

# 长江上游安宁河流域 主要生态环境地质问题及其效应

许向宁<sup>1,2</sup>

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 四川 成都 610059; 2. 四川省地勘局成都水文地质工程地质中心, 四川 成都 610081)

**摘 要:**通过对安宁河流域生态环境地质现状全面深入地调查, 结合大量前人资料和多时段的遥感解译成果综合研究, 作者从区域稳定性问题、水土流失、泥石流、滑坡、水土污染、矿山开采、重大工程活动等方面系统全面地分析了安宁河流域存在的主要生态环境地质问题, 并分析探讨了其产生的生态环境效应, 阐明了地质环境条件对生态环境的影响和控制作用。为安宁河流域的生态地质环境合理开发与保护, 以及流域经济可持续发展规划提供了科学依据。研究成果表明: 安宁河并不安宁, 流域新近构造活动强烈, 泥石流、崩塌、滑坡、水土流失等多种外动力地质现象极为发育, 不合理人类工程活动导致的生态环境地质问题也表现得十分突出, 加强流域生态地质环境保护和恢复刻不容缓。

**关键词:**长江上游安宁河流域; 生态环境地质问题; 生态环境效应

中图分类号: X43

文献标识码: A

“加强生态环境的保护和建设”是国家实施西部大开发六大战略重点之一。为实施中央西部大开发战略决策, 全面建设小康社会, 国土资源部为满足国家经济发展的需要, 实现资源开发与环境保护相协调, 及时开展了生态环境地质调查工作。

安宁河谷是四川省内仅次于成都平原的第二大河谷平原, 有良田近  $93 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 是四川省的第二大粮仓, 已被列为国家级和省级重点开发区。区内水能、矿产、旅游资源优势十分突出, 有巨大的发展潜力。由于安宁河谷地处世界闻名的攀西大裂谷中, 复杂的地质构造和特殊的气候使安宁河流域生态地质环境十分脆弱。近 100 年以来人类工程活动不断加剧, 不合理的工程活动造成的生态环境地质问题日益凸现。因此有必要开展安宁河流域生态环境地质调查, 为安宁河流域的生态地质环境合理开发与保护, 以及流域经济可持续发展规划提供科学依据。

## 1 地质环境背景特征与自然资源

安宁河流域位于四川省西南部, 属雅砻江支流, 发源于冕宁县北部小相岭菩萨岗。流经冕宁、西昌、德昌、米易等县(市), 于盐边县桐子林注入雅砻江(图 1), 干流长 326 km, 流域面积  $11\,150 \text{ km}^2$ , 共有流域面积  $> 100 \text{ km}^2$  的支流 18 条。属亚热带气候, 降水丰沛, 年降水量一般为 800~ 1 000 mm。多年年均气温 17~ 19 ℃。

安宁河谷光热水土资源优越, 具备发展立体农业的优势, 素称为四川省的“西南粮仓”。区内矿产资源、旅游资源也很丰富, 矿产资源种类繁多, 钒、钛、磁铁矿为最优势矿产, 西昌邛海、泸山风景区及螺髻山古冰川风景区均为四川十大名胜风景区之一。<sup>[1]</sup>

综合安宁河流域地形地貌、地质环境条件有如下特点:

收稿日期(Received date): 2003- 10- 10; 改回日期(Accepted): 2004- 02- 11。

基金项目(Foundation item): 1 中国地质调查局项目资助(项目编号: 200112300001, 起止: 2001- 2002, 名称: 长江上游生态环境地质调查试点)[Eco-environmental geological survey in Anning River of Yangtze upriver.]

作者简介(Biography): 许向宁(1971- ), 男, 工程师, 成都理工大学环境与土木工程学院在职博士研究生。主要从事环境地质、边坡及地质灾害整治工程方面的生产科研工作。[Xu Xiangning, male, engineering. Doctor graduate student of Chengdu University of Technology. Mainly engaged in study of environmental geology.]

