

# 三峡库区地质灾害发展趋势及其减灾对策

彭 涛, 徐 刚<sup>\*</sup>, 夏大庆

(西南师范大学资源与环境科学学院, 重庆 北碚 400715)

**摘 要:** 三峡库区是我国地质灾害最严重的地区之一。库区地质灾害的活动状况, 不仅影响三峡水库的运行安全, 而且还关系到库区人民群众的生命财产安全, 必须要防患于未然。在研究三峡库区地质灾害主要特点及其成因的基础上, 对库区蓄水后库岸再造过程和人类不合理活动可能引发地质灾害的发展趋势作了比较全面的分析; 认为, 三峡水库蓄水后, 库岸地质灾害和人为诱发的地质灾害将相对增加, 并呈现出阶段性。提出了三峡库区地质灾害的减灾对策。

**关键词:** 三峡库区; 地质灾害; 发展趋势; 减灾对策

**中图分类号:** P694

**文献标识码:** A

三峡库区是指受三峡工程淹没影响的地区, 介于  $106^{\circ} 50' \sim 110^{\circ} 50' E$ ,  $29^{\circ} 16' \sim 31^{\circ} 25' N$ , 包括湖北省宜昌市、秭归县、兴山县、巴东县和重庆市巫山县、巫溪县、奉节县、云阳县、万州区、开县、忠县、石柱县、丰都县、涪陵区、武隆县、长寿区、渝北区、渝中区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、大渡口区、南岸区、巴南区、北碚区、江津市等 26 个县(市、区), 面积  $5.42 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 总人口 1 962. 12 万人(2001 年)。库区北靠大巴山, 南依云贵高原北缘, 东西长 667 km, 南北宽百余公里; 地质、地貌条件十分复杂; 属亚热带湿润季风气候, 暴雨频繁。

三峡库区一直是地质灾害多发区, 平均每年因地质灾害造成的直接经济损失高达数亿元。2003- 06- 10 三峡水库蓄水至 135 m 水位, 库区水位普遍提高了几十米, 库水位每年涨落达 30 m, 原有的滑坡、崩塌以及岸坡的稳定性将受到影响, 地质灾害发生频率有可能增加; 已完成的地质灾害治理工程将经受时间检验。同时, 三峡水库 175 m 水位以下仍有许多地质灾害点亟待防治处理。因此, 三峡库区地质灾害防治任务仍十分繁重。

## 1 三峡库区地质灾害的特点

### 1.1 类型多, 频度高

三峡水库库区干流长达 690 km, 库岸地质灾害种类繁多, 主要表现为崩塌、滑坡、泥石流等。另外, 还有地裂缝、地面沉降、喀斯特塌陷、地震等地质灾害。同时, 库区人多地少, 由于长期过度开垦, 水土流失严重, 加上移民大量迁建安置, 人为诱发的地质灾害明显增加, 并将在今后 10~ 20 a 形成地质灾害高发期。据统计, 1982 年以来, 库区发生崩塌、滑坡、泥石流多达 70 多处, 规模较大的有 40 余处, 因灾死亡 400 多人。

### 1.2 量大面广、灾害损失重

据统计, 三峡库区规模较大的崩塌、滑坡体达 2 490 多处, 特别是古滑坡分布十分广泛, 直接入长江的大小泥石流沟 90 余条, 致使长达 105 km 的干流库岸处在稳定性差或较差的状态, 一旦时机成熟随时可能出现灾情。2009 年三峡水库蓄水至 175 m 水位时, 约 5 927 km 的干支流库岸线上有欠稳定和不稳定库岸共 172 段约 385 km, 约占岸线长度的

收稿日期(Received date): 2004- 03- 30; 改回日期(Accepted): 2004- 07- 01。

基金项目(Foundation item): 西南师范大学自然地理学博士点开放基金资助(411408) [Supported by doctor foundation for physical geography from Southwest China Normal University(411408).]

