

长江三峡再次暴发土凤岩—马家坝特大滑坡

董邦平

(湖北省岩崩调查工作处)

提 要

1986年7月16日,长江三峡秭归县的土凤岩—马家坝,暴发了松散崩积土斜坡整体滑移,属蠕动式暴雨型特大滑坡。因受当地南北两沟的扶持约束,滑坡平面展布为近东西向的长袋状,宽250—500米,长2,400米,面积约1平方公里,总方量达3,000万立方米。局部滑体仍在向下蠕动滑移变形中活动。这些滑体分块坠入锣鼓洞河,将堆成高80米的土石险坝,拦水量约3,500万立方米。一旦溃决,将危及下游居民的生命、财产的安全。在该滑体周围要注意排水,加强监视,作好预测预报,防患于未然。

继历史上多次大滑坡之后,1985年6月12日,长江三峡新滩镇暴发的特大滑坡,严重损失尚未补偿,灾民亟待拯救和安置。可是时间仅一年多一点,距该灾区不远的秭归县土凤岩—马家坝又山崩地裂,相继暴发更大的滑坡。这次滑坡再次警告人们,长江三峡地区的地质灾难是难以想象的,不以主观意志为转移。

1986年7月16日晨7点30分,湖北省秭归县沙镇溪区锣鼓洞河西岸,距离长江口7.5公里的土凤岩—马家坝山体,暴发了松散崩积土斜坡整体滑移——蠕动式暴雨型大滑坡。它推动了部分基岩和全部松散堆积土层,为一基岩—松散堆积土综合滑坡,其方量约3,000万立方米(图1)。滑坡体内的公路(上、中、下三线)、桥涵、广播邮电、输电线路及乡镇加工厂等均被摧毁;127公顷农田、40公顷多种经营、140公顷山林、4个自然村,620栋民房和219户924人的生产生活资料全部丧失。由于地县各级领导及时采取了果断的应急措施,这样大的灾害无人伤亡,并得以妥善疏散安置。这是继去年新滩大滑坡以后,又一次抢险救灾的重大胜利。

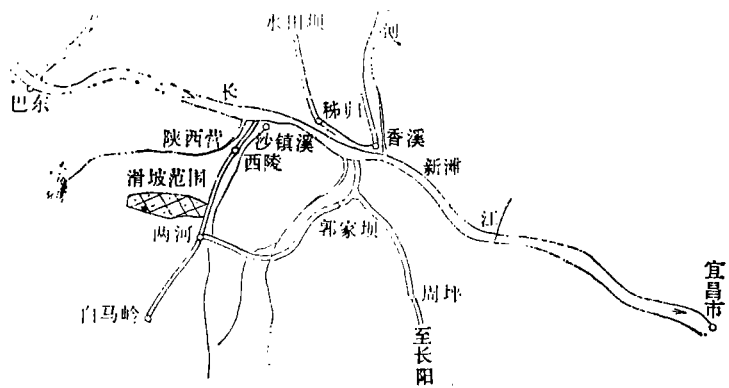


图1 滑坡位置和范围

一、滑坡区的地质环境

滑坡区位于秭归向斜南西翼,地层走向由北20°东,渐转为北30°西,倾角为10°—13°(倾南东和北东)的平缓单斜构造。地层主要为侏罗系中统暗灰绿色中厚层砂泥岩组成,泥岩成份占

60%左右。所处构造部位边坡岩体节理裂隙发育，滑体后缘陡壁见有：1、北40°东，倾南东87°；2、北20°东，倾北西53°；3、北50°东，倾北西70°—85°；4、北15°—20°西，倾北东（或南西）75° 4组。它们破坏了岩体的完整性，其中北40°东组尤为发育，延伸长，规模大，倾角陡，组成了大滑坡后缘高陡切割面。