1. 安宁河谷平原区为断陷沉降区, 沉积巨厚的第四纪砾卵石层。由于地势平坦, 水网发达, 为农业、人居相对集中分布区, 同时也是河流洪水泛滥、泥石流灾害的主要危害区。

2. 东部中山峡谷碎屑岩区, 主要为砂岩、泥岩互层, 沟谷两岸滑坡发育, 植被覆盖率较西部山区高, 生态地质环境条件总体较好。

3. 西部磨盘山- 牦牛山花岗岩中高山峡谷区, 地形切割强烈、破碎, 植被覆盖率低, 裸露花岗岩风化形成大量泥沙堆积物, 易产生泥石流灾害。生态地质环境条件总体较差。

近年来, 在国家的大力支持下, 安宁河谷带经济发展十分迅速, 成昆铁路电气化改造早已完成, 成都—西昌—攀枝花高速公路正在兴建, 西昌市已列入国家攀西国土资源开发试验区, 将成为中国西部迅速发展新兴城市。冕宁大桥水库开始发挥防洪、

水利、发电综合效益, 退耕还林还草也大规模地展开。展望未来, 安宁河流域必将成为西部地区农业、矿产、旅游等多种资源综合开发的重要基地。

2 主要生态环境地质问题及其效应

2.1 区域稳定性问题及其次生环境效应

2.1.1 断裂活动性与地震

安宁河流域地震活动带与活动性断裂带分布基本一致, 如安宁河断裂带, 则木河断裂带、南河断裂带( 表 1)。其中, 安宁河断裂带为孕震断裂, 特别是与支向断裂相交地段, 地震活动强烈。如西昌—礼州段则木河断裂与安宁河断裂相交带, 以及冕宁附近南河断裂与安宁河断裂交接地带是主要的孕震点, 历史上强震、中强地震均有发生。

表 1 安宁河流域活动断裂说明表  
Table 1 The narrating of activity faults in Anning River Watershed

活动断裂名称	长度 (km)	力学性质	产状	活动标志		
				变形特征	地震特征	地热特征
安宁河断裂	600	先张后压再扭	断层面面向西倾, 倾角 65° 以上	沿断裂带新生代断陷盆地呈串珠状展布, 新生代地层发生断层、褶曲。	地震活动频繁, 强度大。历史上发生 5 级以上强震 13 次。	地热活动明显, 沿断裂带有记录的温泉 13 处。
则木河断裂	140	扭性	断层面倾向北东, 倾角 50 ~ 70°	沿断裂带发育有新生代断陷盆地, 湖盆新生界被断开。	地震活动频繁, 强度大。历史上发生 5 级以上强震 10 次。	热泉、温泉呈串珠状分布。
南河断裂	50	先张后压	断层面倾向北, 倾角 60° 以上	沿断裂带第四纪沉积物很厚, 河谷阶地发育。	历史上发生 5 级以上强震 3 次。	未发现温泉。

2.1.2 地震的次生环境效应

地震活动对斜坡变形破坏有一定控制作用。无论历史上还是现在, 每次地震总要伴随规模不等的斜坡变形破坏发生, 造成局部地域森林植被被毁、破坏人居环境, 影响农业生产。另外, 据文献记载, 地震可改变地下水中化学元素的分布状况, 破坏了该区人们长期适应的元素供应条件, 对人们的健康产生一定的影响。

2.2 水土流失及其生态环境效应

2.2.1 水土流失现状与分布特征

安宁河流域水土流失的形式以面蚀为主, 并伴有沟蚀和滑坡、崩塌等重力侵蚀。其中, 冕宁至德昌地区水土流失主要为沟蚀, 尤其在泥石流集中发育的东部冕宁至西昌及孙水河中下游地区表现强烈; 德昌以南地区水土流失以面蚀形式为主, 局部地段

沟蚀较强; 滑坡、崩塌等重力侵蚀主要在冲沟两侧及道路沿线。

据遥感解译, 1988 年和 1999 年安宁河流域土壤侵蚀总面积分别为 422 604 hm<sup>2</sup> 和 321 530hm<sup>2</sup>, 分别占土地总面积的 38.04% 和 28.94%。侵蚀强度以轻度和中度为主, 其次是强度和极强度。由统计数据表明 1999 年以后安宁河流域生态环境转好, 水土流失减少, 这是多年生态环境保护的成果。

