

长江三峡工程库区

滑坡与泥石流研究

杜榕桓 刘新民 袁建模 李天池 编著

中国科学院成都山地灾害与环境研究所
中国科学院西南资源环境综合研究中心

四川科学技术出版社

A STUDY ON LANDSLIDE AND
DEBRIS-FLOW IN THE RESERVOIR
AREA OF THE THREE GORGES PROJECT

长江三峡工程库区

滑 坡 与 泥 石 流 研 究

A STUDY ON LANDSLIDES AND DEBRIS-FLOWS
IN THE RESERVOIR AREA OF THE
THREE GORGES PROJECT

杜榕桓 刘新民 袁建模 李天池

(中国科学院成都山地灾害与环境研究所)

(中国科学院西南资源环境综合研究中心)

四川科学技术出版社

1990·成都

责任编辑: 孙 特
封面设计: 朱德祥
技术设计: 康永光
责任校对: 王初阳

长 江 三 峡 工 程 库 区 滑 坡 与 泥 石 流 研 究

杜榕桓 刘新民 袁建模 李天池编著

四川科学技术出版社出版发行
新华书店重庆发行所经销

(成都盐道街三号)

四川科技出版社资中印刷厂印刷

开本	787×1092mm 1/16	印张	13.625	插页	21	字数	310	千
1991年4月第一版		1991年4月第一印刷		印数	1—3540			册

ISBN7-5364-1348-3/P·21

定 价: 8.95 元

前 言

正在论证中的长江三峡水利枢纽（以下简称三峡工程），其规模之巨大、位置之重要、影响之深远，都将是我国水利建设史上前所未有的。三峡工程既具有发电、防洪和航运等多方面的显著效益，但它亦会对沿江地带乃至全流域的生态与环境带来一系列的影响，故此，引起了国内外各界人士的普遍关注。近年来国内外不少实例表明，大型水利工程对生态与环境的影响是错综复杂的，是人类经济活动对地表作用的生动反映。作为生态与环境重要组成部分的环境地质诸因素，对三峡工程的反映亦甚为敏感。水库蓄水后对环境地质的直接影响表现在：库区滑坡、崩塌、泥石流等山地灾害活动的增强或减弱和岸坡稳定性的变化，坡面侵蚀的加剧或缓和及泥沙来量的多寡、水库诱发地震的大小，以及这些地质灾害的相互影响对水库的反作用；水库工程对环境地质的间接影响，将通过库区城镇迁建、移民安置、矿山开采和开渠筑路等一系列人为经济活动而显示出来。三峡库区位处川鄂交接的山地峡谷区，其现状是山多坡陡，地少人密，垦牧过量，植被稀疏，生态失衡，环境恶化，水土流失严重，滑坡、山崩、泥石流等山地灾害频起，长江干流和支流泥沙来量日趋增加，干旱和洪涝灾害有增无减，所有这些已成为威胁库区环境、干扰移民搬迁、抑制经济开发的严重障碍。三峡工程的兴建和库区人类经济活动的发展，必将进一步加剧上述灾害的活动范围和危害程度。因此，从生态与环境的角度，剖析三峡库区人地关系的历史、现状和未来，综合分析这些灾害的来龙去脉和发展趋势，探寻防治对策，在实践上和理论上都是至关重要的。

我们有幸参加了由国家科委下达、由中国科学院负责主持的三峡工程前期重大科研项目“长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究”，该项目分设11个二级课题和64个三级课题¹⁾，我们承担了其中的“三峡工程与库区环境地质的相互影响及对策研究”二级课题的研究任务。本二级课题由8个三级课题组成，它们是：①三峡库区滑坡对水库的影响研究、②三峡工程库岸滑坡体对大坝和库区影响的计算、③三峡工程与泥石流相互影响的预断评价和对策、④三峡工程对危岩体和边坡稳定的影响评价、⑤三峡库区及周围地区土壤侵蚀对库区泥沙来源的影响及其对策、⑥三峡库区泥沙来源及演变趋势、⑦三峡水库诱发地震可能性研究、⑧三峡工程库区及邻近区重力场和形变场的研究等。参加研究的单位除本书署名者外，还有中国科学院测量与地球物理研究所、武汉岩土力学研究所、南京土壤研究所、成都分院数理研究室和国家地震局地震研究所等。通过三年（1984—1986）的考察、典型区调查、

