地 质 学 报

1985 年　ACTA GEOLOGICA SINICA　第 2 期



# 孔隙水压力导致滑坡复活的一个典型实例

## ——四川云阳鸡扒子滑坡的形成机制和稳定性分析*

四川南江水文地质队　　成都地质学院工程地质研究室

鸡扒子滑坡位于四川省云阳县城东一公里处的长江北岸，它是老滑坡的部分复活。滑坡体积达 15,000 多万立方米，其中 230 万立方米已脱离滑坡进入长江洪水位以下，给航运带来了严重危害，造成了巨大的经济损失。

本文根据详细的地表地质调查和钻孔资料，论述了老滑坡部分复活的地形地质背景，老滑坡的变形破坏过程及运动特征。结合 1982 年 7 月的暴雨特征，分析计算了孔隙水压力在滑坡复活中的作用。

目前，国内外已有较多文献报道暴雨诱发滑坡的事例以及讨论降雨与滑坡的关系。但有关暴雨期间孔隙水压力导致滑坡复活的报道却不多见。1982 年 7 月中旬，四川云阳特大暴雨期间发生的鸡扒子滑坡，正是由孔隙水压力导致老滑坡部分复活的一个典型实例，它运动特征复杂、规模极其巨大，既有滑动又有类似泥石流的塑性流动，总体积达 1500 多万立方米，其中前缘约 230 万立方米已脱离滑床进入长江，直达对岸，河床被淤高约 40 米，构成长 700 米的急滩，给航运带来了严重危害，造成了巨大的经济损失。为治滩和整治滑坡，进行了大量地质勘察及实验室研究工作，本文以这些资料为基础对这个典型实例作一简要分析。

## 一、滑坡复活的地质背景

鸡扒子滑坡（即新滑坡）位于四川云阳城东一公里处的长江北岸由上侏罗统遂宁组（$J_{3s}$）和蓬莱镇组（$J_{3p}$）组成的单面山斜坡上，它是宝塔滑坡（即老滑坡）西部的部分复活（图 1）。

老滑坡发育在 $J_{3p}$ 下部灰白色长石石英砂岩和紫红色泥岩互层中。砂岩厚度大、较稳定，泥岩厚度小、横向变化较大。地层走向北西，倾向南，倾角由近山顶部的 40° 渐变为 25°，至长江沿岸仅 10° 左右。岩层倾向与地形坡向一致，且倾角接近。岩层中 NE45°—55° 和 NW330°—340° 近直立的两组剪裂隙发育。

老滑坡是砂岩层沿泥岩滑移-弯曲变形发展的结果。据滑坡上覆黄色砂质粘土厚度及滑坡前缘砂岩块石的强烈风化推断它形成于晚更新世末期。滑坡南北长 1.9 公里，东

* 参加本文编写讨论的有南江水文地质队的李玉生、夏鹏翅、黄绍伦和黄甫军，成都地质学院工程地质研究室的张倬元、杨淑碧、李日国和刘汉超。最后由刘汉超执笔，张倬元修改定稿。

