

文章编号: 0559-9350(2006)08-0969-08

## 三峡库区巴东黄土坡巨型古滑坡体形成机理

武雄<sup>1</sup>, 于青春<sup>1</sup>, 何满潮<sup>2</sup>, 赵鑫<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学 水资源与环境学院, 北京 100083; 2. 中国矿业大学 力学与建筑工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 本文采用现场调查、裂隙统计及室内试验相结合的方法, 并结合少量钻孔试验, 研究了巴东县黄土坡滑坡的边界和深度。研究表明, 黄土坡滑坡分为上、中、下三段, 是一个巨型古滑坡体。在此基础上, 结合宏观地貌特征对该巨型古滑坡体的形成机理进行了分析, 认为黄土坡滑坡是分次发生的, 中、下段滑坡发生时间较早, 且为同时滑动; 而上段滑坡则发生时间相对较晚。本文研究成果有助于对黄土坡滑坡的时空稳定性进行预测, 以制定相应的防治措施。

**关键词:** 三峡库区; 巴东黄土坡; 巨型古滑坡体; 滑动机理

**中图分类号:** P642.22

**文献标识码:** A

湖北省原巴东县城距三峡水利枢纽工程三斗坪坝址 69km, 处于三峡水库淹没范围内, 故需迁建新城。早在 20 世纪 70 年代, 有关单位就已开始新城址的勘选工作, 经勘查比选, 最终选定位于县城西侧 2km 的黄土坡, 1984 年 5 月开始新城建设。在建设过程中, 发现巴东县新城址的环境地质问题较多, 且较复杂。这中间主要有两种观点, 一种观点认为黄土坡新城址内存在园艺场和变电站两个相互孤立的老滑坡体, 如图 1 所示<sup>[1,2]</sup>; 另一种观点认为黄土坡为一规模较大的浅层古滑坡体, 整体滑动, 具有一个统一的滑面, 上、中、下 3 个滑坡体同时失稳破坏, 如图 2 所示<sup>[3]</sup>。1995 年 6 月 10 日凌晨 5:45 和 1995 年 11 月 20 日, 黄土坡二道沟和三道沟相继发生滑坡, 体积分别为  $4 \times 10^4 \text{ m}^3$  和  $2 \times 10^5 \text{ m}^3$ , 总共压埋 14 人, 其中死亡 5 人, 重伤 7 人, 轻伤 2 人。基于上述原因, 巴东县城重新开始新址勘选工作, 但此时黄土坡新城建设已初具规模, 不可能将已建设施全部拆除, 这就带来了一个问题, 在坡体上加载了这么多的建筑物, 在开挖扰动和水库水位上升的作用下, 黄土坡滑坡体会不会复活, 应如何防治。在研究这个问题之前, 必须了解黄土坡古滑坡体的形成机理。到目前为止, 对该滑坡体的形成机理尚没有统一的认识, 作者近年来在这方面进行了一些研究, 现将研究成果总结如下。

## 1 黄土坡古滑坡体范围的圈定

笔者在对大量文献资料<sup>[1~6]</sup>的分析总结的基础上认为, 对黄土坡滑坡体滑动机理的认识之所以不同, 滑坡体范围的圈定是前提。鉴于三峡库区特殊的地质条件, 在库区许多古滑坡体中都发育有滑坡岩体。滑坡岩体是滑坡体的一部分, 是指那些由于滑动距离较短或滑动力较弱加上岩体本身强度较高等原因, 在坡体滑动过程中整体性保持较好的岩体。其主要特征包括: (1) 滑坡岩体体积较大, 整体性保持较好, 未发生大的错动, 层理清晰; (2) 滑坡岩体产状较稳定, 同基岩产状相近, 且大致与坡形相近; (3) 滑坡岩体的形态、分布范围受区域构造影响很大。正是由于上述原因, 在研究中极易将滑坡岩体和基岩混淆起来, 导致滑坡体的范围、厚度以及物理力学性质确定不准确, 从而导致对滑坡体的滑动机理、稳定性

