

重庆市三峡库区水土流失特征及类型区划分^{*}

李月臣^{1,2}, 刘春霞¹, 赵纯勇¹, 汪 洋¹, 陈国建¹

(1. 重庆师范大学 地理科学学院, GIS 应用研究重庆市重点实验室 重庆 400047; 2. 重庆大学 资源及环境学院, 重庆 400044)

摘 要: 水土流失是三峡库区重要的生态环境问题, 重庆市三峡库区的水土流失问题则更为严重。在遥感和 GIS 技术的支持下, 对重庆市三峡库区水土流失的数量特征、强度特征、空间分布特征, 及水土流失的动态变化特征进行分析, 进而对研究区的水土流失类型进行分区, 并对每一分区的水土流失特征进行分析与描述, 提出水土流失治理与防治的主要措施。

关键词: 水土流失; 重庆市; 三峡库区

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0013-05

Study on the Soil and Water Loss Characteristics and Regionalization of Three Gorges Reservoir Area in Chongqing

LI Yue-chen^{1,2}, LIU Chun-xia¹, ZHAO Chun-yong¹, WANG Yang¹, CHEN Guo-jian¹

(1. College of Geography Science, Key Laboratory of GIS Application, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China; 2. College of Resources and Environmental Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Soil and water loss is the serious environmental problem in Three Gorges Reservoir area, and it is more serious in Chongqing. Base on the RS and GIS, the soil erosion characteristics, spatial distribution, dynamic changes, and the regionalization of soil and water loss are analyzed in the paper. Furthermore, the soil and water loss characteristics of each sub-area, and the management measures are also described in the paper.

Key words: soil and water loss; Chongqing; Three Gorges Reservoir area

三峡工程在世界水库工程史上是绝无仅有的; 库区工农业生产、移民迁建工程和大量的开发建设活动, 剧烈地扰动地表, 其特殊性在世界范围内也是独一无二的。这一地区的生态环境状况不仅关系到长江流域生态环境安全, 而且直接影响到全国生态环境安全和社会经济可持续发展的大局。目前三峡库区是我国水土流失最严重的地区之一^[1]。据调查, 库区每年因水土流失造成的“石化”面积高达 250 hm² 左右。强烈的水土流失致使库区土地资源退化, 加剧了区域生态环境的恶化, 更为严重的是水土流失产生的大量泥沙和富集物被输入三峡水库, 泥沙的大量淤积直接影响到三峡工程的效益和长久安全运行, 同时对长江下游的安全也构成严重威

胁^[2]。此外, 库区泥沙淤积时附着的污染物导致的二次污染问题也十分严重。可见, 水土流失已成为影响三峡库区生态环境的关键因子和三峡库区的头号环境问题, 严重制约了库区经济与社会可持续发展, 对库区人民的生存和发展构成了严重威胁。与整个三峡库区相比, 重庆市三峡库区每年将有约 2 700 万 t 的泥沙入库(不含沿库岸开发建设活动直接入库的大量弃土弃渣), 重庆库区内的泥沙贡献率大于 580 t/(km²·a), 远远高于库区以上流域的泥沙贡献率。基于上述分析对重庆市三峡库区的水土流失的现状以及动态变化进行分析, 进而进行水土流失类型区的划分, 并提出具有针对性的治理措施, 无疑具有十分重要的现实意义。

^{*} 收稿日期: 2008-05-15

基金项目: 国家自然科学基金(40801077); 重庆市教委科技项目(KJ070811); 重庆师范大学博士科研启动基金(06XLB004); 重庆市水土保持生态环境监测总站资助项目

作者简介: 李月臣(1974-), 男, 山东德州人, 博士后, 副教授, 主要从事资源环境遥感与 GIS 研究。E-mail: liyuechen@cqnu.edu.cn

通信作者: 刘春霞(1975-), 女, 山东沂源人, 硕士, 讲师, 主要从事区域发展规划、遥感与 GIS 应用研究。E-mail: liuchunxia_2004@163.com

