作为普及小组计算

2.1.2 防灾减灾方面

防灾减灾方面的主要调查项目的调查结果参见表 R2.1.3。

从过去 30 年的受灾情况来看,洪水泛滥灾害最多,267 个小组中 91 个小组(占 34%)经历过洪水灾害,其次是滑坡(75 个小组、占 28%)、泥石流(51 个小组、占 19%)、崩塌(20 个小组、占 7%)。

过去 10 年实施的治理方面,67 个小组实施过工程治理。四个优先小流域共计造林 33,490 亩,退耕还林 12,290 亩,封山育林 51,140 亩,坡改梯 3,160 亩。政府组织搬迁 271 户,村民自发搬迁 227 户。

各小组对群测群防活动的评价,267 个小组中有 105 个小组(39%)持肯定态度,认为群测群防有效。事实上,政府指导实施的群测群防只针对重点隐患点(优先流域内共有灾害重点隐患点 30 个)。另外,在下一节将要叙述的关于防灾方面的居民参与型研讨会上,直接从村民那儿得到的印象是,群测群防的活动状况不太活跃。因此可以认为问卷调查中的评价有所夸大。

表 R 2.1.3 问卷调查结果汇总表（防灾方面）

项目	豆腐沟	乌龙河	东川城区 (深沟、石羊沟)	桃家小河	合计	
问卷调查小组数	19	107	94	47	267	
过去30年各种灾害的受灾小组数	泥石流	3	22	10	16	51
	滑坡	9	41	7	18	75
	洪水泛滥	1	51	28	11	91
	崩塌	0	14	1	5	20
	其他	0	2	1	0	3
没有受灾	3	1	8	14	26	
过去30年的因灾死亡人数	2	8	8	0	18	
过去10年实施的灾害治理以及自然环境修复	工程治理（小组数）	2	29	30	6	67
	造林（亩）	5,780	18,250	5,580	3,880	33,490
	退耕还林（亩）	650	5,500	4,060	2,080	12,290
	封山育林（亩）	5,740	31,660	5,670	8,070	51,140
居民搬迁业绩（户）	坡改梯（亩）	0	1,490	1,500	170	3,160
	自发搬迁	7	163	54	3	227
群测群防活动（小组数）	政府组织搬迁	80	119	66	6	271
	有效	8	64	11	22	105
	没有什么效果	0	10	14	0	24
	基本没有效果	8	8	2	3	21
	不需要	0	0	1	12	13
没有回答	3	25	66	10	104	

2.1.3 林业方面

林业方面主要针对下述内容进行了问卷调查，同时对坡改梯也进行了调查了解。

表 R 2.1.4 林业方面问卷调查的内容

分类	项目	内容
造林	林业整体	造林树种、林型比例、造林实施方式、造林后树木的生长情况等
	退耕还林	实施情况、补贴兑现情况、生活方面的变化、补贴结束后的对应措施
	其他课题等	主要的课题包括灌溉问题、经济林产品的销售、农村能源结构等
坡改梯	—	坡改梯面积、资金来源、费用、效益等

问卷调查结果简要概括如下，详细结果见图 2.1.1。

1) 造林

a) 林业整体

关于林业整体，明确了解到下述状况。

- 从优先流域的树种分布来看，云南松与华山松的面积比例最大，占总面积的 71%，其他树种还有新银合欢、苦刺等。（见图 2.1.1(1)）
- 生态林、经济林与薪炭林的比例分别为 78%、15%、7%。（见图 2.1.1(1)）
- 造林的实施、维护与管理基本上以林业局设在各乡镇的林业工作站为主，还有村民小组、村委会，居民自己造林的事例也有但很少。（见图 2.1.1(1)）
- 造林资金来源主要是国家与地方政府的资金，也有自筹资金。（见图 2.1.1(1)）
- 造林项目中居民的参与形式中，义务参加的比例最高，占到 63%。（见图 2.1.1(1)）

- 造林后的生长状况，近 80% 的回答是很好与较好，生长情况不好的原因之一为缺水。（见图 2.1.1(2)）

b) 退耕还林

关于退耕还林方面的问题，回答情况如下：

- 2000 年~2004 年之间在积极的开展退耕还林，之后基本上没有实施。（见图 2.1.1(2)）
- 退耕还林的主要造林树种为桉树、华山松、云南松、银合欢等。经济林造林树种有核桃、花椒、柑橘等。（见图 2.1.1(2)）
- 关于退耕还林补贴，到目前为止每年如实兑现，生活变好的回答占 76%。（见图 2.1.1(2)）
- 但是关于补贴到期之后，生活经济来源问题，回答没有经济来源的占 62%，希望到期后政府继续给与补贴的占 60%。（见图 2.1.1(2)）

c) 其他课题（参见图 2.1.3）

关于造林有关的其他问题，问卷调查结果如下：

- 回答中，造林所面临的问题有降雨、树种、土壤、坡度等多方面，其中降雨与灌溉占 37%。
- 对于造林用水问题如何解决，91% 的回答是没有采取任何措施。
- 没有采取任何措施的理由主要是雨水充足（42%），但也有因为没有水源、成本太高从而无法浇灌等回答。
- 从燃料中对柴草的依赖程度来看，有 42% 的回答是完全依靠柴草，一半以上在烧柴的同时，还使用电、沼气等能源。

2) 坡改梯

关于坡改梯的回答情况如下：（参见图 2.1.1(4)）

- 现有耕地中，坡耕地占一半，坡耕地中已经有一半改为梯田。
- 坡改梯的资金来源中，个人筹集占 75%，其次是政府机关实施。
- 坡改梯的费用大约每亩 600 元左右。
- 坡改梯的效益方面，除了栽培作物变化之外，产量可以增加近 25%。
- 坡地改为梯田后，耕作方便省力的意见占 91%。
- 坡改梯的优点有水土保持、生态保护、保水效益等。
- 关于多少度的坡地应该为梯田，从费用、效益方面考虑，希望 25 度以下的坡地改为梯田的意见占大多数。

2.2 举办居民参加型研讨会

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，在优先流域举办了居民参加型研讨会，关于防灾和造林各举办了 10 次。

防灾方面和造林方面的研讨会分别由副团站 / 砂防规划 / 流域管理方面的负责人和团长 / 综合土砂灾害治理以及山坡绿化规划负责人负责研讨会的计划、实施和结果汇总。另外

东川区泥石流防治研究所的两位职员作为当地主持人，与参加研讨会的居民直接对话交流，推进研讨会的议程。

2.2.1 防灾方面的居民研讨会

防灾方面的居民研讨会在东川城区流域举办7次、乌龙河流域2次、桃家小河流域（上游的会泽县所属部分）举办1次，共计10次。2004年基本规划编制工作中，在豆腐沟流域举办了2次居民参加型研讨会，因此本次没有安排在豆腐沟流域举办。上述10次居民参加型研讨会的内容概要见下表。

表 R 2.2.1 防灾方面的居民参加型研讨会实施概要

举办日期 与时间	举办地点		参会人员		备注
	流域	会场	居住区域	属性	
05年9月6日 11:30-16:00	东川城区	东川区铜都镇腊利村委会附近的老年活动中心	腊利村箐门口5人、德莫25人，共计30人	男24人、女1人、农民24人	箐门口：滑坡灾害隐患点、德莫：泥石流灾害隐患点
05年9月7日 11:30-16:00	东川城区	铜都镇集义村委会三楼会议室	深沟村10人、集义村10人、法它村11人，共计31人	男23人、女8人、农民28人	法它村：滑坡灾害隐患点
05年9月8日 11:30-16:00	东川城区	东川区铜都镇石羊村委会二楼会议室	石羊村21人	男11人、女10人、农民24人	
05年9月13日 11:30-16:00	东川城区	东川区铜都镇中殿村委会的院子内	糯谷田村祝国寺片区10人、中殿村中殿片区11人、大殿片区4人、活龙片区6人，共计31人	男31人、女0人、农民29人	
05年9月14日 11:30-16:00	东川城区	东川区铜都镇岩脚村梁子上（7组）小组长家的院内	岩脚村梁子上小组（7组）24人，村委书记1人	男14人、女6人、农民24人	滑坡灾害隐患点
05年9月15日 11:30-16:00	东川城区	东川区铜都镇尼拉姑村芦柴塘（6组）小组长家	尼拉姑村芦柴塘已搬迁34人、未搬迁6人	男24人、女16人、农民40人	滑坡灾害隐患点 97年的滑坡灾害，导致6人死亡，之后一户搬迁
05年9月16日 11:30-16:00	东川城区	东川区铜都镇奔多村寺庙前院	奔多片区19人、樟木箐片区6人、元宝山片区1人、龙潭片区6人，共计32人	男27人、女1人、农民28人	
05年10月13日	桃家小河	会泽县驾车乡迤石村新田	新田10名、水节4名、发科6名、驾车村小麦地7名	男26人、女1人、全部是农民	发科为陡坡崩塌灾害隐患点、其他为滑坡灾害隐患点
05年10月14日	乌龙河	东川区乌龙乡乡政府会议室	跑马村山尾巴6名、碑棋村舒家山8名、大村子村大村子5名、马店村马店3名	男17人、女2人、全部是农民	山尾巴、大村子：泥石流灾害隐患点 舒家山、马店：滑坡灾害隐患点
05年10月15日	乌龙河	旧东川区新田乡乡政府会议室	新田村李家坟5名、仓房村打马坎5名	男9人、女1人、全部是农民	李家坟：泥石流灾害隐患点 打马坎：滑坡灾害隐患点

1) 实施方法

居民参加型研讨会由当地主持人主持，按照下述程序进行。

- 参加人员自我介绍（姓名、小组名称、年龄、性别、职业、受灾经历）
- 每个片区的参加人员共同绘制他们心目中的当地的灾害图，讲述自己所在村落的受灾情况。

- 居民所认识的灾害威胁、群测群防的实际情况、搬迁等方面的问题，单项选择回答。
- 对于已经实施过居民搬迁的村庄，请居民列举搬迁产生的影响（正面影响、负面影响）。
- 讲述群测群防方面的问题，列举出意见。
- 散会之前，将参加研讨会的感想在很好、一般、不好三项选择中进行选择回答。

详细结果参见《附属报告书 I 非工程治理》。

2) 居民参加型研讨会得出的见解

通过居民参加型研讨会得出的见解汇总如下：

表 R 2.2.2 防灾方面的居民参加型研讨会得出的见解

项目	见解
居民对灾害的认识	<ul style="list-style-type: none"> • 居民对当地存在的灾害危险非常熟悉。 • 但一部分居民将泥石流、滑坡、洪水等用语混淆使用。
灾害发生的可能性	<ul style="list-style-type: none"> • 即便不是重点隐患点，几乎所有的村落周围都有危险区域（特别是山区的滑坡、崩塌）。 • 居民认为受到这些危险区域的威胁。
群测群防活动	<ul style="list-style-type: none"> • 政府指导实施的群测群防活动仅限于重点隐患点。 • 灾害隐患点的观测员由村委会干部或者村民小组长兼任（没有报酬）。 • 没有一处设置过（雨量计、裂缝测量装置）等观测设备，也没有发放过观测用具。 • 活动情况因地而异，有些重点灾害隐患点还没有发放明白卡(注)。
信息收集与传输	<ul style="list-style-type: none"> • 大多数居民在看电视上的天气预报（有电视机）。 • 部分居民还看中央台的地质灾害预报。 • 与乡镇政府和村委会之间通过移动电话联系，没有移动电话的地方只能步行去通知。 • 有些村委会、村民小组通过广播（扩音器、喇叭）与村民联系。 • 东川区城建局的屋顶设置有警报装置。
避难活动	<ul style="list-style-type: none"> • 自己心目中确定了躲避场所的居民，重点隐患点占 50%，其他地区占 43%。 • 居民中有半数以上的人家里有 70 岁以上的老人或者 5 岁以下的小孩。 • 97 年芦柴塘滑坡灾害发生时，即便是在深夜，人们大声呼喊，20 分钟左右大约 200 人撤离（死亡的 6 人没有听到呼喊）
居民搬迁	<ul style="list-style-type: none"> • 重点隐患点的居民 71%（130 人中有 92 人）、重点隐患点之外的居民 65%（131 人中有 86 人）希望搬迁。对安置地的要求首先是安全，其次是交通便利的地方。 • 芦柴塘滑坡灾害发生后，已搬迁的居民感到安置地生活不方便（离农田远、没有供水设施、房子小），希望再次搬迁。
居民认为群测群防应该进行改善的方面	<ul style="list-style-type: none"> • 观测人员专职化（目前是兼任） • 加强宣传（提高防灾意识、防止人为活动诱发灾害发生） • 增加资金投入 • 配置观测设备 • 提高预测的准确度
群测群防中居民可作的贡献	<ul style="list-style-type: none"> • 灾害点观测 • 互相帮助（特别是帮助老幼病残） • 根据情况采取应急措施 • 森林保护、植树造林、建设拦沙坝、清除沟道内的堆积物。 • 提高预测准确度 • 宣传活动

注：明白卡：行政机关发给群测群防点居民的明确记载可能发生的灾害类型、撤离地点、撤离线路、联系单位等的卡片。

2.2.2 造林方面的居民研讨会

1) 举办居民研讨会的目的与程序

林业方面的居民研讨会主要针对下述问题听取了居民的意见：

- 造林的必要性、目的、实施单位、树种选择等
- 今后实施退耕还林的必要性

此外还对坡改梯的必要性、效益、实施单位等听取了意见并进行了讨论。

居民研讨会研讨会上，首先请参加人员填写了问卷（专门为研讨会准备），接着在东川区水务局派遣的主持人的主持下，对上述内容请参加人员进行了讨论。

2) 居民研讨会举办地点

参照前面所述的针对村民小组的问卷调查结果，每个流域选择实施过造林、退耕还林、坡改梯等的 2~3 个村民小组举办。本次调查在下表中所列的村民小组举办了造林方面的研讨会。

表 R 2.2.3 林业方面的居民研讨会举办地点

流域	村民小组	村民委员会	参加人数
豆腐沟	四脚地	安乐箐村委会	31
	大横路	大树脚村委会	40
乌龙河	李家湾	跑马村委会	40
	大坪滩	碑棋村委会	50
东川城区	上田坝	岩脚村委会	30
	中殿、大殿	中殿村委会	30
桃家小河	大蒿地	驾车村委会	28
	夏家村	白泥村委会	19
	段家村	屋基村委会	32

参加人员的年龄在 10~60 岁之间，其中以 20~40 岁为主。（参见图 2.2.1）

3) 居民研讨会的结果

居民研讨会的结果分为问卷调查结果与居民讨论结果两个方面，各自的汇总结果见图 2.2.1 与表 2.2.1。

a) 针对居民研讨会参加人员的问卷调查结果

针对居民研讨会参加人员的问卷调查结果村与村之间，流域与流域之间肯定会有所差异，但整体结果可以概括如下：（参见图 2.2.1）

- 从参加人员所有的林地面积来看，有的人有 10 亩以上，有的人又不到 1 亩，差异比较大，从平均状况来看，拥有 1~5 亩林地的人数较多。
- 造林树种方面，整体上的比例由高到低的顺序为生态林、经济林、薪炭林。与实际造林情况相比，希望营造经济林的呼声较高。有些区域的居民在燃料方面对柴草的依赖程度较高，因而薪炭林的比例也相对较高。

- 原则上认为需要实施退耕还林，但补贴到期后没有经济来源，大多数意见是希望国家继续给与补贴。（参见表 2.2.1）
- 参加人员中一半的农户实施过坡改梯，剩余的一半也计划今后实施坡改梯。
- 关于坡改梯的资金来源，62%的参加人员希望国家给与解决，但考虑自筹资金实施坡改梯的农户也占到 11%。
- 实施坡改梯的理由有耕作方便、栽培作物改变、产量提高、保水保土能力提高等。
- 对于希望多少坡地改为梯田的问题，90%的回答是希望 50%乃至全部的坡地改为梯田，由此可以看出希望坡地尽可能改为梯田。

b) 讨论结果

按照造林、退耕还林、坡改梯的顺序进行了讨论，对下述议题基本达成一致（参见表 2.2.1）。

- 造林的主要目的之一是解决燃料问题，其他还有水土保持、增加收入、为子孙后代造福等。
- 造林实施方面所面临的最大的问题是水源不足与资金不足，此外还有缺乏苗木、抚育管理差等问题。
- 实施造林时居民的参与形式，居民总体的考虑是积极参与，政府给与一定的补助。
- 基本上所有的人员都赞成实施退耕还林，并认为今后应该继续实施。
- 关于退耕还林的补助，希望补助期间到期后，国家继续给与补助。
- 认为有必要实施坡改梯，理由有耕作方便、产量增加、水土保持、保水能力提高等。
- 关于坡改梯的实施方式，希望居民投工投劳，国家给与补助。
- 所有的参加人员都热爱自己的家乡，认为要改善家乡的面貌首先要改善环境，还有需要修建公路等基础设施等。

2.3 制作灾害图

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，试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。各流域的灾害图绘制成果，在第 4 章以后的各流域治理项目中进行说明。以下对制作方法进行说明。

2.3.1 通过泥石流泛滥解析推测泥石流灾害危险区域

从泥石流堆积物的组成结构和流动形态来看，优先小流域的泥石流类型与一般的巨砾型泥石流不同，与微粒成分较多的火山泥流相近。为此采用日本火山泥流解析中经常使用的二维浅水流、不定流手法，对百年一遇规模的泥石流泛滥区域进行了推测。

1) 数值解析

a) 手法

二维浅水流、不定流的运动方程式以及连续式如下（详情参见《附属报告书 C 水文水理》）。

运动方程式

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \beta \frac{\partial}{\partial x}(vM) + \beta \frac{\partial}{\partial y}(vM) = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \tau_{bx}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \beta \frac{\partial}{\partial x}(vN) + \beta \frac{\partial}{\partial y}(vN) = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{1}{\rho} \tau_{by}$$

式中：

$$M = \mu h, N = \mu h, H = h + z_b$$

连续方程式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

泥沙的连续方程式

$$c_* \frac{\partial z_b}{\partial t} + \frac{\partial q_B}{\partial x} + \frac{\partial q_B}{\partial y} = 0$$

u, v : x 与 y 方向的水深
 h : 水深
 z_b : 流动层底部的高程
 g : 重力加速度
 β : 运动量修正系数
 ρ : 流体密度
 τ_{bx}, τ_{by} : x, y 方向的阻力
 c_* : 土砂容积浓度
 q_b : 土砂量

b) 模型构建

二维泥石流泛滥解析模型按照图 R 2.3.1 的流程构建。简而言之，构建模型需要泥石流流量图、网格数据（海拔、糙度系数、堆积物的体积浓度、交换层厚度、侧岸倾斜角等）以及其他物理特性（流体密度、砂砾密度、内部摩擦角等）边界条件，详细说明参见《附属报告书 C 水文水理》

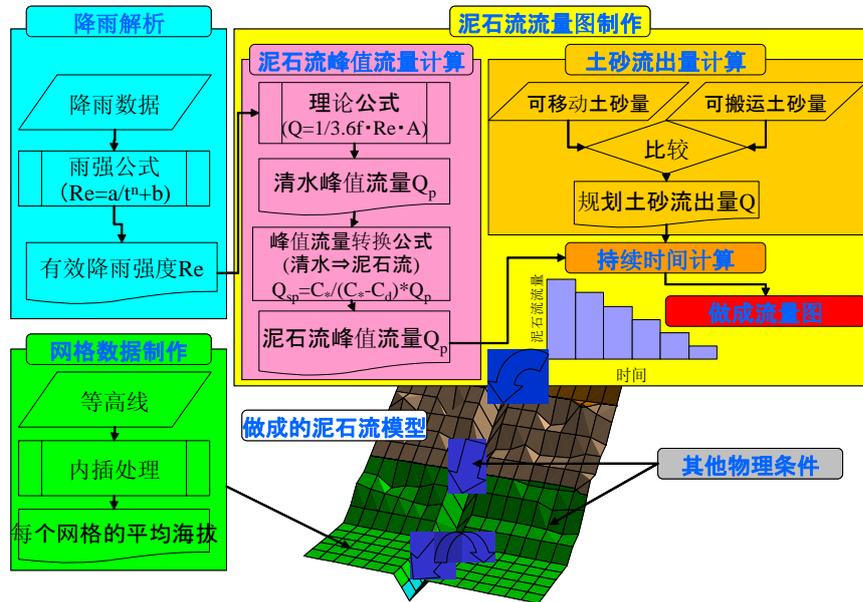


图 R 2.3.1 泥石流泛滥解析模型构建流程

2) 泛滥解析结果显示（泥石流灾害危险区域推定）

实施数值解析，就可以得出泥石流所通过的 25m 网格的流动深度数据。通过泛滥深度的分级就可以得出危险程度。

2.3.2 滑坡灾害警戒区域

这里的滑坡灾害是土地的一部分由于地下水等引起的自然滑动现象以及与此伴随的自然移动现象。从现象上难以区分滑坡与崩塌，但通常所谓的滑坡现象具有滑坡面明显、土块连续移动、集中在特定的地质与地质构造部分、土块在移动中基本保持原状等特征。滑坡地形是指发生过滑坡或者滑坡发育的地形地貌。

滑坡灾害警戒区域参照日本的《土砂灾害防治基础调查手册》(2001年6月财团法人砂防边界整備推进机构)按照下述方法抽选确定。

1) 对象外的滑坡以及类似现象

所谓滑坡是指由于地下水等引起的自然滑动现象以及与此伴随的自然移动现象。因此下述现象不作为考虑对象：单纯的滑坡脚隆起现象、移动土块的流动化、滑坡活动结束后的再次移动、雪上等的土块移动等滑坡伴随现象；刚刚形成的滑坡、大规模地震引起的滑坡、移动速度很快的滑坡、移动土块内的巨大的岩石产生冲击力的滑坡、河道堵塞形成的二次灾害、人为活动引发的滑坡等现象。

2) 滑坡体选择与滑坡警戒区域设定

使用本次调查拍摄的 1/20000 航空照片进行滑坡地形解读，抽选出滑坡体（包括滑坡后壁、滑坡侧壁、侧壁背后的裂缝、段差地形的范围）。对需要设定警戒区域的滑坡体，在图上测量滑坡区域（包括滑坡后壁）的长度与宽度，滑动方向通过航片解读确定。

a) 设定警戒区域

抽选出的滑坡体以及滑坡体末端开始与滑坡体等长（最长不超过 250m；根据实地地形情况，土砂岩石明显不会到达的区域除外）等宽范围内，有住户以及平坦的可利用土地的区域设定为警戒区域。

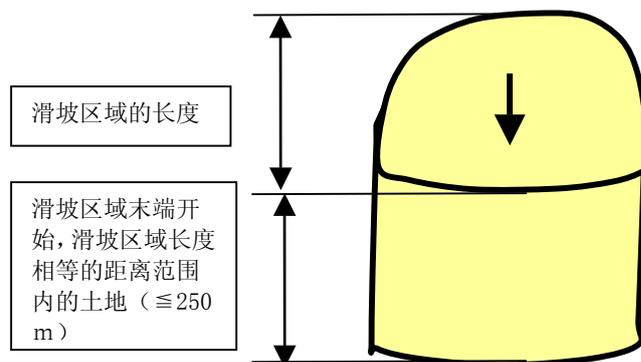


图 R 2.3.2 抽选确定滑坡可能危害到的土地（警戒区域）

b) 土砂岩石明显不会到达的区域

从设定出的区域中，排除土砂岩石明显不会到达的范围。所谓土砂岩石明显不会到达的地形是指受到滑坡侧壁的制约，出现大弯曲的滑坡地形以及滑坡移动路线上有河流、山谷的地形。下图显示后者中土砂岩石到达范围的设定方法。

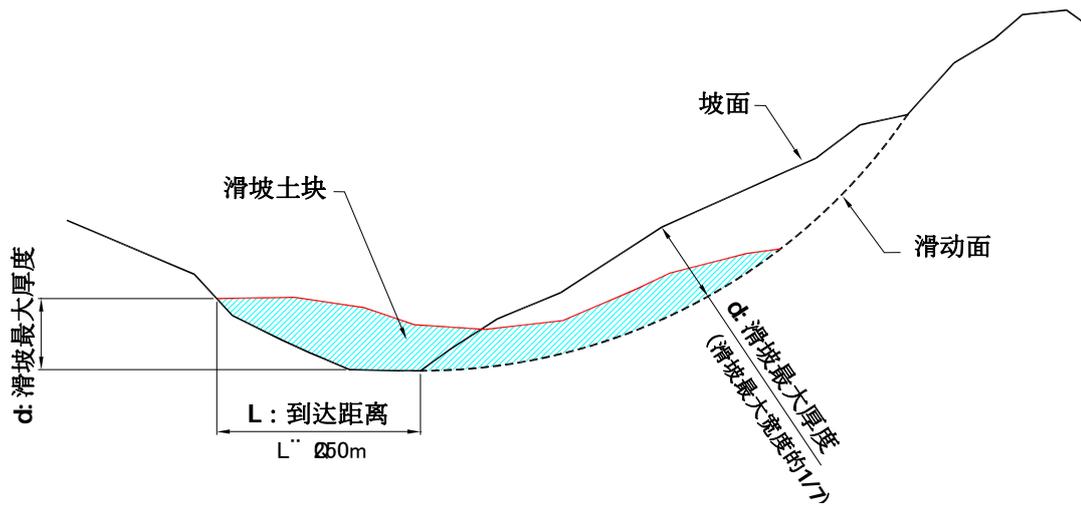


图 R 2.3.3 土砂岩石明显不会到达的区域

2.3.3 陡坡地的灾害警戒区域

所谓陡坡地崩塌一般是指坡度 30 度以上的土地，因降雨等形成的突发性崩落现象。陡坡地崩塌的发生频率高，具有强大冲击力的崩塌土砂直接冲击陡坡下面的房屋，有可能直接引发人员伤亡。关于陡坡地灾害警戒区域，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》，按照下述方式选定。

1) 所针对的陡坡地崩塌现象

目前的科学技术还难以确定坡面的深层崩坏、山体崩坏等引起的陡坡地崩塌和基岩崩落的规模，因此这里的陡坡地的崩塌规模主要是针对坡面表层崩坏形成的崩塌。

2) 抽选 30 度以上的陡坡地

首先从本次调查规划项目绘制的 1/5000 数码地形图上，抽选出 30 度以上、高度 5m 以上的陡坡地。

3) 抽选崩塌可能形成危害的土地（警戒区域）

以陡坡地以及陡坡附近有民房等的地点开始 100 米以内的范围为对象，抽选出如下图所示的可能形成危害的土地（警戒区域）。

a) 确定上端与下端

首先以 1/5000 数码地形图为底图制作坡度 30 度以上和 30 度以下的坡度区分图。在坡度区分图上，考虑坡面方向的同时，确定坡面的上端（坡面上端的 30 度以上向 30 度以下的变化点）和下端（坡面下端的 30 度以上向 30 度以下的变化点）。

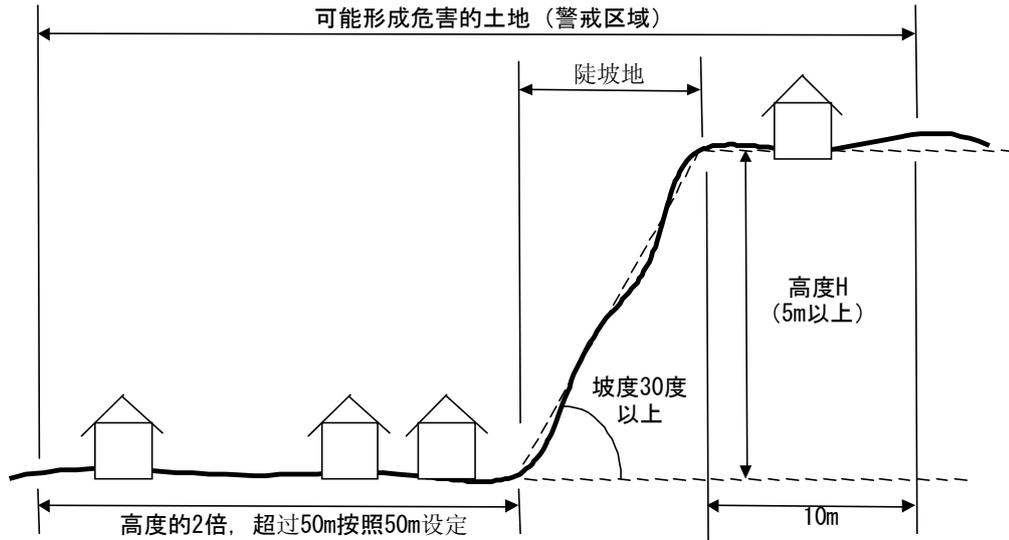


图 R 2.3.4 陡坡地概念图

b) 设定坡下的警戒区域

从下端开始，上端与下端的高差的 2 倍的水平距离设定为警戒区域，高差的 2 倍如果超过 50m 按照 50 米设定。如果下端的下游为对岸的坡面，高于下端高度 5m 的地点的水平距离为警戒区域。

c) 设定坡上的警戒区域

陡坡上端开始水平距离 10m 的区间作为警戒区域。如果上端开始水平距离 10m 内有山脊的话，范围到山脊为止。

2.3.4 召开灾害图技术交流会

2005 年 9 月 1 日调查团与中方有关单位在东川区水务局召开了关于灾害图的技术交流会。东川区水务局、国土资源局、民政局、铜都镇等单位的中方人员 15 人、调查团有 5 人出席了会议。

表 R 2.3.1 日中灾害图技术交流会

举办日期与时间	2005 年 9 月 1 日 10:30-12:00, 14:30-18:00	
参加人员	中方	东川区水务局、国土资源局、民政局、铜都镇、东川区泥防所等共 15 人
	日方 (调查团)	副团长、水文水理、地形地质、工程设计概算、翻译等 5 人
讲义内容	<ul style="list-style-type: none"> • 日本灾害图绘制的原因与目的 (调查团) • 陡坡地灾害图绘制 (调查团) • 滑坡灾害图绘制 (调查团) • 泥石流灾害图绘制 (调查团) • 国土资源局的地质灾害管理 (东川区国土资源局) 	

在交流会上，调查团首先以《日本灾害图绘制的原因和目的》为题，说明了灾害图绘制成为防灾对策重要手段的经过、日本砂防对策的历史、法律法规，介绍了陡坡地、滑坡、泥石流各个灾害的灾害图绘制方法，展示了初步绘制的东川城区流域陡坡地、滑坡、泥石流灾害图。

东川区国土资源局的与会人员作为中方代表，以《国土资源局的地质灾害管理》为题，对地质灾害治理的主要措施之一——群测群防做了介绍。根据介绍，东川区选择 151 个地质灾害重点隐患点（泥石流 63 个、滑坡 88 个）开展群测群防活动。

最后，中日双方进行了提问解答。调查团就灾害图对普通市民公开的可能性征求了中方的意见。由于下述原因，关于灾害图向市民公开，中方的态度不怎么积极

- 没有先例
- 担心居民的反应过去强烈（陷入混乱）
- 需要请示上级有关部门

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 日设置了下述滑坡、雨量简易观测装置，希望能以此为契机推广普及采用简易观测装置计测。设置的详细情况参见《附属报告书 I 非工程治理》。

表 R 2.4.1 简易观测装置一览表

观测装置	目的	设置数量
简易伸缩仪	滑坡观测	3 处（北侧坡面 1 处、南侧坡面 2 处）
简易变位仪	滑坡观测	1 处（南侧坡面 1 处）
滑坡检知板	滑坡观测	2 处（南侧坡面 2 处）
房屋墙壁裂缝测量	滑坡观测	1 处（北侧坡面 1 处）
简易雨量计	雨量观测	1 个

上述设置工作完成后，2005 年 11 月 16 日下午 2 点，召开说明会说明观测装置的目的、原理与观测方法，当地居民 30 人以及东川区水务局、泥防所的代表参加了会议。

2.5 环境影响评价的定位

对优先实施项目进行可行性研究与对项目环境影响评价的支持是确保优先实施项目在社会与环境方面的可持续发展所必须的调查内容，鉴于规划提出的项目的紧急性，这些工作对尽快确保资金来源、尽早实施项目也非常重要，同时还要到到中国环境影响评价制度的要求。

调查开始前，JICA 调查团为了明确中国环境影响评价制度对本项目的环境影响评价的要求，2005 年 6 月 JICA 调查团与国家环保总局进行了面谈，2005 年 7 月以提问书的形式就下述内容与本项目的实施机关——云南省水利厅进行了确认。国家环保总局认为基本规划与可研对象的优先实施项目都可以属于规划，需要编制环境影响评价报告书。然而云南省水利厅在受到提问书之后，向云南省环保局进行了咨询，对方的答复为“基本规划属于专项规划，需要编制环境影响评价报告书。可研对象的优先实施项目属于流域开发项目，需要编制建设项目环境影响评价报告书。”由此可见，关于可研对象的优先实施项目的环境影响评价国家环保总局与云南省环保局的意见有所差异。

基本规划与可研对象的项目按照字面意思理解都是土砂灾害治理与自然环境修复有关的“规划”，编制规划的环境影响评价报告书就完全可以了。但考虑到提出的 5 个项目的紧急程度，需要尽快实施，并且有可能尽快实施，因此认为现阶段编制建设项目的环境影响评价报告书比较合适。可研阶段按照建设项目环境影响评价报告书的标准进行环境影响评

价调查并编制报告书的话，将来在项目审批时也可以利用该环评报告，可缩短项目前期工作的时间，可能会抓住时机实施。

鉴于上述情况，优先实施项目的环境影响评价定位在中国环评制度中所谓的“建设项目环境影响评价”，对实施项目所需的环境影响评价与保护措施的制定给与一定的支持。

另外，环境影响评价属于中方的责任事项，本次调查规划实施的社会环境影响调查，不过是为了便于中方将来更加适当且高效地实施环境影响评价给与支援，而不是以环评报批为目的。为此在调查规划阶段，中方也没有开始正式办理环评手续。今后依照中国政府的办事程序，本项目正式批准后，根据本次调查实施的环境与社会影响评价结果，进行环评审批。

第3章 优先小流域治理项目的基本方针

3.1 项目内容

各优先小流域的治理项目包括工程措施方面的泥石流治理、流域水土保持和非工程治理措施等3个部份。

针对泥石流危险溪流的泥石流治理,可以采用拦沙坝、排导槽、固床坝、导流堤等工程设施。流域水土保持以自然环境修复、缓解河床抬升、控制向下游的输沙为主要目的,主要包括造林、治坡工程、坡改梯、谷坊等措施。同时配合实施灾害图制作、强化警戒避难体系(群测群防)以及建设预警预报系统等非工程治理措施,进一步完善工程治理。(其中预警预报系统在第8章中进行详细叙述)。

表 R 3.1.1 优先小流域治理项目

治理措施		内容
工程治理	泥石流治理	<ul style="list-style-type: none">● 拦沙坝● 排导槽● 固床坝● 导流堤
	流域水土保持	<ul style="list-style-type: none">● 造林● 治坡工程● 坡改梯● 谷坊
非工程治理		<ul style="list-style-type: none">● 灾害图制作及运用● 强化灾害警戒避难体系(群测群防)● 预警预报系统

3.2 泥石流治理

3.2.1 泥石流治理对象溪流与规划标准

1) 设定规划基准点、辅助基准点以及规划规模

正如《小江流域基本规划》所述,制定泥石流治理规划时,需要设定能够确定作为治理对象的土砂量的规划基准点。泥石流治理规划基准点一般设在城区、村庄、农田、公路等保护对象的上游。

优先流域土砂流出量计算的基准点,以本次调查绘制的1/5000地形图为基础,结合实地调查,综合考虑泥石流泛滥起点(地形)、重要保护对象的位置、泥石流治理工程设施配置的基础上设定,选择表R3.2.1所列的17个点作为基准点。(各个基准点的位置等详细情况,在第4章以后的各流域泥石流治理研究中记述)

关于泥石流治理和防洪的规划标准,参照《全国山洪灾害防治规划编制技术大纲》(2003年4月)和《防洪标准》(GB50201—94,1995年1月1日开始执行)(国家水利部的《水利技术标准汇编—防汛抗旱卷》),以及与东川区泥石流防治研究所、城建局的会谈结果,泥石流治理原则上按照20年一遇、洪水治理按照5年一遇设防。但是东川城区流域,考虑到其重要程度与将来的发展,泥石流治理按照100年一遇、洪水治理按照20年一遇设防。(参见《第2卷 基本规划》)

优先小流域的泥石流治理对象流域的基准点与规划标准整理如下:

表 R 3.2.1 优先流域泥石流治理对象流域的基准点

支流流域	流域编号	基准点	支流支沟名称	流域面积 (km ²)	规划标准 (再现期)		适用
					泥石流	洪水	
豆腐沟	X Z - 5	1	豆腐沟	13.07	20	5	
		1-1	豆腐沟	9.00	20	5	辅助基准点
		1-2	豆腐沟	2.31	20	5	辅助基准点
		2	豆腐沟北支沟	1.95	20	5	
乌龙河	D Z - 1	1	冉家沙沟	4.47	20	5	
		2	薛家沟	1.64	20	5	
		3	老龙箐	3.81	20	5	
		4	李家湾沟	2.07	20	5	
		5	李家湾南支沟	0.39	20	5	
		6	大箐沟	0.79	20	5	
东川城区流域	D Y - 3	1	深沟	24.52	100	20	深沟流域
		2	老干沟	2.03	100	20	深沟流域
		3	尼拉姑沟	0.74	100	20	深沟流域
		4	尼拉姑北支沟	0.33	100	20	深沟流域
		5	尼拉姑南支沟	0.74	100	20	深沟流域
	D Y - 4	1	石羊沟	7.16	100	20	石羊沟流域
		2	德莫沟	1.82	100	20	石羊沟流域
		3	余家沟	0.36	100	20	石羊沟流域
桃家小河	D Y - 1 2	1	桃家小河	70.95	20	5	
		1-1	桃家小河	65.06	20	5	辅助基准点

2) 规划土砂流出量

泥石流治理所涉及的土砂量主要包括下列几个部分。

表 R 3.2.2 规划所涉及的土砂量

名称	说明	适用
Ve. 可能移动的土砂量 (不稳定土砂量)	规划标准的降雨情况下,可能移动的不稳定土砂量。	
Vec. 可能搬运的土砂量	规划标准的泥石流可以搬运的土砂量	
Qd. 规划土砂流出量	是泥石流治理规划中最基本的土砂流出量,即规划标准的降雨条件下,从基准点流出的泥石流土砂量。在可能移动的土砂量和可能搬运的土砂量之间选择较小的数一方。	$Qd. = Ve (Ve < Vec)$ $Qd. = Vec (Ve \geq Vec)$
Qsp. 泥石流峰值流量	导流工程规划的基础土砂量	

规划土砂流出量 Qd 是在规划标准的降雨条件下,从基准点流出的泥石流土砂量,在可能移动的土砂量 Ve (规划标准的降雨条件下,可能移动的不稳定土砂量)和可能搬运的土砂量 Vec (规划标准的泥石流能够搬运的土砂量)中选择数值较小的一方。四条优先小流域的荒废程度激烈,沟道内堆积着厚厚的土砂,不稳定土砂量(可能移动的土砂量)是可能搬运的土砂量的几倍至十几倍,因此规划土砂流出量采用可能搬运的土砂量的数值。

泥石流峰值流量正如字面意思一样,泥沙和水的混合体的峰值流量,对于后面将要叙述的导流工程而言是最基本的土砂量。

如果已经有一些拦沙坝等泥石流治理工程设施，这些工程设施的调节量也将考虑进去。各种土砂量的计算公式见《附属报告书 G 砂防设施设计与预算》

3.2.2 工程治理

1) 工程治理分类

泥石流工程治理可以分为下表所示的几个类型。

表 R 3.2.3 可以采用的工程治理措施

分类	内容	工程措施
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
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	停淤场 拦沙坝（拦蓄）、
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	导流堤

如《第 2 卷 基本规划》所述，从改善流域荒废状况的观点出发，上述治理方案中，抑制泥石流发生方面的治理可以从根本上解决问题。但是小江流域的年度土砂生产量高达 4200 万吨，可移动土砂量（Vec）是可搬运土砂量的几倍至几十倍（参见《基本规划》表 R6.1.4），泥石流治理研究对象的各条沟谷都有大量的不稳定坡面和不稳定土砂，实施控制泥石流发生方面的治理，无论是在技术上还是在经济上都不太可能。因此，泥石流工程治理不从控制泥石流发生的观点出发，而是从泥石流灾害防治观点出发进行规划编制。

另外，储砂池、拦沙坝等是以拦蓄泥沙为目的的工程设施，为了防御泥石流的发生，这些拦蓄设施必须经常保持与规划土砂流出量相等的库容。但小江流域荒废程度高，土砂生产活动强烈，保持如此巨大的库容，必须能够经常清除堆积的土砂，或者在砂防规划中将历年生产的土砂量作为死库容计算进去。为了确保拦蓄库容，还需要不断地新建拦蓄设施，不仅维护管理困难，在经济方面也不太可能。

基于上述理由，将下述两种工程治理作为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”

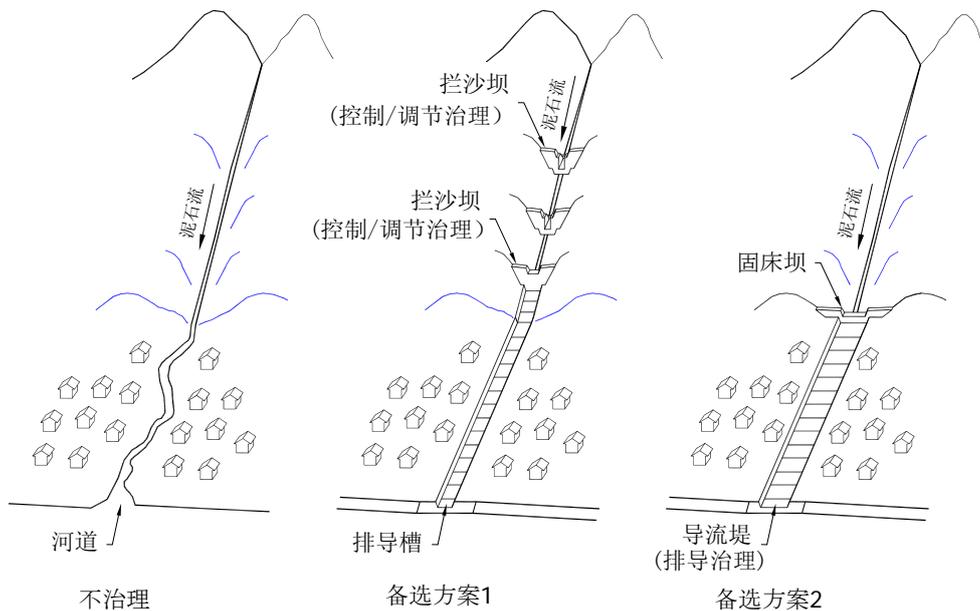


图 R 3.2.1 “拦沙坝+排导槽”与“导流堤+堤首固床坝”

如后所述，云南省水利厅希望利用海外融资机构的贷款实施本项目，经济指标是贷款项目选择的重要因素。因此从备选方案（包括不实施治理）中选择确定最佳方案是需要留意经济指标。具体的讲，原则上选择内部收益率不低于择机成本 8% 的最佳方案。

2) 备选方案 1：拦沙坝+排导槽

a) 拦沙坝的作用

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。本次规划的对象流域的可能移动的土砂量远远超过了可能搬运的土砂量，因此，着眼于拦沙坝的拦蓄泥石流和削减泥石流势能（泥石流调节）的功能，把拦沙坝的拦蓄量作为治理土砂量进行研究分析。规划基准点的规划土砂流出量，通过设置在上游的拦沙坝拦蓄，大规模洪水发生时流入下游的泥沙量为 0 立方米。

泥石流与洪水发生时，拦沙坝的拦蓄量为平常泥沙淤积坡度 (I_1) 的储砂量与设计泥沙淤积坡度 (I_2) 的储砂量之差。使用拦沙坝上游的河道断面图计算出来的结果最为准确，但由于本次调查没有实施断面测量，因此使用 1/5000 地形图上的拦沙坝设置地点的地形数据进行计算。（计算公式参见《附属报告书 G 砂防设施设计与概算》）

b) 拦沙坝配置规划的注意事项

拦沙坝配置规划的注意事项整理如下：

通过型拦沙坝（格栅坝）

采用格栅坝作为拦蓄土砂的主要建筑物。格栅坝不会影响溪流的土砂水理连续性，具有平常让泥沙流向下游，发生泥石流、洪水时，拦蓄土砂，防止下游发生灾害的功能。

非通过型拦沙坝（实体拦沙坝）与通过型拦沙坝（格栅坝）的组合

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。

拦沙坝的位置

由支沟汇合的情况下，为了能同时对主沟与支沟发挥作用，设置在主支沟汇流点的下游方向。主支沟只有一方荒废程度严重的情况下，优先选择荒废的一方设置。考虑到支沟泥石流引发主沟泥石流的情况，拦沙坝尽量设置在下游方向，减少区间面积。

拦沙坝数量

在非通过型拦沙坝设置地点（基准点、辅助基准点），以拦沙坝的土砂拦蓄量的总和超过规划土砂流出量为前提，决定拦沙坝的数量。

坝高

如果沟床的泥沙堆积很厚，拦沙坝基础很难与基岩附着的话，避免设置 15 米以上的高坝。基础深度 2.5 米的话，最大有效高度不超过 12 米。

排导槽配置

为了使后续流能够不形成危害顺利地流下去，同时，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。排导槽的规划标准，东川城区的溪流（深沟、石羊沟）按照 20 年一遇设防，其他溪流按照 5 年一遇设防。