1) 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组编，1987，长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集，第1115—1126页，科学出版社。

重要江段或沟坡的定位观测和动态监测，并辅以室内试验分析，取得了大量珍贵的资料和数据，按合同与计划要求，提交了相应的专题研究报告。我们的初步成果，得到了中国科学院三峡科研项目专家评审组的认可和好评，报告提供的资料、数据、结论和对策意见，对三峡工程的宏观决策和各类灾害的防治，均有重要的参考价值。三峡库区滑坡泥石流研究，荣获中国科学院1988年度科学技术进步二等奖。

本书（只含滑坡和泥石流两个专题）系在完成上述课题任务和专题报告的基础上进一步深入总结的科研成果。基本上按各自的学科特点和考察所得，全面系统地总结了三峡库区滑坡和泥石流的形成、分布、运动、特征、趋势及其与三峡工程的相互影响，提出了相应地防治对策，并就生态与环境的有关问题进行了讨论。在总结过程中，我们注重了如下几方面的结合，即：宏观与微观、定性与定量、静态与动态、自然与社会、理论与应用等的结合，并重视了对环境地质诸因子之间，以及环境地质与生态、环境诸因子之间相互关系的综合分析。这些研究成果和学术报告，有的填补了该区研究上的空白，有的在以往工作的基础上取得了突破性的进展。本书主要反映以三级课题为单元的研究成果和他们各自得出的结论，并进而在三峡工程与环境地质诸因子之间相互影响的利弊得失方面，也各自提出了明确的回答和量化的科学数据。我们汇众家于一集，基本上保持各原作者的意见，不强求观点上的一致，以利百家争鸣，兼听有益。

综观当前国内外资料，可以认为，就一项大型水利工程而言，对包括环境地质灾害在内的生态、环境问题与水库的相互影响，开展如此广泛而深入的系统研究，在国内外均属罕见。三峡库区发育有数百处滑坡岩崩和泥石流，这些活动性的山地灾害，每年将大量泥沙石块拥向库区，是库区推移质的主要供给者；库区以上约100万平方公里的流域内，因坡面侵蚀和重力侵蚀而产生的数以亿吨计的泥沙，源源不断地汇聚于江道之内，是三峡库区悬移质的主要供给者；三峡水库库首区的庙河——香溪库段和巴东附近，是未来水库诱发地震的地段，估计其地震强度约在5.5级左右。这些山地灾害的频起和迭加及其与川东、鄂西暴雨的遭遇，将给未来三峡水库带来巨大的压力和风险。对这些问题的系统研究和综合分析，并有针对性地提出防治对策，是环境地质学科与水利工程实践紧密结合的有益尝试。但由于环境地质灾害涉及的范围广，影响的因素多，国家科委下达此项任务要求高、难度大、时间短，加之主观上限于我们的经验和水平，客观上受经费少、时间短等条件的限制，因而，还有不少工作将有待进一步深入研究，我们的这次总结难免有遗漏和谬误之处，恳望各界人士和广大读者批评指正。

我们的环境地质专题和分专题的考察研究工作以及本书的总结工作，是在中国科学院“长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究”项目领导小组的组织协调下进行的，项目领导小组办公室给予多方面的具体帮助，中国科学院成都山地灾害与环境研究所也对我们的专题工作以多方面的支持；在野外考察工作中，所到之处，还得到三峡库区川、鄂两省各地、县、市有关部门和长江航运部门的大力支持；在本书撰写和出版过程中，中国科学院西南资源环境综合研究中心在经费上惠予资助，又得到四川科学技术出版社和喻瑞卿、孙特等同志的热情帮助；中国科学院成都山地灾害与环境研究所程康、段金凡同志协助本书英文的译校工作。对于他们的支持和帮助，统志于此，谨致谢忱。