作者简介(Biography): 彭涛(1973- ), 男(土家), 湖南保靖人, 硕士研究生, 主要从事山地灾害与可持续发展研究 [Peng Tao, born in 1973, male, Tujia nationality minority, come from Baojing City, Hunan Province, postgraduate student, mainly study on mountain disasters and sustainable development. Tel: 023- 68351005.]

\* 通讯作者(Correspondence author): 徐刚[Xu Gang] E-mail: xuliumin@swnu.edu.cn

7%,崩塌体总体积达  $5.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,前缘高程低于 175 m 的崩滑体约 1 200 处,总体积约  $39 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,约占总库容的 10% 左右<sup>[1]</sup>。1998 年宜昌—江津大范围滑坡及边坡变形,造成 19 个县(市、区)不同程度受灾,受灾人口 8 万余人,死亡 5 人,直接经济损失 6.1 亿元。

## 2 三峡库区地质灾害的成因

### 2.1 地质、地貌因素

三峡库区地处大巴山断褶带、川东褶皱带和川鄂湘黔隆起褶皱带三大构造单元的交汇处,广泛分布中上三叠纪至侏罗纪的砂岩、泥岩,强度较低,遇水易软化、泥化;库区山地占 74%,丘陵占 21.7%,平地仅占 4.3%;山地高程 1 000~1 400 m,均为碳酸盐岩组成,软弱侏罗系紫红色地层被夹在峡谷之间,形成相对平缓开阔的宽谷段,巴东、巫山、秭归县城就坐落在这些地段。另外,近期地壳以隆起为主,河床长期受冲刷、切割侵蚀,库岸变形破坏强烈,库区干支流库岸稳定性较差。

### 2.2 气候因素

三峡库区属亚热带湿润季风气候,是东南季风和西南季风交替影响的地区。库区年平均降水量在 1 000~1 400 mm 之间,两岸山区达 1 600~1 800 mm。降水季节分配很不均匀,5—9 月降水量占全年降水量的 70% 左右。库区暴雨频繁,雨量和降水强度都较大。库区峡谷段山高坡陡,地形险峻,暖湿气流受地形的动力抬升作用明显,易形成局地暴雨,常引发山体滑坡、崩塌、泥石流灾害。

### 2.3 人为因素

#### 2.3.1 人地矛盾突出,水土流失严重

三峡库区人口密度为 362 人/ $\text{km}^2$ ,高出全国平均人口密度 3 倍。由于山地、丘陵多,平地少,土地的人口承载压力很大,人地矛盾十分突出,陡坡种植非常普遍。三峡库区是我国水土流失最严重的地区之一。据资料统计,库区水土流失面积达  $3.46 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,年土壤侵蚀总量达  $1.53 \times 10^8 \text{ t}$ 。

#### 2.3.2 人类不合理工程活动

三峡水库建设中,库区交通建设、城镇迁建和移民新村建设多系就近后靠迁建。因各种需要进行的高切坡造成坡面的失稳、滑塌;修路、建房、平整场地等就近向河沟内弃土,既侵占了行洪河道断面,造成地表排水不畅,又容易形成新的滑坡、泥石流。

## 3 三峡库区地质灾害的发展趋势

三峡水库蓄水后,由于水库运行调节,水位变动幅度和频次将远比蓄水前长江汛期水位变幅大和频次高,库岸侵蚀强度增大,加上库区人口众多以及库区城镇迁建全面展开,客观上为地质灾害的发生创造了条件,据此诱发并潜伏下来的地质灾害隐患需要引起足够重视。本文从以下几个方面对三峡库区地质灾害的发展趋势进行分析预测。

### 3.1 库岸地质灾害相对活跃

三峡水库总库容为  $393 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,是一个狭长的河床型水库。库区水域的有限增大不会改变库区气候条件,库区三大暴雨中心不变,降雨量、雨型、雨强和暴雨频率不变<sup>[2]</sup>。由此看来,库区地质灾害未来的发展主要受 175 m 水位的库岸再造和人类活动对坡地的影响。