本文 1984 年 1 月收到，6 月改回，丁祖国编辑。

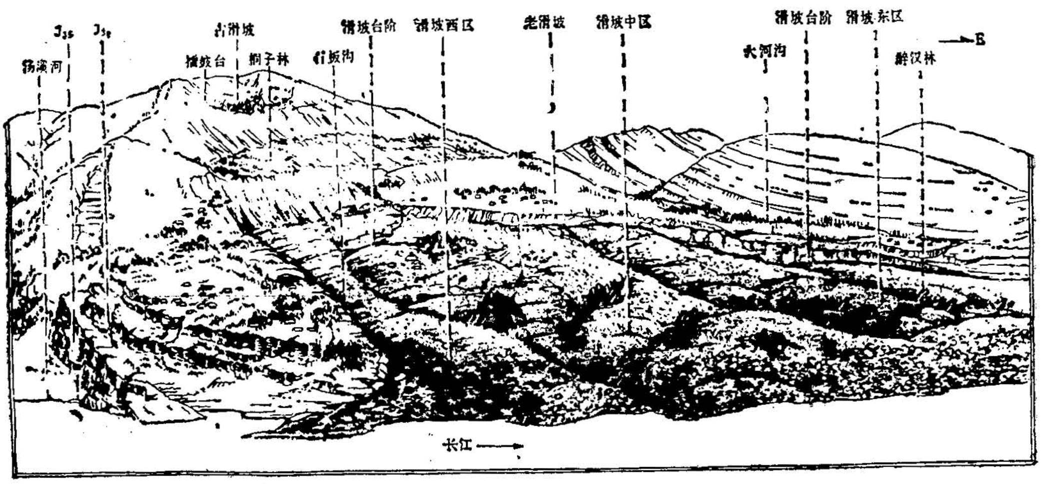


图 1　四川云阳鸡扒子滑坡地质素描图

Fig. 1　Geological sketch map of the Jipazi landslide, Yunyang, Sichuan Province

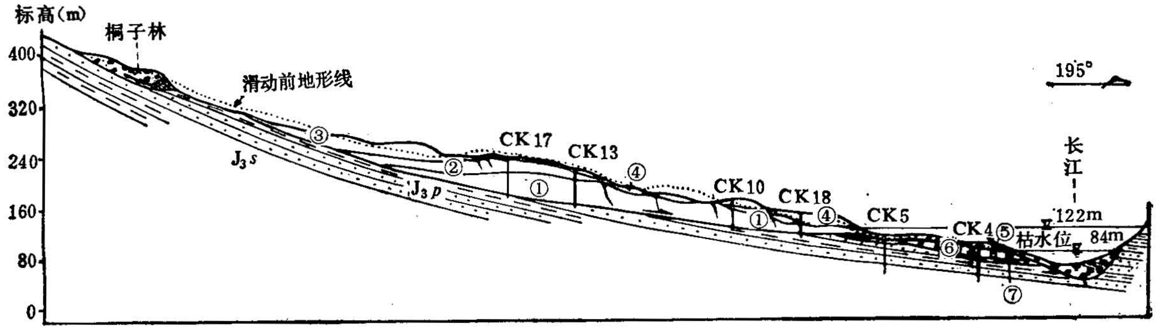


图 2　云阳鸡扒子滑坡中区剖面图

Fig. 2　Section of the middle part of the Jipazi landslide, Yunyang

1.碎裂岩体；2.碎块岩夹土；3.土夹碎块石；4 含钙质结核砂质粘土；5.大块石夹少量粘土(鸡扒子滑坡在滑床外的堆积物)；6.老滑坡在河床外的堆积物；7.河流冲积物；$J_{3p}$. 上侏罗统蓬莱镇组砂、泥岩；$J_{3s}$. 上侏罗统遂宁组砂、泥岩；$CK_{17}$. 钻孔编号

西宽 0.8—1.3 公里，展布面积近 2.0 平方公里。滑床呈上陡下缓的"靠椅状"，除前缘少部分切过砂岩层外，其余大部分基本上顺砂岩与泥岩界面发育。泥岩被剪切破碎成厚 0.2—1.0 米的滑带土，由紫红色粘土或砂质粘土夹砂岩角砾组成，有清晰的滑坡擦痕，据 X 光衍射、硅铝率和电镜扫描分析的结果，粘土中粘粒的矿物成分以伊利石为主，次为绿泥石和少量高岭石。滑坡的地层结构自下而上为砂岩、泥岩的层状碎裂岩体，碎块石夹土和土夹碎块石。在滑坡中下部，表层覆盖有后期堆积的厚约 0—20 米的含钙质结核的黄色砂质粘土(图 2 和图 3)。愈靠滑坡边缘，碎裂岩所占比重愈少，土的含量增加。