3) 备选方案 2：导流堤+导流堤起点的固床坝

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。规划对象流量为规划标准的洪水发生时预测的泥石流峰值流量。小江流域的蒋家沟、达朵沟、沙湾大沟等采用导流堤，将各自所在流域发生的泥石流通过排导槽导入小江。

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有效高度 5 米左右的固床坝。

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，不仅要考虑经济分析，还需要考虑下游的状况，特别是有无住户和人口数量等。

4) 工程治理工程设施的初步设计考虑方式

工程设施的初步设计考虑方式整理如下（详细内容参见《附属报告书 G 砂防设施设计与概算》）。

a) 拦沙坝

i) 拦沙坝坝体设计

溢水口宽度 3 米以上，坝体稳定计算中，作为重力坝前提必需满足下述 3 个条件。

- 作用于坝体的负荷合力的作用线在坝底中央 1/3 以内，以免坝底产生拉伸应力，避免大坝倾倒。
- 坝体内、坝底与基础地基之间的接触面、基础地基内不能发生滑动。
- 坝体内产生的最大应力不能超过坝体材料的允许应力，基础地基的最大负荷不能超过地基的允许承载力。

非溢水口断面与溢水口断面同样。断面计算中，下表所列负荷的组合以满足断面设计所要求的各项条件。

表 R 3.2.4 混凝土重力式拦沙坝的设计负荷组合

坝高	平常	洪水	泥石流
坝高 15 米以下		静水压力	静水压力、淤泥压力、泥石流流体动力
坝高 15 米以上	静水压力、淤泥压力、扬压力、地震时的惯性力、地震时的动水压力	静水压力、淤泥压力、扬压力	静水压力、淤泥压力、扬压力、泥石流流体动力

ii) 基础设计

拦沙坝坝址最好在沟床以及两岸有基岩，基础能够与基岩附着的地点。优先小流域土砂石砾堆积厚度大，事实上基础与基岩附着是不可能的。因此，以砂砾堆积层基础地基为前提，地基的允许支承力为 500kN/m²。因为是砂砾地基，基础埋深为 2 米以上。如果防冲铺砌厚度在 2 米以上，基础埋深与护床厚度相等。

iii) 溢水口设计

泥石流发生频率低，溢水口设计流量按照为百年一遇清水流量×1.5（泥沙混合率 50%）计算。

溢水口必需能确保设计流量安全过流，溢水口必要高度的基础上，再加上下表所列的安全超高，合计值作为溢水口的设计高度。

表 R 3.2.5 拦沙坝溢水口的安全超高

设计流量	安全超高
200 m ³ /sec 以下	0.6 m
200~500 m ³ /sec	0.8 m
500 m ³ /sec 以上	1.0 m

另外，为了尽量减小溢流水深，溢流口宽度按照拦沙坝规划地点的最大可利用河床宽度设定。流域面积较小的话，流量也较小，必要宽度也较小，但考虑到泥石流与漂流树木的过流，溢水口宽度取到 3 米以上。

iv) 护坦设计

因为坝体基础没有与基岩附着，设置由防冲铺砌与垂直墙，保护坝下部分，防止因冲刷导致坝体破损。

防冲铺砌的厚度，利用经验公式计算，最大厚度为 3 米。垂直墙的顶宽与防冲铺砌厚度相同，为了避免防冲铺砌下游部分的冲刷，垂直墙的埋深按照 1.5 米设计。

v) (格栅坝的) 格栅设计

开口大小取决于泥石流最大粒径以及工程设施的建设目的。格栅型拦沙坝的目的是使格栅堵塞来拦蓄泥石流。开口部分的大小使用下述公式计算。

$$b \leq 1.5 d_{\max}$$

b : 开口部分的大小

d max : 泥石流中石砾的最大粒径

泥石流的最大粒径一般情况采用的调查方法为：对规划建设地点上游 200 米下游 200 米范围内的沟床堆积物进行实地调查，调查 100 颗以上的巨砾的频率分布，按照累加曲线的 95% 作为最大粒径。本次规划研究中，对各条溪流中游 95% 粒径进行调查，该粒径用于各条溪流上配置的拦沙坝的格栅设计。

另外，为了确保混凝土拦沙坝对泥石流的拦蓄，格栅部分设置横向的钢栏。以石砾即便从拦沙坝流下去也不会给下游造成灾害为前提，推测出石砾的粒径 D，按照该粒径设定钢栏的间隔。钢栏的间隔为：格栅底部与第一条钢栏间的宽度与上述推测出的粒径 D（对象粒径）一样，第 2 条钢栏以上为 0.5D。这里所说的对象粒径 D 采用 95% 粒径（d95）。

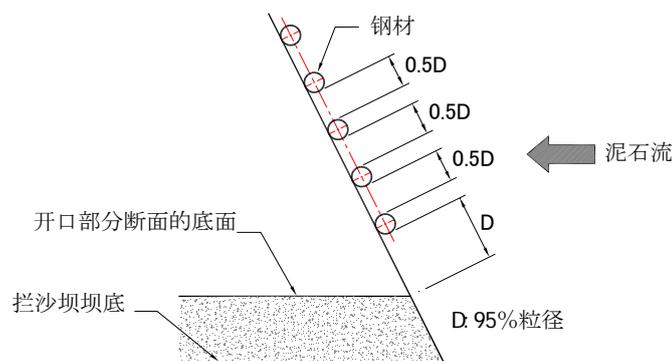


图 R 3.2.2 格栅坝上游侧钢栏间隔

b) 排导槽

排导槽通过修正河道防止发生乱流，通过限制坡降防止纵向与横向的侵蚀。

i) 规划对象流量

排导槽的规划对象流量，由于对溪流整体实施工程治理，故采用土砂含量减少后的洪水流量。研究分析中，以上游的拦沙坝全部建成为前提，设计洪水流量再加 5% 的泥沙量考虑。

ii) 断面设计

排导槽的规划断面采用单一断面，高度为能够安全过流设计流量的水深再加上安全超高得出的数值。

表 R 3.2.6 排导槽的安全超高

对象流量	安全超高 (ΔH)
200 m ³ /sec 以下	0.6 m
200~500 m ³ /sec	0.8 m
500 m ³ /sec 以上	1.0 m

iii) 法线设计

为了使水流顺利地流下去，以及将来维护管理的方便，尽量使排导槽的法线保持顺直。

iv) 纵断设计

排导槽的纵坡比降由上游往下游逐渐变缓，避免坡度突然变陡。另外避免采用决堤、决口危险性较高的筑堤方式，采用挖掘方式，设定河床最低海拔。

c) 固床坝

固床坝设计参照拦沙坝设计的考虑方法。

d) 导流堤

导流堤是将泥石流引导到安全地点为目的的工程设施。

i) 规划对象流量

导流堤的规划对象流量为规划标准下的泥石流峰值流量。如果有已建工程的话，减去相当于已建工程对流域治理率的部分。但是，规划流量不能低于降雨量计算出的清水流量再加上 10% 的泥沙含量得出的流量值。

ii) 断面设计

导流堤的规划断面按照单一段面，泥石流水深与下表中的安全超高的合计值作为导流堤的高度，宽度原则上需要 3 米以上。

表 R 3.2.7 导流堤的安全超高

对象流量	安全超高 (ΔH)
200 m ³ /sec 以下	0.6 m
200~500 m ³ /sec	0.8 m
500 m ³ /sec 以上	1.0 m

iii) 法线设计

泥石流导流堤的法线形状尽量取直，由于地形以及土地利用等原因不得不采用弯曲时，插入园曲线，原则上中心角不超过 30 度。

iv) 纵断设计

泥石流导流堤的纵断形状避免坡度的突然变化，原则上采用挖掘方式。

3.2.3 投资概算方法

1) 投资的内容

项目投资主要包括下列内容：

- ① 直接间接工程费用 .. 材料、机械、人工工资以及管理费等
- ② 设计与施工管理费 .. 工程设计、图纸绘制、工程技术管理费等
- ③ 业务管理费 行政部门的管理费
- ④ 工程预备费 追加工程的预备费
- ⑤ 税金 ①~④项的应交税金
- ⑥ 物价上涨预备费 ①~⑤项物价上涨预备费
- ⑦ 补偿费 占用土地或者粮食补助费

这里只计算①~⑤项的工程费用和①~⑥的项目投资，不产生补偿费。

项目投资概算采用 2005 年 1 月的物价和外汇兑换比价。外汇兑换比价为 1 美元=人民币 8.2865 元=102.44 日元。物价上涨预备费按照年物价上涨率 2% 计算。

2) 工程费计算方法

工程费用概算主要参考云水规联（云南水利规范联合文件、1994）第 25 号文件、水建（水利建筑文件、1999）第 243 号文件、云水政（1994）14 号文件、水利部水人劳（1993）190 号文件、水利部能源水规（1991）1272 号文件等中国的概算资料。人工费、机械费、材料费参考东川区乌龙河流域实施的泥石流治理工程规划报告书、周边地区目前的市场价格概算。

人工费、主要材料费整理如下：

表 R 3.2.8 东川区的人工工资与主要材料价格

项目		单价
人工费	普通工人	20~30 元/日
材料费	水泥	400 元/吨
	浆砌石用的石料	70 元/m ³
	钢材	1,600 元/吨

主要施工内容的工程单价明细见下表。

表 R 3.2.9 主要施工内容的工程单价

单位：元/m³

施工内容	人工费	材料费	机械费、施工费	合计
浆砌石	22	120	22	164
混凝土浇筑	38	155	42	235
土石方开挖	13			13

上述工程单价乘以根据设计图等资料计算出的工程量计算出直接工程费。①间接工程费、②设计、施工费、③管理费、④工程预备费、⑤税金参照东川区实施的泥石流治理工程，按照直接工程费的15%计算。

3.2.4 效益计算

与基本规划一样，泥石流治理的效益分为泥石流减灾效益与农田开发效益两个方面计算。但是基本规划中采用简易方法估算泥石流泛滥区域，本次为了提高估算精确度，绘制各优先流域的广域灾害图绘制时，使用二元模型进行泥石流泛滥计算。（参见2.3.1通过泥石流泛滥解析推定灾害危险区域）。

1) 减灾效益

a) 灾害损失计算科目

与基本规划相同，下列科目作为灾害损失计算。关于豆腐沟与桃家小河的桥梁毁损造成的交通中断，因为既有别的公路可走，又且交通量较小，因比不计入交通中断造成的间接损失。

表 R 3.2.10 灾害损失计测项目一览表

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%	

b) 泥石流发生概率与灾害损失减少

与基本规划相同，豆腐沟是粘性泥石流沟，按照5年一遇以上降雨发生泥石流考虑；其他流域按照5~10年以上的降雨，发生泥石流考虑。

因为东川城区流域的泥石流治理的规划规模为防御100年一遇的降雨引发的泥石流，因此通过治理100年一遇以下的灾害损失100%可以避免。其他流域按照防御20年一遇降雨引发的泥石流修建工程设施，因此20年一遇以上的泥石流灾害损失不可能100%避免，其中20年一遇的泥石流灾害损失部分可以避免。

c) 泛滥深度以及资产计算

泥石流泛滥深度采用二元泥石流泛滥解析结果。计算中，将各流域的泥石流泛滥区分割为25m×25m(625 m²)网格(网格数量：豆腐沟158×194=30652个、乌龙河99×179=17721个、东川城区253×187=47311个、桃家小河259×148=38332个)，计算每个网格的泛滥深度与流速等水理量。

利用 GIS 从本次调查绘制的 1: 5000 数码地形图上计算出每个网格的城区面积、农田（水田、旱地）面积，假定建筑密度为 70%，每个房屋单位为 80 m²，换算为房屋数量。东川城区中心部分办公楼、商店、住宅单元楼等建筑物交错混合，假定单位面积的资产总额与一般房屋没有多少差别，全部按照一个房屋单位 80 m² 包括家庭财产在内的资产计算。

各流域的房屋、家庭财产、年收入、农业产值参照村民小组问卷调查与去年实施的居民意识调查分别设定。

d) 灾害损失率

房屋、家庭财产、农田（水田、旱地）的灾害损失率参照日本国土交通省的《泥石流治理工程投资效益分析手册》，根据泛滥深度（浸水深度）设定。

桥梁与桃家小河下游的团结渠取水坝的灾害损失与泥石流流量成正比，100 年一遇洪水的受灾损失设定为资产总值的 50%。其他公共财产的灾害损失按照房屋灾害损失的 50% 计算。

e) 人员伤亡

与基本规划同样，假设发生 50 年一遇以上的泥石流时，房屋完全倒塌或者正在通过公路桥时直接受到泥石流的袭击造成人员伤亡。伤亡人员的生命价值作为损失利益按照年收入的 15 倍计算。

i) 房屋完全倒塌造成的人员伤亡

完全倒塌的房屋数量根据《土砂灾害防治基础调查手册》（2001 年 6 月财团法人砂防边界整備推进机构）中的建筑物倒塌判定公式计算。

F_d （泥石流流体动力） $\geq P_2$ （建筑物承受力）的时候发生倒塌

$$F_d = \rho_d \cdot U^2$$

$$P_2 = 35.3 / (H_3 \cdot (5.6 - H_3))$$

公式中 ρ_d : 泥石流的密度 (t/m³)

U : 泥石流的流速 (m/s)

H_3 : 泥石流的深度 (m)

上述公式中的水理量，计算泥石流泛滥计算采用的 25 米网格中每个网格的数值。

房屋完全倒塌造成的人员伤亡数量，根据日本泥石流灾害有关的人员伤亡与房屋损失调查，采用下述公式计算 50 年一遇以上的泥石流灾害损失。

$$Y = 2.600 \cdot X^{0.663}$$

公式中 X : 完全倒塌的房屋数量

Y : 伤亡人数 (人)

ii) 正在通过桥梁时直接受到泥石流袭击的事故

正在通过桥梁时直接遭受泥石流袭击造成的人员伤亡，参考 1985 年老干沟泥石流袭击了正在通行的车辆，导致 12 人死亡。豆腐沟和桃家小河也有可

能发生同样的事故，因此百年一遇泥石流的死亡人数按照 12 人估算，50 年一遇以上的泥石流按照流量比例计算死亡人数。

f) 间接损失

间接损失包括停业停产损失、桃家小河下游的团结渠受灾引起的农业生产损失。停产停业损失假设房屋受灾的家庭 3 个月没有收入，按照年收入的 25% 计算。团结渠受灾引起的农业生产损失，100 年一遇泥石流按照损失 10% 计算，20 年一遇以上的泥石流按照土砂量的比例计算。

g) 年平均灾害损失计算

各条溪流在现有设施的条件下，计算 5~100 年一遇的泥石流泛滥情况，根据上述方法计算各种概率下的灾害损失。年平均减灾效益作为期待值计算，计算时考虑灾害发生频率。

2) 农田开发效益

优先小流域泥石流治理对象的支沟河滩与堆积扇目前是泥石流泛滥区域，还未开发利用，在泥石流治理的同时可以开发为农田。根据本次调查绘制的数码地形图，通过实施优先流域治理工程，豆腐沟流域可在泥石流泛滥平原上开发河滩地 1000 亩，乌龙河流域 100 亩，桃家小河流域 300 亩，共计可开发农田 1400 亩。

农田开发效益按照当地栽培作物的产值减去 50% 的生产成本计算，各流域按照下述内容设定：

表 R 3.2.11 各流域的农田开发效益

流域	农田开发效益 (元/亩/年)	预测栽培作物
豆腐沟	550	玉米、洪水
乌龙河	1,300	水稻、蔬菜
桃家小河	1,300	水稻、玉米

3.3 流域水土保持治理

3.3.1 采用的治理措施

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。

1) 生物治理

生物治理主要是针对荒山草地与崩塌地，根据土地状况实施造林或者造林+治坡工程。各种土地的状况与生物治理组合如下。其中海拔 3000 米以上，坡度 45 度以上不作为治理对象。

表 R 3.3.1 生物治理的组合

土地状况		生物治理	使用
荒山草地		造林	海拔 3000 米以上，坡度 45 度以上的土地除外。
崩塌地	荒山草地	造林+治坡工程	
	耕地	造林+治坡工程	
	林地	造林+治坡工程	

对于遏制“水土流失—流域荒废—灾害增加—收入减少、贫困增加—开垦坡耕地”土砂灾害与自然环境恶化的恶性循环，25 度以上坡耕地造林（退耕还林）是必不可少的治理措施，中国政府也在作为国家项目积极推进。但基于下述理由，没有包括在可行性研究调查对象中。

- 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、替代农田等问题的基础上，通过居民的参与达成一致意见后，慎重地开展实施。
- 调研过程需要相当长、以至于以年为计算单位的时间。而本次调查中安排的可行性调查阶段只有几个月的时间，短时间内难以对坡耕地退耕还林的可行性作出结论。
- 况且，退耕还林仅占项目总投资的 5%，其他治理措施占 95%，首先确认这些治理措施的可行性，早日开始实施治理更为重要。

2) 工程治理

流域水土保持采用的工程治理措施包括下述两种：

- 针对冲沟侵蚀设置谷坊
- 针对坡耕地实施坡改梯

3.3.2 治理措施的研究程序以及数量计算条件

再次，主要叙述各种治理措施的研究程序，以及各流域规划编制所必需的共通科目—投资概算的单价和效益计算的单位。

1) 生物治理（造林以及造林+治坡工程）

生物治理的基本规划程序如下：

- (a) 确认各种土地面积
- (b) 确认土地的特性与问题
- (c) 设定基本条件
- (d) 效益计算
- (e) 投资概算
- (f) 规划编制

以下对上述内容进行详细说明：

a) 确认各种土地面积

如前节所述，生物治理主要是针对荒山草地与崩塌地实施。其中荒山草地只实施造林，崩塌地仅实施造林不能稳定坡面，因此实施治坡工程后造林。荒山草地与崩塌地的面积按照下述要领计算。

i) 荒山草地

根据本次调查绘制的 1:5000 数码地形图中的土地利用情况，绘制土地利用图（GIS 数据化），根据土地利用图选择确定荒山草地并计算面积。但是，地形图分类中的荒山草地也包括难以造林的岩石裸露地、小面积的杂树林、人工林和耕地，难以确定荒山草地面积中最终百分之多少作为造林对象。为此根据航片解读以及基本规划编制阶段分析出的东川区的林业用地面积（无林地部分）占荒山草地的 80%，因此确定前面计算出的荒山草地面积的 80% 为造林实施对象。

ii) 崩塌地

崩塌地根据本次调查拍摄的 1:20000 航空照片解读结果，选择确定。航空照片的崩塌地解读结果与土地利用图叠加，计算荒山草地、耕地、林地中的崩塌地面积。

b) 确认各种土地的特性与问题

针对上述选择确定并计算出的面积，对各种土地的下述特性进行分析。

- 各种土地的海拔与坡度
- 降雨量、缺水状况以及土壤
- 居民对经济林、薪炭林的需求
- 该流域面临的其他问题

i) 各中土地的海拔与坡度

树种选择的主要要素为海拔、坡度、坡向、土壤以及交通条件。根据这些条件选择确定各地块的造林树种。上述各要素与树种的关系参见表 3.3.1。关于坡度，45 度以下基本上对造林树种的选择没有影响。

ii) 降雨量、气温、干燥程度以及土壤

由于雨量观测站较少，降雨量与气温的关系不太明确，但海拔与降雨量、温度的大致关系如下表。

表 R 3.3.2 流域的气象特征

海拔 (m)	气候带	年平均气温 (C°)	年降雨量 (mm)	年蒸发量 (mm)
900~1,300	亚热带半干燥河谷区	20	700	2,100
1,300~2,300	暖温带半湿润山区	13	830	1,000
2,300~3,300	寒温带湿润山区	7	1,200	900

考虑上述分布特征的基础上选择树种，土壤方面主要考虑前面叙述的各流域的土壤特征。

iii) 居民对经济林、薪炭林的需求

从前面的研讨会结果来看，居民非常希望营造经济林，本来应该根据可能性与现实性进行判断，尽量考虑居民的需求。但现阶段难以收集各流域的土壤、灌溉水源等详细资料。另外，基于下述理由，林业局指出过多的营造经济林不太现实。

- 对居民希望营造经济林可以理解，但事实上，荒山草地营造经济林的成本非常高，抚育管理难度大，可能性很低。
- 另外经济林的株距大，水土保持效果较低。
- 市场情况对经济林产品的价格影响大，并不一定能够获得投资预期的收入。
- 薪炭林同时具备生态林的效益，有些生态林也能起到薪炭林的作用。

本次规划调查的造林目的虽然包含贫困对策，但首先要考虑水土保持效益，最终与林业局确定的生态林：经济林：薪炭林的造林比例，东川区为 80%：8%：12%，会泽县为 80%：5%：15%。

iv) 该流域所面临的其他问题

各流域所面临的其他问题包括供水设施的必要性、材料采购、公路等基础设施，根据需要进行配置。

c) 设定实施造林的基本条件

对上述各种土地的特性、所存在的问题进行确认的基础上，对造林所必需具备的基本条件设定如下。（另外，关于造林规划中的成活率，根据过去的实际业绩设定为 85%，实现目标所需的抚育、养护费用已经包含在造林单价之中）。

- 选择确定生态林、经济林、薪炭林的造林树种
- 其他造林所必需的基础设施（管护道路、苗圃、管护设施等）

其中生态林、经济林、薪炭林的树种选择，按照下设程序进行。

- (i) 首先将荒山草地、半荒草地分为 10~20 个大块，计算各块的面积。
- (ii) 各大块中所包含的林班（1:5000 地形图上的土地利用中荒山草地与半荒草地的边界小单位），根据海拔、周围的土地利用情况，选择造林树种。（每个大块分割为 10~15 个林班）
- (iii) 以大块为单位统计林班的造林树种，在一定程度上按照前面所述的林种比例分配各造林树种的造林面积。（由于各大块的地形等条件限制了树种，

并不一定每块的造林比例都能达到前面所述的 80:8:12（或者 80:5:15），最终在流域整体的各林种造林面积分配中进行调整已接近该比例）

d) 造林单价设定

设定上述造林所需的各种单价，造林单价包括(i)单纯造林所需费用与(ii)附属设施所需费用。

i) 造林所需费用

设定各树种的造林单价。单价中包括种苗、运输、整地、栽种、养护、肥料、病虫害防治、抚育以及其他等费用。各项费用采用实地调查的单价。表 3.3.2 列出了各树种的造林单价。

ii) 造林附属设施与管理设备

造林附属设施包括管护道路、管护房、管护设备。管护道路与管护房的配置标准参照云南省附属设施设置标准（《云南省国营林场设计规程》），配置标准如下：

表 R 3.3.3 附属设施配置标准

设施类别	设施名称	配置标准
道路	防火带	10m/ha
	巡护道	10m/100ha
	步行道	50m/100ha
管护房（20m ² /人）		每 5~6 个护林员建一座管护房（护林员按照 1 人/0.7km ² （1 人/1000 亩）配置）

这些附属设施的单价见表 3.3.3。

iii) 维护管理费

维护管理费包括车辆、办公设备、护林员工资、附属设施维修等（造林后的抚育、养护费用已经包括在造林费用之中）。四条流域整体的费用见下表：

表 R 3.3.4 维护管理费用

项目	明细	数量	价格(千元/年)
造林项目管理办公室	车辆、办公设备	1 套	30
流域造林管理所	车辆、办公设备	1 套	60
人工费	护林员工资	75 人	450
附属设施维修	道路、管护房	1 套	5
其他杂费			1
合计			546

上述费用相当于后面将会叙述的四条小流域初期投资费用（合计：1.17 亿元）的 0.5%。因此规划中的年度维护管理费用按照初期投资费用的 0.5% 概算。

e) 采用的治坡手段

如前所述，崩塌地在造林前实施治坡工程。针对小规模崩塌地的治坡工程本规划从实地材料采购方便考虑，研究采用栅栏（木桩+枝条）与竹埂（竹桩+竹条）。另外大规模崩塌地的裸露坡面上喷涂种子，为了防止种子流失，采用草帘覆盖。

栅栏、竹埂与草帘覆盖的工程单价针对 0.08 公顷的面积所需数量进行了费用概算。图 3.3.1 为治坡工程的标准图，表 3.3.4 列出了治坡工程的单价。

f) 各种治理措施的土砂生产控制效益

基本规划中已经叙述过，实施造林以及造林+治坡工程产生的土砂生产抑制效益包括下述几个方面：

i) 地表侵蚀控制效益

通过实施造林可以减少地表侵蚀产生的土砂量。造林对草地、半荒草地的表面地表侵蚀控制量按照 $2,700\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($1.8\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$) 计算。造林+治坡工程对崩塌地的地表侵蚀控制量按照 $10,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($6.67\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$) 计算。

ii) 对崩塌发生的抑制效益

造林除了地表侵蚀控制效益之外，对崩塌发生的抑制效益为 $1,600\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($1.07\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$)、治坡工程（包括造林）对崩塌扩大的抑制量为 $55,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($36.7\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$)。

上述治理措施对土砂生产的抑制效益汇总如下：

表 R 3.3.5 土砂生产控制效益

效益内容	治理措施	效益
地表侵蚀控制效益	荒坡、半荒坡造林	$2,700\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($1.8\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$)
	治坡工程	$10,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($66.7\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$)
崩塌发生抑制效益	荒坡、半荒坡造林	$1,600\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($1.07\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$)
	治坡工程	$55,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ($367\text{m}^3/\text{年}/\text{亩}$)

g) 效益计算方法研究

研究生物治理实施产生的效益的计算方法。效益计算的基本科目为基本规划中研究过的下述内容：

- 流域水土保持治理的土砂生产控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益
- 经济林产品的销售效益

这些效益的计算单位如下：

i) 流域水土保持的土砂生产控制效益

清理堆积土砂的费用作为土砂生产控制效益计算。采用《四川省安宁河流域造林规划调查》（2002年7月）中，堆积土砂的清理费用9元/立方米。

树木成长到一定程度后，才能100%发挥效益。本次计算中，成长期平均按照8年计算，在成长期内效益从0开始直线上升。

ii) 二氧化碳吸收效益

现在中国为了保持水土而营造的水土保持林，吸收二氧化碳产生的防止地球温暖化效益，作为国家效益，按照743元/公顷/年计算。关于二氧化碳吸收效益的计算标准，各种文献资料提出各种各样的数值，不能一概而论。然而日本采用的标准（4000元/公顷），从日本与中国的物价差来看，中国采用的数值也没有太大的出入，因此本次采用中国的标准743元/公顷/年。

二氧化碳吸收效益与i)土砂控制效益一样，按照8年后100%发挥效益来计算。

iii) 保水效益

造林的保水效益采用水文条件相近的四川省西昌市的推算值（1040立方米/公顷/年，《四川省安宁河流域造林规划调查报告书》）计算。

保水效益按照农业用水占80%（单价0.025元/立方米），生活用水占20%（单价1.5元/立方米）的权重平均值（0.32元/立方米）乘以保水量，得出保水效益计算单位为333元公顷/年（22.2元/年/亩）。

保水效益同样按照8年后100%发挥效益计算。

iv) 经济林生产效益

本次规划造林种，应居民的要求，在条件适合的地方积极栽种经济林。经济林产品减去生产成本后所剩的效益作为经济林效益计算。以流域内最为常见的经济林树种石榴为基础树种，效益计算单位采用7500元/公顷/年（500元/亩/年）。

上述各种效益的计算单位汇总为下表。

表 R 3.3.6 流域水土保持效益计测科目与单位

项目	计算单位
土砂生产控制效益	9元/m ³
二氧化碳吸收效益	743元/公顷/年(49.5元/亩/年)
保水效益	333元/公顷/年(22.2元/亩/年)
经济林生产效益	7,500元/公顷/年(500元/亩/年)

h) 确定治理措施的数量

根据上述条件以及单价、计算单位，设定下述各种数量与金额。

- 各种科目的数量
- 项目投资概算

- 效益计算

2) 工程治理措施

a) 针对冲沟侵蚀地的治坡工程

在冲沟侵蚀地上实施的工程治理措施按照下述程序进行研究。

- (i) 计算冲沟的长度
- (ii) 选择治理方式
- (iii) 计算单价、数量与投资
- (iv) 效益计算

i) 冲沟长度计算

对本次调查拍摄的 1:20000 航空照片进行地形解读，根据地形解读结果确定包括 0 次沟谷在内的冲沟侵蚀，然后转换为 GIS 数据计算长度。现实问题是航片解读很难区分冲沟与 0 次沟谷，需要通过实地考察进行判断。但对这么多的冲沟与 0 次沟谷进行实地调查，时间方面面临着巨大的困难。

对典型地点的实地考察得知 0 次沟谷与冲沟的比例大概为 1:1，因此包括 0 次山谷在内的冲沟总长度的 50% 作为冲沟的长度。但事实上不可能对所有的冲沟进行治理，因此上只对冲沟长度的 50% 进行侵蚀治理。

ii) 选择治理方式

对于冲沟采用设置谷坊来治理。目前当地已近修建了一些谷坊，考虑到采集施工材料的难易程度以及施工经验，选择采用浆砌石谷坊。

谷坊的设置间隔一般采用泥沙堆积坡度进行计算，但是冲沟的泥沙量很大，泥沙堆积坡度与冲沟坡度非常接近。

为此按照冲沟原沟床坡度的 80%（五分之四）配置。（后面将会叙述到，从地形分类图上计算出的各条冲沟的平均沟床坡度大约为 15 度，估计堆积泥沙在 15 度的 80% 的角度处于稳定，因而如图 3.3.2 所示，平均 37 米设置一座谷坊。）

iii) 单价、数量与投资计算

谷坊的单价根据实地走访调查的石料价格以及谷坊的单位体积用量进行计算（见图 3.3.2）。根据前面所述的冲沟长度，计算需要设置的谷坊数量，乘以单价计算工程投资。

每座谷坊的单价为 3640 元。

iv) 冲沟侵蚀治理的效益

在冲沟上设置谷坊产生的侵蚀防止效益采用基本规划中计算出的 400 m³/km/年。

v) 效益计算

冲沟侵蚀防止效益就是通过对上述冲沟侵蚀地的治理，表面侵蚀产生的土砂减少，由此而产生的土砂生产控制效益。土砂生产控制效益按照前面所述的 9 元/m³ 计算。

下表中汇总了上述冲沟侵蚀防止治理的单价、土砂生产控制效益、效益计算单位。

表 R 3.3.7 冲沟侵蚀防治的单价、控制效益与效益计算单位

项目	数量
冲沟侵蚀防治的投资计算单价	3,640 元/座
侵蚀控制量	400 m ³ /km/年
效益计算单位	9 元/m ³

b) 坡改梯

坡改梯按照下述程序进行研究分析。

- (i) 确定坡改梯的实施对象面积
- (ii) 选择确定坡改梯的施工方法
- (iii) 单价、数量以及工程费计算
- (iv) 效益计算

i) 确定坡改梯的实施对象面积

坡改梯的实施对象面积按照下述方式计算。

- 根据本次调查绘制的 1:5000 地形图绘制土地利用图，从土地利用图上抽选出所有的农田。
- 使用 1:20000 的航片，在立视镜下面确认坡耕地中哪些已经改为梯田，哪些还是坡耕地。
- 根据坡度分布图，最终选择出 15 度~25 度的坡耕地作为坡改梯的实施对象。

ii) 选择确定坡改梯的施工方法

坡改梯的施工方法基本上有土埂梯田与石埂梯田。区别在于土埂梯田的初期投资小，但维护管理费用高，而石埂梯田正好相反。因此为了尽量减少维护管理费用，选择采用石埂梯田。

iii) 单价、数量与投资计算

首先计算出石埂梯田的单价以及面积然后计算总投资。假定标准施工形式下，单价为 2.3 元/平米（1530 元/亩）。

iv) 坡改梯的侵蚀防治效益

坡耕地改为梯田可以产生侵蚀防治效益，采用基本规划中计算出的 4,000 m³/年/km² 计算效益。

v) 效益计算

坡改梯具有土砂生产控制效益与农田改良效益。农田改良效益体现在收入增减、成本降低、耕种方便等方面，但是这些效益难以定量，因此采用基本规划阶段分析研究出的按照农田承包费差价 0.15 元/m² /年(100 元/亩/年)作为坡改梯的农田改良效益。

根据上述分析，坡改梯的单价、土砂生产控制效益、效益计算单位汇总为下表。

表 R 3.3.8 坡改梯的单价、土砂生产控制效益与效益计算单位

项目	数量
坡改梯的单价	2.3 元/m ² (1,530 元/亩)
侵蚀防止效益	4,000 m ³ /年/km ²
效益计算单位	0.15 元/m ² /年(100 元/亩/年)

3.3.3 规划制定

1) 生物治理（造林与造林+治坡工程）

根据上述程序，设定最终的实施面积数量、计算效益与投资，汇总生物治理规划。基本分析研究成果包括下述内容。

表 R 3.3.9 生物治理规划编制结果

生物治理	结果
针对荒山草地 实施造林	<ul style="list-style-type: none"> 各海拔带、各坡度带的造林面积与造林树种 造林所需的附属设置 造林的投资与效益
针对崩塌地 实施造林+治坡工程	<ul style="list-style-type: none"> 各海拔带、各坡度带的造林面积与造林树种 治坡工程的数量 造林的投资与效益

2) 工程治理

如前所述，工程治理主要包括在冲沟侵蚀地上实施的治坡工程与坡改梯。这些治理措施的研究结果如下：

表 R 3.3.10 工程治理的规划编制结果

工程治理措施	结果
冲沟侵蚀地上 建造谷坊	<ul style="list-style-type: none"> 冲沟长度 谷坊数量 冲沟侵蚀防治的投资与效益
坡改梯	<ul style="list-style-type: none"> 坡改梯的面积 坡改梯的投资与效益

3.4 非工程治理

3.4.1 灾害图制作及运用

灾害图作为防灾减灾的重要手段之一为世界各国开始广泛采用。通常灾害图的作用如下表所示分为两个方面，也就是通过行政方面的告知努力（公布土石灾害的实际情况、危险区域等）与居民的知情努力（对危险性、避难方法的认识）相互作用、相互促进，减少土石灾害的受灾损失。

表 R 3.4.1 灾害图的作用

对象	目的
行政	<ul style="list-style-type: none"> 通过对危险区域的预先掌握，充分运用于灾害发生时的应急救灾活动。 在编制土地利用规划时将危险区域排除在开发对象之外，从而引导合理的土地利用方向。 运用于工程治理规划和居民搬迁计划。
居民	<ul style="list-style-type: none"> 居民预先知道自己周围的危险区域，发生紧急情况时能够更为容易的采取避难、救助等措施。 居民能够尽量避免在危险区域建设房屋。

本次规划调查也将灾害图绘制作为非工程治理措施的重要支柱之一，一方面调查团按照日本的标准绘制灾害图；另一方面在召开防灾研讨会时让当地居民绘制所在村落的灾害图。以下对优先小流域灾害图的绘制和运用进行分析研究。

1) 中国的灾害图绘制与公布 的现状

中国还未将灾害图绘制与公布确立为防灾措施。虽然绘制了显示灾害危险区域和危险等级的灾害图，但是如右图所示，比例尺太小，没有公布各地各区域的可具体用于防灾避灾活动的灾害图。



图 R 3.4.1 中国的灾害图范例

如前所述，关于本次调查团绘制的灾害图，2005年9月1日召开的日中灾害图技术交流会上，由于没有先例等理由，中方的反应不太积极。

在日本，灾害图的有效性为社会所认可也经历了近10年的时间，因此这件事并不是完全没有可能，需要踏踏实实努力，一点一点地积累实际业绩。

2) 由调查团绘制灾害图

如2.3 灾害图绘制所述，参考日本的规程试作了优先小流域的泥石流（包括洪水）、滑坡、陡坡崩塌灾害有关的灾害图，绘制结果见图4.1.5、图5.1.5、图6.1.5、图7.1.5。

绘制的灾害图的特点为按照一定的标准明确了广域防围的灾害潜在威胁。优点在于可以宏观掌握可能会发生些什么灾害。在城市规划、土地利用规划的编制、开发项目审

批方面，对合理利用土地的规定与引导将发挥重要作用，另外广域灾害图对灾害治理项目规划编制也非常有效。

但是上述灾害图在精度方面有一定的限度。例如、滑坡、崩塌的警戒区域是根据航空照片抽选出来的，缺乏微地形、地质、植被、地下水位等信息支持，还没有达到小规模灾害的表现与危险程度评价的程度。因此根据这些灾害图选择具体的紧急避难场所、搬迁项目的紧急程度以及进行防灾工程设施的设计，还存在一些困难。为了提高灾害图的精确程度，还需要进行实地调查（走访当地居民、实地勘察、实地测量）。

3) 由居民自己制作灾害地图

另一方面，为了了解居民自身对所居住地区的灾害的了解程度，2005年9月到10月，一共举行了10次防灾研讨会。请参加研讨会的居民画出当地的地图，图上标出灾害（滑坡、泥石流）地点，制成了另一类型的灾害地图。与2004年在豆腐沟举办研讨会时制作的4个地区合在一起，共计得到33个地区的居民做成的灾害图。这33幅图附于「附属报告书I非构造物治理措施」。其中代表性的（东川城区流域）铜都镇尼拉古村芦柴塘与乌龙镇（乌龙河流域）跑马山村山尾巴的灾害图如下。



(1) 铜都镇尼拉古村芦柴塘

(2) 乌龙镇跑马村山尾巴

图 R 3.4.2 居民做成的灾害图的例子

上述两地都位于群防群测得重点地区。特别是芦柴塘，因97年的滑坡有6人遇难。因此，居民的防灾意识较强，在灾害地图中当地的灾害情况也表达得很清楚。例如，从该地图中可以了解到比调查团绘制的灾害图更详细的当地的情况。

在芦柴塘村落的东北部存在着一个大规模的滑坡体。97年冲毁了22幢房屋，夺去了6个人的生命。幸免于难的200多人，只好在村落西南边的山顶上避难。另外，山尾巴村的北面、西面有五条泥石流危险沟谷。由于村落的大部分位于高丘上，不会直接受到泥石流的冲击。但是，也有几家坐落在低地上，91年泥石流冲坏了3家房屋，幸运的是这3家人在较高的地方避难，没有造成人员的伤亡。

这样的居民对住地附近的灾害的正确认识，表明了依靠居民自身能够做出高质量的灾害地图。虽然居民们对近处的灾害很敏感，对四周的滑坡体、陡坡地和泥石流也很清楚。但是，对那些大规模的滑坡体或较远处的泥石流就往往会有所忽视。因此，从更

宽阔的立场来看，必须给与行政上的指导与支援。在这种情况下，调查团制作的全域性的灾害地图就很有用了。

4) 灾害地图的制作和有效使用的方针

考虑到有上述两种灾害地图和中国现在对灾害地图的使用现状，建议制作并同时采用以下两类灾害地图。

表 R 3.4.2 两类灾害地图的使用方法

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

首先，行政（小江工程管理局）制成每一个优先流域的全域性灾害地图，一般不予公开由有关的行政机关保管，作为参考资料用于城建规划、土地利用计划、开发项目审查、防灾计划的立案等。本次调查中做成的灾害地图也可以就这样使用。但是，应该根据土地利用等发生的变化，每五年进行一次修订。

地区性的防灾地图，应在居民研讨会上居民绘制出的灾害地图上加上避难地点和避难路线，以便更好地用于避难活动。作为原则，每个小组在行政（小江工程管理局）的指导下制作上述地图。但是，位于东川城区流域扇形地上的城区部分，由于地形较为单纯，按每个居民委员会或村民委员会制作就可以了。在制作的时候，应该广泛地收集居民的意见。为此，可以举行调查团曾经举办过的居民研讨会，由行政派遣的参会人员可以根据全域性的灾害地图进行指导。这样做成的灾害地图，可以悬挂在群测群防观察员的住宅和居民、村民委员会的办公室内。此外，其副本由相关的行政机关保存。同样，应当每五年修订一次。

3.4.2 强化群测群防（警戒避难体制）

中国的对于地质灾害的警戒避难体制，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为基础的。群测群防与在日本被称为地区协同防灾系统（Everyone Watching System）的机制相当，可以说在世界上也是一个先驱性的实验。2004年开始实施的地质灾害防治条例也提出强化群测群防，把它列如灾害地区县、乡、村的职能。

1) 群测群防系统

在小江流域，与工程措施并举群测群防共同成为防御灾害的支柱。在东川区、会泽县以国土资源局为中心，针对存在滑坡、泥石流等地质灾害的优先小流域内的36个重点（危险地区）地区，开展了居民的群测群防活动。

表 R 3.4.3 各优先流域的地质灾害重点地区数量

灾害类型	豆腐沟	乌龙河	东川城区	桃家小河	合计
泥石流	2	7	1	2	12
滑坡	1	11	3	7	22
陡坡地崩塌				2	2
合计	3	18	4	11	36

在重点地区，雨季（5月1日~10月31日）实施24小时值班。各村民委员会针对各个危险地点，选派1、2名监视员监视灾害发生的预兆。一旦确定发生了异常，就通过村民委员会向各乡镇的国土资源管理所及国土资源局地质环境科报告；当判断必须避难时，在监视员的带领下实施居民避难。情报的传递基本上使用电话（固定电话或手机）。不通电话的情况下，则步行前往该地的村民委员会。大雨预报之类的气象情报，则按相反的路线传递。

为了提高居民的防灾意识，避免面对灾害时可能产生的混乱，对于危险地区的居民预先发放明白通知单，明确灾害的种类、避难地点、避难路线、联系方法等。每年的雨季之前，由国土资源局对乡政府的相关负责人员进行指导训练，再由这些负责人经过村民委员会对监视员进行指导训练。

2) 群测群防现存的问题

具体如何进行群测群防活动？对此，在实际现场，即村民小组防灾研讨会上对参会人员直接进行了了解。在下表中，根据了解的结果以相关地区群测群防活动中的实施对象、监视员、监视活动、情报传递、避难、教育/训练/宣传等6个方面为对象，归纳整理了现存的问题和改进的方案。总体来讲，群测群防的现状主要是资金不足与经验不足，不论从哪个方面来看，政府的支持都不够充分；过多地依赖居民自发的活动，从组织的角度给与细致的关心、指导都不够。

表 R 3.4.4 群测群防的现存问题与改进方案

项目	现存问题	改进方案
讨论对象	<ul style="list-style-type: none"> 对群测群防的支持仅限于重点地区。 	<ul style="list-style-type: none"> 应扩大到其它地区
监视员	<ul style="list-style-type: none"> 监视员由小组长或村委会的成员兼任，1至2人。实施24小时值班时，人员不够。 监视员是义务工作，希望给与一定的报酬。 	<ul style="list-style-type: none"> 增加监视员（至少两人） 给监视员报酬
监视	<ul style="list-style-type: none"> 没有检测地面裂缝、雨量的工具或器具。 对地面裂缝和树木倾斜等的变化，只能依靠目测听凭感觉。 没有监视活动必须的用具（如，雨具、电筒、头盔等） 	<ul style="list-style-type: none"> 添置必要的工具器具 提供监视活动必须的用具
情报传递	<ul style="list-style-type: none"> 有的村民小组，因监视员没有手机，与村委会的联系只好步行，常常耗费2-3小时。 几乎所有的村民小组都没有广播设备，不得不靠哨子或大声喊叫来联络居民。 	<ul style="list-style-type: none"> 充实与村民委员会进行联系的通信设备。 增添铜锣或广播设备。
避难	<ul style="list-style-type: none"> 没有安全的场地。 许多居民不知道往什么地方避难为好。 在明白通知单里仅仅有“山的上方”并没有具体的避难地点。 没有标明避难场所的地图。 	<ul style="list-style-type: none"> 举办研讨会，确定避难场所制作防灾地图。
教育、训练、宣传	<ul style="list-style-type: none"> 对监视员的训练，仅限于在村委会进行的注意事项的说明。缺乏现场的具体指导。 没有针对居民的具体避难训练。 	<ul style="list-style-type: none"> 进行现场监视及情报传递训练。 进行避难训练。

a) 对象地区

首先，一个大的问题是，开展群测群防仅限于重点地区。重点地区是根据来自居民的情报进行现场调查而确定的。但是，根据调查团制作的灾害地图，几乎所有的山间村落（小组）都包含在，至少它的一部分包含在滑坡体、陡坡崩塌地或泥石流沟谷的警戒范围之内。此外，在研讨会上，重点地区以外的居民也诉说了与重点地区的居民同样的近在身边的灾害的危险性。

b) 监视员

监视员由小组长、村委会成员兼任，1 或 2 人。雨季的 6 个月之中，仅有一个人 24 小时值班的话力量远远不够，至少也应该有两个人。另外，监视员都是义务劳动，对于承担这样重要责任的监视员来讲，会影响工作的积极性。实际上，也发出了给与报酬的呼声。

c) 监视活动与传达情报的手段

还有，缺乏监视用的工具、器具，只能依靠监视员的目测与感觉；也没有提供雨具与电筒一类的用具。还有用个人的手机与村委会联系，那些买不起手机的监视员只好步行传达信息。作为向居民通知危险信息的手段，部分村落的广播设施（扩音机、喇叭、话筒）安放在小组长家里，几乎都是用哨子或大声喊叫来通知村民。。

d) 避难

没有记载着灾害危险地点、避难地点、避难路线的地图。即使在重点地区，几乎所有的村落都没有具体规定避难场所、避难路线。明白通知单上关于避难场所只有“山上”或“上边”这样不明确的说法。作为理由，安全的场所并没有像文化馆那样的公共建筑；此外，村落附近是否能找到安全场所也是问题。

e) 教育、训练、宣传

关于监视员的训练问题，在村委会的会议上就群测群防问题讨论时，得到了应有的关注。但是，并没有在现场进行具体监视活动和情报传达的训练。对重点地区的居民的教育训练也仅仅停留在发放明白通知书上。从未进行过避难训练。