#### 3.1.1 库岸侵蚀加剧

三峡水库蓄水至 175 m 水位时,干支流库岸线长约 5 927 km,库区约  $632 \text{ km}^2$  的土地将淹入水底,岸坡处于新的调整环境。三峡水库蓄水至 135 m 水位后,消落带不断受到涌浪和浸润作用的影响;库岸地下水位显著抬高,使沿江碳酸盐岩体、风化岩体及坡积层土壤含水量由不饱和变为饱和;175 m 高水位长期浸泡(每年长达 4 个月左右),将使岩土内部应力及物理、化学性能发生显著变化,岩土凝聚力及抗剪力大幅度下降,强度急剧降低,岩土软化后容易随着水位变幅而出现库岸失稳、坍塌<sup>[4]</sup>。三峡水库每年涨落 30 m,相当于库区百年一遇洪水水位的涨落,这意味着库水对两岸的侵蚀强度将大大增强。这期间由于水位变幅大,水位降低快,库岸工程地质条件显著变差,库区 26 个县(市、区)将有可能复活和诱发滑坡、崩塌,严重威胁库区人民群众生命和财产的安全。

另外,三峡工程蓄水形成水库后,形成 > 600 km 的“黄金水道”,万吨级船队可从上海直达重庆,年单向运输能力上千万吨,一些支流在蓄水后通航,船舶行驶形成的涌浪对岸坡形成冲刷、侵蚀,日积月累将加剧岸坡侵蚀,加速库岸失稳。另外,风浪常年侵蚀岸脚也会给库岸带来剥蚀影响。

#### 3.1.2 滑坡、崩塌、泥石流等山地地质灾害增加

三峡水库蓄水后,除加剧老滑坡、老崩塌的复活外,还会产生某些新的滑坡、崩塌危险区。据统计,

三峡库区干流体积大于 $1\,000\times 10^4\text{ m}^3$  的超特大型崩塌、滑坡仅 30 个, 却占据总体积的 60% 以上; 不稳定和正在变形的崩塌、滑坡所占的比例较高(表 1), 其中严重和最严重的地段总长 316.5 km, 占库岸的 26.7%。三峡水库以崩塌、滑坡体为库岸的地段, 特别是那些滑坡、崩塌地貌形态明显, 重心位置较高, 蓄水后淹没三分之一的滑坡体的地方危险更大, 这类库岸总长 113.5 km<sup>[5]</sup>。目前, 三峡库区 175 m 高程上下的滑坡稳定性问题非常普遍。水库蓄水后, 由于水面抬高数十米, 水面拓宽 200~ 800 m, 库水对库岸的浸泡作用、冲刷作用和波浪作用加剧, 岩石和土体经水的浸泡、冲刷后, 其强度普遍降

低, 且吸水性越强, 强度降低越大。由散体结构构成的崩塌堆积体和滑坡体, 在受到库水的浸泡和冲刷作用后, 结构很容易被破坏, 变得松散, 降低了滑坡体的稳定性, 可能导致滑坡整体失稳。地貌形态不同, 受到库水作用力的大小也不同。前缘临空面高陡的崩塌、滑坡体, 平均坡度较大, 受到库水的作用力大且多, 当水位下降时, 崩塌、滑坡体所受浮力减轻作用减小, 致使抗滑力减小, 容易使老崩塌堆积体、滑坡体失稳<sup>[6]</sup>。还有, 水库库岸的崩塌、滑坡一般多发生在水库水位骤降时期。由于水位的突然降低, 使库岸所受的各种应力发生变化, 进而引起崩塌和滑坡。

表 1 三峡库区不稳定的大型滑坡、崩塌<sup>[5]</sup>  
Table 1 Instable great landslides and rockfalls in the Three Gorges Reservoir Area

