

文章编号: 1006-6616 (2002) 02-0173-06

# 长江三峡库区崩塌滑坡的初步研究

杨达源, 李徐生, 冯立梅, 姜洪涛

(南京大学城市与资源学系, 南京 210093)

**摘要:** 长江三峡库区岸坡有 134 处大型的崩塌滑坡堆积体, 其成因与长江三峡干流的深切作用有关, 陡直岸坡部分发生张裂, 随后有裂块的崩滑。崩塌滑坡运动是能量的释放, 并趋于稳定。建库后, 最危险的是蠕动中的裂块, 要注重部分滑移面的固结, 其次是清理库水位高程岸坡上的不稳定物质。

**关键词:** 长江三峡; 深切; 裂块; 崩塌滑坡

中图分类号: P642.21 P642.22

文献标识码: A

## 0 引言

长江三峡崩塌滑坡的调查研究已有几十年历史。过去, 按滑动面位置分为碎屑滑坡、基岩滑坡(顺层滑坡, 切层滑坡)等。长江三峡工程部门按崩滑体岩体结构特征分为块裂结构、碎裂块裂结构、散体-碎裂-块裂结构、碎裂-散体结构、散体夹碎裂结构、散体结构等。以上分类有利于判断滑坡的稳定性和制定滑坡整治方案。

据前人的调查<sup>①</sup>和我们的详细考察, 从湖北宜昌三斗坪到重庆附近的长江三峡水库长江干流两岸主要的(体积大于  $100\text{m}^3$ )崩塌滑坡堆积体共有 134 处, 估算总体积约  $15.6 \times 10^8\text{m}^3$ , 其中分布比较密集的是秭归新滩附近、秭归-巴东河段、巫峡上段、巫山一大溪河段、奉节-万县河段等(图 1); 体积超过  $3000 \times 10^4\text{m}^3$  的有秭归新滩崩塌-滑坡(1985 年)、巴东范家坪滑坡(中更新世)、黄土坡滑坡(更新世)、奉节白衣庵滑坡(晚更新世)、茨草沱滑坡、百花坪滑坡、司家码头滑坡、云阳故陵镇滑坡、宝塔坪滑坡(中更新世)、旧县坪滑坡、万县玉皇观滑坡、后槽滑坡以及忠县猫须子滑坡等。

崩塌与滑坡均是自然灾害事件。但是, 对长江三峡地区来说, 若干有几千年历史的城镇, 差不多都是建在古崩塌滑坡堆积体上的, 恰恰是崩塌滑坡堆积体孕育了该地的巴蜀文化。那么, 三峡地区崩塌滑坡是如何形成的, 现在对其治理应取何对策呢? 本文就想对这两个问题做些讨论。

收稿日期: 2001-08-21

作者简介: 杨达源(1941-), 男, 教授, 自然地理学研究方向。E-mail: yangdy@nju.edu.cn

①长江水利委员会综合勘测局. 长江三峡水利枢纽库区崩滑体及第四纪地质图(1:10000). 内部用图. 1995.