2.2.2 水土流失产生的生态环境效应

水土流失产生的生态环境效应是多方面的, 也是深远的。通过本次调查, 认为主要表现在以下几个方面:

1. 使土层变薄, 土壤肥力下降, 耕地减少, 农业产量和质量下降;
2. 造成水库、河道淤积, 如西昌市鹅掌河河口

淤积物已平河堤, 并每年向邛海推进 1 m 左右, 邛海水面逐年缩小。

3. 生态环境恶化, 旱涝灾害频繁。  
2.3 泥石流、滑坡及其生态环境效应  
2.3.1 泥石流、滑坡的发育分布特征

由于自然、地质条件的差异, 外动力地质现象集中分布于孙水河中、下游地区及安宁河中游东侧冕宁东林至西昌一带。在冕宁大桥、沙坝, 德昌乐跃、永郎, 会理甸沙关及米易弯丘等地也有分布。断裂发育, 砂、泥岩大面积出露的孙水河中、下游地区以泥石流、滑坡为主; 断裂活动强烈, 昔格达组、冰水堆积层发育及碎屑岩出露的冕宁东林至西昌一带, 冕宁大桥、沙坝等地以泥石流为主; 以岩浆岩等硬质岩石为主的安宁河西侧斜坡变形破坏主要是崩塌。

2.3.2 泥石流、滑坡产生的生态环境效应分析

安宁河流域地质灾害猖獗, 给国民经济造成严重损失。发育的泥石流、滑坡等动力地质现象年年致灾, 以泥石流危害最严重,<sup>[4]</sup> 中断铁路运行(表 2)、堵断公路交通(照片 1), 掩埋农田, 荒化良田熟土, 威胁人民生命财产, 危害城镇、厂矿的建设<sup>[5]</sup>(照片 2)。

主要有三个方面: (1) 工业污染; (2) 农渔业污染; (3) 生活污染。

水污染产生的生态环境效应是多方面的, 首先是可利用资源减少, 如西昌市邛海水质污染后, 造成城市用水紧张, 制约经济发展; 另外由于水环境恶化, 破坏生态环境, 危害人的身体健康, 如会理铅锌矿的含镉(Cd)废水进入摩沙河, 在摩沙河出口底泥中沉积有镉含量达 27.5~ 116 g/m/kg。

2.4.2 土壤污染及其效应分析

土壤污染主要是在人类活动中产生的三废(废水、废渣、废气)以及农药化学元素等, 直接或通过水体向土壤中排放或转化, 当污染物质积累到一定程度, 超过土壤自然本底含量和自净能力的限制, 导致土壤性状发生不良变化, 构成对植物和人体直接或潜在的危害。安宁河流域目前虽尚未发生严重的土壤污染灾害, 但仍有很多地方存在污染问题, 如西昌市小庙乡一带耕地土壤中钼、钠、锰、汞等重金属元素超标, 应引起高度重视。土壤被污染后产生的生态环境效应, 主要表现为对生物和人类的危害。

2.5 矿山开采及其生态环境效应

安宁河流域矿产资源丰富, 未来的开采规模将日益扩大。通过本次对流域内的泸沽铁矿、太和钒钛磁铁矿、白马钒钛磁铁矿、天宝山铅锌矿、拉克铁矿、岔河铁矿等几个典型矿山的调查, 认为矿山开采引发的主要生态环境地质问题是地质灾害问题、矿山废物(矿渣)污染以及矿山开采引发的放射性污染等。

2.5.1 矿山开采引发的地质灾害问题

矿山开采引发的地质灾害问题主要有泥石流、滑坡及不稳定边坡、矿坑涌水问题等。矿山泥石流主要由于不合理开挖、矿渣堆放不当加上持续暴雨作用引起。<sup>[2]</sup> 如较典型的矿渣泥石流——泸沽铁矿盐井沟泥石流<sup>[3]</sup>(照片 3)。