滑体中岩石松动、破碎厉害，裂隙发育，碎裂岩的裂隙表面被覆有大量钙华沉积；钻进中泥浆全部漏失，孔口不返水。上述现象说明，滑体主要部分透水性良好，滑体通常处于

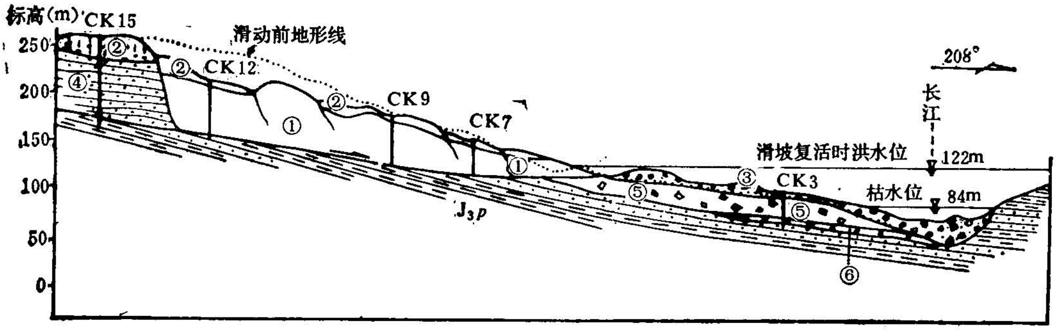


图 3 云阳鸡扒子滑坡东区剖面图

Fig. 3 Section of the eastern part of the Jipazi landslide, Yunyang

1.碎裂岩体； 2.含钙质结核砂质粘土； 3.大块石夹少量粘土(鸡扒子滑坡在滑床外的堆积物)；4.老滑坡堆积物； 5.老滑坡在滑床外的堆积物； 6.河流冲积物；$J_3p$.上侏罗统蓬莱镇组砂、泥岩；CK15.钻孔编号

包气带之中。钻孔查明，地下水位在旱季时约低于滑床或在滑带附近。

老滑坡后缘以上的斜坡集雨面积约 0.3 平方公里，雨季汇集的地表迳流主要经发育于滑体西部的一条较长的溪沟——石板沟向长江排泄。

## 二、滑坡变形破坏过程及运动特征

### 1. 变形破坏过程

老滑坡部分复活或鸡扒子滑坡的形成，发生在 1982 年 7 月中旬特大暴雨（即“82.7”暴雨）期间。据调查，云阳城区暴雨过程从 16 日 4 时开始，当日老滑坡后缘开裂，民房下陷，地面有拱起现象。17 日 4—8 时，老滑坡西部后缘先后有大约 17 万立方米土石滑落到石板沟中，致使沟床堵塞，地表天然排水系统失效，暴雨形成的地表迳流受阻，下游断流，而上游积水成库(标高 254 米)，库水沿滑坡后缘开裂裂缝直接渗入滑体。17 日 18 时，有人目睹滑坡中下部一冲沟中有地下水涌出地面，水头高2—3米(标高约 190 米)。17 日 20 时，石板沟东侧的土体开始向下蠕滑，与此同时，石板沟沟床沿岸的土体和民房发生类似泥石流的塑性流动。18 日 2 时，石板沟东侧的土体和民房开始向下剧烈滑动；2 时 15 分左右，前缘的土体及其上的建筑物被推入当时长江的洪水位(标高 122 米)以下。18 日 2 时 30 分—3 时左右，更东部的土体和民房亦跟随产生了滑动。

据计算，老滑坡西部产生滑动的土石约 1500 多万立方米，波及范围达 0.774 平方公里，约占老滑坡的 2/5 左右，形成了一个新滑坡——鸡扒子滑坡。

### 2. 运动特征

滑坡复活过程中表现出复杂的运动特征，既有滑动，也有流动。大体可分作三个区(图 4)。

**西部塑性流动区** 饱水土体土滑过程中转化为稠度很大的泥石流，呈塑性流动，中间部位流速较快，地物的水平位移可达 150—209 米，两侧流速较低，水平位移仅 67—117 米。流体表层流速高，致使树木都产生向前方的倾倒变形。它具有很大的破坏能力，位于