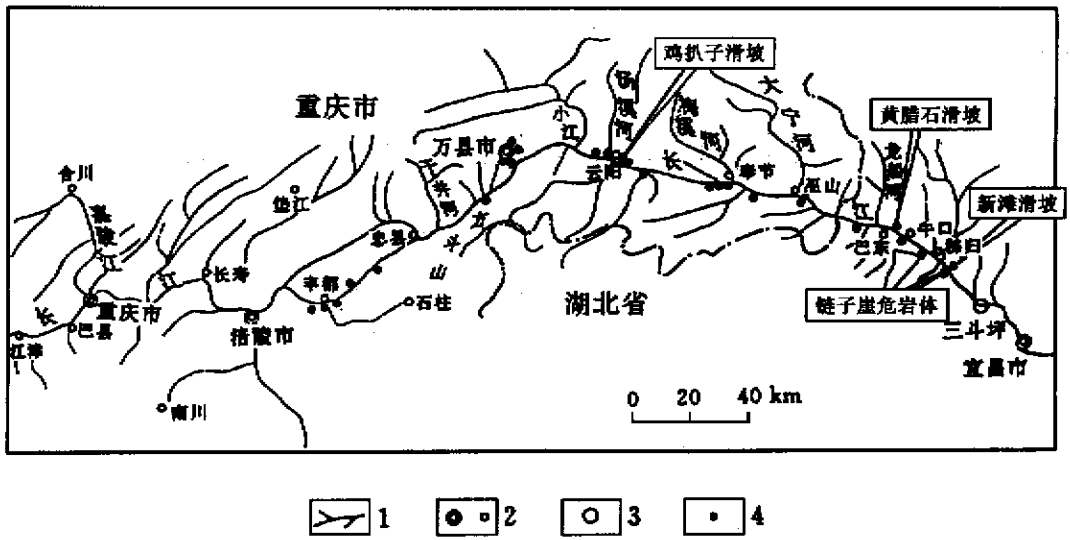


图 1 长江三峡崩塌滑坡分布图<sup>[1]</sup>

Fig.1 Distribution of the landslides in the Three Gorges area of the Changjiang River

1. 河流; 2. 市、县; 3. 三斗坪坝址; 4. 典型、大型崩塌体

## 1 长江三峡崩塌滑坡的成因机制

长江干流岸坡局部发生崩塌滑坡的根本原因是岸坡过陡，岸坡物质发生拉张张裂。之后，在某些因素的诱发作用下发生崩塌滑坡<sup>[2]</sup>（图 2）。长江三峡干流岸坡多数呈两段式或三段式，即坡顶是平缓的山顶，坡上段为斜坡，坡下段为陡直坡。平缓的山顶，曾被视为夷平面<sup>[3]</sup>。有的学者按其高度分为鄂西期夷平面（包括二个亚期，海拔 2000m 与 1500m）和山原期夷平面（也包括两个亚期，海拔 1000m 与 800m）。坡上段斜坡，多数情况下是古宽谷岸坡，坡度从几度到 25°左右不等，有的地方古宽谷中，还有过去的崩塌滑坡堆积或少量的砾石。坡下段的陡直坡，坡度多在 30°~45°以上。夔市附近，海拔 230m~250m 以上的斜坡坡度一般为 15°~20°，其下陡直坡的坡度为 40°左右。故陵附近，自江面到海拔 180m 间的陡直坡坡度达 45°以上，海拔 180m 以上的斜坡坡度为 30°~35°左右。万县附近的长江岸坡，有三级剥蚀基岩平台，海拔高度分别为 450m、275m、235m，三级剥蚀基岩平台之间基本上都是垂直坡。值得注意的是，一些大滑坡的上缘高度都在陡直坡坡段高度以上，如范家坪滑坡上缘高度为 510m，黄土坡滑坡为 525m，白衣庵滑坡为 420m，茨草沱滑坡为 400m，百花坪滑坡为 500m，司家码头滑坡为 530m，故陵镇滑坡为 340m，宝塔坪滑坡为 520m，旧县坪滑坡为 215m，玉皇观滑坡为 300m，后槽滑坡为 275m，猫须子滑坡为 350m。

长江三峡干流陡直岸坡的形成与长江三峡干流中更新世以来的深切作用有关<sup>[4]</sup>。秭归九龙镇龙马溪口附近，第四级阶地底部鸽子砾岩，本为江底沉积，大约形成于  $40 \times 10^4$  aBP 以前，后来又经钙质胶结成岩。该地点第四级阶地高出长江水面约百米，现在的长江深槽槽底高程比鸽子砾岩底面高程低约 100m，也就是说该地点长江河床的深蚀速率大约为 250mm/ka。从重庆到宜昌的长江阶地相图（图 3），也说明近几十年来长江三峡河段有明显的相对深切。