滑体后缘土凤岩一带标高（650—700米）一般的高陡切割面，由侏罗系中统暗灰绿色砂泥岩构成，岩体内上述4组节理裂隙发育，岩石破碎，已基本解体。标高650米以下，由第四系松散堆积物—碎块石土组成，其泥质含量达40—50%，最高可达60—80%，碎块石主要为砂泥岩块。这套物质是老滑坡的残体堆积物，厚度变化较大，土凤岩上线公路至庙岭标高550米左右，平均厚10—13米，至燕窝槽标高475米处厚度达40米，抵达中线公路桥涵一带标高300米左右，厚度增至70米以上，马家坝一带为20米左右。碎块石含量，土凤岩至燕窝槽以西，为30—40%，至标高300米增至60—80%左右，且燕窝槽北塘民房一带有大砂岩块石富集，堆积于基岩平台之上。300米以下抵河流对岸老滑体冲击壁上，可见石质含量达50—80%左右，块径自上而下在较大基岩缓坡平台分界处有由小变大的特点。

滑坡体挟持于南北两条近东西向“V”型沟谷和北20°东流向河流内。南北向地形横向坡度，庙岭以上沟谷浅切，侧向坡度变化小；与坡体呈浅切沟谷相接，庙岭一线以东，两侧沟谷切割逐渐加深，侧向坡度变化大，呈3°—7°的斜坡与沟相接（图2），其东西向地形纵坡，成阶梯状下降，平均总坡度为10°—15°，上陡，下缓，明显可见8个平台（图3）。这是老滑坡台阶的佐证。两侧沟谷均在庙岭以下，逐渐深切呈“V”型，缓陡相间，且总坡降增大，跌水陡坎增多，向东蜿蜒注入锣鼓洞河，河床呈不对称的西缓东陡的谷坡。

滑坡地处鄂西山区暴雨中心地带，而且上部土地岭一带约3平方公里范围内为一圈椅地形，有较好的汇水条件。大气降雨，可直接渗入松散堆积土中，沿基岩面向两侧沟谷排泄，注入锣鼓洞河，径流排泄条件尚好，故而滑坡体内近1,000人及牲畜饮用和农田灌溉，均靠引沟水和14处蓄水池塘。这就增加了松散堆积体内水体的积蓄。