收稿日期: 2005-10-18

作者简介: 武雄(1973-), 内蒙古清水河人, 博士, 副教授, 主要从事水文地质与工程地质、地质灾害防治、岩土工程方面的研究。

E-mail: wuxiong@cugb.edu.cn

计算出不同评价。

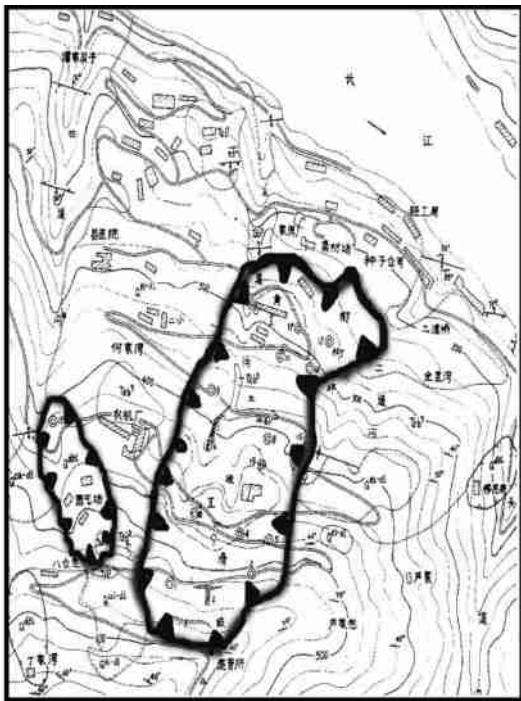


图1 孤立滑坡体发育位置

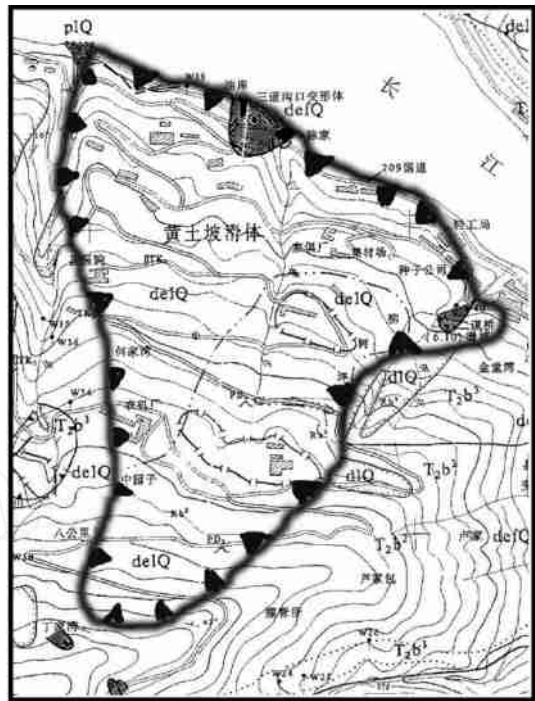


图2 滑坡体整体发育位置

**1.1 黄土坡地质条件** 黄土坡地区位于巴东新城区腹地二道沟与四道沟之间。滑坡区总体上呈凹型缓坡,平均坡度  $17.3^{\circ}$ 。后缘东侧呈圈椅状,坡度  $40^{\circ}$  左右;中部和下部分布有两级缓坡平台,中部地形较缓,坡度  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ,下部地形较陡,坡度  $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。

区内出露有三叠系下统嘉陵江组 ( $T_1j$ )、中统巴东组 ( $T_2b$ ) 及第四系 (Q) 地层。其中巴东组第二段 ( $T_2b^2$ ) 地层为紫红色粉砂质泥岩、泥岩、夹灰绿色泥岩,厚度约 10m,矿物成分主要为黏土矿物、石英、钠长石等,其中黏土矿物含量  $40\% \sim 65\%$ ,而黏土矿物中又以伊利石为主,这就决定了该类岩石具有较强的亲水性,并易风化<sup>[1,2]</sup>;巴东组第三段 ( $T_2b^3$ ) 地层为灰黄色中厚至厚层泥灰岩,节理发育,厚度约 364.2m。经各单位多年工作认为<sup>[1~4]</sup>,巴东组地层 ( $T_2b^2/T_2b^3$ ) 岩层是本地区的易滑地层组合,这种上硬下软的特性为黄土坡滑坡的发生提供了便利条件。三峡库岸稳定性调查表明<sup>[5]</sup>,巴东组地层中滑坡、崩塌等斜坡变形、破坏较为发育,线密度达 0.29 个/km,著名的关庙沱滑坡 ( $1.231 \times 10^7 m^3$ )、赵树岭滑坡 ( $5 \times 10^7 m^3$ )、巫山流来观滑坡 ( $3.3 \times 10^7 m^3$ )、黄腊石滑坡 ( $4 \times 10^7 m^3$ ) 均发育于该组地层中,充分显示了此类地层的易滑特性<sup>[1~6]</sup>。

受区域构造影响,黄土坡地区主要构造形式表现为复式褶皱,背斜多属紧闭背斜,局部有倒转现象;向斜为宽缓向斜,次级褶曲甚为发育,层间挤压、错动强烈,其核部或沿轴向大多伴有糜棱岩化或角砾岩化现象。在滑坡勘查中,钻孔深入基岩后几乎孔都遇“破碎带”。本区节理裂隙的发育方向受控于区域构造格局,共发育 4 组陡倾角裂隙,其走向分别为:  $N76^{\circ} \sim 84^{\circ} W$ 、 $N75^{\circ} \sim 85^{\circ} E$ 、 $N10^{\circ} \sim 20^{\circ} E$ 、 $N30^{\circ} \sim 40^{\circ} E$ ,尤以第一组节理最为发育。

**1.2 研究方法** 巴东和巫山等新城址在开始勘选过程中就是由于滑坡岩体的存在,导致对滑坡体范围的圈定作出错误判定,将大量滑坡岩体看成基岩,致使布设的绝大部分勘查孔孔深较浅,给后来移民工程和新城镇建设带来严重影响。对于黄土坡滑坡,由于受到后期地质、风化作用的改造,其滑坡表观特征已非常模糊<sup>[7,8]</sup>,因此,采用传统工程地质学的方法无法对其滑动体范围进行准确确定,而由于成本和精度的原因钻探和物探的手段亦不能大量使用。本文在宏观地质现象的基础上,主要采用细观和微观地质特征研究相结合的方法,并结合少量钻孔对黄土坡滑坡的范围进行圈定。