1 研究区概况

重庆三峡库区位于长江上游末端,东起巫山县、西至江津区、南起武隆县、北至开县,位于北纬 $28^{\circ}31'-31^{\circ}44'$ 、东经 $105^{\circ}49'-110^{\circ}12'$ 。东南、东北与鄂西交界,西南与川黔接壤,西北与川陕相邻,是长江上游主要的生态脆弱区之一。包括渝中区、万州区、涪陵区等 22 个区、县(自治县、市),幅员面积 $46\,158.53\text{ km}^2$ 。重庆三峡库区属亚热带季风性湿润气候区,气温年较差和日较差大,雨量充沛,日照少,雾日多。区域地跨大巴山断褶带、川东褶皱带和川鄂湘黔隆起褶皱带三大构造单元,地貌以山地、丘

陵为主。全区土壤类型主要有黄壤、黄棕壤、棕壤、紫色土、石灰土、潮土和水稻土等。区域森林覆盖率为 23.8% ,地带性植被以亚热带常绿阔叶林、暖性针叶林为主^[3]。

2 重庆市三峡库区水土流失特征分析

2.1 水土流失的数量特征

据 2005 年最新遥感调查数据显示,重庆市三峡库区水土流失面积 2.39 万 km^2 ,占库区土地总面积的 51.71% ,高于全国 37% 的平均水平,也高于长江流域 31.2% 的平均水平,更高于邻近的四川、贵州和湖北(表 1)。

表 1 重庆市三峡库区与周边地区水土流失对比表

项目	重庆市三峡库区	长江流域	四川	贵州省	湖北省
水土流失面积/万 km ²	2.39	56.20	15	7.32	6.08
土地总面积/万 km ²	4.62	180.13	45.05	17.64	18.59
水土流失面积比/%	51.70	31.20	33.3	41.50	37.20
年侵蚀量/亿 t	0.90	24	10	2.50	2.10
平均侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	3739	651	—	1432	—

从表 2 看出,水土流失面积中,轻度侵蚀面积 $5\,819.53\text{ km}^2$,占水土流失面积的 24.38% ;中度侵蚀面 $11\,030.98\text{ km}^2$,占水土流失面积的 46.21% ;强度侵蚀面积 $5\,880.17\text{ km}^2$,占水土流失面积的 24.63% ;极强度侵蚀面积 $1\,009.10\text{ km}^2$,占水土流失面积的 4.23% ;剧烈侵蚀面积 130.38 km^2 ,占水土流失面积的 0.55% 。中度侵蚀和强度侵蚀面积之和占到了库区水土流失总面积的 70.84% 。重庆市三峡库区年土壤侵蚀总量达 $8\,923.9\text{ 万 t}$,平均土壤侵蚀模数高达 $3\,739\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,远远高于贵州的 $1\,432\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 和长江上游地区 $1\,560\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 的平均水平(表 1)。

表 2 重庆市三峡库区水土流失情况

侵蚀强度	面积/km ²	占流失面积比例/%	占土地总面积比例/%
轻度侵蚀	5819.53	24.38	12.61
中度侵蚀	11030.98	46.21	23.90
强度侵蚀	5880.17	24.63	12.74
极强度侵蚀	1009.10	4.23	2.19
剧烈侵蚀	130.38	0.55	0.28

从水土流失的空间分布来看,库区西段平行岭谷区地形平缓,耕地以水田为主;盆周山地虽然地形起伏大,但是森林草地覆盖率高,所以库区西段平行岭谷区及盆周山地水土流失较轻微。库区中段平行岭谷区和东段平行岭谷区水土流失严重,特别是东段平行岭谷区的开县至巫山段是重庆库区水土流失最严重的地区(图 1)^[4]。