位 置	类 型	体 积 ( $\times 10^4\text{ m}^3$ )	分布海拔 ( m )	位 置	类 型	体 积 ( $\times 10^4\text{ m}^3$ )	分布海拔 ( m )
丰都桃园	崩塌	1 000	140~ 300	巫山水竹园	滑坡	1 900	100~ 400
丰都龙王庙	滑坡	1 000	130~ 300	丰都陈家吊崖	滑坡	2 000	140~ 250
巫山曹家湾	崩塌	1 000	80~ 700	云阳城西	滑坡	2 500	120~ 500
巴东西襄口	滑坡	1 400	100~ 280	奉节白衣庵	滑坡	2 800	160~ 500
奉节三磴子	滑坡	1 500	150~ 320	丰都猫须子	滑坡	3 000	130~ 360
巴东左右沱	滑坡	1 600	140~ 700	秭归马家坝	滑坡	3 000	80~ 700
巴东火焰石	滑坡	1 600	70~ 400	秭归新滩	滑坡	3 000	70~ 900
巴东黄腊石	滑坡	1 600	80~ 700	奉节新铺	滑坡	4 500	90~ 690
巫山鸭浅湾	崩塌	1 700	80~ 500	万州沙河子	滑坡	5 000	145~ 400

三峡库区有大小泥石流沟 271 条, 其中直接汇入长江的 99 条, 另有 172 条分布在草堂河、朱衣河、大宁河及乌江等 17 条支流水系中。<sup>[5]</sup> 库区的泥石流沟分布比较集中, 其中巴东至云阳河段占总数的 86%, 而且多活动性泥石流沟, 成灾较重<sup>[5]</sup>。三峡水库蓄水至 175m 水位后, 由于库区多数泥石流沟形成区的海拔在 200~ 1 200 m 之间, 水库水体对这部分物源区的稳定性不会产生影响。同时, 全库区的库岸再过程开始, 一些原本稳定的斜坡和冲沟, 由于库岸变形失稳将发展成为新的泥石流沟, 并将淹没现有的泥石流堆积扇及部分泥石流的流通区, 将改变坡面泥石流下游段的流动条件和沟谷泥石流的出口堆积条件。还有, 水库蓄水后, 由于水面扩大, 南北两岸部分大河河谷将成为库区的一部分, 部分泥石流支沟将直接汇入水库而成为一级支沟, 原来那些深藏在大河腹地泥石流支沟因受水库水位的影

响而趋于活跃<sup>[2]</sup>。因此, 绝大数泥石流的活动规模蓄水前后变化不大, 但泥石流沟的数量和发生频率将有一定的增长。另外, 就泥石流活动频率而言, 奉节以西库区泥石流活动危害将趋于活跃。就泥石流活动的规模和强度而言, 奉节以东库区蓄水后可能比蓄水前略大, 奉节以西库区则基本不变<sup>[2]</sup>。

3.2 地震、喀斯特塌陷等其他地质灾害问题

根据专家们论证, 三峡库区属弱震区, 水库蓄水后不会诱发“灾害性地震”。但是三峡水库库容量近 $400\times 10^8\text{ m}^3$ , 水深百余米, 由于水库荷载、库水渗漏、库水与岩体物化作用的原因有可能诱发 6 级以下中小地震, 由于这种地震震源浅, 虽波及范围小, 但破坏性大; 地震又是触发滑坡、岩崩和泥石流的巨大潜在动力因素, 若再与历时短、强度大的暴雨同时遭遇, 必将酿成极为严重的灾害<sup>[5]</sup>。因此, 对发生地震的潜在危险性要引起足够重视, 必须要防患于