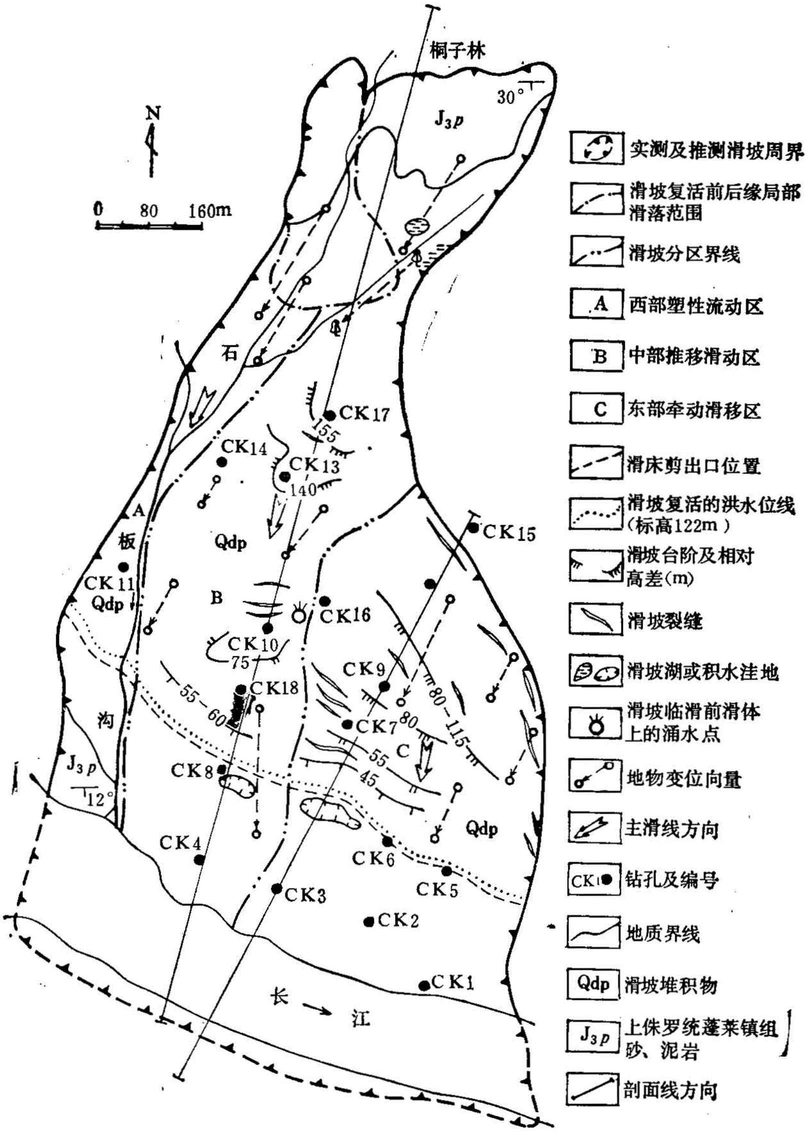


图 4　云阳鸡扒子滑坡平面图

Fig. 4　Plan map of the Jipazi landslide, Yunyang

其上的房屋全部毁坏，沟口附近跨过边界的建筑物被剪断，位于泥石流上的部分被推入江中。

**中部推移滑动区**　主要为块体水平滑移。上部首先起动，开始是缓慢地向下蠕动，推挤中下部的土体，6 小时后整体剧烈滑动。根据地物位移向量可知，上部滑动方向 SSW，水平位移 142—169 米；中部滑动方向 SSW—SW，水平位移 20—97 米；下部滑动方向向南，水平位移 108—190 米，其中 190 米为被推入洪水位下的冷冻厂。估计最大平均滑速 12.5 米/分。滑动中有解体，滑坡堆积显示有四级台阶。

**东部牵动滑移区**　中区整体滑动后本区表现为自下而上的逐级滑动，但位移向量表

明，上部水平位移达 100 余米，而下部仅数十米，发育了一系列向西撒开、向东收敛的拉张裂缝，且西侧的位移大于东侧，表明它受到来自中区的侧向牵动。

上述三个区中，西区是表层饱水土体的塑性流动，未涉及到老滑体的底部，中区为沿老滑床的推移式滑动，而东区从本质上来说亦属沿老滑床的推移式滑动，可能因运动中解体而表现为自下而上的逐级滑动。

## 三、滑坡复活的触发因素

1982 年 7 月，云阳地区连降暴雨，其降雨总量和暴雨强度是自 1937 年本区有记载以来的最高记录。7 月份，全月降雨 633.3 毫米，占多年年平均降雨 1093 毫米的 57.9%，是 7 月份多年来月平均降雨量 157.2 毫米的 4.03 倍。7 月中旬，出现了两次降雨过程，第一降雨过程(16—23 日)降雨 473.0 毫米，第二次降雨过程(26—29 日)降雨 125.5 毫米。

滑坡复活正值第一降雨过程的暴雨主峰期。据云阳气象站资料，从降雨开始至石板沟被堵塞的 28 小时内降雨达 269.1 毫米，从降雨开始至剧滑时的 46 小时内降雨 331.3 毫米，其间最大 24 小时降雨量达 240.9 毫米，最大时降雨量达 38.8 毫米。可见，云阳城区的这场暴雨，无论降雨总量或是降雨强度，都达到或超过了国内外不少地区触发滑坡的暴雨强度临界值(表 1)。因此，可以说"82.7"暴雨为滑坡复活提供了有利条件。