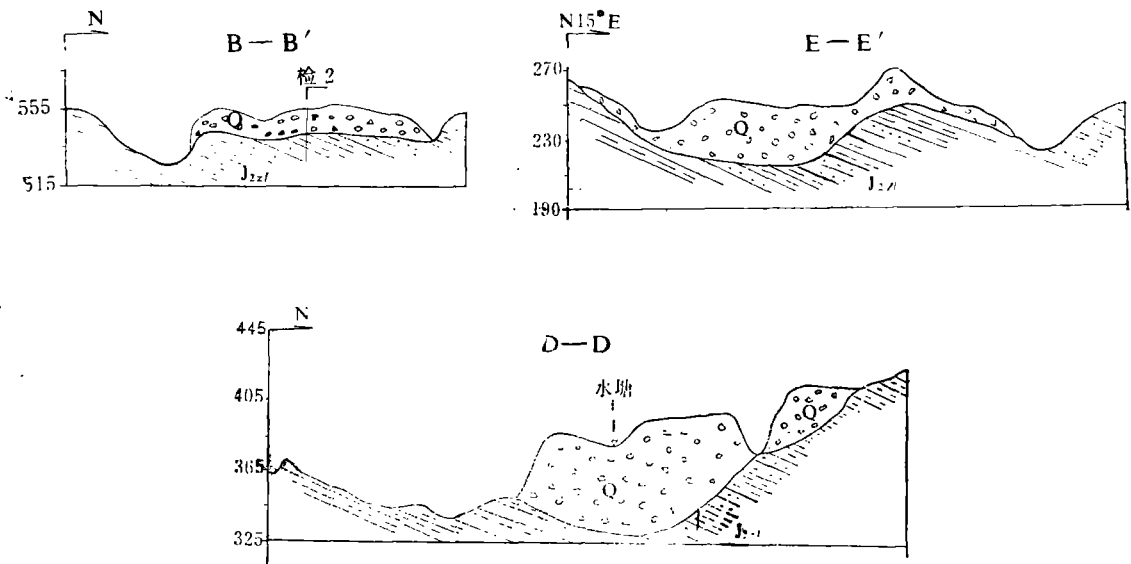


图2 土凤岩—马家坝滑坡滑前地质剖面图

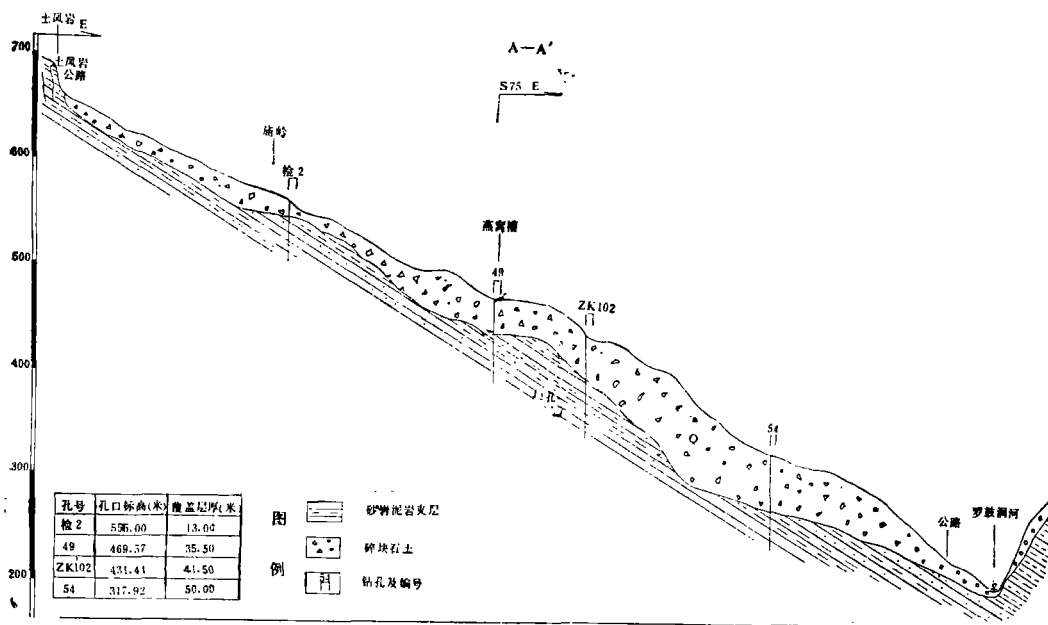


图3 土风岩—马家坝滑坡滑前地质剖面图

此外，锣鼓洞河的侧向冲刷，三条公路的削坡，以及农垦耕作活动等长期自然和人为动力，对老滑体的破坏，改造，也逐渐改变了斜坡的静态平衡状态。值得特别强调的是，7月14日凌晨2时至16日14时，据当地陕西营水文站资料，60小时降雨达173毫米，其中尤以距临滑前23时30分，即16日8时前13小时，降了133.6毫米特大暴雨，是导致该滑坡暴发的最主要诱发因素和强大动力。

二、滑坡变形特征及其发展趋势

(一) 滑坡特征。滑坡平面展布为一近东西向的长袋状，基本受南北两沟的挟持约束。袋口开口至锣鼓洞河，袋尾从庙岭到土风岩一带变窄，宽约250—300米，袋口从青树井民房以北至公路里程碑9公里附近，宽约350米，袋形中部燕窝槽到毛岭一带宽达400—500米，滑坡长2,400米，面积为1平方公里，分段计算共总方量为3,000万立方米，呈两头窄中间粗的袋状形（图4）。滑体斜坡平均坡度自上而下呈不等距的8个阶梯递降（图3），总坡度约 10° — 15° ，仅中线公路桥涵以北一带呈 50° — 60° 的陡坡，临空形成高达80余米的老滑体的一个鼓胀前舌（临河真正的前舌已被1975年8月大暴雨引起的滑坡破坏）。滑体横坡变化较大。庙岭以西段，坡面由北向南倾斜约 5° ，燕窝槽一带南倾坡度为 3° ，标高425米以下至375米段横断面基本对称（图2），再下又向南倾斜 5° 左右，直至河边。北侧毛岭至下线公路9公里路碑处及南沟老鼠子包一线呈南 80° 东的基岩鼻梁，鼻梁南北约向南沟呈 5° — 10° 的倾斜，说明滑床及主滑方向亦是不对称的沟槽，受横坡基岩面倾斜的控制。