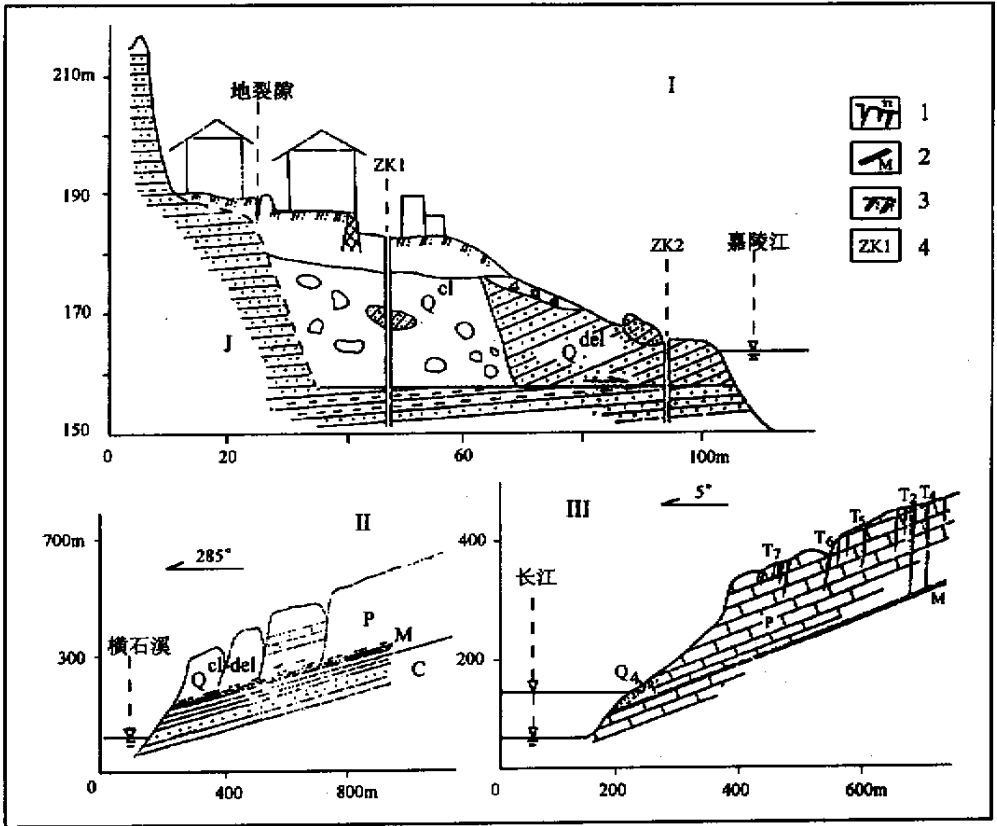


图 2 长江三峡中的裂块滑坡<sup>[4]</sup>

Fig.2 Fissured rocks and landslides of the Three-Gorges of the Changjiang River

1. 嘉陵江口镇江寺拉裂裂块滑移；II. 巫山横石溪拉裂裂块与裂块滑移；III. 归县链子崖裂块

1. 地面裂口与裂缝；2. 二叠系下部的煤层；3. 堆填土；4. 钻孔编号；cl-del. 崩塌滑坡体

从长江三峡各河段的相对切割深度来看（表 1），长江三峡岸坡崩塌滑坡密集分布的河段，也是切割深度比较大的河段。

根据其成因，我们对上述 134 处崩塌滑坡堆积体重新进行了分类，实际上，可以分为下列 3 类 7 种：

- 崩塌堆积体 {
  - ①裂块危石崩落堆积体
  - ②裂块危石错落（滑落）堆积体
- 崩塌滑坡体 {
  - ③崩塌堆积滑移体
  - ④崩塌堆积滑移-切床混成滑移体
- 滑坡体 {
  - ⑤基岩张裂裂块滑移体
  - ⑥古崩滑堆积体部分的再滑移体
  - ⑦残坡积部分再滑移体

表 1 长江三峡主要河段相对切割深度的比较

Table 1 Comparison of relative cut-depth of the Three-Gorge channel

河段名称	相对切割最大深度* (m)	陡壁高度** (m)
猫儿峡-(巴县、重庆)-铜罗峡	340~200	
铜罗峡	350	240
铜罗峡-(平阳坝)-明月峡	250~150	
明月峡	370	230
明月峡-(木洞镇、长寿)-黄草峡	300~250	
黄草峡		200
黄草峡-(简市)-剪刀峡	250	
剪刀峡	300	
剪刀峡-(涪陵)-朱家咀	375~250	
朱家咀-(丰都、忠县)-西界沱	300	
西界沱-(武陵镇)-谭绍溪	410~310	
谭绍溪-(万县、云阳)-故陵镇	610~340	
故陵镇-(奉节)-白帝城	710	
瞿塘峡	1250	1250~240
瞿塘峡-(巫山)-巫峡	1400~1200	
巫峡	1300~1000	900~200
巫峡-(巴东、归)-西陵峡西段	1100	
西陵峡西段	1400~1200	400
西陵峡西段-(三斗坪)-西陵峡东段	800~400	