未然。国外已有 64 次水库地震的报道,我国有 26 次水库地震的记录。还有,三峡库区碳酸盐岩分布较广,喀斯特发育,水库蓄水后还可能引发埋藏型溶洞塌陷。

### 3.3 人为诱发的地质灾害增多

三峡水库蓄水至 175 m 水位时,库区淹没涉及湖北、重庆两省市的 26 个县(市、区),需要迁建 2 座城市,11 个县城及 114 个集镇,城镇迁建在库区沿岸呈带状,粗略统计其总长 300 多 km。城镇迁建中的人为不当活动加剧了库岸失稳,原有的滑坡、崩塌和变形体将受到影响,无疑会诱发地质灾害。(1) 由于移民迁建形成的高边坡十分普遍,原来处于半稳定状态的库岸地段会失稳、滑塌。如顺层切坡就成为困扰巴东、巫山新县城建设的大问题。(2) 城镇迁建区修建了大量的密集建筑物,加大了土地负荷,有些城镇在陡坡(坡角  $> 20^\circ$ ) 上高楼层叠而导致坡体变形,而水库蓄水后沿江下部岩土经水浸泡软化,容易出现“上压下软”的现象而使库岸失稳<sup>[4]</sup>;(3) 不少城镇迁建中的大量弃土处理不当,边坡设计不考虑排水,地表排水不畅,造成水土流失,甚至会形成新的滑坡、泥石流。目前,奉节、巫山、巴东、秭归、兴山都遇到了弃渣问题,它可造成人工滑坡、泥石流,并对长江航道构成威胁和污染,毁坏跨沟大桥等。(4) 不少城镇迁建规划没有严格根据地形、地质环境条件,甚至有些城镇新址位于崩塌、滑坡、泥石流多发区,从而造成大挖大填,影响了库岸的稳定性,并埋下了一些地质灾害隐患。湖北巴东县新城地质情况复杂,地表破碎,坡度陡,因沿江大规模切坡,破坏了岸坡稳定状况,近 3 年来新县城发生了 27 处大的滑坡,总量达  $150 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,造成重大经济损失。

### 3.4 库区地质灾害呈现阶段性

水库蓄水后库岸将经历水位调节范围内的再造过程,还有移民迁建中大量不当的人类活动,库岸将处于蓄水初期的失稳期。因此,一些地质灾害隐患将随着蓄水后显现,地质灾害的数量、发生频率和强度都将会相对增加,在水库蓄水后的 5~10 a 将为灾害高发期,这一过程将延续到 2020 年以后。三峡库区库岸再造过程在经历蓄水初期的失稳期后,将逐渐过渡到新的库岸平衡稳定期,将逐步从蓄水初期的高发期恢复到蓄水前的基本格局。

## 4 三峡库区地质灾害减灾对策建议

在 2001—06 至 2003—06 两年内,国家投入 40

亿元巨资用于三峡库区地质灾害的防治,对影响 135 m 水位的 197 处滑坡,81 处塌岸防护工程以及奉节、巫山、巴东等县城高边坡、超深基础进行了防治和处理。三峡水库蓄水至 175 m 水位后,库区地质灾害的活动环境还将做出一些调整,库区地质灾害的治理仍是一项非常紧迫的任务。三峡库区地质灾害的防治,应坚持全面规划、重点治理、统筹兼顾的原则,力求实现社会、经济和环境的协调发展。

### 4.1 加强库区城镇库岸防护

2009 年三峡水库实现 175 m 水位蓄水后,库区 127 座城镇中蓄水涉及的城镇占 70% 以上。库区城镇是移民迁建安置的重点,人口密集,库区库岸防护关系到城镇和人民群众的生命和财产安全。主要包括<sup>[4]</sup>:(1) 城镇库岸防护重点应是海拔 143~177 m,这是因三峡水库调度方式而每年反复涨退的水位地段,也是库岸最易坍塌、滑移的地段。要根据不同情况,采取工程措施与非工程措施相结合原则,综合运用各种方法,提高城镇防护质量和效益。(2) 库岸防护统筹兼顾,综合治理;库岸防护应与滑坡治理有机结合,标本兼治;库岸防护与新城镇迁建有机协调;尽量减少城镇迁建人为活动不当而影响或造成库岸失稳、滑坡问题。(3) 完善城镇库岸监测网络;加强水库蓄水后重点库岸、库岸防护工程等监测,发现情况及时处理,提高库岸防护监测水平。

### 4.2 完善库区地质灾害信息系统和监测预警系统

三峡库区地质灾害量大面广,随着水库蓄水后,水位波动大,地质灾害可能会增加,这样对库区的监测预警提出了更高的要求。因此,应该尽快完善库区地质灾害信息系统,主要包括<sup>[7]</sup>:(1) 三峡库区地质灾害综合调查;(2) 在综合调查的基础上,建立三峡库区地质灾害信息系统 GIS(数据库、图形库);(3) 研制地质灾害综合评价与区划分析系统,开展地质灾害的区域时空规律预测;(4) 协助政府建立地质灾害信息发布和减灾对策体制;(5) 完善三峡库区突发性地质灾害应急预案。

