

# 岷江上游水土流失及其防治<sup>\*</sup>

郭永明 汤宗祥

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

**提 要** 分析了岷江上游高山峡谷区的水土流失特征、危害、产生原因及发展趋势。当地水土保持工作中存在着一方治理多方破坏,边治理边破坏,破坏大于治理,管理监督机构不健全,法规不完善,政策不配套而又不稳定等问题。这些问题亟待上下共同来解决。

**关键词** 岷江上游 水土流失 水土保持 防治

岷江上游高山峡谷区(气候高寒,地广人稀,森林广布),为我国主要用材林生产基地和长江上游水源林区,也是成都平原和岷江中下游地区的绿色水库和生态屏障。岷江干流上之都江堰水利工程,提供了灌区 60 多万ha 农田灌溉、城镇工业及居民生活用水。因此用好和管护好岷江上游水土林资源,保持良好生态环境,不仅对岷江上游五县(汶川、理县、茂县、黑水、松潘)的经济发展有重要意义,而且直接关系全省耕地和人口均近 1/5、工农业总产值 1/4 的广大地区(含 6 个市 1 个州 37 个县)之安危。这对全省经济振兴具有举足轻重的地位。

## 1 水土流失现状

四川省应用遥感技术调查水土流失资料统计结果得知,岷江上游五县水土流失面积 10 265(km)<sup>2</sup>,占幅员面积[24 698(km)<sup>2</sup>]的 41.6%,年侵蚀总量 2 614.5 万t,侵蚀模数 2 547t/[(km)<sup>2</sup>·a],以中度侵蚀为主,侵蚀量 1 791.2 万t,占侵蚀总量的 2/3,而侵蚀面积仅占 46.5%;另一材料<sup>1)</sup>表明,当地水土流失现象则较轻微,水土流失面积占总面积的 43.6%,年侵蚀总量 934.7 万t,侵蚀模数 866t/[(km)<sup>2</sup>·a],以轻度侵蚀为主,侵蚀面积占 98%以上,侵蚀总量占 94%。

岷江上游水土流失主要集中分布在森林破坏殆尽,植被稀疏的干旱河谷地区,尤以绵池—镇江关段岷江、岷江支流黑水河西尔以下河段、岷江支流杂谷脑河甘堡以下河段。海拔 1 100—2 600m、距江面或河面高度 500—700m 的范围内,植被为干旱河谷灌丛,覆盖度低(30—60%),坡度陡峻(>35°),基岩风化剥落、泻溜、沟蚀、崩塌、滑坡和泥石流等活动活跃。面蚀广布在谷坡旱地内及荒旱草坡上,虽侵蚀强度不大,但面积广阔,侵蚀总量仍居首位。在山谷风大的半干旱河谷开阔地带,有明显的风蚀发生,如茂县的风仪,汶川的沙窝子、飞沙关、绵池等地。

<sup>\*</sup> 国家“八五”科技攻关项目(编号:85—19—01—03)之部分研究成果。

1)中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所。长江上游(川江流域)水源林、水保林建设区水土流失基本规律与防护林建设。国家“七五”科技攻关项目研究报告。1990. 78—88。

本文收稿日期:1994-05-17,改回日期:1995-07-21。

此外在海拔 4 000m 以上的邛崃山、岷山、茶坪山等高山、极高山峰岭处,尚有冻融、雪蚀和冰蚀分布。

## 2 水土流失特点

岷江上游垂直分异明显,在自然因素和人为因素综合影响下,导致本区土壤侵蚀具有五个特点。

1. 土壤侵蚀类型多且垂直分异明显。流水侵蚀、重力侵蚀、风力侵蚀和冰雪侵蚀等类型齐全,其中以流水侵蚀为主。土壤侵蚀分布具有明显的垂直特征,从低到高依次为:丘陵、低山和低中山(海拔 $<2\,500\text{m}$ )以流水侵蚀为主 $\rightarrow$ 中山( $2\,500\text{—}4\,000\text{m}$ )以流水侵蚀、季节性冻融为主 $\rightarrow$ 高山( $4\,000\text{—}5\,000\text{m}$ )以冻融、雪蚀为主 $\rightarrow$ 极高山( $>5\,000\text{m}$ )以冰蚀、雪蚀为主<sup>1)</sup>。