3) 群测群防的效果与其局限

群测群防对于滑坡的作用，特别是事前察觉到滑坡的预兆，才没有造成重大灾害的 2、3 个事例，已经从小江流域的有关人员处听到了。此外，在群测群防活动的先进地区云南省昭通市巧家县与水利局的谈话中了解到，1991 年，作为长江上游滑坡、泥石流预警预报系统的一环，开展群测群防活动以来，该县预先感知预兆实施避难共 9 次，其中，滑坡 8 次、陡坡地崩塌 1 次；共计 464 户 1907 人避难，避免了 847 万元的财产损失。

在以上直接的减灾效果以外，通过群测群防活动，还能间接地取得提高居民防灾意识的效果。居民的防灾意识提高了，有利于森林的保护和改善自然环境。

另一方面，有必要认识到群测群防的局限性。可以认为群测群防对于发展较为迟缓的滑坡有效，如前述的成功事例。但是，对于突发性强，或发生于远离村落的上游地带的泥石流灾害未必有效。即使在群测群防的先进县巧家，作为监视对象也主要着眼于滑坡，对于泥石流，希望在群测群防之中，再加上自动雨量计、局域雷达雨量计、泥石流传感器等，构筑一个更加有效的预警预报系统。

进一步讲，目前的群测群防是一个基本依赖人工的系统，它的有效性与巡视员等有关人员的工作情况有极大的关联。因此，为了保证它的应用的有效性，巡视员的技术与品德至关重要。因此，给与适当的报酬、提供必要的设备、进行一定的训练是必要的。

4) 强化群测群防的基本方针

如上所述，群测群防还有很大的改善余地。这里，就紧急项目提出以下的改进建议。

a) 扩大对象地区

根据调查团绘制的广域灾害图，群测群防支持对象向重点隐患点以外的地区扩展。也就是说，广域灾害图的滑坡、陡坡崩塌警戒区域内 10 户以上的村落全部作为群测群防强化的候补地区，通过实地勘察、召开研讨会了解灾害的危险程度、紧急程度、居民的积极程度，综合判断是否将这些候补地区确定为群测群防强化对象。

小表中列出了从广域灾害图选择出的各流域的群测群防强化对象候补地区数量，目前开展群测群防的 36 个点的基础上，增加了 132 个候补地区。各地区的详细情况在各优先小流域治理项目中进行分析叙述。

表 R 3.4.5 各个优先流域的群测群防强化对象候补地区

豆腐沟	乌龙河	东川城区	桃家小河	合计
7	59	23	43	132

b) 明确巡视员的职责与改善其待遇

i) 职责

不只是巡视员，作为群测群防活动的全面负责人，应从居民中按每个小组选出正副两名主管（正主管与副主管）建议其主要职责如下。

表 R 3.4.6 巡视员的职责

项目	内 容
监视	<ul style="list-style-type: none"> 在小江工程管理局（暂定名）的指导下，安装观测器具。 使用安装的器具进行观测。 随时注意是否有其他的异常情况。 对器具进行维护管理。出现问题时，与工程管理局联系。
情报传递	<ul style="list-style-type: none"> 在上述监视中，确实出现异常情况时，用手机与村委会负责人联系。 根据村委会的指示，招呼居民进行避难。 在上述异常情况非常紧急的时候，巡视员应该根据自己的判断，招呼居民进行避难。
引导避难	<ul style="list-style-type: none"> 在发生异常情况时，巡视员应该根据村委会的指示或自己的判断，引导居民避开危险到达安全的地方。
制作地区防灾地图	<ul style="list-style-type: none"> 在小江工程管理局（暂定名）的指导下，与居民一起制作地区防灾地图。
训练	<ul style="list-style-type: none"> 接受小江工程管理局的关于巡视员职责的讲解以及训练。 每年雨季之前进行一次有村民和村委会参加的，由巡视员实施的避难及情报传递训练。

ii) 待遇

参照群测群防活动先进地区，即云南省昭通市巧家县的做法（60 元/月、一年 720 元）。建议主管的报酬为 60 元/月（一年 720 元）、副主管 40 元/月（一年 480 元）。

c) 群测群防活动器材的提供

为了支持群测群防负责人的工作，为灾害点以及监测人员配置下列工具设备。如果负责人没有手机的话，应该借给他们手机，以便与村委会联系。

表 R 3.4.7 群测群防活动的初期投资（1 个点）

目的	器材	数量	概算费用（元）
测量 / 记录	简易雨量计	1 个	50
	滑坡观测用简易装置	1 套	1,000
监测活动	雨具	2 套	200
	手电筒	2 支	100
	头盔	2 个	100
信息传递	手机*	2 台	1,000
	铜锣	2 张	200
技术指导	技术指导人员的交通费、人工费	1 套	500
其他	其他	1 套	350
	合计（不含手机）		2,500
	合计（含手机）		3,500

表 R 3.4.8 群测群防活动的年度运营维持管理费用（1 个点）

项目	数量	费用概算（元）	备注
正主管的补贴	1 人	720	60 元/月
副主管的补贴	1 人	480	40 元/月
手机补助	2 人	480	20 元/月
监测工具设备的维修管理费用	1 套	320	
合计（含手机）		2,000	

d) 通过测量进行监测活动

各个监测点设置简易雨量计与滑坡测量装置，在测量的基础上实施观测。

e) 绘制地区防灾地图

地区防灾地图就像研讨会上居民画的灾害图，在此基础上进一步增加撤离地点、撤离路线，从而在避灾活动中能更加方便地使用。原则上，在行政部门（小江工程管理局）的指导下由村民自己绘制。

f) 训练的实施

让居民参加，最少每年进行一次避难训练。同时进行与村委会联系之类的情报传递训练。

5) 强化群测群防的费用概算

如果表 R3. 4. 5 所列出的 132 个点全部实施群测群防强化的话，用采用表 R3. 4. 7、表 R3. 4. 8 的单价概算出的每个点的单价计算出的初期投资以及维护管理费如下表所示：

表 R 3.4.9 强化群测群防费用概算

记号	流域		豆腐沟	乌龙河	东川城区	桃家小河	合计
a	强化对象候选村落数量		7	59	23	43	132
b	初期投资 单 价 (元/点)	(含提供手机的费用)	3,500	3,500	3,500	3,500	
c		(不含提供手机的费用)	2,500	2,500	2,500	2,500	
d	手机普及率(%)		25	14	44	16	
e	初期投资费用(元) $=axbx(1-d/100)+axcxd/100$		22,750	198,240	70,380	143,620	434,990
f	年度维护管理费用(元/年)		2,000	2,000	2,000	2,000	
g	年度维护管理费用(元/年)		14,000	118,000	46,000	86,000	264,000

第 4 章 豆腐沟流域土砂灾害对策及自然环境修复项目

4.1 豆腐沟流域的现状

豆腐沟流域（图 4.1.1）特点是四条优先小流域中流域面积最小，荒废最严重的流域。豆腐沟主沟为典型的粘性泥石流沟，沟口附近形成巨大的泥石流堆积扇，由于受到泥石流的威胁，还没有作为农田开发利用。村落大部分分布在流域西侧坡度较缓的山脊上，距离东川城区较远，四个优先小流域中最为贫困的流域。

4.1.1 社会经济

根据村民小组问卷调查结果（参见 2.1 村民小组问卷调查）概述豆腐沟流域的社会经济状况。

1) 人口与民族

豆腐沟流域（16.2km²）行政区划上属于东川区拖布卡镇（2005 年 6 月乡镇机构改革，拖布卡乡与播卡乡合并成立拖布卡镇）。根据村民小组问卷调查结果，流域内总人口大约 3500 人，人口密度 216 人/km²。与其他优先小流域相比，豆腐沟的少数民族人口较少，布依族人口最多为 45 人，占总人口的 1.3%；彝族 5 人，所占比例只不过 0.1%。

大部分村落分布在流域西侧的坡度较缓、海拔较高的山梁上（1800~2000m），中游的坡面和下游河口上，村落分布较少。

2) 生活方式

居民主要的生活方式为农牧业，外出打工和短期劳务也是较大的收入来源之一。户均耕地面积 2.5 亩，主要作物有玉米、红薯、蔬菜，小江沿岸的堆积扇也种植水稻。饲养的家畜中，猪的数量最多 2800 头，其次是山羊 1000 头，牛 540 头。根据问卷调查，4 个优先小流域中豆腐沟的户均年收入最低，只有 2300 元。

3) 基础设施建设

受地形陡峭的影响，66%的村民小组不通公路，公路通行率低，几乎所有路段都是土砂路。沿小江建设的东川—巧家公路，计划在 2007 年完成。该公路建成后，可大幅度缩短到东川城区方面的交通时间。

所有的村民小组都通电，但供水设施的普及率仅有 72%。前往小学校 and 医疗设施所需时间中，距离小学平均需要 36 分钟，医院（卫生所）需要 53 分钟。

4) 能源

烧饭取暖使用的燃料基本上以柴禾为主。柴禾在烧饭和取暖所使用的燃料中，分别占 88%和 57%。沼气利用也有所普及，沼气在烧饭和取暖所使用的燃料中分别占 29%和 17%。

4.1.2 地形、地质与土壤

1) 地形

豆腐沟源于小江与金沙江的分水岭上的海拔 2000~2100 米的隆起准平原，自东向东北方向流程 8.5 公里，与小江汇流点的海拔约为 800 米，是一条流域面积近 16km² 的陡坡河流。（参见图 4.1.2 地形分类图）

海拔 1700 米附近的上游为类似隆起准平原的丘陵地形。坡面起伏较小，坡度较缓，有一些面积较大的缓坡面和山包在山脊上分布。与下游相比，上游河床比降较缓，河床较窄，泥沙堆积较少。沟道两侧有崩塌分布，但规模比下游小。湖泊地形较多，但规模小，活动滑坡少。

以海拔 1700 米附近的明显的变急线为界，下游又长又陡的山坡连续分布，地形险峻。基岩滑坡的一部分滑落之后形成崖锥，滑坡的侧壁和后壁以及滑坡体前面的坡面上有大规模的崩塌地、冲沟分布，土砂生产活动强烈，由于主沟河床上大量的泥沙堆积河床抬升，最下游右岸的山脊与河床的高差很小。在海拔 1000 米附近有近期发生过崩塌的滑坡地形，大量的泥沙流入河床。

主沟与输沙量很大的左岸支沟在小江公路的公路桥附近汇流，流向急转向北，在最下游，与输沙更为剧烈的另一支沟汇合。这些支沟与主沟一样，中游崩塌和滑坡活动频繁，土砂生产活动强烈。最下游的支沟形成的堆积扇将主沟河道推向右岸，目前豆腐沟堆积扇几乎全部是由该支沟流出的泥沙堆积形成的。坡度较大的典型的泥石流堆积扇扇顶大幅度伸入小江河滩，小江河滩宽度变窄，最窄的地方大约为 130 米。

豆腐沟主沟的河床比降，中游最陡（上游 1/12.7、中游 1/5.2、下游 1/12.7），堆积扇顶部附近山谷突然变宽，小江公路的公路桥以下宽度达到 500 米，一直保持到与小江汇流。

2) 地质

主要地层包括前震旦板岩、千枚岩，还有部分变砂岩、结晶石灰岩、结晶白云岩分布。岩层多次受构造运动的影响，随着二次褶皱和断层作用，岩层极为破碎，抗风化能力弱，很多地方形成厚厚的风化层。因此基岩蠕动、基岩滑坡、冲沟侵蚀、崩塌等频繁发生，大量的土砂进入河道。板岩与千枚岩中的粘性物质多，保水性与可塑性强，为泥石流形成提供了合适的物质条件。主沟中下游的谷底，河床堆积物、泥石流堆积物、崖锥堆积物等泥沙、石砾大量堆积，一旦发生泥石流河床以及河床附近的土砂全部卷入泥流，流向下游。

南北走向的小江活动断裂带从主沟下游穿过，因此下游流向急转向北。这一地段的小江断裂带具有水平兼具扭性（向左）的特点。断层西侧为年代古老的前震旦系地层，东侧为寒武系地层。

3) 土壤

土壤方面没有流域单独的调查资料，只有东川市志与基本规划编制阶段实施的实地土壤取样分析结果。

根据《东川市志》的记载，小江流域内属于东川区的部分，土壤中红壤占一半以上（47.9%），红壤主要分布在海拔 1500 ~ 2500 米左右，特点在于自然含水量低、粘土成分多、容易干燥龟裂。土壤中有机质含量少，微量中量矿物元素少。（经常缺乏 N、P、K、Mg）

实地土壤调查取样化验结果来看(见下表),该流域红壤分布较多,呈现腐殖土的特性。

图 4.1.3 显示出海拔与养分的关系,全国第二次土壤普查中的养分分级标准中养分条件较好的 III 级以上土壤与豆腐沟流域的土壤比较情况来看,速效钾的含量还可以,但速效氮与速效磷都低于 III 级土壤,土壤的养分状况不太好。

表 R 4.1.1 土壤分析结果

取样点编号	海拔(m)	土类	土壤厚度(cm)	采样深度(cm)	特性	植被
1	973	燥红土	60	30	腐殖土	草地(退耕还林)
2	1,265	燥红土	46	20	腐殖土	扭黄茅
3	1,545	紫色土	56	20-30	腐殖土	扭黄茅
4	1,672	红壤	58	20-30	腐殖土	坡柳
5	1,874	黄红壤	50	20	腐殖土	云南松、马桑、草

4.1.3 水文气象

豆腐沟流域的海拔约为 900m~2000m(平均海拔约为 1600m),根据气候垂直划分,属于亚热带干热河谷与温带半湿润山区。根据这些气候分区类型的特征推断,年降雨量、年蒸发量、年平均气温分别为 700~830mm、1000~2000mm、13~20℃。

因为没有流量观测记录,豆腐沟的详细流量不太明确。但从走访调查、实地调查和本次调查实施的水位观测结果来看,干季基本上没有水流;即便在雨季,只有降雨以及之后的几天内才有水流。

4.1.4 土地利用

以本次调查绘制的 1:5000 地形图为基础绘制的土地利用图(GIS 数据化)上,统计了豆腐沟流域的各种土地利用面积。土地利用图(图 4.1.4)的图例标准采用《中国测绘标准汇编》(地图制图与印刷卷)(参见表 4.1.1)。本流域的土地利用状况如下:

表 R 4.1.2 土地利用面积与比例

土地利用项目		面积(Km ²)	比例(%)	适用
耕地	水田	0.01	0.06	
	旱地	4.17	25.72	
	其他	0	0.00	菜地等
	合计	4.18	25.79	
林地	森林	4.1	25.29	
	经济林	0.02	0.12	
	灌木林	0.85	5.24	
	疏林	0.01	0.06	
	幼林	0.31	1.91	
	其他	0	0.00	苗圃、竹林等
	合计	5.28	32.57	
荒山草地	草地	5.35	33.00	
	半荒草地	0.35	2.16	
	合计	5.7	35.16	
村庄		0.18	1.11	
其他		0.87	5.37	水域、未利用地等
合计		16.21		

本流域的土地利用特征如下：

- 从整体来看林地、耕地、荒山草地分别占 33%、26%、35%，林地占总面积的三分之一。
- 根据东川区林业局的数据，2001 年东川区的森林覆盖率为 31.9%，本流域稍微高于东川区整体覆盖水平，反映出开展造林与自然环境修复的结果。
- 然而，荒山草地还有很多，占总面积的三分之一，需造林面积还很大。（荒山草地面积与基本规划编制中根据东川区荒山草地面积推测的面积基本接近）
- 林地结构方面，森林、灌木林、幼林等的比例中，森林的比例较高。村民小组问卷调查结果中，经济林的面积占 8%，但从土地利用图上来看没有那么多。也许是因为经济林与其他树木混合，或者是小规模分布，没有能够解读出来。
- 根据地形解读与坡度分布图，计算出的耕地的坡度与面积如下表。从计算汇总结果来看，该流域的坡耕地很大一部分已经改为梯田，需改为梯田的 15~25 度坡耕地面积为 0.85 km² 占耕地总面积 4.18 km² 的大约 20%。

表 R 4.1.3 坡耕地面积

坡度	面积(km ²)	比例(%)	适用
15 度以下	2.51	59.99	旱地、水田、 菜地合计
15~25 度	0.85	20.36	
25 度以上	0.82	19.72	
合计	4.18	100	

- 土地利用情况中各海拔带与 45 度以上的面积比例来看，本流域没有海拔 3000 米以上的土地，坡度 45 度以上的土地占土地总面积的 15%。

表 R 4.1.4 各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例（单位：km²）

地类	海拔 0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度
林地	0.606	0.048	4.170	0.447	0	0	0	0	4.776	0.495
耕地	0.606	0.122	3.207	0.240	0	0	0	0	3.813	0.362
草地半荒草地	2.708	0.823	1.697	0.469	0	0			4.405	1.292
其他	0.000	0.000	0.009	0.001	0	0	0	0	0.009	0.001
合计	3.920	0.993	9.083	1.157	0.000	0.000	0.000	0.000	13.003	2.150

- 另外，地形分类图（图 4.1.2）计算出的各种土地利用地类中的崩塌地面积与海拔、坡度分布情况见下表。结果显示 3000 米以下坡度 45 度以下的崩塌地面积为 0.46 km²。

表 R 4.1.5 崩塌地面积(单位：1,000m²)

所在地类	1500m 以下		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度
林地	13.8	5.3	51.8	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	65.6	18.5
耕地	17.3	3.0	10.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	28.3	5.1
草地半荒草地	293.9	159.6	73.5	40.5	0.0	0.0	0.0	0.0	367.4	200.1
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	325.0	167.9	136.2	55.8	0.0	0.0	0.0	0.0	461.2	223.7

- 其他方面，同样根据地形分类图确认了包括冲沟在内的 0 次沟谷的存在，并使用 GIS 数据计算出的长度为 88km

4.1.5 灾害状况

1) 受灾记录

豆腐沟流域没有大规模的土砂灾害的记录。从村民小组问卷调查结果（表 R2.1.3）来看，过去 30 年间，9 个村民小组遭受过滑坡、3 个村民小组遭受过泥石流、1 个村民小组遭受过洪水灾害，受灾对象主要是农田，播卡村小水井组有 2 人因灾死亡。

2) 灾害的危险性

从本次调查绘制的灾害图（图 4.1.5）可以看出，陡坡与滑坡在中下游集中分布。滑坡警戒区域内大约有 120 座房屋，陡坡崩塌警戒区内大约有 40 座房屋。流域西侧上游，陡坡与滑坡比较少。以前最下游的三家村等村落曾经遭受过泥石流灾害，近几年通过搬迁，房屋基本上不受泥石流灾害的威胁。

下表中的 3 个点为国土资源局指定的地质灾害重点隐患点。

表 R 4.1.6 土砂灾害警戒区域内的房屋数量与国土资源局指定的地质灾害重点隐患点

灾害种类	根据灾害图推算出的警戒区域内的房屋数	国土资源局指定的地质灾害重点隐患点
泥石流	5 <注	大树脚村三家村、大树脚村豆腐沟
滑坡坡	119	坡头村汤家箐
陡坡地崩塌	41	
合计	126	

<注 1：百年一遇泥石流淹没淤埋深度 10cm 以上为泥石流警戒区域。
中游河道内修建的 5 座小屋位于上述泥石流警戒区域内。

3) 灾害治理

豆腐沟流域目前为止实施的灾害治理主要以造林和封山育林等生物措施为主。根据村民小组问卷调查结果，过去 10 年中，实施造林 5780 亩，封山育林 5740 亩，退耕还林 650 亩。

大树脚村三家村、豆腐沟、播卡村坪子窑累计搬迁 87 户（政府组织搬迁 80 户、村民自发搬迁 7 户），全部都是本小组范围内的搬迁，从而不会远离耕种的田地。

4.1.6 自然环境

1) 植物区系

豆腐沟流域的自然植被可分为三个植被型、三个亚型。三个植被型为常绿阔叶林、稀树灌木草丛和灌丛，三个植被亚型包括暖温性针叶林、干热性稀树灌木草丛和干热灌丛。

整个流域以热性稀树草丛和干热灌丛等次生性植被为主。但海拔较高的湿润地段也有以云南松为代表暖温性针叶林。人工植被有耕地和很少的桉树，海拔 1200 米以下也就是干热稀树灌木草丛植被亚型的分布区域，含扭黄茅的草类占绝对优势。随着海拔的上升，白刺花灌木丛逐渐增加，云南松林分布在海拔 1600 米左右水分条件较好的地段，与干热灌丛交错分布。

2) 动物区系

根据现有文献资料，小江流域及其周边地区共分布有 116 种陆生脊椎动物。但本优先小流域内由于人为干扰与影响大，估计实际分布的脊椎动物相当少。从重点保护动物的分布情况来看，过去曾经分布过的国家重点保护动物现在已经没有分布。

本流域也没有湖沼、湿地以及大规模的水库，既没有适合国家一级保护动物黑颈鹤生存的环境，也没有发现其生息。

根据文献资料调查，116 种脊椎动物中，两栖类的双团棘胸蛙被列入国际自然保护联合会的红色名单（2004 年）。双团棘胸蛙广泛分布在包括云南省在内的中国西南部，分布面积超过日本的国土面积，也是食用蛙类之一。垂直分布范围在海拔 1500~2950 米之间，生活在茂密的森林、高山区溪流，有时也会隐藏在有青苔的岩石下。但本流域内由于泥石流频繁发生，流域环境变化大，不是两栖类生长发育的良好环境。

3) 鱼类

作为鱼类调查的一个环节，进行了现有资料文献查询与实地调查，也采集了少量的标本。根据文献资料查询结果，包括豆腐沟流域在内的 4 条优先小流域分布有 12 种鱼类，其中 1 种属引进和外来种，其余的 11 种隶属于 3 目 4 科（含 7 个亚科）11 属。在小江流域地区记录的鱼类种类中没有长距离洄游性鱼类、也没有该地区的特有鱼类、国家级、省级重点保护鱼类。据当地居民介绍，在四条优先小流域中近 10 年来已基本见不到任何鱼类。流域总体上农业开发程度高，人为影响强，加之水土流失严重，泥石流频发，流域环境变化大，土著鱼类的种类和数量都很少。

4.2 泥石流治理研究

4.2.1 目前存在的问题与规划基准点设定

豆腐沟流域目前为止主要以造林、封山育林等生物治理（流域水土保持治理）为主，基本上没有实施泥石流工程治理。下游位于泥石流灾害危险区域的大树脚村委会三家村等已经搬迁到附近地势较高的地方，房屋与生命安全得到保障。

然而，小江与豆腐沟汇流点附近的公路桥（桥长约 250 米，宽约 9 米）依然受泥石流的威胁，目前该桥是东川城区通往小江下游的最大的交通手段，也是计划 2007 年完工的东川—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，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，豆腐沟泥石流治理基准点与规划标准设定如下（与编制基本规划时设定的基准点一致）。对象流域目前没有拦沙坝等工程实施，目前的治理率为 0%。

表 R 4.2.1 豆腐沟流域泥石流治理基准点与规划标准

支流流域	流域编号	基准点	支沟名称	流域面积 (km ²)	规划标准 (再现期)		适用
					泥石流	洪水	
豆腐沟	XZ-5	1	豆腐沟	13.07	20	5	
		1-1	豆腐沟	9.00	20	5	辅助基准点
		1-2	豆腐沟	2.31	20	5	辅助基准点
		2	豆腐沟北支沟	1.95	20	5	

4.2.2 备选方案研究

1) 规划土砂流出量与泥石流峰值流量

如《2.1 泥石流治理的基本方针》所述，工程治理中最基本的规划土砂流出量与泥石流峰值流量，根据规划规模的降雨量计算出的结果如下表所示。

表 R 4.2.2 豆腐沟流域基准点的规划土砂流出量与泥石流峰值流量

基准点	支沟名称	流域面积 (km ²)	排导槽规划对象流量 (m ³ /s)	规划土砂量	
				土砂流出量 (m ³)	泥石流峰值流量 (m ³ /s)
1	豆腐沟	13.07	80.4	240,000	771
1-1	豆腐沟	9.00	58.9	240,000	771
1-2	豆腐沟	2.31	18.7	108,000	244
2	豆腐沟北支沟	1.95	16.2	98,000	211

注) 基准点 1 的规划土砂量选用基准点 1-1、基准点 1-2 中数值较大的一方。

2) 备选方案研究

备选方案中的各种设施根据《2.1 泥石流治理基本方针》所记载的考虑方式配置。

备选方案 1 与备选方案 2 的工程设施规模以及投资概算参见下列附表，内容概要见表 R4.2.3。

表 4.2.1 优先小流域泥石流治理拦沙坝规模分析

表 4.2.2 优先小流域泥石流治理排导槽规模分析

表 4.2.3 优先流域泥石流治理导流堤规模分析

表 4.2.4 优先流域泥石流治理备选方案对比表

表 R 4.2.3 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

4.2.3 确定最佳方案

从经济等观点出发，在上述备选方案 1、备选方案 2 与不实施治理中选择最佳方案。

1) 效益计算

确定最佳方案之前，根据《3.2.4 效益计算》中的方法，计算实施上述治理的效益。效益计算结果见下表。图 4.2.1 显示泥石流泛滥计算结果，表 4.2.5 列出了基准点 1 的详细减灾效益计算结果。

表 R 4.2.4 泥石流治理效益（时价）

流域	基准点	减灾效益 (千元/年)					农田开发效益			合计 (千元/年)
		房屋 财产 公共设施	农作物	人员 伤亡	间接 损失	合计	面积 (亩)	效益 单价 (元/亩/年)	效益 (千元/年)	
豆腐沟	1	582	12	25	0	619	960	550	528	1,147
	2	209	15	25	0	248	410	550	226	474
	合计	791	27	50	0	867	1,000	550	550	1,417

基准点 1 的效益为 114.7 万元/年，基准点 2 的效益为 47.4 万元/年，两个基准点的效益中，桥梁的减灾效益与农田开发效益占相当大的部分。

2) 确定最佳方案

各备选方案的经济评价见下表。经济评价指标中的产投比 (B/C)、纯经济价值 (NPC=B-C) 按照折扣率 8%，设施使用期限 50 年计算。投资为表 R4.2.3 中的工程费 + 农田开发费用 (1000 元/亩，实地走访调查结果)，市场价格与经济价格的转换按照 85% 折算。

表 R 4.2.5 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)			
		市场价格	经济价格	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		
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，建议两个基准点的最佳方案都采用备选方案 2 (导流堤+堤首固床坝)，理由如下：

- 首先，与小江汇流点，豆腐沟主沟与北支沟合流，要想开发农田，两条沟都必须治理，需要将两条沟作为一个组合对待。
- 在备选方案 1 里面，基准点 2 (北支沟) 的产投比超过 1，但加上基准点 1 (豆腐沟主沟) 之后，产投比降到 0.7 左右。
- 两个基准点下游的保护对象中都没有房屋。
- 在备选方案 2 里面，基准点 1 的产投比略低于 1，但加上基准点 2 之后产投比能够保证达到 1 以上。

4.2.4 最佳方案的工程设施初步设计

根据上述研究分析，豆腐沟流域的泥石流治理采用备选方案 2 (导流堤+堤首固床坝)，工程设施概要见下表 (详情参见表 4.2.6)，初步设计图见图 4.2.2~4.2.3。

表 R 4.2.6 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 4.2.7 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

4.3 流域水土保持治理研究

4.3.1 流域特征以及目前所面临的问题

在本流域实施生物治理 (造林以及坡改梯) 具有下述特性, 面临下述问题:

1) 实施造林方面的特性以及所面临的问题

实施造林方面的特性与所面临的问题汇总如下:

- 关于造林的必要性, 在居民研讨会上也经过讨论确认, 参加人员全部认为需要造林 (参见表 2.2.1)。村民小组问卷调查也反映出 80% 以上的村民参加过义务植树造林, 实施造林可以得到村民的充分理解 (参见图 4.3.1(1))。
- 对于选择造林树种方面, 生态林、经济林、薪炭林比例如何分配这一课题, 从村民小组问卷调查结果来看 (图 4.3.1(1)), 燃料中对柴禾的依赖程度很高, 几乎是 100%, 因而薪炭林的比例也高。这一点与在两个小组实施居民研讨会时的问卷调查的结果一样 (见图 4.3.2)。

表 R 4.3.1 关于能源利用在居民研讨会上的问卷调查结果

能源结构	回答人数 (人)	比例 (%)
1. 柴草	22	34
2. 电	7	10
3. 沼气	2	3
4. 其他	1	1
5. 柴草+电	19	29
6. 柴草+沼气	9	13
7. 柴草+其他	2	3
8. 电+沼气	2	3
9. 柴草+电+沼气	2	3
10. 柴草+电+其他	1	1
合计	67	100

- 经济林目前占 8%，居民研讨会上居民希望的比例为经济林 17%，然而生态林的比例较低只有 50%。（参见图 4.3.2）。
- 村民小组问卷调查结果来看，本流域造林后的生长情况与其他流域相比，不太好，主要的原因在于雨水少而引起的干旱、水源不足等（参见图 4.3.1(1)）。居民研讨会上居民也提出了同样的问题，因而造林方面水分不足是需要考虑的一个重要问题。
- 村民小组问卷调查中村民指出的其他问题还有树种选择、气温、土壤、坡度等，关于这些问题重要的是选择能够适应这种环境的树种。
- 另外，关于造林所面临的问题，居民研讨会上居民还提出没有苗木。为此在规划编制中有必要考虑苗木的确保问题（参见表 2.2.1）。

2) 坡改梯方面的特性与所面临的问题

坡改梯方面的特性以及所面临的问题整理如下：

- 坡改梯方面，从村民小组问卷调查结果（图 4.3.1(2)）来看，坡改梯实施业绩的有效回答很少（只有 1 个村组），通过居民研讨会的讨论反映出几乎所有的参加人员感到需要实施坡改梯，坡改梯在实施方面可以得到居民的充分理解。
- 从居民研讨会上的问卷调查结果来看，40%的村民实施过坡改梯，今后计划实施坡改梯的村民占 75%，希望将现有坡耕地的 50%~100%改为梯田（图 4.3.2）。坡改梯所面临的问题是资金不足，居民希望政府提供材料费用，居民投工投劳（也希望给与一定的补贴）。

4.3.2 设定基本条件

根据前节中的本流域特性与所面临的问题，设定流域水土保持治理（生物治理与工程治理）规划所需的基本条件。

1) 生物治理

生物治理方面主要实施造林或者造林+治坡工程，规划所需的基本条件如下：

- 设定治理实施对象的土地面积
- 设定造林实施条件

a) 设定造林实施对象的土地面积

土地利用中的草地、半荒草地面积的 80%与各种地类中解读出来的崩塌地面积作为造林实施对象。如前所述土地利用面积根据以 1:5000 地形图确定，崩塌地面积根据 1:20000 航片解读计算（参见图 4.1.2 与 4.1.4）。草地面积与崩塌地面积的海拔分布情况如下（其中不包括海拔 3000 米以上和坡度 45 度以上的面积）。

表 R 4.3.2 确定造林面积 (单位: km²)

地被状况		标高 (m)			合计
		1500 以下	1500-2400	2400-3000	
草地、半荒草地		2.166 (2.708)	1.358 (1.697)	0 (0)	3.524 (4.405)
崩塌地	草地、半荒草地	0.234 (0.293)	0.059 (0.074)	0 (0)	0.294 (0.367)
	耕地	0.014 (0.017)	0.009 (0.011)	0 (0)	0.022 (0.028)
	林地	0.011 (0.014)	0.042 (0.052)	0 (0)	0.053 (0.066)
	小计	0.260	0.109	0	0.369

() 内的数字为乘以 80% 前的土地利用图以及地形分类图上计算出的面积。

造林+治坡工程的实施对象为(荒山草地、耕地、林地中的)崩塌地。(见图 4.3.3)

b) 设定造林实施条件

设定造林实施条件包括下述几个部分

- 设定(生态林、经济林、薪炭林的)林种比例
- 设定造林树种
- 设定造林所需的其他基础设施(管护道路、管护房等)

i) 设定林种比例

正如前面的流域特性中所叙述的那样,本流域的薪炭林需求大,居民还希望多造经济林。但是荒山草地的造林条件难以满足这些需求,因此按照第 3 章中确定的方针,生态林、经济林、薪炭林比例采用 80:8:12。

ii) 设定造林树种

通常各海拔的合适造林树种见表 3.3.1。根据造林对象地块的立地条件选择出的最佳树种见表 4.3.1。本流域面临的问题中的水分不足,通过选择耐旱灌木来解决。

iii) 设定造林所需的其他基础设施(管护道路、管护房等)

造林所需的基础设施很多,经过分析考虑选择设置前面所述的管护道路、管护房等。(参见 3.3.2, 1), d)。

2) 工程治理

必须设置的工程治理基本条件包括下述两个方面:

- 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量
- 确定坡改梯的面积

a) 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量

i) 冲沟的长度

如基本方针所述, 从 1:20000 航片上解读出的包括冲沟的 0 次沟谷的总长度的 50% 作为冲沟长度, 针对冲沟长度中的 50% 设置谷坊。

如图 4.3.3 所示, 本流域包括冲沟在内的 0 次沟谷长度为 88 公里。因此冲沟侵蚀治理谷坊设置的对象距离为 22 公里 ($=88\text{km} \times 0.5 \times 0.5$)。

ii) 谷坊的设置间隔与设置数量

谷坊的设置间隔取决于冲沟沟床的坡度与谷坊的标准高度。冲沟的沟床平均坡度, 根据图 4.3.3 所示的冲沟位置与 GIS 数据读取的坡度分布, 对各种冲沟取样计算, 最终采用计算结果的平均值 15 度 (大约 1/4)。由于冲沟的产沙量大, 泥沙回淤坡度基本与原沟床坡度非常接近, 因此假定为原沟床坡度的 80% (4/5)。在此状态下, 谷坊的平均高度设定为 2 米的话, 谷坊之间的间隔为 37 米。冲沟治理的长度除以 37 米得出的设置数量为 595 座。(参见图 3.3.2)

b) 确定坡改梯的实施面积

坡改梯的面积根据 3.3.1, 2) 所规定的程序计算。0.85 km²。图 4.3.5 显示出最终确定的坡改梯实施对象, 面积为 0.85 km² (参见表 R4.1.3)。

4.3.3 规划制定

根据上述条件制定本流域的生物治理与工程治理的流域水土保持规划。

1) 生物治理

a) 荒山草地造林

i) 规划的基础数据

关于荒山草地造林, 使用 1:5000 地形图, 分割出如图 4.3.4 所示的造林地块, 根据生态林、经济林、薪炭林的比例以及区域特征确定造林树种, 计算各树种的造林面积 (参见表 4.3.1)。

造林所需的管护道路长度与管护房的面积见下表。

表 R 4.3.3 附属设施的数量

项目	明细	数量	适用
道路	防火线	6km	
	管护便道	10km	
	步行道	23km	
管护房 (6 人)		120m ²	20 m ² /人

ii) 投资概算

上述各树种的造林面积乘以各树种的造林单价得出造林投资，与道路、管护房等附属设置的费用一起汇总为表 4.3.2 与表 4.3.3。

iii) 效益计算

荒山草地造林的效益计测项目如下：

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益
- 经济林产品的销售效益

这些效益汇总为表 4.3.4。

b) 崩塌地的造林+治坡工程

i) 规划的基础数据

崩塌地治理的造林与治坡工程的实施面积参见表 R4.3.2。崩塌地造林基本上全部是生态林。与荒山草地造林一样，选择该海拔带适生的耐旱树种。各树种的造林面积见表 4.3.5。

ii) 投资概算

投资包括造林费用与治坡工程费用。上述面积乘以各树种的造林单价以及单位面积的治坡工程单价计算出投资。计算结果见下表。（详细内容参见表 4.3.5）

表 R 4.3.4 崩塌地造林投资

崩塌地所在地类	投资	适用
	(千元)	
林地	510	
耕地	219	
荒山草地	2,845	
合计	3,574	

iii) 效益计算

在崩塌地上实施的造林+治坡工程的效益与荒山草地造林的效益基本一样，只是没有经济林产品销售效益。

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益

效益计算汇总结果见表 4.3.6。

2) 工程治理

a) 谷坊设置

i) 规划的基础数据

如前所述，冲沟侵蚀地上需要设置的谷坊数量为 595 座。（4.3.2, 2），a）

ii) 投资概算

上述谷坊设置数量乘以谷坊的单价（参见图 3.3.2）得出投资金额。谷坊投资见下表。

表 R 4.3.5 冲沟侵蚀治理投资

谷坊设置数量（座）	单价	投资（千元）	使用
595	3,640 元/座	2,166	

iii) 效益计算

冲沟侵蚀地上设置谷坊的效益主要体现在控制冲沟侵蚀产生的土砂方面。土砂生产控制量与效益见下表。

表 R 4.3.6 冲沟侵蚀治理效益

效益计测项目	土砂生产控制量	效益计算单位（千元）	效益（千元）
表面侵蚀抑制效果	$22\text{km} \times 400\text{m}^3/\text{km} = 8,800\text{m}^3$	9 元/ m^3 /年	79.2

b) 坡改梯

i) 规划的基础数据

坡改梯的实施面积见图 4.3.5, 前面已经介绍过, 实施面积总计 0.85 km^2 (1274 亩) (见表 R4.1.3)。

ii) 投资概算

坡改梯的投资包括石埂+土地平整费用。如前所述单价为 2.3 元/ m^2 (1534 元/亩)，单价乘以实施面积得出下表中的投资总额。

表 R 4.3.7 坡改梯的投资

坡改梯面积(km^2)	单价（千元/ km^2 ）	投资（千元）	适应
0.85 (1,274)	2,300 (1.53)	1,955	() 内的数值 单位为亩

iii) 效益计算

坡改梯的效益包括土砂生产控制效益与农田改良效益。其中，土砂生产控制效益用每平方公里的控制量表示，农田改良效益如前所述 0.15 元/ m^2 (100 元/亩) 反映。

表 R 4.3.8 坡改梯的效益

效益计测项目	评价对象的数量	效益计算单位	效益(千元)
土砂生产控制效益	0.85km ² x 4,000m ³ /km ² =3,400m ³	9 元/m ³	30.6
农田改良效益	0.85km ² (1,274)	150 (千元/km ²) (100)	127.5 ()内数值单位为亩

3) 规划数量、投资、效益汇总

上述生物治理、工程治理的规划数量、投资、效益汇总为表 4.3.7 与表 4.3.8。汇总结果：豆腐沟流域的流域水土保持治理总投资为 1110.1 万元，每年的维护管理费用为（总投资的 0.5%）5.55 万元，每年的效益为 121.8 万元。

4.4 非工程治理研究

根据 3.4 非工程治理中的基本方针，分析本流域灾害图运用与群测群防强化的具体内容。

4.4.1 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，除了中游部分河道内修建的小屋之外，泥石流基本不会导致房屋受灾。但是 4.1 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、以及第 8 章中叙述的建设预警预报系统等治理措施。

表 R 4.4.1 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	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，通过第 8 章将会叙述到的预警预报系统获得。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。

4.4.2 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（图 4.1.5），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。

4.4.3 群测群防强化

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照图 4.1.5 广域灾害图，选择表 4.4.1 所列的 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。

第5章 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（图 5.1.1）是四个优先小流域之中面积最大的流域，地形相对平缓，单位面积土砂生产量最小的流域，流域中游的乌龙盆地地形平坦，农业发达，是东川主要粮食产区。

5.1.1 社会經濟

根据村民小组问卷调查结果（参见 2.1 村民小组问卷调查）概述乌龙河流域的社会经济状况。

1) 人口与民族

乌龙河流域（132.9km²）大部分属于东川区乌龙镇（2005年6月乡镇机构改革乌龙乡与新田乡的一部分合并成立乌龙镇），流域上游南端的一部分属于红土地镇（新田乡的一部分与法者乡合并成立红土地镇），流域西南端的极少部分属于寻甸县凤仪乡。

乌龙河流域的人口约为 24600 人，人口密度 185 人/km²。少数民族人口（约 1600 人）占 6.6%，其中回族人口（约 1400 人）最多，占 5.9%。根据问卷及调查结果，回族主要聚居在流域中游的盆地。

村落在流域中游以乌龙街为中心的盆地、坡度较缓的山梁上广泛分布。中游的盆地坡度较缓、受水资源利用的恩惠，成为东川的鱼米之乡。

2) 生活方式

居民主要的生活方式为农牧业，外出打工和短期劳务也是较大的收入来源之一。户均耕地面积 3.6 亩，主要作物有玉米、红薯、水稻、土豆、小麦、蔬菜。畜牧业发达，饲养着猪 21,000 头、山羊 6400 只、牛 4500 头。根据问卷调查，户均年收入为 3800 元。

3) 基础设施建设

41%的村民小组不通公路，公路通行率较低。大部分公路为砂土路面，雨季经常难以通行。去年，东川城区至乌龙街的公路铺设为柏油路面，很大程度地改善了该地区的交通。

与豆腐构相同，所有的村民小组都已经通电，但是供水设施的普及率只有 68%。到小学校和医疗设施的所需时间平均为 42 分和 72 分。其中有些村民小组到医疗设施的所需时间超过 3 小时。

4) 能源

该区域烧饭取暖所使用的燃料基本上以柴禾为主，柴禾在烧饭和取暖所使用的燃料中分别占 69%和 53%。沼气的普及率低于豆腐沟流域，沼气在烧饭所使用的燃料中占 11%，在取暖所使用的燃料中仅占 3%。

5.1.2 地形、地质与土壤

1) 地形

乌龙河源于小江流域西侧分水岭上的海拔 2500~2600 米附近的侵蚀小起伏面，主河道长 23 公里，向北沿伸，在新村西面海拔 1150 米左右的三江口与大白河汇流，流域面积 133 平方公里。地形起伏量较小，河道较长，主河的河床比降较小。参见图 5.1.2 地形分类图。

乌龙河主河沿流域右岸南北走线的乌龙断层流动，由于主河大幅度偏向右岸，因此乌龙河左右两岸的地形差异明显。右岸没有大的支流汇入，左岸有很多由西向东流动的支流。山顶缓坡面、山腰缓坡面、侵蚀小起伏面、台地、滑坡体上的缓坡等缓坡面和平坦面在左岸随处可见，以缓坡面为中心，厚厚的红色风化层发育。而右岸除了山顶的狭窄缓坡之外，几乎没有缓坡面。

乌龙河最上游山势平缓形成侵蚀小起伏面，滑坡与崩塌地形少。乌龙河及其支流从山顶、山腰的缓坡面开始侵蚀逐渐加深，一直到乌龙盆地。随着山谷不断变深，滑坡地形、崩塌地形、冲沟侵蚀更为明显。乌龙盆地西侧大面积的山顶山腰缓坡呈阶梯状分布，由于断层作用导致乌龙盆地下陷，缓坡的高度向东梯级下降。乌龙盆地上分布着扇形台地、扇形地以及主河两侧宽 200 米左右的泛滥平原等堆积地形。盆地西侧有 6 条泥石流危险溪流，对村庄和农田形成威胁。盆地至下游峡谷附近，狭窄部分的洪水拥堵经常形成洪水泛滥。

乌龙盆地下游的乌龙河与南北走向的地质构造带斜向交错，最下游河谷宽达数百米，但有 7~8 公里的河段是 V 字形深切山谷，几乎没有河滩。沿主河高差较大的陡坡上植被稀少，冲沟侵蚀显著。左岸自西向东流动的大量的支流不断的侵蚀左岸的台地、山顶和山腰坡面。

2) 地质

二叠系的玄武岩地层在流域内大面积分布，玄武岩上部夹有砂岩、粉砂岩、泥岩。古生代和中生代堆积岩层分布面积很小。乌龙盆地上有台地堆积物、河床堆积物、扇形地堆积物构成的第四系堆积地层，台地堆积物在乌龙盆地下游左岸的平坦面上也有分布。

南北走向的小江断裂带西支乌龙断层从乌龙盆地穿过，断层两侧的岩石被强烈挤压形成岩石破碎带，沿破碎带形成滑坡地带。

玄武岩一般比较坚硬，柱状节理发育。但该流域的玄武岩在滑坡、断层作用下，挤压破碎，侵蚀小起伏面长期经受风化作用，玄武岩风化发育明显，红色风化层有的厚度达到 20 米，风化层较厚的地方，小规模的滑坡、崩塌、冲沟侵蚀剧烈。

3) 土壤

与豆腐构一样，乌龙河流域也没有单独的土壤调查资料，只有《东川市志》对土壤的记述和本次调查在基本规划编制阶段实地采样的分析结果。

从本次调查实施的土壤取样分析结果（见下表）来看，本流域红壤较多，呈现腐殖土的特性。

图 5.1.3 显示出海拔与养分的关系，全国第二次土壤普查中的养分分级标准中养分条件较好的 III 级以上土壤与本流域的土壤比较情况来看，速效钾的含量还可以，但有机质、速效氮与速效磷都低于 III 级土壤，土壤的养分状况不太好。

表 R 5.1.1 土壤分析结果

取样点编号	海拔 (m)	土类	土壤厚度 (cm)	采样深度 (cm)	特性	植被
1	1,491	红壤	—	30	腐植土	剑麻、苦刺等
2	1,583	燥红土	58	20	腐蚀土	剑麻、黄茅等
3	1,840	黄红壤	47.3	20	腐蚀土	云南松、禾本科植物
4	2,080	褐红壤	53	20	—	草
5	2,402	褐红壤	30-40	5	腐蚀土	草

5.1.3 气象、水文

乌龙河流域的海拔在 2700m（源头的龙树坪）至 1100m（三江口：与小江主河的汇流点）之间，平均海拔 2000m。根据气候垂直分区，乌龙河流域属于温带半湿润山区与寒温带湿润山区，年平均气温 7~13℃，年降雨量 830~1200mm，年蒸发量 900~1000mm。中游乌龙街附近的盆地属温带半湿润山区，年平均气温 13℃，最高气温 31℃，最低气温 -9℃，年降雨量 830mm，年蒸发量约为 900mm。