还有,三峡水库蓄水后,库岸失稳和老滑坡、崩塌体复活,都要经历较长时期的变形和位移过程。所以,应加快完善库区地质灾害立体监测预警网。建立完善的监控系统,对崩滑体变形发展动态进行监测,并实现中期和临滑预报,特别是水库蓄水初期及水库蓄水后 2~3 a 内,监测监控措施尤为重要。目前,已有的库区地质预测预警系统,覆盖面还不够全面,应将新近投入完成治理的和以监测为主要防

治对策的所有的滑坡都纳入监测预警系统,同时要进一步研究适应这种更大规模监测预警工作的技术方法和管理运行体系,特别是加强 GPS 及其他先进监测方法的推广应用和群测群防工作的进一步完善,密切监视岸坡的变形动向,对崩滑等突发性灾害进行超前预报。另外,还应加快建设三峡库区地震遥测专业台网和群众性监测网,提高三峡库区监测、预报地震灾害的水平。

#### 4.3 妥善解决库区移民迁建工程地质灾害问题

三峡水库蓄水至 175 m 水位前,库区第三期还有 60 万移民迁建安置,移民迁建区选址所看好的缓坡地带,多数都有古滑坡存在,这些古滑坡在天然条件多处于稳定状态,但在水库蓄水及移民工程的扰动下很多将会复活,移民工程及水库蓄水活动除诱发一些古滑坡复活外,还会导致新滑坡的发生,特别是巫山、云阳、奉节、巴东等新建城区,尤其要注意解决好因大量的工程活动留下的地质灾害隐患。在库区移民迁建的工程中,三叠系巴东组第二段泥岩、泥质灰岩的工程地质条件最差,凡是在该地层上动土的工程,大多出现了滑坡、崩塌、鼓胀等问题。如巴东黄土坡、官渡口、秭归陶家坡、巫山邓家屋场等地均受到该地层的危害。因此,必须着重解决以下突出的问题<sup>[8]</sup>:(1)顺倾坡和滑坡体的长距离切坡问题。(2)人工高陡边坡问题:一些县城城内大于 8 m 的高边坡累计长度达 7 km 甚至十几公里,而且基本上是“一坡到顶”,又不及时支护。(3)冲沟回填弃渣问题。(4)半淹没区滑坡加固问题:175 m 以下的滑坡稳定性问题在库区非常普遍。水库蓄水后,将软化滑坡体中下部,可能导致滑坡整体失稳,如兴山峡口滑坡、巫山白门坡滑坡等。

#### 4.4 加快库区生态环境建设

三峡库区是我国实施西部大开发战略中生态环境建设的重点地区。目前,库区水土流失严重,生态环境十分脆弱,已影响到三峡水库的运行安全和库区的生态安全。因此,应该加快三峡库区退耕还林的步伐,增加植被覆盖率,搞好小流域综合治理,遏制或缓解水土流失,改善库区生态环境;加大环保投入,建设三峡库区环境保护工程,控制污染,净化环境;建立具有库区地域特色的生态农业,减少地面侵