2. 剥落、泻溜、崩塌、滑坡、泥石流侵蚀及沟蚀异常活跃。广泛分布在岷江干支流沿岸陡峻谷坡地段,尤以植被稀疏的半干旱河谷区最为发育。

3. 坡耕地侵蚀量所占的比重低。由于本区海拔高,气温低,坡度陡,平地少,垦殖率低( $<20.0\%$ ),坡耕地侵蚀量占坡面侵蚀总量的比重小( $2.4\text{—}12.2\%$ ),其中以松潘、汶川较低( $<10.0\%$ ),理县最低(仅  $2.4\%$ ),黑水、茂县较高( $>10.0\%$ )<sup>1)</sup>。

4. 侵蚀物质粗,而泥沙输移比反而大。岷江上游地表物质以岩石风化碎屑为主,细粒的黄土母质不多。河流落差大,水流湍急,搬运力强,故泥沙输移比( $0.4\text{—}0.5$ ),虽小于黄土区河流的泥沙输移比,但却大于四川盆地内河流的泥沙输移比( $<0.3$ ),推移质比重亦大。

5. 水土流失对当地上游危害远小于对中下游外地的危害。这是由于人口、耕地和城镇主要集中于自然环境较好的成都平原和中下游丘陵平坝地区。故有“上游开荒,下游遭殃”之说。

## 3 水土流失危害

水土流失不仅使土层变薄,细土粒、水分、养分含量减少,理化性质亦变劣,肥力下降。直接降低水土资源数量和质量,而且导致自然环境恶化,山地灾害频繁和加剧。

岷江上游森林覆盖率,在元代时尚有  $50.0\%$ ,经历代砍伐破坏,至 20 世纪 40 年代末降为  $32.0\%$ ,50 年代以来由于林木集中过伐,森林覆盖率下降至  $18.8\%$ ,涵养水源、调节地表径流能力减弱。地表径流增加,汇流时间缩短,含沙量增加,洪枯流量变幅增大,加剧旱洪灾害。灌县(现为都江堰市)紫坪铺水文站资料统计结果表明,70 年代比 50 年代降水量减少  $8.6\%$ ;60 年代比 50 年代的最大流量增加  $85\text{m}^3/\text{s}$ ,最枯流量减少  $21\text{m}^3/\text{s}$ ,平均流量减少  $30\text{m}^3/\text{s}$ ;70 年代比 30 年代的年径流总量减少  $22.3\text{亿m}^3$ ,含沙量增加  $40\%$ ,沙石输移量  $150\text{万m}^3/\text{a}$ ,淤高河床,严重影响灌溉、发电、行洪和航运。现有研究资料显示,岷江

1)中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所。长江上游(川江流域)水源林、水保林建设区水土流失基本规律与防护林建设。国家“七五”科技攻关项目研究报告。1990. 25.

上游森林覆盖率每减少 1%,径流模数减少  $0.27\text{m}^3/(\text{km})^2$ 。森林面积的减少,导致春季农灌用水高峰期供需矛盾的加剧,而 7,8 两月丰水期大量来水白白流失。据 1959—1980 年统计<sup>1)</sup>,成都平原 1—5 月多年平均缺水 2.7 亿  $\text{m}^3$ ,大旱年份缺水达 6.7 亿  $\text{m}^3$ ,使都江堰灌区数万公顷稻田不能适时栽秧。用水高峰期成都市日缺水达 20 万 t,给生产和生活造成极大困难。岷江上游洪水直接威胁成都平原和沿江两岸的安全。据统计<sup>1)</sup>,1949—1981 年的 32 年中,发生重大洪灾的有 15 年,频率 47%,洪灾造成的年平均损失 580 万元。

