

洒勒山滑坡是整体基底式滑坡

王民新 余文蔚

(兰州大学地质地理系)

一、前言

甘肃省东乡族自治县境内,于今年3月7日下午5时46分,发生了巨大而猛烈的山体滑动,数以千万方的岩石、黄土从洒勒山顶坡向南直扑那勒寺河,顷刻间村庄掩埋、道路摧毁、河道堵塞、水库淤积。果园公社辖属的新庄、苦顺、洒勒、达浪四个生产队,变成了一片土海,损失巨大,灾情严重。

事件发生后,甘肃省科学技术委员会遵照省政府的指示精神,由侯林斌主任组织兰州大学、铁道科学院西北研究所、铁道部第一设计院等单位奔赴现场考察。

我们这次考察的目的在于,查明滑坡发生、发展的原因,分析滑坡的类型和特征,提出预防和处理滑坡灾害的措施,使人民群众提高科学知识,加强预报,减少不必要的损失,保证“四化”建设的顺利进行。

这次灾害,我们工程地质工作者称之为滑坡灾害,它是一种物理地质现象,是斜坡的破坏形式中分布最广、危害最大、工程处理较难的一种类型,也是斜坡稳定性问题研究的主要对象和内容。

要科学而准确地分析洒勒山滑坡的成因、类型及运动规律,提出切实可行的处理措施,必须首先从区域地质背景着手。

二、滑坡区的地质背景

东乡县为临夏构造盆地的中心,出露的第三系红层产状近于水平。滑坡区微偏构造盆地的东北,第三系 N_2L ,称临夏组(上新统)第三段,为倾向北西、倾角 5° — 10° 的缓倾岩层。

本区北北西向断裂发育。洮河流向在滑坡区近南北向,发育的沟谷以及红层中近南北向的垂直节理均受此组断裂的控制,与北北西向配套近于垂直的张性断裂也是发育的,它们的方向近于东西向,与那勒寺河、山脊的走向近于平行。那勒寺河即沿此断裂带方向形成。

本区构造应力比较集中,新构造运动非常强烈。第四纪时期有多次大面积的抬升运动,洮河等干流有五级阶地,那勒寺河两岸已见有四级阶地,表明地面上升、河流下切,形成了陡峻的地势和角度较大的山坡。

三、滑坡的基本特征

(一) 滑坡规模和地表形态

此滑坡从现场观察，形似手掌，东西窄，南北长，表面波浪起伏。由北向南见有滑坡陡壁，壁顶平直，走向 80° 左右；两侧形如圈椅，上陡下缓，坡度 60° — 70° ，下部渐缓为 40° ；壁顶尚存稀疏裂缝，其高程西侧最高为2,270米，东侧为2,260米，中部沟脑处最低为2,250米，顶宽约600米，底宽700—800米，与封闭洼地相连；封闭洼地为扁椭圆形，周围略高，中间低洼，最低高程为2,030米；洼地两侧具有槽形地带，南侧与一高起的平台相连。此平台尚保留斜交的裂隙系统，平台东西宽约500米，南北长100—200米，缓坡与“指挥部”所在平台接连；缓坡东侧见有多棵树木，东倒西歪（小部分向北倾倒）；“指挥部”平台表面起伏不平，规模较大，平缓地伸向对岸，并向东西两侧散开。

根据现场观察、结合原始地形的估算，滑坡体南北平均长1.6公里，东西平均宽约0.8公里，平均厚近30米，滑坡区面积约为2个多平方公里。滑动体的总土石方量约4,000—5,000万立方米（滑坡破坏包括扰动部分面积为1.5平方公里，滑动面积为0.58平方公里，推动掩埋面积为0.4平方公里）