关于乌龙河流量，与其他流域同样没有观测记录，流量的详细情况不太明确。根据《云南小江泥石流综合考察与防治规划研究》，乌龙河主河枯水期平均流量约为 0.5m³/s，是一条全年都有长流水的河流。

5.1.4 土地利用

以本次调查绘制的 1:5000 地形图为基础绘制的土地利用图（GIS 数据化）上，统计了乌龙河流域的各种土地利用面积（参见图 5.1.4）。本流域的土地利用状况如下：

表 R 5.1.2 土地利用面积与比例

土地利用项目		面积 (km ²)	比例 (%)	适用
耕地	水田	7.67	5.77	
	旱地	43.02	32.38	
	其他	0.2	0.15	菜地等
	合计	50.89	38.30	
林地	森林	32.66	24.58	
	经济林	1.16	0.87	
	灌木林	0.98	0.74	
	疏林	0	0.00	
	幼林	13.92	10.48	
	其他	0.1	0.08	苗圃、竹林等
	合计	48.82	36.75	
荒山草地	草地	23.78	17.90	
	半荒草地	3.11	2.34	
	合计	26.89	20.24	
村庄		1.71	1.29	
其他		4.55	3.42	水域、未利用地等
合计		132.86		

本流域的土地利用特征如下：

- 从整体来看林地、耕地、荒山草地分别占 37%、38%、20%，林地相对较多。

- 根据东川区林业局的数据，2001年东川区的森林覆盖率为31.9%，本流域明显高于东川区整体覆盖水平，可以看出造林与自然环境修复实施较多。
- 荒山草地虽然没有别的优先小流域多，但还有一部分，这些是应造林面积。荒山草地面积比基本规划编制中根据东川区荒山草地面积多6%，因为本次解读的精度较高，因此采用本次计算出的面积。
- 林地结构方面，森林中的幼林比例较高，说明造林后还没有完全成长发育的地方也较多。
- 坡耕地的坡度与面积如下表所示，坡度15度以下占55%，这部分推测已经该为梯田。需改为梯田的15~25度坡耕地面积为11.13 km²占耕地总面积的22%。

表 R 5.1.3 坡耕地面积与坡度

坡度	面积(km ²)	比例(%)	适用
15度以下	28.09	55.20	旱地、水田、菜地合计
15~25度	11.13	21.88	
25度以上	11.67	22.93	
合计	50.89	100	

- 土地利用情况中各海拔带与45度以上的面积比例来看，本流域没有海拔3000米以上的土地，坡度45度以上的土地占土地总面积的10%。

表 R 5.1.4 各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例(单位: 1,000m²)

地类	海拔 0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	572.9	90.6	36,124.0	3,490.0	7,865.2	670.7	0.0	0.0	44,562.0	4,251.3
耕地	4,978.6	49.1	38,870.7	1,003.6	5,786.6	183.1	0.0	0.0	49,635.9	1,235.7
草地半荒草地	3,586.2	2,298.4	16,045.6	3,831.4	913.5	209.4	0.0	0.0	20,545.2	6,339.3
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	9,137.6	2,438.1	91,040.3	8,325.1	14,565.2	1,063.2	0.0	0.0	114,743.1	11,826.4

- 另外，地形分类图(图 5.1.2)计算出的各种土地利用地类中的崩塌地面积与海拔、坡度分布情况见下表。结果显示3000米以下坡度45度以下的崩塌地面积为1.197km²。

表 R 5.1.5 崩塌地面积(单位: 1,000m²)

所在地类	1500m 以下		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	2.3	1.5	325.9	172.2	34.0	8.4	0.0	0.0	362.2	182.2
耕地	10.7	2.5	122.9	34.7	14.7	2.9	0.0	0.0	148.4	40.0
草地半荒草地	130.0	136.9	536.0	352.7	20.5	10.0	0.0	0.0	686.5	499.5
合计	143.0	140.9	984.8	559.5	69.3	21.3	0.0	0.0	1,197.1	721.7

- 其他方面，同样根据地形分类图确认了包括冲沟在内的0次沟谷的存在，并使用GIS数据计算了长度。包括冲沟在内的0次山谷的计算结果：516km(图 5.1.2)

5.1.5 灾害状况

1) 受灾记录

乌龙河流域虽然没有大规模土砂灾害的记录，但从村民小组问卷调查结果（表 R2.1.3）来看，在过去 30 年间，41 个村民小组发生过滑坡、51 个村民小组发生过洪水、22 个小组发生过泥石流、14 个村民小组发生过崩塌。受灾对象主要是农田，洪水灾害的死亡人数，坝塘村石头地 1 人，大村子村米租嘎 2 人，瓦房村下土城 3 人，共计 6 人。

2) 灾害的危险性

图 5.1.5 为本次调查绘制的乌龙河流域广域灾害图，因为地形比较平缓，滑坡与陡坡地形也比其他 3 条优先小流域少。即便如此，滑坡警戒区域有房屋约 2300 座，陡坡崩塌警戒区域有房屋约 500 座。

中游的盆地西侧分布着 6 条泥石流危险溪流，广域灾害图上显示出 100 年一遇泥石流的泛滥区域，有 130 座房屋分布在泛滥区域内。

另外下列 18 个点被国土资源局指定为地质灾害重点隐患点。

表 R 5.1.6 土砂灾害警戒区域内的房屋数量与国土资源局指定的地质灾害重点隐患点

灾害种类	根据灾害图推算出的警戒区域内的房屋数	国土资源局指定的地质灾害重点隐患点
泥石流	130<注	① 半坡村大红地沟、豹子洞沟、坝塘支沟、水井 ② 大村子冲沟、黑蚂节支沟、窑房管支沟 ③ 跑马村山尾巴、大石头、朱家湾大坝、半山支沟、毛树以支沟、大石头支沟 ④ 碑棋村大坪滩、舒家山、大碑棋、老窑洞支沟 ⑤ 店房大坟地支台沟 ⑥ 新田粗李家坟 ⑦ 水井村水平子
滑坡	2,330	① 碑棋村舒家山、小波多 ② 马店村马店 ③ 半坡村小河边 ④ 坪子村田坝 ⑤ 园子村乌法公路 ⑥ 水井二棚子 ⑦ 新田村阳光集 ⑧ 仓房村打马坎 ⑨ 仓房村田尾巴 ⑩ 棚子村小红坡 ⑪ 瓦房村包谷地
陡坡地崩塌	510	
合计	2,480	

注) 百年一遇泥石流淤埋淹没深度 10cm 以上为泥石流警戒区域。

3) 灾害治理

乌龙河流域在老龙箐、李家湾、野鸭塘等泥石流沟修建了拦沙坝、排导槽等，但与流域的荒废程度相比绝对数量还远远不够。根据村民小组问卷调查结果，过去 10 年中，实施造林 18250 亩，封山育林 31700 亩，退耕还林 5500 亩。

乌龙河流域累计搬迁 282 户（政府组织搬迁 119 户，村民自发搬迁 163 户），为了能够继续耕种原有农田，全部是本小组内或者本村内的搬迁。

5.1.6 自然环境

1) 植物区系

乌龙河流域的自然植被可分为四个植被类型、四个植被亚型。四个植被类型为常绿阔叶林、暖性针叶林、稀树灌木草丛、和灌丛，四个植被亚型为半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林、干热性稀树灌木草丛和干热灌丛。

人工植被较多，海拔较高的地区自然植被发育较好，且有部分原生的地带性植被——半湿润常绿阔叶林。本流域中低海拔地区次生性明显，中高海拔地区植被的原生性较强。流域内低海拔地段，即乌龙河两岸平缓的河滩上有水田成片，两岸的山坡上散落着农田。海拔 1700 米以上，暖温性针叶林植被类型中的云南松林开始出现，与旱地、干热灌丛交错分布。海拔 2000 米以上水分条件更加充足，植被类型以暖温性针叶林植被亚型中的华山松—栎类混交林为主，与云南松林交错分布。地形相对陡峭的山坡与山顶附近，人类活动的影响较少，出现了一些半湿润常绿阔叶林植被亚型中的滇青冈、滇石栎林。

2) 动物区系

乌龙河与其他优先小流域一样，文献资料查阅与实地调查都没有发现地域特有动物。推测其他优先流域分布的 116 种陆生脊椎动物在本流域也有分布，但除了山顶附近认为影响较少的地段之外，受商业、农业等活动的影响，估计实际分布的脊椎动物数量较少。

本流域也没有湖沼、湿地以及大规模的水库，既没有适合国家一级保护动物黑颈鹤生存的环境，也没有发现其生息。

双团棘胸蛙包括云南省在内的中国西南部广泛分布，豆腐沟流域自然环境分析中也讲过，是列入国际自然保护联合会的红色名单（2004 年）的两栖类动物。本次实施调查，没有发现其生存，但由于泥石流频繁发生，基本没有两栖类可以安居的环境。

3) 鱼类

针对鱼类实施了实地调查、国内资料查询、以及走访调查，但与其他流域一样，没有特殊的鱼类生存。

本流域整体的农业开发程度高，人类活动频繁，经济活动较强，加之严重的水土流失，泥石流频繁发生，本地鱼类的种类和数量极少。

5.2 泥石流治理研究

5.2.1 目前存在的问题与规划基准点设定

乌龙河流域的村落广泛分布在流域中游的乌龙盆地周围的冲积台地、冲积扇、沿主河宽 200 米左右的泛滥平原等堆积地形上。以乌龙街为中心的地段，便利的灌溉条件使其成为东川区重要的粮食生产基地。

乌龙河左岸地段，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。

这一带的水土流失治理一直以造林、封山育林、退耕还林等生物治理为主，最近几年对部分支沟实施了工程治理。1999~2000 年在老龙箐、李家湾沟修建了 3 座拦沙坝，总长度 1800 米的排导槽，这些工程实施的概要整理如下：

表 R 5.2.1 乌龙河流域最近建成的拦沙坝概要

支沟名称	设施名称	建成年月	形式	材料	坝高 m	有效高度 m	坝长 m
老龙箐	主坝	1999/4	土石坝	土砂	17.0	17.0	40.0
李家湾沟	1号拦沙坝	2000/10	重力坝	浆砌石	8.0	7.0	27.0
李家湾南支沟	1号拦沙坝	2000/10	重力坝	浆砌石	8.3	7.5	22.5

表 R 5.2.2 乌龙河流域最近建成的排导槽概要

支沟名称	建成年月	材料	深度 m	底宽 m	顶宽 m	坡度	长度 m
老龙箐一野鸭塘	1999/4	浆砌石	2.50	2.00	3.20	1/8.1	492
李家湾沟	2000/10	浆砌石	1.50	2.00	2.70	1/6.3	1,000
李家湾南支沟	2000/10	浆砌石	1.50	1.45	1.50	1/14.3	350

崩塌地、冲沟侵蚀等流域荒废发展，与泥石流危险相比，现有工程设施不充足。但本流域的主要保护对象为村庄、村庄分布的地段海拔又高于溪流，因此需要通过包括泛滥计算在内的详细分析，研究工程治理的必要性。

根据上述现状，选择乌龙盆地周围的6条支沟作为泥石流治理研究溪流，设定的基准点与规划标准见下表（与基本规划中设定的基准点一致）。

表 R 5.2.3 乌龙河流域泥石流治理基准点与规划标准

支流流域	流域编号	基准点	支沟名称	流域面积 (km ²)	规划标准(再现期)		适用
					泥石流	洪水	
乌龙河	D Z - 1	1	冉家沙沟	4.47	20	5	
		2	薛家沟	1.64	20	5	
		3	老龙箐	3.81	20	5	
		4	李家湾沟	2.07	20	5	已建拦沙坝1座
		5	李家湾南支沟	0.39	20	5	已建拦沙坝1座
		6	大箐沟	0.79	20	5	

5.2.2 备选方案研究

1) 规划土砂流出量与泥石流峰值流量

对6条分析对象溪流在规划基准点的治理率、现有拦沙坝的土砂拦蓄量计算结果见下表。

表 R 5.2.4 乌龙河流域现有拦沙坝的土砂拦蓄量与治理率

基准点	拦沙坝	河宽 (m)	土砂淤积宽度 (m)	河床坡度	有效高度 (m)	土砂拦蓄量 (m ³)	规划土砂流出量 (m ³)	流域治理率
4	李家湾沟1号坝	8.0	23.0	1/10.4	7.0	3,000	50,000	6.0%
5	李家湾南支沟1号坝	12.0	19.0	1/13.0	7.5	6,000	17,000	35.3%

将上述流域治理率考虑进去之后，工程设施治理中最基本的规划土砂流出量与泥石流峰值流量如下表所示：

表 R 5.2.5 乌龙河流域基准点的规划土砂流出量与泥石流峰值流量

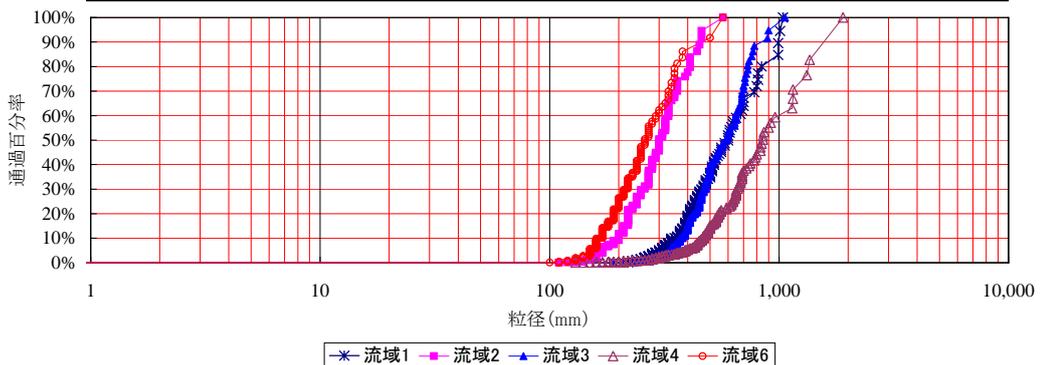
基准点	流域治理率	排导槽规划对象流量 (m ³ /s)	规划土砂量(不考虑现有治理率)		规划土砂量 (考虑现有治理率)	
			土砂流出量 (m ³)	泥石流峰值流量 (m ³ /s)	土砂流出量 (m ³)	泥石流峰值流量 (m ³ /s)
1	0.0 %	32.8	80,000	118	80,000	118
2	0.0 %	14.0	44,000	51	44,000	51
3	0.0 %	28.6	73,000	103	73,000	103
4	6.0 %	17.0	50,000	61	47,000	58
5	35.3 %	4.0	17,000	15	11,000	10
6	0.0 %	7.4	27,000	27	27,000	27

2) 备选方案研究

备选方案中的各种工程设施,根据《2.1 泥石流治理基本方针》所述的考虑方式配置。为了分析确定格栅坝的格栅宽度而实施的规划研究对象溪流的巨石粒径调查结果见下表。该调查是对各条溪流的中游附近 400 米河段,200 块以上的大块石砾粒径测量汇总的结果。

表 R 5.2.6 乌龙河流域规划研究对象溪流的巨石调查结果

小流域	乌龙河 1	乌龙河 2	乌龙河 3	乌龙河 4	乌龙河 6
95%粒径 (cm)	101	47	91	174	53



备选方案 1 与备选方案 2 的工程设施规模以及投资概算见表 4.2.1~4.2.4, 内容概要见表 R5.2.7。

表 R 5.2.7 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

5.2.3 确定最佳方案

从经济性等观点出发，在备选方案 1、备选方案 2 与不实施治理中选择最佳方案。

1) 效益计算

选择备选方案之前，首先根据《3.2.4 效益计算》中的方法计算上述泥石流治理方案实施后的效益，计算结果见下表。图 5.2.1 显示泥石流泛滥计算结果，表 5.2.1 详细列出了基准点 6 的减灾效益计算结果。

表 R 5.2.8 泥石流治理效益（时价）

流域	基准点	减灾效益（千元/年）					农田开发效益			合计 (千元/年)
		房屋 财产 公共设施	农作物	人员 伤亡	间接 损失	合计	面积 (亩)	效益 单价 (元/亩/年)	效益 (千元/年)	
乌龙河	1	0	6	0	1	7	60	1,300	78	85
	2	1	5	0	3	9	40	1,300	52	61
	3	4	13	0	7	24	40	1,300	52	76
	4	12	21	4	27	63				63
	5	3	11	2	7	24				24
	6	31	11	38	54	134				134
	合计	51	67	44	99	261	100	1,300	130	391

与其他流域相比，整体效益较低，主要的原因在于房屋都坐落在相对较高的地段，泥石流灾害损失较小。泥石流泛滥解析也反映出这一特征，在乌龙镇召开的居民研讨会上，对这一特征也得到了确认。

2) 确定最佳方案

各备选方案的经济评价见下表。经济评价指标中的产投比（B/C）、纯经济价值（NPC=B-C）按照折扣率 8%，设施使用期限 50 年计算。投资为表 R5.2.7 中的工程费 + 农田开发费用（1500 元/亩，实地走访调查结果），市场价格与经济价格的转换按照 85% 折算。

表 R 5.2.9 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；其他基准点的治理在经济方面不可行，不实施治理。选择理由如下：

- 基准点 6（大箐沟）的备选方案 2 的产投比高于 1。
- 基准点 6（大箐沟）以外的基准点，备选方案 1 与备选方案 2 的产投比远低于 1。

5.2.4 最佳方案的工程设施初步设计

根据上述研究分析，乌龙河流域的泥石流治理只需要在基准点6（大箐沟）实施泥石流工程治理，治理方法采用备选方案2的导流堤+堤首固床坝，工程设施概要见下表（详情参见表4.2.6），初步设计图见图5.2.2~5.2.3。

表 R 5.2.10 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

5.3.1 流域特征以及所面临的问题

在本流域实施生物治理（造林以及坡改梯）具有下述特性，面临下述问题：

1) 实施造林方面的特性以及所面临的问题

实施造林方面的特性与所面临的问题汇总如下：

- 关于造林的必要性，在居民研讨会上也经过讨论确认，参加人员全部认为需要造林（参见表2.2.1）。村民小组问卷调查也反映出63%以上的村民参加过义务植树造林，实施造林可以得到村民的充分理解（参见图5.3.1(1)）。
- 对于选择造林树种方面，生态林、经济林、薪炭林比例如何分配这一课题，从村民小组问卷调查结果来看（图5.3.1(1)），目前生态林占84%。居民研讨会上反映出居民希望营造经济林的比例高达66%，生态林只有25%，因为距离东川城区较近，经济林产品销售来看应该是可以的。（村民小组问卷调查中经济林产品的销售地的回答60%是东川城区）。
- 村民小组问卷调查结果来看（参见图5.3.1(1)），本优先小流域造林后生长情况较好与基本可以的回答占83%，生长情况比较好的原因主要在于雨水与土壤，在实际实施造林的时候，需要详细调查土壤情况。
- 村民小组问卷调查中村民指出的其他问题还有树种选择、气温、土壤、坡度等，关于这些问题，需要考虑选择能够适应这些条件的树种。

2) 坡改梯方面的特性与所面临的问题

坡改梯方面的特性以及所面临的问题整理如下：

- 坡改梯方面，从村民小组问卷调查结果（图5.3.1(2)）来看，目前已经有很多耕地改为梯田，60个村民小组中有40个实施过坡改梯，居民研讨会的参加人员中也有60%实施过坡改梯。
- 通过居民研讨会的讨论反映出几乎所有的参加人员感到需要实施坡改梯，坡改梯在实施方面可以得到居民的充分理解与配合。
- 从居民研讨会上的问卷调查结果来看，今后计划实施坡改梯的村民占44%，希望将现有坡耕地的50%~100%改为梯田（图5.3.2）。

- 坡改梯所面临的问题是资金不足，居民希望政府提供材料费用，居民投工投劳（也希望给与一定的补贴）。

5.3.2 设定基本条件

根据前节中的本流域特性与所面临的问题，设定流域水土保持治理(生物治理与工程治理)规划所需的基本条件。

1) 生物治理

生物治理方面主要实施造林或者造林+治坡工程，规划所需要设定的基本条件如下：

- 设定治理实施对象的土地面积
- 设定造林实施条件

a) 设定造林实施对象的土地面积

土地利用中的草地、半荒草地面积与各种地类中解读出来的崩塌地面积作为造林实施对象。如前所述土地利用面积根据以 1:5000 地形图确定，崩塌地面积根据 1:20000 航片解读计算（参见图 5.1.2 与 5.1.4）。草地面积与崩塌地面积的海拔分布情况如下（其中不包括海拔 3000 米以上和坡度 45 度以上的面积）。

表 R 5.3.1 确定造林实施面积（单位：km²）

地被状况		海拔 (m)			合计
		1500 以下	1500-2400	2400—3000	
草地、半荒草地		2.869 (3.586)	12.837 (16.046)	0.731 (0.914)	16.436 (20.545)
崩塌地	草地、半荒草地	0.104 (0.130)	0.429 (0.536)	0.017 (0.021)	0.550 (0.687)
	耕地	0.009 (0.011)	0.098 (0.123)	0.012 (0.015)	0.119 (0.148)
	林地	0.002 (0.002)	0.261 (0.326)	0.027 (0.034)	0.290 (0.362)
	小计	0.115	0.788	0.056	0.959

（ ）内的数字为乘以 80%前的土地利用图以及地形分类图上计算出的面积。

造林+治坡工程的实施对象为(荒山草地、耕地、林地中的)崩塌地。(见图 5.3.3)

b) 设定造林实施条件

设定造林实施条件包括下述几个部分

- 设定（生态林、经济林、薪炭林的）林种比例
- 设定造林树种
- 设定造林所需的其他基础设施（管护道路、管护房等）

i) 设定林种比例

正如前面的流域特性中所叙述的那样，本流域的薪炭林需求大，居民还希望多造经济林。但是荒山草地的造林条件难以满足这些需求，因此按照第 3 章中确定的方针，生态林、经济林、薪炭林比例采用 80:8:12。

ii) 设定造林树种

通常各海拔的合适造林树种见表 3.3.1。根据造林对象地块的立地条件选择出的最佳树种见表 5.3.1。

iii) 设定造林所需的其他基础设施（管护道路、管护房等）

其他造林所需的各种设施，根据前面所述的标准，配置管护道路、管护房等。

2) 工程治理

必须设置的工程治理基本条件包括下述两个方面：

- 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量
- 确定坡改梯的面积

a) 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量

i) 冲沟的长度

如基本方针所述, 从 1:20000 航片上解读出的包括冲沟的 0 次沟谷的总长度的 50% 作为冲沟长度, 针对冲沟长度中的 50% 设置谷坊。

如图 4.3.3 所示, 本流域包括冲沟在内的 0 次沟谷长度为 516 公里。因此冲沟侵蚀治理谷坊设置的对象距离为 129 公里 ($=516\text{km} \times 0.5 \times 0.5$)。

ii) 谷坊的设置间隔与设置数量

谷坊设置间隔与豆腐沟一样每隔 37 米设置一座, 上述冲沟治理的长度除以 37 米得出的设置数量为 3486 座。

b) 确定坡改梯的实施面积

坡改梯的面积同样根据土地利用图计算耕地面积, 然后在根据坡度分布图计算 15~25 度的坡耕地面积, 通过地形解读排除已改为梯田的部分, 得出实施坡改梯的规划面积为 11.1 km² (分布位置参见图 5.3.5) (面积参见表 R5.1.3)。

5.3.3 规划编制

根据上述条件制定本流域的生物治理与工程治理的流域水土保持规划。

1) 生物治理

a) 荒山草地造林

i) 规划的基本数据

关于荒山草地造林, 使用 1:5000 地形图, 分割出如图 5.3.4 所示的造林地块, 根据生态林、经济林、薪炭林的比例以及区域特征确定造林树种, 计算各树种的造林面积 (参见表 5.3.1)。

造林所需的管护道路长度与管护房的面积见下表。

表 R 5.3.2 附属设施的数量

项目	明细	数量	适用
道路	防火线	19km	
	管护便道	15km	
	步行道	15km	
管护房 (31 人)		620m ²	20m ² /人

ii) 投资概算

上述各树种的造林面积乘以各树种的造林单价得出造林投资，与道路、管护房等附属设置的费用一起汇总为表 5.3.2 与表 5.3.3。

iii) 效益计算

荒山草地造林的效益计测项目如下：

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益
- 经济林产品的销售效益

这些效益汇总为表 5.3.4。

b) 崩塌地的造林+治坡工程

i) 规划的基础数据

崩塌地治理的造林与治坡工程的实施面积参见表 R5.3.2。崩塌地造林基本上全部是生态林。与荒山草地造林一样，选择该海拔带适生的耐旱树种。各树种的造林面积见表 5.3.5。

ii) 投资概算

投资包括造林费用与治坡工程费用。上述面积乘以各树种的造林单价以及单位面积的治坡工程单价计算出投资。计算结果见下表。（详情参见表 5.3.5）

表 R 5.3.3 崩塌地治理投资（造林+治坡工程）

崩塌地所在地类	投资（千元）	适用
林地	2,827	
耕地	1,158	
荒山草地	5,350	
合计	9,334	

iii) 效益计算

在崩塌地上实施的造林+治坡工程的效益与荒山草地造林的效益基本一样，只是没有经济林产品销售效益。

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益

效益计算汇总结果见表 5.3.6。

2) 工程治理

a) 谷坊设置

i) 规划的基础数据

如前所述,冲沟侵蚀地上需要设置的谷坊数量为 3486 座。(参见 5.3.2, 2), a))

ii) 投资概算

上述谷坊设置数量乘以谷坊的单价得出投资金额。谷坊投资见下表。

表 R 5.3.4 冲沟侵蚀治理投资

谷坊设置数量(座)	单价	投资(千元)	使用
3,486	3,640 元/座	12,691	

iii) 效益计算

冲沟侵蚀地上设置谷坊的效益主要体现在控制冲沟侵蚀产生的土砂方面。土砂生产控制量与效益见下表。

表 R 5.3.5 冲沟侵蚀治理效益

效益计测项目	土砂生产控制量	效益计算单位(元)	效益(千元)
表面侵蚀抑制效果	$129\text{km} \times 400\text{m}^3/\text{km} = 51,600\text{m}^3$	9 元/ m^3 /年	464.4

b) 坡改梯

i) 规划的基础数据

坡改梯的实施面积见图 5.3.5, 实施面积总计 11.13 km^2 (16,695 亩)。

ii) 投资概算

坡改梯的投资包括石埂+土地平整费用。如前所述单价为 2.3 元/ m^2 (1534 元/亩), 单价乘以实施面积得出下表中的投资总额。

表 R 5.3.6 坡改梯的投资

坡改梯面积(km^2)	单价(千元/ km^2)	投资(千元)	适应
11.13 (16,695)	2,300 (1.53)	25,599	() 内的数值 单位为亩

iii) 效益计算

坡改梯的效益包括土砂生产控制效益与农田改良效益。其中,土砂生产控制效益用每平方公里的控制量表示,农田改良效益如前所述,通过承包费的差额 0.15 元/ m^2 (100 元/亩) 反映。效益计算结果见下表:

表 R 5.3.7 坡改梯的效益

效益计测项目	评价对象的数量	效益计算单位	效益(千元)
土砂生产控制效益	11.13km ² x 4,000m ³ /km ² =44,520m ³	9元/m ³	400.7
农田改良效益	11.13km ² (16,695)	150(千元/km ²) (100元/亩)	1,670 () 内数值单位为亩

3) 规划数量、投资、效益汇总

上述生物治理、工程治理的规划数量、投资、效益汇总为表 5.3.7 与表 5.3.8。汇总结果：乌龙河流域的流域水土保持治理总投资为 6185.6 万元，年度维护管理费为 30.93 万元，每年的效益为 645.9 万元。

5.4 非工程治理研究

根据 3.4 非工程治理中的基本方针，分析本流域灾害图运用与群测群防强化的具体内容。

5.4.1 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。如同 5.2 泥石流治理研究所叙述的那样，乌龙河除了大箐沟之外，不实施泥石流工程治理，需要通过预警预报，实施警戒避难来对应。对于这些灾害提出下表所列的灾害图运用、群测群防强化、以及第 8 章中叙述的建设预警预报系统等治理措施。

表 R 5.4.1 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	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	乌龙盆地上的村庄

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乡镇政府→村委会→村民小组这一信息网络，通知到盆地上的村庄的居民。最根本的降雨信息，通过第 8 章将会叙述到的预警预报系统获得。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。

5.4.2 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（图 5.1.5），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。

5.4.3 群测群防强化

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照图 5.1.5 广域灾害图，选择表 5.4.1 所列的 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。

第6章 东川城区流域土砂灾害治理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(图 6.1.1) 由于东川区的政治经济中心—东川城区位于本流域, 是城市河流流域。本流域的单位面积土砂生产量较小, 流域内有 8 条泥石流沟, 威胁着堆积扇上的东川城区大约 6 万人的安全。

6.1.1 社会经济

根据村民小组问卷调查结果(参见 2.1 村民小组问卷调查) 概述东川城区流域的社会经济状况。

1) 人口与民族

东川城区流域包括深沟流域(37.6km²) 和石羊沟流域(18.4km²), 流域面积共计 56.0km², 行政区划上属于东川区铜都镇(2005 年 6 月乡镇机构改革, 原新村镇、碧谷镇、姑海乡合并成立铜都镇)。城区位于流域下游深沟、石羊沟等泥石流泛滥形成的堆积扇上, 东川区政府也位于此地, 该流域是东川区的政治经济中心。

东川城区流域(铜都镇) 分为城区中心城市人口集中的社区、城区近郊农村人口集中的村落也就是农村区域。社区的原名为居民委员会, 农村的村民委员会作为镇政府下设的村民自治组织发挥其应有的作用。

根据《东川区国民经济统计资料 2002 年度》, 东川城区流域内社区城市人口约为 46000 人, 问卷调查汇总出的农村人口约为 24000 人, 流域内总人口约为 70000 人, 人口密度 1250 人/km², 是其他优先小流域的 6~12 倍。

优先小流域之中东川城区流域的少数民族人口比例最高, 占总人口的 9%, 其中彝族占 2.6%、回族占 2.4%、苗族占 1.8%、布依族占 1.0%, 居住在城区及其周边的少数民族比山区的多。

2) 生活方式

农村居民生活方式主要依靠畜牧业, 外出打工和短期打工也是较大的收入来源之一。户均耕地面积 1.7 亩, 主要的作物有蔬菜、水稻、红薯、玉米、土豆、小麦。畜牧业发达, 饲养的家畜有猪 10200 头、山羊 3300 只、牛 1200 头。根据问卷调查, 户均年收入为 2700 元。

根据 2004 年针对东川城区居民实施的居民意识调查(抽样调查社区居民共计 134 人), 居民的职业为公务员、工人、营业员等, 户均年收入为 19000 元, 远远的超过了其他优先小流域和本流域的农村区域。

3) 基础设施建设

由于在城区附近, 农村的公路通车率较高, 91% 的小组通公路。但山区公路大部分为砂土路面, 雨季通行困难。目前, 东川城区开始向北延伸的东川—巧家公路(预计 2007 年建成) 和向南延伸的龙潭—东川(预计 2005 年建成) 正在建设之中, 建成通车后, 东川城区到昆明、巧家等地的交通将更为便利。

与公路相同, 东川城区流域的山区的基础设施建设滞后, 几乎所有的小组都通电, 但是供水设施的普及率只有 75%。农村地区上学、就医交通所需时间平均为 29 分和 57 分, 其中有些村组距离最近的医疗设施需要 2 个小时。

4) 能源

在社区（城镇人口），烧饭取暖大部分使用电或者液化气。

与其他优先流域有所不同，农村对柴草的依赖程度较低，煤炭、电气成为主要的燃料。烧饭和取暖所使用的燃料中，柴草所占的比例分别为 29%和 8%；煤炭所占的比例分别为 80%和 51%，电气所占的比例分别为 54%和 13%；沼气所占的比例分别为 31%和 38%，沼气普及程度较高。

5) 城市规划与腊利新区科技工业园区建设项目

根据东川区城建局的介绍，2003 年开始编制的东川城区城市建设总体规划已经完成，规划目标年度为 2020 年，规划城区面积为 11.2 km²，规划人口为 26.9 万人（其中城市人口 12.2 万人）。规划中到 2010 年的中期目标的城市规划面积为 4.6 km²。

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，目前道路建设等工程已经开始，新区计划在 2013 年建成。

东川再就业特区是于 2004 年 4 月经云南省政府批准成立的全国唯一零税区，腊利新区是东川再就业特区的主要园区之一。入住企业可以享受税收优惠、特区劳动就业优惠（招用下岗再就业人员时，政府的社会保险补助、岗位补助）等优惠政策。东川区政府通过实施这些政策，解决矿业衰退产生的下岗工人的再就业问题，振兴地方经济发展。

6.1.2 地形、地质与土壤

1) 地形

深沟源于小江流域东侧分水岭上的最高峰——大牯牛山（4017 米），长 12 公里，呈东北向西南走向注入小江，是一条高差约 2900 米，流域面积 38 平方公里的陡峭城市河流。山区的河床平均比降为 1/5.6，堆积扇部分的河床平均比降为 1/20~1/30 左右。主要的支流有白云沟、老干沟（祝国寺沟）、尼拉姑沟。流经堆积扇的老干沟（祝国寺沟）、尼拉姑沟、深沟主河等都是泥石流危险溪流，对城区形成巨大的威胁。参见图 6.1.2 地形分类图。

深沟最上游与白云沟之间，高达 500 米以上的白云岩悬崖峭壁与深切 V 字形山谷形成极为险峻的地形区域，滑坡地形较少。相比，深沟上游右岸、白云沟左岸、深沟中游为滑坡分布地带。主河上游右岸有大规模的崩塌地，但整体上崩塌地较少。海拔 1300 米附近进入新村盆地。现在的深沟流经新村盆地上形成的泥石流堆积扇，形成再次侵蚀，泥石流堆积扇与深沟河床的高差约有 10 米左右。东川城区的深沟沿岸部分坐落的深沟填埋产生的人工造地上。

深沟、白云沟上游有些地方中小规模的崩塌地集中分布，但石羊沟、老干沟（祝国寺沟）的崩塌地以沟岸崩塌地为主，整体上崩塌地分布较少。

老干沟（祝国寺沟）发源于大牯牛山向西南沿伸的海拔 2000 附近的宽广的山脊上，在新村盆地上形成泥石流堆积扇，在深沟下游与深沟汇流。堆积扇顶部以上的上游部分整体形成一个滑坡地形，滑坡体上的缓坡面积占相当大一部分。老干沟下切不深，整体上是一条冲沟状的沟谷。新村盆地附近的沟口海拔在 1400 米左右，老干沟形成的堆积扇上部只有微小台地化发育，更新的堆积扇在沟口以下 1 公里附近开始发育。

石羊沟源于深沟支流白云沟与小海河之间海拔 3000 米的山脊上，向西流入新村盆地，在新村盆地上形成巨大的堆积扇，流域面积 18 平方公里。山区部分的主河河床平均比降为 1/4.2，堆积扇部分河段的河床平均比降为 1/20~30，主要支沟有德莫沟、棺材沟（余家沟）。这些支沟与石羊沟主沟都是泥石流危险溪流，对东川城区构成巨大的威胁。

上游山地的大部分都是滑坡地形，还发现有相对较新的裂缝、陡坎的滑坡体，大规模滑落的滑坡地形。上游基本上全部都是滑坡地形，滑坡体内的缓坡随处可见，上面分布着村庄和耕地。石羊沟过去曾经被支流德莫沟流下来的土砂埋没过，在下游，德莫沟的台地成为与石羊沟之间的分水界线。石羊沟与德莫沟形成的泥石流堆积扇非常大，东川城区的一大半座落在石羊沟泥石流堆积扇上面。

2) 地质

深沟的地层以震旦系与古生代地层为主，最上游的分水界附近也有二叠系玄武岩分布，深沟与白云沟交汇点附近一带分布着小江流域很少见的火成岩类的闪长岩。新村盆地以小江断裂带为界线，大幅度沉降，沉降部分分布着深厚的以湖积层、泥石流堆积扇性质的堆积物为主的第四纪堆积层。古生代地层包括页岩、砂岩、泥岩、泥砾岩、白云岩、石灰岩等。深沟与白云沟之间的区域，主要分布着变质碳酸盐岩类，形成极为险峻的地形。

伴随着宽阔破碎带的小江断裂带穿过新村盆地，深沟中游与下游受断层作用的影响，基岩破碎发育明显，滑坡地形连续分布。

石羊沟、老干沟（祝国寺沟）分布着震旦系、古生代堆积岩类，与深沟一样，由于小江断裂带从新村盆地穿过，流域一带的支离破碎的山地上巨大的滑坡地形连续分。

3) 土壤

东川城区流域没有单独的土壤调查资料，只有《东川市志》对土壤的记述和本次调查在基本规划编制阶段实地采样的分析结果。

从本次调查实施的土壤取样分析结果（见下表）来看，本流域红壤较多，呈现腐殖土、砂土的特性。

图 6.1.3 显示出海拔与养分的关系，全国第二次土壤普查中的养分分级标准中养分条件较好的 III 级以上土壤与本流域的土壤比较情况来看，与其他流域相比有机质、速效氮、速效钾的含量还可以，养分条件相对较好，但速效磷与其他流域一样，低于 III 级土壤标准。

表 R 6.1.1 土壤采样分析结果

取样点编号	海拔 (m)	土类	土壤厚度 (cm)	采样深度 (cm)	特性	植被
1	1,180	红壤	—	—	砂石土	石榴、禾本科植物
2	1,630	黄红壤	100	30	砂土	合欢等
3	1,860	褐红壤	40	14	砂土	野草等
4	2,120	褐红壤	12	—	腐殖土	云南松、马桑及其他
5	2,381	褐红壤	20	—	腐殖土	云南松、马桑、草

6.1.3 气象、水文

东川城区流域的海拔在 1200m（小江边）至 4000m（牯牛寨）之间，其中海拔 1400m 以上的山地占 75%以上，剩余的 25%是东川城区所在的泥石流堆积扇（海拔 1200m~1400m）。按照气候的垂直分布区分，东川城区流域的气候特征为亚热带干热河谷、温暖带半湿润山区、寒温带湿润山区的 3 级垂直分布。

建立在东川城区西侧的台地上的东川区气象局（海拔 1254m）长期进行气象观测，该气象局的观测站被称为新村站，通过新村站的观测记录可以了解东川城区周围的气象。从表 R6.1.1 可以看出，东川城区周边全年比较温暖，湿度上升平缓，气候条件舒适。雨季（5~10 月）降雨量约占年降雨量的 87%，年降雨量 700mm，年蒸发量高达 2100mm。

表 R 6.1.2 气象观测记录（新村站）

月分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降雨量	7.6	13.7	9.6	19.8	72.5	154.4	127.9	101.4	86.9	65.9	25.1	8.3	693.1
气温	12.5	15.3	20.6	23.9	25.1	24.1	25.2	24.4	23.0	19.5	16.0	13.1	20.2
蒸发量	144	175	274	311	283	169	168	150	147	123	118	115	2,099
湿度	47	41	35	38	49	66	67	69	65	66	58	52	54

单位：降雨量(mm)、气温(℃)、蒸发量(mm)、湿度(%)

6.1.4 土地利用

以本次调查绘制的 1:5000 地形图为基础绘制的土地利用图（GIS 数据化），从土地利用图上，统计了东川城区流域的各种土地利用面积。本流域的土地利用状况见下表（参见图 6.1.4）。

表 R 6.1.3 土地利用面积与比例

土地利用项目		面积 (km ²)	比例 (%)	适用
耕地	水田	5.07	9.05	菜地等
	旱地	8.37	14.94	
	其他	0.38	0.68	
	合计	13.82	24.67	
林地	森林	4.54	8.10	苗圃、竹林等
	经济林	1.18	2.11	
	灌木林	4.36	7.78	
	疏林	0	0.00	
	幼林	3.29	5.87	
	其他	0.04	0.07	
	合计	13.41	23.94	
荒山草地	草地	18.75	33.47	
	半荒草地	0.49	0.87	
	合计	19.24	34.34	
村庄		3.79	6.77	水域、未利用地等
其他		5.77	10.30	
合计		56.02	100	

本流域的土地利用特征如下：

- 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%。
- 从整体来看林地、耕地、荒山草地分别占 24%、25%、34%。
- 根据东川区林业局的数据，2001 年东川区的森林覆盖率为 31.9%，本流域明显低于东川区整体覆盖水平，可以看出自然环境修复实施甚少。
- 荒山草地还很多，需要造林的面积还很大。
- 林地结构方面，从森林、经济林、灌木林、疏林等的面积比例来看，森林的比例较高，幼林、灌木林、经济林从数字来看，比例不大，反映出幼林、经济林、灌木林集中分布区域较少。
- 坡耕地的坡度与面积如下表所示，72%的坡地已经改为梯田，需改为梯田的 15~25 度坡耕地面积为 1.54 km²。

表 R 6.1.4 坡耕地面积与坡度

坡度	面积(km ²)	比例(%)	适用
15 度以下	9.95	71.99	旱地、水田、 菜地合计
15~25 度	1.54	11.14	
25 度以上	2.34	16.90	
合计	13.82	100	

- 土地利用情况中各海拔带与 45 度以上的面积比例来看，坡度 45 度以上的土地占土地总面积的 20%。

表 R 6.1.5 各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例（单位：km²）

地类	海拔 0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度
林地	2.128	0.165	8.701	1.134	2.517	0.674	0.979	0.890	14.325	2.863
耕地	7.492	0.245	5.149	0.244	0.667	0.022	0.000	0.000	13.308	0.511
草地半荒草地	0.447	0.085	5.968	1.856	4.288	2.038	2.339	2.195	13.042	6.174
其他	0.000	0.000	0.009	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.001
合计	10.067	0.495	19.827	3.235	7.472	2.734	3.318	3.085	40.684	9.549

- 另外，地形分类图（图 6.1.2）计算出的各种土地利用地类中的崩塌地面积与海拔、坡度分布情况见下表。结果显示 3000 米以下坡度 45 度以下的崩塌地面积为 0.138 km²。

表 R 6.1.6 崩塌地面积

崩塌地地类	海拔 0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度	≤45 度	>45 度
林地	3.5	2.4	14.2	8.1	7.0	8.5	5.9	5.7	30.6	24.7
耕地	0.7	0.4	6.3	3.7	0.3	0.1	0.0	0.0	7.3	4.2
草地半荒草地	0.8	0.7	50.0	38.3	55.2	44.2	28.2	24.6	134.2	107.8
其他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	5.0	3.5	70.5	50.1	62.5	52.8	34.1	30.3	172.1	136.7

- 其他方面，同样根据地形分类图确认了包括冲沟在内的 0 次沟谷的存在，并使用 GIS 数据计算了长度。包括冲沟在内的 0 次山谷的计算结果：156km。

6.1.5 灾害状况

1) 灾害记录

东川城区流域发生的有记录的灾害中,首先是1964年6月30日深沟和石羊沟爆发的泥石流,两条河流的泥石流造成15人死亡、冲毁房屋147间、3400亩农田受灾、冲毁铁路桥、铁路运行中断26天,直接经济损失时价7000万元。

如同昨日发生的一样,在记忆中的新的灾害就是1997年10月1日尼拉姑村芦柴塘滑坡灾害。深夜,近2000万立方米的土层突然滑动,6位村民在熟睡中与房屋一起被整体埋没。灾害不仅埋没了房屋,交通也被中断。该滑坡灾害导致22户的房屋被埋没,直接经济损失300万元。

另外根据村民小组问卷调查结果(表R2.1.3),过去30年间,28个村民小组发生过洪水灾害、10个小组发生过泥石流灾害、7个小组发生过滑坡灾害、1个小组发生过崩塌灾害。上述大规模灾害以外,中殿村中殿还有1人因洪水灾害死亡。

2) 灾害的危险性

东川城区东侧自北向南分布着老干沟、深沟主河、尼拉姑沟、尼拉姑沟北支沟、石羊沟主沟、德莫沟、余家沟8条泥石流危险溪流,对东川城区形成严重威胁。根据图6.1.5的灾害图,城区大部分在100年一遇泥石流泛滥区域内,泥石流泛滥区域内的房屋数量(含办公室)为6900座。

山区的大部分村落座落在滑坡体与陡坡上。下表汇总了根据灾害图推算出的危险区域内的房屋数量,以及国土资源局确定的4个地质灾害重点隐患点。

表R 6.1.7土砂灾害警戒区域内的房屋数量与国土资源局指定的地质灾害重点隐患点

灾害种类	根据灾害图推算出的警戒区域内的房屋数	国土资源局指定的地质灾害重点隐患点
泥石流 ^{注)}	6,900	腊利村德莫
滑坡	621	岩脚村梁子上、腊利村箐门口、尼拉姑村芦柴塘
陡坡地崩塌	217	
合计	7,569	

注) 100年一遇泥石流的淤埋淹没深度10cm以上为泥石流警戒区域。。

3) 灾害治理

1964年泥石流灾害发生之后,东川区城建局等部门在深沟、石羊沟、尼拉姑沟、德莫沟等修建了拦沙坝、排导槽等设施,安全程度不断提高。但与流域的荒废程度相比,绝对数量还远远不够。

根据村民小组问卷调查结果,过去10年中,造林5600亩、封山育林8200亩、退耕还林4100亩。

东川城区流域累计搬迁110户(政府组织搬迁66户、村民自发搬迁54户),为了能够继续耕种原有农田,全部是本小组内或者本村内的搬迁。

6.1.6 自然环境

1) 植物区系

深沟流域内的自然植被可分为常绿阔叶林、稀树灌木草丛、灌丛三个植被类型；半湿润常绿阔叶林、干热稀树灌木草丛、干热灌木丛、暖性石灰岩灌丛四个植被亚型。另外还有银合欢幼林、部分旱地。深沟流域由东向西穿过东川城区北侧，居民点密集，人为活动较为频繁，流域内多数原生植被都受到强烈干扰和破坏，整个流域植被的次生性明显。

