

# 三峡库区香溪河流域水土流失的 地理环境分析及其整治

金 涛

(湖北大学·武汉·430062)

刘 艳

(中科院武汉分院环境与国土研究中心·武汉·430077)

**摘 要** 香溪河流域水土流失关系到三峡水库的泥沙淤积问题。对该区域水土流失的地学环境因素进行了综合分析,并根据流域自然生态环境条件提出了防治土壤侵蚀,保持水土的措施。

**关键词** 香溪河流域 水土流失 环境因子 对策

## Geographical Conditions for Soil Erosion and Water Loss in the Xiangxi Valley in the Three Gorges Region and Its Renovation

*Jin Tao*

*(Institute of Ecology, Hubei University, Wuhan. 430062)*

*Liu Yan*

*(Center of Environment and Territory, Academia Sinica. Wuhan. 430077)*

**Abstract** The soil erosion and water loss problem in the Xiangxi valley is related to the sand deposit of the three gorges reservoir. By analysing the geographical conditions for soil erosion and water loss comprehensively, this paper advances some measures to prevent soil erosion and to protect the soil-water.

**Key words** the Xiangxi valley soil and water loss environmental conditions countermeasures

### 1 香溪河流域生态环境概况

香溪河源于湖北省神农架林区,由北向南贯穿兴山县全境,至秭归县香溪镇注入长江。主要支流南阳河、古夫河、高岚河均在兴山县域内。流域总面积为 3 057km<sup>2</sup>,其中神农架林区

① 收稿日期:1996—03—10 湖北省自然科学基金资助项目部分成果。

865km<sup>2</sup>,兴山县境 2 100km<sup>2</sup>,秭归县境 186km<sup>2</sup>。多年平均流量为 65.5m<sup>3</sup>/s。本文研究的香溪河流域是指在三峡库区移民安置涉及到的县域行政乡镇,包括兴山县(除高桥乡)、秭归县的屈原乡和香溪镇。

香溪河流域属山地地貌类型,海拔 1 200m 以上地区占总面积的 60%左右,海拔在 800m 以下地区占面积的 15%。大部分地表由紫色砂页岩、泥质岩、灰岩、白云岩、混合岩等岩石组成。由此形成河流深切、峡谷绵延、陡岩峭壁、岭脊尖锐、岩溶地貌发育等自然空间景观。构成“八分半山一分田,半分道路和家园”的土地利用格局。地处亚热带季风气候区域,具有四季分明,水热同期,暖寒不均,生物气候多样的光、热、水、土等时空变化组合规律。年日照时数平均为 1 682h,全年太阳辐射量平均为 414kJ/cm<sup>2</sup>,无霜期一般是低山 272 天,中山 215 天,高山 163 天。降水分布规律为中山上部平均降水量为 1 000mm 以上,低山区属小于 1 000mm 的少雨易旱区。由于降水年际变化大且季节分配不均,旱涝灾害均有发生。香溪河流域许多河段的风向基本与河流方向一致,静风频率较高。而河谷盆地人口密度大,以矿石为原料的工矿企业排出的废气不易扩散,常造成大气污染。水体污染在局部河段表现尤为突出,特别是乡镇所在地段,工业废水和生活污水进入河流,一些污染物含量超标,导致水体环境质量下降。流域内有 7 个土类,以黄棕壤和石灰土面积最大,占土地总面积的 78.9%。黄壤、黄棕壤、棕壤由低到高垂直分布;石灰土、紫色土呈区域性分布;水稻土则分布在河流沿岸及中山区的平缓地段。由于流域地跨中亚热带常绿阔叶林和北亚热带常绿落叶阔叶混交林,加之小气候土壤类型复杂多样,因而生物、植被资源种类繁多。主要树种有马尾松、栎树、巴山松等;经济林有油桐、核桃、柑桔、板栗等 10 多种;还有珍稀树种珙桐、银杏、连香树等。森林覆盖率居湖北省第五位。而长江防护林工程实施,为森林资源的保护提供了有效的保证。据土地详查资料表明,流域土地结构为耕地占 12.7%,林地占 77.3%,园地占 1.9%,城镇居民点及工矿用地占 1.2%,未利用的土地占 5.1%。1993 年总人口数为 208 381 人,其中农业人口 180 485 人,人口的地理分布主要在低山河谷和中高山的平坦地区,显示出大分散,小集中的特点。在人口稠密地区生产活动频繁,对自然生态环境影响更为深刻。按 1990 年不变价计算,国民生产总值为 3.5 亿元,工农业总产值为 6.6 亿元,工业总产值 4.6 亿元,农业总产值近 2 亿元。