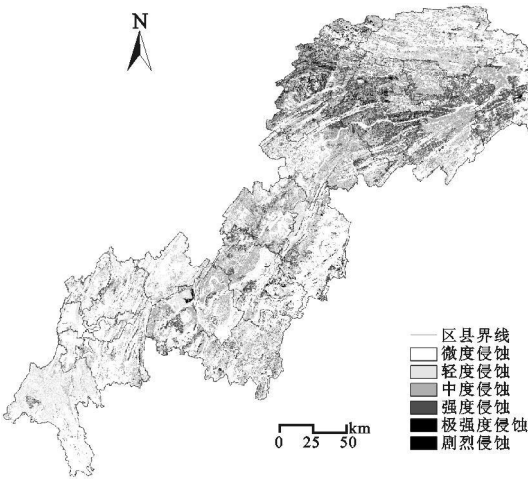


图 1 重庆市三峡库区水土流失强度分布图

2.2 水土流失的空间特征

从各类水土流失发生的部位来看,面蚀主要分布在旱坡耕地、荒山荒坡以及植被覆盖度较低的疏幼林(草)地及残次林(草)地;而沟蚀是在面蚀的基础上产生和发展的,主要发生在顺坡耕作的坡耕地和泥岩、钙质泥岩、泥灰岩出露的斜坡地带。

2.3 水土流失动态变化

通过 2005 年水土流失遥感调查数据跟 20 世纪 90 年代中期遥感调查数据相比较,重庆市三峡库区的水土流失面积有了较大的减少,水土流失强度也有明显的下降^[2]。1995 年水土流失面积为 $30\,608.28\text{ km}^2$,到 2004 年底则减少为 $23\,870.16$

km²,减少水土流失面积 6 738. 12 km²,减幅高达 22%,减少的面积占重庆市三峡库区土地总面积的 14. 6%;各级水土流失强度面积都有较大的减少,其中减少面积最大的为中度侵蚀面积,由 1995 年的 15 788. 68 km²减少到 2004 年的 11 030. 98 km²,减

少了4 757. 70 km²,减幅高达 30. 13%,其次是极强度侵蚀和强度侵蚀,分别减少了 1 216. 25 km²和 516. 22 km²,减幅分别达到了 54. 7%和 8. 1%,表明重庆市三峡库区的水土流失状况得到了一定程度的控制,其动态变化情况见表 3。

表 3 重庆市三峡库区水土流失面积动态变化

年份	无明显流失		水土流失面积											
			轻度		中度		强度		极强度		剧烈		合计	
	面积	占流失面积	面积	占流失面积	面积	占流失面积	面积	占流失面积	面积	占流失面积	面积	占流失面积	面积	占流失面积
1995	15550. 25	33. 69	5994. 88	19. 59	15788. 68	51. 58	6396. 39	20. 90	2225. 35	7. 27	202. 95	0. 66	30608. 28	66. 31
2004	22288. 37	48. 29	5819. 53	24. 38	11030. 98	46. 21	5880. 17	24. 63	1009. 10	4. 23	130. 38	0. 55	23870. 16	51. 71
增减	6738. 12	14. 60	- 175. 35	4. 79	- 4757. 70	- 5. 37	- 516. 22	3. 73	- 1216. 25	- 3. 04	- 72. 57	- 0. 11	- 6738. 12	- 14. 60

注:表中面积的单位 km²,占流失面积的单位%。

3 重庆市三峡库区水土流失类型分区

3.1 划分原则

- (1) 以地质、地貌以及土壤类型作为一级控制。
- (2) 以土地利用方式和水土流失强度作为二级控制。
- (3) 同一类型区内的自然条件、社会经济状况、水土流失特征应有明显的相似性。
- (4) 同一类型区的土地利用方向、农业生产发展方向和水土保持措施布局应基本一致。
- (5) 以自然界限为主,应尽力保持行政区划的完整和地域的连续性。

3.2 划分方法

类型区划分是在 3S 技术的支持下,融入了专家知识完成的。首先,运用遥感影像(TM)解译方法获取 2005 年项目区土地利用现状和水土流失强度信息;以 1: 5 万数字高程模型为基础提取研究区地形坡度信息;然后运用 GIS 软件空间分析功能,结合专家决策,对研究区的地形地貌、地质岩性、气候气象及土壤类型进行叠加分析,进行一级区的划分,划分为 2 个一级区;然后在每个一级区内再与土地利用方式要素和水土流失类型要素进行叠加分析进行二级区划分,共划分为 7 个二级区(图 2)。