注：\* 最大切割深度是从峡谷上部的垭口或古宽谷底起算的；

\*\* 陡壁高度是指谷壁上明显的谷肩或岩台以下到江面的高度。

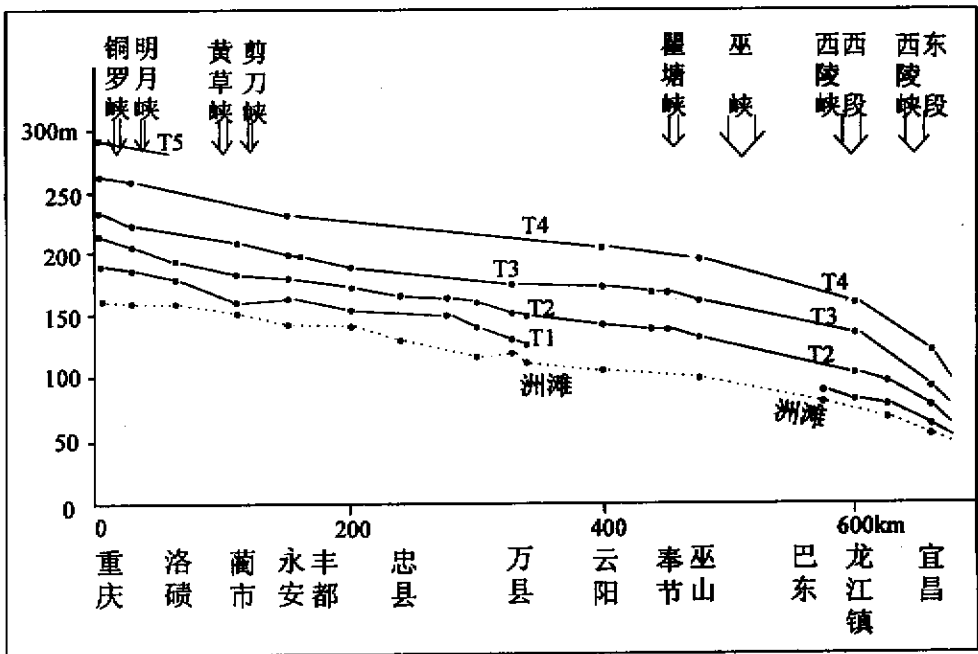


图 3 重庆-宜昌长江干流阶地位相图

Fig.3 The diagram showing the distribution and the height of the terrace remnants of the Changjinag River from Chongqing to Yichang

第①种如巫山作揖沱崩塌，其后缘为二叠系灰岩陡崖，下伏基岩为志留系页岩、泥盆系砂岩与石炭系灰岩，坡体以崩堆积灰岩块石为主，夹粘土。

第②种如巫山白鹤坪崩塌，其后缘为二叠系、石炭系灰岩与泥盆系砂岩陡崖，崩塌堆积斜坡为块石夹土，块石成分以灰岩为主，少量为砂岩，后缘崖下由于采煤，加剧了岩体变形与开裂。

第③种如巴东黄腊石滑坡，基本上为崩坡积层滑坡，该滑坡为一多层次、多类型的复合滑坡群体，西部为局部切层的崩坡积层滑坡，西缘皂角树一带为崩坡积层滑坡，1983年7月以来在高程320m~580m一带出现了多条张裂缝，显示滑坡有较大范围的复活迹象。

第④种如巫山向家湾滑坡，其后缘为二叠系灰岩组成的陡崖，偶有小规模崩塌。陡崖处山体不大，物质来源不丰，斜坡在高程400m以上较陡，约 $30^\circ$ ，以志留系砂、页岩碎、块石为主；400m以下较缓，约 $20^\circ$ ，以灰岩块石为主；再如云阴旧县坪滑坡，滑体主要由砂、泥岩的块裂岩组成，滑体块裂岩具较好的成层性和连续性，前缘强烈挤压揉褶，反倾，倾角 $11^\circ\sim 21^\circ$ ，受泥岩层面控制，滑面顺层，纵向呈“长勺状”。