石羊沟流域内的自然植被较为简单，可分为稀树灌木草丛、灌丛两个植被类型，干热性稀树灌木草丛、干热灌木两个植被亚型。此外还有水田、旱地和一些银合欢人工幼林。石羊沟流域自东向西从东川城区南部，居民点密集，植被受人为活动的影响强烈，多数地段均被开发为果园和旱地，原生植被受到强类的干扰和破坏，原生地带性植被基本难以看到。

2) 动物区系

东川城区流域与其他优先小流域一样，文献资料查阅与实地调查都没有发现地域特有动物。推测其他优先流域分布的 116 种陆生脊椎动物在本流域也有分布，但由于人为活动的影响强烈，估计实际分布的脊椎动物数量较少。

本流域也没有湖沼、湿地以及大规模的水库，既没有适合国家一级保护动物黑颈鹤生存的环境，也没有发现其生息。

双团棘胸蛙包括云南省在内的中国西南部广泛分布，在豆腐沟流域自然环境分析中也讲过，是列入国际自然保护联合会的红色名单（2004 年）的两栖类动物。本次实施调查，没有发现其生存。由于泥石流频繁发生，基本没有两栖类可以安居的良好环境。海拔 1500 米以下区域，由于城市化发展，人口密集，对蛙类而言，生存环境非常恶劣。

3) 鱼类

对鱼类实施了实地调查、国内资料查询、以及走访调查，但与其他流域一样，没有特殊的鱼类生存。

本流域整体的农业开发程度高，人类活动频繁，经济活动较强，加之严重的水土流失，泥石流频繁发生，环境变化大，本地鱼类的种类和数量极少。

6.2 工程治理研究

6.2.1 目前存在的问题与规划基准点设置

东川城区是在海拔 1200~1300 米的泥石流堆积扇上发展起来的城镇，除了深沟、石羊沟两条主要溪流之外，深沟北侧的老干沟（祝国寺沟）、深沟与石羊沟之间的尼拉姑沟、尼拉姑北支沟、尼拉姑南支沟等 3 条溪流、石羊沟南侧的德莫沟、余家沟两条溪流等，多条泥石流危险溪流自东向西从东川城区流过。

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。1983 年中国科学院成都山地灾害与环境研究所、东川区泥石流防治研究所对深沟、石羊沟、尼拉姑沟进行了泥石流调查研究，根据这些研究成果逐步建设了一些拦沙坝、排导槽，这些现有工程设施的概要整理为下表。

表 R 6.2.1 东川城区流域现有拦沙坝概要

溪流名称	设施名称	建成年月	形式	材料	坝高 m	有效高度 m	坝长 m
深沟	1号拦沙坝	-	重力坝	浆砌石	9.0	7.0	50.0
	2号拦沙坝	-	重力式格栅坝	浆砌石	5.2	4.0	30.0
	3号拦沙坝	1996/8	重力坝	浆砌石	5.2	4.0	25.0
	4号拦沙坝	1992/3	重力式格栅坝	浆砌石	5.5	5.0	26.0
	5号拦沙坝	1992/3	重力式格栅坝	浆砌石	5.5	3.0	23.0
	6号拦沙坝	1992/9	重力式格栅坝	浆砌石	7.0	5.0	40.0
白云沟	主坝	1992	重力坝	浆砌石	10.5	8.0	40.0
尼拉姑沟	1号拦沙坝	1992	重力式格栅坝	浆砌石	8.0	6.0	30.0
	2号拦沙坝	1992	重力式拱坝	浆砌石	10.0	8.0	31.0
	3号拦沙坝	1992	重力式格栅坝	浆砌石	10.0	6.0	46.0
石羊沟	1号拦沙坝	1982-1988	重力式拱坝	浆砌石	15.6	10.0	64.0
	2号拦沙坝	1982-1990	重力式拱坝 (格栅坝)	浆砌石	14.5	10.0	55.0
德莫沟	1号拦沙坝	2003/3	重力坝	浆砌石	3.0	1.5	81.0

表 R 6.2.2 东川城区现有排导槽概要

溪流名称	建成年月	材料	深度 m	堤宽 m	顶宽 m	坡度	长度 m
深沟	1984, 1986, 1992	浆砌石	4.00	10.00	10.00	1/25.0	1,679
尼拉姑沟	-	浆砌石	1.50	10.00	10.00	1/22.9	340
	-	浆砌石	1.70	4.50	4.50	1/19.1	900
石羊沟	1984, 1986, 1992	浆砌石	2.00	5.00	5.00	1/22.9	4,364
德莫沟	2003/5	浆砌石	1.40	-	9.50	-	-
	2003/5	浆砌石	1.60	4.30	5.00	1/10.5	350

通过上述工程治理,东川城区对泥石流的安全程度确实有所提高,但深沟、尼拉姑南支沟、石羊沟、德莫沟的泥石流治理率分别为 12%、18%、40%、2% (参见表 R6.2.4),今后还需要不断开展拦沙坝等设施建设,提高治理率。

位于流域北端的老干沟(祝国寺沟)与南端的余家沟目前为止还没有实施工程治理,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,在这些流域也需要分析泥石流治理的必要性。

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,设定的基准点与规划标准见下表(除了基本规划设置的基准点,深沟新增 2 个、石羊沟新增 1 个基准点)。

表 R 6.2.3 东川城区流域泥石流治理基准点与规划标准

支流流域	流域编号	基准点	溪流名称	流域面积 (km ²)	规划标准(再现期)		适用
					泥石流	洪水	
东川区 市街地 流域	D Y - 3 深沟流域	1	深沟	24.52	100	20	现有拦沙坝 7 座
		2	老干沟	2.03	100	20	
		3	尼拉姑沟	0.74	100	20	
		4	尼拉姑沟北支沟	0.33	100	20	
		5	尼拉姑沟南支沟	0.74	100	20	现有拦沙坝 1 座
	D Y - 4 石羊沟 流域	1	石羊沟	7.16	100	20	现有拦沙坝 2 座
		2	德莫沟	1.82	100	20	现有拦沙坝 1 座
		3	余家沟	0.36	100	20	

6.2.2 备选方案研究

1) 规划土砂流出量与泥石流流峰值流量

8 条溪流在规划基准点的治理率、现有拦沙坝的土砂拦蓄量的计算结果见下表。

表 R 6.2.4 东川城区流域现有拦沙坝的土砂拦蓄量与治理率

基准点	拦沙坝	河宽 (m)	淤积宽度 (m)	河床坡度	有效高 (m)	土砂拦蓄量 (m ³)	规划流出土砂量 (m ³)	流域治理率
深沟 1	深沟 1 号	35	40	1/6.7	7.0	6,000	200,000	3.0 %
	深沟 2 号	20	27	1/5.5	4.0	1,000	200,000	0.5 %
	深沟 3 号	19	23	1/4.5	4.0	1,000	200,000	0.5 %
	深沟 4 号	16	19	1/4.5	5.0	1,000	200,000	0.5 %
	深沟 5 号	18	18	1/4.5	3.0	0	200,000	0.0 %
	深沟 6 号	30	30	1/4.5	5.0	2,000	200,000	1.0 %
	白云沟 1 号	32	36	1/11.8	8.0	13,000	200,000	6.5 %
	合计					24,000	200,000	12.0 %
深沟 5	尼拉姑沟 3 号	30	32	1/10.0	6.0	6,000	33,000	18.2 %
石羊沟 1	石羊沟 1 号	39	48	1/14.3	10.0	30,000	132,000	22.7 %
	石羊沟 2 号	38	45	1/11.1	10.0	22,000	132,000	16.7 %
	合计					52,000	132,000	39.4 %
石羊沟 2	得莫沟 1 号	70	75	1/10.5	1.5	1,000	58,000	1.7 %

考虑上述流域治理率的基础上, 计算出的工程治理最基本的规划土砂流出量与泥石流流峰值流量见下表。

表 R 6.2.5 东川城区流域基准点的规划土砂流出量与泥石流流峰值流量

基准点	流域治理率	排导槽规划对象流量 (m ³ /s)	规划土砂量 (不考虑现有治理率)		规划土砂量 (考虑现有治理率)	
			土砂流出量 (m ³)	泥石流峰值流量 (m ³ /s)	土砂流出量 (m ³)	泥石流峰值流量 (m ³ /s)
深沟 1	12.0 %	174.2	200,000	394	176,000	347
深沟 2	0.0 %	21.4	63,000	79	63,000	79
深沟 3	0.0 %	9.0	33,000	33	33,000	33
深沟 4	0.0 %	4.5	19,000	16	19,000	16
深沟 5	18.2 %	9.0	33,000	33	27,000	27
石羊沟 1	39.4 %	62.3	132,000	228	80,000	138
石羊沟 2	1.7 %	19.5	58,000	72	57,000	71
石羊沟 3	0.0 %	4.8	20,000	18	20,000	18

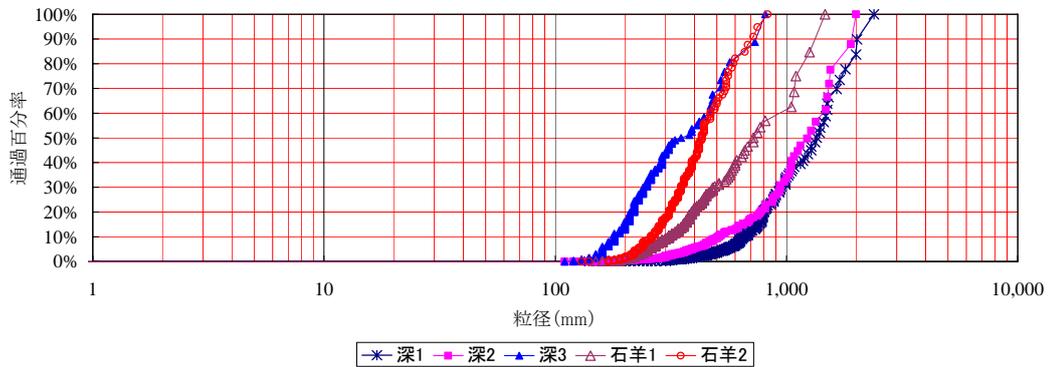
2) 备选方案研究

备选方案中的各种工程设施, 根据《2.1 泥石流治理基本方针》所述的考虑方式配置。

为了分析确定格栅坝的格栅宽度而实施的规划研究对象溪流的巨石粒径调查结果见下表。该调查是对各条溪流的中游附近 400 米河段, 200 块以上的大块石砾粒径测量汇总的结果。

表 R 6.2.6 东川城区流域研究对象溪流的巨石调查结果

小流域	深沟 1	深沟 2	深沟 3	石羊沟 1	石羊沟 2
95%粒径 (cm)	221	196	77	140	75



备选方案 1 与备选方案 2 的工程实施规模以及投资概算见表 4.2.1~4.2.4，内容概要见下表。

表 R 6.2.7 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

深沟现有排导槽底宽 10 米、深 4 米左右，包括城区的暗渠在内，平均过流能力为 174m³/s。由于没有收集到现有排导槽的纵横断面图、破损程度等详细的数据，排导槽工程费按照全线维修改造计算，尼拉姑沟、石羊沟、德莫沟的现有排导槽也一样。

另外现有排导槽作为导流堤利用的话，现有流路的宽度需要由 10 米扩到 25 米。加宽时居民密集区域部分地段的部分房屋需要拆迁，上述工程费中没有包含拆迁补偿费、土地征用得。

6.2.3 确定最佳方案

从经济等观点出发，在上述备选方案 1、备选方案与不实施治理中选择最佳方案。

1) 效益计算

选择最佳方案前，首先根据《3.2.4 效益计算》中的方法，计算实施上述泥石流治理的效益，计算结果见下表。图 6.2.1 显示泥石流泛滥计算结果，深沟与石羊沟的基准点 1 的详细减灾效益见表 6.2.1。

表 R 6.2.8 泥石流治理效益（时价）

流域	基准点	被害軽減額（千元/年）					農地開発便益			合計 (千元/年)
		房屋 财产 公共设施	农作物	人员伤亡	间接损失	合計	面积 (亩)	效益 单价 (元/亩/年)	效益 (千元/年)	
深沟	1	1,635	30	628	1,070	3,364	0	-	0	3,364
	2	105	7	166	88	367	0	-	0	367
	3	270	4	53	320	647	0	-	0	647
	4	120	2	13	145	280	0	-	0	280
	5	336	4	39	407	24	0	-	0	24
石羊沟	1	1,518	38	244	1,864	3,664	0	-	0	3,664
	2	125	13	50	143	331	0	-	0	331
	3	149	9	1	193	353	0	-	0	353
合計		4,258	107	1,194	4,230	9,792				9,792

因为保护对象是城区，效益远远超过优先小流域。灾害损失中房屋、财产、公共设施的灾害损失与间接损失占9成，人员伤亡损失占1成。泥石流泛滥解析推算出的百年一遇以上的泥石流，淤埋淹没深度0.1米以上的房屋数量（含办公室等）见下表。

表 R 6.2.9 100年一遇泥石流淹没深度0.1米以上的房屋数量

深沟					石羊沟			合計*
1	2	3	4	5	1	2	3	
1,924	334	724	392	782	3,526	244	367	6,875

*) 减去重复部分的合计值

2) 确定最佳方案

各备选方案的经济评价见下表。经济评价指标中的产投比（B/C）、纯经济价值（NPC=B-C）按照折扣率8%，设施使用期限50年计算。投资为表R6.2.7中的工程费+农田开发费用（1500元/亩，实地走访调查结果），市场价格与经济价格的转换按照85%折算。

表 R 6.2.10 土石流对策代替案の経済評価

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)			
		市场价格	经济价格	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		
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
合計		9,792	8,323	42,475	36,104	2.78	64118	25,070	21,310	4.73	79,454

参考经济评价结果，基于下述理由，建议8条溪流全部采用备选方案1。

- 本地区为城区，东南部又正在建设胜利新区工业园，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。

6.2.4 最佳方案的工程设施初步设计

根据上述研究分析，东川城区流域的泥石流治理 8 条对象溪流全部采用备选方案 1 “拦沙坝+排导槽”，工程设施概要见下表，初步设计图见图 6.2.2~6.2.3。

表 R 6.2.11 深沟各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 6.2.12 石羊沟各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

6.3.1 流域特征以及所面临的问题

在本流域实施生物治理（造林以及坡改梯）具有下述特性，面临下述问题：

1) 实施造林方面的特性以及所面临的问题

实施造林方面的特性与所面临的问题汇总如下：

- 关于造林的必要性，在居民研讨会上也经过讨论确认，参加人员全部认为需要造林（参见表 2.2.1）。村民小组问卷调查也反映出 73% 以上的村民参加过义务植树杂林，实施造林可以得到村民的充分理解（参见图 6.3.1(1)）。
- 对于选择造林树种方面，生态林、经济林、薪炭林比例如何分配这一课题，从村民小组问卷调查结果来看（图 6.3.3(1)），目前生态林占 68%，经济林也相对较高，占 28%。
- 从居民研讨会的结果来看，几乎 90% 希望造经济林，只有 10% 希望造生态林，生态林的希望比例较低。（参见图 6.3.2）
- 村民小组问卷调查结果来看（参见图 6.3.1(1)），本流域造林后生长情况较好与基本可以的回答占 75%，生长情况比较良好（参见图 6.3.3(1)）。生长不好的主要的原因在于水分不足，希望能够配备供水设施，进一步改善目前的造林生长状况。

2) 坡改梯方面的特性与所面临的问题

坡改梯方面的特性以及所面临的问题整理如下：

- 坡改梯方面，从村民小组问卷调查结果来看，几乎所有的小组都实施过坡改梯。（图 6.3.1(2)）
- 通过居民研讨会的讨论反映出几乎所有的参加人员感到需要实施坡改梯，坡改梯在实施方面可以得到居民的充分理解与配合。
- 从居民研讨会的结果来看，参加人员中实施过坡改梯的占 73%，今后计划实施坡改梯的占 67%，希望将现有坡耕地的 50%~100% 该为梯田的占 96%（参见图 6.3.2）。坡改梯所面临的问题是资金不足，居民希望政府提供材料费用，居民投工投劳（也希望给与一定的补贴）。

6.3.2 设定基本条件

根据前节中的本流域特性与所面临的问题，设定流域水土保持治理(生物治理与工程治理)规划所需的基本条件。

1) 生物治理

生物治理方面主要实施造林或者造林+治坡工程，规划所需要设定的基本条件如下：

- 设定治理实施对象的土地面积
- 设定造林实施条件

a) 设定造林实施对象的土地面积

土地利用中的坡度 45 度以下、海拔 3000 米以下的草地、半荒草地面积与各种地类中解读出来的崩塌地面积（同样是坡度 45 度以下、海拔 3000 米以下）作为造林实施对象。如前所述土地利用面积根据以 1:5000 地形图确定，崩塌地面积根据 1:20000 航片解读计算（参见图 6.1.2 与图 6.1.4）。草地面积与崩塌地面积的海拔分布情况如下。

表 R 6.3.1 确定造林实施面积 (单位: 1000 m²)

地被状况		海拔 (m)			合计
		1500 以下	1500-2400	2400—3000	
草地、半荒草地		358 (447)	4,774 (5,968)	3,430 (4,288)	8,562 (10,703)
崩塌地	草地、半荒草地	0.6 (0.8)	40.0 (50.0)	44.2 (55.2)	84.8 (106.0)
	耕地	0.6 (0.7)	5.0 (6.3)	0.2 (0.3)	5.8 (7.3)
	林地	2.8 (3.5)	11.4 (14.2)	5.6 (7.0)	19.8 (24.7)
	小计	4.0	56.4	50.0	110.4

() 内的数字为乘以 80% 前的土地利用图以及地形分类图上计算出的面积。

造林+治坡工程的实施对象为(荒山草地、耕地、林地中的)崩塌地。(见图 6.3.3)

b) 设定造林实施条件

设定造林实施条件包括下述几个部分

- 设定(生态林、经济林、薪炭林的)林种比例
- 设定造林树种
- 设定造林所需的其他基础设施(管护道路、管护房等)

i) 设定林种比例

正如前面的流域特性中所叙述的那样,本流域的薪炭林需求大,居民还希望多造经济林。但是荒山草地的造林条件难以满足这些需求,因此按照第 3 章中确定的方针,生态林、经济林、薪炭林比例采用 80:8:12。

ii) 设定造林树种

通常各海拔的合适造林树种见表 3.3.1。根据造林对象地块的立地条件选择出的最佳树种见表 6.3.1。

iii) 设定造林所需的其他基础设施(管护道路、管护房等)

其他造林所需的各种设施中选择配置特别重要的管护道路、管护房等。

2) 工程治理

工程治理需要设定下述两个基本条件:

- 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量
- 确定坡改梯的面积

a) 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量

i) 冲沟的长度

如基本方针所述,从 1:20000 航片上解读出的包括冲沟的 0 次沟谷的总长度的 50% 作为冲沟长度,针对冲沟长度中的 50% 设置谷坊。

如图 6.3.3 所示，本流域包括冲沟在内的 0 次沟谷长度为 156 公里。因此冲沟侵蚀治理谷坊设置的对象距离为 39 公里（ $=156\text{km} \times 0.5 \times 0.5$ ）。

ii) 谷坊的设置间隔与设置数量

谷坊设置间隔与豆腐沟一样每隔 37 米设置一座，上述冲沟治理的长度除以 37 米得出的设置数量为 1054 座。

b) 确定坡改梯的实施面积

坡改梯的面积同样根据土地利用图计算耕地面积，然后在根据坡度分布图计算 15~25 度的坡耕地面积，通过地形解读排除已改为梯田的部分，得出实施坡改梯的规划面积为 1.54km^2 （参见表 R6.1.4）（位置参见图 6.3.5）。

6.3.3 规划制定

根据上述基本条件制定本流域的生物治理与工程治理相结合的流域水土保持规划。

1) 生物治理

a) 荒山草地造林

i) 规划的基本数据

关于荒山草地造林，使用 1:5000 地形图，分割出如图 6.3.4 所示的造林地块，根据生态林、经济林、薪炭林的比例以及区域特征确定造林树种，计算各树种的造林面积（参见表 6.3.1）。

造林所需的管护道路长度与管护房的面积见下表。

表 R 6.3.2 附属设施的数量

项目	明细	数量	适用
道路	防火线	12km	
	管护便道	12km	
	步行道	58km	
管护房 (22 人)		440m ²	20m ² /人

ii) 投资概算

上述各树种的造林面积乘以各树种的造林单价得出造林投资，与道路、管护房等附属设置的费用一起汇总为表 6.3.2 与表 6.3.3。

iii) 效益计算

荒山草地造林的效益计测项目如下：

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益
- 经济林产品的销售效益

这些效益汇总为表 6.3.4。

b) 崩塌地的造林+治坡工程

i) 规划的基础数据

崩塌地治理的造林与治坡工程的实施面积参见表 R6.3.1。崩塌地造林基本上全部是生态林。与荒山草地造林一样，选择该海拔带适生的耐旱树种。各树种的造林面积见表 6.3.5。

ii) 投资概算

投资包括造林费用与治坡工程费用。上述面积乘以各树种的造林单价以及单位面积的治坡工程单价计算出投资。计算结果见下表。（详细内容参见表 6.3.5）

表 R 6.3.3 崩塌地治理投资（造林+治坡工程）

崩塌地所在地类	投资	适用
	(千元)	
林地	192,957	
耕地	56,544	
荒山草地	827,505	
合计	1,077,006	

iii) 效益计算

在崩塌地上实施的造林+治坡工程的效益与荒山草地造林的效益基本一样，只是没有经济林产品销售效益。

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益

效益计算汇总结果见表 6.3.6。

2) 工程治理

a) 谷坊设置

i) 规划的基础数据

如前所述，冲沟侵蚀地上需要设置的谷坊数量为 1054 座。（参见 6.3.2，2），a）

ii) 投资概算

上述谷坊设置数量乘以谷坊的单价得出投资金额。谷坊投资见下表。

表 R 6.3.4 冲沟侵蚀治理投资

谷坊设置数量（座）	单价	投资（千元）	适用
1,054	3,640 元/座	3,836	

iii) 效益计算

冲沟侵蚀地上设置谷坊的效益主要体现在控制冲沟侵蚀产生的土砂方面。土砂生产控制量与效益见下表。

表 R 6.3.5 冲沟侵蚀治理效益

效益计测项目	土砂生产控制量	效益计算单位 (千元)	效益 (千元)
表面侵蚀抑制效果	$39\text{km} \times 400\text{m}^3/\text{km} = 156,00\text{m}^3$	9 元/ m^3 /年	140.4

b) 坡改梯

i) 规划的基础数据

坡改梯的实施面积根据图 6.3.5 计算, 实施面积汇总结果见表 R6.1.4, 面积为 1.54 km^2 。

ii) 投资概算

坡改梯的投资包括石埂+土地平整费用。如前所述单价为 2.3 元/ m^2 (1534 元/亩), 单价乘以实施面积得出下表中的投资总额。

表 R 6.3.6 坡改梯的投资

坡改梯面积 (km^2)	单价 (千元/ km^2)	投资 (千元)	适应
1.54	2,300	3,542	

iii) 效益计算

坡改梯的效益包括土砂生产控制效益与农田改良效益。其中, 土砂生产控制效益用每平方公里的控制量表示, 农田改良效益如前所述 (3.3.3, 2), b)) $150 \text{ 千元}/\text{km}^2$ (100 元/亩) 反映。效益计算结果见下表:

表 R 6.3.7 坡改梯的效益

效益计测项目	评价对象的数量	效益计算单位	效益 (千元)
土砂生产控制效益	$1.54 \text{ km}^2 \times 4,000\text{m}^3/\text{km}^2 = 6,160\text{m}^3$	9 元/ m^3	55.4
农田改良效益	1.54 km^2	150 (千元/ km^2)	231.0

3) 规划数量、投资、效益汇总

上述生物治理、工程治理的规划数量、投资、效益汇总为表 6.3.7 与表 6.3.8。汇总结果: 东川城区流域的流域水土保持治理总投资为 1657.6 万元, 年度维护管理费为 8.29 万元, 每年的效益为 227.3 万元。

6.4 非工程治理

根据 3.4 非工程治理中的基本方针，分析本流域灾害图运用与群测群防强化的具体内容。

6.4.1 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、以及第 8 章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，措施所针对的灾害与保护对象设定如下：

表 R 6.4.1 非工程治理的对象灾害

非工程治理措施	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	位于泥石流堆积扇的城区

群测群防主要是针对山区村庄附近的滑坡与陡坡崩塌。泥石流堆积扇上的东川城区受泥石流灾害的威胁，采用第 8 章中将会讲述的预警预报系统对应，另外还需要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。

6.4.2 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（图 6.1.5），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。

6.4.3 群测群防强化

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照图 6.1.5 广域灾害图，选择表 5.4.1 所列的 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。

第 7 章 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（图 7.1.1）跨跃两个县区，上游（流域面积的 75%）属于曲靖市会泽县，下游（流域面积的 25%）属于昆明市东川区。单位面积土砂生产量大，仅次于豆腐沟，流域荒废严重，村落在流域内分散分布，在四条优先小流域中人口密度最低。

7.1.1 社会经济

根据村民小组问卷调查结果（参见 2.1 村民小组问卷调查）概述桃家小河流域的社会经济状况。

1) 人口与民族

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（17.7 km²）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%，其中彝族人口最多（大约 320 人）占总人口的 4.6%，集中分布在特定的村落中；其次是布依族、回族。

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。

2) 生活方式

居民的主要生活方式为农牧业，外出打工和短期劳务也是重要的收入来源。户均耕地面积 3.3 亩，主要作物为土豆、玉米、小麦、红薯、蔬菜、水稻、荞麦等。畜牧业方面饲养着猪 5600 头、山羊 5300 只、牛 2400 头。根据问卷调查结果，户均年收入为 3300 元。

3) 基础设施建设

受地形陡峭的影响，公路通车率低，51%的村民小组不通公路。现有公路大部分是砂土路面，雨季通行困难，流域内交通不便。但东侧流域界以东的喀斯特台地上建有嵩待高速公路入口，昆明和曲靖方向的交通便利。流域下游与小江汇流点附近功新公路以及即将开通的龙东公路通过，东川、昆明方向的交通便利。

几乎所有的小组都通电，但供水设施的普及率只有 70%。距离小学和医疗设施所需时间平均为 52 分和 63 分，有些小组距离小学、医疗设施超过 2 个小时。

4) 能源

该区域烧饭取暖所使用的燃料基本上以柴草为主，烧饭和取暖所使用的燃料之中柴草所占的比例分别为 100%和 91%。沼气的普及率低，沼气在烧饭和取暖所使用的燃料中所占的比例只有 12%和 9%。

7.1.2 地形、地质与土壤

1) 地形

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，河长约为 15 公里，向着西南方向流动，在海拔 1400 米附近汇入大白河，流域面积 71 平方公里，参见图 7.1.2 的地形分类图。

主河上游与下游的宽谷底部形成谷底堆积地，中游的地形非常陡峭(1/8~1/15)，白云岩峭壁与山峰屹立，是主河最为狭窄的部分。左右两岸的支流都是陡峭的 V 字形山谷，下游~中游右岸的滑坡地带，山谷发育不良。小江汇流点上游方向 4 公里处的拦沙坝至下游的坡度为 1/26 左右，宽 100~300 米的谷底平原。河滩内很多地段修建了河堤，河滩开发为农田。但是一次又一次的泥石流导致河床抬升，河堤倒塌，有些土地被泥沙淹没又成为荒滩。

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。这些滑坡地形大概分为三类，在主河与支流河床附近有滑坡面的滑坡体、海拔 2000~2500 米附近分布的古基岩滑坡、基岩滑坡背后坡面上的滑坡与大规模崩落土块。古基岩滑坡现在大部分处于稳定状态，滑坡体内的缓坡上建设了村落或者开发为农田，这种滑坡地形与山腰缓坡和高位台地很难区别。

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。

主河最下游至中游沿右岸河床分布的滑坡地形很多是活动滑坡，有些滑坡地形有新的裂缝与台坎，有些滑坡体末端（沟岸部分）经常发生崩塌，另外滑坡后壁发生的大规模崩塌也随处可见。上游左岸、中游右岸、下游右岸有崩塌多发区域，其中也有规模较大的崩塌，生产了大量的土砂。

2) 地质

地层以震旦系与古生代的堆积岩类为主，震旦系岩层包括砂岩、页岩、泥砾岩、白云岩，古生代岩层有砂岩、粉砂岩、泥岩、白云岩、石灰岩、泥质灰岩、泥质白云岩等。桃家小河主河沿岸震旦系地层为主分布，海拔越高地层越古老。

分水界附近分布的二叠系堆积岩类主要由泥灰岩、泥质白云岩、砂岩、粉砂岩、泥岩组成，因此分水界的一部分发育为喀斯特台地。中上游的部分石灰岩、白云岩经过微弱的变质作用，成为抗侵蚀能力强，形成陡壁与岩峰屹立的险峻地形。

大白河段测南北向穿过流域下游，流域内也有几条断层，因此基岩受构造活动的影响，破碎发育，特别是小江断裂带附近的部分基岩非常破碎，另外巨大滑坡体内的岩石也非常破碎。

3) 土壤

桃家小河流域也没有单独的土壤调查资料，只有《东川市志》对土壤的记述和本次调查在基本规划编制阶段实地采样的分析结果。

从本次调查实施的土壤取样分析结果（见下表）来看，本流域红壤较多，呈现腐殖土的特性。

图 7.1.3 显示出海拔与养分的关系，全国第二次土壤普查的养分分级标准中养分条件较好的 III 级以上土壤与本流域的土壤比较情况来看，有机质、速效氮、速效钾的含量还可以，养分含量比较丰富。与其他流域一样，速效磷低于 III 级土壤。

表 R 7.1.1 土壤采样分析结果

取样点编号	海拔 (m)	土类	土壤厚度 (cm)	采样深度 (cm)	特性	植被
1	1,410	褐红壤	—	—	—	木棉、石榴、芦柴
2	1,780	黄红壤	17	—	腐蚀土	蕨类、野草
3	2,100	红壤	40	—	砂石土	苦刺
4	2,340	红壤	100	10	腐蚀土	草
5	2,670	黄红壤	100	7	腐蚀土	云南松

7.1.3 水文气象

桃家小河流域的海拔在 1600~3000m 之间，平均海拔 2500m。在该海拔范围的流域，依据气候垂直分布特征，属于暖温带半湿润山区和寒温带湿润山区。从气候分区类型的气候特征推测，年降雨量 830~1200mm，年蒸发量 900~1000mm，平均气温 7~13℃。

与其他流域同样，由于没有流量观测记录，流量的详情不明。根据走访调查和实地调查的结果，干季虽然水量较少，但仍然有长流水。

7.1.4 土地利用

以本次调查绘制的 1:5000 地形图为基础绘制的土地利用图（GIS 数据化），从土地利用图上，统计了桃家小河流域的各种土地利用面积。本流域的土地利用状况见下表（参见图 7.1.4）。

表 R 7.1.2 土地利用面积与比例

土地利用项目		面积 (km ²)	比例 (%)	适用
耕地	水田	0.36	0.51	
	旱地	14.98	21.11	
	其他	0	0.00	菜地等
	合计	15.34	21.62	
林地	森林	6.21	8.75	
	经济林	0	0.00	
	灌木林	4.6	6.47	
	疏林	0.01	0.01	
	幼林	16.88	23.79	
	其他	0	0.00	苗圃、竹林等
	合计	27.69	39.03	
荒山草地	草地	22.44	31.63	
	半荒草地	3.39	4.78	
	合计	25.83	36.41	
村庄		0.4	0.56	
其他		1.69	2.38	水域、未利用地等
合计		70.95	100.00	

本流域的土地利用特征如下：

- 从整体来看林地、耕地、荒山草地分别占 39%、22%、36%。
- 根据东川区林业局的数据，2001 年东川区的森林覆盖率为 31.9%，本流域明显高于东川区整体覆盖水平，从数字来看，自然环境修复实施较多。
- 荒山草地还很多，需要造林的面积还很大。

- 林地结构方面，森林仅占 9%，但幼林比例高达 24%，与其他流域相比，森林还没有充分发育成长。
- 坡耕地的坡度与面积如下表所示，与其他流域相比数值较低，近 50% 的坡地已经该为梯田，需改为梯田的 15~25 度坡耕地面积为 3.18 km²。

表 R 7.1.3 坡耕地面积与坡度

坡度	面积(km ²)	比例(%)	适用
15度以下	7.23	47.16	旱地、水田、菜地合计
15~25度	3.18	20.73	
25度以上	4.92	32.08	
合计	15.34	100	

- 土地利用的海拔分布与坡度分布情况如下表，本流域海拔 3000 以上的土地面积较大，占 12%；坡度 45 度以上的土地占土地总面积的 15%。

表 R 7.1.4 各海拔带与坡度带的土地利用面积与比例（单位：km²）

地类	海拔 0-1500m		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	0.20	0.04	7.96	2.35	13.71	2.96	0.27	0.18	22.14	5.53
耕地	0.48	0.02	6.35	0.29	7.79	0.33	0.02	0.00	14.64	0.64
草地半荒草地	0.11	0.03	8.84	3.56	4.77	0.71	7.46	0.32	21.19	4.62
其他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	0.79	0.09	23.15	6.20	26.27	4.00	7.75	0.50	57.97	10.79

- 另外，地形分类图（图 7.1.2）计算出的各种土地利用地类中的崩塌地面积与海拔、坡度分布情况见下表。结果显示 3000 米以下坡度 45 度以下的崩塌地面积为 1.28 km²。

表 R 7.1.5 崩塌地面积(单位：1,000m²)

崩塌地地类	1500m 以下		1500-2400m		2400-3000m		3000m 以上		合计	
	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度	≤45度	>45度
林地	6.4	4.6	231.6	126.2	172.1	60.5	20.1	6.9	430.1	198.3
耕地	0.0	0.0	24.4	5.8	22.1	3.4	0.0	0.0	46.5	9.2
草地半荒草地	12.0	7.5	572.4	370.2	244.1	94.3	30.6	13.0	859.2	485.0
合计	18.4	12.1	828.4	502.2	438.3	158.2	50.7	20.0	1,335.8	692.5

- 其他方面，同样根据地形分类图确认了包括冲沟在内的 0 次沟谷的存在，并使用 GIS 数据计算了长度。包括冲沟在内的 0 次山谷的计算结果：180km。

7.1.5 灾害状况

1) 受灾记录

在桃家小河没有留下有关大规模地质灾害的记录。但是，根据对村委会问卷调查的结果，在过去的 30 年间，19 个小组发生过滑坡，16 个小组发生过泥石流，11 个小组发生过洪水，5 个小组发生过崩塌。不过，受到损坏的几乎都是农田，没有造成人员的伤亡。

多年来由于泥石流的关系，冲下来的泥土石块使桃家小河的河道年年抬高，逐渐变成悬河，两岸的农田经常遭受洪水和泥石流之害。此外，下游方面的巧家-新村公路桥梁和团结渠取水坝等重要的建筑设施也受到被泥石流淹没和毁坏的威胁。

2) 灾害的危险性

图 7.1.5 本次调查绘制的灾害图显示，山区绝大多数的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，灾害图上显示出 100 一遇泥石流的泛滥区域，最下游的河滩上有几座房屋在泛滥区域内。

下表是根据危险地图推测的坐落在危险区域内的房屋数量。此外还有会泽县国土资源局指定的 11 个地质灾害防治重点区域。

表 R 7.1.6 地质灾害警戒区内的房屋数目与国土资源局指定的防预重点地点

灾害种类	根据灾害地图推测的警戒区域内的房屋数目	国土资源局指定的地质灾害预防重点地点
泥石流	7<注	① 会泽县发科大沟 ② 阿旺镇大石头村大坪子
滑坡	1455	① 驾车乡驾车村小麦地 ② 驾车乡白泥村龙潭 ③ 驾车乡迤石村水节 ④ 驾车乡迤石村大地梁子 ⑤ 驾车乡迤石村白布嘎 ⑥ 驾车乡迤石村新田 ⑦ 驾车乡屋基村屋基
陡坡地崩塌	451	① 驾车乡迤石村发科 ② 驾车乡迤石村龙闸
合计	1497	

<注：百年一遇泥石流淤埋淹没深度 10cm 以上的区域作为泥石流警戒区。

下游河滩上的 7 座房屋位于上述泥石流警戒区内。

3) 灾害对策

作为桃家小河主河道的泥石流治理措施，于 2002 年在与大白河汇流点上游约 5Km 处，修建了有效堤高 16m，堤长 79m 的拦砂坝。如此大型的拦砂坝建好后，时间不算久远，就被泥沙填满了。另外，尽管修建了石砌堤坝保护岸边的农田，但是，由于堤防的一部分已被泥石流和洪水破坏，只好放弃不管。

根据对村民委员会问卷调查的结果，过去 10 间，已经造林约 3900 亩，封山育林约 8100 亩，退耕还林 2100 亩。但是，从流域的规模看起来，工程治理措施总的数量是远远不够的。

在上述情况下，作为避免人身受到伤害的现实性的措施，像其他优先小流域一样，实施了居民搬迁。在驾车乡的防灾研讨会上了解到，至少有 16 户人家在同一小组内进行了搬迁。参加研讨的 25 人都希望搬到安全的地区。

7.1.6 自然环境

1) 植物区系

桃家小河流域的自然植被可分为常绿阔叶林、稀树灌木丛、灌丛三个植被类型，半湿润针叶林、干热性稀树灌木草丛、干人灌丛三个植被亚型。

桃家小河流域的自然植被以干热性稀树灌木草丛、干热灌丛等次生性植被为主，其他还有海拔较高的陡峭地段的半湿润常绿阔叶林。银合欢人工幼林、耕地等自然植被总体来说分布较少。干热性稀树灌木草丛中的含扭黄茅中草草丛分布在中低海拔地段，往上则以白刺花灌丛和刺金合欢、川滇铜钱树、类芦灌丛等干热灌丛为主。海拔较高的部分陡峭山坡、山顶保存有少量滇青冈、滇石栎林群此。人工植被中，银合欢幼林沿河流两岸呈带状分布在干热性稀树灌木草丛、干热灌丛中。坡耕地在村落附近分布。

本流域东南侧的乌龙山脉西部海拔 2400~3400 米分布着驾车华山松自然保护区（省级，1984 年批准），但没有涉及到本流域。

2) 动物区系

桃家小河流域与其他优先小流域一样，文献资料查阅与实地调查都没有发现地域特有动物。推测其他优先流域分布的 116 种陆生脊椎动物在本流域也有分布。

本流域也没有湖沼、湿地以及大规模的水库，既没有适合国家一级保护动物黑颈鹤生存的环境，也没有发现其生息。

双团棘胸蛙包括云南省在内的中国西南部广泛分布，在豆腐沟流域自然环境分析中也讲过，是列入国际自然保护联合会的红色名单（2004 年）的两栖类动物，但本次实地调查没有发现其生存。与其他流域同样，由于泥石流频繁发生，基本没有两栖类可以安居的良好环境。

3) 鱼类

对鱼类实施了实地调查、国内资料查询、以及走访调查，但与其他流域一样，没有特殊的鱼类生存。

本流域整体的农业开发程度高，人类活动频繁，经济活动较强，加之严重的水土流失，泥石流频繁发生，环境变化大，本地鱼类的种类和数量极少。

7.2 泥石流治理研究

7.2.1 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—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，拦沙坝的概要见下表。

表 R 7.2.1 桃家小河流域最近修建的拦沙坝概要

溪流名称	设施名称	建成年月	形式	材料	坝高 m	有效高度 m	坝长 m
桃家小河	主坝	2002/4	重力坝	浆砌石	20.0	16.0	79.1

这座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（见表 R7.2.3），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与规划标准按照下表的内容设定（与基本规划中设定的基准点一致）。

表 R 7.2.2 桃家小河流域的泥石流治理规划基准点与规划标准

支流流域	流域编号	基准点	溪流名称	流域面积 (km ²)	规划标准（再现期）		适用
					泥石流	洪水	
桃家小河	DY-12	1	桃家小河	70.95	20	5	
		1-1	桃家小河	65.06	20	5	已建拦沙坝 1 座

7.2.2 备选方案研究

1) 规划土砂流出量与泥石流峰值流量

规划基准点的治理率、现有拦沙坝的土砂拦蓄量的计算结果见下表。

表 R 7.2.3 桃家小河流域现有拦沙坝的拦蓄量与治理率

基准点	拦沙坝	河宽 (m)	淤积 宽度 (m)	河床 坡度	有效 高度 (m)	土砂 拦蓄量 (m ³)	规划流出 土砂量 (m ³)	流域治 理率
1-1	桃家小河 1 号坝	47	73	1/14.0	16.0	99,000	422,000	23.5 %
1	桃家小河 1 号坝	47	73	1/14.0	16.0	99,000	460,000	21.5 %

在考虑上述流域治理率的基础上，计算出的工程治理最基本的规划土砂流出量与泥石流峰值流量见下表。

表 R 7.2.4 桃家小河流域基准点的规划土砂流出量与泥石流峰值流量

基准点	流域治 理率	排导槽 规划对象流量 (m ³ /s)	规划土砂量（不考虑现有治理率）		规划土砂量（考虑现有治理率）	
			土砂流出量 (m ³)	泥石流 峰值流量 (m ³ /s)	土砂流出量 (m ³)	泥石流 峰值流量 (m ³ /s)
1	23.5 %	300.7	422,000	673	323,000	515
1	21.5 %	322.7	460,000	717	361,000	563

2) 备选方案研究

根据《2.1 泥石流治理的基本方针》中所确定的考虑方式，配置各种工程设施。

备选方案 1 与备选方案 2 的工程规模以及投资概算见表 4.2.1~4.2.2，内容概要见下表。

表 R 7.2.5 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

7.2.3 确定最佳方案

从经济性等观点出发在上述备选方案 1、备选方案 2 与不实施治理中，选择最佳方案。

1) 效益计算

选择最佳方案前，首先依照《3.2.4 效益计算》中的方法，计算实施上述泥石流治理的效益，计算结果见下表。图 7.2.1 显示泥石流泛滥计算结果，详细减灾效益计算结果见表 7.2.1。

表 R 7.2.6 泥石流治理效益 (时价)

流域	基准点	被害軽減額 (千元/年)					農地開発便益			合计 (千元/年)
		房屋财产 公共设施	农作物	人员伤亡	间接损失	合计	房屋财产 公共设施	农作物	人员伤亡	
桃家小河	1	381	83	34	93	591	300	1,300	390	981

与豆腐构一样，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。

2) 确定最佳方案

各备选方案的经济评价见下表。经济评价指标中的产投比 (B/C)、纯经济价值 (NPC=B-C) 按照折扣率 8%，设施使用期限 50 年计算。投资为表 R7.2.5 中的工程费+农田开发费用 (1500 元/亩，实地走访调查结果)，市场价格与经济价格的转换按照 85% 折算。

表 R 7.2.7 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

经济评价结果为备选方案 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。

7.2.4 最佳方案的工程设施初步设计

根据上述研究分析，桃家小河流域的泥石流治理采用备选方案 2“导流堤+堤首固床坝”，工程设施的概要见下表（详细内容参见表 4.2.6），初步设计图见图 7.2.2~7.2.3。

表 R 7.2.8 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

7.3.1 流域特征以及所面临的问题

本流域实施生物治理 (造林以及坡改梯) 具有下述特性, 面临下述问题:

1) 实施造林方面的特性以及所面临的问题

实施造林方面的特性与所面临的问题汇总如下:

- 关于造林的必要性, 在居民研讨会上也经过讨论确认, 参加人员全部认为需要造林 (参见表 2.2.1)。村民小组问卷调查也反映出 78% 以上的村民参加过义务植树造林, 实施造林可以得到村民的充分理解 (参见图 7.3.1(1))。
- 对于选择造林树种方面, 生态林、经济林、薪炭林比例如何分配这一课题, 从村民小组问卷调查结果来看 (图 7.3.1(1)), 目前生态林比例高达占 88%。
- 从居民研讨会的结果来看, 25% 希望造经济林, 相对较高; 13% 希望造薪炭林, 62% 希望造生态林。(参见图 7.3.2)
- 村民小组问卷调查结果来看, 本流域造林后生长情况较好的回答占 80%, 高于其他流域。生长情况非常不好的回答也占 17%, 说明这些小组造林实施状况不好 (参见图 7.3.1(1))。
- 村民小组问卷调查中村民指出的其他问题还有树种选择、气温、土壤、坡度等, 关于这些问题, 对于这些问题关键在于选择能够适应这些环境的树种。

2) 坡改梯方面的特性与所面临的问题

坡改梯方面的特性以及所面临的问题整理如下:

- 坡改梯方面, 从村民小组问卷调查结果来看 (图 7.3.1(2)), 回答实施过坡改梯的村民小组很少 (只有四个村民小组)。通过居民研讨会的讨论反映出几乎所有的参加人员感到需要实施坡改梯, 坡改梯在实施方面可以得到居民的充分理解与配合。
- 从居民研讨会的结果来看, 参加人员中实施过坡改梯的占 40%, 今后计划实施坡改梯的占 82%, 希望将现有坡耕地的 50%~100% 改为梯田 (参见图 7.3.2)。坡改梯所面临的问题是资金不足, 居民希望政府提供材料费用, 居民投工投劳 (也希望给与一定的补贴)。