杜榕桓

1989.6.20于成都

内 容 简 介

本书旨在围绕长江三峡工程的兴建方案，从滑坡与泥石流专题进行论证的科学总结，系在1985—1987年实地考察的基础上，辅以室内实验研究而写就。全书共分三个部分，全面系统地阐述了长江三峡工程库区及上游自然环境背景、人类经济活动对滑坡与泥石流灾害等产生和发展的影响；剖析了滑坡、泥石流的形成机理、活动特点、发育模式、发展趋势，以及水库兴建对它们的影响；结合三峡工程不同蓄水方案，提出了水库蓄水与滑坡和泥石流的相互影响及其整治对策；最后还就环境地质中各不利因素的相互作用及其与三峡工程的利弊关系进行了讨论。该书资料丰富，内容充实，观点明确，对深入研究三峡工程和长江的综合开发均有参考价值。

本书可供环境地质、山地灾害、国土整治、流域开发、水利工程、生态环境、水土保持工作者和有关大专院校师生参考。

目 录

前言

第一部分 三峡库区滑坡研究

三峡库区自然环境概述	3
三峡库区滑坡分布特征及其分类	11
三峡库区历史上的滑坡灾害	21
三峡库区地质环境因素对滑坡发育的敏感性分析	25
三峡库区可变自然环境因素对滑坡发育的影响	32
三峡库区人类经济活动对滑坡发育的影响	44
三峡库区滑坡形成机制及发育模式	50
三峡库区滑坡崩塌危险地带预测	64
三峡库区滑坡崩塌产生的环境效应分析	71
三峡库区滑坡防治对策	77
遥感技术在三峡水库滑坡研究中的应用	83

第二部分 三峡库区泥石流研究

三峡库区泥石流综述	94
三峡库区泥石流形成的自然环境	110
三峡库区泥石流的动态监测	115
三峡库区泥石流流量分析计算	121
物理化学因素对三峡库区泥石流活动的影响	142
三峡库区泥石流堆积的某些特征	158
三峡库区泥石流与水库相互影响的评价	163
三峡库区泥石流防治对策	167
奉节县地理环境与泥石流初探	170
三峡库区泥石流沟一览表	177

第三部分 滑坡泥石流和其它环境地质因素与三峡工程相互影响的综合分析

三峡江段系古滑坡岩崩多发区,近年来岸坡失稳和古滑坡岩崩体复活迹象明显,巨型滑崩现象频起,酿成重灾,对三峡库区环境有严重影响	190
三峡江段现阶段泥石流活动属中度偏轻程度,但因生态与环境的恶化,泥石流灾情有加重趋势,对未来三峡库区的影响不容低估	192
三峡库区及长江上游区域,地表重力侵蚀和水力侵蚀日益严重,泥沙来量增大的趋势在短期内难以逆转,水库蓄水将加速泥沙淤积,泥沙问题将是三峡工程成败的关键所在	195
三峡库区生态环境脆弱,人地关系紧张,环境地质各不利因素的相互影响和综合作用,将会对未来三峡工程和库区社会环境带来麻烦	198
几点建议	203

CONTENT

Preface

Part I Research on Landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project

A general outline of the physical environment in the reservoir area of the Three Gorges Project	3
Distribution features and classification of landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project	11
Disasters caused by landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project	21
Analysis of the sensitivity of geological and environmental factors to the development of landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project	25
Impacts of variable physical and environmental factors upon the development of landslides in the reservoir area of the Three Gorges project	32
Impacts of economic activities of human being upon the development of landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project	44
Formative mechanisms and development models of landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project	50
Prediction of danger zones of landslides and falls in the reservoir area of the Three Gorges Project	64
Analysis of the environmental effect of the occurrence of landslides and falls in the reservoir area of the Three Gorges project	71
Prevention measures against landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project	77
Application of remote sensing technique to the research on landslides in the reservoir area of the Three Gorges Project	83