3.3 水土流失类型区命名方法

水土流失类型区命名方法,一级区采用二段命名法,即地理位置+地貌类型;二级区采取三段命名法,即地理位置+加地貌类型+水土流失强度。

3.4 水土流失类型区划分

根据上述划分原则和三峡库区的地质地貌条件与水土流失特点可将重庆市三峡库区划分为 2 个一级区,7 个二级区(表 4)。

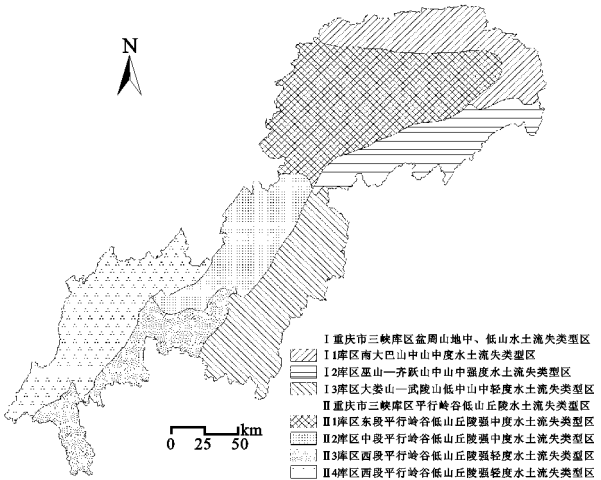


图 2 重庆市三峡库区水土流失类型区划

3.5 各类型区水土流失特征

- 3.5.1 南大巴山中山中轻度水土流失类型区 全区水土流失面积 2 713. 90 km²,水土流失面积占该区土地总面积的 50. 10%。其中,轻度流失 949. 64 km²,占该区水土流失面积的 34. 99%,中度流失 928. 17 km²,占该区水土流失面积的 34. 2%,强度流失 672. 81 km²,占该区水土流失面积的 24. 79%,极强度流失 119. 94 km²,占该区水土流失面积的 4. 42%,剧烈流失 43. 34 km²,占该区水土流失面积的 1. 6%。尽管该区轻度水土流失面积所占比例最高,但是中度比例与轻度十分接近,而且,强度水土流失比例也在 20% 以上,因此,综合而言该区水土流失以中度为主。平均土壤侵蚀模数 3 648 t/(km² · a),年均土壤侵蚀量 989. 94 万 t。
- 3.5.2 巫山—齐跃山中、低山强中度水土流失类型区 本区水土流失面积 2 681. 96 km²,占该区土地总面积的 53. 48%。其中,轻度流失 361. 95 km²,占该区水土流失面积的 13. 50%,中度流失 1 284. 49

km², 占该区水土流失面积的 47.89%, 强度流失 994.32 km², 占该区水土流失面积的 37.07%, 极强度流失 38.16 km², 占该区水土流失面积的 1.42%, 剧烈流失 3.03 km², 占该区水土流失面积的 0.11%。可见, 该区中度和强度水土流失占绝对优势, 且尤以中度水土流失比例最大。

3.5.3 大娄山—武陵山低、中山中轻度水土流失类型区 该区水土流失面积 2 823.42 km², 占该区土地总面积的 39.74%。其中, 轻度流失 1 022.21 km², 占该区水土流失面积的 36.2%, 中度流失 913.97 km², 占该区水土流失面积的 32.37%, 强度流失 604.23 km², 占该区水土流失面积的 21.4%, 极强度流失 273.44 km², 占该区水土流失面积的 9.68%, 剧烈流失 9.56 km², 占该区水土流失面积的 0.34%。

3.5.4 库区东段平行岭谷低山丘陵强中度水土流失类型区 本区水土流失面积 8 138.44 km², 占该区土地总面积的 67.76%。其中, 轻度流失 837.69 km², 占该区水土流失面积的 10.29%, 中度流失 4 211.21 km², 占该区水土流失面积的 51.74%, 强度流失 2 520.66 km², 占该区水土流失面积的 30.97%, 极强度流失 493.44 km², 占该区水土流失面积的 6.06%, 剧烈流失 75.44 km², 占该区水土流失面积的 0.93%。