7.3.2 设定基本条件

根据前节中的本流域特性与所面临的问题, 设定流域水土保持治理 (生物治理与工程治理) 规划所需的基本条件。

1) 生物治理

生物治理方面主要实施造林或者造林+治坡工程，规划所需要设定的基本条件如下：

- 设定治理实施对象的土地面积
- 设定造林实施条件

a) 设定造林实施对象的土地面积

土地利用中的坡度 45 度以下、海拔 3000 米以下的草地、半荒草地面积的 80% 与各种地类中解读出来的崩塌地面积 80%（同样是坡度 45 度以下、海拔 3000 米以下）作为造林实施对象。如前所述土地利用面积根据以 1:5000 地形图确定，崩塌地面积根据 1:20000 航片解读计算（参见图 7.1.2 与图 7.1.4）。草地面积与崩塌地面积的海拔分布情况如下。

表 R 7.3.1 确定造林实施面积（单位：km²）

地被状况		海拔（m）			合计
		1500 以下	1500-2400	2400—3000	
草地、半荒草地		0.090 (0.113)	7.074 (8.843)	3.816 (4.770)	10.980 (13.726)
崩塌地	草地、半荒草地	0.010 (0.120)	0.458 (0.572)	0.195 (0.244)	0.663 (0.829)
	耕地	0.000 (0.000)	0.020 (0.024)	0.018 (0.022)	0.037 (0.046)
	林地	0.005 (0.006)	0.185 (0.232)	0.138 (0.172)	0.328 (0.410)
	小计	0.015	0.663	0.351	1.028

（ ）内的数字为乘以 80% 前的土地利用图以及地形分类图上计算出的面积。

造林+治坡工程的实施对象为（荒山草地、耕地、林地中的）崩塌地。（见图 7.3.3）

b) 设定造林实施条件

设定造林实施条件包括下述几个部分

- 设定（生态林、经济林、薪炭林的）林种比例
- 设定造林树种
- 设定造林所需的其他基础设施（管护道路、管护房等）

i) 设定林种比例

正如前面的流域特性中所叙述的那样，本流域的薪炭林需求大，居民还希望多造经济林。但是荒山草地的造林条件难以满足这些需求，因此按照第 3 章中确定的方针，生态林、经济林、薪炭林比例采用 80:5:15。

ii) 设定造林树种

通常各海拔的合适造林树种见表 3.3.1。根据造林对象地块的立地条件选择出的最佳树种见表 7.3.1。

iii) 设定造林所需的其他基础设施（管护道路、管护房等）

其他造林所需的各种设施中选择配置特别重要的管护道路、管护房等。

2) 工程治理

工程治理需要设定下述两个基本条件：

- 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量
- 确定坡改梯的面积

a) 冲沟的长度、谷坊的设置间隔、设置数量

i) 冲沟的长度

如基本方针所述, 从 1:20000 航片上解读出的包括冲沟的 0 次沟谷的总长度的 50% 作为冲沟长度, 针对冲沟长度中的 50% 设置谷坊。

如图 7.3.3 所示, 本流域包括冲沟在内的 0 次沟谷长度为 180 公里。因此冲沟侵蚀治理谷坊设置的对象距离为 45 公里 ($=180\text{km} \times 0.5 \times 0.5$)。

ii) 谷坊的设置间隔与设置数量

谷坊设置间隔与豆腐沟一样每隔 37 米设置一座, 上述冲沟治理的长度除以 37 米得出的设置数量为 1216 座。

b) 确定坡改梯的实施面积

坡改梯的面积同样根据土地利用图计算耕地面积, 然后在根据坡度分布图计算 15~25 度的坡耕地面积, 通过地形解读排除已改为梯田的部分, 得出实施坡改梯的规划面积 (图 7.3.5) 为 3.18km^2 (参见表 R7.1.3)。

7.3.3 规划制定

根据上述基本条件制定本流域的生物治理与工程治理相结合的流域水土保持规划。

1) 生物治理

a) 荒山草地造林

i) 规划的基本数据

关于荒山草地造林, 使用 1:5000 地形图, 分割出如图 7.3.4 所示的造林地块, 根据生态林、经济林、薪炭林的比例以及区域特征确定造林树种, 计算各树种的造林面积 (参见表 7.3.1)。

造林所需的管护道路长度与管护房的面积见下表。

表 R 7.3.2 附属设施的数量

项目	明细	数量	适用
道路	防火线	14km	
	管护便道	14km	

	步行道	70km	
管护房 (16 人)		320m ²	20m ² /人

ii) 投资概算

上述各树种的造林面积乘以各树种的造林单价得出造林投资，与道路、管护房等附属设置的费用一起汇总为表 7.3.2 与表 7.3.3。

iii) 效益计算

荒山草地造林的效益计测项目如下：

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益
- 经济林产品的销售效益

这些效益汇总为表 7.3.4。

b) 崩塌地的造林+治坡工程

i) 规划的基础数据

崩塌地治理的造林与治坡工程的实施面积参见表 R7.3.1。崩塌地造林基本上全部是生态林。与荒山草地造林一样，选择该海拔带适生的耐旱树种。各树种的造林面积见表 7.3.5。

ii) 投资概算

投资包括造林费用与治坡工程费用。上述面积乘以各树种的造林单价以及单位面积的治坡工程单价计算出投资。计算结果见下表。（详细内容参见表 7.3.5）

表 R 7.3.3 崩塌地治理投资（造林+治坡工程）

崩塌地所在地类	投资	适用
	(千元)	
林地	3201.4	
耕地	363.0	
荒山草地	6467.3	
合计	10,031.8	

iii) 效益计算

在崩塌地上实施的造林+治坡工程的效益与荒山草地造林的效益基本一样，只是没有经济林产品销售效益。

- 土砂流出控制效益
- 造林的二氧化碳吸收效益与保水效益

效益计算汇总结果见表 7.3.6。

2) 工程治理

a) 谷坊设置

i) 规划的基础数据

如前所述,冲沟侵蚀地上需要设置的谷坊数量为 1216 座。(参见 7.3.2, 2), a))

ii) 投资概算

上述谷坊设置数量乘以谷坊的单价(参见图 3.3.2)得出投资金额。谷坊投资见下表。

表 R 7.3.4 冲沟侵蚀治理投资

谷坊设置数量(座)	单价	投资(千元)	适用
1,216	3,640 元/座	4,426	

iii) 效益计算

冲沟侵蚀地上设置谷坊的效益主要体现在控制冲沟侵蚀产生的土砂方面。土砂生产控制量与效益见下表。

表 R 7.3.5 冲沟侵蚀治理效益

效益计测项目	土砂生产控制量	效益计算单位(千元)	效益(千元)
表面侵蚀抑制效果	$45\text{km} \times 400\text{m}^3/\text{km} = 18,000\text{m}^3$	9 元/ m^3 /年	162.0

b) 坡改梯

i) 规划的基础数据

坡改梯的实施面积根据图 7.3.5 计算,实施面积汇总结果见表 R7.1.3,面积为 3.18 km^2 。

ii) 投资概算

坡改梯的投资包括石埂+土地平整费用。如前所述单价为 2.3 元/ m^2 (1534 元/亩), 单价乘以实施面积得出下表中的投资总额。

表 R 7.3.6 坡改梯的投资

坡改梯面积(km^2)	单价(千元/ km^2)	投资(千元)	适应
3.18	2,300	7,314	

iii) 效益计算

坡改梯的效益包括土砂生产控制效益与农田改良效益。其中，土砂生产控制效益用每平方公里的控制量表示，农田改良效益如前所述，通过承包费的差额 150 千元/km²（100 元/亩）反映。效益计算结果见下表：

表 R 7.3.7 坡改梯的效益

效益计测项目	评价对象的数量	效益计算单位	效益(千元)
土砂生产控制效益	3.18 km ² x 4,000m ³ /km ² =12,720m ³	9 元/m ³	114.5
农田改良效益	3.18 km ²	150 (千元/km ²)	477.0

3) 规划数量、投资、效益汇总

上述生物治理、工程治理的规划数量、投资、效益汇总为表 7.3.7 与表 7.3.8。汇总结果：桃家小河流域的流域水土保持治理总投资为 3172.8 万元，每年的维护管理费用为 15.86 万元，每年的效益为 358.9 万元。

7.4 非工程治理研究

根据 3.4 非工程治理中的基本方针，分析本流域灾害图运用与群测群防强化的具体内容。

7.4.1 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、以及第 8 章中叙述的建设预警预报系统等治理措施。

表 R 7.4.1 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	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乡镇政府→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，通过第 8 章将会叙述到的预警预报系统获得。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。

7.4.2 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（图 7.1.5），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。

7.4.3 群测群防强化

群测群防主要是针对山区的滑坡与陡坡地崩塌灾害。参照图 7.1.5 广域灾害图，选择表 7.4.1 所示的 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。

第 8 章 洪水预警预报系统研究

利用自动雨量计的预警预报系统项目是配置自动雨量计,并且在东川城区流域配置泥石流感应器与警报站。本提案作为优先实施项目规划的一部分,以 2010 年为目标完成。

8.1 预警预报系统优先实施项目的内容

8.1.1 预警预报系统的现状

小江流域有无数条泥石流危险溪流,滑坡体上也居住着众多的居民,迄今为止经受了严重的土砂灾害。土砂灾害大多是由持续时间较短的局部暴雨引起的突发性灾害,这也是现象把握难、预测难的原因之一。

然而小江流域目前的预警预报系统,除了群测群防之外,只有三县区气象局的气象预报,预测的准确度也不能令人满意。流域内包括本次调查设置的雨量计在内,雨量观测站有 10 多处,这些都是单个独立观测,没有通过网络连接,也构不成系统。

群测群防对于提高居民的防灾意识、以及居住地附近发生的并且活动缓慢的滑坡现象有效,且对于相对较远的上游突然发生的泥石流难以对应。

基本规划的大部分投资用于充实工程治理,但也不能全部覆盖如此多的灾害危险区域,况且工程建设还需要很长的时间。即便工程建设完成之后,也有可能发生超过设计规模的灾害,也需要防备这些灾害。因此作为工程治理的补充完善措施的预警预报系统的重要性非常明确,然而目前的预警预报还没有系统化,急需进行改善与现代化。

8.1.2 预警预报系统优先实施项目的内容

鉴于上述现状,基本规划提出分两个阶段建设预警预报系统。首先在优先实施项目中以自动雨量计为中心建设预警预报系统,然后根据运用情况引进居于雷达雨量计。

表 R 8.1.1 基本规划中的预警预报系统优先实施项目与长期规划

优先 / 长期	主要内容	数量	对象区域
优先项目 (2010 年完成)	设立防灾信息中心	1	小江全流域
	设置自动雨量计	8	小江全流域(其中 3 个雨量计集中在东川城区流域)
	设置泥石流观测站	8	东川城区流域(深沟、石羊沟)的泥石流危险溪流
	设置泥石流警报站	9	东川城区的泥石流泛滥区域
长期规划 (2015 年完成)	设置局域雷达雨量计	1	小江全流域

1) 优先实施项目的目的

预警预报系统优先实施项目的目的如下:

- 优先实施项目中预警预报系统主要通过设置 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。如果可能会发生异常情况,通过目前的各级政府的联系网络,向群测群防对象区域发出注意通知、警报。
- 为了从泥石流灾害中保护在泥石流堆积扇上居住生活的东川城区大约 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。

2) 优先实施项目的内容

关于预警预报系统优先实施项目，根据信息流程，将系统分为信息收集、信息处理、信息传输 3 个子系统进行说明。

a) 信息收集子系统

首先在小江流域设置 8 个自动雨量站，以便掌握小江全流域的降雨概况。长期规划中还计划引进局域雷达雨量计，这些自动雨量计将用于校正雷达雨量计的雨量观测数据。8 个自动雨量站中 3 个集中配置在人口资产集中的东川城区流域（深沟、石羊沟流域）。

正如 6.1 泥石流治理所述，东川城区流域有 8 条泥石流危险溪流，威胁着东川城区的大约 6 万人的生命财产安全。在这些泥石流危险溪流上设置配备有泥石流感应器的泥石流观测站，可以监测泥石流的发生。

上述观测数据通过通信线路传回新设机构小江工程管理局的防灾信息中心。

b) 信息处理子系统

小江工程管理局（暂定名称）的防灾信息中心对收集的信息主要进行分类保存、加工处理、图化、危险度判断等，将信息制作成浅显易懂的图形、图片传输给有关部门。

c) 信息传输子系统

信息传输子系统原则上利用现有的防汛抗旱体系、群测群防体系。也就是说，防灾信息中心通过高速网络通信以及电话、传真将信息提供给有关部门。与灾害危险区域的村组之间的联系通知，原则上通过各级政府，利用电话逐级通知。

对于一旦发生泥石流可能会形成重大灾害的东川城区流域设立警报站并配置高音喇叭，根据防洪指挥部的判断和指示，防灾信息中心直接动员居民警戒。

8.2 子系统的样式

8.2.1 系统样式的研究方针

研究设计各个子系统时，要注意下述 4 方面的问题。

1) 稳定性

引进预警预报系统时，最重要的是工作稳定性。选择防灾系统设备要重视到目前为为止的运行业绩，选择在严酷环境下也能够稳定工作的设备。特别是泥石流监测站的电源、建筑物、数据传输线路设计，要保证发生泥石流时在预测的灾害情况下系统能够正常工作。

2) 可操作性

通过自动雨量计的雨量、泥石流监测等数据进行全自动收集、存储、演算分析，提高可操作性，原则上通过电脑画面操作。

3) 保养性

在满足上述条件的前提下,尽可能采用中国生产的产品,最好是生产商能够负责系统开始运转后的维修保养的产品。

4) 警报发布自动化

雨量达到警戒值、避难值时,警报站具备自动发布警报的功能。警报发布负责人(防汛抗旱指挥部)等因外出不能确认是否发布警报的情况下,经过一定的时间后,警报站自动发布警报。但在雨量判定图未完成之前不进行警报自动发布,根据警报发布负责人的判断,以手动方式对警报站发出警报发布指令。

8.2.2 信息收集子系统分析

1) 自动雨量站

自动雨量站配置参见卷末附图 8.2.1。雨量观测站候选地点的详细情况见表 R8.2.1。8 个自动雨量观测站的设置,主要有下述几个要点:

- 基本规划的长期规划中计划设置局域雷达雨量计,为了能够校正局域雷达雨量计的雨量观测,在小江全流域广泛分布。
- 但是,东川城区流域(深沟、石羊沟)集中设置 3 个雨量观测站,以便泥石流预警预报系统也可以利用。
- 为了避免偷盗、人为破坏,设置在人们容易看到的村落。如果有公共建筑,设置在公共建筑范围内。

表 R 8.2.1 雨量观测站一览表

编号	名称	地点	纬度	经度	海拔 m	备注
1	金源雨量观测站	金源水管站	N25° 50' 939	E103° 07' 592	1,662	小江流域
2	播卡雨量观测站	乡政府建筑物	N26° 25' 444	E103° 02' 063	1,794	小江流域
3	大海雨量观测站	乡政府建筑物	N26° 17' 600	E103° 13' 777	3,152	小江流域
4	新炭房雨量观测站	村中心,没有公共建筑	N26° 06' 745	E102° 54' 666	2,764	小江流域
5	驾车雨量观测站	乡政府建筑物	N25° 59' 334	E103° 21' 765	2,673	小江流域
6	大火地雨量观测站	村中心,没有公共建筑	N26° 06' 880	E103° 13' 798	2,321	小江流域 深沟
7	中殿雨量观测站	村中心,没有公共建筑	N26° 07' 094	E103° 12' 295	2,022	小江流域 老干沟
8	元宝山雨量观测站	村中心,没有公共建筑	N26° 05' 080	E103° 13' 450	2,004	小江流域 石羊沟

另外东川区气象局为了提高预报准确度计划在区内 10 个地点设置自动雨量计，如图 8.2.1 所示，设置地点中 8 处设置在向镇政府以及坝塘水库，有一处还没有确定。通信方式采用 GSM(Global System for Mobile)移动电话线路，观测频率为每分钟一次，数据传输为每小时一次。该项目已经获得上级机关的批准，目前正在作准备工作，计划 2006 年 4 月投入运行。

气象局的自动雨量数据如果也能用于本预警预报系统的话，对小江流域的土砂灾害治理非常有效。当然将来要考虑系统统一的问题，但基于下述理由，本次调查规划中预警预报系统按照可以单独工作设计。希望今后在详细设计阶段，在新机构—小江工程管理局的指导下，与气象局建立合作关系，以两个系统统一为前提进行设计。

- 现阶段气象局的自动雨量观测系统的详细规格还未明确。
- 气象局的数据传输间隔为每小时一次，对于以土砂灾害为目的的预警预报系统而言，间隔过长。
- 没有与气象局建立合作关系之前，气象局只能提供书面的数据资料（不能提供电子数据）。

2) 泥石流监测站（泥石流感应装置）

在东川城区流域内的深沟、石羊沟等 8 条泥石流危险溪流上设置监测泥石流发生的监测站，在现有拦沙坝或者 6.1 泥石流治理中研究过的新建拦沙坝上设置，设置地点参见图 8.2.3。。

根据泥石流泛滥计算结果，泥石流流动速度很快为 7~12 米/秒，在很短的时间内（1.5~5 分钟）就到达居民居住区域，即便感应器监测到泥石流发生并发出警报，也无法确保躲避时间，误报而发出的警报还可能会引起惶恐混乱。因此，泥石流监测站的主要目的在于将泥石流的准确发生时间自动传回东川区防灾信息中心，在中心内的警报显示器、终端显示设备上显示警报，与泥石流发生时的准确降雨信息结合起来绘制高精度的泥石流发生雨量判定图。

表 R 8.2.2 泥石流监测站一览表

溪流 / 站名	地点	纬度	经度	海拔 m
深沟 1（深沟主河）	大菜园现有 1 号拦沙坝	N26°06' 636	E103°12' 942	1,598
深沟 2（老干沟）	祝国寺东侧新建拦沙坝	N26°06' 693	E103°12' 038	1,732
深沟 3（尼拉姑沟）	小石城北部新建拦沙坝	N26°05' 573	E103°11' 936	1,400
深沟 4（尼拉姑北支沟）	中村东部新建拦沙坝	N26°05' 400	E103°12' 069	1,433
深沟 4（尼拉姑南支沟）	中村东部新建拦沙坝	N26°05' 325	E103°12' 092	1,432
石羊沟 1（石羊沟主沟）	大高粱地西侧拦沙坝	N26°05' 028	E103°12' 626	1,590
石羊沟 2（德莫沟）	德莫沟拦沙坝	N26°04' 563	E103°12' 155	1,424
石羊沟 3（余家沟）	余家沟拦沙坝	N26°04' 389	E103°11' 883	1,390

a) 选择泥石流感应器

目前实际采用的泥石流感应器有泥石流钢索感应器、振动感应器、地声感应器等。钢索感应器属于接触型感应器，因为作动确率高而被广泛采用。然而，振动感应器、地声感应器等非接触型感应器，需要经历过几次泥石流才能确定出最佳设定值，因此误报较多。

泥石流监测摄像机也是有效监测手段之一，但夜间监测需要配置照明、铺设光缆等，成本高，建设与运营方面问题较多。

本系统中，在综合分析泥石流危险溪流的流域形状、泥石流类型、规划新建拦沙坝的结构等的基础上，决定采用误报少、可以准确检测出泥石流发生的钢索感应器。钢索感应器的感应钢索以横断形态设置在拦沙坝溢水口部分，泥石流溢流穿过钢索感应器时切断钢索，从而监测出发生泥石流，因此这种方式可靠性高，实际安装数量多。一般在 2 公里的距离范围内最多可设置 5 条。但是每监测到 1 次泥石流，钢索被切断，不能连续监测，必须更换钢索。

b) 预测泥石流的发生

泥石流的发生与降雨有密切的关系，因此可以通过设定泥石流爆发危险基准线来预测泥石流的发生。下图为通过有效雨量与实效雨量绘制出的雨量判定图范例。确定危险境界线最少需要一年的泥石流发生数据，但由于溪流与周围环境变化等动态因素的影响，需要连续收集信息，不断更新危险境界线。

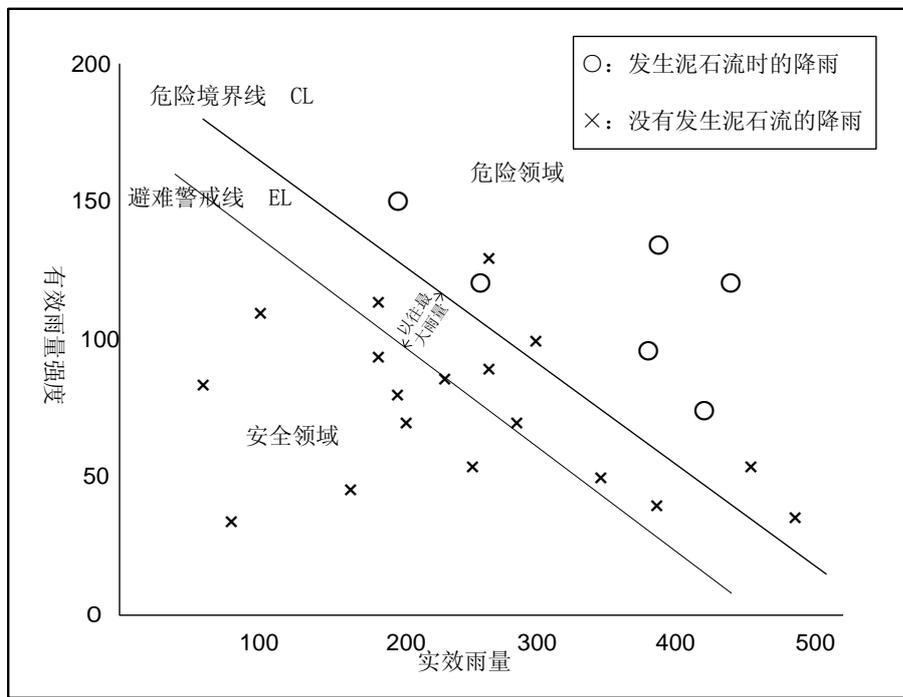


图 R 8.2.1 泥石流发生雨量判定图范例（各雨量观测站分别绘制）

如果没有以前的小时降雨量数据与泥石流发生记录等资料，就不能绘制出雨量判定图。通过设置泥石流感应器可以监测出泥石流发生的准确时间，也可以观测出到泥石流暴发为止的降雨量。

系统运行初期由于缺乏绘制上述判定图的数据资料，参照蒋家沟的警戒雨量设定并进行试运行。系统引进后，根据每次收集到的详细数据进行修正。

日本的泥石流发生监测系统也采用该方法，实时观测降雨量，当降雨量达到设定的雨量值时，自动发布警报，这一系统已经进入实际运用阶段。在推测出的泥石流泛滥区域内设置警报站，防灾信息中心根据雨量判定图，在达到“警戒值”以及“避难值”之前，最低提前 1 小时启动警报站，发布“警戒”以及“避难”警报。

3) 自动雨量站数据传输线路研究

调查对象区域内的自动雨量站设置地点分布在南北长 110 公里、东西宽 47 公里、高差 1490 米的地形复杂的山区，雨量站计划设置在相对较高的地方，泥石流监测站又设置在东川城区流域的泥石流危险溪流上。因此需要调查分析这些观测站与防灾信息中心（目前暂定设置在东川区水务局内）之间，目前中国云南省可以利用的各种通信网络。

关于自动雨量站的数据传输方式，主要分析 VHF/UHF 单工无线、GSM 移动通信、公用电话以及国际移动卫星组织 INMARSAT C 卫星通信。详细比较分析见表 8.2.1。

a) VHF/UHF 单工无线

可以收集实时数据，并且在灾害发生时可靠程度高，非常适合于平原地区。本次调查规划区域位于高山山区，利用无线连接所有的观测站最少要设置 4 座中继站初期投资很高。该方式的数据传输速度取决于信号与杂音的比率 (S/N)，最高可达到 1200bps。优点在于不存在通信费的问题，全天使用都没有关系。

b) GSM 移动通信

考虑到维护管理的问题，本次规划的雨量站计划设置在乡镇政府等的建筑物上，因此除了薪炭房之外，都可以利用手机传输数据。设备器材的初期投资低，向雨量数据这样的少量数据，可以使用手机短信 (SMS) 以便降低通信费。传输速度最高可达到 9600bps，使用次数越多通信费越高。观测站只要在 GSM 移动通信服务区区内就可以利用，但是防灾系统采用该通信方式的实例较少，灾害发生时，存在网络忙等问题。

c) 公用电话线路

项目区内的雨量观测站预定设置地点大部分都有公用电话线路，可以构成回线。但是泥石流监测站设置在远离村落的地点，没有电话线路。又且发生灾害时，电话线路也有可能遭受灾害的破坏，线路的可靠程度低。电话线路一旦遭受泥石流的破坏修复需要很长时间。设置地点与电话交换机之间的距离很长，数据传输速度为 200bps 左右的低速通信。

d) INMARSAT C 卫星通信

回线构建比较简单，但是通信费高，存在运营成本方面的问题。东川区防灾信息中心如果设置 TWO—HOP 回线 INMARSAT C 终端设备，属于卫星地面站往返通信因此会迟延 5~10 分钟，有损于数据的实时性。特别是泥石流监测数据需要争分夺秒地传输，因此该通信方式不适合于本预警预报系统。

防灾系统设计的重点在于实时性与可靠性。根据这一观点，VHF /UHF 单工无线无论在哪一方面都非常合适，但是初期投资高，需要自己进行维护管理，现阶段采用该方式比较困难。在引进雷达雨量计之前，建议采用初期投资低、不需要线路维护管理的 GSM 移动通信网络，用短信或者 GPRS(General Packet Radio System)方式传输数据。无法利用 GSM 移动通信线路的薪炭房雨量站采用公用电话线路。

从可靠程度来看，防灾系统中采用类似移动通信这样的商业通信网络并不是最好的方式。因此，实施长期规划引进雷达雨量计的时候，最好能更换成自主运营的 VHF/UHF 单工无线通信。但是自主运营的通信线路需要自己进行维护管理的部门与技术，因此目前通过 GSM 移动通信网络传输雨量数据，逐步熟练掌握了维护管理技术，希望到引

进局域雷达雨量计为止能够建立起维护管理体系，有关人员的技术能力能够有所提高。

4) 自动雨量观测站的样式

自动雨量观测站全部设置在偏僻山区的高地上，这些地方冬季积雪，夏季高温。为此考虑到观测设备的保护以及维护管理的方便，尽可能设置在乡镇政府的建筑物上。如果没有这样的建筑物，采用全天候室外防水框体，尽可能不修建观测站房。

自动雨量观测站由观测装置、GSM 调制解调器、翻斗式雨量计、太阳能电池组成。通过防灾信息中心的自动雨量计监视控制装置对终端设备进行定时询问，观测装置按照观测指令，以手机短信形式通过 GSM 调制解调器发送最新数据，数据传输最短间隔为每 10 分钟。观测装置还具备事件报告功能，也就是一旦观测装置监测到开始降雨的信号，自动发送数据催促监视控制装置开始观测。观测站不使用民用供电电源，使用太阳能电池工作，考虑到该流域雨季无日照时间长，选用的太阳能电池与蓄电池的容量能够保证 30 天无日照下能够正常供电。

设备器材配置参见图 8.3.1。

5) 泥石流监测站的样式

泥石流监测站设置在泥石流发生监测的溪流边，又不会遭受泥石流侵袭的地点。泥石流监测站由泥石流观测装置、钢索控制装置、GSM 调制解调器、钢索感应器、分线器、电缆保护器、太阳能电池电源组成。钢索感应器原则上在拦沙坝坝体部分的下部设两条，上部设两条，与接线箱连接。接线箱与观测装置之间的距离最大可达到 2 公里，因此观测站设置地点的选择自由度较高，可以设在泥石流侵袭不到的高地上。

发生泥石流时，钢索感应器切断，控制装置检测到钢索切断信号并传输给观测装置。观测装置接收到钢索切断信号后，立即将切断信号通过 GSM 调制解调器传输到防灾信息中心，通过泥石流发生监测感应器发出的泥石流警报自动发布指令也通过 GSM 调制解调器传输到防灾信息中心。观测站不使用民用供电电源，使用太阳能电池工作，考虑到该流域雨季无日照时间长，选用的太阳能电池与蓄电池的容量能够保证 30 天无日照下能够正常供电。

设备器材配置参见图 8.3.1。

8.2.3 信息处理子系统分析

信息处理系统方面，首先在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。

1) 雨量、泥石流监视控制装置

如图 8.3.1 所示，雨量、泥石流监视控制装置由自动雨量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。自动雨量监视控制装置接收雨量站以自动启动方式传输的雨量信息以及泥石流监测信息（钢索感应器传来的信息），并将接收到的信息通过局域网传输给演算装置（泥石流监视装置）。演算装置（泥石流监视装置）根据从自动雨量监视控制装置输入的雨量信息计算雨量，根据警戒值进行警报判定，从而判定泥石流发生的危险性。终端显示装置通过局域网与演算装置（泥石流监视装置）连接，在用画面显示演算装置（泥石流监视装置）所保存信息的同时，驱动彩色激光打印机打印保存信息。演算装置与终端显示装置的显示内容如下：

表 R 8.2.3 演算装置（泥石流监视装置）显示画面一览表

	画面名称	显示内容	样式
1	画面菜单	画面菜单	文字
2	状况一览表	一览表显示系统状况以及降雨状况	文字
3	信息修正	修正演算处理的雨量信息	文字
4	设定常数修正	演算常数与判定常数的设定变更	文字

表 R 8.2.4 终端显示装置显示画面一览表

	画面名称	显示内容	样式
1	画面菜单	画面菜单	文字
2	状况图	在地图上显示雨量与设备状况	地图
3	雨量图表	时间雨量用柱状图、连续雨量用曲线图显示	图表
4	雨量现状图	显示所有雨量数据现状	文字
5	雨量一览表	用一览表显示各个观测站的雨量信息 显示间隔为 10 分钟、20 分钟、30 分钟、60 分钟	文字
6	雨量汇总表	显示 24 小时雨量 显示间隔为 10 分钟、20 分钟、30 分钟、60 分钟	文字

其次就是进行泥石流发生信息处理。各个泥石流监测站的观测时间、每条钢索的状态（连接、切断、错误）、切断报警等信息进行处理、打印、显示以及警报显示器上面显示警报、发出报警音。

8.2.4 信息传输系统分析

信息传输系统方面，在东川城区泥石流泛滥区域设置警报站，小江工程管理局防灾信息中心内设置警报监视控制装置。经信息处理系统处理好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。下大雨时，通过电话或者传真将降雨、泥石流信息传给防汛抗旱指挥部以及有关部门、该区域的乡镇政府。

1) 警报站

a) 现有警报与广播设备

位于东川城区中心的城建局房顶上设置有人民防空指挥部管理的防空警报，但是人民防空指挥部为中央政府的直属独立机构，从设备设置的目的是来看，基本不可能用于防空警报之外的目的。

有些村民小组也配备了扩音器和喇叭用于与村民联系等多重目的。这些扩音广播设施的配备可追溯到文化大革命，具有很长的历史，但是近几年城区噪音限制，不提倡新安装广播设备。现有的扩音广播设备也已经老化，东川城区流域只有 35 个小组有广播设备，并且大部分在山区。堆积扇上的村民小组中只有 6 个小组有广播设备，根本不可能覆盖泥石流泛滥区域。

表 R 8.2.5 现有警报与广播设备

运营管理机构	形式	设置地点	数量
人民防空指挥部	警笛	东川城区中心（城建局房顶上）	1
村委会 村民小组	扩音装置	山区的村民小组	29
		堆积扇上的村民小组	6
		合计	35

b) 新设警报站

由于现有警报与广播设备难以利用，根据东川城区流域广域灾害图，设置 9 个警报站来覆盖泥石流泛滥深度 20 厘米以上的泥石流泛滥区域。警报站配备的喇叭功率为 200W，向两个方向广播，正常情况下声音传输范围为半径 500m，如图 8.2.3 所示，按照 1 公里间隔设置警报站。

根据广域灾害图，泥石流泛滥区域分为 4 个区域，需要分区域发布警报，同时还具备对东川城区全域一齐发布警报的功能。泥石流泛滥区域划分、相关的警报站与泥石流监测站一览见下表。

表 R 8.2.6 泥石流警报站一览表

泥石流泛滥区域划分	相关的警报站
深沟 1（深沟主河）	No. 2, 3、9
深沟 2（老干沟）	No. 1
深沟 3, 4, 5（尼拉姑沟）	No. 4、8
石羊沟 1, 2, 3（石羊沟）	No. 5, 6, 7

警报站的样式主要可以考虑遥控警报站与简易警报站两种。

i) 遥控警报站

遥控泥石流警报装置由警报装置（含扩音器）、喇叭、电缆保护器、直流电源组成。警报站接收到警报监视局的信号后，扩音器启动，发出警报音。警报音有连续与间隔的两种单纯类型。考虑到泥石流发生时，商业电源可能会停电，警报站配置直流电源装置与蓄电池，采用泥石流发生时能够稳定工作的可靠电源。喇叭功率最大 200W 左右。警报装置作为防灾系统的一部分，要求泥石流发生时设备能够可靠并稳定工作。泥石流灾害发生时，万一警报站没有确实实工作的话，将会问及行政部门的责任。为此，日本采用具备下述功能的遥控警报站。

- 警报开始工作时将工作确认信号发回到警报监视控制装置，表明设备按照指令正常工作。警报监视控制装置具有保存并指令打印机打印该信息的功能。
- 每天上午 9 点，所有警报站的自动自检程序启动，检查警报站是否处于正常工作状态，并进行记录的功能。

ii) 简易警报站

上述高性能警报站，目前中国还没有生产运行同样的系统。在日本，同类系统包括运行业绩方面，都是最稳定的系统，但是成本很高。因此作为备选方案，建议选择中国也能生产的简易警报站。简易警报站基本上由扩音器、喇叭、电源以及电缆保护器组成，功能比较单纯，只是对输入进去的模拟警笛音或者声音进行扩音并播放。

2) 警报监视控制装置

泥石流警报控制装置如图 8.3.1 所示由监视控制装置、电脑操作台、打印机以及 GSM 调制解调器等组成。雨量 / 泥石流预报装置进行泥石流预测数据演算，达到泥石流警戒值时，对设置在东川城区泥石流泛滥区域的泥石流警报站发出警报发布指令，通过模拟警笛音发出警戒或者避难信息。如果是遥控警报站，警报站接到指令发布后回传信号，警报监视控制装置显示并打印警报站的工作状况。

除了可以让单个警报站发布警报，还可以按照下述泛滥区域分区，让单组发布警报。还可以根据需要对所有的警报站全部发布警报。

表 R 8.2.7 警报站分组

泥石流泛滥区域	区域	警报站数量
深沟下游东川城区中部地区	1	3
老干沟下游东川城区北部地区	2	1
深沟下游东川城区东部地区	3	2
石羊沟下游东川城区南部地区	4	3
东川城区泥石流泛滥区域全部	全部	9

8.3 系统整体分析

前面章节中的各子系统整合起来，构建整体的预警预报系统。

8.3.1 预警预报系统的设备组合分析

通过对前面分析的设备器材组合，分析选择效果最好并且最经济实用的系统，另外还须考虑充分利用现有设备。以下分析系统的各种组合方案。

- ▶ **A 方案：**自动雨量观测站、泥石流监测站、遥控警报站
- ▶ **B 方案：**自动雨量观测站、泥石流监测站、简易警报站
- ▶ **C 方案：**自动雨量观测站、简易警报站
- ▶ **D 方案：**自动雨量观测站、泥石流监测站、各村组现有的广播设备

A 方案是最高质量的设备组合，B 方案中警报站采用简易警报站，C 方案从 A 方案中拿掉了泥石流监测站，并且警报站也是简易警报站，D 方案中警报站利用村组现有的广播设备。

1) 投资概算

以上 4 个方案的投资概算见表 8.3.1，计算条件如下：

- 洪水泥石流预警预报系统所使用的器材设备原则上采用中国生产的设备。

- 泥石流预警预报、泥石流预警预报、自动雨量站监视装置、警报监视控制装置等所需的软件开发全部在中国进行。
- 中国没有生产的设备器材，使用日本或者欧洲等的外国产品。
- 目前中国国内还处于研究开发阶段，没有实际运用业绩的设备器材，选择使用外国生产的设备器材。

A, B, C, D 四个方案的投资分别为 5,234,400 元、2,530,000 元、1,924,000 元、1,401,000 元。A 方案的成本很高，原因在于使用外国生产的遥控警报站，每个警报站需要 306,000 元。

2) 维护管理费用

从长期来看，因为设备使用寿命的问题，维护管理费用也不固定。设备设置的第 1 年厂家提供免费维修保养服务，因此维护管理费只是人工工资与电费。然而电脑相关设备中，硬盘、光驱、显示器等机械部件每 3~5 年需要更换一次。因此维护管理费用需要分为两大类准备，就是设置开始的 3 年期间与第 4 年以后。表 8.3.2 按照上述两个时期，分别计算了 4 个方案的年度维护管理费用（配件采购费、电费、维修保养外包费用等）。

A, B, C, D 四个方案从设置开始第 4 年以后的年度维护管理费用分别为 370,000 元、180,000 元、136,000 元、99,000 元。设置开始前三年的维护管理费用四个方案都是总投资的 3%，第 4 年以后为总投资的 7%，是前三年的两倍以上。

3) 备选方案比较

表 R8.3.1 对上述四个方案进行了比较分析，通过比较确定采用 B 方案的组合（自动雨量观测站、泥石流监测站、简易警报站），选择为原因如下：

- B 方案除了不能确认警报站的工作状态之外，功能与 A 方案没有变化，投资不到 A 方案的一半，经济合理。
- 警报站设在城区，可以通过电话向附近的居民确认警报站的工作状态。
- C 方案与 D 方案成本较低，但是功能太差，不能推荐。
- 2005 年 11 月 17 日召开的系统说明会上，中方也表示赞同采用 B 方案。

表 R 8.3.1 组合方案对比表

系统组合	优点	缺点	投资 (千元)	维护管理费 (千元/年)	选择
A 方案 (自动雨量观测站、泥石流监测站、遥控警报站)	• 高精度系统	• 投资与维护管理费用高 • 系统复杂	5,234	370	
B 方案 (自动雨量观测站、泥石流监测站、简易警报站)	• 投资与维护管理费只有 A 方案的 48% • 除了不能确认警报站的工作状态之外，其他功能与 A 方案相同	• 需要采取别的方式确认警报站的工作状态	2,530	180	○
C 方案 (自动雨量观测站、简易警报站)	• 投资与管理费用仅为 A 方案的 37%	• 无法掌握准确的泥石流爆发时间 • 需要采取别的方式确认警报站的工作状态	1,924	136	
D 方案 (自动雨量观测站、泥石流监测站、村组现有广播设备)	• 投资与管理费用最低，只有 A 方案的 27%	• 现有广播设备只能覆盖泥石流泛滥区域的一小部分 • 广播设备设置地点必须 24 小时有人管理	1,401	99	

注) 维护管理费用为第 4 年以后年度费用

8.3.2 优先实施项目中的预警预报系统

通过上述对比，选择确定的最佳系统方案的基本内容如下：

信息收集子系统中，8个自动雨量观测站的观测数据通过GSM移动通信网络传输到防灾信息中心，进行雨量数据的分类保存以及初期处理。另外也收集泥石流监测站的泥石流发生监测信息。

防灾信息中心设置的信息处理子系统对收集到的雨量数据、泥石流数据进行演算处理并保存到服务器上。处理好的数据可以用图片画报或者电子文档的形式打印并且在显示装置上显示。

信息传输子系统将处理好的信息转发到网络服务器上，通过因特网提供邻近的寻甸县与会泽县的防汛抗旱指挥部等相关部门。另外在东川区防汛抗旱指挥的判断与指导下，根据泥石流发生预测进行警报发布，9个警报站播放警报音，并可以播放必要的信息。这些洪水、泥石流信息通过电话或者传真传输给防汛抗旱指挥部以及有关部门、所涉及到的乡镇政府。

系统整体的概念图见下图，各种设施的设备结构见图8.3.1。结构图以东川区为主体绘制，降雨等信息由防灾信息中心根据行政级别，逐级通知到乡政府、村委会以至村民小组，原则上寻甸县、会泽县也按同样的途径进行信息传输。

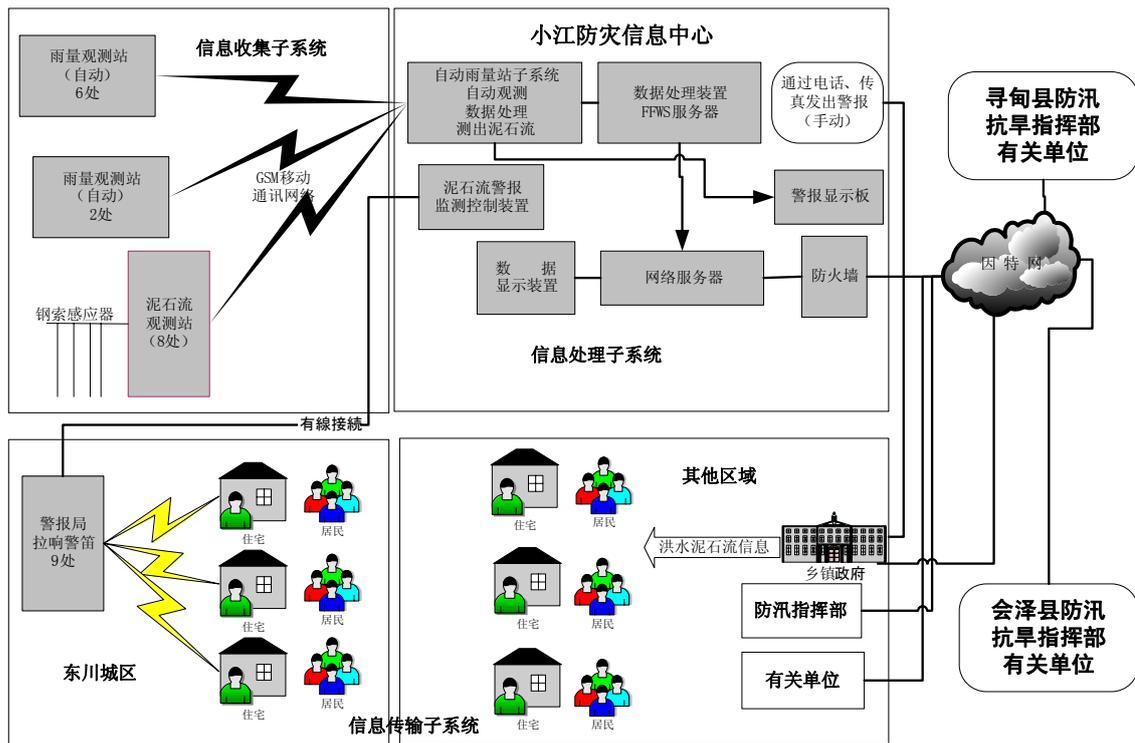


图 R 8.3.1 系统整体概念图

8.4 系统运用与维护管理

8.4.1 防灾信息中心的业务

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

8.4.2 防灾信息中心的人员配置

如下表所示，小江工程管理局（暂定名称）的防灾信息中心需要配置 5 位职员，其中中心主任与副主任可以兼任，实际上只需要 3 名职员，水文水理工程师 2 人、电脑电子设备工程师 1 人。

中心真正运转是在 5 月~10 月雨季期间的 6 个月，该期间因灾害警戒的需要，几乎需要 24 小时工作。实际上 3 个人 6 个月不可能保持 24 小时值班，这一期间需要其他部门的人员给与支援。

表 R 8.4.1 防灾信息中心职员与任务

职务	人数	主要任务	备注
防灾信息中心主任	1	中心负责人	可以兼任
防灾信息中心副主任	1	主任外出时，代理负责中心事务	可以兼任
水文水理工程师	2	观测站的保养 观测数据整理 警报基准研究 雨季的灾害警戒活动	
电脑电子设备工程师	1	设备的维修保养 雨季的灾害警戒活动	
合计	5		

8.4.3 与群测群防的关系

群测群防与预警预报系统具有相互补充完善的关系。防灾信息中心 ↔ 乡镇政府 ↔ 村委会（社区） ↔ 村民小组是双向的信息传输网络，来自群测群防实施点的信息通过村委会、乡镇政府反映到防灾信息中心。另一方面，小江全流域的雨情等通过相反的方向通知到群测群防实施点。各优先小流域中群测群防与预警预报系统的详细任务参见表 R. 4. 4. 1、R. 5. 4. 1、R. 6. 4. 1、R. 7. 4. 1。

8.4.4 系统的维修保养

为了保证系统的长期稳定运行，系统的维修保养尤为重要。下表中列出了系统维修保养的种类、对象、内容、负责人、时间。

表 R 8.4.2 设备保养概要

种类	对象	保养内容	负责人	时间
日常保养	防灾信息中心	设备器材清扫、外观检查	中心职员	雨季 (5~10月)
季度保养	自动雨量观测站、泥石流监测站、警报站	清扫、外观检查、简易测试	中心职员	全年 (1~12月)
年度保养	自动雨量观测站、泥石流监测站、警报站	清扫、外观检查、详细测试	对外承包	雨季之前 4月
异常检查	自动雨量观测站、泥石流监测站、警报站	详细测试	对外承包	必要的时候

雨季的日常保养与季度保养（每年四次）由防灾信息中心的职员负责实施。然而雨季之前实施的年度定期保养以及发生异常时的检查测试，需要高度的专业技术，专门为维修保养培训有关部门的技术人员或者雇佣专门技术人员等方法不太符合实际，因此这些保养对外承包。从中国的通讯技术水平来看，完全可以委托中国的通信、电脑专业公司进行年度保养与异常检查。

第9章 设立小江工程管理局

9.1 前言

正如基本规划中所叙述的那样,小江流域土砂灾害治理以及自然环境修复相关的基本规划的实施、运作、管理,由新设的机构负责。本章中对新设机构的构成进行阐述。

9.1.1 基本规划的概要

小江流域土砂灾害治理以及自然环境修复相关的基本规划包括到2010年完成的近期规划和到2020年完成的长期规划。紧急规划的总投资约2.6亿元,长期规划的总投资约21.7亿元,主要的为希望海外融资机构提供贷款。