岷江上游森林覆盖率的降低,引起了小气候的变化,干旱河谷灌丛的扩展,森林向高处退缩。50 年代以来,森林线上升 200—300m。例如茂县平均风速 50 年代、60 年代、70 年代分别为 2.1, 3.2, 4.0(m/s),大风次数分别为 2 次、19 次、344 次。五六十年代松潘弓杠岭、理县鹧鸪山、黑水垭口山一带公路常因大雪封山,阻断交通;现在积雪仅 0.4m。松潘县城附近雪线已上升 200—300m。黑水县 50 年代无旱灾,60 年代 4 次旱灾,70 年代 7 次旱灾。

大量水土流失,造成塘库堰渠淤积,降低水利设施效益,缩短工程寿命。成都全市每年蓄水工程淤积量达 1 687 万  $\text{m}^3$ ,相当于每年报废一座库容 1 000 万  $\text{m}^3$  以上的中型水库<sup>2)</sup>。淤积河道,抬高河床,减少过洪断面,加重洪灾,缩短航程。50 年代初,四川省有 91 条通航河道,到 1983 年仅有 56 条通航河道,航程由 1.6 万多 km,缩短为 0.8 万多 km,减少一半<sup>3)</sup>。

崩塌、滑坡、泥石流具突发性,危害严重,常破坏交通道路和威胁人民生命财产的安全。例如茂县南新周仓坪大滑坡,每年有上万立方米土石滑入岷江,迫使公路不断向坡上改道,雨季经常阻断交通。汶川七盘沟因森林过伐,1977 年山洪暴发,毁坏耕地 10 余 ha,严重威胁沟口州铁厂、州纸厂等的安全,因修防洪设施耗资 70 万元,超过伐木场采伐森林所获利润的 75%<sup>4)</sup>。

## 4 水土流失发生原因及其发展趋势

### 4.1 水土流失发生原因

#### 4.1.1 自然原因

1. 岷江上游位于地质构造运动活跃的川西地槽区,属松潘甘孜印支地槽褶皱系。上新世至今,新构造运动抬升高度 3 000 余 m,河流下切强烈<sup>[1]</sup>。地震活跃,据史书记载,松潘地震带,包括南坪、漳腊、松潘、较场等地区,发生破坏性地震 35 次。地震常诱发山崩、滑坡、泥石流等山地灾害。

2. 高山峡谷起伏巨大。当地位处青藏高原东缘与四川盆地过渡地带的大斜面上,海拔超过 1 000m 中山以上的山地占 98% 以上,海拔 3 500m 以上的高山、极高山占 45%。河谷深切,岭谷相对高度 1 500—3 000m,势能大,谷坡陡峻,全区 25° 以上面积占 62%;而

1) 周天佑,郭庆富. 岷江上游综合开发与“天府之国”的经济发展. 四川水利,1989,(10):9—12.

2) 向继灵,陈渭忠. 成都水土流失与水土保持. 成都水利,1989,(2):22—25.

3) 马安民. 加快治理步伐搞好水土保持. 成都水利,1989,(2):18—21.

4) 阿坝州农牧局、阿坝州土普、土资办公室编. 阿坝州土壤. 1987. 438.

林区坡度更大,35°以上面积占75%以上,重力地貌发育。

3. 岷江上游地层复杂多样,从前震旦系至第三系均有出露,而以三叠系出露面积最大。经多期构造运动,褶皱强烈,岩石极为破碎,并伴有岩浆活动和区域变质作用,浅变质砂板岩、片岩、千枚岩广布,抗侵蚀力弱。绵池以北河谷区有黄土物质广泛分布。