滑坡的发生必然在组成斜坡的岩(土)体上产生大量的节理和裂隙,其与发育在斜坡岩(土)体上的

原生裂隙是有区别的。本文根据裂隙产生的力学机理将发育在古滑坡体上的裂隙分为背景裂隙和滑坡裂隙<sup>[9]</sup>。

背景裂隙是指岩体在形成的过程中形成的原生裂隙(如层理、纹理等)和形成以后受到地质构造运动形成的构造裂隙,这些裂隙形成的动力条件是成岩作用和构造运动,它们的属性和组构特征能反应出地质构造运动的力学性质、规模和方向等。

滑坡裂隙指边坡工程岩体在自然或人为的内、外营力的作用下,使边坡岩体发生变形、失稳及破坏过程当中形成的裂隙,其形成的动力条件是滑坡动力作用,滑坡裂隙可以是在背景裂隙基础上继承下来的,也可以是在滑动过程中新产生的,且在滑坡区范围内不同部位产生裂隙的性质和属性也不尽相同,总体上,滑坡的后缘部位受到拉张,形成张裂缝,其方向大致与滑坡运动方向垂直;滑坡体的前缘部位则受到挤压,产生压性裂隙,其方向大致与滑坡运动方向一致;而在滑坡体的两侧及底部,由于滑床的抗滑阻力而形成许多羽状剪切裂隙。因此,滑坡裂隙的属性和组构特征与背景裂隙在某些情况下可能是相近的,但在绝大多数情况下有所不同。比如说,裂隙的走向、充填程度、风化程度等,其完全可以运用细观和微观的方法将其区分开来。

**1.3 细观研究** 在细观研究中,主要是对地质露头的裂隙进行统计分析。首先对工作区内有地质露头的节理进行测量,测量内容包括测面产状、测面面积、节理产状、长度、闭合程度、同组节理间距、充填情况、延展性、风化程度、胶结度、粗糙度、地下水情况等,各测点具体位置见图3;然后,根据野外统计资料,绘制节理走向玫瑰花图,如图4所示;再根据区域地质资料,运用构造地质学知识对节理进行力学性质配套组合,初步确定出背景裂隙和滑坡裂隙;最后,根据裂隙的走向、充填情况、胶结度和风化程度等将背景裂隙和滑坡裂隙区别开来,初步判定古滑坡体的范围<sup>[10~12]</sup>。

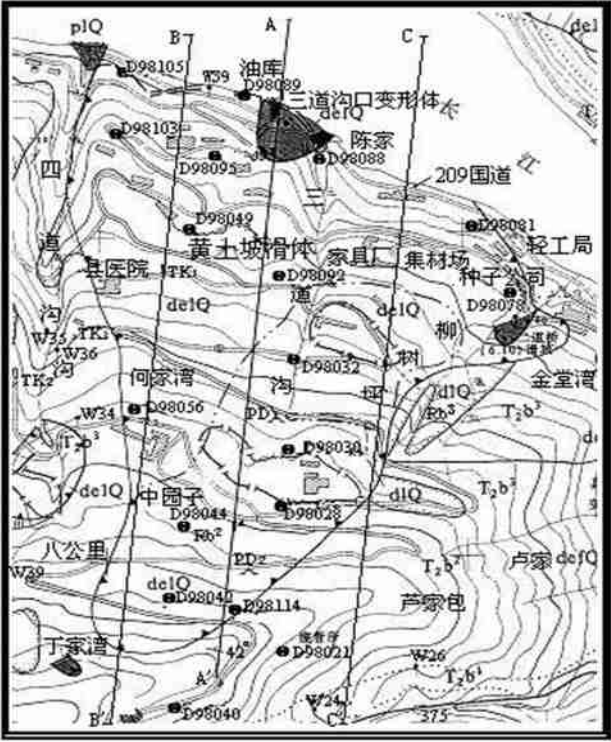


图3 黄土坡滑坡工程地质图

从图3、图4可以看出,在滑坡背景区,裂隙基本发育为NW、NE、NNE、NEE 4组,大多表现为剪性裂隙,这与区域构造格局是一致的。在滑坡区,裂隙条数明显增多,走向变得较为杂乱,各个统计点裂隙的发育方向各不相同,且在不同部位表现出不同的力学性质。在滑坡后缘主要表现为张性裂隙(图3中的D98114),在坡体内部主要表现为剪性裂隙(图3中的D98044),在滑坡前缘剪出带则主要表现为压性裂隙(图3中的D98049)。同时研究发现,整个黄土坡滑坡按照节理属性可分为上、中、下3段,在每一段