Part II Research on Debris flows in the reservoir area of the Three Gorges Project

A general outline of debris-flows in the reservoir area of the Three Gorges Project	94
Physical environment of the formation of debris-flows in the reservoir	

area of the Three Gorges Project	110
Dynamic monitoring of debris-flows in the reservoir area of the Three Gorges Project	115
Analysis and calculation of discharges of debris-flows in the reservoir Parea of the Three Gorges Project	121
Impacts of physical and chemical factors upon debris-flow activities in the reservoir area of the Three Gorges Project	142
Some deposition features of debris-flows in the reservoir area of the Three Gorges Project	158
Assessment to the interaction between the reservoir and debris-flows in the reservoir area of the Three Gorges Project	163
prevention measures against debris-flows in the reservoir area of the Three Gorges Project	167
An initial study on the geographical environment and debris-flows in Fuling County, Sichuan province	170
A list of debris-flows in the reservoir area of the Three Gorges Project.....	177

Part II Discussions on the Topics Concerned

Discussion on the interaction between landslides and debris-flows and the Three Gorges Project.....	190
--	-----

第 一 部 分

三 峡 库 区

滑 坡 研 究

三峡库区自然环境概述*

一、区域地质构造轮廓

库区跨越川鄂中低山峡谷及川东平行岭谷低山丘陵区,北屏大巴山脉,南依川鄂高原。地质构造上包括新华夏构造体系第三沉降带之川东褶皱带,第三隆起带之川黔湘鄂隆起褶皱带及大巴山弧形褶皱带和淮阳山字型构造体系的盾地和砥柱。据区域资料,巨大的晋宁运动使库区及其外围的前震旦系普遍发生褶皱和变质,并伴以大规模的岩浆活动,从而奠定了川东鄂西地质构造发展的基础。印支运动结束了川东鄂西的海洋环境,并继续沿中生代沉降带接受巨厚的陆相红色沉积。燕山运动是区内一次规模巨大的造山运动,它使震旦系以来的沉积盖层发生强烈褶皱和断裂,同时又改造和干扰、破坏了前震旦系古老的地质构造形态,并结束了四川盆地和秭归盆地的沉积历史。燕山运动以后,区内表现为大面积间歇性差异抬升,地壳日趋稳定。

1. 川东褶皱带,展布于库区七曜山背斜以西,由一系列底平翼陡宽度大的屈状向斜和紧凑狭长的高背斜相间排列,组成隔档式构造。构造总体方向在重庆一带约东 15° 北,涪陵、丰都一带北 15° — 40° 东,至忠县襄渡场以东,由北北东逐渐转变成近东西向,消失于七曜山背斜北西翼巴东组地层内。

2. 川鄂湘黔隆起褶皱带,展布于七曜山背斜以东至湖北巴东县。构造线总体方向为北北东,于黄陵背斜南部,秭归向斜的西部转为近东西向。其形迹以斜列褶皱为主,北端逐渐收敛,过秭归盆地后,褶皱微弱,与淮阳山字型西翼反射弧发生重接复合。

3. 淮阳山字型西翼反射弧,分盾地和砥柱两部分。盾地—秭归向斜构造盆地,构造形迹微弱,构造轴向北 10° — 20° 东,由于受新华夏系构造的干扰,轴线发生“S”变形。砥柱—黄陵背斜,轴向北东 17° ,全长120公里,东西宽85公里,南北两端倾没角小于 15° 。据现今长江河谷两岸发育有10级阶地和近期水准测量资料,黄陵背斜一直处于间歇性抬升,其上升速率约2—4毫米/年。