## 2 水土流失现状评价

香溪河流域自然条件复杂,层峦叠嶂的山区蕴藏着丰富的自然资源。然而较为严重的水土流失已成为流域内土地潜力发挥和经济发展的限制因素之一,是三峡库区水土流失较为严重的地区。长期以来,流域内森林植被不断受到破坏,而人为因素更加剧了水土流失的发生和发展,土壤侵蚀面积日益扩大。土壤侵蚀中以水力侵蚀占主导地位,而面蚀最为普遍,特别是在植被差的低山区和高中山挂坡地表现甚为显著,此种侵蚀占流域侵蚀面积的 80%以上。重力侵蚀居次且主要分布在基本建设集中之地,小型滑坡广泛而分散,局部地区泥石流常有发生。据有关资料,流域水土流失面积达 1 241.9km<sup>2</sup>,占流域面积的 60%左右,在侵蚀范围内,极强度侵蚀面积占 29%,强度侵蚀占 2%,中度侵蚀占 10%,轻度侵蚀占 59%。流域年侵蚀模数一般是 5 000~10 000t/km<sup>2</sup>,高者可达 20 000t/km<sup>2</sup> 以上。受侵蚀严重的地区分布在香溪河干流沿岸低山区,而其支流古夫河和夏阳河流域因为开采矿石导致水土流失较为严重。土壤侵蚀量与土壤母质和植被条件密切相关(见表 1)。特别是紫色岩地区,一次暴雨土壤侵蚀可达母岩,有的沟深达 30~50cm。依据流域内各种水土流失类型面积和土壤侵蚀模数分析,每年土壤流失

量约 1 200 多万 t,损失土壤有机质 12 万 t,全氮 1 万 t,全磷 0.5 万 t,全钾 18 万 t。

表 1 不同母岩和立地条件下的泥沙流失量

立地条件	母岩	坡度 (°)	泥沙流失量 (t/hm <sup>2</sup> )	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
秃山	紫色岩	31	213	216000
农耕地	紫色岩	26	168	168000
疏林地	泥质岩	20	63	6300
农耕地	石灰岩	21	58.5	5850
森林杂草	紫色岩	27	4.5	450

资料来源:兴山县土壤志。

### 3 水土流失与地学环境关系分析

#### 3.1 地质环境因素

香溪河流域的地貌骨架是经过多次构造运动形成的,产生了具有成生联系的压、张、扭等结构要素的组合形态。自燕山运动以来,处于上升运动中,经受长期外力剥蚀与侵蚀作用,构成东部有圈椅背斜,西北部为扬子准地台以及八面山褶皱带,形成高山深谷、切割度大,崎岖破碎复杂的地质地貌格局态势。由于地表起伏,坡度较大,大于 25°的坡地面积达 16 万 hm<sup>2</sup>,占总面积的 67%以上。在海拔小于 800m 的切割河谷低山区,地表由紫色砂页岩、泥质岩及灰岩组成,紫色页岩结构松散,易于风化剥蚀,故河流切割侵蚀严重,两岸坡陡,局部形成小盆地。东南部中山区系圈椅背斜的西南翼,由酸性结晶岩类片麻岩、混合岩组成,是花岗岩经过多次造山运动而形成的变质岩体。此类岩石矿物晶体粗,有机质和粘粒含量极少,缺乏胶结物,风化物的抗蚀性和抗冲性均差,为水土流失提供了物质源。该区地势由北向南倾斜,山顶浑圆,河谷纵横。西南部中山区属淮阳山字型构造,由侏罗系下统香溪群及三叠系巴东组的一套岩石组成。包括紫红色泥质粉砂岩、砂质页岩、绿灰色粉砂岩、石英砂岩及部分灰岩。中部岩溶区主要由震旦系一三叠系的白云岩、硅质岩,奥陶系的灰岩、砂岩、板状灰岩等岩石组成。石灰岩结构致密坚硬,风化物质较细,土壤粘结力较强,面蚀作用较轻,但化学风化作用强烈,在溶蚀过程中,对地表径流起到调节,减少冲刷作用<sup>[1]</sup>。东北、西北部高山区有元古界灰岩、泥质岩以及震旦系的变质混合岩。喀斯特地貌发育良好。由于受构造运动影响形成的大量碎屑岩层、崩塌坡积层,易受水蚀,特别是为滑坡、崩塌、泥石流等重力侵蚀,提供雄厚物质基础。