中,不同部位发育的节理同样也表现出不同力学特征,即后缘主要表现为张性裂隙,在坡体内部主要表现为剪性裂隙,在滑坡前缘剪出带则主要表现为压性裂隙。

另外,在工作区沿近南北方向布设了 3 个工程地质实测剖面,即 A-A、B-B、C-C 剖面,其位置见图 3。以 A-A 剖面为例,本次研究沿该剖面对背景区和滑坡区的面裂隙率进行统计分析,绘制出黄土坡滑坡 A-A 剖面裂隙率曲线,如图 5 所示。从图 5 可以看出,A-A 剖面上部(高程 600m 以上)背景裂隙统计平均值约为 16 条,上段滑坡体平均为 23 条,上段滑坡体前缘和中段滑坡体后缘之间(高程约 380~400m)的向斜反倾段平均为 10 条,中段滑坡体平均为 26 条,中段滑坡体前缘和下段滑坡体后缘之间(高程约 240~260m)的向斜反倾段平均为 16 条,下段滑坡体平均为 32 条,下段滑坡体外测至江边之间(高程约 80~100m)平均为 14 条。

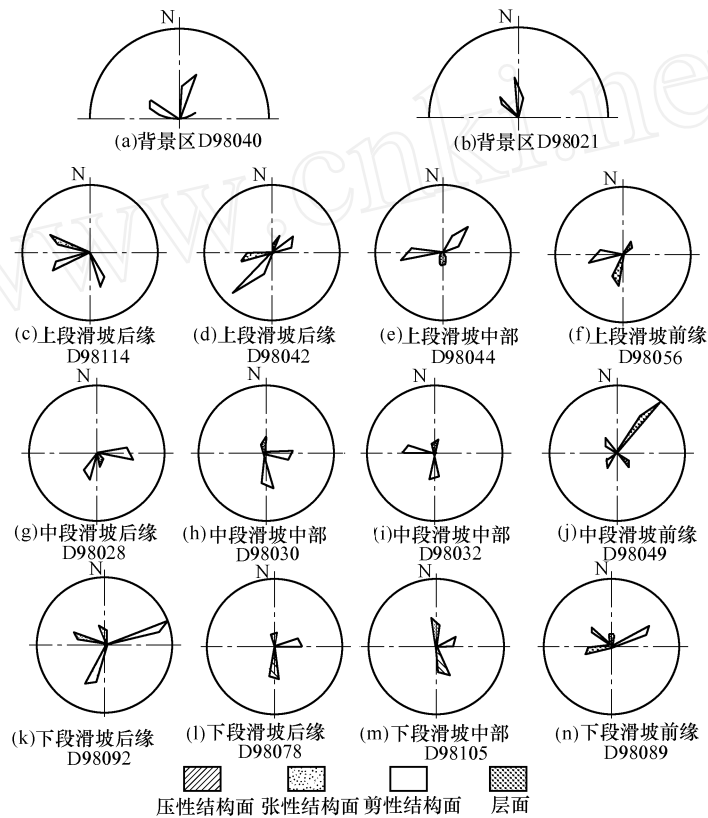


图 4 巴东黄土坡滑坡节理玫瑰花图

可以看出,高程 600m 以上部位、上段滑坡体前缘和中段滑坡体后缘之间、中段滑坡体前缘和下段滑坡体后缘之间以及下段滑坡体外测至江边之间部位这 4 个部位为背景区,该区工程岩体上只发育有背景裂隙,且数量较少;而其余部位裂隙数量明显增加,且方向杂乱,应为滑坡区。这充分反映了滑坡动力作用对工程岩体的改造。

**1.4 微观研究** 微观研究是指运用偏光显微镜,对工程岩体在受到滑坡动力作用下微观地质迹象发生的变化进行研究,进而对滑坡岩体进行鉴别<sup>[10~12]</sup>。在研究过程中,首先进行野外定向标本的采集,为保证说服力,在取样时和细观裂隙统计结合进行,在细观裂隙统计的部位同时采集微观研究样品,在样品上用罗盘标出上、下层面及方位,然后在室内进行切片,每件样品选择水平和垂直方向切片,水平方向标出方位,垂直方向标出上、下层面。最后进行切片观测,内容包括损伤裂隙特征、矿物组构特征、边缘粒化效应、蚀变效应等。本次研究同样选择在 A-A 剖面采集背景岩体和滑坡岩体定向样品进行研究,限于篇幅,本文仅列出矿物微观组构特征成果,见图 6。从图 6 可以看出,同背景岩体相比,滑坡岩体不仅方解石含量减少,泥质成分增加,而且方解石的矿物组构变得比较破碎、不完整,主要以残斑形式出现,同时,出现了微细的方解石颗粒与泥质成分共同构成基质的现象。