矿区滑坡主要是由于矿山开采导致原有滑坡复活和边坡失稳, 或者是开挖引起原有斜坡结构、坡形和地下水赋存条件的改变以及不合理的矿渣堆放, 再加上持续暴雨作用所致。如喜德县拉克铁矿区, 由于开挖引起原有斜坡条件的改变, 从而引发滑坡两处(照片 4)。

2.5.2 矿山废物的污染问题

矿山废物(废渣)主要是指掘进及剥离废石、选矿尾砂、冶炼厂炉渣和粉尘等。铅(Pb)、镉(Cd)、锡(Sn)、锰(Mn)、钒(V)、钛(Ti)、砷(As)等在太和钒钛磁铁矿区, 矿渣及尾矿废水含有大量的重金属元

表 2 一些泥石流对铁路的危害统计表

Table 2 Statistics of railroad's endangering by debris flow

沟名或地点	里程(km+ m)	时 间	主要危害
汉罗沟	K 503	1972- 05- 14	掩埋车站, 中断行车 24 h
弯丘沟	K 664+ 672	1973	掩埋车站两次
乐跃站	K 635	1974	中断行车 27.5 h
柳树塘沟	K 719+ 471	1974- 09- 01	中断行车 20 h
汉罗沟	K 503	1975	掩埋车站, 中断行车 27.5 h
联合乡 3 <sup>#</sup> 沟	K 474+ 035	1983- 07	掩埋车站, 中断行车 42: 45 h
马厂沟	K 483+ 988	1983	堵桥淤道
马厂沟	K 483+ 988	1985	堵桥淤道
蔡家沟	K 559+ 602	1987- 07- 11	淤道, 死亡 1 人, 中断行车 6 h

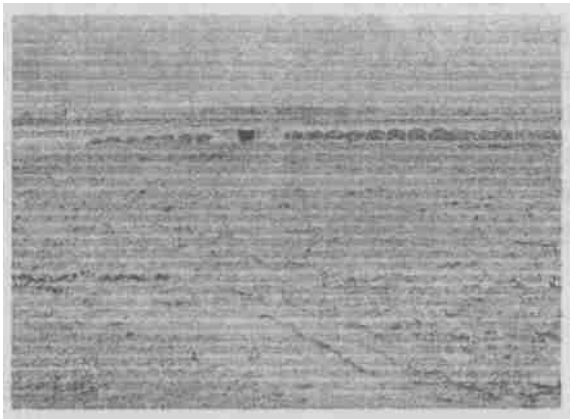
2.4 水土污染及其生态环境效应  
2.4.1 水质污染及其效应分析

安宁河流域几个重要城镇的生活用水和工农业用水多采用安宁河水以及邛海湖水(主要是西昌), 个别利用少量地下水。近年来, 随着工业生产的发展和旅游业的加强, 邛海水质有急剧变坏的趋势, 如从 1992~ 1996 年的监测数据表明, COD、BOD、SS 等指标超过国家规定指标。邛海水质被污染的原因



照片 1 西昌漫水湾镇水岭沟泥石流

Photo. 1 Shuilinggou debris flow in Xichang



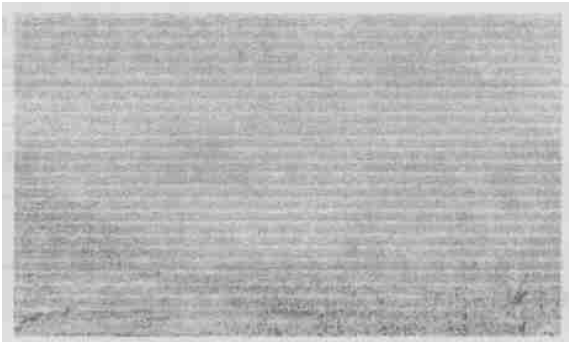
照片 2 西昌东河泥石流威胁西昌市城区

Photo. 2 Xichang City threatened by Dong River debris flow



照片 3 泸沽铁矿盐井沟泥石流区

Photo. 3 Yanjinggou debris flow in Lugu diggings



照片 4 拉克铁矿区开采引发的滑坡区

Photo. 4 Landslide triggered by exploitation in Lake ohggings

素, 在降雨及洪水作用下, 重金属元素带入安宁河中和沟口农田及地下水中, 危害人体健康。

2.5.3 矿山开采引发的放射性污染根据流域放射性特征, 放射性矿点在安宁河上游区域分布较为集中。通过对南河、孙水河流域生态环境地质调查点的放射性地面能谱测量得出以下结论:

1. 在南河流域牦牛坪稀土矿区, 因矿山开采而大面积裸露的钾长花岗岩体中, 放射性元素 U、Th、K 的含量普遍较高, 加上矿区未进行处理的废(矿)石堆积体的影响, 对矿区环境产生了较强的放射性污染。矿山人群所受放射性辐射的年有效剂量当量严重超过限值。

2. 在孙水河下游泸沽铁矿周围, 虽然大面积出露的晚元古代花岗岩体中放射性元素 Th 含量相对偏高, 但该岩体放射性辐射强度总体不高, 且赋存铁矿体的变质地层本底的放射性辐射强度较低, 因而不存在对环境的放射性污染, 矿区及周围人群所受放射性辐射的年有效剂量当量均低于限值。

2.6 交通与水利水电工程建设及其生态环境效应

2.6.1 主要交通沿线的生态环境地质问题

贯穿区内的主要交通干线有成昆铁路、108 国道以及在建的雅攀高速公路, 主要的生态环境地质问题是森林植被破坏、崩塌、滑坡、泥石流和不稳定斜坡等, 常导致堵塞公路、冲毁路基、阻断交通(见表 2) 以及使周边生态环境恶化。

2.6.2 大桥水库区的环境地质问题

大桥水库区及坝址附近地段的环境地质问题主要是崩塌、滑坡、泥石流、库岸再造、库区淤积以及水库诱发地震。

崩塌分布于狭谷两岸及库盆陡倾基岩斜坡地段; 滑坡以第四系堆积土层滑坡为主, 分布于库盆四周、库首段及泥石流沟谷内; 泥石流主要发育于北碚

表 3 大桥水库库区及坝址附近 主要崩塌、滑坡和泥石流统计表

Table 3 Statistics of the falling, landslide and debris flow hereabout the reservoir

外动力地质现象	滑 坡					崩 塌				泥石流				
	物质组成		规模 ( × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )			物质组成		规模( × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )		基本类型		松散固体物质储量 ( × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )		
	堆积层 滑坡	基岩 滑坡	< 1. 0	1. 0~ 10	> 10	土体 崩塌	基岩 崩塌	< 100	100~ 1 000	沟谷型	山坡沟 槽型	< 10	10~ 100	> 100
数量( 处)	14	3	13	2	2	3	10	6	7	3	4	4	2	1
合计( 处)	17		17			13		13		7		7		
稳定性 或发展 阶 段	有 5 处滑坡不稳定, 其余相对稳定					均处于不稳定状态				苗冲沟河口呷巴拖沟,距坝址下游 300 m 的花田沟,厂房上游 650 m 浑水沟为活动性泥石流, 其余均处于衰退或停止期。				

河东侧, 苗冲河河口及坝址下游地段, 库区泥石流活动性弱, 多处于衰退或停歇期, 坝址下游地段两条泥石流处于活动期( 表 3)。

库岸再造现象主要发生在库区中部的昔格达组带状分布地段及坝址地段, 因此, 应注意加强昔格达组斜坡的环境保护和监测预防。

库区淤积主要是库岸再造引起的大量松动土石坍入库区, 为了避免泥沙的大量淤积, 应加强库区周边岸坡及其上游地区的地质环境保护。

由于库区地质环境属于诱发中强或强震的水库地震工程地质断裂岩体类型, 蓄水后库区存在诱发中强震或强震的可能性。

3 开发建设与地质环境保护对策

1. 流域内矿产资源优势突出, 合理开发利用矿产资源是流域经济发展的必由之路。在已开采、正在开采或即将开采的矿山中, 应坚持矿产资源开发利用与生态环境保护并重、预防为主、防治结合的方针, 严格执行环境影响评价制和“三同时”制度、土地复垦制度和排污收费制度, 鼓励在有条件的地区建立矿山生态地质环境保护与土地复垦履约保证金制度, 改善矿山生态环境状况, 逐步建立环保型矿业企业。