4. 大巴山弧形褶皱带,位于库区东段北部,褶皱轴线为近东西向或北西向,弧顶向南突出,轴面多向北和北东倾斜,南翼岩层倾角可达 30° — 45° 。

奉节瞿塘峡背斜以东至巫山巴东一带为上述四大构造体系交汇复合的部位,历史上就是滑坡、崩塌作用强烈的地带。

二、地层及岩性

三峡库区出露地层较齐全,大致以四川奉节为界分东西两区。西区为中生代侏罗系红色碎屑岩类所组成,局部出露三叠系嘉陵江灰岩;东区以古生代、中生代碳酸盐类地层为主,夹红色碎屑岩(秭归盆地)及煤层,黄陵背斜出露震旦系碳酸岩及碎屑岩类,前震旦系变质岩及岩浆岩。库区缺失古生代志留系上统、泥盆系下统、石炭系上统。

库区沿长江两岸的河流阶地或山麓平台有零星分布的第四系冲洪积、坡崩积、风化残积层、古滑坡、古崩塌堆积层。据新滩、马家坝、鸡扒子等地钻孔揭露最大厚度达80米以上。

与崩塌滑坡有关的软弱夹层是高阶地灰白粘土层(Q_p);侏罗系砂泥岩互层中的泥岩层(J_1-J_3);三叠系须家河组的页岩夹煤层(T_3);巴东组(T_{2b})泥灰岩,砂岩夹泥岩;二叠系(P)炭质页岩夹煤层,志留系(S)页岩等。

三、河谷地貌

库区长江干流河谷受地质构造、岩性等因素的控制,形成各种不同类型的河地貌景观,以奉节白帝城为界,东西两段截然不同。

东段:河谷长160余公里,除坝址至庙河为结晶岩组成的低山丘陵宽谷外,绝大部分的河段是以碳酸盐岩为主组成的中低山峡谷与砂岩、粘土岩组成的较宽缓河段呈藕节状相间出现。碳酸盐组成的峡谷(即举世闻名的三峡),两岸峭壁对峙,谷坡高达1000余米以上,江面宽200—250米,而位于宽谷段,两岸地势开阔,江面宽300—400米左右,谷坡高300—500米,而河谷两岸时有阶地分布。

西段:长约440公里,主要是侏罗系、碎屑岩组成的低山丘陵宽谷地形,奉节—涪陵之间长江干流河谷沿宽缓的向斜核部发育。江面开阔,一般宽400—1000米,坡高150—300米,河谷两岸阶地比较发育。涪陵至重庆间,长江干流横切多个狭窄背斜和宽缓向斜,呈现宽谷夹短小峡谷地貌景观。

据区域资料,中生代末期的燕山运动造就了现今川东鄂西褶皱山地的地貌骨架,并由此揭开了地貌发育史的序幕。燕山运动以后,地壳趋于长时间的间歇性抬升,区域地貌经历几个发育阶段,相应的形成多级夷平面,即传统地貌学上称之为鄂西期夷平面和山原期夷平面。

在四川盆地东部称之为盆地期和盐井口期。每一期夷平面按其形态,分布海拔高程及形成时代的不同,划分出两个亚期。

早更新世末—全新世之初地壳又一次强烈抬升,抬升中有间歇性特点。原始长江归槽定位,在最低一级夷平面的基础上迅速下切(即三峡期)原始长江所经背斜山地之处形成深切峡谷,经向斜山地之处形成6—10级宽缓阶地。时至今日,这种作用并没有平息下来,它反

映在早期夷平面之间和各阶地之间折坡陡坎地带，地裂缝在扩张，老滑坡在复活，新滑坡在发育，最终酿成谷坡后退，冲洪积扇向前延伸。

由于川东鄂西山地塑造地貌形态的各历史阶段，内外动力存在明显的差异，因此各夷平面及阶地的分布高程形成时代也不尽相同，现就川东鄂西各地质历史阶段地貌形成时代及分布高程列表于后（表1—1）