据白沙煤矿钻孔资料揭示，滑床形态倾向自上而下呈相应的8个阶梯递降（图5），横坡亦与地表斜坡变化大体一致（图2）。

滑坡后缘切割面，呈北 40° 东，倾南 75° 东，高40米左右，形成高陡的崩滑岩墙，呈阶梯状，

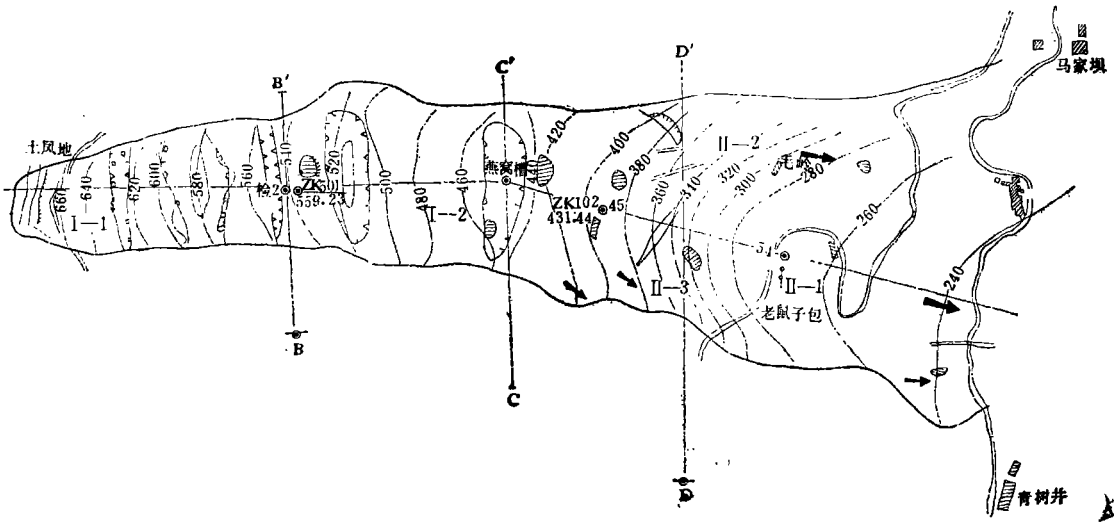


图4 土风岩—马家坝滑坡示意图

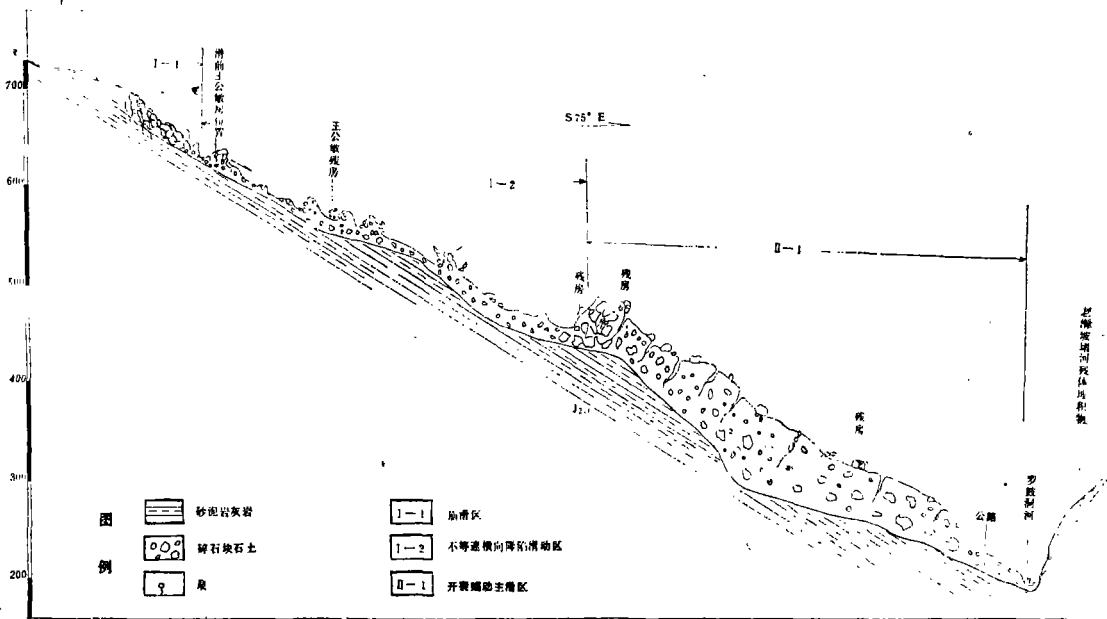


图5 土风岩—马家坝滑坡滑动中地质剖面图

依次向西后靠崩落，出现两条宽5—15米的崩滑陷落带。

(二) 破坏特征及发展趋势。据目前滑坡地表变形特征差异初步分析，应用运动动力学的观点，我们将滑坡体大致以燕窝槽东堰塘一带为界，分成上下两滑区（图4），上滑区（I）自土风岩崩滑带起，止于标高460米的燕窝槽堰塘一带，其下到河边为下滑区（II），见图4和图5。

上滑区 (I) 滑动变形亦有悬殊, 土凤岩石缘崩落壁至第一横向陷落带为 I-1 亚区 (图 5, 原标高 600 米左右), 其变形特征以基岩崩塌滑移为主, 为上部崩滑亚区 (I-1); 原地表标高 600 米以下至燕窝槽标高 450 米段为 I-2 亚区 (附图 4、图 5), 即不等速横向隆陷滑动区, 其变形以不等速向下滑动, 形成横向鼓胀隆起—陷落带相间出现的波状起伏地形。