根据第一降雨过程的强度、持续时间和滑坡后缘的集雨面积，可以算出，仅自石板沟

**表 1 一些国家或地区触发滑坡的暴雨强度临界值[1]**

**Table 1 Critical intensities of the rainstorm inducing landslides in some countries or regions**

| 国家或地区 | 过程降雨量 | | 降雨强度 | | 备 注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 总 量 (mm) | 占多年年平均的% | 日降雨量 (mm) | 时降雨量 (mm) | |
| 巴西 | 250—300 | >12 | | | >20%倾向于出现灾害性滑动 |
| 美国 | 250 | | | >6 | 临界值 |
| 日本 | >150—200 | | | >20—30 | |
| 加拿大 | 250 | | | | 临界值 |
| 中国香港 | | | >100 | | |
| 中国四川 | | | >200 | | |
| 中国云阳 | 331.3 | 30.3 | 240.9 | 38.8 | |

**表 2 老滑带土的残余抗剪强度指标**

**Table 2 Residual shearing strength index of the old landslide soil**

| 抗剪指标 / 试验状态 | Cr (Kg/cm²) | $\varphi_r$ |
|---|---|---|
| 天然含水量 | 0.50 | 16°18′ |
| 饱和含水量 | 0.33 | 10°39′ |

堵塞至剧滑时的 18 小时内，暴雨造成的地表迳流直接渗入滑体的水量就达 15660 立方米，即 0.24 立方米/秒。若再加上从降雨开始至剧滑前 46 小时内的暴雨正常渗入量，则将更多。

大量地表水渗入老滑体，一方面，使老滑带土饱水，强度大幅度下降，为滑坡复活提供了潜在滑动面。11 组老滑带土原状样的抗剪试验成果表明(表 2)，饱水状态下的残余抗剪指标大大低于天然状态下的同类指标，其 Cr 下降 34%，$\varphi_r$ 下降 36%。此外，用不平衡推力法求得的残余抗剪指标(表 3)与老滑带土原状样饱水状态下的试验指标十分接近。这意味着老滑坡复活确系在滑带土饱水的条件下发生的。

应当说明的是，老滑坡自形成以来，滑带土饱水显然不止此一次，据县志记载，1870 年云阳地区也曾出现过特大暴雨，且当时江水位上涨到 147 米高程，却未造成类似 1982 年 7 月这样大规模的复活。这说明，老滑带土饱水后强度大幅度下降和特大洪水位都不是滑坡复活的充分条件。

**表 3　新滑带土的残余抗剪指标**

**Table 3　Residual shearing strength index of the new landslide-zone soil**

| 抗剪指标 / 所在部位 | Cr (kg/cm²) | $\varphi_r$ |
|---|---|---|
| 中　区 | 0.34 | 11°36′ |
| 东　区 | 1.32 | 9°38′ |

另一方面，使老滑坡西部滑体内的地下水位迅速升高，造成异常高的动水压力和静水浮托力，为滑坡复活提供了充分条件。如果，石板沟堵塞积水成库的标高 254 米、滑体中下部地下水涌出地面的标高 190 米和当时长江洪水位标高 122 米的联线，能代表滑坡临复活前的最高地下水位的话，那末，当时的地下水位比枯季上升了约 10—30 米，平均水力坡度达到 190‰，滑坡西部的大部分滑体已处于饱水状态之下，造成的动水压力和静水浮托力无疑是非常大的。滑体中下部涌水后两小时，滑体上部便开始向下缓慢蠕动，说明上述地下水位实际上已使老滑坡的稳定性接近或达到了极限平衡状态。这样，老滑坡西部受地表水大量渗入补给的这部分滑体的稳定性，随着滑体内地下水位的继续升高而不断下降，并最终降到临界状态以下，造成了老滑坡的部分复活。而未受渗流直接补给的外围部分的滑体则仍处于稳定状态，停留于斜坡之上。另外，西距老滑坡仅一公里的云阳西城滑坡，在形成时代与机制、滑床形态和滑带土特征等方面都与前者有许多相同之处，但后者在“82.7”暴雨期间地表天然排水系统正常，地表水未能大量渗入滑体造成足够高的孔隙水压力，所以，尽管两者处于相同的暴雨条件下，后者却没有复活。

从上不难看出，孔隙水压力在老滑坡的部分复活中起了主导作用，它是导致老滑坡部分复活的触发因素。而这次灾害性事件的直接原因，则应归于特大暴雨引起的滑坡后缘局部滑塌所造成的石板沟被堵塞以及随之而来的地表天然排水系统失效。

## 四、滑坡的稳定性计算与评价

宝塔老滑坡部分复活后，给长江航运带来了极大困难，并有断航的可能，因而引起了

各有关方面的严重关注。为疏通航道，长江航务管理局采取了一系列应急措施，包括在滑床出口外清除了约 20 万立方米土石，在滑坡后缘修筑一条拦山埝、在滑体上修建两条纵向排水沟等地表排水设施。接着又拟定了第二期整治工程计划。为了给第二期整治工程提供工程地质依据，我们对鸡扒子新滑坡在各种不同边界条件下的稳定性作了计算。