4. 本区年降水量500—1400mm,平均800mm左右,除南段映秀、漩口一带盆边山地,降水量大,在1200mm以上,多大雨和暴雨外,其余岷江干支流河谷地带,降水少,雨强小,雨势平缓,几乎无暴雨,侵蚀不强烈。汶川绵池以北至茂县沙坝一带背风雨影区,降水量仅400—700mm,蒸发量为降水量的1.5—3.0倍,土壤干燥,植被稀疏。高山地区空气稀薄干洁,太阳辐射强烈,昼夜温差大,气温低,冻融作用使岩石物理风化强烈,为地表提供大量松散物质。

5. 自然植被广布,以寒温带冷杉、云杉林占优势。由于山高谷深,坡陡土薄,气候寒冷湿润,适宜林木生长,故森林广布,宜农耕地极少。本区是以寒温带冷云杉林占优势的亚高山针叶林区。冷杉、云杉林为适应本区冷湿生境条件、结构稳定的顶极植被,具良好的涵养水源和水土保持作用。森林带上下限附近生境恶劣(寒、旱),破坏后更新困难,易逆向演替向上为亚高山灌丛草甸,向下为干旱河谷灌丛,加速土壤侵蚀。

上述表明,岷江上游为新构造运动强烈抬升区,地貌发育处于壮年期,内外营力活跃,河流下切迅速,侵蚀剥蚀作用强烈,因而导致本区自然侵蚀率(本底值)明显大于一般丘陵区,其潜在危险性也大得多。因此尤应注意自然植被的保护,以免因植被破坏而引起强烈的土壤加速侵蚀。

#### 4.1.2 人为原因

1. 1985年本区人口自然增长率平均10.39%,其中茂县高达16.14%,远高于四川盆地平坝丘陵区(5.08—5.79%)。由于人口压力过大,粮食和燃料等紧缺,导致过度樵薪,超载过牧,陡坡开荒,广种薄收,掠夺式粗放经营,严重破坏林草植被,引起强烈的土壤加速侵蚀<sup>[2,3]</sup>。

2. 区内森林采伐量超过森林生长量的1倍以上,导致森林面积减少,森林覆盖率降低,调节径流,涵养水源能力减弱,利于土壤侵蚀。

3. 基本建设处置不当,水利、交通、工业建设切坡不当与渠道渗漏,打乱原有坡面水系,破坏山坡稳定性,引起崩塌、滑坡加剧。如汶川—茂县段岷江河谷公路一侧,44公里间即有较大崩塌滑坡17处,其中周仓坪大滑坡群就是在滑坡体上面挖渠灌溉,由渠道渗漏诱发成的。

4. 集材方式不当,以串坡集材方式,破坏集材道植被,沿集材道引起崩塌、泻溜、滑坡、泥石流。广泛发生在森林采伐区沟谷沿河两岸。

5. 烧窑大量砍伐林木作燃料,对森林植被破坏极大,有“窑烧十里空”之谚语。

综上所述,自然原因是水土流失的基础,产生自然侵蚀(所谓本底侵蚀),而人类违反客观规律的活动,才是引起土壤加速侵蚀的根本原因。

#### 4.2 水土流失发展趋势

岷江上游五县脆弱的自然生态系统与复杂的社会经济条件,在水土保持工作中存在

着一方治理多方破坏,边治理边破坏,破坏大于治理,管理监督机构不健全,法规不完善,政策不配套而又不稳定等问题,这些问题望有关方面予以重视。随着社会经济发展和人口增加,社会物质需求量的提高,对粮食、燃料、木材消耗量增大,对土地资源和森林资源压力增加,人地矛盾将越来越大。陡坡开荒、乱伐森林、过度樵采和超载过牧现象难以制止,水土流失有不断增加的趋势。

## 5 水土流失的防治

### 5.1 加强营林更新,提高森林覆盖率

1. 使木材采伐量不超过森林生长量;2. 更新迹地;3. 加速半干旱河谷地带荒旱山坡的绿化和疏残林、灌木林的改造更新,积极发展苹果、梨、李、核桃、花椒等经济林木和辽东栎、洋槐等薪炭林;4. 积极开展林区木材综合利用和多种经营,提高经济效益;5. 加强护林防火和防治病虫害。