(二) 滑动特征

该滑坡系大型滑坡，其剧滑阶段具有速度快、距离长、方量多、能量大、破坏力强及下滑时有分块运动等特征。具体来讲，滑动体横向可分东、西、中三块，中部为主滑块体，主滑方向为 $170^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 。滑坡陡壁高220米，前缘滑舌宽150—200米，其西边界在达浪村突出的Ⅱ级阶地尖咀之西50米，其东边界应在九二水库库尾Ⅱ级阶地突出尖咀以西。东西两侧边界两台地上的窑洞均未受到挤压变形为证。老公路以南Ⅱ级阶地前缘的新庄生产队全部房舍、果树，均随土体推移至河岸边（清理河道已挖出自行车为证），达浪台地尖咀被切割分成东西两部分。根据新庄生产队被推移的距离，估算主滑块体滑推移距离应为300米左右。由于主滑块体要脱离山体冲向南岸，必然对东西两侧产生巨大的排挤动力。其力的方向，在西侧为西南方向，在东侧为东南方向，使滑动体在东西两侧的小山梁受到影响，形成与推挤方向平行延展的张开裂缝，十余条密集成带。裂缝宽达几厘米至十几厘米不等，并向两侧方向逐渐消失。此为两侧的影响带。东侧块体使苦顺生产队掩埋于九二水库之中，冲出距离远达300余米；西侧块体使洒勒生产队大部分掀埋于西南方向50余米处，清真寺的砖瓦及寺后大树的移动可证。纵向为牵引滑动带动黄土滑动（局部具有崩塌现象），Ⅰ—Ⅳ级阶地以南部分先滑，然后带动山体的岩石及巨厚的黄土层继续推移、崩塌，掩盖在先滑的块体之上，致使滑坡后部表层多为黄土覆盖。

(三) 滑动距离和滑动速度

此滑坡移动的距离是比较远的，在平坦的河漫滩中达300余米。表面形成黄土碎屑。表层裂隙系统多被破坏，仅在周边见有与主滑方向斜交呈 45° 左右夹角的，以 120° 和 225° 为多的裂隙系统。上述新庄生产队的移动距离和幸存夫妇合抱的大树的滑动表明，其主

滑块段的移动距离为800—1,000米。据调查访问目睹者,仅在1分多钟内滑移近1,000米,粗估滑速为每秒10米以上。其高速的原因,是主滑块段为基岩,可积累巨大能量;高大山头的重力作用使阻滑段迅速剪断脱离山体;滑道之间存在有封闭的气垫层产生气垫效应;在粗石块之间存在许多石粉和细粒,起着液体和气体一样的作用,使颗粒之间的法向压力减少而造成抗滑力降低所致。

(四) 滑坡的类型

通过现场考察和分析,在滑体表面虽被较厚的黄土覆盖,但在周围边缘,多处见有第三系红层被翻卷出来的现象。例如:滑舌前端掀起河漫滩卵石层1—2米厚,上覆有30厘米厚的耕植土;在其东北方向约30—40米处,即可见到大片被翻卷出来的红层,其中较大岩块可达2立方米,并夹有灰绿色泥灰岩碎块及砂砾岩,均属第三系地层。前端东西两侧及中部均可见红层多处出现。又如滑坡陡壁前,封闭洼地东西两侧的槽形地带,均有红色岩层出现,特别是西侧高程约2,090米泉水下方30—50米处,见有大块菱形第三系泥岩岩块堆积成小包。再者,从东乡县至滑坡区约40公里的地段内均见红层出露,位置较高,黄土层仅在山头。在西侧泉水上方老滑坡陡壁,出露有厚30—40米第三系红层,其高程最高出露点为2,170米,相当于整个滑坡陡壁的1/2—1/3处。由此证明,东乡洒勒山滑坡绝非全系黄土组成,而是深切基岩。在野外调查中,我们查明东乡滑坡那勒寺河两岸阶地均为基座阶地,封闭洼地最低点则大大低于Ⅳ级阶地。以上事实可证明,滑动面已深切第三系红层。因此,我们认为,该滑坡是基岩滑坡,并非是沿第三系基岩顶面滑动的纯黄土滑坡,而是由基岩滑动带动上覆黄土的滑动,也可称为整体基底式滑坡。