夷平面时代及高程对比

（表1—1）

位 置		四川盆地东部		位 置		三 峡 地 区	
分 期		夷平面形成时代	分布海拔(米)	分 期		夷平面形成时代	分布海拔(米)
期	亚期			期	亚期		
盆地期	第一亚期	白垩纪末期	1200—1300	鄂西期	第一亚期	白垩纪末期	1800—2000
	第二亚期	早第三纪末	1200—1250		第一亚期	早第三纪末	1300—1600
盐沟期	第一亚期	晚第三纪末至早更新世	900—1000	山原期	第一亚期	晚第三纪末至早更新世初	1000—1200
	第二亚期	早更新世	650—750		第二亚期	早更新世	800—900
峡谷期		早更新世末至今为各级阶地形成时期	600以下	三峡期		早更新世末至今为各级阶地形成时期	800以下

四、新构造活动特征及地震

库区及其外围新构造活动是以大面积间歇性差异抬升为特征的。主要表现如下：

1. 两级古夷平面的存在和多达5—10级河流阶地；
2. 河流阶地在云阳以下开始隆升，级差增大；以奉节、巫山为最高点，向东向西逐步下降；云阳以上的阶地级差相对较小，抬升幅度亦小；
3. 云阳以下山体相对高差达1000米以上，“V”形谷、障谷、隘谷随处可见，山麓平台重力堆积物俱存。云阳以西，地势逐渐缓和，地表相对高差逐渐降低，至万县以上相对高差仅200—300米，河谷开阔，河曲发育。
4. 历史上库区少有破坏性地震记载，但是近代地震的频度和强度有所增加，1979年5月22日秭归县龙会关发生了5.1级地震。云阳以上最大的地震莫过于1983年12月5日万县新田地震，震级3.8级。

据国家地震局地震资料记录，库区以弱小震活动为主（表1—2）。

值得指出的是，据《归州志》记载：公元1029年（天圣七年）地震，秭归山崩，堵江二

三峡库区及外围近20年来地震资料一览表

(表1—2)

编号	发震时间	震中位置	震级(M _s)	编号	发震时间	震中位置	震级(M _s)
1	1961年3月8日	宜都潘湾	4.9	9	1977年3月7日	秭归泄滩	1.9
2	1969年1月2日	康马良坪	4.8	10	1977年3月23日		2.1
3	1970年10月14日	钟 祥	4.0	11	1979年5月22日	秭归龙会关	5.1
4	1971年7月17日	远安瓦仓	3.2	12	1981年7月5日	当阳峡口	3.8
5	1971年7月14日		3.1	13	1983年2月5日	荆门罗集	2.9
6	1972年3月13日	秭归周坪	3.3	14	1983年8月12日	万源附近	4.2
7	1973年10月10日	荆 门	3.9	15	1983年12月5日	万县新田乡	3.8
8	1974年8月3日	远安祥坪		16	1983年12月13日	重庆巴县之间	3.4

十余年才疏通。黔江县志记载, 1856年6月10日距黔江32公里的黔江断裂带与建始彭水断裂带之间发生5.5级地震, 因地震诱发大路坝滑坡堵江, 形成著名的小南海保存至今, 蓄水7000万立方米。上述文献资料是我们研究库区地震滑坡的响导。

五、库区气象水文特征

库区长达600公里的范围内, 属亚热带季风气候。总的特点四季分明, 日照少, 湿度大, 夏季炎热多雨, 且多以暴雨形式出现, 冬春多雾。由于受长江深切河谷的影响, 区内各气象要素存在着明显差异性, 形成川东鄂西立体气候。在长江河谷地带, 多年平均气温17.9℃, 极端最高气温43.5℃(丰都1972年8月26日), 极端最低气温-1.2℃(万县1974年2月8日)。据巫山气象资料, 巫山地区每增高100米, 年均温递减0.66℃。