### 5.2 加强农田水利基本建设,提高单产

1. 因地制宜,引提蓄结合兴修水利,扩大水浇地面积,提高灌溉保证率,宜修建防渗渠道或用管道输水,减少输水损失,增加灌面积,并可避免渠渗而诱发崩塌、滑坡;2. 改造坡耕地,减缓坡度,修建地埂或改为梯田,加厚土层,拣除过大的石块,增施山草、树叶、秸秆等有机物料,提高土壤肥力。

### 5.3 加速水能资源开发利用

岷江上游水量丰富,河流落差大,水能蕴藏量 800 万 kW,可开发量达 395 万 kW。至 1987 年底,只开发 50 万 kW,占可开发量的 12.7%<sup>1)</sup>。加速水电开发,以电代柴,保护现有森林。结合营造薪炭林,推广沼气,节柴灶等措施,开源节流,解决群众燃料问题,还可将电力输往成都,缓解成都用电的紧张。

### 5.4 工程措施与生物措施结合,防治崩塌、滑坡和泥石流

崩塌、滑坡和泥石流集中分布在人口较多的河谷区,面积小,危害大。防治重点应放在城镇、厂矿和公路交通沿线。必须采取工程措施与生物措施结合的方法,沟坡兼治,以工程措施稳定山坡,才能营造防护林,发挥护坡固土,涵养水源,减少水土流失的根本作用。

### 5.5 统一规划,综合治理,健全机构,强化管理

防治水土流失涉及农林牧水工矿交通城建等国民经济众多部门,必须与国土整治相结合,统一规划,综合治理。把水土保持规划纳入国民经济发展总体规划,与地方各业发展规划密切结合起来,经费单独列项,建立健全各级水土保持机构,充实人员。强化水土保持部门的监督检查职能,有关各职能部门要密切配合协同作战。加强有关合理利用水土林资源,保护生态环境法规的宣传,采取法律、行政和经济措施相结合的切实有效措施,制止新的水土流失。

### 5.6 控制人口数量,提高人口素质

1)周天佑,郭庆富. 岷江上游综合开发与“天府之国”的经济发展. 四川水利,1989,10(5):9—12.

严格实行计划生育,把出生率降下来,是控制人口数量,提高人口素质,缓和人地矛盾,制止水土流失的关键,必须切实搞好。

#### 5.7 建议国家征收自然资源费和生态环境保护费

为维护流域生态系统良性循环和保持良好的生态环境,增强单位和个人的环境意识,由国家向受益者统一征收自然资源费和生态环境保护费,作为补偿处在水源涵养林、水土保持林防护林区单位和个人的损失。以调动流域上游水源林水保林区的积极性。再则把生态环境质量作为各级政府主要领导任期目标责任制的考核指标。

### 参 考 文 献

- [1] 李吉均,文世宣,张青松等. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨. 中国科学,1979,(6):608—616.
- [2] 中国科学院西南资源开发考察队. 川西北地区资源开发研究. 北京:中国科学技术出版社,1990. 25—37.
- [3] 刘斌,张仁绥,纪先桃. 岷江上游干旱河谷的水土流失现状和原因. 四川农业大学学报,1990,8(4):351—354.

## PREVENTION AND CONTROL OF SOIL EROSION IN THE UPPER REACHES OF THE MINJIANG RIVER

Guo Yongming Tang Zhongxiang

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences  
& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

### Abstract

The characteristics, harmfulness, cause and developing tendency of the soil erosion in the high mountain region of the upper reaches of the Mingjiang River were analysed. The prevention and control of soil erosion were brought up based on the followings: 1. physical and socially economical condition, as well as naturally ecological system; 2. the fact is that while part of a district was controlled, the rest were suffering destruction, and that ruining over is harnessing and the former would be more than the latter; 3. There are some problems such as unsound supervisory agencies, imperfect law, and stipulation and unsteady policy etc.

**Key words** upper reaches of the Minjiang River, soil erosion, water and soil conservation, prevention and control