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 9.1.1 基本规划实施方案

基本规划所包含的各个项目的概要如下

表 R 9.1.1 基本规划的概要

规划	项目	投资(亿元)	内容
优先实施项目	设立小江工程管理局(暂定名称)	—	设立负责基本规划的实施、运作、管理的机构。机构成立后的首要任务是筹集实施基本规划所需的资金,项目实施以及项目完成后的维护管理和运作等。
	优先小流域治理项目	2.5	首先在豆腐沟、乌龙河、东川城区(深沟、石羊沟)、桃家小河等4个优先小流域实施包括泥石流治理、流域水土保持(造林、退耕还林、坡改梯、治坡工程)等的工程治理和非工程治理相结合的综合治理。
	利用自动雨量计构建预警预报系统	0.1	构建包括信息收集系统(利用自动雨量计)、信息处理系统(可视化、分析、预测)、信息传输系统(传输处理好的信息)的预警预报系统。东川城区设置泥石流感应器和警报局。
长期规划	其他小流域治理项目	19.9	优先小流域治理项目完成后,接着实施其他小流域的综合治理项目。
	小江主河道治理项目	1.2	在考虑有计划地改道的同时,修建河堤保护农田,确保能够安全通过20年一遇洪水。
	利用局域雷达雨量计构建预警预报系统	0.6	利用自动雨量计构建的预警预报系统的基础上,增加局域雷达雨量计,实现系统的升级换代。

9.1.2 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。

然而目前云南省没有专门负责管理小江流域的部门机构。东川区设立的东川区泥石流防治研究所，主要研究解决技术方面的问题，没有从规划到管理，负责小江流域全面管理的机构。因此，为了小江流域土砂灾害治理和环境修复的顺利开展，确立新的项目实施组织机构就成为一个重要的课题。

9.2 新机构的基本方针

9.2.1 项目法人制度

1998 年中国开始精简机构、机构改革，精简政府部门，政府部门的行政人员减半，政府部门的职能主要以行政管理为主。实施特定的项目时，一般情况设置专门的项目管理机构或者临时机构。特别是利用国外资金进行开发时，一般设置专门的机构。

如下表所示，专门机构有项目番人与项目办两种形式，近几年一般采用项目法人制，很多项目都采用这一方式，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。

表 R 9.2.1 实施开发项目的专门机构

机构形态		特征	事例	采用
项目法人	开发总公司、投资公司	实施收益性强的项目的项目管理机构，类似于国营企业。收益较高，大部分项目的收益可以负担工程费用、维护管理费用。项目收益不足的情况下有公共资金投入。	三峡开发总公司、昆明滇池投资有限责任公司	
	工程管理局	项目收支难以平衡的公益性较强的项目采用的管理机构。在中国属于事业单位，介于政府机构与民间企业之间。主要的投资、职员工资由公共预算承担，项目受益可用于偿还部分投资贷款。	坝塘水库工程管理局、渔洞水库工程管理局、柴石滩水库工程管理局、鲁布革工程管理局	○
项目办		现有机构中设立的项目管理机构，不具备法人资格。大部分是由现有职员兼任、一般项目结束之后就会撤销或解散。	长江、珠江上游水土保持项目办	

1) 开发总公司

收支平衡的项目以及收益较高的项目所采用的组织机构形式，具有法人资格。国家大型项目中的三峡开发总公司、云南省内项目中的昆明滇池投资有限责任公司等的相同之处在于项目收益较好。例如，三峡开发总公司作为三峡大坝的业主，由国务院直属的开发公司，主要收益来自三峡大坝的发电、供水、养殖等。昆明滇池投资有限责任公司作为昆明市近郊滇池水质改善项目的业主而成立的由昆明市直属的开发公司，主要收益来自污水排放费征收收入。下面将滇池投资有限公司作为开发公司的一个事例进行介绍。

中国政府与海外融资机构计划共同投资 38 亿元实施治理，改善滇池水质，国家发展与改革委员会已经批准设立滇池投资有限公司作为项目实施机构。审批文件中，关于项目实施机构作出下述规定。

关于实施本项目的企业法人，由昆明市政府成立昆明滇池投资有限公司（国有独资公司）作为项目法人负责资金管理、工程管理等。贷款由昆明市负责偿还。

2) 工程管理局

公益项目中经常采用的组织机构形式，收益低的项目、公益性强的项目几乎都采用这一组织形态。云南省积极年实施的项目中设立的工程管理有坝塘水库工程管理局、渔洞水库工程管理局、柴石滩水库工程管理局等。另外，中国最初利用外资（世界银行）的公益项目——鲁布格水库建设项目也是设立了鲁布格工程管理局负责工程建设与建成后的运行管理。

该组织机构的特征为属于事业单位，介于政府机关与公司之间，机构的运营经费可以从项目受益中解决，也可以从预算中解决。有些项目的管理机构在建设阶段为工程管理局，在运行管理阶段机构名称变更为管理局，渔洞水库就是其中的范例之一。

渔洞水库（云南省昭通市、1998 年投入使用）是云南省最大的水利工程，为了项目的顺利实施设立渔洞水库工程管理局负责工程建设管理。水库建成后，2001 年渔洞水库工程管理局更名为渔洞水库管理局负责水库管理、用水管理等。关于机构设置，昭通市机构编制委员会文件昭编 [2001] 1 号的作出下述规定。

- 渔洞水库工程管理局变更为渔洞水库管理局，属于昭通市水利局下属事业单位。
- 机构编制为 60 人、局长 1 名、副局长 4 名。
- 机构领导管理职位包括局长、书记、副局长、副局长，下设办公室、水库管理处、技术处、经营开发处、灌区管理处、资产财务处。
- 各部门的结构与人数本着精简高效的原则，渔洞水库管理局提出机构设置方案，在昭通市水利局与昭通市政府主管市长批准后执行。

3) 项目办公室

涉及范围广、实施时间长、集中程度低的项目所采用的组织机构形态，主要负责项目管理、指导、教育等，大部分是由现有机构的职员兼任，一般情况项目结束后自动解散，不具备法人资格。《主报告书 基本规划》中的“5.2.3 基本规划的规划目标年度与开发水平”中提到的世界银行《云贵鄂渝四省（市）水土保持流域治理项目》（Changjiang/Pearl River Watershed Rehabilitation Project）就设立了项目办公室。组织机构特征：由于项目实施范围广、时间长，因而年度、月分的工程量比较少，相应年工作量和月工作量也比较少，因此可以现有职员兼任。

上述世行项目办的基本情况如下：中央政府设置中央项目协调办公室（设在水利部），中央项目执行办公室（设在长水利委员会），项目区的云南省、贵州省、湖北省、重庆市四省市及其 37 个县各自设立项目管理办公室。项目涉及 4 个省（市）的 37 个县，设置的项目办数量较多，但职员全部是由在职职员兼任。云南省的世行项目办设置在云南省水利厅水土保持处，项目办职员全部由水土保持处的职员兼任。

4) 本项目的组织机构形态

如上所述，负责项目实施的组织机构形态有开发总公司、工程管理局、项目办三种类型。根据下述理由，结合小江项目的特点，设立小江工程管理局作为基本规划的实施机关。

- 基本规划建设期的项目投资为 24 亿元，工程规模大。工程建设完成后的维护管理也很重要，因此可以说选择不具备法人资格、由现有职员兼任的临时机构——项目办作为实施机关不合适。
- 实质性的项目收益只有农田开发等，这一点后面将作详细叙述，用这些收益难以偿还项目投资，因而选择设立开发总公司作为实施机关也不合适。
- 本项目的目的是防治泥石流与修复自然环境，项目的公益性强，因此工程管理局作为项目实施管理机构最为合适。采用工程管理局的先例有云南省最大的水利项目——渔洞水库项目（云南省昭通县、1998 年投入使用）设立了渔洞水库管理局、宜良县 2002 年建成的柴石滩水库设立了柴石滩水库管理局、小江流域正在建设的坝塘水库设立了坝塘水库工程管理局负责项目的规划、建设管理、运营。

9.2.2 项目建设完成后继续负责运营管理的半永久性机构

还有一个问题就是项目法人作为项目实施（工程建设）管理的临时机构，还是项目完成后继续负责建成设施的运作管理的半永久性机构。

如果是建设完成为止的临时机构，设施建成后，根据设施的类型，交给水务局、林业局、国土资源局、农业局等现有机构管理，同时解散临时机构。如果是半永久机构，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。

表 R 9.2.2 临时机构与半永久性机构的特点

机构		优点	缺点	采用
临时机构	项目建设完成为止	<ul style="list-style-type: none"> • 符合国家的政府机构改革方针 	<ul style="list-style-type: none"> • 对涉及面广的项目，运营管理方面，难以确保一体化综合管理 • 不具备从实施到运营、维护、管理的连续性。 	
半永久性机构	项目建设完成后继续进行运营、管理	<ul style="list-style-type: none"> • 对于涉及面广的项目，可以确保运营管理的一元化综合管理。 • 从项目建设开始到运营、维护、管理，具有连续性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 不符合国家的政府机构改革方针 • 一定程度的财政可以自立 	○

上述两种机构各有利弊，但本项目重点考虑下述几个方面，采用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。

- 小江流域土砂灾害治理以及自然环境修复涉及到农业、林业、水利、国土资源、贫困、区域建设等多方面的问题，对这些问题进行一体化综合考虑尤为重要。因此即便是项目完成后，新机构在与有关部门协调的同时，进行一元化综合运作管理，是提高项目效益的最好方法。
- 项目规模大，拦沙坝、预警预报系统等需要高度管理的设施多，因此从工程建设到维护管理由同一机构负责，既具有工作的连续性，又可以确保设施的安全，提高管理效率。

- 目前的现有机构存在着：1) 缺乏专门机构、2) 部门间配合不足、3) 预算不足、没有稳定的资金来源等问题。建成后的设施如果交付给现有机构，那就会由于存在上述问题，恐怕不能充分发挥效益。
- 基本规划项目的实施从 2006 年至 2020 年长达 15 年，即便说是到项目实施完成为止的临时机构，实质上也是一个半永久性机构。
- 15 年之间，随着子项目的逐步完成，马上就产生运营、维护管理的业务，设施移交给现有部门的手续将会非常繁琐。
- 采用的工程管理局这一组织机构形态的项目，大部分是永久或者半永久机构。前面介绍的事例中，坝塘水库还在建设中，坝塘水库工程管理局是否是永久机构还不明确。但已经投入使用的渔洞水库和柴石滩水库所设立的工程管理局都是永久机构。中国最先利用外资（世界银行）实施的公益工程——鲁布革水库也设置了鲁布革工程管理局，作为永久机构现在还在负责水库的管理。

9.2.3 职能最小化的精炼的机构

机构设立，可分为两种形态：一种是主要业务内容都在机构内进行的形态；另一种是机构只担负必要的最小限度的职能，能够外发承包的业务全部外发承包的形态。从政府部门改革的潮流考虑，负责小江流域治理的新机构应该是一个精炼的机构，也就是只担负必要的最小限度的职能，能够对外委托的业务尽量对外委托，这样即可以节约经费，又可以提高效率。

这样的话，工程管理局的主要业务内容就是对外委托业务、工程的管理、流域管理。规划、调查、设计、施工、以及设施、森林、预警预报系统的维护管理尽可能委托其他单位进行。

表 R 9.2.3 内部业务与外包业务的分类

实施阶段	机构内部业务	对外委托业务
规划调查阶段	规划编制、审查 项目资金的申请、筹集 与有关部门的协调	实地调查、测量 设施的设计、造林规划编制等 项目规划的编制（国际援助、对外承包）
建设阶段	工程规划 工程的承包与管理 工程资金的管理	砂防设施建设工程 造林等环境修复工程 堆积扇开发工程
维持管理阶段	编制维护管理规划 维护管理业务的对外承包与管理 资金偿还	砂防设施的维护管理（水务局、国土资源局） 造林的维护管理（林业局） 开发出的农田的经营管理（村民委员会） 预警预报系统的维修保养（专业公司） 群测群防的强化（国土资源局）

该项业务可以委托（ ）内的部门机构负责。

采用对外委托承包方式，不仅可以较少管理机构的运营成本，还可以与现有机构保持良好的关系、充分利用现有机构多年积累的经验、增加当地居民的收入。例如，林地管理属于林业局，农田经营管理属于村委会，砂防设施管理属于水务局、国土资源局以及东川泥石流防治研究所的专业范围，造林的维护管理、农田的经营管理、砂防设施的管理分别委托给林业局、村委会、泥防所，不仅可以增加这些部门机构的收入，又能提高小江工程管理局的管理效率。

目前水土保持林的管理也大多采用对外委托承包方式。目前为止，小江流域的泥石流治理中开发的农田、林地、鱼塘等都是采用对外委托承包的方式进行管理。例如开发出的农田、鱼塘采用承包的方法进行管理，林地的管理方面与当地的护林员签订合同，每年支付护林活动经费进行森林的管理。因此，今后小江流域的相关设施、农田、森林管理也可以采用对外委托承包的方式。

9.2.4 职员种类

因规划、建设、管理等个阶段的业务内容、业务量不同，所需的职员人数和种类也不同。为了提高业务执行效率、机构运营效率、削减管理经费，机构的职员分为正式职员、抽调职员和临时职员，根据项目实施各阶段的需要确定职员的人数规模。各种职员的任务分工如下：

表 R 9.2.4 职员的种类及任务

分类	任务
正式职员	从项目规划、建设到后期管理全程参与，在项目管理中发挥中心作用。
抽调职员	在水利、农业、林业等有关部门的协助下，作为各部门的专家以抽调的形式参与项目实施，并负责与有关部门的协调。
临时支援	工程建设阶段需要大量的工程管理人员，根据需要招聘临时职员，协助正式职员和抽调职员。

机构部门中正式职员、抽调职员、临时职员混合存在的情况在现有机构部门中也比较多，在制度上没有问题。

首先在抽调方面，大部分新项目的机构设立初期，职员大部分是抽调。例如，东川泥石流防治研究所成立初期，人员都是从云南省乃至全国的泥石流相关单位抽调。现在东川区正在建设的坝塘水库的管理局职员也大部分是从东川区水务局、民政局抽调。

关于临时职员，不仅新设机构，大部分现有机构几乎都有临时职员。中国公共机构的职员一般分为干部、正式在编人员、合同职员，机构设置时通过正式的政府文件确定人员数量。

因此，小江工程管理局采用正式职员、抽调职员、临时职员混合存在的方式，不仅可以根据项目实施阶段的需要调整职员人数，也符合中国现行的职员录用政策。

9.2.5 机构的行政级别、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，因此希望云南省作为基本规划的项目实施主体，小江项目实施管理的新机构——小江工程管理局（暂定名称）能成为省政府直属（水利厅）的机构部门。此外，为了能够顺利地与流域内的区县协调，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，部门机构的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：

云南省水利厅、国土资源厅、林业厅、农业厅、气象局等省级上级部门，在资金、人才、政策方面给与支持。其中云南省水利厅作为工程管理局的上级主管部门，负责对该组织机构的管理。

流域内的三县区作为治理开发的直接受益者，必须对小江工程管理局给与多方面的支持。三县区的水务局、林业局、国土资源局、农业局、气象局等相关部门以抽调的形式派人到小江工程管理局，在技术方面支持的同时，协调与各县区的关系。

东川区泥石流防治研究所长期从事小江流域的土砂灾害治理，积累了丰富的经验。为了充分利用这些积累的经验，该研究所应成为工程管理局的一个下属机构。

小江流域土砂灾害治理、自然环境修复以及区域开发、副产物利用等多方面需要技术开发，还需要成都山地灾害研究所、云南省地理研究所等研究机关的配合与合作。

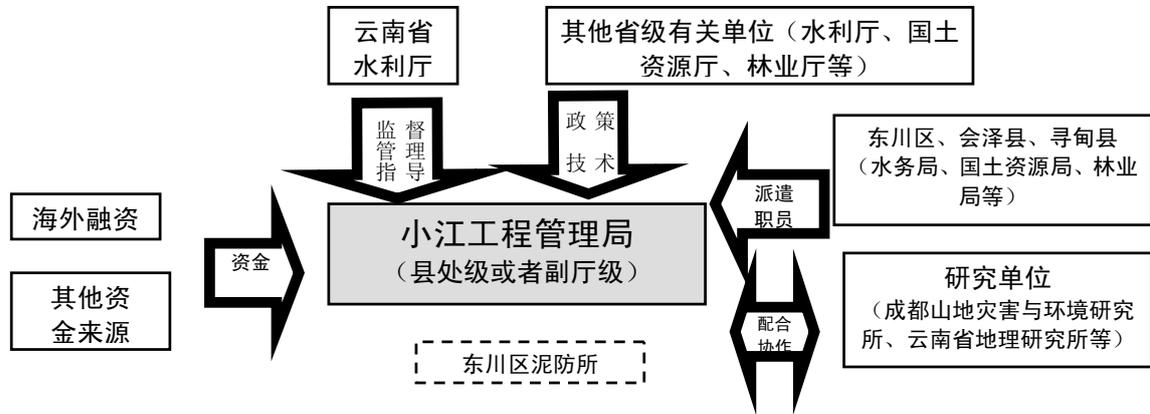


图 R 9.2.1 基本规划的实施体系

中国实施跨部门项目，大部分设置纵横配合的机构。例如，为了推动长江流域的水土保持，1988 年设立长江上游水土保持委员会，流域内的四川省、湖北省、云南省、贵州省以及国家水利部、发展与改革委员会、农业部、国家林业局、财政部、国土资源部、国务院扶贫办、中国科学院、长江水利委员会的领导为成员。

东川国家级生态功能保护区管理委员会就是东川区内的跨部门项目管理机构。管委会由云南省环保局、昆明市政府、东川区政府共同组建，东川区环保局与周边县区的环保局配合，进行东川区以及周边的生态环境保护。根据这些事例，小江的管理可以在有关部门配合下，设立跨部门机构。

9.2.6 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。

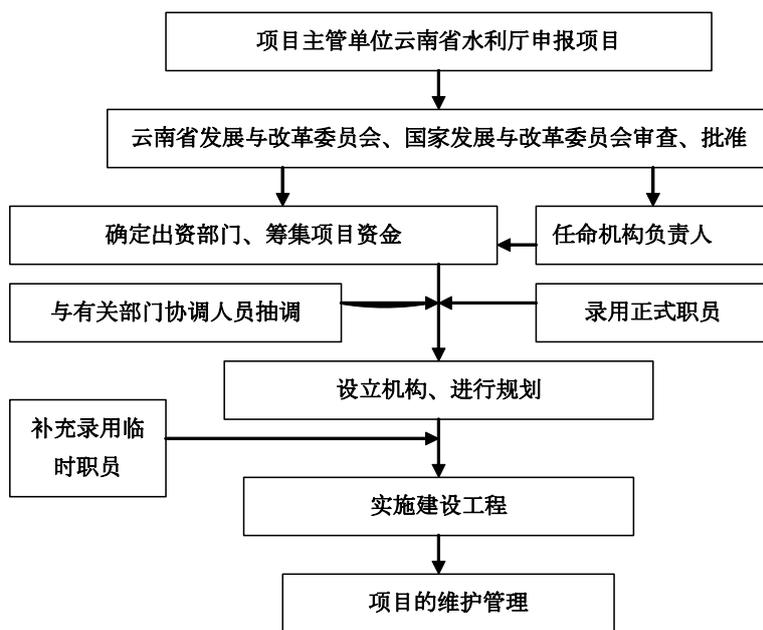


图 R 9.2.2 新机构设立过程

从滇池水质改善项目来看，机构设立过程是这样的。首先昆明市实施可行性研究调查，将可行性报告书提交云南省发展与改革委员会审批。云南省发展与改革委员会审查后，报请国家发展与改革委员会审批，国家发展与改革委员会签发最终审批文件。审批文件明确规定项目的目的、详细建设内容与规模、投资额与资金来源、实施机构、项目法人。审批文件抄送财政部、建设部、国家环保总局。昆明市根据审批文件进行项目前期准备、准备设立实施机构、与融资机构进行交涉。

9.2.7 组织机构的业务内容

小江流域的土砂灾害治理以及自然环境修复涉及到农业、林业、水利、国土资源、贫困问题、区域开发建设等多方面的问题，一体化综合考虑尤为重要，另外一体化综合考虑也是提高项目实施效果的最好方法。因此工程管理局应该将土砂灾害治理与自然环境修复作为基本目的，同时还应该通过治理促进区域的开发建设。

从上述观点为出发点，工程管理局的需担负下述业务内容。新机构不仅需要进行土砂灾害治理，还需要综合解决流域所涉及的问题，因此机构的业务内容包括项目规划、开发资金筹集、项目的运营管理、工程的施工管理、堆积扇开发、后期管理、以及与有关部门的协调。

另外，项目实施各个阶段的业务内容也有所差异。规划阶段的业务内容为调查、设计、规划；实施阶段的业务内容为工程实施与管理；建成后在运营管理阶段的业务内容为设施、造林地、堆积扇、流域的管理，预警预报系统的运营管理、监测等。

表 R 9.2.5 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	<ul style="list-style-type: none"> 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。	
	运营管理阶段	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		预警预报系统的运营维护管理，即时将险情传达到有关部门。
		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。	

9.3 工程管理局的组织机构与规模

基于上述业务内容、部门设置的考虑方式，分析机构内部部门设置与规模。部门设置的基本思路如下。

精炼的机构、不断调整的机构

必须的最小限度的人员组成，项目实施各个阶段随着业务内容的变更调整部门设置与人员配置。

9.3.1 职员人数

机构下设的部门主要分为进行资金与合同的管理、管理局内部管理的管理部门，从事砂防、环境修复、堆积扇与经济林开发的规划、施工、运营管理等的技术部门。因此新机构的职能部门分为管理与技术两个部门。

实施阶段不同各部门所需的人员也不同，通过机构内部人员的调整与负责内容的来对应，不进行机构的重组，下表中列出了各阶段各业务内容所需的职员人数。

表 R 9.3.1 小江工程管理局所需的职员人数

实施阶段与 业务内容	规划阶段	建设阶段	运营阶段
	总务、财务、预算、水保 与造林等的相关调查、规 划编制	总务、财务、预算、 水保与造林等的实施 管理	总务、财务、设施、 森林、农田的管理以 及预警预报管理
管理局的全面管理（局长）	1	1	1
技术管理（副局长）	1	1	1
业务管理（副局长）	1	1	1
一般事务	2	2	4
经理	2	2	
项目资金管理（预算、合同）	4	6	
项目规划编制	水保	4	
	造林	4	
	其他	4	
工程施工管理	水保		6
	造林		6
	其他		6
		6 (6)*)	6
农田管理			
造林管理			
技术开发与普及			
预警预报系统的运营管理		(3)	3
群测群防的技术指导		(2)	2
合计	23 正式=18、抽调=5	31 31 (42)	18 正式=18

*) 建设期的后期，需要对一部分已建成的设施和已经造好的林地进行管理。（）内的数字为建设期后期所需的管理职员。

小清河引水进入东川城区的坝塘水库建设项目目前正在建设中，负责该项目管理的坝塘水库工程管理局的职员人数也是 10 多人。与坝塘水库相比，小江流域基本规划项目的规模大、内容广，即便尽量对外委托，根据项目实施各阶段的需求，也需要 18~42 人。

另外根据项目阶段所需的职员人数进行调整，工程建设阶段需要的职员最多，运营阶段需要的人员最少。正式职员的人数保持稳定，变动部分通过抽调与雇用临时职员来对应。

从类似项目的项目管理机构规模来看，因项目规模不同而不同。云南省最大的水利项目一昭通渔洞水库管理局的职员人数有 60 人，包括局长、书记、副局长、办公室、水库管理处、技术处、经营开发处、灌区管理处、资产财务处等。东川国家级生态功能保护区管理局有 13 名技术人员、8 名保护区稽查执法人员。

9.3.2 项目管理费用

职员人数采用上述分析的各阶段的职员人数，办公设施的面积按照 10m²/人的标准，总面积为 300m²。项目业务管理费用如下表所示。

管理员工资按照昆明市的平均收入 21560 元/年（2002 年电力、煤气、水利行业的平均值）的基础上，适当增加物价上涨，按照 25000 元/年/人的标准设定。关于办公设施费用，东川新建办公楼的建筑单价为 1000 元/m²（问讯结果），办公费按照人员工资的 20% 概算。

表 R 9.3.2 项目各阶段的管理费用

科目	计算	费用(元)
初期费用(办公设施建设费)	$=300\text{m}^2 \times 1000 \text{元}/\text{m}^2$	300,000(元)
规划阶段(人员工资+办公费)	$=23 \text{人} \times 25,000 \text{元}/\text{人} \times 1.2$	690,000(元/年)
工程建设(人员工资+办公费)	$=31 \text{人} \times 25,000 \text{元}/\text{人} \times 1.2$	930,000(元/年)
运营管理(人员工资+办公费)	$=18 \text{人} \times 25,000 \text{元}/\text{人} \times 1.2$	540,000(元/年)

上述费用在经济分析中,作为工程建设费与维护管理费计算。

9.4 财务计划分析

基本规划是一个包括防灾与自然环境修复的公益项目,这些项目很难产生收益。但有些项目也可以期待产生一些收益。

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。

以下首先分析收入的可能性,在此基础上对小江工程管理局的财务计划进行简要分析。

9.4.1 预期收益

根据当地的实际业绩等判断,目前可以期待产生收入的项目有泥石流治理后的农田开发,新开发农田承包给农民收取承包费。基本规划中计划在泥石流治理的同时开发 16000 亩(1070 公顷)农田,如果按照每亩收取承包费 300 元,每年的承包费收入为 480 万元。

其他方面,根据 CDM(清洁开发机制)进行温室气体交易、造林、农田改良(坡改梯)等也有一定的收益。关于清洁开发机制,由于中国政府禁止 ODA 资金挪用。由于本项目计划利用海外融资机构的贷款实施,目前 CDM 不适合于本项目。另外,造林与坡改梯一般采用受益群众投工投劳的方式实施,而不是开发后提取部分收益的方式。

以下对这些可能产生收入的项目进行具体的说明。

1) 农田开发

泥石流治理的副产物为可以新开发农田。优先实施项目计划新开发 1300 亩(87 公顷)、基本规划计划新开发大约 16000 亩(1070 公顷)。在没有确定使用权的砂石遍布的河滩与堆积扇上开发农田,开发出来的农田承包给农民使用,工程管理局可以收取一定的承包费,大桥河实际上也采用了该方式。

东川泥石流防治研究所实施过泥石流治理的同时开发农田,开发出的农田承包给农民使用。向该研究所了解的结果,承包费因灌溉设施、区划整理、机耕道配套的程度不同而有所差异,平均每年每亩的承包费大约 300 元左右。

2) 造林

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,工程管理局也可以考虑向土地使用者提取部分收益作为收入。

但是,当地也在采用政府提供苗木,居民投工投劳的造林方式实施造林。“10.5.2 资金筹集”将会详细叙述的世行项目、长江水利委员会实施的长江上中游水土保持重点防治项目等的荒山荒坡造林、经济林都采用政府负担材料费用,居民投工投劳营造的

方式。居民研讨会以及问卷调查结果也反映出居民可以投工投劳。与其采用项目建设后收取费用的方法，项目建设中动员居民投工投劳更为现实。

3) 农田改良（坡改梯）

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。另外，坡耕地在雨水较少的年份，几乎没有收成；梯田几乎每年都有收成，生产比较稳定。由此可知坡改梯的增收效益较大，有的研究论文中介绍到坡改梯的增收效益可达到 65%（东川泥石流防治论文集、P128）。

从上述情况来看，农田改良收取一定的费用也是合理的。但是事实上，与前面介绍的造林一样，大部分坡改梯工程一般采用居民投工投劳的形式实施，居民研讨会等的问卷调查也反映出近半数的居民愿意无偿投工投劳。因此，与其在实施坡改梯后收取一定的费用，采用居民投工投劳更为现实可行。

4) 造林产生的二氧化碳减少效益销售

2005 年 2 月 16 日《京都议定书》生效，全球规模的温室效应治理即将正式展开。其中，在欧盟范围内形成排放权交易市场进行排放权交易。今后国家交易市场形成后，可以利用该市场交易机制，将小江流域造林产生的温室气体削减量向企业转让。

温室气体国际交易价格为 3~25 美元/t-CO₂，波动较大。2005 年 12 月，欧盟范围内市场价格为 21.65 欧元/t-CO₂。如果温室气体的销售价格按照 3 美元/t-CO₂ 计算，成林的碳素吸收量的基本计量单位为 1.77t/ha，温室气体的交易单位为 $3 \times 44/12 \times 1.77 \times 8/15 = 10.4$ 元/亩（1 美元=8 元、1t-C=44/12t-CO₂、1ha=15 亩）。

但目前的京都机制防围内，中国可以参与清洁开发机制，与担负温室化气体排放量削减任务的发达国家进行交易。但中国政府禁止政府开发援助（ODA）资金用于清洁开发机制。而本项目打算利用海外融资机构的贷款实施，因此清洁开发机制不能适用于本项目。将来上述规定会发生什么样的变化目前还不明确，因此本次调查计算温室气体排放权交易有可能产生的收益，仅作为参考，不作为确实实的收益。

9.4.2 工程管理局的运营维护管理费用

项目实施后在维护管理阶段，工程管理局的费用主要包括工程管理局的办公经费、工程设施、森林、预警预报系统的维护管理费用、群测群防强化费用等。

9.4.3 收支对比

根据上述考虑方式以及计算单位，小江工程管理局的收益与费用对比计算见表 R9.4.3，计算结果如下：

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。

现有组织机构大部分采用这一考虑方式。目前东川区泥石流防治研究所也是依靠项目收入和政府资金补助维持。另外，渔洞水库管理局、柴石滩水库管理局的人员工资也是由政府预算解决。

基本规划的投资总额为 24 亿元，关于贷款偿还问题，正如基本规划“7.4.6 偿还能力分析”所述，从工程管理局的收益中偿还贷款非常困难，需要从政府预算中支付。准备利用

海外融资机构贷款与政府投资实施的昆明市滇池水环境改善项目也是由昆明滇池投资有限责任公司负责项目的建设、管理，由昆明市负责偿还贷款。

表 R 9.4.1 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)	备注	
收益	农田开发	16,000 亩	300 元/亩/年	4,800	开发面积根据 SPOT 卫星照片推测，参见基本规划 P6-10
	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	总投资为基本规划的研究结果，参见基本规划 P7-19。总投资中，维护管理费所占比例为维护管理费的概算结果。
	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	组织机构研究的结果，参见本节的上半段。
	预警预报系统	5 亿元	0.30%	1,500	项目总投资为基本规划的研究结果，总投资中维护管理费所占的比例为维护管理费的预算结果。
	群测群防			2,400	根据 4 条优先小流域的群测群防经费计算结果，根据单位面积的费用推算的全流域费用。
	合计			11,940	

第 10 章 项目实施规划

10.1 副产物利用规划

优先项目实施产生的可利用副产物有农田与农产品，借鉴大桥河流域实施泥石流治理开发高产丰产农田的成功事例，豆腐沟、桃家小河流域在治理泥石流的同时也有农田开发规划。其他副产品还有造林之后产生的树木、枝叶、水果等，以及富饶美丽的自然环境。通过这些副产物的有效利用，促进当地脱贫致富、振兴地方经济也是当地所面临的一大课题。

10.1.1 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。

10.1.2 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，会产生下述副产物：

- 大面积的荒山、草地的自然环境修复后，与当地现有的旅游观光资源（红土地、景点、稀有动植物、少数民族等）的相互活用，旅游开发的可能性更高。
- 通过大面积造林，生产出的木材大部分用于能源与建材，此外还可以用于造纸工业、旅游开发方面的木制工艺品加工等。
- 通过自然环境修复，也可以栽培或采集天然发育的林下生长的各种食用菌、野菜、草药等。
- 经济林造林树种如下表所示，包括核桃、石榴、柑桔等，这些经济林目前仅限于果实的销售与直接食用，今后可以发展加工副业（果干、果酒、水果饮料、水果罐头等）。

表 R 10.1.1 流域水土保持的造林规划

分类	树种	豆腐沟 (3.52km ²)		乌龙河 (16.44km ²)		东川城区 (8.56km ²)		桃家小河 (10.98km ²)		合计 (39.5km ²)	
		树种比 例	造林面 积	树种比 例	造林面 积	树种比 例	造林面 积	树种比 例	造林面 积	树种比 例	造林面 积
		生态林	高山松	0	0	0	0.00	12	1.59	8	1.63
华山松(70%)/ 旱冬瓜(30%)	0		0	10	0.77	6	0.69	7	0.83	23	2.28
*云南松(70%)/ 麻栎(30%)	8		0.68	58	5.97	31	3.48	30	5.39	127	15.51
*新银合欢(70%)/ 余甘子(30%)	5		0.71	13	1.99	2	0.26	0	0.00	20	2.95
*坡柳(70%)/ 苦刺(30%)	6		0.88	14	2.01	5	0.59	1	0.19	26	3.67
苦楝(70%)/ 膏桐(30%)	3		0.51	11	2.05	2	0.18	1	0.19	17	2.93
*滇杨	3		0.03	6	0.54	1	0.07	2	0.71	12	1.35
小计	25	2.81	112	13.32	59	6.85	49	8.95	245	31.93	
经济林	花椒	3	0.11	1	0.05	4	0.09	1	0.16	9	0.41
	板栗	2	0.11	2	0.08	0	0.00	1	0.17	5	0.36
	核桃	5	0.02	4	0.17	8	0.48	3	0.35	20	1.02
	石榴	1	0.01	10	0.45	4	0.07	0	0.00	15	0.53
	柑桔等	2	0.03	9	0.38	4	0.05	0	0.00	15	0.46
	小计	13	0.28	26	1.14	20	0.69	5	0.69	64	2.79
薪炭林	圣诞(70%)/ 相思(30%)	5	0.26	29	1.29	14	0.92	7	0.67	55	3.14
	坡柳	4	0.16	17	0.69	3	0.11	0	0.00	24	0.96
	马桑	0	0	0	0.00	0	0.00	12	0.68	12	0.68
	小计	9	0.42	46	1.97	17	1.03	19	1.35	91	4.77
合计	47	3.52	184	16.44	96	8.56	73	10.98	400	39.50	

10.2 项目实施计划

根据日本国独立行政法人国际协力机构与中国云南省水利厅 2003 年 11 月 12 日签署的协议议事录，小江流域土砂灾害对策及自然环境修复基本规划的实施目标年度为 2020 年。

本报告书研究对象是优先实施项目，作为基本规划中的紧急规划，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 10.2.1 优先实施项目的实施计划

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

10.3.1 运营管理计划

关于优先实施项目的运营管理，如第 9 章 设立小江工程管理局项目所述，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。

10.3.2 人才培育计划

本项目涉及的单位部门、村民居民很多，依靠人力实施的部分也很多。因此项目的成功与否，与人员的技术、素质有很大的关系，人才培育也非常重要。

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 10.3.1 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 参与施工 举办研讨会 参加防灾训练演习

原则上职员的培育，以日常工作中的能力培训提高为主。施工现场确实实是教育训练的绝佳场所与机会，施工单位的承包、业务委托中将培训（例如预警预报系统的设备维修保养方法等）纳入合同中，通过实际操作提高技能。有关政府部门的职员轮换抽调到小江工程管理局，通过增加与其他部门的工作人员的交流，使部门间的协调更为容易。

群测群防负责人、护林员的培育，首要关键在于亲自参与施工，不仅可以增加他们的收入，又可以提高技能与道德素质，也将通过防灾避难训练提高技术技能。

10.4 投资概算

根据《第3章 优先小流域治理项目的基本方针》的方法，各流域各治理项目的投资概算统计结果见下表（详细内容参见表 10.4.1）。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 10.4.1 优先实施项目工程费概算统计表

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 10.4.2 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 项目实施计划

10.5.1 实施体系

关于项目实施，如“第9章 设立小江工程管理局”所述，在有关单位部门的配合与支持下，由小江工程管理局实施。

10.5.2 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。

表 R 10.5.1 2005 年度会泽县长江中上游水土保持重点防治工程预算

资金来源	中央政府	地方政府	投劳折资	合计
金额(万元)	123.69	49.48	325.70	498.87
比例(%)	24.8	9.9	65.3	100.0

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。

表 R 10.5.2 造林与坡改梯方面居民的劳动参与积极性

单位：(%)

作业	劳动参与	林業ワークショップでのアンケート結果				
		豆腐沟	乌龙河	东川城区	桃家小河	平均
造林	有偿	18	36	18	22	24
	无偿	82	63	73	78	74
坡改梯	有偿	45	67	60	55	57
	无偿	48	29	38	44	40

3) 造林与坡改梯的居民投工折资

上述居民在造林与坡改梯中的投工折算为资金进行概算。

首先在造林方面，表 3.3.2 所列出的造林工序中整地、栽种、养护、抚育 4 个工序可以通过投工投劳完成。以生态林的典型树种华山松、云南松为例计算出的参考单价为 220 元/亩。4 条优先小流域的造林总面积为 39.5 平方公里 (59200 亩)，投劳折资约为 1300 万元。

坡改梯按照材料费 50%，人工费 50%。坡改梯的单价为 1530 元/亩，每亩投劳折资为 765 元。四条优先小流域的坡改梯总面积为 16.7 平方公里投劳折资约为 1910 万元。

造林与坡改梯投劳折资合计金额 3200 万元，占项目总投资 2.08 亿元的 15%。也就是说，通过居民投工投劳可以减少政府在项目投资中的 15% 的负担。

第 1 1 章 项目评价

1 1. 1 经济评价

根据表 R10. 2. 所示的实施计划，2007 年~2056 年之间 50 年的经济投资与经济效益换算为现值，通过投资与效益的比较分析投资效益。

经济评价指标采用开发项目经济评价中经常采用的内部收益率，经济评价的择机成本与基本规划一样为 5~8%。

1 1. 1. 1 优先实施项目的经济效益

进行经济评价之前，通过下表显示优先实施项目的经济效益。预警预报系统、灾害图、群测群防等非工程治理措施的效益无法用经济价值评价，没有列入表中。

表 R 11.1.1 优先实施项目的经济效益

治理	效果		经济效益(千元/年)				
			豆腐沟	乌龙河	东川城区	桃家小河	合计
泥石流治理	减灾效益	房屋、财产、公共设施损失	673	26	3,620	324	4,643
		农作物损失	22	9	91	70	193
		人员伤亡	42	33	1,016	29	1,119
		间接损失	0	46	3,596	79	3,721
		小计	738	114	8,322	502	9,676
	农田开发效益	468			332	799	
	小计	1,205	114	8,322	834	10,475	
流域水土保持		土砂生产控制效益	393	1,752	503	1,136	3,784
		二氧化碳吸收效益	246	1,097	547	757	2,647
		保水效益	110	492	245	340	1,188
		农田改良效益	108	1,418	196	405	2,128
		经济林生产效益	178	726	440	440	1,784
		小计	1,035	5,486	1,932	3,079	11,532
	合计	2,240	5,600	10,254	3,913	22,006	

注) 流域水土保持的效益为造林树木充分成长之后的效益。

其他通过实施优先项目产生的无法用经济价值衡量的效益还有：

- 提高安全程度
- 土地利用集约化
- 生物多样性保护效益
- 景观改善效益

1 1. 1. 2 各流域各治理工程的经济效益

首先对各流域的泥石流治理与流域水土保持治理分别进行了经济评价，详细计算过程参见《附属报告书 L 社会经济/组织机构》，计算结果见表 R11. 1. 2。

表 R 11.1.2 各流域各治理项目经济评价结果

项目		1. 豆腐购	2. 乌龙河	3. 东川城区	4. 桃家小河	合计
泥石流治理	投资(单纯合计) (千元)	15,700	1,436	41,086	9,944	68,166
	投资(现值) (千元)	11,642	1,113	28,108	7,373	48,236
	效益(单纯合计) (千元)	57,814	5,581	387,623	40,025	491,043
	效益(现值) (千元)	11,654	1,193	72,056	8,068	92,971
	产投比 B/C	1.00	1.07	2.56	1.09	1.93
	纯经济价值 B-C (千元)	13	80	43,948	695	44,736
	内部收益率 IRR	8.01%	8.65%	19.85%	8.82%	15.19%
流域水土保持	投资(单纯合计) (千元)	11,606	64,670	17,330	33,172	126,778
	投资(现值) (千元)	7,624	42,483	11,384	21,791	83,282
	效益(单纯合计) (千元)	45,994	246,752	85,864	137,110	515,720
	效益(现值) (千元)	7,701	42,614	14,377	23,079	87,771
	产投比 B/C	1.01	1.00	1.26	1.06	1.05
	纯经济价值 B-C (千元)	77	132	2,993	1,288	4,489
	内部收益率 IRR	8.08%	8.02%	9.92%	8.45%	8.42%
合计	投资(单纯合计) (千元)	27,306	66,107	58,416	43,115	194,945
	投资(现值) (千元)	19,266	43,595	39,492	29,164	131,517
	效益(单纯合计) (千元)	103,808	252,333	473,487	177,135	1,006,763
	效益(现值) (千元)	19,356	43,807	86,433	31,147	180,742
	产投比 B/C	1.00	1.00	2.19	1.07	1.37
	纯经济价值 B-C (千元)	90	212	46,940	1,983	49,225
	内部收益率 IRR	8.04%	8.04%	16.89%	8.54%	10.91%

注) 现值基准年为 2005 年, 折扣率为 8%

从上表可以看出, 四条优先小流域的泥石流治理与流域水土保持的内部收益率都高于 8%, 因此判断在经济上是可行的。东川城区流域的泥石流治理的内部收益率最高, 稍微不到 20%, 充分反映出对人口、财产与城市功能集中的东川城区进行保护的重要性。

1 1. 1. 3 优先实施项目整体的经济评价

1) 经济评价

使用上表的计算结果对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。详情见表 11. 1. 1。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 11.1.3 优先实施项目整体经济评价

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%。

2) 敏感分析

上述经济评价的内部收益率达到 10% 以上，项目的经济合理性得到确认。但是计算基础中的投资与效益也有一些不确定的因素。下表中列出了泥石流治理与流域水土保持中导致经济评价下降的负面影响。

表 R 11.1.4 费用与效益的负面影响要素

治理	效益降低	费用增加	
		项目投资增加	维护管理费用增加
泥石流治理	<ul style="list-style-type: none"> • 土地利用降低（资产减少） • 人口稀疏化导致人口减少 	<ul style="list-style-type: none"> • 人工工资上涨 • 材料价格上涨 • 详细设计中如果发现需要搬迁，因此需要支付搬迁补偿的情况 	<ul style="list-style-type: none"> • 气象变化等因素导致泥石流爆发频率提高，拦沙坝的清淤费用增加 • 人工工资上涨
流域水土保持	<ul style="list-style-type: none"> • 土壤条件、气候条件等导致树木成活率降低、成长缓慢 • 温室气体排放权交易价格下跌 	<ul style="list-style-type: none"> • 人工工资上涨 • 材料价格上涨 	<ul style="list-style-type: none"> • 土壤条件、气候条件等导致树木生长发育不良，从而使维护管理费用增加 • 人工工资上涨

设定上述每项不确定因素的变动幅度与发生概率非常困难，因此设定费用增加 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 11.1.5 敏感分析的变动组合与内部收益率

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%。

1 1. 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，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。

按照现行方式，国家发改委批准立项后，必要的资金贷款，并由相关地方政府还款。因此，小江流域项目的贷款与还款由流域内的东川区、会泽县或者其上一级政府昆明市、曲靖市、云南省贷款与还款。在第 9 章中建议由小江工程管理局代理融资的申请、管理、偿还。

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。以下根据云南省、昆明市、曲靖市以及流域内的会泽与东川的财政状况，分析还贷能力。

表 R 11.2.1 相关政府的财政状况

地方政府	人口 (千人)	国内生产总值 (百万元)	财政收入 (百万元)		财政支出 (百万元)	
			1990 年	2002 年	1990 年	2002 年
云南省	43,331	223,232	7,742	20,676	9,076	52,689
昆明市	4,948	73,008	2,112	5,471	1,464	7,433
东川区	302	746	17	40	44	251
曲靖市	29,855	24,440	825	1,840	712	3,750
会泽县	897	3,172	54	247	80	588

数据来源：云南统计年鉴 2003，云南省统计局编，中国统计出版社出版

下图显示出东川区的贷款部分的偿还时间表。10 年宽限期之后，从 2016 年开始还款金额急剧上升，2019 年达到最高点 890 万元。此后从 2036 年大幅度下降，2039 年全部还清贷款。

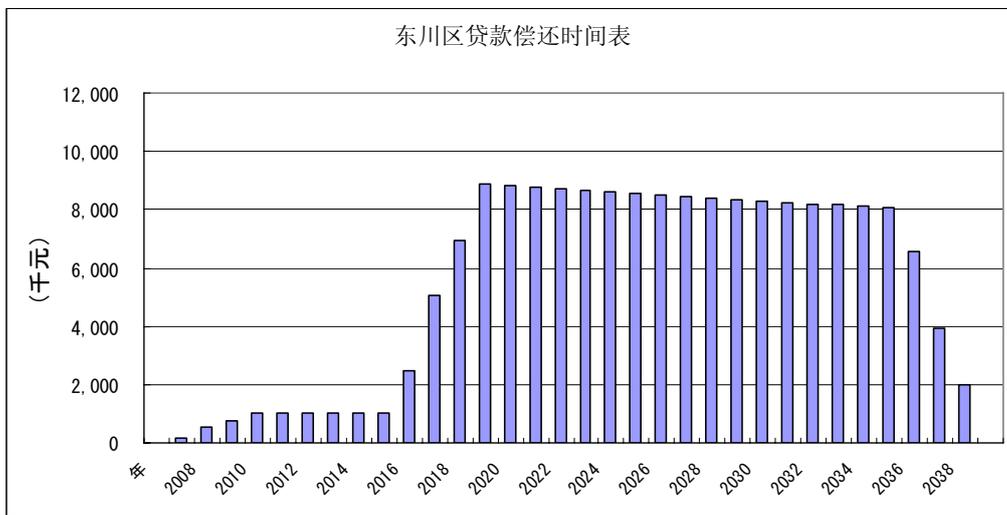


图 R 11.2.1 东川区贷款偿还时间表

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。

从海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% 利用海外融资机构的贷款），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