#### 3.2 气候因素

香溪河流域属亚热带大陆季风气候。受地形特点影响,北面的高山阻挡了冬季南下的冷气流,且由于山区河谷逆温层存在,使南部低山河谷地带冬季气温相对提高,从而造成气候水平方向变化较小,垂直变异较大,立体差异显著。据观测,在低山的年均温为 17.1℃,半高山为 13.6℃,高山为 10.4℃。降雨因子对土壤侵蚀和流失影响最大。雨量变化趋势为北部多于南部,高山多于低山。年均降水量在 900~1 200mm 之间,北部最高年降水量可达 1 615mm,且暴雨出现次数多,仅兴山县城在 1958~1980 年的 23 年中,出现暴雨 41 次,年平均 1.8 次,而 7 月份就出现过 14 次,占 34.1%。丰沛的降水为地表径流提供了丰富的来源。降雨量的季节分配以夏季所占比例最大达 41.3%,而春、秋两季均在 26%左右。流域范围内有两个雨量区,中山上部年均降水量 1 000mm 以上为多雨区;低山年降水量在 1 000mm 以下为少雨易旱区。后者因其地貌为深沟峡谷,坡度大,植被少,易产生水土流失,使得土层薄,土壤养分含量低。

### 3.3 地表物质组成因素

土壤的特性及其空间格局与水土流失的程度有着密切的关系。以灰岩、龟裂纹灰岩、板状灰岩、白云岩等碳酸岩类为母质发育了山地黄棕壤、棕壤以及石灰岩性土,其中以石灰岩性土分布面积最广。土壤的特性表现为质地粘重,容重大,适耕性和适种性范围窄,一旦植被遭到破坏,恢复难度大。志留系黄色、灰绿色、浅黄色粉砂岩、页岩等泥质岩类的土壤母质,岩石易风化,在低山坡度大的地段,水土流失严重,所形成的土壤含砾石量大,土层薄、养分缺乏。在紫色砂页岩为母质的地区,岩石以物理风化为主,母质性状和风化程度对土壤酸碱度和质地产生直接影响,平缓坡上紫色土发育完整,土层较厚,养分含量高;而陡坡上的紫色土流失严重,土层浅薄,养分含量低。香溪河流域东南部分布有以花岗岩为母质形成的砂土型土壤,质地一般为中壤至沙土,抗蚀性弱,土壤发育程度差,土层浅薄。库区香溪河流域内的紫色砂页岩和风化花岗岩片麻岩面积达6.8万 $\text{hm}^2$ 。流域土壤养分分布状况为:林地高于耕地,水田多于旱地;高山多于中山,中山多于低山。

### 3.4 植被环境因素

植被及其枯枝落叶能截留雨水,减缓降水对地表物质的冲刷作用,且能蓄水保土,改善土壤生态环境,维持土壤生态系统的平衡。据资料表明,5~7年生马尾松,每株可落叶0.28kg,可吸持水分2.1kg,相当于吸持2.1mm的雨水,香溪河流域的自然植被随海拔高度的差异呈带状分布。海拔500m以下为常绿阔叶林带。海拔500~1300m为常绿阔叶和落叶混交林带,以麻栎、马尾松为建群树种,海拔1300m以上为常绿阔叶、落叶阔叶、针叶林带。近百余年来,由于几次过量集中采伐林木,森林植被受到极大破坏,而造成森林覆盖分布不均,特别是低山区受砍伐破坏,林地面积逐年减少,其原因是砍多造少,森林资源破坏,导致水土流失日益加重,大量梯田被水冲,漕田受沙淹而淤积,据调查香溪河干支流八段共53.7km的河床中,淤积最浅者平均每年3cm,淤积最深者平均每年11cm,共淤积泥沙 $27.67 \times 10^4 \text{m}^3$ 。特别是高阳镇1000m河段平均每年淤高10.4cm。随着林木的破坏,河流径流量和径流含沙量都大量增加,兴山水文站在1982年测得年径流量由常年 $11.67 \times 10^8 \text{m}^3$ 增加到 $14.73 \times 10^8 \text{m}^3$ ,年输沙量由 $4.6 \times 10^5 \text{m}^3$ 增加到 $12.56 \times 10^5 \text{m}^3$ 。是常年输沙量的3倍。