鼓胀隆丘与陷落带规模, 与其下基岩滑床地形起伏或老滑体大块石受阻力大小 (即阻滑力大小) 有关, 常在滑床台阶各肩形成陷落平缓地带, 形成鼓胀隆丘, 丘体特征多为西侧壁陡, 东侧是缓坡, 丘体纵坡一般倾向东, 倾角 11° — 26° , 仅在燕窝槽堰塘西侧, 丘体向西反倾, 鼓胀隆起显著, 大块石富集达 80% 以上。镶嵌其间的横向陷落带宽 20—80 米, 陷落深度 10—15 米左右不等。这些横向上的变形特征表明, 鼓胀隆丘为下滑时力的集中传递带, 而陷落带为下滑时力的消能带。所以此段滑体在起滑后力在向下传递时, 是时快时慢的, 如土凤岩南侧原第一平台标高 625 米的王公敏房屋, 下滑时房屋竹林解体成数块, 沿北 80° 东方向下滑, 部分滑至标高 600 米的第一陷落带 (I-1) 内为止; 最快的滑至标高 560 米, 滑程 300 余米的第二陷落带内, 即 (I-2) 亚区内 (图 4)。可是此段下滑速度是不等的。同时也是到燕窝槽一带房屋下滑 5 天, 至 20 日 14 时仅数米; 10 米宽的堰塘, 也鼓胀隆起向东呈倾斜 13° 的坡度, 拉裂挤压约 5 米, 可见滑速差异之大。

应该指出的是, 自 7 月 16 日晨 7 时 30 分始至 7 月 16 日 19 时止, I 区滑体已完成全段滑程, 渐趋停息; 19 日 16 时, 此滑体已基本制动, 但由于受上述诸因素的控制和影响, 明显反映出 5 段消能的横向坍塌带 (近南北向)。据观测, 随时间和降雨 (19 日中雨) 增长的考验; 下滑变形相对值渐趋于零, 即基本制动, 业已完成下滑力向下传递的过程。