第⑤种如万县玉皇观滑坡，基岩近水平，略反倾，滑体由侏罗系沙溪庙组砂、泥岩碎裂岩体及亚粘土夹碎、块石组成，滑带一般为紫红色亚粘土夹碎石、角砾及挤压揉皱泥岩。

第⑥种如云阳鸡扒子滑坡，系宝塔滑坡新近复活部分，外形上窄下宽成帚状，1982年7月17日，在连续三日暴雨后，本区滑坡复活，剪出口高程70m~80m，入江土石方达230万 $m^3$ 。

第⑦种如奉节新铺滑坡，基岩倾角大于坡角，无临空条件，整体稳定，滑体由散裂岩与碎裂岩组成，其中以碎裂岩为主，后者具揉皱、弯曲现象，前缘呈“叠瓦状”反倾，东侧高程250m~350m一带1980年以来有多条裂缝产生，在暴雨作用下可能局部失稳。

## 2 长江三峡崩塌滑坡的整治原则

长江三峡岸坡的部分物质发生崩塌滑坡运动实质上是释放了部分内能和部分重力势能，以实现新的平衡和稳定。所以，崩塌滑坡堆积体地面，原则上是可以在治理之后开发利用的。不仅在古崩塌滑坡体上发展了巴蜀文明，而且古崩塌滑坡堆积体也是目前三峡地区植被和农作物开发最好的地区。要注重预防的是，会否有新的崩塌滑坡运动物质的涌来，或该堆积体边部是否会在短时间内再崩塌。

长江三峡建成水库之后，原则上在近几百年不会再有长江干流的深切，恰恰相反会出现库底的淤积增高。因此，若堆积体上缘高程与下缘高程均低于三峡库水位的堆积体，根本就无需再行治理，只需要监测和预报可能发生水下滑动的时间，以防掀起巨浪。

崩塌滑坡堆积体下缘高程高于三峡库区库水位的，它们多数是古崩塌滑坡堆积体，如建设工程需要，可做局部整治或加固，不要因为建三峡水库而额外增加治理。

崩塌滑坡堆积体的上缘高程高出库水位，其下缘高程又低于库水位的，将因建三峡水库而出现堆积体外侧部分的不稳定。对它的治理，最好是预先清理那些不稳定部分。

三峡库区最危险的是活动中的断裂，它正在向江中蠕移，三峡水库建成后，仍将向库中蠕移，直至发生塌滑。治理办法是局部固结滑移面，使裂块的滑移受到牵扯而裂块本身失去整体一致性，时间长了，就会失去整体活动性。

### 参 考 文 献

[1] 王尚庆,等.长江三峡滑坡监测预报[M].北京:地质出版社,1999.

- [ 2 ] 杜榕桓, 刘新民, 袁建模, 李天池. 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.
- [ 3 ] 沈玉昌. 长江上游河谷地貌 [ M ]. 北京: 科学出版社, 1965.
- [ 4 ] 杨达源. 长江三峡的起源与演变 [ J ]. 南京大学学报 ( 自然科学版 ), 1988, 24 ( 3 ): 466 ~ 474.

## PILOT STUDY ON THE COLLAPSES AND LANDSLIDES OF THE THREE GROGE RESERVIOR OF THE CHANGJIANG RIVER

YANG Dy-yuan , LI Xu-sheng , FENG Li-mei , JIANG Hong-tao  
( *Department of Urban and Resources Sciences , Nanjing University , Nanjing 210093* )

**Abstract :** There are 134 large-scale accumulations of the collapsed landslides along the bank slope of the Three-Gorge reservoir. Their formation related to the deep dissection of the mainstream of the Changjiang River in the Three-Gorge area. The steep bank-slopes cracked and the fissured rocks collapsed. The collapsing and landslide lead to power release and make the bank-slope tend to be stable. After the Three-Gorge reservoir will have completed, the vermicular fissure rocks would be most dangerous. So we should pay attention to the concretion of some slippage-surface and clear up unstable rocks on the bank-slope.

**Key words :** Three Gorges of the Changjiang River ; deep dissection ; fissured rocks ; collapse and landslide