蚀量,提高土地生产力和商品率,扩大人口环境容量,为土地的复耕及库区移民安置创造有利条件,从而缓和人地矛盾,实现三峡库区社会、经济与生态环境的持续协调发展。

#### 参考文献(References):

- [1] Wang Xuejiang. Landslide engineering relates to success and failure of Three Gorges project. Science Times, 2001-12-11- [王学健. 滑坡工程事关三峡工程成败[N]. 科学时报, 2001-12-11]
- [2] Tan Bingyan. Trend analysis and forecast of debris flow activity in areas around Sanxia Gorge reservoir[J]. *Journal of Natural Disasters*, 2003, 23(1): 91~95. [谭炳炎. 三峡库区泥石流发展趋势的分析预测[J]. 自然灾害学报, 2003, 23(1): 91~95.]
- [3] Chen Guojie, Xu Qi, Du Ronghuan. Research on influence and countermeasures of the Three Gorges project on ecology and environment[M]. Beijing: Science Press, 1995. [陈国阶, 徐琪, 杜榕桓. 三峡工程对生态与环境的影响及对策研究[M]. 北京: 科学出版社, 1995.]
- [4] Huang Dingguo, Ding Yizhang, Liang Fuqing. Problem of reservoir banks protection for towns in the Three Gorges reservoir area[J]. *China Three Gorges Construction*, 1999, 2(4): 10~11. [黄定国, 邓一章, 梁福庆. 三峡库区城镇库岸防护问题[J]. 中国三峡工程建设, 1999, 2(4): 10~11.]
- [5] Du Ronghuan, Liu Xinming, Yuan Jianmo, et al. Research on landslide and debris flow in the Three Gorges reservoir area[M]. Chengdu: science and technology of Sichuan province press, 1990. [杜榕桓, 刘新民, 袁建模, 等. 长江三峡工程库区滑坡与泥石流研究[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1990.]
- [6] Tian Lingjun, Wan Lansheng, Liu Shikai. The stability of reservoir bank in the Three Gorges project[M]. Beijing: science and technology of China press, 1992, 98~100. [田陵君, 王兰生, 刘世凯. 长江三峡工程库岸稳定性[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 98~100.]
- [7] Liu Chuazheng, Yang Bing. A new thought of surveying, evaluating, monitoring and forecasting for the geologic hazards in the Three Gorges on Changjiang river[J]. *Journal of Engineering Geology*, 2001, 9(2): 121~126. [刘传正, 杨冰. 三峡库区地质灾害调查评价与监测预警新思维[J]. 工程地质学报, 2001, 9(2): 121~126.]
- [8] Ying Yueping. Research on geologic hazards of relocation construction reservoir in the Three Gorges reservoir area, the Yangtze River[J]. *The Chinese Journal of Geological Hazard and Control*, 1998, 9(Suppl.): 59~66. [殷跃平. 三峡库区迁建地质灾害研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998, 9(增刊): 59~66.]

# Trend of Geological Hazards and Countermeasure of Disaster Reduction in the Three Gorges Reservoir Area

PENG Tao, XU Gang, XIA Daqing

(School of Resources and Environment Science, Southwest China Normal University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** The Three Gorges Reservoir Area is one of the most serious area of the geological disasters in China. With complicated geology and geomorphology, frequent rainstorms and human factors, geological disasters of the area show some special features such as the varied types and higher frequencies, the vast disasters amounts, extensive distribution, and serious losses. The level of stored water will reach 175 metres in 2009. The scale and frequency of disaster will increase possibly because of great water level fluctuating, and more severe bank erosions after storing water and irrational human activities.

Based on study of main features and causes of the scale disasters, this paper analyzes the trend of the disasters caused by rebuilding reservoir banks after storing water and irrational mankind activities. Some conclusions are as follows. (1) Disasters of the reservoir banks will be relatively active. Bank erosion will be more intensive and disasters of slope will increase, such as landslides, collapses, debris flow and so on. (2) The disasters induced by human activity will rise. (3) Earthquake and karst collapse will happen. (4) The geological disasters of the Three Gorges reservoir area will occur.

After storing water periodically, disastrous activities will thread not only to the reservoir but also to vies and property in the reservoir area. Therefore, the disasters prevention must be taken on ahead. At last, the paper proposes some countermeasures of mitigating disasters. (1) The reservoir bank protection for towns should be strengthened. (2) The geoscientific geological information system (GGIS) and monitoring and forecasting system should be developed perfectly. (3) We should solve the problem of geological disasters of the relocation construction. (4) We should also accelerate the construction of the ecological environment.

**Key words:** the Three Gorges Reservoir Area; geological disasters; trend; countermeasure of mitigating disasters