基本规划 7.4.7 的技术评价中已经讲过，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，有些部分也许不能直接适用于小江流域。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。

技术方面需要注意的事项整理如下。

1) 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。

2) 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。

3) 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乏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。

4) 严酷条件下的造林技术

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 1. 4. 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与自然环境修复项目，受益对象没有任何民族差别，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，在项目实施阶段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。

经过慎重的分析研究，本次规划调查提出的项目都属于 B 类项目（注 1）。以下再次整理项目的基础信息，阐述分为 B 类的根据，汇总备选方案的研究分析结果。

注 1：参照世行贷款云贵鄂渝四省市水土保持流域治理项目分类。该项目在中国南部的云南、贵州、湖北、重庆实施坡改梯、砂防设施建设、造林等，与本项目属于同一地域的类似项目。该项目在世行的环境审查中被分为 B 类项目。

1) 分类以及理由

a) 四条优先小流域的土砂灾害治理以及自然环境修复项目

本项目在分类时主要对非自发性居民搬迁、少数民族、森林植被、生物多样性、拦沙坝的安全性进行评价，根据评价结果判断四个优先实施项目都属于 B 类项目。

非自发性居民搬迁：东川城区流域下游人口密集地带的排导槽工程可能需要征用河道两侧的土地，因而产生居民搬迁。但是在可行性研究设计中，对现有排导槽不实施加宽，避免产生居民搬迁。也就是说，可行性研究调查中，以 1:5000 地形图为基础结合实地调查的结果，通过设计断面的排导槽深度调整，确保过流能力能够达到设计流量，避免加宽排导槽，从而在可研阶段避免了发生居民搬迁。

少数民族：根据对优先小流域内所有的村民委员会实施的问卷及调查结果，汉族占 92%，此外还有彝族、回族、布依族等少数民族。东川城区流域的碧谷镇起嘎以布依族为主、乌龙乡店房小组（注 2）以回族为主，少数民族的分布特征为集中

分布在特定的村落。本项目的受益者不偏向于任何特定民族，优先流域内居住的所有民族为对象进行项目设计。在可研阶段的造林树种选择中考虑居民的意向，规划设计中尽可能地反映居民的意向与需求。

注 2：小组是指村民小组，村委会又根据村民的居住状况分为若干个村民小组。该区域的行政机构级别为①云南省、②昆明市、曲靖市、③东川区、寻甸县、会泽县，县区下面设置乡镇政府、乡镇下面设置村委会。

森林：从造林规划面积来看，造林时规划提出的项目内容中最大的部分。造林主要在荒山草地、崩塌地等水土流失严重的区域实施，造林树种通过在村民小组实施的居民研讨会进行选择确定，充分考虑居民意向的同时，当地的造林专家在避免经济林比重过大的前提下，根据当地的植被、自然环境等条件选择多个造林树种保护生物多样性。驾车华山松自然保护区位于会泽县南部、乌蒙山脉西部，与本优先实施项目的项目区不属于同一流域。优先实施项目的项目区内没有国家级、省级、县级保护区。

生物多样性：两栖类动物之一的双团棘胸蛙（注 3）在中国西南部以致越南、缅甸大范围分布，优先实施项目的项目区内也可能分布，但环境影响评价中的实地调查与走访调查都未能确认其在项目区的生存。该物种的分布范围面积比日本的国土还要广阔，优先实施项目中可能会产生影响的区域为乌龙河流域以及东川城区流域的拦沙坝建设地周围，与分布范围相比，影响程度有限，并不会产生重大影响。另外，优先小流域及其周边分布着 7 中国家二级保护动物，优先实施项目区内没有确认其生存分布。造林活动以苗木培育与移栽为主，这些活动与鸟类的影响没有直接的因果关系。本项目从长远来看，森林面积扩大为鸟类提供更多的营巢地，鼠类、野兔、蜥蜴、蛙类、昆虫等鸟类捕食的动物数量增加，间接的为鸟类保护与数量增加作出贡献。

注 3：列入 2004 年世界自然保护联盟受威胁物种红色名录的两栖类（蛙类）物种之一，该名录中在本流域有可能分布的唯一物种。该物种在中国是可供食用，分布数量多。在红色名录中确定为受威胁动物(EN A2acd)。根据 1914 年 Bourret 的报告，中国主要分布在海拔 1500~2950 米树林茂密、岩石较多的山地溪流附近，有时也会躲藏在苔藓覆盖的岩石下面。

拦沙坝安全性：本项目所规划的拦沙坝高度在 15 米以下，根据世行环境政策中的大坝安全的规定（OP 4.37, 2001, Safety of Dams）属于小型坝体。可研阶段设计的基础深度为 2.5 米，今后坝体设计人员按照通常的坝体安全要求进行设计就可以确保坝体安全。

其他：优先实施项目的项目区内没有湿地、未开发的森林等脆弱的自然生态系统，也没有重要的考古研究区域、重要历史价值区域以及文化遗产，也没有大规模的开发区域或者可能会产生自然资源纷争的区域。此外也没用珍稀水产资源、矿产资源、药物资源、优良农田等。

b) 洪水预警预报系统

规划提出的防灾信息中心、雨量观测站、泥石流监测站等设施计划设置在现有公共机关的建筑物内部以及泥石流治理中规划的砂防设施上。如果以此为前提，对环境产生的直接影响有限。洪水预警预报系统建设项目也涉及到设施建设，考虑到也有可能与土砂灾害治理不同时实施的情况出现，因此判断分为 B 类也是合适的。

2) 备选方案的分析结果

可研阶段的备选方案研究分析，针对每条研究对象溪流通过泛滥计算，进行备选方案 1：导流堤+堤首固床坝、备选方案 2：拦沙坝+排导槽以及不实施治理的比较分析。

分析结果显示, 乌龙河流域的泥石流治理, 当初提出对区域内的 6 条溪流实施拦沙坝 + 排导槽的建设方案, 根据分析计算结果除了大箐沟之外不实施泥石流治理。根据进一步的分析对比, 大箐沟放弃拦沙坝 + 排导槽的治理方案, 采用导流堤 + 堤首固床坝的治理方案。其他土砂灾害治理的研究分析结果与当初的研究结果一致, 采用当初的规划方案。

拦沙坝结构的研究分析结果, 为了避免人员伤亡的发生, 最下游采用非通过型拦沙坝, 上游采用格栅坝, 这样尽可能的保持溪流的连续性, 将土砂供给量的变化与生物移动空间的非连续性化等环境影响控制到最小限度。另外, 非通过型拦沙坝也并不是完全拦蓄来自上游的土砂, 如果有新的土砂供给, 过剩的土砂逐渐流入下游, 长期形成土砂的拦蓄与流出的循环。

表 R 11.4.1 备选方案研究一览表

项目	前提条件	不实施治理	项目备选方案	
			分析程序	分析结果
豆腐沟流域土砂灾害治理及自然环境修复项目	优先小流域之中单位面积土砂生产量最高, 达到 62700 吨/平方公里/年。	水土流失不断发展, 山区植被不断破坏, 生物多样性更加薄弱。农业生产不能确保可持续发展, 环境恶化长期持续下去会导致无法居住。不实施治理将会对环境产生巨大的影响, 因而不能采用。	对豆腐沟及其北支沟, 就下述备选治理方案, 通过泛滥计算进行了分析研究。 ① 拦沙坝 + 排导槽 ② 导流堤 + 固床坝	备选方案①的工程治理规模比代备选方案②大, 对于象本流域这样的人口稀少的地区, 对景观与设施建设后对交通的影响较大。综合经济方面的研究结果, 对豆腐沟及其北支沟采用备选方案 2, 建设三座固床坝以及导流堤。
乌龙河流域土砂灾害治理及自然环境修复项目	乌龙争下游的跑马村与店房村的扇形地上分布着大量的农田, 是东川区重要的粮食生产基地。乌龙街等也是商业区域。	上游的土砂流入下游, 阻碍了农业生产的发展, 土砂灾害造成的交通中断, 对农产品的造成严重的影响, 引起东川区粮食价格上涨, 特别是作为主食的大米价格上涨, 会对当地的社会经济造成巨大的影响。与豆腐沟流域一样, 山区的植被不断破坏, 生物多样性更加薄弱。不实施治理将会对环境产生巨大的影响, 因而不能采用。	与豆腐沟流域一样, 对于各支沟的土砂灾害治理采用下述两个备选方案进行了对比分析。 ① 拦沙坝 + 排导槽 ② 导流堤 + 固床坝 本流域有 6 条 (冉家沙沟、薛家沟、老龙箐、李家湾沟、李家湾南支沟、大箐沟) 泥石流治理研究对象溪流, 基本规划提出对 6 条溪流都采用备选方案 1 治理, 建设 17 座拦沙坝以及排导槽。	大箐沟之外的 5 条溪流上建设 15 座拦沙坝和排导槽 (备选方案 1) 的投资效率过低, 放弃采用备选方案。 大箐沟上修建 2 座拦沙坝与排导槽的治理方案, 从投资效益低、离密集居住区的距离以及工程建设的影响等方面综合考虑, 计划放弃备选方案 1, 采用备选方案 2, 建设固床坝与导流堤。
东川城区流域土砂灾害治理及自然环境修复项目	下游的东川城区城市化发展程度高, 人口密集, 是当地的经济中心。	一旦发生土砂灾害对地方经济产生长期影响, 脱贫致富的进程变得更加缓慢, 势必导致自然资源的过度开发利用, 环境负荷更加沉重, 水土流失、森林砍伐的恶性循环会进一步扩大, 因此不能采用不实施治理这一备选方案。	由于是住宅密集区域在研究过程中, 以尽量避免发生居民搬迁为前期, 研究分析标准断面, 不采用加宽排导槽的方式, 而是通过确保排导槽的深度来确保达到设计过流能力。对深沟与石羊沟采用下述两个备选方案进行了比较分析。 ① 拦沙坝 + 排导槽 ② 导流堤 + 固床坝	对河道断面进行了比较分析, 通过确保排导槽的深度来避免加宽, 从而避免产生河道两侧的居民搬迁。 拦沙坝与排导槽的建设规模较大, 但从土砂灾害对当地社会经济造成的影响考虑, 需要建设拦沙坝。根据这一结果, 结合泛滥计算, 采用备选方案 1, 深沟建设 5 条排导槽与 14 座拦沙坝, 石羊沟建设 3 条排导槽和 9 座拦沙坝。
桃家小河流域土砂灾害治理及自然环境修复项目	上游与下游属于不同的行政区域, 实施综合水土保持治理相对困难的区域。	由于上下游属于不同的行政区域, 不实施本项目的治理, 根本有效的土砂灾害治理长期不能得以实施。严重阻碍了水土、生物资源的可持续利用, 长期持续下去环境将会明显恶化, 因此不能采用不实施治理这一备选方案。	与其他流域一样, 对下述两个备选方案进行对比 ① 拦沙坝 + 排导槽 ② 导流堤 + 固床坝	根据泥石流泛滥计算结果, 桃家小河下游设置导流堤与固床坝是最佳方案。设立小江工程管理局作为本规划的一部分, 希望能够克服行政区划的障碍, 在小江流域实施综合土砂灾害治理。通过本项目设置的新机构, 对桃家小河流域实施综合治理, 对环境保护而言非常重要。

以下叙述各个项目的环境评价结果，在 11.4.6 环境管理计划中叙述环境影响评价提出的缓解措施。

1 1. 4. 2 豆腐沟土砂灾害对策及自然环境修复项目的环境评价

豆腐沟流域在四条优先流域中，单位面积土砂生产量最大（62700 吨/平方公里/年），照这个状态继续发展下去的话，山区的植被不断破坏、生物多样性更加贫弱。本项目在上游、中游实施造林、谷坊建设，土壤与植被稳定，上游的农业生产才可能持续增长。

规划的土砂灾害治理工程设施预定在下游大树脚村内新建。与大树脚村委会的三家村北侧邻接的地方，已经修建了排导槽，排导槽两侧在不断开发农田。而本次规划的 3 条支沟沟口到小江汇流点还依然是砂石遍布的泥石流堆积扇。

通过实施本项目，导流堤与固床坝建成后，上游留下来的泥沙安全的流入小江，可以避免人员伤亡，还可以在导流堤两侧开发农田。目前这些砂石遍布的堆积扇属于未利用土地，不会因为设施建设的土地征用产生非自发性搬迁。通过走访调查，了解到这些堆积扇还没有明确土地使用权的归属。泥石流治理的实施，大树脚村的汉族居民 278 户 1200 人可以直接受益，受益人员占豆腐沟流域人口的 34%。

规划在中游至上游实施坡改梯、造林、治坡工程等。由于自然环境严酷，造林树种以灌木为主，短期内难以快速扩大经济林。因此与其他流域相比，造林的经济效益在短期内相对有限，但由于水土流失剧烈，造林的长期环境改善效益很大。通过坡改梯，土地的生产力提高，劳动生产率也将提高，可栽培的作物也会变得丰富起来，农业收入增加。加之能够随着对市场变动等外因变化适应能力较强的农业经济结构形成，将有利于非农就业机会极少的豆腐沟流域的脱贫致富。从长远来看，本项目通过减轻对自然环境的人为环境负荷，对环境改善作出重大贡献。这些项目内容的直接受益者除了占绝大数的汉族人之外，还有拖布卡乡小陷塘居住的彝族 1 户 5 人、拖布卡乡安乐箐村居住的布依族 11 户 45 人也同样可以受益。

本项目在规划阶段预测的主要影响为坡改梯导致耕地地界改变，农民之间产生土地纷争，特别是坡改梯在上游实施，这些地方又是少数民族的居住地，即便在文化方面与历史悠久的汉族已经统一，但还有必要注意项目效益的公平分配。另外坡改梯会搅乱肥力较高的表土，施工后一定时期内土地生产力下降。

拦沙坝建设对景观的变化影响，通过居民研讨会了解到：目前已经建设了一些工程设施，况且本流域单位面积土砂生产量大、土砂灾害频繁发生，当地居民对拦沙坝等设施的必要性有充分的认识，因此判断对景观的影响不是太大。在水土流失严重的地区，荒山荒坡很多，由此判断造林对景观具有明显的改善作用。

砂防设施建设规划地点所在的大树脚村有 3 户从事畜牧业，有时会从设施建设规划地点通过，预测设施建设会影响他们的通行。但经过确认，放牧时，为了寻找草地，通常是顺着山坡横向移动，不会从砂石遍布的泥石流堆积扇上穿过，因此判断影响有限。导流堤的最高海拔为 1141 米，建设地点没有双团棘胸蛙(注)的生存环境。

(注：双团棘胸蛙通常生活在海拔 1500~2950 米的树林茂密、岩石较多的山地溪流附近，有时也会躲藏在苔藓覆盖的岩石下面。)

上述环境影响评价结果使用要素表汇总如下。要素表填写符号说明：重大影响使用◎、有影响但可以缓解○、分析结果表面没有重大的负面影响、或者当初预测到的影响在可研阶段避免或者将影响控制到最小×。评价结果认为没有明显影响的为空白。

表 R 11.4.2 豆腐沟流域治理项目环评要素表

项目影响要素表 豆腐沟流域治理项目			社会环境						自然环境						污染治理						有利影响						
项目内容	时期	项目活动	居民搬迁	经济活动、生活方式	文化遗产	景观	少数民族	公共交通	社会群体分割	灾害图	其他社会影响	保护区	生态系统	水体	地形地质	动植物	迹地管理	其他自然环境	空气环境	水质		废弃物	土壤污染	噪声与振动	地面下沉	其他环境污染	
导流堤+固床坝	规划阶段	设计	X																								
	施工阶段	土地改变、空间占用						X																			
		机械作业、加油 弃渣场、采石场					X											X	X								
	运行阶段	空间占用 设施运行					X																				◎
坡改梯	规划阶段	设计																									
	施工阶段	土地改变、空间占用																									
		弃渣场、采石场																									
运行阶段	空间占用 设施运行																										◎
造林与治坡工程	规划阶段	设计																									
	施工阶段	育苗																									
		移栽																									
运行阶段	空间占用 设施运行						X																				◎
谷坊	规划阶段	设计																									
	施工阶段	土地改变、空间占用																									
		弃渣场、采石场																									
运行阶段	空间占用 设施运行																										◎
灾害图/群测群防	规划阶段																										
	运行阶段																										◎

1 1. 4. 3 乌龙河流域土砂灾害对策及自然环境修复项目的环境评价

乌龙河流域的人口密度为 185 人/km²，单位面积土砂生产量为 7100 吨/km²/年，在四条优先小流域之中，人口密度与流域荒废程度处于中间程度。乌龙河下游在跑马村与店房村，扇形地上分布着大片的农田，是东川区主要的粮食生产基地，但上游的水土流失导致：1) 阻碍农业生产发展或者 2) 交通中断阻碍了流通。由于受到这些影响东川区的粮食价格，特别是主食——大米的价格会上涨，对地方经济造成重大影响。流域内的乌龙街又是一个规模较小的商业区域，泥石流治理工程实施建设，特别是大箐沟的泥石流治理工程实施建设对本流域具有重要的经济意义。

泥石流治理方面，当初预定对跑马村的 6 条支沟（冉家沙沟、薛家沟、老龙箐、李家湾沟、李家湾南支沟、大箐沟）规划建设拦沙坝与排导槽。但通过包括泥石流泛滥解在内的可行性调查研究，前五条支沟的泥石流灾害损失相对较小，工程设施投资的经济效率很低，因此放弃这些计划。对于横穿乌龙街的大箐沟同样提出采用修建拦沙坝与排导槽进行治理，经过后期的分析研究，最终采用固床坝与导流堤。大箐沟自身的过流能力较高，不需要新征土地，预测也不会产生居民搬迁。

固床坝建设地点的海拔在 1600 米左右，一般双团棘胸蛙分布在海拔 1500 米以上，因而恰好是该蛙类的生境下限，因此特别需要注意。但另一方面，该蛙类的分布区域超过日本的国土面积，即便产生影响，影响的程度也非常有限。本区域也已经建设了部分拦沙坝与排导槽，居民对拦沙坝等工程设施的必要性有充分的认识，判断对拦沙坝引起的景观变化有足够的包容能力。通过土砂灾害治理，以下游的乌龙镇店房村、乌龙街、石羊村等小组为中心，回族人口 1331 人直接受益，保护其生命财产免遭泥石流灾害的威胁。

规划在中游至上游中流实施坡改梯、造林、治坡工程。造林树种由云南本地的造林专家通过居民研讨会选择确定。乌龙镇与红土地镇之间，当地政府计划将红土地作为旅游资源开发，在12月2日的项目规划说明会上提出这一问题，在今后的详细设计等项目实施设计过程中，再进行详细的调查最终确定造林树种，以便进一步提高本项目的经济效益。坡改梯对于提高土地的生产力以及劳动生产率、可栽培作物的多样化、扶贫开发具有很大的作用。特别是乌龙镇大村子村委会、红土地镇棚子村委会、大水井村委会，通过造林与治坡工程，水土保持能力提高，减轻人为环境负荷，长期对自然环境改善产生重大的贡献。

上述环境影响评价结果使用要素表汇总如下。要素表填写符号说明：重大影响使用◎、有影响但可以缓解○、分析结果表面没有重大的负面影响、或者当初预测到的影响在可研阶段避免或者将影响控制到最小×。评价结果认为明显没有影响的为空白。

表 R 11.4.3 乌龙河流域治理项目环评要素表

项目影响要素表 乌龙河流域治理项目			社会环境						自然环境						污染治理						有利影响									
项目内容	时期	项目活动	居民搬迁	生活方式	经济活动、	文化遗产	景观	少数民族	公共交通	社会群体分割	灾害图	其他社会影响	保护区	生态系统	水体	地形地质	动植物	迹地管理	其他自然环境	空气环境	水质	废弃物	土壤污染	噪音与振动	地面下沉	恶臭	其他环境污染	有利影响		
			导流堤+固床坝	规划阶段	设计	X																								
	施工阶段	土地改变、空间占用								○																				
	运行阶段	机械作业、加油 弃渣场、采石场																												
	运行阶段	空间占用 设施运行							X																				◎	
坡改梯	规划阶段	设计																												
	施工阶段	土地改变、空间占用																												
	运行阶段	弃渣场、采石场																												
	运行阶段	空间占用 设施运行																												◎
造林与治坡工程	规划阶段	设计																												
	施工阶段	育苗																												
	运行阶段	移栽																												
	运行阶段	空间占用 设施运行																												◎
谷坊	规划阶段	设计																												
	施工阶段	土地改变、空间占用																												
	运行阶段	弃渣场、采石场																												
	运行阶段	空间占用 设施运行																												◎
灾害图/群测群防	规划阶段																													
	运行阶段																													◎

1 1 . 4 . 4 东川城区流域土砂灾害对策及自然环境修复项目的环境评价

东川城区流域的人口密度为 1250 人/km²，单位面积土砂生产量为 6,00t/km²/年，包括深沟与石羊沟在内的城市河流。东川城区作为东川区的政治经济中心，位于流域下游的泥石流堆积扇上，城区东南部正在开发建设科技产业园一腊利新区，作为解决就业问题、振兴地方经济的重要手段，积极吸引全国各地的投资。一旦遭受泥石流灾害，对地方经济产生重大的影响。不仅人员、房屋产生严重的灾害损失，作为东川区政治经济中心的城市功能将会减弱或者丧失，由此产生的影响将对地方经济造成重大的打击。通过实施泥石流治理，避免了 100 年一遇的泥石流灾害损失，不仅可以减少泥石流灾害的直接经济损失，还有利于外来投资的增加，对地方经济的作出重大贡献。

包括深沟、石羊沟的东川城区流域的下游是住宅与商业设施密集的城区，下游的排导槽工程将会涉及到土地征用与居民搬迁。但通过可研阶段的实地调查，目前沟道的过流能力得以确认，泥石流治理工程仅限于对现有排导槽的改造，不必要在住宅密集区域新征土地，预测即便今后在实施阶段，根据详细测量数据设计，受影响的住户也不会明显增加。

规划的拦沙坝，在最下游采用重力坝，在上游采用格栅坝。重力坝的结构并不能完全拦蓄来自上游的土砂，如果上游有新的来沙，过剩的土砂会逐渐流向下游，从长期来看，土砂不断的蓄积与流出。然而格栅坝通过拦蓄粒径大于格栅宽度的土砂减少灾害损失，小于格栅宽度的泥沙与平常一样流入下游。因此预测工程设施对流入下游的土砂量，在中长期内没有较大的变化。

最上游的拦沙坝的石羊沟 3 号拦沙坝的海拔为 1672 米，而双团棘胸蛙垂直分布在海拔 1500 米以上，正好在该蛙类的生境下限范围内，需要注意保护。

在本流域内同样在中上游实施造林、谷坊、坡改梯等工程，生态环境将会改善。除了上述事项之外，对景观的影响、造林树种分析、对贫困的影响以及对少数民族的影响等与其他流域共同的事项也进行了分析。

上述环境影响评价结果使用要素表汇总如下。要素表填写符号说明：重大影响使用◎、有影响但可以缓解○、分析结果表面没有重大的负面影响、或者当初预测到的影响在可研阶段避免或者将影响控制到最小×。评价结果认为明显没有影响的为空白。

表 R 11.4.4 东川城区流域治理项目环评要素表

项目影响要素表 东川城区流域治理项目			社会环境					自然环境					污染治理					有利影响											
项目内容	时期	项目活动	居民搬迁	生活方式	经济活动、	文化遗产	景观	少数民族	公共交通	社会群体分割	灾害图	其他社会影响	保护区	生态系统	水体	地形地质	动植物	迹地管理	其他自然环境	空气环境	水质	废弃物	土壤污染	噪音与振动	地面下沉	其他环境污染	有利影响		
拦沙坝+排导槽	规划阶段	设计	X																										
	施工阶段	土地改变、空间占用																											
		机械作业、加油 弃渣场、采石场						X																					
	运行阶段	空间占用 设施运行					X							X														◎	
坡改梯	规划阶段	设计																											
	施工阶段	土地改变、空间占用																											
		弃渣场、采石场																											
运行阶段	空间占用 设施运行																											◎	
造林与治坡工程	规划阶段	设计																											
	施工阶段	育苗																											
		移栽																											
运行阶段	空间占用 设施运行						X						X															◎	
谷坊	规划阶段	设计																											
	施工阶段	土地改变、空间占用																											
		弃渣场、采石场																											
运行阶段	空间占用 设施运行																											◎	
灾害图/群测群防	规划阶段																												
	运行阶段																											◎	

1 1 . 4 . 5 桃家小河流域土砂灾害对策与自然环境修复项目的环境评价

本流域下游河滩上目前砂砾堆积，现有河堤所能保护地段，用于农业生产。河道两侧的河滩仅限于农业利用，村落分布在河岸边的台地上，排导槽建设规划区域内没有农户居住，预测不会发生居民搬迁。本项目实施的农田开发，可以开发成片的稳产农田，有利于农业生产的稳定，下游铜都镇与阿旺乡的耕地面积扩大，相当于流域总人口 18% 的 1616 人将会直接受益，农户的农业收入也会增加。

中游至上游计划实施坡改梯、造林、治坡工程等。坡改梯可以提高土地的生产力与劳动生产率，可栽培作物也会增多，非常有利于脱贫致富。本项目可以长期减轻对自然环境的人为环境负荷，大幅度改善自然环境。这些项目内容的直接受益者，除了占绝大多数的汉族人口之外，还有驾车乡屋基村委会安家村小组的彝族、迤石村委会发科 1 组的回族等。

桃家小河流域的上游与下游属于不同的两个行政区域，对流域整体实施根本有效的治理较难。作为本规划的一部分提以成立的小江工程管理局（暂定名称），希望能在克服行政区域限制，实施流域综合治理，改善区域环境方面作出大的贡献。

上述环境影响评价结果使用要素表汇总如下。要素表填写符号说明：重大影响使用◎、有影响但可以缓解○、分析结果表面没有重大的负面影响、或者当初预测到的影响在可研阶段避免或者将影响控制到最小×。评价结果认为明显没有影响的为空白。

表 R 11.4.5 桃家小河流域治理项目环评要素表

项目影响要素表 桃家小河流域治理项目			社会环境							自然环境					污染治理					有利影响							
项目内容	时期	项目活动	居民搬迁	经济活动、生活方式	文化遗产	景观	少数民族	公共交通	社会群体分割	次生灾害	其他社会影响	保护区	生态系统	水体	地形地质	动植物	迹地管理	其他自然环境	空气环境	水质	废弃物	土壤污染	噪声与振动	地面下沉	恶臭	其他环境污染	
导流堤+固床坝	规划阶段	设计	X																								
	施工阶段	土地改变、空间占用						X																			
		机械作业、加油 弃渣场、采石场						X																			
	运行阶段	空间占用					X																				
设施运行																											◎
坡改梯	规划阶段	设计																									
	施工阶段	土地改变、空间占用																									
		弃渣场、采石场																									
	运行阶段	空间占用																									
设施运行			X																								◎
造林与治坡工程	规划阶段	设计																									
	施工阶段	育苗																									
		移栽																									
	运行阶段	空间占用					X																				
设施运行												X															◎
谷坊	规划阶段	设计																									
	施工阶段	土地改变、空间占用																									
		弃渣场、采石场																									
运行阶段	空间占用																										
	设施运行																										◎
灾害图/群测群防	规划阶段																										
	运行阶段																										◎

1 1. 4. 6 洪水预警预报系统项目

根据目前的方案判断项目实施不会对环境产生直接的影响。判断根据在于本项目与泥石流治理以及自然环境修复项目同时实施，泥石流监测站设在拦沙坝上。因此，洪水预警预报系统单独实施的情况下，需要预先分析研究泥石流观测站的设置地点，只有这种情况才有可能产生影响。

上述环境影响评价结果使用要素表汇总如下。要素表填写符号说明：重大影响使用◎、有影响但可以缓解○、分析结果表面没有重大的负面影响、或者当初预测到的影响在可研阶段避免或者将影响控制到最小×。评价结果认为明显没有影响的为空白。

表 R 11.4.6 洪水预警预报系统项目环评要素表

项目影响要素表 洪水预警预报系统项目			社会环境	自然环境	污染治理	
项目内容	时期	项目活动	居民搬迁 经济活动、 文化遗址、 景观 少数民族 公共交通 社会群体分割 次害图 其他社会影响	保护区 生态系统 水体 地形地质 动植物 迹地管理 其他自然环境	空气环境 水质 废弃物 土壤污染 噪音与振动 地面下沉 恶臭 其他环境污染	有利影响
			防灾信息中心	规划阶段 施工阶段 运行阶段	设计 建设设置 空间占用 设施运行	
自动雨量观测系统	规划阶段 施工阶段 运行阶段	设计 建设设置 空间占用 设施运行				
泥石流预警预报系统	规划阶段 施工阶段 运行阶段	设计 建设设置 空间占用 设施运行	○			

1 1. 4. 7 环境管理计划

上述评价结果与提出的缓解措施汇分流域汇总为下列表格。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。

在实施设计阶段将提出的环境保护措施纳入施工合同中，以便承包商明确施工中应承担的环境保护责任。项目环境管理人员应参与施工合同的编制，确保环境保护措施纳入施工合同中。环境管理人员与施工环境监理工程师共同对承包商实施监督，确保环保措施得到落实。环境管理人员在项目实施过程中开展环境管理工作，主要职责包括：

- (1) 确保承包商按期编制和提交环境报表。
- (2) 根据环境报表检查环保措施的实施情况，就工作中遇到的各种问题提出处理意见。
- (3) 对承包商在施工活动中遇到的有关环境保护问题提出解决方案。
- (4) 对施工中的突发事件立即向项目实施机关报告，以便及时采取补救措施。
- (5) 观察施工活动对周围人群的影响，确定承包商是否需要采取额外的保护措施。
- (6) 与施工环境监理工程师一样，环境管理人员必须填写日志，编写周报并提交项目实施机关。

表 R 11.4.7 豆腐沟流域治理项目环保措施一览表

环境影响	评价	改善措施	实施机关	实施期间
导流堤				
混凝土搅拌过程中产生的碱性废水造成水质污染	可以缓解	施工废水集中进行沉淀、中和处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同确保实施，特别是豆腐沟下游的农田开发中需要更加注意。	施工单位	施工期间
工程产生的废弃物未能妥善处理	有可能，但可以缓解	施工废弃物集中堆放到指定地点并采取必要的保护措施。对渣土堆放场采取修建护坡等工程治理与生物治理。生活污水处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械油污泄漏导致水质与土壤污染。	可能性很大，但可以改善	强化机械设备的维修保养。妥善处理废油，防止泄漏。在施工设计阶段确定维修保养周期，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械的噪音与振动对施工现场的环境产生一定的影响。	影响有限，可以缓解	合理制定施工计划、严禁夜间施工。作为条款之一列入施工合同。	施工单位	施工期间
设施建成后切断两岸的地域性联系。	可以缓解	设置便道或者便桥以便两岸居民通行往来。施工设计阶段进行详细设计。	由实施单位设计，施工单位修建	施工期间
坡改梯				
坡改梯会改变原有土地的界线，需要再分配土地。这会成为纠纷的起因。	可能性很大，但可以缓解	严格执行目前为止实施的治理工程中所采取的土地置换、按比例分配的原则。施工前丈量各户的农田面积，按比例重新分配。分配比例由居民之间协商确定。在小片开荒的农田上实施坡改梯，施工前与农户签订合同。发生纠纷，由村委会协调解决。	受益者、村委会、实施机关	施工前与居民协商
施工期间不能耕种，影响村民的生产生活。	可能性很大，但可以控制到最小限度	安排在农闲季节施工将影响控制到最小限度。尽可能让农民参与工程建设，增加农民收入。施工计划在施工设计阶段制定。关于村民在建设工程中的参与，在施工设计阶段列入施工合同。	由施工单位与项目实施单位调整	施工期间实施
表土搅乱导致地力下降。	有可能	沿袭采用当地在坡改梯工程中通常采用的表土处理方法，项目成本中已经包含这一对策。	施工单位	施工期间
坡改梯施工作业中的表土搬运引发水土流失。	可能性很大，但可以缓解	选择在雨水较少的季节施工，避免雨水侵蚀。施工设计阶段，在考虑上述农闲期的同时，制定详细的施工计划。对堆放的表土采取临时保护措施防止水土流失。在施工设计阶段，将本条款列入施工合同。	施工单位	施工期间
造林与治坡工程				
苗木移栽时，作业人员对动植物造成影响	有可能	对作业人员进行指导教育，避免对生态系统造成不良影响，并且将动植物保护内容编入施工手册。	项目实施单位与施工单位	施工期间
植被完全恢复前，水土继续流失。	影响很大但可以缓解	植被完全恢复前，定期移栽苗木，监测水土流失。	项目实施单位	造林实施至植被恢复
肥料与农药使用量增加。	可以缓解	与其他部门配合强化化肥、农药的使用管理，对项目区的农户加强化肥农药使用标准方面的宣传教育。	项目实施单位、农业部门	运营机关

表 R 11.4.8 乌龙河流域治理项目环保措施一览表

环境影响	评价	改善措施	实施机关	实施期间
导流堤				
工程建设对周边交通的影响	可以改善	施工开始前，通知影响范围内（乌龙乡店房村周围）的居民。合理制定施工计划。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	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，设置宣传警示牌，动植物保护项目编入施工手册，对施工人员进行培训。	项目实施部门与施工单位	施工开始前与施工期间
混凝土搅拌过程中产生的碱性废水造成水质污染	可以缓解	施工废水集中进行沉淀、中和处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同确保实施，特别是乌龙河下游的农田开发与灌溉区域需要更加注意。	施工单位	施工期间
工程产生的废弃物未能妥善处理	有可能，但可以缓解	施工废弃物集中堆放到指定地点并采取必要的保护措施。对渣土堆放场采取修建护坡等工程治理与生物治理。生活污水处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械油污泄漏导致水质与土壤污染。	可能性很大，但可以改善	强化机械设备的维修保养。妥善处理废油，防止泄漏。在施工设计阶段确定维修保养周期，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械的噪音与振动对施工现场的环境产生一定的影响。	影响有限，可以缓解	合理制定施工计划、严禁夜间施工。作为条款之一列入施工合同。	施工单位	施工期间
设施建成后切断两岸的地域性联系。	可以缓解	设置便道或者便桥以便两岸居民通行往来。施工设计阶段进行详细设计。	由实施单位设计，施工单位修建	施工期间
坡改梯				
坡改梯会改变原有土地的界线，需要再分配土地。这会成为纠纷的起因。	可能性很大，但可以缓解	严格执行目前为止实施的治理工程中所采取的土地置换、按比例分配的原则。施工前丈量各户的农田面积，按比例重新分配。分配比例由居民之间协商确定。在小片开荒的农田上实施坡改梯，施工前与农户签订合同。发生纠纷，由村委会协调解决。	受益者、村委会、实施机关	施工前与居民协商
施工期间不能耕种，影响村民的生产生活。	可能性很大，但可以控制到最小限度	安排在农闲季节施工将影响控制到最小限度。尽可能让农民参与工程建设，增加农民收入。施工计划在施工设计阶段制定。关于村民在建设中的参与，在施工设计阶段列入施工合同。	由施工单位与项目实施单位调整	施工期间实施
表土搅乱导致地力下降。	有可能	沿袭采用当地在坡改梯工程中通常采用的表土处理方法，项目成本中已经包含这一对策。	施工单位	施工期间
坡改梯施工作业中的表土搬运引发水土流失。	可能性很大，但可以缓解	选择在雨水较少的季节施工，避免雨水侵蚀。施工设计阶段，在考虑上述农闲期的同时，制定详细的施工计划。对堆放的表土采取临时保护措施防止水土流失。在施工设计阶段，将本条款列入施工合同。	施工单位	施工期间
造林与治坡工程				
苗木移栽时，作业人员对动植物造成影响	有可能	对作业人员进行指导教育，避免对生态系统造成不良影响，并且将动植物保护内容编入施工手册。	项目实施单位与施工单位	施工期间
造林对景观的影响	有改善的余地	当地政府考虑对乌龙乡与新田乡之间的红土地作为旅游资源开发利用，今后在施工设计阶段，需要对规划的一部分进行修改。	实施机关	施工设计阶段
植被完全恢复前，水土继续流失。	影响很大但可以缓解	植被完全恢复前，定期移栽苗木，监测水土流失。	项目实施单位	造林实施至植被恢复
肥料与农药使用量增加。	可以缓解	与其他部门配合强化化肥、农药的使用管理，对项目区的农户加强化肥农药使用标准方面的宣传教育。	项目实施单位、农业部门	运行期

表 R 11.4.9 东川城区流域治理项目环保措施一览表

环境影响	评价	改善措施	实施机关	实施期间
拦沙坝及排导槽				
工程建设对周边交通的影响	可以改善	施工开始前，通知影响范围内（东川城区）的居民。合理制定施工计划。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	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，设置宣传警示牌，动植物保护项目编入施工手册，对施工人员进行培训。	项目实施部门与施工单位	施工开始前与施工期间
混凝土搅拌过程中产生的碱性废水造成水质污染	可以缓解	施工废水集中进行沉淀、中和处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同确保实施，特别是深沟下游的城市型农业经营区域需要更加注意。	施工单位	施工期间
工程产生的废弃物未能妥善处理	有可能，但可以缓解	施工废弃物集中堆放到指定地点并采取必要的保护措施。对渣土堆放场采取修建护坡等工程治理与生物治理。生活污水处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械油污泄漏导致水质与土壤污染。	可能性很大，但可以改善	强化机械设备的维修保养。妥善处理废油，防止泄漏。在施工设计阶段确定维修保养周期，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械的噪音与振动对施工现场的环境产生一定的影响。	影响有限，可以缓解	合理制定施工计划、严禁夜间施工。作为条款之一列入施工合同。	施工单位	施工期间
设施建成后切断两岸的地域性联系。	可以缓解	设置便道或者便桥以便两岸居民通行往来。施工设计阶段进行详细设计。	由实施单位设计，施工单位修建	施工期间
坡改梯				
坡改梯会改变原有土地的界线，需要再分配土地。这会成为纠纷的起因。	可能性很大，但可以缓解	严格执行目前为止实施的治理工程中所采取的土地置换、按比例分配的原则。施工前丈量各户的农田面积，按比例重新分配。分配比例由居民之间协商确定。在小片开荒的农田上实施坡改梯，施工前与农户签订合同。发生纠纷，由村委会协调解决。	受益者、村委会、实施机关	施工前与居民协商
施工期间不能耕种，影响村民的生产生活。	可能性很大，但可以控制到最小限度	安排在农闲季节施工将影响控制到最小限度。尽可能让农民参与工程建设，增加农民收入。施工计划在施工设计阶段制定。关于村民在建设工程中的参与，在施工设计阶段列入施工合同。	由施工单位与项目实施单位调整	施工期间实施
表土搅乱导致地力下降。	有可能	沿袭采用当地在坡改梯工程中通常采用的表土处理方法，项目成本中已经包含这一对策。	施工单位	施工期间
坡改梯施工作业中的表土搬运引发水土流失。	可能性很大，但可以缓解	选择在雨水较少的季节施工，避免雨水侵蚀。施工设计阶段，在考虑上述农闲期的同时，制定详细的施工计划。对堆放的表土采取临时保护措施防止水土流失。在施工设计阶段，将本条款列入施工合同。	施工单位	施工期间
造林与治坡工程				
苗木移栽时，作业人员对动植物造成影响	有可能	对作业人员进行指导教育，避免对生态系统造成不良影响，并且将动植物保护内容编入施工手册。	项目实施单位与施工单位	施工期间
植被完全恢复前，水土继续流失。	影响很大但可以缓解	植被完全恢复前，定期移栽苗木，监测水土流失。	项目实施单位	造林实施至植被恢复
肥料与农药使用量增加。	可以缓解	与其他部门配合强化化肥、农药的使用管理，对项目区的农户加强化肥农药使用标准方面的宣传教育。	项目实施单位、农业部门	运行期

表 R 11.4.10 桃家小河流域治理项目环保措施一览表

环境影响	评价	改善措施	实施机关	实施期间
导流工				
混凝土搅拌过程中产生的碱性废水造成水质污染	可以缓解	施工废水集中进行沉淀、中和处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同确保实施，特别下游的农田开发规划区域需要更加注意。	施工单位	施工期间
工程产生的废弃物未能妥善处理	有可能，但可以缓解	施工废弃物集中堆放到指定地点并采取必要的保护措施。对渣土堆放场采取修建护坡等工程治理与生物治理。生活污水处理后排放。在施工设计阶段，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械油污泄漏导致水质与土壤污染。	可能性很大，但可以改善	强化机械设备的维修保养。妥善处理废油，防止泄漏。在施工设计阶段确定维修保养周期，列入施工合同。	施工单位	施工期间
施工机械的噪音与振动对施工现场的环境产生一定的影响。	影响有限，可以缓解	合理制定施工计划、严禁夜间施工。作为条款之一列入施工合同。	施工单位	施工期间
设施建成后切断两岸的地域性联系。	可以缓解	设置便道或者便桥以便两岸居民通行往来。施工设计阶段进行详细设计。	由实施单位设计，施工单位修建	施工期间
坡改梯				
坡改梯会改变原有土地的界线，需要再分配土地。这会成为纠纷的起因。	可能性很大，但可以缓解	严格执行目前为止实施的治理工程中所采取的土地置换、按比例分配的原则。施工前丈量各户的农田面积，按比例重新分配。分配比例由居民之间协商确定。在小片开荒的农田上实施坡改梯，施工前与农户签订合同。发生纠纷，由村委会协调解决。	受益者、村委会、实施机关	施工前与居民协商
施工期间不能耕种，影响村民的生产生活。	可能性很大，但可以控制到最小限度	安排在农村季节施工将影响控制到最小限度。尽可能让农民参与工程建设，增加农民收入。施工计划在施工设计阶段制定。关于村民在建设工程中的参与，在施工设计阶段列入施工合同。	由施工单位与项目实施单位调整	施工期间实施
表土搅乱导致地力下降。	有可能	沿袭采用当地在坡改梯工程中通常采用的表土处理方法，项目成本中已经包含这一对策。	施工单位	施工期间
坡改梯施工作业中的表土搬移引发水土流失。	可能性很大，但可以缓解	选择在雨水较少的季节施工，避免雨水侵蚀。施工设计阶段，在考虑上述农闲期的同时，制定详细的施工计划。对堆放的表土采取临时保护措施防止水土流失。在施工设计阶段，将本条款列入施工合同。	施工单位	施工期间
造林与治坡工程				
苗木移栽时，作业人员对动植物造成影响	有可能	对作业人员进行指导教育，避免对生态系统造成不良影响，并且将动植物保护内容编入施工手册。	项目实施单位与施工单位	施工期间
植被完全恢复前，水土继续流失。	影响很大但可以缓解	植被完全恢复前，定期移栽苗木，监测水土流失。	项目实施单位	造林实施至植被恢复
肥料与农药使用量增加。	可以缓解	与其他部门配合强化化肥、农药的使用管理，对项目区的农户加强化肥农药使用标准方面的宣传教育。	项目实施单位、农业部门	运营机关

表 R 11.4.11 洪水预警预报系统项目环保措施一览表

环境影响	评价	改善措施	实施机关	实施期间
泥石流观测站设置				
拦沙坝上如果不设置泥石流监测站，可能会产生影响。	可以缓解	洪水预警预报系统单独实施的情况下，研究选择泥石流观测站设置地点时，尽量设置在不会产生负面影响的地点。	实施机关	规划阶段

11.4.8 监测计划

1) 水质监测

预测通过项目实施，梯田、经济林等的化肥、农用使用量会增加。建议通过（1）加强对农民的培训教育、（2）鼓励使用有机肥料、（3）强化项目区的化肥、农药使用管理来缓解影响。由于这些政策性措施的效果与效率有些不确定的方面，因此通过水质监测测量评价这些缓解措施的效果以及效率，收集观测数据以便必要时采取相应的对策措施。水质监测在项目实施机关的环境管理技术人员的管理下，委托具有相应资格的单位监测分析。

2) 水土保持监测

测定工程建设引起的水土流失增加量，评价缓解措施的效果。另外本项目，本项目期待从长远角度减少土砂流出量，监测也是为将来的项目评价收集资料。根据项目特征、治理措施的配置，每个流域设一个点，共设5个监测点。根据项目区的现状，对以下水土流失影响要素进行监测。

3) 环境管理费用

监测费用概算如下所示，将作为项目成本计算。

表 R 11.4.12 施工期间的环境保护措施费用概算

项 目	单位	数量	单价(元)	合计(元)
生物调查	人	1	50,000	50,000
水环境保护措施（无水处理设备）	套	5	20,000	100,000
环境监理（环境监理技术人员）	人	5	30,000	150,000
以上合计				300,000

表 R 11.4.13 环境监测费用概算

	数量			单价(元)	合计(元)
	点/人	次数/年	年		
水质监测	5	6	3	2,000	180,000
水土保持监测	5	6	3	5,000	450,000
监测管理费用	2	12	3	2,000	144,000
监测费用合计					774,000

第 1 2 章 建议

1 2. 1 结论

本次规划调查在 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 水利人才培养项目的配合下,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。