四、滑坡产生的机制和形成原因

滑坡区近南北向的沟谷发育,西侧沟谷中的红层见有近南北向垂直节理,岩石破碎。这说明沟谷是沿北北西向的破碎带、挤压带等软弱构造部位,在地表水流长期作用下形成的,构成滑坡体的侧向切割面。近于东西向的张性裂隙是异常发育的,这可从东侧到西侧的张性裂隙带来证明:东侧南北向沟谷中出现近东西向支沟,在Ⅲ级阶地后缘见近95°的张性裂缝,并见Ⅲ级阶地砾石层被错出,其方向如上;近东西向的沟脑延到羊圈上的小路边,又见老黄土中张性破碎带,有十余条裂隙;向西就到滑坡陡壁顶,其裂缝方向为80°±,然后到西侧红层有此组裂隙;再往西见有构造三角面多处出现,三角面下部沟中的红层有十余条张性裂隙,其中充填有密实性好的黄土,裂隙产状为170°,∠72°,180°,∠68°。西侧的老滑坡群和此组构造有密切联系。故可说明,此组断裂方向即为滑坡体的横向切割面,也是形成滑坡后缘山顶拉裂张力带的张开裂缝的主要原因。

洒勒山海拔2,283米,河床面为1,950米,高差可达300余米。山体上部为第四系较厚黄土覆盖,形成黄土梁峁地形;下部为紫红色第三系粘土岩夹灰绿色砂砾岩与泥灰岩,地层近水平,微倾西南或西北。就本区的岩土性质而言,是极易形成滑动面的,由于滑动面深切基岩,易滑面应是砂砾岩、泥灰岩与粘土岩接触面,或粘土岩层间挤压面,它们是软弱的部位;再在地下水,特别是在东西山腰沟脑处出露的泉水的长期作用下,

更是极易滑动。

那勒寺河原来冲刷北岸，使河流阶地的基座粘土岩比较潮湿泥化；加之与河争地使河流改道，修建水库蓄水、提灌等，地表、地下水位发生变化，破坏了自然平衡；去冬今春连下几场大雪，融化下渗，加速了局部滑移面扩展串通；并在巨大重力作用下，形成了向下滑动的东乡洒勒山大滑坡。

在调查中所见，沿河有许多老滑坡遗迹。上游200米，1970年就发生过一次浅层的基岩滑坡（胡朗沟生产队），其形成原因与此类似。

滑坡区上部为陡倾的拉裂段，中部为阻滑段（转折形），下部为近水平的抗滑段，具有三段式的特征。而抗滑段的滑移面形成后，开始蠕滑，上部拉裂段继续张开，中间部分的阻滑段（如断裂的锁固段一样），应力大量的集中在此段，也就是积累着大量的能量。这段一旦剪断，滑面连通，锁固段破裂，应力的释放就能产生巨大的动能，使滑体产生急速滑动；加之上述的气垫效应和无粘性颗粒流动，滑移速度就会剧增。

因此，这次滑坡形成的原因是多种因素综合作用的结果，但主要是受地质构造、岩土性质的控制，加之陡峻的地形条件和地下水、地表水的活动以及一些人为因素的影响，破坏了自然平衡而造成了滑坡灾害。

五、对东乡滑坡的处理及活动山体的预测建议

目前灾区工作已由抢救转向重建家园，滑坡现场必须进行较为彻底地处理。建议：

1. 滑坡后缘陡壁局部不稳定地段，须削缓坡度，夯填裂缝。滑体外修建天沟防止地表水下渗；
2. 滑体表面应全面规划，平整土层，按2—3个台阶整治，扩大耕地面积；
3. 修建公路，基底必须夯实，两侧设排水沟，最好浆砌，砂石铺筑路面；
4. 封闭洼地必须填平，填料可由后壁削坡供给，防止积水；
5. 整治泉水，疏通引流，泉水出露处围圈起来，投放砂砾石，防止漫流；
6. 滑坡虽已稳定，但土质松散，易产生不均匀下沉，作为建筑地基是不利的，建议在东侧未动土层上修建房舍为宜。

在整治滑坡的同时，还要加强预测工作，特别是上游和果园公社山腰已出现裂缝的地区，应设点加强观测记录。如果裂缝继续加宽加长，必须迅速果断撤离危险地区，减少损失。

从以上看，加强环境工程地质科学的研究工作，具有十分重要的现实意义。特别是甘肃省中部地区，高峻的地形，下部多为第三系、白垩系红色地层，上部为黄土梁峁，斜坡稳定性问题的研究更为重要。类似的基岩滑坡和黄土滑坡会不时发生，严重地影响公路、铁路交通和人民生命财产的安全。我们必须加强预测手段和研究工作，科学而全面地进行分析探讨，找出其自然规律，制定防治措施，减轻灾害。