2. 流域内旅游资源极富吸引力, 但开发程度较低, 经济效益不高, 应加强旅游开发规划建设。在邛海、泸山旅游区开发的同时应加强水土保持工程、污水及固体垃圾处理工程的建设, 并建立邛海生态环境监测系统。螺髻山景区的保护已初见成效, 可以保护性的开发高山冰川、溶洞、森林公园等生态旅游

项目。

3. 继续开展流域以县( 市) 为单位的地质灾害调查与区划工作, 预测地质灾害发展趋势, 划分安全地段与危险地段, 建立地质灾害预警预报系统, 最大限度的防灾、减灾, 确保人民生命财产安全。

4. 建议尽快开展长江上游流域生态环境地质全面调查, 为西部地区资源开发和经济发展、长江上游生态屏障建设提供技术服务保障。

5 结 论

1. 安宁河位于著名的攀西大裂谷带, 区域性深大断裂控制着流域的地貌单元及地质环境和生态系统的基本特征。调查研究成果表明: 安宁河并不安宁, 流域新近构造活动强烈, 表现为Ⅷ以上的高地震烈度区分布范围在 73% 以上, 泥石流、崩塌、滑坡、水土流失等多种外动力地质现象极为发育, 以泥石流为主的地质灾害给当地造成严重经济损失。再次证明安宁河流域的生态地质环境是十分脆弱的, 而人类不合理工程活动导致的生态环境地质问题也表现得十分突出。

2. 调查成果针对流域农业、矿产、林业、旅游、水资源等合理开发利用与生态地质环境保护, 从地质角度提出了切实可行的措施和对策, 可以作为中央实施西部大开发、全面建设小康社会和长江上游安宁河流域的生态环境保护与建设规划的科学依据。

参考文献( References):

[1] Plan Committee of Liangshan Yi municipality. Land Resource of

Liangshan Yi municipality[ R] . 1986. 2. [ 四川省凉山彝族自治州计划委员会, 凉山州国土资源[ R] . 1986. 2. ]

[ 2 ] Song Guangqi, Ge Wenbin, Xu Zhiwen. Survey and Evaluating of mine Geo-environment[ R] . 1998. [ 宋光齐, 葛文彬, 徐志文. 矿山地质环境调查与评价[ R] . 1998. ]

[ 3 ] Zhong Dunlun. Lijian Mining and environment in Lugu iron mine Mountain Research[ J] . 1990, 8( 2): 82~ 100. [ 钟敦伦, 等. 泸沽铁矿采矿与环境[ J] . 山地研究( 现《山地学报》), 1990, 8( 2): 82 ~ 100. ]

[ 4 ] Xie Hong, Zhong Dunlun. The disaster cause for debris flows along Chengdu-Kunming railway in Sichuan province Mountain Research [ J] . 1990, 8( 2): 101~ 106. [ 谢洪, 钟敦伦. 四川境内成昆铁路泥石流致灾原因[ J] . 山地研究( 现《山地学报》), 1990, 8( 2): 101~ 106. ]

[ 5 ] Lu Renru. Debris flows and environment change Mountain Research[ J] . 1997, 15( 2): 91~ 96. [ 吕儒仁. 泥石流与环境演变 [ J] . 山地研究( 现《山地学报》), 1997, 15( 2): 91~ 96. ]

# Eco-environmental Geological Issues and Effects in Anning River, Upper Yangtze

XU Xiangning<sup>1,2</sup>

( 1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

2. Chengdu Hydro-geology and Engineering Geology Center, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081)

**Abstract:** Having in-depth surveyed the eco-environmental geology of the Anning river, combin data and remote sensing information, the authors analyze the main eco-environmental geological issues including area stability, soil erosion, engineering activities, as well as their effects. Finally, we elucidate how the geo-environmental condition control the eco-environment. The achievement offers for the comprehensive exploitation and protective programming of eco-geological environment in Anning river, and for the sustainable development of area economy.

**Key Words:** Anning River of Yangtse Upriver; Eco-environmental geological issue; Eco-environmental Domino Effects