**1.5 滑坡体厚度确定** 本次研究发现,黄土坡古滑坡体属于深层滑动,滑动面深约 50~100m,证据如

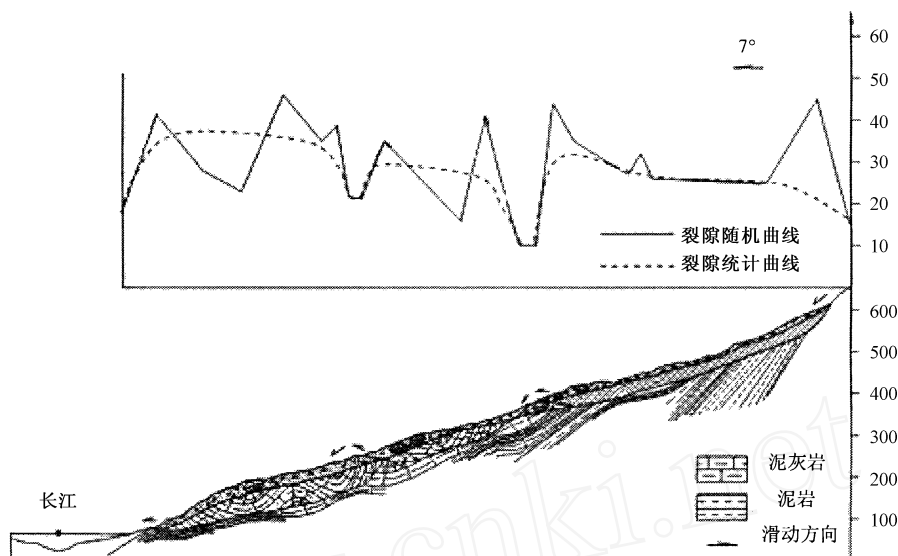
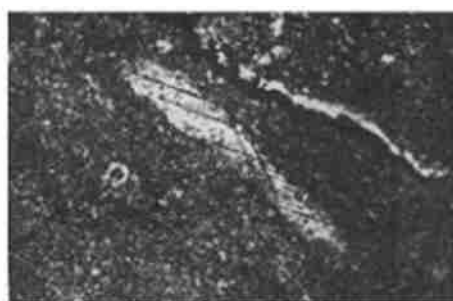


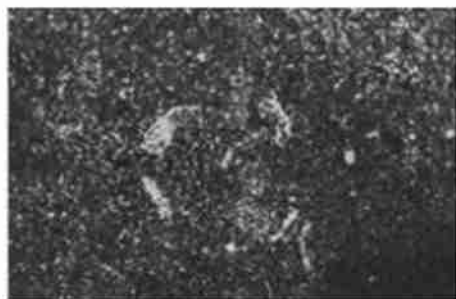
图5 黄土坡滑坡系统 A-A 剖面裂缝率曲线



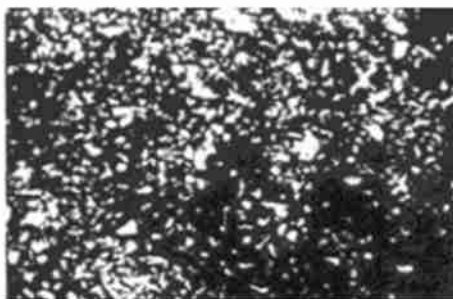
(a) 背景岩体方解石聚片双晶特征



(b) 上段滑体方解石残斑特征



(c) 中段滑体方解石残斑特征



(d) 下段滑体方解石残斑特征

图6 黄土坡古滑坡体  $T_2b^3$  泥灰岩矿物微观组构特征

下: (1) 对在三道沟和二道沟沟谷滑坡岩体露头处取的样品(图3中的D98078、D98032和D98056)进行细观和微观地质研究,表明该处岩体属于滑坡体的一部分,而不是滑床; (2) 上段滑坡体前缘和中段滑坡体后缘之间(高程约380~400m)、中段滑坡体前缘和下段滑坡体后缘之间(高程约240~260m)以及下段滑坡体外测至江边之间部位(高程约80m~100m)这3个背景区部位揭露的滑带埋深较大; (3) 长江水利委员会重新在黄土坡古滑坡体上布设了少量钻孔,钻探结果表明,黄土坡古滑坡体确实属于深层滑动。

由于自然力及人工改造作用,黄土坡滑坡地貌形态遭到了一定程度的破坏,但在滑坡体的后缘及二道沟、三道沟及四道沟的一些地方,滑坡宏观地质特征仍较明显。综合宏观、细观和微观地质特征研究成果认为,黄土坡滑坡西起四道沟东侧,东至二道沟西侧,南至八公里南侧,北临长江,平面形态呈鸭梨状,滑坡体前缘宽1100m,后部宽300m,纵长约1780m,面积 $1.38\text{km}^2$ ,滑坡体厚度50~100m,体积 $4 \times 10^7\text{m}^3$ ,如图3所示,其中发育有上、中、下3个子系统,其典型工程地质剖面见图5。

## 2 黄土坡古滑坡体滑动机理分析

恢复黄土坡滑坡原始地形,总体地势北低南高,东高西低,高程 460m 处为巴东组地层( $T_2b^2/T_2b^3$ )的接触带,高程 380m 地带有一小背斜,核部形成基岩埂坎,该背斜的北翼岩层顺坡向,南翼岩层为逆坡向,高程 240m 左右也有一背斜核部,该背斜的北翼岩层顺坡向,南翼岩层为逆坡向。黄土坡滑坡以高程 380m 的基岩埂坎和 240m 的背斜为界,分为上、中、下 3 个滑段。