3.5.5 库区中段平行岭谷低山丘陵中度水土流失类型区 本区水土流失面积 3 020.29 km², 占该区土地总面积的 59.48%。其中, 轻度流失 581.32 km², 占该区水土流失面积的 19.25%, 中度流失 1 904.77 km², 占该区水土流失面积的 63.07%, 强度流失 495.38 km², 占该区水土流失面积的 16.4%, 极强度流失 38.42 km², 占该区水土流失面积的 1.27%, 剧烈流失 0.42 km², 占该区水土流失面积的 0.01%。

3.5.6 库区西南段平行岭谷丘陵山地轻中度水土流失类型区 本区水土流失面积为 1 621.59 km², 占该区土地总面积的比例是所有二级区中比例最低的, 仅为 37.17%。其中, 轻度流失 522.04 km², 占该区水土流失面积的 32.19%, 中度流失 734.85 km², 占该区水土流失面积的 45.32%, 强度流失 323.59 km², 占该区水土流失面积的 19.96%, 极强度流失 40.48 km², 占该区水土流失面积的 2.5%, 剧烈流失 0.63 km², 占该区水土流失面积的 0.04%。该区中度水土流失面积比例较大, 超过了 45%, 其次为轻度水土流失类型区, 面积比例也在 30% 以上。

3.5.7 库区西段平行岭谷低山丘陵中轻度水土流失类型区 本区水土流失面积为 2 870.57 km², 占该区土地总面积的比例为 40.04%。其中, 轻度流失 1 635.07 km², 占该区水土流失面积的 56.96%, 中度流失 972.09 km², 占该区水土流失面积的 33.86%, 强度流失 252.52 km², 占该区水土流失面积的 8.8%, 极强度流失 10.88 km², 占该区水土流失面积的 0.38%, 剧烈流失 0.01 km²。该区轻度水土流失类型面积比例最大, 超过了 55%, 其次为中度水土流失类型区, 面积比例在 30% 以上。

4 重庆市三峡库区水土流失防治措施

4.1 大力实施生态修复工程

以保护现有植被生态系统为首要任务, 对现有的幼林地、疏林地、灌木林地以及高陡裸岩地区进行封禁管护, 并辅助以相应的补植、改造、培育等正向干预措施, 促进现有植被生态系统良性演替, 减轻林区水土流失; 同时对 25° 以上的坡耕地全面实施退耕还林措施, 营造水土保持林和水源涵养林, 增加植被覆盖, 减少水土流失, 持续改善区域生态环境^[5]。

4.2 加强基本农田建设

实施最严格的农田保护制度, 保证现有基本农田总量平衡。同时根据区域农业人口增长趋势, 对交通方便、土层较厚、地面坡度 10°~20° 的坡耕地实施坡改梯工程, 有水源的地方将其改造为梯田, 有效控制坡耕地水土流失, 提高土地生产力; 对未进行坡改梯的坡耕地采取等高耕作、垄沟耕作保土耕作措施, 减轻水土流失。在坡改梯和经果林建设区域坚持田、林、路、沟、渠、池综合治理, 强化坡面水系工程建设, 蓄排径流, 减少坡面侵蚀, 改善农业生产条件。对现有塘堰进行综合整治, 充分发挥其蓄水保土的功能; 在重点侵蚀沟道口修筑拦沙坝, 在次沟内修筑谷坊, 通过层层拦蓄构筑沟道综合防御体系^[6]。

4.3 开展能源替代示范和流域面源污染控制工程

在农村大力开展能源替代示范和流域面源污染控制示范工程, 鼓励农民更新能源利用结构, 改善农村人居环境, 减轻农民生活用能对林地植被的破坏而造成的水土流失, 以及由水土流失造成的水体污染^[7]。

4.4 建立水土流失监测系统

建立完善的库区水土流失监测系统及机制, 充分发挥监测系统的作用, 应用科学的技术方法, 加强对重庆市三峡库区水土流失的动态监测, 及时掌握水土流失的变化特征和趋势, 了解治理成效, 为加快水土流失治理, 提高治理效益提供科学依据, 使重庆市三峡库区水土流失防治工作取得更好效果^[8]。