### 1. 计算分区和剪出口标高的确定

因滑坡西区属表层塑性流动，故只对中区和东区分别进行计算。如果中区的土体再滑动，则有两个可能的剪出口：112 米(原滑床出口)和 98 米(北 1 方案[1]开挖平台)标高；东区有三个可能的剪出口：115 米(原滑床出口)和 98 米（北 1 方案开挖平台）及 98 米(北 2 方案开挖平台)标高。

### 2. 计算方案

对上述各区不同剪出口标高下的滑坡稳定性均按以下四种方案进行计算：

**第一方案**　模拟旱季长江枯水位(84米)和地下水枯水位时的稳定性；

**第二方案**　模拟雨季长江上游降雨、长江(平水位 105 米、1982 年滑坡复活时的洪水位 122 米、1982 年最高洪水位 132 米和 1981 年最高洪水位 137 米等)不同水位向岸边浸润，使滑体内地下水位上升时的稳定性；

**第三方案**　模拟雨季长江上游和当地同时出现暴雨、滑坡后缘和滑体上各种排水设施完整有效、大气降雨正常渗入和长江不同水位（105，122，132 和 137 米等)向岸边浸润使滑体内地下水位上升较高时的稳定性；

**第四方案**　模拟雨季长江上游和当地同时出现特大暴雨、长江（122、132 和 137 米等)不同水位下、且排水设施失效导致滑体强烈充水（充水高度按滑体后缘高点至计算江水位考虑，但一般不超出滑体)时的稳定性。

### 3. 计算公式

旱季地下水位低于滑床时，用不平衡推力公式进行计算：

$$E_i = KW_i \sin\alpha_i - W_i \cos\alpha_i \operatorname{tg}\varphi_i - c_i l_i + E_{i-1}\psi_{i-1,i}$$

式中，

$K$ 为稳定性系数；

$E_i$ 为第 $i$ 滑块的剩余下滑力（T/m²)；

$E_{i-1}$ 为第 $i-1$ 滑块的剩余下滑力（T/m²)；

$W_i$ 为第 $i$ 滑块的重力（T/m²)；

$\alpha_i$ 为第 $i$ 滑块的滑动面倾角(度)；

$c_i$ 为第 $i$ 滑块滑带土的内聚力（T/m²)；

$\varphi_i$ 为第 $i$ 滑块滑带土的内摩擦角(度)；

$l_i$ 为第 $i$ 滑块滑动面的长度（m)；

1) 北 1 方案和北 2 方案均系长江航务管理局第二期整治工程中位于长江北岸(即滑坡一岸)的两个较大规模的开挖方案。北 2 方案在北 1 方案南 20 米，二者的地表开挖线相互平行。

$\psi_{i-1,i}$ 为第 $i-1$ 和 $i$ 滑块之间力的传递系数，其值为：

$$\psi_{i-1,i} = \cos(\alpha_{i-1}-\alpha_i) - \sin(\alpha_{i-1}-\alpha_i)\operatorname{tg}\varphi_i$$

雨季滑体不同程度充水时，在上述公式中叠加了动水压力和静水浮托力。

## 4. 计算指标

容重指标分别采用各类土石的平均容重(表 4)。

**表 4　各类土石的平均容重指标**

**Table 4　Average volume weight indices of various kinds of debris**

| 土石名称 | 天然容重 ($T/m^3$) | 饱和容重 ($T/m^3$) | 浮 容 重 ($T/m^3$) |
|---|---|---|---|
| 含钙质结核砂质粘土 | 2.10 | 2.14 | 1.14 |
| 土夹碎块石 | 2.12 | 2.25 | 1.25 |
| 碎块石夹土 | 2.40 | 2.41 | 1.41 |
| 层状碎裂岩 | 2.45 | 2.48 | 1.48 |
| 滑带土 | 2.26 | 2.32 | 1.32 |

滑带土的抗剪指标是根据试验值和反算值选定的。由于反算求得的指标与老滑带土原状样饱和含水量和新滑带土重塑样天然含水量状态下的残余值比较接近，同时考虑到重塑土中未能包含有滑带土中事实上存在的碎块石，其值可能偏低，故选定计算指标时，以反算指标为主，并参考上述两种情况下的试验值(表 5)。