斜坡变形的初期,由于峡区抬升,长江急剧下切,下段斜坡在临江处形成临空面,使下段斜坡岩体( $T_2b^3$ )临空一侧失去侧压,坡体内积存的弹性应力得以释放,坡体向临空方向回弹膨胀,岩体结构松弛。引起临空面附近岩体内部应力重分布,造成局部应力集中,东西边界分别受二道沟和四道沟的控制(向源侵蚀),顺坡向,在暴雨或久雨的条件下,斜坡在重力和地下水静、动水压力的作用下发生失稳破坏。该段滑坡堆积物为巴东组第三段地层( $T_2b^3$ ),由泥灰岩碎裂或块裂岩体组成,该段失稳斜坡长约 500m,滑坡体最大厚度 50~60m,滑床基底呈起伏波状,坡度较缓,前缘剪出于长江岸边,高程约 80~90m,为一牵引式滑坡。

高程 460m 处为  $T_2b^2/T_2b^3$  基岩接触带,岩层顺坡向,坡度约 40°,较陡,高程 380m 地带处于一宽缓背斜核部,该背斜北翼较陡,南翼较缓,该陡倾地层就形成了中段斜坡后缘,同时,下段斜坡失稳不仅造成了中段斜坡坡角处临空而且使中段斜坡前缘失去阻抗作用,斜坡岩体在重力和地下水压力的作用下发生变形破坏,该滑坡属顺层滑动,滑坡体为  $T_2b^3$  地层,滑床为  $T_2b^2$  地层。该段滑坡堆积物上部为  $T_2b^2$  紫红色散裂体覆盖,中部和下部为  $T_2b^3$  泥灰岩的散裂、碎裂和块裂岩体组成,该段失稳斜坡长度约 600m,滑坡体最大厚度达 70m 左右,并且在巴东县一中(柳树坪)形成缓坡平台,台面东西长 350m,南北宽 100 余米,南西地势较高,呈约 10°向北东倾斜。该段滑坡也为牵引式滑坡。滑坡前缘剪出口高程 225m 左右。

高程 380m 地带的宽缓背斜核部的南翼较缓,因此巴东组第二段( $T_2b^2$ )泥岩形成的顺层陡坡和巴东组第三段( $T_2b^3$ )泥灰岩逆坡向侵蚀缓坡的陡缓突变处构成上段斜坡剪出口临空面,为斜坡的变形破坏提供了良好的地貌条件,中、下斜坡的失稳破坏给该段斜坡前缘形成临空面,同时,上段斜坡坡度陡,上下高差近 200m,具有巨大的位能,加之巴东组第二段( $T_2b^2$ )地层岩性较软、易风化、节理发育,以上这些条件造成了该段斜坡失稳破坏。斜坡失稳时,东部临空面切割了岩体使其变形易于发展,西侧因边界摩阻力变形相对较弱,即在滑动过程中东部岩体首先剪出形成主滑坡体,由于西侧岩体摩阻力,致使东部滑坡体主滑方向向北西偏转,因而造成上段滑坡体变形的东强西弱之势。地貌上表现为东段后缘壁较为醒目,形成与岩层面近于一致的陡坡,东侧滑壁也残存有陡坎地形,且沿边界分布有大量散裂岩体。西段后缘壁及西侧滑壁在地貌上反映不明显,滑坡体与外围基岩及残坡积物分布高程差异不大,且近边界处多分布有具层状结构的滑坡块裂岩体,显示其滑移距离相对较小。由于滑坡具有较大的位能。滑坡体剪出后以较高的速度向北滑移,在 380m 地带遇( $T_2b^3$ )泥灰岩埂坎阻挡产生分流,东侧部分滑坡体越过埂坎后散落于斜坡下部,受阻后滑坡主流线向西偏转,沿古地形沟谷低洼地带寻找“突破口”,并继续向前滑移,覆盖中段滑坡体巴东组第三段( $T_2b^3$ )碎块石土上,形成巴东组第二段( $T_2b^2$ )老地层披盖在巴东组第三段( $T_2b^3$ )新地层上的特有的“红帽子”景观,该段滑坡属切层滑动,滑坡体为( $T_2b^3$ )和( $T_2b^2$ )地层,滑床为( $T_2b^2$ )地层,在三道沟公路桥东桥头沟壁可以见到保存有第二段( $T_2b^2$ )和第三段( $T_2b^3$ )分界面的滑移松动岩体,据此判断,上段滑坡体的滑距约为 800m,上段西部滑坡体滑移速度稍慢,其前锋在 380m 一线遇基岩埂坎所阻,加之东部滑坡体受阻后能量大部向西传递,导致在西部高程 430~450m 一线古地形沟谷中表部岩体遭受挤压,形成巨厚滑坡体,在地貌上表现为一缓坡平台,该平台分布于变电站至汽运公司一带,台面东西长 370m,南北宽 150m,呈约 8°向江面倾斜,受“基岩埂坎”地形控制,接近台面靠近前缘地段出现反倾地形,该处即为前文第一种观点中的变电站滑坡。该段滑坡堆积物主要为紫红色泥岩、粉砂岩碎块石土,长度约 700m,滑坡体最大厚度 50m 左右,该段滑坡也