燕窝槽以下 (标高 450 米始) 到河边为 I 滑区 (图 4), 目前变形总体特征是整体蠕滑仍在进行, 其各处的变形差别相当突出。北侧燕窝槽至北沟, 抵北沟南壁倒拐子包、毛岭一带为 I-2 亚区。顺北沟沟槽形成多滑块沿沟是塑流状下泄, 倒拐子包被三条北 70° 东和一条近南北的拉张裂缝分成大块; 毛岭西侧山包沿北 70° — 80° 西拉裂扭动形成宽达 0.1—1 米的数个滑块, 向下翻越毛岭分两支冲出, 北支顺沟向北 50° 东下沟与倒拐子包 I-2 亚区汇合, 南支向南 60° 东左右卷入 I-1 亚区中。该段三部分滑块, 即 I-2 亚区的北沟倒拐子包以塑流滑块, 倒拐子包、毛岭北支滑块, 均以开裂蠕变向下冲, 前两支集中汇合于北沟拐弯突出岩嘴附近, 撞击北沟南壁辐射状向北 60° — 70° 东铺盖, 倘再汇入毛岭北支滑块, 将危及马家坝小学及公路道班楼房, 而北沟塑流下泄滑块与倒拐子包截弯取直后的滑块绝大部分沿沟床下泄, 形成泥石流注入河流。这是北部塑流型泥石流冲击铺盖亚区, 即 I-2 亚区的破坏特点与可能的发展趋势。

南部燕窝槽以南沟北壁一带, 老鼠子包以南, 青树井民房以北为 I-3 亚区 (图 4), 其变形特征以分块不同方向、不同速度, 呈塑流状或泥石流下泄入河。燕窝槽南沟向南突兀的滑块, 自 19 日 13 时至 20 日 13 时已剪出向沟滑动 (图 4); 以东 (标高 320—420 米) 左右的山嘴 19 日 13 时, 堰塘仅鼓胀尚未拉裂剪断, 至 20 日 13 时剪为 3 段, 松动带沿南 60° — 70° 东增宽伸长, 有明显向南东方向下滑入沟的趋势; 下部青树井以北至河边滑块, 19 日至 22 日 12 时已向河下滑, 距河心 3 米。由于南沟水量较丰富, I-3 亚区的 3 个滑块又以不同速度分块下滑。所以, 南部可能形成分块下滑, 受老鼠子包基岩脊柱挟持约束呈泥石流下泄入河, 为南部分块滑动泥石流亚区, 即亚区破坏的特征和发展趋势。

挟持在南北两区的中部地带, 即主滑体为 I-1 亚区 (图 4), 19 日至 22 日 12 时, 滑体松动带开裂增宽、加密, 斜坡已严重解体; 18 日 7 时至 22 日在公路桥涵标高 310 米左右, 公路内侧老滑体堆积层中逼出两股水流, 其流量为 0.2—0.3 升/秒, 滑体是蠕动式向南 70° — 80° 东方向向

河流滑动，到公路里程碑9公里一带北侧，毛岭以东近东西向基岩鼻梁，即Ⅱ—1亚区南界的控制，南沿受老鼠子包基岩梁子，即Ⅱ—3亚区北界的阻拦，致使主滑带沿中下部宽缓坳沟槽下滑入河，构成中部开裂蠕动主滑亚区（图4）滑动破坏的主要特征和可能的发展趋势。

目前，Ⅰ区仍在向下蠕动滑移变形活动过程中。

三、滑坡的速度问题

关于滑坡滑动速度问题，我们取最快速度所造成的危害来考虑，以Ⅰ区Ⅰ—1亚区中（图4）的王公敏家房舍下滑最远300米，至Ⅰ—2亚区停息为例，王氏17日7时30分左右，发现房屋微动滑移约100米（约2分钟），房屋开始下滑，得出速度2.5米/秒。20日所布A、B、C、D四条观测线17个点；20日19时30分至22日8时35分，滑速为0.02—0.42米/时之间，各滑区滑速相差达21.2倍，即快的达0.424米/时，慢的仅0.02米/时，其中以C线（Ⅱ—2）滑速最快，0.263—0.307米/时；B线（Ⅱ—1）燕窝槽一带为0.013—0.424米/时；以D线（土地岭小学—陈朋屋）最慢，为0.02—0.144米/时，即蠕动下滑变形集中于Ⅰ区上中部。随着时间的进程，下滑力将继续向下传递，滑速也会随之增加，将产生整体性不同步调的分块滑移。