**表 5　滑带土的抗剪指标**

**Table 5　Shearing strength index of landslide-zone soil**

| 抗剪指标 / 土名 | 试验值 | | | | 反算值 | | 选用计算值 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 天然含水量 | | 饱和含水量 | | | | | | |
| | Cr ($kg/cm^2$) | $\varphi_r$ | Cr ($kg/cm^2$) | $\varphi_r$ | Cr ($kg/cm^2$) | $\varphi_r$ | $C$ ($kg/cm^2$) | $\varphi$ | |
| 老滑带土 | 0.50 | 16°18′ | 0.33 | 10°39′ | | | | | |
| 新滑带土 | 0.21 | 9°18′ | 0.08 | 4°09′ | 0.34 | 11°39′ | 0.25 | 10°20′ | 中区 |
| | 0.26 | 8°13′ | 0.05 | 4°45′ | 1.32 | 9°38′ | 0.25 | 9°30′ | 东区 |

至于滑床出口以外的大块石夹土所组成的堆积体的抗剪指标，因试验组数少、代表性差，故只好采用经验值：$C = 0.15\text{kg/cm}^2$，$\varphi = 18°$（长江航务管理局第二期整治工程中的设计边坡角）。

## 5. 计算结果与稳定性评价

通过大量计算，得出了鸡扒子滑坡在不同边界条件下的稳定性系数共 60 个值，其中，中区 24 个值，东区 36 个值。

计算结果表明，鸡扒子滑坡如果再次活动，沿原滑床出口剪出的可能性，大于沿北 1

方案或北 2 方案 98 米标高剪出的可能性。就滑体沿原滑床剪出的可能性而言，旱季时具有较高的稳定性（$K = 1.33—1.61$），是稳定的；雨季大气降雨正常和江水浸润的情况下，稳定性逐步降低，是基本稳定的，但安全储备不高（图 5A、B）；当出现特大暴雨、且排水设施一旦失效致使滑体强烈充水时，稳定性系数就急剧降低到临界状态以下，稳定性系数最低时的江水位是 122 米标高（图 5C），与老滑坡复活时的江水位标高相同，这可能与此时滑体内的动水压力最大有关。从上述计算结果可进一步看出，孔隙水压力在滑坡复活过程中的极其重要的意义。