为牵引式滑坡。滑坡前缘剪出口高程 380 ~ 400m 左右。

### 3 黄土坡滑坡次序分析

从黄土坡滑坡的形成机制和运动形式分析可以看出,黄土坡滑坡分为上、中、下 3 段,上段滑坡发生在巴东组第二段( $T_2b^2$ )紫红色泥岩、粉砂岩中,高程为 650 ~ 400m 左右;中段滑坡发生在巴东组第三段( $T_2b^3$ )灰黄色泥灰岩中,高程为 380 ~ 240m 左右;下段滑坡发生在巴东组第三段( $T_2b^3$ )灰黄色泥灰岩,高程为 240 ~ 80m 左右。根据黄土坡滑坡宏观、细观和微观地质特征,本文认为,黄土坡滑坡下段滑坡和中段滑坡基本上是同时发生的,而上段滑坡后来发生,证据有以下几点:(1)黄土坡滑坡在宏观地貌特征上具有巴东组第二段( $T_2b^2$ )老地层披盖在巴东组第三段( $T_2b^3$ )新地层上的特有的“红帽子”景观。如果上、中、下 3 段滑坡体同时发生,则巴东组第三段( $T_2b^3$ )地层应在巴东组第三段( $T_2b^2$ )之上,地表不会出现“红帽子”景观,即使由于上段滑坡体各部位滑动速率差距较大,在某些部位出现了“红帽子”景观,范围也不会太大,且在“红帽子”景观区域范围内, ( $T_2b^2$ )紫红色碎块石土也应和 ( $T_2b^3$ )灰黄色碎块石土混杂在一起,而不应象现在 ( $T_2b^2$ )紫红色碎块石土完全覆盖在 ( $T_2b^3$ )灰黄色碎块石土上;(2)380m 高程凸起的基岩部位即基岩埂坎对上部滑坡体起一定的阻抗作用,上部滑坡体与中、下段滑坡体没有生成联系,中、下滑坡体失稳破坏后对上部滑坡体的影响不大,在较短时间内,上段滑坡体不会失稳滑动;(3)滑坡体风化严重,后缘滑坡壁上植被茂盛,在黄土坡滑坡西侧边缘公路边坡上,明显可见第四系最新堆积物(残坡积物)覆盖在滑坡体上,厚度约 5m。显然,滑坡形成时代应早于全新世;(4)根据湖北省水文地质工程地质大队所做的滑带土热释光年龄测试试验可知,黄土坡古滑坡系统上段滑坡形成于距今 13 ~ 14 万年,而中、下段滑坡形成的要早一些,大约形成于 15 ~ 16 万年前。

### 4 结论

(1)研究表明,黄土坡滑坡西起四道沟东侧,东至二道沟西侧,南至八公里南侧,北临长江,平面形态呈鸭梨状,滑坡体前缘宽 1 100m,后部宽 300m,纵长约 1 780m,面积  $1.38\text{km}^2$ ,滑坡体厚度 50 ~ 100m,体积  $4 \times 10^7\text{m}^3$ ,是一个巨型古滑坡体。该结论为后来的黄土坡滑坡稳定性分析、预测预报。治理研究提供了坚实的地质基础<sup>[9]</sup>;(2)黄土坡滑坡可分为上、中、下 3 段,上段滑坡形成于距今 13 ~ 14 万年,而中、下段滑坡基本同时发生,大约形成于 15 ~ 16 万年前;(3)对于一些宏观地质特征不太明显的古滑坡体,采用宏观、细观、微观地质特征相结合的研究方法对圈定滑坡范围、确定滑面深度,进而进行滑动机理分析是较为科学有用的;(4)由于特定的地质作用,三峡库区发育有大量类似黄土坡滑坡的巨型古滑坡体,如巫山新城址上西坪、巴东赵树岭巨型古滑坡体等,本论文的研究方法和成果可为类似工程提供借鉴经验。

### 参 考 文 献:

- [1] 地矿部环境地质研究所. 三峡水库区拟迁城市巴东县新城址环境地质研究报告[R]. 北京:地矿部环境研究所. 1989.
- [2] 湖北省水文地质工程地质大队. 湖北省巴东新城址滑坡工程地质勘查报告(送审稿)[R]. 武汉:湖北省水文地质工程地质大队. 1991. 12.
- [3] 水利部长江水利委员会. 长江三峡水利枢纽库区巴东县迁建城镇新址地质论证报告(初勘阶段)[R]. 武汉:长江水利委员会, 1994. 4.
- [4] 长江水利委员会综合勘测局. 长江三峡工程库区及迁建城镇新址勘察要点[R]. 武汉:长江水利委员会综合勘测局. 1992.
- [5] 长江水利委员会综合勘测局. 长江三峡工程库岸稳态预测概论[R]. 武汉:长江水利委员会综合勘测局. 1995.