### 3.5 人为影响因素

人为的毁林开荒,造成了植被破坏,导致森林功能减弱,该流域部分地区通过“刀耕火种”、广种薄收的办法,在陡坡开荒种地,试图解决粮食问题,从而严重地破坏植被,松动岩体,引起新的水土流失。更有甚者在 $50^\circ$ 以上的坡面开梯种茶,引起土石大量下滑,冲刷的泥沙构成了重力侵蚀源,不仅作物难以生长,反而破坏了植被和岩石的稳定性,加剧了水土流失。香溪河沿岸一带,经过多次大规模的砍伐破坏,距河较近的森林植被遭到严重破坏,水土流失加重,难以利用的面积逐渐扩大。目前仍然存在对森林滥采滥伐的现象,采伐迹地仍有增加,森林采伐量大,造成森林生长量和消耗量比例失调。同时又存在对山林的管理和保护措施不得力,破坏的植被难以恢复,进而减弱森林对保持水土的功能。香溪河流域矿产资源丰富,主要有煤炭、磷矿、硫铁矿、花岗石等,随着大规模的开矿、采石不断展开,不合理的施工方式造成的重力侵蚀也普遍存在。改田过程中,缺乏保护措施,加剧水土流失。例如建梯田,砂石砌坎,未设保护措施,不仅引起原有土层的流失,而且新辟的母岩层也遭侵蚀。

## 4 水土流失治理对策

水土保持是保证农业可持续发展,调整农业生产结构,改善农业生态环境的基础。全面保

护和合理利用环境资源,有效地防治水土流失,建设良好的生态环境,提高环境人口容量,加快经济建设步伐,是获取最大的经济、生态和社会效益的基本前提。

#### 4.1 强化法制意识,保护生态环境

随着流域内人们生活的基本需求和有限土地之间的矛盾日益加深,在大于 25°的山坡开荒种地会严重地破坏植被,生态环境失衡<sup>[2]</sup>。在自然因素和人为因素综合作用下,导致水土流失日益加剧,自然灾害频繁发生,因而加强宣传国家颁布的土地管理法、水土保持法、森林法、环境保护法等法律法规尤为必要。同时应发挥土地管理、水土保持、林业及公安等部门的职能作用,依法打击破坏水土保持,破坏生态环境的违法行为,惩治不法分子。

#### 4.2 加强小流域综合治理

小流域综合治理是加快治理水土流失的极好形式。由于坚持水土保持与农业开发相结合,大搞坡改梯,建设稳产高产农田,改善了生产条件,增加了基本农田面积,土壤的涵水保墒能力大为提高,同时配套水利工程建设,增加农田灌溉面积,土地利用率和产出效益逐渐提高,田间劳作时间缩短,封闭落后的耕作状况得到改变,土地利用趋于合理,商品经济得到发展。在治理过程中,调整产业结构,把水土保持引向市场经济,充分发挥其效益,发展以柑桔、茶叶、板栗为主的经济林果产品,加强经济林果基地建设。通过小流域综合治理,区域自然面貌得到改观,林草植被覆盖度增加,水土流失面积和侵蚀模数均有下降。随着地表植被增加,坡改梯后拦蓄引流,以及坡面水系和沟道工程等措施配套完善,拦蓄径流量比治理前增加 42%。地表径流可延长 10h 左右,抗旱能力提高 5~7 天。不仅穷山恶水得到治理,而且自然灾害明显减少,缓解溪河淤积。因此,小流域综合治理效益显著。

#### 4.3 工程措施和生物措施相结合

防治水土流失必须把工程措施和生物措施结合起来。本着改坡地和荒山造林,大力发展经济林,集中连片,规模治理的原则,对流域进行综合治理。所进行的卓有成效的治理工程有改梯降坡防治体系建设,根据治理区域内的高山地区山大人稀,人均耕地较多;半高山以下地区多陡坡、峡谷,人口密集,人均耕地及零星闲散地主要是建设基本农田和多种经营梯地,采取顺山就势,大弯随弯,小弯取直的方法,改成低坎等高的石砌水平梯田或土坎水平梯田;20~30°的坡地根据具体情况改成低坎窄面等高的石梯田,要求培高 1.5~2m,培脚深 20~30cm,活土层 0.8~1m,用于发展经济林果,以降坡缓蚀。林草覆盖防治体系建设,主要是对半高山以下的宜林荒山进行人工营造水保林。其规格质量要求是先挖成 0.5~1m<sup>3</sup> 的大穴,待土壤基本熟化后,再按 6 000 株/hm<sup>2</sup> 左右抢墒定植,不能改梯的挂坡地则予以停耕,采取抽槽或挖成 1m<sup>3</sup> 的大穴定植以柑桔、茶叶为主的林果树,进行稀林补植和四旁植树;对高山大面积荒山和流动林地,采取飞播造林和封禁管育。水利工程防治体系建设,在小地貌单元内,根据水土流失危害程度和水源地质条件等情况,因害设防,适当布设水利工程防治体系。一般采取山腰修渠,田头挖沟,田边开沟,田中建池,沟谷筑坝等措施,以排洪防蚀,拦河蓄水,较好的发挥了拦蓄功能,可有效地改善治理区的生产和生活条件。保土耕作防治体系建设,主要是配合农村科学种田,推广横向开沟起垅,地膜覆盖,合理密植,林粮间作,增加地表覆盖,减少地表侵蚀。