四、滑坡暴发的原因及其影响因素

据现场调查，大滑坡起于土凤岩基岩山体斜坡向下崩滑，推动其下老滑坡残体，导致了整个山体斜坡的下滑。而后缘基岩山体斜坡的起动又直接受近几天降雨，尤其是7月15日20时至16日8时，13个小时集中降暴雨133.6毫米，暴雨彻底破坏了岩体内泥岩的极限抗滑强度，致使后缘破碎岩体崩滑起动。同时，后缘切割面本身受构造控制，沿北40°东裂隙在老滑坡体的牵动下，裂隙早已撕开成缝，并逐渐增大，宽度达5—10米（图5）。在垂直向上呈宽窄不一的锯齿状，向下延伸达60米以上，在平面上由南向北逐渐变窄，即南宽北窄，长约50米，方向与土凤岩平行（图4），将后缘壁切割呈三垛高达35—50米的岩墙，墙根（即滑床）为泥岩，地层又向北东缓倾。因此，在特大暴雨渗透下，土凤岩南沟沟底较高，亦有部分流水灌入，故而三条裂缝集中渗水，形成高大水柱，水柱对墙体产生侧向推力，即水劈作用力，同时也将墙根泥岩软化泥化，仅36小时，在侧向推力与泥岩的综合作用下，三垛岩墙前两垛全部向临空东侧崩滑，上段墙体向后（西）倾倒，在第三垛上形成两道陷落带，残体所剩无几。因此在近百万方岩体崩滑力的冲击下，本身就处于临界稳定状态下的饱和松散土体——陡壁下的老滑坡残体开始滑动，导致了一场较大的自然灾害——滑坡。

总之，滑坡既受下部滑床基岩面陡缓的控制，也受滑体地表土层坡度、临空条件及其土石含量、厚度的变化，以及滑程段内地表水体下渗强度等条件的影响。因而，该滑坡的下滑力是不协调的，也是不同步的。

五、防范意见

1、关于堵河堆坝壅水的危害。综合上述分析，此次整体滑移的条件已完全具备，滑移后经过几天调整，已趋基本停息制动，完成了滑动变形，下滑力已由Ⅰ区传递给Ⅱ区。但局部小滑塌及塑流滑动是不可避免的。据观测资料证实，中上部西段滑块（图4）蠕滑速度增加。Ⅱ区整体性分块蠕动滑向河流一带的问题，是必然的发展趋势，其主滑区Ⅱ—1的滑动方向为南70°—80°东，一旦滑体分块下河，除现已受灾地域外，按最大的坡度和滑速，借用新滩大滑坡的资料，考

考虑总方量的1/3 (约1,000万立方米) 滑入河流, 以 30° 的坡角形成堆石坝 (留有较大的安全裕度), 坝顶坡400米宽计, 将形成80米高的堆石坝。以坝体不漏水考虑, 库容达3,500万立方米, 河流坡降以27%计, 回水4公里, 标高280米(图6)的库区范围内全部被淹, 同时按最坏情况考虑, 以1975年8月大滑坡时暴雨流量1,650立方米/秒, 流速8.5米/秒计算, 仅约1小时即可翻水溃坝; 以常水流量为1.93立方米/秒, 流速以3米/秒计算, 河流坡降同前, 则要60天装满库区。一旦溃坝将危及下游安全。因此, 抢险救灾工作应考虑最不利的条件, 做好长期作战的准备。

因此, 建议应千方百计引排 I—2 亚区, 即南岭以南的南沟流水直接入滑体内; II—2 亚区中倒拐子包以西, 北沟壑流滑块带内的水作些疏导, 以减缓北滑块的滑动; 同时对 II—1 亚区中线公路老滑体堆积物中挤逼出来的水流, 亦应注意疏导, 选取近路排入南沟中, 不让它渗入 II—1 临河滑块, 减缓该滑块的下滑力。