库区多年平均降雨量1131.03毫米。年内降雨量分配不均, 11、12月至次年1、2月降雨量少, 占年降雨量25—30%, 3—9月占全年总降雨量的60—70%, 年最大降雨量1752.6毫米(云阳), 年最小降雨量623.4毫米(秭归), 见(表1—3)。最大与最小相差1129.2毫米。年均降雨量在长江河谷, 由重庆至秭归(下游)有减小的趋势, 特别是进入三峡深谷以后, 年均降雨量在1100毫米以下, 降雨量由长江河谷向两岸谷坡逐渐增大。据巫山气象站资料, 海拔每增高100米, 年均降雨量增加55毫米, 如巴东县黄土坡站(长江河谷)的年均降雨量为1080毫米, 南部绿葱坡站最高达2640毫米, 北部的堆子站为1351毫米。

库区异常的暴雨、久雨天气形式比较突出。据巫山县气象局资料, 1951—1981年的31年内, 共出现暴雨(日雨量大于50毫米的)95次, 平均每年3.06次, 其中出现在5—9月的占暴雨总数的94%, 全年一日最大降雨量达141毫米(1964年5月24日)。1984年6月12日—14日, 48小时内降雨166.1毫米, 日暴雨量普遍大于50毫米(表1—4)

库区降雨量统计表

(表1-3)

站名	期 限 (年)	月 平 均 降 雨 量 (毫米)												多年平 均降雨 量 (毫米)	最大平均 降雨量 (年)	最小平均 降雨量 (年)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
重庆	1965—1970	22.80	21.90	39.20	91.40	171.70	150.40	172.10	141.50	199.70	113.30	55.20	25.10	1204.30	1378.30	783.20
															1968	1961
长寿	1971—1980	19.10	15.60	45.10	135.70	185.10	196.70	99.90	132.20	151.70	102.70	48.50	25.50	1157.80	1329.90	967.60
															1972	1976
涪陵	1971—1980	13.10	16.20	49.10	143.60	180.80	193.60	111.50	96.60	145.00	117.60	50.90	22.60	1140.20	1363.40	955.70
															1973	1976
丰都	1971—1980	11.90	16.90	58.70	131.20	169.90	177.70	106.90	92.40	139.10	100.00	50.80	19.10	1074.60	1250.50	883.40
															1980	1976
忠县	1960—1980	16.70	23.30	61.10	112.00	170.60	174.60	151.00	114.30	164.90	99.40	59.90	24.20	1172.10	1471.10	913.40
															1975	1978
万县	1972—1980	11.70	15.50	58.30	118.20	185.90	238.50	186.80	129.70	201.00	98.70	44.40	21.20	1309.90	1674.40	840.00
															1979	1976
云阳	1957—1979	9.90	14.80	50.30	107.50	171.60	158.50	171.00	142.40	168.20	91.00	41.60	18.00	1149.30	1752.60	
奉节	1953—1979	13.20	19.90	56.10	110.20	172.60	145.40	147.10	112.50	148.50	87.70	43.80	20.30	1077.30	1407.60	721.60
															1979	1953
巫山	1960—1979	7.70	19.30	55.80	89.00	161.20	133.00	153.80	123.90	153.00	87.40	48.80	26.30	1059.40	1351.60	761.50
															1979	1962
巴东	1937—1965	14.90	26.40	53.80	89.90	148.90	159.10	178.30	145.90	126.00	76.30	42.60	18.20	1080.00	1954.00	694.80
															1937	1966
秭归	1955—1963	15.10	25.80	50.20	91.70	134.80	148.30	167.30	131.20	101.10	71.80	39.90	19.80	996.70	1428.60	623.40
															1963	1936

1986年7月14日凌晨2时—16日14时,秭归县沙镇溪狭西营一带,60个小时内降雨173毫米,其中15日20时—16日8时,计13个小时内的暴雨量达133.6毫米。由于降雨时间长,雨量集中,至使马家坝古滑坡全面复活。因暴雨滑坡而造成的经济总损失449.24万元。