#### 4.4 健全流域水土保持监测网络体系

对流域内水土流失进行动态监测并形成网络是进行水土保持工作的科学基础和前提条件。结合遥感技术作宏观动态监测,小区监测可以取得第一手资料。利用地理信息系统建立计

7

- 12 慈龙骏. 全球变化对我国荒漠化的影响. 自然资源学报, 1994, 9(4): 289~303
- 13 H. E. Dregne 等著, 程道远译. 全球荒漠化土地的分布及其整治费用. 世界沙漠研究, 1993, 51(1): 1~12
- 14 刘良悟等. 关于土壤的全球变化. 中国土壤科学的现状与展望. 江苏人民出版社, 150~155
- 15 赵其国等. 人类活动与土地退化. 中国土地退化防治研究. 中国科学技术出版社, 1990, 1~5
- 16 龚子同等. 我国土地退化及其防治对策. 中国科学技术出版社, 1990, 15~20
- 17 吴正. 浅议我国北方地区的沙漠化问题. 地理学报, 1991, 46(3), 266~275
- 18 王礼先. 全球荒漠化防治现状及其发展趋势. 世界林业研究, 1994, (1)
- 19 赵松乔. 西北干旱区主要自然灾害的形成、分布和减灾措施. 中国沙漠, 1991, 11(4)
- 20 曹银真. 大气 CO<sub>2</sub> 浓度的变化及其气候环境效应. 地理科学, 1991, 11(1)
- 21 李福兴, 刘玉璋. 塔里木河流域土壤退化及其控制. 中国土地退化防治研究, 中国科学技术出版社, 1990
- 22 中华人民共和国林业部防治荒漠化办公室编. 联合国关于在发生严重干旱和成荒漠化的国家, 特别是在非洲防治荒漠化的公约. 中国林业出版社, 1994

(上接第 102 页)

算机通讯、数据库共享等多种设施相互联结的监测、预报系统, 发布水土保持监测信息; 对监测资料进行整编和汇总分析; 开展监测专项调查, 同时可为同类型地区提供技术参数和评价依据。为决策部门提供高质量的科学决策依据。

#### 4.5 因地制宜进行治理

在进行不同区域治理过程中应根据流域内自然生态环境状况和社会经济条件的差异性因地制宜制定治理规划措施, 使水土得到保持, 生态环境系统朝良性循环方向发展。

香溪河流域可分为五个综合治理区域。一是香溪河低山重点治理区域, 该区域山势起伏大, 地面坡度陡, 为严重水土流失区。治理目标是 15°以下平缓坡地区, 治水治土, 发展粮油; 15~30°地区, 发展柑桔、茶叶、油桐等多种经营, 控制水土流失; 40°以上地区封山育林, 发展防护林和薪炭林。广泛建设梯田、梯地、修建蓄水、沉沙设施, 减低泥沙流失量。二是西南中山治山、保土综合发展区, 本区适种范围宽, 人口分布沿水系附近布局, 植被破坏严重, 水土流失为中强度区。本区治理按地势由上至下顺序发展林业、粮食、多种经营。在水系附近以治山改土为主, 增加水利灌溉设施, 建立茶叶、油桐等多种经营基地。其余地区以林业为主, 在坡度较大地区, 封山育林, 控制水土流失。三是西北高山林业防护区, 该区域现有植被较好, 水土流失较轻, 对于迹地, 疏林地要采取封山育林, 尽快更新, 建立良好的林种结构和森林年龄结构, 提高森林覆盖度, 本区域必须防止新的水土流失发生。四是北部高中山治山改土培肥保水区, 改土培肥、护林蓄水是重点治理项目, 要充分利用溶蚀槽地和侵蚀地形修建梯地, 改良土壤结构, 提高单产。应适当扩大森林面积, 封补结合。五是东南部治山护林涵土区, 本区域治理应以林业为主, 林田分家, 山间河谷及小盆地的水田, 应以治冷为主, 灌排分家。25°以下旱地要修建梯地以石块或树桩固定墩基, 建立带状茶园, 茶丛间隔距离根据坡度大小, 以保证茶叶生长和控制土壤侵蚀为准。在缓坡地段, 也可采用茶粮带状配置, 以控制土壤侵蚀。

#### 参考文献

- 1 杨艳生等. 数值分析和土壤侵蚀研究. 东南大学出版社, 1992
- 2 王少愚等. 三峡窗口. 武汉工业大学出版社, 1993