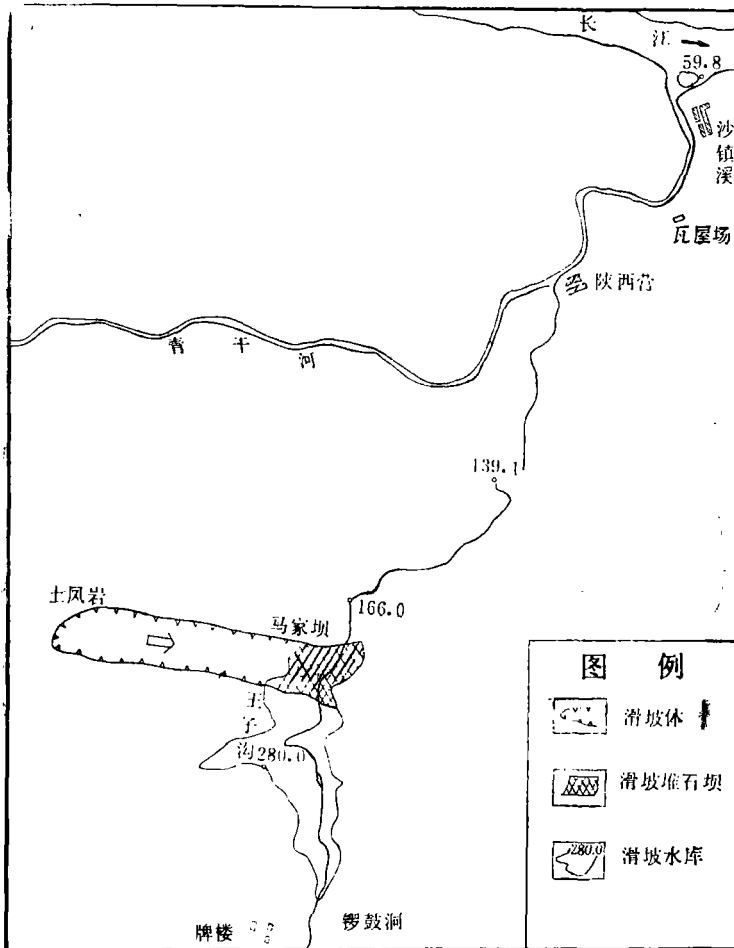


图6 土凤岩—马家坝滑坡水库示意图

2、建议加强长期的监测工作, 并及时整理分析, 以便准确预报和防患 II 区灾情的恶化; 同时密切关注滑区地域内的水文、降雨的预测预报, 尤其是暴雨的临界加强值, 即50毫米以上的降

雨时，更应临阵预测预报险情。

3、用这次灾害的实例，建议对基层干部和农民群众广泛地进行山崩、滑坡的危害和监测宣传教育，同时组织专业技术人员对辖区内历史上曾发生过和可能发生的山崩、滑坡的地段进行一次实地考察，在预测可能出现的险段，应告诫干部和群众加强监测，防患于未然，减少不必要的损失。

ANOTHER LARGE SCALE LANDSLIDE BROKE OUT IN TUFENGYAN-MAJIABA OF YANGTZE THREE GORGES REGION

Dong Bangping

*The Investigation Work Section of Rock-collapsing
of Hubei province*

ABSTRACT

A whole slide of a loosen and accumulated collapsing earth slope bursts out in Tufengyan-Majiaba of Zigui County in Yangtze Three Gorges on July 16th, 1986. The slide belongs to an especially large landslide of wiggling type with rainstorm. Under the restraining of two gullies which extends south-north direction, the plane shape of the landslide appears as a long bag pattern along eastwest direction with 250-500m long and 2,400m wide and the area is about 1 km², the volume about 30 million cubic metres. Part of the landslide have been moving wiggly downward and changing its form, if these parts fall into Luogudong River, they will pile up a dangerous earthrock dam and if the dam cracks, the life and the property of the inhabitants who live in lower reaches of the river would be endangered. So, drainage and monitoring and forecast must be taken into full account around the landslide in order to take precaution against accidents