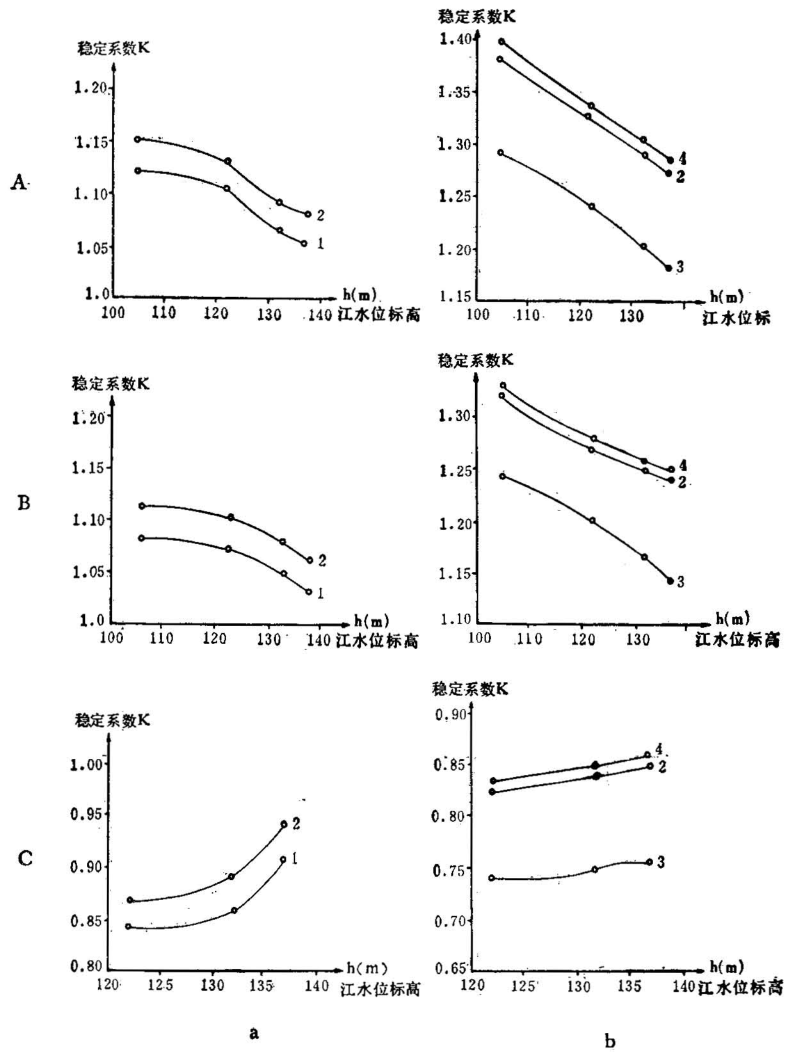


图 5 滑坡稳定性系数与江水位关系曲线

Fgi. 5 Relations between the landslide stability factor and the river water level

A. 第二计算方案； B. 第三计算方案； C. 第四计算方案； a. 滑坡中区； b 滑坡东区；
1. 112 米标高滑床剪出口； 2. 98 米标高北 1 开挖方案剪出口； 3. 115 米标高滑床剪出口；
4. 98 米标高北 2 开挖方案剪出口

## 五、对滑坡整治工作的建议

为改善长江航运条件，对鸡扒子滑坡进行整治时，应考虑到滑坡稳定性的安全储备不高。因此，滑体前缘开挖的最大标高应不超过原滑床的剪出口标高 112 米或 115 米，开挖的最大深度以达到原地面标高为宜，开挖出的大块石可堆砌在不影响航道的滑床剪出口部位，既可增加抗滑力，也利滑体排水。滑坡本身的整治也是同样重要的，但应以健全和完善地表的各种排水设施为主。

本文中引用的试验数据也包括了长春地质学院水文地质及工程地质系的试验成果，另外他们也参加了部分计算工作，并提出了宝贵意见；在此，向他们一并致谢。

## 参　考　文　献

[1] Radbruch-Hall, D. H. and Vanes,D. J., 1976, Landslide——Case and effect. Bull. Inter. Asso Eng Geol. No. 14. p. 205—206.

# A TYPICAL CASE HISTORY OF LANDSLIDE REVIVAL INDUCED BY PORE PRESSURE——mechanism and stability analysis of the Jipazi landslide, Yunyang, Sichuan Province

Nanjiang Hydrogeological Party of Sichuan Province

and

Engineering Geological Research Section of Chendu College of Geology

## Abstract

Situated on the northern bank of the Changjiang (Yangzi, Yangtze) River, 1 km east to Yunyang, Sichuan Province, the Jipazi landslide represents partial revival of an old landslide. The total volume of the slide mass is up to more than 150 million cubic meters, of which about 2.3 million is being detached from the slide channel and sliding down below the flood level of the Changjiang River, thus bringing a serious danger to the navigation in this river segment and causing enormous economic losses.

Based on the data obstained from a detailed surface geological investigation and drilling, this paper discusses the topographic-geologic setting for the partial revival of the old landslide, the process of its deformation and failure and the characteristics of its movement. Besides, the role of pore pressure in the revival of the old landslide is also analyzed in combination with the characteristics of the heavy rainfall that occurred in July 1982.

During the rainstorm, a vast amount of surface water infiltrated into the old landslide mass, which, on the one hand, caused the soil in the landslide zone to be saturated with water and the shearing strength to decrease by a big margin and, on the other

hand, caused the groundwater level to rise 10—30 meters higher than that in the low-water season, with an average hydraulic gradient of about 190‰ or so. Consequently most of the landslide mass was in a state of water saturation, resulting in enormous dynamic pressure and static buoyancy. The stability of the part recharged by the infiltration of a vast amount of surface water in the west of the old landslide decreased constantly and finally the slide mass lost stability; while the periphery that was not directly recharged by the infiltration was still in a state of stability. Hence the extraordinarily high pore pressure produced by a vast amount of groundwater that infiltrated into the slide mass resulted in partial revival of the old landslide.

Calculations show that the landslide has a rather high stability (K=1.33—1.61) in the dry season. It is also stable in the rainy season when the precipitation infiltration is normal, but its stability factor diminishes with an increase in pore pressure (K>0.5). Its stability is reduced dramatically below the critical value (K=0.8—0.95) only when an extraordinarily big rainstorm occurs and surface drainage facilities do not work so that the landslide mass is strongly filled with water. This further shows that pore pressure has played dominant and triggering role in the process of revival of the old landslide.

Finally, some concrete suggestions for the control of the landslide are given in this paper.