表 4 重庆市三峡库区水土流失类型区划分表

类型区		土地总面积/ km ²	水土流失面积		行政区域
一级分区	二级分区		面积/km ²	比例/%	
Ⅰ 重庆市三峡库区盆地周山地中、低山水土流失类型区	Ⅰ ₁ 南大巴山中山中轻度水土流失类型区	5416.71	2713.90	50.10	开县北部、巫溪大部分、巫山中北部
	Ⅰ ₂ 巫山—齐跃山中、低山强中度水土流失类型区	5015.02	2681.96	46.52	巫山南部、奉节南半部、云阳南端、万州东南部
	Ⅰ ₃ 大娄山—武陵山低、中山中轻度水土流失类型区	7105.48	2823.42	39.74	石柱大部分、丰都东南部、武隆大部分、涪陵东部
	合计	17537.21	8219.27	46.87	
Ⅱ 重庆市三峡库区平行岭谷低山丘陵水土流失类型区	Ⅱ ₁ 库区东段平行岭谷低山丘陵强中度水土流失类型区	12011.28	8138.44	67.76	开县大部分、巫溪县南端、巫山县东端、奉节县北半部、云阳县大部分、万州区东部和北部
	Ⅱ ₂ 库区中段平行岭谷低山丘陵中度水土流失类型区	5078.17	3020.29	59.48	万州区东南端局部地区、忠县全部、丰都县中北部、涪陵区北部
	Ⅱ ₃ 库区西南段平行岭谷丘陵山地轻中度水土流失类型区	4362.11	1621.59	37.17	涪陵中南部、巴南区东南部、江津区东南部
	Ⅱ ₄ 库区西段平行岭谷低山丘陵中轻度水土流失类型区	7169.76	2870.57	40.04	涪陵南部局部地区、长寿区、巴南区西北部、江津区西北部、北碚区、渝北区、沙坪坝区、江北区、渝中区、南岸区、大渡口区、九龙坡区
	合计	28621.32	15650.89	54.68	
重庆市三峡库区总计		46158.53	23870.16	51.71	

5 结 论

重庆市三峡库区是我国水土流失最严重的地区之一。这一区域的水土流失问题直接影响整个三峡库区生态环境质量和三峡工程的安全。动态变化分析也表明 1995 年以来的 10 多年里,这一区域水土流失的治理工作取得了一定效果,水土流失在一定程度上有所减轻。但目前,重庆市三峡库区水土流失的面积和强度仍高于全国平均水平和相邻地区。同时,重庆市三峡库区的水土流失也表现出一定的空间分异特征,总体上渝东北地区最为严重,根据区域水土流失情况的差异性,可以分为 2 个一级类型区和 7 个二级类型区,不同的类型区内水土流失特征表现出一定的差异。就这一区域而言,生态恢复工程、基本农田改造工程、能源替代和面源污染控制工程,以及水土流失监测系统是防治本区水土流失,提高水土保持效益的有效措施。

参考文献:

[1] 张生,朱诚.长江流域水土流失及其对洪灾的影响[J].水土保持学报,2001,15(6):9-13.

[2] 赵俊华,龙凤.三峡库区水土流失动态变化分析[J].中国水土保持,2004(2):19-20.

[3] 钟冰,唐治诚.三峡库区水土流失及其防治[J].水土保持研究,2001,8(2):147-149.

[4] 张春梅,卢玉东,王农.重庆市三峡库区水土流失现状与防治对策[J].水土保持科技情报,2005(3):33-35.

[5] 陈治谏,刘邵权,杨定国,等.长江上游水土流失与防治对策研究[J].水土保持学报,2000,14(4):1-11.

[6] 黄闰泉,张风,夏剑萍.鄂西三峡库区移民区水土流失防治对策[J].水土保持学报,2000,14(5):45-48.

[7] 任朝霞,杨达源,任福文,等.三峡库区生态环境与可持续发展[J].水土保持通报,2003,23(2):66-69.

[8] 熊平生,谢世友,莫心祥.长江三峡库区水土流失及其生态治理措施[J].水土保持研究,2006,13(2):272-273.