- [6] 崔政权. 三峡自然地质灾害与库区沿江城镇建设[A]. 三峡库区地质环境暨第二届中日地层环境力学国际学术讨论会论文集[C]. 北京:煤炭工业出版社, 1996.
- [7] 邓清禄, 崔政权, 晏同珍. 黄土坡滑坡系统的坠覆—滑坡改造三阶段发育特征[A]. 岩土工程论文集[C]. 中国地质大学出版社, 1996.
- [8] 喻学文, 吴永锋. 长江三峡巴东县城区三道沟滑坡成因研究[M]. 北京:中国铁道出版社, 1998.
- [9] He M C, Wu X. Reliving forecasting theory to the "Key position" of a huge ancient landslide body[A]. Frontiers of Rock Mechanics and Sustainable Development in the 21st Century[C]. A. A. Balkema Publishers, 2001.
- [10] 鹿粗. 三峡库区巫山滑坡系统的滑坡构造形变场研究[D]. 北京:中国矿业大学, 1997.
- [11] 武雄. 三峡库区巴东黄土坡滑坡临界复活起跳域的预测理论与方法[D]. 北京:中国矿业大学, 1999.
- [12] 何满潮, 武雄, 鹿粗, 等. "滑坡岩体"鉴别的试验方法研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(4): 630 - 632.

## Formation mechanism of Huangtupo landslide in reservoir of Three Gorges Project

WU Xiong<sup>1</sup>, YU Qing-chun<sup>1</sup>, HE Man-chao<sup>2</sup>, ZHAO Xin<sup>1</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The field survey, indoor test and statistic of fractures are combined with boring to investigate the boundary and depth of the Huangtupo landslide located at about 70 km upstream of the Three Gorges Project. It is found that this giant ancient slide body is composed of three sections: the upper, the middle and lower sliding mass. It covers an area of 1.38 km<sup>2</sup> with width of leading edge 1 100m and transverse length 1 780m. Based on the forementioned investigation the method of macroscopic geological feature analysis is applied to study the formation mechanism of the landslide. It is concluded that the formation process of the slide mass can be divided into two stages, the middle and lower sliding mass formed simultaneously in the earlier stage and the upper one occurred in the latter stage. This result is helpful for forecasting the probable sliding and setups corresponding counter measures.

**Key words:** Three Gorges Project; Huangtupo; sliding mass; landslide formation mechanism

(责任编辑:韩昆)

### 关于申请 2006 年度茅以升科学技术奖土力学及岩土工程大奖的通知

为奖励在我国土力学及岩土工程学科做出贡献的科技工作者,促进我国土力学及岩土工程科学和技术的进步及人才的成长,中国科学技术发展基金会茅以升科技教育基金委员会设立了“茅以升科学技术奖土力学及基础工程大奖”和“茅以升科学技术奖土力学及基础工程青年奖”,2004 年更名为“茅以升科学技术奖土力学及岩土工程大奖”和“茅以升科学技术奖土力学及岩土工程青年奖”。此两项奖每两年评选一次。茅以升科技教育基金委员会决定 2006 年度土力学及岩土工程大奖和青年奖分别评选获奖人 1~3 名,不设提名奖。获奖者由中国科学技术发展基金会茅以升科技教育基金委员会颁发奖牌、证书和奖金。

根据《茅以升土力学及岩土工程奖奖励条件》,具备下列条件之一,热爱祖国、拥护社会主义、具有优良作风和品德的科技工作者,可申请本奖:在土的基本性质和土力学理论的学术研究中取得重要成果,并对经济建设有实际指导意义者;在岩土工程设计中有所创新,完成重大工程的优秀设计并付诸实施者;在岩土工程的施工建设中,创造并应用先进的科学技术和施工方法,对提高工程质量和建设速度方面取得重大成绩者。

本奖的评审工作是在茅以升科技教育基金委员会的领导下,由中国土木工程学会设立的茅以升土力学及岩土工程大奖评审委员会负责。评审委员会人选,由中国土木工程学会提出,经茅以升科技教育基金委员会审批。评审委员会的日常工作委托中国土木工程学会土力学及岩土工程分会负责办理。

欢迎在土力学及岩土工程方面的科研、设计和施工建设中取得重大成果和做出突出贡献的优秀科技工作者积极申请。专家推荐和自荐均可。申请者本人应提交申请材料,包括:个人简况(姓名、性别、年龄、学历、工作经历等),在土力学及岩土工程领域的突出业绩以及相关的证明材料或者代表性论著。申请材料一式六份,须于 2006 年 10 月 31 日以前送至中国土木工程学会土力学及岩土工程分会秘书处。具体地址为:(100084)北京市海淀区清华大学水利水电系转中国土木工程学会土力学及岩土工程分会秘书处;Tel:010-62785593;Fax:010-62785593;E-mail:csnrg@tsinghua.edu.cn。

中国土木工程学会土力学及岩土工程分会