1982年7月中一下旬,奉节县所属各区普降暴雨。7月10日上午—7点,1小时降雨量为58.5毫米,7月15日晚—18日白天,奉节县除芝麻田,平皋一小块暴雨量为106—169毫米外,其余各区虽降雨量均200毫米以上,其中公平、朱衣、吐祥、安坪等区达250毫米,安坪最大达334.7毫米,羊市乡竟达432毫米。这次降雨16日白天至晚上强度最大,雨量在110毫米以上。羊市乡16日晚上12小时降暴雨196.8毫米,24小时暴雨量252.7毫米,7月20—24日,该县以竹园为中心雨量为303.6毫米,其中20日的雨量为195.7毫米,20日下午2—8时仅6小时降雨108毫米。7月26日晚上至29日白天,全县除城关外,降雨量均在100毫米以上。

巫山县历年各月和全年一日最大降雨量

(表1-4)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
一日最大降雨量(毫米)	17.9	32.8	39.2	63.9	141.4	65.0	97.5	82.0	85.2	59.4	39.3	24.6	141.4
出 现 年	1971	1960	1966	1968	1964	1968	1979	1974	1973	1977	1963	1965	1964

全月除平旱, 芝麻田局部地区雨量在450毫米以外, 其余各区月降雨量均在540毫米以上, 其中竹园、公平、朱衣、茅草坝等在700—740毫米之间, 相当于全年降雨量的一半以上, 与历史上年降雨量最少的1953年721.6毫米相接近。

这次特大暴雨过程, 造成历史上未曾有过的特大洪灾。大小溪河水位陡涨, 长江洪水位7月31日达124.5米。全县出现滑坡塌山达11582处。

除上述三峡地区外, 在川东沿河谷两岸暴雨也相当强烈。据忠县水土保持规划资料的统计自1951—1980年的30年内, 日降雨量大于50毫米的暴雨达109次, 年均3.6次, 其中大于100毫米的12次, 平均两年半一次。1979年9月22日的日最大降雨量197.1毫米而形成特大洪灾和暴雨滑坡, 全县伤亡160余人。

三峡库区以长江为主干, 支流水系也相当发育, 有大小溪流200余条, 总的呈树枝状、羽毛状、格子状。长江由西向东绕四川盆地南缘, 穿越十多个背斜山地, 形成峡谷与宽谷相间的地貌景观, 峡谷最窄处仅100余米, 如瞿塘峡、巫峡、西陵峡, 宽谷两岸地势开阔, 丘陵起伏。河谷最宽处达2000余米。据沿江12个水文站资料统计, 洪水期多出现在6—9月, 最大洪峰流量(巴东)70600立方米/秒, 最小枯水流量仅2780立方米/秒(奉节), 枯洪流量对比相差42800立方米/秒。水位变幅22.5—54.3米, 平均水位变幅39.53米(表1-5、表1-6)。

历年最大、最小洪峰流量对比表

(表1-5)

站 名	重 庆	涪 陵	忠 县	万 县	奉 节	巴 东	月 份
最大洪峰流量(m^3/s)	657000	64360	69500	69500	69500	70600	6—9
出现时间(年、月)		54.8	74.8	74.8	74.8		
最小枯水流量(m^3/s)	2780	2940	2790	2770	2730	5500	
出现时间(年、月)		52.3	74.3	74.3	78.3		

长江最大水位变幅对比表

(表1-6)

站 名	重 庆	涪 陵	忠 县	万 县	奉 节	巫 山
最大水位变幅(米)	22.5	28.0	44.41	37.88	49.99	54.43

综上所述, 长江河谷地带, 降雨量丰富, 降雨集中, 时有暴雨出现, 是区内触发崩塌、滑坡产生的重要因素。长江河谷深切, 水系发育, 河流水网的剧烈切割, 为库岸崩塌滑坡的